中广核广东太平岭核电厂一期工程

环境影响报告书

（建造阶段）



中广核惠州核电有限公司

二〇一九年三月

中广核广东太平岭核电厂一期工程

环境影响报告书

（建造阶段）

中广核惠州核电有限公司

法定代表人：李靖

地址：广东省惠州市惠城区文昌一路 11 号华贸大厦 3 号楼 3101 室

邮政编码：516001

中广核广东太平岭核电厂一期工程

环境影响报告书

（建造阶段）

苏州热工研究院有限公司　编制

编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	中广核广东太平岭核电厂一期工程
环境影响评价文件类型	环境影响报告书（建造阶段）
一、建设单位情况	
建设单位（签章）	中广核惠州核电有限公司
法定代表人或主要负责人（签字）	李靖
主管人员及联系电话	李宁 18566283519
二、编制单位情况	
主持编制单位名称（签章）	苏州热工研究院有限公司
社会信用代码	91320508466954711З
法定代表人（签字）	戴忠华
三、编制人员情况	
编制主持人及联系电话	杨宗甄 0512-83552292

1.编制主持人

姓名	职业资格证书编号	签字
杨宗甄	00017090	杨宗甄

2.主要编制人员

姓名	职业资格证书编号	主要编写内容	签字
杨宗甄	00017090	第 2.1、2.4、2.6 节、第十章	杨宗甄
陈超峰	0006975	第三章、第八章	陈超峰
鲍昕杰	00017097	第 2.2 节	鲍昕杰
徐月平	20170353203500000003511320681	第 2.5 节、第 6.1 节	徐月平
田新珊	0003575	第 2.3 节	田新珊
张晓峰	0008486	第一章、第四章	张晓峰
江　君	00018684	第五章、第九章	江君
陶云良	0007680	第 6.2、6.3、6.4 节、第七章	陶云良

四、参与编制单位和人员情况

摘　要

《中广核广东太平岭核电厂一期工程环境影响报告书（建造阶段）》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”）一期工程一、二号机组建造许可证的文件之一。

太平岭核电厂位于广东省惠州市惠东县黄埠镇沙埔村，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。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一期工程两台华龙一号核电机组开展环境影响评价。本报告书的主要内容如下：

— 描述、分析评价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、环境质量现状等，分析项目建设与区域规划之间的协调性；

— 描述太平岭核电厂的总体规划和总平面布置，描述华龙一号核电机组的专设安全设施、三废处理设施及其它环境保护设施等组成及其基本性能，给出华龙一号核电机组的放射性源项；

— 对太平岭核电厂建设过程中施工的环境影响、生态环境影响、水土保持进行分析与评价，提出了减缓施工建设环境影响的措施；

— 预测、分析和评价了太平岭核电厂一期工程两台机组在运行状态下排放的放射性物质和非放射性物质对周围环境的影响，进而论证电厂废物处理系统设计性能的有效性；

— 对太平岭核电厂一期工程设计基准事故的辐射环境影响进行了评价，分析了事故风险的环境影响，进而论证电厂专设安全设施在缓解事故后果中发挥作用的可靠性，并给出核电厂应急准备的初步方案以及风险管理与缓解措施；

— 根据太平岭核电厂周围环境现状，结合公众受照剂量的“三关键”分析结果，提出核电厂环境监测和流出物监测的初步方案；

— 简要给出了建设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，太平岭核电厂一期工程三废处理系统的设计性能是有效的，专设安全措施是可靠的。太平岭核电厂一期工程两台华龙一号核电机组运行后，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，设计基准事故对电厂附近公众产生的放射性后果能够满足国家相关标准的要求。在落实相关管理措施基础上，电厂建设及运行期间的环境风险是可控的。因此，从环境保护的角度，太平岭核电厂一期工程两台华龙一号机组的环境保护措施在设计上得到了落实，其性能能够满足环境保护的要求。

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

1.11 环境影响报告书批复的落实情况

第二章 厂址与环境

2.1 厂址地理位置

2.2 人口分布与饮食习惯

2.3 土地利用及资源概况

2.4 气象

2.5 水文

2.6 地形地貌

第三章 环境质量现状

3.1 辐射环境质量现状

3.2 非辐射环境质量现状

第四章 核电厂
4.1 厂区规划及平面布置
4.2 反应堆和蒸汽—电力系统
4.3 核电厂用水和散热系统
4.4 输电系统
4.5 专设安全设施
4.6 放射性废物管理系统和源项
4.7 非放射性废物处理系统
4.8 放射性物质厂内运输

第五章 核电厂施工建设过程的环境影响
5.1 土地利用
5.2 水的利用
5.3 施工影响控制

第六章 核电厂运行的环境影响
6.1 散热系统的环境影响
6.2 正常运行的辐射影响
6.3 其它环境影响
6.4 初步退役计划

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险
7.1 核电厂放射性事故和后果评价
7.2 严重事故
7.3 场内运输事故
7.4 其它事故
7.5 事故应急

第八章 流出物监测与环境监测

8.1 辐射监测
8.2 其它监测
8.3 监测设施
8.4 质量保证

第九章 利益代价分析
9.1 利益分析
9.2 代价分析

第十章 结论与承诺
10.1 核电厂建设项目
10.2 环境保护设施
10.3 放射性排放
10.4 辐射环境影响评价结论
10.5 非辐射环境影响评价结论
10.6 公众参与和调查结论
10.7 承诺

前　言

《中广核广东太平岭核电厂一期工程环境影响报告书（建造阶段）》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。本报告书针对中广核广东太平岭核电厂一期工程两台华龙一号核电机组开展环境影响评价。评价过程中充分利用项目前期以及本阶段已完成的相关专题工作研究成果。

根据《中华人民共和国核安全法》第二十五条要求：“核设施建造前，核设施运营单位应当向国务院核安全监督管理部门提出建造申请，并提交环境影响评价文件。”

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》第二十条要求：“核设施营运单位应当在申请领取核设施建造、运行许可证和办理退役审批手续前编制环境影响报告书，报国务院环境保护行政主管部门审查批准。”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一、二号机组建造许可证的执照申请文件之一。

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，核电厂建造阶段环境影响评价主要根据实地调查和实验的手段，获得核电厂厂址区域和可能受影响地区的环境特征资料，并根据核电厂的设计资料、气载和液态流出物的设计排放量、放射性固体废物的设计产生量，以及环境保护设施的设计资料，评估核电厂的潜在环境影响。

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　建设项目的规模和厂址总体规划

1.3　建设项目经费和环保设施投资

1.4　建设目的

1.5　建设项目的进度

1.6　环境影响报告书编制依据

1.7　评价标准

1.8　工程组成

1.9　环境保护措施

1.10　评价范围

1.11　环境影响报告书批复的落实情况

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一期工程，申请建造核电机组为两台百万千瓦级华龙一号压水堆核电机组，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一期工程为新建商用核电项目。

1.2 建设项目的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，一期建设两台机组。太平岭核电厂一期工程拟建设两台华龙一号核电机组。

太平岭核电厂一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 建设项目经费和环保设施投资

太平岭核电厂一期工程建设两台华龙一号核电机组，工程总投资约 412 亿元人民币，注册资本金约为工程建成价的 20%，股东方按各自出资比例以自有资金投入，其余建设资金拟采用商业银行贷款筹集。

根据初步估算，本项目环保设施投资总额约为 77969 万元，占工程总投资的比例约为 1.9%。

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，提升我国综合经济实力、工业技术水平和国际地位，都具有重要的意义。

a) 适应广东电力需求发展需要

结合广东省国民经济十三五发展目标，参考2016年《广东电网“十三五”输电网规划修编》的研究成果：预计2020年，广东全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为6780亿千瓦时和125600兆瓦，“十三五”期间年均增长率分别为5.0%和5.6%；预计2025年，全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为8300亿千瓦时、155000兆瓦，“十四五”年均增长率分别为4.1%、4.3%；预计2030年预计全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为9000亿千瓦时和170000兆瓦，“十五五”年均增长率分别为1.6%、1.9%。考虑在建、核准的电源项目，据初步测算，“十四五”期间广东存在16821兆瓦的电源建设空间，“十五五”期间电源建设空间增加到34156兆瓦。

广东省缺煤、少油、乏气、水力资源已基本开发完毕，经济发达，能源需求大，能源资源对外依存度高。广东太平岭核电厂已列入《核电中长期发展规划（2011-2020，调整）》的重点论证厂址目录，建设本期工程是满足广东一次能源供应的重要措施，是适应未来广东电力负荷发展的需要。

b) 节能减排政策和环境保护规划分析

《国务院关于印发“十三五”节能减排综合工作方案的通知》（国发[2016]74 号），提出“安全发展核电”的指导思想，提出节能减排主要目标为：到 2020 年，全国万

元国内生产总值能耗比 2015 年下降 15%，能源消费总量控制在 50 亿吨标准煤以内。全国化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物排放总量分别控制在 2001 万吨、207 万吨、1580 万吨、1574 万吨以内，比 2015 年分别下降 10%、10%、15%和 15%。全国挥发性有机物排放总量比 2015 年下降 10%以上。

《关于印发广东省节能减排“十三五”规划的通知》（粤发改资环[2017]76 号）提出到 2020 年，全省万元 GDP 能耗比 2015 年下降 17%；全省化学需氧量、氨氮排放总量、二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物分别控制在 144.0 万吨、17.7 万吨、65.8 万吨、96.7 万吨、113.0 万吨，比 2015 年的 160.7 万吨、20.0 万吨、67.8 万吨、99.7 万吨、137.8 万吨分别下降 10.4%、11.3%、3.0%、3.0%、18.0%。

核电是可大规模利用的清洁能源，核电厂生产过程中不会产生二氧化硫、氮氧化物和颗粒物等污染物，没有二氧化碳等污染气体排放。建设 2 台百万千瓦级核电机组替代相同容量的脱硫煤电机组，可减排二氧化碳约 1200 万吨、烟尘约 700 吨、二氧化硫约 2500 吨、氮氧化物约 15000 吨。

c) 推动广东省国民经济和社会发展

广东省划分为 21 个市（2 个副省级市，19 个地级市），土地面积 17.98 万平方公里。作为我国改革开放的先行地区，经过三十多年的快速发展，广东省经济已经取得了令人瞩目的成绩，经济规模始终位居全国前列。“十二五”时期广东省地区生产总值从 2010 年的 4.60 万亿元增加到 2015 年的 7.28 万亿元、年均增长 8.5%，人均生产总值从 4.48 万元增加到 6.75 万元、年均增长 7.5%。2016 年 1 月发布的《广东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（粤府[2016]35 号）提出：“到 2018 年全省小康指数达到 97%以上，力争提前实现地区生产总值和城乡居民人均收入比 2010 年翻一番。”同时提出以核电、天然气、风电、太阳能等为重点，大力发展绿色低碳能源的现代能源体系，推进能源可持续发展。

十三五时期广东省经济仍将保持稳健发展，人民生活水平将进步一提高，与此同时电力需求也将同步增长，在保障广东省未来电力供应方面，核电将发挥重要作用。

1.5 建设项目的进度

根据工程进度计划，一期工程 1 号机组计划于 2019 年 6 月实现核岛主体工程开工，单台机组建设周期为 62 个月，预计 2024 年 8 月投产，2 号机组与 1 号机组开工

间隔 10 个月。

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℃。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。

《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》（粤府[2006]35 号）提出加快实施“三区控制、一线引导、五域推进”的总体战略。根据生态环境敏感性、生态服务功能重要性和区域社会经济发展差异性等，结合生态保护、资源合理开发利用和社会经济可持续发展的需要，全省陆域划分为陆域严格控制区、有限开发区和集约利用区，实行生态分级控制管理。根据广东省环保厅出具的《关于对惠东县生态严格控制区调整意见的函》（粤环函[2015]1305 号），太平岭核电厂址所在区域目前属于有限开发区。

根据广东省国土厅《关于惠州市惠东县土地利用总体规划修改方案（中广核广东太平岭核电厂一期工程）的批复》（粤国土资规划改复[2016]143 号），根据《惠东县黄埠镇土地利用总体规划（2010-2020 年），太平岭核电建设项目占用土地类型包括农用地、建设用地和未利用地，不涉及基本农田。

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 2018 年 12 月 29 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 2016 年 1 月 1 日起施行）

— 中华人民共和国水污染防治法（自 2018 年 1 月 1 日起施行）

— 中华人民共和国环境噪声污染防治法（自 2018 年 12 月 29 日起施行）

— 中华人民共和国固体废物污染环境防治法（自 2016 年 11 月 7 日起施行）

— 中华人民共和国海洋环境保护法（自 2017 年 11 月 4 日起施行）

— 中华人民共和国海域使用管理法（自 2002 年 1 月 1 日起施行）

— 中华人民共和国突发事件应对法（自 2007 年 11 月 1 日起施行）

— 建设项目环境保护管理条例（国务院令第 682 号，自 2017 年 10 月 1 日起施行）

— 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（国务院令第 698 号，自 2018 年 3 月 19 日起施行）

— 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（国务院令第 61 号，自 1990 年 8 月 1 日起施行）

— 放射性物品运输安全管理条例（国务院令第 562 号，自 2010 年 1 月 1 日起施行）

— 放射性废物安全管理条例（国务院令第 612 号，自 2012 年 3 月 1 日起施行）

— 核电厂核事故应急管理条例（国务院令第 124 号，自 1993 年 8 月 4 日起施行）

（2）部门规章、技术标准和导则

— 水污染防治行动计划（国发[2015]17 号）

— 近岸海域污染防治方案（环办水体函[2017]430 号）
— 建设项目环境影响评价分类管理名录（2017 年 9 月 1 日起实施）
— 近岸海域环境功能区管理办法（2010 年 12 月修改）
— 关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知（环发[2012]77 号）
— 关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知（环发[2012]98 号）
— 核电厂厂址选择安全规定（HAF101，1991）
— 核动力厂设计安全规定（HAF102，2016）
— 放射性废物安全监督管理规定（HAF401，1997 年 1 月）
— 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）
— 放射性物质安全运输规程（GB11806-2004）
— 核设施流出物监测的一般规定（GB11217-1989）
— 核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求（GB11216-1989）
— 核电厂应急计划与准备准则—应急计划区的划分（GB/T17680.1-2008）
— 环境核辐射监测规定（GB12379-1990）
— 海水水质标准（GB3097-1997）
— 环境空气质量标准（GB3095-2012）
— 声环境质量标准（GB3096-2008）
— 城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918-2002）
— 工业企业厂界环境噪声排放标准（GB12348-2008）
— 建筑施工场界环境噪声排放标准（GB12523-2011）
— 电磁环境控制限值（GB8702-2014）
— 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）
— 建设项目环境影响评价技术导则 总纲（HJ2.1-2016）
— 环境影响评价技术导则 输变电工程（HJ24-2014）
— 近岸海域环境监测规范（HJ442-2008）
— 辐射环境监测技术规范（HJ/T61-2001）
— 危险化学品重大危险源辨识（GB18218-2018）

（3）地方法规和标准

— 广东省环境保护条例（自2018年11月29日起施行）

— 广东省民用核设施事故预防和应急管理条例（自2018年11月29日起施行）

— 广东省固体废物污染环境防治条例（自2012年7月26日起施行）

— 广东省核电厂环境保护管理规定（自2004年7月26日起施行）

— 广东省放射性废物管理办法（自2001年6月1日起施行）

— 广东省海域使用管理条例（自2007年3月1日起施行）

— 广东省大气污染物排放限值（DB44/T 27-2001）

1.6.3 相关管理文件

— 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）

— 生态环境部，关于中广核广东太平岭核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）的批复（环审[2018]144号）

— 国家核安全局，关于颁发《中广核广东太平岭核电厂一期工程场址选择审查意见书》的通知（国核安发[2018]327号）

— 自然资源部，关于中广核广东太平岭核电厂一期工程用海预审意见的函（自然资函[2018]324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）

— 广东省人民政府办公厅，关于支持惠州核电项目前期准备工作的复函（粤办函[2014]43号）

— 广东省人民政府办公厅，广东省人民政府办公厅关于在惠州核电项目周围设置规划限制区的复函（粤办函[2015]485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）

— 广东省环境保护厅，关于对惠州市惠东县生态严格控制区调整意见的函（粤环

函[2015]1305号）

— 惠州市环境保护局，关于中广核广东太平岭核电厂一期工程环境影响评价非放射性评价标准的复函（惠市环函[2015]573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）

1.6.4 相关技术文件

— 中广核广东太平岭核电厂一期工程建造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一期工程环境影响评价（建造阶段）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：

— 广东惠州核电厂气象数据收集及极端气象设计基准分析专题（湖南省气象科学研究所，2013 年）

— 广东惠州核电厂可能最大暴雨与洪水计算专题报告（河海大学，2011 年）

— 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）

— 中广核广东太平岭核电厂一期工程水土保持方案报告书（广东省电力设计研究院有限公司，2015 年）

— 惠州市惠东县生态严格控制区调整可行性研究报告（中山大学，2015 年）

— 中广核广东太平岭核电厂一期工程海洋环境影响评价篇章（中国科学院南海海洋研究所，2015 年）

— 广东太平岭核电厂一期工程四季典型全潮观测分析报告（国家海洋局第一海洋研究所，2016 年）

— 中广核广东太平岭核电厂一期工程邻近海域水质环境、水生生态与渔业资源调查总报告（中科院南海海洋研究所，2016 年）

— 中广核广东太平岭核电厂一期工程排水方案比选模拟计算报告（华龙一号）（中国水利水电科学研究院，2016 年）

— 广东太平岭核电厂工程温排水物理模型试验专题报告（广东省水利水电科学研究院，2016 年）

— 中广核广东太平岭核电厂一期工程液态流出物数值模拟计算报告（中国水利水电科学研究院，2016 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选址阶段环境辐射本底初步调查报告（广东省环境辐射监测中心，2016 年）
— 中广核广东太平岭核电厂一期工程水资源论证报告书（广东省水利电力勘测设计研究，2017 年）
— 中广核广东太平岭核电厂一期工程海域使用论证报告书（报批稿）（国家海洋环境监测中心，2018 年）
— 广东太平岭核电厂一期工程风速及热带气旋设计基准复核报告（深圳中广核工程设计有限公司，2015 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（2018 年 1 月~2018 年 12 月）（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）

1.7 评价标准

1.7.1 辐射环境影响的评价标准

（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一期工程 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。

太平岭核电厂一期工程采用华龙一号核电机组，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：6×10^{14}Bq/a；

— 碘：2×10^{10}Bq/a；

— 粒子（半衰期≥8d）：5×10^{10}Bq/a；

— 碳 14：7×10^{11}Bq/a；

— 氚：1.5×10^{13}Bq/a。

液态放射性流出物：

— 氚：7.5×10^{13}Bq/a；

— 碳 14：1.5×10^{11}Bq/a；

— 其它核素：5×10^{10}Bq/a。

太平岭核电厂作为滨海厂址，其槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳 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）7.2 款的规定，核动力厂事故工况的环境影响评价可采用设计基准事故，在设计中应采取针对性措施，使设计基准事故的潜在照射后果符合下列要求：

— 在发生一次稀有事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区

外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 5mSv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 50mSv 以下；

— 在发生一次极限事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 0.1Sv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 1Sv 以下。

（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，太平岭核电厂一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}Co： 0.03Bq/L；

— ^{90}Sr： 4.0Bq/L；

— ^{106}Ru：0.2Bq/L；

— ^{134}Cs： 0.6Bq/L；

— ^{137}Cs： 0.7Bq/L。

1.7.2 非辐射环境影响的评价标准

依据惠州市环保局出示的《关于中广核广东太平岭核电厂一期工程环境影响评价非放射性评价标准的复函》（惠市环函[2015]573 号），并结合本项目选址阶段环境影响报告书审查意见，本次评价执行非放标准如下：

（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；

— 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。

（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，出水尽量实现回用；施工期的临时污水站出水可满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后回用；

— 电厂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/T 27-2001）第二时段二级标准；

— 电厂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）；

— 电厂运行期间厂界外 1m 处噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）规定的 2 类声环境功能区限值；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，还包括道路、水库、码头、输水管线、输变电线路、放射源库等配套工程及设施。根据项目总体规划，建设单位将对进场道路和应急道路、水库及淡水输水管线、重件码头、220kV 施工电源及输变电线路、500kv 输电线路和厂内放射源库等配套工程单独开展环评。

1.9 环境保护措施

本项目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、放射性废物厂房、厂址废物处理设施、环境实验室、应急指挥中心、生活污水处理站、含油废水处理站等。

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 1 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 输变电工程》（HJ24-2014），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。

1.11 环境影响报告书批复的落实情况

2018年12月19日，生态环境部批复了《中广核广东太平岭核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）》（环审[2018]144号），同意按照环评报告书所列的建设项目的性质、规模、地点以及采取的环境保护措施开展下一阶段工作。建设单位针对批复意见拟开展的相应工作计划如下：

— 严格落实相关环境保护措施和环境监测方案，优化海域作业。

建设单位已严格按照法规要求，着手委托有资质单位开展施工期间的陆域和海域环境监测，相关工作将贯穿整个核电厂施工期间，可确保相关环境保护措施得到有效实施。

— 在工程海域潮流代表性分析工作的基础上，进一步进行温排水影响范围的预测。

建设单位将结合本厂址后续机组推进进度，委托开展工程海域重新测流工作，并在此基础上进一步分析潮流代表性及开展温排水模型研究。

— 积极做好公众宣传和公众参与工作，配合地方政府维护良好的社会环境。

建设单位始终坚持围绕项目开展持续的公众宣传与公众参与工作，通过参观考察、科普进校园、暖邻帮扶等多种举措，打造“惠众核谐”的公众沟通品牌，取得了良好的社会效应。

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

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。

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，一期工程建设两台华龙一号核电机组。本期工程 2 台机组永久用地面积约 87.89hm^2，其中陆域面积约 86.29hm^2，包括农用地 78.71hm^2（其中耕地 10.83hm^2，不含基本农田）、村镇建设用地 3.21hm^2 以及未利用地约 4.37hm^2。施工场地临时用地面积为 97.36hm^2（其中施工准备区约 66.06hm^2）。

在本项目选址阶段环境影响评价中，确定了一期工程非居住区边界为以两座反应堆为中心、半径 800m 的包络区域，该区域能够满足 GB6249-2011 的相关要求。目前，该区域范围内主要为林地。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（包括西侧烟墩岭和厂址北侧）、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），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，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。广东省人民政府办公厅已发文原则同意在国家正式核准惠州核电项目后，按照有关规定在核电厂周围设置规划限制区。

2.2 人口分布与饮食习惯

2.2.1 厂址半径 15km 范围内的人口分布

2.2.2 厂址半径 80km 范围内的人口分布

2.2.3 居民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
表 2.2-6 厂址半径 80km 范围内万人以上人口中心
表 2.2-8 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2024 年）
表 2.2-9 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2034 年）
表 2.2-10 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2044 年）
表 2.2-11 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2054 年）
表 2.2-12 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2064 年）
表 2.2-13 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2074 年）
表 2.2-14 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2084 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
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（2024 年）
图 2.2-6　厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2034 年）
图 2.2-7　厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2044 年）
图 2.2-8　厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2054 年）
图 2.2-9　厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2064 年）
图 2.2-10　厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2074 年）
图 2.2-11　厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2084 年）

2.2 人口分布与饮食习惯

太平岭核电厂一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）。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。此外评价区范围内还涉及到香港特别行政区部分区域，对于此部分人口数据，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。

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，以太平岭核电厂一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、联新村、望斗村、霞坑村 7 个行政村下辖的 18 个自然村，共有人口 13103 人。按厂址半径 5km 范围陆域面积计算，平均人口密度约为 260 人/km^2，低于厂址所在惠州市同期人口密度 421 人/km^2，略低于惠东县同期人口密度 265 人/km^2。

厂址半径 1km 范围内龙仔村现已整体搬迁至黄埠镇区，距离厂址最近的居民点为下太平岭自然村，位于厂址 NNW 方位 1.2km，有人口 202 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。

根据选址阶段调查结果，厂址半径 5km 范围内 2013 年共有人口 11782 人，本次调查人口比 2013 年多了 1321 人，人口年均自然增长率为 2.10%，高于惠东同期年均自

然增长率 1.04%，高于惠州同期年均自然增长率 1.46%。本次调查的自然村数量与前次调查结果一致，各自然村人口变化最大的为新渔村，人口较 2013 年多了 352 人，其次为盘沿村，较 2013 年多了 308 人，其余各村人口变化多在 100 以内，本次调查结果中下太平村、渡头村、招魁村等村人口均较前次调查减少了几十人，主要是由于村内部分户籍人口迁入黄埠镇区内。

同时，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，这与上一阶段调查情况基本一致。

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、望斗村 93 人、沙埔村 51 人、联新村 338 人、新渔村 237 人、霞坑村 552 人。厂址附近流动人口为务工或经商人员。

黄埠镇渡头村和湾仔村海边拥有沙滩，位于厂址 W 方位约 2km，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 ENE 方位 2.5km 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），共有中小学生 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

学生 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 范围内没有监狱等大型公共设施。

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，打造粤东能源产业带的重要组团。同时，根据相关规划，2035 年深汕合作区人口规模将达 150 万人，根据平均人口增长率，小漠镇 10 年后可能会因人口机械增长而超过 10 万人，需要关注该区域人口的发展情况。

厂址半径 10km 范围内目前无 10 万人以上的城镇。

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 157407 人，陆域面积 233.75km^2，陆域面积平均人口密度为 673 人/km^2。

厂址半径 15km 范围内千人以上的居民点共有 50 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 2.8km 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 7km 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。

厂址半径 15km 范围内未来主要人口机械增长来自于深汕合作区的小漠镇和鹅埠镇，根据深汕合作区目前规划，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，该区域未来可能会有大量人员流入。

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 6533824 人，按陆域面积计算，厂址半径 80km 范围内的人口密度约为 605 人/km^2，低于广东省同期平均人口密度 621 人/km^2，高于惠州市同期平均人口密度 421 人/km^2。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 57 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 1 号机组计划于 2024 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，考虑到目前已开放全面二胎政策，本次预测采用该研究报告中的高方案，即考虑了政策开放后的预测结果，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。

根据上述人口预测计算模式以及人口预期增长率可以得出：2024 年太平岭核电厂一期工程 1 号机组投产时，厂址半径 80km 范围内的总人口数为 7858378 人。电厂寿期内 2034 年、2044 年、2054 年、2064 年、2074 年、2084 年厂址半径 80km 范围内的人口数分别为10617766 人、12099717 人、12578410 人、12810923 人、13050607 人、13296676 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统计局提供的资料，各区域各年龄组构成相差不大，厂址评价区域内居民的年龄构成如下：

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	13.35
17 岁以上	77.74%	79.02%	87.25%	67.47%	74.64	75.24

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。

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。厂址 2km 处的湾仔村、渡头村有少量渔民，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贩卖。同时，考洲洋内部分养殖渔民几乎每天都要有 10 多个小时在鱼排上进行养殖活动。

根据广东省最新的统计数据，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。对于婴儿的食谱，根据《中国孕期、哺乳期妇女和 0~6 岁儿童膳食指南》（人民卫生出版社，2008），考虑婴儿在 0~6 月时全部食入母乳，6~12 个月食入母乳与辅食，其中婴儿 6~12 个月辅食食入量为：粮食：17.4kg；蔬菜：17.4kg；蛋类：12kg；肉类：1.62kg；鱼类：3.78kg。

2.2.3.3 厂址 5km 范围内居民食谱和生活习性调查

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西冲村发放了 28 份调查表，其中成人调查表有 154 份，除婴儿人数较少外，青少年和儿童的调查表数量均超过 20 份。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。对于婴儿的食谱，根据《中国孕期、哺乳期妇女和 0~6 岁儿童膳食指南》（人民卫生出版社，2008），考虑婴儿在 0~6 月时全部食入母乳，6~12 个月食入母乳与辅食，其中婴儿 6~12 个月辅食食入量为：粮食：17.4kg；蔬菜：17.4kg；蛋类：12kg；肉类：1.62kg；鱼类：3.78kg。

5km 范围内除渔民外，一般的居民基本都为农民，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，且渡头村为上一阶段环评的关键居民组，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，一般渔民出海打鱼视天气情况而定，除禁渔期外一般每天有 6~8 小时在海上捕捞，捕捞海域为厂址附近近岸海域。

虽然目前山下、上太平、下太平等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这些居民点，其食物消费量及生活习性参考 5km 范围内一般居民的统计结果，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	NNW	1.2	202	黄埠镇	西冲村	渡头村	W	2.0	463
								湾仔村	WSW	2.0	360
		沙埔村	NNW	1.5	597			盐仓村	WSW	2.6	642
		上太平村	NE	1.3	346			招魁村	WSW	3.0	207
		山下村	NW	1.6	280			李屋村	WSW	4.5	98
		东头村	NE	2.8	660			杨屋村	WSW	4.8	669
		坑口村	NE	3.0	106		三洲村	三洲村	NW	3.9	1825
		盘沿村	NNW	3.4	735		新渔村	新渔村	NW	4.9	2342
	联新村	李甲村	NW	5.0	763		霞坑村	霞坑村	NNW	5.0	1490
	望斗村	望斗村	NW	5.0	1318	—					

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，2.5
		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	NN，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，8.8
	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，10.0
		小漠中心小学	31	523	NNE，10.0
		小漠元云小学	11	119	NNE，9.8
		小漠大澳小学	5	19	NNE，7.4

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	NW	3.9	1825	惠东县	铁涌镇	新寮村	WNW	10.0	1794
		新渔村	NW	4.9	2342			赤岸村	WNW	11.5	2556
		霞坑村	NNW	5.0	1490			黄坑村	WNW	11.4	4090
		望斗村	WNW	5.0	1318			沙桥村	WNW	12.6	3400
		西冲村	WSW	2.8	2439			河潭村	WNW	14.0	2658
		联新村	NW	5.8	2343			溪美村	WNW	14.2	1368
		前寮村	WNW	6.0	1348			铁涌居委	WNW	14.2	2781
		望京洲	NNW	6.6	1954		港口区	南社村	SW	14.7	2261
		坐头村	NNW	9.3	1884			大园村	SW	13.2	1985
		盐洲居委	NW	5.9	3246			东海村	SW	11.3	7549
		王公居委	NNW	6.7	3655			新村村	SW	13.8	3330
		群英居委	NNW	7.6	4331			新寮村	SW	13.3	1281
		下圩居委	NNW	8.0	2675			蔡家村	SW	14.2	1966
		四门居委	NNW	8.5	3631						
	平海镇	东和村	SW	8.7	1917	深汕合作区	小漠镇	元新村	NNE	9.4	1610
		径口村	WSW	13.6	2007			旺渔村	NNE	10.4	2211
		佛元村	WSW	13.4	3164			东旺村	NNE	10.8	1703
		平海居委	SW	12.4	12204			旺官居委	NNE	10.6	3485
	吉隆镇	大华村	NW	10.0	3591			云新村	NNE	8.6	1931
		吉联村	NNW	12.0	6106			南香村	NNE	12.7	1236
		招贤村	NW	12.3	3920			大澳村	NNE	8.1	1572
		埔仔村	NW	13.0	4071		鹅埠镇	西湖村	N	13.9	3076
		平政村	NNW	14.9	5538			鹅埠村	N	14.7	2966
		吉隆居委	NNW	13.5	8130			蛟湖村	N	14.8	2052
-								鹅埠社区	N	14.9	2039
								水美村	N	13.7	1151
								西南村	N	12.2	1522

表 2.2-5　厂址半径 80km 范围内各子区人口分布表

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	1733	14704	3275	63859	13554	51814	12954	89576	251469
NNE	0	0	0	0	6248	9515	14894	5514	2259	6777	39055	4251	88513
NE	0	346	660	106	436	2218	16482	113290	347180	82041	75031	49308	687098
ENE	0	0	0	0	0	0	17370	81108	259931	107825	125774	508980	1100988
E	0	0	0	0	0	0	0	5388	65664	99109	14654	0	184815
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	5031	0	0	0	0	0	0	5031
SW	0	0	0	0	3448	31654	0	0	0	0	0	0	35102
WSW	0	360	849	767	1219	16691	5842	0	8528	46547	74192	414033	569028
W	0	463	0	0	690	3824	8917	0	41448	155035	634772	816036	1661185
WNW	0	0	0	0	775	38553	3881	18866	16224	175060	49419	115081	417859
NW	0	280	0	6248	10502	19400	60077	484	311840	114423	257756	567307	1348404
NNW	0	799	0	2225	16975	28804	5421	31930	5322	36587	39718	16638	184332
合计	0	2248	1509	9346	42026	170394	136159	320439	1071950	875218	1323325	2581210	6533824

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
	惠东县	黄埠镇	NNW	6.7	19936			葵涌街道	W	57.9	81771
		稔山镇	NW	22.8	16004		坪山新区	坑梓街道	W	62.8	112848
		多祝镇	N	35.8	17646			坪山街道	W	64.1	234930
		平山街道	NW	41.3	153516			梅沙街道	W	68.8	21103
		白花镇	NW	43.7	26080		盐田区	盐田街道	W	72.6	97223
		大岭镇	NW	44.6	47575			海山街道	WSW	76.8	64230
	大亚湾区	霞涌街道	WNW	34.4	18866			沙头角街道	WSW	78.3	41698
		澳头街道	W	44.7	38871	汕尾市	海丰县	梅陇镇	NE	32.0	38363
		西区街道	W	51.7	33826			附城镇	NE	46.0	31423
	惠阳区	淡水街道	W	52.7	141530			海城镇	NE	46.9	163409
		秋长街道	WNW	58.4	26133			城东镇	NE	48.4	31942
		新圩镇	WNW	68.9	14537			可塘镇	ENE	54.4	11956
汕尾市	城区	马宫街道	ENE	29.4	20861			公平镇	NE	58.3	43338
		新港街道	ENE	39.7	49222		陆丰市	潭西镇	ENE	63.8	23433
		香洲街道	ENE	40.3	66593			东海街道	ENE	73.4	217098
		凤山街道	ENE	40.6	70584			河西街道	ENE	71.2	11417
		捷胜镇	E	48.0	30099			金厢镇	ENE	76.9	14759
	红海湾经济开发区	田墘街道	E	53.8	57060			大安镇	ENE	77.7	17777
		东洲街道	E	57.8	25034			城东街道	ENE	76.0	78587
		遮浪街道	E	59.9	31006	惠州市	仲恺区	惠环街道	WNW	72.6	24958
-								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（2024 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	1970	49686	11068	72584	15406	58893	14724	97803	322134
NNE	0	0	0	0	21114	32155	50331	18634	2568	7703	44391	4832	181728
NE	0	393	750	120	1473	7496	55278	128769	394615	93250	85282	56045	823471
ENE	0	0	0	0	0	0	26088	92190	295445	122557	142958	578521	1257759
E	0	0	0	0	0	0	0	6124	74636	112650	16656	0	210066
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	5718	0	0	0	0	0	0	5718
SW	0	0	0	0	3919	35979	0	0	0	0	0	0	39898
WSW	0	409	965	872	1386	18972	6640	0	11247	61385	78907	451069	631852
W	0	526	0	0	784	4347	10135	0	47580	192121	837116	1076161	2168770
WNW	0	0	0	0	881	43820	4411	21444	18441	198978	56171	130804	474950
NW	0	318	0	7201	11937	22051	68285	550	354446	130056	292973	644817	1532634
NNW	0	908	0	2430	19294	34502	6162	36292	6049	41586	44009	18166	209398
合计	0	2554	1715	10623	62758	254726	238398	376587	1220433	1019179	1613187	3058218	7858378

表 2.2-9　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2034 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	2268	282941	63027	83564	17736	67802	16951	105677	639966
NNE	0	0	0	0	120238	183113	286620	106112	2956	8868	51106	5563	764576
NE	0	453	864	139	8389	42691	313822	147873	453161	107085	97935	64360	1236772
ENE	0	0	0	0	0	0	73426	105867	339278	140740	164168	664353	1487832
E	0	0	0	0	0	0	0	7033	85709	129363	19127	0	241232
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	6583	0	0	0	0	0	0	6583
SW	0	0	0	0	4512	41421	0	0	0	0	0	0	45933
WSW	0	471	1111	1004	1595	21841	7645	0	15332	83683	82790	490670	706142
W	0	606	0	0	903	5004	11669	0	55498	245594	1141203	1467082	2927559
WNW	0	0	0	0	1014	50449	5079	24687	21230	229078	64668	150591	546796
NW	0	366	0	8290	13743	25386	78615	633	408064	149730	337292	742361	1764480
NNW	0	1046	0	2798	22213	51784	7094	41783	6964	47877	48707	19629	249895
合计	0	2942	1975	12231	174875	711213	846997	517552	1405928	1209820	2023947	3710286	10617766

表 2.2-10　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2044 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	2439	385305	85829	89879	19077	72927	18232	110748	784436
NNE	0	0	0	0	163739	249360	390315	144502	3179	9538	54969	5983	1021585
NE	0	487	929	149	11424	58136	427289	159216	487923	115299	105448	69297	1435597
ENE	0	0	0	0	0	0	94580	113988	365304	151536	176761	715314	1617483
E	0	0	0	0	0	0	0	7572	92283	139287	20594	0	259736
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	7081	0	0	0	0	0	0	7081
SW	0	0	0	0	4853	44552	0	0	0	0	0	0	49405
WSW	0	507	1195	1080	1716	23492	8222	0	17922	97817	86315	521106	759372
W	0	652	0	0	971	5382	12550	0	60125	278806	1333961	1714884	3407331
WNW	0	0	0	0	1091	54262	5462	26553	22835	246391	69556	161972	588122
NW	0	394	0	8916	14781	27305	84556	681	438904	161046	362782	798465	1897830
NNW	0	1125	0	3009	23892	60026	7630	44940	7490	51495	51562	20570	271739
合计	0	3165	2124	13154	224906	914901	1116433	587331	1515042	1324142	2280180	4118339	12099717

表 2.2-11　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2054 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	2465	407147	90694	90820	19276	73690	18423	112063	814578
NNE	0	0	0	0	173021	263496	412442	152694	3213	9638	55544	6046	1076094
NE	0	492	939	151	12072	61431	451509	166536	510354	120600	110296	72483	1506863
ENE	0	0	0	0	0	0	99723	119229	382098	158502	184888	748200	1692640
E	0	0	0	0	0	0	0	7920	96526	145690	21541	0	271677
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	7155	0	0	0	0	0	0	7155
SW	0	0	0	0	4904	45018	0	0	0	0	0	0	49922
WSW	0	512	1207	1091	1734	23738	8309	0	18938	103363	87632	532715	779239
W	0	658	0	0	982	5439	12682	0	61005	290206	1409583	1812100	3592655
WNW	0	0	0	0	1102	54830	5519	26831	23074	248970	70284	163668	594278
NW	0	398	0	9010	14936	27590	85442	688	443499	162732	366580	806824	1917699
NNW	0	1136	0	3041	24142	61606	7710	45411	7569	52034	52146	20815	275610
合计	0	3196	2146	13293	235358	957450	1174030	610129	1565552	1365425	2376917	4274914	12578410

表 2.2-12　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2064 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	2470	417525	93006	91020	19319	73852	18464	115982	831638
NNE	0	0	0	0	177431	270212	422954	156586	3220	9659	55666	6059	1101787
NE	0	493	941	151	12380	62997	463017	170781	523362	123674	113107	74330	1545233
ENE	0	0	0	0	0	0	102264	122267	391837	162542	189600	767270	1735780
E	0	0	0	0	0	0	0	8122	98986	149403	22090	0	278601
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	7171	0	0	0	0	0	0	7171
SW	0	0	0	0	4915	45117	0	0	0	0	0	0	50032
WSW	0	513	1210	1093	1738	23790	8327	0	19421	105997	87578	534825	784492
W	0	660	0	0	984	5451	12710	0	61272	295360	1445510	1858287	3680234
WNW	0	0	0	0	1105	54951	5532	26890	23125	249519	70439	164028	595589
NW	0	399	0	9029	14969	27651	85630	690	444475	163091	367387	808600	1921921
NNW	0	1139	0	3047	24195	62248	7727	45511	7585	52149	53301	21543	278445
合计	0	3204	2151	13320	240187	977113	1201167	621867	1592602	1385246	2423142	4350924	12810923

表 2.2-13　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2074 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	2476	428166	95376	91221	19361	74015	18504	120946	850065
NNE	0	0	0	0	181953	277099	433734	160577	3227	9681	55789	6072	1128132
NE	0	494	943	151	12695	64603	474818	175134	536701	126826	115990	76224	1584579
ENE	0	0	0	0	0	0	104871	125384	401824	166685	194432	786826	1780022
E	0	0	0	0	0	0	0	8329	101509	153211	22653	0	285702
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	7186	0	0	0	0	0	0	7186
SW	0	0	0	0	4926	45217	0	0	0	0	0	0	50143
WSW	0	514	1213	1096	1741	23843	8345	0	19916	108699	87528	537010	789905
W	0	661	0	0	986	5463	12738	0	61544	300640	1482353	1905650	3770035
WNW	0	0	0	0	1107	55072	5544	26950	23175	250068	70594	164390	596900
NW	0	400	0	9049	15002	27712	85818	691	445454	163450	368196	810381	1926153
NNW	0	1141	0	3054	24248	62905	7744	45611	7602	52264	54751	22465	281785
合计	0	3210	2156	13350	245134	997266	1228988	633897	1620313	1405539	2470790	4429964	13050607

表 2.2-14　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2084 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	2481	439079	97807	91422	19404	74178	18545	126123	869039
NNE	0	0	0	0	186591	284162	444789	164669	3234	9702	55912	6086	1155145
NE	0	495	945	152	13019	66249	486920	179597	550380	130059	118946	78167	1624929
ENE	0	0	0	0	0	0	107544	128579	412066	170934	199388	806880	1825391
E	0	0	0	0	0	0	0	8541	104096	157116	23231	0	292984
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	7202	0	0	0	0	0	0	7202
SW	0	0	0	0	4936	45316	0	0	0	0	0	0	50252
WSW	0	515	1215	1098	1745	23895	8364	0	20423	111469	87528	539512	795764
W	0	663	0	0	988	5475	12766	0	61820	306050	1520135	1954221	3862118
WNW	0	0	0	0	1110	55193	5556	27009	23227	250619	70749	164752	598215
NW	0	401	0	9069	15035	27773	86007	693	446435	163810	369007	812166	1930396
NNW	0	1144	0	3061	24302	63576	7761	45711	7619	52379	56262	23426	285241
合计	0	3218	2160	13380	250207	1017920	1257514	646221	1648704	1426316	2519703	4511333	13296676

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	牛奶	蛋	水产品	水果
城镇居民	成人	70.31	100.76	55.88	8.98	9.74	7.57	24.51	45.46
	青少年	63.23	83.05	52.57	8.08	7.00	22.37	60.30	11.15
	儿童	40.44	49.61	33.68	5.17	8.09	15.93	45.43	18.05
农村居民	成人	124.94	100.75	59.84	9.78	3.32	6.77	19.24	28.55
	青少年	105.35	82.19	56.00	8.25	5.93	17.01	41.24	5.43
	儿童	65.13	47.28	41.16	5.10	5.73	10.71	34.65	14.43

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

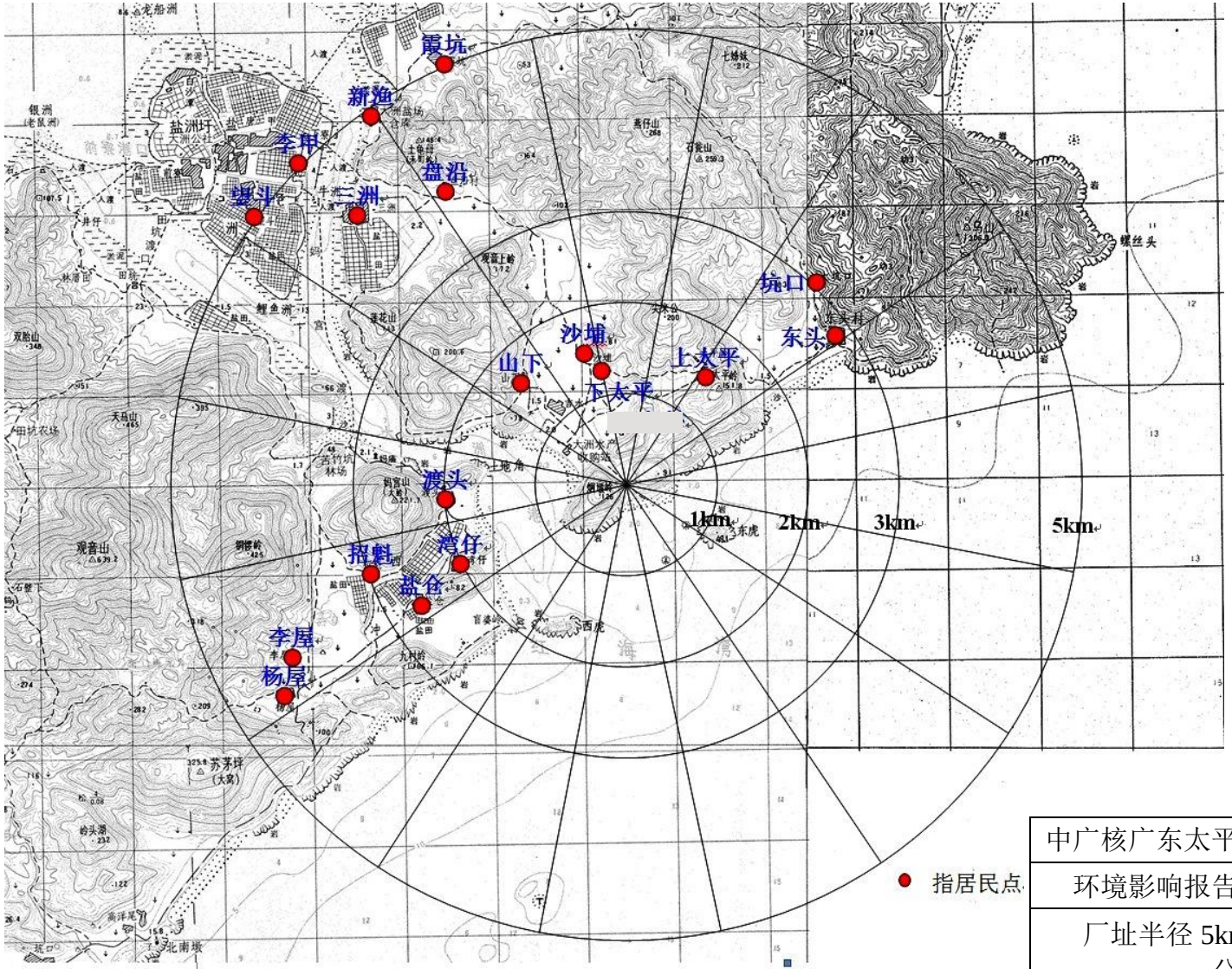
人员类别	农民		渔民	
食物种类	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量
蔬菜	107.1	126.0	100.6	135.4
粮食	133.5	150.0	170.3	200.0
肉类	61.9	84.0	50.6	70.9
蛋类	5.3	24.0	23.1	36.6
水果	27.9	30.0	37.7	54.9
奶类	5.3	18.0	1.3	18.3
海鱼	46.3	60.0	60.5	73.2
甲壳类海产品	19.3	52.0	10.9	36.6
软体类海产品	6.9	30.0	2.9	26.0
海藻类产品	6.5	30.0	1.0	9.5

表 2.2-18 厂址半径 5km 范围内居民个人生活习性统计情况

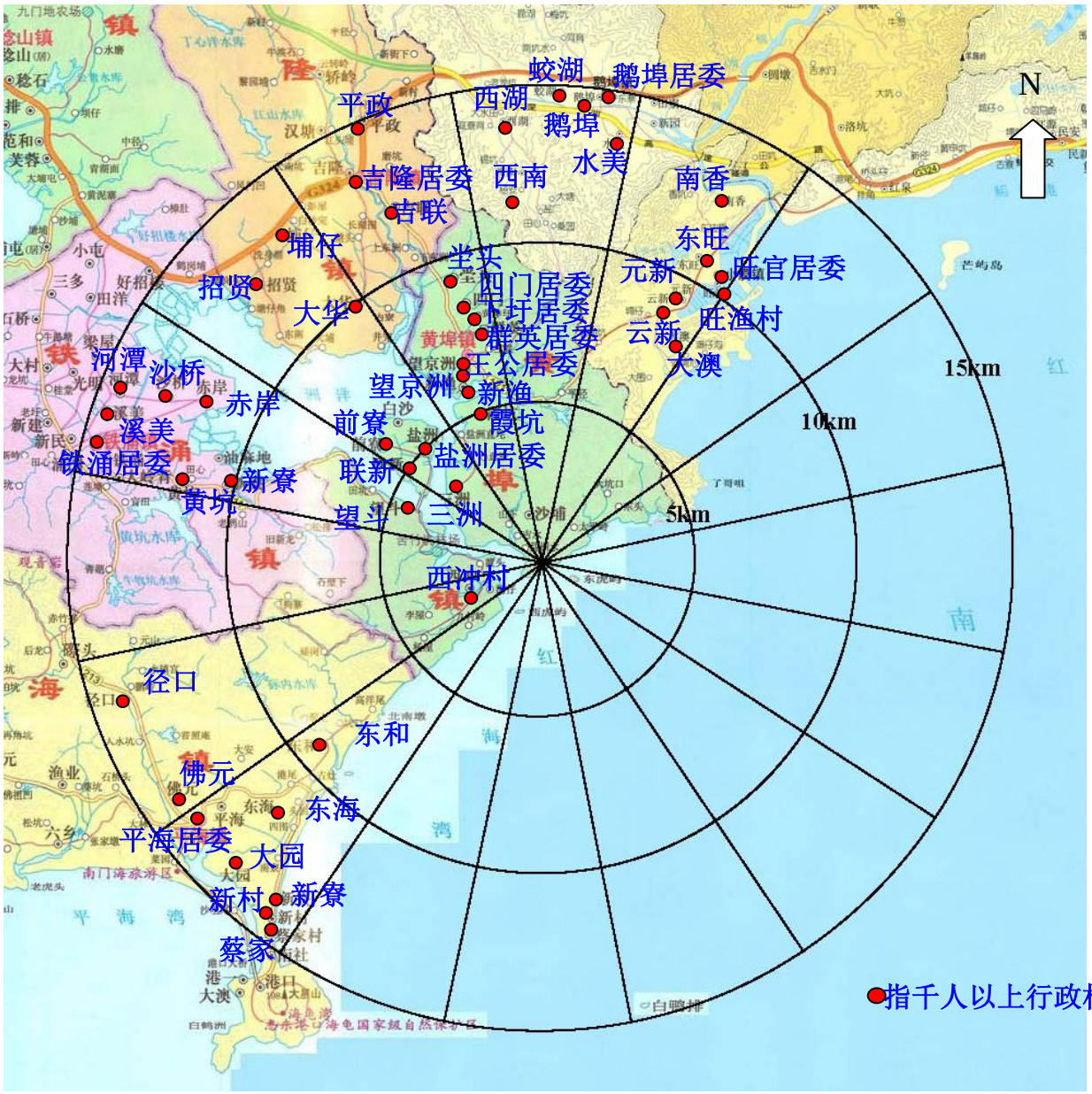
活动方式 年龄组、职业、		岸边活动		海里活动		海上活动	
		人年平均时间（小时）	人年最大时间（小时）	人年平均时间（小时）	人年最大时间（小时）	人年平均时间（小时）	人年最大时间（小时）
成人	农民	128	280	26	110	7.7	50
	渔民	280	628	57	220	1744	4300
青少年		96	200	17	50	0	/
儿童		79	200	2	5	0	/
婴儿		0	0	0	0	0	/

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

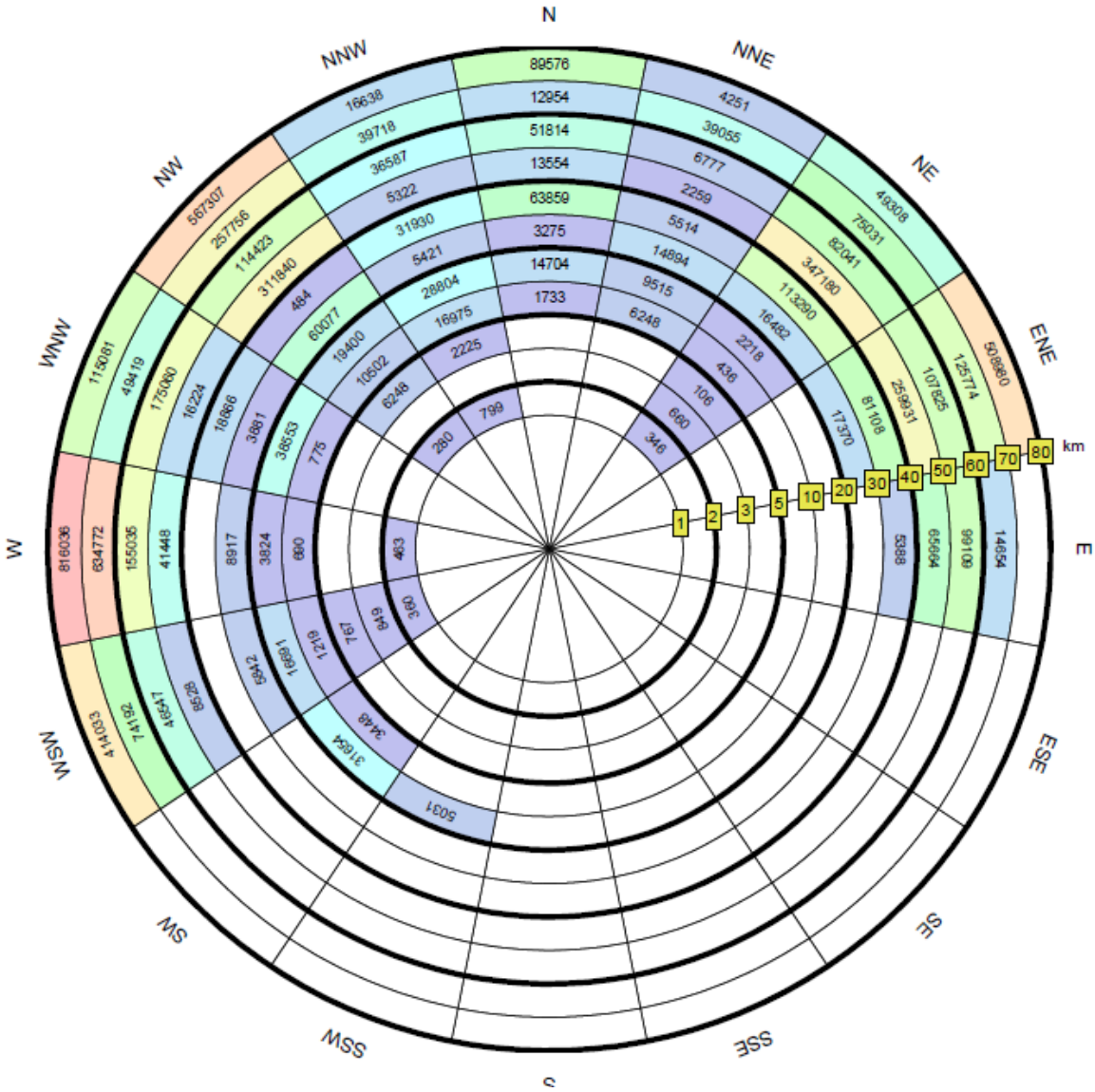
食物消费和生活习惯	年平均消费量	年最大消费量
蔬菜年消费量（kg/a）	130.9	139.1
粮食作物年消费量（kg/a）	128.0	183.0
肉类年消费量（kg/a）	74.6	113.5
蛋类年消费量（kg/a）	9.3	31.5
水果年消费量（kg/a）	52.9	91.5
奶类年消费量（kg/a）	7.4	36.0
海鱼年消费量（kg/a）	41.1	52.8
甲壳类海产品年消费量（kg/a）	30.1	73.0
软体类海产品年消费量（kg/a）	14.5	29.2
海藻类产品年消费量（kg/a）	7.7	18.3
每年岸边的活动时间（h/a）	282	380
每年海水中游泳时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



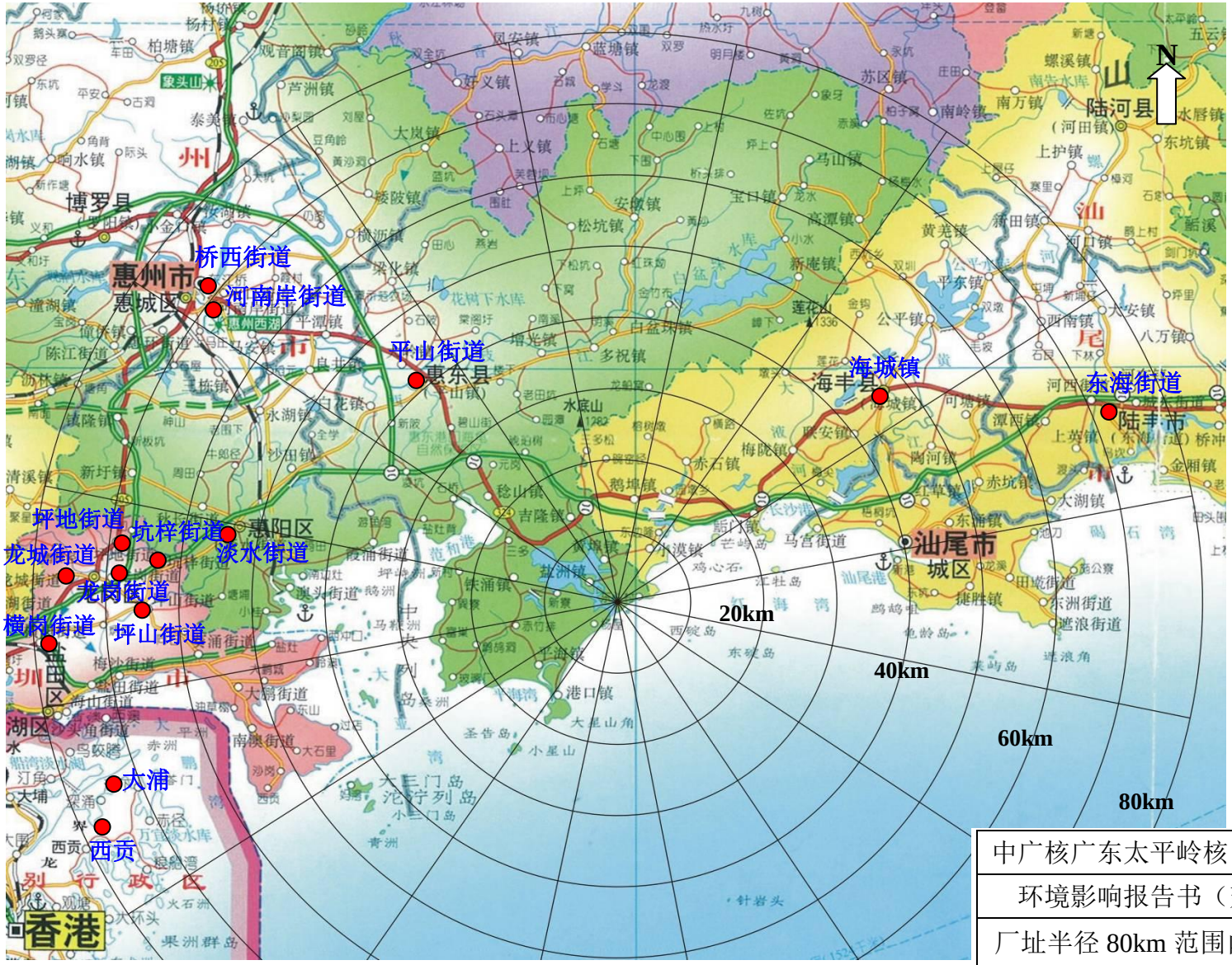
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 5km 范围内居民点分布图		
图 2.2-1	版次：	A



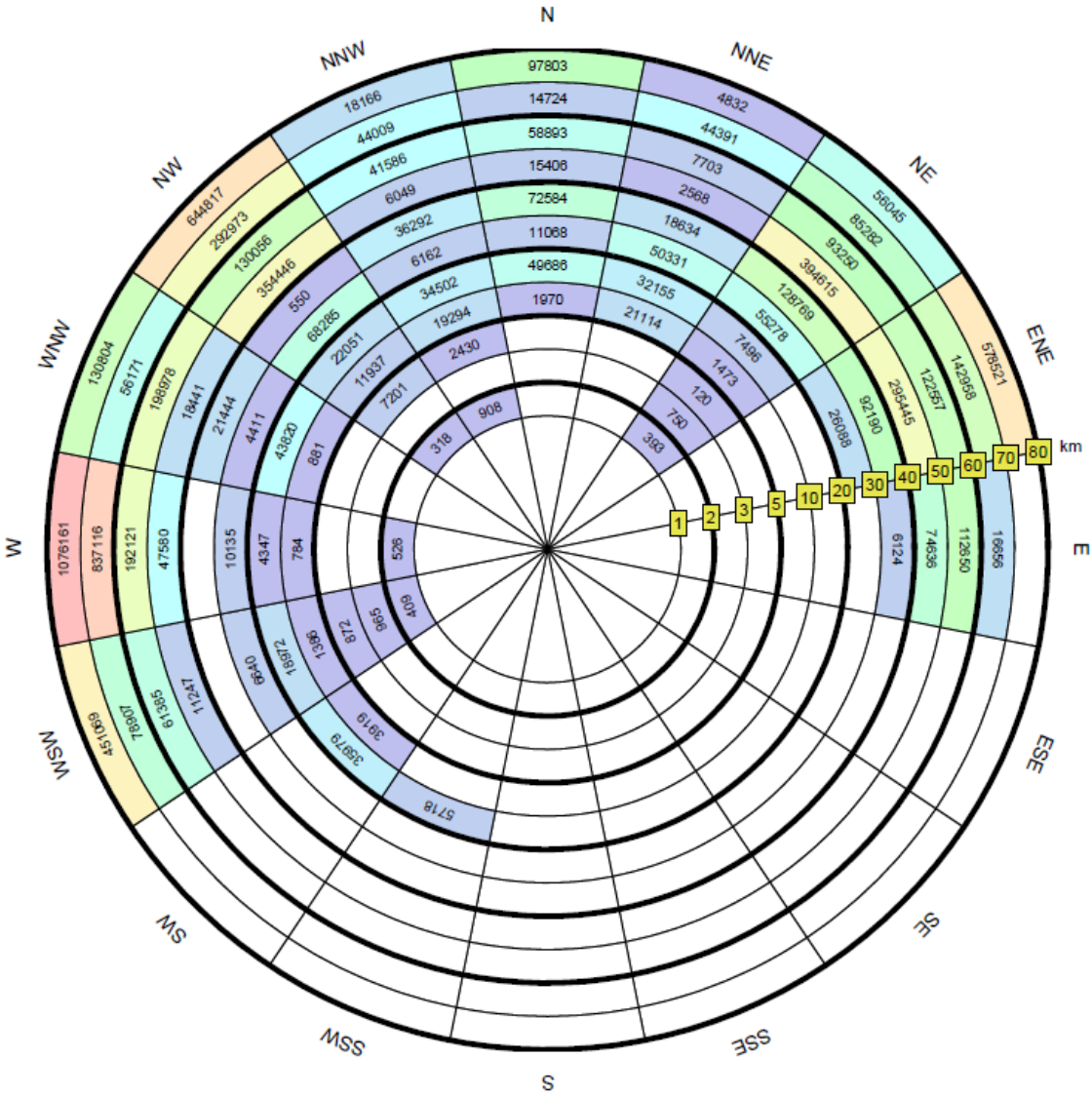
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 15km 范围内重要居民点分布示意图		
图 2.2-2	版次：	A



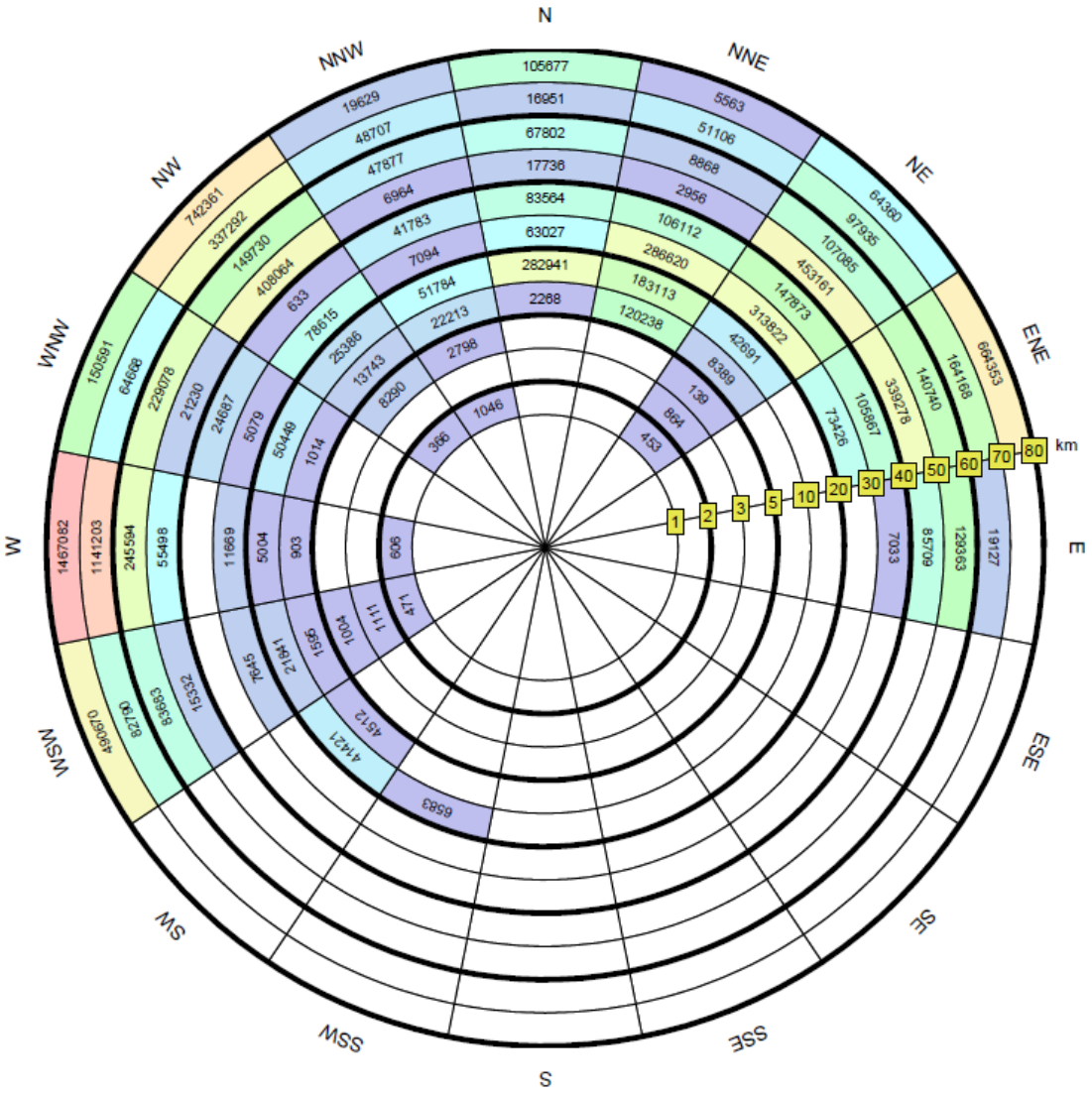
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图		
图 2.2-3	版次：	A



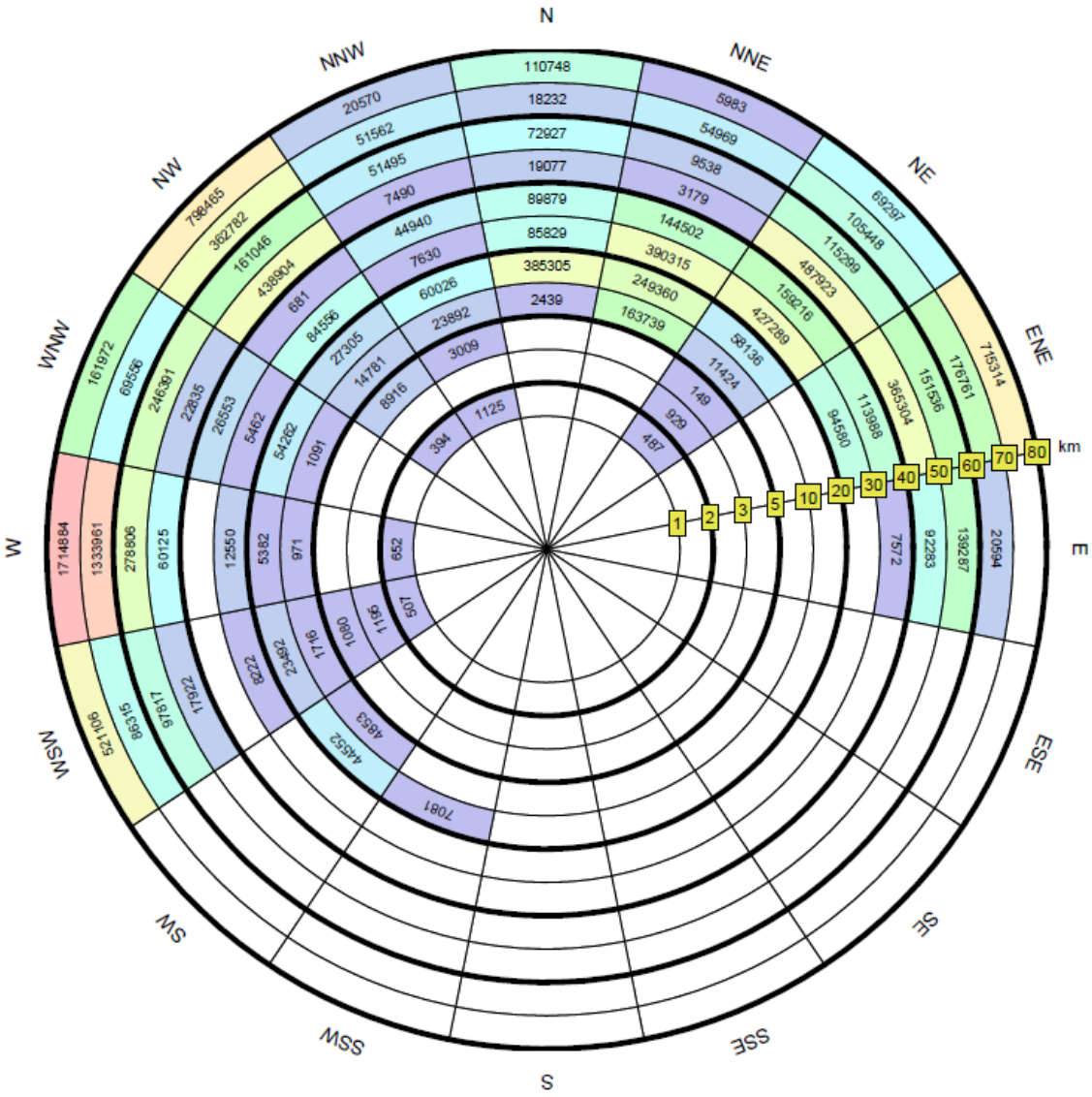
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 80km 范围内十万人以上城镇/街道分布图		
图 2.2-4	版次：	A



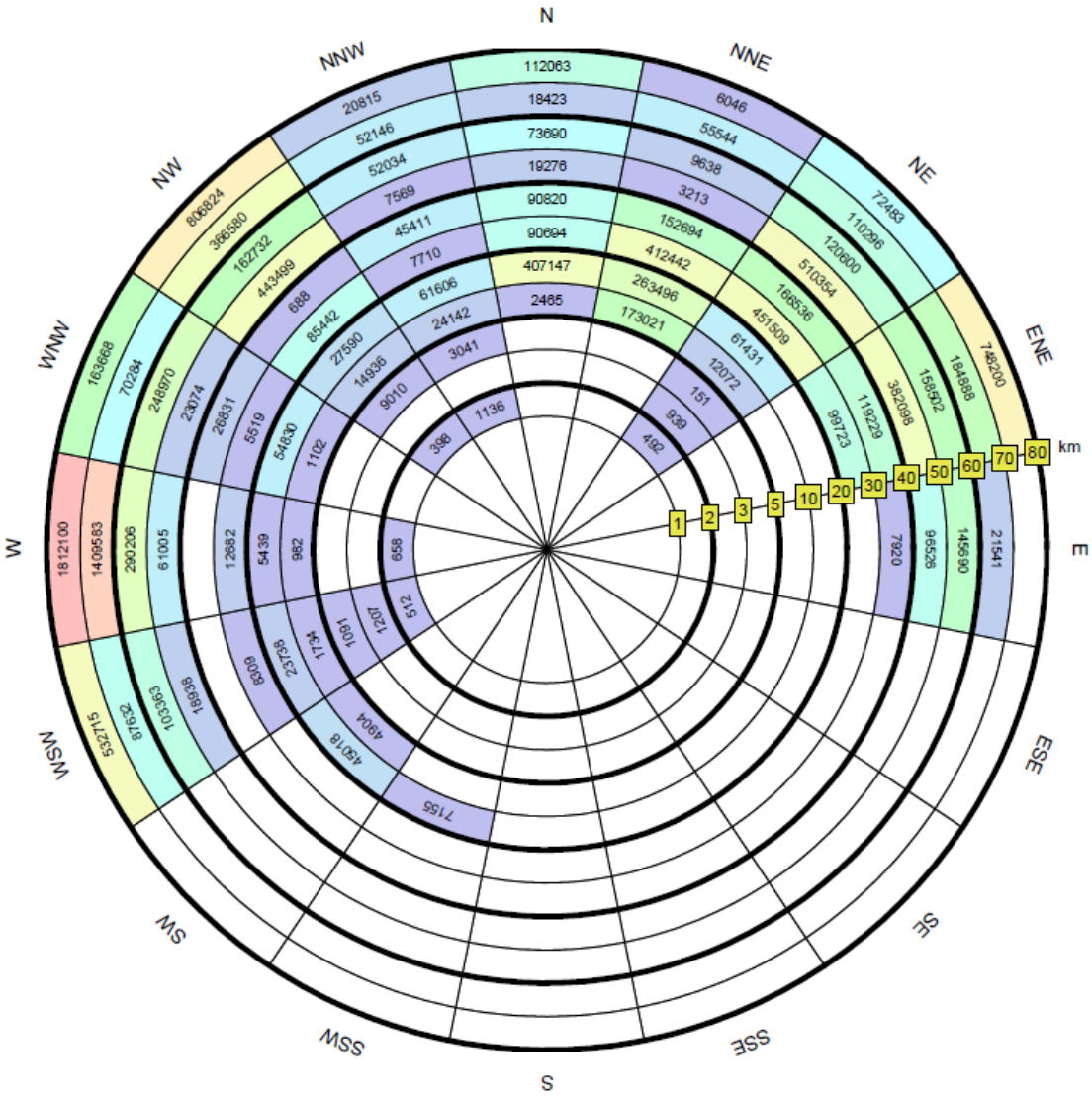
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2024 年）		
图 2.2-5	版次：	A



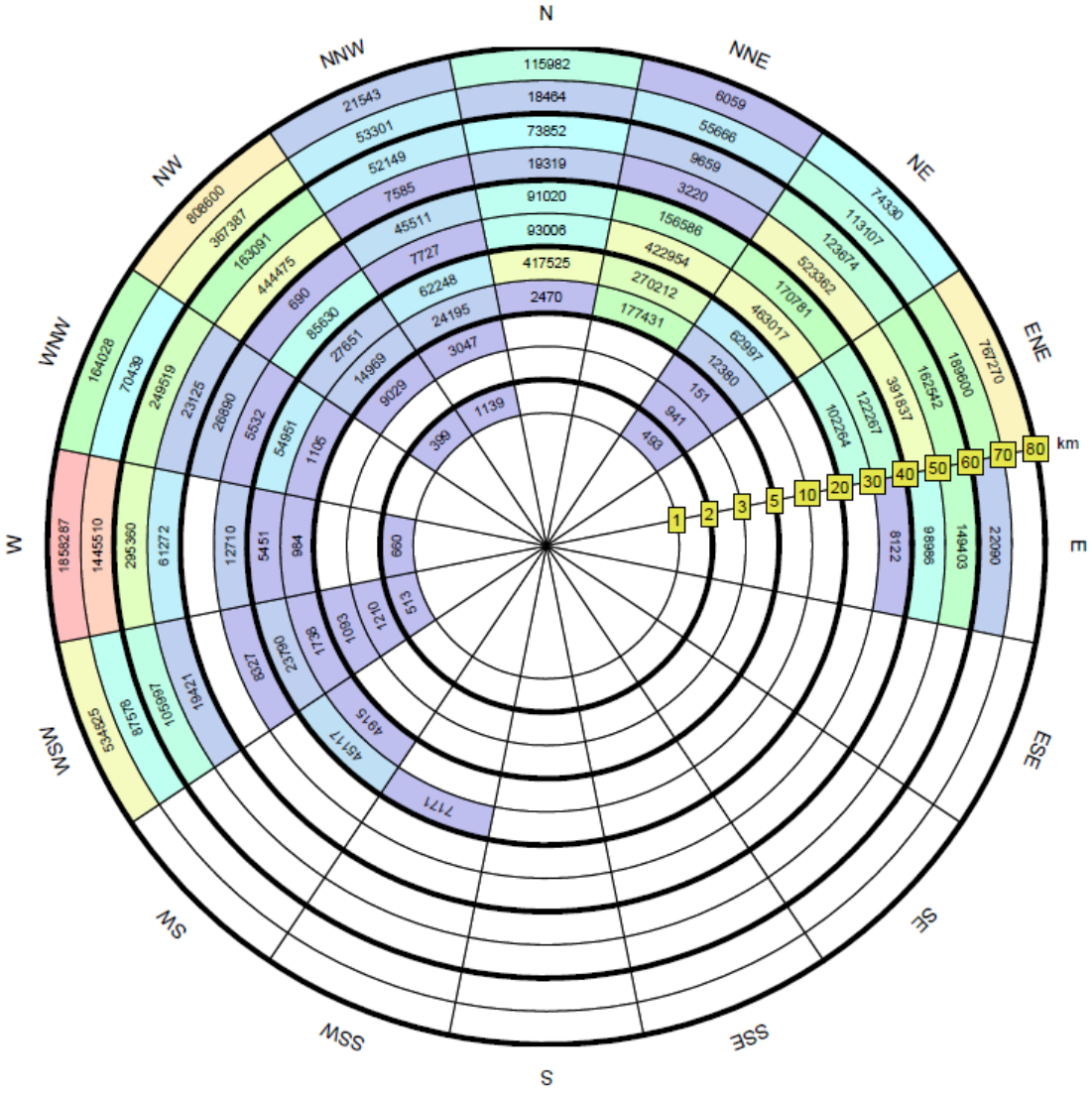
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2034 年）		
图 2.2-6	版次：	A



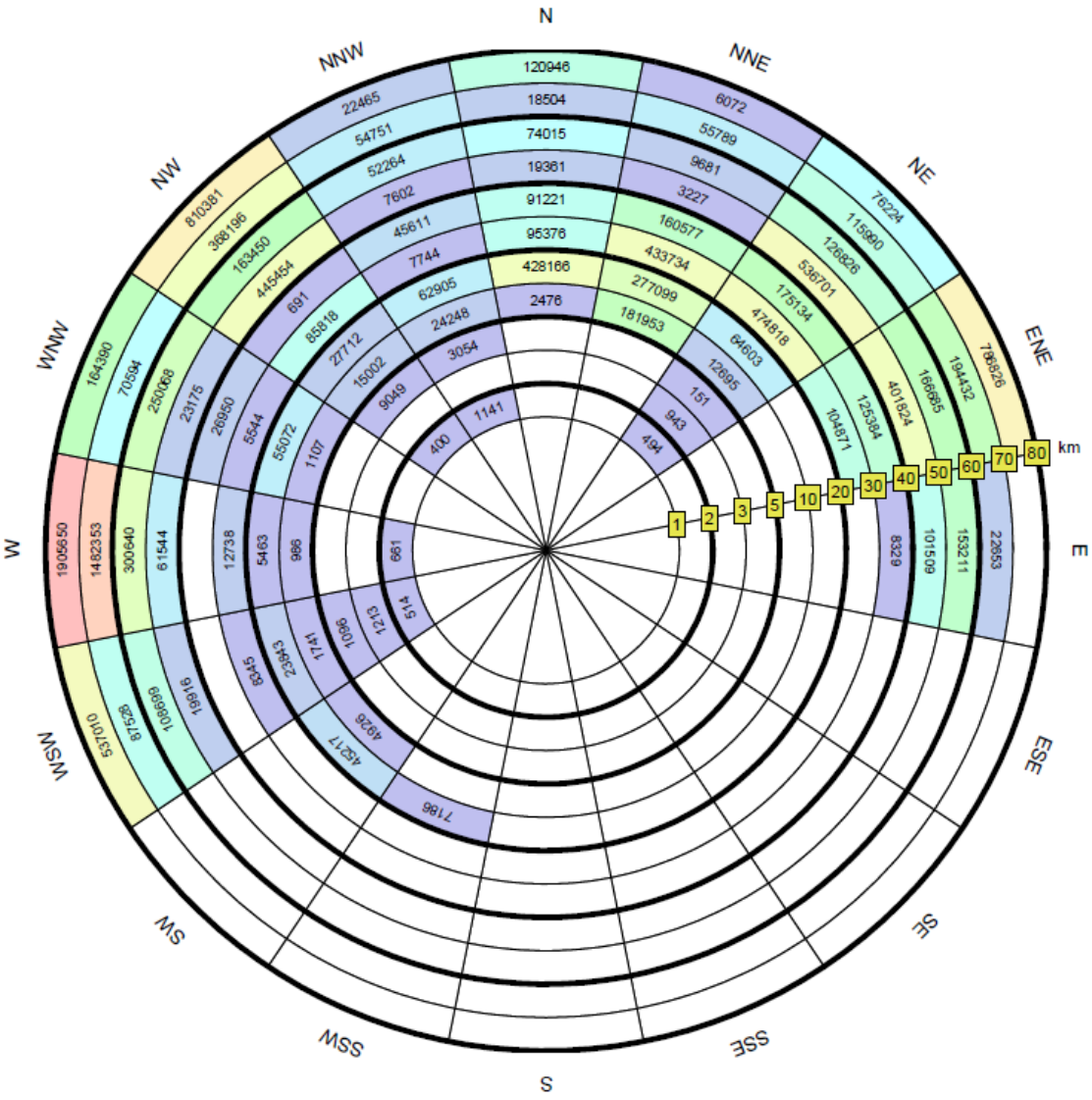
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2044 年）		
图 2.2-7	版次：	A



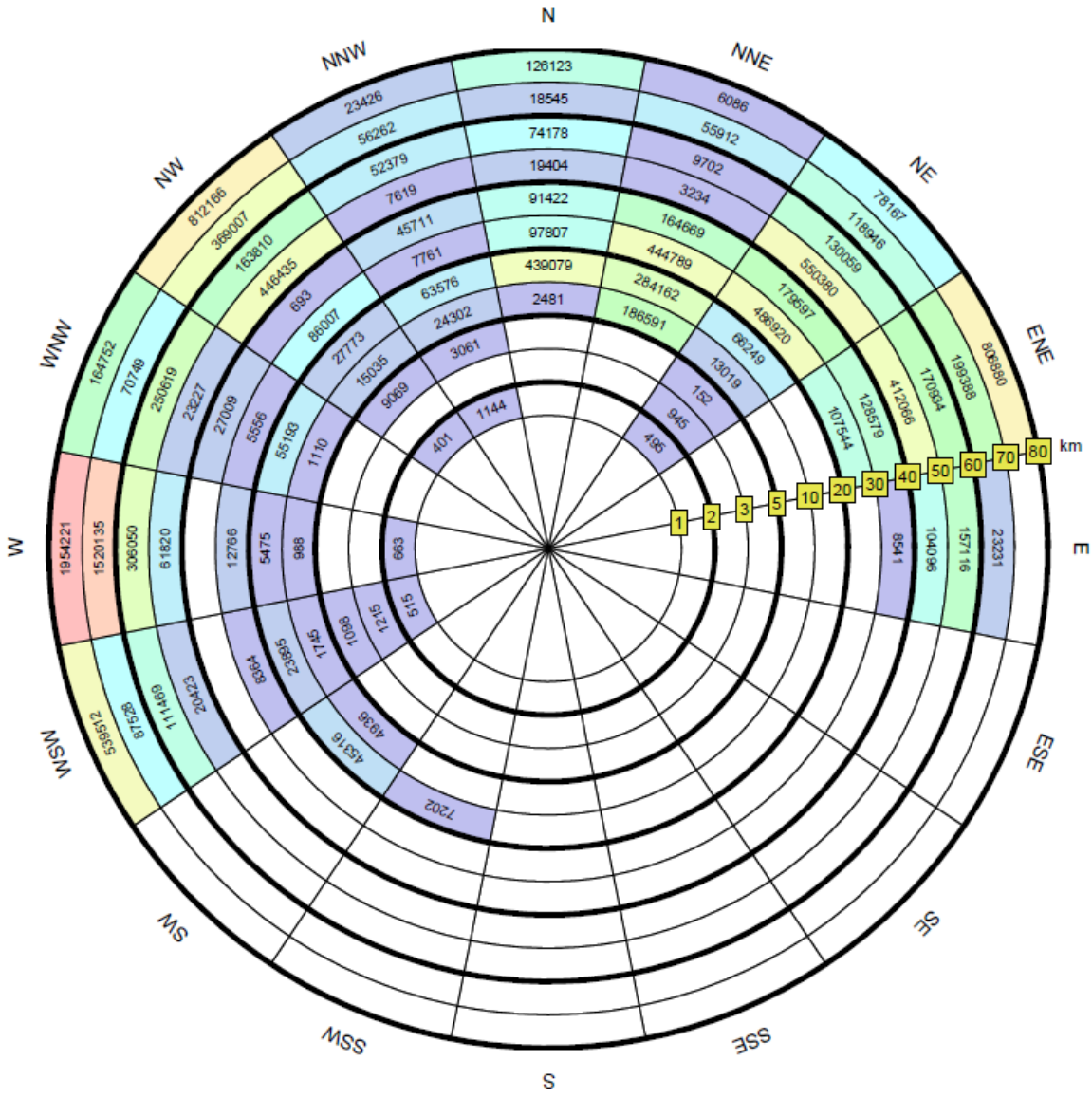
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2054 年）		
图 2.2-8	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2064 年）		
图 2.2-9	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2074 年）		
图 2.2-10	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2084 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 2.3-2 厂址附近各乡镇农业生产概况
表 2.3-3 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 2.3-6 海洋生态调查站位设置与工作内容一览表
表 2.3-7 游泳生物各类群渔获率的季节变化
表 2.3-8 游泳动物各类群资源密度的季节变化

图

图 2.3-3 惠东县生态分级控制情况示意图
图 2.3-4 惠东红树林市级自然保护区分布示意图
图 2.3-5 黄埠盐洲岛红树林市级自然保护区分区示意图
图 2.3-7 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 海洋生态调查监测布点图
图 2.3-11 叶绿素 a 表、底层分布图
图 2.3-12 浮游植物总量平面分布图
图 2.3-13 底栖生物生物量平面分布图

图 2.3-14 底栖生物栖息密度平面分布图
图 2.3-15 游泳生物调查站位示意图
图 2.3-16 厂址附近的海洋生态红线
图 2.3-22 厂址附近码头分布示意图
图 2.3-23 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

（1）土地利用现状及规划

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%。

（2）生态严格控制区规划

《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》（粤府[2006]35 号）提出加快实施“三区控制、一线引导、五域推进”的总体战略。三区控制即以优化空间布局为突破口，分类指导、分区控制，将全省划分为严格控制区、有限开发区和集约利用区，实行生态分级控制管理。

根据《惠州市惠东县生态严格控制区调整可行性研究报告》，惠东县生态分级控制区总面积共为 3483.06km^2（仅陆域范围，不包含海岛），分为：严格控制区、有限开发区和集约利用区。有限开发区内可进行适度的开发利用，但必须保证开发利用不会导致环境质量的下降和生态功能的损害，同时要采取积极措施促进区域生态功能的改善和提高。图 2.3-3 给出了厂址所在的惠东县生态分级控制情况示意图。由图可以看出，厂址所在区域目前为“有限开发区”。

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。

— 基隆镇：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。图2.5-13给出了厂址半径5km范围内的水井分布情况，

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，取水口位于白盆珠水库下游55.46km，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m^3，最终引水规模为5.2m^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。

2.3.1.3 自然保护区、风景旅游区和文物保护区

厂址半径 10km 范围内涉及惠东红树林市级自然保护区和黑排角地质公园，17~20km 范围内有港口海龟自然保护区。

惠东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。红树林物种主要有：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。保护区有国家二级重点保护动物：黑脸琵鹭、白琵鹭、黄嘴白鹭、海鸬鹚等 5 科 12 种。省重点保护动物：白鹭、中白鹭、大白鹭、夜鹭、草鹭等 32 种。图 2.3-4 给出了红树林保护区示意图。距厂址最近的保护区分布于黄埠镇盐洲岛，占地面积为 136.9hm^2，其中核心区 117.6hm^2，实验区 19.3hm^2。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。图 2.3-5 给出了黄埠镇盐洲岛红树林保护区功能分区示意图。

黑排角地质公园，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^2。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。本工程与黑排角地质公园边界的最近距离约 1.8km。

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，核电厂取水口上下缘、排水口距海龟自然保护区外围保护带最小距离分别为 2.61km、2.32km 和 1.28km。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^2 扩大到 18km^2。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 2.3-7 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 6.0km 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 2km，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 ENE 方位 2.5km 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，3.8km）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，6.2km），为明代古墓葬；

— 四门孙氏宗祠，位于黄埠镇四门社区三巷（NNW，7.5km），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 2.3-2 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 2.3-3。

农产品大部分在本地销费，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。

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销费，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 2.3-2 给出了厂址半径 15km 范围内各乡镇牲畜业生产情况。

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 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 1000m^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 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、黑桫椤、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。

2.3.3 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^2，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、鲽鱼、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、斑鰶、带鱼、马鲛、马友、鲳鱼、金线鱼、蓝园鲹、条鳊、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

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、蓝圆鲹等，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。

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 21º10’~N 22º50’，E 114º5’~E 115º30’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 2.3-6 和图 2.3-10。

（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^3，平均值为 1.62mg/m^3；中层含量范围为 0.34~2.89mg/m^3，平均值为 1.11mg/m^3；底层含量范围为 0.34~4.08mg/m^3，平均值为 1.55mg/m^3。

— 夏季表层含量范围为 0.34~13.63mg/m^3，平均值为 2.29mg/m^3；中层含量范围为 0.05~2.26mg/m^3，平均值为 0.87mg/m^3；底层含量范围为 0.34~12.84mg/m^3，平均值为 2.20mg/m^3。

— 秋季表层含量范围为 0.34~9.84mg/m^3，平均值为 2.83mg/m^3；中层含量范围为 0.40~4.13mg/m^3，平均值为 1.62mg/m^3；底层含量范围为 0.08~6.79mg/m^3，平均值为 1.91mg/m^3。

— 冬季表层含量范围为 0.74~11.03mg/m^3，平均值为 2.64mg/m^3；中层含量范围为 0.74~6.73mg/m^3，平均值为 1.93mg/m^3；底层含量范围为 0.74~9.10mg/m^3，

平均值为 2.30mg/m^3。

调查海区四季叶绿素 a 的表、底层水平分布情况见图 2.3-11。

（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^2 d)，变化幅度为 38.52~422.16mgC/(m^2 d)；夏季初级生产力平均值为 290.85mgC/(m^2 d)，变化幅度为 47.34~1424.5mgC/(m^2 d)。秋季初级生产力平均值为 856.36mgC/(m^2 d)，变化幅度为 133.45~2662.43mgC/(m^2 d)。冬季初级生产力平均值为 2400.47mgC/(m^2 d)，变化幅度为 407.69~9052.03mgC/(m^2 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 1.90×10^4~224.80×10^4 个/m^3 范围，平均为 33.10×10^4 个/m^3。浮游植物的生物量组成以硅藻类占优势，平均为 24.15×10^4 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 1.15×10^4 个/m^3，变化范围在 0.23×10^4~5.44×10^4 个/m^3，占各站生物量的 0.58%~42.00%。

夏季浮游植物生物量在 0.13×10^4~5.10×10^4 个/m^3 范围，平均为 0.38×10^4 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 0.23×10^4 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 0.07×10^4 个/m^3，变化范围在 0~1.20×10^4 个/m^3，占各站生物量的 0~85.42%。

秋季浮游植物生物量在 6.00×10^4~8408.00×10^4 个/m^3 范围，平均为 1763.61×10^4 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 1744.25×10^4 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 35.60×10^4 个/m^3，变化范围在 0~300.42×10^4 个/m^3，占各站生物量的 0~100.00%。甲藻的生物量平均为 0.08×10^4 个/m^3，变化范围在 0~1.20×10^4 个/m^3，占各站丰度的 0~17.65%。

冬季浮游植物生物量在 1.50×10^4~638.60×10^4 个/m^3 范围，平均为 52.93×10^4 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 12.20×10^4 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 5.22×10^4 个/m^3，变化范围在 0.46×10^4~27.00×10^4 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 2.3-12。

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 7.81×10^4 个/m^3、5.57×10^4 cells/m^3、3.28×10^4 个/m^3 和 2.57×10^4 个/m^3，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 0.09×10^4 个/m^3、0.04×10^4 cells/m^3、0.14×10^4 个/m^3 和 0.08×10^4 个/m^3，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 839.61×10^4 个/m^3、31.86×10^4 个/m^3 和 16.60×10^4 个/m^3，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 29.79×10^4 个/m^3、1.74×10^4 个/m^3、1.14×10^4 个/m^3、1.35×10^4 个/m^3 和 8.42×10^4 个/m^3，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 01.6~1.00，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^3，平均为 509.76mg/m^3。密度变化幅度为 1831.82~18806.25ind./m^3，平均为 7354.52ind./m^3。

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

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

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

② 优势种

春季浮游动物的优势种是鸟喙尖头溞、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^3、1120.18ind./m^3、875.07ind./m^3、918.5ind./m^3 和 249.20 ind./m^3，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^3、1336.06ind./m^3、613.24ind./m^3、572.39ind./m^3、445.16ind./m^3、495.67ind./m^3 和 287.09ind./m^3，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^3、1839.70ind./m^3、730.39ind./m^3、506.47ind./m^3、438.23ind./m^3、651.97ind./m^3 和 509.44ind./m^3，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^3、412.01ind./m^3、193.95ind./m^3、136.24ind./m^3 和 97.67ind./m^3，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20.70g/m^2。总生物量组成以软体动物居首位，平均为12.43g/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17.98g/m^2。总生物量组成以软体动物居首位，平均为8.51g/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18.29g/m^2。总生物量组成以软体动物居首位，平均为12.52g/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 10.36g/m^2。总生物量组成以环节动物居首位，平均为 3.22g/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 2.3-13。

② 栖息密度

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

夏季底栖生物栖息密度变化范围为120~1435ind/m^2，平均为389ind./m^2。其中，以环节动物栖息密度最高，变化范围为25~440ind/m^2，平均为154ind/m^2，占总密度的39.6%。软体动物次之，变化范围为0~1200ind/m^2，平均为107ind/m^2，占总密度的27.6%；节肢动物的平均密度为104ind/m^2，变化范围为0~410ind/m^2，占总密度的26.7%；棘皮动物的平均密度为10ind/m^2，变化范围为0~80ind/m^2，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^2，平均为282ind./m^2。其中，以环节动物栖息密度最高，变化范围为30~465ind/m^2，平均为137ind/m^2，占总密度的48.7%；软体动物次之，变化范围为0~710ind/m^2，平均为68ind/m^2，占总密度的24.0%；节肢动物的平均密度为51ind/m^2，变化范围为0~255ind/m^2，占总密度的18.0%；棘皮动物的平均栖息密度为3ind/m^2，变化范围为0~5ind/m^2，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^2，平均为176ind./m^2。其中，以环节动物密度最高，变化范围为35~720ind/m^2，平均为117ind/m^2，占总密度的66.8%；软体动物次之，变化范围为0~350ind/m^2，平均为25ind/m^2，占总密度的14.0%；节肢动物的平均栖息密度为20ind/m^2，变化范围为0~80ind/m^2，占总密度的11.3%；棘皮动物的平均栖息密度为7ind/m^2，变化范围为0 ~70ind/m^2，占总密度的4.2%。

各季底栖生物栖息密度平面分布见图2.3-14。

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^2，8ind./m^2、6ind./m^2和3ind./m^2，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^2，15ind./m^2、4ind/m^2

和5ind./m^2，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^2，20ind/m^2、18ind/m^2和40ind/m^2，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^2和13ind/m^2，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 498.59g/m^2。以甲壳动物居首，平均为 270.89g/m^2，占总生物量的 54.33%；软体动物其次，为 149.53g/m^2，占总生物量的 29.99%；藻类位列第三，为 75.36g/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 1044.78g/m^2；低潮区次之，为 448.77g/m^2，高潮区最低，仅为 4.27g/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 305.04g/m^2。以甲壳动物居首，平均生物量为 151.45g/m^2，占总生物量的 49.65%；藻类其次，为 77.80g/m^2，占 25.50%，软体动物位列第三，为 73.07g/m^2，占 23.95%。平均生物量垂直分布以中潮区为最大，为 647.06 g/m^2，低潮区次之，为 388.47g/m^2，高潮区最低，仅为 5.75g/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 368ind./m^2。生物栖息密度以甲壳动物居首，平均密度为 157ind./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 个/m^2）＞中潮区（504 个/m^2）＞高潮区（50 个/m^2）。

秋季 8 条潮间带断面平均生物栖息密度为 337ind./m^2。生物栖息密度以甲壳动物居首，平均密度为 156ind./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 个/m^2）＞中潮区（471 个/m^2）＞高潮区（97 个/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、棱鳀属、鰶科、眶棘双边鱼、多鳞鱚、鳁属、石首鱼科、细鳞鲾、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^3，仔鱼平均密度为 29.2 尾/1000m^3。鱼卵数量最多的是鳁属，占总数的 43.2%，其次是多鳞鱚，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%，细鳞鲾和绯鲤各占 6.5%，多鳞鱚和石首鱼科各占 5.2%，鰶科和舌鳎科各占 2.6%。在出现种类中，属于优质种类有多鳞鱚和细鳞鲾，经济种有小沙丁鱼、小公鱼、鰶科、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、鰶科、短尾大眼鲷、眶棘双边鱼、多鳞鱚、鳁属、鲹科、细鳞鲾、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^3，仔鱼平均密度为 28.1 尾/1000m^3。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%，多鳞鱚占 19.4%，舌鳎科占 8.1%，小沙丁鱼占 1.7%，鳀科占 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%，小沙丁鱼和多鳞鱚各占 6.8%，鲹科占 5.4%，细鳞鲴占 4.1%，鳀科、舌鳎科和短尾大眼鲷各占 2.7%。在出现种类中，优质种类有多鳞鱚，经济种有小沙丁鱼、小公鱼、鳀科、短尾大眼鲷、日本金线鱼、鲹科和舌鳎科。

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、鳀科、白氏银汉鱼、尖海龙、多鳞鱚、鳀属、鲷科、李氏鱼衔、美肩鳃鳚、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^3，仔鱼平均密度为 17.8 尾/1000m^3。鱼卵数量最多的是鲷科，占总数的 23.4%，其次是鳀属鱼卵，占 20.0%，小公鱼占 12.0%，舌鳎科占 10.3%，李氏鱼衔占 9.0%，多鳞鱚占 8.4%，鳀科占 4.0%，其余种类占 13.7%。仔鱼出现数量最多的是鳀科，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%%，银汉鱼和美肩鳃鳚各占 8.5%。在出现种类中，属于优质种类有多鳞鱚和鲷科鱼类，经济种有小公鱼、鳀科、尖海龙、鳀科、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 2.3-15。

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 2.3-7。

游泳动物四季的平均资源密度约为 794.18kg/km^2，其中鱼类约为 295.61kg/km^2，甲壳类约为 481.35 kg/km^2，头足类约为 17.22kg/km^2。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^2，其中鱼类约为 25383ind./km^2，甲壳类约为 105624ind./km^2，头足类约为 907ind./km^2。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 2.3-8。

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；鲱形目和鲉形目各 7 种；灯笼鱼目 5 种；鳐形目 3 种；鲇形目和刺鱼目各有 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、鲷科和鲀科均为 4 种；鲱科、康吉鳗科、鲳科、鲾科、鳓鲡虎鱼科、牙鲆科、鲆科、鳎科和革鲀科均有 3 种；银鲈科、笛鲷科、金线鱼科、羊鱼科、赤刀鱼科、带鱼科、毒鲉科和鲂鲱科各为 2 种；其余各科均只有 1 种。在 51 个科中除鰕虎鱼类、鲉科和鳊科之外，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、蛇鳚类、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、棱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鳀、龙头鱼、银鲳、棘头梅童鱼、前鳞鲳、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》（中国人民共和国农业部，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。

（10）海洋生态红线

根据《广东省海洋生态红线》，核电厂址区域不占用海洋生态红线，厂址附近的生态红线区主要有：盐洲岛海草床限制类红线区，序号为 181，类型为海草床，管控类别为限制类，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，序号为 182，类型为自然景观与历史文化遗迹，管控类别为限制类，生态保护目标为沙滩及海蚀地貌自然景观。

图 2.3-16 给出了厂址附近的海洋生态红线示意图。

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，有 40 家规模很小，基本为手工作坊的工业企业，其中 35 家从事制鞋业，以及 5 家为纸盒厂。这些工业企业大部分分布在黄埠镇霞坑村附近，仅有 2 家分布在新渔村，1 家分布在沙埔村委盘沿村。有 1 家规模以上工业企业，为伟康橡塑制品有限公司，该公司从事塑胶地板行业，位于 NW 方位约 3.5km 的黄埠镇三洲村附近，有职工 415 人，以外来人口居多，一般吃住皆在厂里。另外，当地有晒盐的传统，其中三州村有 500 亩盐田，盐洲岛的联新村有 60 亩盐田。这些盐田为当地村民各家承包，年总产量约 1000t。生产的盐有销售商上门收购，或者就近销售。

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。全镇现有制鞋企业 1000 多家，现代化制鞋生产线 163 多条。2017 年黄埠镇目前共有 44 家规模以上工业企业，均从事制鞋相关产业，职工 8490 人，大部分集中于黄埠镇镇区。

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。2017 年底，全镇有制鞋企业及鞋材配套企业 3329 多家，其中制鞋企业 2264 家，鞋材配套厂 474 家，鞋料店 591 家；这些企业主要分布在吉隆镇的石湖头、埔仔、东洲工业园区。全镇各家企业在国内外设立销售网点 1000 多个，产品除畅销国内各大、中城市外，还远销独联体、欧洲、非洲等国家和地区。2017 年底吉隆镇有规模以上企业 50 家，职工 8680 人。

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）。此外中国女鞋生产基地位于铁涌镇好招楼村，厂址 NNW 方位 13km 的铁涌至吉隆广汕公路旁，该基地主要发展生产研发、商贸会展和旅游地产等第三产业。2017 年厂址半径 15km 范围内的规模以上工业企业有 5 家，其中 3 家为制鞋业，位于好招楼村。

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，主要包括小漠镇境内的滨海产业新城（厂址 NE 和 ENE 方位 5~9km）和鹅埠镇境内的深汕产业转移工业园区（N 方位约 14~15km）。

目前，深汕特别合作区除了厂址 NE 方位 8km 处有广东华润海丰电厂为规模以上工业企业外，没有其他规模以上工业企业。广东华润海丰电厂规划有 6 台百万千瓦机组，其中一期工程两台机组已于 2015 年并网发电。位于厂址 NE 方位约 6km 处的华城能源有限公司目前已经停产。

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 2.3-19。

- 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 4.8km 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（排吉线），原起点位于汕尾市交界处，终点位于吉隆镇，升级后，已经没有该县道；
- X210 线（三港线），原起点位于稔山镇三多、终点位于港口镇，在升级后，已经没有该县道；
- 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。在新规划中该县道与 X211，乡道合并升级为新 X211；

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^2，成口袋状，口袋出口长约 6 km，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 2.3-22 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。规划小漠港区进港航道轴线与华润电厂码头专用航道轴线一致，现有航道按 10 万吨级散货船单向航道建设，设计底宽为 185m，设计底高程-16.2m；规划航道等级为 10 万吨级散货船双线航道，航道通航宽度 360m、航道设计底高程-16.2m；远期根据港口发展的需要对航道作进一步浚深，航道设计底高程-19.7m，以满足 15 万吨级船舶正常通航要求。图 2.3-23 给出了厂址附近的海上航线图。此外，位于考洲洋的盐洲装卸点船只（渔船）进入红海湾后仅在近海域活动，没有固定的线路。

（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》（HAF0105）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 2.3-3　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	群英社区*	7.6	4331	/					/			/		群英社区	7.6	455	早稻、晚稻、玉米	183
NNE	大围	5.8	602	/					/			/		新寨	8	250		66.5
NE	上太平	1.3	346	上太平	1.3	122	马铃薯	1157	/			/		上太平	1.3	585		218
ENE~ SSW　无																		
SW	东和*	8.7	1917	西冲村	2.5	1000	马铃薯	6000	洞上	8	180	136.8	荔枝	东和*	8.7	1827	早稻、晚稻、玉米	279
WSW	湾仔	2	360						/	/	/	/	/	湾仔	2.1	422		166
W	渡头	2	463						/	/	/	/	/	渡头	2.0	555		218
WNW	新寮村*	10	1794	/					新寮村	9~10	230	119.6	桂味	新寮村	9~10	931		1456
											130	67.6	火龙果					
											80	41.6	木瓜					
NW	山下	1.7	280	盐洲居委联新村	5.8	280	马铃薯	1680	/	/	/	/	/	山下	1.6	266		99
NNW	下太平	1.2	202	下太平沙浦	1.5	281		1683	下圩村	8.0	80	60.5	荔枝	下太平	1.2	234		87
											130	110.5	龙眼					

*注：该村为行政村

表 2.3-6（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 2.3-6（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 2.3-7　游泳生物各类群渔获率的季节变化

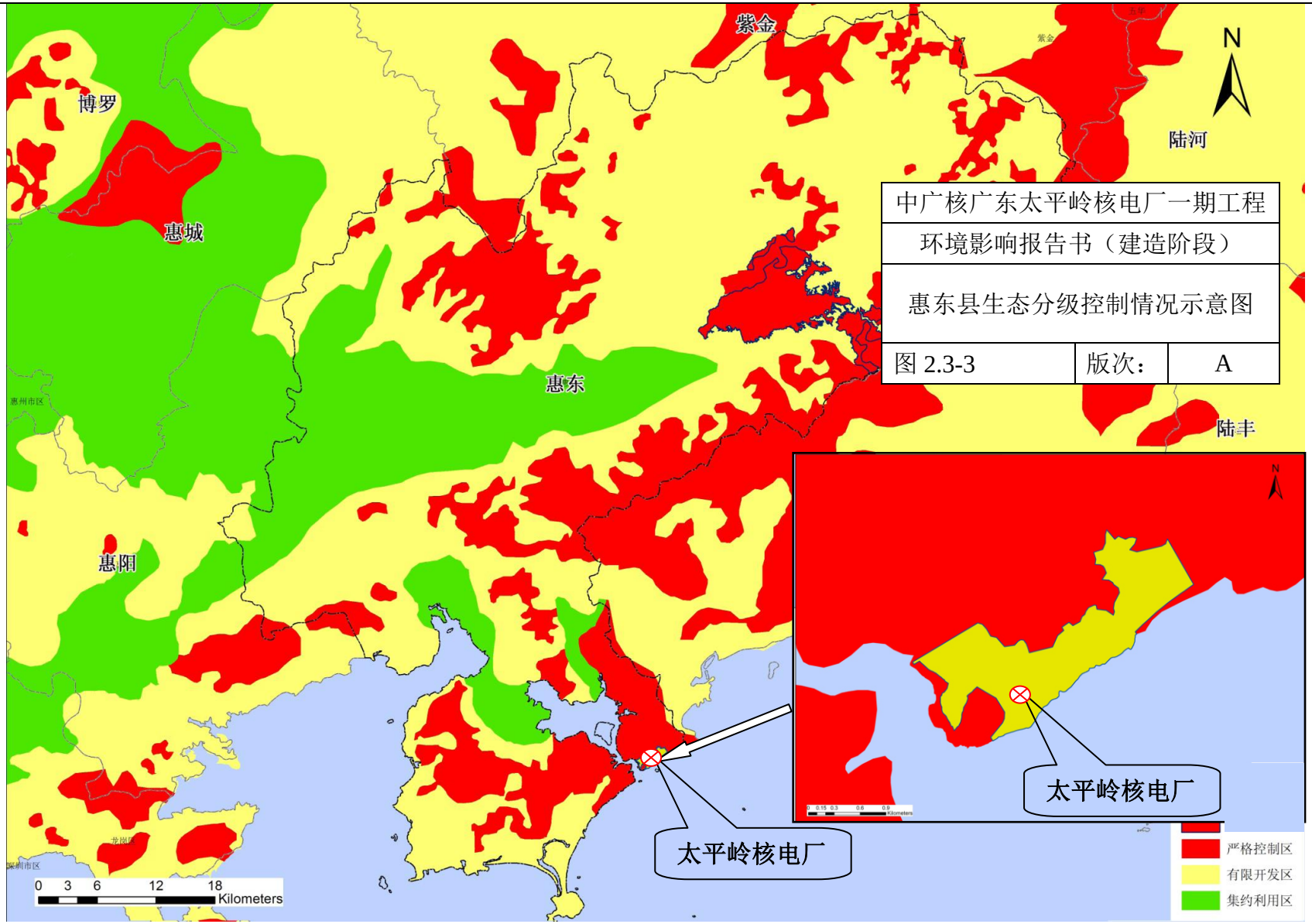
单位：kg/h；ind/h

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

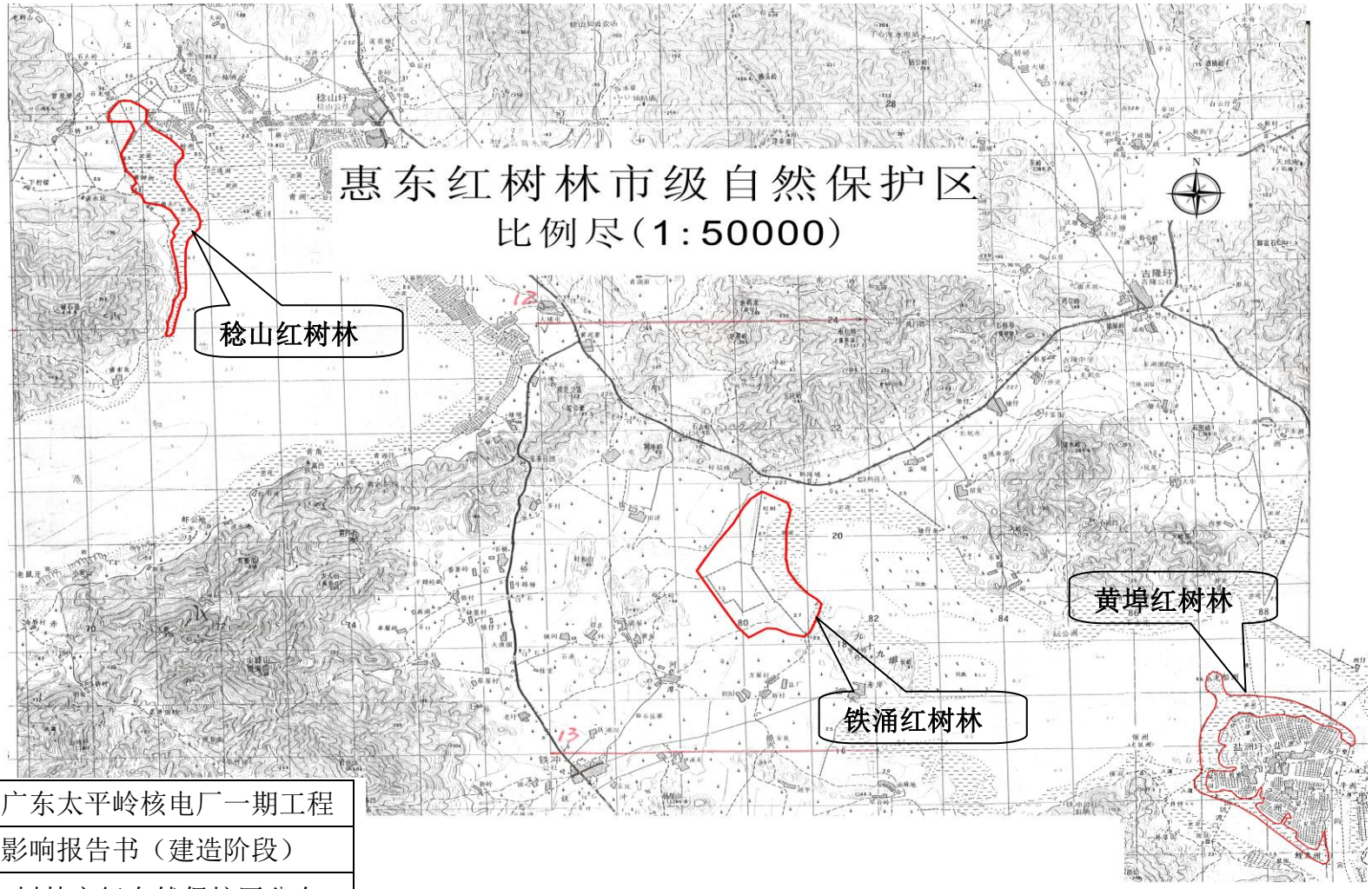
表 2.3-8　游泳生物各类群资源密度的季节变化

单位：kg/km^2；ind/km^2

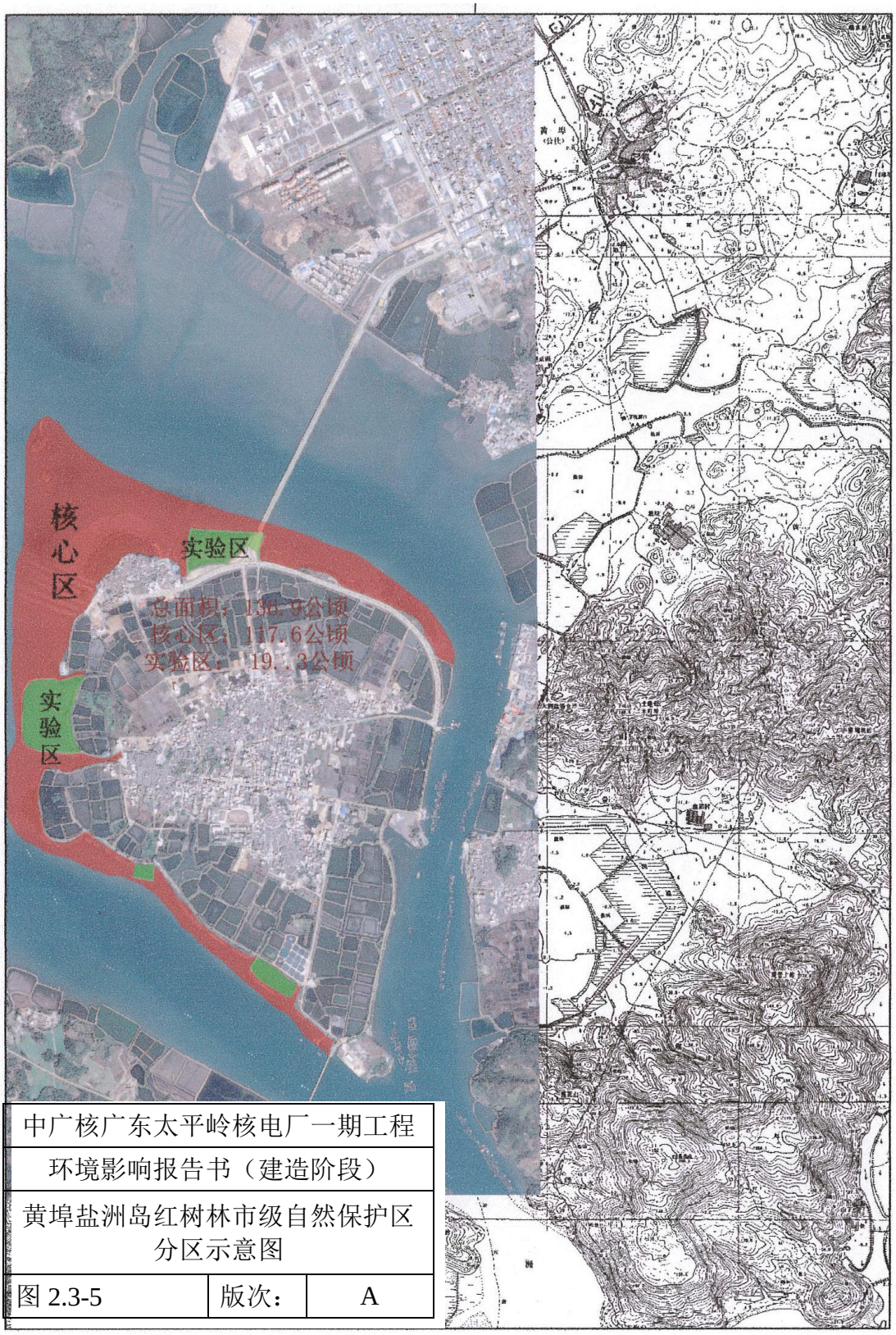
类群 / 季节	鱼类		头足类		甲壳类		总和	
	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率
春季	155.03	8837	25.58	747	174.52	19974	355.13	29558
夏季	605.63	58268	10.31	878	826.05	257798	1441.99	316945
秋季	207.97	18895	8.43	557	437.54	62876	653.94	82329
冬季	213.82	15532	24.55	1447	487.28	81849	725.65	98828
四季平均	295.61	25383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



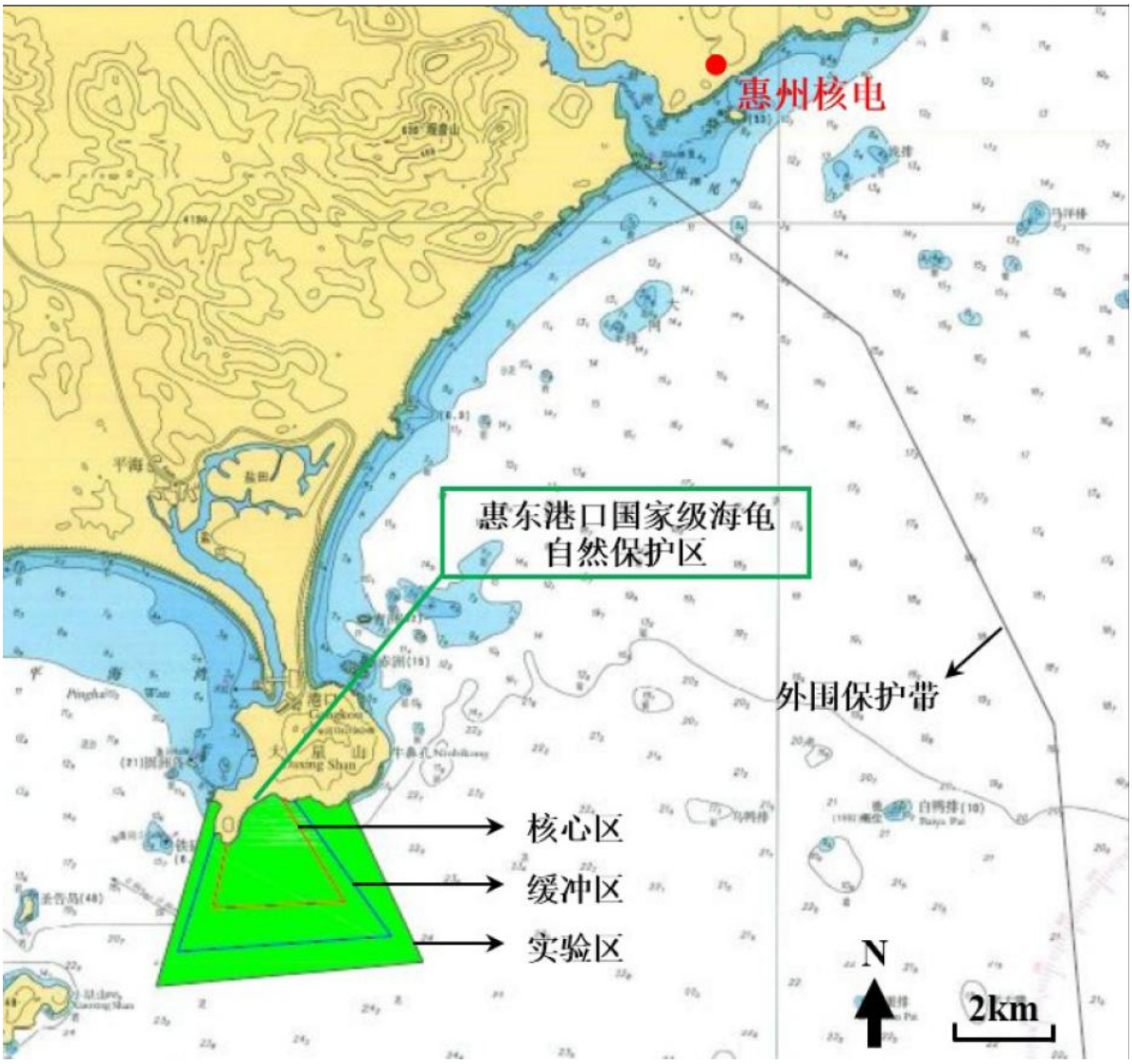
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
惠东县生态分级控制情况示意图		
图 2.3-3	版次：	A



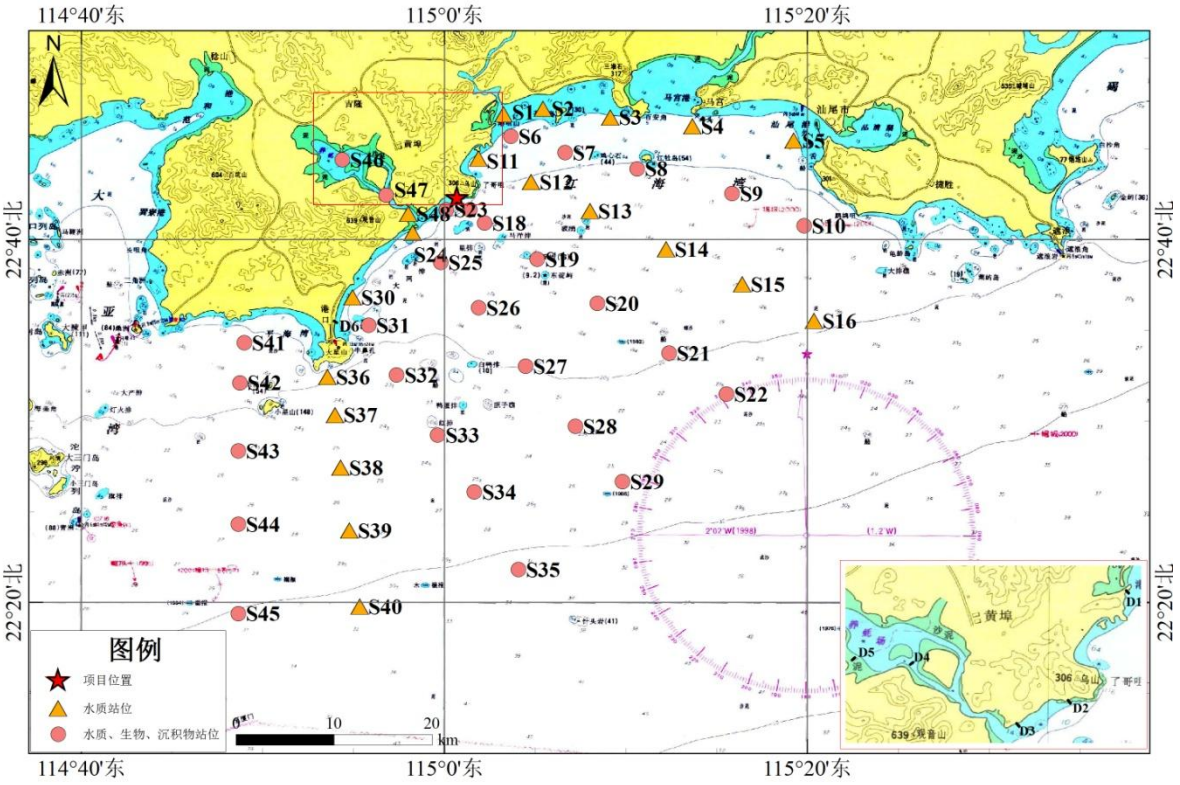
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
惠东红树林市级自然保护区分布示意图		
图 2.3-4	版次：	A



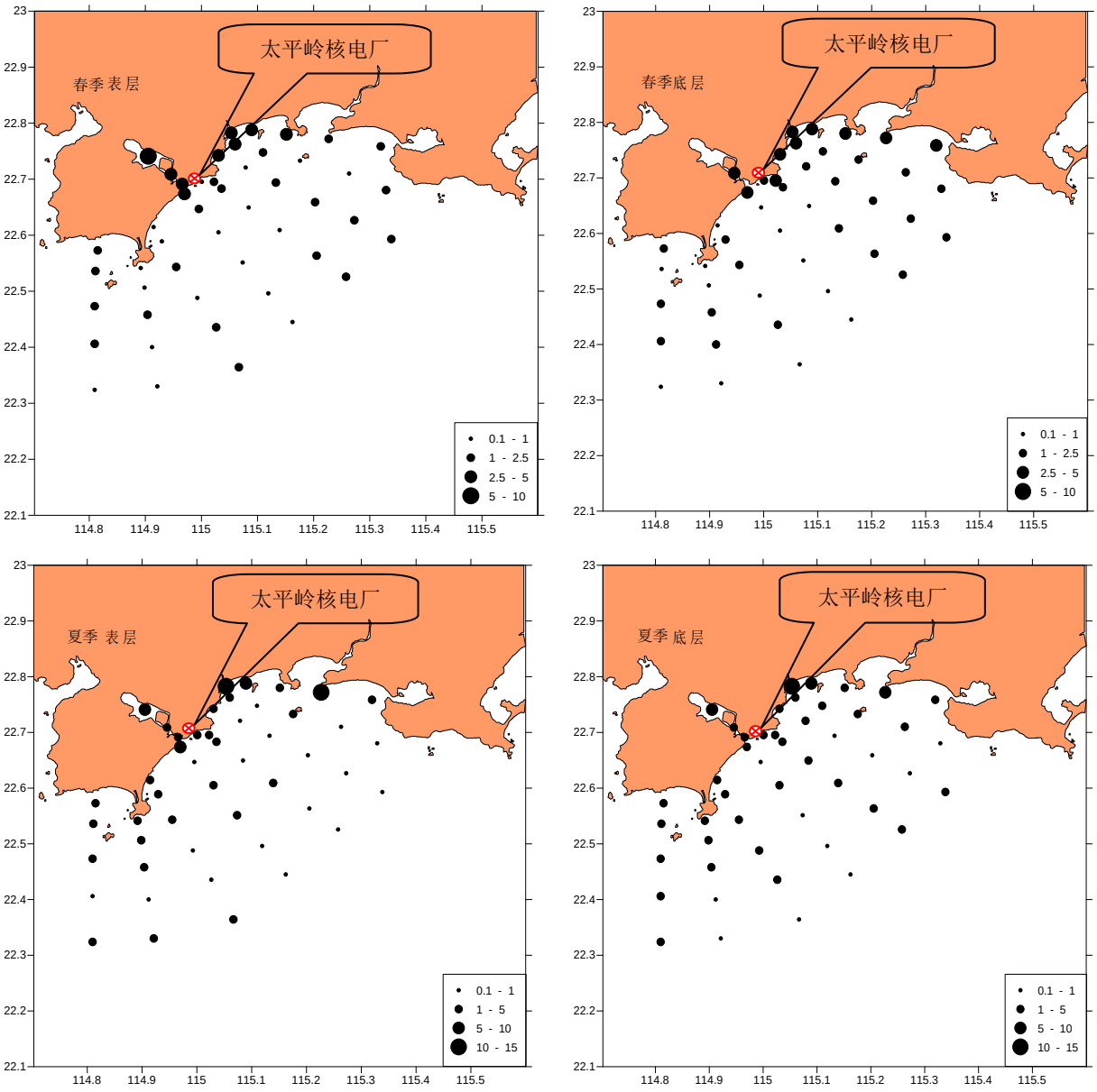
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
黄埠盐洲岛红树林市级自然保护区分区示意图		
图 2.3-5	版次：	A



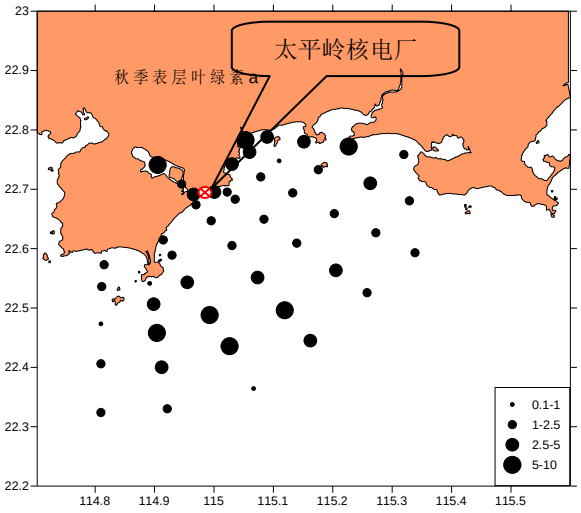
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
太平岭核电项目与海龟保护区范围相对位置示意图		
图 2.3-7	版次：	A

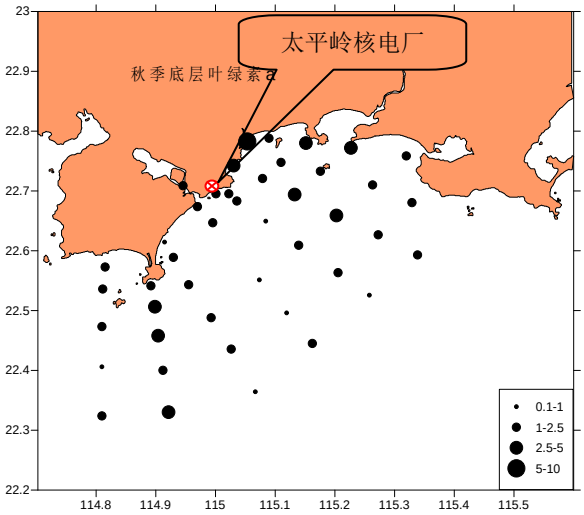


中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
海洋生态调查监测布点示意图		
图 2.3-10	版次：	A

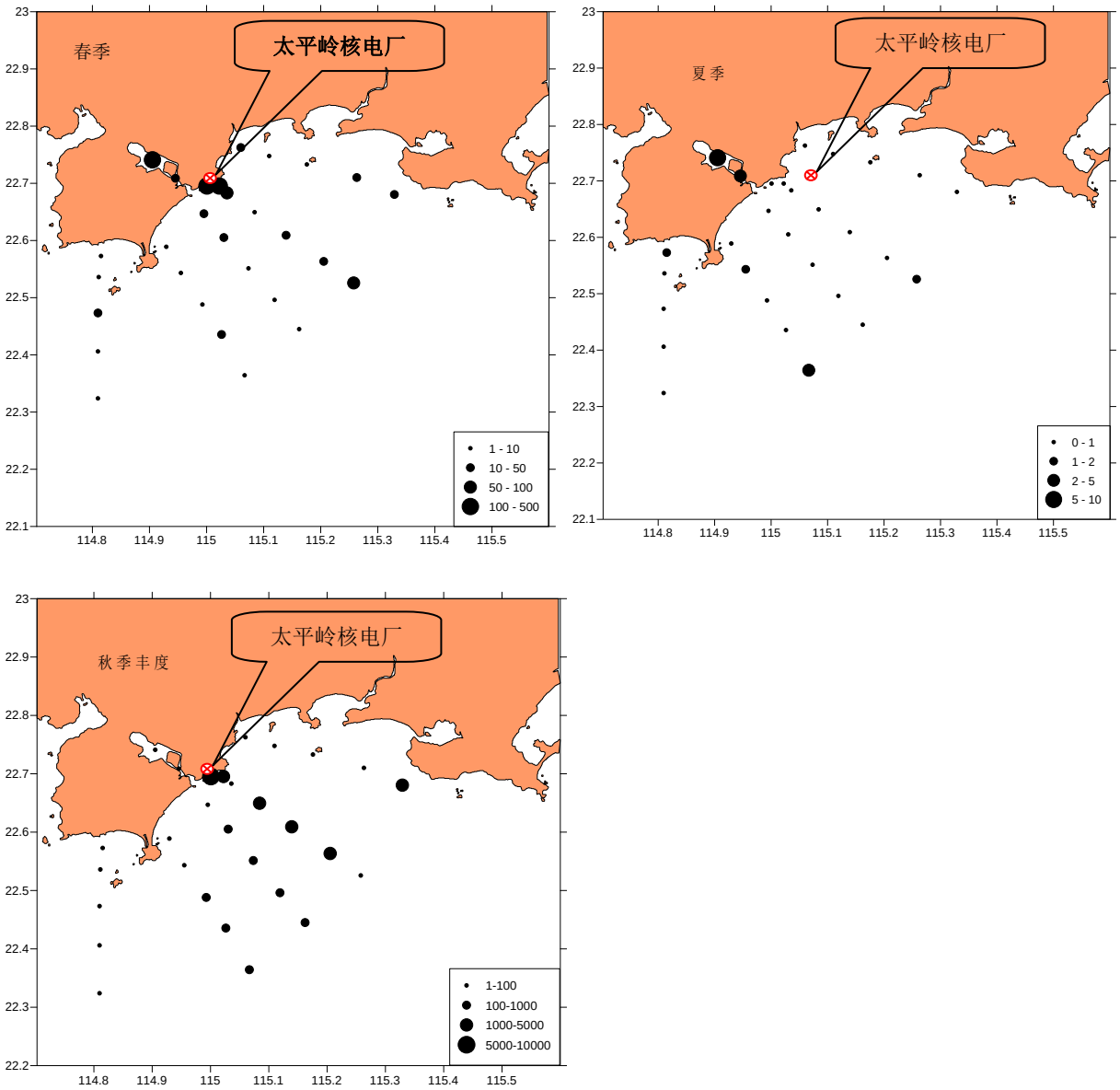


中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
叶绿素 a 表、底层分布图		
图 2.3-11（1/2）	版次：	A

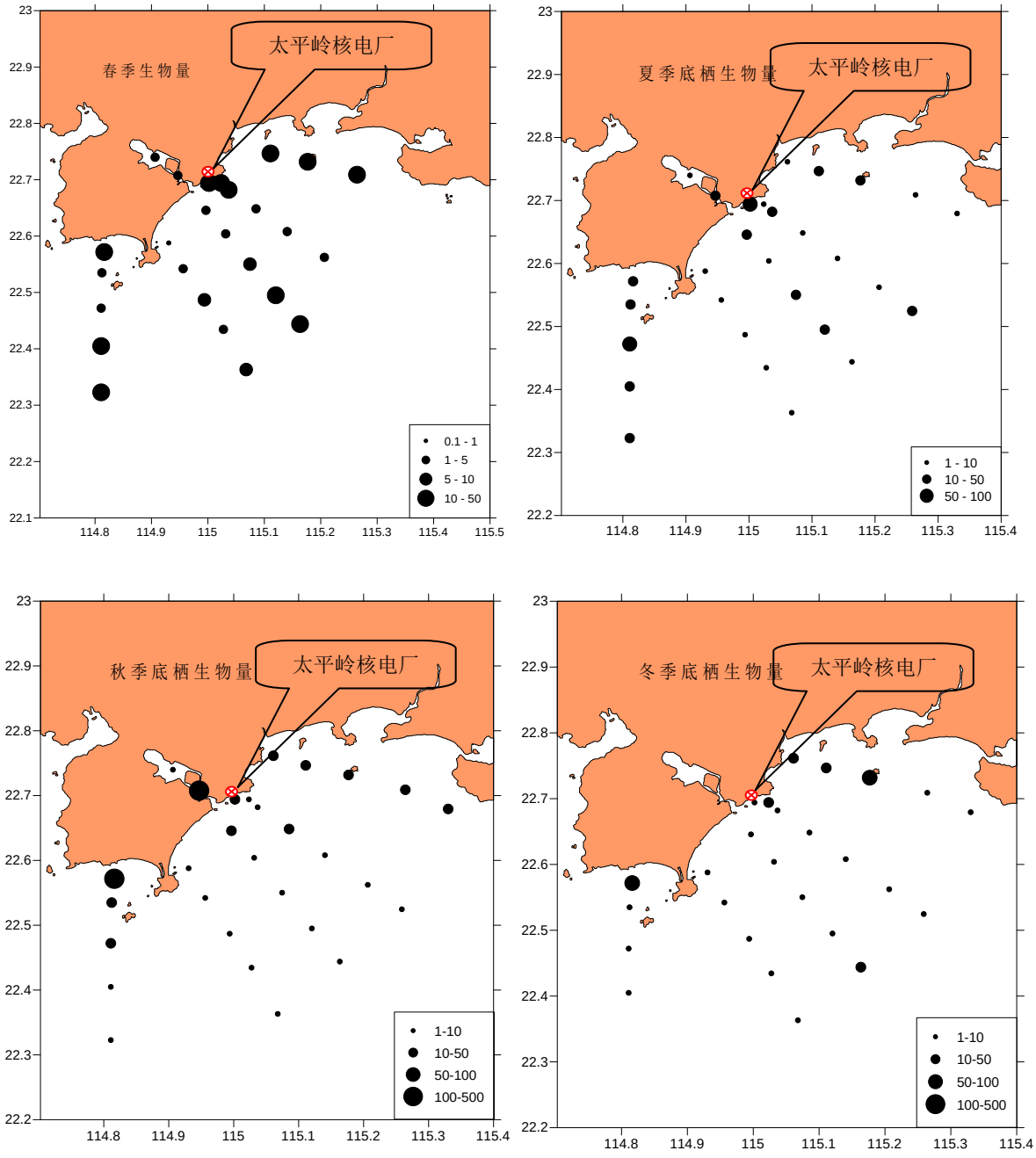




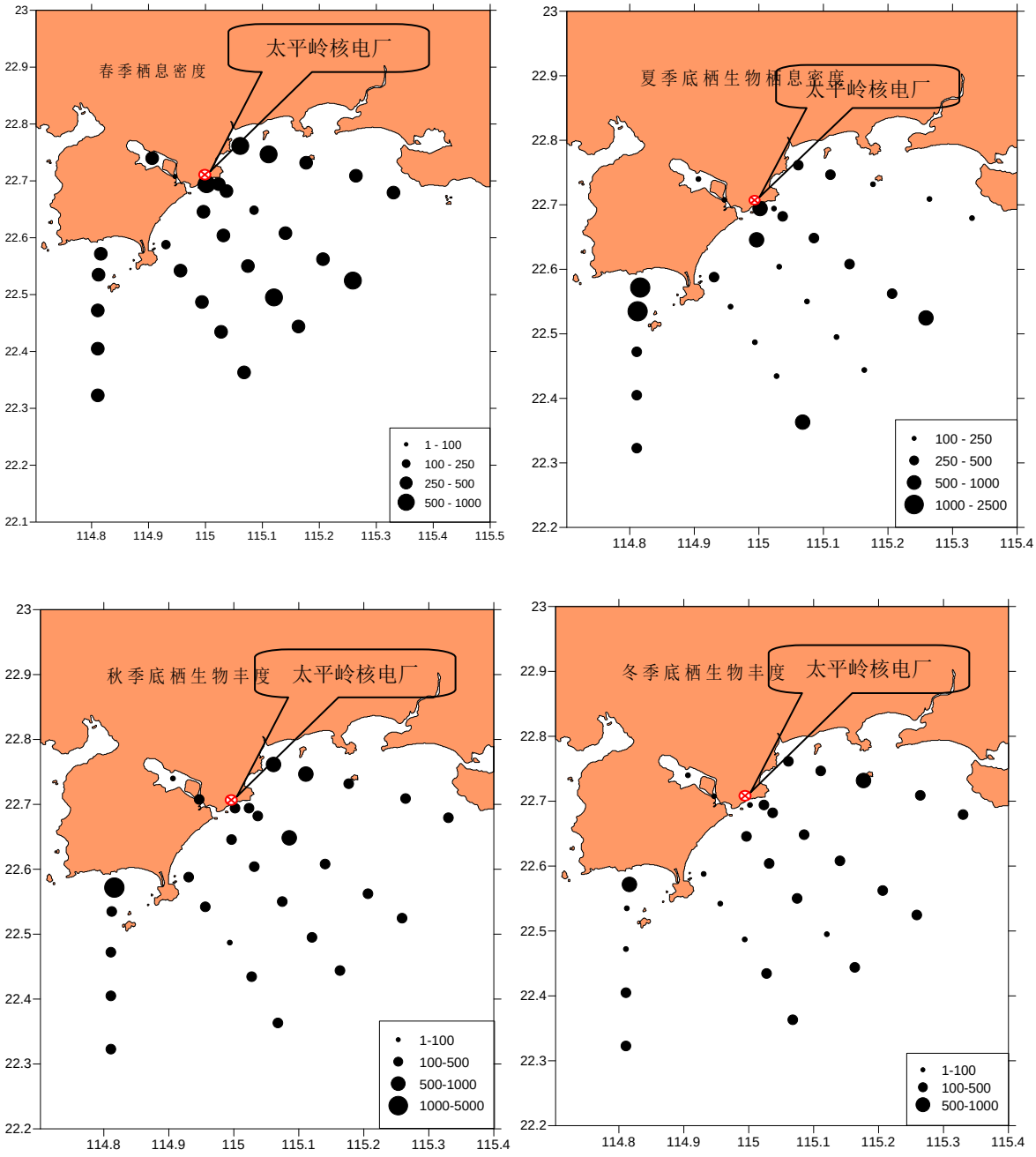
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
叶绿素 a 表、底层分布图		
图 2.3-11（2/2）	版次：	A



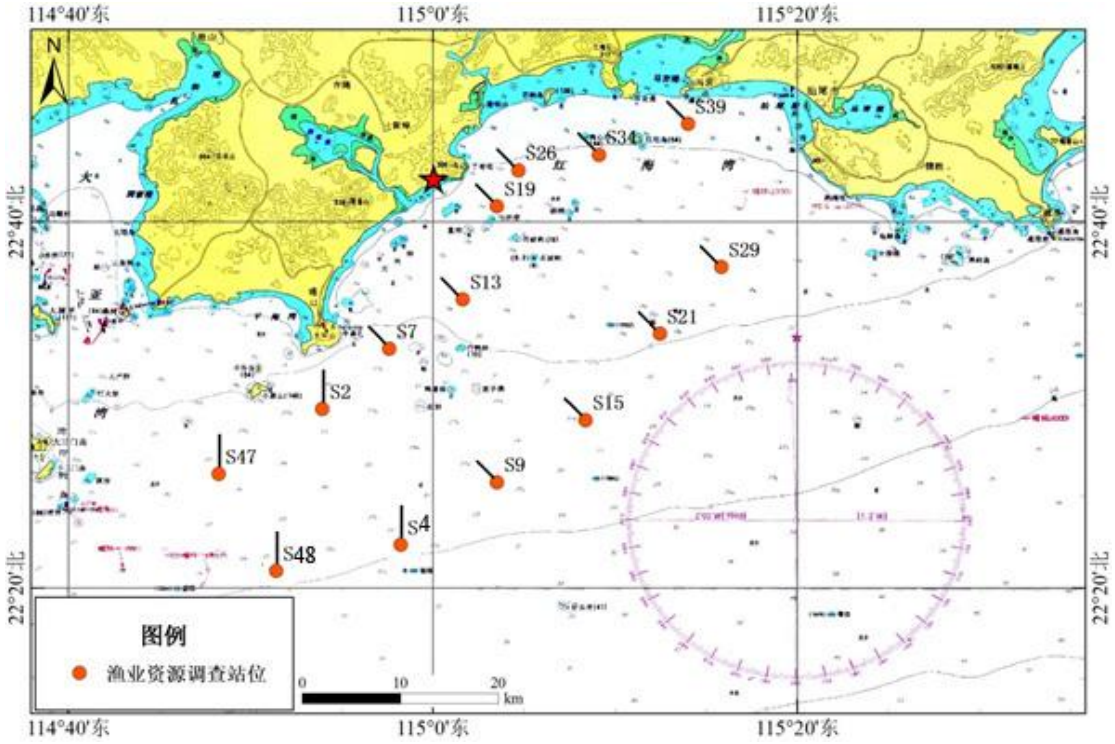
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
浮游植物总量平面分布图		
图 2.3-12	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
底栖生物生物量分布图		
图 2.3-13	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
底栖生物栖息密度分布图		
图 2.3-14	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
游泳生物调查站位示意图		
图 2.3-15	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址附近的海洋生态红线		
图 2.3-16	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址附近码头分布示意图		
图 2.3-22	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址附近海上航线示意图		
图 2.3-23	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（1953~2016）（2张）
表2.4-2 区域累年（1953~2010）风向频率
表2.4-3 区域累年（1953~2010）平均风速
表2.4-4 调查区域1951~2016年出现的龙卷风
表2.4-5 厂址区温度、气压、相对湿度和降水特征（2张）
表2.4-6 厂址地面站不同降水等级的降水量、降水小时数和降水百分比
表2.4-7 厂址地区不同风向年降水量
表2.4-8 气象塔各高度处各月及年风向频率（%）（4张）
表2.4-9 气象塔各高度处各月及年平均风速（m/s）（4张）
表2.4-10 不同稳定度判别法统计得出的厂址稳定度频率

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的太平岭附近，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，属南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，但广东大陆大部分地区位于南亚热带，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（1953~2016 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。

表 2.4-1 给出了惠阳、汕尾气象站累年（1953~2016）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 22.0℃，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 13.6℃。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 22.1℃，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 38.5℃，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 1010.3hPa。最高月平均气压为 12 月的 1020.0hPa，最低月平均气压为 8 月的 1002.1hPa。极端最高气压为 1033.3hPa；极端最低气压出现为 974.6hPa。

— 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 1019.5hPa，最低月平均气压为 8 月的 1004.5hPa。极端最高气压为 1033.2hPa；极端最低气压为 959.1hPa。

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 68%；

— 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 69%。

2.4.1.4 日照和太阳辐射

— 惠阳气象站的年平均日照数为 1900.8h，盛夏 7 月的平均日照时间最长，2、3 月份平均日照时间最短；

— 汕尾气象站的多年平均日照数为 2057.2h，盛夏 7 月的平均日照时间最长，2、3 月份平均日照时间最短。

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 1961~2016 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 11.1 天，历年最多雾日数为 30 天，出现在 1962 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 6.8 天，最多雾日数为 15 天，分别出现于 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 1953~2016 年降水资料分析，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 1743.4mm，降水最大月为 6 月，平均降水量为 334.3mm，最少月份为 12 月，平均降水量为 31.2mm。

— 汕尾站历年平均降水量为 1914.6mm，降水最大月为 6 月，平均降水量为

381.8mm，最少月份为 12 月，平均降水量为 25.8mm。

2.4.1.7 蒸发量

— 惠阳气象站年平均蒸发量为 1727.9mm，7 月份蒸发量最大，为 186.0mm，2 月蒸发量最小，为 92.3mm；

— 汕尾气象站年平均蒸发量为 1856.2mm，10 月份蒸发量最大，为 198.5mm，2 月份蒸发量最小，为 99.0mm。

2.4.1.8 风

根据 1953~2010 年气象站风资料，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，累年各月的风速列于表 2.4-3。

— 惠阳气象站年平均风速为 2.3m/s，静风频率为 21.6%。年主导风向为 NNE，频率 16.7%，次主导风向 SE，频率 11.5%；春季主导风向为 SE，频率 16.1%，夏季主导风向为 SE，频率为 15.1%，冬、秋季主导风向较为一致，主导风向 NNE，其中冬季 NNE 累年风向频率达 28.3%，秋季为 22.5%。

— 汕尾站气象站年平均风速为 3.0m/s，年主导风向为 NE，频率 14.4%，次主导风向 ENE，频率 11.9%，静风频率为 12.4%；春季主导风向为 ESE 为主，频率 15.6%，夏季主导风向为 SW，频率 19.4%，冬、秋季主导风向较为一致，均为 NE，冬季 NE 累年风向频率达 19.2%，秋季为 19.4%。

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 1949~2010 年的《台风年鉴》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 62 年统计资料中，进入统计区域的“直接影响的热带气旋”共有 345 例。按热带气旋强度分，热带低压 31 个，热带风暴 32 个，强热带风暴 80 个，台风 89 个，强台风 50 个，超强台风 63 个。强热带风暴以上强度 282 个，占 81.7%，其中强热带风

暴占 23.2%，台风占 25.8%。登陆、影响厂址地区的热带气旋年平均为 5.6 个，从各月份热带气旋概率统计情况看，热带气旋均在 4 月份以后进入厂址区域，且以 7 月~9 月最多。区域内最大风速主要由台风和中小尺度系统造成，均出现在 7~9 月。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，占 94.8%。其中 10 级及以上大风占 67.2%。

《广东太平岭核电厂一期工程风速及热带气旋设计基准复核报告》成果补充了截至 2014 年底进入厂址 400km 半径范围内的热带气旋中心气压年极值并与原系列合并，确定影响厂址的可能热带气旋参数如下：

热带气旋海平面中心千年一遇最低气压 P_0 为 890hPa；百年一遇为 912hPa；

热带气旋外围气压 P_∞为 1008hPa；

热带气旋最大风速半径 R=30km；

热带气旋最大移动速度 V=40.0km/h。

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^2，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~2016 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 127 个，占总数的 58.0%，F0 级龙卷出现较多为 81 个，占总数的 37.0%。调查中未发现 F3 级以上的龙卷风。

根据《广东惠州核电厂气象数据收集及极端气象设计基准分析》成果，推荐本工程设计基准龙卷风参数为：

— 最大设计风速：　80.0m/s

— 最大旋转风速：　62.0m/s

— 最大平移风速：　18.0m/s

— 最大旋转风速半径：98m

— 总压降：48.0hPa

— 最大压降速率 7.68hPa/s

— 最大飞射物速度：28.0m/s

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 飑线

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 年的飑线进行了统计，厂址区域内飑线集中出现于 3-9 月，其中夏季最多，且离海越近，飑线出现越少，海岛上出现极少。

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

汕尾气象站飑线平均 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 1953~2016 年的冰雹进行了统计，结果分析表明，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 2018 年 1 月至 2018 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，无论是厂址专用地面气象站还是气象塔各高度月平均气温均，2月份最低。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21.2℃，月平均温度最高出现在7月，为27.0℃，月平均温度最低出现在2月，为13.4℃；温度最大值为32.2℃，温度最小值为4.0℃；

— 80m高度温度年平均值为21.3℃，月平均温度最高出现在7月，为27.2℃，月平均温度最低出现在2月，为13.4℃；温度最大值为32.6℃，温度最小值为4.2℃；

— 30m高度温度年平均值为21.8℃，月平均温度最高出现在7月，为27.9℃，月平均温度最低出现在2月，为13.7℃；温度最大值为33.6℃，温度最小值为4.3℃；

— 10m高度温度年平均值为21.8℃，月平均温度最高出现在7月，为27.8℃，月平均温度最低出现在2月，为13.7℃；温度最大值为33.5℃，温度最小值为4.4℃；

— 厂址地面站年平均值为22.4℃，月平均温度最高出现在7月，为28.4℃，月平均温度最低出现在2月，为14.4℃；温度最大值为35.0℃，温度最小值为4.6℃。

厂址年平均露点温度为20.1℃，月平均露点温度最高出现在8月，为26.4℃，最低出现在2月，为11.1℃。露点温度最大值为20.7℃，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 1007.1hPa，2 月份的平均气压最高，为 1014.5hPa，8 月份的平均气压最低，为 995.4hPa。

2.4.3.3 相对湿度

厂址地区年平均相对湿度为 88%，6 月份的平均相对湿度最高，为 93%，10 月份最低，为 79%。

2.4.3.4 降水

厂址全年总降水量 2286.0mm。其中，9 月份降水量最大，累计为 640.5mm；小时最大降水量出现在 9 月，为 191.5mm；日最大降水量出现在 9 月，为 521.5mm。厂址年降水小时数为 737 小时，年降水日数为 125 天，其中，8 月份降水时数为全年最多，

达到 152 小时，8 月份降水天数为全年最多，为 21 天。

表 2.4-6 给出了不同降水等级的降水量、降水小时数和降水所占百分比。从表中可见，降水量小于 0.2mm 所占时间百分比最大，为 23.0%，但所占降水量百分比较小，仅为 1.0%。降水量在大于 30mm 所占降水量百分比最大，达 19.6%，主要是本年度 9 月份受一次强降水过程影响。

表 2.4-7 给出了不同风向的年降水量，从表可知，ESE 风向年降水量最大，达 386.2mm，WSW 风向年降水量最小，仅为 18.6mm。

2.4.3.5 风

气象塔各高度主要风向为：

- 100m 高度出现频次最多的风向为 E，风频 15.4%，其次为 ENE，风频 10.9%；
- 80m 高度出现频次最多的风向为 E，风频 13.1%，其次为 ESE 和 ENE，风频均为 10.1%；
- 30m 高度处出现频次最多的风向为 E，风频 11.3%，其次为 ESE，风频 10.9%；
- 10m 高度处出现频次最多的风向为 E，风频为 10.1%，其次为 NW，风频 9.7%。

气象塔10m高度年平均风速为4.0m/s，30m高度年平均风速为4.1m/s，80m、100m高度处年平均风速分别为4.2m/s和4.4m/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3.2%（10m）、3.2%（30m）、2.3%（80m）和1.5%（100m）。

表2.4-8给出了气象塔10m、30m、80m、100m高度各月的风向频率。

2.4.4 大气稳定度

本报告分别使用了温度梯度-风速法（气象塔 80m 高度和 10m 高度间的温度梯度以及 10m 高度风速）、改进的辐射分类法（根据辐射（白天用太阳辐射、夜间用净辐射）和气象塔 10m 高度风速判断）和温度梯度法（气象塔 80m 高度和 10m 高度温度）三种方法对厂址区域大气稳定度进行了分类。由于温度梯度-风速法和改进的辐射分类法增加了表征机械湍流的风速指标，因此其不稳定类出现频率明显高于温度梯度法，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。改进的辐射方法存在稳定层结类偏多的情况，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：1.7%，B 类：14.9%，C 类：23.3%，D 类：52.5%，E 类：1.8%，F 类：5.8%。

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，静风风向延续前一时刻风向。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。

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。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。同时，考虑到 A 类稳定度下混合层高度一般较 B 类应有所偏高，因此在本报告书 6.2 节大气弥散因子计算中保守按 B 类稳定度混合层高度取值。

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℃/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。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三年。2018 年一整年观测期间数据获取率为 94.7%。

（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。

2.4.8 参考资料

[1] 《广东惠州核电厂气象数据收集及极端气象设计基准分析》，湖南省气象科学研究所，2013 年 01 月。

[2] 《广东太平岭核电厂一期工程风速及热带气旋设计基准复核报告》，深圳中广核工

程设计有限公司，2015 年 5 月。

[3] 《太平岭核电项目厂址气象观测数据统计分析报告（2018 年 1 月~2018 年 12 月）》，苏州热工研究院有限公司，2019 年。

[4] 《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。

[5] 《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。

表 2.4-1（1/2） 区域气象参数特征表（1953~2016）——惠阳站

时间	气温（℃）			气压（hPa）			相对湿度（%）		日照（h）	浓雾（d）	降水（mm）	蒸发（mm）
	平均气温	极端最高气温	极端最低气温	平均气压	极端最大气压	极端最小气压	平均相对湿度	最小相对湿度				
1	13.6	29.9	-1.3	1017.7	1032.1	1001.7	70	12	145.0	1.7	37.3	111.4
2	14.9	30.6	-0.3	1015.9	1030.2	1001.5	76	12	99.1	1.2	55.0	92.3
3	18.1	33.0	3.2	1013.3	1030.7	999.9	79	10	95.7	1.7	86.3	110.1
4	22.1	34.7	8.4	1009.8	1024.4	997.2	81	20	100.4	0.9	174.7	123.7
5	25.5	37.8	14.6	1006.0	1017.1	994.7	82	20	138.4	0.4	246.3	151.5
6	27.4	37.8	18.5	1004.7	1011.7	981.8	84	24	152.0	0.0	334.3	154.4
7	28.5	38.7	20.8	1002.3	1010.7	975.5	82	33	214.7	0.0	249.6	186.0
8	28.2	38.7	21.0	1002.1	1012.1	976.4	82	32	195.7	0.2	260.1	176.5
9	27.0	38.3	16.0	1005.8	1015.8	980.9	79	23	193.2	0.5	179.5	171.0
10	24.1	35.7	9.9	1011.4	1023.7	997.7	72	18	211.6	1.0	56.8	179.6
11	19.7	33.9	5.0	1015.1	1028.8	1002.0	69	15	182.3	1.7	32.0	147.9
12	15.3	29.9	1.0	1020.0	1031.5	1006.0	68	12	172.7	1.8	31.2	123.6
全年	22.0	38.9	-1.9	1010.3	1033.3	974.6	77	8	1900.8	11.1	1743.4	1727.9

*蒸发量资料为 1953~2001 年 49 年的小型蒸发量。

表 2.4-1（2/2） 区域气象参数特征表（1953~2016）——汕尾站

时间	气温（℃）			气压（hPa）			相对湿度（%）		日照（h）	浓雾（d）	降水（mm）	蒸发（mm）
	平均气温	极端最高气温	极端最低气温	平均气压	极端最大气压	极端最小气压	平均相对湿度	最小相对湿度				
1	13.7	28.1	2.0	1019.5	1032.7	1004.1	71	5	155.2	0.6	28.8	120.3
2	15.0	28.9	2.9	1017.9	1030.5	1004.6	77	8	111.6	1.3	49.5	99.0
3	18.1	30.7	4.7	1015.7	1031.3	1003.3	80	13	105.8	2.2	74.7	119.6
4	22.1	32.9	8.9	1012.5	1026.6	999.9	82	22	119.9	2.1	156.0	135.7
5	25.5	33.1	14.9	1008.7	1018.7	990	84	14	154.0	0.4	281.2	161.4
6	27.4	36.0	18.7	1005.6	1014.4	977.2	86	29	170.1	0.0	381.8	162.4
7	28.5	38.1	21.7	1004.9	1013.7	971.6	84	35	238.8	0.0	305.5	194.1
8	28.2	36.6	18.9	1004.5	1015.0	962.1	84	37	216.7	0.0	307.9	185.3
9	27.1	36.7	18.5	1007.9	1017.8	969.1	79	22	202.4	0.0	205.0	187.6
10	24.1	34.4	9.8	1013.3	1023.5	992.1	72	21	216.6	0.0	60.6	198.5
11	19.8	32.9	6.5	1016.9	1031.3	1001.4	70	15	187.7	0.0	37.9	159.2
12	15.4	30.9	2.6	1019.3	1031.5	1005.7	69	8	178.3	0.3	25.8	133.2
全年	22.1	38.5	1.6	1012.2	1033.2	959.1	78	3	2057.2	6.8	1914.6	1856.2

*蒸发量资料为 1953~2001 年 49 年的小型蒸发量，其中，1968~1972 年资料缺失。

表 2.4-2（1/2）　厂址区域累年（1953~2010）风向频率

单位：%

风向	N	NNE	NE	ENE	ENE	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
惠阳	6.1	16.7	9.2	4.3	3.7	5.1	11.5	9.0	4.6	1.5	1.4	1.1	1.3	0.8	1.1	1.0	21.6
汕尾	3.1	7.2	14.4	11.9	11.7	11.7	5.9	1.5	1.4	3.1	8.4	4.1	2.0	0.5	0.5	0.4	12.4

表 2.4-2（2/2）　厂址区域累年各季（1953~2010）风向频率（%）

	频率/风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
惠阳	春	4.3	11.8	7.1	3.9	3.5	6.2	16.1	14.2	6.8	1.7	1.3	0.7	0.9	0.5	0.8	0.6	19.5
	夏	2.4	4.3	4.4	4.3	5.3	7.1	15.1	10.6	6.8	2.7	3.2	2.8	3.1	1.5	1.8	1.0	23.6
	秋	9.1	22.5	11.9	4.6	3.4	3.9	7.9	5.8	2.4	0.7	0.7	0.6	0.9	0.8	1.2	1.3	22.3
	冬	8.7	28.3	13.2	4.4	2.6	3.1	7.0	5.4	2.2	0.7	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	21.1
汕尾	春	1.7	3.9	12.1	11.8	13.6	15.6	7.3	1.6	1.6	3.7	7.8	3.5	1.6	0.4	0.4	0.3	13.2
	夏	1.1	1.5	6.9	6.6	8.5	7.2	5.9	2.7	3.1	7.4	19.4	9.3	4.5	1.0	0.7	0.4	13.8
	秋	4.5	9.8	19.4	16.0	13.2	10.3	5.0	1.0	0.6	1.0	4.0	2.0	0.9	0.4	0.4	0.7	10.7
	冬	5.3	13.5	19.2	13.2	11.3	13.5	5.4	0.7	0.4	0.5	2.2	1.5	0.9	0.2	0.2	0.3	11.7

表 2.4-3　厂址区域累年（1953~2010）平均风速（m/s）

台站	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年
惠阳站	2.8	2.7	2.4	2.1	2.0	1.8	1.8	1.7	2.0	2.4	2.7	2.7	2.3
汕尾站	2.9	2.9	2.9	2.8	3.0	3.2	3.1	3.0	3.0	3.1	3.0	2.8	3.0

表 2.4-4　调查区域 1951~2016 年出现的不同类别龙卷风次数和频率

级别	F0	F1	F2
次数（个）	81	127	11
频率（%）	37.0	58.0	5.0

表 2.4-5（1/2） 厂址气象观测系统温度、气压、相对湿度和降水特征

月份	温度（℃）																	
	100m 高度			80m 高度			30m 高度			10m 高度			地面站			露点温度		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低
1 月	13.5	22.1	4.9	13.6	22.3	4.9	14.0	22.1	5.2	14.0	21.4	5.3	14.6	23.0	5.7	11.9	12.3	11.5
2 月	13.4	23.1	4.0	13.4	22.9	4.2	13.7	22.5	4.3	13.7	22.4	4.4	14.4	25.0	4.6	11.1	11.6	10.7
3 月	18.0	23.3	8.7	18.1	23.2	9.0	18.4	23.4	9.1	18.5	23.5	9.0	19.3	26.2	9.2	16.7	17.2	16.2
4 月	21.0	24.9	14.1	21.0	24.9	14.3	21.5	25.6	14.1	21.6	26.3	13.8	22.5	29.6	13.8	20.3	20.8	19.9
5 月	25.6	31.8	20.3	25.6	31.8	20.4	26.2	32.7	20.9	26.2	33.3	21.0	27.1	34.9	20.9	25.7	26.2	25.3
6 月	26.1	30.4	22.5	26.1	30.5	22.5	26.7	31.3	23.0	26.7	31.6	23.1	27.3	32.7	23.2	25.8	26.3	25.9
7 月	27.0	30.7	23.8	27.2	31.0	23.9	27.9	31.9	24.3	27.8	32.1	24.3	28.4	33.4	24.3	26.0	26.5	25.5
8 月	26.9	31.2	23.8	27.0	31.5	23.8	27.7	32.6	24.0	27.5	32.6	24.2	28.0	33.7	24.4	26.4	26.9	26.0
9 月	26.1	32.2	22.3	26.1	32.6	22.3	26.6	33.6	22.9	26.5	33.5	22.6	27.0	35.0	22.6	25.1	25.6	24.7
10 月	22.8	27.3	19.1	22.9	27.6	19.0	23.6	28.4	19.6	23.5	28.5	19.0	24.1	29.9	18.6	19.8	20.2	20.0
11 月	20.3	25.0	15.5	20.4	25.2	15.4	21.1	26.0	15.4	21.1	25.9	15.3	21.7	27.9	15.4	19.7	20.1	19.7
12 月	16.3	25.0	7.0	16.2	25.3	6.7	16.7	26.0	7.2	16.7	26.1	7.4	17.2	28.4	7.8	15.1	15.6	14.8
全年	21.2	32.2	4.0	21.3	32.6	4.2	21.8	33.6	4.3	21.8	33.5	4.4	22.4	35.0	4.6	20.1	20.7	19.9

表 2.4-5（2/2） 厂址气象观测系统温度、气压、相对湿度和降水特征

时间	气压（hPa）			相对湿度（%）		降水		
	平均气压	最高气压	最低气压	平均相对湿度	最小相对湿度	总降雨量（mm）	降水小时数（h）	降水日数（d）
1 月	1013.2	1023.7	1006.4	86	25	88.4	98	9
2 月	1014.5	1024	1006.7	83	32	5.5	23	9
3 月	1011.2	1019.7	1004.2	86	40	21.2	30	6
4 月	1009.2	1020.3	1002.2	89	30	60.6	40	8
5 月	1005.7	1013	999.9	92	60	94.3	30	8
6 月	999.3	1007.9	991.8	93	63	481.6	104	13
7 月	997.8	1002.1	992.5	88	58	223.6	91	19
8 月	995.4	1004.9	988.9	92	59	526.7	152	21
9 月	1002.0	1009.2	980.7	90	51	640.5	56	13
10 月	1008.9	1014.2	1002.7	79	26	42.0	29	5
11 月	1010.6	1016.5	1004.1	89	37	84.1	59	9
12 月	1013.1	1021.4	1005.5	88	41	17.5	25	5
全年	1007.1	1024	980.7	88	25	2286.0	737	125

表 2.4-6　厂址地面站不同降水等级的降水量、降水小时数和降水百分比

降水等级	降水时数（h）	降水时数所占百分比（%）	降水量（mm）	降水量所占百分比（%）
0.0＜rr＜0.2	166	22.5	16.6	0.7
0.2≤rr＜0.5	161	21.8	44.6	2.0
0.5≤rr＜1.0	109	14.8	69.9	3.1
1.0≤rr＜2.0	104	14.1	142.4	6.2
2.0≤rr＜5.0	98	13.3	329.9	14.4
5.0≤rr＜7.0	23	3.1	134.7	5.9
7.0≤rr＜10.0	26	3.5	218.8	9.6
10.0≤rr＜15.0	18	2.4	228.1	10.0
15.0≤rr＜20.0	11	1.5	187.9	8.2
20.0≤rr＜30.0	11	1.5	262.4	11.5
rr≥30.0	10	1.4	650.7	28.5

rr：为小时降水量，单位mm

表 2.4-7　厂址地区不同风向年降雨量

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
降水量（mm）	121.0	107.6	266.7	195.7	308.4	386.2	154.8	72.7	95.9	68.3	108.9	18.6	42.1	45.0	180.9	113.2

表 2.4-8（1/4）　气象塔各高度处各月及年风向频率（%）——10m 高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	10.8	11.5	7.6	8.5	1.1	3.9	4.1	7.5	11.3	14.7	12.0	8.6	8.6
NNE	5.5	6.4	5.7	3.6	2.7	4.3	3.5	5.3	5.6	10.0	7.9	4.2	5.4
NE	6.5	3.4	6.5	4.3	2.2	9.9	13.3	9.8	6.1	8.5	10.7	4.9	7.1
ENE	8.1	2.7	8.9	5.4	6.1	11.0	12.9	6.3	4.5	9.4	10.5	4.5	7.5
E	10.8	5.7	8.9	9.1	9.3	11.2	12.6	5.9	10.3	11.9	19.1	6.6	10.1
ESE	13.9	16.3	13.8	13.4	6.3	12.8	4.1	5.0	6.1	5.4	7.1	4.9	9.0
SE	5.1	5.2	8.5	8.9	2.8	5.3	5.4	5.7	4.7	5.0	3.9	3.6	5.4
SSE	4.6	6.3	8.0	6.3	2.6	2.2	7.6	7.8	6.6	6.5	4.5	5.3	5.7
S	6.7	11.2	13.8	14.9	20.2	3.9	10.6	6.6	8.9	2.8	1.4	2.0	8.7
SSW	2.2	1.9	2.3	2.8	15.5	4.7	7.3	5.9	3.6	0.3	0.1	0.7	3.9
SW	1.5	1.2	1.6	1.0	9.4	11.2	6.0	3.5	1.9	0.3	0.3	0.3	3.0
WSW	0.5	0.7	0.4	0.3	3.5	3.9	2.3	2.1	0.2	0.0	0.0	0.3	1.1
W	0.7	0.3	0.5	0.1	0.5	0.8	0.6	2.0	1.1	0.1	0.1	0.3	0.6
WNW	1.9	1.6	0.8	0.8	2.0	1.6	2.1	8.3	5.8	3.4	3.1	16.1	4.0
NW	9.7	10.3	3.9	7.3	7.0	6.9	3.8	10.4	12.4	8.4	10.0	25.5	9.7
NNW	9.3	9.4	4.2	7.5	3.0	5.1	2.2	4.8	7.8	11.9	7.8	10.4	7.0
C	2.2	5.7	4.7	5.7	5.7	1.0	1.5	3.2	3.1	1.5	1.4	2.0	3.2

表2.4-8（2/4） 气象塔各高度处各月及年风向频率（%）——30m高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	10.1	9.3	6.7	8.9	1.6	3.4	2.8	4.8	8.0	15.2	10.5	10.5	7.8
NNE	5.3	6.4	5.3	3.2	1.2	3.2	2.2	5.1	8.3	7.6	6.8	5.3	5.0
NE	6.3	3.3	5.8	3.9	1.9	8.9	7.6	5.6	4.4	10.5	9.9	4.5	6.0
ENE	8.4	3.4	8.9	4.9	4.6	12.2	11.0	8.9	5.5	9.2	11.6	4.7	7.7
E	14.7	6.9	13.5	10.6	10.1	12.4	16.1	7.5	9.5	11.1	16.9	6.3	11.3
ESE	11.9	15.4	12.6	13.4	6.5	13.4	9.1	5.9	9.9	11.5	14.6	7.3	10.9
SE	5.9	6.6	10.4	9.8	2.8	5.3	3.7	6.2	5.3	5.9	6.0	5.5	6.2
SSE	6.5	9.6	11.2	10.2	4.2	2.6	6.9	6.3	4.2	4.9	2.8	3.0	6.1
S	4.9	6.1	8.5	11.6	15.5	3.9	9.4	7.5	9.7	5.0	4.0	4.0	7.6
SSW	1.1	2.1	2.2	2.5	18.9	8.9	10.0	6.2	4.1	0.9	0.4	0.5	4.7
SW	0.8	1.2	0.7	1.0	11.1	8.5	7.0	5.7	3.1	0.4	0.1	0.4	3.2
WSW	0.4	0.1	0.7	0.0	3.0	2.8	2.9	2.7	0.3	0.3	0.0	0.4	1.1
W	0.3	0.4	0.0	0.1	1.8	0.6	2.1	1.2	0.9	0.1	0.0	0.0	0.6
WNW	1.8	2.4	0.9	0.8	2.4	1.8	1.3	5.4	2.5	0.5	0.4	0.9	1.7
NW	11.1	12.4	3.1	7.0	6.1	6.9	4.5	12.2	10.5	5.3	6.1	25.0	9.2
NNW	8.1	9.1	3.5	5.7	2.8	4.3	2.5	6.0	11.6	10.5	8.6	19.3	7.8
C	2.6	5.2	6.1	6.4	5.5	1.0	0.9	2.7	2.2	1.1	1.1	2.3	3.2

表2.4-8（3/4） 气象塔各高度处各月及年风向频率（%）——80m高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	10.7	10.8	6.7	9.8	1.1	4.5	1.5	4.7	9.1	14.8	10.3	12.6	8.2
NNE	4.7	6.6	3.9	4.0	0.4	2.6	1.3	1.8	7.7	6.2	6.1	4.5	4.2
NE	8.5	4.9	8.6	4.7	1.2	9.7	12.3	9.9	11.4	13.0	15.2	7.7	8.9
ENE	10.8	4.0	10.9	6.1	5.9	12.4	15.4	8.1	7.7	13.6	18.4	8.4	10.1
E	18.4	13.3	18.5	14.2	10.0	15.2	13.0	7.5	7.4	12.6	18.0	8.8	13.1
ESE	12.3	15.2	17.4	15.1	6.3	13.2	5.1	7.2	6.9	8.6	7.1	6.6	10.1
SE	6.1	7.8	8.6	10.0	3.2	3.7	6.5	6.8	3.6	4.6	3.3	3.0	5.6
SSE	3.8	5.5	9.6	11.6	4.0	1.6	7.3	6.8	4.4	3.5	2.6	2.7	5.4
S	1.3	2.7	3.9	7.0	14.8	4.1	6.9	6.5	2.8	2.3	0.7	0.1	4.4
SSW	0.1	1.5	0.7	2.2	19.2	9.3	14.5	6.0	3.9	0.4	0.0	0.3	4.7
SW	0.0	0.6	0.3	1.1	12.3	9.1	4.3	3.9	1.6	0.3	0.0	0.1	2.6
WSW	0.1	0.0	0.0	0.1	3.4	2.0	1.5	1.8	1.6	0.1	0.3	0.3	0.9
W	0.1	0.0	0.4	0.1	3.0	0.6	2.8	3.2	2.5	0.4	0.3	0.0	1.1
WNW	3.0	2.2	1.8	1.8	5.5	2.6	4.1	11.9	10.0	3.9	2.5	14.8	5.4
NW	9.9	11.5	3.0	5.0	4.9	5.3	1.9	8.4	9.9	5.5	8.2	20.2	7.9
NNW	8.6	7.5	1.9	3.8	1.3	3.0	1.0	2.9	6.7	9.2	6.0	9.2	5.2
C	1.6	5.8	3.8	3.2	3.4	1.2	0.6	2.6	3.0	0.9	0.8	0.8	2.3

表2.4-8（4/4） 气象塔各高度处各月及年风向频率（%）——100m高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	10.7	11.2	6.9	9.2	0.9	4.5	1.3	4.8	8.0	16.6	9.1	14.4	8.3
NNE	4.7	6.4	3.4	3.5	0.5	2.6	0.7	2.1	5.5	6.5	6.0	6.2	4.0
NE	10.3	6.3	11.3	6.7	1.1	13.2	5.4	4.2	5.3	10.8	11.7	5.7	7.6
ENE	13.9	5.1	13.5	8.2	8.4	11.8	14.2	9.5	7.5	12.7	16.6	8.5	10.9
E	19.0	17.8	22.3	17.0	9.9	16.6	16.9	9.5	11.4	13.6	20.6	10.1	15.4
ESE	9.2	12.4	13.6	13.8	5.5	10.1	9.5	6.8	11.0	12.4	12.8	8.4	10.5
SE	4.7	6.7	8.0	10.7	2.8	3.6	4.5	6.6	4.9	4.7	3.8	3.0	5.4
SSE	2.3	3.6	8.0	8.9	6.5	1.4	6.0	8.1	4.5	5.1	2.8	3.6	5.2
S	0.7	2.1	2.8	5.4	13.2	3.9	7.0	5.4	8.0	1.8	1.3	0.9	4.3
SSW	0.1	1.2	0.7	2.9	21.9	10.7	11.0	7.5	3.3	1.2	0.0	0.1	4.9
SW	0.0	0.4	0.5	0.7	9.3	8.1	11.4	5.1	2.8	0.0	0.0	0.1	3.0
WSW	0.0	0.1	0.0	0.0	3.4	1.4	2.1	3.6	0.8	0.3	0.0	0.1	1.0
W	0.1	0.1	0.4	0.3	3.4	0.4	2.6	2.1	1.1	0.4	0.4	0.1	1.0
WNW	6.7	4.5	3.0	3.6	6.3	3.9	2.6	7.4	5.2	2.3	0.6	4.0	4.2
NW	8.4	11.4	1.8	3.8	3.8	4.7	3.4	12.3	10.0	3.5	6.7	20.2	7.5
NNW	8.1	7.5	2.7	3.9	0.9	2.4	0.7	2.9	7.8	7.0	6.4	13.4	5.4
C	1.1	3.1	1.2	1.3	2.2	0.8	0.4	2.0	3.0	1.1	1.3	0.9	1.5

表 2.4-9（1/4） 气象塔各高度处各月及年平均风速（m/s）——10m 高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	4.3	3.7	3.9	4.2	1.5	2.5	1.3	2.0	2.9	3.2	2.5	2.6	3.1
NNE	2.4	2.3	2.1	1.9	1.0	2.1	2.6	2.2	4.0	2.7	2.3	2.2	2.4
NE	3.3	2.4	2.7	1.9	2.1	3.7	5.0	4.3	4.5	3.1	3.1	2.9	3.5
ENE	3.2	1.1	3.2	1.9	2.9	4.9	5.5	4.4	5.8	3.7	3.4	3.2	3.8
E	5.2	4.3	4.0	3.4	6.0	6.5	6.9	6.3	6.4	5.2	5.9	4.9	5.5
ESE	5.0	4.6	5.2	3.7	5.1	7.4	5.4	5.5	9.4	5.0	4.6	3.3	5.2
SE	3.1	3.1	3.2	3.5	3.3	6.1	4.3	5.1	5.6	3.7	3.7	2.5	3.9
SSE	2.4	2.7	3.1	3.1	2.6	6.4	4.9	3.6	3.1	3.6	3.0	2.2	3.3
S	2.5	2.4	2.7	3.7	4.4	4.0	3.8	3.2	3.7	3.1	1.7	1.9	3.4
SSW	1.1	1.1	1.4	2.4	5.4	5.3	5.0	3.9	3.9	1.5	0.9	1.3	4.2
SW	1.1	1.4	1.0	2.3	4.5	5.5	4.5	2.2	2.0	1.8	0.9	1.2	3.8
WSW	0.9	0.9	0.9	0.6	1.9	3.4	1.8	1.5	0.5	0.0	0.0	0.7	1.9
W	0.7	1.0	0.6	0.7	1.0	2.7	3.1	2.2	2.9	3.5	0.7	1.5	1.9
WNW	7.8	3.3	1.5	2.0	2.8	4.2	1.9	4.2	4.6	5.2	5.3	9.0	6.0
NW	8.2	5.2	5.5	5.0	3.7	4.7	2.3	4.4	4.1	4.6	5.6	7.4	5.6
NNW	5.1	4.5	2.7	3.6	3.5	4.0	1.9	1.8	3.3	4.4	3.8	4.2	3.9
C	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
平均	4.2	3.3	3.2	3.2	4.0	5.0	4.5	3.7	4.3	3.9	4.0	5.1	4.0

表 2.4-9（2/4） 气象塔各高度处各月及年平均风速（m/s）——30m 高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	4.1	3.5	3.8	4.1	1.3	2.9	2.7	1.8	3.4	4.4	3.5	3.3	3.6
NNE	3.1	2.7	2.2	2.7	0.8	2.5	1.5	2.1	3.3	3.0	2.3	2.2	2.6
NE	2.8	2.0	2.7	2.1	2.8	3.8	4.4	4.1	5.1	3.1	2.5	2.6	3.2
ENE	3.1	1.4	3.2	2.0	3.2	4.3	5.1	4.3	4.6	2.9	3.1	2.8	3.5
E	4.8	4.2	3.8	3.2	5.5	6.1	6.2	4.7	6.4	4.3	4.3	3.5	4.8
ESE	5.0	4.6	4.9	3.6	4.8	7.0	6.6	6.0	7.9	5.2	6.0	4.5	5.4
SE	3.0	3.0	3.1	3.3	3.5	6.4	5.3	5.4	5.9	4.0	4.5	2.8	3.9
SSE	2.2	2.4	2.8	3.2	2.8	5.6	5.2	4.5	3.0	3.6	2.8	1.9	3.2
S	2.1	2.1	2.8	3.2	4.3	3.8	4.1	3.2	3.5	3.3	2.3	2.4	3.3
SSW	0.9	1.3	1.4	2.9	5.3	5.4	4.5	3.4	3.4	2.8	2.2	1.2	4.2
SW	0.9	1.1	1.3	2.6	4.4	5.6	4.9	3.2	3.7	2.0	1.3	1.8	4.1
WSW	0.9	0.9	0.7	0.0	2.1	4.2	3.0	2.8	0.9	1.4	0.0	1.4	2.6
W	1.0	0.8	0.0	0.7	1.0	2.6	1.9	2.2	3.8	4.5	0.0	0.0	1.9
WNW	8.6	3.5	2.9	3.1	3.3	4.3	2.0	3.4	4.1	3.7	3.0	4.2	3.9
NW	8.5	5.4	6.4	5.4	4.3	5.0	2.5	5.0	4.7	5.4	6.3	9.5	6.5
NNW	4.8	4.1	3.5	4.2	3.1	3.5	2.0	2.7	3.4	4.5	5.2	6.7	4.6
C	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2
平均	4.2	3.3	3.2	3.2	4.0	5.0	4.7	3.8	4.5	4.0	4.0	5.3	4.1

表 2.4-9（3/4） 气象塔各高度处各月及年平均风速（m/s）——80m 高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	4.5	4.0	4.7	4.7	1.5	3.1	1.5	2.5	4.0	4.5	3.3	3.6	4.0
NNE	3.3	2.6	2.5	2.5	1.3	2.7	3.3	2.4	6.3	3.2	2.7	2.2	3.2
NE	2.9	2.3	3.0	2.3	5.3	3.6	5.4	4.8	6.4	3.3	3.0	3.0	3.8
ENE	3.6	1.9	3.5	2.2	3.3	4.9	6.4	4.7	8.2	4.0	4.1	3.2	4.3
E	5.0	4.4	4.3	3.6	6.8	6.9	7.2	6.4	4.3	5.1	5.9	4.5	5.3
ESE	4.1	3.9	4.0	3.5	4.5	7.5	5.1	4.8	3.8	4.4	4.4	2.6	4.3
SE	2.1	2.1	2.6	2.7	2.0	6.3	5.0	4.8	2.9	3.0	2.5	2.1	3.1
SSE	2.3	2.0	2.8	2.8	2.5	6.0	3.9	3.9	2.6	3.2	2.0	2.0	2.9
S	1.9	1.8	2.5	3.6	4.0	4.5	3.8	3.5	3.1	2.6	1.7	1.4	3.5
SSW	1.9	1.9	1.4	2.9	5.3	5.6	5.2	3.8	3.9	1.6	0.0	1.0	4.8
SW	0.0	1.3	3.4	3.2	4.5	5.7	3.6	2.8	3.4	1.8	0.0	1.4	4.2
WSW	0.9	0.0	0.0	0.7	2.2	3.0	2.0	1.3	1.5	1.5	0.8	1.1	1.9
W	0.6	0.0	1.7	0.7	1.2	3.7	2.2	2.9	3.2	2.3	1.6	0.0	2.3
WNW	10.3	4.6	6.0	4.8	3.7	5.2	2.6	4.7	4.5	5.2	5.9	9.5	6.0
NW	7.8	5.5	5.0	5.7	4.2	5.5	2.0	4.0	3.9	4.4	5.7	7.6	5.8
NNW	4.3	4.2	4.2	4.6	2.4	2.9	2.1	1.6	3.8	5.1	4.7	4.6	4.2
C	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
平均	4.4	3.4	3.5	3.3	4.1	5.3	5.0	4.1	4.5	4.1	4.2	5.1	4.2

表 2.4-9（4/4） 气象塔各高度处各月及年平均风速（m/s）——100m 高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	4.8	4.0	4.3	4.5	2.5	3.1	1.5	2.2	4.4	5.1	4.2	4.0	4.3
NNE	2.9	2.4	2.4	2.2	0.8	3.0	1.9	1.9	4.5	3.4	2.8	2.6	2.9
NE	3.5	2.6	3.5	2.3	3.2	4.1	5.5	4.7	5.0	3.6	3.0	3.2	3.6
ENE	3.9	2.8	3.5	2.7	4.5	5.4	5.8	5.0	4.1	3.4	3.3	2.9	4.0
E	5.2	4.5	4.6	3.9	7.0	7.8	7.7	5.5	7.2	5.1	5.6	4.4	5.5
ESE	3.5	3.2	3.7	3.2	3.8	7.5	6.4	6.2	9.4	4.7	5.4	3.3	4.9
SE	2.2	2.2	2.8	2.7	2.1	6.6	4.2	4.1	3.3	3.1	2.7	2.2	3.0
SSE	2.6	1.9	2.9	2.9	3.1	4.7	5.0	4.8	2.7	3.0	2.3	1.9	3.2
S	1.3	1.8	2.2	3.9	4.2	4.2	3.7	3.3	3.2	2.6	2.1	1.3	3.5
SSW	2.0	1.9	2.6	3.3	5.6	6.1	4.5	4.0	3.4	2.4	0.0	0.8	4.8
SW	0.0	1.0	1.4	2.2	4.0	5.3	5.2	3.8	3.5	0.0	0.0	1.1	4.4
WSW	0.0	1.7	0.0	0.0	1.5	3.3	3.0	1.8	3.1	2.0	0.0	1.5	2.1
W	4.5	1.7	1.9	1.6	2.2	4.2	2.0	3.0	2.9	1.2	1.5	1.1	2.3
WNW	9.6	4.7	6.9	6.0	3.8	5.8	2.6	4.1	3.6	5.4	3.8	9.7	5.8
NW	6.6	5.6	3.7	4.9	4.4	4.7	2.6	4.8	4.4	4.3	5.6	8.8	5.9
NNW	4.0	3.9	5.5	5.6	1.1	3.3	1.9	2.3	4.1	4.9	4.9	6.0	4.6
C	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
平均	4.6	3.5	3.7	3.5	4.3	5.6	5.2	4.2	4.8	4.2	4.2	5.0	4.4

表 2.4-10　不同稳定度判别法统计得出的厂址稳定度频率

稳定度（%） 判别方法	A	B	C	D	E	F
温度梯度法	1.3	3.3	3.9	63.8	25.7	2.0
改进的辐射法	0.4	7.8	13.5	48.8	12.4	16.2
温度梯度-风速法	1.7	14.9	23.3	52.5	1.8	5.8

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
表 2.5-9 厂址半径 5km 范围内的水井基本情况
表 2.5-10 距厂址最近 5 口民井的基本情况

图

图 2.5-1 厂址附近地表水系分布概况图
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 2.5-13　厂址半径 5km 范围内的水井分布情况

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^2。

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^2。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^2。

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^3。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^3。

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^2 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^2。

其中，注入考洲洋的吉隆河位于厂址半径 15km 范围内。基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^2，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^2，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^2，总库容共 133602 万 m^3，兴利库容共 48158 万 m^3。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 m^3，正常库容 680 万 m^3，总库容 1274 万 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 3.57km^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 m^3，总库容为 132 万 m^3。石瓮水库属小(1)型水库，集雨面积 2km^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 m^3，死库容 11 万 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 0.8km^2 和 1.1km^2，库容分别为 15 万 m^3 和 60 万 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，取水口拟定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。稔平半岛供水工程工程于 2015 年 11 月开工，原计划工期为 36 个月，计划 2018 年年底实现通水。目前本工程仍在施工建设中，截止 2018 年底，该供水工程完成管道安装 40%、隧道开挖 81%、鲤鱼岭泵站主体工程 70%、土石方 60%，预计将于 2019 年全线贯通。

太平岭核电厂一期工程两台机组运行期间年用水量为 191 万 m^3，最大日取水量为 6100 万 m^3，应急水源为牛牧坑水库，备用库容 60 万 m^3。施工期年最大取水量约为 184.12 万 m^3，稔平半岛供水工程建成前，建设项目施工期临时用水水源为苦竹坑、石瓮水库和牛牧坑水库，稔平半岛供水工程建成后施工期用水量采用稔平半岛供水工程供水。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；在稔平半岛供水工程建成前，施工期临时供水水源为苦竹坑、石翁水库、牛牧坑水库，水库供水量满足电厂施工要求，在稔平半岛供水工程建成后，施工期用水量采用稔平半岛供水工程供水，施工期最大用水量有保证。因此，电厂淡水用水是能够得到保证的。国家水利部珠江水利委员会已经以《珠江委关于中广核太平岭核电厂一期工程取水许可申请准予水行政许可决定书（珠水许可[2017]24号）》对本项目用水许可进行了批复。

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^2。

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。

（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Hs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

国家海洋局第一海洋研究所对厂址附近海域进行夏冬两季大、中、小潮的全潮海洋水文观测，观测时间分别为2015年7月16日～28日和2015年12月26日～2016年1月3日。期间共布设13个海流观测站（V1~V13），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潮流为主，潮流运动形式兼具旋转流和往复流的特征，且往复流的特征稍明显一些。

夏季观测期间：

- 垂线平均流速：大潮期的垂线平均涨潮流和落潮流的平均流速分别在 7～16cm/s 和 5～17cm/s 之间，中潮期的垂线平均涨潮流和落潮流的平均流速分别在 4～20cm/s 和 5～29cm/s 之间，小潮期的垂线平均涨潮流和落潮流的平均流速分别在 5～25cm/s 和 5～31cm/s 之间。
- 实测最大流速：大潮和小潮期间的实测最大流速均发生在 V11 站表层，其中，大潮期间最大流速为 50cm/s，相应流向为 143°；小潮期间最大流速为 75cm/s，相应流向为 89°。中潮期间的实测最大流速发生在 V13 站表层，流速为 57cm/s，相应流向为 86°。
- 海流方向：各站各层流速、流向的平面分布与垂向平均的相似。大潮期间，整个海湾的海流方向为红海湾西岸海流西南向流出湾外，整个观测区域呈现逆时针旋转特征。中潮和小潮期间，整个海湾的海流方向为红海湾西岸的海流东北向流向湾内，东岸的海流东南向流向湾外，中部的海流以 ENE 向为主，外侧的海流沿等深线向东，整个海湾呈现顺时针旋转特征。

冬季观测期间：

- 垂线平均流速：大潮期的垂线平均涨潮流和落潮流的平均流速分别在 8～30cm/s 和 4～12cm/s 之间，中潮期的垂线平均涨潮流和落潮流的平均流速分别在 4～23cm/s 和 5～14cm/s 之间，小潮期的垂线平均涨潮流和落潮流的平均流速分别在 3～24cm/s 和 5～20cm/s 之间。
- 实测最大流速：大潮、中潮和小潮期间的实测最大流速均发生在 V13 站，其中，大潮期间最大流速为 60cm/s（0.2H 层），相应流向为 272°，中潮期间最大流速为 41cm/s（0.2H 层），相应流向为 262°，小潮期间最大流速为 52cm/s（底层），相应流向为 263°。

- 海流方向：各站各层流速、流向的平面分布与垂向平均的相似。海湾外部的海流都是沿着等深线从东向西流。大潮期间，海湾内的海流为西岸西南向流向湾外，东岸西北向流向湾内，海湾内的海流呈现逆时针旋转特征。中潮和小潮期间，海湾内的海流为西岸东北向流入湾内，东岸东南向流向湾外，海湾内的海流呈现顺时针旋转特征。

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垂线平均涨落潮平均流速特征值。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 2015 年夏冬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：大潮期各站各层余流流速在 0.6～20.6cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 20.6cm/s，流向为 238.4°，出现在 V6 站表层；中潮期余流流速在 1.2～34.4cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 34.4cm/s，流向为 94.9°，出现在 V13 站表层；小潮期余流流速在 1.8～40.0cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 40.0cm/s，流向为 92.8°，出现在 V9 站表层。
- 余流流向：大潮期间，红海湾西岸的余流方向比较一致，大都沿着岸线指向湾外，以 SW～WSW 方向为主，总体来看，整个观测区域的余流呈现逆时针旋转特征。中潮和小潮期间，红海湾西岸的余流大都沿着岸线指向湾内，以 NE～ENE 方向为主；东岸的余流大都沿着岸线指向湾外，以 E～SE 方向为主；中部和外侧海区测站余流的方向以 NE～SE 为主，整个观测区域的余流呈现顺时针特征。

冬季观测期间：

- 余流流速：大潮期各站各层余流流速在 2.4～23.9cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 23.9cm/s，流向为 261.7°，出现在 V13 站表层；中潮期余流流速在 0.4～15.8cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 15.8cm/s，流向为 262.0°，出现在 V13 站 0.6H 层；小潮期余流流速在 1.0～16.2cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 16.2cm/s，流向为 107.9°，出现在 V12 站 0.6H 层。
- 余流流向：大潮期间，红海湾西岸的余流大都沿着岸线指向湾外，以 SSW～

WSW 方向为主，东岸的余流为沿着岸线指向湾内，中部的余流为 WNW 方向为主，外侧海域的余流为沿着等深线向西，整个海湾湾内的余流呈现逆时针旋转特征；中潮期间，红海湾东岸的余流为沿着岸线指向湾外，红海湾中部的余流以 NW 方向为主，外侧海域的余流为沿着等深线向西，整个观测区域的余流呈现顺时针旋转特征；小潮期间，红海湾西岸的余流大都沿着岸线指向湾内，东岸的余流为沿着岸线指向湾外，中部的余流以 NW～SW 方向为主，外侧海域的余流为沿着等深线向西，整个观测区域的余流呈现顺时针特征。

（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 2015 年夏冬两季全潮海洋水文测验分析结果：

- 温度范围：该海区夏季表层日平均水温在 24.41℃～30.79℃之间，中层日平均水温在 21.68℃～29.03℃之间，底层日平均水温在 21.69℃～27.29℃之间。冬季表层日平均水温在 18.55℃～19.81℃之间，中层日平均水温在 18.56℃～19.73℃之间，底层日平均水温在 18.64℃～19.94℃之间。
- 平面分布：夏季垂线平均水温在平面的分布趋势总体均为湾内高，湾外低，且温差较大，呈北部水温高，南部水温低的态势。冬季垂线平均水温在平面的分布趋势总体均为湾内外水温差距较小，且不同潮次等温线的分布方向略有差别。
- 垂向分布：夏季各站温度大多呈现自表层至底层逐渐降低的情况，冬季各站温度则垂向温差不大。

（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 2015 年夏冬两季全潮海洋水文测验分析结果：

- 盐度范围：该海区夏季表层日平均盐度在 24.44～33.94 之间，中层日平均盐度在 33.50～34.61 之间，底层日平均盐度在 33.63～34.65 之间。冬季表层日平均盐度在 30.91～31.86 之间，中层日平均盐度在 30.93～31.90 之间，底层日平均盐度在 31.07～32.08 之间。
- 平面分布：夏季各潮期各时刻盐度分布的总体趋势为南高北低，从湾外向湾内递减。冬季中潮期和小潮期各时刻盐度分布的总体趋势相近，盐度湾内较高湾外较低，由东南向西北逐渐升高，大潮期各时刻盐度分布的趋势总体为由东向西逐渐升高。
- 垂向分布：夏和冬季各站大多数盐度都是从表层至底层逐渐增加的趋势。

（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。

2015年季全潮水文测验期间，海域悬沙特征为：

- 含沙量：夏季观测海区含沙量变化不大，各站含沙量在 $3.0\times10^{-3}kg/m^3$～$28.2\times10^{-3}kg/m^3$ 之间，平均含沙量在 $6.3\times10^{-3}kg/m^3$～$14.6\times10^{-3}kg/m^3$ 之间。小潮期、中潮期和大潮期的平均含沙量分别在 $8.3\times10^{-3}kg/m^3$～$14.6\times10^{-3}kg/m^3$、$7.0\times10^{-3}kg/m^3$～$13.3\times10^{-3}kg/m^3$ 和 $6.3\times10^{-3}kg/m^3$～$13.4\times10^{-3}kg/m^3$ 之间。冬季观测海区含沙量变化不大，各站含沙量在 $1.8\times10^{-3}kg/m^3$～$38.4\times10^{-3}kg/m^3$

之间，平均含沙量在 $5.8\times10^{-3}kg/m^3$～$13.6\times10^{-3}kg/m^3$ 之间。小潮期、中潮期和大潮期的平均含沙量分别在 $7.9\times10^{-3}kg/m^3$～$12.2\times10^{-3}kg/m^3$、$7.7\times10^{-3}kg/m^3$～$13.6\times10^{-3}kg/m^3$ 和 $5.8\times10^{-3}kg/m^3$～$12.7\times10^{-3}kg/m^3$ 之间。

- 时空分布：总体来说，夏季和冬季多数站位小潮最大，中潮次之，大潮最小。含沙量垂向上基本是由表至底逐渐增大；且近岸浅水站位含沙量较大，离岸越远的深水站位含沙量越小，红海湾中部靠外的区域含沙量相对较小。
- 颗粒级配：夏冬两季的悬沙成分都是以粉砂为主，粘土次之，砂最少。夏季悬沙粒度组成以粉砂为主（平均含量 63.39%）、以粘土为次（平均含量 22.22%），砂最少（平均含量 14.39%），平均粒径多数在 7.81μm～22.10μm 之间；冬季悬沙粒度组成以粉砂为主（平均含量 53.26%），以粘土为次（平均含量 34.17%），砂最少（平均含量 12.57%），平均粒径在 3.24μm～34.92μm 之间。

此外，观测期间，海区表层沉积物分布呈现细粒沉积（粉砂、黏土质粉砂）背景下、斑块状散布混合沉积（粉砂质砂、砂质粉砂）的格局。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质向外海、随水深增大逐渐变细的趋势（砾质砂（含砂质砾）、砂—粉砂质砂—砂质粉砂—粉砂、黏土质粉砂），各类沉积物大体呈与岸线平行的条带状展布。平均粒径在 6.48μm～196.15μm 之间。

（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 $4.762kg/m^3$，台风期间的平均含沙量最大可达 $1.5kg/m^3$，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。

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。

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（$Ⅰ_1$）及大坑口-东头水文地质亚单元（$Ⅰ_3$），该两个水文地质亚单元地表水和地下水都具有独立的补给、迳流、排泄条件，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（Ⅰ2）及东侧的大岭顶—乌山水文地质亚单元（Ⅰ4）之间均存在明显的分水岭，且厂区所处的两个水文地质亚单元之间也存在明显的分水岭，因此水文地质单元之间及亚单元之间无水力联系。厂址区内地表和地下水分水岭基本一致，分水岭岩性主要为低丘陵区的凝灰岩，因此太平岭-沙浦水文地质亚单元（Ⅰ1）及大坑口-东头水文地质亚单元（Ⅰ3）在调查区内均是完整、独立的水文地质体系。

厂址附近范围多为丘陵地带，地下水埋藏较深，水力坡度受地形影响较大，因此地下水基本沿地表分水岭向两侧运移，流速较快，至山脚平缓地带，地下水水力坡度显著减小，部分地下水出露成泉，其余部分进入平原沟谷地带，流速变缓，流向主要与地形倾斜一致，最后汇入沟溪、河流中；在平原地带，由于地下水流速较缓，水位埋深较小，该区蒸发较为强烈，因此部分地下水（潜水）通过蒸发进行排泄。厂区地下水流基本沿地表分水岭向地处运移而最终流入大海。

（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

分布于厂址区西部和东部的浅湾以及 2 号机组东侧冲沟地段。地下水主要赋存于

第四系残坡积砾质粘性土、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，局部呈透镜状分布的砂层中赋存微承压水。

砂砾层、中粗砂层、细砂层和粘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^3/d，厂区钻孔揭露含水层厚 0.5~10.7m，富水性弱~中等，含水量贫乏~中等。

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—晚侏罗世世热水洞组的流纹质凝灰岩、流纹质熔结凝灰岩及流纹质熔结角砾凝灰岩裂隙中，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。构造破碎带和节理密集带构成良好的导水通道，透水性较好，有较充足的赋水空间；局部完整的熔结凝灰岩岩体中裂隙不发育~一般发育，裂隙连通性很差，地下水没有导水通道，基本不透水。较完整的熔结凝灰岩岩体中裂隙一般发育～发育，其透水性受张开度及连通程度影响，现场压水试验成果显示，透水率大小与张开/微张开的节理面数量无明显相关性，说明节理面的连通程度对透水率影响更大。场地内微风化熔结凝灰岩的透水率在 1.06~4.38Lu 之间，属弱透水层。由于岩体透水性的差异较大，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较破碎岩体，微风化熔结凝灰岩属较完整岩体，属坚硬岩，一期工程核岛区基底位于微风化熔结凝灰岩上。由于中等风化基岩较薄、岩体较破碎无法进行压水试验，因此可研阶段岩土工程勘察仅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 1.06~4.38Lu，渗透系数为 1.26×10^{-5}~5.8×10^{-5}cm/s，

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 7.9~18.6%，微风化熔结凝灰岩的孔隙度为 0.5~2.2%。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 1.07E-04 cm/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 1425~2399mm，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；平原区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，尚有凝结水的补给。

②地下水迳流、排泄

厂址区多为丘陵地带，地下水埋藏较深，水力坡度受地形影响较大，因此地下水基本沿地表分水岭向两侧运移，流速较快，至山脚平缓地带，地下水水力坡度显著减小，部分地下水出露成泉，其余部分进入平原沟谷地带，流速变缓，流向主要与地形倾斜一致，最后汇入沟溪、河流中排泄入海；在平原地带，由于地下水流速较缓，水位埋深较小，该区蒸发较为强烈，因此部分地下水（潜水）通过蒸发进行排泄，部分通过渗流排泄入海。

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。图 2.5-13 给出了厂址半径 5km 范围内的水井分布情况，表 2.5-9 给出了相应序号水井的基本情况。其中距厂址最近 5 口民井的相关数据见表 2.5-10。

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四季典型全潮观测分析报告，国家海洋局第一海洋研究所，2016 年 5 月。

表 2.5-1　厂址半径 15km 范围内主要河流概况

河名	发源地	河口地名	河道长度（km）	河道平均比降（‰）	集雨面积（km^2）	方位、距离（km）
吉隆河	虎头石西南麓	斗文头	22	3.0	116	NNW、9.5
田洋河	百坑山北麓	田洋村	11	2.6	37.5	WNW、15
溪美河	计娘山西麓	方屋村	9	11.6	18.8	WNW、13.5
黄坑河	大窝顶北麓	油麻地	9	14.5	24.5	WNW、12
六乡河	轿岭东麓	张家界	14.5	13.6	24.1	WSW、11
洞上河	轿岭东麓	花龙仕	7.1	32.8	23.0	WSW、7.5
东头河	石翁山南麓	红海湾	3.1	42.2	7.9	N、5

表 2.5-2　厂址半径 15km 范围内水库特性表

水库名称	位置	规模	集雨面积（km^2）	总库容（万 m^3）	兴利库容（万 m^3）	功能	方位、距离（km）
黄坑水库	铁涌镇	中	16	1110	640	灌溉、供水	W、11-13
牛牧坑水库	铁涌镇	小（1）	4.5	344	234	供水、灌溉	W、13.5
寨内水库	平海镇	小（1）	4.6	246	179	供水	WSW、10
东坑水库	平海镇	小（1）	2.2	112	81	灌溉	WSW、13
江山水库	吉隆镇	小（1）	6	323	196	供水、灌溉	NW、14
石瓮水库	黄埠镇	小（1）	2	162	120	供水	N、4.2
康竹坑水库	黄埠镇	小（1）	3.3	110	40	灌溉	N、6.5
苦竹坑水库	黄埠盐洲	小（1）	4.4	135	55	供水	W、4
小漠水库	小漠镇	小（1）	—	200	118	供水、灌溉	NNE、10

表 2.5-3　厂址附近海域测站的观测项目

	测站	测验项目
海洋站	汕尾站	潮位
	遮浪站	波浪、水温、盐度
厂址站	W1	波高、波向、波周期
	Z1	潮位、水温、盐度、含沙量
	Z2	含沙量
	Z3	水温

表2.5-4　夏冬两季全潮海洋水文观测时间

潮流		时间
夏季	大潮	2015.07.16 09:00～07.17 11:00
	中潮	2015.07.27 12:00～07.28 14:00
	小潮	2015.07.23 11:00～07.24 13:00
冬季	大潮	2015.12.26 13:00～12.27 15:00
	中潮	2015.12.30 14:00～12.31 16:00
	小潮	2016.01.02 08:00～01.03 10:00

表 2.5-5（1/2）　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

单位：流速（cm/s）流向（°）

(1/2)　夏季

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	11	220	5	179	4	3	5	24	13	56	17	58
V2	14	234	14	210	11	38	15	59	13	52	16	59
V3	16	246	10	219	11	41	15	56	13	52	16	59
V4	11	259	7	216	11	52	12	63	14	50	17	59
V5	12	235	10	215	4	344	6	60	5	155	5	94
V6	16	245	9	238	10	52	12	61	13	57	16	59
V7	10	208	11	95	17	32	22	38	22	36	29	43
V8	16	247	11	175	20	46	22	54	21	46	28	53
V9	9	312	12	76	13	71	16	76	24	76	29	84
V10	13	252	10	229	6	54	8	69	8	63	6	68
V11	7	335	17	106	13	75	22	91	25	77	27	83
V12	9	336	11	117	8	85	18	111	21	97	30	103
V13	13	287	13	86	18	93	29	103	21	98	31	105

表 2.5-5（2/2）　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

单位：流速（cm/s）流向（°）

(2/2)　冬季

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	8	222	7	199	5	230	5	123	3	203	7	51
V2	11	241	6	228	8	314	6	152	7	55	12	53
V3	14	249	6	231	4	345	6	83	6	63	14	63
V4	12	243	8	214	4	6	5	80	3	5	8	57
V5	10	229	6	11	7	31	7	66	6	53	11	42
V6	16	220	9	207	8	322	6	132	4	39	10	56
V7	21	234	12	190	16	251	10	212	16	250	10	300
V8	16	238	11	240	12	265	9	280	12	253	8	6
V9	14	295	5	102	11	302	6	293	11	281	5	40
V10	9	262	4	177	5	39	7	78	3	19	12	78
V11	21	286	7	248	17	277	9	244	20	277	8	299
V12	16	320	11	112	5	296	14	120	9	102	20	111
V13	30	272	11	230	23	265	11	224	24	259	17	145

表 2.5-6（1/2） 厂址附近海域各站的余流流速和流向

单位：流速（cm/s）、流向（°）

（1/2）夏季

站号	层次	大潮		中潮		小潮		站号	层次	大潮		中潮		小潮		站号	层次	大潮		中潮		小潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向			流速	流向	流速	流向	流速	流向			流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1#	表层	18.3	206.4	1.2	37.0	16.3	70.7	V6#	表层	20.6	238.4	7.2	56.3	15.2	69.9	V10#	表层	15.2	247.0	1.6	136.9	1.8	139.0
	0.6H	1.2	153.1	6.9	26.1	12.1	53.7		0.6H	9.6	245.6	14.0	54.9	12.3	54.1		0.6H	10.0	243.3	8.4	69.9	8.7	69.2
	底层	1.4	86.4	7.8	354.2	13.4	48.4		底层	2.0	339.0	13.9	42.0	14.5	50.7		底层	7.7	245.3	7.5	59.3	7.9	58.3
V2#	表层	16.1	230.3	14.7	52.6	14.2	71.8	V7#	表层	8.6	129.2	20.0	42.3	36.6	62.1	V11#	表层	10.8	102.8	19.7	89.2	37.8	92.7
	0.6H	12.5	218.3	12.2	54.6	11.9	54.8		0.6H	5.4	134.3	20.4	30.1	27.2	28.3		0.6H	10.5	88.4	17.6	81.3	27.6	71.8
	底层	5.1	197.3	8.4	37.1	13.3	49.3		底层	1.7	247.2	16.6	19.3	19.9	24.0		底层	2.8	105.7	13.4	72.0	18.4	65.4
V3#	表层	17.0	231.7	6.9	47.6	15.4	70.4	V8#	表层	13.5	227.3	23.7	53.7	34.1	71.4	V12#	表层	6.1	43.7	7.0	107.1	25.6	105.7
	0.6H	10.9	246.0	13.6	59.4	12.3	56.7		0.6H	5.4	203.0	20.3	45.5	26.2	37.5		0.6H	3.5	56.2	13.2	110.6	27.1	99.5
	底层	3.6	233.7	11.5	39.3	13.8	51.5		底层	2.6	71.9	18.2	37.8	20.8	34.4		底层	5.4	303.3	12.9	90.2	23.8	90.4
V4#	表层	11.1	245.7	12.1	53.5	20.3	48.1	V9#	表层	8.4	12.3	20.0	74.8	40.0	92.8	V13#	表层	1.6	45.2	34.4	94.9	24.9	102.0
	0.6H	4.8	236.7	10.5	53.6	15.0	51.7		0.6H	3.6	326.7	15.8	70.2	26.6	70.6		0.6H	4.1	320.3	21.5	106.6	27.1	99.1
	底层	0.6	269.8	7.6	48.7	10.8	44.9		底层	2.1	121.2	13.0	60.2	18.2	66.5		底层	4.7	316.6	19.3	87.4	23.5	92.1
V5#	表层	12.4	208.8	1.6	257.0	9.8	194.7																
	0.6H	9.3	226.0	4.4	58.4	6.1	74.3																
	底层	8.1	229.7	6.2	40.4	7.6	48.3																

表 2.5-6（2/2） 厂址附近海域各站的余流流速和流向

单位：流速（cm/s）、流向（°）

（2/2）冬季

站号	层次	大潮		中潮		小潮		站号	层次	大潮		中潮		小潮		站号	层次	大潮		中潮		小潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向			流速	流向	流速	流向	流速	流向			流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1#	表层	7.3	230.2	3.3	303.4	5.6	8.2	V6#	表层	15.4	210.4	1.3	251.0	8.1	30.3	V10#	表层	5.5	249.9	5.7	34.3	6.4	64.9
	0.6H	5.6	204.0	1.0	181.6	2.9	97.5		0.6H	12.5	209.5	0.9	61.2	5.4	71.2		0.6H	4.6	251.2	5.5	62.5	8.6	66.1
	底层	5.7	191.0	5.6	140.5	1.0	136.4		底层	8.0	202.3	1.9	169.3	5.3	60.7		底层	3.7	273.1	2.8	71.4	5.7	75.8
V2#	表层	10.0	229.1	1.2	249.3	8.6	56.8	V7#	表层	16.3	229.7	13.7	264.8	7.7	272.8	V11#	表层	14.3	257.1	15.5	262.7	14.4	269.3
	0.6H	8.3	235.7	0.4	70.1	8.4	55.8		0.6H	16.5	229.6	10.2	245.5	7.8	265.4		0.6H	14.2	290.3	12.0	272.9	11.5	282.5
	底层	4.4	243.5	1.4	177.6	4.4	52.2		底层	12.1	204.9	14.9	202.2	10.0	229.9		底层	9.7	255.4	7.3	242.8	8.9	298.2
V3#	表层	13.6	235.4	1.3	349.3	11.0	50.7	V8#	表层	14.0	240.7	14.6	287.4	4.9	300.9	V12#	表层	8.1	342.2	2.8	124.6	13.7	93.4
	0.6H	9.6	253.2	3.2	83.8	10.9	67.2		0.6H	10.7	233.0	7.8	277.7	3.4	276.3		0.6H	4.6	1.5	5.3	120.6	16.2	107.9
	底层	6.5	255.1	4.1	102.7	7.6	71.3		底层	7.1	226.8	10.3	237.6	7.3	241.1		底层	2.4	278.2	5.8	130.1	12.3	151.4
V4#	表层	14.8	252.2	6.7	6.5	8.5	46.2	V9#	表层	10.4	307.4	7.8	289.4	8.5	329.0	V13#	表层	23.9	261.7	15.2	258.7	15.1	245.3
	0.6H	8.9	228.7	1.9	96.7	3.6	58.8		0.6H	8.1	288.5	5.8	301.6	3.7	305.4		0.6H	20.1	266.5	15.8	262.0	12.0	236.9
	底层	6.4	198.9	2.6	153.1	1.4	0.7		底层	7.5	270.9	3.6	316.4	8.5	235.0		底层	7.1	263.9	11.6	258.4	11.2	214.7
V5#	表层	6.1	215.6	2.7	67.7	9.4	38.2																
	0.6H	3.3	228.6	5.5	42.2	9.5	44.2																
	底层	2.8	272.0	5.6	39.6	7.2	43.3																

表 2.5-7　水温统计值

单位：℃

（1）周年观测期间工程附近海域表层水温月均值

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
遮浪站	15.0	14.5	16.7	20.5	24.6	27.8	26.5	28.8	28.3	26.1	21.4	19.0	22.5
厂址站	15.5	15.7	17.6	21.3	25.4	27.9	26.4	29.2	28.2	26.7	22.3	19.7	23.0

（2）遮浪站多年表层水温月均值（1960-2011 年）

月	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**年平均**
多年	16.2	15.7	17.2	20.5	24.6	26.9	27.5	27.6	27.7	25.6	22.1	18.4	22.5

表 2.5-8　盐度统计值

单位：‰

（1）周年观测期间厂址附近海域表层盐度月均值

月份	2010 年					2011 年							周年
	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	
最大盐度	34.43	33.33	33.41	33.06	32.91	32.77	31.63	33.49	34.05	34.10	34.02	34.25	34.43
最小盐度	29.19	24.75	29.53	31.38	31.67	31.60	31.36	31.35	33.46	31.28	27.82	25.73	24.75
平均盐度	31.36	29.99	31.32	32.15	32.41	32.42	31.48	32.75	33.84	33.38	32.04	31.76	32.08

（2）遮浪站多年表层盐度月均值（1963-2011 年）

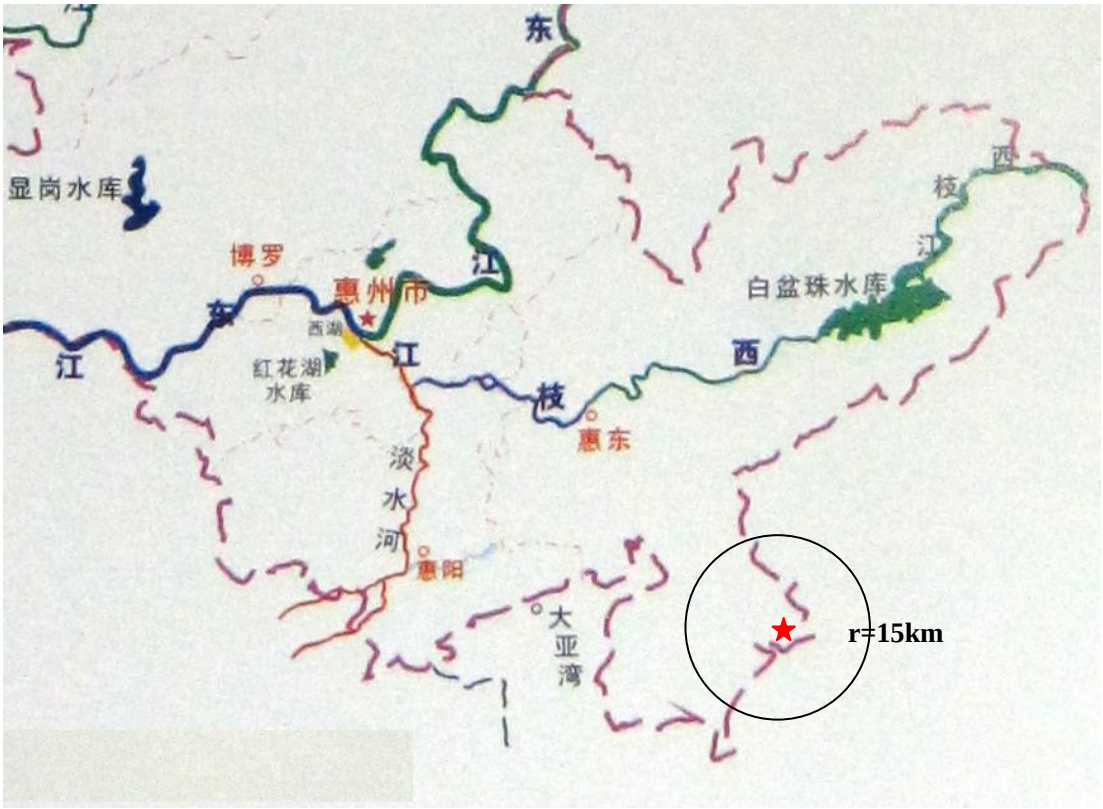
月	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**年平均**
多年	32.2	32.3	32.9	33.3	33.3	32.0	31.8	32.0	32.4	32.9	32.8	32.2	32.2

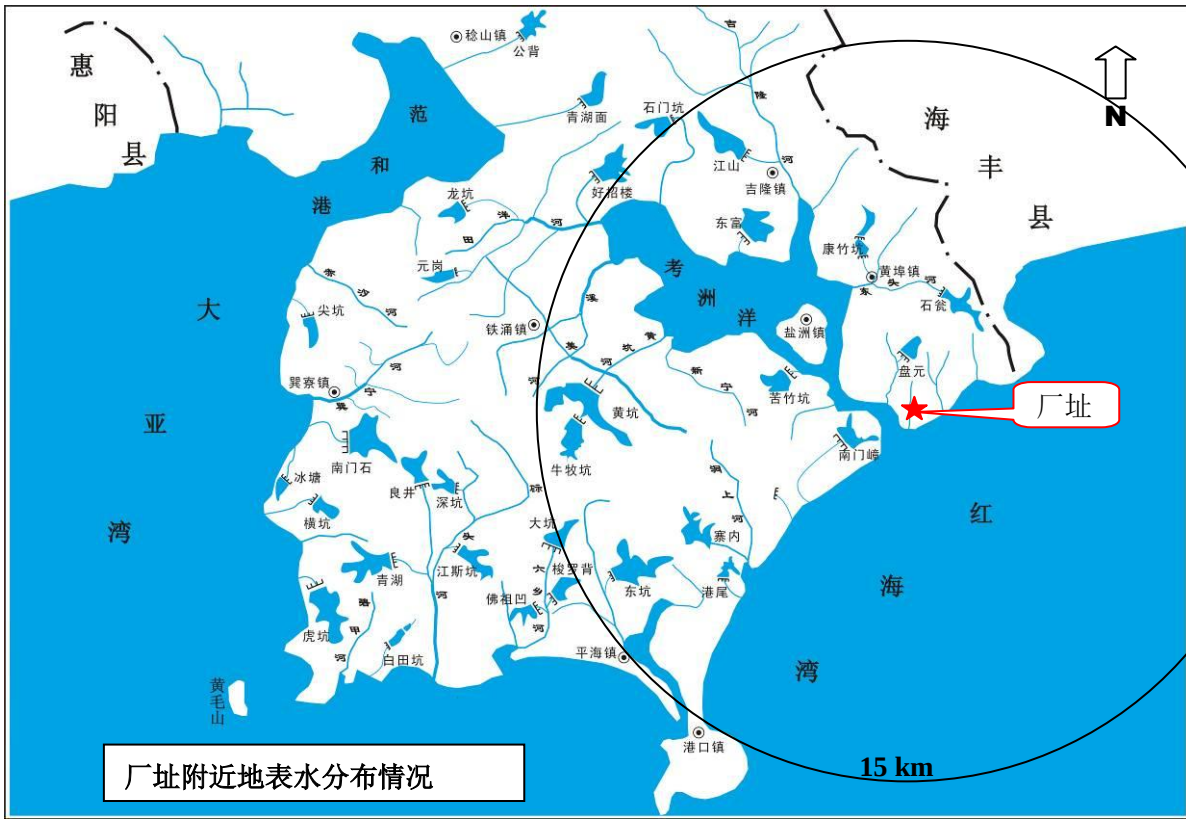
表 2.5-9　厂址半径 5km 范围内的水井基本情况

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
方位	ENE	NNE	NNW	NNW	N	NW	NW	NNW
距离（km）	2.8	1.5	1.9	1.3	0　6	1.7	3.2	3.9
水位（m）	7.5	4.34	2.03	.43	2.45	0.93	0.74	0.46
序号	9	10	11	12	13	14	15	16
方位	NW	NW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW
距离（km）	4.1	4.7	4.8	4.9	4.	4.9	4.8	4.8
水位（m）	2.09	3.30	3.78	4.58	1.97	0.93	0.85	0.79

表 2.5-10　距厂址最近 5 口民井的基本情况

民井编号	位置	井径（m）	井深（m）	水深（m）	水位标高（m）
MJ103	大洲水产收购站	1.53	3.85	3.35	1.45
MJ101	烟墩岭西侧 250m	1.00	1.70	0.90	11.90
MJ304	龙仔尾村	1.18	3.93	2.45	2.65
MJ303	沙浦村东南侧	1.28	4.08	2.43	2.47
MJ302	沙浦村北侧	1.35	2.84	2.03	3.16

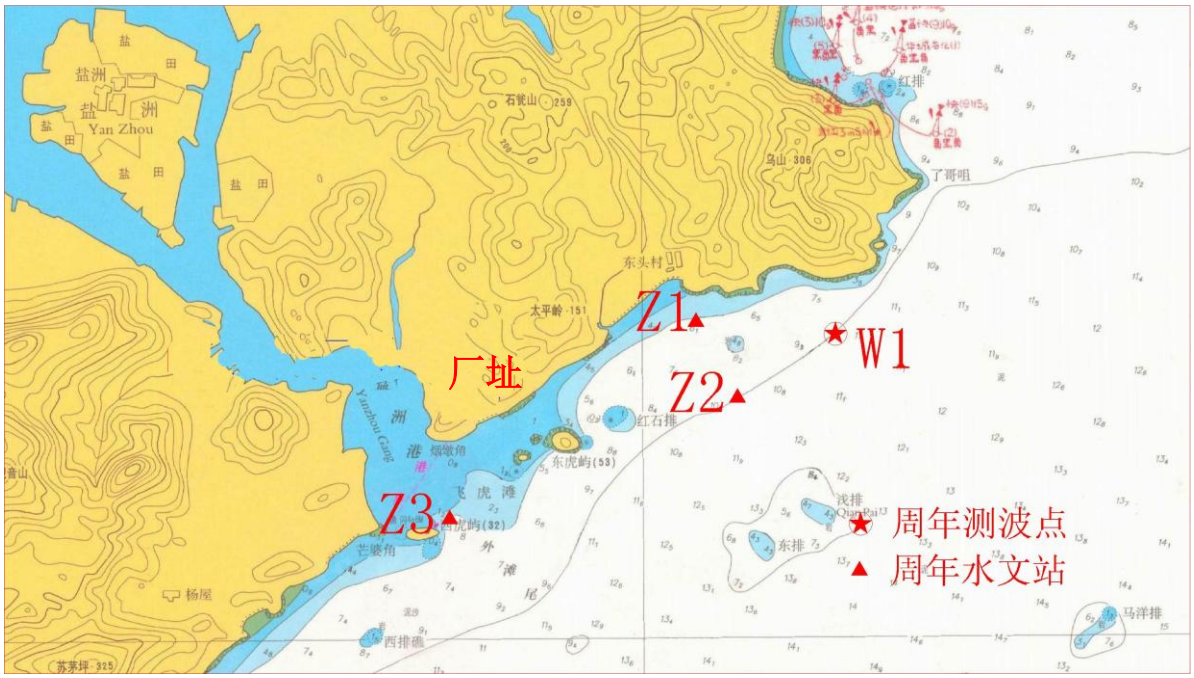




中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址附近地表水系分布概况图		
图 2.5-1	版次：	A

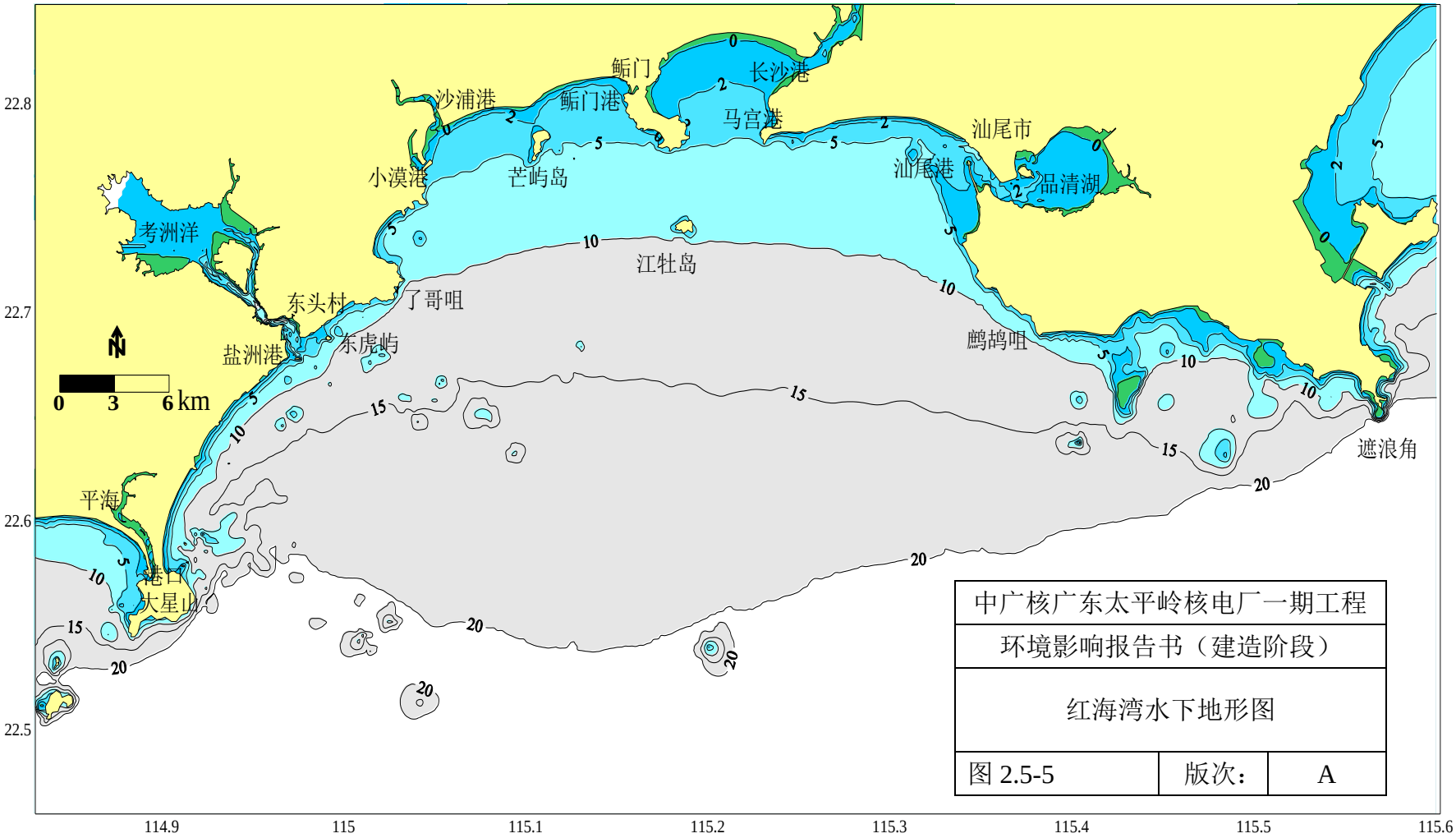


（a） 各海洋站地理位置示意图

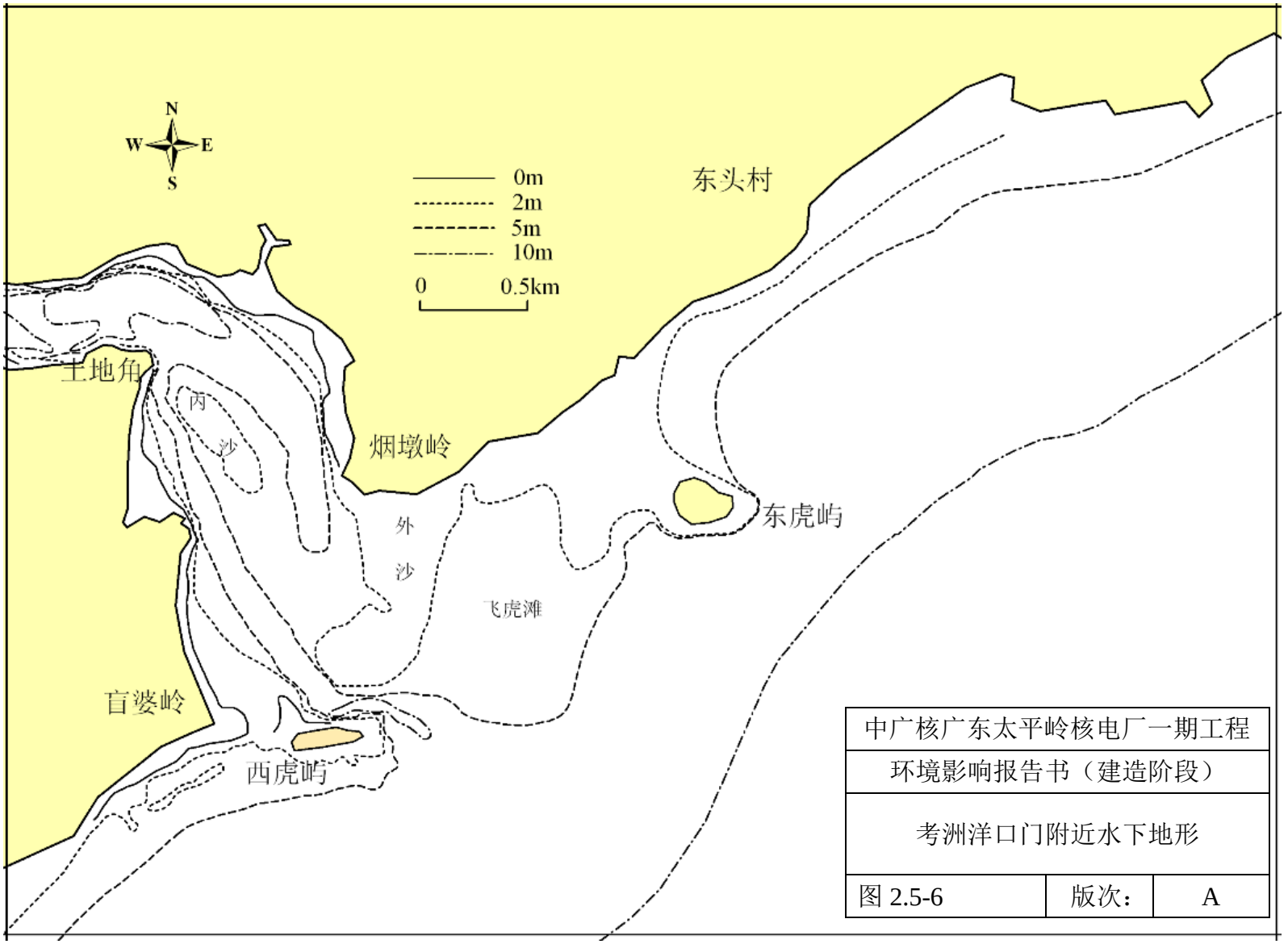


（b）厂址专用水文站测点示意图

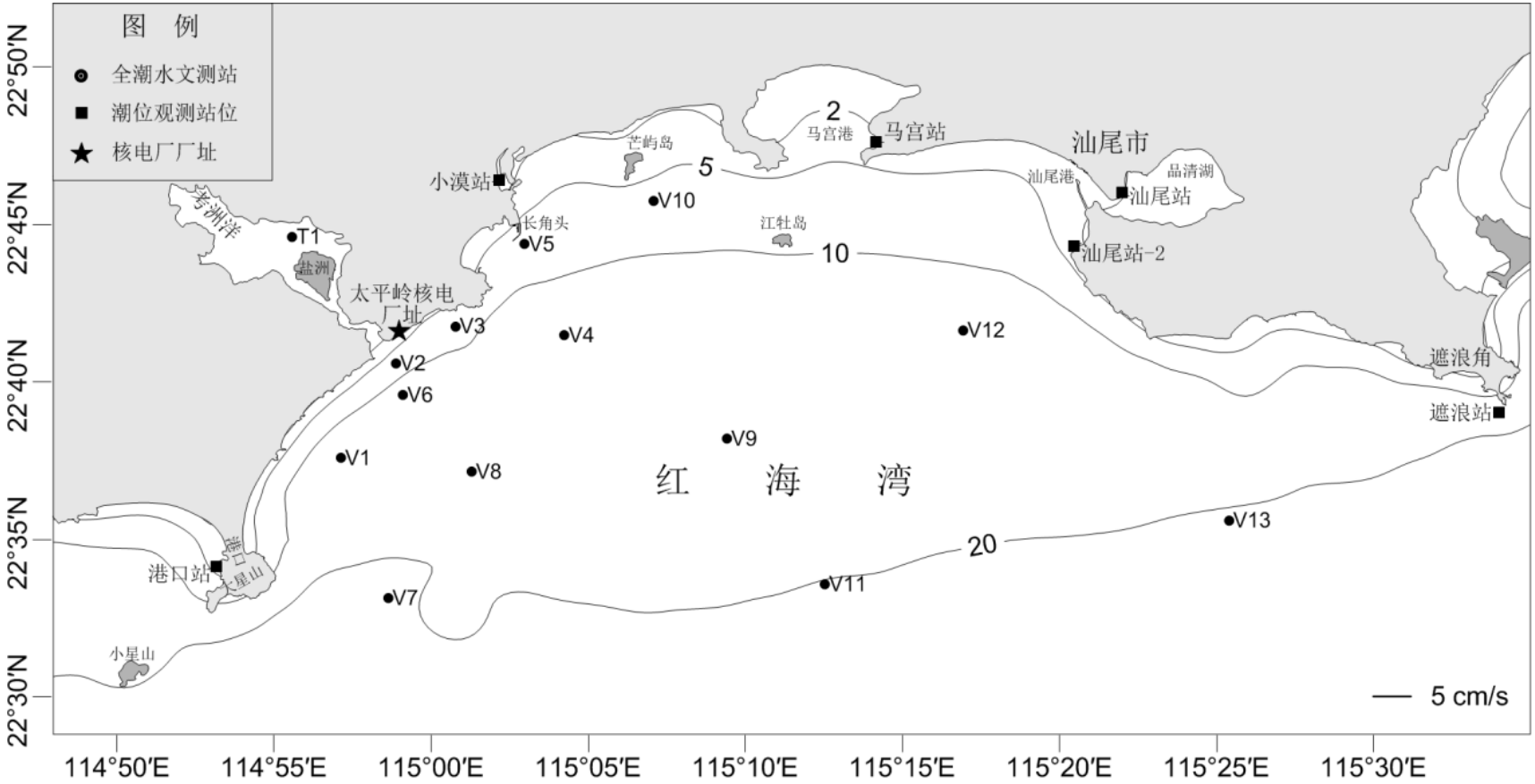
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址海域测站位置示意图		
图 2.5-4	版次：	A



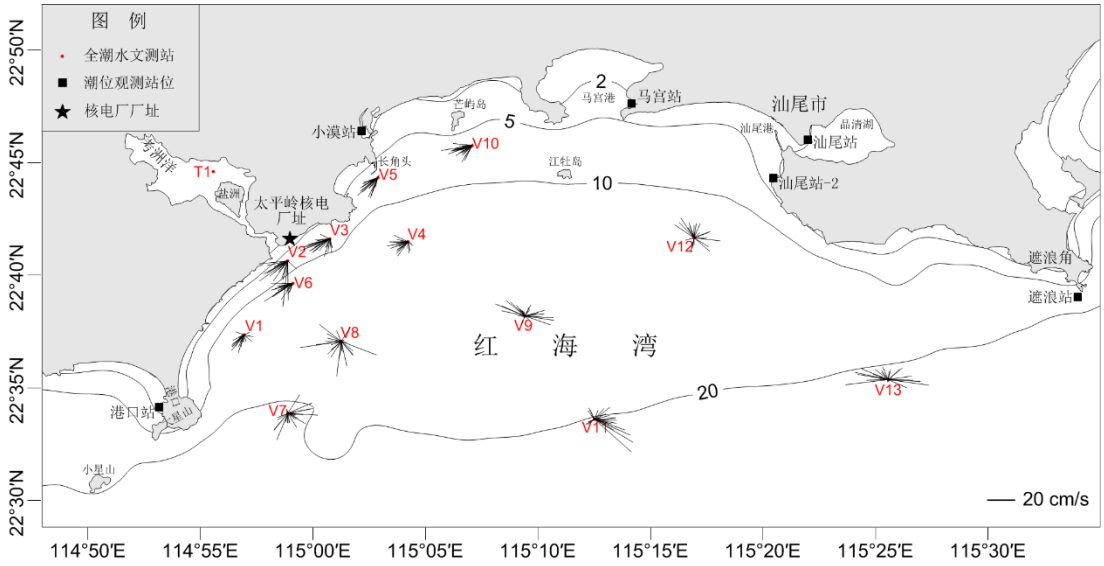
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
红海湾水下地形图		
图 2.5-5	版次：	A



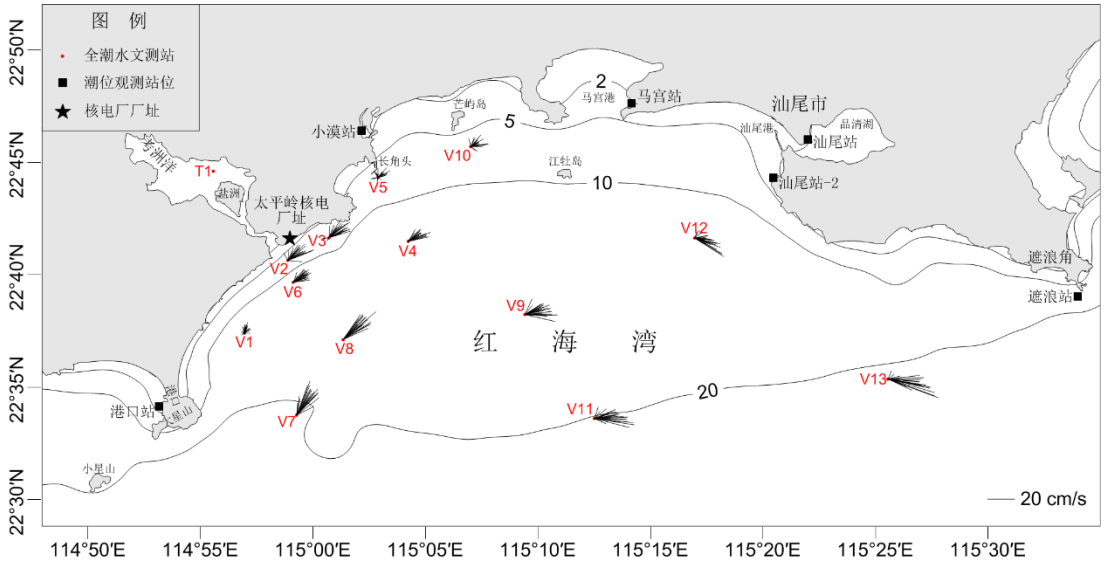
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
考洲洋口门附近水下地形		
图 2.5-6	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
全潮海洋水文观测站点位置图		
图 2.5-7	版次：	A

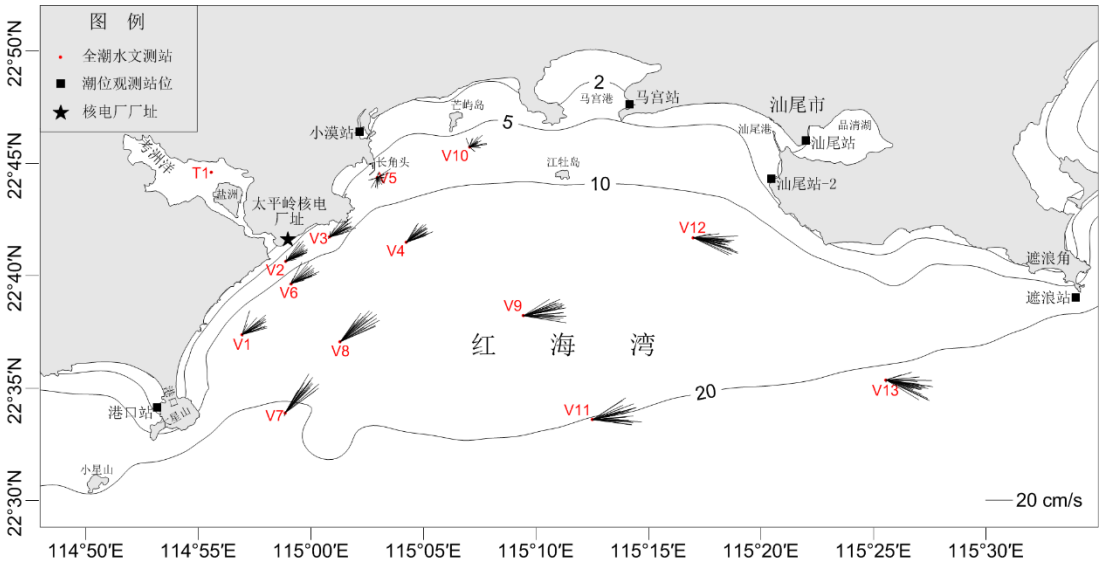


夏季大潮

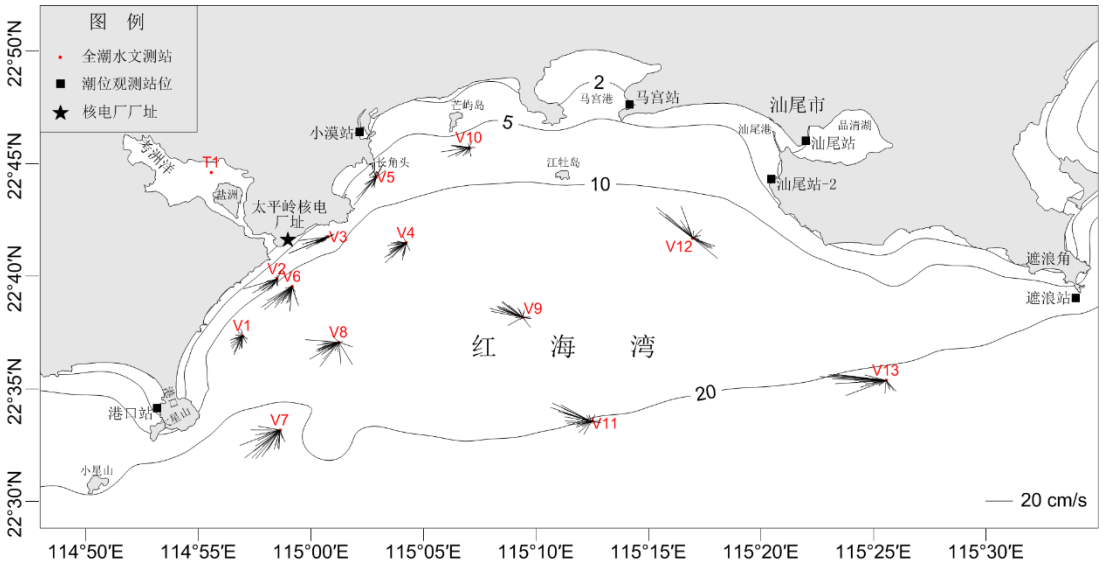


夏季中潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
全潮垂线平均海流矢量图		
图 2.5-8（1/6）	版次：	A

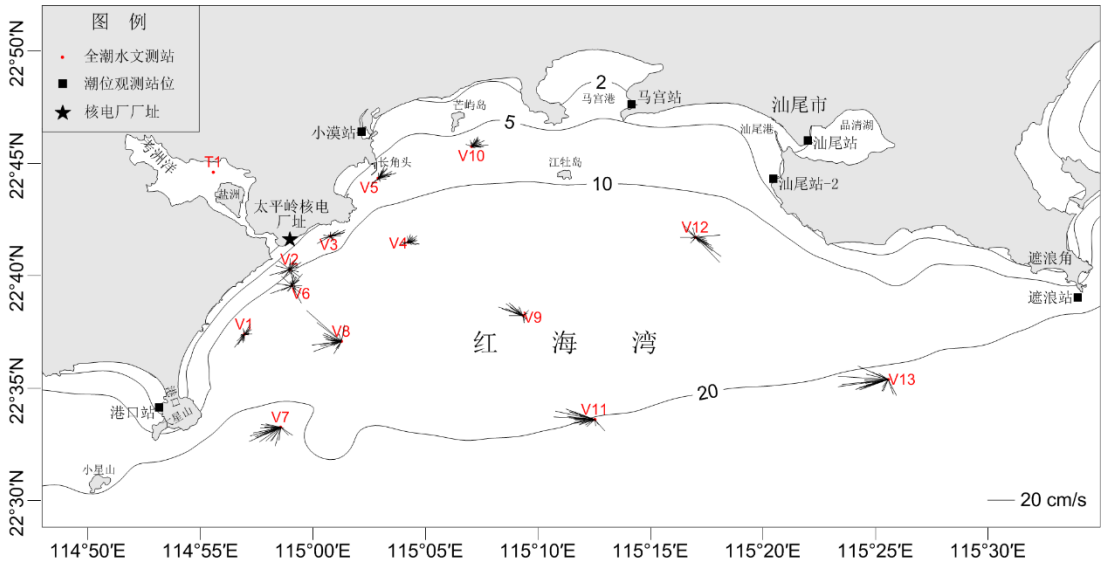


夏季小潮

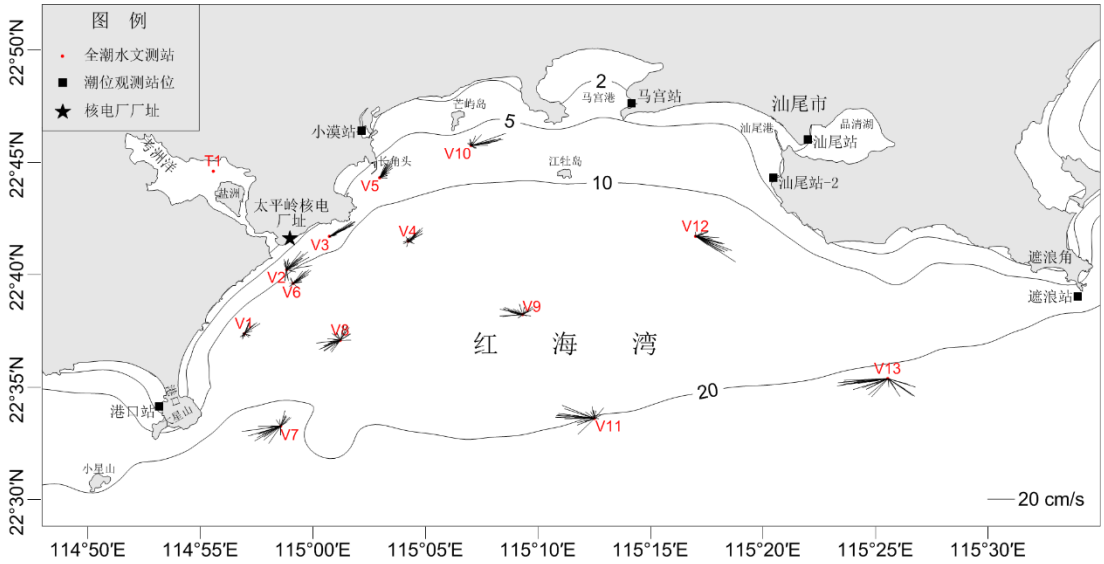


冬季大潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
全潮垂线平均海流矢量图		
图 2.5-8（2/6）	版次：	A

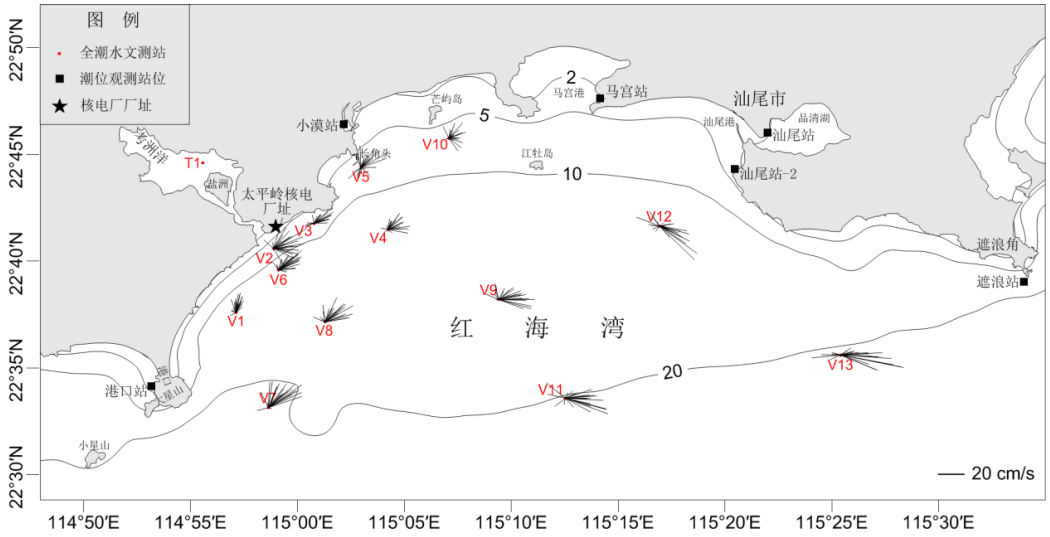


冬季中潮

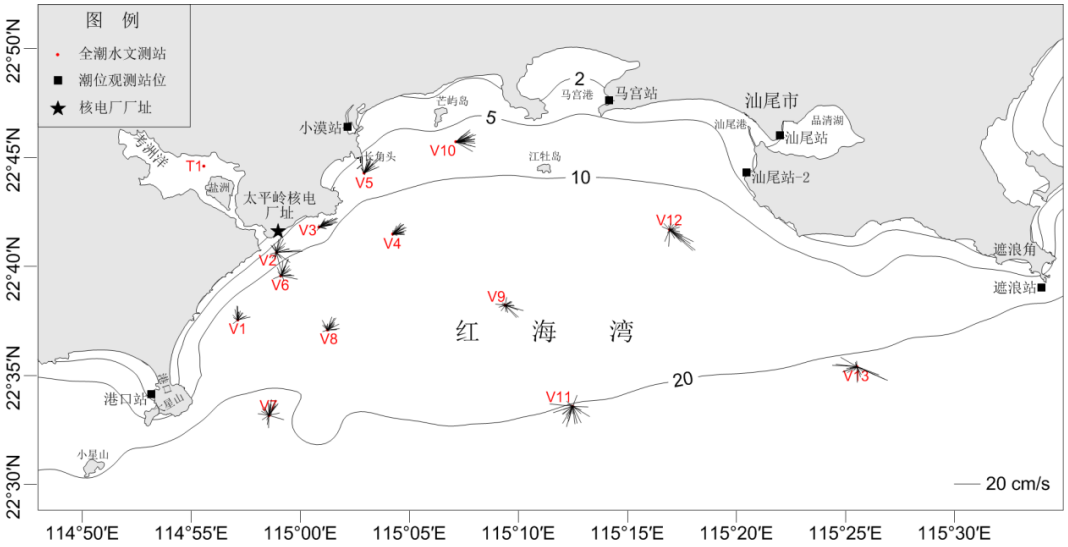


冬季小潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
全潮垂线平均海流矢量图		
图 2.5-8（3/6）	版次：	A

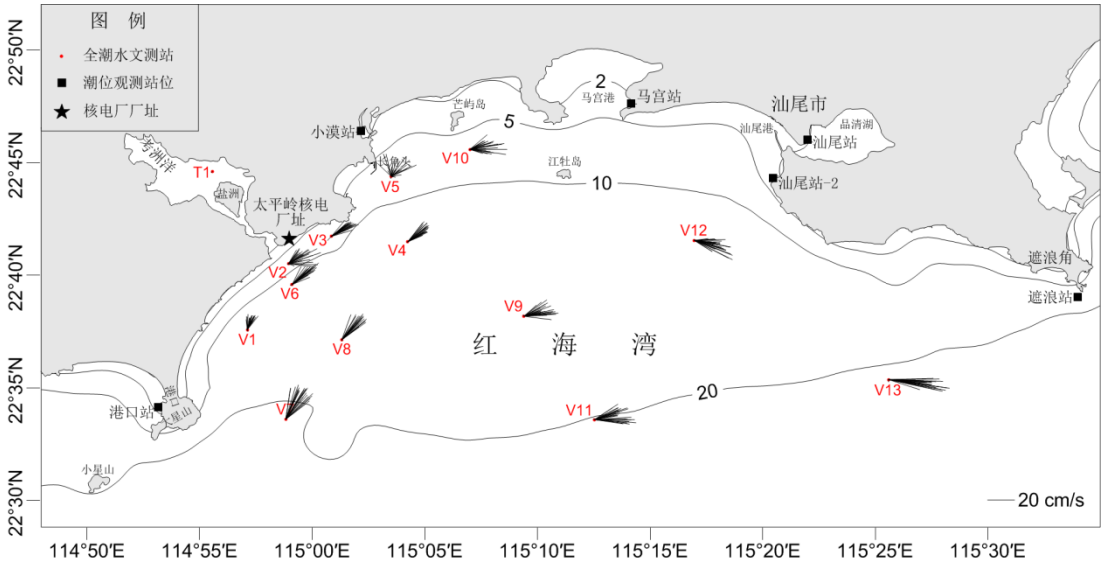


春季大潮

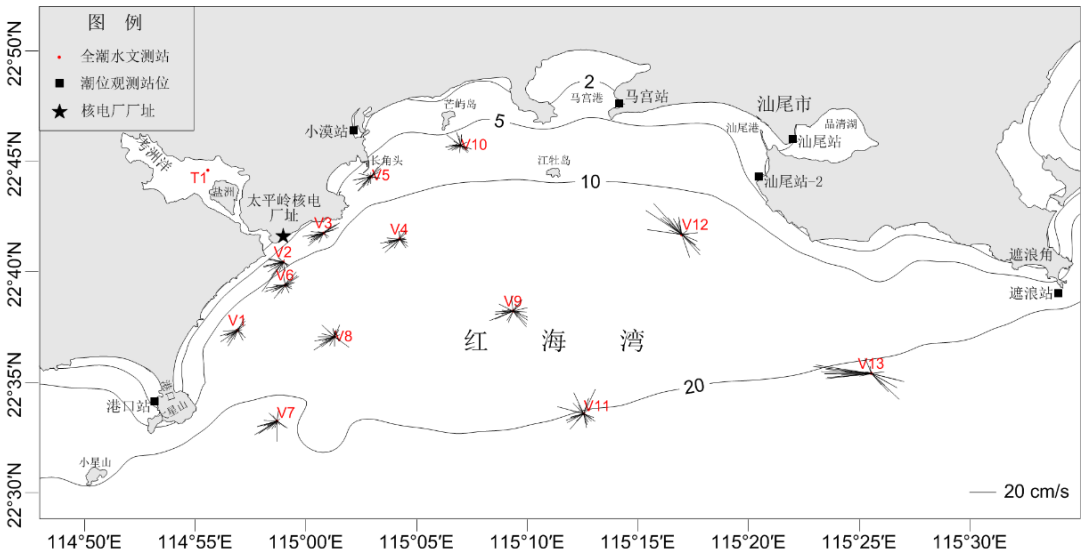


春季中潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
全潮垂线平均海流矢量图		
图 2.5-8（4/6）	版次：	A

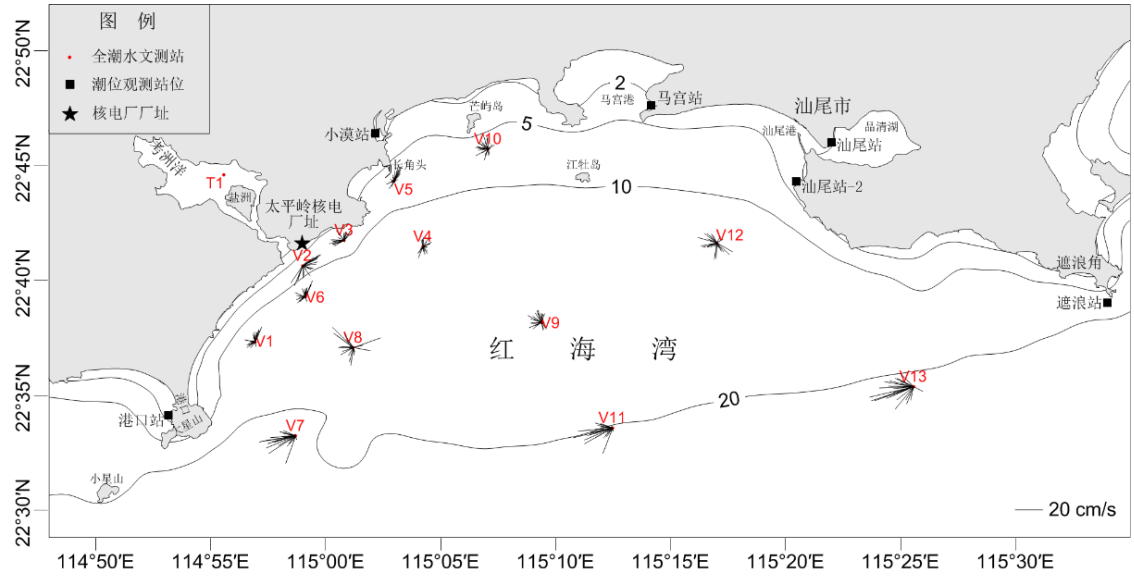


春季小潮

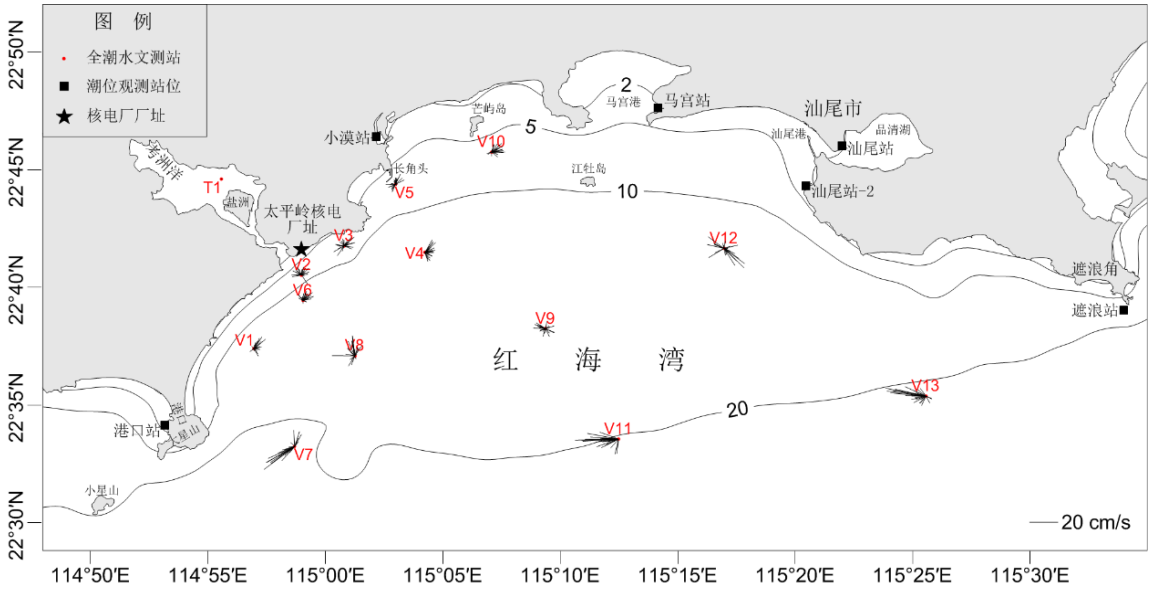


秋季大潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
全潮垂线平均海流矢量图		
图 2.5-8（5/6）	版次：	A

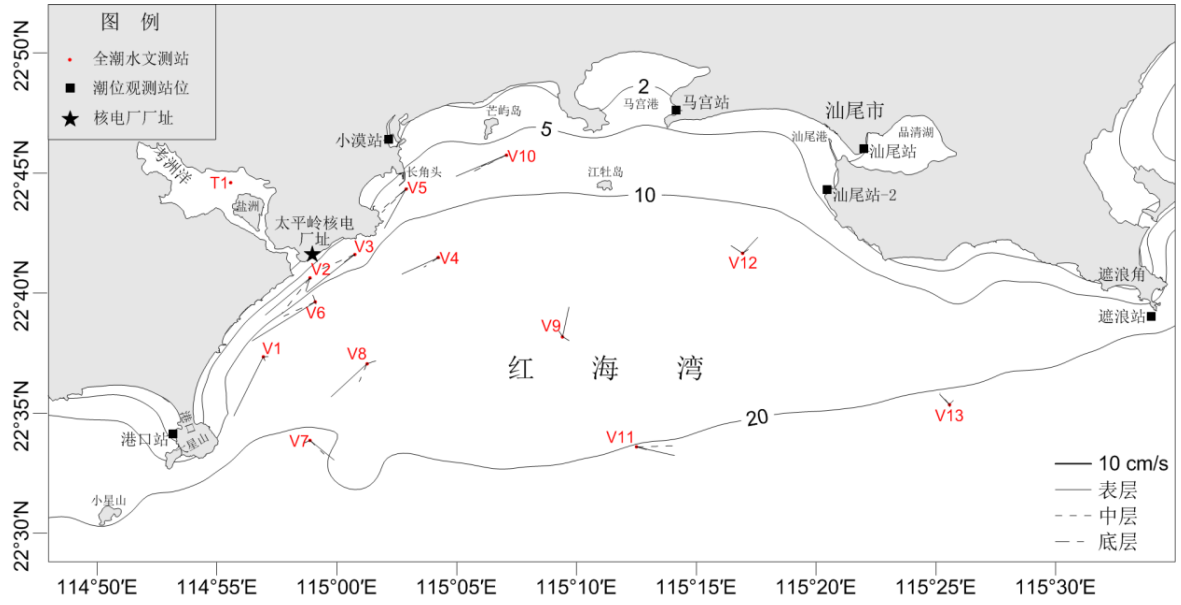


秋季中潮

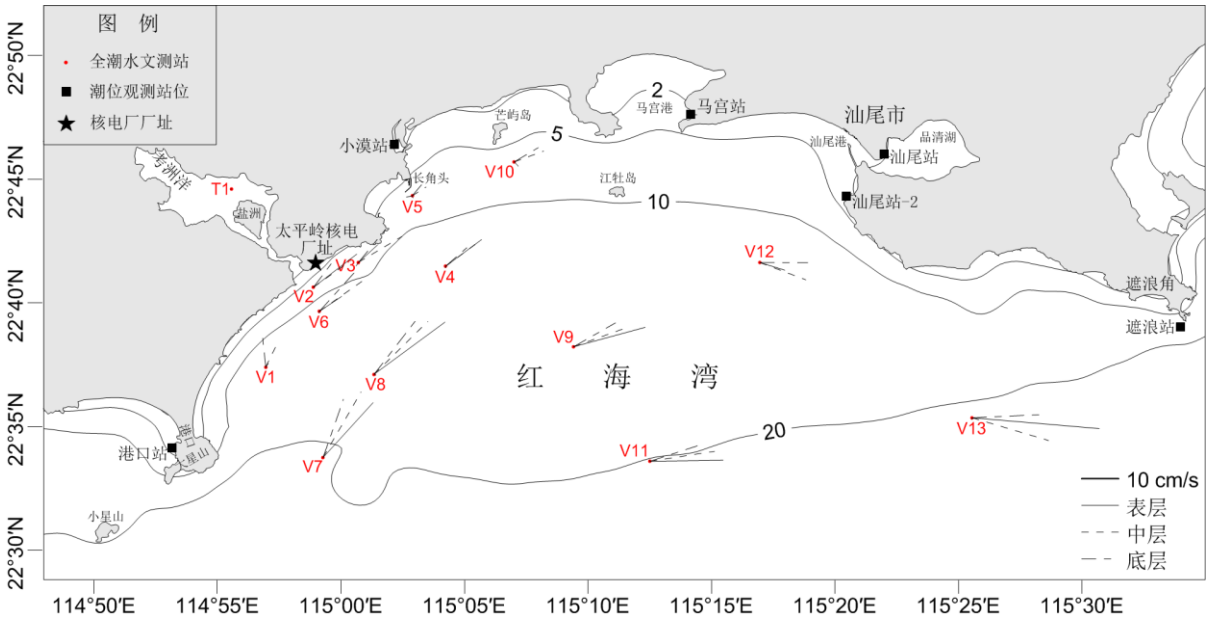


秋季小潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
全潮垂线平均海流矢量图		
图 2.5-8（6/6）	版次：	A

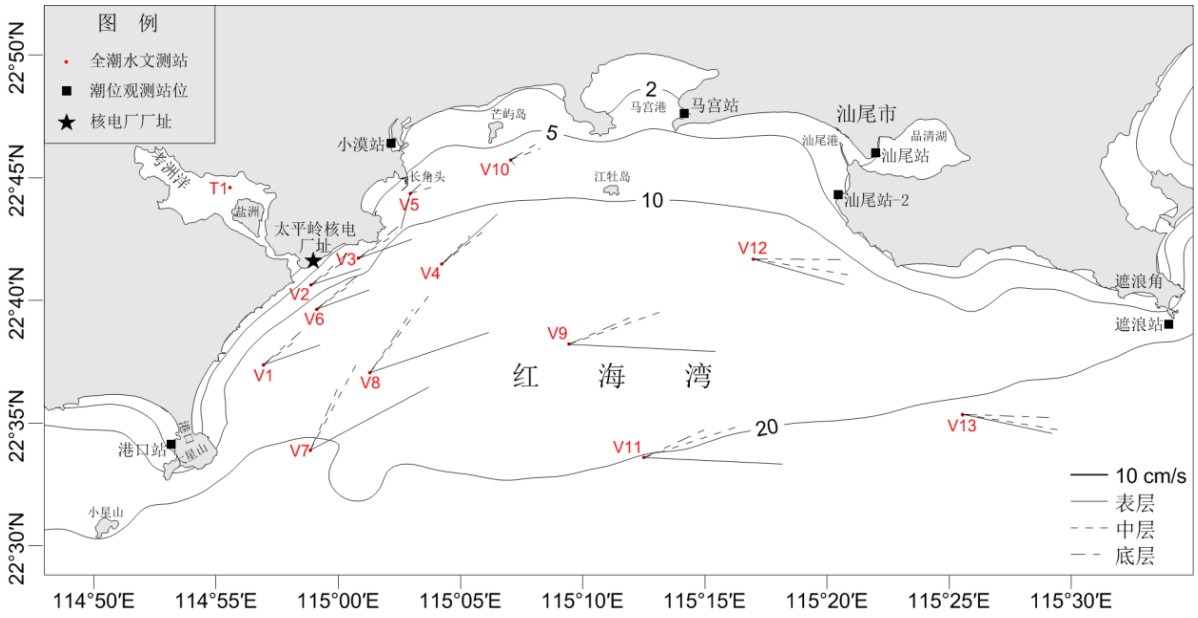


夏季大潮

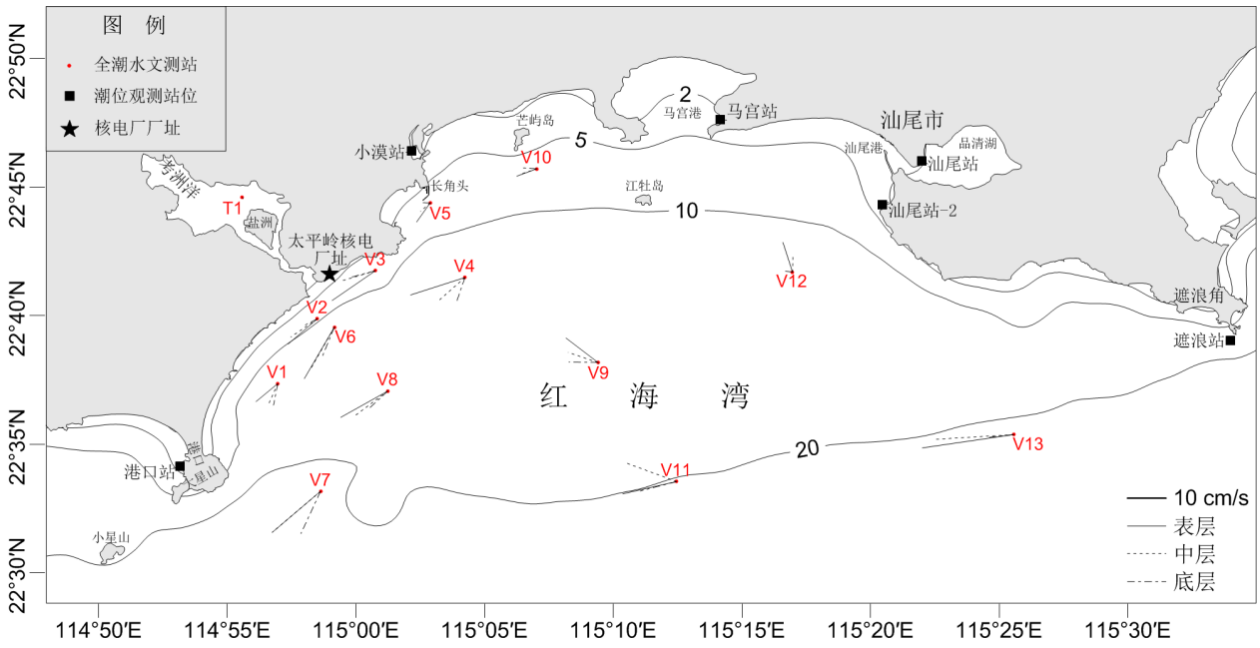


夏季中潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
余流矢量图		
图 2.5-9（1/6）	版次：	A

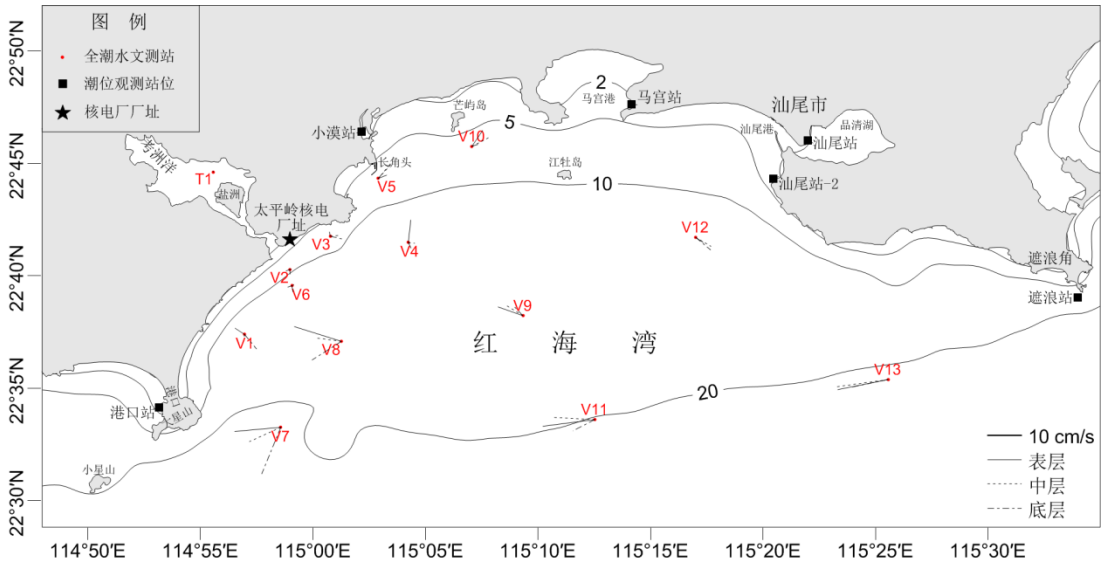


夏季小潮

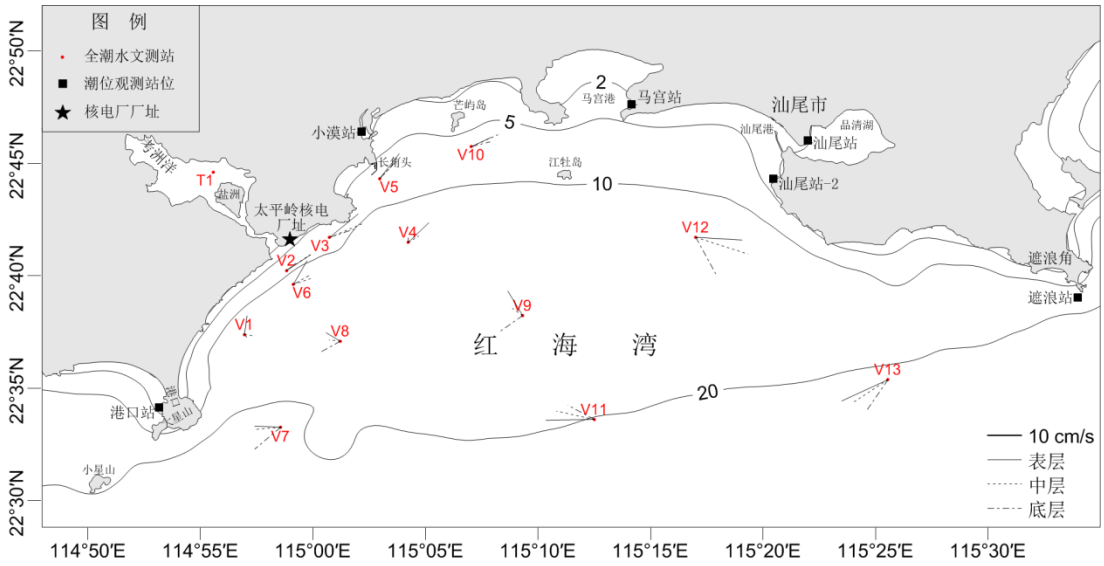


冬季大潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
余流矢量图		
图 2.5-9（2/6）	版次：	A

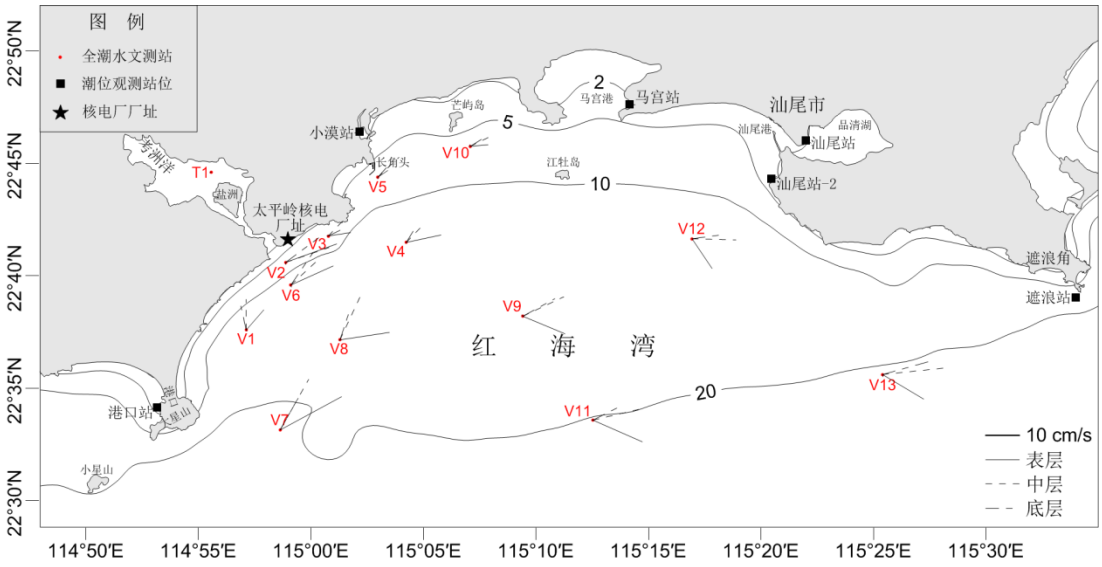


冬季中潮

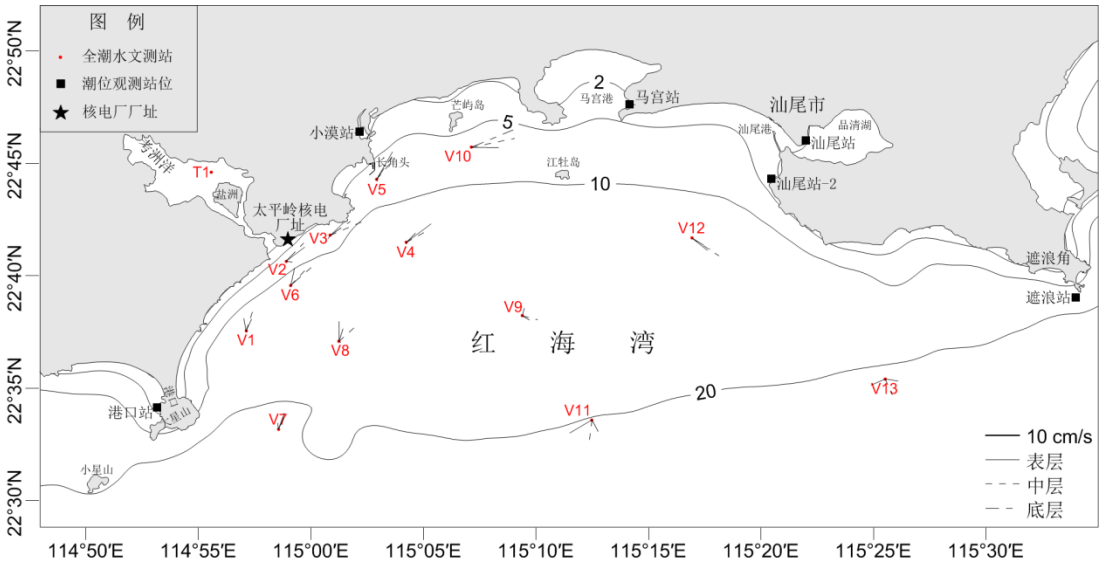


冬季小潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
余流矢量图		
图 2.5-9（3/6）	版次：	A

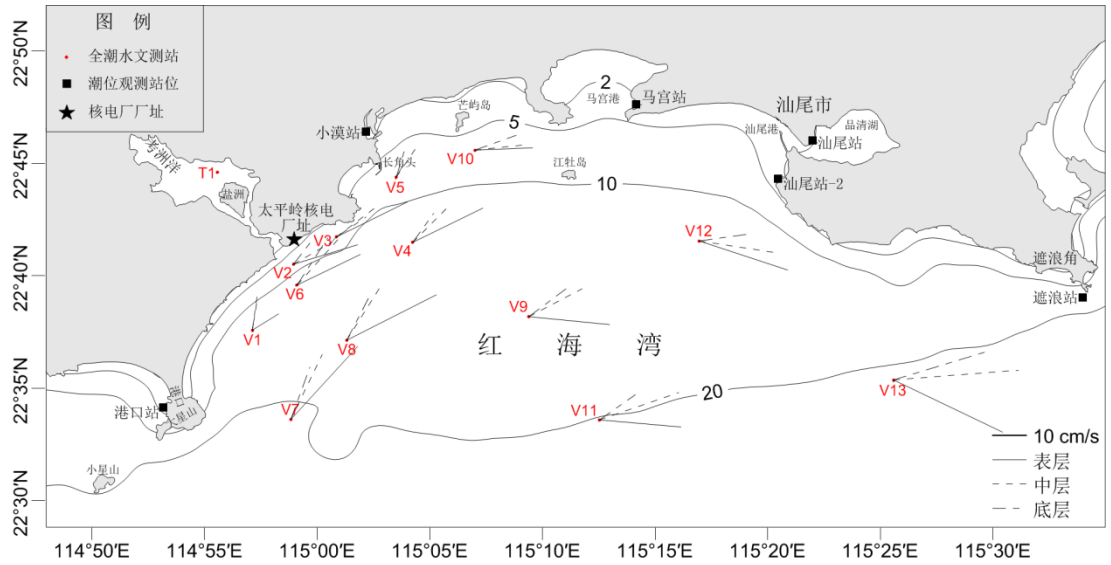


春季大潮

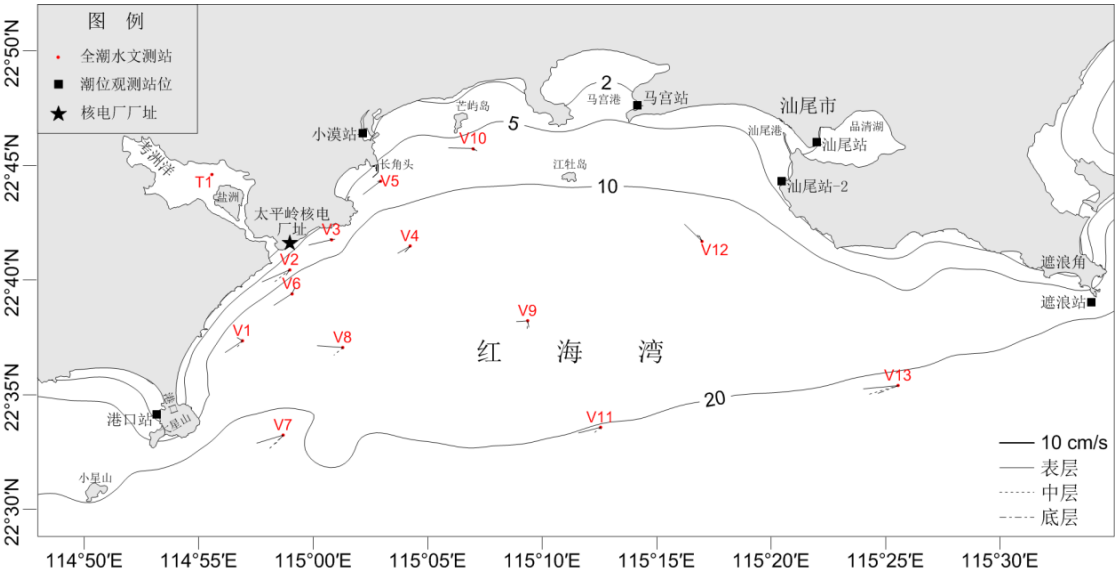


春季中潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
余流矢量图		
图 2.5-9（4/6）	版次：	A

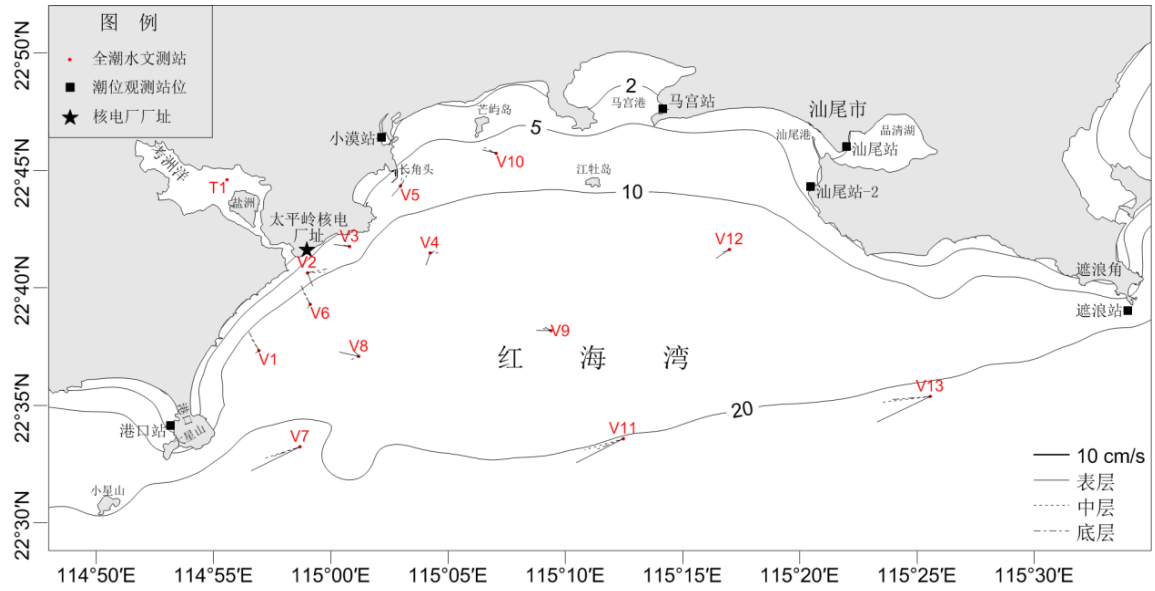


春季小潮

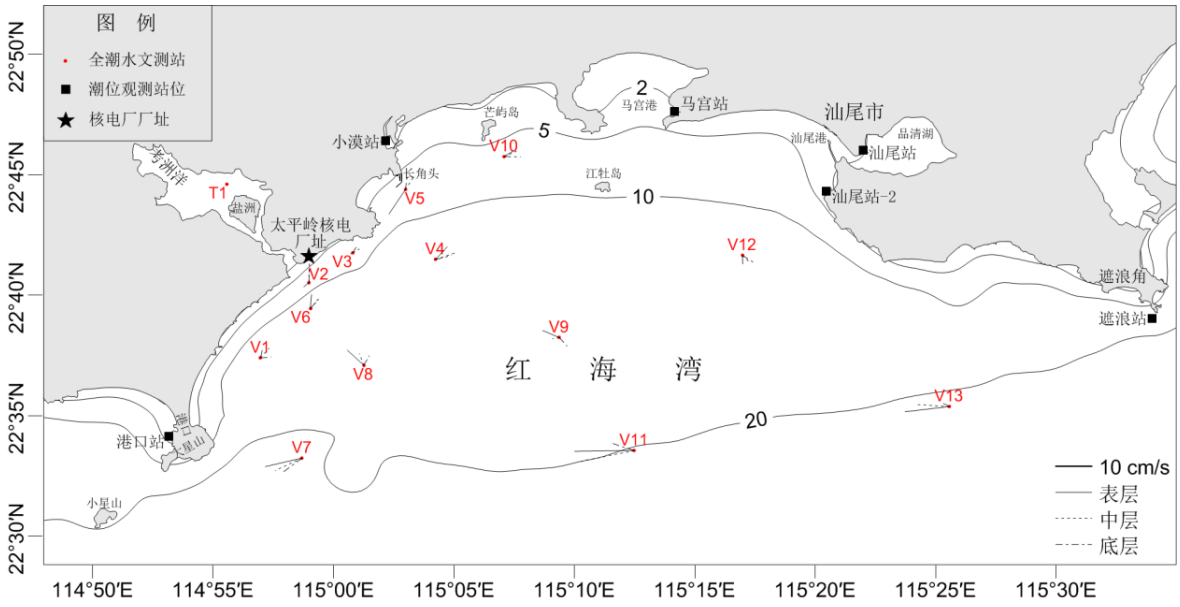


秋季大潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
余流矢量图		
图 2.5-9（5/6）	版次：	A

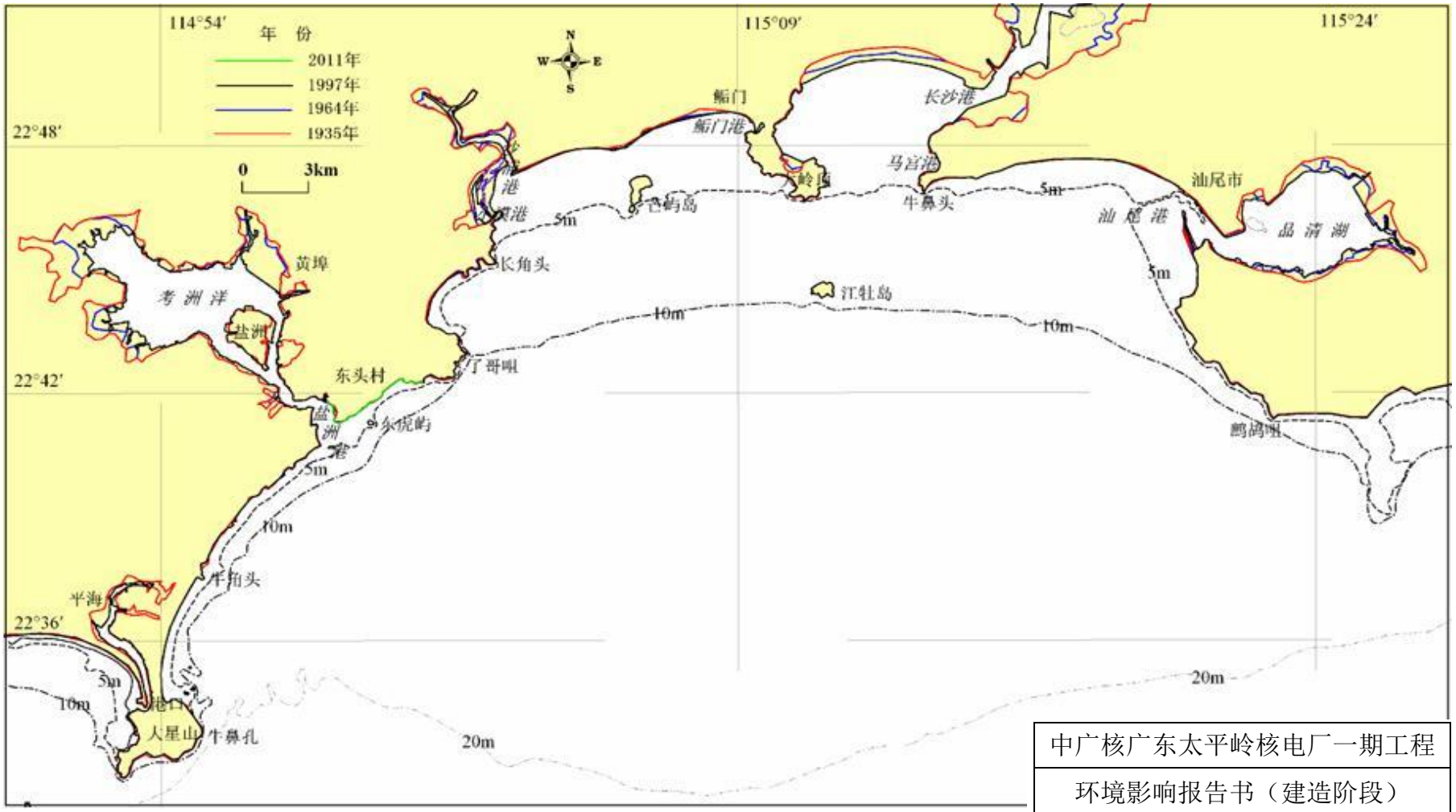


秋季中潮

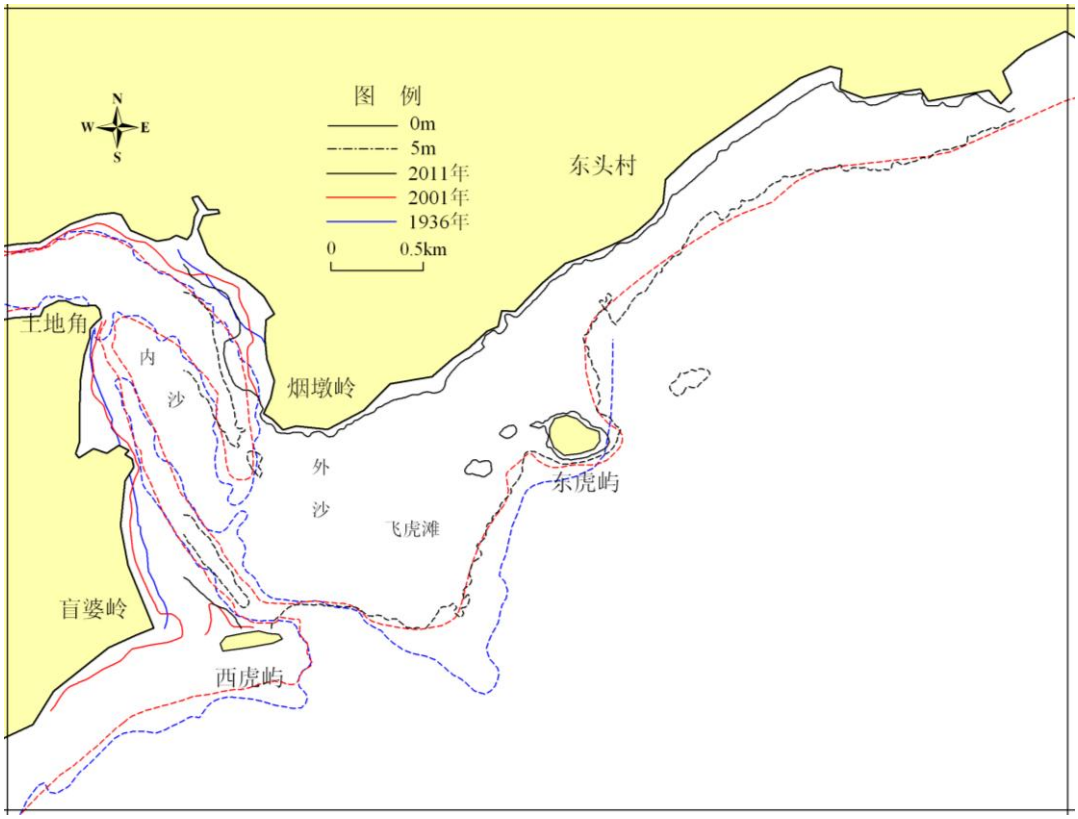


秋季小潮

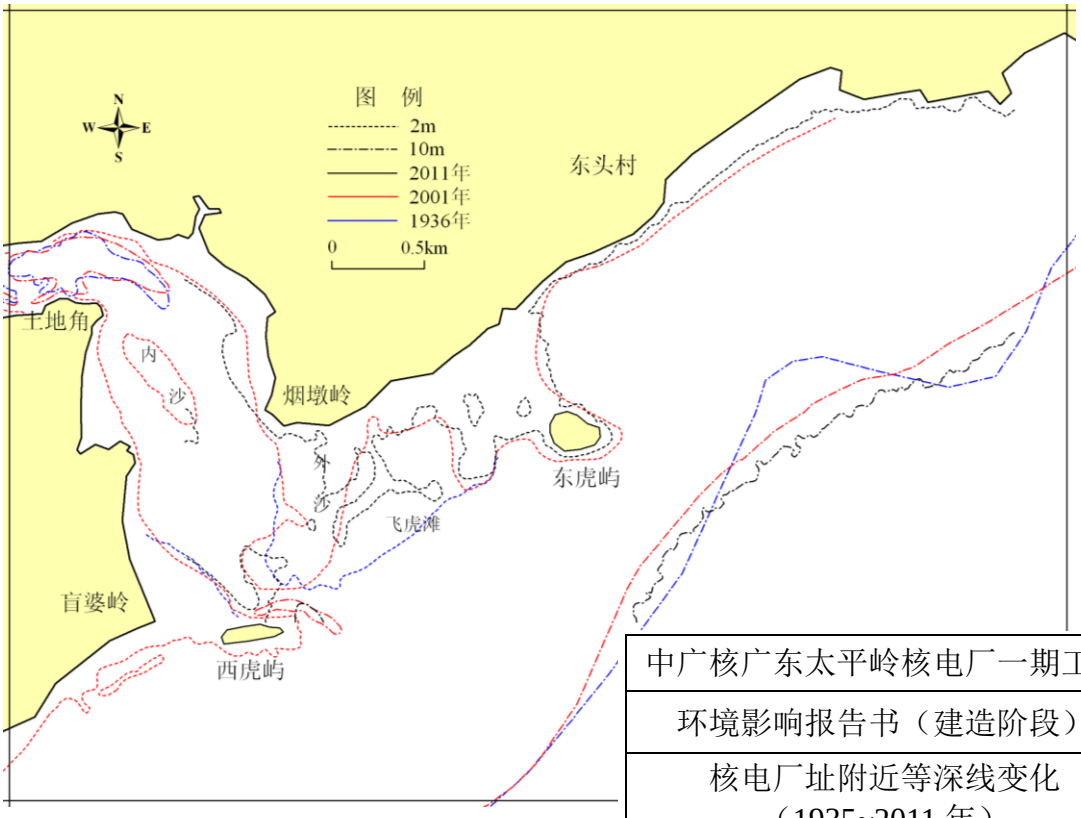
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
余流矢量图		
图 2.5-9（6/6）	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
1935~2011 红海湾岸线对比(海图及海岸地形资料)		
图 2.5-10	版次：	A

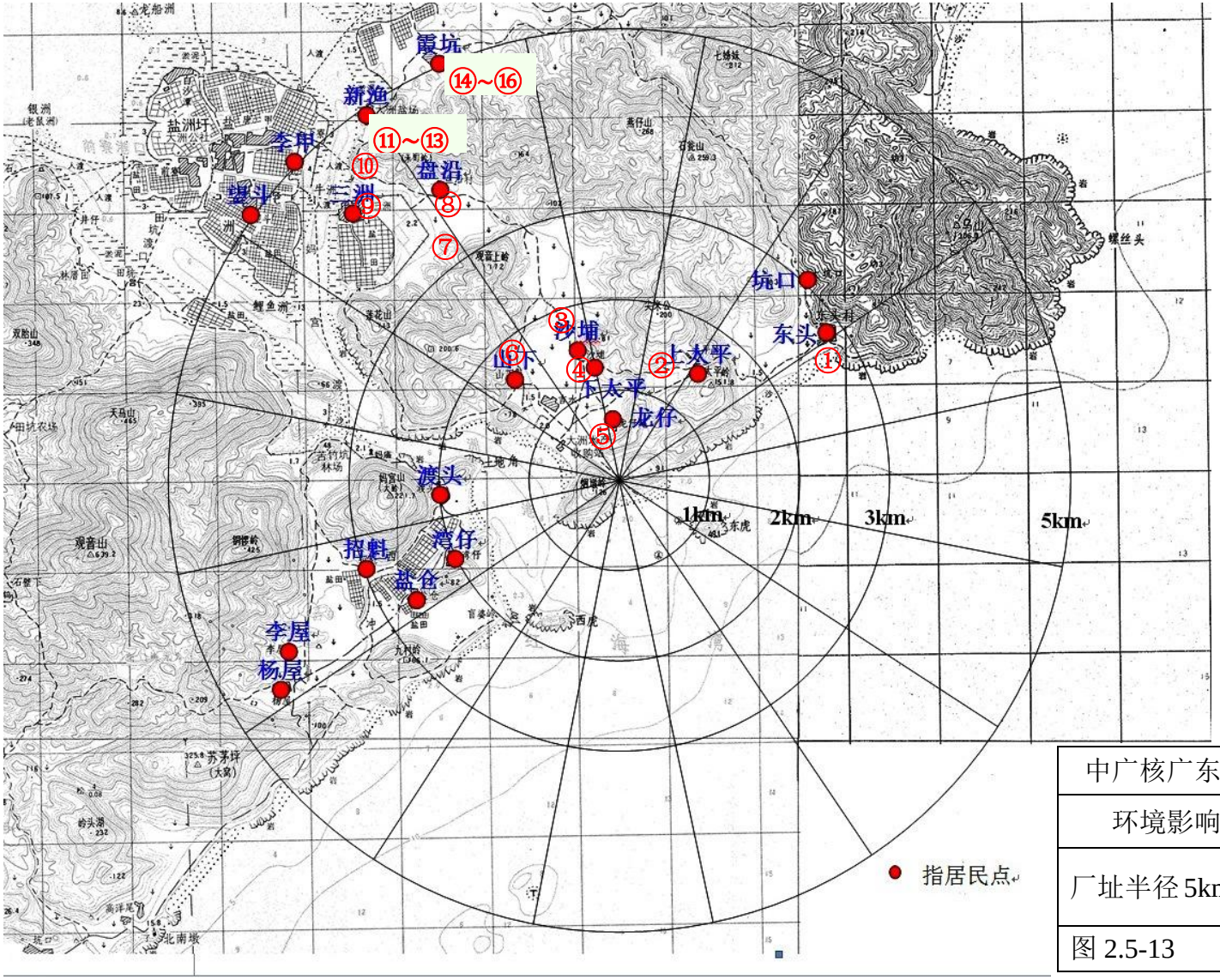


Δ 0m、5m



Δ 2m、10m

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
核电厂址附近等深线变化（1935~2011 年）		
图 2.5-11	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址半径5km范围内的水井分布情况		
图 2.5-13	版次：	A

2.6 地形地貌

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°~8°，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：主要有修筑公路开挖形成边坡与陡崖、人工水库及少量小规模的施工营地及场所等。

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γ谱测量最小可探测活度浓度
表 3.1-5 地表水样品 γ谱测量最小可探测活度浓度
表 3.1-6 地下水样品 γ谱测量最小可探测活度浓度
表 3.1-7 土壤（底泥）样品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 γ 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γ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 γ 辐射剂量率测量

1）γ辐射累积剂量（TLD）

γ辐射累积剂量（TLD）测量布点的监测频度是一次，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。

γ辐射累积剂量布点图见图 3.1-1。

2）原野γ辐射剂量率

原野环境γ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。

按以上原则，本次调查基本上以 TLD 点位作为该区域原野γ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γ辐射空气吸收剂量率

本项目关键居民组为沙埔村及湾仔村的居民，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γ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）γ能谱的探测限采用以下公式：LD=（K）*4.65*$\sqrt{N_b / T}$ /（$\varepsilon \cdot P_r \cdot W$）

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；

ε——效率；

Pγ——分支比；

W——样品量。

2）总β探测限表达式为：

$$4.65\times\sqrt{\frac{n_{b(\beta)}}{t_s}}\times\frac{m}{60\times\eta_\beta\times m_s\times V}\times10^3$$ （Bq/m^3）

nb（β）——仪器 β 本底计数率，单位为 cpm；

ts——样品测量时间，单位为 min；m—样品总灰重，单位为 g；

ηβ——仪器对 β 粒子的探测效率；ms—铺样质量，单位为 g；

V——样品体积，单位为 L 或 m^3。

3）色层法测 ^{90}Sr 探测限表达式：

$$4.65\times\sqrt{\frac{n_{b(\beta)}}{t_s}}\times\frac{K}{60\times W\times Y_{Sr}\times Y_Y\times\eta_\beta\times e^{(-\frac{\ln(2)}{64.2}\cdot(t_2-t_1))}}\times10^3$$

（土壤样：Bq/kg；生物样：Bq/g；水样：Bq/m^3）

nb（β）——仪器 β 本底计数率，单位为 cpm；

ts——样品测量时间，单位为 min；

ηβ——仪器对 β 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_{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）水中氚、^{14}C、发烟硝酸法测 ^{90}Sr、探测限表达式

$$4.65\times\sqrt{\frac{n_{b(\beta)}}{t_S}}\times\frac{K}{60\times W\times Y\times\eta_\beta}\times10^3$$ （固体样：Bq/kg；水样：Bq/m^3）

式中符号参见色层法测测 ^{90}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 γ 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 γ 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 γ 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 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果。

关键居民组沙埔村和湾仔村，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 γ 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}Be 的监测结果分别为 1.71mBq/m³ 和 2.25㎜Bq/m³，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}Sr、^{3}H、总 α、和总 β 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 γ 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}Sr、^{3}H、总 α 和总 β 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 γ 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}Sr、^{137}Cs 含量范围分别为 0.061~0.81Bq/kg·干、<LD~3.54Bq/kg·干；其他人工 γ 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}Sr 含量范围为 0.053~0.11Bq/kg·干；所有人工 γ 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，使用前后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±2σ之间，所有测量值均在±3σ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γ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-IJ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-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 J'fU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γ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γ辐射能谱的^{226}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γ谱样品的平

行性A/B在0.80-1.15之间。总α的平行性A/B为1.03和1.13，总β的平行性A/B为1.09和0.93。^{3}H的平行性A/B为0.95和1.00。^{90}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。复检样品一般采取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γ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}Sr分析的复检结果A/B在0.90-1.15之间，总α分析A/B为1.14，总β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}Sr加标回收率为97.3%、103%。水库水中^{3}H加标回收率为105%，总α、总β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}Fe、^{106}Ru、^{131}I、^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{110m}Ag、^{134}Cs、^{137}Cs、^{226}Ra、^{232}Th、^{238}U、^{40}K、总 α、去钾总 β、^{90}Sr、^{3}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}Fe、^{106}Ru、^{131}I、^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{110m}Ag、^{134}Cs 均小于探测限，^{137}Cs 的活度浓度范围为＜LD~4.3Bq/m³，^{226}Ra 的活度浓度范

围为＜LD~17.4Bq/m³，^{232}Th 的活度浓度范围为＜LD~62.1Bq/m³，^{238}U 的活度浓度范围为＜LD~55.9Bq/m³，^{40}K 的活度浓度范围为 4.06~8.15Bq/L，总 α 的活度浓度范围为 20~77Bq/m³，去钾总 β 的活度浓度范围为 28~79Bq/m³，^{90}Sr 的活度浓度范围为＜LD~2.43Bq/m³，不电解浓缩情况下 ^{3}H 的活度浓度均小于探测限，电解浓缩情况下 ^{3}H 的活度浓度范围为 0.14~0.23 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}Fe、^{106}Ru、^{131}I、^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{110m}Ag、^{134}Cs、^{137}Cs、^{226}Ra、^{232}Th、^{238}U、^{90}Sr 、^{3}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}Fe、^{106}Ru、^{131}I、^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{110m}Ag、^{134}Cs 的比活度均小于探测限，^{137}Cs 的活度浓度范围为＜LD~1.34 Bq/kg.干，^{226}Ra 的活度浓度范围为 14.9~49.1Bq/kg.干，^{232}Th 的活度浓度范围为 20.5~105Bq/kg.干，^{238}U 的活度浓度范围为 19.8~109Bq/kg.干，^{40}K 的活度浓度范围为 349~829Bq/kg.干，总 β 的活度浓度范围为 353~1154Bq/kg.干，^{90}Sr 的活度浓度范围为＜LD~0.1Bq/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、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、牡矿。

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，由华润电力独资建设，属于特大型火力发电厂，其规划有 6 台百万千瓦机组，其中一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^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 m^3。

太平岭核电厂周围 5km 范围内无 I 类和 II 类放射源的应用。

3.1.4 辐射环境质量评价

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

气溶胶中 ^7Be 的监测结果分别为 1.71mBq/m³ 和 2.25mBq/m³，其他放射性 γ 核素检测结果均低于探测下限。

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

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

土壤中^{90}Sr的活度浓度范围为0.061~0.81Bq/kg·干，^{137}Cs的活度浓度范围为<LD~3.54Bq/kg·干，^{40}K的活度浓度范围为211~1350Bq/kg·干，^{232}Th的活度浓度范围为<LD~13.0 Bq/kg·干，含量范围分别为、；其他人工γ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}Sr含量范围为0.053~0.11Bq/kg·干；所有人工γ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、γ辐射空气吸收剂量率、环境γ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。

表 3.1-1 厂址周围陆域辐射环境本底调查方案

监测对象		采样（监测）频度	采样（监测）点数	样品数	采祥(监测)点	监测项目
γ 辐射累积剂量		单季	30	30	龙仔村、上太平岭、沙埔村、盘沿、盲婆岭、湾仔、渡头、东头、李屋、西涌村、三洲村、高洋尾、新寮小学、盐洲小学、霞坑学校、平径、元云小学、小漠中心小学、平海中心小学、沙桥学校、惠东省第二医院、黄埠镇、吉隆第二中学、鹅埠镇人大、铁涌镇中心小学、西湖村、红泉小学、鹧洞小学、田心村、长春庵	TLD
γ 辐射空气吸收剂量率		单次	30	30	原野固定点与 TLD 布点相同	γ 辐射空气吸收剂量率
		单次	50	50	规划厂区设点位 3-5 个，两个关键居民组(沙埔村、湾仔村)各设置点位 10 个	γ 辐射空气吸收剂量率
		单次	20	20	两个关键居民组(沙埔村、湾仔村)各设置点位 10 个	γ 辐射空气吸收剂量率
陆地介质	气溶胶	单次	2	2	沙埔村、湾仔村	γ 谱
	地表水	单次	3	3	黄坑水库、盘沿水库、圆墩河	总 α、总 β、Sr-90、H-3、γ 谱
	饮用水	单次	2	2	沙埔村、湾仔村	总 α、总 β、Sr-90、H-3、γ 谱
	地下水	单次	2	2	沙埔村、湾仔村	总 α、总 β、Sr-90、H-3、γ 谱
	水库/河流沉积物	单次	3	3	同地表水	Sr-90、γ 谱
	未垦土	单次	9	9	沙埔村、湾仔村、渡头村、东头村、东和村、三洲村、望斗村、黄埠镇、大围村	Sr-90、γ 谱

注：γ 谱分析主要关注 Be-7、I-131、Cs-134、Cs-137、Ag-110m、Co-58、Co-60、Mn-54、U-238、Ra-226、Th-232、K-40 等核素的放射性水平。

表 3.1-2 陆域本底调查仪器设备、监测方法和监测标准

序号	监测项目	仪器设备	测量分析方法依据
1	环境γ辐射剂量率	BH3103B/ 6150AD 便携式 X-γ 剂量率仪 RS131 高压电离室	GB 12379-90 GB/T14583-93 HJ/T61-2001
2	环境γ辐射累积剂量	RGD-3 热释光剂量仪 LiF(Mg. Cu. P)	GB 10264-2014
3	淡水总α	MPC9604 低本底 α、β 测量仪	GB/T5750.13-2006
4	淡水总β	MPC9604 低本底 α、β 测量仪	GB/T5750.13-2006
5	H-3	1220 Quantu1us 低本底闪烁仪	GB12375-90
6	水 Sr-90	MPC9604 低本底 α、β 测量仪	GB6764-86、GB6766-86
7	土壤 Sr-90	MPC9604 低本底 α、β 测量仪	EJ/T1035-2011 GB6764-86
8	气溶胶γ核素	GMX-50220-SHPGeγ 能谱仪 GMX60P4-83 HPGeγ 能谱仪 GMX30P4-76 HPGeγ 能谱仪 GC4019 HPGeγ 能谱仪	GB11713-1989、 WSIT 184-1999
9	水中γ核素		GB11713-1989、 GB 16140-1995
10	土壤中γ核素		GB11713 -1989、GB11743-2013

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）

测量分析项目	环境介质样品	样品用量	测量时间(min)	本底(cpm)	探测效率（%）	化学回收率(%)	最小可探测活度浓度
总α 总β	水	2.0L	1000	0.06	6（Bq/g·cpm）	—	12 Bq/m^3
	水	2.0L	1000	0.75	46	---	2.3Bq/m^3
^{90}Sr	土壤、沉积物	200g	1440	0.53	68.9	70	0.015Bq/kg 干
	淡水	30L	1440	0.53	68.9	75	0.10Bq/m^3
	淡水	30L	1440	0.53	44.6	75	0.21Bq/m^{3*}
^{3}H	淡水	8mL	1000	0.82	27.0	---	1.1Bq/L
^{3}H	淡水	700mL 电解浓缩	1000	0.82	27.0	---	0.09Bq/L

注：^{90}Sr 分析项目中，*给出的是萃取色层法的最小可探测活度浓度，其他为发烟硝酸法最小可探测活度浓度。

表 3.1-4 气溶胶γ谱测量最小可探测活度浓度

测量仪器：GMX-50220-S HPGe γ谱仪（相对效率 45%） 样品量：11516m^3

样品几何尺寸：将滤膜压成Φ50mm、高 5mm 的薄片

采样时间：2011-07-04~08 测量日期：2011-07-14 测量时间：86023 秒

核 素	能量(keV)	发射几率	本底计数率(cps)	探测效率	最小可探测活度浓度(mBq/m^3)
^{238}U	63.3	0.03818	9.2E-3	0.1920	1.8E-2
^{226}Ra	351.9	0.389	3.4E-2	0.08638	7.6E-3
^{131}I	364.5	0.8124	5.4E-3	0.08400	1.5E-3
^{7}Be	477.6	0.1035	4.3E-3	0.06702	1.3E-2
^{134}Cs	604.7	0.9756	3.6E-3	0.05425	1.6E-3
^{110m}Ag	657.8	0.9464	3.1E-3	0.05018	1.6E-3
^{137}Cs	661.7	0.8521	3.9E-3	0.04990	2.0E-3
^{58}Co	810.8	0.9945	3.1E-3	0.04112	1.9E-3
^{54}Mn	834.8	0.9998	3.1E-3	0.03997	1.9E-3
^{232}Th	911.1	0.277	3.8E-3	0.03670	8.3E-3
^{60}Co	1173.2	0.999	2.2E-3	0.02855	2.2E-3
^{40}K	1460.8	0.107	5.8E-3	0.02288	4.3E-2

表 3.1-5 地表水样品 γ谱测量最小可探测活度浓度

测量仪器：GMX-5-220-S HPGe γ谱仪 ADC-1000-I（相对效率 45%） 样品量：0.03m^3
样品几何尺寸：蒸发浓缩后装于 Φ70mm、高 56mm 的塑料盒 测量时间：84671 秒

核 素	能量(keV)	发射几率	本底计数率(cps)	探测效率	最小可探测活度浓度(Bq/m^3)
^{238}U	63.3	0.03818	8.5E-3	0.0447	2.9E+1
^{226}Ra	351.9	0.389	2.5E-2	0.02222	1.0E+1
^{131}I	364.5	0.8124	5.4E-3	0.02174	2.2E+0
^{7}Be	477.6	0.1035	4.6E-3	0.01852	1.9E+1
^{134}Cs	604.7	0.9756	4.0E-3	0.01613	2.1E+0
^{110m}Ag	657.8	0.9464	3.7E-3	0.01534	2.2E+0
^{137}Cs	661.7	0.8521	3.3E-3	0.01529	2.4E+0
^{58}Co	810.8	0.9945	3.4E-3	0.01349	2.3E+0
^{54}Mn	834.8	0.9998	2.9E-3	0.01324	2.2E+0
^{232}Th	911.1	0.277	3.2E-3	0.01250	8.9E+0
^{60}Co	1173.2	0.999	2.1E-3	0.01043	2.4E+0
^{40}K	1460.8	0.107	6.8E-3	0.00873	4.7E+1

表 3.1-6　地下水样品 γ谱测量最小可探测活度浓度

测量仪器：GMX30P4-76　HPGe γ谱仪 Digi Dart（相对效率 30%）　　样品量：0.03m^3

样品几何尺寸：蒸发浓缩后装于 Φ70mm、高 56mm 的塑料盒　　测量时间：83745 秒

核 素	能量(keV)	发射几率	本底计数率(cps)	探测效率	最小可探测活度浓度(Bq/m^3)
^{238}U	63.3	0.03818	2.5E-2	0.03854	5.8E+1
^{226}Ra	351.9	0.389	1.6E-2	0.01864	9.7E+0
^{131}I	364.5	0.8124	6.7E-3	0.01818	3.0E+0
^{7}Be	477.6	0.1035	5.2E-3	0.01516	2.5E+1
^{134}Cs	604.7	0.9756	4.5E-3	0.01309	2.8E+0
^{110m}Ag	657.8	0.9464	4.0E-3	0.01243	2.9E+0
^{137}Cs	661.7	0.8521	4.1E-3	0.01238	3.3E+0
^{58}Co	810.8	0.9945	3.3E-3	0.01089	2.8E+0
^{54}Mn	834.8	0.9998	3.2E-3	0.01068	2.8E+0
^{232}Th	911.1	0.277	3.9E-3	0.01008	1.2E+1
^{60}Co	1173.2	0.999	2.0E-3	0.00754	3.2E+0
^{40}K	1460.8	0.107	6.0E-3	0.00694	5.6E+1

表 3.1-7　土壤（底泥）样品γ谱测量最小可探测活度浓度

测量仪器：GC4019　HPGe γ谱仪（相对效率 40%）　样品量：0.2838kg
样品几何尺寸：烘干磨粉装于 Φ70mm、高 56mm 的塑料盒　测量时间：85878 秒

核 素	能量(keV)	发射几率	本底计数率(cps)	探测效率	最小可探测活度浓度(Bq/kg.干)
^{238}U	63.3	0.03818	1.2E-1	0.01480	3.4E+1
^{226}Ra	351.9	0.389	5.1E-2	0.01847	1.9E+0
^{131}I	364.5	0.8124	3.0E-2	0.01805	6.6E-1
^{7}Be	477.6	0.1035	2.1E-2	0.01587	4.9E+0
^{134}Cs	604.7	0.9756	1.8E-2	0.01467	5.2E-1
^{110m}Ag	657.8	0.9464	1.7E-2	0.01428	5.5E-1
^{137}Cs	661.7	0.8521	1.8E-2	0.01425	6.2E-1
^{58}Co	810.8	0.9945	1.0E-2	0.01323	4.3E-1
^{54}Mn	834.8	0.9998	2.2E-2	0.01306	6.3E-1
^{232}Th	911.1	0.277	1.0E-2	0.01253	1.6E+0
^{60}Co	1173.2	0.999	7.7E-3	0.01057	4.6E-1
^{40}K	1460.8	0.107	8.7E-3	0.00841	5.8E+0

表 3.1-8　TLD 累积剂量率监测结果（1/2）

地点	坐标	布放天数	累积剂量(10^{-4}Gy)		TLD 剂量率（nGy/h）	
			平均值	标准差	平均值	标准差
龙仔村	E:114°58′51.36″ N:22°41′51.89″	90.7	1.66	0.06	76.3	2.8
上太平岭	E:114°59′21.44" N:22°42′14.89"	90.7	2.37	0.06	108.9	2.8
沙埔村	E:114°58′38.65″ N:22°42′13.70″	90.7	2.02	0.08	92.7	3.9
盘沿	E:114°57′43.85″ N:22°43′15.47″	90.7	2.23	0.09	102.6	4.1
盲婆岭	E:114°58′02.17″ N:22°40′55.75″	90	2.50	0.09	115.6	4.2
湾仔	E:114°57′44.55″ N:22°41′0.2.10″	90	2.70	0.07	125	3.3
渡头	E:114°57′47.48" N: 22°41′29.39"	90	1.97	0.06	91.0	2.9
东头	E:115°00′16.59" N: 22°42′22.41"	90.7	2.08	0.05	95 .5	2.4
李屋	E:114°57′25.21" N: 22°40′5.27"	(丢失)				
西冲村	E:114°57′31.08" N: 22°40′54.52"	90	1.94	0.06	89.7	2.6
三洲村	E:114°57′08.00" N: 22°43′05.06"	90.7	1.86	0.04	85.4	1.9
高洋尾	E:114°55′41.99" N: 22°38′48.12"	90	1.36	0.05	63.0	2.2
新崇村	E:114°53′30.95" N: 22°42′38.7"	90	2.46	0.10	113.7	4.8
盐洲学校	E:114°56′17.94" N: 22°43′20.35"	90	2.15	0.05	99.4	2.1
霞坑学校	E:114°57′39.27" N:22°44′12.51"	90.7	3.02	0.09	138.9	4.1
平径	E:114°59′09.79" N: 22°44′30.06"	90	2.30	0.11	106.6	5.0
元云小学	E:115°00′50.67" N: 22°45′50.54"	90	2.37	0.08	109.9	3.5
小漠中心小学	E:115°1′54.6" N: 22°46′32.27"	90	2.70	0.08	124.9	3.7

表 3.1-8　TLD 累积剂量率监测结果（2/2）

地点	坐标	布放天数	累积剂量(10^{-4}Gy)		TLD 剂量率（nGy/h）	
			平均值	标准差	平均值	标准差
平海中学	E:114°52′08.71" N: 22°37′10.50"	90	2.54	0.11	117.5	5.1
沙桥学校	E:114°51′1.00" N: 22 ′44′00.36"	90	1.76	0.07	81.7	3.3
惠东县第二医院	E:114°54′00" N: 22°47′35.56"	89	2.97	0.06	139.3	2.9
黄埠中学	E:114°57′51.35" N: 22°45′42.05"	88.2	2.70	0.12	127.4	5.5
吉隆实验学校	E:114°55′12.51" N: 22°47′42.87"	89	3.67	0.12	171.7	5.8
鹅埠中学	E:114°59′5 1.82" N: 22°49′47.18"	90	3.13	0.11	144.8	5.3
铁涌镇中心小学	E:114°50′08.11" N: 22°43 ′32.10"	90.1	2.39	0.11	110.7	4.9
西湖小学	E:114°58′14.21" N: 22°49′17.35"	90	2.85	0.08	132.2	3.7
红泉村	E:115°4′47.98" N: 22°48′09.53"	90	2.12	0.04	98.4	1.8
鹧洞小学	E:114°47′43.70" N: 22°38′53 .26"	90	2.17	0.08	100.2	3.9
长春庵	E:114°58′52.52″ N: 22°40′47.8"	90	1.94	0.04	90.0	2.0
田心村	E:114°58′52.52" N: 22°47′27.11 "	90	2.92	0.10	135.0	4.6

表 3.1-9 原野固定点测量结果（nGy/h）

序号	地点	点位个数	介质	测量范围	均值	标准差
1	东头	4	沙石	83--98	92	6
2	上太平岭	4	草地	86--99	94	6
3	龙仔村	4	泥地、水泥	44--61	56	8
4	沙埔村	4	泥地	51--58	54	3
5	盘沿	3	沙石、水泥	100--141	122	21
6	三洲村	3	泥地	91 一 126	107	18
7	霞坑学校	4	草地	107 一 115	111	4
8	盐洲学校	4	草地	68--84	74	7
9	渡头	3	沙石、水泥	85--101	96	9
10	湾仔	3	水泥	139--150	144	5
11	盲婆岭	4	泥地	100 一 107	105	3
12	李屋	3	泥地、水泥	86--117	104	14
13	西冲村	4	水泥地、草地	75--108	99	16
14	新安村	4	草地	83--103	94	10
15	铁涌镇中心小学	4	草地	109--118	113	4
16	沙桥学校	4	沙石	64--72	68	4
17	长春庵	3	泥地	73--90	79	9
18	鹧洞小学	4	沙石	88--100	94	6
19	平海中学	4	沙石、地砖	114--134	122	9
20	高洋尾	4	沙地	34--56	45	9
21	惠东县第二人民医院	4	沙石、水泥、沙地	126--147	133	10
22	吉隆实验学校	4	草地、泥地	137--163	152	11
23	平径	4	沙石	75--78	76	
24	元云小学	4	草地	67--75	72	3
25	小漠中心小学	4	草地	100--108	105	3
26	红泉村	4	沙石、水泥	83--97	91	6
27	鹅埠中学	4	草地	120--133	126	5
28	田心村	4	草地	104--112	109	3
29	西湖小学	4	沙石	104--168	142	28
30	黄埠中学	5	草地	94--103	100	3

表 3.1-10 原野非固定点测量数据（单位 nGy/h）（1/2）

序号	地点	纬度	经度	均值	标准差
1	黄埠镇沙埔村村委会门口	22°42′13.8 "	114°58′39.8 "	113	2
2	黄埠镇沙埔村长安亭前广场	22°42′16.6 "	114°58′37.5 "	117	3
3	黄埠镇沙埔村经济合作社门口	22°42′18.1 "	114°58′36.0"	119	2
4	黄埠镇沙埔村居民 1 门口	22°42′20.6 "	114°58′35.1 "	90	2
5	黄埠镇沙埔村居民 2 门口	22°42′20.9 "	114°58′33.5 "	85	1
6	黄埠镇沙埔村居民 3 门口	22°42′19.2 "	114°58′33.2 "	115	1
7	黄埠镇沙埔村居民 4 门口	22°42′19.5 "	114°58′34.2 "	77	1
8	黄埠镇沙埔村牌坊入第三巷	22°42′19.4"	114°58′36.3"	118	1
9	黄埠镇沙埔村居民 5 门口	22°42′20.4"	114°58′37.1 "	134	1
10	黄埠镇沙埔村平安亭后面居民门口	22°42′16.3"	114°58′39.3"	54	1
11	黄埠镇东头村金源海产品养殖场	22°42′24.3"	114°58′52.7"	91	2
12	黄埠镇广东省惠东县太平岭国防 1 哨所球场	22°42′10.5"	114°58′22.1"	92	1
13	气象塔东入口（美国绿鲍养殖基地）	22°42′37.6"	114°58′50.4"	100	2
14	气象塔西入口 （鸿源生太科技园）	22°42′1.5"	114°59′1.2"	110	1
15	黄埠镇龙仔村村口	22°41′59.5"	114°58′46.5"	87	1
16	黄埠镇盘沿村村口	22°43′15.7"	114°57′43.4"	104	1
17	黄埠镇盐洲加汕站	22°43′30.7"	114°57′7.3"	133	2
18	黄埠镇湾仔村 4 号居民门口	22°41′2.4"	114°57′45.1 "	135	1
19	黄埠镇湾仔村 2 号居民门口	22°41′3.3"	114°57′44.2"	133	1
20	黄埠镇湾仔村 6 号居民门口	22°41′3.5"	114°57′45.6"	155	1
21	黄埠镇湾仔村 5 号居民门口	22°41′3.1"	114°57′45.7"	127	1
22	黄埠镇湾仔村 7 号居民门口	22°41′3.6"	114°57′45.8"	190	1
23	黄埠镇湾仔村 19 号居民门	22°41′4.2"	114°57′46.4"	140	1
24	黄埠镇湾仔村 22 号居民门口	22°41′3.9"	114°57′47.2"	142	1
25	黄埠镇湾仔村 23 号居民门口	22°41′3.9"	114°57′47.9"	145	1
26	黄埠镇湾仔村 27 号居民门口	22°41′4.5"	114°57′47.0"	145	1
27	黄埠镇湾仔村 15 号居民门口	22°41′5.0"	114°57′44.7"	133	1
28	铁涌镇新察村虾场	22°43′5.9"	114°54′20.1"	81	1
29	铁涌镇大领背村委前	22°43′00"	114°50′48.4"	113	1
30	铁涌镇石桥公园内张园	22°45′42.7"	114°49′25.7"	76	2

表 3.1-10 原野非固定点测量数据（单位 nGy/h）（2/2）

序号	地点	纬度	经度	均值	标准差
31	平海镇观音径	22°40′16.8"	114°50′50.9"	140	1
32	平海镇大水坑加油站对面	22°38′12.3 ″	114°51′36.3"	110	2
33	平海镇港口区蔡家村篮球场	22°34′47.2"	114°53′51.7"	88	1
34	平海镇坑口村村口	22°38′36.8"	114°55′6.7"	112	1
35	平海镇元山村	22°39′42.4"	114°51′5.7"	127	1
36	铁涌镇大坪风能站	22°41′59.6"	114°54′35.6"	117	2
37	黄埠镇联新村居委会门口	22°43′32.3"	114°56′26.8"	132	2
38	黄埠镇妈祖庙门口	22°41′56.4"	114°56′52.9"	103	3
39	稔山镇 324 国道杰森石膏有限公司对面	22°47′25.9"	114°50′21.3	58	1
40	吉隆镇罗屋村	22°49′6.8"	114°55′25.6"	161	1
41	吉隆镇大华村大华小学门口	22°46′26.0"	114°55′28.2"	126	1
42	黄埠镇新渔村居委门口	22°43′44.9"	114°57′17.4"	130	1
43	黄埠镇群英村惠联实验学校门口	22°45′5.2"	114°57′7.5"	95	2
44	黄埠镇燕子岭	22°43′58.5"	114°58′59.0"	90	2
45	黄埠镇新回坑村村口	22°45′23.9"	114°59′55.0"	112	1
46	黄埠镇沙浦新村大澳小学门口	22°45′8.3"	115°1′19.6"	80	1
47	小漠镇政府门口	22°46′40.1"	115′2′1.6"	146	1
48	鲘门镇沙浦村	22°47′48.2"	115°3′52.7"	124	1
49	鹅埠镇上北村村委门口	22°51′17.4"	114°58′42.8"	142	5
50	鹅埠镇锡坑村	22°48′31.6"	114°58′0.4"	122	1

表 3.1-11 关键居民组 γ 辐射空气吸收剂量率（单位 nGy/h）

地区	数量	最小值	最大值	平均值	标准偏差
沙埔村	10	54	134	98	30
湾仔村	10	127	190	149	23

表 3.1-12 气溶胶放射性水平（单位 μBq/m³）

	沙埔村	湾仔村
Be-7	(1.71±0.08)E+3	(2.25±0.10)E+3
Mn-54	<2.4	<2.3
Co-58	<2.3	<2.1
Co-60	<3.0	<2.4
Ag-110m	<2.3	<1.8
I-131	<2.1	<1.7
Cs-134	<2.1	<1.8
Cs-137	<2.5	<2.2
K-40	<65	<56
Ra-226	<10	<8.6
Th-232	<10	<8.9
U-238	<29	<22

表 3.1-13 地表水放射性水平（mBq/L）

采样地点	盘沿水库	黄坑水库	圆墩河河水
Be-7	<18	<21	<17
Mn-54	<2.0	<2.6	<1.8
Co-58	<2.1	<2.4	<1.9
Co-60	<2.0	<2.6	<2.1
Ag-110m	<2.2	<2.5	<1.9
I-131	<2.0	<2.6	<2.1
Cs-134	<2.1	<2.5	<2.0
Cs-137	<2.2	<2.7	<2.2
K-40	59.8±6.1	<55	340±32
Ra-226	<12	<10	<12
Th-232	<7.2	<11	14.0±4.9
U-238	<29	<48	<28
Sr-90	0.84±0.14	1.4±0.2	4.4±0.2
H-3	(0.19±0.04)E+3	(0.21±0.05)E+3	(0.20±0.05)E+3

表 3.1-14 地下水、饮用水放射性水平（mBq/L）

	沙埔村地下水	湾仔村地下水	湾仔村饮用水
Be-7	<17	<17	<17
Mn-54	<2.1	<1.9	<1.9
Co-58	<2.0	<1.9	<1.9
Co-60	<2.2	<2.1	<2.1
Ag-110m	<1.9	<1.9	<1.9
I-131	<2.1	<2.0	<2.1
Cs-134	<2.0	<1.9	<1.9
Cs-137	<2.3	<2.1	<2.1
K-40	309±22	95±12	103±12
Ra-226	<12	<12	<12
Th-232	<7.7	13.0±4.0	<7.5
U-238	<29	<27	<29
Sr-90	2.8±0.1	0.25±0.08	0.24±0.09
H-3	(0.21±0.04)E+3	(0.21±0.05)E+3	(0.19±0.05)E+3

表 3.1-15 未垦土放射性水平（Bq/kg）

	东头村	沙埔村	湾仔村	三洲村	望斗村	渡头村	大围村	黄埠镇	东和村
Be-7	<3.8	<5.7	<4.1	<4.2	<5.0	<6.4	<4.9	<4.8	<4.5
Mn-54	<0.52	<0.65	<0.67	<0.52	<0.64	<0.81	<0.61	<0.50	<0.64
Co-58	<0.45	<0.54	<0.44	<0.44	<0.50	<0.81	<0.49	<0.44	<0.51
Co-60	<0.46	<0.61	<0.46	<0.47	<0.53	<0.68	<0.50	<0.49	<0.52
Ag-110m	<0.46	<0.63	<0.50	<0.49	<0.58	<0.75	<0.56	<0.50	<0.55
I-131	<0.44	<0.69	<0.49	<0.44	<0.59	<0.77	<0.55	<0.57	<0.53
Cs-134	<0.45	<0.58	<0.48	<0.45	<0.55	<0.70	<0.55	<0.49	<0.53
Cs-137	3.54±0.47	2.13±0.29	3.23±0.33	<0.54	<0.65	2.37±0.53	0.70±0.33	2.50±0.40	0.75±0.29
K-40	(1.05±0.06)E+3	800±36	779±34	486±31	379±24	211±15	766±48	423±28	(1.35±0.08)E+3
Ra-226	43.1±4.4	53.0±3.9	45.6±3.3	38.5±4.0	50.5±5.2	60.8±6.4	50.7±5.3	38.1±4.0	91.9±9.3
Th-232	49.2±5.4	67.8±5.2	69.5±5.2	70.5±7.4	140±14	121±13	109±11	45.4±5.0	129±13
U-238	36.8±4.3	58.1±5.6	50.0±4.0	51.4±5.8	57.0±6.6	87.9±9.8	64.5±7.3	41.8±6.0	126±14
Sr-90	0.81±0.03	0.10±0.01	0.11±0.02	0.20±0.02	0.061±0.019	0.33±0.05	0.38±0.02	0.16±0.03	0.19±0.02

表 3.1-16 水库/底泥放射性水平（Bq/kg）

采样地点	盘沿水库	黄坑水库	圆墩河
Be-7	<3.9	<3.6	<6.2
Mn-54	<0.57	<0.48	<0.82
Co-58	<0.45	<0.41	<0.63
Co-60	<0.44	<0.41	<0.68
Ag-110m	<0.47	<0.43	<0.69
I-131	<0.46	<0.42	<0.70
Cs-134	<0.46	<0.42	<0.67
Cs-137	<0.53	<0.46	<0.83
K-40	442±28	344±22	816±51
Ra-226	35.7±3.7	39.0±4.0	58.0±6.0
Th-232	97±10	65.7±6.9	132±14
U-238	59.4±6.8	44.2±5.1	78.1±8.9
Sr-90	0.053±0.015	0.11±0.02	0.081±0.014

表 3.1-17 陆域本底调查使用的标准物质

序号	标准物质名称	用　途	生产厂家	标准号
1	标准河泥	γ能谱刻度，^{90}Sr 分析	中国计量院	GBW08304
2	^{134}Cs 液体源	γ能谱刻度	英国 NAMAS	CCZ.44
3	^{137}Cs 液体源	γ能谱刻度，^{137}Cs	美国同位素产品实验室	GF-137
4	多核素混合液体源	γ能谱刻度	法国	9ML01-ELMA60-5307
5	^{241}Am 粉末	总 α 测量刻度	中国计量院	Am2410908
6	KCl 标准物质	总β测量刻度	国家标准物质研究中心	GBW(E)0600207
7	^{90}Sr 标准物质	^{90}Sr 分析刻度	中国计量院	E09506-282
8	Sr 标准物质	Sr 分析	中国钢铁研究总院	GSB G 62031-90
9	^{3}H 标准源	^{3}H 分析刻度	中国计量院	H3091005
10	标准河泥	γ能谱刻度，^{90}Sr 分析	中国计量院	GBW08304a
11	^{131}I 标准浴液	γ能谱刻度	中国计量院	B121230
12	^{90}Sr-^{90}Y 溶液	^{90}Sr 分析刻度	中国计量院	SrY09 10052
13	滤膜体源	γ能谱刻度	中国原子能科学研究院	502509
14	^{137}Cs 溶液	^{137}Cs 分析刻度	中国计量院	CS0910052

表 3.1-18　陆域本底调查仪器设备检定和自校情况

序号	仪 器 名 称	刻度周期	刻度单位名称	最近刻度时间	刻度结果
1	热释光计量仪 RGD-3B	一年	中国计量科学研究院	2014-12-26	合格
				2015-12-25	合格
2	低本底 α、β 测量仪 MPC9604(2 台)	一年	广东省辐射剂量计量检定站	2015-1-14	合格
				2016-1-13	合格
3	高压电离室辐射剂量率仪 RSS-131	一年	广东省辐射剂量计量检定站	2014-12-23	合格
				2015-12-22	合格
4	α、β、γ表面沾污仪 2241-3（2 台）	一年	广东省辐射剂量计量检定站	2015-02-5	合格
				2016-02-4	合格
5	精密电子天平 AB204-S	一年	广东省计量科学研究院	2015-1-12	合格
				2016-1-11	合格
				2011-05-29	合格
6	便携式 X、γ 剂量率监测仪 6150AD-b（2 台）	一年	广东省辐射剂量计量检定站	2015-02-13	合格
				2016-02-12	合格
7	高纯锗γ谱仪 DSA-1000	一年	中心自校	2014-11-25	合格
				2015-11-24	合格
8	高纯锗γ谱仪 GMX60P4 -83	一年	中心自校	2015-1-19	合格
				2015-1-18	合格
9	高纯锗γ谱仪 GMX30P4-76	一年	中心自校	2015-1-26	合格
				2015-1-25	合格
10	高纯锗γ谱仪 GMX-50220-S	一年	中心自校	2015-1-13	合格
				2015-1-12	合格
11	低本底液闪谱仪 1220 Quantulus	一年	中心自校	2015-1-20	合格
				2015-1-19	合格
12	低本底液闪谱仪 1220 Quantulus	一年	中心自校	2015-1-19	合格
				2015-1-18	合格

表 3.1-19 陆域本底调查平行样结果

样品名称		^{7}Be	^{54}Mn	^{58}Co	^{60}Co	^{110m}Ag	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{238}U	^{90}Sr-	总 α	总 β	^{3}H,Bq/L
沙埔村未垦土（Bq/kg）	A	<5.7	<0.65	<0.54	<0.61	<0.63	<0.69	<0.58	2.04±0.39	816±52	51.2±5.3	69.3±7.5	59.3±8.0	0.098±0.018	/	/	/
	B	<5.4	<0.65	<0.53	<0.60	<0.61	<0.66	<0.58	2.21±0.44	783±50	54.8±5.7	66.3±7.1	56.9±7.7	0.11±0.02	/	/	/
	A/B	/	/	/	/	/	/	/	0.92	1.04	0.93	1.05	1.04	0.89	/	/	/
湾仔村未垦土（Bq/kg）	A	<4.1	<0.67	<0.43	<0.45	<0.50	<0.49	<0.46	2.86±0.44	796±49	47.4±4.9	74.2±7.8	48.2±5.5	0.10±0.02	/	/	/
	B	<4.1	<0.52	<0.44	<0.46	<0.49	<0.49	<0.48	3.59±0.48	761±47	43.7±4.5	64.7±6.9	51.7±5.8	0.12±0.02	/	/	/
	A/B	/	/	/	/	/	/	/	0.8	1.05	1.08	1.15	0.93	0.83	/	/	/
沙埔村地下水（Bq/m³）	A	<17	<1.9	<2.0	<2.2	<1.8	<2.0	<1.9	<2.3	315±31	<12	<7.7	<28	3.05±0.13	100±36	244±12	0.21±0.05
	B	<17	<2.1	<1.9	<2.1	<1.9	<2.1	<2.0	<2.1	303±31	<12	<7.7	<29	2.57±0.12	88.3±35.1	261±12	0.21±0.05
	A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	1.04	/	/	/	1.19	1.13	0.93	1
盘沿水库水（Bq/m³）	A	<18	<2.0	<1.9	<2.0	<1.9	<2.0	<1.9	<2.2	58.3±8.9	<12	<7.2	<29	0.88±0.23	8.50±3.2	39.6±2.3	0.18±0.05
	B	<16	<1.9	<2.1	<2.0	<2.2	<2.0	<2.1	<2.1	61.2±8.4	<12	<7.1	<28	0.80±0.15	8.29±3.3	36.3±2.2	0.19±0.05
	A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	0.95	/	/	/	1.1	1.03	1.09	0.95

表 3.1-20 陆域本底调查复检样结果

样品名称		Be-7	Mn-54	Co-58	Co-60	Ag-110m	I-131	Cs-134	Cs-137	K-40	Ra-226	Th-232	U-238
圆墩河底泥, Bq/kg	A	<6.2	<0.82	<0.63	<0.68	<0.69	<0.70	<0.67	<0.83	816±51	58.0±6.0	132±14	78.1±8.9
	B	<5.8	<0.77	<0.60	<0.63	<0.67	<0.64	<0.63	<0.78	823±52	58.6±6.0	136±14	87±10
	A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	0.99	0.99	0.97	0.9
盘沿水库水, Bq/m³	A	<18	<2.0	<1.9	<2.0	<1.9	<2.0	<1.9	<2.2	58.3±8.9	<12	<7.2	<29
	B	<21	<2.4	<2.3	<2.6	<2.5	<2.6	<2.4	<2.7	<52	<8.2	<10	<64
	A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
望斗村未垦土, Bq/kg	A	<5.0	<0.64	<0.50	<0.53	<0.58	<0.59	<0.55	<0.65	379±24	50.5±5.2	140±14	57.0±6.6
	B	<5.0	<0.68	<0.52	<0.54	<0.70	<59	<0.56	<0.64	373±24	56.5±5.8	146±15	71.8±8.0
	A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	1.02	0.89	0.96	0.79
湾仔村 A 未垦土, Bq/kg	A	<4.1	<0.67	<0.43	<0.45	<0.50	<0.49	<0.46	2.86±0.44	796±49	47.4±4.9	74.2±7.8	48.2±5.5
	B	<4.8	<0.58	<0.47	<0.53	<0.55	<0.60	<0.52	3.17±0.47	788±49	52.9±5.5	68.3±7.3	55.4±7.5
	A/B	/	/	/	/	/	/	/	0.9	1.01	0.9	1.09	0.87
		总 α	总 β	Sr-90	/	/	/	/	/	/	/	/	/
黄坑水库水, Bq/m³	A	16.4±5.2	57.7±2.6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	14.5±5.1	54.8 士 2.5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	A/B	1.14	1.05	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
沙埔村未垦土, Bq/kg	A	/	/	0.11±0.02	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	/	/	0.096±0.023	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	A/B	/	/	1.15	/	/	/	/	/	/	/	/	/
东头村未垦土, Bq/kg	A	/	/	0.81±0.03	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	/	/	0.73±0.04	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	A/B	/	/	1.11	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 3.1-21 陆域本底调查加标结果

样品名称	采样日期	分析项目	样品浓度	加标量（Bq）	回收量(Bq)	回收率%
沙埔村未垦土 A	2015-07-28	^{90}Sr	0.098(Bq/kg)	0.36	0.35	97.3
沙埔村未垦土 B	2015-07-28	^{90}Sr	0.106(Bq/kg)	0.36	0.37	103
黄坑水库水	2015-07-28	^{3}H	0.21(Bq/L)	39.7	41.6	105
黄坑水库水	2015-07-28	总 α	16.4(Bq/m^3)	0.306	0.298	97.5
黄坑水库水	2015-07-28	总 β	57.7(Bq/m^3)	0.425	0.421	99.1

表 3.1-22 海洋环境放射性水平调查点位经纬度

站位编号	站位坐标		调查内容		
	东经	北纬	介质		核素
			海水	沉积物	
S6	115°3'39.6"	22°45'41.4"	√	√	海水调查核素：γ核素、总α、总β、Sr-90、H-3 沉积物调查核素：γ核素、总β、Sr-90
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"	√	√	
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"	√	√	
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"	√	√	
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"	√	√	
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"	—	√	
D4	114°55'10.26"	22°43'26.26"	—	√潮间带	
D5	114°53'5.63"	22°44'24.09"	—	√潮间带	

表 3.1-23 海洋放射性本底调查样品分析仪器与方法

序号	监测项目	仪器设备	样品测定方法
1	总α、总β	BH1216Ⅲ低本底α、β测量仪 低本底α、β检测仪MPC-9604	GB/T5750.13-2006 国际标准ISO-9696
2	^{90}Sr	低本底α、β检测仪MPC-9604	GB6764-86 GB6766-86
3	γ核素	ADC-1000-IHPGe γ能谱仪 Digi Dart HPGe γ能谱仪 DSA-1000型γ能谱仪	GB11713-89 GB11743-89
4	^{3}H	1220 Quantulus低本底闪烁仪	GB12375-90

表 3.1-24 海水样品的放射性水平（1/4）

样品名称		^{59}Fe	^{106}Ru	^{131}I	^{54}Mn	^{58}Co	^{60}Co	^{110m}Ag	^{134}Cs	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{238}U	^{40}K	总 α	去钾总 β	^{90}Sr	^{3}H
		Bq/m³												Bq/L	Bq/m³			Bq/L
S6	2015/5/6	< 2.3	< 10	< 1.1	< 1.0	< 0.94	< 1.1	< 0.92	< 0.92	1.55±0.67	< 3.0	11.3±2.9	< 21	8.15	70±8	40±2	0.63±0.12	<0.93
	2015/8/29	< 3.2	< 15	< 1.8	< 1.6	< 1.5	< 1.8	< 1.7	< 1.6	1.90±0.85	7.8±1.1	19.3±2.9	< 39	8.10±0.01	41±5	44±1	0.62±0.17	<0.89
	2015/11/13	< 2.1	< 8.8	< 0.99	< 1.0	< 0.94	< 1.1	< 0.97	< 0.89	1.61±0.45	11.8±1.0	17.8±2.3	34.2±4.6	8.10±0.05	31±4	34±1	2.00±0.34	/
S7	2015/5/6	< 2.4	< 9.0	< 0.85	< 0.94	< 0.93	< 1.0	< 0.86	< 0.80	1.48±0.71	< 2.2	10.0±2.4	25.1±2.7	8.14	38±6	31±2	0.74±0.13	<0.93
	2015/8/29	< 4.1	< 17	< 1.7	< 2.1	< 1.9	< 1.9	< 2.0	< 1.8	3.3±1.2	7.12±0.92	13.7±4.1	< 33	8.09	36±6	46±2	2.27±0.38	<0.89
	2015/11/13	< 2.2	< 8.9	< 1.1	< 1.0	< 0.98	< 1.1	< 1.0	< 1.0	1.79±0.66	5.16±0.63	15.9±3.3	23.8±5.8	8.1	26±6	33±2	1.1±0.28	<0.90
S8	2015/5/6	< 2.3	< 10	< 1.1	< 1.0	< 0.91	< 1.1	< 0.96	< 0.94	1.20±0.74	<3.0	11.7±2.9	< 21	8.12	51±7	34±2	0.66±0.12	<0.93
	2015/8/29	< 3.7	< 17	< 2.1	< 1.6	< 1.5	< 1.8	< 1.6	< 1.5	2.4±1.0	13.0±1.8	14.3±4.1	< 39	8.1	77±9	42±2	0.49±0.28	<0.89
	2015/11/13	< 1.9	< 7.2	<0.67	< 0.94	< 0.78	< 1.1	< 0.79	< 0.71	1.79±0.63	4.52±0.55	13.1±3.0	23.9±4.6	8.05	21±5	30±2	1.05±0.34	<0.90
S9	2015/5/6	< 2.5	< 9.9	< 1.1	< 1.0	< 0.89	< 1.1	< 0.94	< 0.91	1.78±0.72	< 3.0	14.4±3.1	< 21	8.08	52±7	32±2	1.07±0.21	<0.93
	2015/8/29	< 3.6	< 17	< 2.1	< 1.6	< 1.4	< 1.7	< 1.6	< 1.5	2.4±1.2	13.0±1.7	< 6.9	< 39	8.02	38±7	45±2	<0.36	<0.89
	2015/11/13	< 2.1	< 7.4	< 0.70	< 1.0	< 0.82	< 1.2	< 0.86	< 0.76	1.43±0.65	3.67±0.44	12.8±3.0	26.9±4.7	8	28±6	33±2	<0.41	<0.90
S10	2015/5/6	< 2.3	< 10	< 1.1	< 0.99	< 0.88	< 1.1	< 0.90	< 0.87	1.75±0.79	4.28±0.64	8.2±2.1	<21	8.05	37±6	34±2	0.57±0.16	<0.93
	2015/8/29	< 5.3	< 21	< 2.3	<2.1	<2.1	<2.1	<2.1	< 1.9	<2.3	<6.2	<9.0	<61	8	35±6	50±2	0.49±0.2	<0.89
	2015/11/13	< 2.2	< 9.1	< 1.1	<1.1	<1.0	<1.2	<1.0	< 0.95	1.89±0.64	< 4.7	9.7±2.7	26.5±6.4	8.12	28±6	32±2	0.95±0.26	<0.90
S17	2015/5/6	< 2.6	< 10	< 0.95	< 1.1	< 1.0	< 1.2	< 0.99	< 0.90	1.83±0.84	< 2.5	12.0±3.3	28.1±3.1	5.94	51±7	39±2	0.73±0.15	<1.00
	2015/8/29	< 4.5	< 18	< 1.8	< 2.1	< 2.0	< 2.4	< 2.0	<1.9	2.3±1.5	13.3±1.7	17.5±5.1	<35	5.12	39±7	44±2	2.27±0.38	<0.89
	2015/11/15	< 3.7	< 17	< 2.1	< 1.8	< 1.7	< 2.0	< 1.8	<1.7	4.3±1.4	< 7.2	18.0±4.3	<44	5.8	27±6	38±2	1.11±0.32	0.18±0.05
S18	2015/5/6	< 2.8	< 10	< 0.96	< 1.1	< 1.1	< 1.2	< 0.97	< 0.90	2.44±0.85	< 2.6	13.0±3.2	33.3±3.6	4.9	56±8	38±2	0.34±0.11	<1.00
	2015/8/29	< 3.1	< 15	< 1.8	< 1.6	< 1.5	< 1.6	< 1.6	< 1.5	2.3±1.1	< 5.8	10.2±2.8	<38	4.67	38±7	45±2	<0.42	<0.89
	2015/11/15	< 3.4	< 16	< 2.0	< 1.7	< 1.5	< 1.9	< 1.7	< 1.7	< 1.9	< 7.1	11.5±2.7	<44	5	31±6	38±2	—	<0.90
S19	2015/5/6	< 2.5	< 9.5	< 0.92	< 0.99	< 0.95	< 1.1	< 0.95	< 0.83	<1.1	< 2.4	9.3±2.4	23.2±2.6	4.88	46±7	39±2	<0.28	<1.00
	2015/8/29	< 3.0	< 15	< 1.8	< 1.6	< 1.5	< 1.8	< 1.6	< 1.5	2.1±1.2	< 5.5	< 7.0	< 37	4.61	31±6	44±2	0.41±0.17	<0.89
	2015/11/14	< 1.8	< 6.7	< 0.66	< 0.94	< 0.83	< 1.0	< 0.86	< 0.67	1.49±0.50	3.60±0.43	8.9±2.4	31.2±6.6	4.6	24±6	28±2	0.62±0.20	<0.90
S20	2015/5/6	< 2.6	< 10	< 0.94	< 1.1	< 0.99	< 1.2	< 0.98	< 0.90	1.4±1.6	3.23±0.46	8.6±2.4	42.8±4.6	4.94	35±6	41±2	0.34±0.11	<1.00
	2015/8/29	< 3.2	< 14	< 1.8	< 1.6	< 1.5	< 1.7	< 1.5	< 1.5	< 2.7	8.8±1.2	< 6.8	< 38	4.66	36±6	41±2	2.43±0.24	<0.89
	2015/11/14	< 2.9	< 12	< 1.5	< 1.4	< 1.3	< 1.4	< 1.3	< 1.3	2.6±1.1	12.4±1.5	12.5±3.8	28.1±7.1	4.85	20±5	28±2	0.71±0.23	0.14±0.05

表 3.1-24 海水样品的放射性水平（2/4）

样品名称		^{59}Fe	^{106}Ru	^{131}I	^{54}Mn	^{58}Co	^{60}Co	^{110m}Ag	^{134}Cs	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{238}U	^{40}K	总 α	去钾总 β	^{90}Sr	^{3}H
		Bq/m³												Bq/L	Bq/m³			Bq/L
S21	2015/5/6	< 2.3	< 9.2	< 1.1	<0.96	< 0.89	< 1.1	< 0.93	< 0.86	2.16±0.84	3.85±0.56	10.6±2.6	< 28	5.04	37±6	31±2	0.80±0.12	<1.00
	2015/8/29	< 3.5	< 17	< 2.0	<1.4	<1.4	<1.6	< 1.5	< 1.5	2.9±1.2	11.4±1.5	< 6.3	< 38	4.85	56±8	47±2	0.82±0.15	<0.89
	2015/11/14	< 2.3	< 10	< 1.3	<1.3	<1.1	<1.3	< 1.2	< 1.1	1.98±0.73	<5.7	< 5.2	32.0±6.6	4.99	29±6	35±2	/	<0.90
S22	2015/5/6	< 2.7	< 10	< 0.94	< 1.1	< 1.1	< 1.2	< 0.99	< 0.89	2.10±0.82	< 2.6	8.8±2.5	< 23	4.95	36±6	30±2	0.54±0.14	<1.00
	2015/8/27	< 4.0	< 15	< 1.6	< 1.9	< 1.8	< 2.0	< 1.8	< 1.8	5.1±1.3	< 6.2	15.3±2.9	< 30	4.81±1.25	102±13	51±1	0.92±0.26	<0.89
	2015/11/16	< 2.3	< 10	< 1.2	< 1.1	< 1.0	< 1.3	< 1.1	< 1.1	1.44±0.74	< 6.0	6.3±2.2	27.7±5.9	4.85	32±6	32±2	0.90±0.22	0.17±0.05
S23	2015/5/6	< 2.0	< 7.0	< 0.66	< 0.94	< 0.81	< 1.1	< 0.77	< 0.74	1.38±0.41	< 3.5	10.3±1.8	15.1±2.4	7.63±0.01	46±5	42±1	0.88±0.13	<0.93
	2015/8/29	< 4.0	< 17	< 1.7	< 2.0	< 1.8	< 2.1	< 1.8	< 1.7	2.1±0.4	< 6.4	19.3±3.2	< 31	7.23±0.04	28±4	36±1	0.57±0.14	<0.89
	2015/11/16	< 3.1	< 15	< 1.8	< 1.7	< 1.7	< 1.8	< 1.7	< 1.6	1.88±0.77	< 7.4	12.7±2.2	< 38	7.57±0.02	29±4	35±1	1.05±0.20	0.17±0.04
S25	2015/5/6	< 2.0	< 6.9	< 0.66	< 0.91	< 0.79	< 1.1	< 0.77	< 0.76	1.68±0.56	< 3.5	7.9±2.3	9.8±2.7	7.53	44±7	31±2	0.74±0.11	<0.93
	2015/8/29	< 3.6	< 17	< 2.1	< 1.6	< 1.5	< 1.7	< 1.6	< 1.5	2.1±1.3	10.1±1.4	< 6.9	< 39	7.24	46±7	44±2	0.91±0.26	<0.89
	2015/11/16	< 2.7	< 10	< 1.1	< 1.3	< 1.3	< 1.5	< 1.2	< 1.2	< 1.5	< 5.6	14.1±3.1	23.6±3.3	7.5	34±7	46±2	0.96±0.51	<0.90
S26	2015/5/9	< 2.0	< 6.6	< 0.64	< 0.86	< 0.84	< 1.1	< 0.77	< 0.75	1.62±0.62	< 3.5	8.0±2.5	13.7±3.2	7.56	26±5	30±2	0.42±0.14	<0.93
	2015/8/26	< 3.3	< 15	< 1.8	< 1.6	< 1.6	< 1.8	< 1.6	< 1.6	< 2.0	6.85±0.96	< 7.4	< 39	7.64	44±7	40±2	0.51±0.17	<0.89
	2015/11/18	< 3.1	< 14	< 1.8	< 1.5	< 1.6	< 1.9	< 1.6	< 1.5	1.97±0.87	< 7.2	12.4±3.6	46.9±5.2	7.45	49±7	44±2	1.53±0.57	<0.90
S27	2015/5/9	< 2.7	< 12	< 1.3	< 1.3	< 1.2	< 1.4	< 1.3	< 1.3	1.78±0.95	< 5.4	6.3±2.3	23.2±3.4	7.47	47±7	29±2	0.58±0.16	<0.93
	2015/8/26	< 3.5	< 17	< 2.2	< 1.6	< 1.4	< 1.6	< 1.6	< 1.5	2.4±1.3	6.07±0.83	< 6.6	55.9±6.1	7.62	35±7	39±2	<0.35	<0.89
	2015/11/18	< 3.2	< 16	< 2.0	< 1.6	< 1.7	< 1.8	< 1.7	< 1.7	<1.9	<7.1	< 7.1	< 45	7.35	41±7	46±2	0.94±0.18	0.23±0.05
S28	2015/5/9	< 2.8	< 12	< 1.4	< 1.5	< 1.3	< 1.5	< 1.3	< 1.3	1.73±0.84	< 5.6	7.1±2.6	< 23	4.85	58±8	40±2	1.48±0.15	<0.93
	2015/8/26	< 3.3	< 15	< 1.9	< 1.7	< 1.6	< 1.8	< 1.6	< 1.5	< 1.9	10.3±1.4	< 7.0	< 39	4.56	67±8	57±2	0.62±0.16	<0.89
	2015/11/18	< 4.0	< 18	< 2.3	< 1.8	< 1.9	< 2.2	< 2.0	< 1.9	2.8±1.2	<7.9	9.0±2.4	< 50	4.75	32±6	42±2	0.82±0.17	<0.90
S29	2015/5/9	< 2.7	< 12	< 1.3	< 1.4	< 1.2	< 1.6	< 1.3	< 1.2	< 1.5	< 5.4	7.5±2.6	< 21	4.82	50±7	35±2	0.84±0.13	<0.93
	2015/8/26	< 3.3	< 16	< 1.8	< 1.7	< 1.6	< 1.9	< 1.7	< 1.6	3.16±0.91	6.03±0.86	< 7.4	< 39	4.69	64±8	51±2	0.31±0.19	<0.89
	2015/11/18	< 3.2	< 15	< 1.8	< 1.6	< 1.5	< 1.6	< 1.5	< 1.6	2.1±1.1	<7.2	10.5±2.9	< 37	4.8	31±6	44±2	0.68±0.19	<0.90
S31	2015/5/10	< 2.4	< 9.4	< 0.85	< 0.96	< 0.94	< 1.0	< 0.89	< 0.79	1.85±0.69	< 2.3	5.8±1.8	< 20	4.61	41±6	36±2	1.15±0.13	<0.93
	2015/8/25	< 3.6	< 17	< 2.2	< 1.6	< 1.4	< 1.7	< 1.6	< 1.5	2.6±1.2	7.4±1.0	7.8±2.0	< 39	4.06	44±7	44±2	0.46±0.14	<0.89
	2015/11/18	< 3.2	< 14	< 1.8	< 1.6	< 1.7	< 1.7	< 1.6	< 1.6	2.5±1.0	<7.2	15.7±3.3	< 37	4.5	31±6	44±2	0.95±0.19	<0.90

表 3.1-24 海水样品的放射性水平（3/4）

样品名称		^{59}Fe	^{106}Ru	^{131}I	^{54}Mn	^{58}Co	^{60}Co	^{110m}Ag	^{134}Cs	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{238}U	^{40}K	总 α	去钾总 β	^{90}Sr	^{3}H
		Bq/m ^{3}												Bq/L	Bq/m ^{3}			Bq/L
S32	2015/5/10	< 2.5	< 9.3	< 0.87	< 1.0	< 0.93	< 1.0	< 0.92	< 0.84	1.51 ±0.65	< 2.3	9.5 ±2.5	22.6 ±2.5	5.12	23 ±5	33 ±2	1.21 ±0.20	<0.93
	2015/8/25	< 3.6	< 16	< 2.1	< 1.5	< 1.4	< 1.7	< 1.5	< 1.4	2.1 ±1.2	14.1 ±1.8	< 6.0	< 37	4.95	51 ±7	48 ±2	<0.46	<0.89
	2015/11/18	< 2.6	< 11	< 1.3	< 1.2	< 1.2	< 1.4	< 1.2	< 1.1	1.59 ±0.78	<4.5	10.0 ±2.9	36.6 ±4.0	5.2	29 ±6	42 ±2	1.21 ±0.18	<0.90
S33	2015/5/9	< 2.8	< 12	< 1.4	< 1.3	< 1.2	< 1.5	< 1.3	< 1.3	2.19 ±0.92	< 5.5	9.2 ±2.7	33.7 ±5.2	4.68	47 ±7	35 ±2	1.49 ±0.29	<0.93
	2015/8/25	< 3.5	< 16	< 2.0	< 1.5	< 1.4	< 1.7	< 1.5	< 1.5	1.9 ±1.3	< 5.6	< 6.5	< 38	5.94	43 ±7	42 ±2	0.46 ±0.22	<0.89
	2015/11/18	< 3.3	< 14	< 1.7	< 1.6	< 1.5	< 1.7	< 1.5	< 1.5	1.77 ±0.84	< 6.3	11.0 ±2.9	< 35	4.55	30 ±6	47 ±2	0.99 ±0.19	<0.90
S34	2015/5/10	< 2.8	< 10	< 0.94	< 1.1	< 1.0	< 1.2	< 1.0	< 0.95	1.31 ±0.83	< 2.5	6.4 ±1.9	43.3 ±4.7	4.67	50 ±7	37 ±2	1.59 ±0.20	<0.93
	2015/8/25	< 4.5	< 19	< 1.9	< 2.4	< 2.2	< 2.4	<2.0	< 1.9	< 2.4	< 7.2	<9.4	< 38	4.9	49 ±7	39 ±2	0.51 ±0.20	<0.89
	2015/11/18	< 3.2	< 14	< 1.7	< 1.4	< 1.4	< 1.7	< 1.5	<1.4	3.2 ±1.1	< 6.9	<6.7	49.3 ±5.4	4.55	43 ±7	42 ±2	1.19 ±0.24	<0.90
S35	2015/5/10	< 2.7	< 10	< 0.94	< 1.1	< 1.0	< 1.2	< 1.0	< 0.91	1.74 ±0.84	< 2.5	9.3 ±2.8	34.7 ±3.8	4.61	42 ±7	35 ±2	1.78 ±0.18	<0.93
	2015/8/25	< 4.0	< 16	< 1.7	< 2.0	< 1.8	< 2.1	< 1.9	< 1.7	3.0 ±1.1	17.4 ±2.1	8.9 ±3.7	< 31	4.46	50 ±7	42 ±2	0.50 ±0.16	<0.89
	2015/11/18	< 3.3	< 15	< 1.9	< 1.6	< 1.6	< 1.9	< 1.7	< 1.6	2.6 ±1.2	<7.6	9.3 ±2.9	< 40	4.65	34 ±6	43 ±2	0.93 ±0.21	<0.90
S41	2015/5/12	< 2.7	< 11	< 0.94	< 1.1	< 0.99	< 1.2	< 1.0	< 0.87	1.90 ±0.72	< 2.6	13.5 ±3.7	36.0 ±3.9	4.66	55 ±7	29 ±2	0.67 ±0.12	<0.93
	2015/8/24	< 3.0	< 15	< 1.7	< 1.5	< 1.5	< 1.7	< 1.5	< 1.4	2.6 ±1.0	< 5.5	7.0 ±1.9	< 36	4.55	60 ±8	52 ±2	0.43 ±0.19	<0.92
	2015/11/16	< 3.3	< 14	< 1.7	< 1.6	< 1.5	< 1.9	< 1.5	< 1.6	2.64 ±0.60	< 8.3	13.7 ±2.8	<27	4.56 ±0.01	31 ±4	39 ±1	0.90 ±0.12	<0.90
S42	2015/5/12	< 1.9	< 6.3	< 0.60	< 0.86	< 0.76	< 0.91	< 0.73	< 0.70	1.02 ±0.50	< 3.2	8.0 ±2.4	12.5 ±3.1	7.19	47 ±7	29 ±2	0.57 ±0.11	<0.93
	2015/8/24	< 3.1	< 15	< 1.8	< 1.5	< 1.5	< 1.9	< 1.6	< 1.5	2.36 ±0.92	< 5.6	8.0 ±2.0	39.6 ±4.3	7.13	51 ±7	48 ±2	0.83 ±0.20	<0.92
	2015/11/16	< 3.9	< 16	< 1.9	< 1.8	< 1.7	< 2.0	< 1.8	< 1.7	2.1 ±1.1	< 8.9	<7.9	49.7 ±7.0	7.05	31 ±6	43 ±2	0.35 ±0.17	0.20 ±0.05
S43	2015/5/12	< 2.6	< 10	< 0.93	< 1.1	< 0.96	< 1.1	< 1.0	< 0.86	1.20 ±0.70	< 2.5	7.5 ±2.3	29.0 ±3.2	7.26	40 ±6	31 ±2	0.50 ±0.10	<0.93
	2015/8/24	< 3.6	< 16	< 2.1	< 1.5	< 1.4	< 1.7	< 1.5	< 1.5	2.3 ±1.2	< 5.6	< 6.4	< 37	7.2	57 ±8	49 ±2	0.37 ±0.23	<0.92
	2015/11/16	< 3.5	< 15	<1.7	< 1.7	< 1.5	< 2.0	< 1.6	< 1.5	1.9 ±1.0	< 8.4	13.5 ±3.6	<28	7.15	71 ±9	54 ±2	<0.33	0.16 ±0.05
S44	2015/5/12	< 2.8	< 10	< 1.0	< 1.1	< 1.0	< 1.1	< 1.0	< 0.94	1.70 ±0.71	< 2.6	9.6 ±3.0	39.0 ±4.3	7.18	29 ±6	29 ±2	0.46 ±0.11	<0.93
	2015/8/24	< 3.7	< 17	< 2.2	< 1.5	< 1.5	< 1.7	< 1.5	< 1.5	1.8 ±1.1	16.9 ±2.2	< 6.8	< 39	7.15	63 ±8	47 ±2	0.59 ±0.37	<0.92
	2015/11/16	< 2.4	< 11	< 1.3	< 1.2	< 1.1	< 1.3	< 1.1	< 1.1	2.34 ±0.87	<5.8	12.4 ±3.2	35.5 ±6.5	7.12	58 ±7	42 ±2	<0.51	<0.90

表 3.1-24 海水样品的放射性水平（4/4）

样品名称		^{59}Fe	^{106}Ru	^{131}I	^{54}Mn	^{58}Co	^{60}Co	^{110m}Ag	^{134}Cs	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{238}U	^{40}K	总 α	去钾总 β	^{90}Sr	^{3}H
		Bq/m ^{3}												Bq/L	Bq/m ^{3}			Bq/L
S45	2015/5/12	< 2.6	< 12	< 1.4	< 1.4	< 1.3	< 1.6	< 1.3	< 1.3	2.52±0.85	< 5.5	13.6±3.1	25.0±3.6	7.05	53±8	33±2	0.81±0.29	<0.93
	2015/8/24	< 3.4	< 16	< 2.0	< 1.5	< 1.4	< 1.6	< 1.5	< 1.4	2.3±1.0	< 5.3	< 6.2	40.2±4.4	7.02	46±7	45±2	0.68±0.15	<0.92
	2015/11/16	< 3.3	< 16	< 2.0	< 1.8	< 1.8	< 2.0	< 1.7	< 1.8	3.1±1.2	< 8.0	13.6±3.2	55.6±6.1	7	35±7	38±2	0.73±0.19	<0.90
S46	2015/5/13	< 2.8	< 12	< 1.4	< 1.4	< 1.2	< 1.4	< 1.3	< 1.2	1.50±0.79	< 5.2	62.1±8.0	< 21	7.24	60±8	72±3	0.53±0.24	<0.93
	2015/8/30	< 4.7	< 20	< 1.9	< 2.3	< 2.0	< 2.4	< 2.1	< 2.0	< 2.3	9.4±1.2	49.5±8.7	< 39	7.15	59±8	65±3	0.75±0.17	<0.89
	2015/11/16	< 2.5	< 11	< 1.2	< 1.2	< 1.2	< 1.4	< 1.3	< 1.1	< 1.4	<4.8	53.9±7.0	28.8±3.2	7.12	72±8	79±3	1.11±0.23	<0.90
S47	2015/5/13	< 2.2	< 9.4	< 1.1	< 0.93	< 0.84	< 1.0	< 0.88	< 0.85	2.02±0.74	5.37±0.74	32.3±5.0	< 19	4.61	71±8	60±2	0.51±0.23	<0.93
	2015/8/30	< 3.6	< 17	< 2.1	< 1.5	< 1.4	< 1.8	< 1.6	< 1.5	2.6±1.3	< 6.0	< 6.8	< 39	4.54	62±8	48±2	2.09±0.18	<0.89
	2015/11/16	< 4.6	< 18	< 2.0	< 2.1	< 2.2	< 2.3	< 2.1	< 2.0	3.2±1.5	< 8.1	< 9.3	< 59	4.55	46±7	60±2	1.95±0.23	<0.90
S48	2015/5/13	< 2.2	< 9.4	< 1.1	< 0.92	< 0.84	< 1.0	< 0.89	< 0.83	1.47±0.64	4.54±0.63	17.0±3.6	< 19	4.55	43±7	45±2	<0.39	<0.93
	2015/8/30	< 3.5	< 17	< 2.1	< 1.6	< 1.4	< 1.7	< 1.6	< 1.5	2.5±1.1	< 5.8	< 6.6	< 39	4.38	61±8	62±2	0.59±0.17	<0.89
	2015/11/16	< 2.8	< 11	< 1.1	< 1.3	< 1.2	< 1.5	< 1.2	< 1.2	<1.4	< 5.5	25.4±4.6	21.3±3.0	4.4	65±8	46±2	1.68±0.34	<0.90

表 3.1-25 沉积物的放射性（Bq/kg.干）（1/2）

样品名称		^{59}Fe	^{106}Ru	^{131}I	^{54}Mn	^{58}Co	^{60}Co	^{110m}Ag	^{134}Cs	^{137}Cs	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{238}U	^{90}Sr	总 β
S6	2015/5/6	<1.1	<4.7	<0.54	< 0.58	< 0.51	< 0.54	< 0.54	< 0.52	0.71±0.32	664±42	32.5±3.5	48.5±5.4	54.4±6.2	<0.049	883±60
S7	2015/5/6	<1.2	<5.0	<0.58	< 0.56	< 0.44	< 0.57	< 0.51	< 0.50	0.71±0.34	656±42	47.2±4.9	49.5±5.5	49.3±7.2	<0.010	908±61
S8	2015/5/6	<1.0	<4.6	<0.52	< 0.56	< 0.47	< 0.48	< 0.51	< 0.52	1.05±0.36	681±43	37.4±3.9	54.3±6.0	63.1±7.2	<0.014	939±62
S9	2015/5/6	<1.1	<5.0	<0.61	< 0.59	< 0.48	< 0.59	< 0.54	< 0.52	< 0.63	655±42	37.1±4.0	48.6±5.6	43.2±6.9	<0.020	956±63
S10	2015/5/6	<1.1	<5.0	<0.57	< 0.60	< 0.52	< 0.55	< 0.56	< 0.52	1.17±0.41	722±45	36.7±3.9	50.1±5.6	60.9±6.7	<0.064	979±63
S17	2015/5/8	<0.94	<4.2	<0.49	< 0.51	< 0.42	< 0.47	< 0.46	< 0.46	0.73±0.28	662±41	34.0±3.6	52.1±5.7	47.6±5.2	<0.027	898±61
S18	2015/5/8	<0.97	<4.3	<0.45	< 0.54	< 0.46	< 0.47	< 0.49	< 0.46	0.84±0.29	708±44	37.8±3.9	54.4±6.0	53.6±6.0	<0.024	901±61
S19	2015/5/8	<1.0	<4.8	<0.54	< 0.57	< 0.52	< 0.52	< 0.59	< 0.53	< 0.61	671±42	36.6±3.8	56.4±6.1	64.9±7.1	0.10±0.02	937±62
S20	2015/5/8	<0.97	<4.2	<0.49	< 0.52	< 0.46	< 0.46	< 0.47	< 0.48	0.57±0.26	637±40	34.6±3.6	51.9±5.7	52.2±5.9	0.023±0.013	885±61
S20	2015/5/8	<0.92	<4.0	<0.47	< 0.48	< 0.44	< 0.44	< 0.47	< 0.44	0.53±0.39	637±40	32.9±3.4	51.3±5.6	43.7±5.9	<0.021	908±61
S21	2015/5/7	<0.78	<4.0	<0.50	< 0.46	< 0.36	< 0.43	< 0.42	< 0.43	< 0.48	638±40	49.1±5.1	52.8±5.7	40.2±7.1	<0.060	852±59
S22	2015/5/7	<0.99	<4.3	<0.45	< 0.54	< 0.46	< 0.50	< 0.49	< 0.47	0.64±0.30	669±42	35.8±3.7	52.2±5.7	51.8±5.8	0.016±0.008	898±60
S23	2015/5/8	<0.66	<2.9	<0.34	< 0.35	< 0.31	< 0.32	< 0.33	< 0.32	< 0.34	397±25	17.7±1.9	26.0±2.9	25.7±2.8	<0.029	529±51
S25	2015/5/9	<0.88	<4.1	<0.55	< 0.46	< 0.38	< 0.45	< 0.48	< 0.46	0.90±0.32	775±49	45.8±4.8	53.2±5.8	45.1±7.5	0.038±0.022	876±60
S26	2015/5/9	<0.92	<4.3	<0.46	< 0.50	< 0.44	< 0.45	< 0.47	< 0.45	0.86±0.34	647±40	38.0±4.0	51.1±5.5	54.9±6.0	0.023±0.010	934±62
S27	2015/5/9	<1.1	<5.2	<0.61	< 0.60	< 0.50	< 0.61	< 0.57	< 0.54	< 0.65	657±42	43.4±4.6	49.3±5.5	47.1±7.9	<0.013	944±62
S28	2015/5/8	<1.2	<5.4	<0.67	< 0.61	< 0.50	< 0.58	< 0.57	< 0.54	1.03±0.36	747±48	48.3±5.1	56.9±6.3	45.1±7.6	<0.017	839±59
S29	2015/5/9	<0.85	<3.8	<0.42	< 0.46	< 0.41	< 0.43	< 0.42	< 0.43	0.63±0.23	649±40	29.7±3.1	44.3±4.8	37.5±4.3	<0.021	899±61
S31	2015/5/15	<1.2	<4.9	<0.64	< 0.64	< 0.50	< 0.61	< 0.55	< 0.53	0.81±0.35	829±52	39.7±4.2	44.9±5.1	45.3±6.2	0.059±0.013	846±60
S32	2015/5/8	<1.0	<4.8	<0.53	< 0.57	< 0.50	< 0.52	< 0.52	< 0.50	1.14±0.35	687±43	38.6±4.0	53.3±5.8	55.1±6.0	0.019±0.009	1072±65
S33	2015/5/9	<0.86	<3.9	<0.55	< 0.46	< 0.40	< 0.43	< 0.45	< 0.45	1.18±0.34	711±45	43.9±4.6	48.4±5.3	45.5±7.9	0.059±0.013	846±60

表 3.1-25 沉积物的放射性（Bq/kg.干）（2/2）

样品名称		^{59}Fe	^{106}Ru	^{131}I	^{54}Mn	^{58}Co	^{60}Co	^{110m}Ag	^{134}Cs	^{137}Cs	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{238}U	^{90}Sr	总 β
S34	2015/5/13	<1.0	<4.6	<0.57	< 0.55	< 0.47	< 0.54	< 0.52	< 0.47	< 0.59	612±39	37.3±4.0	43.5±4.9	51.3±7.3	0.015±0.009	912±61
S35	2015/5/13	<1.0	<4.5	<0.59	< 0.57	< 0.46	< 0.52	< 0.48	< 0.51	0.81±0.31	605±39	35.2±3.8	39.0±4.5	43.6±6.7	0.032±0.013	889±60
S39	2015/5/13	<1.0	<4.2	<0.46	< 0.55	< 0.47	< 0.48	< 0.50	< 0.47	0.78±0.29	666±42	33.6±3.5	49.0±5.4	46.2±5.4	<0.017	873±61
S40	2015/5/13	<1.1	<4.9	<0.64	< 0.61	< 0.51	< 0.60	< 0.57	< 0.54	0.87±0.33	702±45	44.6±4.7	47.9±5.4	40.8±6.2	<0.017	922±61
S41	2015/5/13	<0.86	<3.7	<0.47	< 0.49	< 0.37	< 0.46	< 0.42	< 0.40	0.47±0.25	594±38	33.3±3.5	35.7±4.0	33.0±4.6	0.024±0.011	689±55
S42	2015/5/13	<1.2	<5.4	<0.69	< 0.69	< 0.57	< 0.69	< 0.63	< 0.55	1.09±0.39	681±44	48.2±5.1	47.0±5.4	39.1±6.0	<0.022	975±63
S43	2015/5/15	<1.1	<5.1	<0.56	< 0.59	< 0.54	< 0.54	< 0.54	< 0.55	1.24±0.34	726±46	35.3±3.7	54.5±6.0	56.8±6.2	<0.018	902±61
S44	2015/5/15	<0.84	<3.8	<0.46	< 0.46	< 0.35	< 0.44	< 0.39	< 0.39	1.34±0.30	631±64	38.1±6.2	46.2±2.8	53±11	0.066±0.015	947±61
S45	2015/5/13	<1.0	<4.4	<0.57	< 0.57	< 0.44	< 0.50	< 0.50	< 0.47	0.84±0.32	604±39	40.4±4.3	44.0±4.9	39.7±5.5	<0.020	913±61
S46	2015/5/13	<1.3	<6.4	<0.72	< 0.76	< 0.64	< 0.69	< 0.73	< 0.69	1.13±0.42	818±52	65.2±6.8	105±11	109±12	<0.039	1154±66
S47	2015/5/13	<0.72	<3.1	<0.35	< 0.37	< 0.34	< 0.34	< 0.36	< 0.35	< 0.39	349±22	15.9±1.7	22.3±2.7	27.3±3.0	<0.032	353±46
D4	2015/11/16	<0.65	<3.0	<0.33	< 0.36	< 0.31	< 0.33	< 0.31	< 0.31	< 0.36	443±28	14.9±1.6	20.5±2.4	19.8±2.2	<0.042	556±52
D5	2015/11/16	<1.0	<4.7	<0.53	< 0.56	< 0.50	< 0.51	< 0.53	< 0.51	0.59±0.31	709±44	54.9±5.6	57.2±6.2	78.9±8.6	<0.031	1003±63

表 3.1-26 平行样分析结果

样品名称			^{59}Fe	^{106}Ru	^{131}I	^{54}Mn	^{58}Co	^{60}Co	^{110m}Ag	^{134}Cs	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{238}U	^{40}K	总 α	去钾总 β	^{90}Sr	^{3}H
S6	2015/8/29	A	< 3.2	< 14	< 1.8	< 1.4	< 1.5	< 1.8	< 1.6	< 1.5	1.89±0.95	< 5.7	19.6±3.9	< 36	8.1	41±7	44±2	0.65±0.30	<0.89
		B	< 3.2	< 15	< 1.8	< 1.6	< 1.5	< 1.8	< 1.7	< 1.6	1.9±1.4	7.8±1.1	18.9±4.4	< 39	8.09	41±7	43±2	0.59±0.18	<0.89
		A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	0.99	/	1.04	/	1.00	1.00	1.02	1.10	/
	2015/11/13	A	< 1.9	< 7.5	< 0.72	< 1.0	< 0.92	< 1.1	< 0.86	< 0.79	1.62±0.54	11.9±1.4	18.8±3.3	32.6±6.7	8.05	30±6	35±2	1.57±0.17	<0.90
		B	< 2.1	< 8.8	< 0.99	< 1.0	< 0.94	< 1.1	< 0.97	< 0.89	1.59±0.72	11.7±1.4	16.7±3.2	35.7±6.3	8.14	32±6	33±2	2.43±0.30	0.15±0.05
		A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	1.02	1.02	1.13	0.91	0.99	0.94	1.06	0.65	/
S22	2015/8/27	A	< 4.0	< 15	< 1.6	< 1.9	< 1.7	< 1.9	< 1.8	< 1.8	2.4±2.2	< 6.2	14.8±4.2	< 30	4.82	120±10	55±2	0.69±0.16	<0.89
		B	< 3.7	< 15	< 1.6	< 1.8	< 1.8	< 2.0	< 1.7	< 1.7	2.7±1.2	< 6.0	15.7±4.1	< 29	4.8	85±9	47±2	1.14±0.21	<0.89
		A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	0.89	/	0.94	/	1.00	1.4	1.17	0.61	/
S23	2015/5/6	A	< 2.0	< 7.0	< 0.66	< 0.94	< 0.81	< 1.1	< 0.76	< 0.74	1.31±0.60	< 3.5	10.4±2.7	15.2±3.2	7.64	42±7	43±2	0.81±0.22	<0.93
		B	< 1.9	< 7.0	< 0.64	< 0.90	< 0.78	< 1.0	< 0.77	< 0.69	1.45±0.56	< 3.5	10.2±2.5	15.0±3.6	7.62	49±7	40±2	0.95±0.14	<0.93
		A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	0.90	/	1.02	/	1.00	0.86	1.08	0.85	/
	2015/8/29	A	< 3.8	< 17	< 1.7	< 2.0	< 1.8	< 2.1	< 1.8	< 1.7	2.2±1.1	< 6.4	19.7±4.6	< 31	7.19	29±6	34±2	0.61±0.22	<0.89
		B	< 4.0	< 16	< 1.6	< 1.8	< 1.6	< 2.0	< 1.7	< 1.6	2.0±1.8	< 6.0	18.8±4.5	< 29	7.26	27±6	38±2	0.53±0.19	<0.89
		A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	1.10	/	1.05	/	0.99	1.07	0.89	1.15	/
	2015/11/15	A	< 3.1	< 15	< 1.8	< 1.7	< 1.7	< 1.8	< 1.7	< 1.6	1.9±1.3	< 7.4	12.6±3.0	< 38	7.55	29±6	32±2	0.96±0.19	0.14±0.05
		B	< 2.7	< 11	< 1.3	< 1.2	< 1.3	< 1.4	< 1.3	< 1.2	1.86±0.83	< 5.1	12.8±3.1	< 28	7.58	29±6	37±2	1.13±0.35	0.19±0.05
		A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	1.02	/	0.98	/	1.00	1.00	0.86	0.85	/
S41	2015/11/16	A	< 3.3	< 14	< 1.7	< 1.6	< 1.5	< 1.9	< 1.5	< 1.6	2.57±0.50	< 8.3	15.2±4.3	<27	4.55	33±6	36±2	0.79±0.17	<0.90
		B	< 3.1	< 14	< 1.5	< 1.5	< 1.4	< 1.7	< 1.5	< 1.5	2.7±1.1	< 7.5	12.2±3.5	< 27	4.57	32±6	41±2	1.01±0.17	<0.90
		A/B	/	/	/	/	/	/	/	/	0.95	/	1.25	/	1.00	1.03	0.88	0.78	/

表 3.1-27 惠东县卫生机构射线装置情况

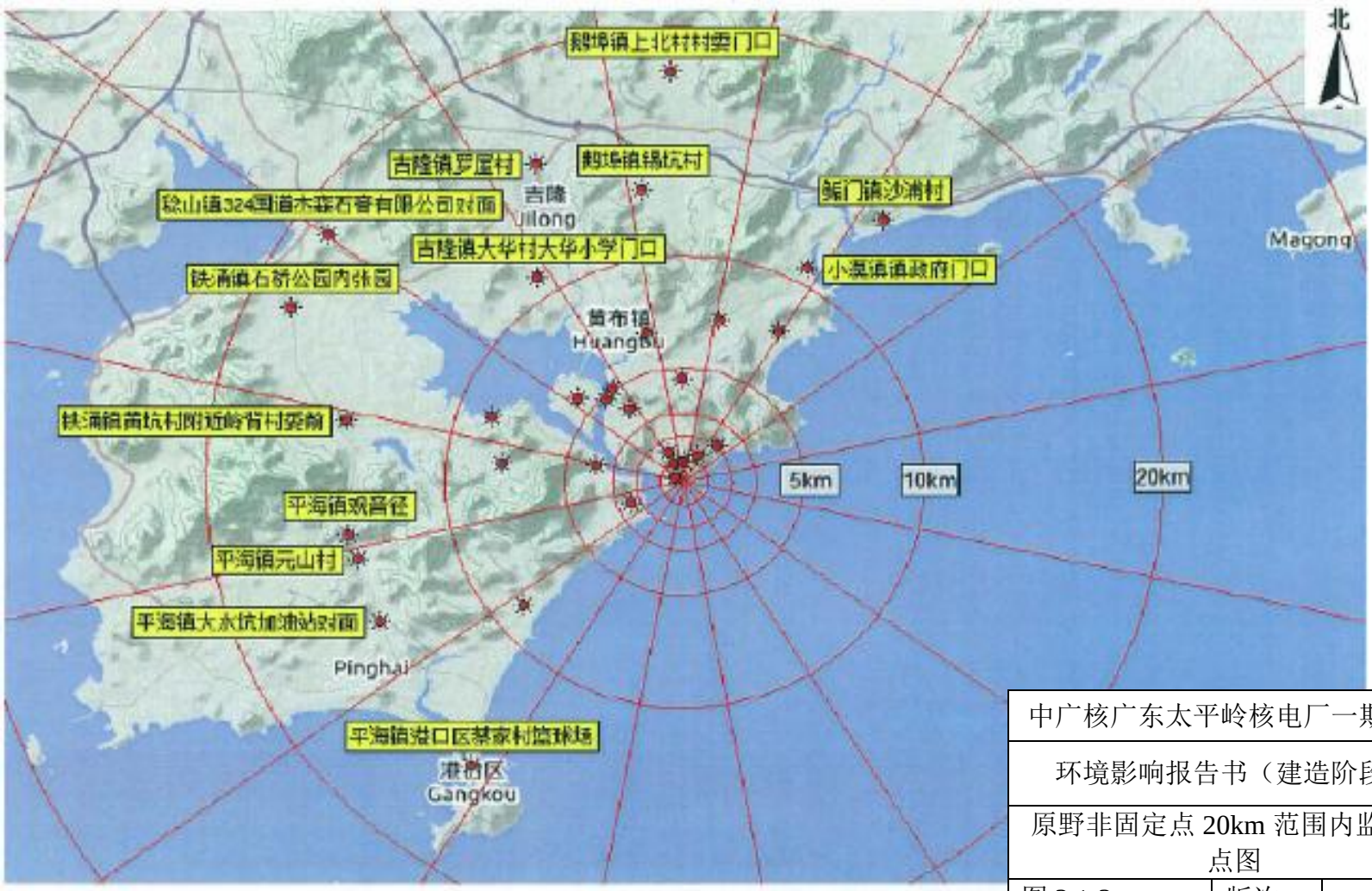
序号	单位名称	规模	备注
1	惠东县第二人民医院	III 类射线装置，日本东芝牌 CT 机一台 zTSX-02113，管电压 135KV 输出电流 200MA，日本岛津 500MAX 线机一台，日本 F52-8LX 线机一台。	
2	惠东县吉隆安康医院	III 类射线装置，NouVUALX 射线计算机体层摄影装置一台;NAX-500 型数字遥控型诊断 X 射线机一台 NSX500R 型 X 射线摄影平床一台:DR 沪 rlew5800 激光打印机，Lm211c21 电脑成像平台。	
3	惠东县港口滨海旅游度假区卫生院	III 类射线装置，FII 型 200 毫安 X 线机一台。	
4	惠东县黄埠镇盐州卫生院	III 类射线装置，FSK302-1X 射线机一台	
5	惠东县铁涌镇卫生院	III 类射线装置，X 光机 KFII-200 一台。	
6	惠东吉隆协和医院	III 类射线装置，医用放射线诊断设备、螺旋 CTl 台、500MA 肠胃机一台。	
7	惠东县平海镇卫生院	III 类射线装置，F52-8C 型 X 射线摄影诊断装置一套。	



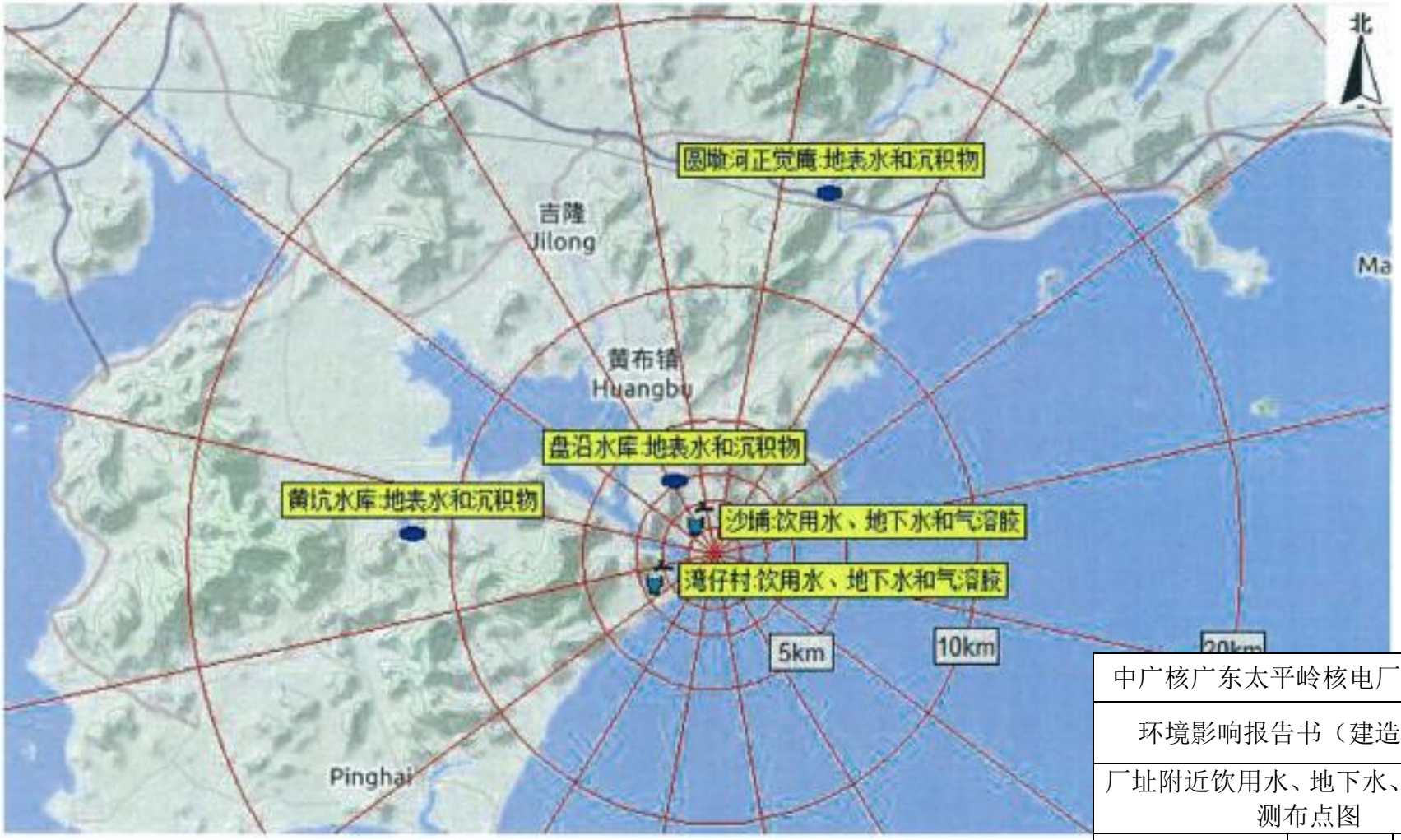
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
TLD 监测布点图		
图 3.1-1	版次：	A



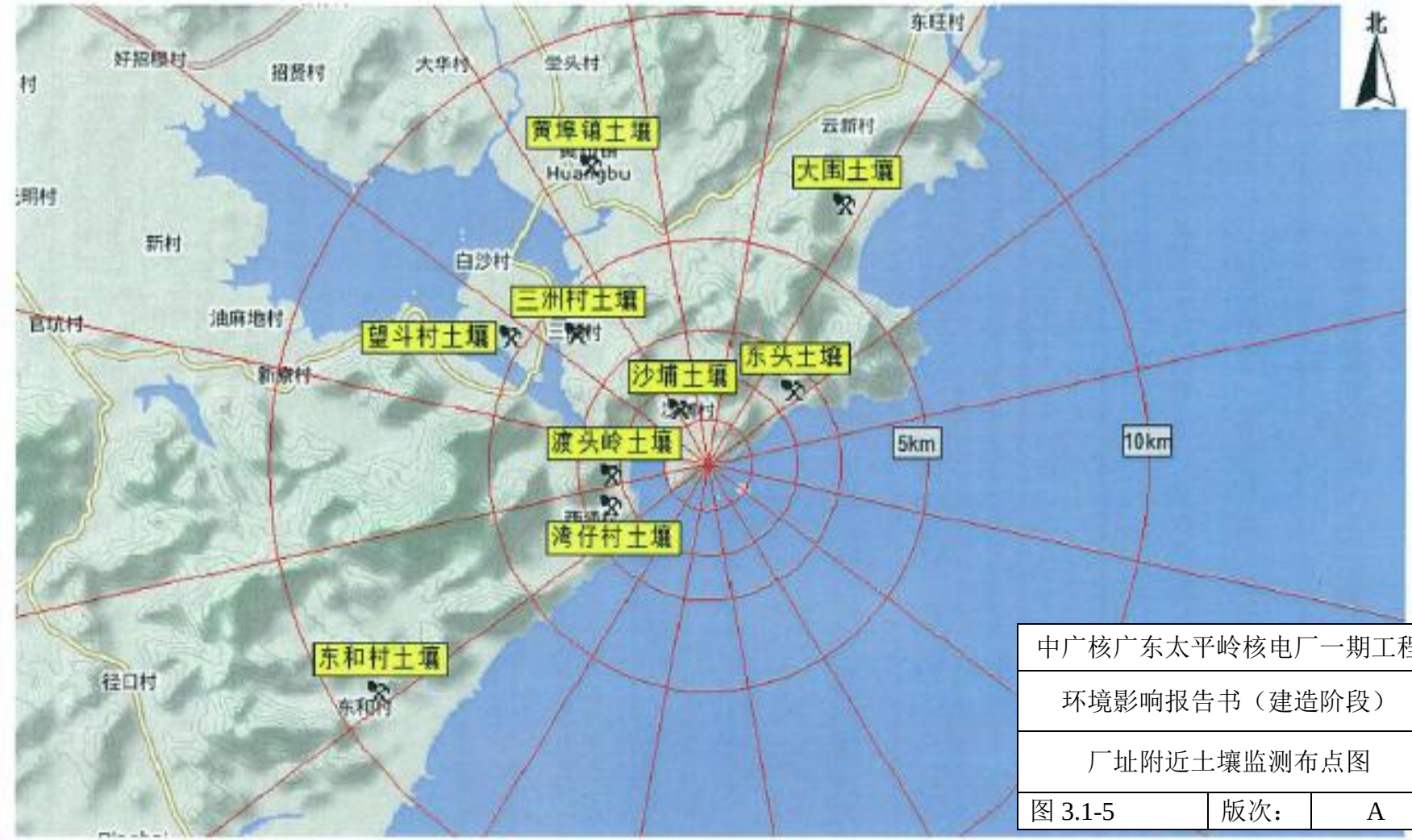
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
原野非固定点 5km 范围内监测布点图		
图 3.1-2	版次：	A



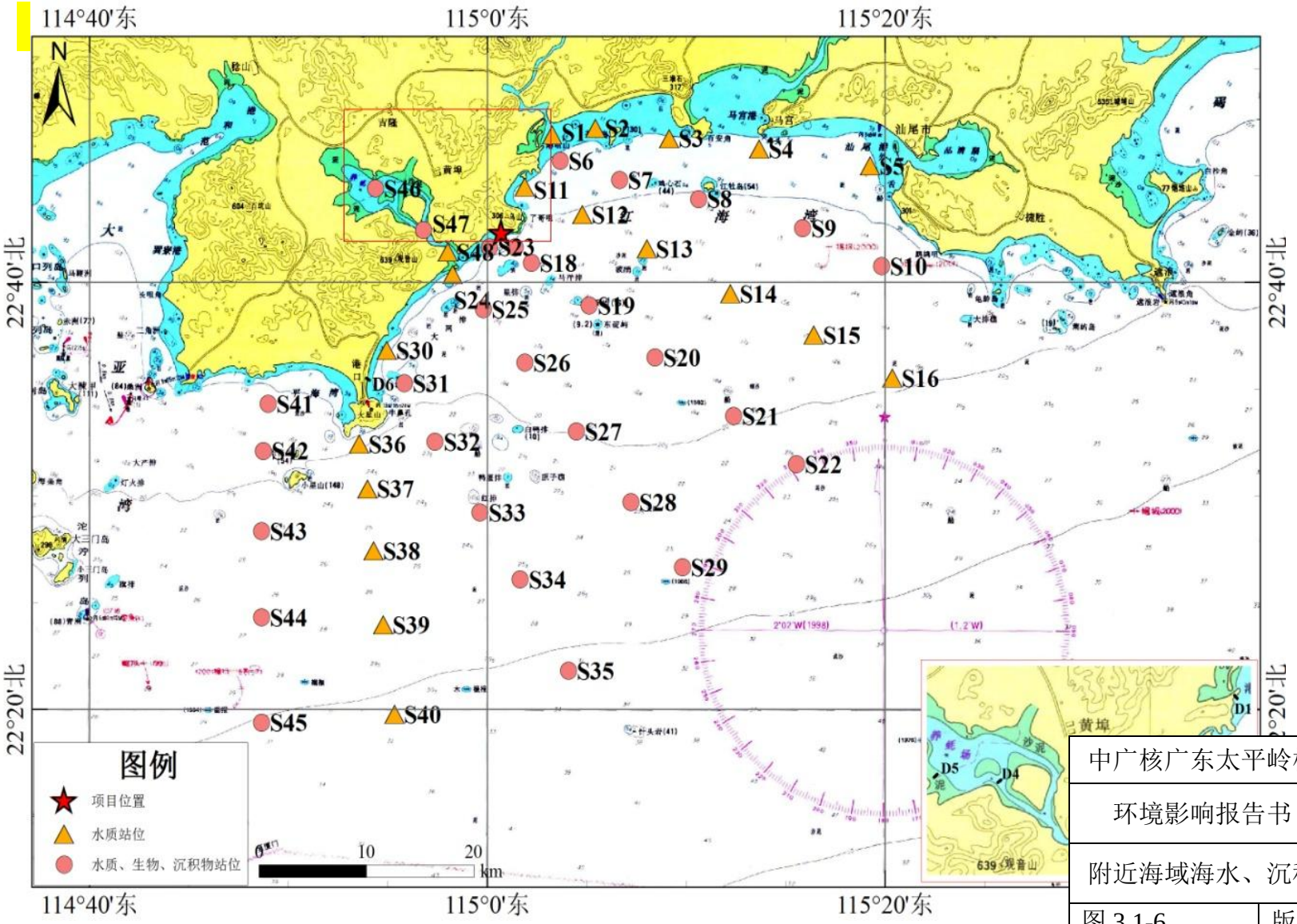
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
原野非固定点 20km 范围内监测布点图		
图 3.1-3	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址附近饮用水、地下水、气溶胶监测布点图		
图 3.1-4	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂址附近土壤监测布点图		
图 3.1-5	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
附近海域海水、沉积物监测站点图		
图 3.1-6	版次：	A

3.2 非辐射环境质量现状

3.2.1 大气环境质量现状调查与评价

3.2.2 声环境质量现状调查与评价

3.2.3 受纳水体环境质量现状调查与评价

3.2.4 电磁环境现状调查与评价

表

表 3.2-1 环境噪声（电磁环境）本底监测点位
表 3.2-2 环境噪声本底检测结果
表 3.2-3 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《2017年惠州市环境质量状况公报》，惠州市环境空气质量总体保持良好，市区（惠城区、惠阳区和大亚湾开发区）环境空气质量良好，达到国家二级标准要求，其中，二氧化硫（SO2）、二氧化氮（NO2）平均浓度和一氧化碳（CO）第95百分位数浓度达到国家一级标准；可吸入颗粒物（PM10）、细颗粒物（PM2.5）平均浓度和臭氧日最大8小时平均第90百分位数浓度达到国家二级标准。惠东县、博罗县和龙门县环境空气质量均达到国家二级标准。

2018年1~11月，项目所在地惠东县可吸入颗粒物（PM10）、细颗粒物（PM2.5）平均浓度为46μg/m³ 和26μg/m³，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2018年12月25日~29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36~57μg/m^3之间，可吸入颗粒物（PM_{10}）24小时平均浓度值在15~33μg/m^3之间，SO_2的小时平均浓度值在40~72μg/m^3之间，NO_2的小时平均浓度值在13~40μg/m^3之间，CO的小时平均浓度值在0.5~1.0mg/m^3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、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一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 21º10’-N 22º50’，E 114º5’-E 115º30’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_{Mn}）、生物需氧量（BOD_5）、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 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。

（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 μg/L）。
- 硼：调查海域硼含量变化范围在 0.88~5.03mg/L 之间。其中：秋季介于 1.25~1.8

mg/L 之间；冬季在 2.11 ~3.47 mg/L 之间；春季在 2.04~3.01 mg/L 之间；夏季介于 0.88~5.03mg/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℃。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。

综上可知，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、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。厂址周边只有 1 个通信基站太平岭哨所，经纬度为 E114.990987°、N22.702167°，距核电厂 1 号机组 NE 方位约 1.5km，为移动电信共站。

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 3.2-5 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

0.0116~0.0225μT 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 100μT 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 0.0119~0.0180μT 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 100μT 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、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。

表 3.2-1　大气环境现状监测点位及方法

检测点位名称	检测项目	方法名称及方法标准号	检出限	检测设备
新渔老村 沙浦村 东头村	TSP、PM_{10} 、二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）、一氧化碳（CO）	TSP：GB/T15432-1995 PM_{10}：HJ618-2011 SO_2： HJ482-2009 NO_2： HJ479-2009 CO：GB/T9801-1988	TSP：1μg/m^3 PM_{10}：10μg/m^3 SO_2：7μg/m^3 NO_2：5μg/m^3 CO：0.3m g/m^3	TSP：电子天平 MS205DU PM_{10}：电子天平 MS205DU SO_2：紫外可见分光光度计 TU-1810DP NO_2：紫外可见分光光度计 TU-1810DP CO：便携式红外线气体分析器 GXH-3010/3011AE

表 3.2-2 空气环境质量监测结果（1/3）

（新渔老村）

检测日期	检测结果（小时均值）				检测结果（24 小时均值）	
	时段	SO_2（μg/m））	NO_2（μg/m））	CO（mg/m））	PM_{10}（μg/m））	TSP（μg/m））
2018.12.25	02:00-03:00	58	23	0.6	15	39
	08:00-09:00	69	25	0.8		
	14:00-15:00	66	33	0.9		
	20:00-21:00	52	28	0.8		
2018.12.26	02:00-03:00	51	22	0.5	21	41
	08:00-09:00	49	19	0.8		
	14:00-15:00	56	23	0.9		
	20:00-21:00	62	25	0.9		
2018.12.27	02:00-03:00	61	13	0.5	18	36
	08:00-09:00	59	18	0.8		
	14:00-15:00	66	22	1.0		
	20:00-21:00	52	25	0.8		
2018.12.28	02:00-03:00	41	15	0.5	20	46
	08:00-09:00	49	19	0.6		
	14:00-15:00	56	16	0.9		
	20:00-21:00	62	18	0.8		
2018.12.29	02:00-03:00	46	20	0.6	16	37
	08:00-09:00	50	23	0.6		
	14:00-15:00	58	26	0.9		
	20:00-21:00	62	25	0.6		

表 3.2-2 空气环境质量监测结果（2/3）

（沙浦村）

检测日期	检测结果（小时均值）				检测结果（24 小时均值）	
	时段	SO_2（μg/m））	NO_2（μg/m））	CO（mg/m））	PM_{10}（μg/m））	TSP（μg/m））
2018.12.25	02:00-03:00	56	25	0.5	21	42
	08:00-09:00	70	29	0.8		
	14:00-15:00	68	23	0.9		
	20:00-21:00	72	22	0.6		
2018.12.26	02:00-03:00	46	15	0.6	24	44
	08:00-09:00	60	17	0.8		
	14:00-15:00	58	14	1.0		
	20:00-21:00	62	13	0.8		
2018.12.27	02:00-03:00	44	36	0.5	17	38
	08:00-09:00	64	40	1.0		
	14:00-15:00	68	38	0.9		
	20:00-21:00	62	46	0.6		
2018.12.28	02:00-03:00	45	23	0.6	26	48
	08:00-09:00	61	32	0.9		
	14:00-15:00	58	28	1.0		
	20:00-21:00	60	25	0.6		
2018.12.29	02:00-03:00	40	22	0.5	28	52
	08:00-09:00	64	28	0.8		
	14:00-15:00	52	33	0.9		
	20:00-21:00	66	27	0.8		

表 3.2-2 空气环境质量监测结果（3/3）

（东头村）

检测日期	检测结果（小时均值）				检测结果（24 小时均值）	
	时段	SO_2（μg/m³）	NO_2（μg/m³）	CO（mg/m³）	PM_{10}（μg/m³）	TSP（μg/m³）
2018.12.25	02:00-03:00	50	19	0.5	18	37
	08:00-09:00	54	26	0.8		
	14:00-15:00	52	21	0.9		
	20:00-21:00	60	24	0.6		
2018.12.26	02:00-03:00	58	25	0.6	33	57
	08:00-09:00	64	23	0.8		
	14:00-15:00	52	22	1.0		
	20:00-21:00	50	18	0.6		
2018.12.27	02:00-03:00	52	21	0.5	23	43
	08:00-09:00	54	18	0.9		
	14:00-15:00	66	24	0.8		
	20:00-21:00	64	26	0.8		
2018.12.28	02:00-03:00	48	22	0.6	29	53
	08:00-09:00	50	18	0.9		
	14:00-15:00	56	30	1.0		
	20:00-21:00	44	24	0.9		
2018.12.29	02:00-03:00	42	20	0.5	18	38
	08:00-09:00	52	28	0.8		
	14:00-15:00	46	31	0.9		
	20:00-21:00	54	25	0.9		

表 3.2-3　环境噪声（电磁环境）本底监测点位

序号	检测点位描述
1	北厂界外 1m
2	南厂界外 1m
3	西厂界外 1m
4	拟建 1#主变位置
5	拟建 2#主变位置
6	拟建 3#主变位置
7	拟建 4#主变位置
8	东头村（距离堆芯 2.8km）
9	坑口村（距离堆芯 3.0km）
10	上太平村（距离堆芯 1.3km）
11	沙埔村（距离堆芯 1.5km）
12	山下村（距离堆芯 1.6km）
13	盘沿村（距离堆芯 3.4km）

表 3.2-4 环境噪声本底检测结果

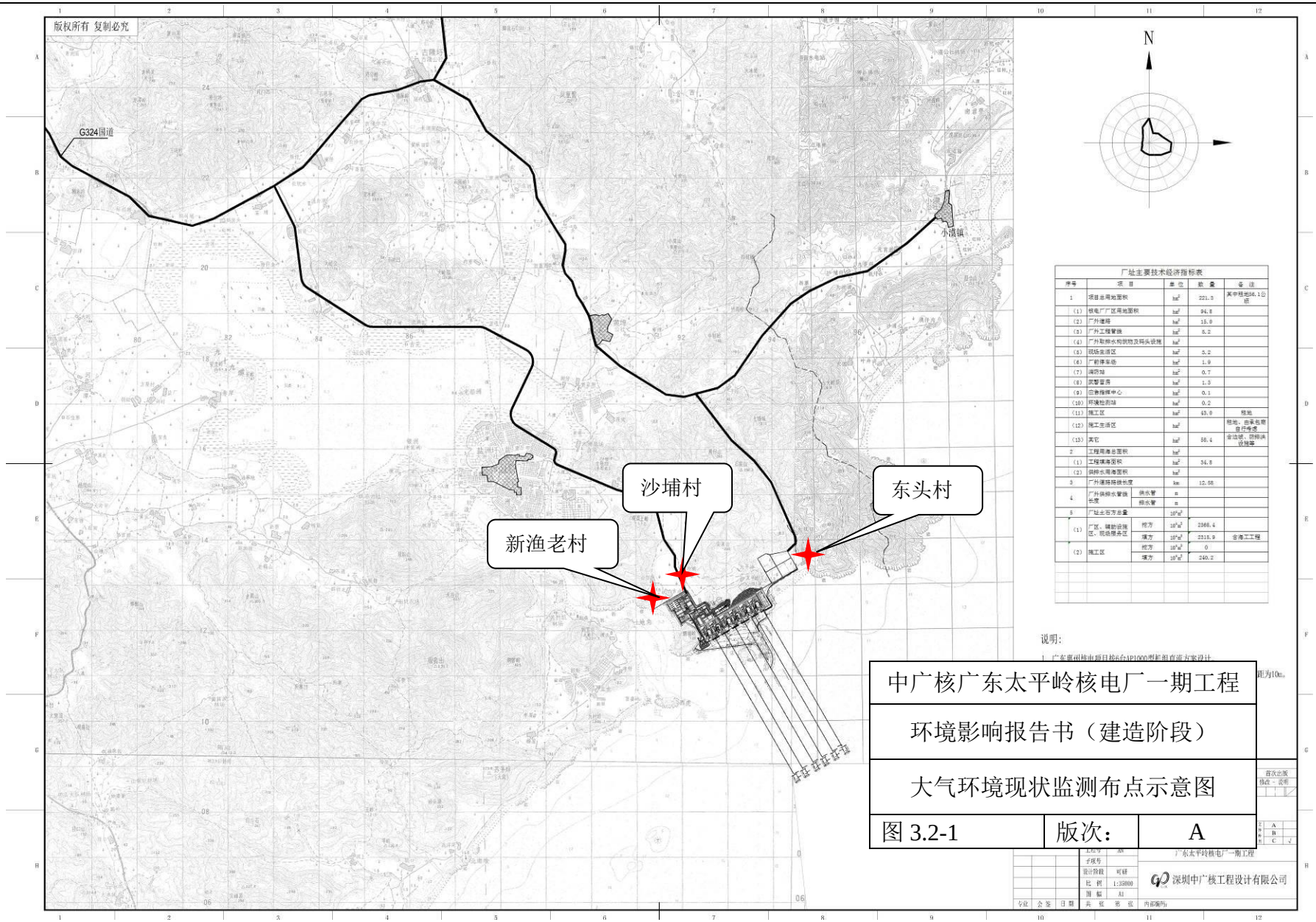
序号	检测点位描述	2015 年 1 月 14 日		2015 年 1 月 15 日	
		昼间	夜间	昼间	夜间
1	北厂界外 1m	45.1±1.7	42.5±0.6	45.7±0.5	42.3±0.2
2	南厂界外 1m	50.4±1.2	46.2±0.7	50.8±0.6	45.4±0.2
3	西厂界外 1m	48.6±0.8	43.5±0.6	48.6±0.4	43.7±0.4
4	拟建 1#主变位置	41.4±1.1	40.4±0.6	41.9±0.5	40.9±0.3
5	拟建 2#主变位置	54.0±1.0	41.9±0.5	53.5±0.4	42.8±0.6
6	拟建 3#主变位置	47.0±0.4	43.4±0.4	48.7±0.6	43.1±0.2
7	拟建 4#主变位置	50.7±0.3	43.5±0.2	51.7±0.4	43.5±0.2
8	东头村（距离堆芯 2.8km）	50.5±1.6	43.5±0.2	50.7±1.0	42.6±0.3
9	坑口村（距离堆芯 3.0km）	44.4±2.6	43.0±0.2	47.4±0.8	42.7±0.5
10	上太平村（距离堆芯 1.3km）	47.4±2.8	41.5±0.2	43.1±1.1	41.6±0.6
11	沙埔村（距离堆芯 1.5km）	44.0±1.4	43.4±0.2	46.4±0.9	43.3±0.7
12	山下村（距离堆芯 1.6km）	38.5±1.2	38.0±0.4	38.0±0.8	38.4±0.6
13	盘沿村（距离堆芯 3.4km）	49.8±1.7	42.5±0.8	49.3±0.8	42.9±0.6

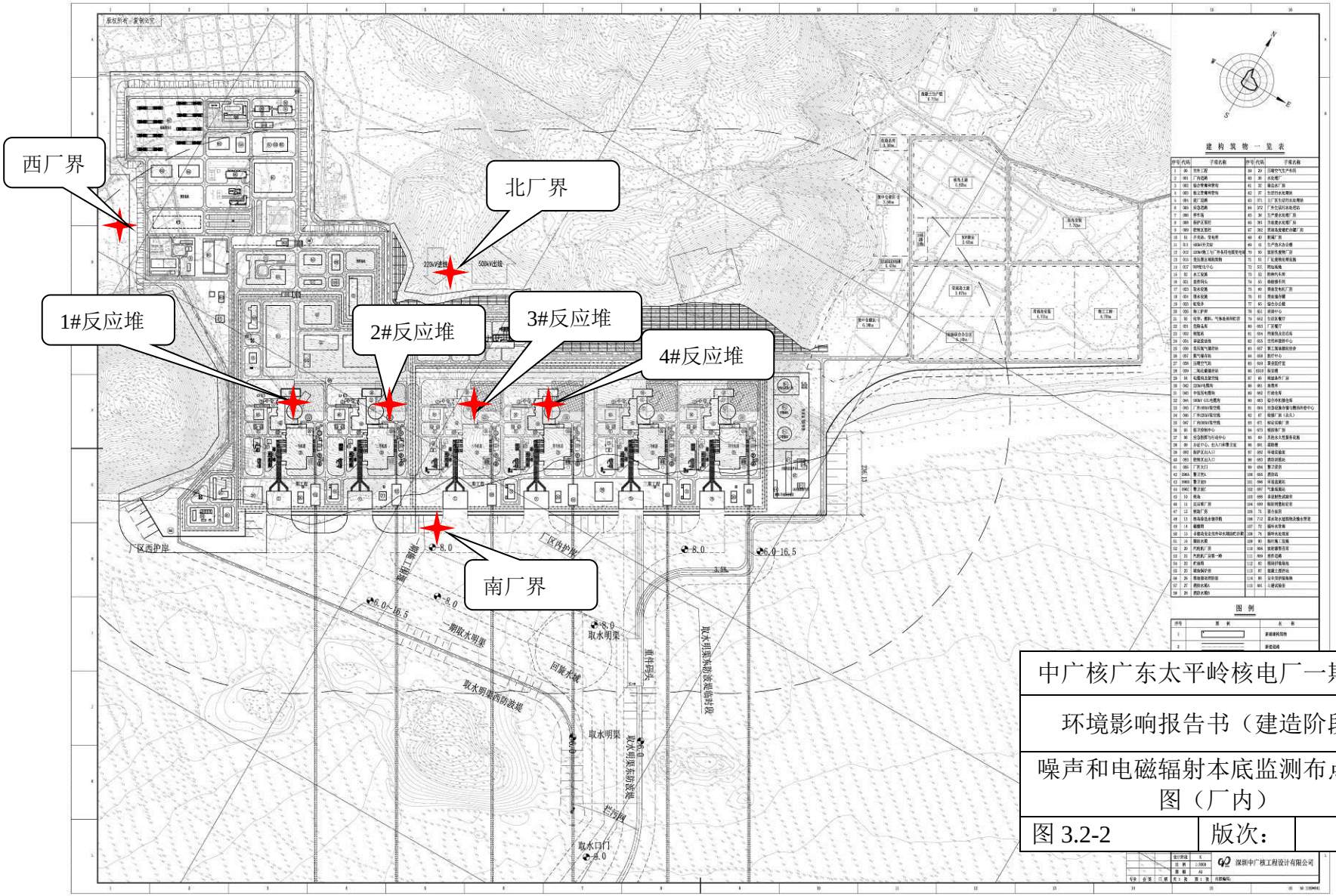
注：东侧厂界因地形原因，暂不能到达。

表 3.2-5 厂址区域及附近敏感点工频电场、工频磁场测量结果

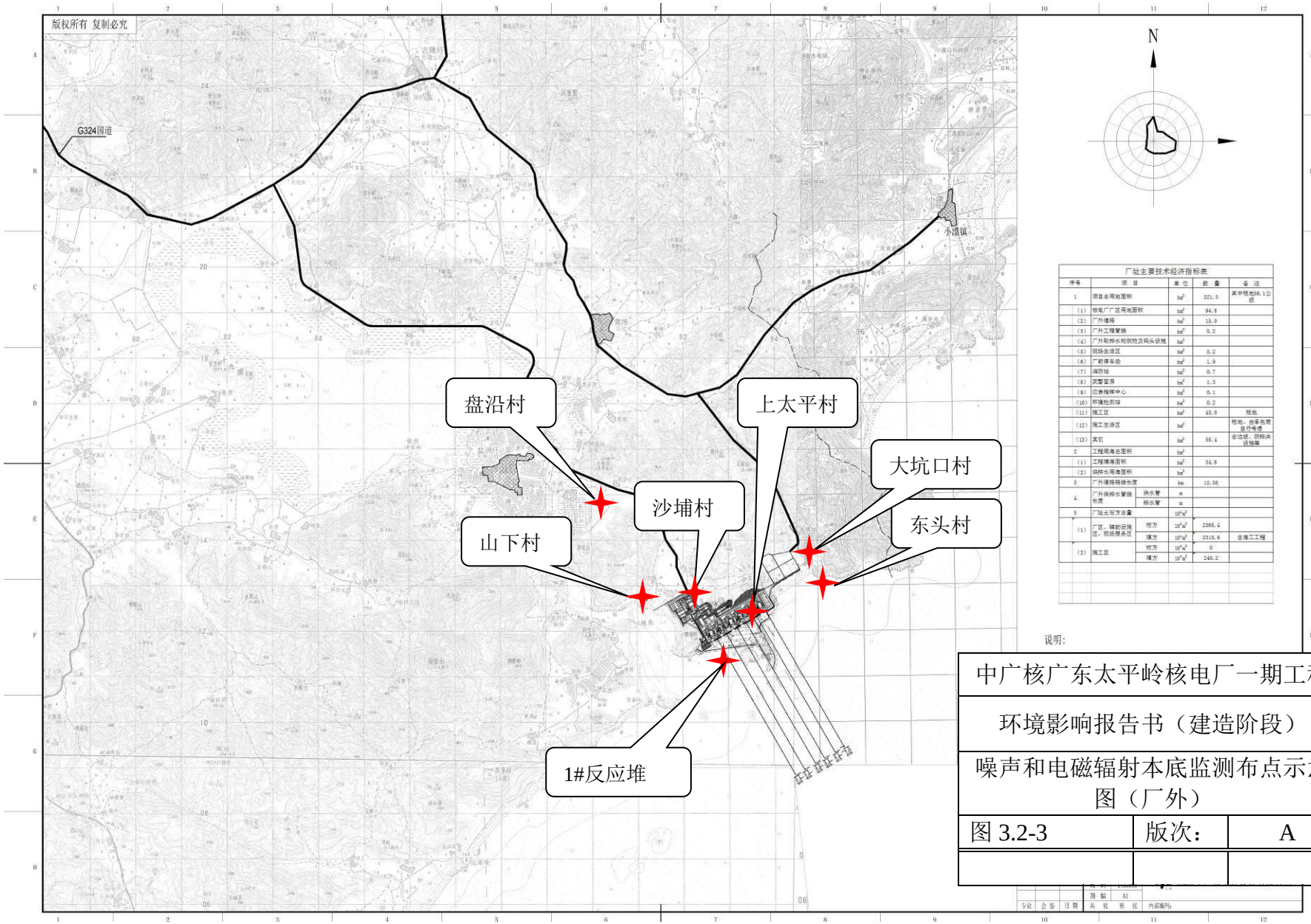
序号	检测点位描述	工频电场(V/m)	工频磁场(μT)		
			垂直分量	水平分量	总量
1	北厂界外 5m	0.731±0.012	0.0177±0.0016	0.0183±0.0006	0.0255±0.0014
2	南厂界外 5m	0.364±0.018	0.0045±0.0004	0.0135±0.0014	0.0142±0.0014
3	西厂界外 5m	2.028±0.024	0.0054±0.0007	0.0111±0.0013	0.0124±0.0013
4	拟建 1#主变位置	2.227±0.043	0.0068±0.0003	0.0219±0.0018	0.0230±0.0018
5	拟建 2#主变位置	0.326±0.012	0.0049±0.0011	0.0145±0.0015	0.0153±0.0015
6	拟建 3#主变位置	0.499±0.020	0.0049±0.0012	0.0130±0.0012	0.0140±0.0011
7	拟建 4#主变位置	0.324±0.012	0.0048±0.0010	0.0105±0.0016	0.0116±0.0015
8	东头村（距离堆芯 2.8km）	0.298±0.009	0.0048±0.0009	0.0108±0.0018	0.0119±0.0017
9	坑口村（距离堆芯 3.0km）	0.387±0.027	0.0047±0.0011	0.0126±0.0031	0.0135±0.0027
10	上太平村（距离堆芯 1.3km）	0.443±0.010	0.0042±0.0007	0.0135±0.0027	0.0142±0.0025
11	沙埔村（距离堆芯 1.5km）	1.440±0.047	0.0109±0.0003	0.0143±0.0015	0.0180±0.0013
12	山下村（距离堆芯 1.6km）	0.328±0.032	0.0043±0.0006	0.0112±0.0019	0.0120±0.0019
13	盘沿村（距离堆芯 3.4km）	1.230±0.015	0.0098±0.0019	0.0087±0.002	0.0132±0.0028
	评价标准	4000	100		

注：东侧厂界因地形原因，暂不能到达。

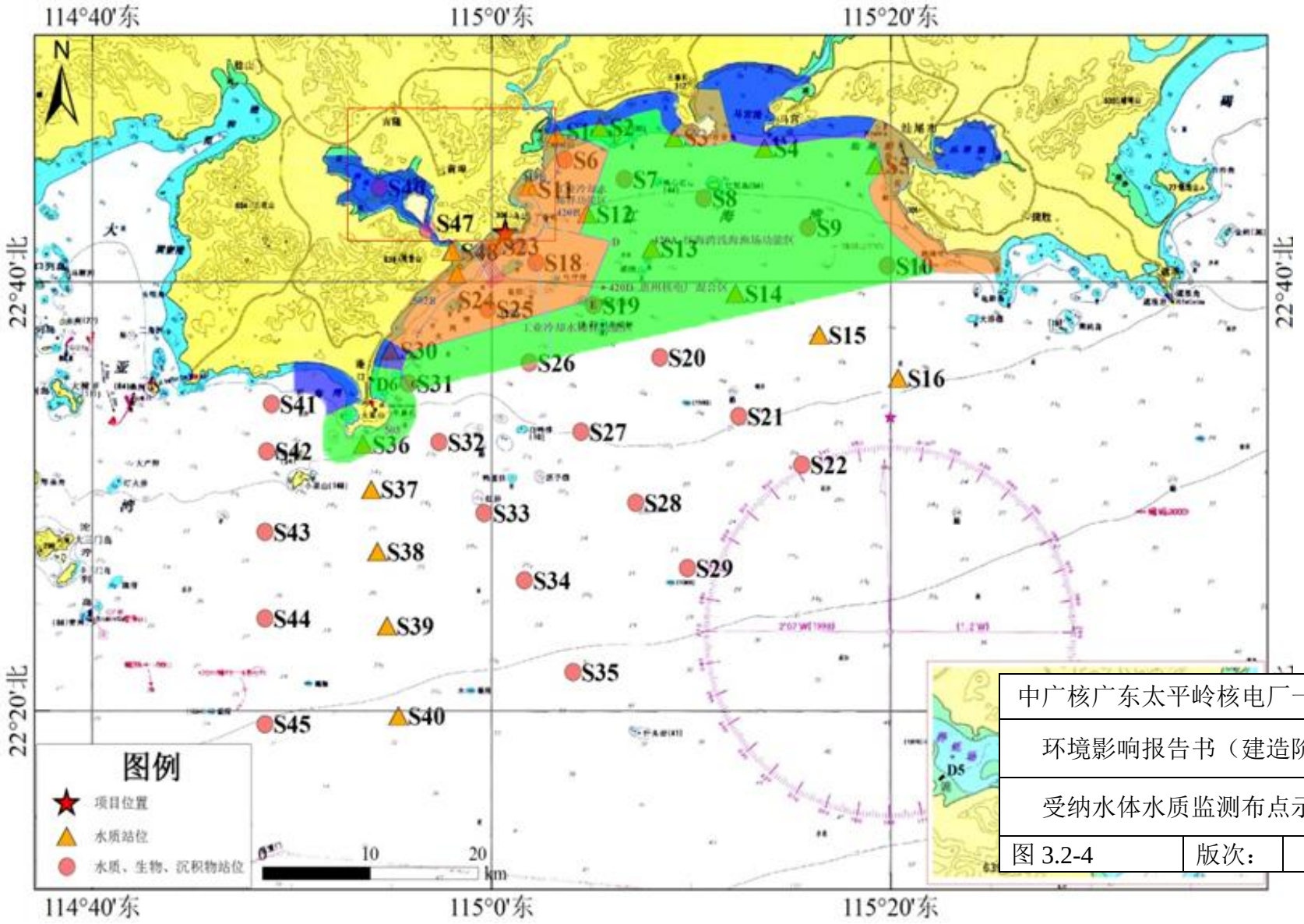

版权所有 复制必究
G324国道
小漠镇
沙埔村
东头村
新渔老村
N
厂址主要技术经济指标表
说明:
中广核广东太平岭核电厂一期工程
环境影响报告书（建造阶段）
大气环境现状监测布点示意图
图 3.2-1
版次：
A
深圳中广核工程设计有限公司



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
噪声和电磁辐射本底监测布点示意图（厂内）		
图 3.2-2	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
噪声和电磁辐射本底监测布点示意图（厂外）		
图 3.2-3	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
受纳水体水质监测布点示意图		
图 3.2-4	版次：	A

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—电力转换系统

4.3 核电厂用水和散热系统

4.4 输电系统

4.5 专设安全设施

4.6 放射性废物管理系统和源项

4.7 非放射性废物处理系统

4.8 放射性物质厂内运输

4.1 厂区规划及平面布置

4.1.1 厂区规划

4.1.2 厂区平面布置

4.1.3 排放口布置

表

表 4.1-1 太平岭核电厂主要构筑物表

图

图 4.1-1 太平岭核电厂全厂总体规划图
图 4.1-2 太平岭核电厂一期工程总平面布置图
图 4.1-3 核岛厂房布置简图

4.1 厂区规划及平面布置

太平岭核电厂规划建设 6 台百万千瓦机组，一期工程建设 2 台华龙一号机组。

4.1.1 厂区规划

太平岭核电厂厂区规划主要是对核电厂各设施、功能区进行协调布置、统筹安排，为合理确定厂区总平面布置提供外部条件。

太平岭核电厂厂区规划遵循以下原则：

- 根据国家批准的核电厂规划容量，结合当地自然资源条件及电力系统发展进行规划；
- 遵从国家和地方有关城市规划、土地利用规划、水功能区划及现行国家法规和标准，与地方经济发展战略相适应，与当地城市发展相协调；
- 处理好核电与环境、建设与运行、临时与永久、厂内与厂外等各方面关系；
- 在确保核电厂安全运行、工程有序建设的前提下，突出以近期规划为重点、主体与配套设施同步进行，因地制宜地开展总体规划工作；
- 节约用地、合理用地及节省投资；
- 加强环境保护，保护绿地，改善生态环境，防止造成污染和其它危害。

按上述原则，太平岭核电厂整个厂区分为：主厂区（含厂前区）、厂外辅助设施区、现场服务区、施工准备区（租地）和其他用地。厂区规划布置在烟墩岭与太平岭之间的山体上，核岛呈“一”型布置形式，厂外辅助设施区规划在厂区西北侧。全厂总体规划图见图 4.1-1。

（1）主厂区：主厂区是核电厂建设的核心部分，包含有主厂房区、循环水系统、电气设施、三废处理设施、办公、仓储及检修设施、其它辅助生产设施、厂前区等，其它各区均服务于该区。

（2）厂外辅助设施区：主要是为电厂服务的相关配套项目，包括环境实验室、应急指挥中心、武警营房、消防站、培训中心、综合办公楼、净水厂等。位于厂区西北侧，靠近进厂公路，便于与厂区的联系。

（3）现场服务区：位于核电厂厂址区西北侧，非居住区之外，主要包括运行宿舍以及食堂、室内活动中心、室外活动设施等公共设施。建筑物尽量布置在地基条件较好地段，同时考虑环境景观设计及交通运输组织。

（4）施工准备区：本着方便施工、节省投资、缩短工期、节约用地的原则，场地布置紧凑适宜。一期工程施工场地利用后期工程建设用地及部分太平岭和长尾岭之间的场地，规划核岛土建区、核岛安装区、常规岛土建区、常规岛安装区、厂外辅助设施土建安装区及海工施工区等。

（5）气象站：根据厂址地形特点，将气象站布置在厂区西北侧狮头岭山体上，靠近现场服务区。

4.1.2 厂区平面布置

太平岭核电厂在进行总平面布置时，首先考虑将核岛布置在较为完整的基岩上。根据厂址地质条件，核岛、常规岛位置及其走向将基本限定。厂区平面布置综合考虑了工程量、土石方平衡、交通运输、施工与电厂运行、功能分区、节约用地、辐射防护和环境保护等因素。就辐射防护和环境保护方面而言，厂区平面布置做了如下考虑：

- 应急指挥中心（BEM）位于厂址主导风向上风向（1、2 号机组北侧），靠近进厂道路，有利于减少在电厂应急状况下的辐射影响。
- 放射性辅助生产设施区集中布置在一期主厂房区北侧，便于一期工程放射性废物运输。
- 存放易燃、易爆品的制氢站和化学品库布置在一期主厂房区西南侧靠海区域，远离核岛厂房。
- 环境实验室（BEE）避开厂址最大风频下风向沿海设置，有利于降低受核电厂气载流出物影响，同时便于执行常规监测。
- 放射性固体废物暂存库（BQT）设置于厂区西北侧，远离生活办公区和主要出入通道，尽可能减少暂存库内放射性废物对工作人员的辐射影响。
- 危险品库（BBW）布置于厂区东南侧的主导风向下风向，避免危险品影响核电厂运行。

图 4.1-2 给出了太平岭核电厂的总平面布置示意图。

（1）主厂房建筑群布置：核岛包括以下厂房：反应堆厂房、燃料厂房、电气厂房、安全厂房、核辅助厂房、连接厂房、核废物厂房、应急柴油发电机厂房、SBO 柴油发电机厂房、人员通行厂房、核岛消防泵房以及应急空压机房。厂房简图见 4.1-3。

（2）厂外辅助设施厂房布置：该区建筑物较多，主要有检修厂房、油脂库、非放

射性试验室、辐射计量标定室、职业医疗、压缩空气站、厂外辅助设施配电中心、全厂保卫控制中心、仓库、除盐水厂房、化学品库、制氢站等。该区设施按统筹规划的原则，主要围绕一期主厂房区布置。

（3）取排水设施：冷却水取排水工程布置采用南部近岸明渠取水，东南隧洞深排形式排水，海水通过引水明渠分散流入各座泵房前池；每台机组的温排水经一条排水隧洞往东南排至约-14m 深水海域。

（4）电气布置：500kV 级开关站布置在后续工程厂区北侧，保护区围栏以外，呈东西向布置，按全厂共用规模考虑，以架空方式向东北出线。开关站与各机组的主变间联系采用全 GIL 管廊方案。220kV 级开关站布置在 500kV 级开关站西侧，按全厂共用的规模设置。

（5）厂前区布置：包括生产办公楼、职工餐厅、档案馆，布置在主厂区西北侧，方便管理及对内、对外的交通联系。

（6）厂区出入口：在厂区西北面的厂前区开设一个主入口接进厂公路，另外在厂区东侧设一辅助出入口，连接应急公路。进厂公路作为工程建设及运行时的主要通道，应急公路供运输放射性废物和作为人员应急疏散的第二条通道。

（7）实物保护：实物保护分要害区、保护区及控制区。要害区由核岛墙体构成要害区边界；保护区设置 2.5m 高、间距 6m 的双围栏，保护区内包括核岛、常规岛、全厂保卫控制中心、厂址废物处理设施、热机修厂房、特种汽车库、放射源库等。与电厂运行关系密切的辅助设施，如放射性辅助生产设施、配电装置区、除盐水设施、维修及仓库生产设施及厂前建筑等布置在控制区。其他设施如现场服务区、运行安全培训中心、应急指挥中心、武警营房、消防站等布置在控制区围栏外。

（8）土石方工程：厂坪标高确定为 16.50m，一期场平土石方约 $1770\times10^4m^3$（实方），表土剥离厚度按 0.3m 计算，表土剥离土方约 $53.07\times10^4m^3$ 作为全厂绿化用土，堆放在施工准备区东侧指定区域。

（9）厂区绿化：核电厂厂区由于有剂量防护、卫生防火、安全保卫等方面的特殊要求，对厂区绿化的要求不同于一般的电厂，在厂区保护区内一般不进行绿化，仅在厂前区及其以外的地方进行绿化，初步估计整个厂区绿化率将达 15%。

太平岭核电厂主要构筑物见表 4.1-1。

核岛主厂房包括反应堆厂房（BRX）、安全厂房（BSA、BSB、BSC）、燃料厂房

（BFX）、核辅助厂房（BNX）和应急柴油发电机厂房（BDA、BDB、BDC）、SBO 柴油发电机厂房（BDU、BDV）。其相对位置关系如图 4.1-3 所示。

4.1.3 排放口布置

太平岭核电厂一期工程产生的放射性废气主要通过各自位于辅助厂房顶部的烟囱排入环境。机组烟囱设计高度 40m，顶部标高为+70.00m。正常工况下排风量：306155m^3/h（功率运行期间）、334243m^3/h（停堆期间）。烟囱内径：3.0m。正常工况下排气最高温度：60℃。

废水经过放射性废液系统处理后采用槽式排放，贮存在贮存槽中的放射性废液经处理、监测达到排放规定后，与电厂的循环冷却水混合后最终排入大海。

根据厂区总平面布置及厂区周边排洪沟的布置情况，将厂区分为 5 个雨水排水区域，通过雨水管道收集各排水区域内的雨水，并分别排至排洪沟，最终排至外海。

运行期间的生活污水经污水处理站处理后部分出水回用于绿地和道路喷洒，其余部分排入排洪沟并最终排向大海。

图 4.1-2 给出了各气液态流出物排放口、污水站排放口、雨水排水点及核电厂取排水口的位置。

表 4.1-1（1/3） 太平岭核电厂一期工程主要构筑物表

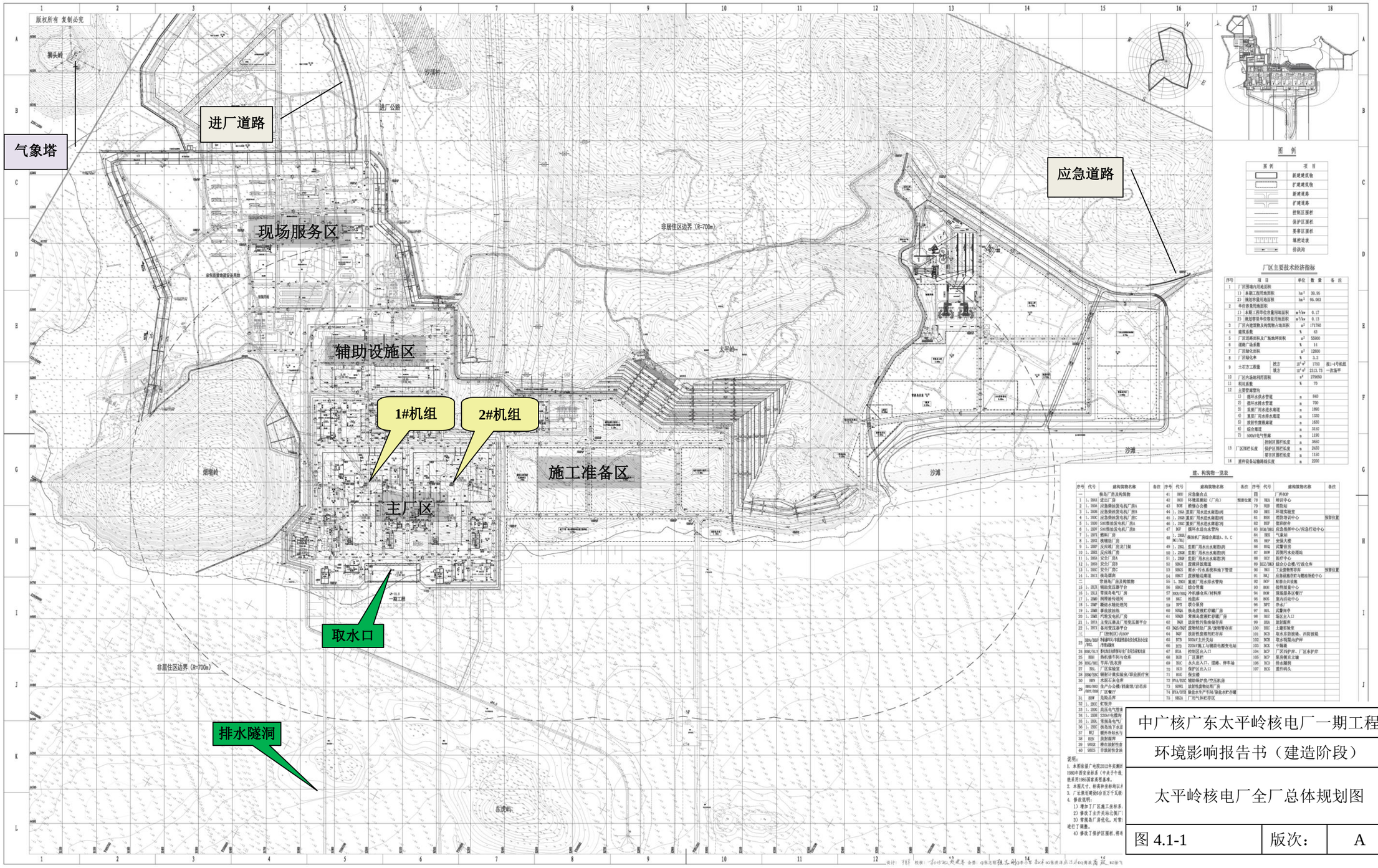
序号	子项代码	子项名称	设置原则
一、核岛厂房及构筑物			
1	BAX	进出厂房	单元配置
2	BDA/BDB/BDC	应急柴油发电机厂房 A/B/C	单元配置
3	BDU/BDV	SBO 柴油发电机厂房 A/B	单元配置
4	BFX	燃料厂房	单元配置
5	BNX	核辅助厂房	单元配置
6	BRP	反应堆厂房龙门架	单元配置
7	BRX	反应堆厂房	单元配置
8	BSA/BSB/BSC	安全厂房 A/B/C	单元配置
9	BIX	核岛烟囱	单元配置
二、常规岛厂房及构筑物			
10	BJX	辅助变压器平台	单元配置
11	BLX	常规岛电气厂房	单元配置
12	BMO	润滑油传送间	分期建设
13	BMP	凝结水精处理间	单元配置
14	BMR	事故放油池	单元配置
15	BMX	汽轮发电机厂房	单元配置
16	BTA	主变压器及厂用变压器平台	单元配置
17	BTX	备用变压器平台	一次建成
三、厂（控制区）内 BOP			
18	BBA	冷机修车间	一次建成
19	BBF	非放射性机电仪仓库及办公室	分期建设；
20	BXL	性能试验室	一次建成
21	BBE	蓄电池充电维修间	一次建成
22	BLY	全厂公用负荷配电室	分期建设
23	BBH	热机修车间与仓库	分期建设
24	BBG/BEL	车库/洗衣房	一次建成
25	BBL	厂区实验室	分期建设
26	BBM/BBC	辐射计量实验室/职业医疗室	一次建成
27	BBN	水泥石灰仓库	一次建成
28	BBX/BBD/BBY/BBR	生产办公楼/档案馆/岩芯库/厂区餐厅	分期建设
29	BBW	危险品库	一次建成
30	BCC	虹吸井	单元配置
31	BDG	高压电气管廊	单元配置
32	BDH	220kV 电缆沟	单元配置
33	BDL	常规岛电气厂房电气廊道	单元配置
34	BEC	核岛地下水监测井	单元配置
35	BEJ	额外冷却水与核岛消防水厂房	单元配置

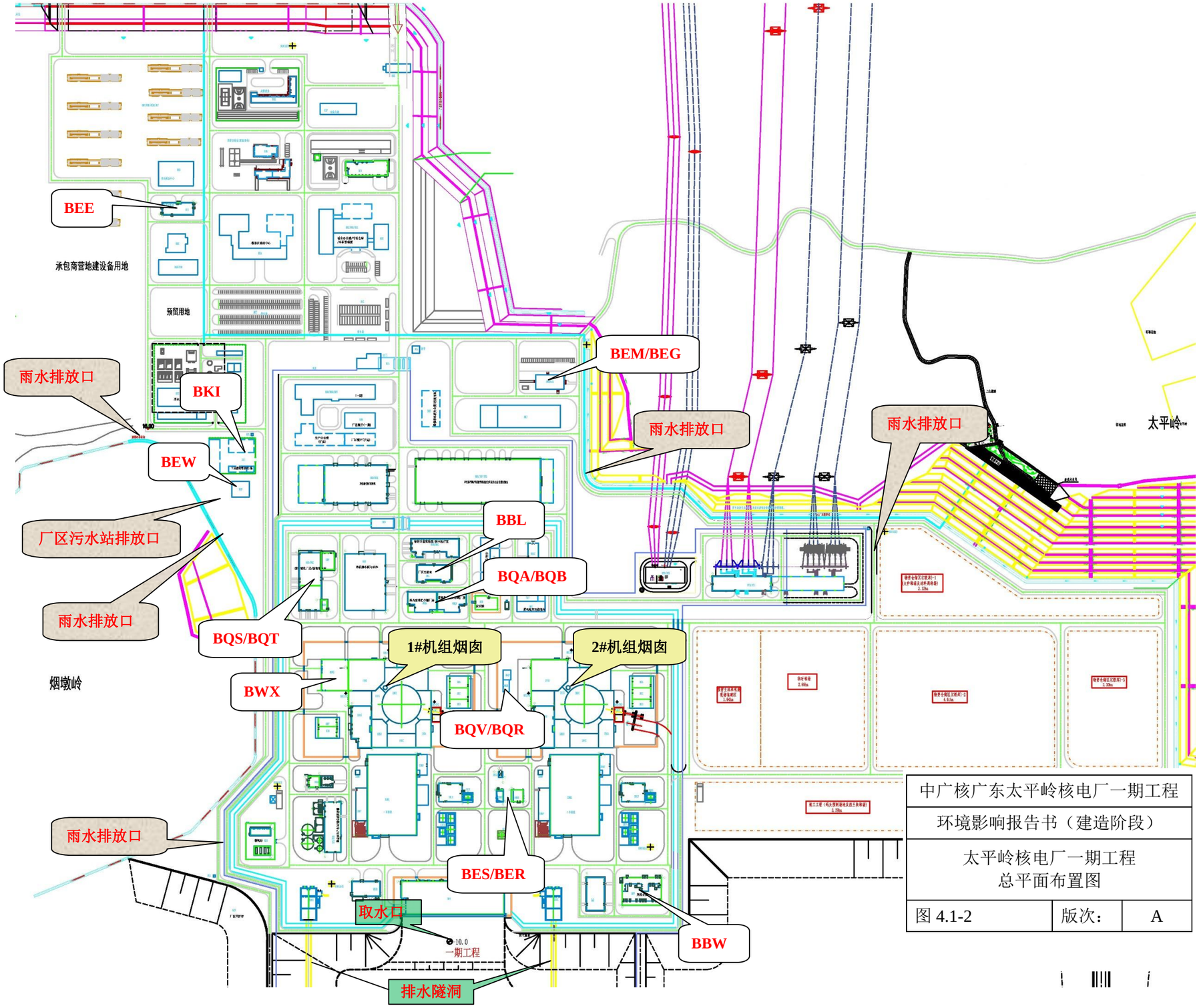
表 4.1-1（2/3） 太平岭核电厂一期工程主要构筑物表

序号	子项代码	子项名称	设置原则
36	BEN	放射源库	一次建成
37	BER	潜在放射性含油废水处理站	分期建设
38	BES	非放射性含油废水处理站	分期建设
39	BEU	应急集合点	分期建设
40	BOD	环境监测站（厂内）	分期建设
41	BOE	维修办公楼	缓建，预留位置
42	BGA/BGB/BGC	重要厂用水进水廊道 A 列/B 列/C 列	单元配置
43	BGF	循环水进出水管沟	单元配置
44	BGH/BGI/BGJ	柴油机厂房综合廊道 A、B、C	单元配置
45	BGL/BGM/BGN	重要厂用水出水廊道 A 列/B 列/C 列	单元配置
46	BGR	废液排放廊道	分期建设
47	BGS	雨水-污水系统和地下管道	分期建设
48	BGT	废液输送廊道	分期建设
49	BGU	重要厂用水排水管沟	单元配置
50	BGZ	综合管廊	分期建设
51	BKB	冷机修仓库	分期建设
52	BKQ	材料库	一次建成
53	BKC	油脂库	一次建成
54	BPX	联合泵房	分期建设
55	BQA	核岛废液贮存罐厂房	分期建设
56	BQB	常规岛废液贮存罐厂房	分期建设
57	BQR	放射性废油储存库	分期建设
58	BQS	废物辅助厂房	一次建成
59	BQT	废物暂存库	分期建设
60	BQV	放射性废溶剂储存库	分期建设
61	BTB	500kV 主开关站	分期建设
62	BTD	220kV 施工与辅助电源变电站	一次建成、分期安装
63	BUA	控制区出入口	分期建设
64	BUB	厂区围栏	分期建设
65	BUC	永久出入口、道路、停车场	分期建设
66	BUD	保护区出入口	分期建设
67	BUG	安保楼	分期建设
68	BVA	辅助锅炉房	一次建成
69	BZC	空压机房	分期建设
70	BWX	放射性废物处理厂房	分期建设
71	BYA/BYB	除盐水生产车间/除盐水贮存罐	分期建设
72	BZA	厂用气体贮存区	分期建设
73	BZB	制氢站	一次建成

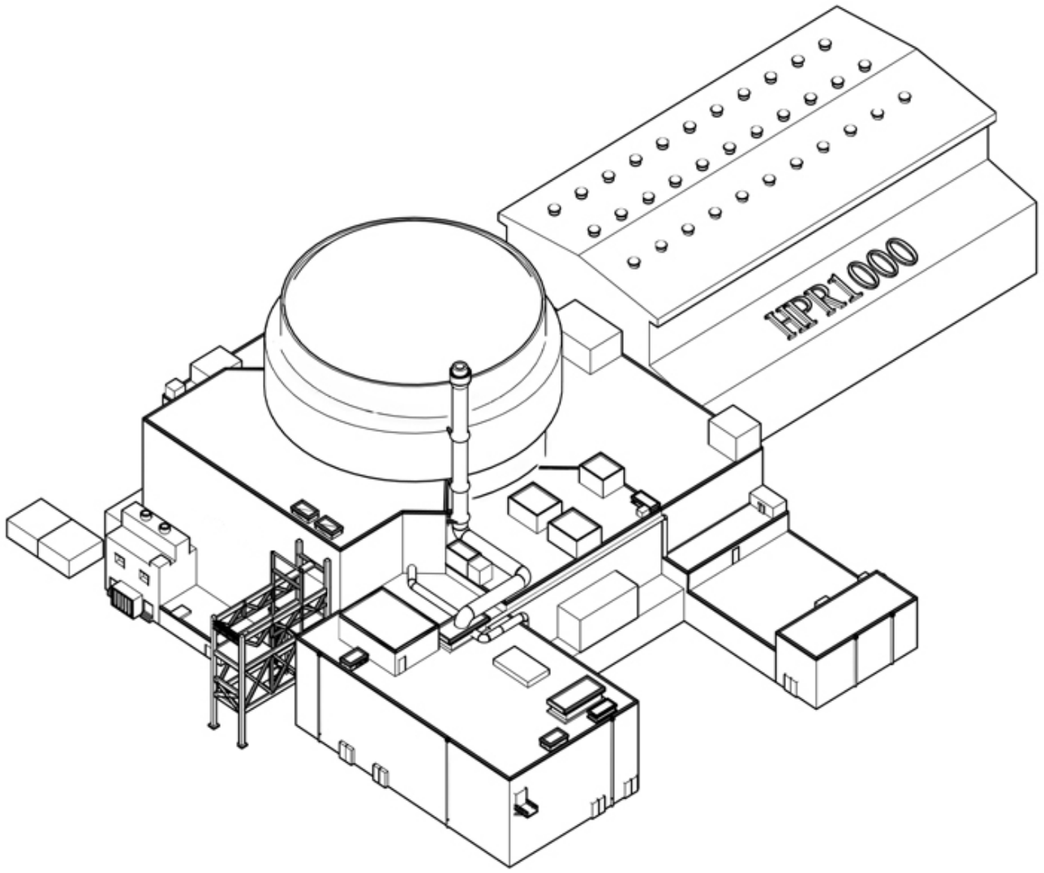
表 4.1-1（3/3） 太平岭核电厂一期工程主要构筑物表

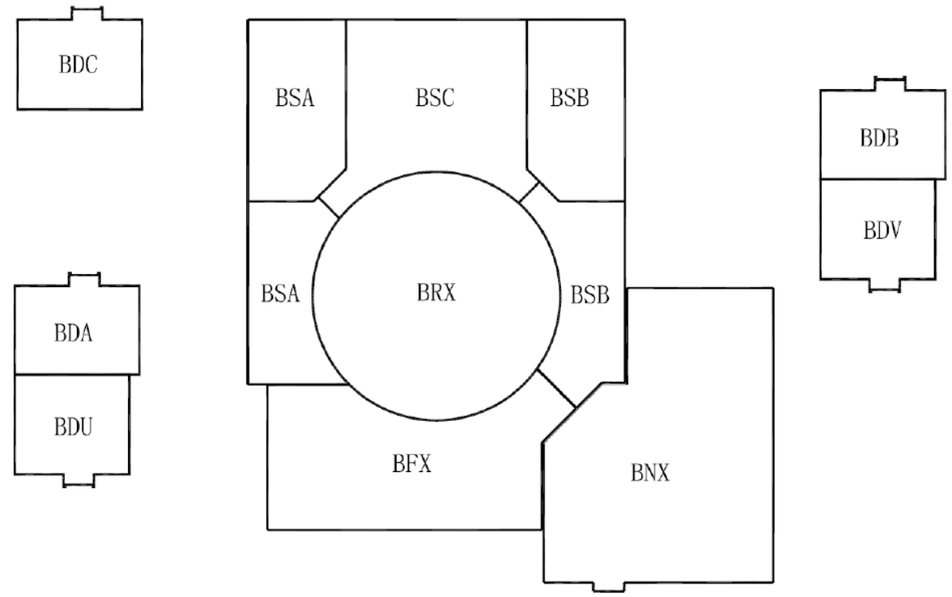
序号	子项代码	子项名称	设置原则
74	BZD	制氯站	分期建设
四、厂（控制区）外 BOP			
75	BEA	培训中心	分期建设
76	BEB	消防站	一次建成
77	BEE	环境实验室	一次建成
78	BEH	消防培训中心	缓建，预留位置
79	BEF	值班宿舍	分期建设
80	BEM/BEG	应急指挥中心/应急行动中心	一次建成
81	BEK	气象站	一次建成
82	BEP	保安大楼	一次建成
83	BEQ	武警营房	一次建成
84	BEW	西侧污水处理站	分期建设
85	BEY	医疗中心	一次建成
86	BEZ/BKO	综合办公楼/行政仓库	分期建设
87	BKI	工业废物暂存库	缓建，预留位置
88	BKJ	应急设施存贮与燃油补给中心	一次建成
89	BOF	配套公共设施	分期建设
90	BOH	接待展览中心	一次建成
91	BOR	现场服务区餐厅	分期建设
92	BOS	室内活动中心	分期建设
93	BPZ	净水厂	分期建设
94	BUL	武警岗亭	分期建设
95	BUZ	场区主入口	一次建成
96	BXA	施工期间放射源库	一次建成
97	BXC	土建实验室	一次建成
98	BCB	取水东防波堤、西防波堤	分期建设
99	BCH	取水明渠内护岸	分期建设
100	BCK	中隔堤	分期建设
101	BCF	厂区西护岸、厂区东护岸	分期建设
102	BCP	泵房侧直立墙	分期建设
103	BCD	排水隧洞	分期建设
104	BCG	重件码头	一次建成


版权所有 复制必究
气象塔
进厂道路
现场服务区
辅助设施区
1#机组
2#机组
施工准备区
主厂区
取水口
排水隧洞
应急道路
非居住区边界（R=700m）
狮头岭
烟墩岭
东虎岭
太平岭
沙滩
进厂公路
图 例
厂区主要技术经济指标
建、构筑物一览表
中广核广东太平岭核电厂一期工程
环境影响报告书（建造阶段）
太平岭核电厂全厂总体规划图
图 4.1-1
版次：
A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
太平岭核电厂一期工程 总平面布置图		
图 4.1-2	版次：	A





图中：BRX-反应堆厂房；BFX-燃料厂房；BNX-核辅助厂房；BSA/B/C-安全厂房A/B/C；BDA/B/C-应急柴油发电机厂房A/B/C；BDU/V-SBO柴油发电机厂房A/B

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
核岛厂房布置简图		
图 4.1-3	版次：	A

4.2 反应堆和蒸汽—电力转换系统

4.2.1 概述

4.2.2 核岛

4.2.3 常规岛

表

表 4.2-1 堆芯主要设计参数
表 4.2-2 燃料组件设计参数

图

图 4.2-1 首循环堆芯装载示意图
图 4.2-2 燃料组件结构示意图
图 4.2-3 控制棒组件示意图
图 4.2-4 反应堆冷却剂系统流程图
图 4.2-5 化学和容积控制系统流程图
图 4.2-6 反应堆水池和燃料水池冷却和处理系统流程图
图 4.2-7 蒸汽发生器排污系统流程图
图 4.2-8 设备冷却水系统流程图
图 4.2-9 额外冷却系统流程图
图 4.2-10 核取样系统流程图
图 4.2-11 蒸汽—电力转换流程图

4.2 反应堆和蒸汽—电力转换系统

4.2.1 概述

太平岭核电厂一期工程拟建两台华龙一号核电机组，每台机组由核岛、常规岛和电厂配套设备组成，部分设施按全厂共用原则设置。

每台华龙一号机组核蒸汽供应系统（NSSS）的额定功率为 3190MWt，堆芯额定功率 3180MWt。反应堆堆芯装有 177 个国产先进燃料组件，冷态时堆芯等效直径为 3.23m，堆芯高度为 365.76cm，平均线功率密度为 181.2W/cm。铀装载量 80.91t。反应堆冷却剂系统（RCP）由三个环路组成，运行压力约为 15.5MPa。

本工程采用 18 个月换料方式，电厂设计寿命为 60 年。

为了实现总的核安全目标，华龙一号的设计以确定论方法为主，概率论方法作为补充。确定论方法基于纵深防御五个层次的设计要求：

- 第一层次：通过按照恰当的质量水平和工程实践正确并保守地设计核电厂，防止核电厂偏离正常运行及防止系统失效；
- 第二层次：检测和纠正偏离正常运行状态，以防护预计运行事件升级为事故工况；
- 第三层次：通过固有安全特性、故障安全设计、附加的设备和规程来控制未被前一层次防御所制止的事件，使核电厂在这些事件后达到稳定的、可接受的状态，并且至少维持一道包容放射性物质的屏障；
- 第四层次：通过事故管理规程、防止事故进展的补充措施与规程、以及减轻选定的严重事故后果的措施缓解严重事故，并保证放射性释放保持在实际尽可能的低；
- 第五层次：通过适当装备的应急控制中心及厂内、厂外应急响应计划减轻可能由事故工况引起潜在的放射性物质释放造成的放射性后果。

除确定论设计基准外，也适当考虑低概率的多重故障和安全级系统完全丧失事件，确定防止堆芯熔化和大量放射性释放的有代表性的超设计基准事故与严重事故情景，以确定大量放射性释放风险降低设施的设计参数。通过概率论方法识别这些事件，评价缓解这些事件的可用特殊措施。

4.2.2 核岛

4.2.2.1 核岛主厂房布置

核岛主厂房包括反应堆厂房（BRX）、安全厂房（BSA、BSB、BSC）、燃料厂房（BFX）、核辅助厂房（BNX）和应急柴油发电机厂房（BDA、BDB、BDC）、SBO 柴油发电机厂房（BDU、BDV）。常规岛厂房位于核岛主厂房下方，靠近安全厂房侧。

（1）反应堆厂房布置特点

反应堆厂房的布置是以压力容器为中心，三个环路的蒸汽发生器和主泵围绕压力容器布置，三个主环路对称布置可以使六条管道对压力容器的推力达到平衡。安全壳采用双层结构，外壳满足抗大型商用飞机撞击的要求，内壳具备包容放射性功能，内壳和外壳之间设置环廊，安全壳内设置内环墙。

（2）安全厂房布置特点

安全厂房在平面上分为 BSA、BSB、BSC 三个实体及空间隔离的厂房，分别称为安全厂房 A、B、C，分别对应相应的三个安全系列。安全厂房与 BRX、BFX 共处同一筏基上，三个厂房靠近布置，且与反应堆厂房均有连接，环绕反应堆厂房，整体呈方形排布。其中 BSA 厂房与燃料厂房有连接，BSB 厂房与燃料厂房、核辅助厂房和进出厂房均有连接。BSA 和 BSB 厂房分别位于反应堆厂房的两侧，在空间上相互隔离，两者间距约 40m，BSC 处于防大型飞机撞击防护壳（APC 壳）的保护之下，这种设计方式使安全厂房满足防大型商用飞机撞击的要求。主控室位于 BSC 厂房中。

（3）燃料厂房布置特点

燃料厂房位于反应堆厂房的一侧，紧邻反应堆厂房和核辅助厂房，与安全厂房 A、B 相连。燃料厂房的布置充分考虑了内部灾害防护要求，保证安全相关系统实体隔离，厂房分为相对独立的三个分区。

（4）核辅助厂房的布置特点

核辅助厂房位于反应堆厂房 45°角方位，分别与燃料厂房和安全厂房 B 相连，临近但不与反应堆厂房相连，呈长方形，主要用于布置核岛安全系统以外的辅助系统设施，并作为核岛废物收集处理中转站。核辅助厂房的布置方案整体划分为三个功能区域：冷却剂净化、分离、除气设备区域和核岛废气处理系统区域、核岛主要取样和净化区域、储罐布置区。

（5）柴油发电机厂房的布置特点

柴油发电机组主要用于厂内及场外电源均丧失的情况下，确保核电厂应急供电，以保证堆芯得到充分冷却。该厂房为钢筋混凝土结构。柴油发电机组厂房内布置有 3 台应急柴油发电机组（LHP、LHQ、LHR）和 2 台 SBO 柴油发电机组（LJP、LJQ），其中 3 台应急柴油发电机组分别布置在柴油发电机厂房（BDA、BDB、BDC），2 台 SBO 柴油发电机组分别布置在 SBO 柴油发电机厂房（BDU、BDV）。BDA、BDU 和 BDC 厂房相邻布置，BDB 和 BDV 厂房相邻布置。3 台应急柴油发电机（LHP、LHQ、LHR）采用地理位置隔离的方式分开布置在核岛两侧，避免因飞机撞击事件影响到 3 台应急柴油发电机的独立运行。柴油发电机厂房与核岛通过廊道相连。

4.2.2.2 堆芯设计

4.2.2.2.1 堆芯描述

太平岭核电厂一期工程华龙一号机组反应堆堆芯额定功率为 3180MWt，一回路工作压力为 15.5MPa，堆芯等效直径为 3.23m，活性区高度为 365.76cm。表 4.2-1 给出了华龙一号核电机组堆芯主要设计参数。

太平岭核电厂一期工程的堆芯设计采用 18 个月换料方案，即首循环年度换料、平衡循环 18 个月换料燃料管理策略。初始堆芯燃料装载如图 4.2-1 所示，为了展平功率分布，首循环堆芯按 ^{235}U 富集度的不同，分三区装载，装有最低和中间富集度燃料组件的两个区按棋盘式交替排列在堆芯的中心区域，具有最高富集度的燃料组件放置在堆芯外围区域，构成第三区。三个区的 ^{235}U 富集度分别为 1.8%、2.4%和 3.1%。平衡循环时，新燃料组件的 ^{235}U 富集度为 4.45%。第二个循环堆芯使用 76 组富集度为 4.45%的新组件。从第三个燃料循环开始，每次换料时装入 72 个富集度为 4.45%的新燃料组件，并卸出 72 个乏燃料组件。

4.2.2.2.2 燃料组件和燃料棒

本工程机组堆芯选用改进型 M5-AFA3G 燃料组件或中国广核集团自主研发的 STEP-12 燃料组件。两种燃料组件都由 17×17 排列的燃料棒和燃料组件骨架组成。其中燃料棒由包壳管及装在其中的低富集度烧结圆柱形 UO_2 或 UO_2-Gd_2O_3 芯块及螺旋弹

簧组成，并在管的端部装上端塞，进行密封焊接。燃料组件骨架由 24 根导向管、1 根仪表管、1 个上管座部件、1 个下管座部件、8 个结构格架、3 个跨间搅混格架和连接件构成。

（1）上管座部件：作为燃料组件的上部结构件和冷却剂出口空腔，并对控制棒组件和其它堆芯相关组件提供保护。上管座部件由顶板、连接板以及围板焊接成一个整体，四组压紧板弹簧用压紧螺钉分别固定在顶板顶部四边上。

（2）下管座部件：作为燃料组件的底部结构件，引导冷却剂流入燃料组件，并将燃料组件受到的横向载荷及轴向载荷传递到下堆芯板上。下管座由 AISI 304L 整体加工而成，呈板凳状结构，上部是正方形连接板，下面有四个支腿。连接板上开有导向管连接孔和大的流水孔，四个支腿间形成一个空腔，冷却剂由此空腔经过连接板上的孔进入燃料组件。连接板上安装一块防异物板，阻止冷却剂中的异物进入燃料组件。

（3）格架：沿燃料组件轴向上有 8 个结构格架和 3 个中间搅混格架。它们都由全 M5 带材冲制而成的条带构成。结构格架有两种，一种是带搅混翼的结构搅混格架，搅混翼由内条带上边缘倾斜伸出，主要用在燃料组件热中子注量高的区域，促进冷却剂搅混。另一种是端部格架，它们没有搅混翼，仅起支承和定位燃料棒作用。3 个中间搅混格架只有搅混冷却剂的功能，分别位于燃料组件第 4、5、6 跨的中间。

（4）导向管和仪表管：导向管是燃料组件的结构部件，为控制棒、中子源棒和阻流塞棒提供插入通道。导向管的材料为锆合金。导向管上部内径较大，在紧急停堆时允许控制棒快速插入，在正常工况下允许有足够的冷却剂流过。导向管下部是缓冲段，其内径较小，在控制棒接近行程末端时起水力缓冲作用。燃料组件中的仪表管为堆芯测量仪表提供通道，仪表管的材料为锆合金，其内径和壁厚不变化，与导向管上部的直径和壁厚相等。

（5）燃料棒：燃料棒是由再结晶 M5 包壳管、装在包壳管中的二氧化铀陶瓷芯块以及密封焊在包壳管两端的上、下端塞构成的。为避免燃料棒包壳和焊缝的应力过大，燃料棒中留有气腔和芯块－包壳间隙，以容纳核反应产生的裂变气体，补偿芯块与包壳的热膨胀差以及燃耗增加导致的燃料体积变化。在芯块上部有一个不锈钢螺旋弹簧压紧燃料芯块，可避免在组件吊装和运输过程种芯块轴向窜动。

表 4.2-2 给出了本工程燃料组件主要设计参数，图 4.2-2 给出了燃料组件示意图。

4.2.2.2.3 其他组件

本工程堆芯内的其他相关组件包括控制棒组件、中子源组件和阻流塞组件。此外还包括由多块不锈钢平板拼接而成的直角多边形筒体，形成堆芯外部轮廓的堆芯围板，反应堆内用于盛放堆芯的带法兰不锈钢圆筒的堆芯吊篮，和位于反应堆压力容器底部的堆内中子探测器的导向管内的堆内中子通量探测器和热电偶等堆芯测量装置等。

（1）控制棒组件：由星形架和 24 根控制棒组成，具有启停堆、变更堆功率和保护反应堆的功能。控制棒的吸收体材料选用 Ag-In-Cd（黑棒）或不锈钢（灰棒），控制棒的包壳材料选用不锈钢。为提高控制棒耐磨性能，选用渗氮 316L 不锈钢作控制棒包壳材料；为防止控制棒下段因吸收体膨胀而胀裂包壳，吸收体下段采用缩径的措施。正常运行工况下，控制棒组件的插入由控制棒驱动机构（CRDM）步进控制，而停堆棒组则停留在堆芯之外。在事故工况下，需要使反应堆迅速返回到次临界状态时，所有可移动的控制棒组件（包括控制棒组件和停堆组件）靠自身重力作用落入堆芯。

图 4.2-3 给出了控制棒组件示意图。

（2）固定式相关组件：包括一次中子源组件、二次中子源组件和阻流塞组件，华龙一号的首循环堆芯内一次中子源组件和二次中子源组件各 3 组，阻流塞组件 102 组；后续循环只有 3 组二次中子源组件和 105 组阻流塞组件。

中子源组件与堆外 3 个源量程和 3 个中间量程核探测器通道相配合，增强保护的稳定性，便于维修。

4.2.2.3 反应堆冷却剂系统

华龙一号反应堆冷却剂系统（RCP）由并联到反应堆压力容器的三条相同的传热环路组成，执行三大基本安全功能：反应性控制、堆芯热量导出、放射性物质包容。主要设备包括：

— 反应堆压力容器；

— 反应堆冷却剂泵；

— 蒸汽发生器包容冷却剂的部分；

— 稳压器以及与其相连接到一条反应堆冷却剂环路热段的波动管线；

— 安全和自动卸压系统阀；

— 反应堆堆顶排放阀；

— 以上主要部件相连的管道和附件；

— 与辅助和支持系统相连接的管道、附件和阀门。

RCP 由三个传热环路组成，每一条环路有一台反应堆冷却剂泵和一台蒸汽发生器。在运行时，反应堆冷却剂泵使冷却剂通过反应堆压力容器和冷却剂环路循环。作为冷却剂、慢化剂和硼酸溶剂的水在通过堆芯时被加热，然后流入蒸汽发生器，将热量传递给二回路系统，最后返回到反应堆冷却剂泵重复循环。

此外，反应堆冷却剂系统还包括稳压器及反应堆冷却剂压力控制和超压保护所需的辅助设备。稳压器通过波动管线接到 3 号环路热段。压力控制通过电加热器和水喷淋阀的动作实现。喷淋系统由两个冷段供水，并通过喷淋管线接到稳压器的顶封头，通过旁路喷淋阀提供一小股连续喷淋流量，电加热器安装在稳压器的底封头处。

反应堆冷却剂系统配置了堆顶排气系统，及严重事故专用卸压阀。稳压器安全阀与严重事故专用卸压阀的排放管线连接至公共母管后排入稳压器卸压箱。稳压器卸压箱爆破盘出口的管道分别连接至 2 号主泵隔间和 3 号蒸汽发生器隔间。

堆顶排气系统用于严重事故情况下排出压力容器顶部不可凝气体。

严重事故专用卸压阀用于严重事故工况下防止高压熔堆，也可用于执行 Feed-Bleed 功能。

图 4.2-4 给出了反应堆冷却剂系统流程简图。

4.2.2.4 核辅助系统

核辅助系统保证反应堆和一回路的正常启动、运行与停堆。核辅助系统包括：化学和容积控制系统（RCV）、反应堆硼和水补给系统（REA）、反应堆水池和燃料水池冷却和处理系统（PTR）、燃料装卸及贮存系统（PMC）、蒸汽发生器排污系统（APG）、核取样系统（REN）、额外冷却系统（ECS）等，其中：

（1）化学和容积控制系统（RCV）：采用定量上充、调节下泄的方式通过一条下泄管线和一条上充管线对一回路冷却剂进行连续的下泄和上充。上充管线将处理后的冷却剂（净化、化学添加等）送回至冷却剂系统，并且在需要时提供稳压器的辅助喷淋。另外 RCV 向主泵一号轴封提供轴封注入水并回收一号轴封泄漏水。

（2）反应堆水池和燃料水池冷却和处理系统（PTR）：为 3 列冗余配置，三个冷却系列中的两个配备多样化电源（除由应急柴油发电机供电外，还可由 SBO 电源供电）

和多样化最终热阱（除由设备冷却水系统（RRI）提供冷却外，还可由额外冷却系统（ECS）提供后备冷却），另外乏燃料水池补水手段也多样化。

（3）蒸汽发生器排污系统（APG）：通过对 3 台蒸汽发生器在不同工况下的连续排污，以保证蒸汽发生器二次侧的水质符合要求。此外 APG 系统设置了 3 台 SG 两两之间的传输管线，在发生蒸汽发生器传热管破裂（SGTR）时能从受影响的 SG 向另一台完好的 SG 转移多余的水，避免受影响的 SG 满溢。

（4）设备冷却水系统（RRI）和重要厂用水系统（SEC）：由不完全冗余的三列（A/B/C）组成，为专设安全设施和冷停堆提供冷却水的部分为 3×100%冗余设计，各安全级冷却器均位于对应独立的设备冷却水系列上。

（5）额外冷却系统（ECS）：用于在正常冷链丧失时，导出安全壳和乏燃料水池的热量，提供多样化热阱。ECS 系统采用机械通风冷却塔（包括风机），包括中间冷却环路、终端冷却环路、安全水池、终端补水回路等。

（6）核取样系统（REN）：REN 对来自以下各处的液体和气体样品集中或就地取样，以进行化学和放射化学分析：RCP、蒸汽发生器二次侧、废液和废气处理系统、核辅助系统、安全壳大气、安全壳内置换料水箱（IRWST）。REN 可分为三个取样子系统：一次侧取样子系统、二次侧取样子系统和事故后取样子系统。

图 4.2-5~图 4.2-10 分别给出了上述系统流程简图。

4.2.3 常规岛

4.2.3.1 常规岛主厂房布置

常规岛主厂房包括汽轮发电机厂房（BMX）与辅助间。在汽轮机厂房中主要安装有汽轮机、发电机、励磁机、汽水分离再热器、凝汽器、凝结水泵、低压加热器、除氧器等设备；常规岛主厂房毗邻建筑物内设有凝结水精处理车间、干燥过滤设备间等。

常规岛电气厂房（BLX）独立布置，与 BMX 相邻，布置有电缆桥架、开关柜、直流蓄电池、二次盘柜、直流盘柜等设备。

4.2.3.2 蒸汽—电力转换系统

蒸汽—电力转换系统由核岛蒸汽供应系统供汽，驱动额定输出功率约 1200MWe

的汽轮发电机组。蒸汽电力转换系统包括主蒸汽系统及疏水系统、汽水分离再热器系统、凝结水系统、汽机回热抽汽系统、汽机旁路系统、主给水系统和其它辅助系统。

图 4.2-11 给出了蒸汽—电力转换系统流程图。

4.2.3.3 汽轮机发电机组

（1）汽轮机

汽轮机由一个高压汽缸或高中压联合汽缸串联两个双流低压缸组成。汽轮机为三缸四排汽，全周进汽，串联布置，转速为 1500rpm。由核岛三台蒸汽发生器产生的蒸汽汇入主汽联箱后，分成四路并由相应的蒸汽管线进入高压缸，每条管线上设置一组进汽阀，每组进汽阀由一个截止阀和一个调节阀组成。蒸汽通过高压缸膨胀后，依次流经两台汽水分离再热器 MSR、蒸汽管线和再热蒸汽联合蝶阀后进入低压缸，膨胀作功后的乏汽最终排往凝汽器进行冷却。

汽轮机抽汽用于七级给水加热，包括四级低加、一级除氧器和两级高加，它们分别取自汽轮机的七个抽汽点：第一、二级来自两个低压缸抽汽，第三级、四级来自低压缸抽汽，第五级除氧器加热用蒸汽取自高压缸排汽，第六级和第七级取自高压缸抽汽。第三级至第七级抽汽管线上设有电动隔离阀和气动助力式止回阀，以防止汽轮机跳闸时蒸汽回流引起汽轮机超速以及避免加热器满水倒流入汽轮机。

（2）发电机

本工程采用的发电机为三相、旋转磁场、圆柱形转子、水平放置同步发电机，1500rpm，4 极，额定功率 1202MW，额定电压 24kV，自并励静态励磁。

发电机冷却方式为水-氢-氢冷却。即定子绕组、引线、引出线等为水内冷，转子绕组为氢内冷，定子铁芯及其它构件为氢冷。励磁机与发电机的外侧端子连接，它包含一台永磁副励磁机，通过自动励磁调节器激励主励磁机的磁场。主励磁机的输出通过装在轴上的硅二极管整流，直流电能通过导体输送到发电机磁场绕组。

4.2.3.4 凝汽器

凝汽器为单背压、单流程的表面式热交换器。凝汽器的壳体布置在汽轮机厂房运转层的下方，每台凝汽器壳体喉部均安装有复合低压加热器。凝汽器装有用于热井水位控制和取样的管道。凝汽器冷却管采用钛管。每个壳体均设置 2 个凝结水出口，通

过支管汇集到凝结水母管，然后进入凝结水泵。

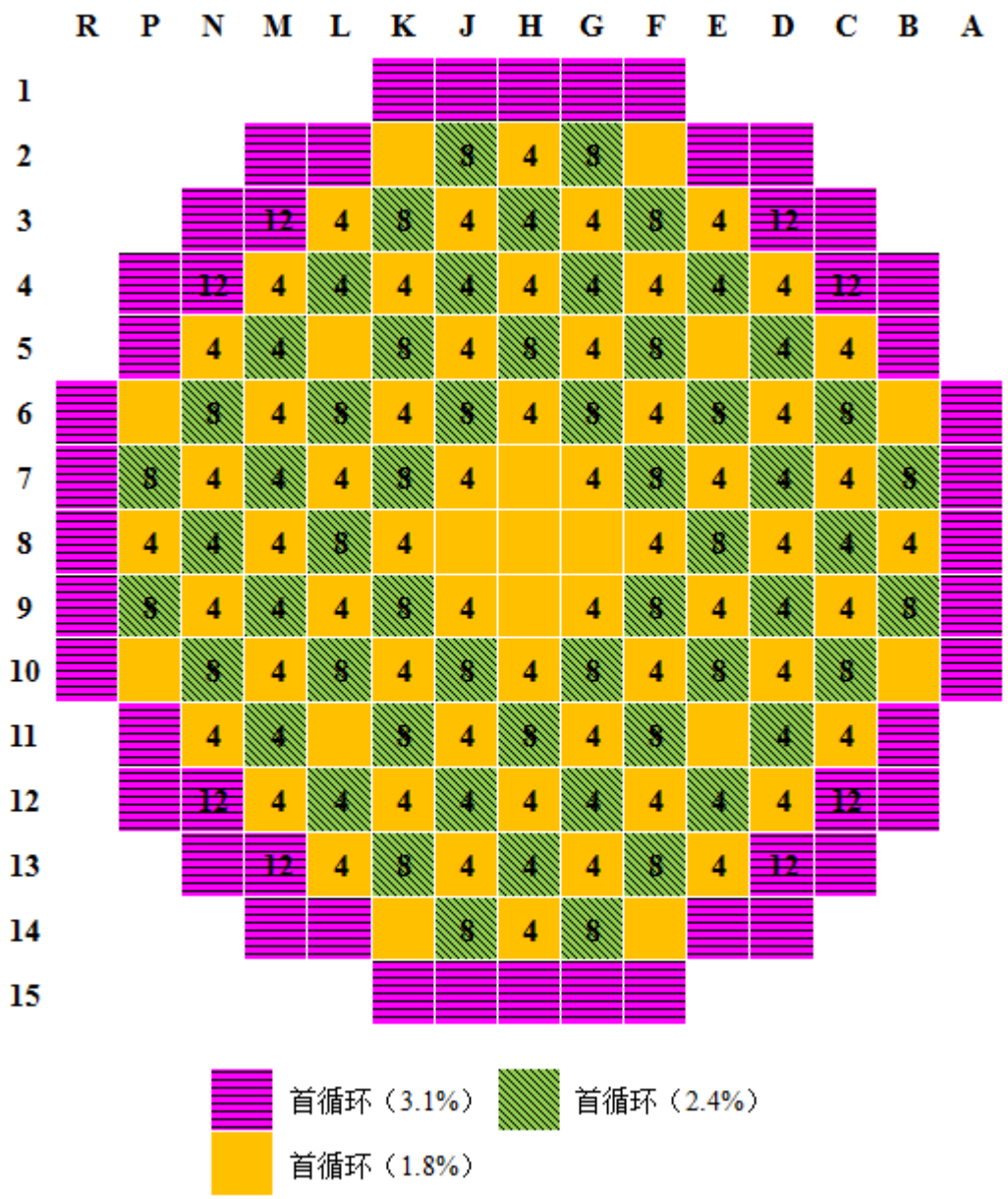
凝汽器不仅接收并冷凝满负荷运行时的汽轮机排汽，还需接收二回路热力循环系统中的各个设备及热力管道的排汽和疏水。这些流体通过凝汽器被循环水冷却，热量由循环水带入大海，不凝结气体由凝汽器真空系统抽出。凝汽器的设计容量除能够满足低压缸排汽之外，还能够接收 85%满负荷主蒸汽流量的旁路蒸汽。

表 4.2-1 堆芯主要设计参数

设计特征		参数值
环路数		3
额定输出热功率		3180MWt
堆芯平均线功率密度		181.2W/cm
堆芯高度		365.76cm（冷态）
堆芯等效直径		323cm（冷态）
冷却剂/一回路工作压力		轻水/15.5MPa
第一循环铀重量		80.91t
首炉堆芯装料富集度（%，重量百分比）	第一区	1.8
	第二区	2.4
	第三区	3.1
燃料组件类型		改进型 M5-AFA3G
燃料组件数		177 个
焓升因子 $F_{\Delta H}$		1.65
热通道因子 F_Q		2.45
控制棒组件数		69 个
热工设计流量下满功率的压力容器冷却剂进口温度，℃		291.7℃
热工设计流量下满功率的压力容器冷却剂出口温度，℃		328.3℃
热工设计流量下满功率的压力容器冷却剂平均温度，℃		310℃
热工设计流量下满功率的压力容器冷却剂进出口温升，℃		36.6℃

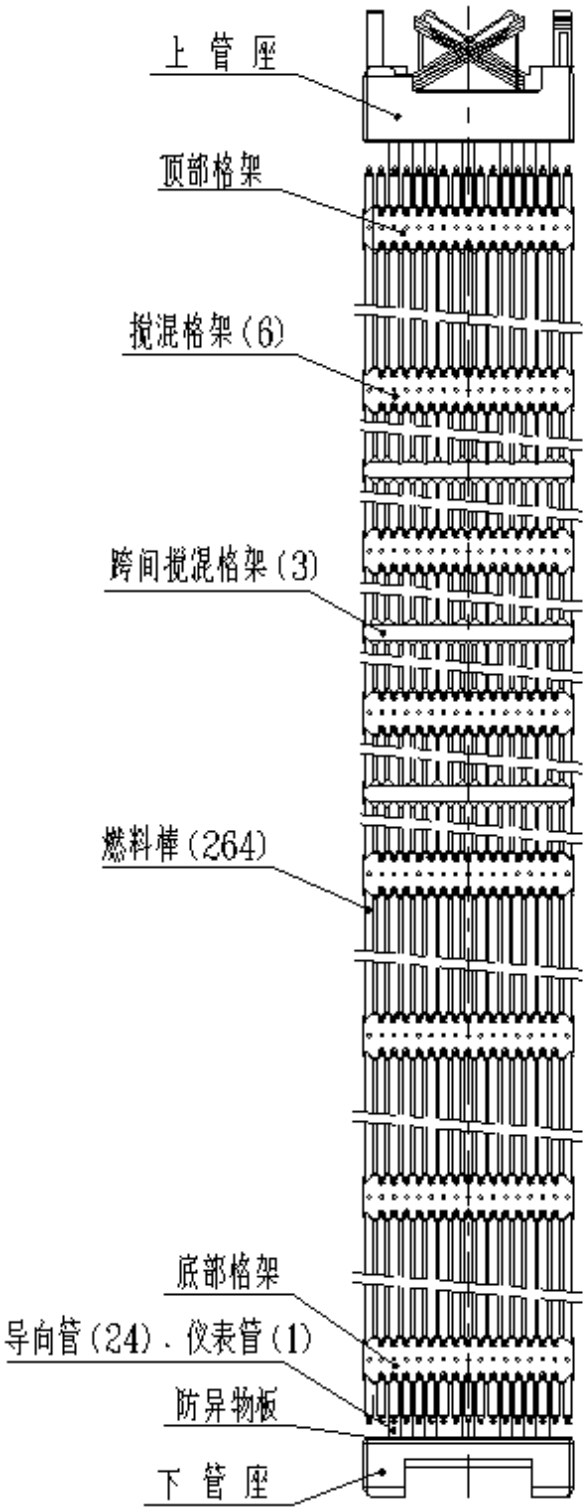
表 4.2-2　燃料组件设计参数

燃料棒数，根/组件	264
燃料组件间距，mm	215.04
燃料棒外径，mm	9.5
燃料芯块高度，mm	13.46
燃料芯块直径，mm	8.192
包壳材料	M5
包壳厚度，mm	0.57
格架材料	锆合金（弹簧片为因科镍）
导向管材料（含仪表管）	锆合金
格架数，个/组件	8（结构格架）+3（跨间搅混格架）
平均组件卸料燃耗，MWd/tU	46838

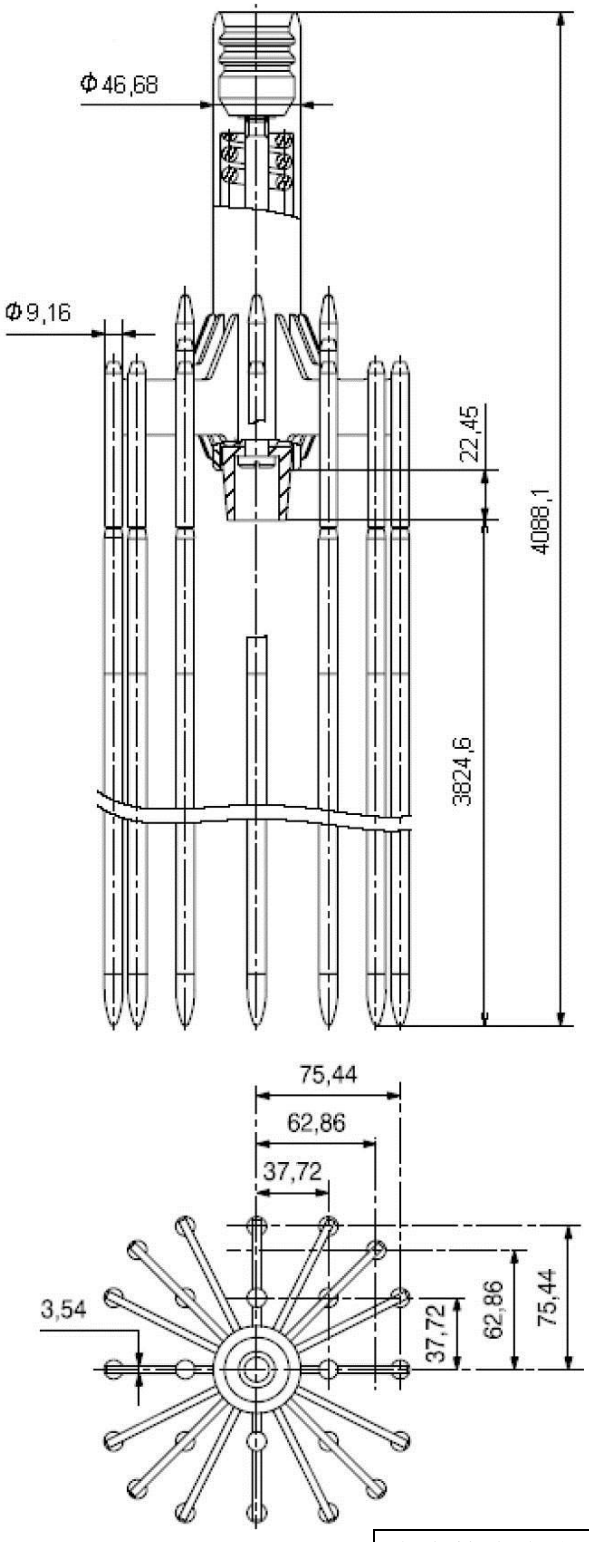


图中数字 N 表示该组件中含有 N 根钆可燃毒物棒

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
首循环堆芯装载示意图		
图 4.2-1	版次：	A

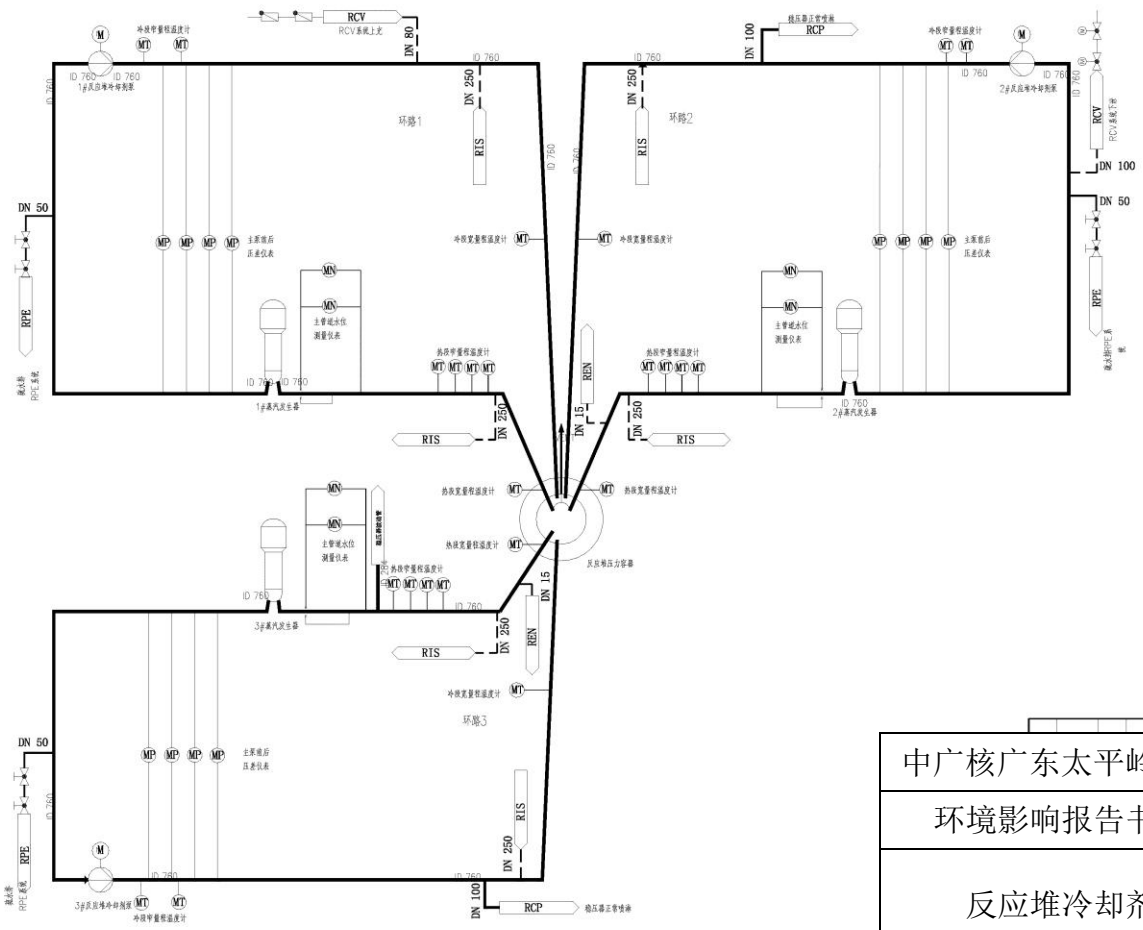


中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
燃料组件结构示意图		
图 4.2-2	版次：	A



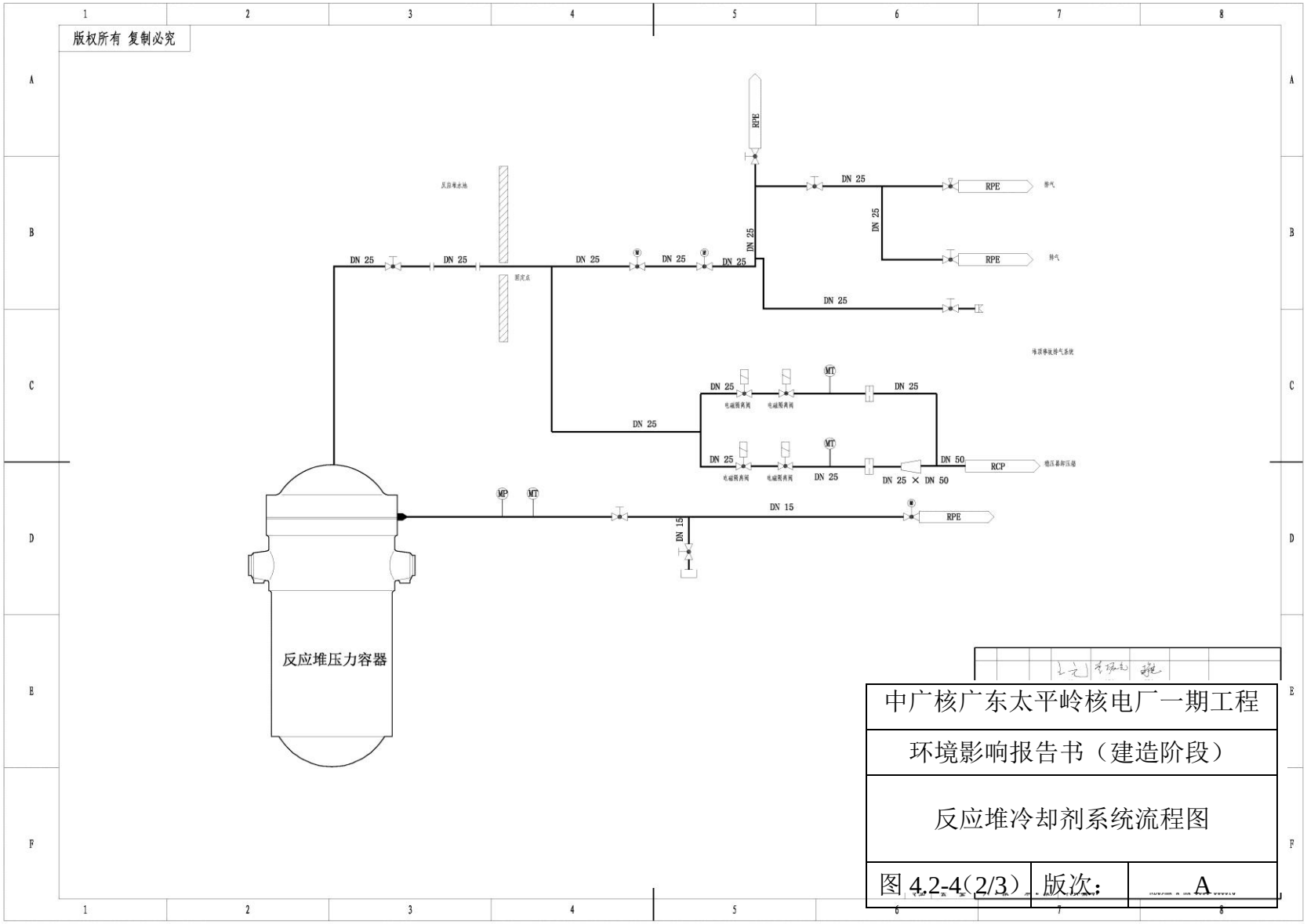
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
控制棒组件示意图		
图 4.2-3	版次：	A

版权所有 复制必究

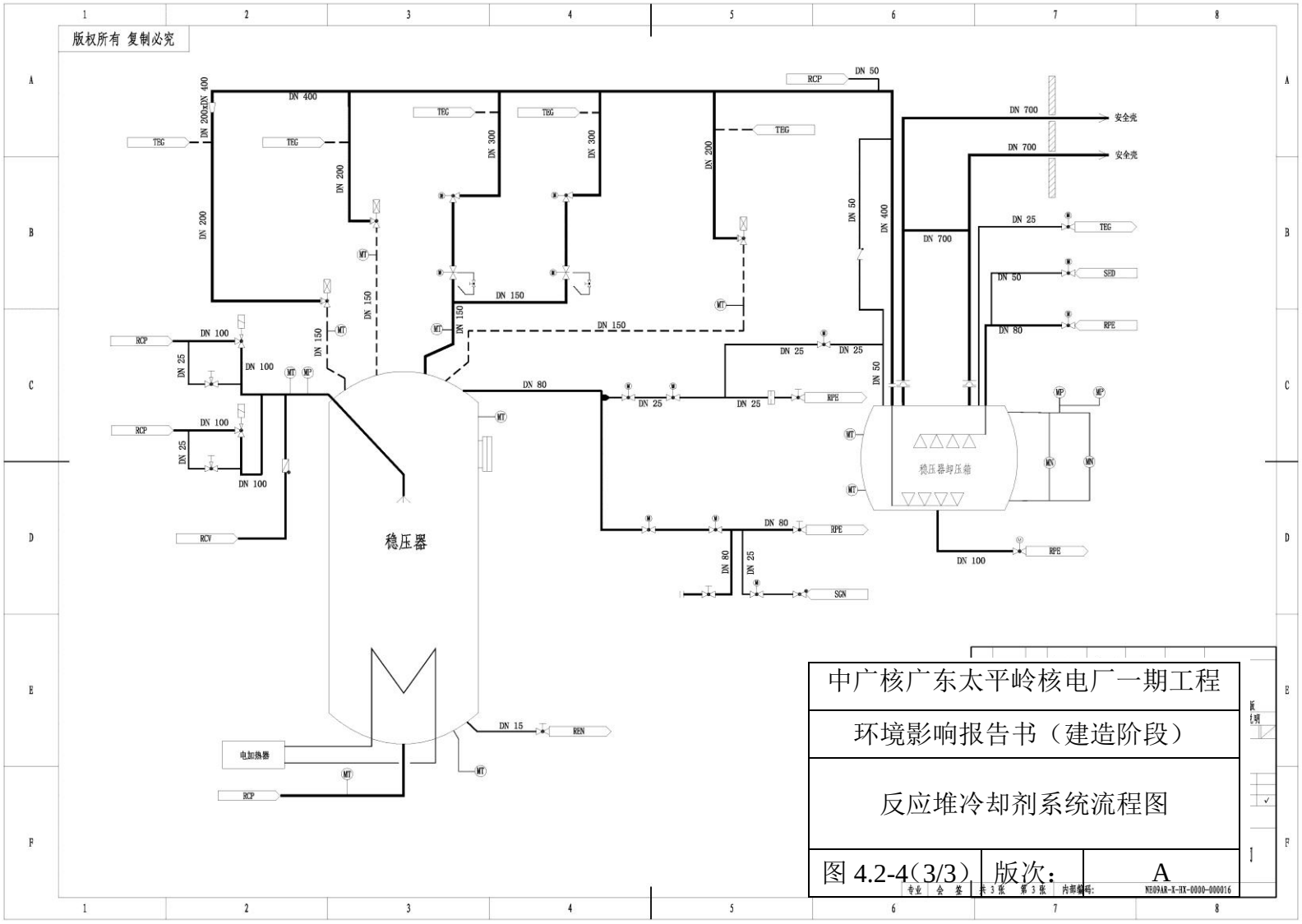


中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
反应堆冷却剂系统流程图		
图 4.2-4（1/3）	版次：	A

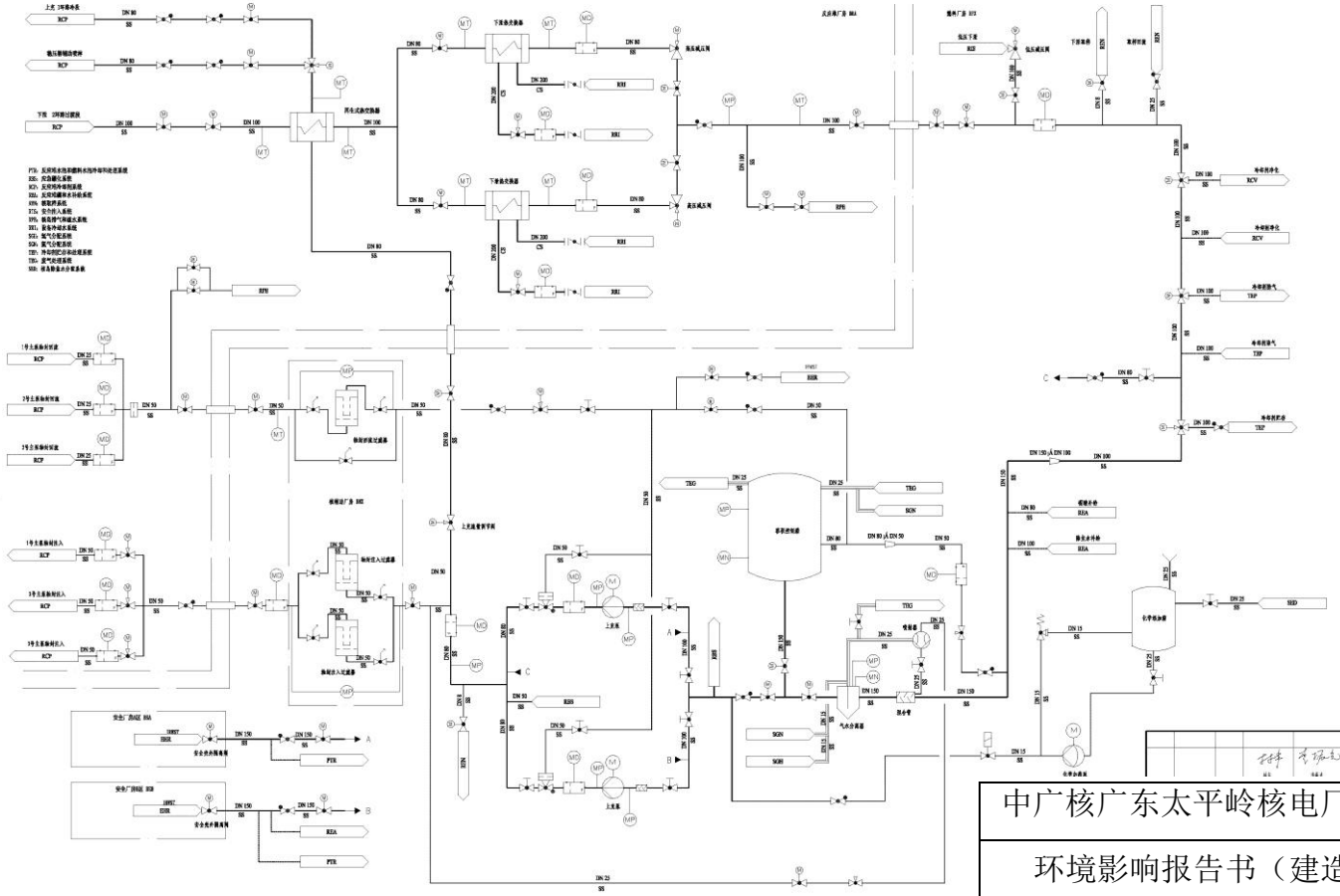
专业 会签 | 图幅 A2 | 共 3 张 第 1 张 | 内部编码: NB09AR-X-HX-0000-000016



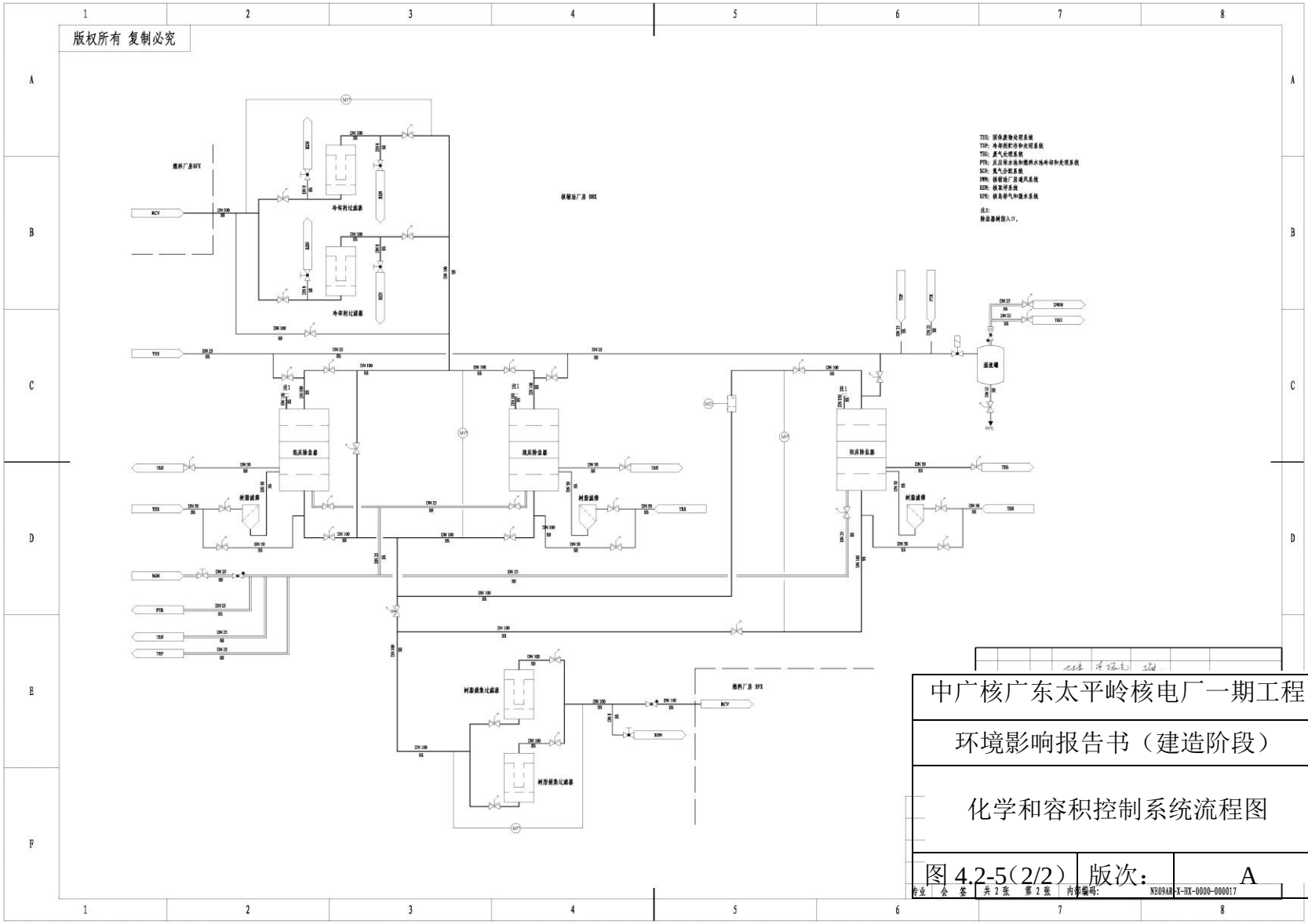
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
反应堆冷却剂系统流程图		
图 4.2-4(2/3)	版次：	A


版权所有 复制必究
RCP
DN 50
DN 400
DN 200xDN 400
TEG
DN 300
DN 200
DN 150
DN 700
安全壳
DN 25
SED
DN 80
RPE
DN 100
DN 50
DN 400
MT
MP
稳压器
稳压器卸压箱
RCV
SGN
REN
电加热器
中广核广东太平岭核电厂一期工程
环境影响报告书（建造阶段）
反应堆冷却剂系统流程图
图 4.2-4（3/3）
版次：
A

版权所有 复制必究

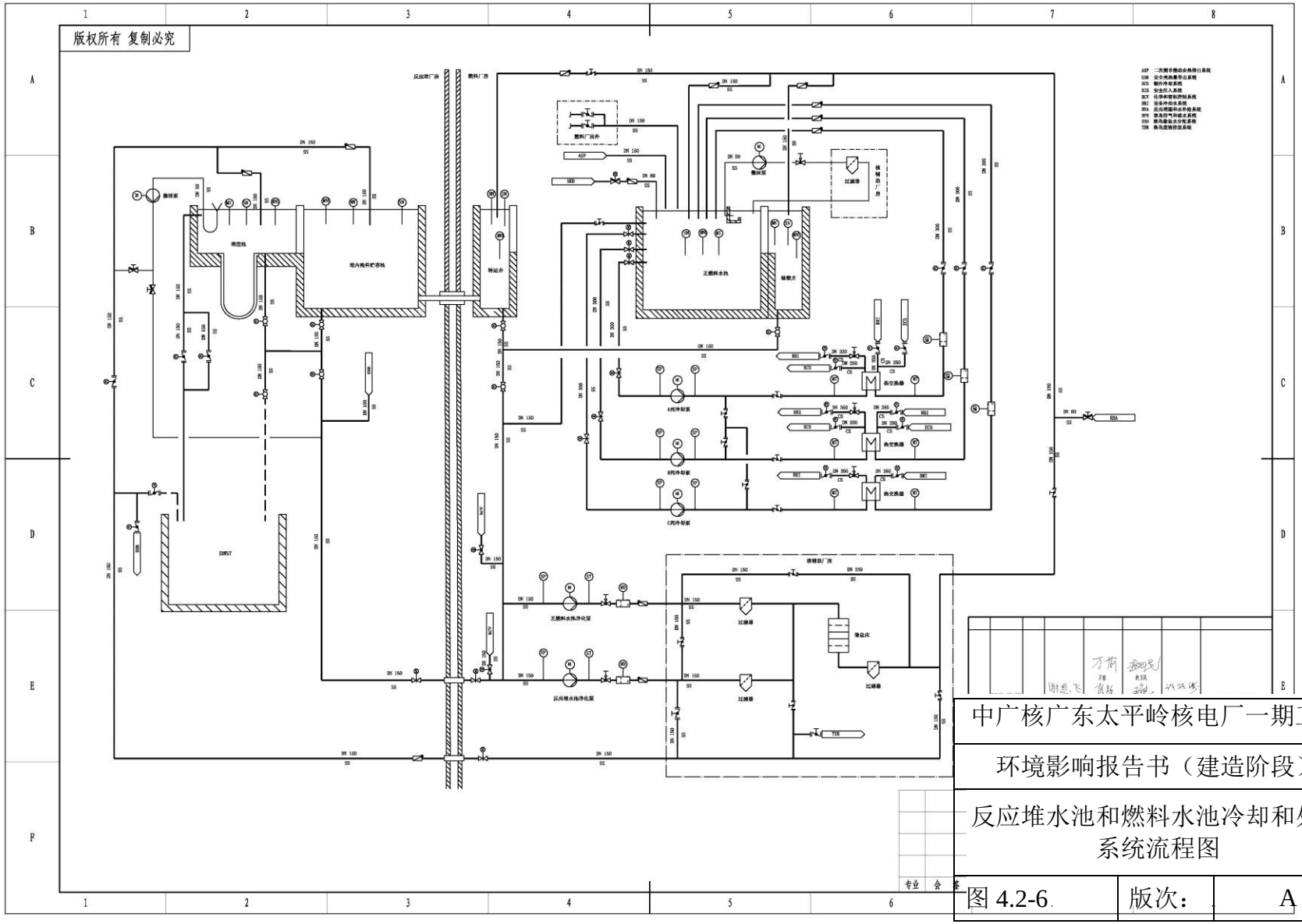


中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
化学和容积控制系统流程图		
图 4.2-5（1/2）	版次：	A

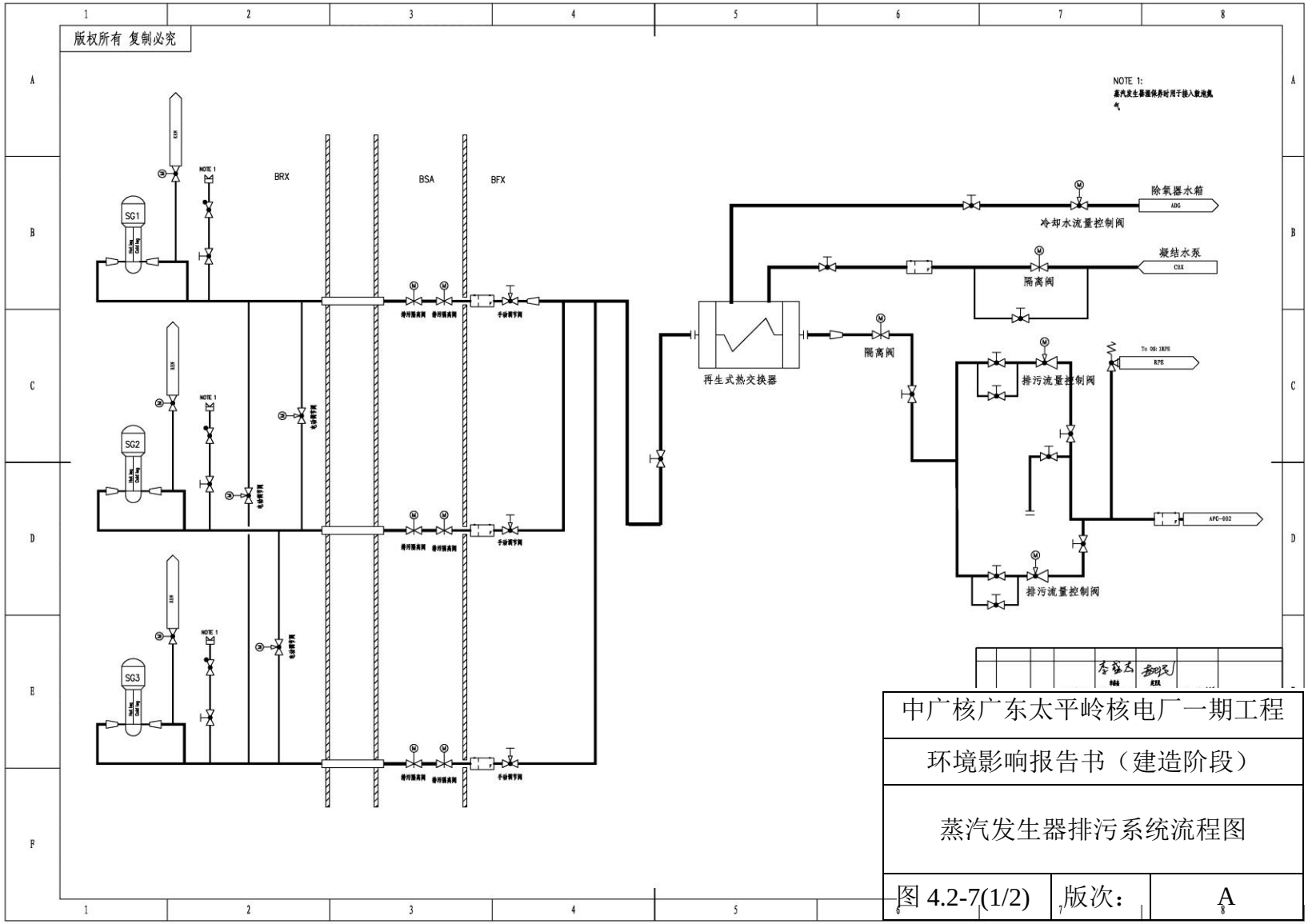


中广核广东太平岭核电厂一期工程	
环境影响报告书（建造阶段）	
化学和容积控制系统流程图	
图 4.2-5(2/2)	版次： A

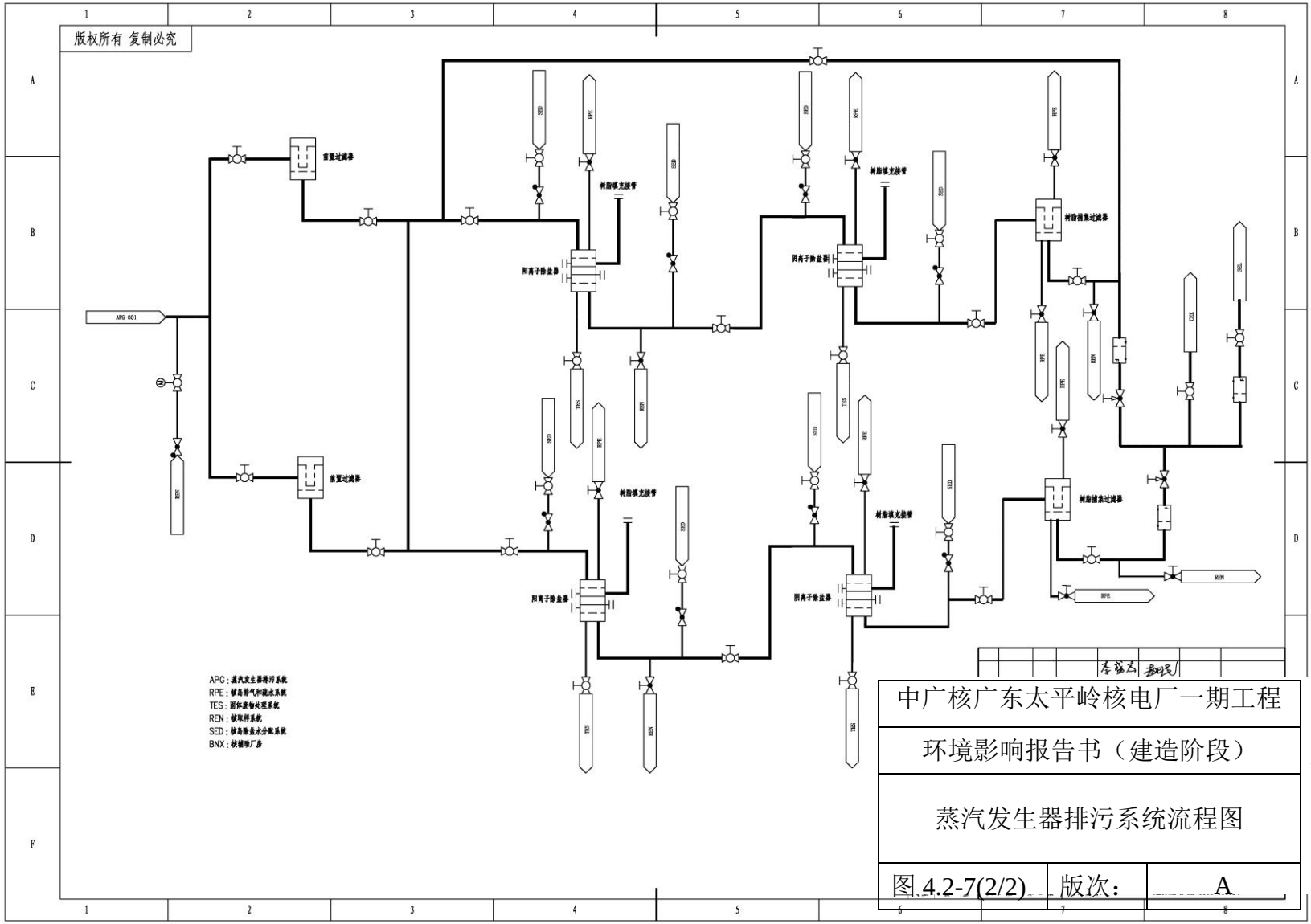
专业 会签 共 2 张 第 2 张 内部编号: NB09AR-X-HX-0000-000017



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
反应堆水池和燃料水池冷却和处理系统流程图		
图 4.2-6	版次：	A

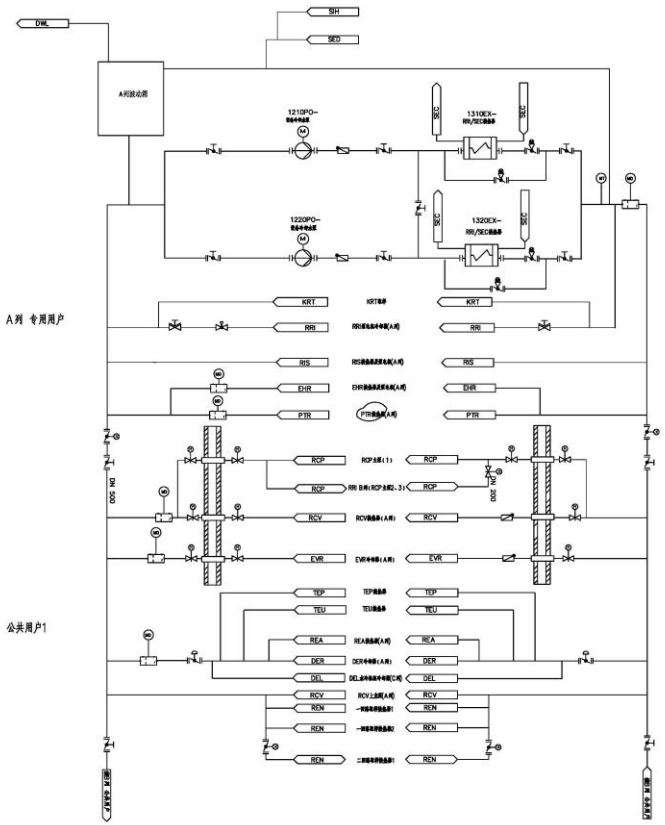


中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
蒸汽发生器排污系统流程图		
图 4.2-7(1/2)	版次：	A


版权所有 复制必究
APG-001
前置过滤器
前置过滤器
树脂填充接管
树脂填充接管
树脂填充接管
树脂捕集过滤器
树脂捕集过滤器
阳离子除盐器
阳离子除盐器
阴离子除盐器
阴离子除盐器
APG：蒸汽发生器排污系统
RPE：核岛排气和疏水系统
TES：固体废物处理系统
REN：核取样系统
SED：核岛除盐水分配系统
BNX：核辅助厂房
中广核广东太平岭核电厂一期工程
环境影响报告书（建造阶段）
蒸汽发生器排污系统流程图
图 4.2-7(2/2)
版次：
A

版权所有 复制必究

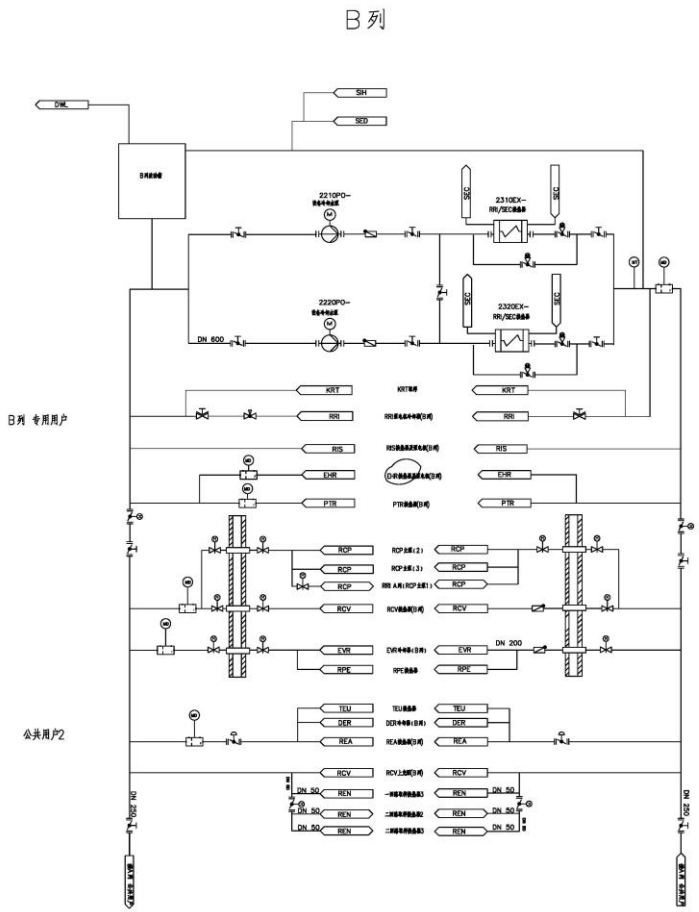
A列



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
设备冷却水系统流程图		
图 4.2-8(1/3)	版次：	A

设计：李增芳 校核：王耀东 审核：王亮 批准：王亮 2017-05-05

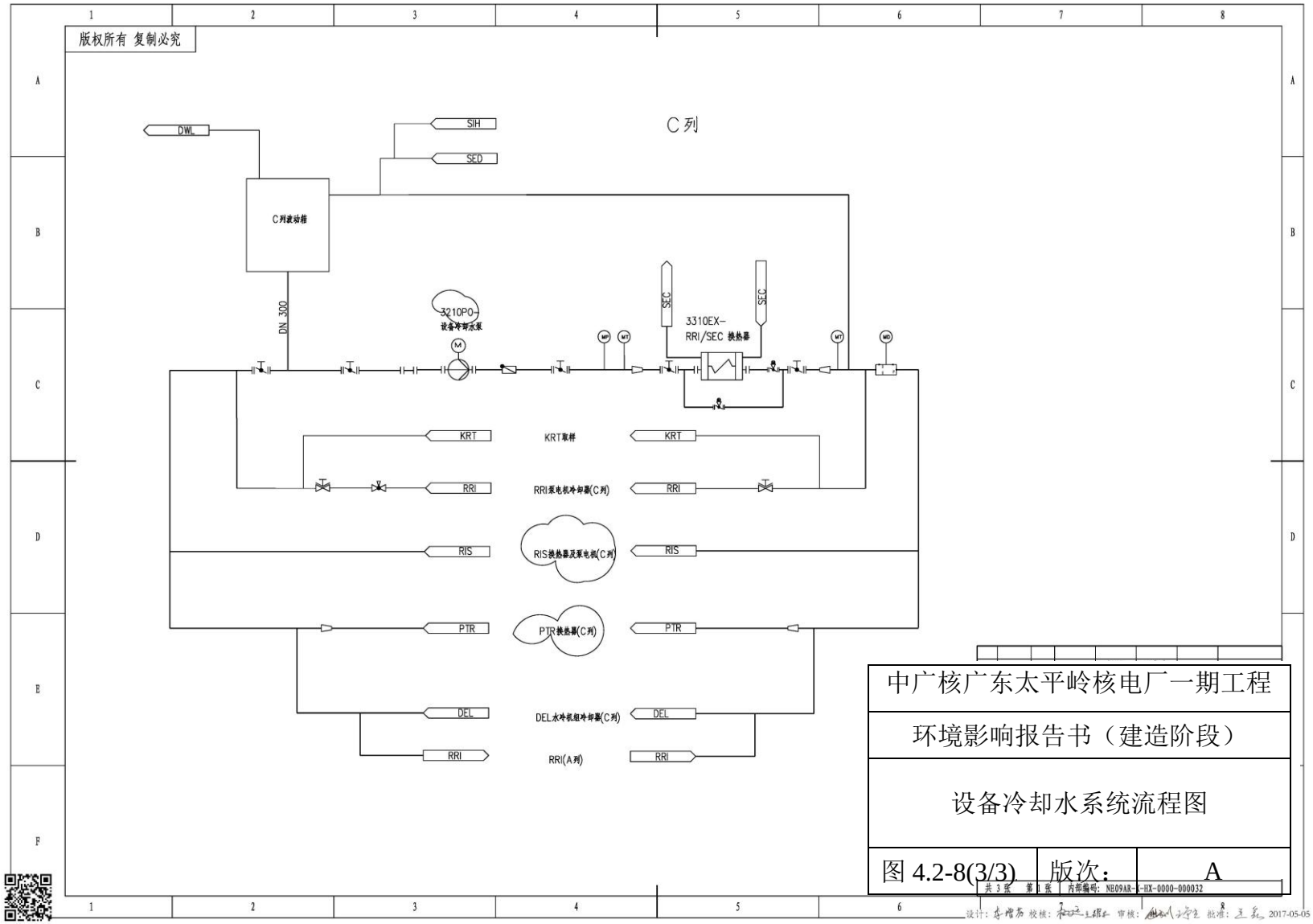
版权所有 复制必究

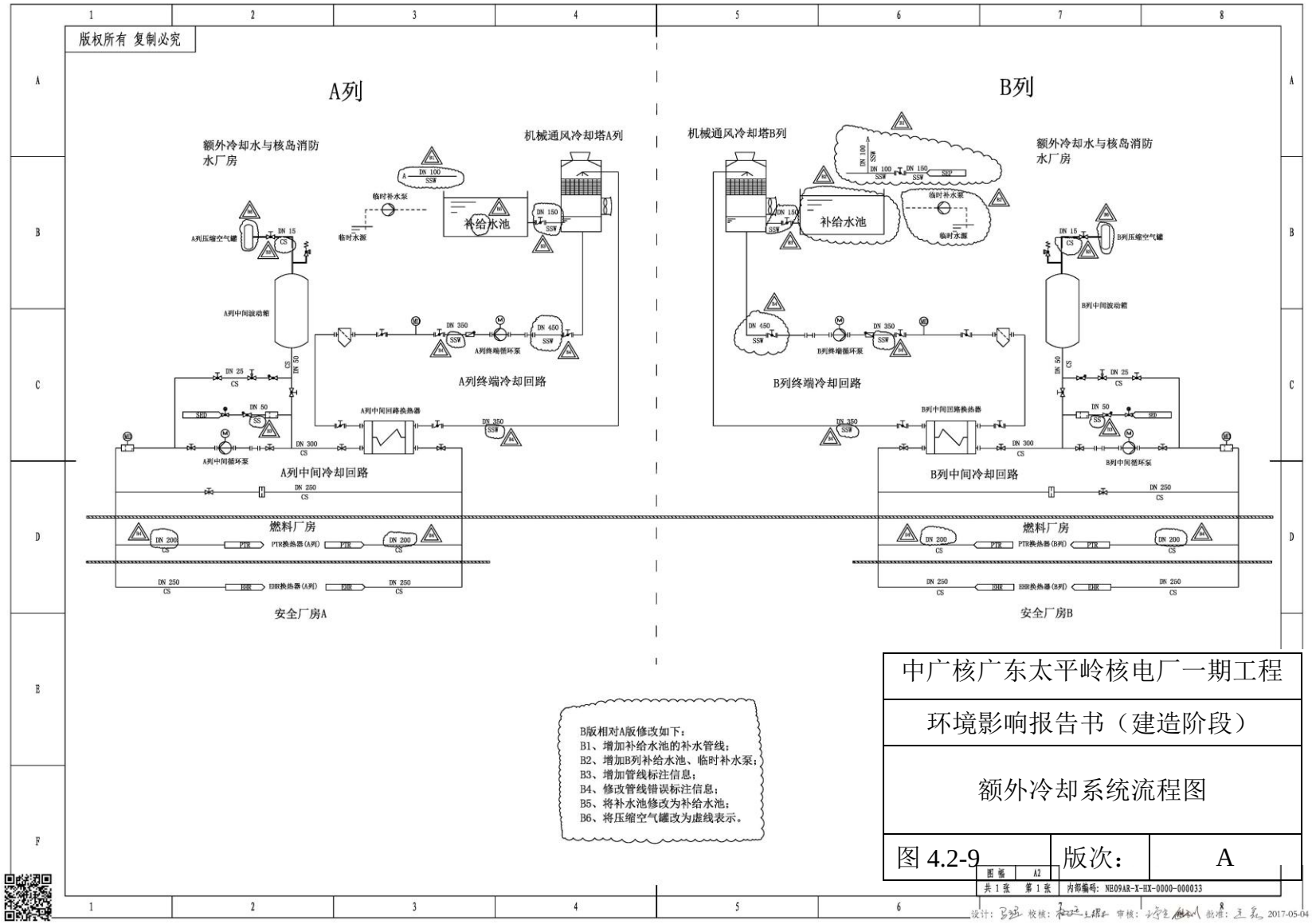


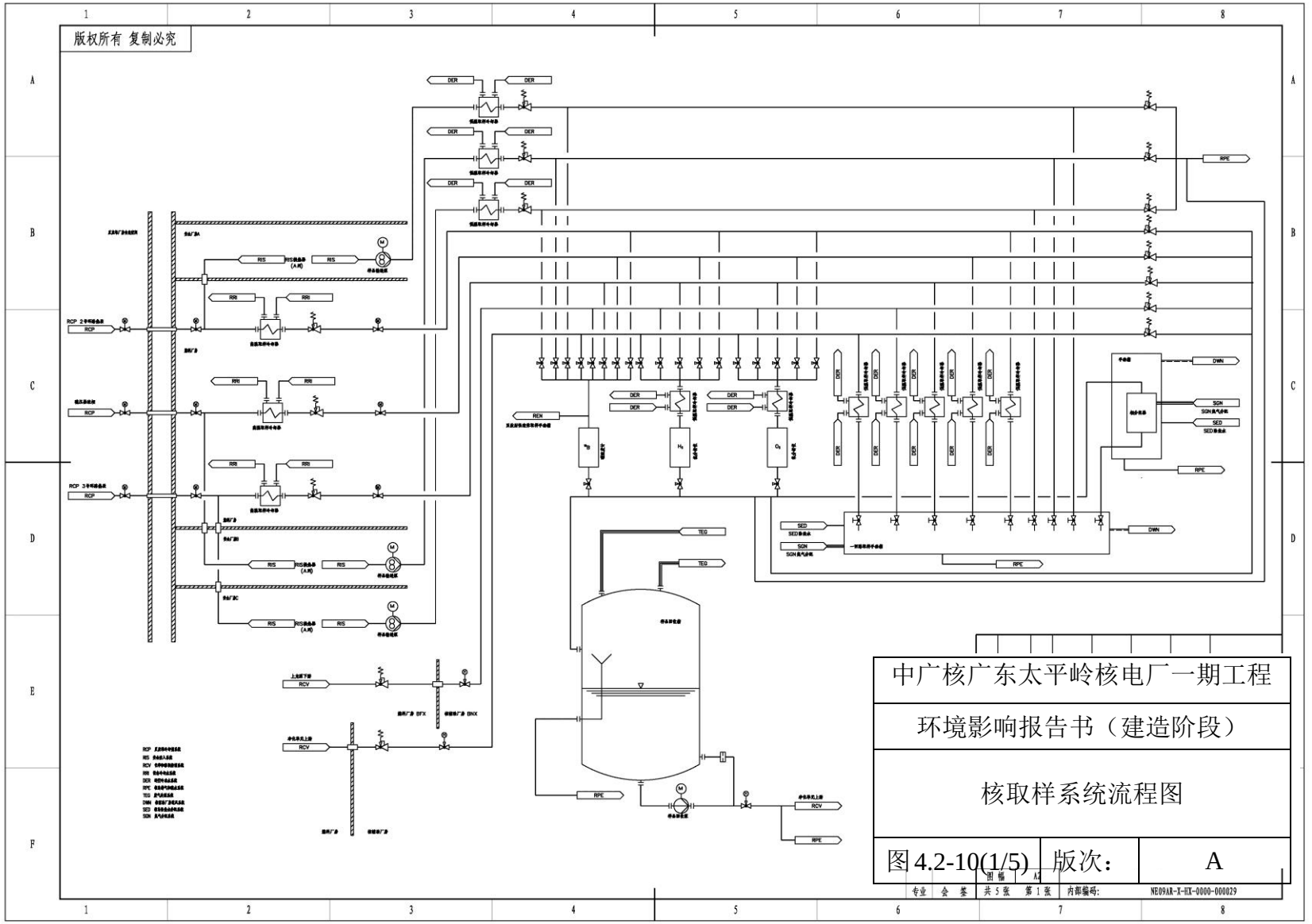
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
设备冷却水系统流程图		
图 4.2-8(2/3)	版次：	A

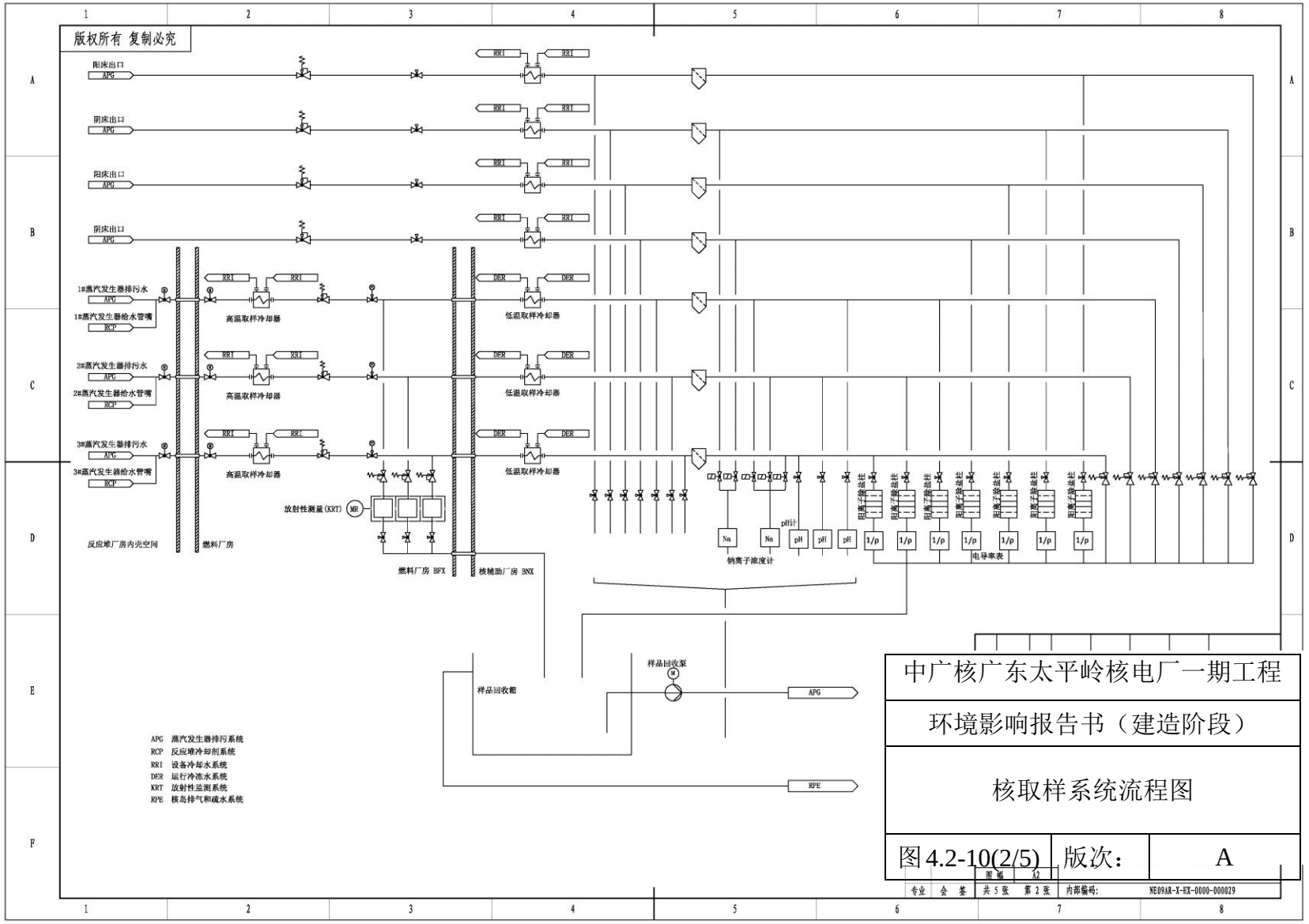
比例 | 图幅 A2 | 共 3 张 第 1 张 | 内部编码：NE09AR-X-HX-0000-000032

设计：李增为 校核：王耀红 审核：[illegible] 批准：王兵 2017-05-05


版权所有 复制必究
C列
DWL
SIH
SED
C列波动箱
DN 300
3210PO-
设备冷却水泵
SEC
3310EX-
RRI/SEC 换热器
SEC
KRT
KRT取样
KRT
RRI
RRI泵电机冷却器(C列)
RRI
RIS
RIS换热器及泵电机(C列)
RIS
PTR
PTR换热器(C列)
PTR
DEL
DEL水冷机组冷却器(C列)
DEL
RRI
RRI(A列)
RRI
中广核广东太平岭核电厂一期工程
环境影响报告书（建造阶段）
设备冷却水系统流程图
图 4.2-8(3/3)
版次：
A
共 3 张 第 1 张
内部编码：NE09AR-C-HX-0000-000032
设计：
校核：
审核：
批准：
2017-05-05

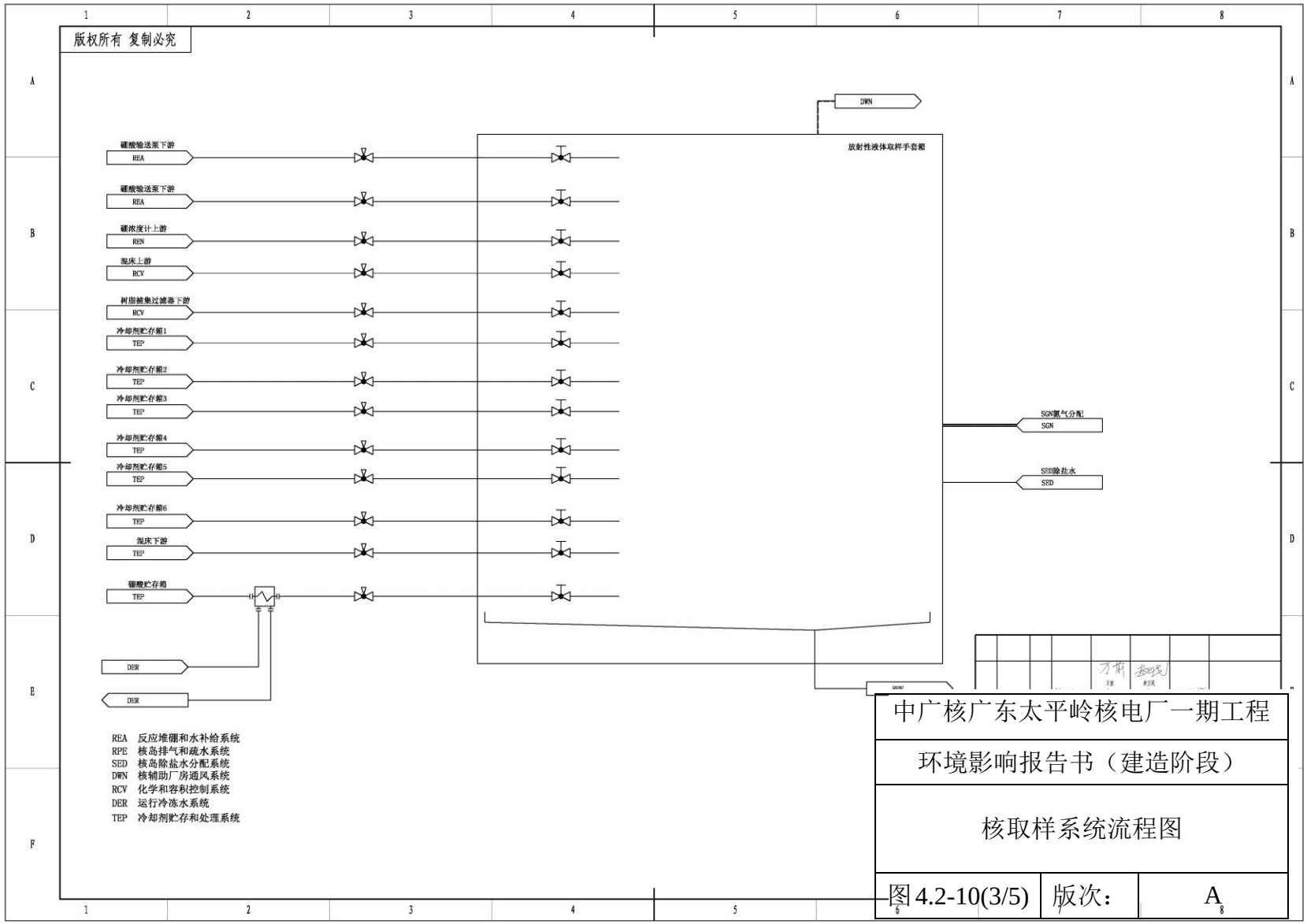

版权所有 复制必究
A列
B列
额外冷却水与核岛消防水厂房
机械通风冷却塔A列
机械通风冷却塔B列
补给水池
临时补水泵
临时水源
A列压缩空气罐
A列中间波动箱
A列终端循环泵
A列终端冷却回路
A列中间回路换热器
A列中间循环泵
A列中间冷却回路
燃料厂房
PTR换热器(A列)
EHR换热器(A列)
安全厂房A
B列压缩空气罐
B列中间波动箱
B列终端循环泵
B列终端冷却回路
B列中间回路换热器
B列中间循环泵
B列中间冷却回路
PTR换热器(B列)
EHR换热器(B列)
安全厂房B
B版相对A版修改如下：
B1、增加补给水池的补水管线；
B2、增加B列补给水池、临时补水泵；
B3、增加管线标注信息；
B4、修改管线错误标注信息；
B5、将补水池修改为补给水池；
B6、将压缩空气罐改为虚线表示。
中广核广东太平岭核电厂一期工程
环境影响报告书（建造阶段）
额外冷却系统流程图
图 4.2-9
版次：
A
图幅 A2
共 1 张 第 1 张
内部编码：NE09AR-X-HX-0000-000033
设计：
校核：
审核：
批准：
2017-05-04

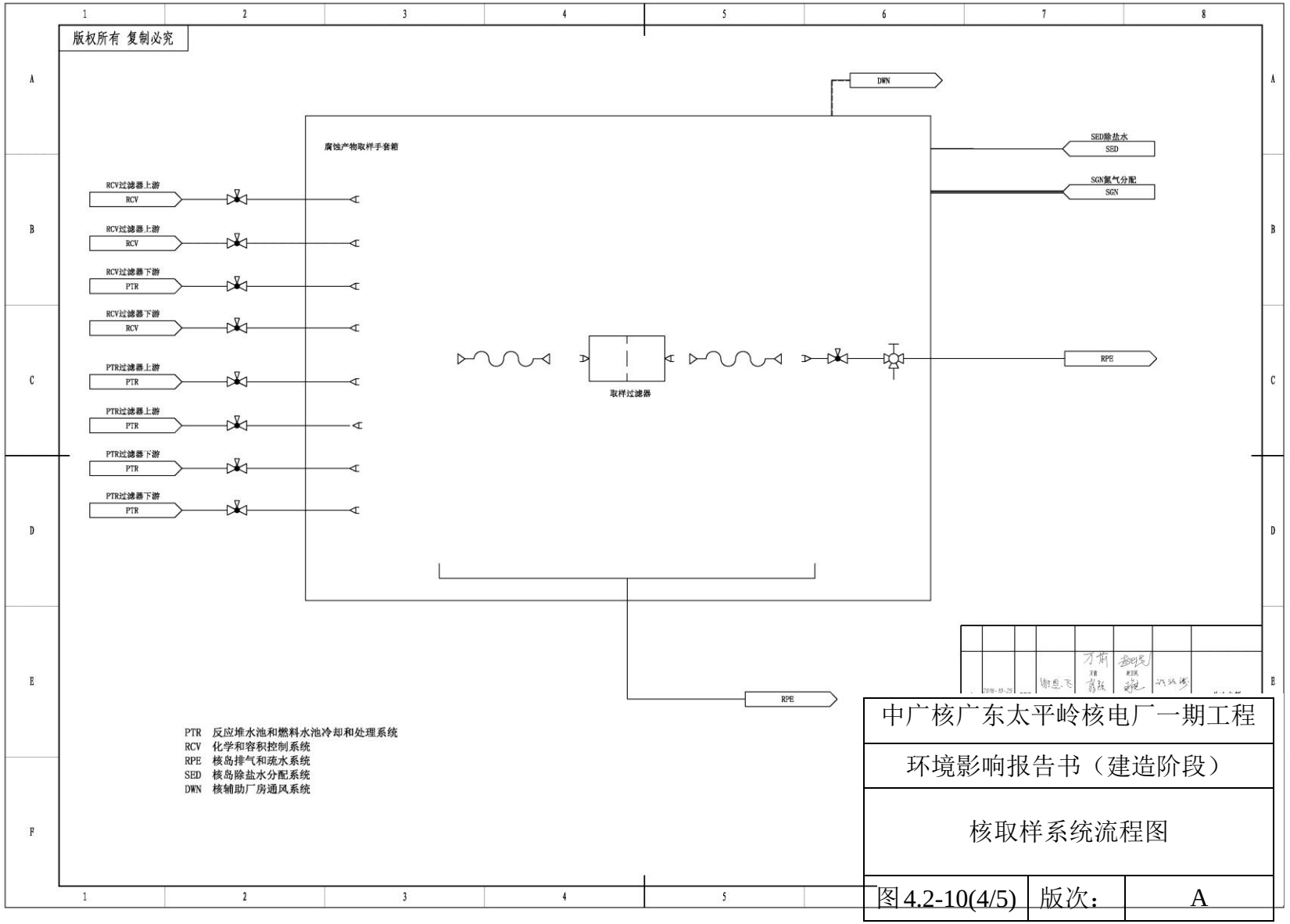

版权所有 复制必究
中广核广东太平岭核电厂一期工程
环境影响报告书（建造阶段）
核取样系统流程图
图 4.2-10(1/5)
版次：
A
专业
会 签
共 5 张
第 1 张
内部编码:
NE09AR-X-HX-0000-000029



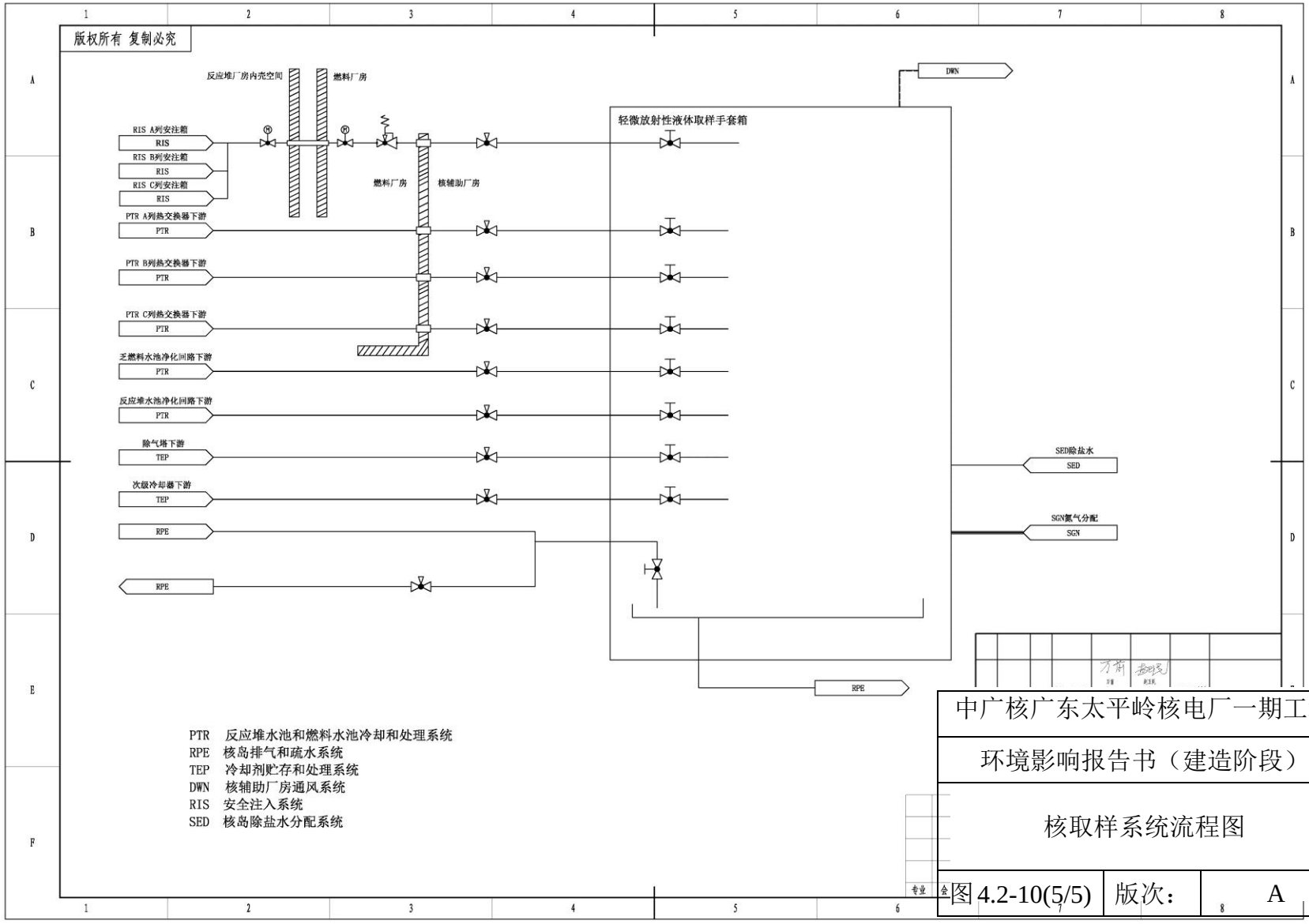
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
核取样系统流程图		
图 4.2-10(2/5)	版次：	A

图幅	A2				
专业	会签	共 5 张	第 2 张	内部编码：	NE09AR-X-HX-0000-000029

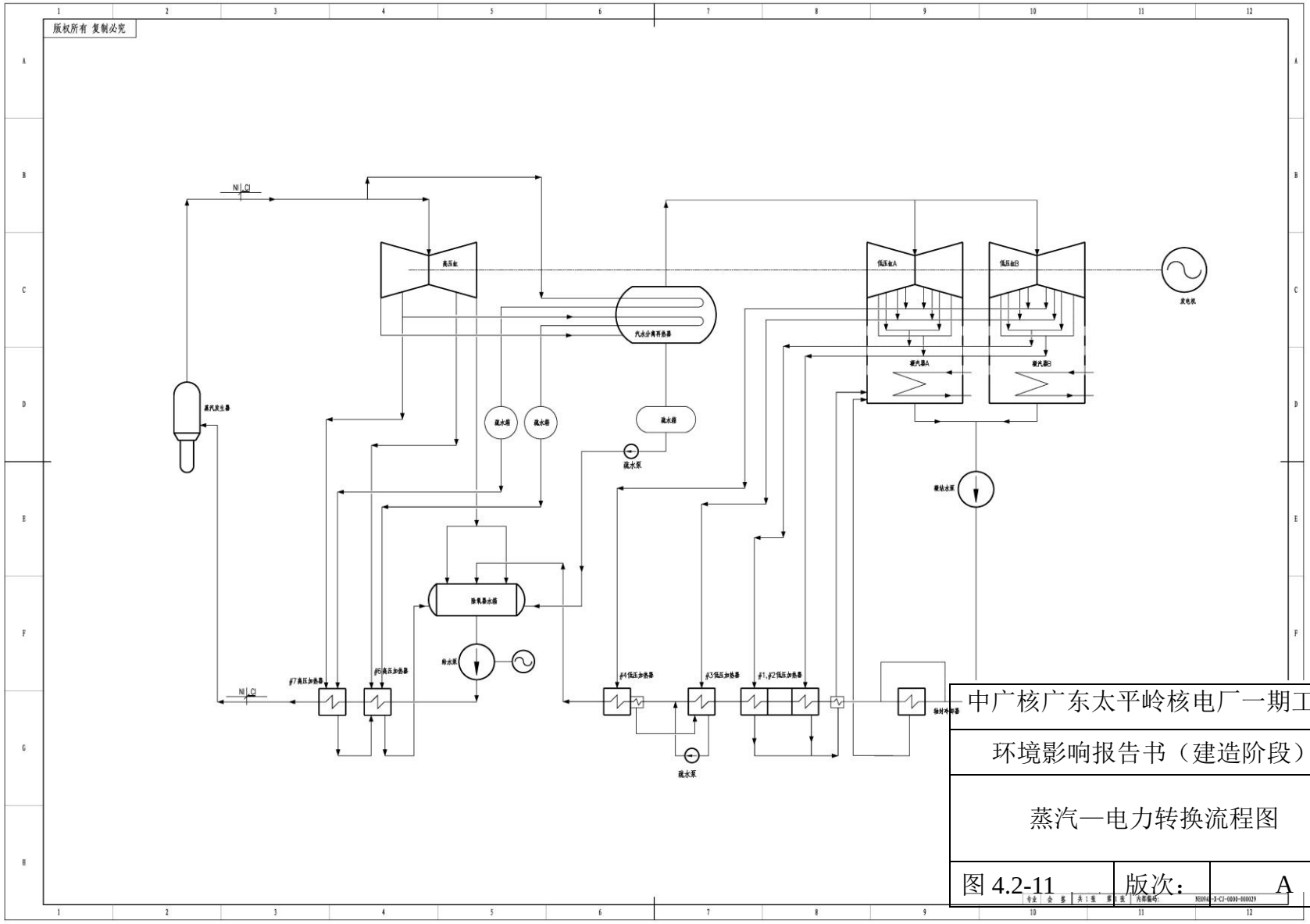

版权所有 复制必究
DWN
放射性液体取样手套箱
硼酸输送泵下游
REA
硼酸输送泵下游
REA
硼浓度计上游
REN
混床上游
RCV
树脂捕集过滤器下游
RCV
冷却剂贮存箱1
TEP
冷却剂贮存箱2
TEP
冷却剂贮存箱3
TEP
冷却剂贮存箱4
TEP
冷却剂贮存箱5
TEP
冷却剂贮存箱6
TEP
混床下游
TEP
硼酸贮存箱
TEP
SGN氯气分配
SGN
SED除盐水
SED
DER
DER
REA 反应堆硼和水补给系统
RPE 核岛排气和疏水系统
SED 核岛除盐水分配系统
DWN 核辅助厂房通风系统
RCV 化学和容积控制系统
DER 运行冷冻水系统
TEP 冷却剂贮存和处理系统
中广核广东太平岭核电厂一期工程
环境影响报告书（建造阶段）
核取样系统流程图
图 4.2-10(3/5)
版次：
A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
核取样系统流程图		
图 4.2-10(4/5)	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
核取样系统流程图		
图 4.2-10(5/5)	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
蒸汽—电力转换流程图		
图 4.2-11	版次：	A

4.3 核电厂用水和散热系统

4.3.1 核电厂用水

4.3.2 核电厂散热系统

图

图 4.3-1 供水系统流程图

图 4.3-2 核电厂用水平衡图

4.3 核电厂用水和散热系统

4.3.1 核电厂用水

4.3.1.1 核电厂用水来源

太平岭核电厂运行期淡水水源主要取自惠东县稔平半岛供水工程黄坑交水点。根据《惠州市惠东县稔平半岛供水工程可行性研究报告》，稔平半岛供水工程在西枝江取水，取水口定在西枝江平山镇上游约 5km 处的鲤鱼岭河段。西枝江流域年径流总量 46.4 亿 m^3，在规划重点项目需水时考虑了太平岭核电厂工程规模达规划容量时的取水量 800 万 m^3/a，考虑 10%的损失，所需淡水总量 880 万 m^3/a，日平均蓄水量 2.41 万 m^3/d，设计供水保证率为 P＝97%。

取水工程主要设施包括取水前池、取水泵房、输水管道、淡水处理厂等，其中取水前池、取水泵房、输水管道按规划装机容量一次规划一次建成。输水管道按满足六台华龙一号机组最高日需水量的要求，共敷设 2 根输水干管，每根管道管径为 DN400。在稔平半岛供水工程检修或事故期间，核电厂淡水水源由位于黄坑交水点上游的牛牧坑水库提供，牛牧坑水库水通过管道自流进入黄坑交水点取水前池。

输水管线起自黄坑水库交水点泵房，向西出库区后向东北沿已有道路敷设至黄坑水库六号副坝北侧，向东至黄坑村东侧抵达 X211 县道，管线沿着 X211 在新寮村拐向东北方向至黄石顶北侧。之后管线继续沿着 X211 县道，向东南方向敷设至盐洲大桥，接着管线向南向东敷设至土地角东侧。之后管线沿海底敷设至狮头岭南，然后向东南向到达核电厂淡水处理厂。输水管线单线长约 19km，其中海底敷设长度约 0.5km。

淡水处理厂产水用于核电厂生活、生产（工业）、除盐水原水、消防用水以及淡水处理厂自用水、管网漏损水、未预见水量。本期工程淡水处理厂处理规模为 9000m^3/d，可满足两台华龙一号机组最高日需水量。淡水处理厂采取混凝沉淀、过滤、消毒工艺对原水进行处理。反冲洗排水和混凝沉淀池产生的污泥送往水厂污泥浓缩系统进行压缩处理后运走。

根据《广东太平岭核电厂一期工程可行性研究阶段淡水水源方案选择报告》(2015 年 9 月)长系列调节计算，2020 年牛牧坑水库、苦竹坑水库、石瓮水库在除满足现有供水对象和供水范围外，可分别供核电厂施工期临时用水 8.4 万 m^3、116.4 万 m^3、59.3

万 m^3，三个水库合计可供核电厂施工期用水 184.1 万 m^3。若 2019 年稔平半岛供水工程还未建成，核电的施工期最大临时用水量仍有保证。

4.3.1.2 核电厂用水系统

核岛冷却链系统包括设备冷却水系统（RRI）和重要厂用水系统（SEC），其功能是将核岛用户的热量移出到最终热阱。图 4.3-1 给出了供水系统流程图。

（1）与热交换相关的系统主要有：

1）重要厂用水系统（SEC）

重要厂用水系统（SEC）是一个开式系统，从大海吸取冷却水，冷却设备冷却水系统（RRI）的 RRI/SEC 换热器，再将冷却 RRI/SEC 换热器后的热水排至大海，执行其将 RRI 系统收集的热负荷输送至最终热阱——大海的安全功能。SEC 系统由三列独立的安全系列组成。

2）设备冷却水系统（RRI）

设备冷却水系统(RRI)是一个闭式回路的冷却水系统,通过重要厂用水系统(SEC)与最终热阱相连，导出核岛安全和非安全相关系统及设备的热量。RRI 由 3 个冷却系列组成，每个系列由相互独立的 SEC 为其提供冷却。RRI 系统作为核岛一回路和环境之间的一道屏障，能够防止放射性物质泄漏到环境，同时也可以防止未经处理的海水进入安全壳或反应堆系统中。

（2）与供水相关的系统主要有：

— 饮用水系统（SEP）：SEP 饮用水系统的任务是供应生产生活用水，并将其分配至核电厂的各个建筑物。生活用水来自净水厂。

（3）与冷却水循环相关的系统主要有：

— 循环水过滤系统（CFI）：确保常规岛的循环水系统及重要厂用水系统（SEC）的过滤功能，并阻止海生物和污物经由海水夹带进入联合泵站和各冷却系统。循环水过滤系统（CFI）位于循环水泵房（BPX）。

— 循环水处理系统（CTE）：向循环水过滤系统（CFI）、循环水系统（CRF）和重要厂用水系统（SEC）供应活性氯化物溶液，以尽量减少微生物、藻类和贝类的繁殖。

— 循环水系统（CRF）：提供海水作为汽机凝汽器冷却水，以排出运行期间乏汽

的热量。该系统也向常规岛的闭路冷却水系统（SRI）的热交换器提供冷却水。

本期工程循环水系统采用海水直流冷却系统，采用厂址南侧近岸取水、隧洞南向深排的方式。一期工程2台机组凝汽器冷却水量为121.4m^3/s、辅机冷却水量为4.0m^3/s，重要厂用水量为4.1m^3/s；另外，一期工程2台机组鼓网冲洗水量为1080m^3/h、制氯站用水量为500m^3/h，一期2台机组总海水用水量暂按129.9m^3/s计。

本工程淡水用水包括：一般工业用水、除盐水、生活用水和施工期用水。

— 一般工业用水：包括水泵轴封水、核岛、常规岛及 BOP 暖通空调补水，以及各个子项的生产用水。

— 除盐水：采用淡水水源，水库原水经净水厂处理后，拟采用过滤＋除盐工艺制备除盐水，进入生产系统，除补充一回路系统的蒸汽发生器、稳压器用水外，主要用于二回路系统的汽轮发电机组，补充给冷凝式饱和蒸汽轮机和中间汽水分离加热器，以及化学自用水。

— 生活用水：分为厂区、厂外辅助区生活用水，具体包括厂内生活用水、绿化用水、食堂用水、浴室用水、厕所用水及其他服务用水等。

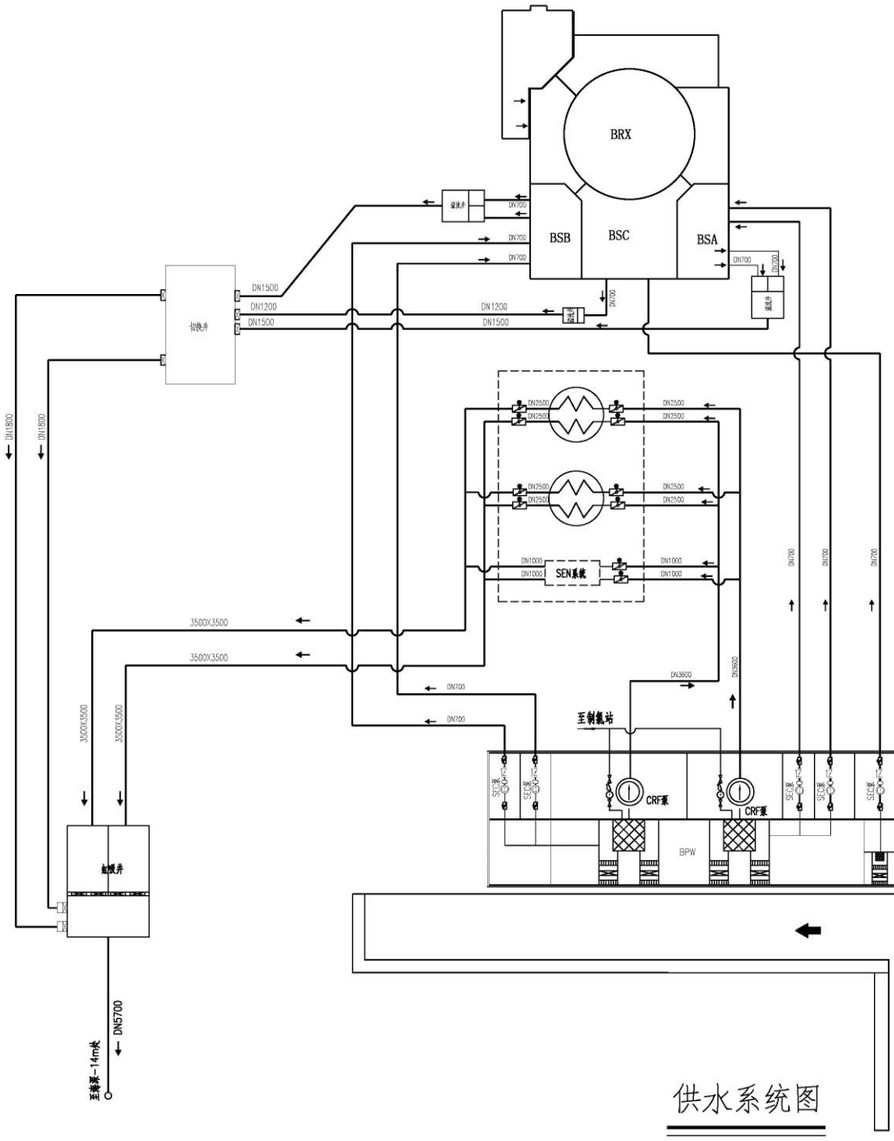
本工程工业用水水平衡图见图4.3-2。根据淡水、海水平衡图，本工程正常运行时新鲜淡水用水量为251.17m^3/h（约0.07m^3/s），海水用水量为129.9m^3/s，重复利用的水量主要为循环使用水量约121.4m^3/s。因此，本工程工业用水重复利用率为93.4%。

4.3.2 核电厂散热系统

电厂取排水系统的功能主要是为常规岛和核岛提供冷却水，并将常规岛循环冷却水、厂用水排水以及符合排放标准的低放废水混合后经虹吸井和排水隧洞排入海域。

根据最新的取排水方案比选论证结果，太平岭核电一期工程取排水系统采用“南取南排、近取远排”方式。取水方案为固定端在西侧，明渠近岸取水，避岛中部取水，避开东虎屿；排水方案为离岸深排，采用适宜长度的暗涵排水，直线延伸至浅礁西侧水域，电厂规划建设的六台机组暗涵呈错位布置，其中一期、二期和三期工程的暗涵分别长 3300m，3400m，3500m。取水口门处水深-9.0m，排水口处海底标高-14.0m。

版权所有 复制必究



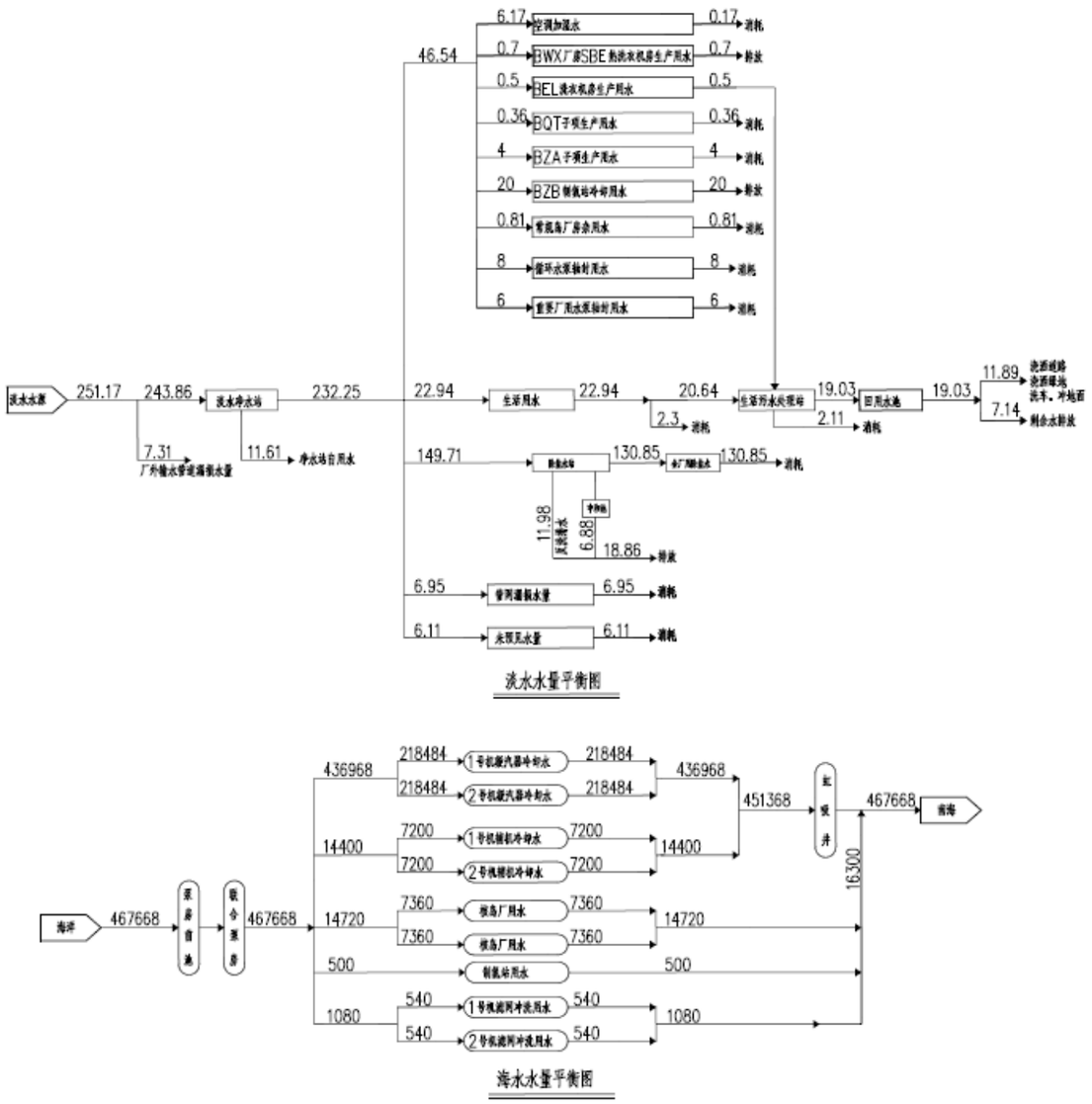
供水系统图

图例

序号	图标	名称
1		格栅
2		滤网
3		闸门
4		冷凝器
5		水泵
6		止回阀
7		手动蝶阀
8		电动蝶阀

说明:
1. 图中所有管道规格均单位为mm。

版权所有 复制必究


46.54
6.17
控调加湿水
0.17
消耗
0.7
BWX厂家SBE
0.7
排放
0.5
BEL
0.5
0.36
BQT子项生产用水
0.36
消耗
4
BZA子项生产用水
4
消耗
20
BZB
20
排放
0.81
常规岛厂房杂用水
0.81
消耗
8
循环水泵轴封用水
8
消耗
6
重要厂房水泵轴封用水
6
消耗
淡水水源
251.17
243.86
淡水净水场
232.25
22.94
生活用水
22.94
20.64
生活污水处理站
19.03
回用水池
19.03
11.89
7.14
2.3
消耗
2.11
消耗
7.31
厂外输水管道漏损水量
11.61
净水场自用水
149.71
130.85
130.85
消耗
11.98
6.88
18.86
排放
6.95
管网漏损水量
6.95
消耗
6.11
未预见水量
6.11
消耗
淡水水量平衡图
海岸
467668
泵房自洗
联合泵房
467668
436968
218484
1号机凝汽器冷却水
218484
436968
218484
2号机凝汽器冷却水
218484
14400
7200
1号机辅机冷却水
7200
14400
7200
2号机辅机冷却水
7200
14720
7360
核岛厂用水
7360
14720
7360
核岛厂用水
7360
500
制氢站用水
500
1080
540
1号机滤网冲洗用水
540
1080
540
2号机滤网冲洗用水
540
451368
虹吸井
467668
排海
16300
海水水量平衡图
说明：
1. 代表海水处理或用水设施；代表淡水处理或用水设施。
2.图中水量值取机组正常运行期的平均小时用水量， 单位为m³/h。
3.1。2号机组额定功率为1200MW。
4.1。2号机组的淡水平均耗水率为：0.034m³/(s.GW)。
首次出版
中广核广东太平岭核电厂一期工程
环境影响报告书（建造阶段）
太平岭核电厂用水平衡图
图 4.3-2
版次：
A
图幅
A2
专业
会签
共 张 第 张
内部编号:

4.4 输电系统

表

表 4.4-1 导线对地最小距离
表 4.4-2 导线对交叉跨越物的垂直距离

图

图 4.4-1 太平岭核电厂一期工程接入系统方案示意图

4.4 输电系统

（1）接入系统方案设想

太平岭核电厂规划建设 6 台百万千瓦级核电机组，一期工程建设 2 台华龙一号机组。核电厂配套的 500kV 开关站按全厂 6 台机组规划设计，开关站布置在厂区北侧，其 500kV 出线主要为西北方向，就近接入广东省 500kV 电网。

根据《中广核广东太平岭核电厂一期工程2×1202MW机组接入系统报告》（审定版）成果及南方电网公司批复意见《关于广东太平岭核电厂一期工程接入系统报告的批复》（办发[2017]61号）：电厂本期以500kV一级电压接入系统，出线2回，接入500kV崇文变电站，线路长度约68km，具体导线截面在电厂送出输变电工程可行性研究中论证确定。太平岭核电厂一期工程的接入系统方案，见图4.4-1。

（2）输电线路设计要求

根据输电线路设计要求，500kV 输电线路不应跨越长期住人的建筑物；220kV 线路在必要时可考虑跨越民房，但应尽量避免，以减少电磁辐射对居民的影响。此外，高压输电线路应尽量上山，少占用平地或耕地，尽量减少对当地建设和发展规划影响。

按照《110~750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求，500kV线路和220kV输电线路对地面的最小距离和对交叉跨越物的垂直距离分别见表4.4-1和表4.4-2。

500kV输电线路跨越非长期住人的建筑物或邻近民房时，房屋所在位置离地面1.5m高处的未畸变电场不得超过4kV/m，两边相导线地面投影外5m以内不允许有长期住人的建筑物。

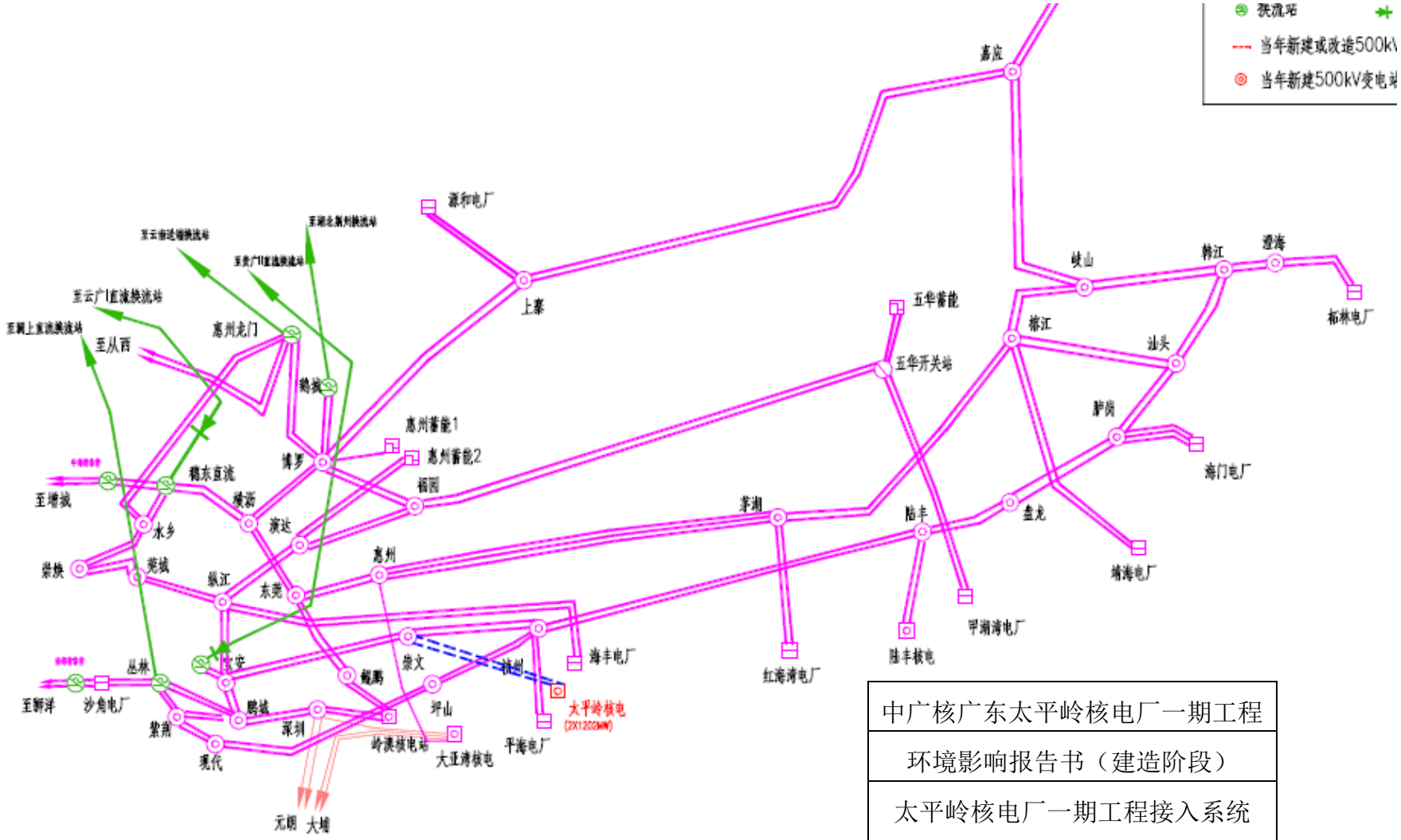
表 4.4-1　导线对地最小距离

		500kV 导线最小距离（m）	220kV 导线最小距离（m）	导线状态
对地最小距离	居民区	14	7.5	最大计算弧垂
	非居民区	11（10.5）*	6.5	最大计算弧垂
	交通困难地区	8.5	5.5	最大计算弧垂
最小净空距离	步行可以到达的山坡	8.5	5.5	最大计算风偏
	步行不能到达的山坡、岩石、峭壁	6.5	4.0	最大计算风偏
与建筑物的最小垂直距离		9.0	6.0	最大计算弧垂
边导线与建筑物之间的水平距离		8.5	5.0	最大计算风偏
与不在规划范围内的城市建筑物之间的水平距离		5.0	2.5	无风
与树木间的垂直距离		7.0	4.5	最大计算风偏
与树木间的净空距离		7.0	4.0	最大计算风偏
与果树、经济作物、城市绿化灌木及街道树间的最小垂直距离		7.0	3.5	最大计算弧垂

*注：导线水平排列为 11，三角排列为 10.5。

表 4.4-2　导线对交叉跨越物的垂直距离

交叉跨越物		500kV 导线最小垂直距离（m）	220kV 导线最小垂直距离（m）
公路	至路面	14.0	8.0
铁路	至标准轨距铁路轨顶	14.0	8.5
	至窄轨铁路轨顶	13.0	7.5
	至电气轨铁路轨顶	16.0	12.5
	至承力索或接触线	6.0	4.0
通航河流	至五年一遇洪水位	9.5	7.0
	至最高航行水位的最高船桅顶	6.0	3.0
不通航河流	冬季至冰面	11（10.5）	6.5
	至百年一遇洪水位	6.5	4.0
电力线	至被跨越物	6.0（8.5）	4.0
至弱电线路	至被跨越物	8.5	4.0
至特殊管道任何部分		7.5	5.0
至索道任何部分		6.5	4.0



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
太平岭核电厂一期工程接入系统方案示意图		
图 4.4-1	版次：	A

4.5 专设安全设施

4.5.1 安全壳及安全壳系统

4.5.2 安全注入系统（RIS）

4.5.3 应急硼化系统（RBS）

4.5.4 应急给水系统（ASG）

4.5.5 蒸汽大气排放系统（VDA）

4.5.6 二次侧非能动余热排出系统（ASP）

4.5.7 额外冷却系统（ECS）

4.5.8 可居留性系统

图

图 4.5-1 安全壳热量导出系统（EHR）流程简图
图 4.5-2 安全壳环廊通风系统（EDE）流程简图
图 4.5-3 安全壳过滤排放系统（EUF）流程简图
图 4.5-4 安全注入系统（RIS）流程简图
图 4.5-5 应急硼化系统（RBS）流程简图
图 4.5-6 应急给水系统（ASG）流程简图
图 4.5-7 蒸汽大气排放系统（VDA）流程简图
图 4.5-8 二次侧非能动余热排出系统（ASP）流程简图

4.5 专设安全设施

根据太平岭核电厂一期工程运行期间事件/事故的预期发生频率，可以将核电机组的设计基准工况分为如下四类：

- DBC-1：正常运行瞬态；
- DBC-2：预期运行事件；
- DBC-3：稀有事故；
- DBC-4：极限事故；

除设计基准事故外，设计上还考虑两类设计扩展工况（DEC），分别为 DEC-A 类和 DEC-B 类事故。其中，DEC-A 类事故为包括 DBC 工况未涵盖的、但为满足概率安全目标或放射性后果必须加以考虑的多重失效复杂事故；DEC-B 类事故为严重事故。

专设安全设施的设计目标为：在太平岭核电厂一期工程发生 DBC 和 DEC-A 后，确保核电厂状态实现反应性控制、堆芯衰变热排出、向环境释放的放射性物质满足限值要求。

太平岭核电厂一期工程的专设安全设施主要包括：安全注入系统（RIS）、应急硼化系统（RBS）、应急给水系统（ASG）、二次侧非能动余热排出系统（ASP）、冷链系统（设备冷却水系统（RRI）\重要厂用水系统（SEC）\额外冷却系统（ECS））、安全壳及相关系统等几个系统组成。

4.5.1 安全壳及安全壳系统

安全壳系统主要包括：

— 安全壳；

— 安全壳热量导出系统；

— 安全壳隔离系统；

— 安全壳可燃气体控制系统；

— 安全壳泄漏率试验和监测系统；

— 安全壳环廊通风系统；

— 安全壳过滤排放系统。

这些安全壳系统的设计保证或有助于实现下述安全功能：

— 在运行状态和事故工况下包容放射性物质；

— 在运行状态和事故工况下的辐射屏蔽；

— 防御外部自然事件和人为事件。

4.5.1.1 安全壳功能设计

安全壳起到第三道包容屏障的作用，在正常运行时及在发生放射性产物释放到安全壳内的事故后，安全壳构筑物和附属物（贯穿件、隔离系统、人员闸门和设备闸门等）提供良好的密封性能，防止放射性物质不可控制的释放。

太平岭核电厂一期工程采用双层安全壳，内层为带钢衬里的预应力钢筋混凝土安全壳，外层为钢筋混凝土安全壳，在内层和外层安全壳之间留有环廊，环廊保持负压状态，以收集可能通过内壳墙体泄漏的物质，并在泄漏物质通过烟囱释放到外部大气环境之前通过环廊通风系统进行过滤。

内层安全壳包容整个反应堆冷却剂系统（RCP）、安全壳内置换料水箱（IRWST）、安全壳内堆坑注水水池、部分主蒸汽系统和部分主给水系统。当发生安全壳内管道破裂事故时，内层安全壳包容所有放射性物质并承受RCP或蒸汽发生器二次侧质能释放产生的最大压力和温度。内层安全壳同时也具备下列功能：

— 正常运行时的密封；

— 在正常运行及事故工况下保护现场人员免受包容屏障内辐射源的辐照；

— 保护反应堆冷却剂系统免受外部灾害影响。

外层安全壳执行如下几项功能：

— 和内层安全壳一起，在正常运行和事故期间对厂区人员和环境提供辐射屏蔽；

— 保护外层安全壳内的系统和部件不受外部假设始发事件的影响；

— 捕集从安全壳泄漏到环廊中的漏气。

4.5.1.2 安全壳总体参数

安全壳总体设计参数如下：

— 设计压力：0.52MP（abs）；

— 设计露点温度：145℃；

— 安全壳内部自由容积：75300m^3；

— 内层安全壳的整体泄漏率限值：在设计压力下，每天的总泄漏量为安全壳内

包容的自由气体和蒸汽总量的 0.3%。

— 外层安全壳的整体泄漏率限值：在 620Pa 环廊负压、20℃下，外层安全壳每天的泄漏率为其包容体积的 1.5%。

4.5.1.3 安全壳热量导出系统（EHR）

安全壳热量导出系统（EHR），作为严重事故预防和缓解措施的一部分。在严重事故情况下，安全壳热量导出系统是限制安全壳超压，保证安全壳以及安全壳内换料水箱（IRWST）散热的最终缓解手段。

EHR 系统的功能是在严重事故下控制安全壳内压力，并对压力容器、安全壳内大气和 IRWST 进行长期冷却。同时，EHR 系统还可实现在超设计基准事故下一回路热量排出系统不可用时，用于冷却 IRWST，排出堆芯余热。

EHR 的流程简图见图 4.5-1。

4.5.1.4 安全壳隔离系统（EIE）

4.5.1.4.1 系统功能

EIE 通过安全壳贯穿件隔离阀来执行安全壳隔离功能。在安全壳内有裂变产物释放时，安全壳隔离系统确保安全壳的密封性以减少放射性向外部大气的释放。安全壳贯穿件和其隔离设施确保正常运行和事故期间安全壳的完整性。

安全壳隔离功能有助于放射性物质的包容，以确保在伴有放射性物质释放的事故期间，能将通过流体贯穿件释放到环境中的放射性减小到最低程度。

4.5.1.4.2 系统设计

EIE 通过在流体贯穿件上安装隔离阀（电动阀和/或止回阀）来实现安全壳隔离功能。在需要隔离时能确保能实现安全壳的隔离。

（1）与一回路冷却剂相连的管线或者直接通向安全壳大气的管线

根据对应的管壁厚度，管线上装有一个或两个隔离阀（一个在安全壳外侧，另一个（如需要）在安全壳内侧）。两个隔离阀为安全壳贯穿件提供了双重隔离屏障。如果安全压力整定值高于安全壳设计压力的 1.5 倍，那么安全阀可用作隔离阀。

— 仅在停堆期间使用的系统：两个手动阀或两个由主控室控制的电动阀。

— 在正常运行或事故工况下使用的特定系统（指部分在安全壳外，并形成一个封闭边界的系统）：安全壳外的封闭管道视为安全壳的一部分，并在设计中保证能抵抗安全壳的设计压力。对每个贯穿件，在其安全壳外的部分装有一个自动隔离阀。

— 在正常运行或事故工况下使用的其它系统：设置两个安全壳自动隔离阀，一个在安全壳内，另一个在安全壳外，或对输送流体进安全壳的管线，一个自动隔离阀，一个止回阀，其中止回阀安装在安全壳内。

— RIS 和 EHR 系统贯穿件：仅在其安全壳外部分装有一个隔离阀。这些阀门都需要在主控室手动关闭。在地坑和隔离阀之间的管道上装有一个套管（保护管），为这些贯穿件提供了双重密封屏障。

（2）不直接与安全壳内大气相通，且不属于二回路系统的管线

对某些进入安全壳的管线，它们不直接通向安全壳内大气，不和一回路冷却剂系统相连，且不属于二回路冷系统。在这些管线上，在其安全壳外侧都装有一个隔离阀，从而为贯穿件提供了双重屏障（安全壳内是闭合系统，安全壳外装有隔离阀）。

（3）部分属于二回路系统的管线

当蒸汽发生器传热管完好时，蒸汽和给水管线贯穿件不承担安全壳功能。此时，安全壳功能由二回路系统压力边界承担。在发生蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）后，二回路系统隔离阀有助于实现长期的安全壳功能。

（4）只穿过安全壳外侧墙体的管线

对于只穿过安全壳外侧墙体，且与环廊内大气相通的管线，在其安全壳外侧装有一个隔离阀或一个止回阀；对于只穿过安全壳外侧墙体，且与环廊内大气隔离的管线，不安装隔离阀。

4.5.1.4.3 系统运行

在正常运行时，不需要执行安全壳隔离功能，隔离阀的状态取决于所属系统状态。发生事故时，除了用来缓解事故的安全系统外，其他所有流体贯穿件都将被隔离。

在接收到反应堆保护系统的隔离信号后，安全壳自动隔离阀关闭。这不适用于缓解事故危害特定的安全系统。只有在完全关闭和隔离信号取消后，隔离阀才可能重新

打开。允许操纵员在主控室手动控制安全壳隔离阀。安全壳自动隔离阀是电动的，其供应电源有应急电源作为备用，或者按故障安全设计（一般而言，除因缓解事故危害的需要运行的安全系统外，故障安全状态是常闭的）。主控室能查看隔离阀的状态和可用性信息。

4.5.1.5 安全壳可燃气体控制系统（EUH）

设置完善的可燃气体控制系统是应对严重事故的重要措施。可燃气体主要是指氢气和一氧化碳，当安全壳内氢气浓度达到一定比例后，在外界条件（例如温度、压力、氧气浓度等）适合的情况下，可能会发生氢气燃烧或迅速爆燃从而造成与安全有关的设备和系统的局部损坏，甚至损坏安全壳的结构，造成大量的放射性物质进入环境，所以危及安全相关设备和系统的氢气局部燃烧和危及安全壳完整性的整体氢爆炸必须被排除。太平岭核电厂 1、2 号机组 EUH 系统包括消氢子系统和氢气浓度测量子系统。

消氢子系统的设计目标是减低严重事故工况下安全壳内氢气浓度，也用于降低 LOCA 等设计基准事故工况下安全壳内氢气浓度。消氢子系统的设计应满足以下要求：

a) 在事故期间及以后，相当于 100%活性区锆包壳-冷却剂反应产生的氢气在安全壳内均匀分布时，控制安全壳内的氢气平均浓度低于 10%；

b) 在事故期间及以后，相当于 100%活性区锆包壳-冷却剂反应产生的氢气可能发生局部燃烧时，保障安全壳结构和功能完整。

氢气测量子系统由布置在安全壳内的氢气浓度探测器和布置在安全壳外的信息处理柜以及通往主控室显示装置组成。氢气测量子系统将为操纵员提供严重事故下的安全壳内氢气浓度信息，为严重事故导则中的操作提供依据。

4.5.1.6 安全壳环廊通风系统（EDE）

4.5.1.6.1 系统功能

在核电厂正常运行期间，EDE 维持环廊内环境条件在可接受的范围内，保持安全壳环廊内相对于室外大气的负压；事故期间，EDE 维持环廊内的温度和负压，实现对环廊的动态包容，限制由于 DBC 及 DEC 事故所产生的放射性物质向环境释放。

4.5.1.6.2 系统设计和部件

EDE包括如下设备：

— 1×100%容量的正常通风子系统，该子系统送排风处理设备由核辅助厂房通风系统（DWN）承担；

— 2×100%容量的事故通风子系统，两列实体隔离，每列中设有一组初效过滤器、一台电加热器、一组高效粒子空气过滤器（HEPA）、一台碘吸附器、一组后置高效粒子空气过滤器（HEPA）和碘吸附上下游防火阀。

EDE的系统流程见图4.5-2。

4.5.1.6.3 系统运行

EDE 的正常通风子系统连续运行，为安全壳环廊提供冷风或热风，并通过调节排风量维持-200Pa 的压力。排风经过 DWN 排风列处理后再经烟囱排至室外。

当 EDE 正常通风子系统不可用时，切换至事故通风子系统，维持环廊内负压。在 DBC2-4、DEC-A、DEC-B 事故中安全壳内部发生放射性物质泄漏时，隔离正常通风子系统，切换至事故通风子系统，以处理来自内层安全壳的泄漏，同时满足环廊最小负压要求。

在事故期间，EDE 的过滤效率考虑如下：有机碘 99.0%，元素碘 99.0%，气溶胶 99.9%。这些数值采用了包络保守的数据，实际的过滤器效率高于上述数值。

4.5.1.7 安全壳过滤排放系统（EUF）

核电厂安全壳是防止放射性产物释放到环境中的最后一道屏障。在发生严重事故后，如果安全壳内的压力逐渐升高，则最终可能会破坏安全壳的完整性，造成放射性物质的外泄。EUF 系统通过主动卸压使安全壳内的压力不超过其承载限值，从而确保安全壳的完整性。同时，通过安装在卸压管线上的过滤装置对排放气体的放射性物质进行过滤。

EUF 系统的设计目标是防止安全壳大气压力逐渐升高从而引起的安全壳破坏，它不能用于应付短期内较高的压力瞬态（例如，由安全壳内氢气爆炸引起的压力瞬态）。

EUF 的系统流程简图见图 4.5-3。

4.5.2 安全注入系统（RIS）

安全注入系统（RIS）的主要功能是事故后向反应堆应急注水以补偿水装量的丧失或淹没堆芯，将热量从反应堆导出，此外，RIS 系统还执行正常停堆和事故工况下余热排出的功能。

4.5.2.1 系统功能

1) 安全功能

— 反应性控制

在设计基准事故（DBC2-4）、复杂事故序列（DEC-A）情况下，RIS 系统在安注模式下，将安全壳内置换料水箱（IRWST）和安注箱内的含硼水注入到反应堆冷却剂系统（RCP）内，以控制堆芯的反应性。

— 余热排出

在丧失冷却剂事故下（小破口失水事故（SB-LOCA）到双端剪切断裂失水事故（2A-LOCA）、蒸汽发生器传热管破裂（SGTR））将水注入到反应堆内，防止堆芯裸露，限制燃料包壳温度的峰值。另外，如果破口发生在冷段，低压安注（LHSI）通过冷、热段同时注入，防止硼在堆芯燃料上结晶导致的传热恶化。

在余热排出（RHR）运行模式下，如果发生 RCP 系统误疏水或 SB-LOCA 事故（DBC-4），为确保 RCP 的水位，由中压安注（MHSI）泵补偿破口或泄漏丧失的 RCP 容积，满足 LHSI 泵在 RHR 模式下的运行条件。

在 DBC 或 DEC-A 事故工况下，通过 RHR 运行模式或事故长期运行模式，将堆芯衰变热排出，使机组进入安全停堆状态或最终状态。

在安全壳内发生中破口失水事故（IB-LOCA）及以上的破口事故时，RIS 系统通过 LHSI 泵和余热排出换热器的运行，对注入 RCP 系统的含硼水和 IRWST 内的流体进行冷却，带走 IRWST 和安全壳内的热量。

失水事故（LOCA）工况下，过滤进入 IRWST 内的碎片，确保 RIS 泵（MHSI 泵和 LHSI 泵）和安全壳热量导出系统（EHR）泵的正常运行。

在非 LOCA 的事故下，例如主蒸汽管道断裂（DBC-4），通过安注补偿由于 RCP 冷却导致的冷却剂收缩，直到安全停堆状态。

在反应堆压力容器（RPV）打开大盖的停堆阶段，如果完全丧失冷链（DEC-A），

通过 RIS 系统 A 或 B 列补水，补偿由于蒸发导致的 RCP 水位下降。在失去设备冷却水系统（RRI）情况下，A 或 B 列 LHSI 泵电机冷却可由安全冷冻水系统（DEL）保障。

在 RPV 打开大盖的停堆阶段，如果发生全厂断电（SBO，失去厂外电源和应急柴油机），由于冷链系统没有 SBO 电源供电，冷链将完全丧失，此时通过 RIS 系统 A 或 B 列补水，补偿由于蒸发导致的 RCP 水位下降（A 或 B 列 LHSI 泵电机由 SBO 电源供电，冷却可由 DEL 系统保障）。

— 放射性包容

在 IB-LOCA 及以上的破口事故下，LHSI 泵下游的换热器对注入堆芯的含硼水进行冷却，并通过冷、热段同时注入的方式限制破口处产生的蒸汽，保证安全壳完整性。

IRWST 作为安全壳内的热阱，吸收安全壳大气内的热量，限制安全壳压力和温度的升高，保护安全壳不超压。

MHSI 的注入压力低于主蒸汽系统（VVP）安全阀的设定压力，防止在 SGTR 事故下 VVP 安全阀被打开，导致放射性物质大量向大气释放。

2) 运行功能

在 RHR 冷却正常停堆模式（NS/RHR）下，RIS 系统在 RHR 模式下运行，带走堆芯衰变热并降低冷却剂的温度。

在装、卸燃料和维修操作时，RIS 系统在 RHR 模式下运行，保持 RCP 冷却剂的温度，维持一回路在冷停堆状态。

在停堆或启堆期间（主泵不运行），RIS 系统在 RHR 模式下运行，搅混 RCP 内的冷却剂。

当 RCP 内的压力低于化学与容积控制系统（RCV）下泄管线运行要求时，通过 RIS 的管线完成低压下泄，并将冷却后的冷却剂输送至 RCV 系统进行净化。

机组正常运行工况下，当反应堆硼和水补给系统（REA）对 IRWST 进行硼水补给（弥补水的蒸发或泄漏）或 IRWST 温度升高时，通过 LHSI 泵下游的切向和径向小流量管线搅混 IRWST，通过换热器冷却 IRWST，以均匀 IRWST 内的硼浓度和温度。

在装、卸燃料期间，从 IRWST 抽水至反应堆水池。

正常功率运行工况下，使用 MHSI 泵从 IRWST 取水向安注箱补水。

RCV 容控箱不可用情况下，IRWST 可以作为 RCV 的后备水源。

在冷停堆期间，将安注箱降压后与一回路连接，保证主泵在低压状态下的运行条

件，防止主泵损坏。

IRWST 收集来自不同系统的流体（如 RIS 安全阀的排放，堆腔池的疏水等）。

在正常运行期间，通过安注箱的持续加压，防止发生反应堆冷却剂压力边界（RCPB）隔离阀间的死管段现象。

4.5.2.2 系统描述

RIS 由分别位于 3 个安全厂房的 3 个独立系列组成（每个 RCP 环路对应一个系列），分别为 A、B、C 列， RIS 系统 A、B 列的设计和 C 列的设计除下述不同外基本一致：

1) A 列和 B 列与 RCV 系统用于净化的部分相连；

2) A 列和 B 列上的 LHSI 泵电机设置有多样化的冷源，除了可以由设备冷却水系统（RRI）提供冷却外，还设置了来自 DEL 的备用冷源。

每一列 RIS 系统由 MHSI 子系统、LHSI 子系统、安注箱子系统组成，每一列 MHSI 泵和 LHSI 泵通过共用取水管道从 IRWST 取水。

MHSI 泵、安注箱和 LHSI 泵都通过共用的注入管线，将含硼水直接注入到对应环路的 RCP 主管道冷段。在 LHSI 泵的下游安装了余热排出换热器，冷却注入 RCP 冷段的硼水，带走堆芯和安全壳内的热量。在发生大、中破口失水事故的长期阶段，为防止硼在堆芯内的结晶和减少蒸汽从破口的释放，LHSI 泵所在管系还可以手动切换为冷、热段同时注入模式。

在 DBC 或 DEC-A 事故工况下，当一回路压力和温度降低到 RHR 的接入条件时，RIS 系统以 RHR 模式运行，将堆芯衰变热持续、稳定的导出，使机组进入安全停堆或最终状态。

正常停堆工况下，在机组正常停堆冷却的第二阶段（从 NS/SG 过渡到 NS/RHR 模式），RIS 系统以 RHR 模式运行，执行余热排出的功能，在规定的时间内按一定的降温速率把一回路冷却到并维持在冷停堆工况，每一列 RIS 系统都可以执行 RHR 功能。

RHR 模式运行期间，每一列 LHSI 泵都从 RCP 一个环路的热段取水，通过余热排出换热器的管侧冷却后，返回到对应 RCP 环路的冷段，热量被传递给余热排出换热器壳侧的设备冷却水系统。

4.5.2.3 设备和部件描述

每一列 RIS 系统由 MHSI 泵、LHSI 泵、安注箱、余热排出换热器和相关的阀门和管道组成，IRWST 为 3 列共用的设备。

1) 安注箱

安注箱是利用氮气加压的、充有含硼水的压力容器，其结构为带有半球状上封头和下封头的圆柱形立式储罐，它由碳钢材料制成，内衬不锈钢，满足抗震 1 类要求，安注箱布置在安全壳内，安注箱的总容积为 50m^3，正常运行时安注箱内的氮气压力为 4.7MPa（abs）。

2) LHSI 泵

LHSI 泵为卧式多级离心泵，采用不锈钢制造，水平安装在安全厂房内，RRI 系统为 LHSI 泵的电机和轴封提供冷却，A、B 列 LHSI 泵的电机还可以由 DEL 系统提供冷却，LHSI 泵注入一回路的最高压力为 2.5MPa（abs），在一回路压力为 0.1MPa（abs）时注入一回路的最小流量为 440m^3/h。

3) MHSI 泵

MHSI 泵为卧式多级离心泵，采用不锈钢制造，水平安装在安全厂房内，3 列 MHSI 泵的电机都由 RRI 系统提供冷却，MHSI 泵注入一回路的最高压力为 8.85MPa（abs），在一回路压力为 0.1MPa（abs）时注入一回路的最小流量为 190m^3/h。

4) 余热排出换热器

余热排出换热器为 U 形管式换热器，水平安装在安全厂房。余热排出换热器的管侧为一回路冷却剂或 IRWST 的硼水，壳侧为 RRI 系统提供的设备冷却水。

5) 安全壳内换料水箱（IRWST）

IRWST 为正常停堆换料和事故下 RIS 泵和 EHR 泵的运行提供水源，IRWST 内含硼水的硼浓度为 1300~1400mg/kg（富集度 35%的 ^{10}B），IRWST 的正常水容积为 1982m3，它的水装量满足停堆换料时的水量要求，IRWST 的液位高度可以确保所有从 IRWST 取水的泵（RCV、RIS、EHR 和 PTR 系统）即使是在事故工况下也具有足够的可用汽蚀余量（NPSHa）。

4.5.2.4 系统运行

在机组功率运行期间，安全注入系统处于备用状态，所有的泵和管线处于安注连接模式。

正常停堆工况下，在机组正常停堆冷却的第二阶段（从 NS/SG 过渡到 NS/RHR 模式），安全注入系统以 RHR 模式运行，执行余热排出的功能，在规定的时间内按一定的降温速率把一回路冷却到冷停堆工况。

在机组达到冷停堆后的换、装料期间，安全注入系统保持在 RHR 的运行模式，将堆芯衰变热带走，以满足换、装料的要求。

在机组正常启动过程中，安全注入系统以 RHR 模式运行，搅混反应堆冷却剂系统，以均匀硼浓度并控制反应堆冷却剂系统的温升速率。

另外，在机组正常运行期间，安全注入系统通过 LHSI 泵的切向和径向的小流量管线可以对 IRWST 内的硼水进行冷却和搅混，以均匀硼浓度和控制 IRWST 的水温在正常的范围。

在机组发生 DBC2-4 或 DEC 事故后，为了应对各种 LOCA 事故或 RCP 由于过冷导致的水体积收缩等工况，安全注入系统的 LHSI、MHSI 和安注箱陆续投用，以淹没堆芯（保持 RCP 的水装量）和带走堆芯衰变热，将机组带入可控状态、安全停堆状态或最终状态。

安全注入系统（RIS）流程简图见图 4.5-4。

4.5.3 应急硼化系统（RBS）

4.5.3.1 系统功能

应急硼化系统（RBS）是一个专设安全系统，在事故情况下对堆芯进行硼化，用于补偿由于堆芯冷却和氙毒减少引入的正反应性。DBC 事故中，当机组达到可控状态后由操作员手动投入 RBS 系统，使得机组可以进一步降温、降压，直到余热排出系统投入的安全停堆状态。在 DEC-A 事故中，由控制棒故障引起的未能紧急停堆的预期瞬态（ATWS），RBS 系统自动投入运行，保证堆芯处于次临界状态。

4.5.3.2 系统描述

RBS 系统是一个安全系统，由三个 100%容量的独立系列组成。

每列由一个应急硼酸箱、一台活塞泵及连接管线组成，活塞泵将硼酸溶液经过安全壳隔离阀和 RCPB 隔离阀后注入到对应 RCP 系统的一个环路的冷段管道中，RBS

系统与 RIS 系统共用向 RCP 系统注入的管道。

B 列的 RBS 泵用于 RCPB 水压试验，也称水压试验泵。RCPB 水压试验时，通过开启与化学和容积控制系统（RCV）连接管线上的手动阀，RBS 试验泵从 RCV 容控箱取水，通过 RCV 的轴封注入管线注入到 RCP 系统。

RBS 泵需要进行定期试验，定期试验管线为全流量管线，由泵的出口连接至相应的应急硼酸箱上。泵也可以通过此回流管线对应急硼酸箱进行定期搅混。在泵出口设置有安全阀，对 RBS 系统内可能的超压瞬态进行保护。

由于使用 7000mg/kg 的浓硼酸溶液，系统介质最低允许温度为 20℃，以防止硼结晶，RBS 系统内介质温度由暖通系统和管道保温伴热系统予以保障。

4.5.3.3 设计基准

在执行应急硼化功能时，从可控状态到安全停堆过程（RHR 接入）中，RBS 以最小流量注入时，能够补偿因慢化剂冷却和氙毒减少引入的正反应性。

从可控状态到安全停堆过程（RHR 接入）的降温过程中，RBS 以最大流量注入执行应急硼化功能时，在 RCV 系统故障情况下，稳压器不会满溢，且稳压器安全阀不会开启。

RBS 系统使用 ^{10}B 富集度为 35at%，浓度为 7000mg/kg 的硼酸溶液，在燃料循环末期硼浓度最低时，1 个应急硼酸箱能提供的向冷却剂系统注入的硼酸总量能保证堆芯在安全停堆状态下的次临界。

RBS 系统泵的扬程需考虑 ATWS 下反应堆冷却剂系统（RCP）的最大压力，并保证在在这个压力下能够向 RCP 注入需要的流量。

用于执行 RCPB 水压试验的泵的扬程需足够高，满足水压试验的要求。

RBS 系统采用浓硼作为介质，因此必须保证介质温度高于硼结晶温度，以避免堵塞流道导致流量不足或注入到 RCP 系统的硼浓度不足。

4.5.3.4 系统运行

1) 机组正常运行

机组正常运行期间，RBS 系统处于备用状态：

— RBS 泵可用且处于备用状态；

— 应急硼酸箱和 RCP 之间的所有手动阀处于开启状态，确保 RBS 泵能够从应急硼酸箱取水注入到 RCP 系统中；

— 试验管线上的电动隔离阀关闭；

— 注硼管线电动隔离阀开启；

— 安全壳电动隔离阀关闭。

2) RCPB 水压试验

RCPB 水压试验时，RBS 试验泵从 RCV 容控箱取水，同时隔离与应急硼酸箱相连的吸入管道，通过 RCP 主泵轴封注入到 RCP 中。泵下游的安全阀采用机械装置闭锁且试验管线保持隔离。

3) 事故瞬态

RBS 系统的安全硼化是由控制室中操作员手动操作完成，当发生 ATWS 事故时 RBS 系统自动启动。

如果操作员手动启动 RBS 系统：

— 注硼管线电动隔离阀开启或确认开启；

— 开启安全壳电动隔离阀；

— 试验管线上的隔离阀关闭或确认关闭；

— 启动泵。

一旦注硼过程启动，RBS 系统将持续运行，直到注入的硼酸容积能够达到安全停堆的要求。当 RCP 硼浓度达到目标值，RBS 系统可由操作员手动关闭。

RBS 系统流程简图见图 4.5-5。

4.5.4 应急给水系统（ASG）

4.5.4.1 系统功能

1) 安全功能

应急给水系统（ASG）执行以下三个基本安全功能。

— 反应性控制

当发生主蒸汽管线破裂（MSLB）事故，通过隔离受影响蒸汽发生器的应急注水管线（ASG 系统管道），防止过量给水注入蒸汽发生器导致堆芯过冷，从而使堆芯处

于次临界的可控状态。

— 余热排出

ASG 系统必须确保在 DBC-2、DBC-3、DBC-4 工况下向完好的蒸汽发生器提供应急给水，通过蒸汽发生器将 RCP 系统的堆芯衰变热和显热导出，并持续到 RIS 系统以余热排出（RHR）模式运行。

在 DEC-A 事故时（例如 SBO 或 TLOCC），ASG 系统向蒸汽发生器提供应急给水，通过蒸汽发生器将 RCP 系统的堆芯衰变热和显热导出，将机组带入到最终状态。

— 放射性包容

在 SGTR 等一、二次侧连通的事故工况下，隔离受影响蒸汽发生器的应急注水管线（ASG 系统管道），防止放射性物质不可控地向环境释放，实现放射性物质的包容。

在发生在安全壳内的 FLB 或 MSLB 事故工况下，隔离受影响蒸汽发生器的 ASG 系统应急注水管线，减少通过破口向安全壳内喷放的高温、高压流体的流量，防止安全壳的压力和温度持续上升导致第三道屏障完整性的失效。

2) 运行功能

在机组正常停堆期间，向蒸汽发生器注水，并同时将核岛化学试剂分配系统（SIH）提供的化学药剂注入蒸汽发生器内完成湿保养操作。

在机组正常启动期间，向蒸汽发生器初次充水。在 AAD（启动和停堆给水系统）投用之前，对蒸汽发生器进行必要的补水，维持正常水位。

4.5.4.2 系统描述

ASG 系统由 3 个独立的连接至 3 个环路的蒸汽发生器的应急给水系列组成。

每个系列包含：

- 1 个混凝土水箱；
- 1 台应急给水电动泵（1×100%），由应急电源供电；
- 泵吸入口与排出口相关的管道、阀门等。

三个系列泵吸入侧及出口侧均通过集管方式连接，集管可由操纵员现场手动打开。

应急给水通过与主给水系统相独立的应急给水管线注入蒸汽发生器。

ASG 系统的应急给水泵投入运行时，从混凝土水箱取水，经功率限制阀、蒸汽发生器水位调节阀、安全壳外隔离阀和安全壳内止回阀等一系列管道和阀门向蒸汽发生

器供水，只要有 1 列投入运行即可带出事故情况下的堆芯衰变热。应急给水泵出口设置了一个小流量保护阀（三通止回阀），当泵出口的流量较低时，将泵出口流量送回至水箱，保证泵的连续运行。

在 DEC-A 事故工况下（SBO 工况）时，A 或 B 列的应急给水泵由 SBO 柴油机供电，因此在此工况下，操纵员可以手动启动 A 或 B 列 ASG 系统向蒸汽发生器供水。

当某个混凝土水箱水装量不能满足要求（或失效）时，可打开水箱的连通集管上的手动隔离阀，从其他列的水箱取水注入到该列蒸汽发生器；当某列应急给水泵不可用时，可打开泵出口集管上的隔离阀从其它列取水为该列蒸汽发生器供水。

在应急给水泵不可用的工况下（例如完全丧失交流电源，包括 SBO 柴油机也丧失的工况），通过与 ASG 注入管线相连接的二次侧非能动余热排出系统（ASP），采用闭式非能动循环带热的方式导出堆芯衰变热。

4.5.4.3 设计基准

ASG 系统是专设安全系统，具有充分的冗余性，在 DBC 设计基准事故中，即使单一故障导致丧失 1 列 ASG 系统，系统仍具有执行其安全功能的能力。

ASG 系统应具有足够的持续运行的可靠性。在事故的长期阶段，ASG 系统具有给水性能和维持运行的能力，将反应堆的衰变热导出。这样的能力即使在全厂断电（SBO）工况下也是具备的。

ASG 系统的混凝土水箱具有足够的有效容积，在发生 LOOP（长期事故）时，能够将电厂维持在热停堆 24 小时。

在失去主给水（FLB）事故工况下，ASG 给水泵能够提供足够的流量，以导出堆芯余热。

在安全壳内发生主蒸汽管线破裂（MSLB）的事故下，ASG 系统向受影响蒸汽发生器注入的最大流量可以确保安全壳不超压。

在全厂断电或完全丧失冷链的事故下（SBO、TLOCC），ASG 水箱的存水耗尽，可通过 ASP 水箱进行再补水，ASG 系统能维持电厂最终状态至 72 小时。72 小时以后，可以通过临时接管和移动泵从外部水源向 ASG 混凝土水箱补水，使 ASG 系统能够运行更长的时间。

4.5.4.4 系统运行

1) 系统正常运行

当 ARE 和 AAD 系统不可用时，ASG 系统向蒸汽发生器提供给水，以导出反应堆内余热，产生的蒸汽通过汽轮机旁路系统（GCT）或蒸汽大气排放系统（VDA）排出。

在一个应急给水系列的泵不可用，或者某一系列的水箱排空时，可以开启泵吸入侧或出口侧集管的阀门，确保应急给水系统泵和水箱得到最大的利用。

在发生全厂断电事故（SBO）时，可由 SBO 电源支持的应急给水泵系列对 SG 进行供水。在发生极端的完全丧失交流电源事故时（SBO 电源也不可用），由 ASP 系统带出 RCP 系统的热量。

2) 事故后混凝土水箱的长期补水

在事故长期阶段，若混凝土水箱的水量耗尽（持续运行 24 小时后），如果需要，可通过 ASP（二次侧非能动余热排出系统）冷凝水箱与 ASG 系统混凝土水箱之间的重力补水管线，向 ASG 系统混凝土水箱补水。极端情况下可通过 ASG 水箱上的临时补水接口，由厂内或厂外水源通过移动设备进行补水操作。

ASG 系统流程简图见图 4.5-6。

4.5.5 蒸汽大气排放系统（VDA）

4.5.5.1 系统功能

蒸汽大气排放系统（VDA）的系统功能有安全功能和运行功能。

1) 安全功能

— 反应性控制

蒸汽流量过度增加会导致反应堆冷却剂系统（RCP）过度冷却，从而导致堆芯反应性增加。在这类事故工况中，VDA 的隔离必须作为一回路过冷保护的一部分，以避免堆芯产生的热量与 SG 导出的热量不平衡而可能导致的不可接受的堆芯功率。

在发生 SGTR 且全部主泵停运的工况下，主蒸汽释放隔离阀（MSRIV）的开启必须作为 RCP 防稀释保护的一部分，为受损 SG 降压，从而使进入 RCP 的反向流最小化，限制堆芯重返临界的风险。

— 余热排出

正常运行过程中，当发生汽机甩负荷且冷凝器不可用时，VDA 必须能够通过将蒸汽从主蒸汽系统（VVP）排放到大气来排出余热（在从热停堆到安全注入系统的余热排出模式（RIS/RHR）连接期间）。

发生 DBC-2/3/4 及 DEC-A 类事故时，VDA 必须能够通过向大气排放蒸汽来排出余热，从而满足：

- 达到可控状态，然后将 RCP 冷却到 RIS 系统以 RHR 模式运行，以达到安全停堆状态（DBC）或最终状态（DEC-A）；
- 通过限制二次侧的压力上升来保证 SG 完整性，确保热量的排出；
- 当发生一回路水装量减少的 DBC-2/3/4 及 DEC-A 的事件，一回路压力高于中压安注（MHSI）注入压力（中小破口失水事故（LOCA）或蒸汽发生器传热管破裂（SGTR））时，若 GCT 不可用，通过 VDA 系统来降低 RCP 压力和温度，直至 MHSI 泵能够注入 RCP，这个过程称为中压快速冷却。中压快速冷却的降温速率要求为-250℃/h，SG 目标压力为 6MPa（abs）。

另外，在发生中小破口 LOCA 且中压安注完全丧失的事件（DEC-A）时，通过 VDA 的开启实施冷却，以能够降低 RCP 压力和温度，直至达到安注箱及低压安注（LHSI）的注入条件，这个过程称为低压全速冷却。低压全速冷却时 VDA 全开，使得一回路压力快速降到 LHSI 注入压力（2.0MPa 以下）。

— 放射性物质包容

在 DBC-2/3/4 和 DEC-A 事件中，通过 VDA 的开启来参与防止蒸汽发生器超压。

发生 SGTR 时，通过 VDA 的开启限制主蒸汽安全阀的不必要开启，以减少破损 SG 不可控冷却及降压的可能性，从而防止 RCP 承压状态下的热冲击，避免发生脆性断裂。此外，在中压快速冷却结束后，通过提高 VDA 开启设定值，将放射性包容在受影响的蒸汽发生器之内，从而限制受影响 SG 向安全壳外的放射性释放。

最后，在严重事故情况下，VDA 必须参与安全壳的隔离。

2) 运行功能

VDA 的正常运行功能包括：

— 在某些试验工况或瞬态（GCT 不可用时的厂用电负荷运行、汽机跳闸等）期间，将蒸汽发生器的热量传输至大气；

— 在机组正常停运过程中，当 GCT 不可用时，可以用 VDA 来排出余热，直至

达到 RIS 系统以 RHR 模式运行的接入条件；

— 对蒸汽发生器进行超压保护；

— 在机组正常启动过程中，当 RIS 系统退出 RHR 运行模式后，如果 GCT 不可用，可由 VDA 系统来控制一回路温度。

4.5.5.2 系统描述

每台机组的 VDA 系统由 3 个相同的安全级排放序列组成（每个 SG 对应一列）。

每列包括：

- 1 个 VDA 隔离阀（MSRIV）；
- 1 个 VDA 控制阀（MSRCV），位于隔离阀下游；
- 1 个消音器，位于 MSRCV 下游的排放管道上；
- 连接管道。

VDA 的三列被严格分开，位于反应堆厂房之外实体隔离的 3 个相同的阀站内（与三列 VVP 的阀门隔间相同）。其中两个阀站位于安全厂房 B 的顶部，另外一个位于安全厂房 A 的顶部。

4.5.5.3 设计基准

VDA 的每列（每列对应 1 台 SG）应能在 8.6MPa（abs）的定值压力下排放至少 50%的名义蒸汽流量。超压保护系统应能在流体为蒸汽、汽水混合物或水的工况下执行功能。

不过，设计中考虑了避免因给水过量导致 SG 满溢而溢流至主蒸汽管线。

4.5.5.4 系统运行

1）机组正常运行

— 反应堆功率运行：VDA 没有投运。MSRIV 处于关闭状态，没有蒸汽通过 VDA 排向大气。只有当需要 GCT 向冷凝器排放蒸汽而其不可用时，才会需要 VDA 来替代 GCT，以向大气排放蒸汽。

— 热备用及热停堆：热量导出由 GCT 保证，MSRIV 处于关闭位置。当 GCT 不可用时，通过 3 列 VDA 向大气排放蒸汽，MSRIV 开启，MSRCV 的开度受控。

— SG 投运的停堆状态，RHR 模式处于未连接状态：热量导出由 GCT 保证，此时 MSRIV 处于关闭状态。当 GCT 不可用时，3 列 VDA 向大气排放蒸汽。MSRIV 处于开启状态，MSRCV 开度受控。

— RHR 模式连接的停堆状态：反应堆停堆，RIS 系统以 RHR 模式运行导出 RCP 的余热。

— 在 RCP 未打开或者能快速关闭情况下，需要保持至少 2 台 SG 可用（即保持充水并随时可投运），以应对失去 RHR 的可能性。因此，至少两列 VDA 需保持可用。

2）机组扰动及事故工况

— 在 GCT 不可用的 DBC-2/3/4 事件中，由 VDA 控制 SG 二次侧压力，直到可控状态；

— 在 GCT 不可用的 DEC-A 事件中，由 VDA 控制 SG 二次侧压力直到最终状态；

— 在 GCT 不可用的 DBC-3/4 及 DEC-A 事件中，当需要使 RCP 降压以满足安注条件时，通过 VDA 冷却 RCP 从而实现降压（自动中压快速冷却或手动冷却）；

— 在导致二次侧不可控热量导出的 DBC-3/4 事件中，VDA 被隔离以达可控状态；

— 在 SGTR（DBC-3/4）事件中，VDA 定值被提高以使机组达到可控状态；

— 在 GCT 不可用的 DBC-2 类事件中，蒸汽大气排放将能使一回路达到在 140℃时连接 RHR 以排出余热的条件，冷却速率受控；

— 在 GCT 不可用的 DBC-3/4 及 DEC-A 事件中，VDA 用于使一回路达到在 180℃时连接 RHR 以排出余热的条件。

蒸汽大气排放系统（VDA）流程简图见图 4.5-7。

4.5.6 二次侧非能动余热排出系统（ASP）

ASP 系统主要用于设计扩展工况，应对的工况为需要应急给水系统（ASG）投运以排出一回路热量且 ASG 失效的事故工况，在这些工况中 ASP 能够持续排出一回路热量。这些工况主要包括：

- 全厂断电（SBO）叠加 ASG 失效；
- 全部丧失给水；
- 给水管道破裂（FLB）叠加 ASG 失效；
- 其他需要 ASG 启动的事故叠加 ASG 失效。

此外，ASP 还可在所有需要通过 ASG 和蒸汽大气排放系统（VDA）进行排热的设计扩展工况的长期阶段为 ASG 提供水源，在反应堆水池和燃料水池冷却和处理系统（PTR）冷却回路机械系统完全失效的设计扩展工况的长期阶段为乏燃料水池补水。

在蒸汽发生器传热管破裂（SGTR）工况下，作为蒸汽发生器（SG）压力边界范围的 ASP 设备参与 SG 隔离功能。

在严重事故工况下，通过隔离自身，参与隔离安全壳外二次侧系统。

ASP 系统流程简图见图 4.5-8。

4.5.7 额外冷却系统（ECS）

ECS 系统在下列工况下执行余热排出安全功能：在部分 DEC-A 工况（完全丧失冷链（TLOCC）、全厂断电（SBO））和严重事故工况（DEC-B）下，通过安全壳热量导出系统（EHR）导出堆芯及安全壳内余热；通过冷却反应堆水池和燃料水池冷却和处理系统（PTR）的换热器来移出燃料厂房乏燃料水池的衰变热。

ECS 设置了中间冷却回路，通过中间波动箱保证该回路运行压力始终高于 EHR 系统和 PTR 系统，从而确保放射性物质的包容。

除定期试验外，电厂正常运行期间无需 ECS 系统运行。

4.5.8 可居留性系统

控制室可居留性系统主要的设计功能是为可居留区域提供一个安全的环境，使操作人员在此环境中，能在电厂正常运行期间保持核反应堆和辅助系统在受控之下，在异常情况期间能使这些系统安全停堆，以保护公众和电厂工作人员的健康和安全。

该系统必须保证控制室在正常工况下的可居留性，在设计基准事故、严重事故和外部事件发生时及事故后的居留期得以延长，并保证在控制室或其他可选停堆站控制反应堆的操作不受影响。可居留性系统包括辐射屏蔽、冗余设置的新鲜空气供应和调节系统、防火排烟、人员的防护设备、应急照明、通讯、生活保障及救生设施。

4.5.8.1 系统功能

控制室可居留性系统主要满足实现如下功能：

— 使控制室可居留区域范围能承受地震、洪水、台风、龙卷风等自然现象及外

部飞射物的影响；

— 提供足够的辐射防护：持续应急响应期间内（一般为 30 d），工作人员接受的有效剂量不大于 50mSv，甲状腺当量剂量不大于 500mSv；

— 提供有毒或有害气体的防护：出现有毒或有害气体释放的险情时控制室空调系统以全回风方式运行，并提供带呼吸装置的自救设施；

— 在危险化学品或烟雾的威胁下可以从控制室或其他可选的停堆控制站对反应堆进行控制。

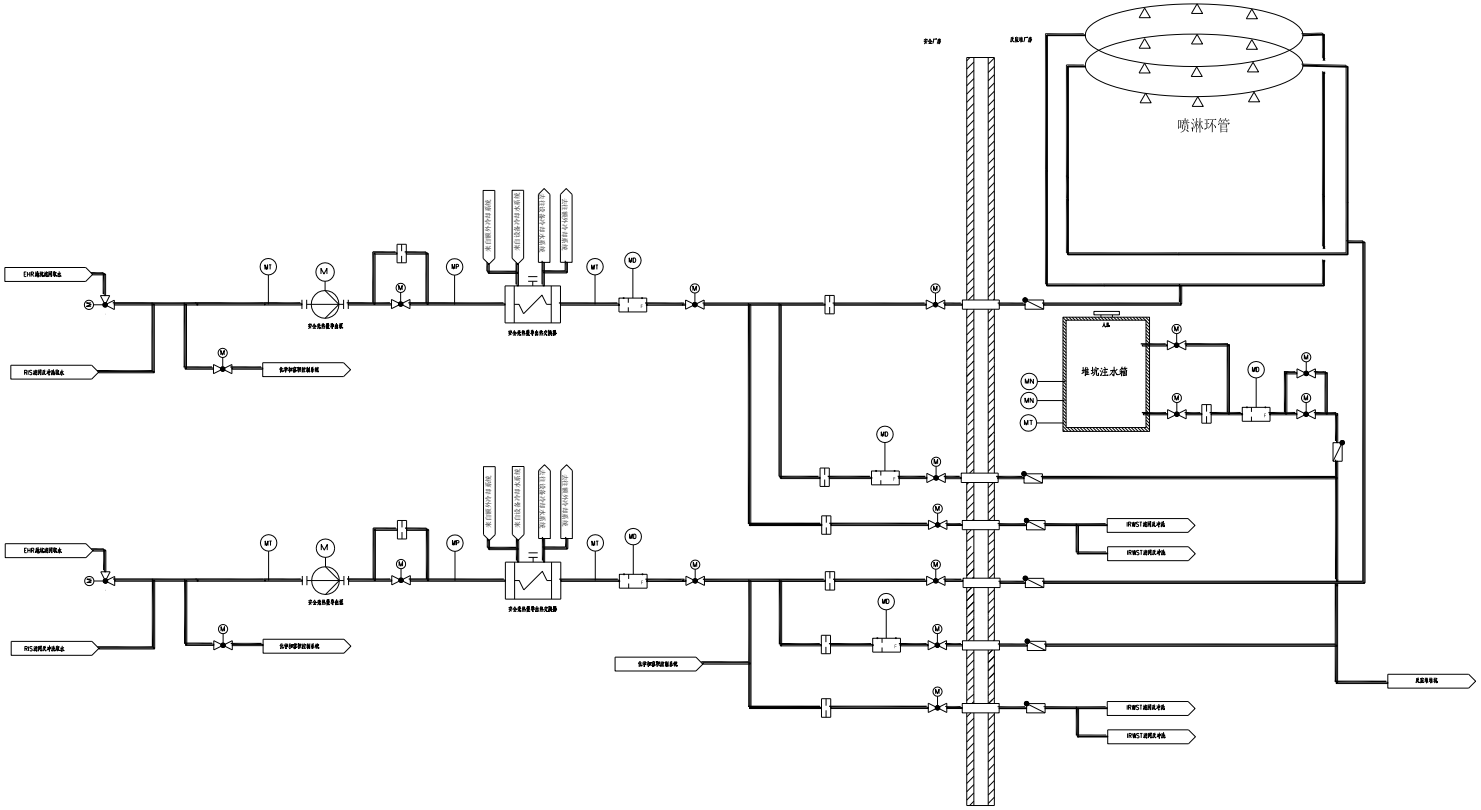
4.5.8.2 系统设计和运行

太平岭核电厂一期工程的控制室可居留区域（CRE）范围包括控制室、交接班会议室、值长办公室、备用间、隔离办公室、计算机室、参观室、技术支持中心、更衣室、厨房、餐厅、卫生间、DCL 设备间以及相关走廊等，即由控制室空调系统（DCL）提供服务的整个区域。

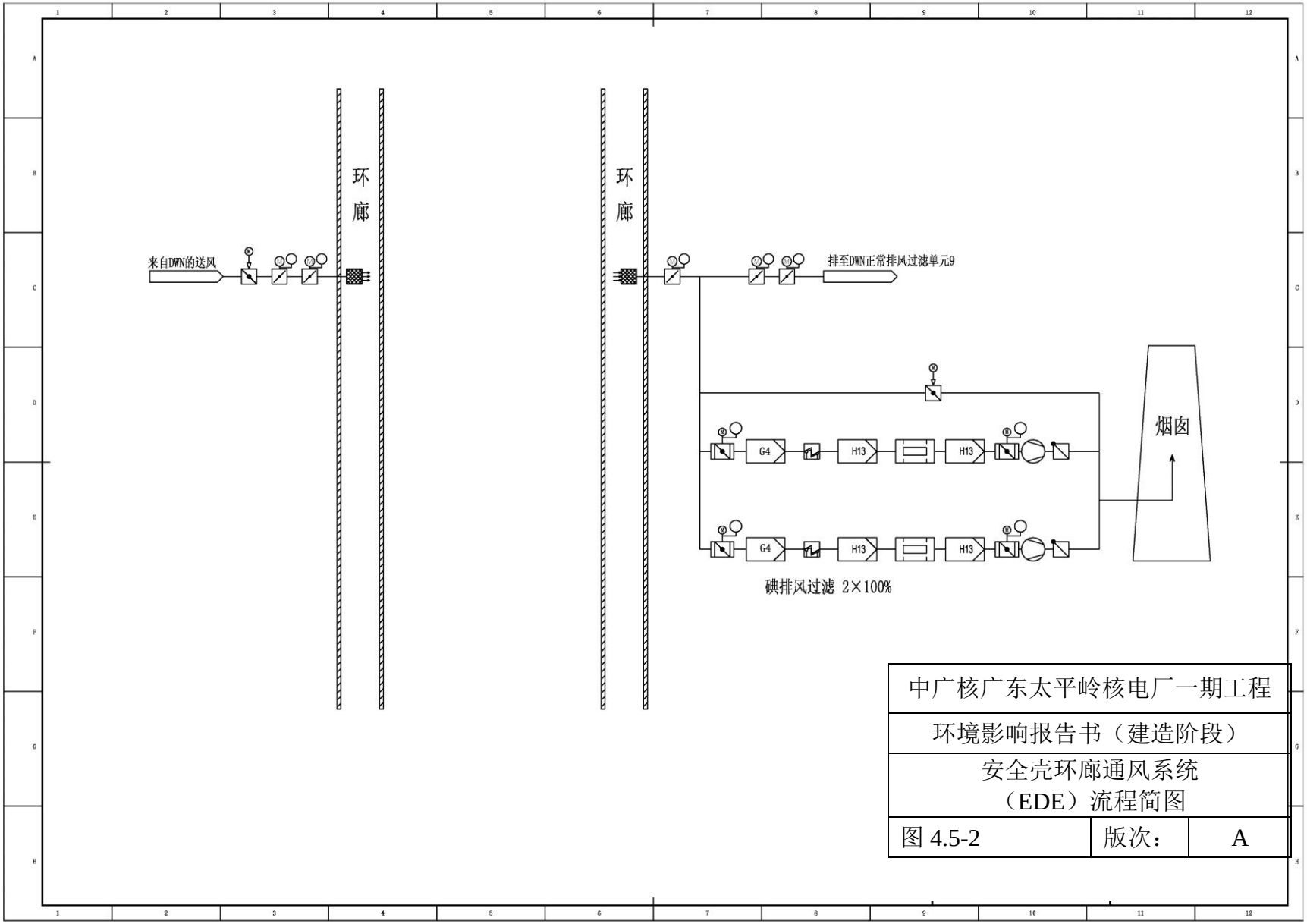
控制室可居留区的环境条件主要由控制室空调系统（DCL）来保证。在正常运行及事故运行期间，DCL 为可居留区内人员及设备提供适宜的环境条件（温度、湿度、压力）；在厂区发生放射性污染事件时，DCL 系统通过对新、回风过滤来保证可居留区的可居留性。

密封性方面，在控制室可居留区域内保持微小的正压以防止未经过滤的空气经缝隙（门、电缆和管道贯穿件）泄漏进入到可居留区域。在门和管道贯穿件套筒、管道和电缆上采用了专门的结构进行密封。在每个未安装空气过滤装置的入口处都配备了自动关闭的电动密封隔离阀。同样，结构的预防措施和适当的混凝土表面处理相应减少了由于结构联结处和混凝土多孔性导致的泄漏。

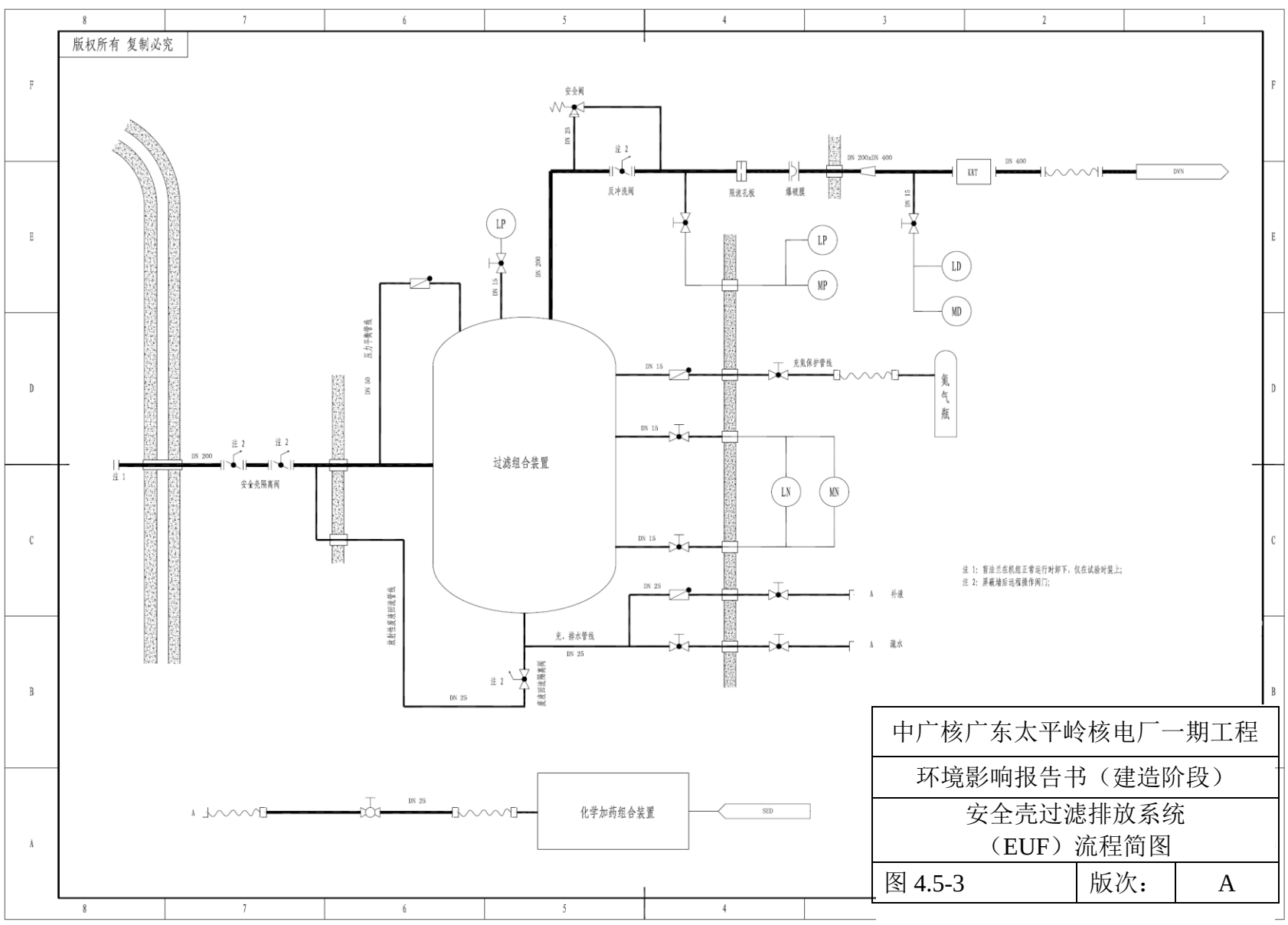
屏蔽设计方面，控制室可居留区域边界墙体采用现浇混凝土，边界上的门采用具备气密功能的屏蔽门，可对室外烟云的浸没照射起到良好的屏蔽效果。



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
安全壳热量导出系统 （EHR）流程简图		
图 4.5-1	版次：	A

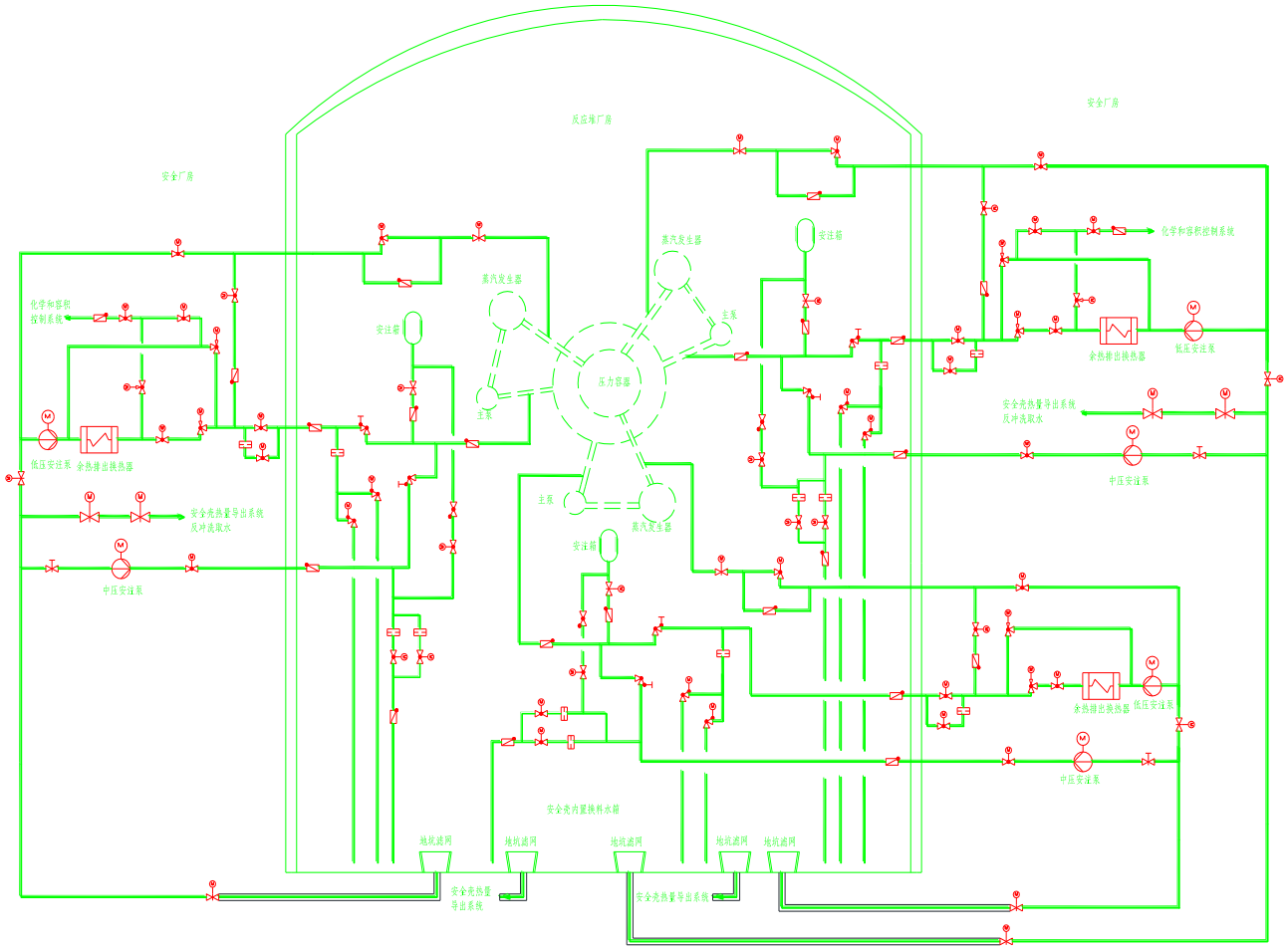


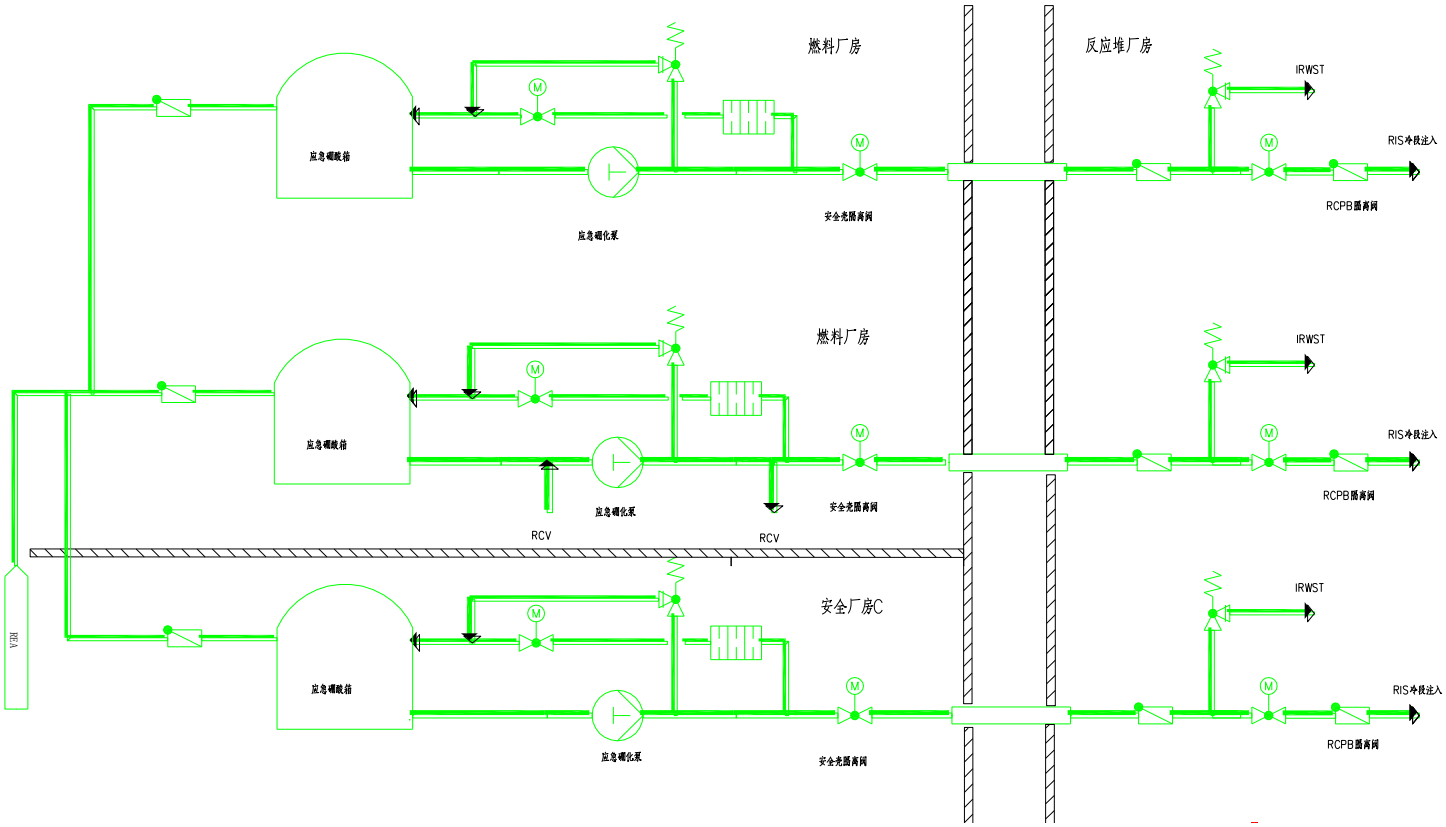
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
安全壳环廊通风系统（EDE）流程简图		
图 4.5-2	版次：	A



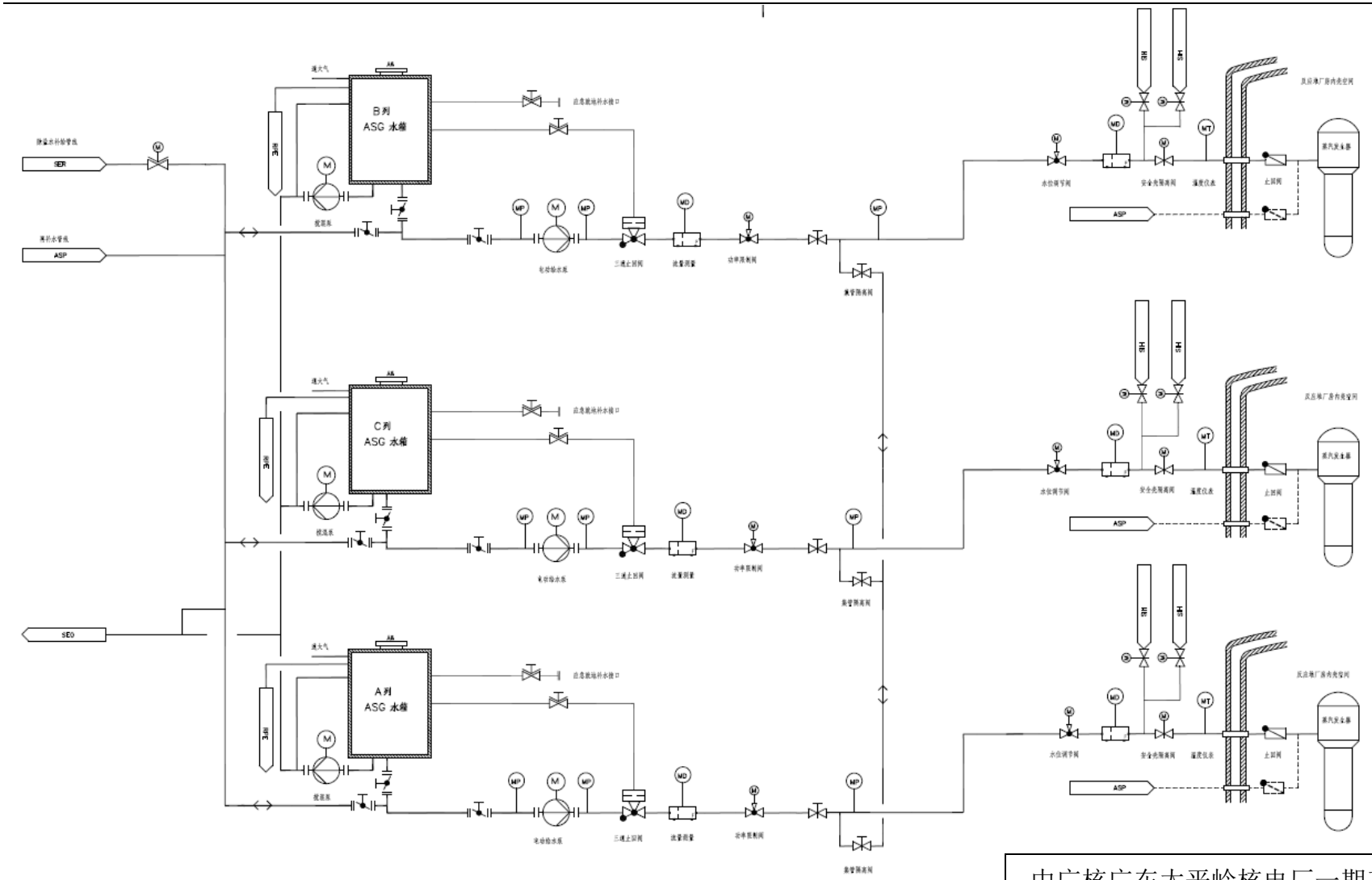
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
安全壳过滤排放系统（EUF）流程简图		
图 4.5-3	版次：	A

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
安全注入系统（RIS）流程简图		
图 4.5-4	版次：	A

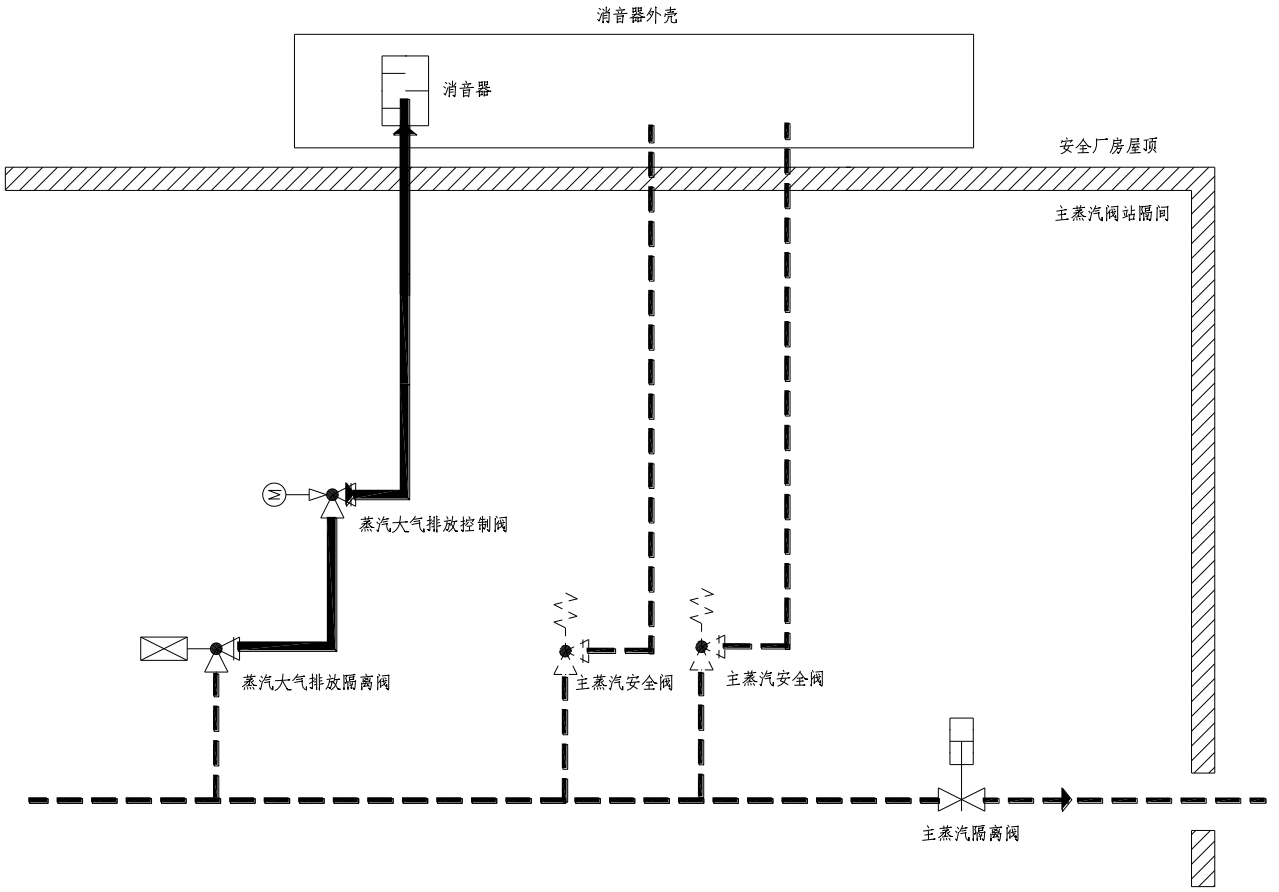




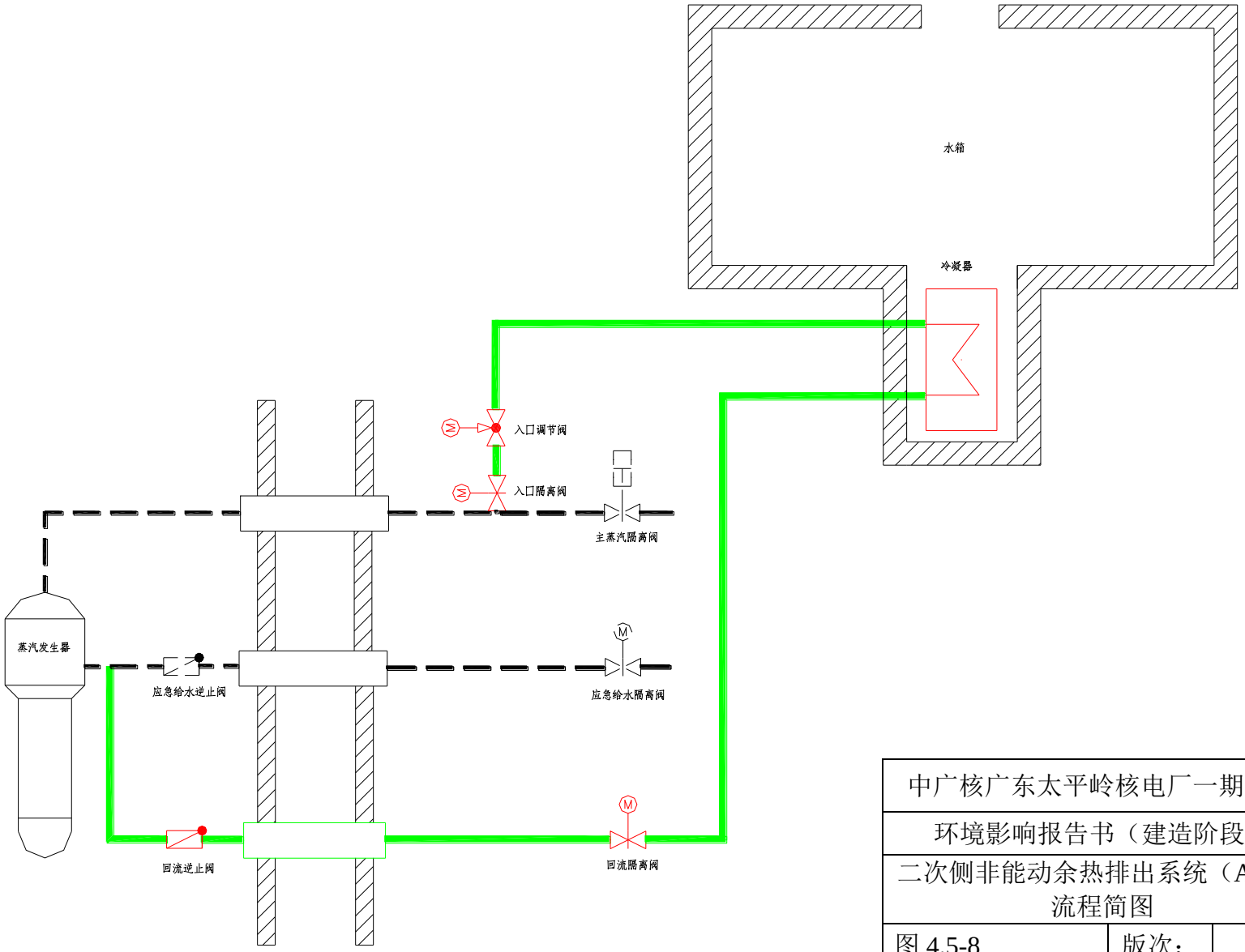
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
应急硼化系统（RBS）流程简图		
图 4.5-5	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
应急给水系统（ASG）流程简图		
图 4.5-6	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
蒸汽大气排放系统（VDA）流程简图		
图 4.5-7	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
二次侧非能动余热排出系统（ASP）流程简图		
图 4.5-8	版次：	A

4.6 放射性废物管理系统和源项

4.6.1 放射性源项

4.6.2 放射性废液管理系统及排放源项

4.6.3 放射性废气管理系统及排放源项

4.6.4 放射性固体废物管理系统及废物量

4.6.5 乏燃料暂存系统

表

表 4.6-1 堆芯裂变产物积累量（10^8GBq）
表 4.6-2 计算一回路冷却剂裂变产物活度谱的主要参数
表 4.6-3 反应堆冷却剂活度谱
表 4.6-4 二回路水和蒸汽中惰性气体、碘和铯的最大放射性浓度
表 4.6-5 冷却剂贮存和处理系统（TEP）的主要设备特性
表 4.6-6 废液处理系统（TEU）的主要设备特性
表 4.6-7 核岛废液排放系统（TER）的主要设备特性
表 4.6-8 放射性废水回收系统（SRE）的主要设备特性
表 4.6-9 常规岛废液排放系统（SEL）的主要设备特性
表 4.6-10 核岛排气和疏水系统（RPE）的主要设备特性
表 4.6-11 单台机组废液放射性排放量
表 4.6-12 废气处理系统（TEG）的主要设备特性
表 4.6-13 单台机组废气放射性排放量
表 4.6-14 运行状态下气液态流出物源项计算参数说明
表 4.6-15 固体废物处理系统（TES）的主要设备特性
表 4.6-16 单台机组放射性固体废物的预期产生量和设计产生量

图

图 4.6-1　正常运行工况下液态流出物平衡图
图 4.6-2　冷却剂贮存和处理系统（TEP）流程简图
图 4.6-3　废液处理系统（TEU）流程简图
图 4.6-4　核岛废液排放系统（TER）流程简图
图 4.6-5　放射性废水回收系统（SRE）流程简图
图 4.6-6　常规岛废液排放系统（SEL）流程简图
图 4.6-7　核岛排气和疏水系统（RPE）流程简图
图 4.6-8　正常工况下气载流出物平衡图
图 4.6-9　废气处理系统（TEG）流程简图
图 4.6-10　固体废物处理系统（TES）流程简图

4.6 放射性废物系统和源项

放射性废物系统主要包括放射性废液系统、放射性废气系统和放射性固体废物系统。

本节描述太平岭核电厂一期工程的放射性废物系统和放射性源项，包括堆芯积存量、一回路和二回路的放射性活度，放射性废液、废气和固体废物处理系统，气载和液态放射性流出物的排放量及固体放射性废物的产生量。

放射性排放量主要取决于：

— 一回路冷却剂的放射性活度；

— 处理系统的设计处理能力及运行效能。

4.6.1 放射性源项

核电厂放射性物质最根本的来源是反应堆燃料芯块内的链式裂变反应，正常运行工况下裂变产生的放射性裂变产物基本上都包容在燃料元件的包壳内，只有极少量的裂变产物通过包壳缺陷泄漏到一回路冷却剂中；同时裂变产生的中子使一回路冷却剂、控制棒、硼酸和其它结构材料受到激活而产生中子活化产物。这些裂变产物和活化产物形成反应堆冷却剂中的放射性源。

（1） 堆芯裂变产物积存量

太平岭核电厂一期工程采用十八个月燃料循环方式，使用177组改进型M5-AFA3G燃料组件。平衡循环时，新燃料组件的^{235}U富集度为4.45%。

堆芯中所累积的裂变产物放射性活度见表4.6-1。

（2） 一回路冷却剂的放射性活度

反应堆运行时燃料元件中产生的气态和固态放射性产物，在元件中迁移并积存，当发生包壳破损情况后以一定的几率释放到冷却剂中，构成冷却剂中裂变产物源项，包括惰性气体、卤素等。

此外，一方面由于堆内构件因受到中子照射而具有放射性，在发生腐蚀后释放到冷却剂中；另一方面一回路管道和设备的材料由于氧化和腐蚀进入到冷却剂中，随冷却剂流经堆芯受到堆芯及其相邻区域的中子照射后具有放射性，主要有Cr-51、Mn-54、Fe-59、Co-58 和Co-60 等核素。这些构成了冷却剂中的腐蚀产物源项。

1）裂变产物

影响裂变产物的产生及其随后通过燃料包壳缺陷从燃料释放到反应堆冷却剂中的现象是复杂的，通过计算程序可以清楚地理解这些过程。针对太平岭核电厂一期工程，设计方使用CPFP程序计算稳态工况下一回路冷却剂系统的裂变产物稳态源项。

CPFP程序是基于PROFIP5.1程序，结合华龙一号的设计特点，由中国广核集团自主开发的一回路裂变产物计算程序，其燃料部分的模型与PROFIP5.1程序相同。CPFP程序在PROFIP5.1程序的基础上结合华龙一号的设计增加了TEP除气塔和加氢站的计算模型，同时更新了重核的裂变界面数据库。在CPFP程序中，裂变产物在燃料中产生并随后进入反应堆冷却剂的模型分为五个过程。

a） 通过裂变、放射性衰变或中子俘获产生裂变产物；

b） 裂变产物通过扩散、反冲和击出等方式进入燃料棒内间隙；

c） 裂变产物通过包壳缺损释入反应堆冷却剂；

d） “沾污铀”在中子照射下发生裂变及裂变产物的释放；

e） 考虑反应堆运行参数后，裂变产物在反应堆冷却剂系统的分布。

根据燃料循环管理策略中平衡循环特性，采用CPFP程序模拟共8个循环，并将第3至第8个循环寿期末的最大值提取作为裂变产物源项值。

在进行源项计算时，采用如下三套假设：

（1）预期工况

在这种工况下，对于燃料行为、废物处理系统运行以及放射性物质释放的假设，均尽可能地基于在运核电站的经验反馈。此工况下的源项称为“现实源项”，在整个燃料循环中，反应堆冷却剂的放射性浓度取为0.1GBq/t I-131当量，该活度谱主要用于现实排放源项计算和放射性废物最小化管理。

（2）运行工况

在这种工况下，对于燃料行为、废物处理系统运行以及放射性物质释放的假设，基于在运核电站的长期运行经验反馈的包络值。此工况下的源项称为“运行源项”，在整个燃料循环中，反应堆冷却剂的放射性浓度取为5.0GBq/t I-131当量。该活度谱用于环境影响评价和排放量申请的设计需要。

（3）设计工况

对裂变产物，该工况对应于0.25%燃料元件发生破损的极限假设，此工况下的源项称为“设计源项”。对于设计工况，其分析对应于反应堆冷却剂活度较大的设计工况，

这是由于0.25%的燃料元件发生破损造成的。对设计工况分析时，在整个燃料循环中，反应堆冷却剂的放射性浓度取为37GBq/t I-131当量。该活度谱是其他情况的包络值，主要用于事故分析、废物管理系统设计和作为运行技术规格书限值。

上述源项数据可以应用于放射性流出物的计算，37GBq/t I-131当量比活度下的稳态值同时还作为屏蔽设计及事故后剂量及放射性后果评价的源项输入。

计算一回路活度谱的主要参数见表4.6-2。

计算出的裂变产物活度谱见表4.6-3。

除了稳态源项外，对于碘、铯和惰性气体，根据法国和国内在运核电站的运行经验反馈，还给出了瞬态源项。瞬态源项通过稳态源项与“峰值因子”相乘计算得到。这些峰值因子与CPR1000核电机组的峰值因子取值相同，它们来自于已有在运核电站的运行经验反馈。这些值也列于表4.6-3中。

2）活化腐蚀产物

活化腐蚀产物是结构材料所含的某些核素被中子照射后活化产生。一回路冷却剂中活化腐蚀产物活度与燃料棒破损无直接关系。针对太平岭核电厂一期工程，活化腐蚀产物活度列于表4.6-3中。这些数据为大亚湾基地在运核电站近年来的运行经验反馈数据。源项确定时的具体考虑如下：

以CPR1000机组近年来的冷却剂活化腐蚀产物的运行监测数据为基础，经统计分析后，作如下取值：在机组功率运行期间，分别取样本的50%、95%和100%的包络值作为稳态现实源项、稳态设计源项和瞬态源项；冷停堆的活化腐蚀产物源项对应所有循环中核素在“氧化峰”的最大值。

（3） 二回路系统的放射性活度

二回路系统的活度由蒸汽发生器传热管束泄漏造成。在计算二回路源项时保守地假设三台蒸汽发生器的泄漏率在整个燃料循环周期内恒定为3kg/h。带放射性的一回路冷却剂经由破损的蒸汽发生器传热管进入蒸汽发生器二次侧。蒸汽发生器中带放射性的蒸汽均匀混合，经汽轮机膨胀做功后进入冷凝器。在冷凝器中，蒸汽中所有惰性气体和小部分的碘（碘的份额与汽水分配因子有关）从冷凝器抽真空系统向大气排放。其他的放射性蒸汽全部被冷凝成液体后经过凝结水除盐器回到给水系统。二回路的泄漏主要发生在冷凝器后端的给水系统中。

对于预期工况，泄漏期间一回路冷却剂的放射性浓度取0.1GBq/t I-131当量；对于

设计工况，泄漏期间一回路冷却剂的放射性浓度取37GBq/t I-131当量。

具体计算时，对于不同类别的核素作如下的考虑：

（1）惰性气体。对于惰性气体，假设蒸汽发生器一次侧泄漏到二次侧中的所有惰性气体立刻被蒸汽全部带走，且蒸汽内的惰性气体全部由冷凝器真空系统中排放。由此可以推导出单台蒸汽发生器水相和气相中惰性气体放射性浓度的计算公式为：

$$C_{CON_i}(0)=0 \qquad \text{式1}$$

$$C_{VVP_i}(t)=\frac{Q_{sgleak}(t)\cdot C_{RCP_i}}{Q_{VVP}} \qquad \text{式2}$$

（2）其他核素。对于其他核素，假设放射性核素在三台蒸汽发生器液相和气相中均匀分布；蒸汽发生器内裂变产物和辐射产物的净化是衰变、排污、泄漏和抽真空的综合结果；不考虑放射性核素在二回路传输过程中的衰变；假设二回路核素的泄漏全部发生在给水系统，进入冷凝器中的放射性核素一部分通过冷凝器真空系统排放，剩余部分则进入给水系统。建立三台蒸汽发生器的水相中各放射性核素活度的平衡方程如下：

$$C_{CON_i}(0)=0 \qquad \text{式3}$$

$$M_{SG}\cdot\frac{dC_{CON_i}(t)}{dt}=Q_{sgleak}(t)\cdot C_{RCPi}-(M_{SG}\cdot\lambda_i+\frac{Q_{APG}(DF_{APG}-1)}{DF_{APG}} \qquad \text{式4}$$
$$+FH\cdot FP\cdot Q_{VVP}+FH\cdot(1-FP)Q_{gs}(t))\cdot C_{CON_i}(t)$$

式 1 至 4 中，各参数的含义为：

— C_{RCP_i}：一回路冷却剂中核素的放射性浓度，GBq/t；

— $C_{CON_i}(t)$：蒸汽发生器水相中核素的放射性浓度，GBq/t；

— M_{SG}：三台蒸汽发生器内二次侧水的质量，取 61.96t×3；

— Q_{sgleak}：蒸汽发生器处一回路至二回路的泄漏率，取 3kg/h；

— λ_i：核素的衰变常数，h^{-1}；

— Q_{APG}：三台蒸汽发生器的排污率，取 63t/h；

— Q_{gs}：二回路给水泄漏率，取 32t/h；

— Q_{VVP}：单台蒸汽发生器中蒸汽的质量流量，取 586.75kg/s；

— FH：蒸汽发生器中的蒸汽携带因子，无量纲，惰性气体取 1，碘 0.01，其他

核素 0.0025；

— FP：冷凝器中碘的汽水分配因子，无量纲，取 0.0001；

— DF_{APG}：蒸汽发生器排污系统的去污因子，无量纲，取 10；

— t：循环长度，取 48EFPD。

二回路水和蒸汽中惰性气体、碘和铯的最大比活度见表 4.6-4。

（3）氚源项

氚主要是由反应堆运行时燃料的裂变反应及硼、锂、氘和二次源中铍的中子活化反应产生。

燃料元件、二次源中产生的氚有一部分会扩散到主回路中，主回路中还会因为硼、锂和氘的中子活化反应产生氚，由于氚易溶于水，而且不能被三废系统有效去除，因此氚会在回路中滞留，运行时一般将冷却剂中的氚浓度控制在一定范围内。由于氚的半衰期比较长，同时核电站产生的氚会定期排放，因此可以假设年初和年末一回路中氚浓度保持不变。

一回路主冷却剂中的氚产生途径主要有：

— 燃料中三元裂变产生的氚通过包壳扩散到一回路冷却剂中；

— 反应性控制中在一回路主冷却剂中加入硼酸，硼活化产生；

— 在一回路水中为调节pH值加入LiOH，锂活化产生；

— 由冷却剂中天然存在的氚反应产生；

— 二次源中的铍活化产生的氚

在进行氚源项计算时，考虑了如下计算参数：

— 反应堆热功率为3180MW，预期工况机组负荷因子为0.9，设计基准工况为1.0；

— 反应截面基于ENDF评价数据库；

— 中子注量率由MCNP 程序通过全堆芯三维计算精确得到；

— 燃料组件的富集度为4.45%，燃料包壳材料为M5合金；

— 二次中子源组件数目为3个，假定每个组件中有4根二次中子源棒；

— 氚通过二次源包壳进入主冷却剂的渗透率：15%；

— 机组的年平均负荷因子预期工况下为0.9，设计基准工况下为1.0；

— 保守因子预期工况下为1.0，设计基准工况下为1.066；

— 预期工况下硼浓度为整个循环的平均值（711ppm），设计基准工况下硼浓度为

前循环前2/3平均值（888ppm）；

— 氚通过燃料包壳进入主冷却剂的扩散率：预期工况和设计基准工况为1.25%；

— 氢氧化锂中Li-6的丰度：预期工况为0.02（atm）%，设计工况为0.04（atm）%；

— 氚排放管理的不确定性引入的年度氚排放量为5TBq。

由此计算出每台机组的年排放量：预期工况为38.8TBq/a，设计工况为49.8TBq/a。结合我国国家标准《压水堆核电厂运行状态下的放射性源项》（GB/T 13976-2008）中的相关内容，并考虑适当的保守性，设计方对每台机组每年经由气态和液态途径释放的氚源项最终确定为：

对于预期工况，气态氚源项为3.88TBq，液态氚源项为34.9TBq。

对于设计工况，气态氚源项为4.98TBq，液态氚源项为44.8TBq。

（4）C-14 源项

C-14 半衰期为 5730 年，它对集体剂量负担有重要的贡献。在压水堆冷却剂中，C-14 主要是由中子与冷却剂中的 O-17 和 N-14 分别发生核反应（n，α）和（n，p）产生。

结合《压水堆核电厂运行状态下的放射性源项》（GB/T 13976-2008）中的相关内容，并考虑适当的保守性，设计方对每台机组每年经由气态和液态途径释放的 C-14 源项最终确定为：

对于预期工况，气态 C-14 源项为 321GBq，液态 C-14 源项为 13.4GBq。

对于设计基准工况，气态 C-14 源项为 444GBq，液态 C-14 源项为 18.5GBq。

4.6.2 放射性废液管理系统及排放源项

放射性废液系统指具有控制、收集、处理、输送、贮存及排放放射性废液能力的系统，主要包括：

— 冷却剂贮存和处理系统（TEP）；

— 废液处理系统（TEU）；

— 核岛废液排放系统（TER）；

— 放射性废水回收系统（SRE）；

— 核岛排气和疏水系统（RPE）。

除此之外，其它已被污染或可能被污染的液体也由下列系统处理或收集：

— 化学和容积控制系统（RCV）；

— 反应堆换料水池和乏燃料水池冷却系统（PTR）；

— 蒸汽发生器排污系统（APG）；

— 常规岛废液排放系统（SEL）。

图4.6-1给出了正常运行工况下液态流出物的平衡图。

4.6.2.1 冷却剂贮存和处理系统（TEP）

根据不同的运行功能，TEP系统被分成冷却剂贮存和供给，净化，处理和除气系统4个运行部分：

— 冷却剂贮存和供给系统（TEP1）；

— 冷却剂净化系统（TEP2）；

— 冷却剂处理系统（TEP3、5、6）；

— 冷却剂除气系统（TEP4）。

（1） 系统功能

1）冷却剂贮存和供给系统（TEP1）执行以下的运行功能：

— 接收和贮存核电厂正常运行中由于燃耗、负荷变化（包括负荷跟踪）和启动与停机瞬态从反应堆冷却剂系统排放的冷却剂。

— 接收和贮存由核岛排气和疏水系统（RPE）收集的反应堆冷却剂。

— 贮存和供给除气后的除盐水到反应堆硼和水补给系统（REA），用于反应堆冷却剂的补给和更换。

2）冷却剂净化系统（TEP2）执行如下功能：

— 去除固体和离子杂质，降低待处理一回路冷却剂的放射性水平。

3）冷却剂处理系统（TEP3、5、6）执行以下功能：

— 将电站正常运行中暂存在 TEP1 系统中的反应堆冷却剂分离成含硼浓度为7000ppm 的浓缩硼酸和补给水，对补偿排放用的核岛除盐水分配系统（SED）除盐补给水进行除气操作。

4）冷却剂除气系统（TEP4）执行以下功能：

— 在反应堆冷却剂系统（RCP）压力容器顶盖因换料或者维修打开之前，去除反应堆冷却剂中的放射性气体和氢气。

— 当反应堆冷却剂系统压力容器顶盖闭合之后，去除 RCP 系统中溶入冷却剂中的氧气。

— 在机组功率运行时，如果反应堆冷却剂接近设计的放射性限值，或者冷却剂化学性质的要求，通过冷却剂除气系统除气，减少惰性气体和其它气体的浓度。

（2） 系统描述

冷却剂贮存和处理系统根据电厂正常运行工况设计。

1）冷却剂贮存和供给系统（TEP1）

冷却剂贮存和供给子系统主要由 6 个容积相同的冷却剂贮存箱以及一条除盐水母管和一条冷却剂母管组成。每一个冷却剂贮存箱都可通过电动阀与冷却剂母管或除盐水母管相连。在电厂正常运行时，始终保持一个冷却剂贮存箱与冷却剂母管连接，同时另一个贮存箱与除盐水母管连接。接收和输送冷却剂或除盐水可同时进行。

必要时，可使用硼酸蒸馏塔补给泵通过连接硼水管线和除盐水管线的旁路管线在冷却剂贮存箱之间输送液体。

2）冷却剂净化系统（TEP2）

— TEP2 将冷却剂从 TEP1 输送到 TEP3 并通过 TEP2 的除盐床进行除盐过滤，混床除盐床充满阴阳树脂，用来清除未被 RCV 系统净化除盐床去除的锂、铯和其他同位素离子。

— 一个筒式过滤器用来除去来自除盐器的树脂颗粒或通过除盐器的杂质。

— 除盐器和过滤器的设置，可以有效防止可溶和不溶杂质在冷却剂处理系统中聚集或再次进入反应堆冷却剂系统。

— 硼水通过硼水管线由蒸发器补给泵由贮存罐输送到冷却剂净化系统，净化后，冷却剂被输送到 TEP3 的硼酸蒸馏塔中。废树脂通过冲刷管道输送到固体废物处理系统 TES。

3）冷却剂处理系统（TEP3、5、6）

TEP3、5、6 有 4 种工作模式：

— 不需要除气操作的蒸馏分离，处理后复用

冷却剂通过一个硼酸蒸馏塔补给泵输送，经过两级再生式热交换后（分别回收硼酸蒸馏塔生产的浓硼酸以及蒸馏液的热量），进入硼酸蒸馏塔。通过加热沸腾，蒸发上

升的蒸汽通过两台蒸汽压缩机抽出并加压送入硼酸蒸馏塔热交换器壳侧，加热塔釜料液并冷凝。冷凝液收集罐和冷凝液罐收集冷凝液并完成汽水分离，通过冷凝液输送泵把冷却到 50℃的冷凝液输送到 TEP1 冷却剂贮存箱复用。冷凝液中硼浓度小于 2ppm，塔釜的硼酸溶液被浓缩到 7000ppm 通过硼酸输送泵输送到 REA 系统。

— 需要除气操作的蒸馏分离，处理后复用

在这种操作下，其他操作同上操作，但冷凝液在进入再生式预热器前，通过旁路进入 TEP6，除气后通过再生式预热器及后续冷却器冷却到 50℃输送到 TEP1 冷却剂贮存箱复用。

— 需要除气操作的蒸馏分离，处理后排放冷凝液

当冷凝液水质不达标不可复用，如一回路氚含量超标需要排氚，处理后的冷凝液通过与上第 2 条相同的操作后，不输送到 TEP1 而直接输送到 TER 系统排放。

— 补给水除气

当冷凝液被部分排放后，需要补充除盐水。补给水由 SED 系统提供，通过补给水预热器加热进入 TEP6，除气后冷却到 50℃输送到 TEP1 冷却剂贮存箱贮存备用。

此外，特殊情况也可通过直接向 REA 系统输送通过补给水预热器加热后的除盐水，不通过除气单元 TEP6。

硼酸用 2 台硼酸输送泵中的 1 台通过再生式硼酸冷却器输送到 REA 系统。利用硼酸蒸馏塔进料冷却硼酸。硼酸输送泵下游的控制阀保证输送到 REA 系统的硼酸溶液浓度在 4%（7000ppm 硼）。

从冷凝液泵输出的蒸馏液被注入蒸汽压缩机吸入管嘴中，以保证压缩机排出的蒸汽达到饱和状态。这些蒸馏液的另一部分被输送到硼酸蒸馏塔的顶部用来净化蒸汽。

启动蒸发单元时，在蒸汽还没达到硼酸蒸馏塔顶部之前，用硼酸蒸馏塔循环泵下游的电加热器加热料液。这个电加热器需要一直使用直到蒸汽压缩机可以启动。在蒸发单元正常运行时，这个电加热器可以以小功率运行或者完全关闭。

由冷凝器收集的不凝气体在输送到 TEG 系统之前用气体冷却器冷却。分离出的不凝气主要由氢气组成，用氮气吹扫冷凝液罐，防止任何爆炸风险。

当处理单元停运时，用氮气吹扫硼酸蒸馏塔以清除蒸汽冷凝后可能残留的氢气。

SED 除盐水可以用作补给水，在被输送到冷却剂贮存箱前，SED 除盐水经过加热后送冷凝液除气塔除气。

SED 除盐水在预热后也可以直接通过补给水预热器送到 REA 硼酸混合单元，配置新的硼酸溶液。

4）冷却剂除气系统（高流量除气）TEP4

— 在电站正常运行和停堆前降低放射性气体或氢气含量

冷却剂通过下泄管线从 RCV 输送到冷却剂除气子系统 TEP4。除气后的冷却剂送回 RCV 系统。一回路冷却剂中脱除的气体送到 TEG 或 DWN 系统。

约 50°C 的反应堆冷却剂从 RCV 系统输送到冷却剂除气塔顶，逆流经过上升的蒸汽后脱溶解在其中的不凝气体。为了使料液沸腾，运行压力保持在 0.0125MPa（a）。在这一条件下，大部分冷却剂里溶解的气体会析出。

除气后冷却剂由除气输送泵送回 RCV 系统。泵下游有一条小流量管线回到除气塔。

除气塔循环泵将除气塔塔釜的反应堆冷却剂送到除气塔电加热器，以获得蒸发所需要的热量，再回到除气塔。

除气塔内上升的蒸汽基本全都被冷凝器冷凝，回流到除气塔的顶部塔盘。冷凝液被保持在沸点温度以防止析出的气体再次溶解。冷凝器下游的气体冷却器冷却和干燥析出的气体。

冷却剂在 50℃沸腾所需的真空度由除气塔真空泵保证，真空泵同时抽出除气塔内析出的气体。析出的气体与 TEG 系统注入的氮气混合，混合气体再送回 TEG 系统。

有两个吹扫气的注入点：

— 除气塔顶部用来控制塔内运行压力

— 真空泵出口端用来降低氢气浓度

管道内的氢气浓度总被保持在爆炸极限以下。

除气塔真空泵的密封液（除盐水）在密封液罐内与气体分离。密封液通过密封液冷却器和密封液过滤器循环回除气塔真空泵。

为保证除气塔内工作压力 0.0125MPa（a），注入除气塔真空泵吸入口端的密封液饱和蒸汽压必须低于吸入口端的工作压力。为达到这一状态，密封液冷却器需要把密封液冷却到大约 20℃。

— 换料后反应堆冷却剂除气

除吹扫气源和气体排放下游，其他除气运行与上述一致。

在排放气体放射性足够低或当 TEG 系统氧含量需降低时，气体可送到 DWN 系统。

如果 TEG 系统不可用或氧含量超过一定限值，则通过氮气分配系统注入氮气。

冷却剂贮存和处理系统的流程简图见图4.6-2。

（3） 主要设备特性

TEP系统的主要设备特性见表4.6-5。

4.6.2.2 废液处理系统（TEU）

（1） 系统功能

TEU 系统位于 BWX 厂房，为两台机组共用。用于监测、收集、贮存并处理机组正常运行期间及预期运行瞬态下产生的不可复用放射性废液，并将处理合格的废液送入废液排放系统（TER）排放。

TEU 系统处理四类放射性废液：工艺废液、化学废液、地面废液和洗涤废液。上述废液主要由核岛排气和疏水系统、放射性废水回收系统收集。

（2） 系统描述

放射性废液根据放射性浓度和化学组份主要由 RPE 系统和 SRE 系统分类收集，然后送至 TEU 系统贮槽分别贮存。按照废液的特性分别采用下述方法进行处理。

— 工艺废液为化学杂质含量低的放射性废液，可由除盐、蒸发+除盐或暂存等多种方式进行处理；

— 化学废液的化学杂质含量及放射性浓度均较高，可由蒸发、蒸发+除盐或暂存等多种方式进行处理；

— 地面废液和洗涤废液的放射性浓度较低，含悬浮固体和纤维物质等，可采用过滤工艺处理，若地面废液放射性活度较高时，也可由过滤+蒸发进行处理。

TEU 系统划分为废液贮存子系统、废液处理子系统、化学加药子系统、取样分析子系统以及监测排放子系统，分别执行放射性废液收集及贮存、废液处理和处置、化学试剂贮存与加注和系统集中取样监测等功能。

a） 废液贮存子系统

废液贮存子系统分别设置工艺排水接收槽、地面排水接收槽、化学排水接收槽以及洗涤废液接收槽用于贮存不同类别的放射性废液。同类别贮槽均配备专门的排水泵，用于贮槽内废液的搅混和倒罐操作，并在贮槽达到设定液位时输送槽内的废液到废液处理子系统进行处理。

工艺排水进入工艺排水接收槽（TEU1110/1120BA），地面排水进入地面排水接收槽（TEU1310/1320/1330BA），化学排水由化学排水接收槽（TEU1210/1220BA）接收，洗涤废液由洗涤废液接收槽（TEU1410/1420BA）接收。每类贮槽中总有一个贮槽处于接收状态。贮槽装满后要进行搅拌、取样分析、添加化学试剂等，然后进行处理。

b） 废液处理子系统

废液处理子系统设计采用三种工艺用于分离在机组正常运行期间所产生废液中含有的放射性物质或化学组分：除盐、蒸发和过滤。

— 除盐处理单元

当废液需要采用除盐工艺进行处理时，先将废液于相应收集槽内混合搅拌，取样分析后，输送至除盐单元。除盐单元含有 3 台除盐床，可根据需要确定废液通过路径。除盐单元中的任何一除盐床均可根据需要被旁路。

当废液在蒸发单元处理之后需要再进行除盐操作时，蒸发处理过的废液可通过除盐床进行进一步处理。

— 蒸发处理单元

当废液需要采用蒸发工艺进行处理时，将废液于相应收集槽内混合搅拌，取样分析后，经由蒸发器进料泵输送至蒸发单元处理。若蒸发处理后废液满足排放要求，可直接送至监测槽内贮存，若不满足要求，则需经过除盐床进行进一步处理。

— 过滤处理单元

地面排水和洗涤废液一般由过滤进行处理后经取样分析合格后直接排往 TER 系统监测槽。过滤处理单元由三台过滤器组成。

c） 化学加药子系统

化学加药子系统配置相同容积的化学试剂罐和能够精确计量的计量泵及附属部件，以满足废液贮存时系统对废液的 pH 值等化学性质调节的需要。

d） 取样分析子系统

取样分析子系统配备专门的取样手套箱，将分布于系统内不同地点的取样管线汇集到一起进行取样操作及分析。以掌握废液在贮存和处理过程中的特性，随时跟踪各处理设备的状态。取样箱配备有通风、疏排水和管线冲洗等附属设施。

e） 监测子排放系统

监测排放子系统由监测槽、排放泵组成，用于收集经过废液处理子系统处理后废

液，取样合格后，排往核岛废液排放系统（TER）进行排放。

废液处理系统（TEU）的流程简图见图 4.6-3。

（3） 主要设备特性

废液处理系统（TEU）的主要设备特性列于表4.6-6。

4.6.2.3 核岛废液排放系统（TER）

（1） 系统功能

TER 系统运行功能如下：

— 收集来自 TEU 系统的达标废液和 TEP 的排氚废液，对这些废液进行暂存、混匀、监测，并有控制地向环境水体进行排放；

— 当 SEL 系统贮存能力不足、贮罐破裂或排往 SEL 系统的废液放射性水平较高时，接收该部分废液；

— 收集来自固体废物处理系统（TES）在废物辅助厂房（BQS）的地坑废液；

— 经取样分析或电厂辐射监测系统（KRT）监测，废液放射性水平超过排放管理限值时，将其送回 TEU 系统进行处理；

— 排放废液时，监测并记录废液的放射性剂量水平、流量和累计水量。

（2） 系统描述

TER系统配置三台容积相同的废液贮存罐，每台废液贮存罐配备一台废液排放泵，用于罐内废液的混匀和输送。废液排放泵出口设置取样设施，用于废液排放前的取样分析。三台废液贮存罐共用一根向环境的排放总管，排放总管上设有KRT系统的在线监测设备，监测排放废液的放射性水平。本系统所在厂房设有地坑，用于收集系统泄漏或放空的废液，地坑内设有地坑泵，用于将地坑内收集的废液送回废液贮存罐。

核岛废液排放系统（TER）的流程简图见图4.6-4。

（3） 主要设备特性

TER系统的主要设备特性见表4.6-7。

4.6.2.4 放射性废水回收系统（SRE）

（1）系统功能

SRE 系统分类收集下列场所产生的放射性废液或可能带有放射性的废液，然后送

往废液处理系统（TEU）进行处理。

— 放射性废物处理厂房（BWX）的各类疏排水；

— 热机修车间与仓库（BBH）产生的放射性废液；

— 厂区实验室（BBL）产生的放射性废液；

— 职业医疗室（BBC）产生的放射性废液。

（2）系统描述

— BWX厂房的各类疏排水

BWX厂房内产生的各类疏排水及地面冲洗水根据其废液性质收集到不同的废液地坑中，然后由地坑泵送至 TEU 系统进行处理。

— BBH厂房产生的放射性废液

BBH厂房内产生的放射性废液收集后，经 SRE 管线输送至 TEU 系统进行处理。

— BBL厂房产生的放射性废液

BBL厂房内产生的放射性废液收集后，经 SRE 管线输送至 TEU 系统进行处理。

— BBC厂房产生的放射性废液

BBC厂房产生的人体去污废液依靠重力流入 SRE 系统人体去污废液收集箱内，然后通过废液排放泵送到 TEU 系统进行处理。

SRE 系统工艺流程简图参见图 4.6-5。

（3）主要设备特性

SRE系统的主要设备特性见表4.6-8。

4.6.2.5 常规岛废液排放系统（SEL）

（1） 系统功能

SEL系统的功能为：

— 收集来自常规岛废液收集系统（SEK）和蒸汽发生器排污系统（APG）排放的潜在放射性废液收集，对于这些废液进行暂存、混匀、监测，并有控制地向环境水体进行排放；

— 经取样分析或电厂辐射监测系统（KRT）监测，废液放射性水平超过管理限值时，将其送回 TEU 系统进行处理；

— 排放废液时，监测并记录废液的放射性剂量水平、流量和累计水量。

（2） 系统描述

SEL 系统设置三个容积相同的废液贮存罐，每个废液贮存罐各配备一台废液排放泵，用于罐内废液的混匀和输送。废液排放泵出口设置取样设施，用于废液排放前的取样分析。三个废液贮存罐共用一根排放总管，排放总管上设有 KRT 系统的在线监测设备，监测排放废液的放射性水平。

系统所在厂房罐区和泵房各设有一个地坑，用于收集泄漏或排空的废液，各地坑内设有一台地坑泵，用于将地坑内收集的废液送回废液贮存罐。

SEL 系统工艺流程简图参见图 4.6-6。

表 4.6-9 给出了常规岛废液排放系统的主要设备及特性。

4.6.2.6 核岛排气和疏水系统（RPE）

（1）系统功能

核岛排气和疏水系统（RPE）收集核岛内产生的放射性废液和废气，它们来自：

— 机组正常运行；

— 换料停堆、维修停堆各阶段及随后的启动；

— 设备维修及维修前设备排水；

— 正常泄漏和事故泄漏；

— 各种瞬态。

根据废物的特性以及收集后的处理方式，这些废物将分别由各自的管网输送到下游系统进行处理或监测排放。

（2）系统组成

RPE 系统收集来自反应堆厂房，安全厂房，核辅助厂房，燃料厂房以及进出厂房的放射性废物。根据废物的种类、来源，以及处理方式分类收集，可使得对每组排放物进行最优的处理。

系统接收废物分类如下：

a) 可复用废液

1) BRA 厂房产生的反应堆冷却剂废液

这些排放物是含氢的反应堆冷却剂，主要来自：

— 一回路系统的泄漏；

— 堆腔内部泄漏；

— 稳压器除气管线；

— 真空泵相分离器的排放；

— 稳压器安全的泄漏收集于稳压器泄压箱；

— 一回路系统的管道和设备的排放和通风。

除稳压器泄压箱的排水外，其他废液均收集于反应堆冷却剂疏水箱（由 TEG 系统吹扫）或一回路废液收集箱。反应堆冷却剂疏水箱内的废液经热交换器冷却后排向 TEP 系统，废气排向 TEG 系统。

一回路废液收集箱通常在停堆期间使用，收集来自一回路系统的排气和疏水，一回路废液收集箱排气连接到安全壳换气通风系统（EBA）。

2) 核辅助厂房（BNX）反应堆冷却剂废液

下述废液收集于核辅助厂房内反应堆冷却剂收集箱中，经泵输送到 TEP 系统处理：

— 传输主反应堆冷却剂设备和管道的排水；

— 安全阀的排放。

3) 安全厂房（BSA/B/C）和燃料厂房（BFX）产生的反应堆冷却剂废液

这些废液主要来自维修期间安全注入系统（RIS）、安全壳热量导出系统（EHR）和反应堆换料水池和乏燃料水池冷却和处理系统（PTR）产生的反应堆冷却剂废液，经泵输送至 TEP 系统处理。

b) 不可复用废液

将收集的不可复用废液通过各自输送管网分别转运至下游处理系统或排放系统，且可以在运行状态符合技术、环境和经济的限制下实现必要的灵活性。

1) 工艺废液

主要来自清洗含有一回路冷却剂系统设备和管道的产生的废液，这些废液收集于各个厂房工艺废液收集箱。

工艺废液收集箱和厂房通风系统相连，且配置转运废液的疏水泵。

安全厂房和燃料厂房收集的工艺废液可以通过泵转运到位于核辅助厂房内的工艺废液中转箱。

工艺废液中转箱内的废液可以通过泵输送到位于核辅助厂房内的工艺废液暂存箱，再转送至废液处理系统（TEU）进行处理。

2) 化学废液

主要来自于核辅助厂房放射性实验室产生的废液及化学组分含量比较高的设备疏排水，收集在位于核辅助厂房的化学废液收集箱，经泵转送至 TEU 系统进行处理。

3) 地面废液 1

主要是核辅助厂房（BNX）、燃料厂房（BFX）、进出厂房（BAX）产生的潜在污染废液，主要来自控制区受污染的设备维修、泄漏以及冲洗地面产生的废液。依靠重力通过收集管网、管沟和漏斗流入各厂房相应的地面废液 1 地坑。地坑中配置地坑泵将废液转运定位于核辅助厂房内的地面废液 1 中转地坑。地面废液 1 中转地坑内的废液通过泵将废液输送至核辅助厂房内的地面废液暂存箱，然后再转送到 TEU 系统处理。

4) 地面废液 2

主要是安全壳环廊（BRB）、BRA、BAX、BFX 和 BNX 厂房产生的轻度污染或者没有污染的废液，主要来源于控制区域受轻度污染区的设备维修、泄漏和地面的冲洗废液。依靠重力通过收集管网、管沟和漏斗流入各厂房相应的地面废液 2 地坑。地坑中配置地坑泵将废液转运定位于核辅助厂房内的地面废液 2 中转地坑，地面废液 2 中转地坑内的废液通过泵将废液输送至核辅助厂房内的地面废液暂存箱，然后再转送到 TEU 系统处理。

5) 地面废液 3

这些废液一般没有污染，来自于非控制区设备维修、泄漏和地面冲洗废液。依靠重力通过收集管网、管沟和漏斗流入各厂房相应的地面废液 3 地坑。地坑中配置有地坑泵，可将废液转运位于 BNX 厂房内的地面废液 3 中转地坑，混匀取样分析后，再转送至常规岛废液收集系统（SEK）排放或 TEU 系统处理（管线上设置 KRT 监测仪表）。

c) 废气

除了反应堆厂房工艺疏水箱废气排至 EBA 系统外，收集反应堆冷却剂的疏水箱收集的废气均排至 TEG 系统，主要有：

— 反应堆容器的通风；

— 稳压器；

— RPE 系统疏水箱。

在一回路充水前，真空泵将启动对一回路进行抽真空操作。

一回路氮气吹扫、压力容器开大盖时以及一回路充水前的抽真空过程均会产生废

气，产生的这些废气由真空泵抽取。

RPE 系统工艺流程简图参见图 4.6-7。

表 4.6-10 给出了核岛排气和疏水系统的主要设备及特性。

4.6.2.7 放射性废液的排放源项

液态放射性流出物源项计算主要考虑TEP系统含^{3}H废液释放、TEU系统释放和二回路系统释放。

本工程运行状态下的放射性液态流出物放射性废液排放采用槽式排放的方式，即所有的放射性废液均通过TER或SEL系统取样分析达标后排放，流出物源项计算中考虑了其滞留衰变影响。由于蒸汽发生器传热管处一回路冷却剂向二回路系统的泄漏，二回路系统中流体也具有放射性。经二回路系统释放到环境中的放射性废液主要包括不回收的蒸汽发生器排污和二回路系统泄漏。

在运行状态下（除启动和停堆外），蒸汽发生器排污系统（APG）将蒸汽发生二次侧水通过除盐器处理后，返回二回路系统中复用。但当处理设施失效、冷凝器不能使用、或者二回路水质超标时，蒸汽发生器排污水不再复用，而直接通过常规岛废液排放系统（SEL）向环境释放。

在液态放射性流出物源项计算时，保守地假设循环寿期末蒸汽发生器内水相中所有放射性核素均在APG系统除盐器处理后通过废液排放系统向环境排放。

表4.6-11给出了本工程单台机组放射性废液年释放量，所有放射性废液在处理合格后排入大海。

4.6.3 放射性废气管理系统及排放源项

放射性废气系统收集、贮存反应堆正常运行工况和预计运行事件时产生的放射性废气，处理后经监测符合国家标准的相关要求后排入大气。处理的废气包括含空气废气和含氢废气：

— 对放射性含氢废气进行控制、收集、输运、贮存、衰变和监测，直至达到允许向环境排放的水平时进行可控排放；

— 对放射性含空气废气进行控制、收集、输运和处理，直至达到允许向环境排放的水平时进行可控排放。

放射性废气系统主要包括废气处理系统（TEG）、空调、加热、冷却及通风系统和冷凝器真空系统（CVI）。

图4.6-8给出了正常工况下气载流出物平衡图。

4.6.3.1 废气处理系统（TEG）

（1） 系统功能

反应堆堆芯产生氙和氪等放射性裂变气体，部分裂变气体会释放到反应堆冷却剂中并随着工艺流体的交换进入电厂各一回路相关系统。同时，为控制一回路冷却剂氧浓度，通过化学和容积控制系统（RCV）向反应堆冷却剂加氢。由于氢气的易爆性，需对相连系统的设备进行氮气吹扫来控制设备中的氢气浓度。

TEG 系统主要执行如下运行功能：

— 通过连续吹扫来平衡与TEG系统相连容器气空间的压力变化；

— 将放射性物质包容在本系统中，防止放射性气体释放到设备所在厂房；

— 用氮气吹扫冷却剂除气产生的废气并处理；

— 吹扫系统设备，限制H_2/O_2浓度低于可燃气体浓度下限，避免氢爆风险；

— 处理与本系统相连系统在电厂启动和停堆期间所产生的大流量气体；

— 滞留惰性气体，使其释放到大气前，放射性活度降到环境可接受的水平。

（2） 设计准则

TEG 系统设计准则如下：

— 吹扫含有反应堆冷却剂的容器，置换出气相空间的氢气和放射性惰性气体，维持氢浓度在4%以下，氧浓度在2%以下，避免燃爆的潜在风险；

— 建立一个闭环回路，吹扫气体经过氢氧复合后降低氢氧浓度后（氢浓度低于0.3%，氧浓度低于0.1%）进行复用，减少废气向环境的排放量；

— 根据上游系统要求，维持上游系统微负压（RCV容控箱除外）。同时充分考虑系统的密封性设计，防止放射性气体释放到厂房环境；

— 瞬态工况下循环回路中多余气体排入滞留单元，进行足够时间的衰变，方可通过DWN系统的烟囱排至环境，排放期间通过KRT系统连续监测。

1）废气压缩单元

废气压缩机和相关吹扫管线的流量设计准则是基于待吹扫贮罐和容器中的最大氢

气量的稀释流量要求，废气压缩机能为与 TEG 系统相连设备提供足够的氮气吹扫流量，使系统中 H_2/O_2 浓度低于爆炸限值。

正常运行时，通过废气压缩机的吸入压力维持上游系统微负压。

2）复合单元

复合器设计的目的主要是使吹扫气体中氢气和氧气发生催化复合反应。H_2 和 O_2 的最大体积浓度分别为 4%和 2%。

H_2 和 O_2 在催化作用下发生复合反应，催化剂的量取决于催化剂的类型和待处理气体的最大流量。

复合反应可在室温下进行，在复合器设计中考虑配置了加热棒，保证氢氧复合的启动速率及可靠性。

3）滞留单元

机组正常功率运行（包括负荷跟踪）时，系统处于稳态运行模式，TEG 系统基本保持闭环运行。

机组启动、停运等工况时，系统进入波动运行模式，相连系统设备的大量气体进入 TEG 系统，造成 TEG 系统压力增加。过量气体进入活性炭滞留单元进行处理，这部分气体主要包括一回路冷却剂膨胀产生、开盖前反应堆压力容器气空间吹扫产生、TEP 系统冷却剂贮存箱补充除盐水产生、相关容器检修过程中的吹扫氮气等。含有氙、氪等放射性核素的废气经过一定时间的滞留衰变后，则通过 DWN 系统的烟囱进行排放。

系统描述

根据系统运行功能，TEG 系统划分为 6 个子功能单元，分别是氢氧复合单元、废气压缩单元、气体分配单元、安全壳隔离单元、滞留单元和热交换器冷冻水供应单元。

— 氢氧复合单元：主要功能是降低循环吹扫气体中的氢气和氧气浓度，为吹扫单元提供满足要求的载气。氢氧复合单元主要包括气体干燥器、氢气、氧气和氮气供应、氢气/氧气测量回路和氢氧复合器。

— 废气压缩单元：主要功能是通过压缩气体维持本系统内气体循环的动力。废气压缩单元主要包括冗余设置的两台压缩机及密封液供应回路、压缩机出口的压力和流量调节回路以及压缩气体预干燥设备。

— 气体分配单元：主要功能是通过吹扫带出各容器气空间中的氢气、氧气和放射性气体等，维持设备运行的压力和氢氧浓度限值要求，限制放射性气体向

设备所在的厂房环境释放。气体分配单元主要包括核辅助厂房的吹扫管线、反应堆厂房的吹扫管线、安全厂房吹扫管线、燃料厂房吹扫管线。

— 安全壳隔离单元：主要包括在反应堆厂房吹扫管线上设置的四个安全壳隔离阀，为反应堆厂房的吹扫管线提供安全壳隔离功能。

— 滞留单元：主要功能是衰变处理放射性废气，使废气的放射性活度在向环境排放前降低至环境可接受的水平，并满足法规标准要求。滞留单元主要包括为滞留床、电加热器、硅胶干燥器、气体过滤器、取样管线、向通风系统的排放管线和放射性活度连续监测设备。

— 冷冻水供应单元：主要功能是为TEG系统各热交换器提供冷冻水。热交换器冷冻水供应单元主要包括为TEG系统各热交换器供应冷冻水的管线和阀门。

废气处理系统主要设备参数见表4.6-12。

废气处理系统（TEG）的工艺流程简图见图4.6-9。

4.6.3.2 空调、加热、冷却及通风系统

（1） 系统功能

— 用各种加热、冷却、通风和空调系统对每一个可能污染的厂房进行采暖、空调和降温以提供一个温暖的和空气质量良好的环境，确保操作人员的舒适、安全、健康以及设备的有效运行和完整性。

— 控制空气气流从污染较少的区域流向污染逐渐增加的区域，并使各厂房内可能被污染区域的全部通风空气经监测后，通过烟囱排放。

— 对通风排气进行过滤和除碘处理，以减少气载物质向大气环境的排放。

（2） 系统描述

该系统的主要设备有进气预过滤器、排气预过滤器、高效空气粒子过滤器、碘吸附器等。

— 进气预过滤器：进风口处的过滤器用来过滤气体中的尘埃。这些过滤器效率相对较低，但根据现场具体条件也可安装效率较高的过滤器。

— 排风预过滤器：此种预滤器用于排风系统，设在HEPA过滤器的上游，通过过滤排风中的大粒径尘埃颗粒来延长HEPA过滤器的使用寿命。

— 高效空气粒子过滤器（HEPA）：HEPA过滤器用于过滤较小粒径的粉尘颗粒，

过滤器的过滤因子不小于1000。

— 碘吸附器：碘吸附器用在各通风系统中以吸收悬浮在空气中的放射性碘。新的碘吸附器过滤因子至少为1000（甲基碘）。运行时，安全级系统中（事故工况下需要的过滤器）的碘吸附器最小过滤因子为100，其他系统（运行时需要过滤器）为10。

— 碘吸附器加热器：碘吸附器加热器位于碘吸附器上游，用来限制空气相对湿度低于70%。

— 冷却盘管：通风系统在空调环路中使用冷却盘管。盘管为带翅片铜管。设有滴水盘和排水管，用于收集并排出冷凝水。盘管由冷冻水系统（DEL或DER）和/或核岛厂房内的设备冷却水系统（RRI）冷却。

— 送风/再循环/排风机：风机用作通风系统的送风机、再循环风机或排风机。它们是离心式或轴流式，取决于系统风量和压头损失。由直连电机驱动。

— 电加热器和加热盘管：通风系统采用电加热器或加热盘管（由热水系统加热）加热。在有氢气危险的区域（蓄电池室等），加热器或加热盘管为防爆型。

— 加湿器：加湿器用于确保必要的相对湿度条件。

4.6.3.3 冷凝器真空系统

冷凝器真空系统（CVI）的主要功能是保持冷凝器的真空度在正常运行所要求的水平。同时，把抽出的气体输送至 DWN 系统或在起动时抽出气体直接排入大气。该系统本身不具备放射性废气的贮存、处理功能。

当蒸汽发生器传热管破损时，一回路冷却剂从蒸汽发生器一次侧向二次侧泄漏，从而造成 CVI 系统抽出的气体带有放射性。系统为此设置了放射性气体监测系统。

4.6.3.4 放射性废气的排放源项

太平岭核电厂一期工程运行状态下气态放射性核素向环境释放的途径主要有以下三种：

— 通过TEG系统向环境释放；

— 通过厂房通风系统向环境释放；

— 通过二回路系统向环境释放。

其中，TEG 系统中气态放射性核素来自于放射性液体储罐和一回路冷却剂系统的气相空间的吹扫以及对于一回路冷却剂的脱气。厂房通风系统中气态放射性核素来自于各放射性设备的泄漏以及开放水面的蒸发。二回路系统中气态放射性核素来自于蒸汽发生器一二次侧泄漏情况下冷凝器真空系统对不凝气体的抽气。

（1）通过 TEG 的释放

TEG 系统的主要运行功能是为与冷却剂相连的各辅助系统提供连续的氮气吹扫并维持设备运行要求的负压以防止放射性气体泄漏至设备间，主要吹扫对象包括核岛疏水排气系统（RPE）的反应堆冷却剂疏水箱、化学和容积控制系统（RCV）的容控箱、冷却剂贮存和处理系统（TEP）的贮罐及除气单元、反应堆硼和水补给系统（REA）的贮罐、RPE 系统的冷却剂废液收集箱（除反应堆冷却剂疏水箱外）等。经过各分支管线吹扫后的气体通过压缩机的抽吸汇合至一条管线重新进入复合器上游气体干燥器的入口，并通过复合器去除吹扫气体中的氢和氧以防止氢气在设备中的积累及控制冷却剂中的氧含量。氢氧复合后的吹扫气体进入废气压缩机，废气压缩机的出口管线上设有调节阀，用于维持压缩机出口的压力恒定。经过压缩机的气体先由预干燥器进行干燥，再重新对 TEG 相连系统设备气空间进行吹扫。

依靠上述运行过程，吹扫管线基本构成了一个闭式循环，功率运行期间进入 TEG 系统的废气在循环管线内实现循环吹扫，基本没有废气排入衰变箱，但由于循环管线接口处的泄漏会造成放射性环境释放，泄漏的放射性气体通过 DWN 碘过滤单元后通过烟囱排放环境。机组停堆期间反应堆冷却剂系统脱气产生气量较大，计算中考虑废气全部进入 TEG 衰变箱贮存衰变后排放环境。

（2）通过厂房通风系统的释放

气态放射性核素通过厂房通风系统向环境的释放可能发生在反应堆厂房、核辅助厂房、废物厂房、燃料厂房、安全厂房以及汽轮机厂房中，废物厂房与核辅助厂房的计算模型相同，流出物源项计算中将废物厂房通风系统的释放合并到核辅助厂房通风系统释放中统一考虑。

反应堆厂房通风系统主要包括安全壳内部过滤系统（EVF）以及安全壳换气通风系统（EBA）。电站功率运行或热停堆时，EVF 系统连续运行，系统由安全壳上部空间取风，经初效过滤器、HEPA 过滤器及碘过滤器过滤后，送至安全壳内下部环廊空间，以降低壳内放射性碘及气溶胶的浓度。当有人员进入需要时，EBA 小流量系统投运，

以直流式通风降低安全壳内的大气放射性浓度，EBA 系统设置了 HEPA 以及碘过滤器。冷停堆期间 EVF 系统不需要运行，安全壳内通风主要由 EBA 系统实现。流出物源项计算中保守考虑忽略 EVF 系统的净化能力，EBA 通风系统通过 DWN 碘过滤后排放环境。

由于放射性液体以冷态或热态泄漏到核辅助厂房及废物厂房中，其中的放射性核素部分或者全部迁移到厂房空气中，保守假设这部分迁移到厂房空气中的放射性核素全部进入 DWN 系统（不考虑厂房滞留衰变），可能存在碘污染的房间通风通过 DWN 系统碘过滤列过滤后排放环境。

燃料厂房内燃料水池开放水面的蒸发是该厂房内气态放射性物质释放的主要途径，燃料水池中水的放射性浓度较低，蒸发进入燃料厂房空气中的放射性核素非常少，另外在这些气态放射性物质排入环境前还会经过高效过滤器过滤碘过滤器（必要时）。因此，燃料厂房气态流出物活度释放量相比其他气态途径释放可忽略。

安全厂房内与一回路冷却剂相关的系统泄漏会导致该厂房的气态放射性释放，由于安全厂房内的系统仅在电厂停堆期间投入运行，即在核电厂一个燃料循环内发生泄漏的时间以及泄漏量基本相比其他厂房内的泄漏可以忽略，因此，安全厂房气态流出物活度相比其他气态途径释放可忽略。

在二回路放射性污染的情况下汽轮机厂房内的给水泄漏蒸发会导致气态放射性物质直接向环境释放，但考虑到这部分放射性释放相对于二回路冷凝器真空系统抽气排放可忽略，因此计算中忽略汽轮机厂房通风系统的释放。

综上，其他厂房通风系统的气态放射性释放量相比核辅助厂房以及反应堆厂房较小，故计算中主要考虑反应堆厂房通风系统以及核辅助厂房通风系统的释放。

（3）二回路系统的释放

二回路系统中的放射性气体来源于蒸汽发生器中一次侧向二次侧的泄漏，泄漏进入二次侧的放射性气体通过冷凝器真空系统向 DWN 系统经辐射监测后排放。

（4）氚和 C-14 源项

氚和 C-14 源项在 4.6.1 节中已经有所描述。

（5）气溶胶

设计方参照《压水堆核电厂运行状态下的放射性源项（GB/T13976-2008）》的有关内容，根据本工程在预期工况和设计基准工况下一回路冷却剂的活度谱，给出了本工程的气溶胶源项，单台机组预期工况和设计基准工况下分别为 2.17E-03GBq 和

3.14E-02GBq。

预期工况和设计基准工况下单台机组气载放射性流出物年释放总量见表 4.6-13。

太平岭核电厂一期工程气、液态排放源项（包括预期工况和设计基准工况）的主要计算参数见表 4.6-14。

4.6.4 放射性固体废物管理系统及废物量

固体废物处理系统（TES）是为核电厂运行和维修时所产生的废树脂、废过滤器滤芯、浓缩液、干废物等废物在处置之前提供收集、整备和临时暂存而设计的。固体放射性废物最终送往国家指定的区域中、低放废物处置场或厂址附近的中、低放废物处置场（如有）永久处置。

TES 系统处理以下几种废物：

— 干废物（废纸、抹布、塑料、金属等）

— 废离子交换树脂（简称“废树脂”）

— 废过滤器芯（简称“废滤芯”）

— 浓缩液

按废物性质对其进行处理：

— 蒸汽发生器排污系统（APG）废树脂排入 APG 废树脂分离罐，由真空抽吸装置将其装入指定容器中进行暂存，待其达到清洁解控水平后进行清洁解控；

— 表面剂量率≤2mSv/h 的废滤芯装入 200L 钢桶后，送 BQS 厂房进行超级压缩，再装入 400L 钢桶中进行水泥灌浆固定；表面剂量率＞2mSv/h 的废滤芯在废物处理厂房暂存一段时间后，再进行水泥灌浆固定处理；

— 浓缩液及放射性废树脂装入 400L 钢桶中进行水泥固化；

— 可压缩的干废物先在 200L 钢桶内进行初级压缩，将 200L 钢桶超级压缩成桶饼后，再装入 400L 钢桶用水泥灌浆固定处理。

（1）系统功能

TES 系统按不同的功能主要分为三部分：

第一部分为湿废物处理，包括湿废物的收集、暂存、转运、处理等过程，位于核辅助厂房（BNX）和废物处理厂房（BWX），其中核辅助厂房为单机组布置，废物处理厂房为两台机组共用。

第二部分为干废物分拣压缩打包线，位于废物辅助厂房（BQS），为一期工程建成，全厂六台机组共用。

最后一部分为废物货包暂存，位于废物暂存库（BQT），BQT为两台机组共用。

（2）系统描述

1）废树脂

在BNX厂房内RCV/PTR/TEP系统除盐器内的树脂需要更换时，首先注入除盐水使除盐器与废树脂贮槽间形成闭环回路，利用树脂冲排泵将废树脂冲排至废树脂贮槽。当BNX厂房废树脂贮槽内收集的废树脂达到设定值时，将废树脂输送至BWX厂房废树脂暂存槽中。BWX厂房内TEU系统产生放射性废树脂也送至废树脂暂存槽中处理。

当废树脂暂存槽中废树脂需进行水泥固化时，将贮槽内的废树脂送往废树脂计量槽中进行计量。400L钢桶由辊道传输系统传输至自动取封盖站位进行卸盖，再传输至湿料接收位与湿料加注罩配合接收计量好的废树脂，然后送至干料接收位与干料加注罩及桶内搅拌器配合进行水泥添加，同时启动桶内搅拌器进行水泥固化操作，固化完毕后将钢桶传输至自动取封盖站位进行封盖，再进行养护，最后通过厂内运输车辆将其运往BQT库暂存。

BNX厂房APG系统除盐器产生的废树脂，在正常情况下由水力冲排至APG树脂分离罐内。APG树脂分离罐接收树脂的同时通过底部的疏水管排水，接收结束后，经过一段时间存放，将树脂中的游离水排尽，再利用真空抽吸装置将废树脂装入桶中，APG废树脂桶运至BQT暂存。在特殊情况下（如蒸汽发生器破管），APG产生的废树脂放射性水平较高，此时通过管道支路，利用SED水将APG树脂冲排至废树脂贮槽中作为放射性废树脂处理。

2）废滤芯

水过滤器芯子用于保持水质并除去其中放射性活化的腐蚀产物和悬浮固体颗粒。

废过滤器芯子主要来自下列系统的过滤器：PTR、RCV、RPE、TEP、TEU系统。其中，布置在核辅助厂房（BNX）的系统产生过滤器芯失效时，需利用废滤芯更换装置来进行拆取、运输废过滤器芯子和装载新过滤器芯子等操作，布置在BWX厂房的TEU系统过滤器芯采用配套的转运更换转运装置进行更换。表面剂量率≤2mSv/h的废滤芯通过超压处理；表面剂量率>2mSv/h的废滤芯转运至废物处理厂房，在废物处理厂房暂存一段时间后，再进行水泥灌浆固定处理。

3）浓缩液

当TEU系统暂存的浓缩液需进行水泥固化时，将贮槽内的浓缩液通过管道送往浓缩液计量槽中进行计量。400L钢桶由辊道传输系统传输至自动开封盖站位进行卸盖，再传输至湿料接收位与湿料加注罩配合接收计量好的浓缩液，然后送至干料接收位与干料加注罩及桶内搅拌器配合进行水泥添加，同时启动桶内搅拌器进行水泥固化操作，固化完毕后将钢桶传输至自动开封盖站位进行封盖，再进行养护，最后通过厂内运输车辆将其运往BQT库暂存。

4）干废物的收集和处理

干废物（纸、衣服、塑料、金属等）在产生地经初步分类后装在不同颜色的塑料袋中，然后运输至 BQS 厂房，待未压缩废物积累到一定量之后，将这些废物通过叉车运至分拣压缩间的分拣箱，由倾倒装置倒入分拣箱进行分拣。首先将含水量较高的废物分拣至 200L 钢桶内，送至干燥器干燥。干燥后的废物重新送至分拣箱进行分拣。经初步分类后的废物在分拣箱中分为可压缩和不可压缩废物，为有效的防止反弹，压缩比大的废物和压缩比小的废物按一定比例放入 200L 钢桶。分拣箱内有剂量测量装置，可将剂量率较高和较低的废物进行合理混放，防止某一个桶剂量率偏高。在分拣箱内设置了液压剪，可将大块的需要切割的废物切成小块。分拣箱设三个工位，可同时供三名工人工作。

经分拣箱分拣后的可压缩废物（包括相对压缩比较大及相对压缩比较小的废物）装入 200L 可压缩钢桶。经分拣箱分拣装桶后的废物首先运输至初级压缩机工位，在 200L 桶内预压，对压出的空间可再次填充废物，反复压实满桶后封盖。对封装好的 200L 废物桶先进行打孔以方便超级压缩时气体和废液的排出，利用 2000t 超级压缩机将装有废物的 200L 可压缩桶压成钢桶饼。表面剂量率不大于 2mSv/h 的废过滤器芯子也在 200L 桶内被超级压缩机压缩成钢桶饼。

超级压缩后的桶饼被输送到优选盘。优选盘为多位置圆盘形装置，桶饼被分别放入该装置的一个空位后，根据厚度优化选择装入 400L 钢桶以达到一个 400L 钢桶内放尽可能多的桶饼的要求，通常一个 400L 钢桶可放 3~4 个桶饼。400L 钢桶装满桶饼后进行水泥灌浆固定，封盖后的 400L 钢桶送至废物暂存库暂存，要求 400L 钢桶的外表面剂量率不大于 2mSv/h。

对于表面剂量率大于2mSv/h的检修废物，则收集到400L钢桶中，运至BWX厂房暂

存衰变，经衰变后，若表面剂量率≤2mSv/h，则可运至BQS厂房进行分拣压缩打包处理；若表面剂量率仍>2mSv/h，可进行水泥灌浆固定处理。

5）废物暂存库

BQT 库贮存量按照暂存太平岭核电厂一期工程两台机组 5 年产生的放射性固体废物包进行设计。废物桶由废物转运车辆运到 BQT 库的操作区后，操作人员在操作区通过数控吊车和专用吊具把废物桶吊至桶检测间，根据桶的表面剂量率，用数控吊车把废物桶吊至指定区域暂存。400L 钢桶废物包按照其表面剂量率不同分别存放在贮存区Ⅰ和竖井区，垂直码放四层。表面剂量率>2mSv/h 的 400L 钢桶均采用屏蔽容器运输，屏蔽容器采用数控吊车远程开盖，有效降低对操作人员受辐照剂量。

固体废物处理系统（TES）的主要设备特性见表4.6-15。

太平岭核电厂一期工程单台机组放射性固体废物的预期产生量和设计产生量列于表4.6-16中。其单台机组干废物产量预期值综合考虑了其他三代机型、二代机型干废物预期产生值及运行值，故固体废物的预期产生量相对较为保守。随着新堆投用，机组运行经验得以累积、管理措施得以优化后，可考虑在该值的基础上对固体废物源项进行优化。

（3）放射性固体废物的最终处置

根据我国有关法规文件的要求，核电厂产生的放射性固体废物，在厂内暂存一段时间后，应送往国家指定的废物处置场进行处置。

放射性固体废物系统（TES）的工艺流程简图见图4.6-10。

4.6.5 乏燃料暂存系统

（1） 系统功能

乏燃料贮存系统的主要功能是对从反应堆中卸出的乏燃料组件，在运往后处理厂之前进行贮存和冷却。

（2） 系统描述

水下燃料贮存格架自由坐落在乏燃料水池的底部，由若干台相互独立的贮存格架组成，每台贮存格架又由若干个贮存小室连接组成。

水下燃料贮存格架采用不分区设计，共有 1020 个贮存小室，每个贮存小室仅能贮存一组燃料组件。其中 20 个下部装有滤网的贮存小室专门用来贮存破损燃料组件。

水下燃料贮存格架由贮存小室、底板、围板、支腿及连接紧固件等构成。水下燃料贮存格架的每个贮存小室的栅距为 280mm，在每个贮存小室外四壁，均安装有中子吸收材料，确保贮存的燃料组件满足次临界要求。

水下燃料贮存格架的支腿可以使用支腿调节工具调节支腿高度，以保证格架的水平和载荷均匀分配到水池。

水下燃料贮存格架的几何形状和设计要保证，当乏燃料水池吊车或辅助吊车在贮存小室上方就位时，可以垂直的插入或取出燃料组件。不再需要其他任何操作，以避免撞击或损坏燃料组件。

将根据中子毒物选用情况再确定是否需要采取在役监测中子毒物有效性措施。

表 4.6-1　堆芯裂变产物积累量（10^8GBq）

核素	堆芯最大活度	核素	堆芯最大活度
Ba-140	6.16E+01	Rb-88	3.55E+01
Ce-141	5.56E+01	Rb-89	4.73E+01
Ce-143	5.83E+01	Rh-103m	5.38E+01
Ce-144	4.24E+01	Rh-106	2.57E+01
Cs-134	8.71E+00	Ru-106	2.33E+01
Cs-136	2.51E+00	Sr-89	4.08E+01
Cs-137	5.08E+00	Sr-90	3.54E+00
Cs-138	6.60E+01	Sr-91	5.82E+01
I-129	1.48E-06	Sr-92	5.83E+01
I-131	3.15E+01	Tc-99m	5.38E+01
I-132	4.60E+01	Te-131	2.64E+01
I-133	6.71E+01	Te-131m	6.56E+00
I-134	7.74E+01	Te-132	4.51E+01
I-135	6.33E+01	Te-134	6.95E+01
Kr-83m	5.30E+00	Xe-131m	4.60E-01
Kr-85	4.06E-01	Xe-133	2.05E+01
Kr-85m	1.19E+01	Xe-133m	6.64E+00
Kr-87	2.46E+01	Xe-135	1.37E+01
Kr-88	3.48E+01	Xe-135m	2.16E+01
La-140	6.20E+01	Xe-138	8.71E+01
Mo-99	6.10E+01	Y-90	3.70E+00
Nb-95	5.84E+01	Y-91	5.00E+01
Pr-143	5.51E+01	Zr-95	5.87E+01
Pr-144	4.27E+01		

表 4.6-2　计算一回路冷却剂裂变产物活度谱的主要参数

反应堆参数	回路数目	3
	堆芯额定功率	3180MWt
	总流量	25450×3m^3/h
	堆芯入口温度（最佳估算）	292.6℃
	稳压器气相容积	30m^3
	稳压器液相容积	38m^3
	RCV 容控箱气相容积	8m^3
	RCV 容控箱液相容积	7m^3
	一回路容积（不包括稳压器）	290m^3
	主冷却剂压力	15.5MPa
燃料参数（冷态）	燃料棒总数	46728 根
	轴向分段	7
	堆芯径向分区	3
	铀装量	80.91t
	活性段高度	365.76cm
	包壳外径	0.950cm
	包壳内径	0.836cm
	芯块高度	1.35cm
	芯块直径	0.8192cm
	燃料密度	10.41g/cm^3
	燃料中 U-235 初始富集度	4.45%
	包壳表面铀沾污量	1g/3g
	包壳破口尺寸	34μm
运行参数	RCV 下泄流量	25（t/h）/50（t/h）
	RCV 阳床除盐因子	10
	RCV 混床除盐因子	10
	平均线功率密度	181.2W/cm
	主冷却剂寿期初硼浓度（天然硼）	1829ppm
	主冷却剂寿期末硼浓度（天然硼）	10ppm

*本项目实际采用 B-10 富集度为 35%的富集硼酸，转换关系为：天然硼浓度=1.793×富集硼浓度

表 4.6-3（1/2） 反应堆冷却剂活度谱

惰性气体、碘和铯的活度谱

核素	0.1GBq/t 碘当量台阶（GBq/t）		5GBq/t 碘当量台阶（GBq/t）		37GBq/t 碘当量台阶（GBq/t）	
	稳态	瞬态	稳态	瞬态	稳态	瞬态
Kr-85m	1.10E-1	2.51E-01	5.97E+0	1.33E+01	4.43E+1	9.87E+01
Kr-85	1.18E-3	1.18E-03	6.73E-2	7.92E-02	5.02E-01	5.90E-01
Kr-87	1.27E-1	2.76E-01	6.54E+0	1.57E+01	4.84E+01	1.16E+02
Kr-88	2.45E-1	5.97E-01	1.31E+1	2.98E+01	9.76E+01	2.21E+02
Xe-133m	5.13E-2	1.11E-01	2.89E+0	6.00E+00	2.15E+01	4.47E+01
Xe-133	1.50E+0	2.90E+00	8.46E+1	1.60E+02	6.30E+02	1.19E+03
Xe135	8.73E-1	1.15E+00	4.77E+1	6.44E+01	3.55E+02	4.79E+02
Xe-138	1.98E-1	5.66E-01	7.38E+0	2.12E+01	5.36E+01	1.54E+02
Σgas	3.1	5.9	168.3	310.5	1250.9	2306.0
I-131	6.16E-2	1.57E+00	3.45E+0	8.70E+01	2.57E+01	6.48E+02
I-132	9.07E-2	1.05E+00	2.74E+0	3.05E+01	1.95E+01	2.18E+02
I-133	1.06E-1	8.40E-01	4.97E+0	3.78E+01	3.67E+01	2.79E+02
I-134	7.60E-2	9.77E-01	4.36E-1	5.68E+00	1.85E+00	2.41E+01
I-135	7.40E-2	6.05E-01	2.05E+0	1.54E+01	1.45E+01	1.09E+02
ΣI	0.4	5.0	13.7	176.5	98.3	1277.4
I-131eq	0.1	1.9	5.0	99.2	37.0	736.2
Cs-134	1.97E-3	9.87E-01	1.13E-1	5.40E+01	8.42E-01	4.03E+02
Cs-136	1.36E-3	8.09E-02	7.38E-2	4.37E+00	5.48E-01	3.25E+01
Cs-137	2.86E-3	1.19E+00	1.63E-1	6.58E+01	1.22E+00	4.90E+02
Cs-138	2.01E-1	5.90E-01	7.31E+0	2.15E+01	5.30E+01	1.56E+02
Sr-89	8.19E-5	-	3.56E-3	-	2.61E-02	-
Sr-90	1.28E-6	-	6.54E-5	-	4.84E-04	-
Y-90	2.23E-7	-	1.09E-5	-	8.06E-05	-
Y-91	2.72E-6	-	1.10E-4	-	8.01E-04	-
Sr-91	2.47E-3	-	1.02E-2	-	2.96E-02	-
Sr-92	6.28E-3	-	2.05E-2	-	3.21E-02	-
Zr-95	1.28E-5	-	1.74E-4	-	1.09E-03	-
Nb-95	2.82E-6	-	1.45E-4	-	1.07E-03	-
Mo-99	6.85E-3	-	2.39E-2	-	4.67E-02	-
Tc-99m	2.91E-4	-	1.14E-3	-	2.95E-03	-
Ru-103	2.33E-5	-	1.88E-4	-	9.90E-04	-
Rh-106	2.53E-6	-	4.74E-5	-	3.19E-04	-
Ru-106	2.53E-6	-	4.74E-5	-	3.19E-04	-
Te-131m	9.71E-5	-	9.19E-4	-	5.19E-03	-
Te-131	1.30E-2	-	3.97E-2	-	4.34E-02	-
Te-132	3.25E-4	-	7.90E-3	-	5.51E-02	-
Te-134	1.81E-2	-	5.55E-2	-	6.41E-02	-
Ba-140	3.52E-4	-	8.69E-3	-	6.06E-02	-
La-140	9.72E-6	-	3.54E-4	-	2.57E-03	-
Ce-141	2.42E-5	-	2.01E-4	-	1.08E-03	-
Ce-143	4.51E-4	-	1.47E-3	-	2.30E-03	-
Pr-143	2.83E-6	-	1.29E-4	-	9.48E-04	-
Ce-144	3.95E-6	-	1.02E-4	-	7.18E-04	-
Pr-144	2.90E-6	-	9.99E-5	-	7.21E-04	-

表 4.6-3（2/2） 反应堆冷却剂活度谱

活化腐蚀产物预期源项

同位素	比活度（GBq/t）		
	稳态	瞬态	冷停堆峰值
Cr-51	3.30E-02	7.20E-01	1.00E+01
Mn-54	3.10E-03	9.10E-02	3.70E+00
Fe-59	3.30E-03	3.20E-02	1.90E+00
Co-58	8.30E-03	5.60E-01	4.00E+02
Co-60	7.60E-03	7.10E-01	2.50E+01
Sb-122	2.50E-03	5.20E-02	1.00E+01
Sb-124	1.10E-03	3.70E-02	5.50E+01
Ag-110m	2.10E-03	6.10E-02	9.70E+00

活化腐蚀产物设计基准源项

同位素	比活度（GBq/t）		
	稳态	瞬态	冷停堆峰值
Cr-51	1.70E-01	7.20E-01	1.00E+01
Mn-54	1.20E-02	9.10E-02	3.70E+00
Fe-59	2.60E-02	3.20E-02	1.90E+00
Co-58	5.70E-02	5.60E-01	4.00E+02
Co-60	5.10E-02	7.10E-01	2.50E+01
Sb-122	6.00E-03	5.20E-02	1.00E+01
Sb-124	3.90E-03	3.70E-02	5.50E+01
Ag-110m	8.50E-03	6.10E-02	9.70E+00

表 4.6-4（1/2）　二回路水和蒸汽中惰性气体、碘和铯的最大放射性浓度

核素	放射性浓度（GBq/t）	
	液相	汽相
Kr-85m	0.00E+00	2.06E-05
Kr-85	0.00E+00	2.34E-07
Kr-87	0.00E+00	2.25E-05
Kr-88	0.00E+00	4.59E-05
Xe-133m	0.00E+00	9.84E-06
Xe-133	0.00E+00	2.95E-04
Xe-135	0.00E+00	1.64E-04
Xe-138	0.00E+00	2.53E-05
总惰性气体	0.00E+00	5.83E-04
I-131	1.35E-03	1.35E-05
I-132	5.82E-04	5.82E-06
I-133	1.79E-03	1.79E-05
I-134	3.25E-05	3.25E-07
I-135	6.19E-04	6.19E-06
总碘	4.37E-03	4.37E-05
Cs-134	4.44E-05	1.11E-07
Cs-136	2.89E-05	7.22E-08
Cs-137	6.34E-05	1.59E-07
Cs-138	6.48E-04	1.62E-06
总铯	7.85E-04	1.96E-06

表 4.6-4（2/2）　二回路水和蒸汽中惰性气体、碘和铯的最大放射性浓度

核素	放射性浓度（GBq/t）	
	液相	汽相
Sr-89	1.37E-06	3.43E-09
Sr-90	2.54E-08	6.34E-11
Y-90	4.16E-09	1.04E-11
Y-91	4.22E-08	1.06E-10
Sr-91	1.33E-06	3.33E-09
Sr-92	1.01E-06	2.51E-09
Zr-95	5.80E-08	1.45E-10
Nb-95	5.80E-08	1.45E-10
Mo-99	2.42E-06	6.04E-09
Tc-99m	1.17E-07	2.93E-10
Ru-103	5.22E-08	1.31E-10
Rh-106	1.69E-08	4.23E-11
Ru-106	7.57E-11	1.89E-13
Te-131m	2.59E-07	6.47E-10
Te-131	4.18E-07	1.04E-09
Te-132	2.84E-06	7.10E-09
Te-134	9.25E-07	2.31E-09
Ba-140	3.20E-06	8.01E-09
La-140	1.31E-07	3.28E-10
Ce-141	5.80E-08	1.45E-10
Ce-143	1.15E-07	2.88E-10
Pr-143	4.99E-08	1.25E-10
Ce-144	3.80E-08	9.51E-11
Pr-144	5.13E-09	1.28E-11
Cr-51	8.96E-06	2.24E-08
Mn-54	6.34E-07	1.58E-09
Fe-59	1.37E-06	3.43E-09
Co-58	3.01E-06	7.52E-09
Co-60	2.69E-06	6.74E-09
Sb-122	3.08E-07	7.71E-10
Sb-124	2.06E-07	5.14E-10
Ag-110m	4.49E-07	1.12E-09

表 4.6-5（1/3） 冷却剂贮存和处理系统（TEP）的主要设备特性

序号	设备名称	设备类型	数量（台）	主要参数
1	硼酸蒸馏塔补给泵（TEP2120/2130PO-）	屏蔽泵	2	设计温度：100℃ 设计压力：12bar.g 材料：不锈钢 额定流量：12.6m^3/h
2	硼酸蒸馏塔循环泵（TEP3310/3320PO-）	屏蔽泵	2	设计温度：170℃ 设计压力：6bar.g 材料：不锈钢 额定流量：64 m^3/h
3	密封水泵（TEP3662/3672PO-）	离心泵	2	设计温度：100℃ 设计压力：6bar.g 材料：不锈钢 额定流量：3.6 m^3/h
4	硼酸浓度测量泵（TEP3720/3730PO-）	屏蔽泵	2	设计温度：170℃ 设计压力：6bar.g 材料：不锈钢 额定流量：2.2 m^3/h
5	硼酸输送泵（TEP3765/3775PO-）	屏蔽泵	2	设计温度：200℃ 设计压力：12bar.g 材料：不锈钢 额定流量：5.5 m^3/h
6	除气循环泵（TEP4301PO-）	屏蔽泵	1	设计温度：200℃ 设计压力：12bar.g 材料：不锈钢 额定流量：94 m^3/h
7	除气输送泵（TEP4601PO-）	屏蔽泵	1	设计温度：200℃ 设计压力：12bar.g 材料：不锈钢 额定流量：75 m^3/h
8	冷凝液输送泵（TEP5220/5230PO-）	屏蔽泵	2	设计温度：200℃ 设计压力：12bar.g 材料：不锈钢 额定流量：11.3 m^3/h
9	冷凝液除气循环泵（TEP6120PO-）	屏蔽泵	1	设计温度：200℃ 设计压力：12bar.g 材料：不锈钢 额定流量：9.8m^3/h

表 4.6-5（2/3）冷却剂贮存和处理系统（TEP）的主要设备特性

序号	设备名称	设备类型	数量（台）	主要参数
10	冷凝液除气输送泵（TEP6301PO-）	屏蔽泵	1	设计温度：200℃ 设计压力：12bar.g 材料：不锈钢 额定流量：9.8 m^3/h
11	蒸汽压缩机（TEP3602/12/22CO-）	压缩机	3	设计温度：170℃ 设计压力：6bar.g 材料：不锈钢 额定流量：5 m^3/h
12	真空泵（TEP4701CO-）	真空泵	1	设计温度：100℃ 设计压力：12bar.g 材料：不锈钢 额定流量：233m^3/h
13	再生式硼酸冷却器（TEP3103EX-）	换热器	1	外形尺寸：Φ139.7×2300
14	硼酸蒸馏塔热交换器（TEP3413EV-）	换热器	1	外形尺寸 Φ1100×4200
15	密封水冷却器（TEP3676EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ139.7×2200
16	除气冷凝器（TEP4401EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ650×4650
17	除气气体冷却器（TEP4501EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ550×5370
18	密封液冷却器（TEP4711EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ168.3×2100
19	冷凝液冷却器（TEP5105EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ139.7×1900
20	冷凝器（TEP5142EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ168.3×2355
21	再生式热交换器（TEP5401EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ168.3×2828
22	后续冷却器（TEP5402EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ168.3×3000
23	气体冷却器（TEP5501EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ168.3×2337
24	冷凝液除气凝汽器（TEP6201EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ508×2065
25	冷凝液除气气体冷却器（TEP6501EX-）	换热器	1	外形尺寸 Φ114.3×1560

表 4.6-5（3/3）冷却剂贮存和处理系统（TEP）的主要设备特性

序号	设备名称	设备类型	数量（台）	主要参数
26	硼酸蒸馏塔电预热器（TEP3401RS-）	加热器	1	外形尺寸 Φ356×2684
27	除气塔电加热器（TEP4311RS-）	加热器	1	外形尺寸 Φ610×3348
28	冷凝液除气塔电加热器（TEP6130RS-）	加热器	1	外形尺寸 Φ324×1350
29	补给水预热器（TEP6406RS-）	加热器	1	外形尺寸 Φ324×1300
30	冷却剂贮存罐（TEP1110/1120/1130/1140/1150/1160BA-）	罐体	6	外形尺寸 Φ4000×11680
31	硼酸蒸馏塔（TEP3501ZE-）	塔	1	外形尺寸 Φ2200×7970
32	冷却水罐（TEP3652BA-）	罐体	1	外形尺寸 Φ500×700
33	除气塔（TEP4201DZ-）	塔	1	外形尺寸 Φ1800×4840
34	冷凝液除气塔（TEP6101DZ-）	塔	1	外形尺寸 Φ800×6875
35	混床除盐器（TEP2211DE-）	离子交换器	1	——
36	树脂筛（TEP2233FI-）	过滤器	1	外形尺寸 Φ219.1×1155
37	树脂捕集器（TEP2301FI-）	过滤器	1	外形尺寸 Φ533×1285
38	密封水过滤器（TEP3675FI-）	过滤器	1	外形尺寸 Φ114×590

表 4.6-6（1/10） 废液处理系统（TEU）的主要设备特性

— TEU— 工艺废液贮存槽（TEU1210/1220BA）		
数量	2	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	50	m^3
— TEU—化学废液贮存槽（TEU1310/1320BA）		
数量	2	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	50	m^3
— TEU—地面废液贮存槽（TEU1410/1420/1430BA）		
数量	3	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	50	m^3
— TEU— 洗涤废液贮存槽（TEU1510/1520BA）		
数量	2	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	50	m^3

表 4.6-6（2/10） 废液处理系统（TEU）的主要设备特性

—TEU— 监测槽（TEU4110/4120BA）		
数量	2	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
有效容积	50	m^3
—TEU— 取样手套箱（TEU5110/5310CR）		
数量	2	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0.1	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
—TEU— 化学加药罐（TEU3310BA）		
数量	1	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
有效容积	0.2	m^3

表 4.6-6（3/10） 废液处理系统（TEU）的主要设备特性

—TEU— 冷凝液罐（TEU2810BA）		
数量	1	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0.6	MPa（g）
最高运行温度	170	℃
有效容积	1.3	m^3
—TEU— 浓缩液罐（TEU2010BA）		
数量	1	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0.6	MPa（g）
最高运行温度	170	℃
有效容积	12	m^3
—TEU— 蒸发器（TEU2750EV）		
数量	1	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0.6	MPa（g）
最高运行温度	170	℃
处理流量	4	m ³h
—TEU— 除盐器（TEU2210/2310/2410DE -）		
数量	3	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	1.5	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
最大流量	10	m ħ
树脂体积（湿）	1.5	m ³

表 4.6-6（4/10） 废液处理系统（TEU）的主要设备特性

—TEU— 再生式预热器（TEU2710EX）			
名称	数值		单位
	管侧	壳侧	
数量	1		台
材料	不锈钢	不锈钢	—
流体介质	待处理废液	冷凝液	—
最大运行压力	1.5	1.5	MPa（g）
最高运行温度	170	170	℃
设计流量	4	4	t/h
入口温度	25	100	℃
出口温度	81	44	℃
—TEU— 蒸发器热交换器（TEU2740EX）			
名称	数值		单位
	管侧	壳侧	
数量	1		台
材料	不锈钢	不锈钢	—
流体介质	浓缩液	蒸汽/冷凝液	—
最大运行压力	0.6	0.6	MPa（g）
最高运行温度	170	170	℃
设计流量	500	5.065	t/h
入口温度	103.7	116.9	℃
出口温度	109	116.9	℃

表 4.6-6（5/10） 废液处理系统（TEU）的主要设备特性

—TEU— 排气冷却器（TEU2820EX）			
名称	数值		单位
	管侧	壳侧	
数量	1		台
材料	不锈钢	不锈钢	—
流体介质	冷却水	蒸汽/冷凝液/不凝气体	—
最大运行压力	1.5	0.6	MPa（g）
最高运行温度	100	170	℃
设计热负荷	0.2		MW
设计流量	22	0.072（不凝气体） 0.25（蒸汽）	t/h
入口温度	38	104	℃
出口温度	≤45	100（冷凝液） 42（不凝气体）	℃
—TEU— 电加热器（TEU2730RS）			
数量	1		台
材料	不锈钢		—
最大运行压力	0.6		MPa（g）
最高运行温度	170		℃
最大流量	500		t/h
热功率	0.4		MW

表 4.6-6（6/10） 废液处理系统（TEU）的主要设备特性

—TEU— 蒸汽压缩机（TEU2910CO）		
数量	1	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0.6	MPa（g）
最高运行温度	170	℃
最大流量	8472	m^3/h
进口温度	104	℃
进口压力	0.1	MPa（a）
出口温度	116.9	℃
出口压力	0.18	MPa（a）
— TEU— 工艺废液泵（TEU1620PO）		
数量	1	台
类型	离心泵	—
材料	不锈钢	—
最高运行温度	70	℃
名义流量	50	m^3/h
— TEU—化学废液泵（TEU1720PO）		
数量	1	台
类型	离心泵	—
材料	不锈钢	—
最高运行温度	70	℃
额定流量	50	m^3/h

表 4.6-6（7/10） 废液处理系统（TEU）的主要设备特性

— TEU— 地面废液泵（TEU1820PO）		
数量	1	台
类型	离心泵	—
材料	不锈钢	—
最高运行温度	70	℃
额定流量	50	m^3/h
— TEU— 洗涤废液泵（TEU1920PO）		
数量	1	台
类型	离心泵	—
材料	不锈钢	—
最高运行温度	70	℃
额定流量	50	m^3/h
— TEU— 监测槽泵（TEU4210PO）		
数量	1	台
类型	离心泵	—
材料	不锈钢	—
最高运行温度	70	℃
额定流量	50	m^3/h
— TEU— 化学加药泵（TEU3110/3210PO）		
数量	2	台
类型	计量泵	—
材料	不锈钢	—
最高运行温度	70	℃
额定流量	0.15	m^3/h

表 4.6-6（8/10） 废液处理系统（TEU）的主要设备特性

— TEU— 化学加药泵（TEU3320PO）		
数量	1	台
类型	容积泵	—
材料	不锈钢	—
最高运行温度	170	℃
额定流量	0.027	m^3/h
— TEU— 蒸发器进料泵（TEU2120PO）		
数量	1	台
类型	离心泵	—
材料	不锈钢	—
最高运行温度	70	℃
名义流量	4	m^3/h
— TEU— 冷凝液泵（TEU2830PO）		
数量	1	台
类型	离心泵	—
材料	不锈钢	—
最高运行温度	170	℃
额定流量	5.3	t/h
— TEU— 再循环泵（TEU2720PO）		
数量	1	台
类型	离心泵	—
材料	不锈钢	—
最高运行温度	170	℃
额定流量	500	t/h

表 4.6-6（9/10） 废液处理系统（TEU）的主要设备特性

— TEU— 泵前过滤器（TEU1610/1710/1810/4010FI）		
数量	4	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0.1	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
最大流量	50	m^3/h
过滤精度	1000	μm
— TEU— 蒸发进料泵前过滤器（TEU2110FI）		
数量	1	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	0.1	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
最大流量	4	m^3/h
过滤精度	1000	μm
— TEU— 过滤器（TEU2610/2620/2630FI）		
数量	3	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	1.5	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
最大流量	20	m^3/h
过滤效率	98	%
过滤精度	5	μm

表 4.6-6（10/10） 废液处理系统（TEU）的主要设备特性

—TEU— 树脂截留过滤器（TEU2510/2520FI）		
数量	2	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	1.5	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
最大流量	10	m^3/h
过滤效率	98	%
过滤精度	25	μm
—TEU— 除盐器预过滤器（TEU2140FI）		
数量	1	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	1.5	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
最大流量	10	m^3/h
过滤效率	98	%
过滤精度	5	μm
—TEU— 蒸发器预过滤器（TEU2130FI）		
数量	1	台
材料	不锈钢	—
最大运行压力	1.5	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
最大流量	4	m^3/h
过滤效率	98	%
过滤精度	100	μm

表 4.6-7　核岛废液排放系统（TER）的主要设备特性

— TER—废液贮存罐（TER1110/1120/1130BA-）	
数量	3
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	750
工作压力， bar g	大气压
最高工作温度，℃	60
主要材料	不锈钢
— TER— 废液排放泵（TER1210/1220/1230PO-）	
数量	3
型式	离心泵
额定流量，m^3/h	250
额定扬程，mLC	40
最高工作温度，℃	60
主要材料	不锈钢
— TER— 泵房地坑泵（TER1930PO-）	
数量	1
型式	地坑潜水泵
额定流量，m^3/h	5
额定扬程，mLC	24
最高工作温度，℃	60
主要材料	不锈钢
— TER— 滞留池地坑泵（TER1910PO-）	
数量	1
型式	地坑潜水泵
额定流量，m^3/h	5
额定扬程，mLC	20
最高工作温度，℃	60
主要材料	不锈钢

表 4.6-8（1/2） 放射性废水回收系统（SRE）的主要设备特性

— SRE—地坑（SRE1110/1310/1410/1510BA-）		
数量	4	-
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	90	℃
全容积	5.8	m^3
— SRE—地坑（SRE1210BA-）		
数量	1	-
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	90	℃
全容积	4.6	m^3
— SRE—地坑泵（SRE1110/1210/1310/1320/1410/1510PO-）		
数量	6	台
类型	潜水泵	-
材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.0	MPa（g）
最高运行温度	90	℃
额定流量	10	m^3/h
—SRE— 就地取样箱（SRE1217GT-）		
数量	1	台
主体材料	不锈钢	
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	110	℃

表 4.6-8（2/2） 放射性废水回收系统（SRE）的主要设备特性

— SRE—职业医疗室人体去污废液收集箱（SRE3110BA-）		
数量	1	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	70	℃
有效容积	3.59	m^3
— SRE—职业医疗室人体去污废液排放泵（SRE3110PO-）		
数量	1	台
类型	离心泵	-
材料	不锈钢	-
最大运行压力	1	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
额定流量	7.5	m^3/h
— SRE—职业医疗室人体去污废液地坑泵（SRE3120PO-）		
数量	1	台
类型	潜水泵	-
材料	不锈钢	-
最大运行压力	1	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
额定流量	11	m^3/h

表 4.6-9　常规岛废液排放系统（SEL）的主要设备特性

— SEL— 废液排放贮存罐（SEL1110/1120/1130BA-）	
数量	3
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	750
工作压力，MPa（表压）	大气压
最高工作温度，℃	60
主要材料	碳钢
— SEL— 废液排放泵（SEL1210/1220/1230PO-）	
数量	3
型式	卧式离心泵
额定流量，m^3/h	250
额定扬程，mLC	40
最高工作温度，℃	60
主要材料	不锈钢
— SEL— 地坑泵（SEL1930PO-）	
数量	1
型式	地坑潜水泵
额定流量，m^3/h	5
额定扬程，mLC	24
最高工作温度，℃	60
主要材料	不锈钢
— SEL— 地坑泵（SEL1910PO-）	
数量	1
型式	地坑潜水泵
额定流量，m^3/h	5
额定扬程，mLC	20
最高工作温度，℃	60
主要材料	不锈钢

表 4.6-10（1/2） 核岛排气和疏水系统（RPE）的主要设备特性

过滤器（RPE1916FI-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	1	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.2	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
最大流量	86.4	m^3/h
过滤精度	5	μm
过滤效率	98	%

换热器（RPE3402EX-）			
名称	**数值**		**单位**
	管侧	壳侧	
数量	1		台
材料	不锈钢	不锈钢	-
流体介质	反应堆冷却剂	RRI 系统冷却水	
最大运行压力	1.5	1.35	MPa（g）
最高运行温度	150	90	℃
设计热负荷	0.45		MW
设计流量	40	76	m^3/h
入口/出口温度	63.4/48	38/45.6	℃

反应堆厂房反应堆冷却剂疏水箱（RPE3101BA-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	1	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0.4	MPa（g）
最高运行温度	250	℃
有效容积	5	m^3

反应堆厂房一回路废液箱（RPE3111BA-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	1	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	1.5	m^3

反应堆厂房和燃料厂房地面废液收集箱（RPE7101/7501BA-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	2	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	1	m^3

核辅助厂房化学废液收集箱（RPE5101BA-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	1	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.2	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	4	m^3

表 4.6-10（2/2） 核岛排气和疏水系统（RPE）的主要设备特性

安全厂房反应堆冷却剂废液收集箱（RPE1401/1501/1601BA-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	3	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.2	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	2	m^3
燃料厂房反应堆冷却剂废液收集箱（RPE1101/1201BA-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	2	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.2	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	2	m^3
核辅助厂房反应堆冷却剂废液收集箱（RPE1701BA-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	1	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.2	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	4	m^3
燃料厂房、安全厂房工艺废液收集箱（RPE4201/4301/4501/4701/4801BA-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	5	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.2	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	1	m^3
核辅助厂房工艺废液中转箱（RPE4601BA-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	1	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.2	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	4	m^3
核辅助厂房工艺废液和地面废液暂存箱（RPE5501/5701BA-）		
名称	**数值**	**单位**
数量	2	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0	MPa（g）
最高运行温度	100	℃
有效容积	50	m^3

表 4.6-11　单台机组废液放射性排放量（1/2）

预期工况　　单位：GBq/a

核素	TEP 释放	APG 排污	二回路给水	TEU 释放	总计
Sr-89	1.76E-05	4.04E-08	1.52E-06	7.64E-04	7.83E-04
Sr-90	3.03E-07	1.19E-09	2.41E-08	1.49E-05	1.52E-05
Sr-91	2.08E-08	9.97E-07	3.75E-05	---	3.86E-05
Sr-92	---	1.69E-06	6.35E-05	---	6.51E-05
Y-90	2.49E-07	1.51E-09	3.93E-09	1.46E-05	1.49E-05
Y-91	1.61E-06	1.65E-09	4.99E-08	7.11E-05	7.28E-05
Zr-95	2.84E-06	6.78E-09	2.40E-07	1.26E-04	1.30E-04
Nb-95	9.06E-07	1.71E-09	5.17E-08	5.89E-05	5.99E-05
Mo-99	3.49E-04	3.23E-06	1.22E-04	1.78E-03	2.25E-03
Tc-99m	3.50E-04	1.04E-07	3.90E-06	1.78E-03	2.13E-03
Ru-103	4.82E-06	1.14E-08	4.25E-07	2.02E-04	2.07E-04
Rh-106	---	1.07E-09	1.69E-10	---	1.24E-09
Ru-106	5.75E-07	1.52E-09	4.63E-08	2.78E-05	2.84E-05
Te-131m	8.11E-07	4.45E-08	1.67E-06	2.71E-07	2.80E-06
Te-131	2.06E-09	1.03E-06	3.74E-05	6.30E-10	3.84E-05
Te-132	2.08E-05	1.53E-07	5.76E-06	1.51E-04	1.77E-04
Te-134	---	2.11E-06	7.82E-05	---	8.03E-05
I-131	8.61E-03	3.00E-05	4.52E-03	1.95E-01	2.08E-01
I-132	---	2.25E-05	3.39E-03	---	3.41E-03
I-133	2.12E-04	4.86E-05	7.32E-03	7.83E-06	7.58E-03
I-134	---	1.05E-05	1.57E-03	---	1.58E-03
I-135	4.67E-09	2.70E-05	4.07E-03	---	4.09E-03
Cs-134	2.32E-03	9.83E-07	3.70E-05	6.94E-02	7.18E-02
Cs-136	1.19E-03	6.83E-07	2.57E-05	2.23E-02	2.35E-02
Cs-137	3.37E-03	1.43E-06	5.37E-05	1.02E-01	1.05E-01
Cs-138	---	1.93E-05	7.09E-04	---	7.28E-04
Ba-140	5.88E-05	1.71E-07	6.43E-06	1.77E-03	1.83E-03
La-140	6.00E-05	4.82E-09	1.70E-07	2.03E-03	2.09E-03
Ce-141	4.92E-06	1.19E-08	4.43E-07	1.99E-04	2.05E-04
Ce-143	5.17E-06	2.07E-07	7.80E-06	2.78E-06	1.60E-05
Ce-144	9.18E-07	2.44E-09	7.40E-08	4.41E-05	4.51E-05
Pr-143	8.61E-06	1.70E-09	5.15E-08	2.86E-04	2.95E-04
Pr-144	9.18E-07	1.24E-09	6.04E-09	4.41E-05	4.50E-05
Cr-51	6.61E-03	1.62E-05	6.09E-04	2.60E-01	2.67E-01
Mn-54	7.12E-04	1.52E-06	5.74E-05	3.43E-02	3.51E-02
Fe-59	7.00E-04	1.62E-06	6.10E-05	2.99E-02	3.06E-02
Co-58	1.82E-03	4.07E-06	1.53E-04	8.20E-02	8.40E-02
Co-60	1.77E-03	3.74E-06	1.41E-04	8.65E-02	8.84E-02
Sb-122	1.25E-04	1.19E-06	4.47E-05	6.07E-04	7.78E-04
Sb-124	2.39E-04	5.40E-07	2.03E-05	1.06E-02	1.08E-02
Ag-110m	4.81E-04	1.03E-06	3.89E-05	2.30E-02	2.36E-02
总计	2.90E-02	2.01E-04	2.32E-02	9.25E-01	9.77E-01
H-3					3.49E+04
C-14					1.34E+01

表 4.6-11　单台机组废液放射性排放量（2/2）

设计工况　　单位：GBq/a

核素	TEP 释放	APG 排污	二回路给水	TEU 释放	总计
Sr-89	1.05E-03	3.53E-06	1.33E-04	2.01E-03	3.19E-03
Sr-90	1.94E-05	6.41E-08	2.41E-06	4.22E-05	6.40E-05
Sr-91	9.85E-05	7.98E-06	3.00E-04	---	4.07E-04
Sr-92	2.89E-08	1.13E-05	4.23E-04	---	4.34E-04
Y-90	9.81E-06	1.06E-08	3.93E-07	4.01E-05	5.03E-06
Y-91	3.74E-05	1.08E-07	4.07E-06	7.34E-05	1.15E-04
Zr-95	4.97E-05	1.67E-07	6.29E-06	9.79E-05	1.54E-04
Nb-95	4.22E-05	1.38E-07	5.17E-06	9.34E-05	1.41E-04
Mo-99	4.33E-03	2.28E-05	8.59E-04	9.74E-04	6.19E-03
Tc-99m	4.31E-03	7.86E-07	2.96E-05	9.75E-04	5.32E-03
Ru-103	5.48E-05	1.86E-07	7.02E-06	1.02E-04	1.64E-04
Rh-106	---	2.52E-09	6.35E-09	---	8.87E-09
Ru-106	1.40E-05	4.63E-08	1.74E-06	2.99E-05	4.56E-05
Te-131m	9.07E-05	8.41E-07	3.17E-05	1.34E-06	1.25E-04
Te-131	2.30E-07	6.35E-06	2.30E-04	3.41E-09	2.37E-04
Te-132	1.54E-03	7.55E-06	2.84E-04	4.94E-04	2.33E-03
Te-134	---	1.31E-05	4.87E-04	---	5.00E-04
I-131	8.80E-01	3.39E-03	5.10E-01	8.80E-01	2.27E+00
I-132	4.29E-07	1.34E-03	2.01E-01	0.00E+00	2.02E-01
I-133	3.02E-01	4.42E-03	6.65E-01	4.93E-04	9.72E-01
I-134	---	1.22E-04	1.81E-02	---	1.83E-02
I-135	4.06E-03	1.53E-03	2.31E-01	---	2.36E-01
Cs-134	1.64E-01	1.08E-04	4.07E-03	3.29E-01	4.98E-01
Cs-136	9.95E-02	7.22E-05	2.72E-03	1.25E-01	2.28E-01
Cs-137	2.39E-01	1.57E-04	5.92E-03	4.84E-01	7.29E-01
Cs-138	---	1.41E-03	5.18E-02	---	5.32E-02
Ba-140	2.33E-03	8.49E-06	3.20E-04	3.10E-03	5.76E-03
La-140	1.42E-03	8.49E-06	1.23E-05	3.51E-03	4.95E-03
Ce-141	5.73E-05	3.26E-07	7.38E-06	4.65E-04	1.67E-04
Ce-143	1.64E-04	1.96E-07	5.20E-05	1.03E-04	2.22E-04
Ce-144	2.97E-05	1.38E-06	3.70E-06	3.91E-06	9.67E-05
Pr-143	6.22E-05	9.86E-08	4.78E-06	1.11E-04	1.78E-04
Pr-144	2.97E-05	1.27E-07	4.17E-07	6.32E-05	9.34E-05
Cr-51	4.83E-02	1.67E-04	6.27E-03	8.38E-02	1.39E-01
Mn-54	3.57E-03	1.18E-05	4.44E-04	7.60E-03	1.16E-02
Fe-59	7.53E-03	2.55E-05	9.61E-04	1.42E-02	2.27E-02
Co-58	1.67E-02	5.60E-05	2.11E-03	3.32E-02	5.21E-02
Co-60	1.52E-02	5.01E-05	1.89E-03	3.30E-02	5.01E-02
Sb-122	1.07E-03	5.70E-06	2.15E-04	2.31E-04	1.52E-03
Sb-124	1.14E-03	3.83E-06	1.44E-04	2.23E-03	3.52E-03
Ag-110m	2.53E-03	8.35E-06	3.15E-04	5.35E-03	8.20E-03
总计	1.80E+00	1.30E-02	1.71E+00	2.02E+00	5.53E+00
H-3					4.48E+04
C-14					1.85E+01

表 4.6-12（1/4） 废气处理系统（TEG）的主要设备特性

— 废气压缩机（TEG2106/2206CO）			
名称	**数值**		**单位**
数量	2		台
类型	液环式压缩机		-
主要承压部件材料	不锈钢		
最大运行压力	~2		MPa(g)
最高运行温度	100		℃
额定流量	125		Nm^3/h
出口压力	~0.8		MPa(g)
入口压力	-0.04~0.01		MPa(g)
— 测量气体压缩机（TEG1311/1321/1331/1506/1516CO）			
名称	**数值**		**单位**
数量	5		台
类型	隔膜压缩机		-
最大运行压力	1.2		MPa(g)
最高运行温度	100℃		℃
额定流量	0.288		Nm^3/h
出口压力	~0.03		MPa(g)
—气体干燥器（TEG1103EX）			
名称	**数值**		**单位**
	管侧	壳侧	
数量	1		台
主体材料	不锈钢	不锈钢	-
流体介质	除盐水	N_2，水蒸汽，少量惰性气体、H_2、O_2	
最大运行压力	2	1.2	MPa(g)
最高运行温度	100	100	℃
设计流量	5.4	0.156	t/h
入口温度	7	50	℃
出口温度	＜12	15	℃

表 4.6-12（2/4） 废气处理系统（TEG）的主要设备特性

— 气体冷却器（TEG1440EX）			
名称	**数值**		**单位**
	管侧	壳侧	
数量	1		台
主体材料	不锈钢	不锈钢	-
流体介质	N_2，水蒸汽，少量惰性气体、H_2、O_2	除盐水	
最大运行压力	2	2	MPa(g)
最高运行温度	400	100	℃
设计流量	0.31	4.68	t/h
入口温度	350	7	℃
出口温度	15	＜12	℃
— 密封液冷却器（TEG2123/2223EX）			
名称	**数值**		**单位**
	管侧	壳侧	
数量	2		台
主体材料	不锈钢	不锈钢	-
流体介质	除盐水	N_2，水蒸汽，少量惰性气体、H_2、O_2	
最大运行压力	2	2	MPa(g)
最高运行温度	100	100	℃
设计热负荷	~100		kW
设计流量	13.86	5.4	t/h
入口温度	7	35	℃
出口温度	12	20	℃

表 4.6-12（3/4） 废气处理系统（TEG）的主要设备特性

— 预干燥器（TEG6101EX）			
名称	**数值**		**单位**
	管侧	壳侧	
数量	1		台
主体材料	不锈钢	不锈钢	-
流体介质	除盐水，少量 N_2H_4	N_2，水蒸汽，少量惰性气体、H_2、O_2	
最大运行压力	2	2	MPa(g)
最高运行温度	100	100	℃
设计流量	0.8	0.31	t/h
入口温度	7	40	℃
出口温度	12	10	℃
— 密封液贮存箱（TEG2113/2213BA）			
名称	**数值**		**单位**
数量	2		台
主体材料	不锈钢		-
最大运行压力	2		MPa(g)
最高运行温度	100		℃
有效容积（如有）	0.25		m^3
— 活性炭滞留床（TEG6205/6211/6213FI）			
名称	**数值**		**单位**
数量	3		台
主体材料	不锈钢		-
最大运行压力	2		MPa(g)
最高运行温度	100		℃
总容积	5.3		m^3
— 硅胶干燥床（TEG6121DS）			
名称	**数值**		**单位**
数量	1		台
主体材料	不锈钢		-
最大运行压力	2		MPa(g)
最高运行温度	200		℃
总容积	0.09		m^3
硅胶再生加热器（TEG6117RS）			
数量	1		台
加热温度	200		℃
是否保温	是		-

表 4.6-12（4/4） 废气处理系统（TEG）的主要设备特性

— 冷凝液收集箱（TEG6901BA）		
名称	**数值**	**单位**
数量	1	台
主体材料	不锈钢	-
最大运行压力	0.9	MPa(g)
最高运行温度	60	℃
有效容积（如有）	0.022	m^3
— 复合器（TEG1420RV）		
名称	**数值**	**单位**
数量	1	台
主体材料	不锈钢	-
最大运行压力	2	MPa(g)
最高运行温度	400	℃
流量	125/250	Nm^3/h
— 测量气体干燥器（TEG1337GF）		
名称	**数值**	**单位**
数量	1	台
形式	电驱动冷却器	
主体材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.2	MPa(g)
最高运行温度	100	℃
— 测量气体干燥器（TEG1522GF）		
名称	**数值**	**单位**
数量	1	台
形式	电驱动冷却器	
主体材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.2	MPa(g)
最高运行温度	100	℃
— 氢氧测量柜（TEG1340/1350/1540AR）		
名称	数值	单位
数量	3	台
形式	立式柜	
主体材料	不锈钢	-
最大运行压力	1.2	MPa(g)
最高运行温度	60	℃

表 4.6-13（1/2） 单台机组废气放射性排放量

预期工况

单位：GBq/a

核素	TEG 释放	厂房通风系统释放	二回路释放	总计
Kr-85m	3.92E-01	3.42E+01	1.45E+00	3.60E+01
Kr-85	3.37E+02	4.15E-01	1.58E-02	3.37E+02
Kr-87	6.89E-08	3.87E+01	1.71E+00	4.04E+01
Kr-88	2.79E-02	7.32E+01	3.15E+00	7.64E+01
Xe-133m	5.45E-04	1.73E+01	6.70E-01	1.80E+01
Xe-133	4.71E+01	5.14E+02	1.97E+01	5.81E+02
Xe-135	---	2.79E+02	1.14E+01	2.91E+02
Xe-138	---	5.82E+01	2.63E+00	6.09E+01
惰性气体总量	3.85E+02	1.02E+03	4.08E+01	1.44E+03
I-131	---	1.20E-03	8.95E-05	1.29E-03
I-132	---	1.07E-03	6.71E-05	1.13E-03
I-133	---	1.79E-03	1.45E-04	1.94E-03
I-134	---	8.22E-04	3.10E-05	8.53E-04
I-135	---	1.01E-03	8.05E-05	1.09E-03
卤素总量	---	5.89E-03	4.13E-04	6.31E-03

Sr-89	1.95E-07	Cs-137	9.41E-04
Sr-90	1.84E-08	Cs-138	3.49E-04
Sr-91	4.80E-06	Ba-140	7.73E-07
Sr-92	1.13E-05	La-140	2.02E-08
Y-90	4.67E-10	Ce-141	5.41E-08
Y-91	6.67E-09	Ce-143	9.27E-07
Zr-95	3.30E-08	Ce-144	8.42E-09
Nb-95	6.73E-09	Pr-143	2.43E-08
Mo-99	1.44E-05	Pr-144	1.78E-08
Tc-99m	5.41E-07	Cr-51	7.34E-05
Ru-103	5.27E-08	Mn-54	7.52E-06
Ru-106	5.25E-09	Fe-59	7.45E-06
Te-131m	1.94E-07	Co-58	5.85E-05
Te-131	2.26E-05	Co-60	2.10E-05
Te-132	7.78E-07	Ag-110m	5.79E-06
Te-134	3.14E-05	Sb-122	5.90E-06
Cs-134	5.85E-04	Sb-124	7.92E-06
Cs-136	2.19E-05		
气溶胶总量	2.17E-03		
H-3	3.88E+03		
C-14	3.21E+02		

表 4.6-13（2/2） 单台机组废气放射性排放量

设计基准工况

单位：GBq/a

核素	TEG 释放	厂房通风系统释放	二回路释放	总计
Kr-85m	2.05E+01	1.86E+03	1.58E+02	2.04E+03
Kr-85	1.88E+04	2.32E+01	1.76E+00	1.89E+04
Kr-87	3.93E-06	1.93E+03	1.71E+02	2.11E+03
Kr-88	1.40E+00	3.97E+03	3.42E+02	4.31E+03
Xe-133m	3.04E-02	9.83E+02	7.62E+01	1.06E+03
Xe-133	2.65E+03	2.92E+04	2.23E+03	3.40E+04
Xe-135	---	1.54E+04	1.26E+03	1.67E+04
Xe-138	---	2.16E+03	1.94E+02	2.35E+03
惰性气体总量	2.15E+04	5.55E+04	4.43E+03	8.14E+04
I-131	---	7.74E-02	1.01E-02	8.75E-02
I-132	---	3.68E-02	3.98E-03	4.08E-02
I-133	---	9.64E-02	1.32E-02	1.10E-01
I-134	---	5.61E-03	3.59E-04	5.97E-03
I-135	---	3.37E-02	4.57E-03	3.83E-02
卤素总量	---	2.50E-01	3.22E-02	2.82E-01

Sr-89	1.44E-05	Cs-137	1.07E-02
Sr-90	5.91E-06	Cs-138	1.38E-02
Sr-91	2.14E-05	Ba-140	2.59E-05
Sr-92	3.91E-05	La-140	1.00E-06
Y-90	3.21E-08	Ce-141	5.83E-07
Y-91	5.12E-07	Ce-143	3.19E-06
Zr-95	8.17E-07	Ce-144	3.88E-07
Nb-95	5.01E-07	Pr-143	3.46E-06
Mo-99	5.36E-05	Pr-144	1.83E-07
Tc-99m	2.23E-06	Cr-51	3.70E-04
Ru-103	5.75E-07	Mn-54	2.78E-05
Ru-106	1.46E-07	Fe-59	5.67E-05
Te-131m	1.87E-06	Co-58	1.65E-04
Te-131	7.01E-05	Co-60	1.24E-04
Te-132	1.76E-05	Ag-110m	2.03E-05
Te-134	1.03E-04	Sb-122	1.33E-05
Cs-134	5.46E-03	Sb-124	1.40E-05
Cs-136	2.60E-04		
气溶胶总量	3.14E-02		
H-3	4.98E+03		
C-14	4.44E+02		

表 4.6-14（1/2） 运行状态下气液态流出物源项计算参数说明

序号	参数名称	参数取值
1	RCV 系统正常下泄流量	25t/h
2	RCV 除盐器去污因子	10
3	TEG 循环管线容积	344m^3
4	TEG 衰变箱贮存衰变时间	Kr：40h Xe：40d
5	TEG 系统的泄漏率	0m^3/h
6	TEP 蒸馏塔内汽水分配因子	碘：0.001
7	TEP 除盐器去污因子	10
8	TEP 蒸馏塔去污因子	1000
9	反应堆厂房一回路冷却剂泄漏率	6.5kg/h
10	泄漏一回路冷却剂在反应堆厂房内汽水分配因子	碘 10^{-3}
11	反应堆厂房自由空间体积	73500m^3
12	EBA 小流量通风流量	7000m^3/h
13	核辅助厂房一回路冷却剂泄漏率	冷：31kg/h 热：2kg/h
14	核辅助厂房一回路冷却剂泄漏汽水分配因子	冷：10^{-4} 热：10^{-3}
15	蒸汽发生器中放射性核素蒸汽携带因子	碘：0.01 其他：0.0025
16	APG 系统排污流量	63t/h
17	APG 系统除盐器去污因子	10
18	二回路给水系统泄漏率	32t/h
19	冷凝器中汽水分配因子	碘 10^{-4}
20	蒸汽流量	6336.9t/h
21	蒸汽发生器二次侧水装量	185.88t
22	蒸汽发生器一二次侧泄漏率	预期工况：1.5kg/s 设计工况：3kg/h
23	排氚一回路冷却剂在 TEP 系统内处理时间	24h
24	排氚一回路冷却剂在废液排放系统内贮存时间	CaseA：120h CaseB：24h
25	TEP 年排氚一回路冷却剂量	预期工况：2328t 设计工况：2988t
26	TEU 系统蒸发单元去污因子	1000
27	TEU 系统除盐床去污因子（单个）	10
28	废液在 TEU 系统内的处理时间	240h
29	TEU 处理后废液在废液排放系统内的贮存时间	CaseA：120h CaseB：24h

表 4.6-14（2/2） 运行状态下气液态流出物源项计算参数说明

序号	参数名称	参数取值
30	APG 排污在废液排放系统内贮存时间	0
31	二回路泄漏给水在废液排放系统内贮存时间	0
32	一回路水装量	233.8 t
33	一个燃料循环等效满功率天	488EFPD
34	TEU 系统处理地面排水量	6250 m^3
35	TEU 系统处理化学排水量	1500 m^3
36	TEU 系统处理工艺排水量	2250m^3
37	TEU 系统处理洗涤废水量	4000 m^3
38	地面排水放射性活度浓度	1.1%PCA
39	化学排水放射性活度浓度	66% PCA
40	工艺排水放射性活度浓度	22% PCA
41	燃料厂房乏燃料池水面蒸发率	0.476t/h
42	安全厂房地坑水面蒸发率	0.0572 t/h
43	废除处理厂房泄漏率	0.0498 t/h
44	IRWST 水面蒸发率	0.0135t/h

表 4.6-15（1/6） 固体废物处理系统（TES）的主要设备特性

废树脂贮槽		
数量	4	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0.7	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
有效容积	15	m^3
APG 树脂分离罐		
数量	2	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	常压	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
有效容积	3.5	m^3
废树脂暂存槽		
数量	2	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0.6	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
有效容积	8	m^3
废树脂冲排泵		
数量	2	台
类型	离心泵	-
材料	不锈钢	-
设计压力	1.2	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
额定流量	12.7	m^3/h
额定扬程	60	mLC

表 4.6-15（2/6） 固体废物处理系统（TES）的主要设备特性

废滤芯更换装置		
数量	2	台
材料	不锈钢/碳钢	-
废树脂输送泵		
数量	1	台
类型	螺杆泵	-
材料	不锈钢	-
设计压力	1.4	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
额定流量	12.7	m^3/h
额定扬程	90	mLC
废树脂转运泵		
数量	1	台
类型	离心泵	-
材料	不锈钢	-
设计压力	1.2	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
额定流量	12.7	m^3/h
额定扬程	60	mLC
树脂喷射器		
数量	2	台
材料	不锈钢	
类型	喷射器	-
设计压力	1.2	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
额定流量	2	m^3/h
额定扬程	10	mLC

表 4.6-15（3/6） 固体废物处理系统（TES）的主要设备特性

APG 树脂真空抽吸装置		
数量	2	套
材料	不锈钢/碳钢	-
生产能力	~10	min/桶
废滤芯更换转运装置		
数量	1	台
材料	不锈钢/碳钢	-
400L 钢桶自动开封盖装置		
数量	1	台
螺栓拧紧力矩	＞20	N.m
转运小车		
数量	1	台
速度	1~5	m/min
设计载荷	15	t
400L 钢桶抓具		
数量	3	台
类型	机械式	-
移动灌浆设备		
数量	1	台
重量	~1000	kg
生产能力	5~30	L/min
浓缩液计量槽		
数量	1	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0.6	MPa（g）
最高运行温度	110	℃
容积	~0.2	m^3

表 4.6-15（4/6） 固体废物处理系统（TES）的主要设备特性

废树脂计量槽		
数量	1	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	0.6	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
有效容积	~0.14	m^3
添加剂计量槽		
数量	1	台
材料	不锈钢	-
最大运行压力	常压	MPa（g）
最高运行温度	50	℃
容积	~0.02	m^3
脱水泵		
数量	2	台
类型	隔膜泵/螺杆泵	
额定流量	5	m^3/h
额定扬程	30	m
传输辊道		
数量	14	台
速度	1~5	m/min
最大单桶载荷	1.5	t
桶内搅拌器		
数量	1	台
材料	不锈钢/碳钢	
搅拌轴转速	0-300	r/min
处理能力	30~50	分钟每桶

表 4.6-15（5/6） 固体废物处理系统（TES）的主要设备特性

剂量检测装置		
数量	1	台
设备承装重量	1.5	t
剂量率检测探头数量	6	个
探头类型	GM 管	-
探头能量范围	60keV~3MeV	-
测量精度	±10 %	-
清洗水回收装置		
数量	1	台
吸水杆行程	~1200	mm
过滤头精度	100	μm
干混料输送装置		
数量	1	套
材料	不锈钢/碳钢	-
输送能力	0~3000	kg/h
屏蔽门		
数量	2	台
材料	碳钢	-
传输速度	1~5	m/min
废树脂转运容器		
数量	1	台
材料	不锈钢	-
有效容积	~0.4	m^3
废树脂取样装置		
数量	1	套
取样瓶容量	~125	mL

表 4.6-15（6/6） 固体废物处理系统（TES）的主要设备特性

分拣箱		
数量	1	台
分拣工位	3	个
剪切工位	1	个
初级压缩机		
数量	1	台
压力	200	kN
超级压缩机		
数量	1	台
压力	20×10^3	kN
优选盘		
数量	1	台
容纳桶饼数量	8	个
转台直径	~2500	mm
灌浆固定装置		
水泥进料装置进料能力	3.2	t/h
— 水泥料斗		
贮存型式	移动式容器	
数量	2	个
容积	1.5	m^3
远程数控吊车		
起吊重量	16	t
重复定位精度	≤5	mm
γ 检测仪		
能量范围	40	keV~MeV

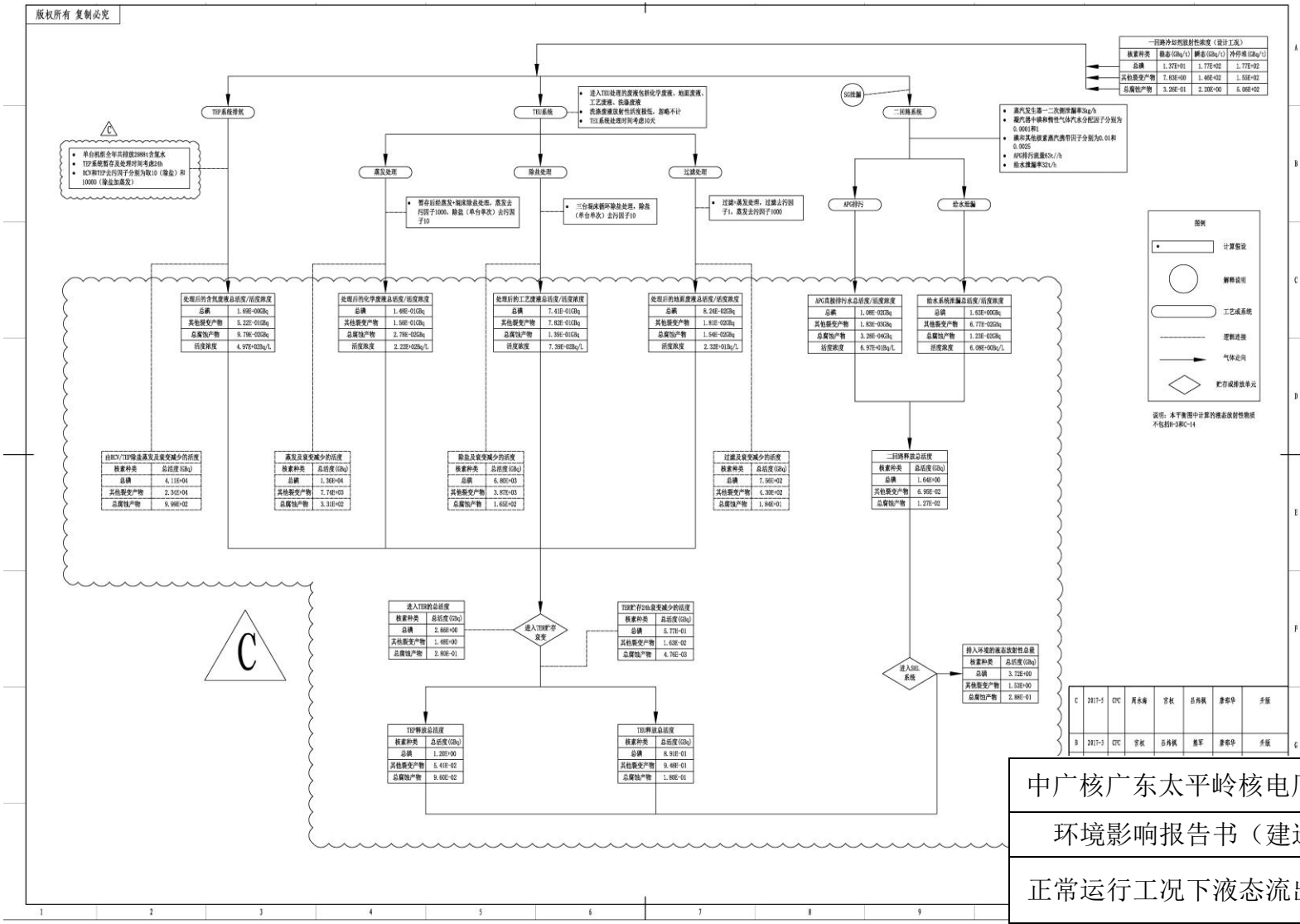
注：随着设计的深入，工艺设备配置以及性能可能会有所调整。

表 4.6-16　单台机组放射性固体废物的预期产生量和设计产生量

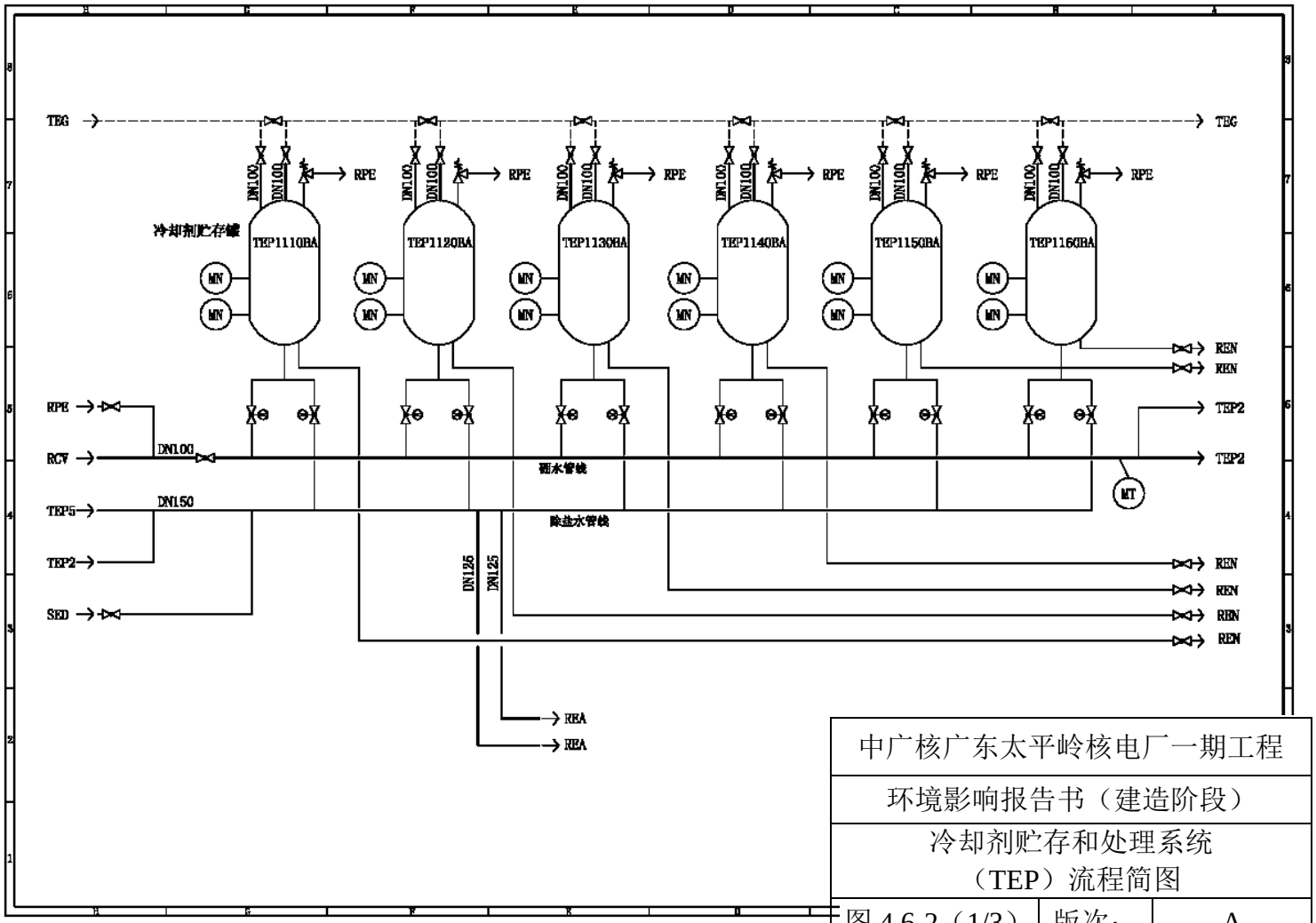
废物来源	设计值		预期产生量	
	整备前废物量	整备后废物桶数量	整备前废物量	整备后废物桶数量
放射性废树脂	9.9m^3	68 个	3.8m^3	26 个
APG 废树脂	19.2m^3	51 个 1)	17.07m^3	45 个 1)
浓缩液	10m^3	50 个	3.6m^3	18 个
废滤芯	87 个	87 个	22 个	22 个
干废物	172~198m^3	58~67 个 2)	172~198m^3	58~67 个 2)
桶数合计	/	263~272 个	/	124~133 个
合计	/	105.2~108.88m^3	/	49.6~53.2m^3

注：（1）正常工况下，APG 树脂剂量率极低，其作为待清洁解控废物，未计入最终废物货包体积；

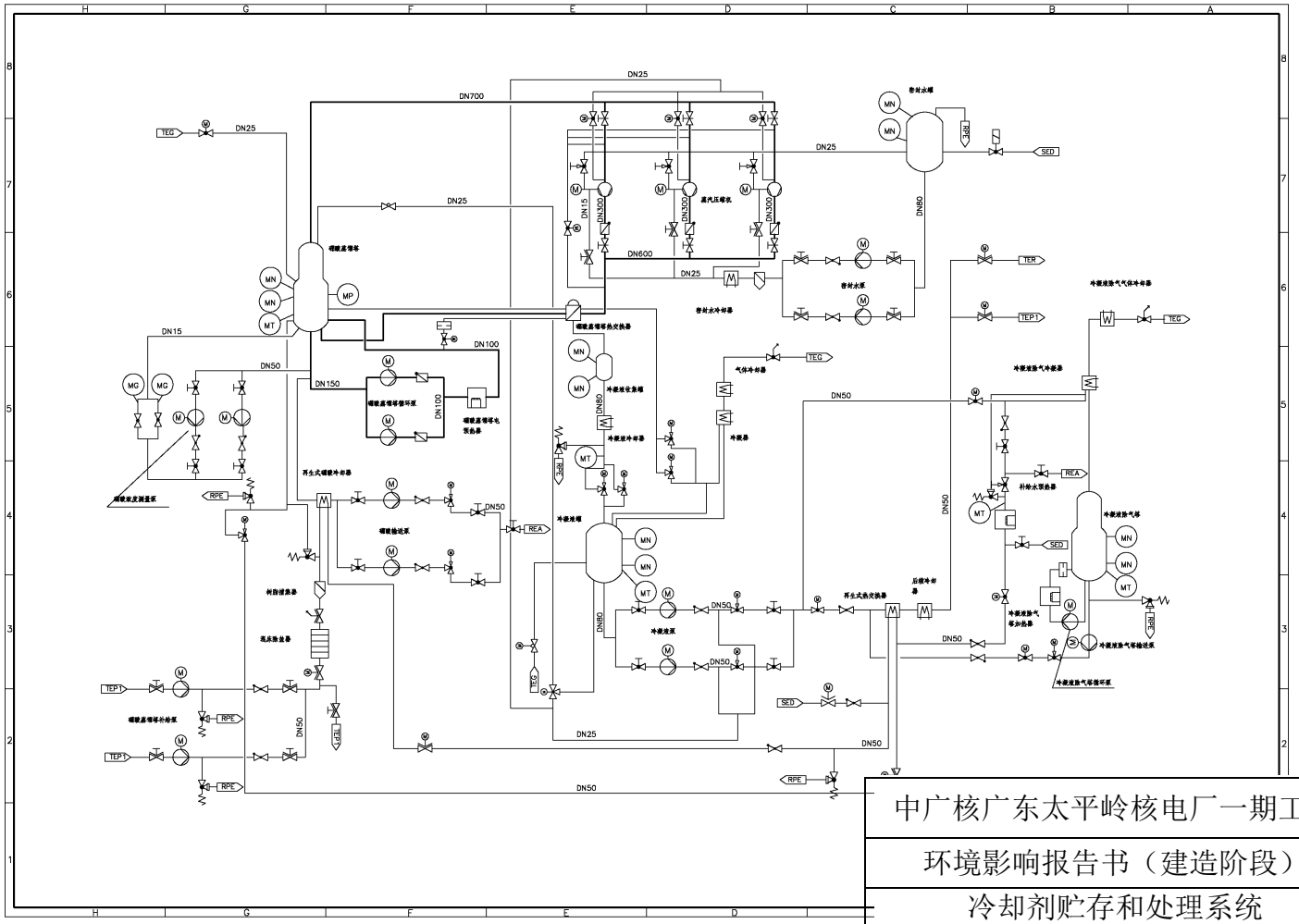
（2）干废物包括不易压缩废物、表面剂量率≤2mSv/h 的废过滤器芯子、其他易压缩废物；干废物按照运行经验数据统计，设计值和预期值相同。



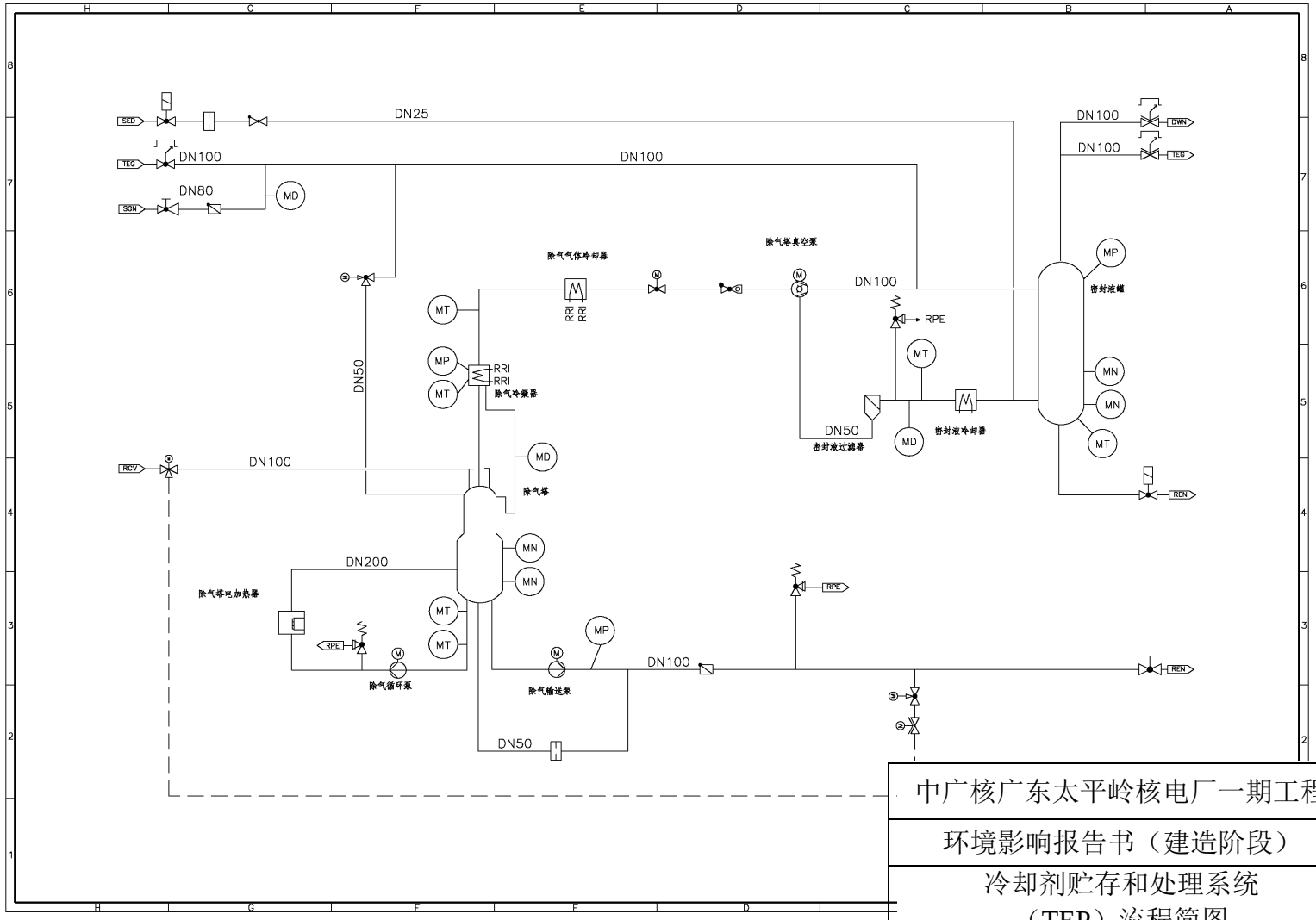
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
正常运行工况下液态流出物平衡图		
图 4.6-1	版次：	A



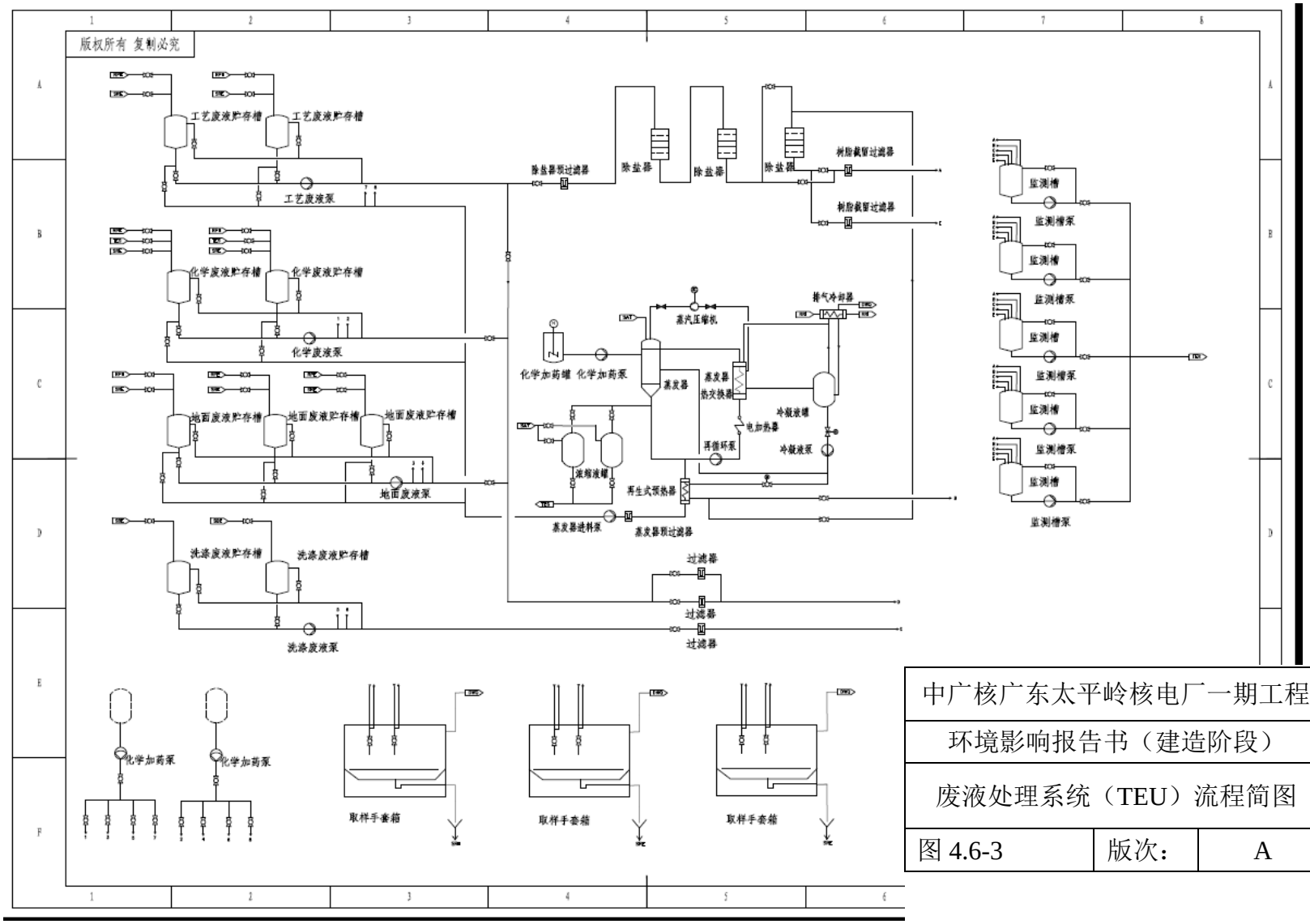
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
冷却剂贮存和处理系统（TEP）流程简图		
图 4.6-2（1/3）	版次：	A



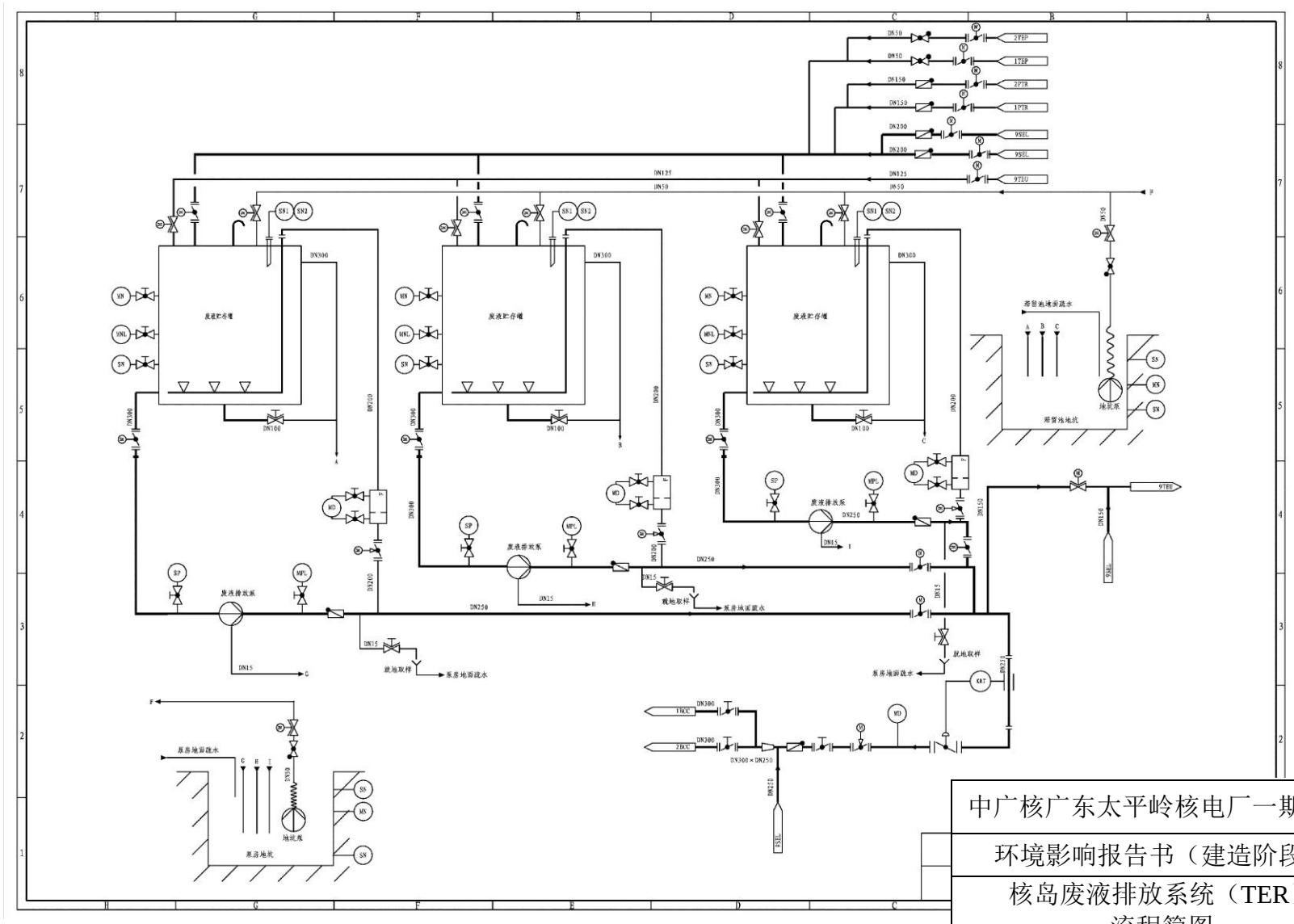
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
冷却剂贮存和处理系统（TEP）流程简图		
图 4.6-2（2/3）	版次：	A



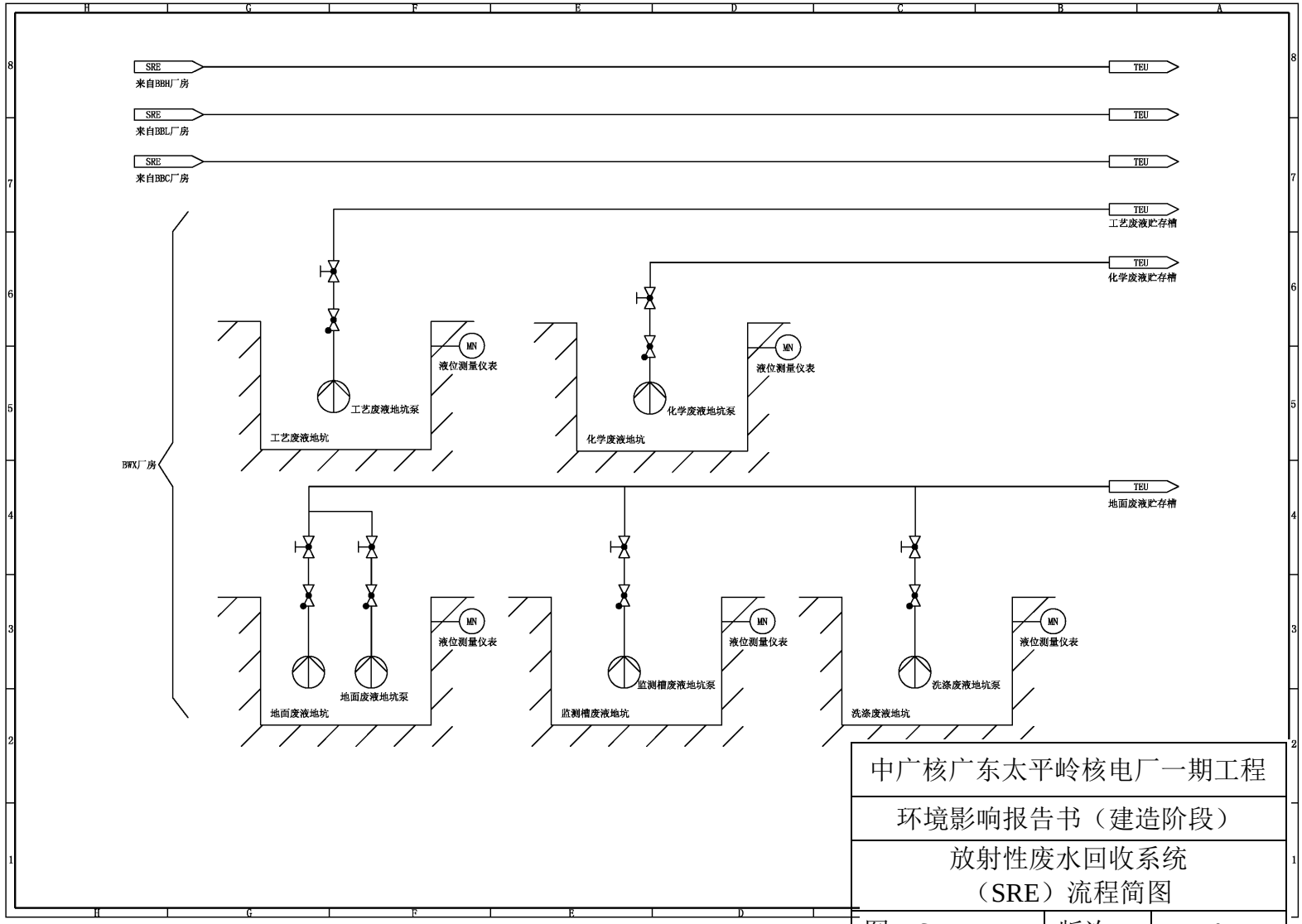
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
冷却剂贮存和处理系统（TEP）流程简图		
图 4.6-2（3/3）	版次：	A



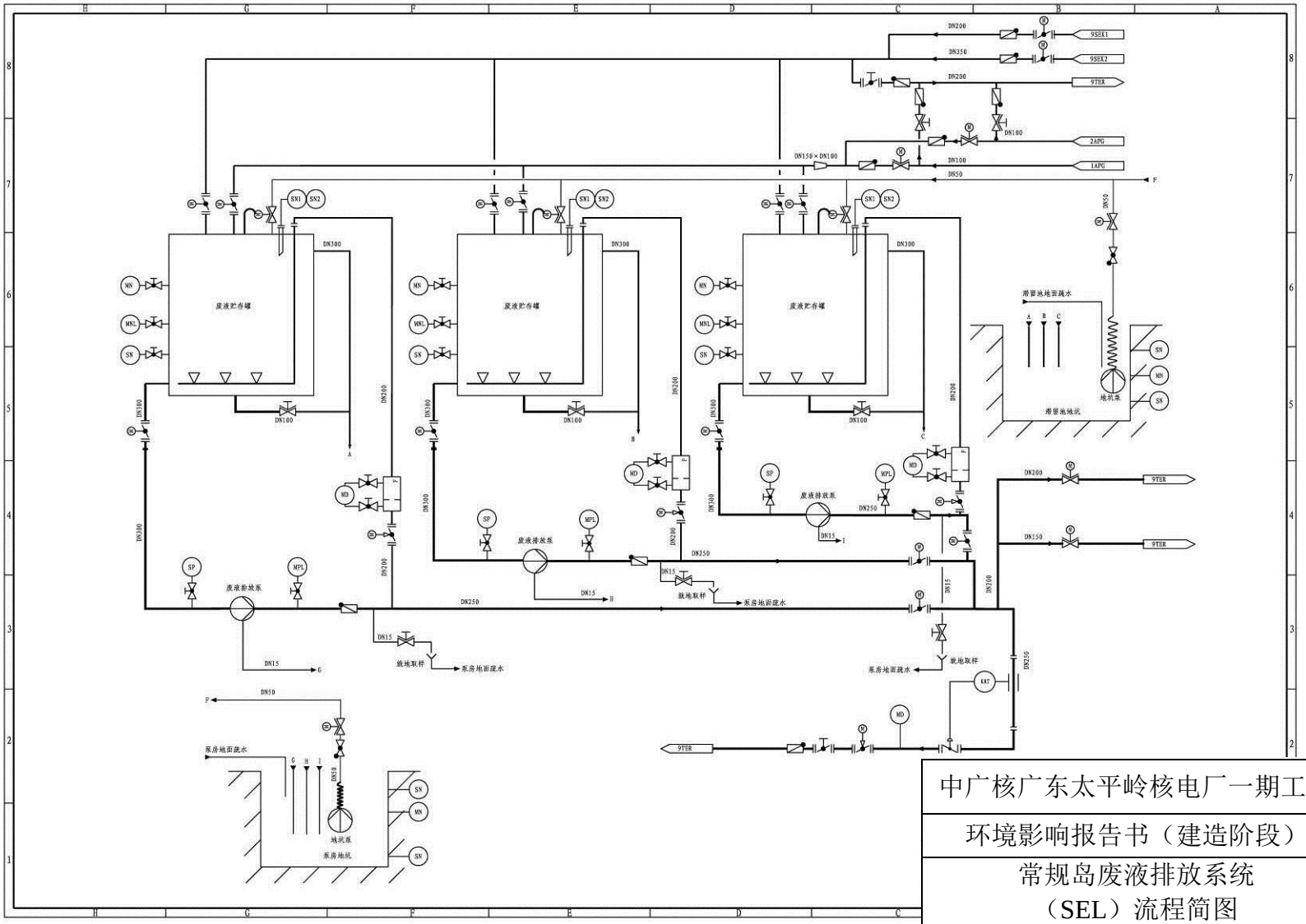
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
废液处理系统（TEU）流程简图		
图 4.6-3	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
核岛废液排放系统（TER）流程简图		
图 4.6-4	版次：	A

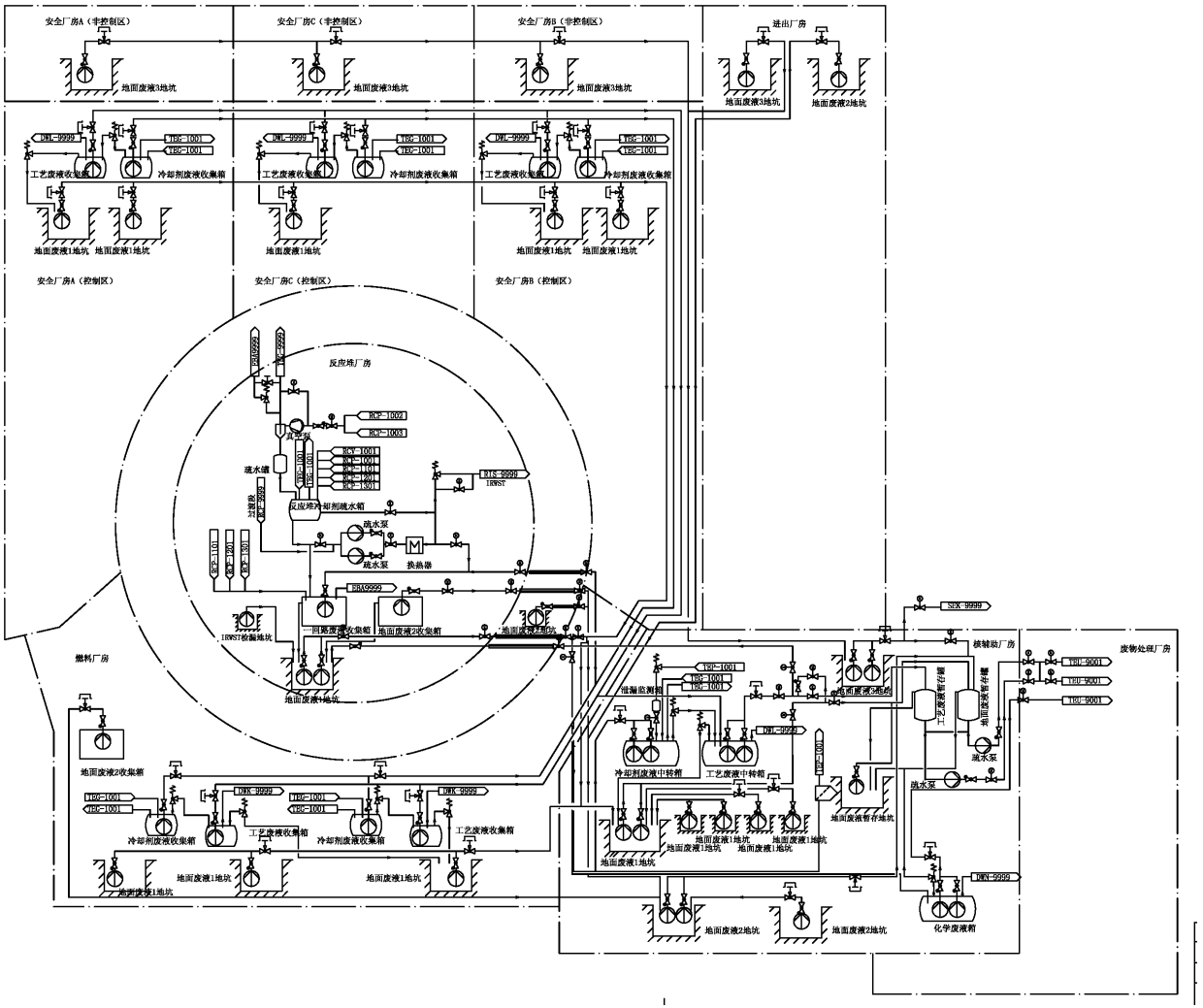


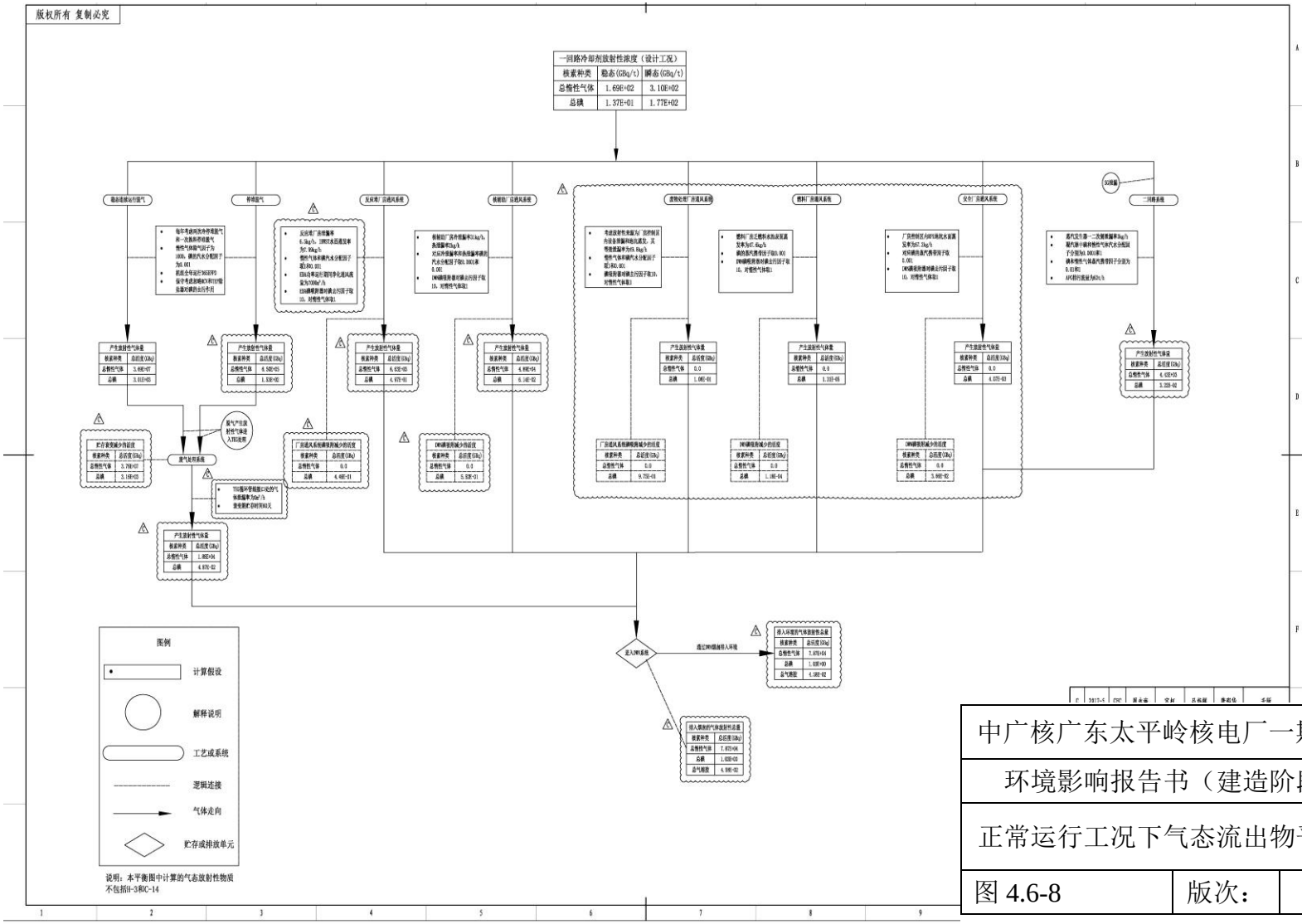
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
放射性废水回收系统（SRE）流程简图		
图 4.6-5	版次：	A



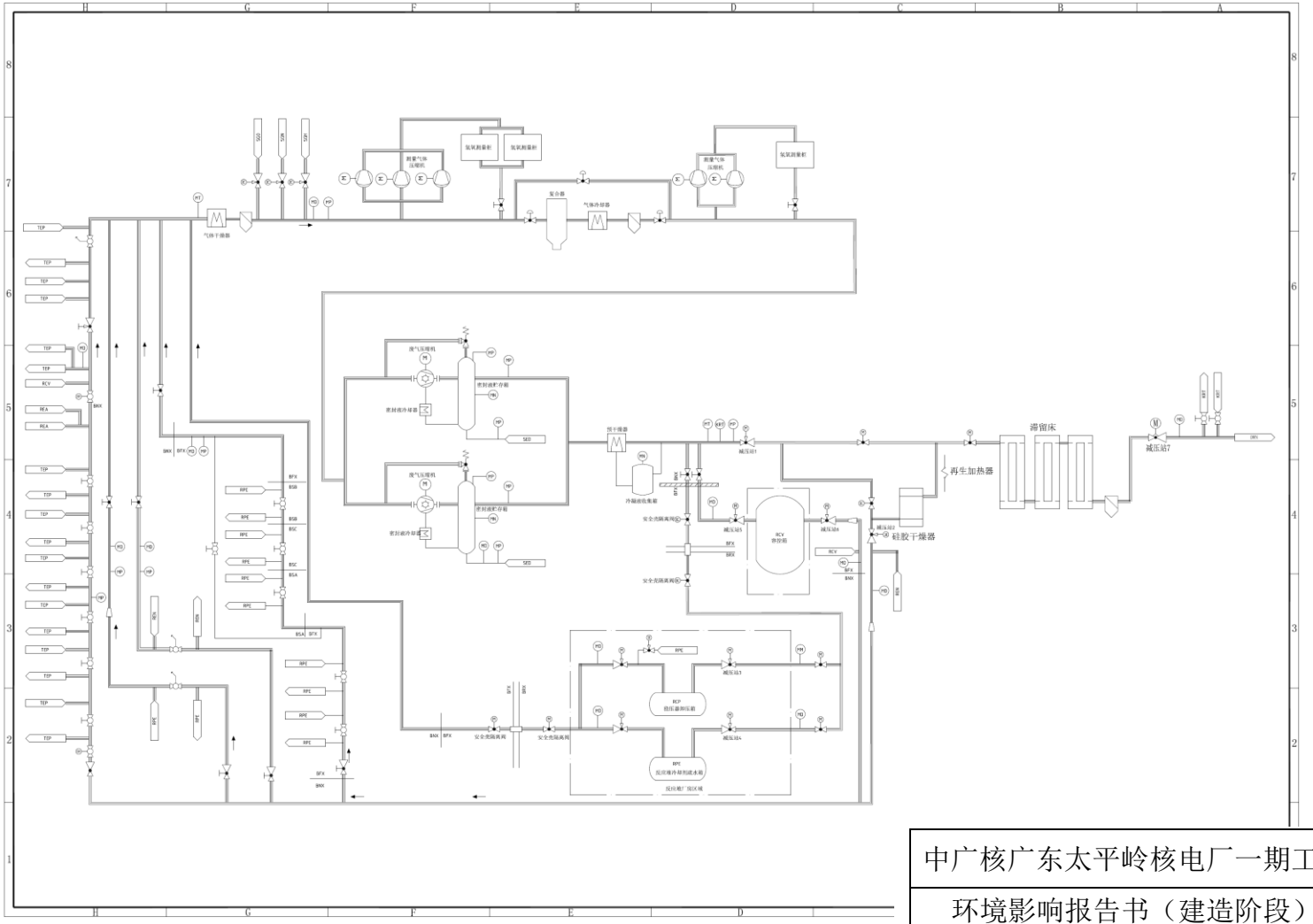
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
常规岛废液排放系统（SEL）流程简图		
图 4.6-6	版次：	A

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
排气和疏水系统 （RPE）流程简图		
图 4.6-7	版次：	A

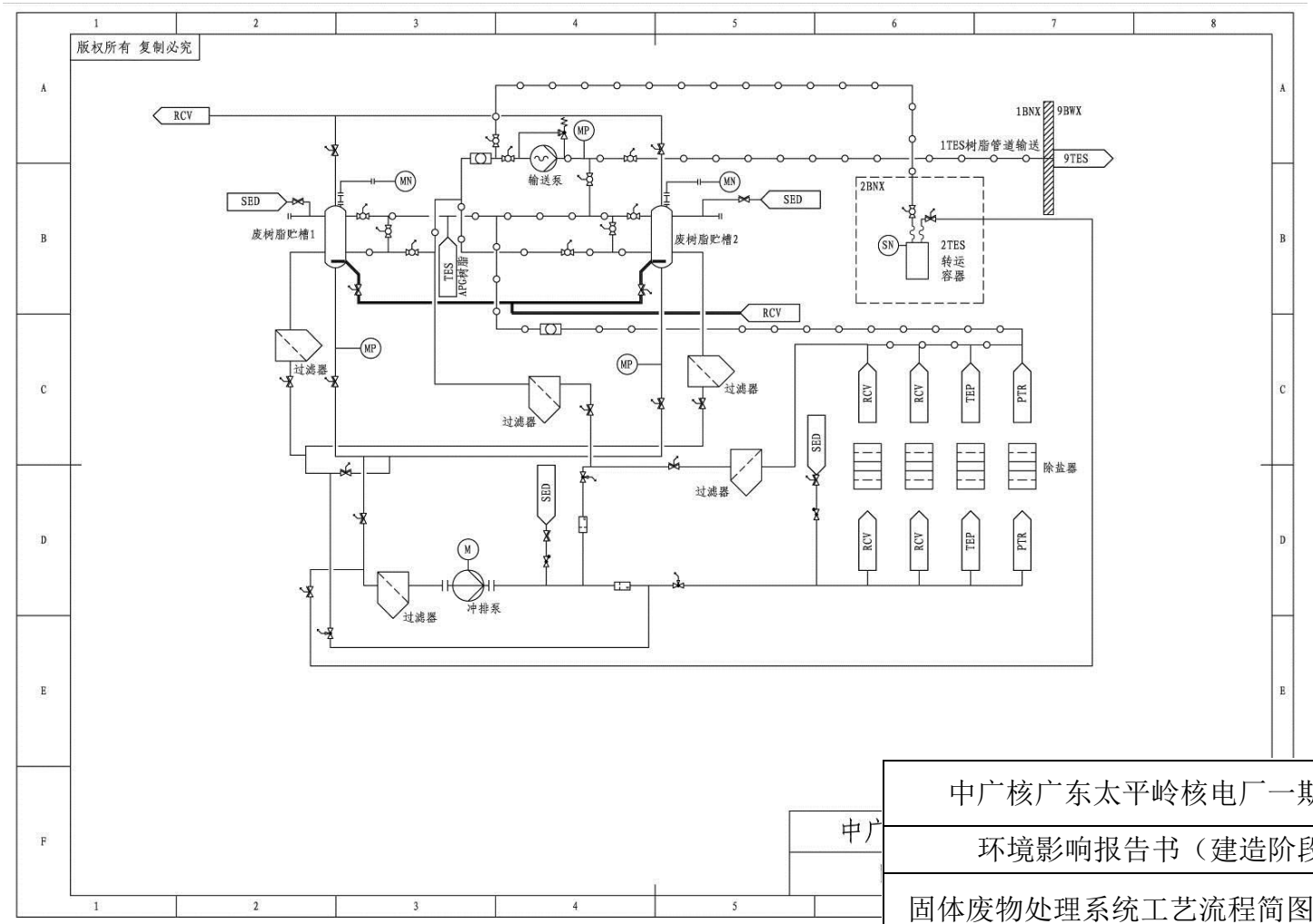




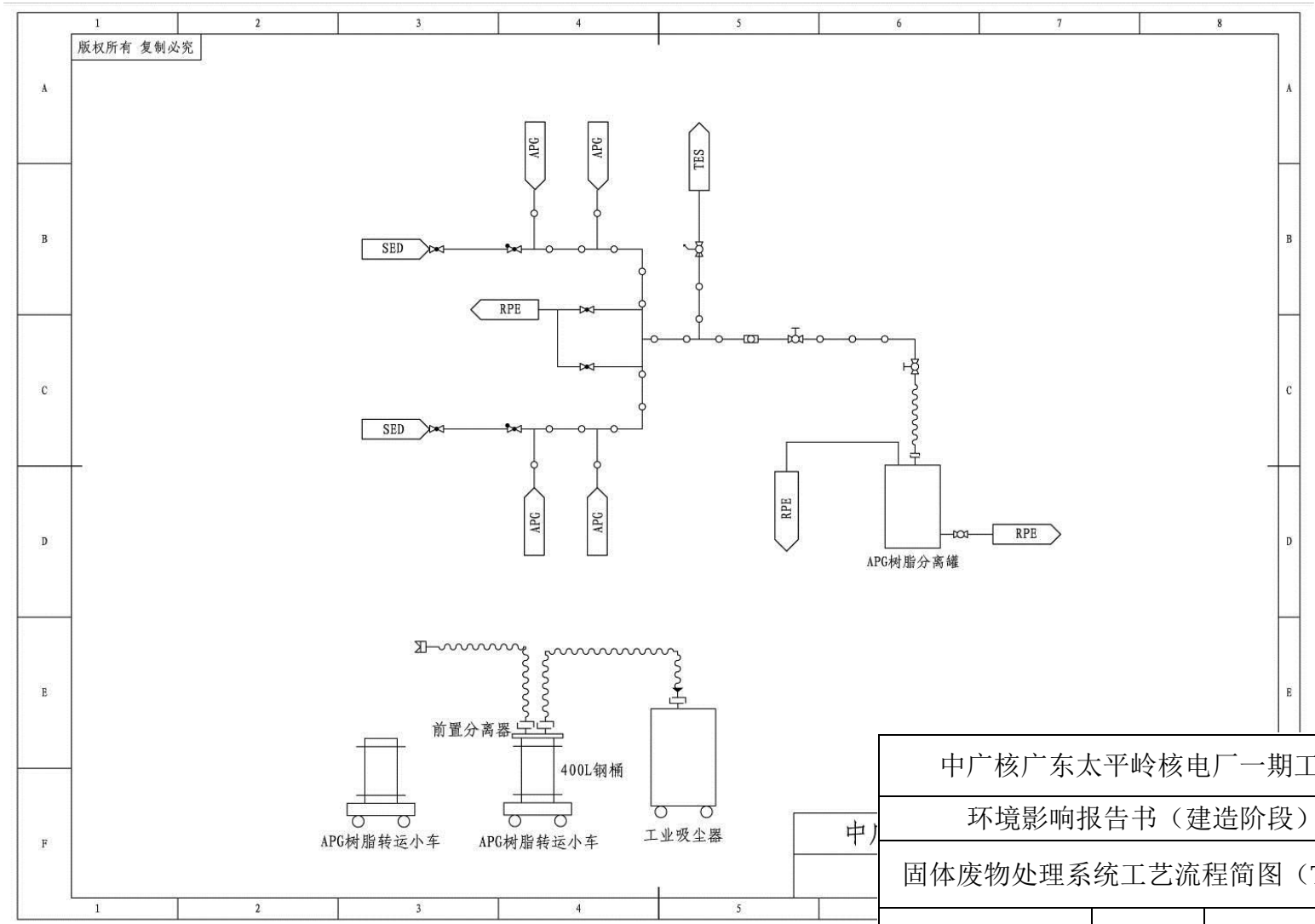
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
正常运行工况下气态流出物平衡图		
图 4.6-8	版次：	A



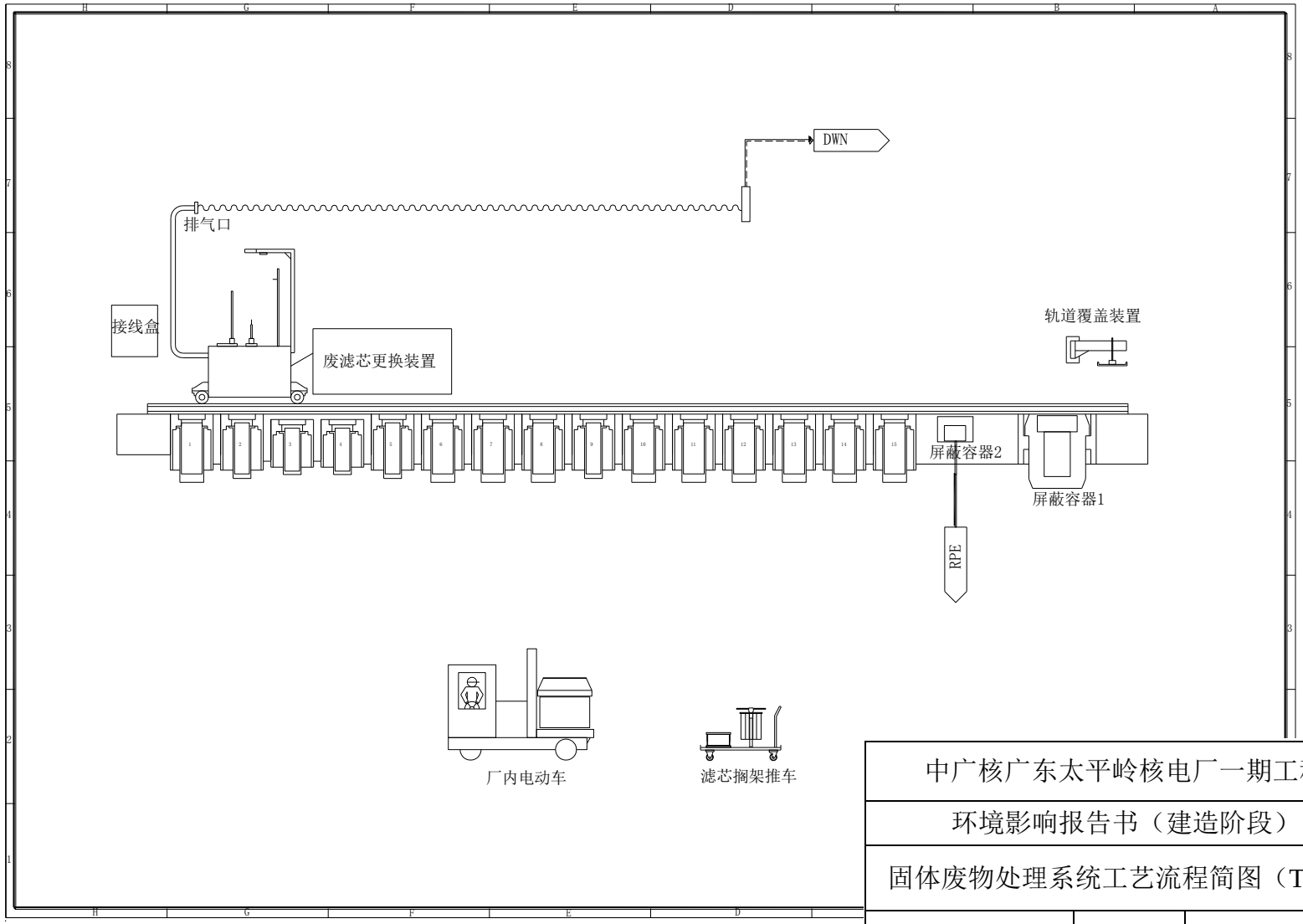
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
废气处理系统（TEG）流程简图		
图 4.6-9	版次：	A



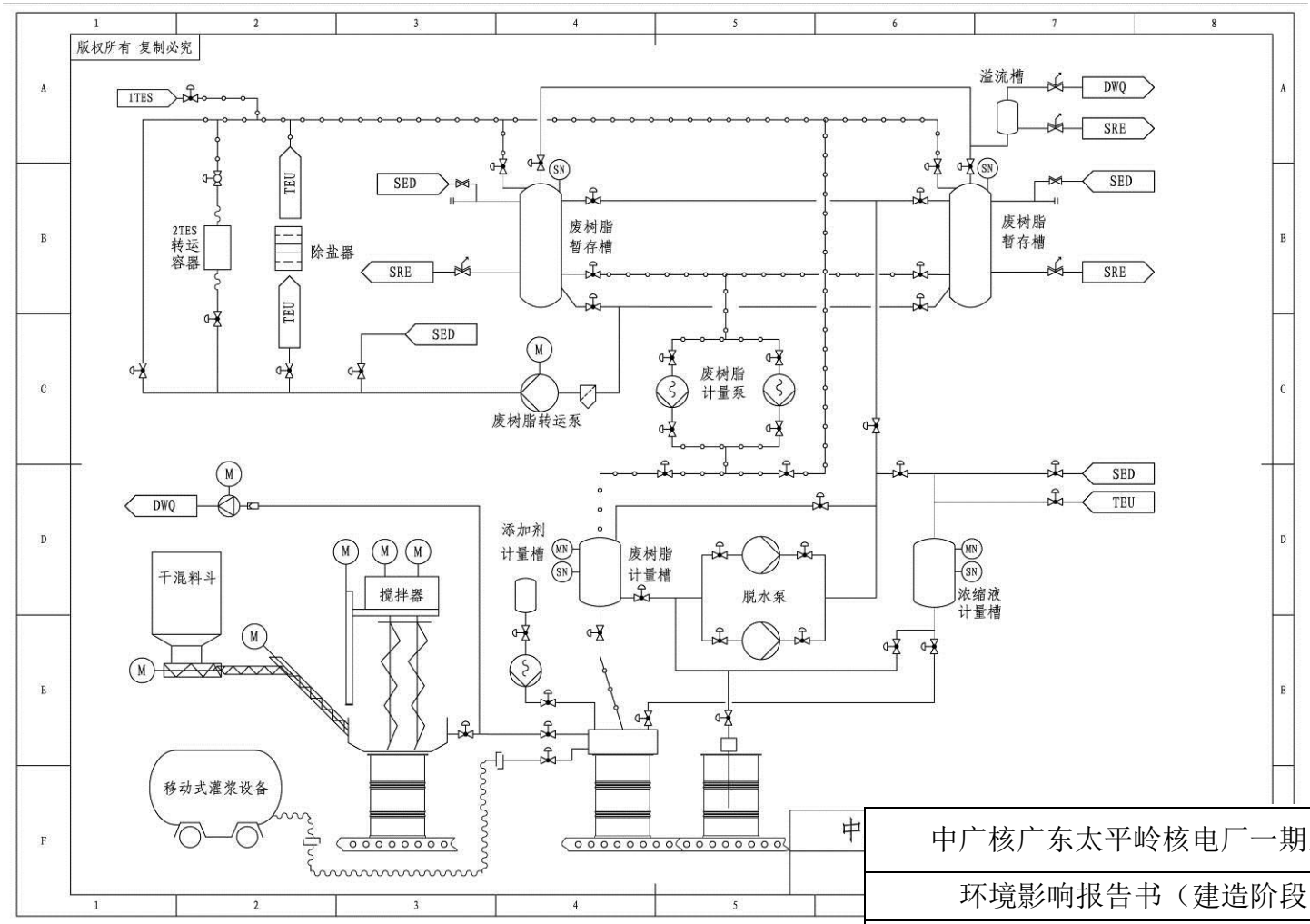
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
固体废物处理系统工艺流程简图（TES）		
图 4.6-10（1/4）	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
固体废物处理系统工艺流程简图（TES）		
图 4.6-10（2/4）	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
固体废物处理系统工艺流程简图（TES）		
图 4.6-10（3/4）	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
固体废物处理系统工艺流程简图（TES）		
图 4.6-10（4/4）	版次：	A

4.7 非放射性废物处理系统

4.7.1 化学污染物

4.7.2 生活废物

表

表 4.7-1 核电厂两台机组化学物质的使用量估计值

4.7 非放射性废物处理系统

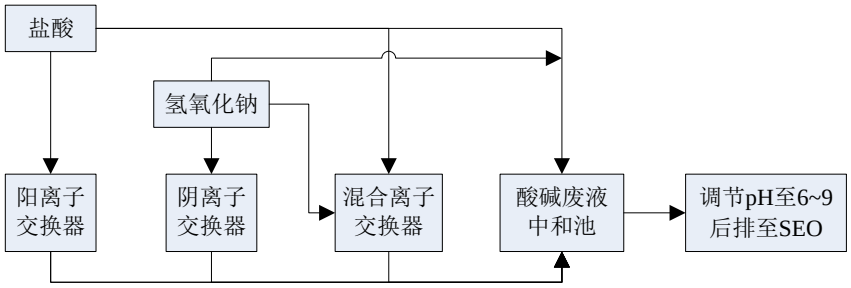
4.7.1 化学污染物

太平岭核电厂一期工程运行过程中需要使用一定量的化学品。这些化学品包括：硼酸、盐酸、硝酸、氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化锂、氨水、水合联氨、次氯酸钠、六氟化硫、氢气、液氮、二氧化碳、轻柴油、润滑油等。此外在检修过程中使用的材料、取样化验和实验室分析药剂还将使用氧气、乙炔、氮气、氩气、氦气等化学品。上述化学品中，大宗的化学物质排放主要来自以下系统：

- 化学水处理系统（SDA）；
- 凝结水精处理系统（ATE）；
- 循环水处理车间（CTE）；
- 常规岛化学加药系统（SIR）；

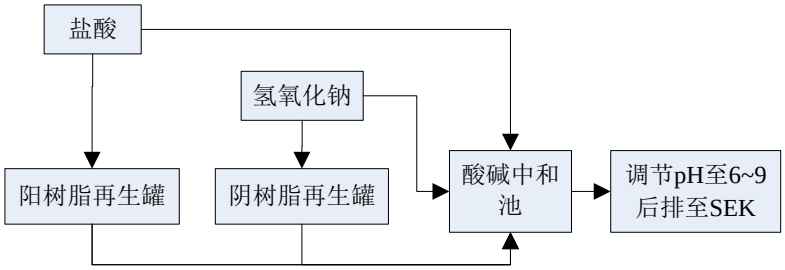
（1）化学水处理系统

化学水处理系统产生的废水主要来自离子交换树脂酸碱再生产生的酸碱废液。树脂再生废液排入酸碱中和池，再通过加酸或者加碱进行中和，调节 pH 值至 6~9 后至 SEO 排放。该系统化学物质使用及排放简图如下：



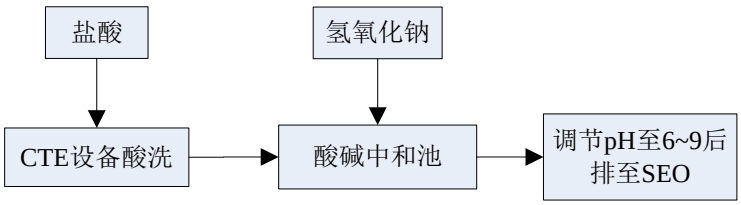
（2）凝结水精处理系统

凝结水精处理系统用于净化核电厂二回路系统凝结水。系统内设有前置阳床和混床，运行一段时间后阴阳离子需要再生，再生需要使用酸（如盐酸）、碱（如NaOH），再生废水排至中和池，再生废水中和处理也需要投入一定量的酸碱。该系统化学物质使用及排放简图如下：



（3）循环水处理车间

为满足核电厂运行的要求，循环水处理车间对循环冷却水连续加入次氯酸钠处理（电解氯化钠溶液）。电解设备运行一段时间需要酸（如盐酸）洗，产生酸洗废液收集至中和池，用碱（如NaOH）进行中和调节pH6~9后至SEO排放。该系统化学物质使用及排放简图如下：



（4）常规岛化学加药系统

常规岛化学加药系统，将化学添加剂注入二回路系统，用以控制二回路系统中水的化学工况，使蒸汽发生器在正常运行和停机保养中的腐蚀和固体沉积物减少至最小。在凝结水精处理混床出水和给水中实施加氨、加联氨处理。此外，磷酸三钠作为腐蚀抑制剂注入常规岛闭式冷却水系统中调节pH为9左右。

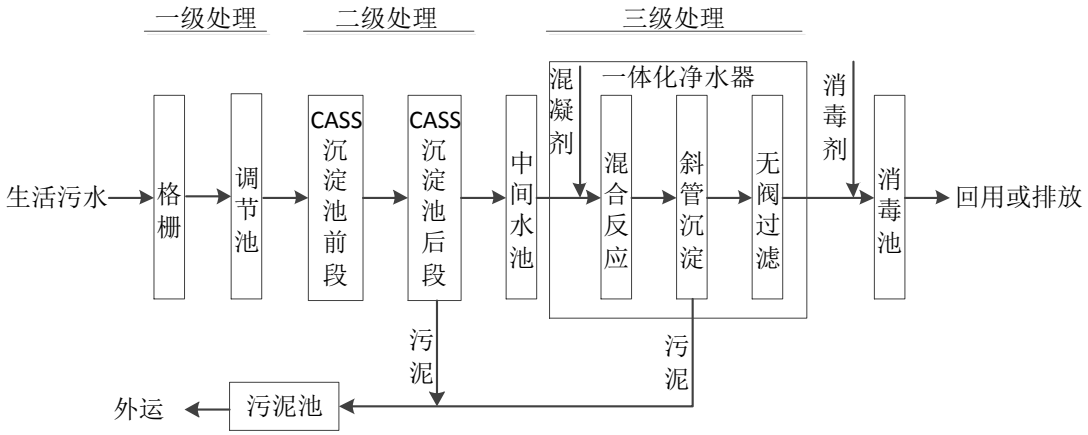
太平岭核电厂主要化学物质的使用量见表4.7-1。

太平岭核电厂运行期间使用的含酸、碱、硫等化学试剂量相对较小，排放量很小，在经过酸碱中和调节pH值至6~9后及氨自然分解消耗后，废水检测达标后汇入雨水排放系统；电厂加氯系统主要使用次氯酸钠作为循环水杀菌剂处理后，废水排放的主要污染物为余氯，其随循环冷却水排放入海。运行期间上述化学物质的使用及排放量很小、且都经过处理后达标排放，污染物质浓度很低，并经受纳海域进一步稀释，因此，电厂排放的上述项目能满足的相应的水质标准要求，不会对排放口周围海域海水水质造成明显的不利影响。

4.7.2 生活废物

太平岭核电厂一期工程运行期间产生的非放射性垃圾按生活垃圾处理规定收集处理。在核电厂非控制区及厂外附属、辅助区产生的非放射性固体生活垃圾应按规定收集暂存并送到指定的垃圾场处理。

核电厂主厂区内拟建一座生活污水处理站（BEW，位置见图 4.1-2）以满足全厂运行、值班人员生活污水处理的需要。生活污水处理站处理工艺拟采用 CASS 工艺，具体工艺流程如下：



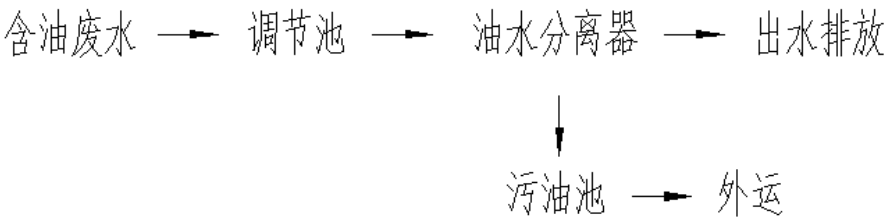
污水处理站处理能力为 600m^3/d，出水水质需达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，回用部分同时满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）标准，部分出水回用于绿地和道路喷洒，其余部分排入排洪沟，最终排向大海。经生活污水处理站处理达标后的出水部分回用于浇洒道路、场地、绿地及冲洗车辆，本工程运行期年用水量约 220 万 m^3，预计年回用水量约 10.4 万 m^3，回用率 4.73%。

4.7.3 其他废物

本工程运行期所产生的含油废水包括：非放射性含油废水和潜在放射性含油废水。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）。

非放射性含油废水处理站（BES）用于处理来自轮机厂房、开关站区域、辅助锅炉房以及变压器区域的含油废水，经过贮存、油水分离处理，分离出的油脂收集后装入油桶运送到厂外；分离出的水排至厂外受纳水体。出水指标满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）。BES 厂房设置两套油水分离器，每套油水分离器处理量为 5m^3/h，总

处理能力为 10m^3/h。处理工艺流程如下所示：



潜在放射性含油废水处理站（BER）用于处理来汽轮机厂房内产生的潜在放射性含油废水，经过贮存、油水分离处理，分离出的油脂收集后装入油桶运送到厂外；分离出的水送至常规岛废液储存罐厂房（BQB）。BER 厂房设置两套油水分离器，每套油水分离器处理量为 25m^3/h，总处理能力为 50m^3/h。处理工艺流程如下：

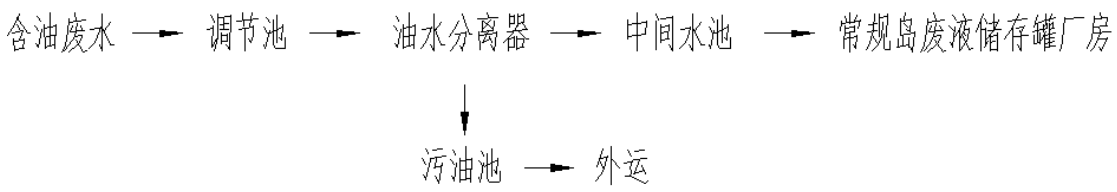


表 4.7-1　太平岭核电厂常规岛及 BOP 各系统使用的主要化学物质

分布单元	化学物质名称	月使用量	年平均使用量	用途	处理流程及排放方式
凝结水精处理系统（汽轮机厂房内凝结水精处理再生区域及厂房外酸碱贮存区）	31%盐酸	13.6m^3	163.2m^3	阳床及混床树脂的再生剂	再生树脂后的废酸废碱排入凝结水精处理废水池，通过加酸或者加碱进行中和，调节 pH 值至 6~9 后送往废水处理站
	32%氢氧化钠	7.7m^3	92.4m^3	混床阴树脂的再生剂	
除盐水处理系统（除盐水生产厂房、除盐水贮存水箱以及酸碱中和池）	31%盐酸	21t	250t	阳床及混床树脂的再生剂	再生树脂后的废酸废碱排入酸碱中和池，通过加酸或者加碱进行中和，调节 pH 值至 6~9 后排入雨水排放系统
	32%氢氧化钠	52t	616t	阴床及混床树脂的再生剂	
	26%氨水	0.2t	2.3t	除盐水加氨调节 pH=9	常规岛除盐水分配系统（SER）的除盐水加氨调节 pH=9
常规岛化学注入系统（汽轮机厂房的化学加药间）	26%氨水	37.7t	366t	水质调节	加入常规岛二回路给水、凝结水中，调节水的 pH 值
	40%水合联氨	4.9t	48t	常规岛给水及凝结水的除氧剂	加入常规岛二回路给水、凝结水中，作为除氧剂去除水中溶解氧
循环水处理系统	0.15%次氯酸钠	432t	5184t	循环水杀菌剂	用于循环水泵房和重要厂用水泵房的海水处理，加入凝汽器循环冷却水中，作为杀菌剂后分解，运行中控制循环水出口余氯量在 0.1~0.3mg/L
	31%盐酸	0.5t	6t	电解装置酸洗用	酸洗后废酸与碱液中和后调节 pH 值至 6~9 后排入雨水排放系统
	32%氢氧化钠	0.25t	3t	酸洗后的中和废酸用	酸洗后废酸与碱液中和后调节 pH 值至 6~9 后排入雨水排放系统

4.8 放射性物质厂内运输

4.8.1 新燃料运输

4.8.2 乏燃料组件运输

4.8.3 放射性固体废物运输

表

表 4.8-1 太平岭核电厂放射性固体废物厂内运行情况

4.8 放射性物质厂内运输

运进核电厂的放射性物质有中子源和未经辐照的新燃料组件。中子源有一次源组件和二次源组件。新燃料组件和中子源运输容器的设计、制造应能满足《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求。

运出核电厂的放射性物质有两类，即乏燃料组件和放射性固体废物。

本节简要叙述新燃料、乏燃料和放射性固体废物的运输。

4.8.1 新燃料运输

装有新燃料组件的新燃料运输容器，在运到燃料厂房 PMC 运输间后，用辅助吊车吊运至新燃料接收间。打开并取掉新燃料运输容器盖后，将燃料组件翻转到垂直位置，然后再将新燃料组件抓具与燃料组件正确可靠连接，并用辅助吊车把燃料组件吊起至合适高度，从而对燃料组件进行目视检查。

目视检查合格的燃料组件由辅助吊车吊运至新燃料贮存间，进行控制棒插入试验，以及技术条件规定的其它检查项目。当检查结果表明符合新燃料组件的接收要求后，用辅助吊车吊放进新燃料升降机的燃料篮，然后燃料篮将燃料组件下降至乏燃料水池底部，再通过乏燃料水池吊车将燃料组件吊运至水下燃料贮存格架进行贮存。新燃料组件也可存放于新燃料贮存格架中作为备用。

新燃料组件和相关组件可以通过铁路运输到太平岭核电厂附近的适当地点，然后转用公路运输方式运至太平岭核电厂现场。

4.8.2 乏燃料组件运输

乏燃料厂内运输包括从乏燃料运输容器运到燃料厂房 PMC 运输间，至厂外运输前的全过程。

乏燃料的厂内运输由乏燃料运输容器吊车、乏燃料水池吊车、辅助吊车、乏燃料组件抓具等完成。乏燃料组件装在专用的密封乏燃料运输容器中进行外运。乏燃料装入运输容器的操作以及容器的清洗、检查在装载井和准备井内完成。装载井和准备井为两个毗邻的水池，位于燃料厂房内乏燃料水池旁，均为内衬不锈钢板覆面的钢筋混凝土结构。装载井与乏燃料水池相通，中间由水闸门隔开。

乏燃料组件通常贮存在乏燃料水池中，直到裂变产物的活性降低到允许运输的程

度。将乏燃料组件装入到乏燃料运输容器中，在转运的过程中，燃料组件上方要一直保持足够厚度的屏蔽水层。

乏燃料的厂外运输拟委托国内有资质的公司进行。乏燃料厂外运输遵循《放射性物品运输安全管理条例》，按选定的并经国家核安全局批准的运输线路，使用经国家核安全局批准的车辆，将乏燃料运至国家指定的乏燃料处理厂。根据厂址地理位置及其附近交通状况以及运输公司的运输经验，乏燃料拟采用公路运输或公海铁联运的方式，具体的运输方案、运输路线和接口，需待国家乏燃料处理中心选址确定后，由乏燃料专业运输公司与项目法人开展可行性研究后共同确定。

4.8.3 放射性固体废物运输

太平岭核电厂运行产生的固体废物最终包装体均为标准的 400L 钢桶，不另设屏蔽桶。废物暂存库内中、低放废物分区储存。中放废物区通过厂房结构屏蔽，其废物屏蔽区整体表面剂量率小于 2mSv/h，距屏蔽区表面 1m 处的表面剂量率小于 0.1mSv/h。低放废物桶表面剂量率小于 2mSv/h，距桶表面 1m 处的表面剂量率小于 0.1mSv/h；固体废物经过一定时间暂存后（不超过 5 年），将按照国家中低放固体废物区域处置的政策，将送往华南中低放废物处置场统一处置。

公路运输的经验表明，事故发生率（次/km·车）以及预计事故次数很低。另外，废物桶的设计和制造符合《低、中放水平放射性固体废物包装安全标准》（GB12711-91）和《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求，即使废物桶从运输车辆上坠落，最大限度只会造成废物桶的局部损坏，废物散落的可能性很小，即便散落少量废物，也可以采取措施收集，故不会对环境造成污染。

表 4.8-1 给出了太平岭核电厂放射性固体废物厂内运行情况。

表 4.8-1 太平岭核电厂放射性固体废物厂内运输情况

序号	废物类型	包装容器	运输起点	运输终点	废物产量（预期值）	运输频次
1	废树脂	废树脂转运容器	2BNX	9BWX	3.8m^3/年/单台机组	约10次/年/单台机组
2	废滤芯	废滤芯屏蔽容器	2BNX	9BWX	22个	22次/年/单台机组
3	技术废物（含待解控废物）	50L塑料袋	1/2BNX 9BWX	BQS/BQT	172~198m^3/年/单台机组	约25次/年/单台机组
4	APG废树脂	50L塑料桶	1/2BNX	BQT	17.07 m^3/年/单台机组	约12次/年/单台机组
5	固化后的废物	400L钢桶	9BWX	BQT	66个	约15次/年/单台机组

备注：

（1） 技术废物包采用箱式货车转运，单次最大运输 180 袋；

（2） APG 采用箱式货车转运，单次转运最大 30 桶；

（3） 废树脂采用废树脂转运容器，单次运输 0.4 m^3 ；

（4） 废滤芯采用废滤芯屏蔽容器，单次运输 1 个；

（5） 固化后的废物单次运输 2 个（带屏蔽容器）或 8 个（不带屏蔽容器）。

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 道路对沿线环境的影响

5.1.4 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

图

图 5.1-1 进厂道路位置及走向图

图 5.1-2 应急道路位置及走向图

图 5.1-3 应急道路与周围环境示意图

5.1 土地利用

5.1.1 土地占用

太平岭核电厂一期工程 2 台机组永久用地面积 87.89 公顷，其中陆域永久用地面积 86.29 公顷，包括农用地 78.71 公顷（其中耕地 10.83 公顷，不含基本农田）、村镇建设用地 3.21 公顷以及未利用地约 4.37 公顷。工程临时用地面积约 97.36 公顷（其中施工准备区约 66.06 公顷）。太平岭核电厂一期工程规划用地分区概况见表 5.1-1。

根据广东省国土资源厅关于惠州市惠东县土地利用总体规划修改方案（中广核广东太平岭核电厂一期工程）的批复》（粤国土资规划改复[2016]143号），本项目所在土地利用类型为城乡建设用地，符合当地土地利用规划。

5.1.2 陆域施工活动对自然环境的影响

太平岭核电厂一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。以下对各陆域工程建设的环境影响进行评价，其中进厂道路和应急道路建设期及运营期对环境的影响详见 5.1.3 节。

5.1.2.1 振动的影响

核电厂区地基施工过程中的打桩、强夯、爆破和碾压等活动会对周围环境产生一定的振动影响。振动主要是由施工引起的地面振动在土体中传播产生的，其频率和强度变化范围与振源特征、土体条件、周围建筑物结构特点、振源与人或建筑物的距离等因素有关。

当地基处理施工振动超过一定限度时，会对人的心理和生理造成一些危害。高幅振动不仅影响人的正常活动，而且会引起人体生理组织的变化，甚至对人体内部器官产生各种损坏；低幅振动也可引起神经系统、内分泌系统、消化系统、循环系统和新陈代谢等各种生理活动的不良变化，致使人感到劳累和工作能力减退，工作效率降低。当振动与人体固有频率接近时，还会引起人体共振，大大增加振动对人体和内脏的危害程度。除生理影响外，振动还会导致人的心理产生不愉快和烦躁的感觉。

施工振动对周围建筑物的影响主要通过诱发结构振动和地面沉降造成建筑物的整

体或局部受损，损害方式表现为墙体开裂、倾斜甚至破坏，道路路面损坏或地下管线爆裂等灾害性后果。

5.1.2.2 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 5.1-1。

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 NNW 方位 1.2km 处的下太平村，有户籍人口 202 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。

5.1.2.3 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_x 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。国内同类核电厂厂平施工爆破通常使用乳化炸药，主要污染物为 NO_x。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。

5.1.2.4 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，因此污水受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。

施工期间工程人员集中居住于施工区附近，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。

5.1.2.5 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。

5.1.2.6 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。

5.1.2.7 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 道路施工对沿线环境的影响

太平岭核电厂进厂道路起点位于沙埔村东南侧的太平岭核电厂正门口，经过盘沿村之后与铺仔站东南角相接，然后通过隧道穿越下坑山，经新渔村与霞坑村之间与现状道路成十字交叉，经望京洲河河口，沿望京洲村西南侧海岸经 256 乡道止于盐洲大桥桥头，与在建新吉盐公路顺接。进厂道路位置及走向见图 5.1-1。太平岭核电厂应急道路起点位于核电厂东北门，起点桩号 K0+000，路线沿太平岭山脚向北，在 K1+070

处，与现状道路相交，路线沿老路折向东，于东头村北面折向北，经过大坑口后路线转向西北，在石翁水库西南侧绕过水库后与县道 X121 相交，终点桩号 K6+445.474。应急道路位置及走向见图 5.1-2。应急道路与周围环境见图 5.1-3。应急道路全长 5.056km，设置涵洞 16 道，平面交叉 5 处，全线按照设计速度 30km/h 的三级公路标准建设，采用双向二车道设计，路基宽度 7.5m。

进厂道路建成能满足厂区日常生产生活的需要，以及厂区建设过程中的运输需求。应急道路工程将连接厂区与快速路网，在核电厂发生事故时，能保证厂区人员及周边群众的快速撤离，是太平岭核电厂交通应急疏散的主要通道。施工期的主要环境影响和防治措施主要有：

（1）大气环境的影响

施工过程中，建筑材料和建筑垃圾运输装卸，特别是散装水泥运输、装卸和搅拌过程中产生的粉尘，爆破、土石方开挖和填充、渣土临时堆放、重型运输车辆进出等造成扬尘，以及施工机械和运输车辆排放的废气等均会对当地局部大气环境造成影响。

施工区内车辆运输引起的道路扬尘约占场地扬尘总量的 50%以上，道路扬尘的起尘量与运输车辆的车速、载重量、轮胎与地面的接触面积、路面含尘量、相对湿度等因素有关。根据同类工程建设经验，施工区内运输车辆大多行驶在土路便道上，路面含尘量高，道路扬尘比较严重。特别在混凝土工序阶段，灰土运输车引起的扬尘对道路两侧影响更为明显。据有关资料，在距路边下风向 50m，TSP 浓度大于 10mg/m^3；距路边下风向 150m，TSP 浓度大于 5mg/m^3。

砂石料堆存过程中在大风天气下极易起尘，使得堆存场所下风向环境空气中悬浮颗粒物质浓度增加，从而对堆存场所下风向环境空气质量造成一定的影响。根据已有资料分析，在大风天气下砂石料起尘对下风向环境空气质量的影响范围约为 300m，会给此范围内的环境保护目标造成不利影响。各种施工扬尘（平整土地、筑路材料装卸、灰土拌和等）中以灰土拌和所产生的扬尘最严重，要慎重选择拌和地址，应远离居民区敏感点，距离应大于 300m，且应设置在居民区下风侧，另外拌和站须配备除尘设备，加强劳动保护。

本工程路面为沥青路面。因此，沥青混凝土在铺设过程中将有少量沥青烟产生。沥青烟气中主要的有毒有害物质是 THC、酚和 3，4－苯并芘。由于沥青混凝土不在现场搅拌，由厂家直接供应，所以沥青烟影响有限，且影响时间也很短暂。

施工中对大气环境的影响是暂时的，仅局限于施工场地的周围。且是施工结束后，当地的大气环境质量会很快得以恢复。对于施工期大气环境影响的主要防治措施有：

— 施工区和相关道路上散落土灰及时清扫，道路路面上经常洒水，保持路面湿润；

— 在环境保护目标附近，应使用隔离板使施工区与周围环境隔离；

— 开挖出的土方应尽可能及时运至填方地段充填，尽量减少土方的堆置时间；

— 渣土临时堆放场应加盖布条进行防护；

— 水泥等粉末建筑材料应妥善保管，不得露天随意存放；

— 加强施工管理，合理调度运输车辆等；

— 施工过程中，将砂石料堆存场所设置与距环境敏感点较远的地方，并且用苫布覆盖，尽量将起尘量降到最低。

（2）水环境的影响

施工期间对水环境的影响主要来自于施工区域的生产废水和生活污水。

施工期间的生产废水来自场地冲洗水，混凝土搅拌水、设备洗涤用水及施工材料保管不善而受雨水冲刷造成的废水等，这部分施工废水产生量不大，但其中含有一定的油污和泥沙，其进入附近海洋环境会造成水环境的污染。

进厂道路和应急道路施工期间人员在高峰期将达到 550 人左右，其中大部分人员居住在黄埠镇，小部分人员暂时住在施工准备区内。根据类比同类工程，生活污水估算采用单位人口排污系数计算，每个施工准备区工作人员按 100 人计，生活用水量按 100L/（人 d）计，产污系数按 90%计，则每处施工准备区产生的生活污水量约 9.0m^3/d。施工准备区生活污水中主要污染物 COD_{Cr}：500mg/L，SS：220mg/L，动植物油：100mg/L。

上述污水如果未经处理直接排入附近水体，将会对其功能产生一定影响，因此必须对生活污水实施处理。施工准备区应设置生化处理池，含油废水应经隔油沉淀后方可与其他生活污水一起经生化处理池处理达标后排入附近沟渠。

总的来说，施工现场的生活污水仅限于施工期，相对时间较短，且排放较为分散，在加强环境管理和措施后不会对水环境质量产生明显影响。

（3）声环境的影响

道路沿线部分路段邻近村镇，建设期间大型施工机具的使用，将对当地人民群众的日常生活造成影响。

对施工期声环境影响的主要防治措施有：

— 应尽可能使用噪声低的先进施工设备，合理安排施工进度，加强在施工期间对高噪声设备的管理，避免高噪声设备的同步使用；

— 在声环境敏感点处施工场地设置移动声屏障，对高噪音施工设备应封闭使用或设备四周加设隔声屏障，以减轻施工噪声对周围居住区的影响；

— 混凝土拌和场地远离居民区，夜间尽量不施工；

— 重型车辆在经过敏感路段时应限速行驶，以减轻对敏感区的噪声影响；

— 严格加强营运期的车辆管理，对车况不好、噪声较大车辆禁止夜间通行。

（4）固体废弃物的影响

进厂道路和应急道路工程填方量均大于挖方量，考虑到太平岭厂区建设将产生大量挖方，而且宕渣质量较好，可以调用厂区挖方作为道路的路基填方，无需外购。对于沿线清表开挖产生的土方，前期应集中堆放，等待绿化带填土时充分利用。

施工期间的固体废弃物主要为一定量的建筑垃圾和生活垃圾，若处理不善，将对周边环境造成二次污染。为此，建设单位应督促施工单位对施工人员的生活垃圾及时清理，工地的建筑垃圾及废弃物在工程竣工结束后清除整理，尽可能复原地形、地貌。

（5）生态环境的影响

拟建道路所在地区属南亚热带海洋性季风气候区。区域内春夏湿润，秋冬干燥，阳光充沛，雨量充足、气候温和、土地肥沃，适宜多种动植物生长。拟建道路所经地区土壤类型主要有种植土、残坡积土、冲洪积土等。沿线植被以原生植被为主，原始生态基本没有破坏；栽培植物多为水稻、果树、蕉林、甘蔗等。山地多为常绿阔叶林和针叶林及灌木。

施工过程中，路线将占用部分农田（避开基本农田），一定程度上加剧当地的土地供求矛盾，并改变耕作环境；路线所经地区降雨量大，项目的实施将对原有的水利排灌体系产生影响；施工作业对土体产生扰动，对地下水的流动产生一定的影响。

对于施工期生态环境影响的主要防治措施包括：

— 施工中应采用合理的开挖和回填工艺，每完成一部分开挖或回填，都将采用夯实、覆盖等有效的水土保持措施，最大限度地提高地面的抗侵蚀能力，使水土流失最小化；

— 施工过程中应注意保持原有沟渠的畅通，避免对农田排灌的影响；

— 施工场地设置必要的排水导流系统，防止废水影响周围的生态环境。

（6）社会环境的影响

工程建设对沿线居民的生活生产影响较大，房屋拆迁不可避免，在选线时尽量减少房屋的拆迁数量，不可避免时，要根据国家制定的拆迁条例，对拆迁户进行妥善安置补偿。

施工期间，进厂道路沿线拆迁部分民居和小型工厂，无大型企业和厂房。由于拆迁房屋较少，在各项政策落实后，当地居民生活也不会受到大的影响。

5.1.4 陆域施工活动对社会环境的影响

本项目征地范围内的部分居民涉及搬迁，政府给予搬迁补偿，以及统筹安排在黄埠镇广场周边范围内规划新村建设用地作为搬迁安置区，搬迁安置后黄埠镇政府及县直相关部门负责组织实施村民再就业：一是抓好村民劳动技能培训；二是积极扶助村小组自筹资金发展集体经济，各有关部门按县政府的有关优惠政策给予各项减免。

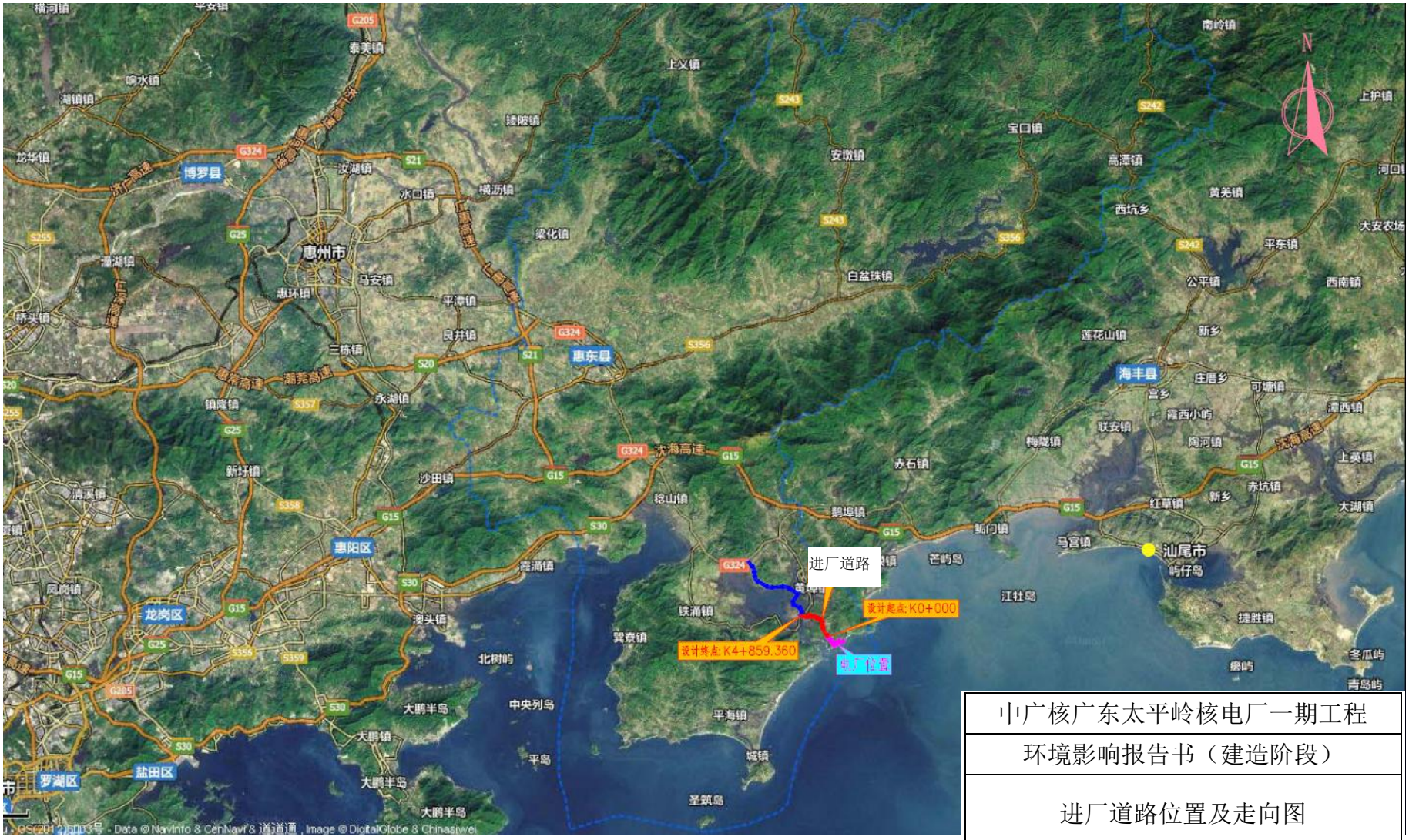
核电厂施工期间大量外来施工人员进驻施工现场和附近村镇，对当地居民的日常生活造成了一定影响，但同时也增加了当地居民的就业机会和商业机会。由于核电厂建设施工期较长，大量施工人员在该地区长期居住和生活，可以增强该地区的消费能力，促进当地经济的发展。

表 5.1-1　一期工程用地一览表

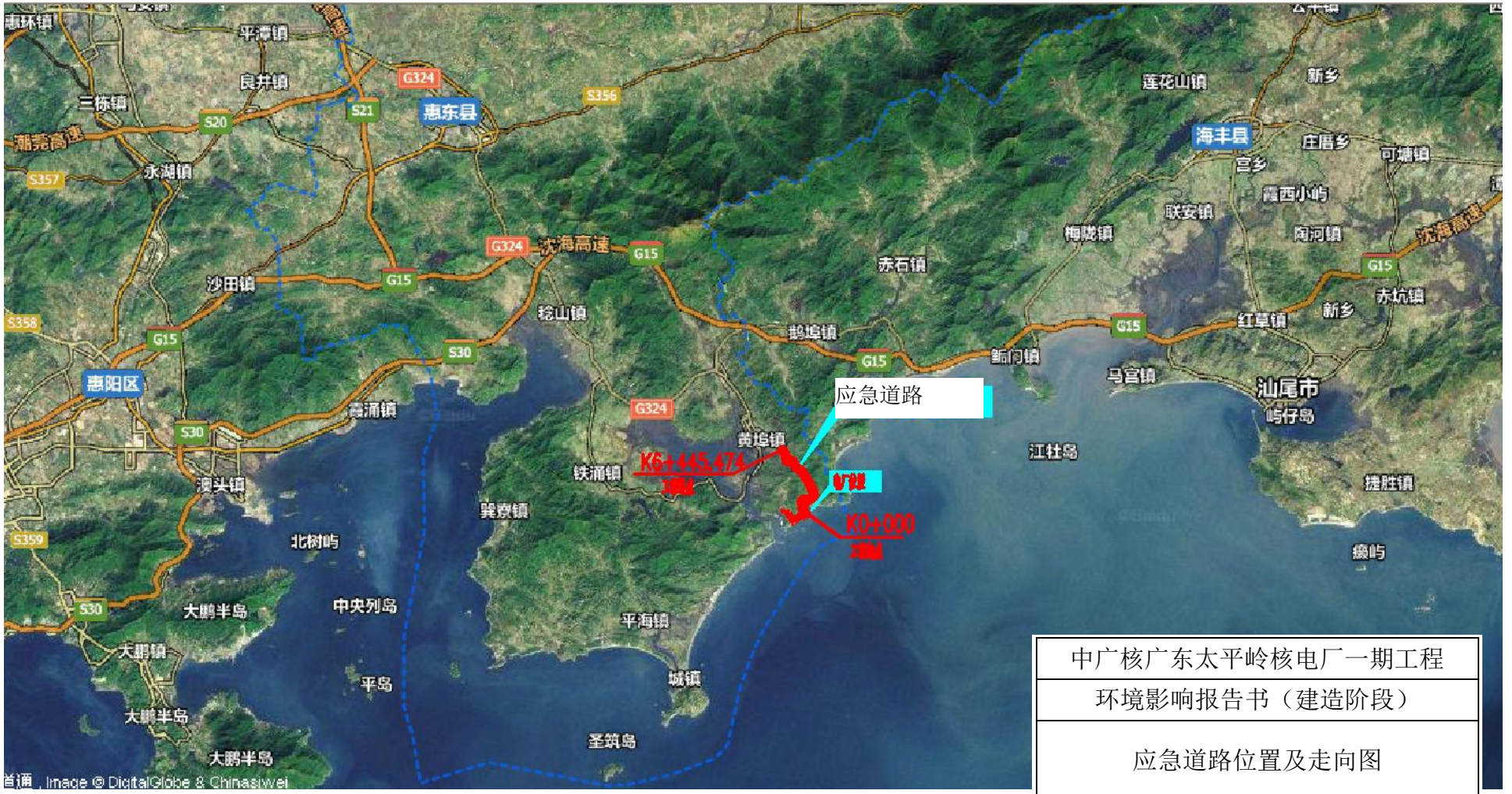
序号	项目名称	永久用地（hm^2）	临时用地（hm^2）	备注
1	厂区	45.959	——	征地。
2	厂外附属设施区	40.0914	——	征地。
3	现场服务区	1.840	——	征地。
4	施工准备区	——	66.06	指标以外，租地
5	弃土场		10.19	指标以外，租地
6	其他临时用地		21.11	指标以外，租地
合计		87.8904	97.36	

表 5.1-2　施工阶段的主要噪声污染源及噪声级

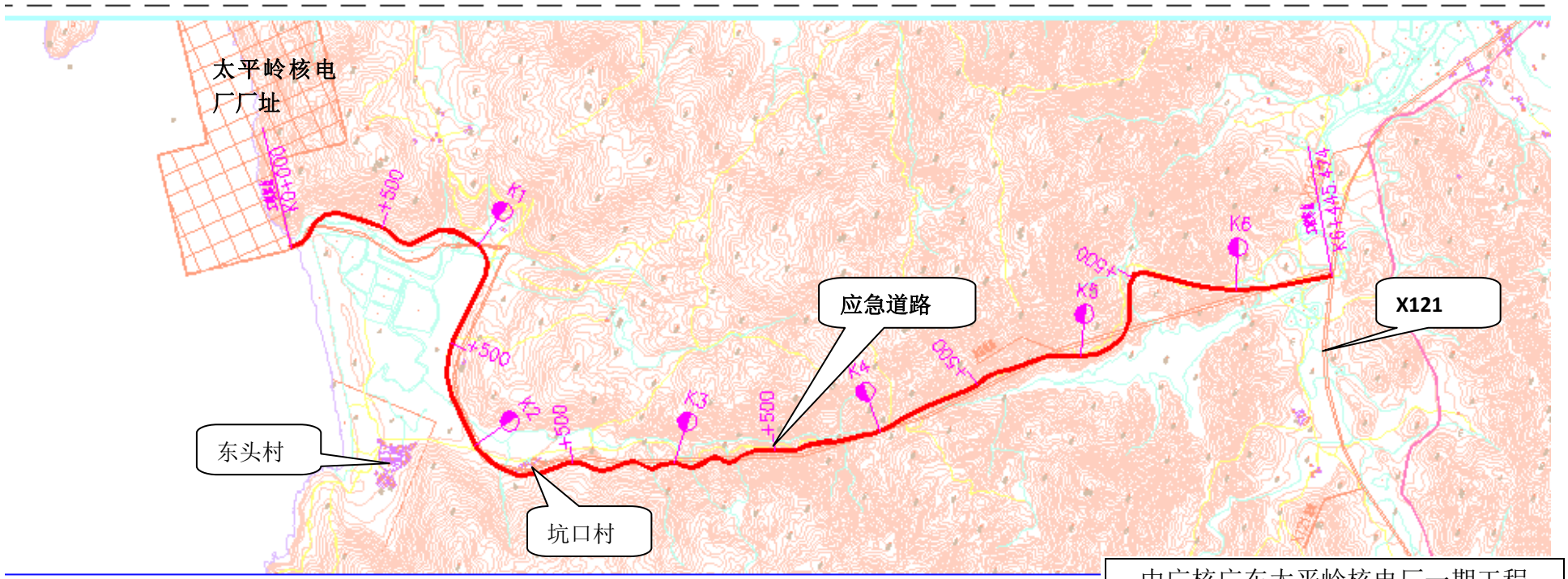
施工期	主要声源	噪声级 dB（A）
负挖	爆破	>120
土石方	挖掘机、推土机、平地机、装载机、压路机、打桩机和摊铺机	76~105
底板和结构	混凝土输送泵、振捣机、电锯、电焊机	90~100
内部装修	电钻、电锤、手工钻、无齿锯	100~110
外部装修	升降机、吊车	65~75
交通运输	轻型载重卡车、混凝土罐车、大型载重车	75~95



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
进厂道路位置及走向图		
图 5.1-1	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
应急道路位置及走向图		
图 5.1-2	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
应急道路与周围环境示意图		
图 5.1-3	版次：	A

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

本项目拟申请用海总面积为 89.237 公顷，各种用海方式面积具体为：取水明渠 33.4773 公顷，取水口西防波堤 13.5325 公顷，取水口用海 5.9303 公顷，排水口用海 18.4573 公顷，排水隧洞 16.4269 公顷，围堰用海 0.6434 公顷，施工用海 0.7693 公顷。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、重件码头工程和疏浚工程，其中重件码头工程由惠州市太平岭码头投资建设有限公司投资建设。

- 取排水工程：本项目涉海工程主要为核电的取排水工程，一期工程建设一条长约 1290m 取水明渠，取水明渠东防波堤依托惠州市太平岭码头投资建设有限公司重件码头工程防波堤，本次工程拟修建取水明渠西堤，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。每台机组建设 1 条排水隧洞，一期建设 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，暗涵长度约 3.3km。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。一期工程两台机组需冷却水量为 129.9m^3/s，取排水温差为 7.83℃。
- 重件码头工程：本工程核电重件运输依托惠州市太平岭码头投资建设有限公司重件码头工程，码头规划布置在厂区东南侧，拟建 3000t 级的核电设备专用码头，码头平台长 138m、宽 50m，防波堤堤顶路全长约 1270.29m，路宽 12m，陆域回填区面层面积约 9.0942hm^2，配套工程主要包括供电、照明、给排水、消防、环保等。
- 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。厂区内护岸依托于惠州市太平岭码头投资建设有限公司重件码头工程的护岸工程，护岸长 1165m，所在原泥面标高 0m ～-6.0m ，护岸顶标高为 16.0m，针对本项目核电一期工程，需要建设厂区西护岸，厂区西护岸为抛石斜坡式结构，总长 316.11m，一期工程全部建设实施。厂区西部内护岸位于 1、2#取水泵房西部，与明渠防波堤相连，长 118.08m，顶标高为 16.0m。

- 围堰工程：一期 1、2 号机组临时施工围堰长 204 m，采用斜坡式土石堤结构，在一期工程完工后拆除。一期临时施围堰主体结构采用陆上推填 1~300kg 开山石斜坡堤，顶高程 3.2m ，堤顶宽 15.0m ，两侧坡度 1:1.5。
- 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 $350\times10^4m^3$，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。根据海域使用论证描述，本次工程疏浚和重件码头基槽开挖均利用 $8m^3$ 抓斗式挖泥船进行施工，施工悬浮泥沙产生量为 1.4kg/s；本项目取水明渠西防波堤、取水明渠东防波堤、重件码头防波堤、厂区内护岸、厂区西护岸均采用抛石斜坡堤结构型式，抛石悬沙发生量为 0.13kg/s；码头施工采取基槽开挖后抛石沉箱，沉桩施工产生的悬浮物轻微抛石悬浮泥沙平均源强为 0.13kg/s。

根据施工期悬浮物数值模拟预测结果显示，基槽挖泥及港池疏浚产生的悬浮物可能会对东虎屿附近海水养殖产生影响，水体浑浊度增加，会影响养殖品种营养摄入及生长发育，工程施工结束后将不再产生悬浮泥沙，此影响也将随之消失。

项目施工期悬浮泥沙浓度大于10mg/L等值线的最大影响面积为$3.91km^2$，最大影响距离为1.49km，进入珠海-潮州近海农渔业区面积$0.06km^2$，进入考洲洋农渔业区的面积$3.25km^2$，对该海水水质造成一定影响。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，而大部分潮间带和底栖种类将难以存活。

— 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，降低单位水体内浮游植物数量，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。

- 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，从而使得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，即使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。

需要说明的是，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》，核电厂施工期初期生产和生活水源为位于厂址 W 方位约 4km 的苦竹坑水库和石瓮水库，取水方式为提水。核定取水量为 184.12 万 m^3/a，最大日取水量为 8112m^3。待稔平半岛供水工程建成后，施工期及运行期淡水取水水源为稔平半岛供水工程。稔平半岛供水工程已于 2015 年 11 月开工，计划工期 36 个月，截止 2018 年底，管道安装完成约 21.3km，占设计总长的 40%；隧道开挖约 8.1km，占设计总厂的 81%；鲤鱼岭泵站主体工程完成 70%。工程全线总交地约 52.98km（含隧洞），占征（租）地工作的 79%，预计 2019 年底完成上述工程。由于稔平半岛供水工程还未建成，核电 2019 年施工用水除了采用苦竹坑和石瓮水库外，还需采用牛牧坑水库作为施工临时供水水源。根据《广东太平岭核电厂一期工程可行

性研究阶段淡水水源方案选择报告》（2015 年 9 月）长系列调节计算，2020 年牛牧坑水库、苦竹坑水库、石瓮水库在除满足现有供水对象和供水范围外，可分别供核电厂施工期临时用水 8.4 万 m^3、116.4 万 m^3、59.3 万 m^3，三个水库合计可供核电厂施工期用水 184.1 万 m^3。若 2019 年稔平半岛供水工程还未建成，核电的施工期最大临时用水量仍有保证。

牛牧坑水库、苦竹坑水库及石瓮水库水功能区划为开发利用区，水质现状为III类，2020 年及 2030 年水质管理目标为Ⅱ类。根据 2015 年 5 月和 9 月惠东县疾病预防控制中心对惠东县牛牧坑水库、苦竹坑及石瓮水库的出厂水水质监测成果，水库水质符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中指标限值，可作为集中式生活饮用水源地。

（1）苦竹坑水库

苦竹坑水库位于惠东县黄埠镇盐洲南面约 5km 处的观音山脚，该水库始建于 1993 年冬天，1994 年 6 月竣工蓄水，水库的主要功能是向盐洲提供生产、生活用水，使盐洲告别了用水困难的问题。苦竹坑水库属粤东沿海水系，该水库地形背山面海，水库坝址以上控制集雨面积 3.57km^2，干流河长 2.87km，河长干流坡降为 7.9‰。水库设计洪水标准为 30 年一遇，校核洪水标准为 500 年一遇；水库正常蓄水位为 6.5m，死水位 1.6m，设计洪水位为 8.26m，校核洪水位为 9.02m。总库容为 132 万 m^3，正常库容 91 万 m^3，死库容 7 万 m^3，是一宗以供水为主、兼顾防洪的小型水库工程。

（2）石瓮水库

石瓮水库属小(1)型水库，位于黄埠镇坑尾水上游，集雨面积 2km^2，河长为 1.77km，比降为 0.025，多年平均来水量约 200 万 m^3。设计洪水标准为 30 年一遇，校核洪水标准为 500 年一遇。设计洪水位为 26.95m，校核洪水位为 27.78m，正常蓄水位为 25m，死水位 14.5m，总库容 172 万 m^3，死库容 11 万 m^3，兴利库容 126 万 m^3。现状是以供水、灌溉为主的水库。

（3）牛牧坑水库

牛牧坑水库位于惠东县铁涌镇，于稔山～平海公路里程 17km 处，属黄坑河上第二个梯级水利工程。下游距黄坑水库坝址 4km。水库集雨面积 4.2km^2，河长 2.6km，河流平均比降为 0.0441。水库设计洪水标准为 100 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇；水库正常蓄水位为 67.5m，死水位 57m，设计洪水位为 70.23m，校核洪水位为 70.91m。总库容为 355 万 m^3，正常蓄水对应的库容为 178.6 万 m^3，死库容 4.6 万 m^3，

水库总灌溉面积为 3000 亩，水库的功能为供水和灌溉。水库由惠东县水务局管理。

（4）稔平半岛供水工程

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 4×1000kW，设计抽水流量为 5.2m^3/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#赤竹排隧洞后在礤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 m^3，最终引水规模为 5.2m^3/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 m^3/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。因此太平岭核电的从稔平半岛供水工程取水对稔平半岛用水没影响。

2019 年前施工期核电厂采用石瓮水库和苦竹坑水库作为施工水源，根据 2020 年石瓮水库和苦竹坑水库供需平衡调节计算结果，石瓮水库和苦竹坑水库除满足原有供水对象外，石瓮水库可为核电提供 59.3 万 m^3 的水量，苦竹坑水库可为核电提供 116.4 万 m^3 的水量，生活工业供水保证率高于 97%，石瓮水库农业灌溉用水保证率为 90%，核电施工用水保证率也高于 90%，因此施工期核电取水对现有用水户也无影响。

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
取水明渠	33.4773	港池、蓄水等
取水口西防波堤	13.5325	非透水构筑物
取水口用海	5.9303	取排水口
排水口用海	18.4573	取排水口
排水隧洞	16.4269	海底电缆管道
围堰用海	0.6434	非透水构筑物
施工用海	0.7693	非透水构筑物

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 海域监测站位及监测对象一览表
表 5.3-2 海域环境监测内容
表 5.3-3 海域水质监测报告

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 5.3-4 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，建议工程中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γ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 海龟国家级自然保护区和考洲洋的保护措施

建设单位将对惠东海龟国家级自然保护区进行生态补偿，并将渔业资源损失补偿金纳入项目环保投资。另外，采取的环保措施如下：

（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。目前，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开展陆域环境监测及海域环境监测专题工作，于施工期开始后定期进行厂区及附近海域的环境质量监测，跟踪环境质量变化，及时反馈环境信息。

5.3.4.1 陆域环境监测

根据深圳市威标检测技术有限公司编制的陆域环境监测方案，监测方案内容包括环境空气、厂区污水站出水和厂界及敏感点噪声三部分，陆域环境监测点位图见图 5.3-1 所示。

a、环境空气监测：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_{10}）、二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）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_5）、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。

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，从而对该海域的洋环境造成影响。通过对太平岭核电工程海洋环境全程动态监测，以了解工程用海项目建设前后海域状况变化，掌握工程过程中海域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。根据国家海洋局第一海洋研究所编制的海域监测服务监测方案，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。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 5.3-1，具体监测内容见表 5.3-2。

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。

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。

（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，回填表士，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

类比其他类似电厂经验，本工程施工期间危险固废主要为废油漆桶，年产生量约 12000 只左右；废油，年产生量约 400kg 左右；酸洗钝化废液，年产生量约 5 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。类比国内同类核电厂建设过程，施工期生活垃圾年产生量约 100t 左右，由当地环卫部门定期外运填埋处置。

本工程施工期间拟在现场设置 1 座临时污水处理站，位于 1 号反应堆 NE 方位约 2km 的施工准备区内，由于施工人员不住在厂区，施工人员仅考虑办公给水，污水站处理站设计能力为 600m^3/d。根据建设单位提供的资料，本工程按照 12900 人同时在现场施工，给水按 50L/人 d，则给水总量 645m^3/d，污水按照给水的 85%~95%考虑，取 90%，则污水产生量为 580.5m^3/d，因此本工程临时污水处理站设计能力可以满足现场施工人员产生的污水处理要求。施工期的临时污水站出水执行一级 A 标准，对海水环境影响较小。

表 5.3-1 海域监测站位及监测对象一览表

站位	东经	北纬	监测对象				
			海水	海洋沉积物	海洋生物体	海洋生物生态	潮间带生物
Q1	114°55′11.98″	22°36′05.05″	√	√	√	√	
Q2	115°00′50.17″	22°30′50.90″	√			√	
Q3	114°57′31.40″	22°40′07.47″	√				
Q4	114°59′04.10″	22°36′54.94″	√	√	√	√	
Q5	114°56′46.55″	22°42′29.72″	√	√	√	√	
Q6	114°58′08.24″	22°41′43.13″	√				
Q7	114°59′08.85″	22°40′03.31″	√	√	√	√	
Q8	115°00′14.91″	22°39′14.18″	√				
Q9	115°05′21.05″	22°36′05.05″	√	√	√	√	
Q10	115°00′26.69″	22°41′57.39″	√			√	
Q11	115°01′11.85″	22°41′01.54″	√				
Q12	115°01′58.20″	22°42′09.87″	√				
Q13	115°02′16.72″	22°40′53.56″	√	√	√	√	
Q14	115°04′35.67″	22°40′16.97″	√	√	√	√	
Q15	115°03′46.48″	22°45′40.46″	√	√	√	√	
Q16	115°09′34.29″	22°41′20.80″	√				
D1	115°00'7.72"	22°42'15.67"					√
D2	114°58'37.77"	22°41'18.06"					√
D3	114°58'08.35"	22°40'47.49"					√
D4	114°57'27.79"	22°40'11.69"					√

表 5.3-2 海域环境监测内容

监测对象	监测项目		项数（项）
海水	水温、水深、透明度、pH、溶解氧、化学需氧量、盐 度、浑浊度、无机磷、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、油类、 悬浮物、锌、镉、铅、铜、总铬、总汞、砷		21
海洋沉积物	粒度、pH、锌、镉、铅、铜、汞、砷、铬、油类、硫 化物、有机碳		12
海洋生物生态	海洋生物体质量	锌、镉、铅、铜、汞、砷、总铬、石油烃	8
	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		7

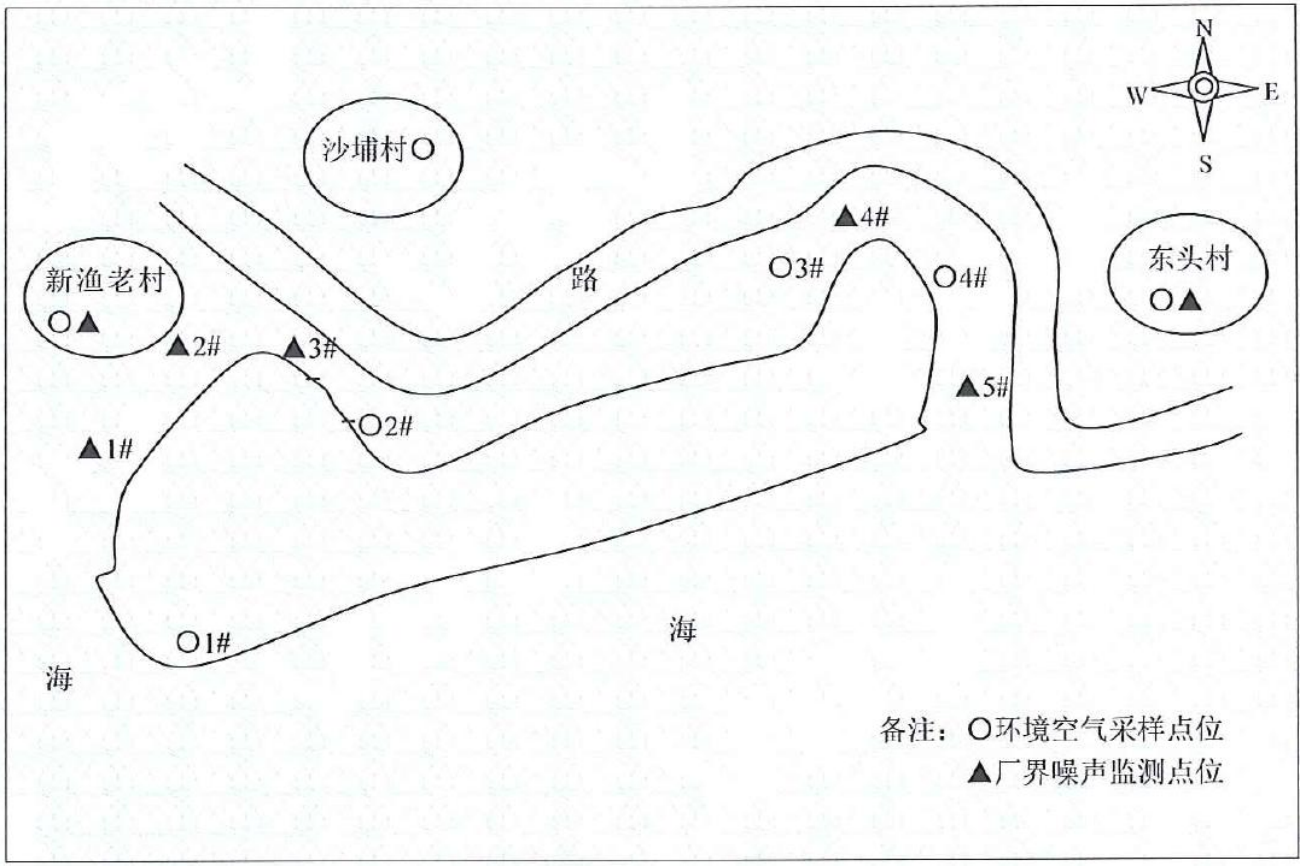
表 5.3-3（1/2） 海域水质监测结果

站位	水层	透明度 (m)	温度 ("C)	盐度	氨氮 (mg/L)	亚硝酸盐 (mg/L)	硝酸盐 (mg/L)	无机氮 (mg/L)	无机磷 (mg/L)	pH	溶解氧 (mglL)
Q1	表	4.0	23.3	3 1. 8	0.003	0.001	0.046	0.049	0.00 1	7.94	8.33
	底		23.3	3 1.9	0.001	0.001	0.032	0.034	N.D.	7.93	8.21
Q2	表	5.0	22.8	3 1.3	0.062	0.001	0.122	0.184	N.D.	7.99	8.03
	底		22.9	31.2	0.012	0.001	0.074	0.086	N.D.	7.98	8.07
Q3	表	3.5	23.2	32.5	0.031	0.002	0.071	0.104	0.001	8.15	8.27
Q4	表	4.0	23.1	31.8	0.001	N.D.	0.032	0.033	N.D.	7.95	8.27
	底		23.5	31.8	0.008	0.001	0.010	0.018	N.D.	7.94	8.18
Q7	表	3.0	23.2	31.7	0.012	0.001	0.029	0.042	N.D.	7.92	7.98
	底		23.3	31.7	0.015	0.001	0.024	0.041	N.D.	7.91	7.94
Q8	表	4.0	22.8	33.0	0.004	N.D.	0.011	0.015	N.D.	8.20	8.50
	底		23.8	32.9	0.008	N.D.	0.054	0.063	N.D.	8.20	8.49
Q9	表	4.0	22.8	33.4	0.006	N.D.	0.082	0.088	N.D.	8.20	8.55
	底		22.8	33.4	0.004	N.D.	0.064	0.068	0.001	8.21	8.52
Q10	表	3.5	23.9	31.7	0.001	N.D.	0.040	0.042	N.D.	7.93	7.95
Q11	表	4.5	23.1	32.9	0.013	N.D.	0.027	0.040	N.D.	8.18	8.47
	底		23.2	33.0	0.004	N.D.	0.050	0.055	N.D.	8.19	8.55
Q12	表	4.0	24.1	33.0	0.001	N.D.	0.221	0.222	N.D.	8.15	8.51
	底		23.8	32.9	0.006	0.001	0.160	0.167	N.D.	8.12	8.44
Q13	表	4.0	23.2	33.0	0.004	N.D.	0.174	0.177	N.D.	8.19	8.54
	底		23.2	33.0	0.013	N.D.	0.123	0.136	N.D.	8.18	8.49
Q14	表	4.0	23.0	33.0	0.007	N.D.	0.142	0.148	N.D.	8.20	8.50
	底		23.0	33.0	0.004	N.D.	0.156	0.159	N.D.	8.19	8.48
Q15	表	3.0	24.2	32.9	0.004	N.D.	0.111	0.115	N.D.	8.16	8.89
Q16	表	3.5	23.0	33.3	0.010	N.D.	0.050	0.060	0.002	8.20	8.58
	底		23.0	33.3	0.003	N.D.	0.027	0.029	N.D.	8.16	8.50

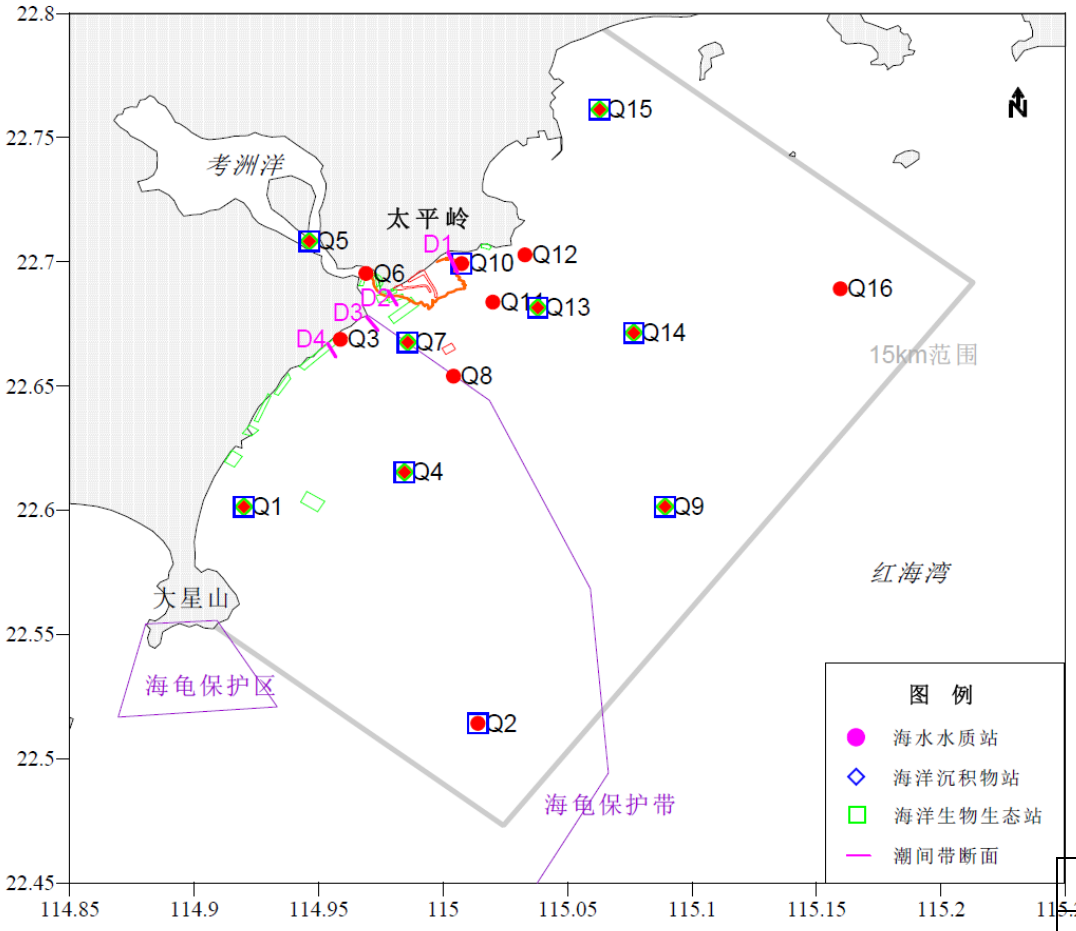
表 5.3-3（2/2） 海域水质监测结果

N.D.：未检出

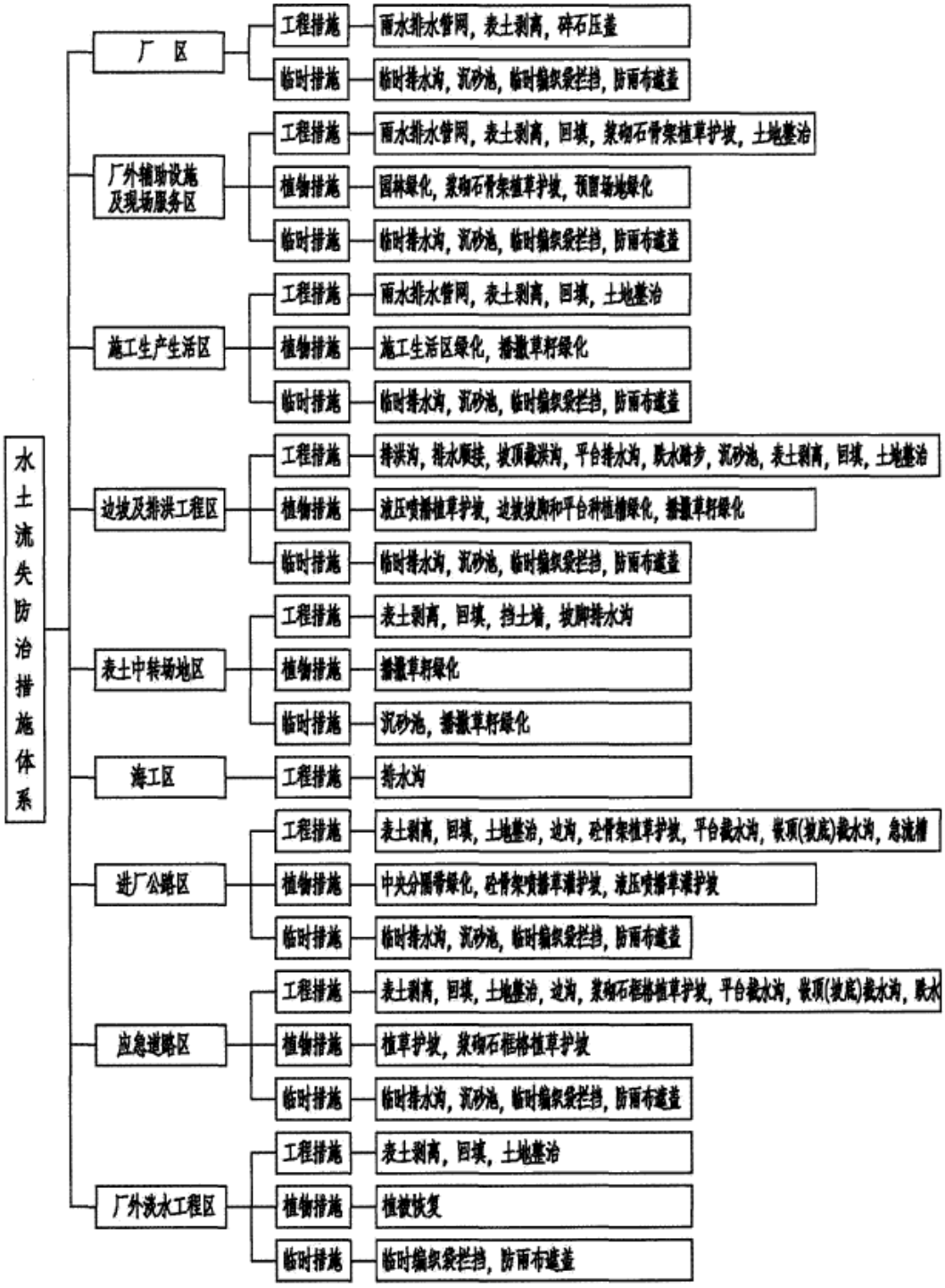
站位	水层	化学需氧量(mg/L)	悬浮物(mg/L)	浑浊度（NTU）	油类(mg/L)	Cr (μg/L)	Cu (μg/L)	Zn (μg/L)	As (μg/L)	Cd (μg/L)	Pb (μg/L)	Hg (μg/L)
Q1	表	1.53	6.0	6.1	0.01	0.54	0.23	22.60	0.75	0.08	0.07	0.012
	底	0.32	14.6	2.9	0.24	0.53	0.27	25.00	1.45	0.09	0.15	0.016
Q2	表	1.32	3.5	5.0	0.05	0.49	0.24	38.20	3.17	0.11	0.32	0.014
Q3	底	0.60	8.0	4.0	0.01	0.41	0.24	33 .00	2.46	0.06	0. 18	0.009
	表	1.72	13.8	3.6	0.01	1.92	0.55	36.40	1.50	0.13	0.07	0.012
Q4	表	1. 88	10.0	1.5	N.D.	0.94	0.37	21.40	3.87	0.12	0.12	0.013
	底	1.33	6.0	2.4	0.13	0.80	0.33	24.80	2.46	0.12	0.10	0.011
Q7	表	0.38	14.2	1.6	0.03	N.D.	0.24	18.20	2.75	0.11	0.63	0.008
	底	1.21	14.0	2.2	0.03	1.08	0.32	27.00	1.76	0.08	0.14	0.011
Q8	表	1.03	16.5	4.1	0.09	0.84	0.22	24.00	1.14	0.09	0.28	0.006
	底	1.04	2 1.0	3.2	0.06	0.74	0.40	3 1.60	2.11	0.13	0.64	0.005
Q9	表	1.93	11.0	2.6	0.08	0.76	0.28	29.00	1.73	0.11	0.13	0.010
	底	1.81	19.5	2.9	0.04	N.D.	0.15	38 .20	2.72	0 .07	0.09	0.009
Q10	表	0.75	12.3	6.5	0.58	0.48	0.27	12.20	2.05	0.06	0.02	0.006
Q11	表	1.03	17.5	4.2	0.20	1.00	0.35	29.80	2.82	0.09	0.07	0.005
	底	2.23	8.8	3.7	0.10	0.76	0.28	14.00	2.11	0.09	0.03	0.004
Q12	表	1.61	10.5	5.5	0.04	1.42	0.47	53.00	1.72	0.15	0.06	0.011
	底	1.08	13.0	5.7	N.D.	1.06	0.34	33.40	2.38	0.11	0.06	0.011
Q13	表	0.93	7.0	2.6	N.D.	0.54	0.30	28.20	0.26	0.10	0.10	0.012
	底	1.27	30.5	2.8	0.32	0.70	0.26	26.60	2.07	0.08	0.06	0.009
Q14	表	0.02	12.2	3.9	0.33	1.I 3	0.52	36.00	2.73	0.17	0.22	0.021
	底	2.17	23.0	2.7	0.48	2.00	0.30	24.60	3.17	0.08	0.11	0.006
Q15	表	1.01	10.7	9.7	0.24	N.D.	0.42	24.00	3.61	0.16	0.002	0.016
Q16	表	1.82	7.5	3.9	0.37	0.71	0.28	19.20	5.24	0.06	0.001	0.014
	底	0.60	31.0	4.9	0.35	0.51	0.24	41.20	1.06	0.05	0.02	0.012



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
陆域环境监测站位示意图		
图 5.3-1	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
海域环境监测站位示意图		
图 5.3-2	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
水土流失防治措施体系框图		
图 5.3-4	版次：	A

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 温排水数模计算选取的典型潮
表 6.1-2 太平岭核电厂取水温升结果
表 6.1-3 太平岭核电厂温升范围结果

图

图 6.1-1 取排水工程布置
图 6.1-2 数值模拟计算区域
图 6.1-3 潮位验证
图 6.1-4 海流验证
图 6.1-5 工程海域全潮涨急、落急流场图
图 6.1-6 温排水模拟结果
图 6.1-7 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

6.1 散热系统运行的影响

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。一期工程规划建设 2 台华龙一号核电机组，采用海水直流冷却方式，冷却水源为厂址附近红海湾海水。一期工程两台机组的取排水流量为 129.9m^3/s，取排水温差为 7.83℃。

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 72m^3/s，取排水温升为 7.5℃。

6.1.1 散热系统方案

太平岭核电厂工程在选址阶段已针对本工程的散热系统方案开展了论证，分别对直流循环冷却方式和采用冷却塔的二次循环冷却方式从技术可行性、经济合理性和环境相容性三个方面进行了冷却方式的比选结论。根据分析研究，中广核广东太平岭核电厂一期工程采用暗涵排水方案更为合理。

在针对核电厂温排水直流循环冷却方式的研究论证中，建设单位委托中国水利水电科学研究院（下文简称“中国水科院”）开展温排水影响数值模拟研究工作，从温排水影响角度对取排水工程进行比选。核电厂温排水影响比选主要包括取水温升、温升影响范围、环境敏感区影响，以及经济技术可行性等四方面：（1）尽量降低电厂温排水对取水温升的影响。其限制值一般为取水温升全潮最大不超过 2℃，全潮平均不超过 1℃；（2）尽量减少电厂温排水所带来的 1℃以上（含 1℃）高温升影响区范围；（3）1℃温升包络范围不进入环境敏感区域（如考洲洋里的红树林保护区及区域内养殖）；（4）工程的经济性和可实施性要求。

根据数模结果综合分析，本项目取排水工程采用明取暗排方案，具体为：取水方案为固定端在西侧，明渠近岸取水，避岛中部取水，避开东虎屿；排水方案为离岸深排，采用适宜长度的暗涵排水，直线延伸至浅礁西侧水域，电厂三期工程的暗涵呈错位布置，一期、二期和三期工程的暗涵分别长 3300m，3400m，3500m，布置图详见 6.1-1。

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

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。建设单位委托水利部水沙科学与江河治理重点实验室开展了本项目的泥沙数模专题研究，以下根据 2016 年 8 月编写的《中广核广东太平岭核电厂取排水工程泥沙数值模拟研究》专题成果进行分析。

根据电厂对本工程取排水方案建设前后对潮流场的结果分析可知：（1）由于取水建筑物突出岸线，侵入了原沿岸向东的潮流主流，工程的东西两侧沿岸流速有所减少、流向略有变化，东侧影响范围远大于西侧，流速减小区域内可能会导致泥沙在此区域内落淤；（2）在取水建筑物离岸最远处（即头部），由于堤头绕流作用而流速明显增大；（3）工程靠近考洲洋口门，在考洲洋的潮流通道主流区处，流速有所增大，考洲洋在不同潮段工程建设均增大了考洲洋纳量，但相对都很小在 1%之内；（4）对于海域内流向来说，取水建筑由于突出岸线的阻流作用，主要是对其内部及局部近区的潮流流向影响，远离工程区域的潮流流向工程前后变化不大。

根据对电厂取排水工程对冲淤变化的影响分析可知，（1）西虎屿附近有局部冲刷区域，西虎屿东虎屿之间的飞虎滩呈轻微淤积，东虎屿东侧至取水明渠西防波堤之间的大部分区域轻微淤积状态，工程东侧的沙滩由于处于岸线突出后部的回流区而处于轻微的淤积状态；（2）取水明渠和防波堤是主要出现淤积处，最大淤积处为西防波堤内侧，取水明渠口门东侧防波堤堤头海床冲刷；（3）考洲洋潮流通道处于轻微冲刷状态，湾口东侧沙滩轻微淤积、西侧沙滩轻微冲刷，考洲洋湾内总体轻微淤积，局部轻微冲刷，考洲洋总体处于冲淤基本平衡的状态。

从工程海域整体来看，近岸区域呈 5~10cm/a 的轻微淤积状态，局部有轻微冲刷，远离岸线的海域呈-10cm/a 以内的轻微冲刷，大范围海床基本维持稳定状态，这与工程前的状态比较接近，取水工程对大范围的海床稳定性影响范围有限。在电厂运行寿期末，工程海域的海床基本达到冲淤平衡，（1）在常年波流条件下，工程沿岸近区海滩以淤积为主，淤积厚度不超过 0.75m，局部有轻微冲刷，在-0.5m 之内；（2）在取水口外海区域则以冲刷为主，一般在-0.25m 以上；取水建筑内及两侧附近以淤积为主，一般在 0.5~0.75m 之间，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；（3）考洲洋潮流通道内大部分呈现微淤状态，主槽部分位置轻微冲刷，冲淤

厚度多在±0.25m 之内；（4）东、西虎屿和二、三到排均为基岩海岛，取水明渠引起的泥沙冲淤情况不会对东、西虎屿、二到排和三产生较大影响。

因此，从总体上说，电厂取排水工程采用近岸明渠取水离岸深排的方式，相比厂址附近整个海域范围来说，取排水工程用海规模较小，取水工程不会造成周边水域潮流泥沙场的改变，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。电厂业主已委托中国水科院进行电厂散热系统温排水影响的多次模拟研究。根据水科院对工程海域的温排水模拟试验成果可知，由于排水口离岸较远，且排水深度较大，扩散器布置水域的平均水深约 14m，温排水出排水口后即与海水混合，排水温升迅速下降。在温排水模拟研究中，二维数模和物模试验均难以观测到 4℃及以上温升；在三维数模计算中，夏季 1℃温升最大面积不到二维数模的 40%，冬季 4℃温升区面积很小，远低于混合区设置面积（23ha）。

数模选用平面二维模型，能够模拟大范围海域内温排水的扩散、对流和热量累计效应；三维数学模型从原理上可更好地反映原型实际，但目前在工程应用中仍需进一步深化研究；物理模型模拟的是三维水流，能够较好的还原排水口近区三维水流及热水掺混过程。厂址附近海域内海水掺混稀释效果好，温排水温升影响范围总体较小。考虑到数模和物模在方法和手段上的差异及各自局限性，因此本工程温排水对受纳水体温升影响的预测仍采用二维数模方法。本节将根据已完成的《中广核广东太平岭核电厂一期工程排水方案比选模拟计算报告(华龙一号)》相关成果进行描述。

（1） 数值模拟方法

平面直角坐标系下，带自由水面垂向平均的二维瞬态水动力方程及热输运方程组如下：

连续方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial h\bar{u}}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}}{\partial y}=hS \tag{1}$$

运动方程：

x 方向：

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t}+\frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y}=f\bar{v}h-gh\frac{\partial \eta}{\partial x}-\frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x}-\frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x}+\frac{\tau_{sx}}{\rho_0}-\frac{\tau_{bx}}{\rho_0}+\frac{\partial}{\partial x}\left(hT_{xx}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hT_{xy}\right)+hu_sS \quad (2)$$

y 方向：

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t}+\frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y}=-f\bar{u}h-gh\frac{\partial \eta}{\partial y}-\frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y}-\frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y}+\frac{\tau_{sy}}{\rho_0}-\frac{\tau_{by}}{\rho_0}+\frac{\partial}{\partial x}\left(hT_{xy}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hT_{yy}\right)+hv_sS \quad (3)$$

温度输运方程：

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(h\bar{T}\right)+\frac{\partial h\bar{u}\bar{T}}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}\bar{T}}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}\left(hD\frac{\partial \bar{T}}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hD\frac{\partial \bar{T}}{\partial y}\right)+h\hat{H}+hT_sS \quad (4)$$

(1)～(4)式中：t 为时间，x，y 为笛卡尔坐标；η 为水位，d 为静水深，$h=d+\eta$ 为总水深；$\bar{u}$ 和 $\bar{v}$ 为 x 和 y 方向的水深平均速度；f 为柯氏力；ρ 为水的密度，ρ_0 为参考水密度；p_a 为大气压力；T_{ij} 为横向有效剪应力，$T_{xx}=2A\frac{\partial \bar{u}}{\partial x}$，$T_{xy}=A\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y}+\frac{\partial \bar{v}}{\partial x}\right)$，$T_{yy}=2A\frac{\partial \bar{v}}{\partial y}$，$A$ 为涡粘性系数；$\tau_b=\left(\tau_{bx},\tau_{by}\right)$ 为底部应力，$\frac{\vec{\tau}_b}{\rho_0}=c_f\vec{u}_b\left|\vec{u}_b\right|$，$c_f$ 为阻力系数，$\vec{u}_b$ 床底上部流速；$\tau_s=\left(\tau_{sx},\tau_{sy}\right)$ 为水面风应力；S 为源汇项。

$\bar{T}$ 为水深平均的温度；D 为广义热（物质）扩散系数；$\hat{H}$ 为与空气换热引起的源项，本研究中换热源项用经验公式来计算，即 $h\hat{H}=\frac{K_s\Delta T}{\rho_0 c_p}$，其中 K_s 为水面综合散热系数，ΔT 为温升，c_p 为水的比热，T_s 为源项温度。

（2）主要参数

（a）底部阻力系数 c_f：根据计算经验，糙率取0.02。

（b）表面综合散热系数 Ks：根据水文气象条件，采用以下公式进行 K_s 的计算。

$$K_s=(k+b)\alpha+4\varepsilon\sigma(T_s+273)^3+\left(1/\alpha\right)\left(b\Delta T+\Delta e\right) \quad (5)$$

式中：$\Delta T=T_s-T_a$；$\Delta e=e_s-e_a$；$k=\frac{\partial e_s}{\partial T_S}$；

$$\alpha=[22.0+12.5v_w^{\ 2}+2.0(T_s-T_a)]^{1/2}\ \ (\mathrm{W\cdot m^{-2}\cdot hP_a^{-1}})$$

式中，b 可取 0.66p/1000（$hP_a \cdot ℃^{-1}$），p 为大气压（hP_a），v_w 为水面以上 2m 处风速（m/s），ε 为水面辐射系数，可取 0.97。σ 为 Stafan-Boltzman 常数，$\sigma = 5.6 \times 10^{-8}$（$Wm^{-2}K^{-4}$），$T_a$ 为气温（℃），T_s 为水面水温（℃），e_s 是水温 T_s 时的相应水面饱和水汽压（hP_a），e_a 是水面以上 1.5m 处的水汽压（hP_a）。

模型研究依据厂址周边的大坑和汕尾气象站夏季 7、8、9 三月和冬季 12、1、2 三个月平均气温、湿度条件以及汕尾站风速资料进行散热系数计算，由于汕尾站与厂址较为接近，其风速与厂址附近较为接近。夏季水温按遮浪站多年 10%频率高水温 31.7℃，冬季水温按遮浪站多年冬季三月月平均水温 16.7℃计算。计算的夏季综合散热系数为 47 W/(m^2℃)，冬季散热系数为 26 W/(m^2℃)。

（3）水文条件

一般说来，选取潮差累积频率为10%以内、50%和90%分别作为典型大潮、典型中潮和典型小潮。数值模拟研究中，典型潮的选取见表6.1-1。

（4）计算区域

计算采用的地形资料为厂址附近海域的2010年海图资料，以及2015年实测的厂址附近海域地形测绘资料。

模拟范围包括红海湾和大亚湾在内。模拟范围为：以太平岭核电为中心，半径约80km以内的海域，顺岸线方向长约110km，整个计算水域面积约6000km^2，最小网格尺度30m。

计算范围及网格分布详见图6.1-2。

（5）模型验证

模型验证分为潮位验证和海流验证，各验证点位置详见图6.1-2。其中，潮位验证采用红海湾内的厂址附近惠州潮位站和汕尾站实测值，海流的流速和流向验证采用厂址附近海域内的13个点位的流速和流向。

图6.1-3给出各潮位站的典型大、中、小潮的潮位验证结果，潮位验证结果表明：计算的潮位过程与实测过程一致，整体上计算潮位与实测情况是相符的。

13 个测点的海流流速流向验证结果表明，计算的流速、流向与实测过程基本吻合。图 6.1-4 给出海流验证结果。选取点位如下：考洲洋口门处测站 V2、红海湾外测站 V11、红海湾内西岸测站 V7、红海湾内东岸测站 V12、红海湾内 10m 等深线以内测站 V10、

红海湾内 10~20m 等深线内测站 V8。

2 个潮位站和 13 个海流测站的验证结果表明，数学模型计算的潮流场基本能够反映海区的海流特征。

图 6.1-5 给出了工程海域的全潮涨、落急流场图。

（6）温排水影响预测

太平岭核电厂一期工程 2 台机组的温排水流量为 129.9m^3/s，取排水温升为 7.83℃。基于以上经过验证的潮流场条件，采用数值模拟手段得到电厂一期工程温排水作用下（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 6.1-2 给出了两台机组作用下，夏、冬两季典型大、中、小潮的最大和平均取水温升。表 6.1-3 和图 6.1-6 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、冬季典型大、中、小潮中，夏季大潮和冬季小潮取水温升值相对较高。全潮最大取水温升夏季不超过 0.24℃，冬季不超过 0.26℃。

温升影响范围计算结果表明：夏、冬季典型大、中、小潮中，夏季大潮和冬季小潮温升影响范围较大。电厂温排水的不同温升分布情况如下：

（1） 夏季各典型潮

- 4℃和3℃最大温升包络面积和平均温升包络面积均较小（小于0.01km^2）；
- 2℃最大温升包络面积不超过0.03km^2，平均温升包络面积较小（小于0.01km^2）；
- 1℃最大温升包络面积不超过1.91km^2，平均温升包络面积不超过0.32km^2。

（2） 冬季各典型潮

- 4℃、3℃最大温升包络面积和平均温升包络面积均较小（小于0.01km^2）；
- 2℃最大温升包络面积不超过0.12km^2，平均温升包络面积不超过0.06km^2；
- 1℃最大温升包络面积不超过3.22km^2，平均温升包络面积不超过1.97km^2。

（7）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℃。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、小潮全潮最大 2℃温升外包络区域和夏季典型大、中、小潮全潮最大 1℃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 6.1-7。由图中可以看出，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，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，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。

根据电厂一期工程海域使用论证专题分析结果，按照厂址附近海域鱼卵、仔鱼和浮游动物的生物量，以及两台机组的取水量和运行时间，电厂取排水卷载效应造成的损失量分别如下：鱼折算商品鱼苗为 5.616×10^7 尾/a、仔鱼折算商品鱼苗为 2.386×10^6 尾/a、浮游动物折算游泳生物为 127.53t/a。

为减缓取水工程对海洋生态环境的影响，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。

太平岭核电厂一期工程运行过程中，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（$\Delta T\leq3℃$），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（ΔT<3℃）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（ΔT>3℃），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℃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℃（8 月），因此，预计在电厂温排水 3℃ 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，太平岭核电一期工程温排水造成 3℃温升的最大包络面积在夏季时极小，不超过 0.01km^2。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，太平岭核电厂周围海域的主要经济鱼类有蓝园鲹、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。

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，太平岭核电一期工程温排水造成 3℃温升的最大包络面积在夏季时较小（不超过 0.01km^2），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，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，且受纳水体温升超过 3℃时，则可能对牡蛎和文蛤产生影响。根据温排水模拟成果，电厂一期工程温排水造成 3℃温升包络面积较小（不超过 0.01km^2），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，电厂一期工程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，太平岭核电一期工程温排水造成 4℃温升的最大包络面积在夏

季时较小（不超过 0.01km^2），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，养殖方式有鱼排、鱼塘和吊养蚝等，鱼虾混养，考洲洋区域长期以来无证养殖情况严重。根据惠东县养殖规划，厂址附近沿岸海域为禁养区，考洲洋湾内和湾口为主要以限养区为主。根据厂址近岸海水养殖用海分布，养殖主要是分布于工程西侧沿岸的贝类养殖、厂址处及东侧的海胆养殖等。此外，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 1℃以上温升不进入该环境敏感区域。夏季和冬季电厂温排水造成海域全潮最大 1℃温升外包络区域远离养殖区，预计本工程温排水对养殖的影响是有限的。

6.1.3.2.3 温排水对自然保护区的影响

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，太平岭核电一期工程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。

电厂已经开展了《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》专题研究并获得了国家农业部的批复。根据专题成果，通过对海龟直接和间接两方面影响的分析表明，本工程散热系统的机械因素、热因素等对厂址附近海域内海龟的生存、洄游和上岸筑巢产卵的直接影响较小，但可能因温排水导致的海域内一定范围内水温升高而对海龟的产卵时间、自然种群的结构和觅食等方面可能会产生一定的影响，如：温排水对影响范围内海龟的产卵期提前、海龟孵化时间的缩短及稚海龟性别比的改变、高温区内（>4℃）海龟总食物量降低、温升 2℃~3℃区域内马尾藻及及藻场动物群落的改变、温排水可能导致的致病菌繁殖等。

厂址附近海龟的产卵场、索饵场和洄游通道功能的作用有一定的季节性，每年 6~10 月是海龟产卵繁殖的主要季节，且厂址附近 20 年没有海龟上岸筑巢产卵的记录，距离项目最近有记录的考洲洋口盲婆岭西侧的海龟产卵场，海龟上岸筑巢数量较少。

食物量的减少对游泳能力较弱、生存能力低、以浮游生物为主食的稚海龟影响较大，但由于电厂周围受温升水影响较大的区域内无海龟产卵场存在，即电厂采用离岸深排、高温升范围很小而海域内稚海龟数量较少，因此温升对稚海龟摄食的不利影响较小；成年海龟活动区域较大，对食物选择性较小，虽然绿海龟好食食物的马尾藻等大型海藻资源量会减少，但工程附近海域内充沛的其它水生生物资源可作为海龟食物补充来源，足以维持海龟的生活。结合目前调查情况分析，电厂温排水对海龟生活产生的明显不利影响较小。电厂温排水 1℃温升线位于保护区外，总体上工程距离保护区较远，温排水不会影响保护区的生态系统结构和功能的有效维持，对保护物种和主要渔业种类“三场一通道”分布的影响不显著，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。

本工程已经获取红树林保护区主管部门同意建设的函，在《关于广东太平岭核电厂工程对惠州市惠东红树林市级自然保护区影响相关意见的复函》（惠市林函[2015]24号）指出，本工程的建设不会对红树林保护区产生不利影响。

6.1.3.2.4 减少电厂散热系统对海洋生态影响的措施

基于多种取排水方案的比选论证，太平岭核电厂取排水工程建设不占用和破坏海岛资源，不占用海洋生态红线区，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，并按相关要求开展海域生态补偿。鉴于有多种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一期工程排水方案比选模拟计算报告（华龙一号），中国水利水电科学研究院.2016年7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；

[3] 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（送审稿），中国科学院南海海洋研究所，2015年4月；

[4] 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5月；

[5] 中广核广东太平岭核电厂一期工程海域使用论证报告书（报批稿），国家海洋环境检测中心，2017年5月。

表 6.1-1　温排水数模计算选取的典型潮

潮型	潮差（cm）	累计频率
夏季大潮	155	10~15%
夏季中潮	113	45~50%
夏季小潮	79	85~90%

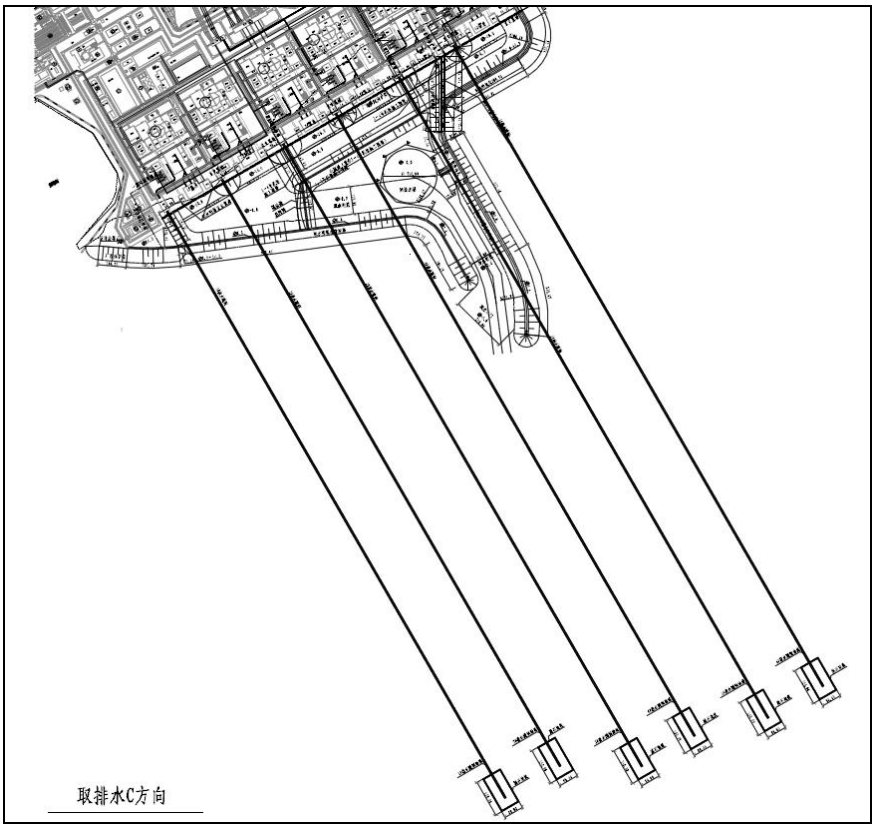
表 6.1-2　太平岭核电厂取水温升结果 （单位：℃）

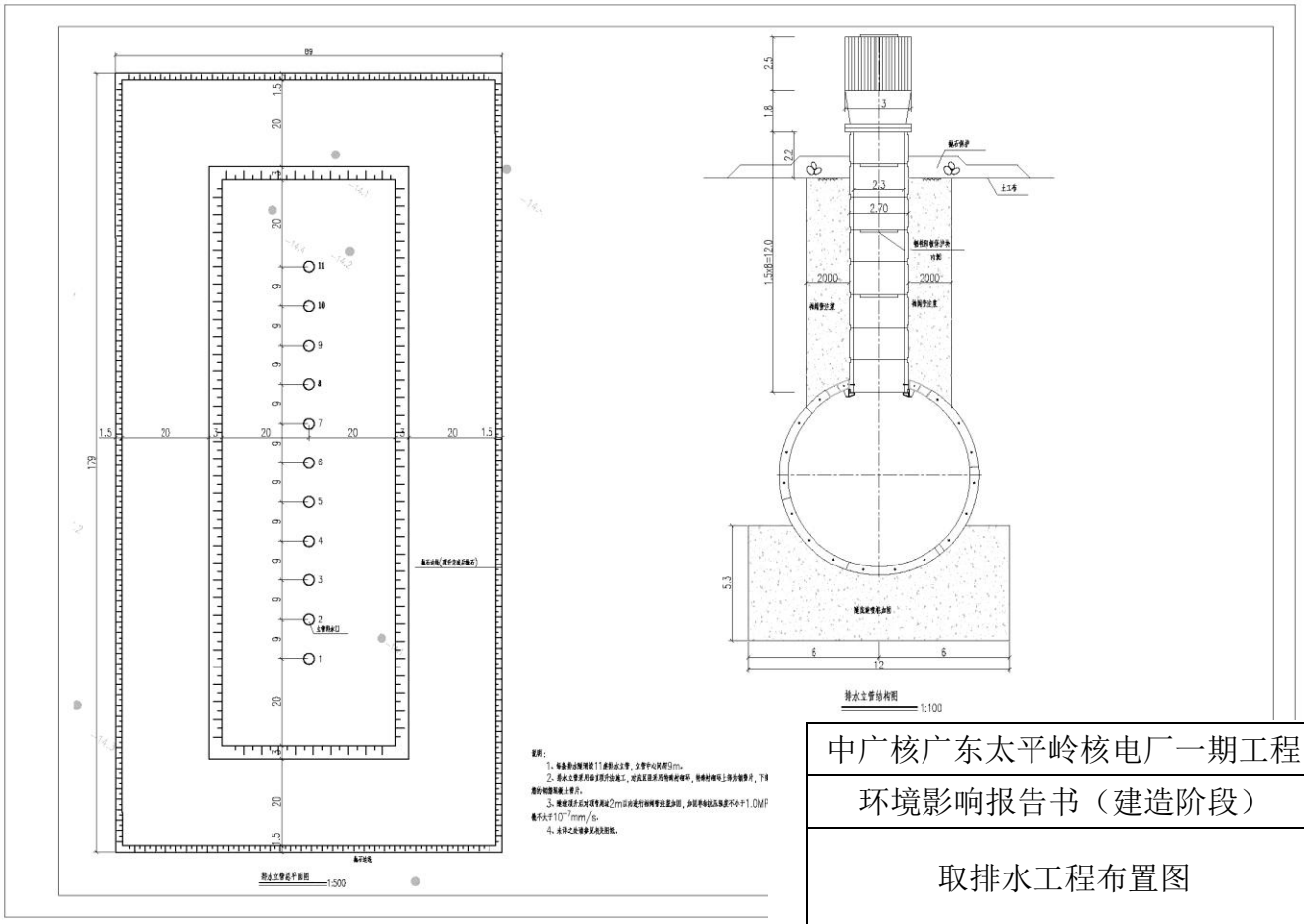
编号	计算潮型	全潮最大		全潮平均	
		核电	海丰电厂	核电	海丰电厂
Z-1	夏季小潮	0	0.09	0	0.08
Z-2	夏季中潮	0.01	0.1	0	0.1
Z-3	夏季大潮	0.24	0.54	0.21	0.54
Z-4	冬季小潮	0.26	0.83	0.21	0.82
Z-5	冬季中潮	0.21	0.69	0.19	0.68
Z-6	冬季大潮	0.2	0.62	0.18	0.61

表 6.1-3　太平岭核电厂温升范围结果（单位：km^2）

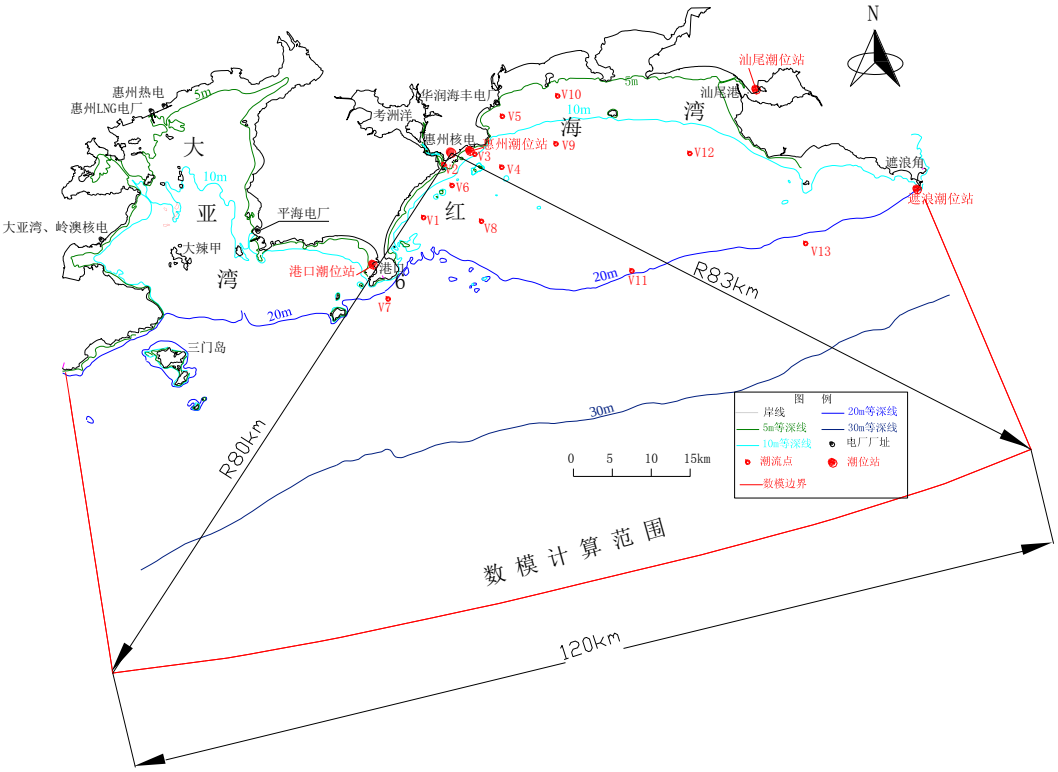
计算潮型	统计类型	包络面积(km^2)							
		4℃		3℃		2℃		1℃	
		核电	海丰电厂	核电	海丰电厂	核电	海丰电厂	核电	海丰电厂
夏季小潮	全潮最大	<0.01	0.06	<0.01	0.28	<0.01	1.14	0.07	5.46
	全潮平均	<0.01	0.04	<0.01	0.17	<0.01	0.79	0.03	4.66
夏季中潮	全潮最大	<0.01	0.07	<0.01	0.39	<0.01	1.51	0.12	7.08
	全潮平均	<0.01	0.04	<0.01	0.2	<0.01	0.92	0.04	5.2
夏季大潮	全潮最大	<0.01	0.07	<0.01	0.4	0.03	1.49	1.91	5.55
	全潮平均	<0.01	0.04	<0.01	0.18	<0.01	0.84	0.32	3.64
冬季小潮	全潮最大	<0.01	0.18	<0.01	0.79	0.12	2.71	3.22	11.57
	全潮平均	<0.01	0.11	<0.01	0.56	0.06	2.19	1.97	10.19
冬季中潮	全潮最大	<0.01	0.08	<0.01	0.31	<0.01	1.13	0.44	4.36
	全潮平均	<0.01	0.04	<0.01	0.19	<0.01	0.84	0.11	3.3
冬季大潮	全潮最大	<0.01	0.08	<0.01	0.42	<0.01	1.42	0.36	4.96
	全潮平均	<0.01	0.04	<0.01	0.18	<0.01	0.84	0.07	3.42

：“-”表示该值较小，低于 0.01。

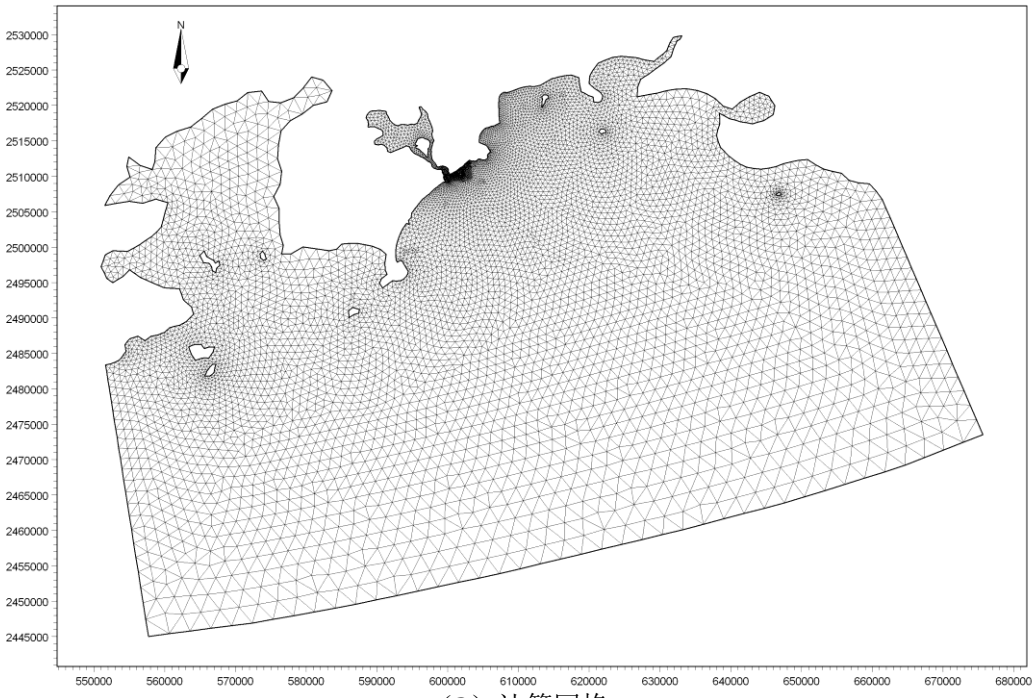




中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
取排水工程布置图		
图 6.1-1	版次：	A

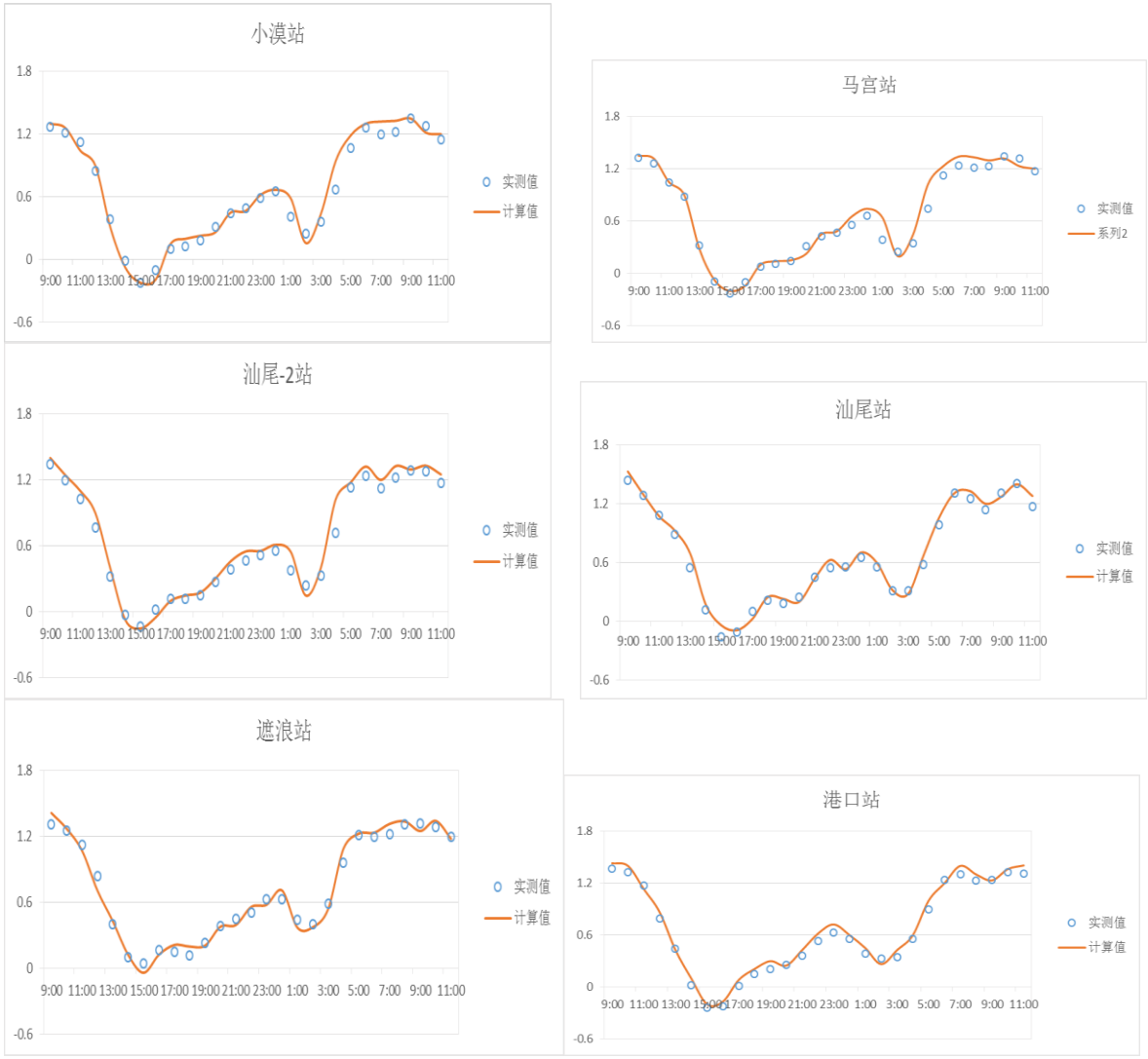


（1） 计算范围



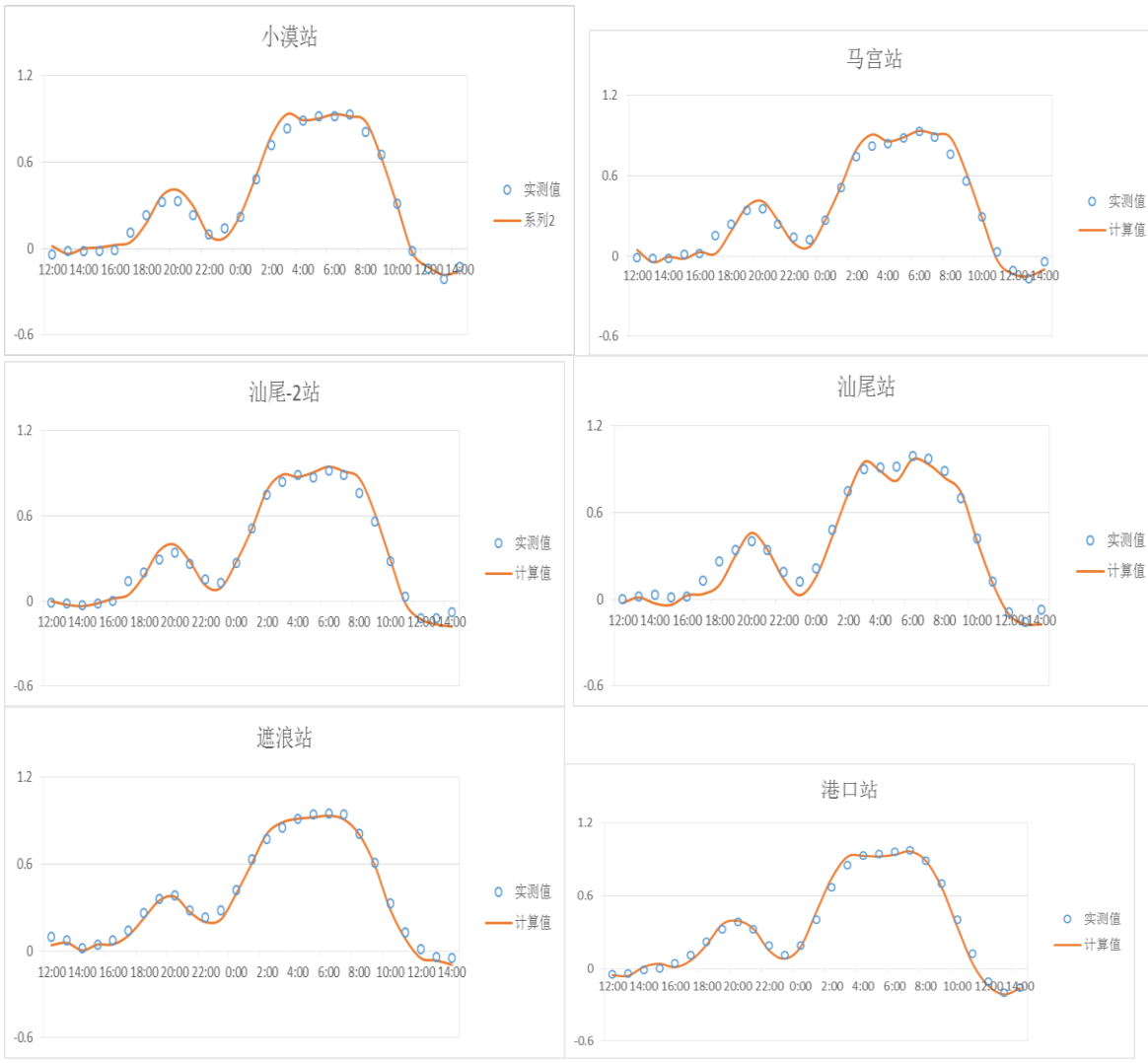
（2）计算网格

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
数值模拟计算区域		
图 6.1-2	版次：	A



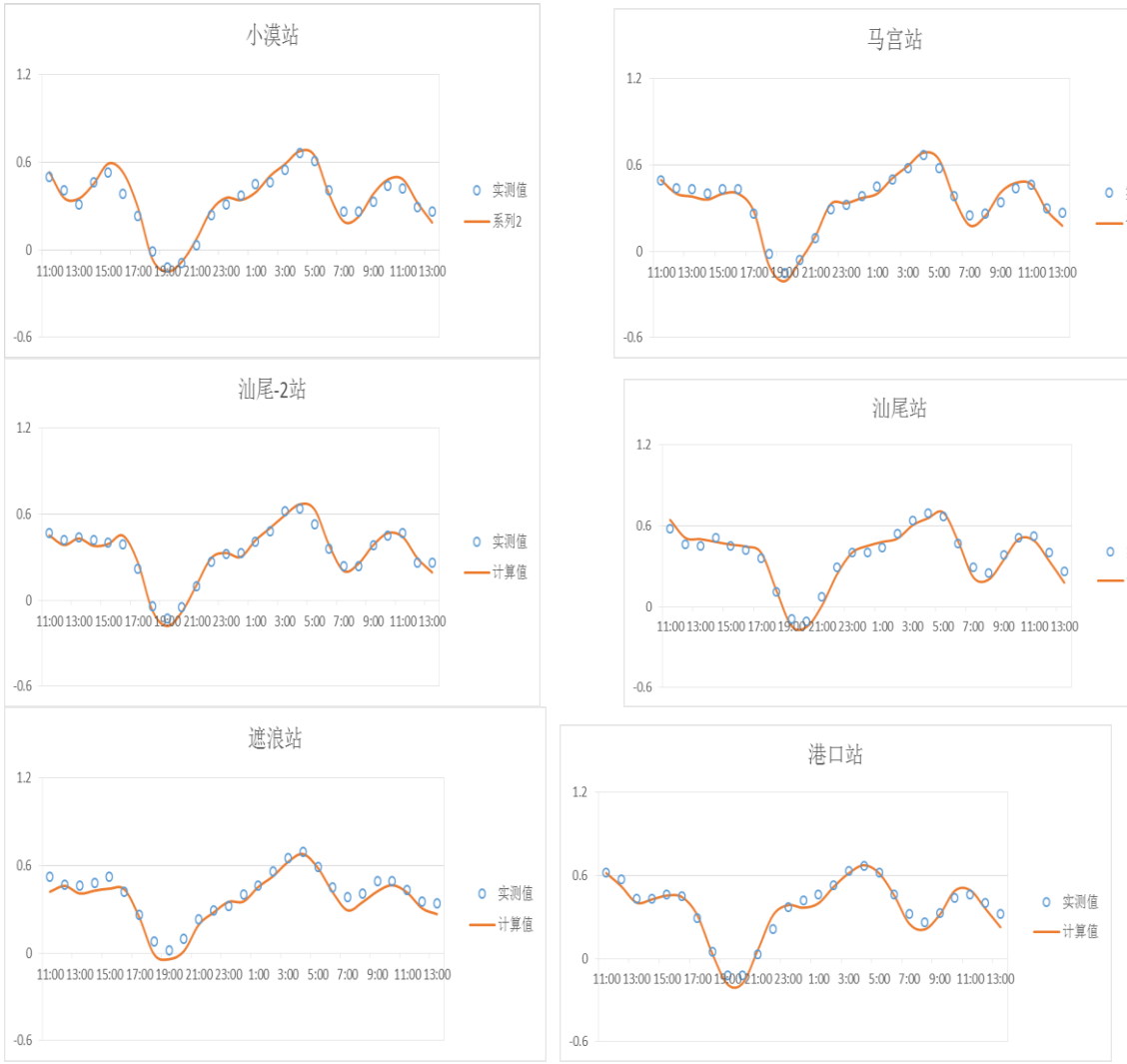
(a) 夏季大潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
潮位验证		
图 6.1-3（1/3）	版次：	A



(b) 夏季中潮

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
潮位验证		
图 6.1-3（2/3）	版次：	A

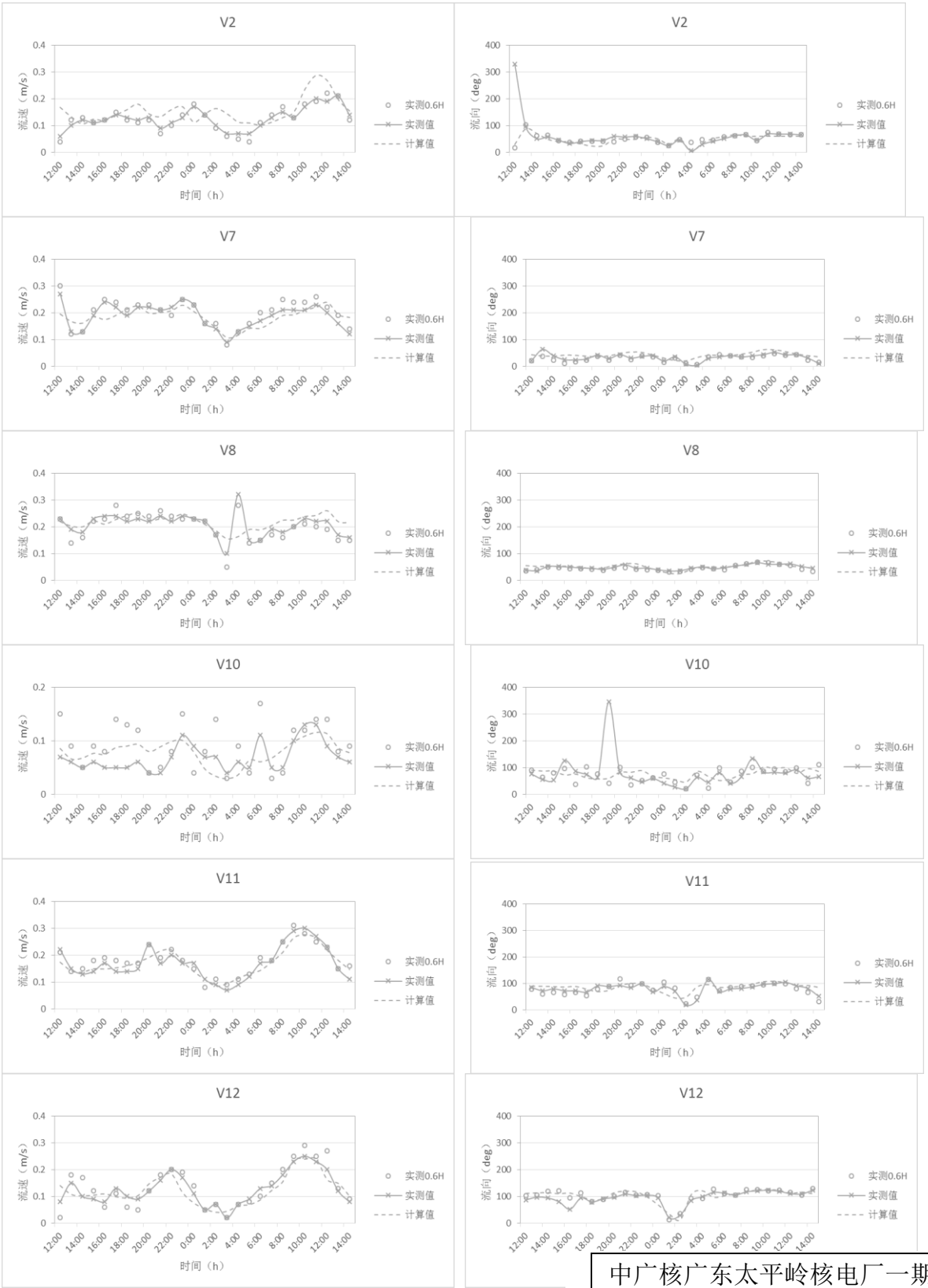


(c) 夏季小潮

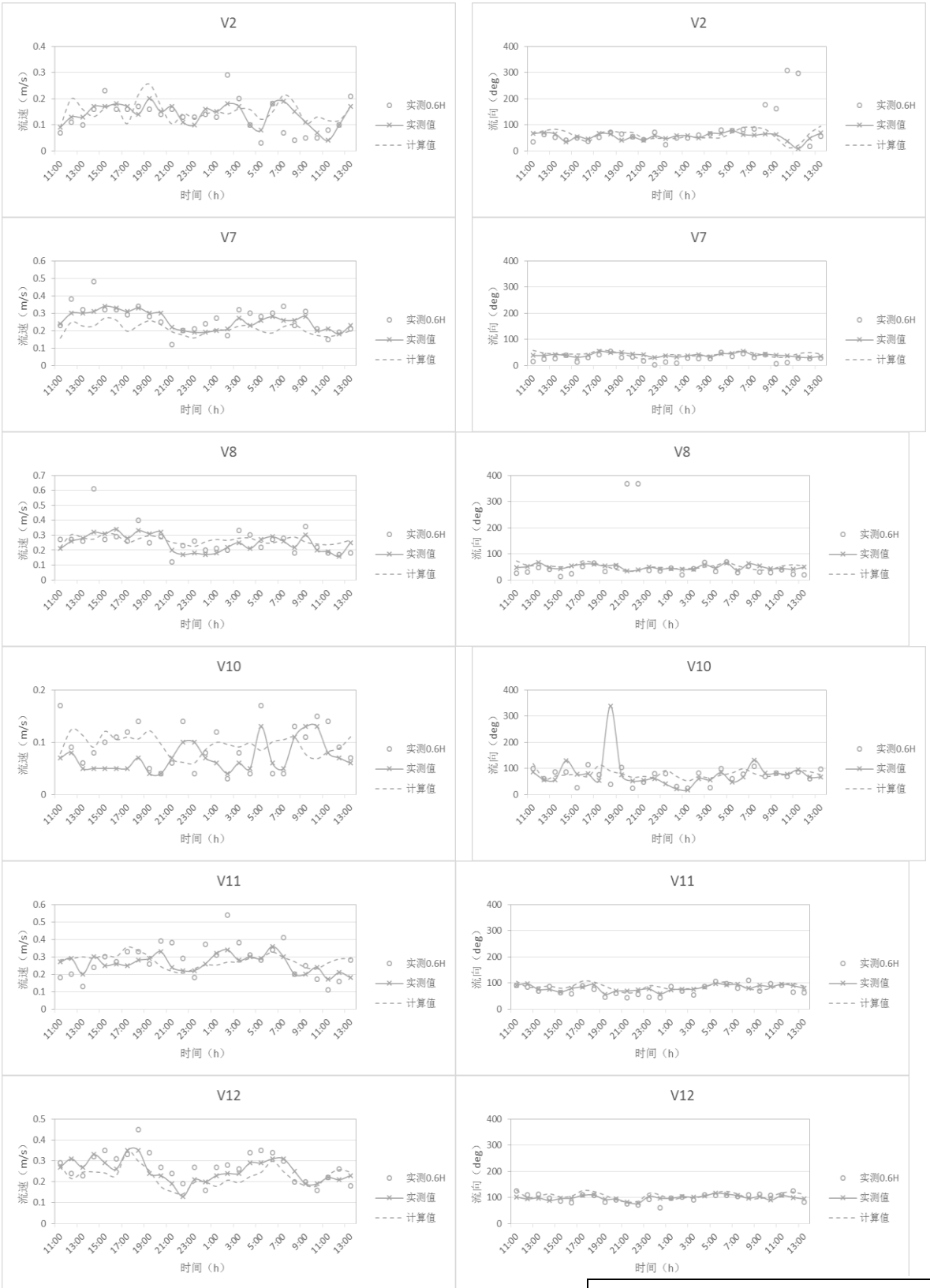
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
潮位验证		
图 6.1-3（3/3）	版次：	A



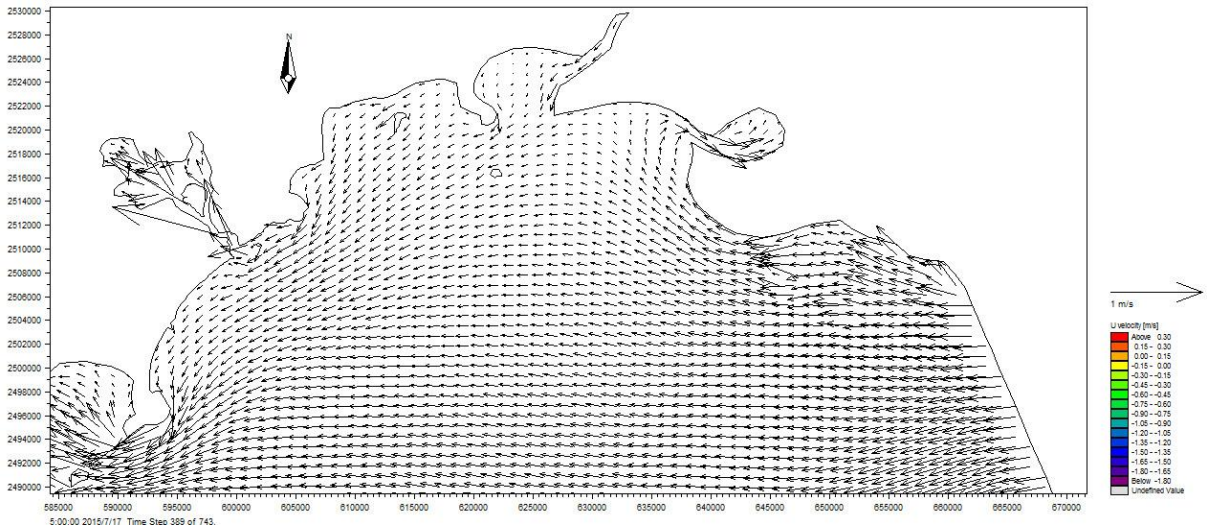
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
夏季大潮海流验证		
图 6.1-4（1/6）	版次：	A



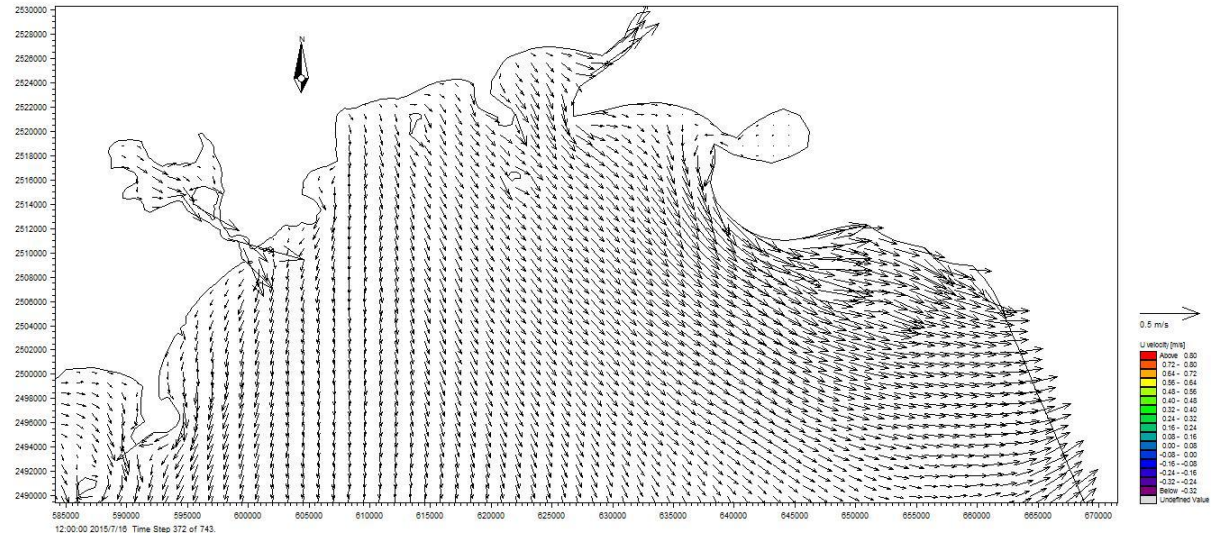
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
夏季中潮海流验证		
图 6.1-4（2/3）	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
夏季小潮海流验证		
图 6.1-4（3/3）	版次：	A

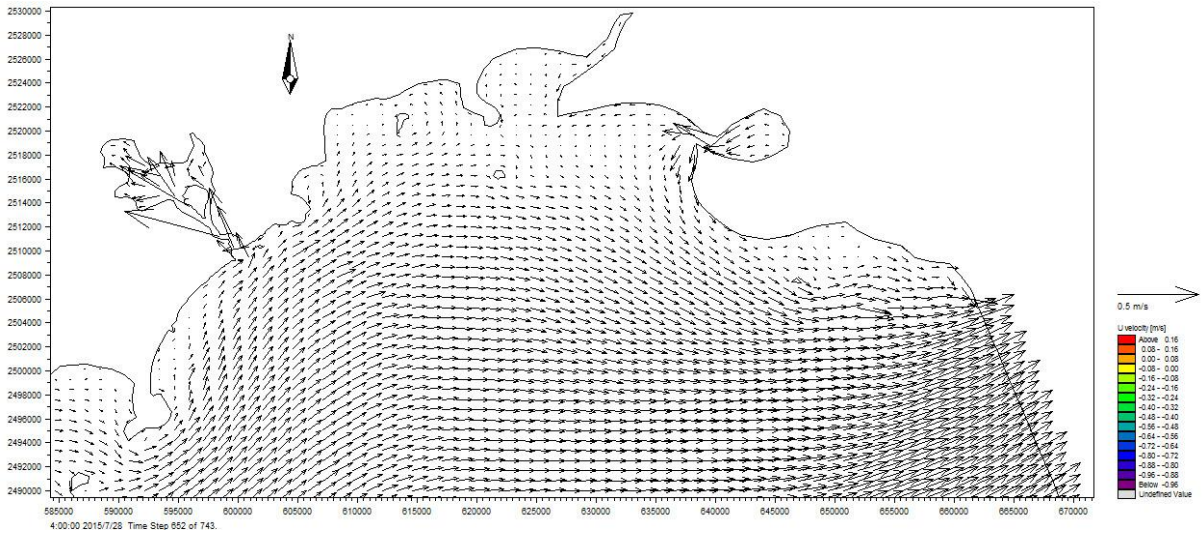


工程海域夏季大潮涨急流场

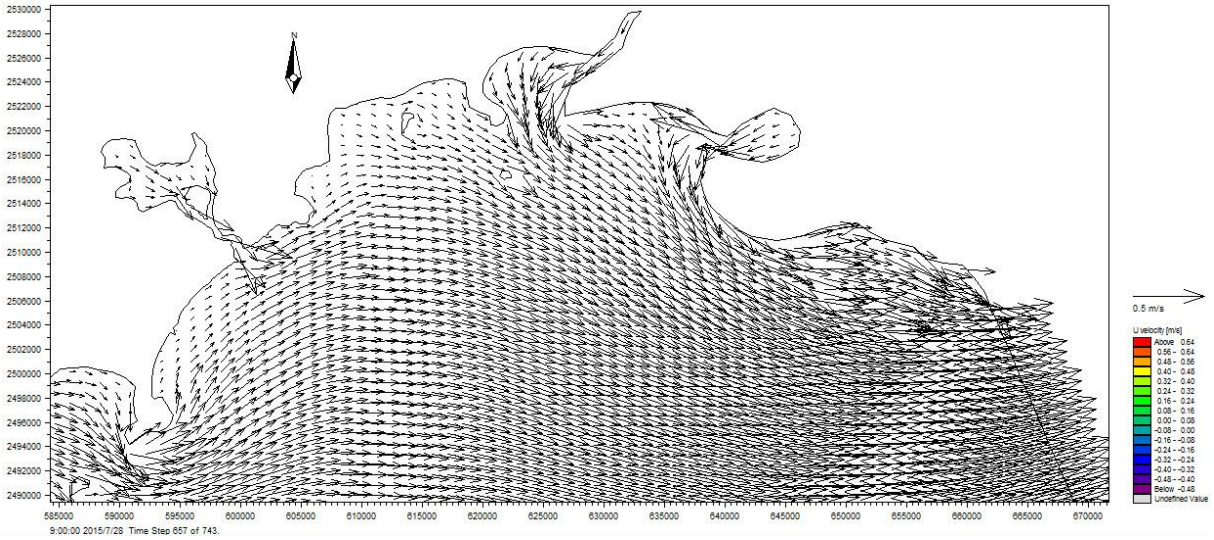


工程海域夏季大潮落急流场

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
工程海域夏、冬两季全潮涨急、落急流场图		
图 6.1-5（1/3）	版次：	A

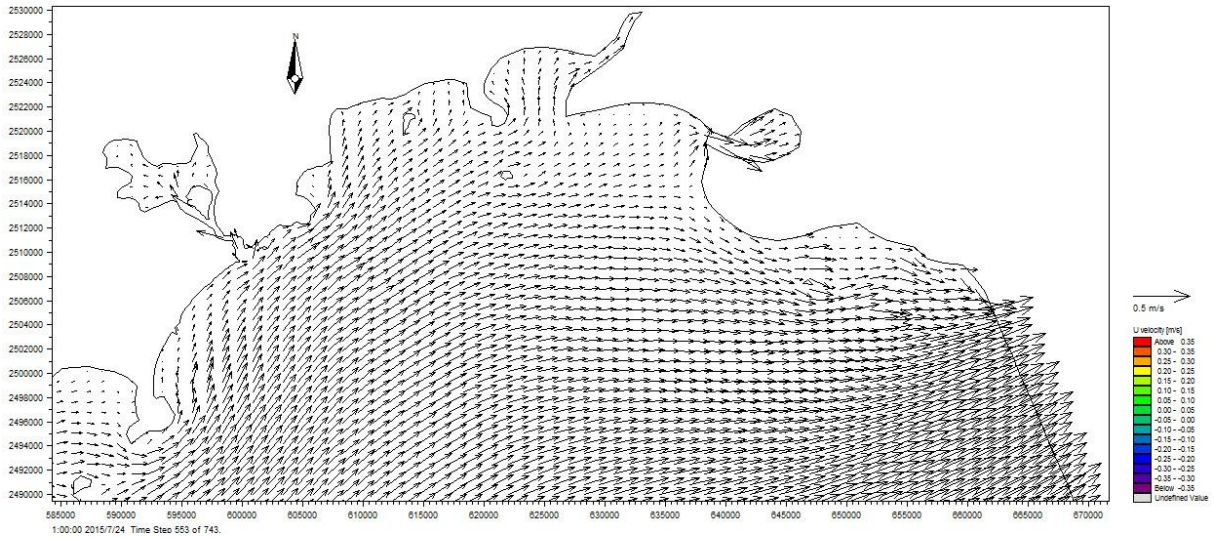


工程海域夏季中潮涨急流场

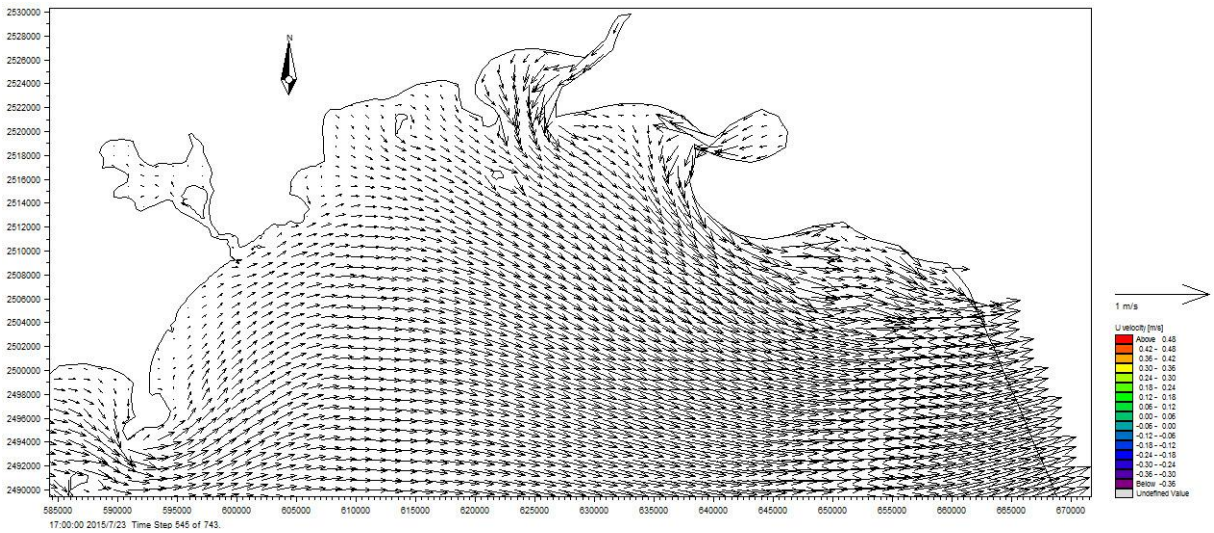


工程海域夏季中潮落急流场

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
工程海域全潮涨急、落急流场图		
图 6.1-5（2/3）	版次：	A

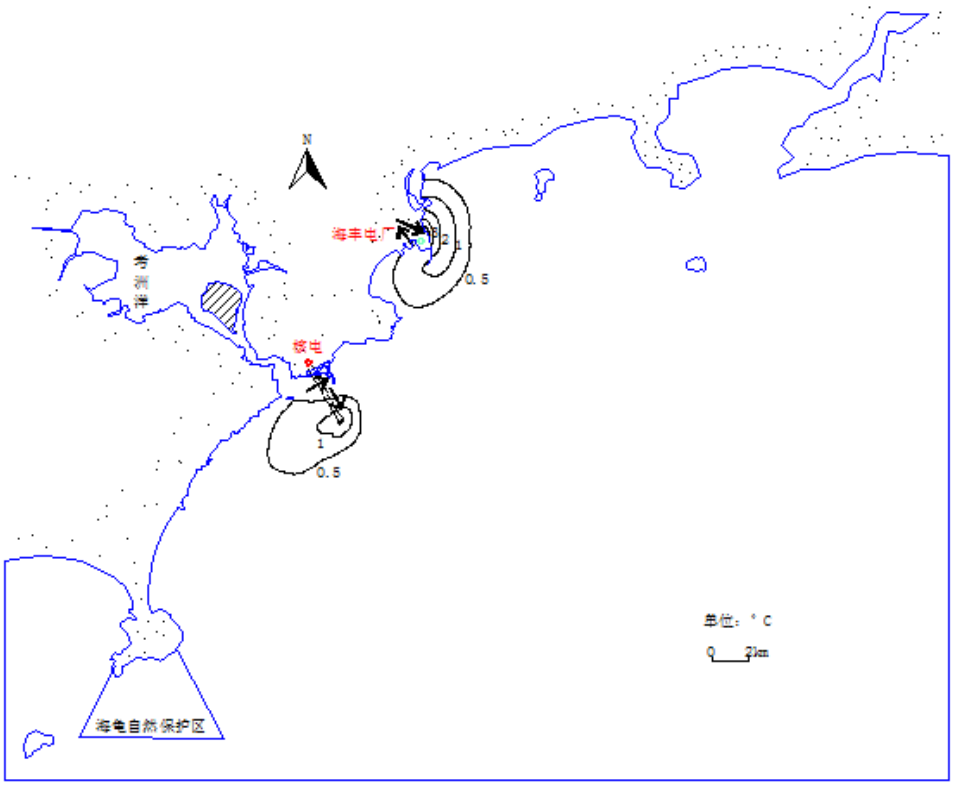


工程海域夏季小潮涨急流场

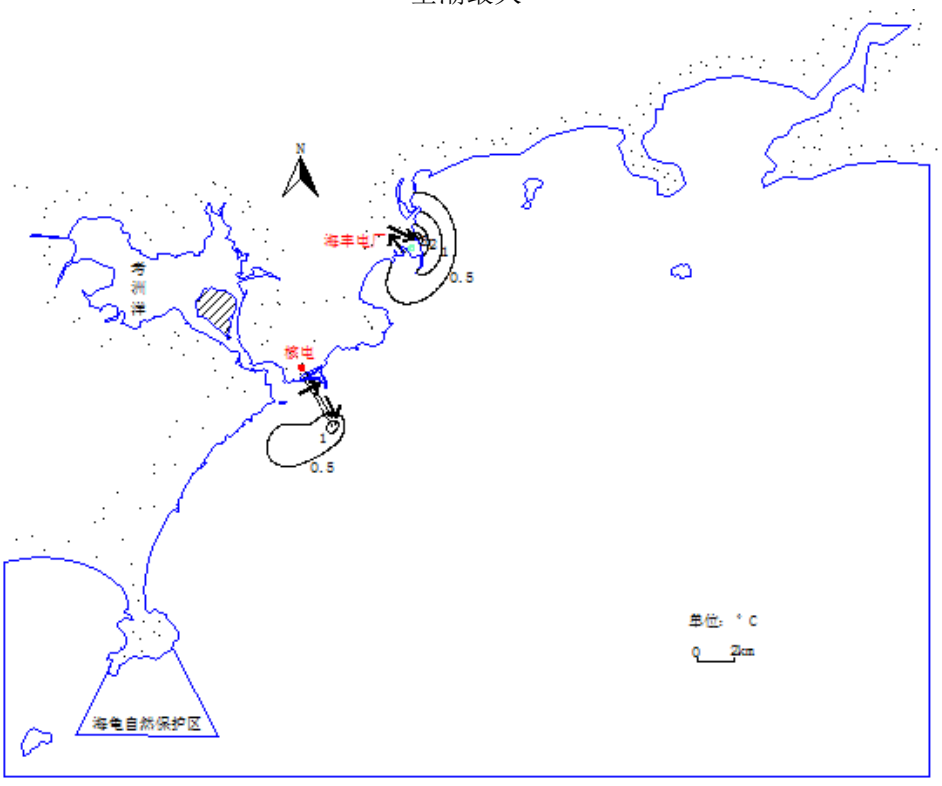


工程海域夏季小潮落急流场

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
工程海域全潮涨急、落急流场图		
图 6.1-5（3/3）	版次：	A

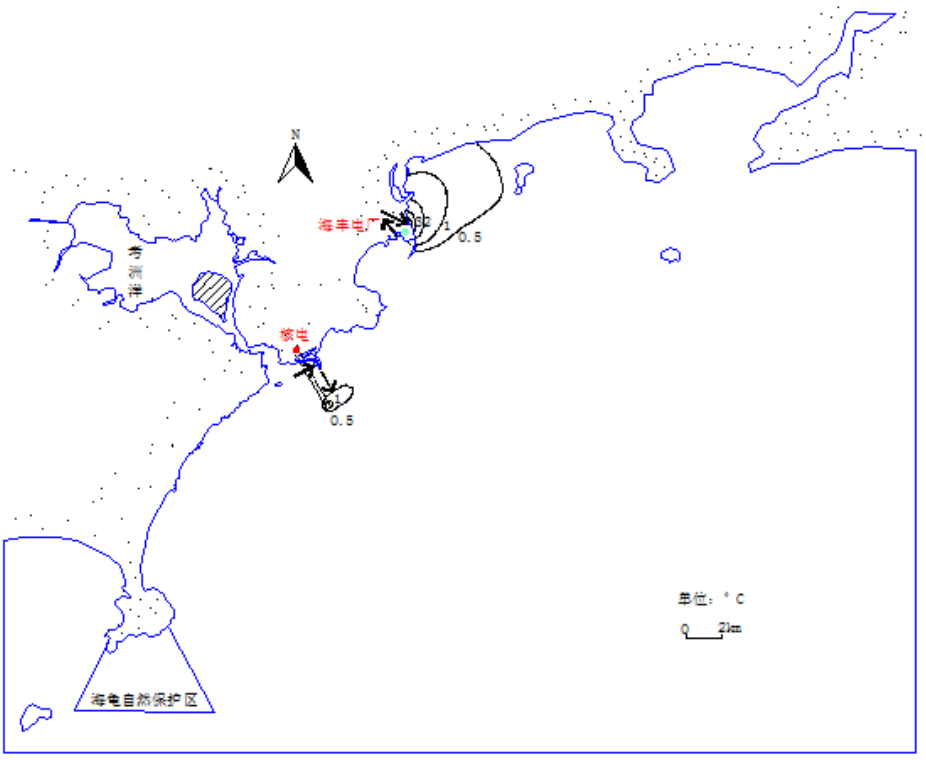


全潮最大

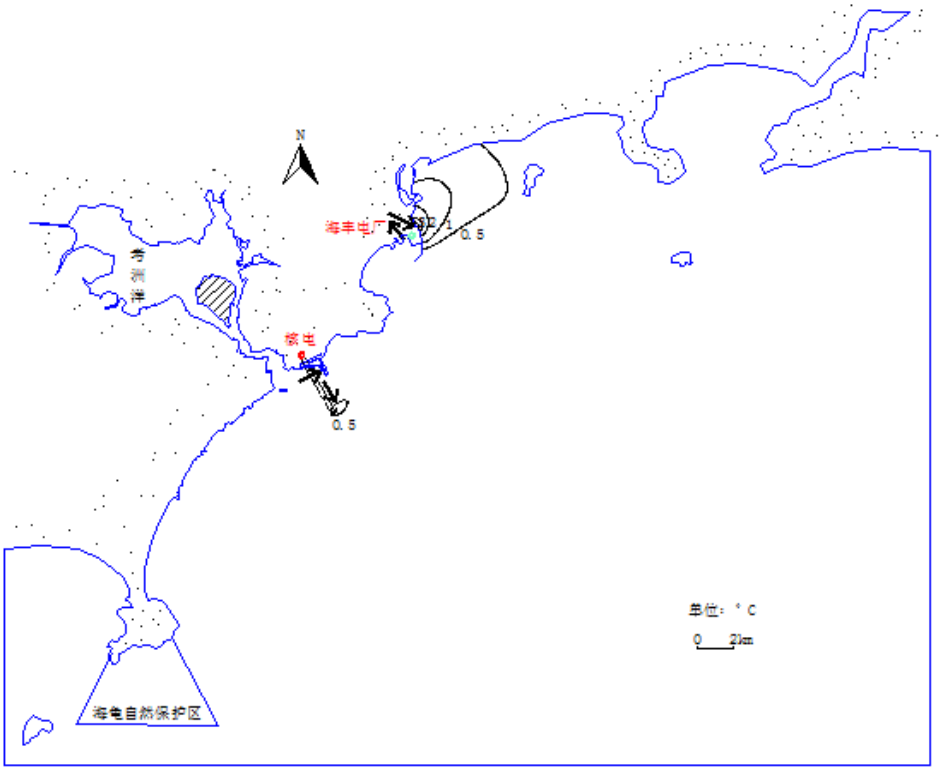


全潮平均

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
夏季大潮温排水模拟结果		
图 6.1-6（1/6）	版次：	A

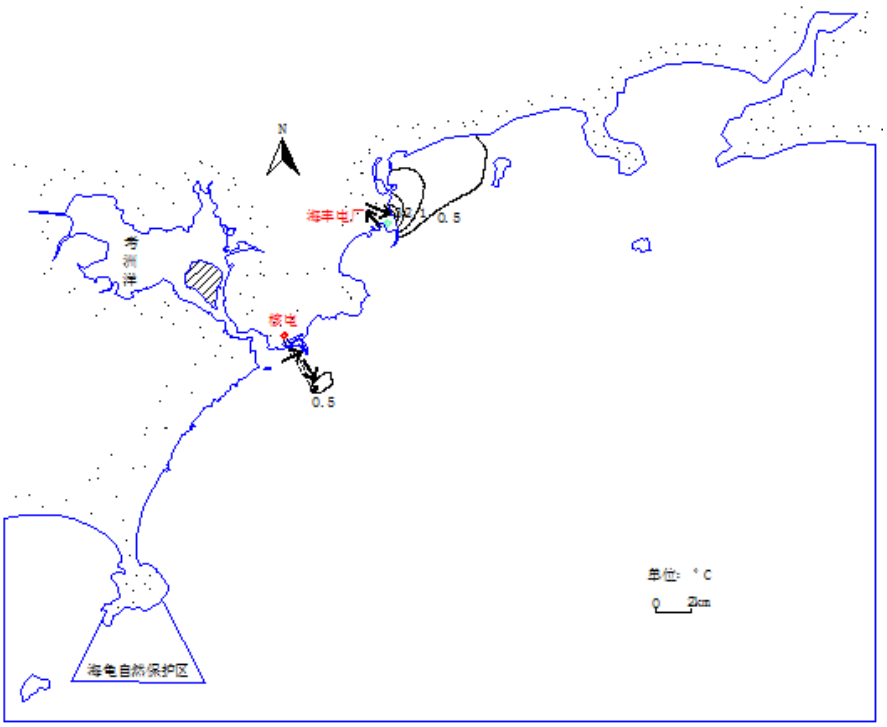


全潮最大

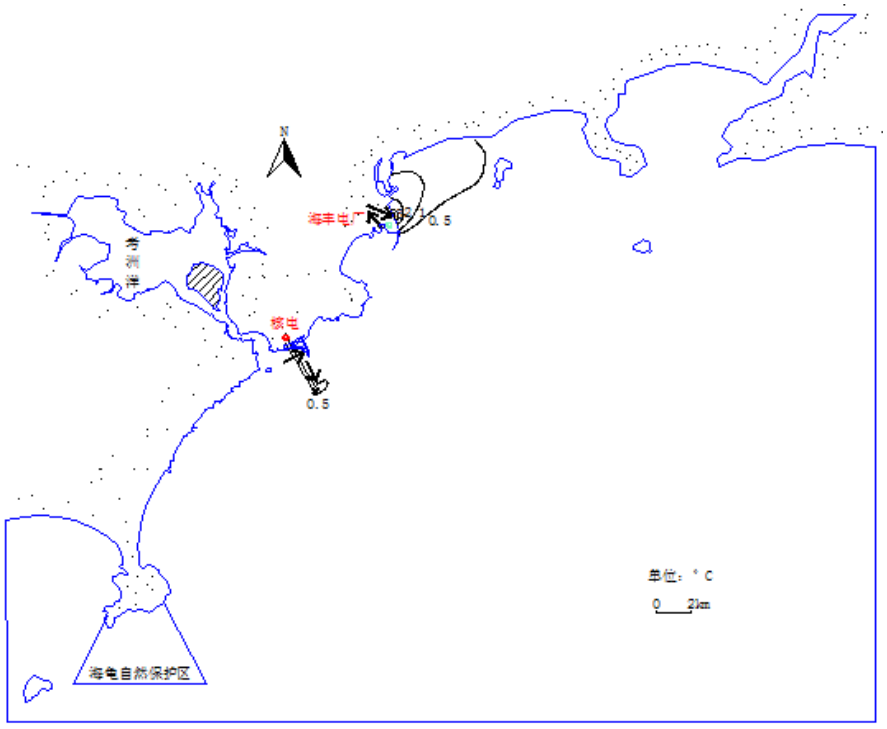


全潮平均

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
夏季中潮温排水影响区域		
图 6.1-6（2/6）	版次：	A

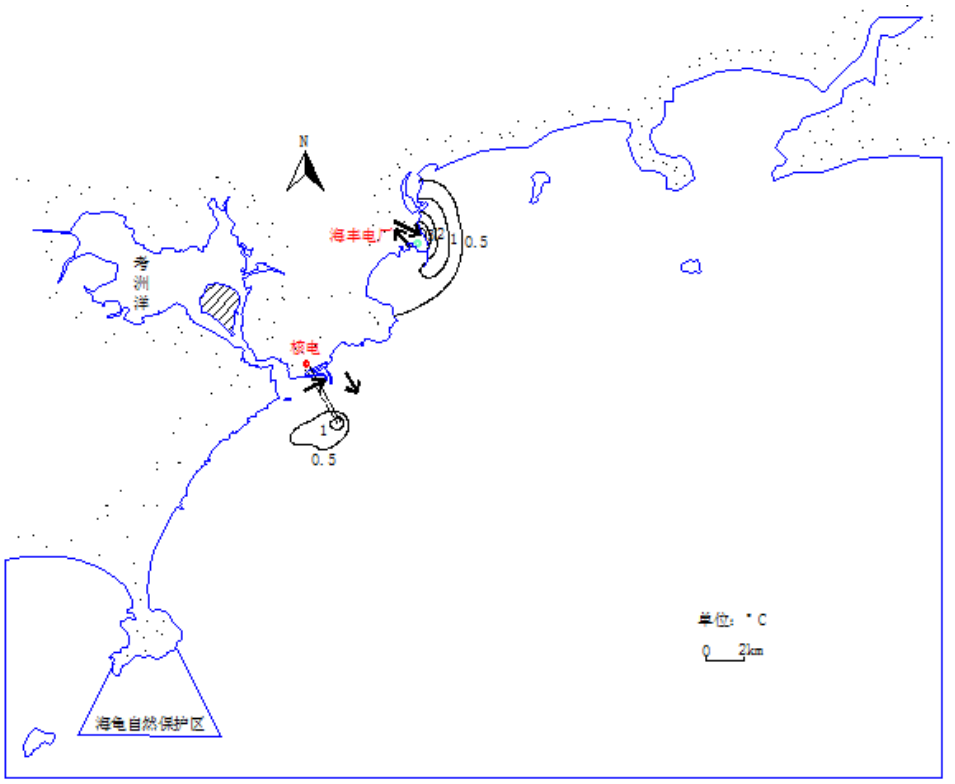


全潮最大

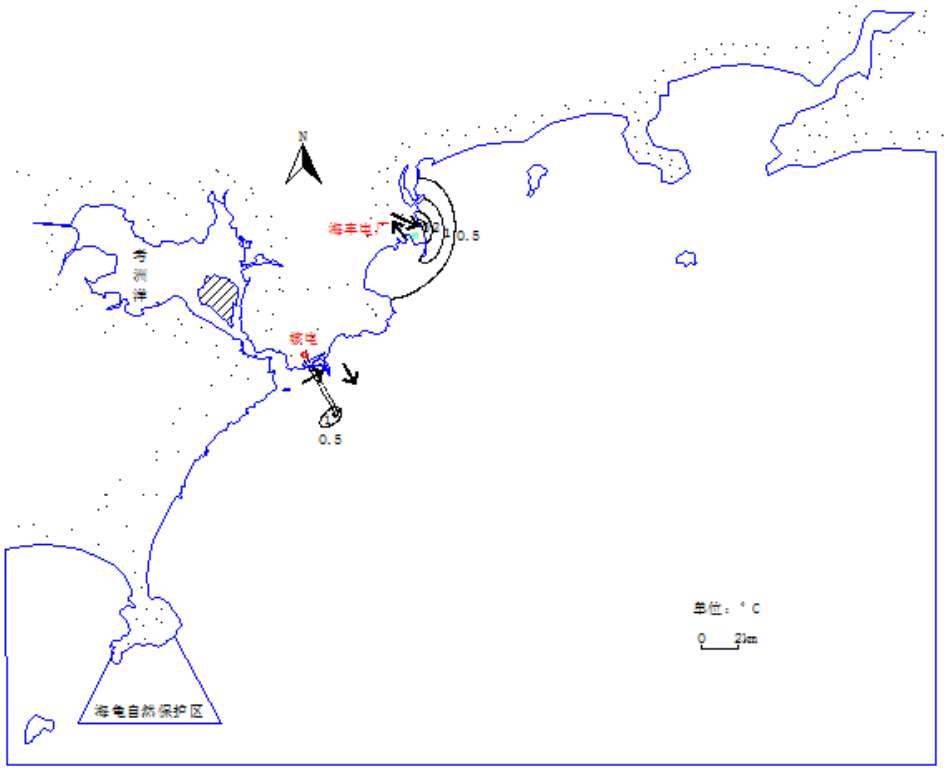


全潮平均

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
夏季小潮温排水影响区域		
图 6.1-6（3/6）	版次：	A

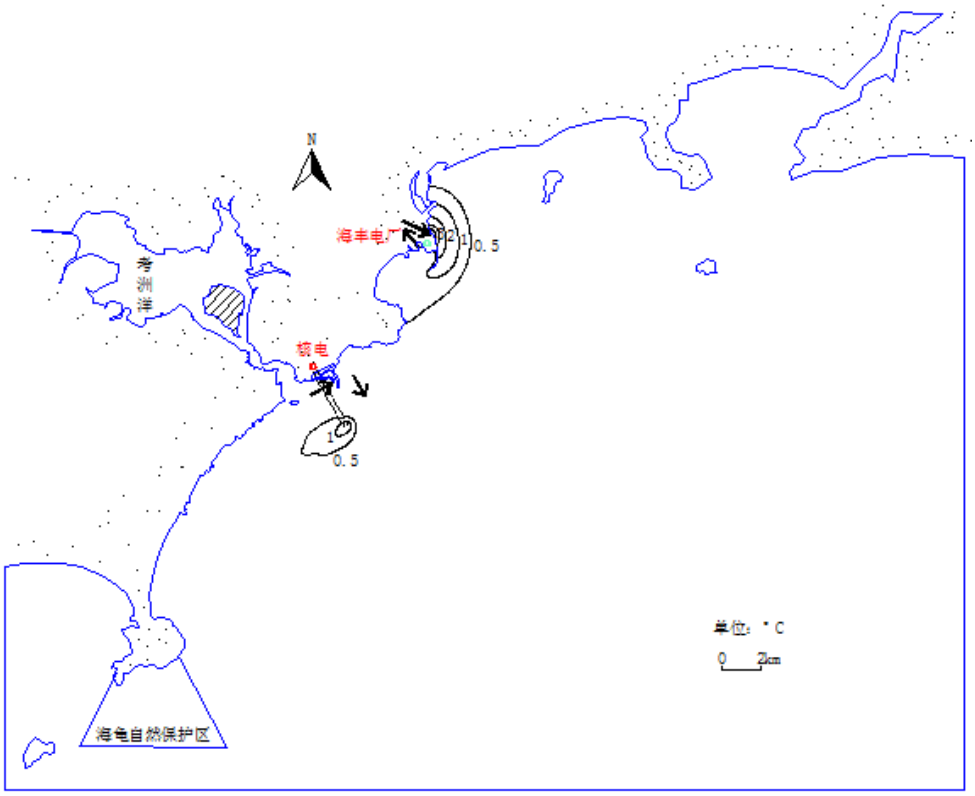


全潮最大

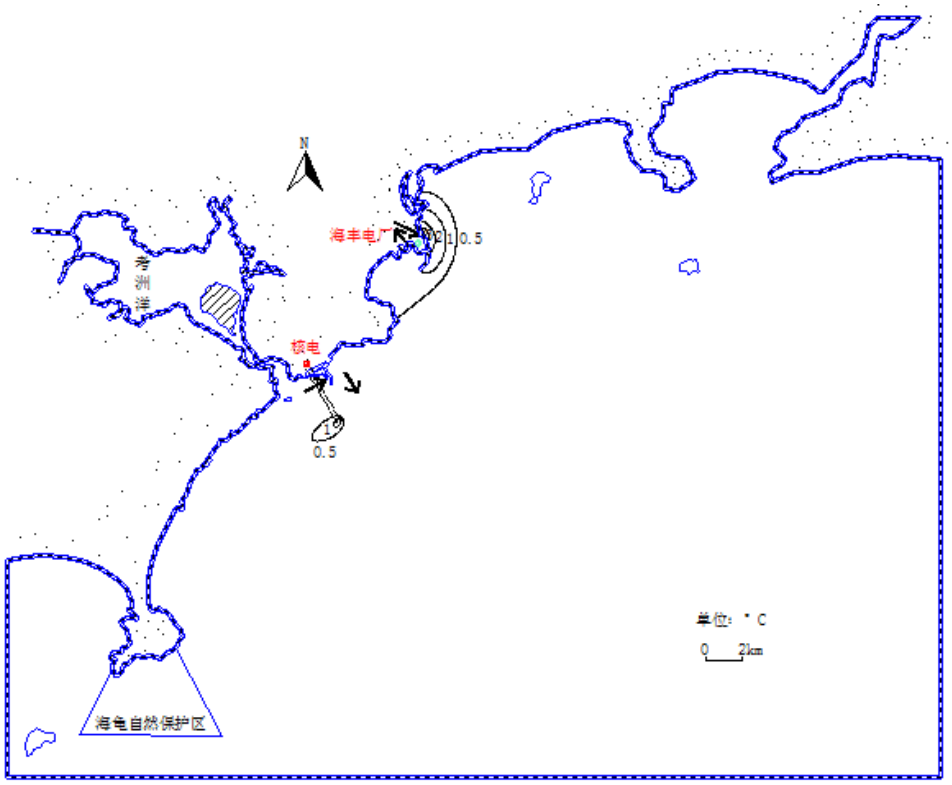


全潮平均

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
冬季大潮温排水影响区域		
图 6.1-6（4/6）	版次：	A

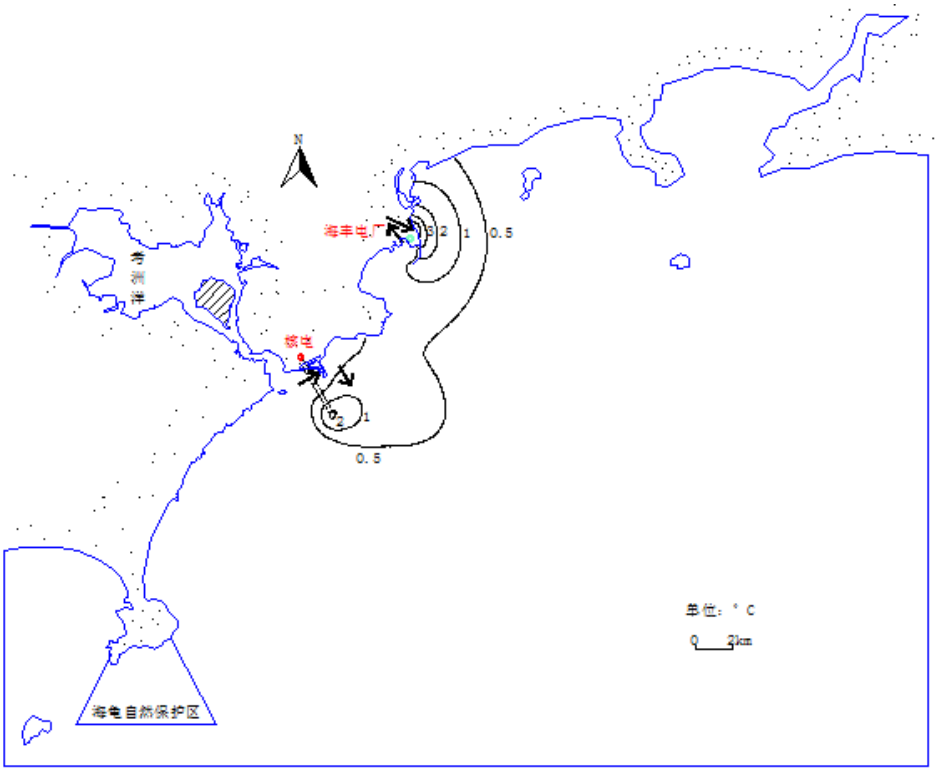


全潮最大

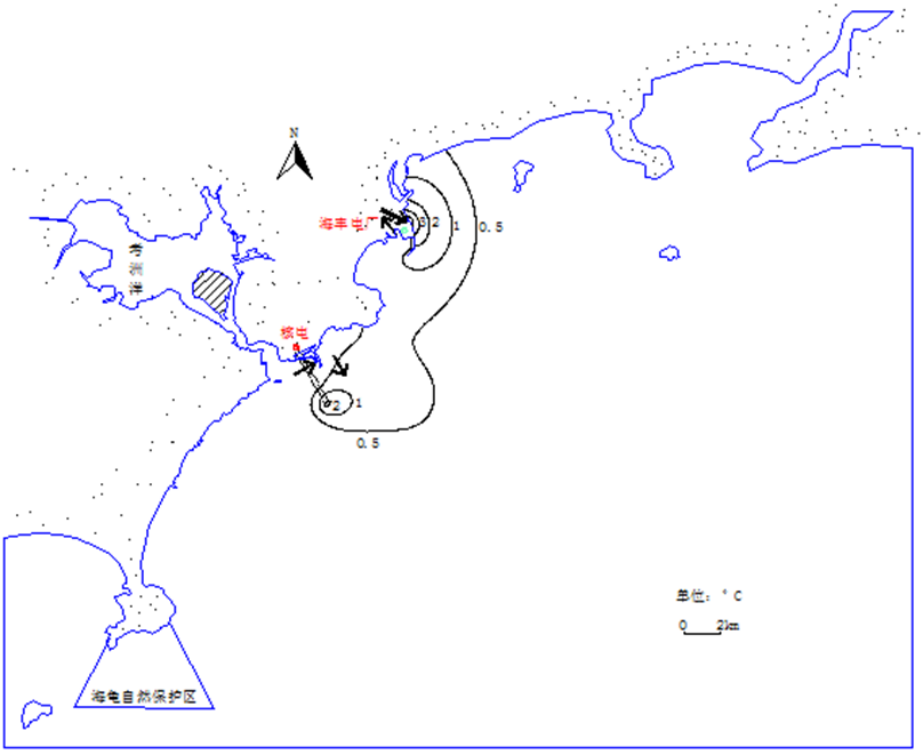


全潮平均

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
冬季中潮温排水影响区域		
图 6.1-6（5/6）	版次：	A

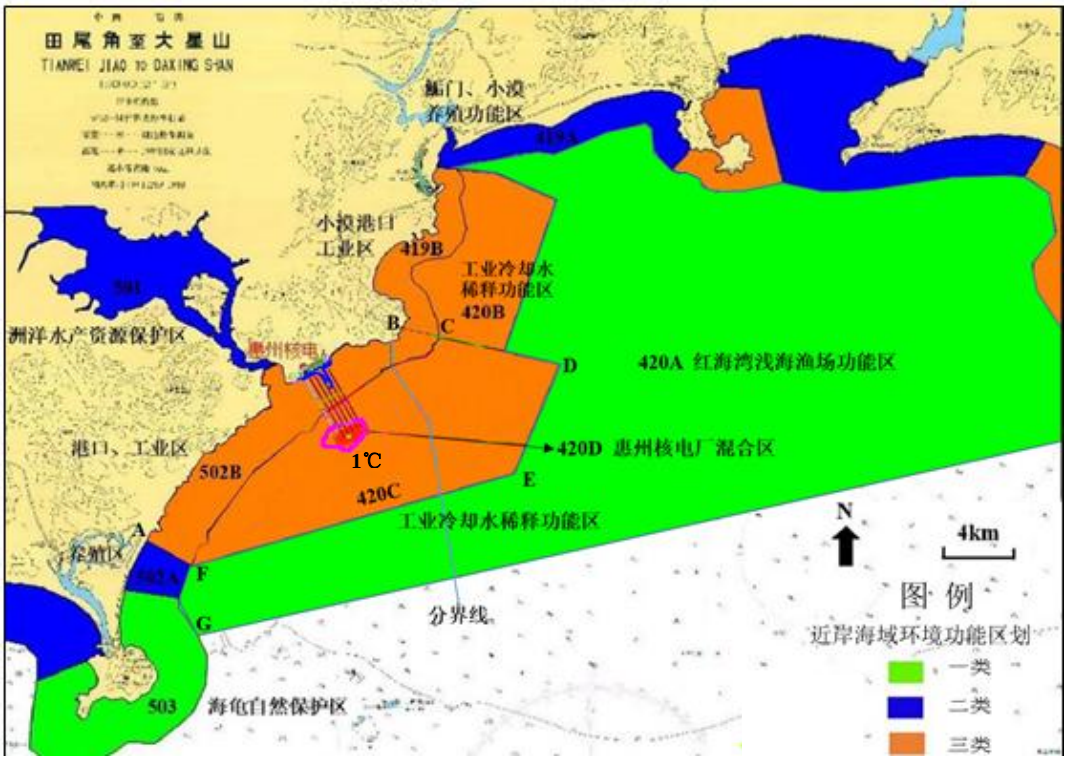


全潮最大

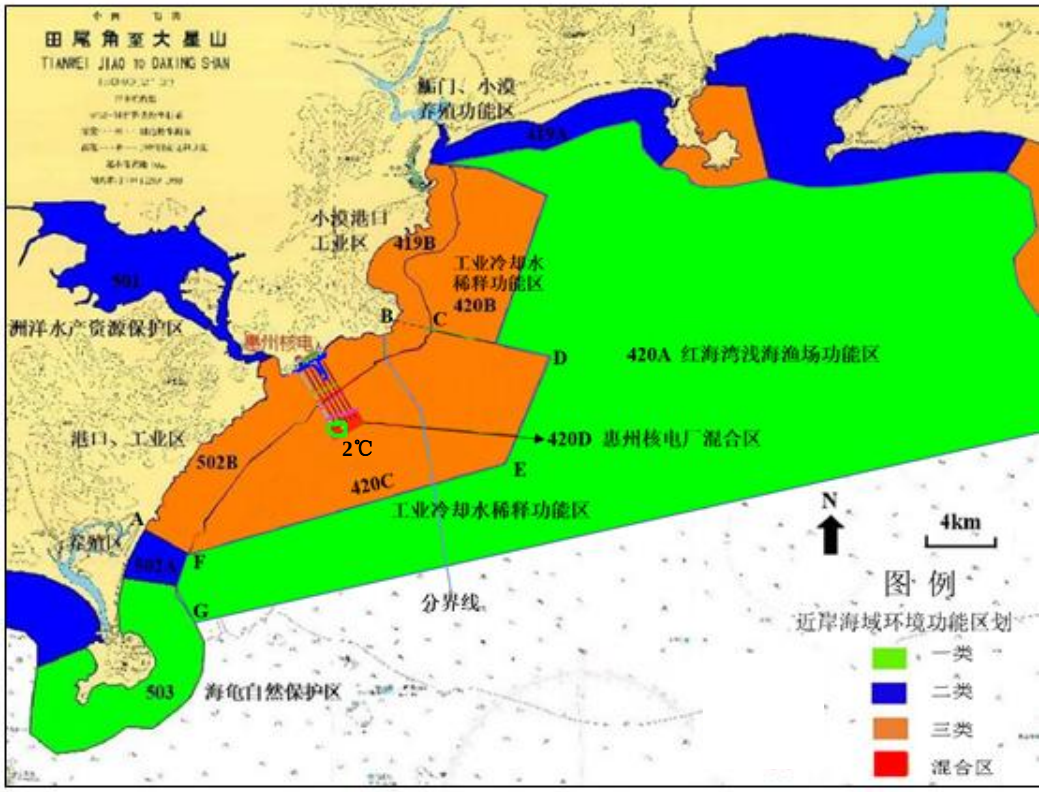


全潮平均

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
冬季小潮温排水影响区域		
图 6.1-6（6/6）	版次：	A



夏季



冬季

中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
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 6.1-7	版次：	A

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 单台机组放射性流出物的年排放量与GB6249-2011控制值比较

表6.2-2 长期大气弥散计算部分参数

表6.2-3 环境介质参数

表6.2-4 放射性核素特征参数

表6.2-5 气态途径辐射剂量计算相关参数

表6.2-6　液态照射途径辐射剂量计算参数
表6.2-7　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6.2-8　公众受照有效剂量转换因子
表6.2-9　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6.2-10　厂址长期大气弥散因子
表6.2-11　厂址长期地面干沉积因子
表6.2-12　厂址长期地面湿沉积因子
表6.2-13　受纳水体各海域放射性相对浓度
表6.2-14　气载放射性排放造成环境空气核素浓度
表6.2-15　液态放射性排放造成海域水体中的浓度
表6.2-16　气态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量
表6.2-17　液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量
表6.2-18　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6.2-19　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6.2-20　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6.2-21　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6.2-22　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6.2-23　海洋生物浓集因子Bp和悬浮物Kd因子
表6.2-24　放射性核素对七类海洋生物的辐射剂量转换因子
表6.2-25　液态排放口附近海域海洋生物的辐射剂量率
表6.2-26　厂址附近各职业人群受照辐射剂量比较
表6.2-27　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6.2-28　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一期工程拟建设两台华龙一号型核电机组。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。

6.2.1 流出物排放源项

太平岭核电厂一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。本报告第四章 4.6 节给出了气载和液态放射性流出物各核素的年排放量。

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与控制值的比较。从表可以看出，太平岭核电厂一期工程放射性流出物各类放射性核素的年排放量，均能满足国家标准 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}C 外其它放射性核素的浓度不超过 1000Bq/L。

太平岭核电厂一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}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，对于太平岭核电厂一期工程，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，确定受核电厂放射性流出物排放造成辐射影响最大的关键居民组、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}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}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}C 占 ^{14}C 总排放量的 5~25%，根据此研究结论，本节在评估气载 ^{14}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}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

太平岭核电厂一期工程运行状态下，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2018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。

太平岭核电厂一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63m，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。

太平岭核电厂一期工程华龙一号机组为单堆独立烟囱布置，2号机组位于1号机组NE-ENE方位约252米，因此本报告书中2号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6.2-2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。一期工程排水暗涵长度为3300m。根据《中广核广东太平岭核电厂一期工程液态流出物数值模拟报告》，排放海域的水体稀释扩散计算采用了丹麦水利研究所开发的平面二维数学模型（DHI-mike21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6.2-3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6.2-4给出了放射性核素在食物链中转移的特征参数；表6.2-5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6.2-6给出了液态照射途径辐射剂量计算参数；表6.2-7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6.2-8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6.2-9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 6.2-10、表 6.2-11 和表 6.2-12 分别列出了太平岭核电厂一期工程以 1 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（^{85}Kr、^{60}Co、^{131}I）、长期地面干沉积因子（^{60}Co、^{131}I）和长期地面湿沉积因子（^{60}Co、^{131}I）。

根据中广核广东太平岭核电厂一期工程液态流出物数值模拟报告，表 6.2-13 给出了太平岭核电厂一期工程两台机组液态放射性排放受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 6.2-14 列出了太平岭核电厂一期工程厂址半径 80km 范围各子区部分放射性核素的环境空气浓度（^{85}Kr、^{60}Co、^{131}I）。环境空气中放射性年平均浓度最大值位于 W 方位 0~1km 子区，核素 ^{85}Kr、^{60}Co、^{131}I 在该子区的年平均浓度分布为 4.12×10^{-1} Bq/m^3、2.68×10^{-9} Bq/m^3、1.84×10^{-6} Bq/m^3。

表 6.2-15 给出了太平岭核电厂一期工程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}H、^{14}C 在该海域海水中的年平均浓度分别为 1.73Bq/L、7.15×10^{-4} Bq/L。

太平岭核电厂一期工程单台机组废液设计年排放量约为17000 m^3，流出物排放泵最大流量200 m^3/h，两台机组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6.2-15同时给出了太平岭核电厂一期工程排放口附近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}Co、^{90}Sr、^{106}Ru、^{134}Cs 和 ^{137}Cs 五个核素，其水质指标限值分别为 0.03Bq/L、4.0Bq/L、0.2Bq/L、0.6Bq/L 和 0.7Bq/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 2.06×10^{-4}Bq/L、2.63×10^{-7}Bq/L、1.88×10^{-7} Bq/L、2.05×10^{-3}Bq/L 和 3.00×10^{-3}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 6.2-16 和表 6.2-17 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 6.2-18 给出了各子区公众个人（成人）受到的总有效剂量。

太平岭核电厂一期工程正常运行状态下，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 W 方位 1~2km 子区。造成的最大年有效剂量增量为 6.34×10^{-7}Sv，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为 6.13×10^{-7}Sv，通过液态途径造成的年有效剂量增量为 2.11×10^{-8}Sv。

（2）公众（青少年）个人剂量

表 6.2-19 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。

太平岭核电厂一期工程运行状态下，放射性流出物对青少年组公众个人造成辐射剂量最大的子区为厂址 W 方位 1~2km 子区，对该子区的青少年组公众个人造成的年有效剂量为 6.32×10^{-7}Sv。

（3）公众（儿童）个人剂量

表 6.2-20 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。

太平岭核电厂一期工程运行状态下，放射性流出物对儿童组公众个人造成辐射剂量最大的子区为厂址 W 方位 1~2km 子区，对该子区的儿童年组公众个人造成的年有效剂量为 5.19×10^{-7}Sv。

（4）公众（婴儿）个人剂量

表 6.2-21 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。

太平岭核电厂一期工程运行状态下，放射性流出物对婴儿组公众个人造成辐射剂量最大的子区为厂址 W 方位 1~2km 子区，对该子区的婴儿年组公众个人造成的年有效剂量为 4.41×10^{-7}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，太平岭核电厂一期工程运行状态下，放射性流出物对厂址 W 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成人组公众个人的年受照有效剂量大于青少年组公众个人，青少年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，太平岭核电厂一期工程运行状态下，就一般公众的受照剂量而言，厂址 W 方位 1~2km 子区内的成人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，受到的年有效剂量为 6.34×10^{-7}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（2024 年），表 6.2-22 列出了太平岭核电厂一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，评价区内公众集体年有效剂量结果为 6.30×10^{-2} 人•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 4.08×10^{-2} 人•Sv 和 2.23×10^{-2} 人•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液态放射性流出物，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，其中海洋生物有比目鱼、蟹和褐藻三种。

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 中可用于评价的参考海洋生物有浮游植物、海藻类、维管植物、浮游动物、环节动物、底栖软体类、甲壳类、底栖鱼类、中上层鱼类、哺乳类和海葵等。其中海藻类、甲壳类和底栖鱼类分别对应于 ICRP 报告中推荐的褐藻、蟹和比目鱼，其余来自 ERICA 及 FASSET 的参考生物假设。

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 α、β、γ 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。

太平岭核电厂一期工程厂址附近海域海洋生物的种类，按照浮游鱼类、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生物。通过正常运行状态下，

液态放射性流出物排放造成排放口附近海域（排放口 1km 海域）海洋生物辐射剂量率的计算分析，进行非人类物种的辐射剂量评价。

根据国际原子能机构 IAEA422 号报告，表 6.2-23 给出了评价中的海洋生物浓集因子 B_p 以及海水中悬浮物对元素的吸附分配 K_d 因子。参考欧盟 ERICA 项目的研究成果，表 6.2-24 给出了七类海洋生物的辐射剂量率的剂量转换因子。

根据 ICRP108 号出版物中的推荐，针对海鱼类和海藻类在海水中游泳及浮游的活动特点，取其暴露在水体中的居留因子为 1.0，而软体类和甲壳类主要营底栖生活，取其暴露在水体和底泥中的居留因子各为 0.5。根据上述介绍的模型及参数，表 6.2-25 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。

太平岭核电厂一期工程液态放射性流出物对排放口附近海域的浮游鱼类、底栖鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物等七类海洋生物造成总的附加辐射剂量率分别为 4.72×10^{-2}μGy/h、4.88×10^{-2}μGy/h、5.17×10^{-2}μGy/h、5.68×10^{-2}μGy/h、4.20×10^{-2}μGy/h、1.98×10^{-3}μGy/h 和 5.42×10^{-2}μGy/h。

从表给出的计算结果可以看出，太平岭核电厂一期工程运行状态下，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 10μGy/h 剂量率筛选值。因此，可以预计，太平岭核电厂一期工程运行后，两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。

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（山下、上太平、下太平等村几乎被废弃），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。

对广东太平岭核电一期工程两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 NW 方位 1.6km 的山下村村民、NE 方位 1.3km 的上太平村村民，NNW 方位 1.2km 的下太平村村民、W 方位 2.0km 的渡头村渔民以及 WSW 方位 2.0km 的湾仔村渔民，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 6.2-26 给出了上述子区内在各村渔民和村民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，太平岭核电一期工程两台机组运行状态下，放射性流出物排放对厂址 W 方位 2.0km 的渡头村渔民造成的年有效剂量大于其它子区内渔民或村民的受照剂量，为 2.54×10^{-7}Sv/a。根据上述分析结果，本阶段将厂址 W 方位 2.0km 的渡头村渔民作为受广东太平岭核电一期工程两台核电机组辐射影响最大的可能关键居民组。

表 6.2-27 给出了太平岭核电厂一期工程运行状态下，放射性流出物通过各种途径对厂址 W 方位 2.0km 的渡头村渔民个人造成的辐射剂量贡献。从表可以看出：

— 太平岭核电厂一期工程运行状态下，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 2.54×10^{-7}Sv/a。其中通过气态途径造成的剂量贡献为 2.36×10^{-7}Sv/a，占个人总有效剂量的 92.99%；通过液态途径造成的剂量贡献为 1.78×10^{-8}Sv/a，占个人总有效剂量的 7.01%。比较发现，气态途径对关键组居民个人造成的剂量贡献大于液态途径。

— 可能的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 2.22×10^{-7}Sv/a，占个人总有效剂量的 87.25%。其它重要照射途径为食入海产品内照射和吸入内照射，对关键组居民个人造成的有效剂量分别为 1.67×10^{-8}Sv/a 和 8.57×10^{-9}Sv/a，分别占个人总有效剂量的 6.57%和 3.37%。

— 可能的关键核素为 ^{14}C，对关键组居民个人造成的有效剂量为 2.27×10^{-7}Sv，占个人总有效剂量的 89.37%；其它重要核素为 ^{3}H 和 ^{88}Kr，对关键组居民个人造成的有效剂量分别为 1.51×10^{-8}Sv/a、2.47×10^{-9}Sv/a，分别占个人总有效剂量的 5.94%、0.94%。

表 6.2-28 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

太平岭核电厂一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}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，针对太平岭核电厂一期工程进行评价，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。

太平岭核电厂一期工程运行状态下，放射性流出物排放造成的最大有效剂量为6.34×10^{-7}Sv/a，占 GB6249-2011 中年剂量约束值（0.25mSv/a）的 0.25%，占太平岭核电厂一期工程剂量管理目标值（0.08mSv/a）的 0.79%。

通过公众辐射剂量“三关键”分析，太平岭核电厂一期工程运行状态下，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 2.0km 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}C、^{3}H 和 ^{88}Kr 等。

（2） 非人类物种辐射影响评价

太平岭核电厂一期工程运行状态下，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 5.68×10^{-2}μGy/h，低于 ERICA 程序推荐的 10μGy/h 剂量率筛选值，因此，可以认为太平岭核电厂一期工程运行状态下，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。

太平岭核电厂一期工程运行状态下，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一期工程液态流出物数值模拟计算报告（A版），中国水利水电科学研究院，2016年8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　单台机组放射性流出物的年排放量与 GB6249-2011 控制值比较

单位：Bq/a

气载放射性流出物	气载流出物	GB6249-2011 控制值	设计排放量	占控制值的百分比
	^{3}H	1.5×10^{13}	4.98×10^{12}	33.2%
	^{14}C	7×10^{11}	4.44×10^{11}	63.43%
	惰性气体	6×10^{14}	8.14×10^{13}	13.57%
	碘	2×10^{10}	2.82×10^{8}	1.41%
	粒子（$T_{1/2}\geq8d$）	5×10^{10}	3.14×10^{7}	0.06%
液态放射性流出物	液态流出物	GB6249-2011 控制值	设计排放量	占控制值的百分比
	^{3}H	7.5×10^{13}	4.48×10^{13}	59.73%
	^{14}C	1.5×10^{11}	1.85×10^{10}	12.33%
	其余核素	5×10^{10}	5.53×10^{9}	11.06%

表 6.2-2　长期大气弥散计算部分参数

机组	物理意义	单位	数值
太平岭核电厂一期工程	烟囱高度	m	70
	烟囱内径	m	3
	烟流出口速度	m/s	12.0
	邻近建筑物高度	m	63
干沉积速度		m/s	3.20×10^{-2}（碘）
			2.00×10^{-3}（钴）
			2.00×10^{-3}（铯）
冲洗比例常数		h/（mm s）	1.10×10^{-4}（碘）
			1.60×10^{-4}（钴）
			1.60×10^{-4}（铯）

表 6.2-3　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^3 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^3	0.18
植物产品和叶类蔬菜碳元素的含量	g/kg	0.18

表 6.2-4　放射性核素特征参数

元素	f_v	f_L	f_M (Bq/kg 牛奶)/(Bq/d)	f_F (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)	λ_G (1/h)	λ_v (1/h)	λ_L (1/h)
$_{27}$Co	0.2	0.2	1.00×10^{-2}	7.00×10^{-2}	2.00	8.00×10^{-2}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{53}$I	0.2	0.2	1.00×10^{-2}	5.00×10^{-2}	1.00×10^{-1}	2.00×10^{-2}	5.83×10^{-5}	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{55}$Cs	0.2	0.5	1.00×10^{-2}	5.00×10^{-2}	1.00	4.00×10^{-2}	5.83×10^{-6}	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{24}$Cr	0.2	0.2	2.00×10^{-4}	9.00×10^{-2}	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-3}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{25}$Mn	0.2	0.2	3.00×10^{-4}	7.00×10^{-4}	1.00	3.00×10^{-1}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{26}$Fe	0.2	0.2	3.00×10^{-4}	5.00×10^{-2}	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-3}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{56}$Ba	0.2	0.2	5.00×10^{-3}	2.00×10^{-3}	1.00×10^{-1}	5.00×10^{-2}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{32}$Ce	0.2	0.2	3.00×10^{-4}	2.00×10^{-4}	1.00×10^{-1}	5.00×10^{-2}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{38}$Sr	0.2	0.2	3.00×10^{-3}	1.00×10^{-2}	1.00×10^{1}	3.00×10^{-1}	5.83×10^{-6}	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{40}$Zr	0.2	0.2	6.00×10^{-6}	1.00×10^{-5}	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-3}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{41}$Nb	0.2	0.2	4.00×10^{-6}	3.00×10^{-6}	2.00×10^{-1}	1.00×10^{-2}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{44}$Ru	0.2	0.2	3.00×10^{-5}	5.00×10^{-2}	2.00×10^{-1}	5.00×10^{-2}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{51}$Sb	0.2	0.2	2.50×10^{-4}	5.00×10^{-3}	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-3}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}

表 6.2-5　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^2	200
人的呼吸率 • 成人 • 青年 • 儿童 • 婴儿	m^3 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 6.2-6　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^2	60
海水中悬浮物的浓度	kg/m^3	0.01
岸边沉积物中放射性积累时间	h	8760

表 6.2-7　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

元素	K_d（L/kg）	海产品生物浓集因子 B_p（Bq/kg 海产品）/（Bq/L 海水）			
		海鱼类	甲壳类	软体类	海藻类
$_{24}Cr$	5×10^4	2×10^2	8×10^2	5×10^2	3×10^4
$_{25}Mn$	2×10^5	4×10^2	5×10^3	1×10^4	1×10^4
$_{26}Fe$	5×10^4	3×10^3	3×10^4	1×10^3	1×10^4
$_{27}Co$	2×10^5	1×10^3	5×10^3	1×10^3	1×10^3
$_{38}Sr$	1×10^3	2	2	10	10
$_{39}Y$	1×10^7	20	1×10^3	1×10^3	1×10^3
$_{40}Zr$	1×10^6	20	5×10^3	1×10^3	5×10^2
$_{41}Nb$	5×10^5	30	1×10^3	1×10^3	5×10^2
$_{42}Mo$	1×10^2	10	1×10^2	1×10^2	1×10^2
$_{43}Tc$	1×10^2	30	1×10^3	1×10^2	1×10^4
$_{44}Ru$	3×10^2	2	2×10^3	2×10^3	2×10^3
$_{47}Ag$	1×10^3	5×10^2	1×10^4	1×10^5	1×10^3
$_{51}Sb$	1×10^3	4×10^2	4×10^2	1×10^2	1×10^2
$_{52}Te$	1×10^3	1×10^3	1×10^3	1×10^4	1×10^4
$_{53}I$	2×10^1	10	10	1×10^2	1×10^3
$_{55}Cs$	3×10^3	1×10^2	30	10	10
$_{56}Ba$	5×10^3	10	1	1×10^2	5×10^2
$_{57}La$	3×10^6	30^*	$1\times10^{3*}$	1×10^3	5×10^3
$_{58}Ce$	2×10^6	50	5×10^3	10	10
$_{59}Pr$	5×10^6	25	1×10^3	—	—
$_{1}H$	1	9×10^{-1}	9.3×10^{-1}	9.3×10^{-1}	9.3×10^{-1}
$_{6}C$	2×10^3	1.8×10^3	1.4×10^3	1.4×10^3	1.4×10^3

表 6.2-8（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/m3）
^{41}Ar	1.83 h	2.21E-10
^{85}Kr	10.7 y	9.17E-13
^{85m}Kr	4.48 h	2.46E-11
^{87}Kr	1.27 h	1.42E-10
^{88}Kr	2.84 h	3.50E-10
^{133}Xe	6.24 d	5.00E-12
^{133m}Xe	2.19 d	4.58E-12
^{135}Xe	9.10 h	4.00E-11
^{138}Xe	14.2 min	1.96E-10

表 6.2-8（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^3）	空气吸入（Sv/Bq）			
			婴儿	儿童	青少年	成人
^{57}Co	271d	2.02E-11	2.80E-09	1.30E-09	8.50E-10	5.50E-10
^{58}Co	70.8d	1.71E-10	7.30E-09	3.50E-09	2.40E-09	1.60E-09
^{60}Co	6.27y	4.57E-10	4.20E-08	2.10E-08	1.50E-08	1.00E-08
^{131}I	8.04d	6.62E-11	2.20E-08	8.20E-09	4.70E-09	2.40E-09
^{132}I	2.30h	4.11E-10	9.90E-10	3.60E-10	2.20E-10	1.10E-10
^{133}I	20.8h	1.08E-10	6.60E-09	2.10E-09	1.20E-09	5.50E-10
^{134}I	52.6min	4.78E-10	4.80E-10	1.70E-10	1.00E-10	5.40E-11
^{135}I	6.61h	2.97E-10	2.20E-09	7.80E-10	4.70E-10	2.40E-10
^{134}Cs	2.062y	2.74E-10	1.10E-08	1.60E-08	1.20E-08	9.10E-09
^{136}Cs	13.1d	3.88E-10	7.30E-09	6.00E-09	3.70E-09	2.50E-09
^{137}Cs	30.0y	9.93E-11	8.80E-09	1.80E-08	1.30E-08	9.70E-09
^{51}Cr	27.7d	5.48E-12	2.60E-10	1.00E-10	6.40E-11	3.20E-11
^{54}Mn	312d	1.48E-10	7.50E-09	3.80E-09	2.40E-09	1.50E-09
^{59}Fe	44.5d	2.17E-10	1.80E-08	7.90E-09	5.50E-09	3.70E-09
^{89}Sr	50.5d	1.60E-12	3.30E-08	6.50E-08	5.10E-08	3.60E-08
^{90}Sr	29.12y	3.54E-13	1.50E-07	1.10E-09	6.90E-10	3.70E-10
^{95}Zr	63.98d	1.26E-10	2.00E-08	9.70E-09	6.80E-09	4.80E-09
^{95}Nb	35.15d	1.37E-10	6.80E-09	3.10E-09	2.20E-09	1.50E-09
^{103}Ru	39.28d	8.22E-11	1.10E-08	5.00E-09	3.50E-09	2.40E-09
^{106}Ru	368.2d	4.11E-11	1.40E-07	6.40E-08	4.10E-08	2.80E-08
^{125}Sb	2.77y	7.42E-11	2.00E-08	1.00E-08	6.80E-09	4.80E-09
^{140}Ba	12.74d	3.09E-11	2.70E-08	1.10E-08	7.60E-09	5.10E-09
^{141}Ce	32.5d	1.26E-11	1.40E-08	6.30E-09	4.60E-09	3.20E-09

表 6.2-8（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^2)	水体浸没外照射（Sv/h）/(Bq/m^3)	食入内照射（Sv/Bq）				核素	地面沉积外照射（Sv/h）/(Bq/m^2)	水体浸没外照射（Sv/h）/(Bq/m^3)	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
^{3}H	—	—	4.80E-11	3.10E-11	2.30E-11	1.80E-11	^{132}Te	9.02E-12	8.21E-14	3.00E-08	1.60E-08	8.30E-09	3.80E-09
^{14}C	—	—	1.60E-09	9.90E-10	8.00E-10	5.80E-10	^{110m}Ag	9.70E-12	3.33E-13	1.40E-08	7.80E-09	6.20E-09	2.80E-09
^{51}Cr	1.12E-13	1.19E-14	2.30E-10	1.20E-10	7.80E-11	3.80E-11	^{124}Sb	6.39E-12	7.13E-13	1.60E-08	8.40E-09	6.20E-09	2.50E-09
^{54}Mn	2.97E-12	3.20E-13	3.10E-09	1.90E-09	1.30E-09	7.10E-10	^{131}I	1.37E-12	1.43E-13	1.80E-07	1.00E-07	6.20E-08	2.20E-08
^{59}Fe	4.11E-12	4.17E-13	1.30E-08	7.50E-09	4.70E-09	1.80E-09	^{132}I	8.22E-12	8.75E-13	2.40E-09	1.30E-09	6.20E-10	2.90E-10
^{58}Co	3.42E-12	3.41E-13	4.40E-09	2.60E-09	1.70E-09	7.40E-10	^{133}I	2.28E-12	2.30E-13	4.40E-08	2.30E-08	1.00E-08	4.30E-09
^{60}Co	8.56E-12	8.79E-13	2.70E-08	1.70E-08	1.10E-08	3.40E-09	^{134}I	9.47E-12	1.02E-12	7.50E-10	3.90E-10	2.10E-10	1.10E-10
^{89}Sr	2.51E-13	5.36E-16	1.80E-08	8.90E-09	5.80E-09	2.60E-09	^{135}I	5.48E-12	6.23E-13	8.90E-09	4.70E-09	2.20E-09	9.30E-10
^{90}Sr	4.00E-13	6.26E-17	7.30E-10	4.70E-08	6.00E-08	2.80E-08	^{134}Cs	5.59E-12	5.90E-13	1.60E-08	1.30E-08	1.90E-08	1.90E-08
^{91}Sr*	2.08E-12	2.69E-13	4.00E-09	2.11E-09	1.2E-09	6.50E-10	^{136}Cs	7.65E-12	8.32E-13	9.50E-09	6.10E-09	4.40E-09	3.00E-09
^{90}Y	4.00E-13	1.31E-15	2.00E-08	1.00E-08	5.90E-09	2.70E-09	^{137}Cs	2.05E-12	2.14E-13	1.20E-08	9.60E-09	1.30E-08	1.30E-08
^{91}Y	2.74E-13	1.96E-15	1.80E-08	8.80E-09	6.20E-09	2.40E-09	^{140}Ba	6.25E-13	6.73E-14	1.80E-08	9.20E-09	5.80E-09	2.60E-09
^{95}Zr	5.37E-12	2.82E-13	5.60E-09	3.00E-09	1.90E-09	9.50E-10	^{140}La	6.67E-12	9.14E-13	1.30E-08	6.80E-09	4.20E-09	2.00E-09
^{95}Nb	2.74E-12	2.92E-13	3.20E-09	1.80E-09	1.10E-09	5.80E-10	^{141}Ce	2.74E-13	2.74E-14	5.10E-09	2.60E-09	1.50E-09	7.10E-10
^{99}Mo	1.05E-12	5.69E-14	3.50E-09	1.80E-09	1.10E-09	6.00E-10	^{143}Ce	1.00E-12	1.02E-13	8.00E-09	4.10E-09	2.40E-09	1.10E-09
^{99m}Tc	4.45E-13	4.72E-14	1.30E-10	7.20E-11	4.30E-11	2.20E-11	^{144}Ce	6.51E-13	6.88E-15	3.90E-08	1.90E-08	1.10E-08	6.20E-09
^{103}Ru	1.71E-12	1.76E-13	4.60E-09	2.40E-09	1.50E-09	7.30E-10	^{143}Pr	2.79E-20	1.45E-16	8.70E-09	4.30E-09	2.60E-09	1.20E-09
^{106}Ru	1.26E-12	1.40E-13	4.90E-08	2.50E-08	1.50E-08	7.00E-09	^{144}Pr	9.17E-14	1.49E-14	3.50E-10	1.70E-10	9.50E-11	5.00E-11
^{131m}Te	5.59E-12	5.47E-13	1.40E-08	7.80E-09	4.30E-09	1.90E-09							

表 6.2-9（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
14C	14C	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 6.2-9（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 6.2-10（1/3）　厂址长期大气弥散因子（^{85}Kr）

单位：s/m^3

距离(km) 方位	0 ~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.44E-07	1.02E-07	6.81E-08	4.17E-08	1.94E-08	9.02E-09	5.29E-09	3.67E-09	2.77E-09	2.22E-09	1.84E-09	1.54E-09
NNE	1.13E-07	8.58E-08	5.67E-08	3.34E-08	1.51E-08	6.92E-09	4.08E-09	2.85E-09	2.17E-09	1.75E-09	1.45E-09	1.22E-09
NE	8.24E-08	5.75E-08	3.79E-08	2.25E-08	9.88E-09	4.46E-09	2.63E-09	1.85E-09	1.41E-09	1.14E-09	9.52E-10	8.08E-10
ENE	1.76E-08	1.63E-08	1.55E-08	1.35E-08	8.78E-09	4.71E-09	2.72E-09	1.83E-09	1.34E-09	1.05E-09	8.34E-10	6.63E-10
E	1.39E-08	1.51E-08	1.52E-08	1.39E-08	9.52E-09	5.19E-09	2.97E-09	1.98E-09	1.44E-09	1.12E-09	8.78E-10	6.83E-10
ESE	1.42E-07	8.36E-08	5.11E-08	3.14E-08	1.55E-08	7.40E-09	4.29E-09	2.93E-09	2.19E-09	1.74E-09	1.42E-09	1.16E-09
SE	2.56E-07	1.43E-07	8.49E-08	5.06E-08	2.40E-08	1.11E-08	6.45E-09	4.43E-09	3.33E-09	2.65E-09	2.17E-09	1.80E-09
SSE	1.51E-07	1.03E-07	6.82E-08	4.37E-08	2.26E-08	1.11E-08	6.43E-09	4.38E-09	3.27E-09	2.59E-09	2.10E-09	1.71E-09
S	2.09E-07	1.58E-07	1.10E-07	7.12E-08	3.58E-08	1.71E-08	9.88E-09	6.74E-09	5.02E-09	3.99E-09	3.26E-09	2.68E-09
SSW	1.09E-07	8.85E-08	6.76E-08	4.74E-08	2.49E-08	1.23E-08	7.11E-09	4.86E-09	3.63E-09	2.89E-09	2.35E-09	1.93E-09
SW	2.38E-07	1.87E-07	1.24E-07	7.44E-08	3.37E-08	1.54E-08	9.11E-09	6.35E-09	4.84E-09	3.89E-09	3.22E-09	2.70E-09
WSW	2.91E-07	2.11E-07	1.34E-07	7.70E-08	3.35E-08	1.50E-08	8.91E-09	6.25E-09	4.79E-09	3.87E-09	3.22E-09	2.73E-09
W	3.87E-07	2.46E-07	1.45E-07	8.02E-08	3.38E-08	1.48E-08	8.74E-09	6.13E-09	4.69E-09	3.79E-09	3.16E-09	2.68E-09
WNW	3.27E-07	2.14E-07	1.29E-07	7.25E-08	3.07E-08	1.34E-08	7.94E-09	5.57E-09	4.26E-09	3.44E-09	2.87E-09	2.44E-09
NW	1.66E-07	1.32E-07	9.08E-08	5.52E-08	2.48E-08	1.13E-08	6.66E-09	4.67E-09	3.56E-09	2.88E-09	2.40E-09	2.03E-09
NNW	1.62E-07	1.29E-07	8.56E-08	5.07E-08	2.22E-08	9.83E-09	5.78E-09	4.04E-09	3.07E-09	2.48E-09	2.07E-09	1.77E-09

表 6.2-10（2/3）　厂址长期大气弥散因子（^{60}Co）

单位：s/m^3

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.43E-07	1.01E-07	6.71E-08	4.09E-08	1.87E-08	8.31E-09	4.64E-09	3.11E-09	2.30E-09	1.81E-09	1.48E-09	1.24E-09
NNE	1.12E-07	8.47E-08	5.57E-08	3.26E-08	1.45E-08	6.39E-09	3.62E-09	2.45E-09	1.83E-09	1.45E-09	1.19E-09	1.00E-09
NE	8.13E-08	5.62E-08	3.66E-08	2.13E-08	8.99E-09	3.86E-09	2.20E-09	1.51E-09	1.14E-09	9.09E-10	7.53E-10	6.39E-10
ENE	1.72E-08	1.59E-08	1.49E-08	1.28E-08	8.11E-09	4.04E-09	2.12E-09	1.33E-09	9.20E-10	6.89E-10	5.36E-10	4.22E-10
E	1.37E-08	1.46E-08	1.45E-08	1.31E-08	8.78E-09	4.48E-09	2.36E-09	1.46E-09	1.01E-09	7.49E-10	5.74E-10	4.41E-10
ESE	1.42E-07	8.26E-08	4.98E-08	3.03E-08	1.46E-08	6.61E-09	3.63E-09	2.38E-09	1.73E-09	1.34E-09	1.08E-09	8.84E-10
SE	2.54E-07	1.41E-07	8.30E-08	4.90E-08	2.28E-08	1.01E-08	5.57E-09	3.69E-09	2.70E-09	2.11E-09	1.71E-09	1.41E-09
SSE	1.50E-07	1.01E-07	6.68E-08	4.25E-08	2.15E-08	9.99E-09	5.44E-09	3.53E-09	2.54E-09	1.96E-09	1.56E-09	1.27E-09
S	2.07E-07	1.55E-07	1.07E-07	6.85E-08	3.37E-08	1.54E-08	8.42E-09	5.52E-09	3.98E-09	3.09E-09	2.49E-09	2.04E-09
SSW	1.08E-07	8.70E-08	6.62E-08	4.62E-08	2.38E-08	1.11E-08	6.06E-09	3.95E-09	2.85E-09	2.20E-09	1.76E-09	1.43E-09
SW	2.35E-07	1.83E-07	1.20E-07	7.10E-08	3.16E-08	1.39E-08	7.80E-09	5.25E-09	3.89E-09	3.07E-09	2.51E-09	2.09E-09
WSW	2.88E-07	2.08E-07	1.31E-07	7.45E-08	3.18E-08	1.36E-08	7.73E-09	5.27E-09	3.95E-09	3.14E-09	2.59E-09	2.18E-09
W	3.85E-07	2.43E-07	1.43E-07	7.84E-08	3.24E-08	1.37E-08	7.85E-09	5.39E-09	4.06E-09	3.25E-09	2.69E-09	2.28E-09
WNW	3.25E-07	2.12E-07	1.27E-07	7.10E-08	2.96E-08	1.25E-08	7.13E-09	4.87E-09	3.66E-09	2.92E-09	2.41E-09	2.04E-09
NW	1.65E-07	1.31E-07	8.93E-08	5.39E-08	2.38E-08	1.04E-08	5.87E-09	4.00E-09	2.99E-09	2.38E-09	1.96E-09	1.66E-09
NNW	1.61E-07	1.27E-07	8.44E-08	4.96E-08	2.14E-08	9.15E-09	5.19E-09	3.54E-09	2.65E-09	2.11E-09	1.75E-09	1.48E-09

表 6.2-10（3/3） 厂址长期大气弥散因子（^{131}I）

单位：s/m^3

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.38E-07	9.60E-08	6.15E-08	3.51E-08	1.32E-08	4.06E-09	1.76E-09	1.05E-09	7.27E-10	5.43E-10	4.27E-10	3.47E-10
NNE	1.09E-07	8.11E-08	5.15E-08	2.84E-08	1.06E-08	3.38E-09	1.55E-09	9.58E-10	6.72E-10	5.07E-10	4.02E-10	3.29E-10
NE	7.79E-08	5.31E-08	3.35E-08	1.83E-08	6.60E-09	2.11E-09	9.72E-10	5.97E-10	4.16E-10	3.13E-10	2.47E-10	2.01E-10
ENE	1.66E-08	1.52E-08	1.39E-08	1.10E-08	5.08E-09	1.32E-09	3.94E-10	1.96E-10	1.21E-10	8.40E-11	6.25E-11	4.86E-11
E	1.34E-08	1.41E-08	1.37E-08	1.15E-08	5.68E-09	1.53E-09	4.42E-10	2.13E-10	1.29E-10	8.91E-11	6.64E-11	5.17E-11
ESE	1.38E-07	7.92E-08	4.66E-08	2.70E-08	1.09E-08	3.44E-09	1.48E-09	8.95E-10	6.26E-10	4.76E-10	3.81E-10	3.15E-10
SE	2.48E-07	1.35E-07	7.72E-08	4.35E-08	1.71E-08	5.45E-09	2.38E-09	1.45E-09	1.01E-09	7.68E-10	6.13E-10	5.05E-10
SSE	1.44E-07	9.59E-08	6.14E-08	3.68E-08	1.50E-08	4.50E-09	1.83E-09	1.08E-09	7.42E-10	5.55E-10	4.38E-10	3.57E-10
S	1.97E-07	1.46E-07	9.78E-08	5.89E-08	2.38E-08	7.31E-09	2.95E-09	1.70E-09	1.15E-09	8.49E-10	6.64E-10	5.38E-10
SSW	1.02E-07	8.12E-08	6.01E-08	3.94E-08	1.62E-08	4.77E-09	1.77E-09	9.60E-10	6.23E-10	4.46E-10	3.40E-10	2.70E-10
SW	2.28E-07	1.75E-07	1.11E-07	6.16E-08	2.28E-08	7.05E-09	3.11E-09	1.88E-09	1.30E-09	9.75E-10	7.67E-10	6.24E-10
WSW	2.81E-07	1.99E-07	1.21E-07	6.48E-08	2.34E-08	7.38E-09	3.41E-09	2.10E-09	1.47E-09	1.11E-09	8.80E-10	7.20E-10
W	3.75E-07	2.33E-07	1.33E-07	6.89E-08	2.48E-08	8.13E-09	3.94E-09	2.50E-09	1.79E-09	1.37E-09	1.10E-09	9.12E-10
WNW	3.16E-07	2.02E-07	1.17E-07	6.18E-08	2.22E-08	7.07E-09	3.35E-09	2.10E-09	1.49E-09	1.14E-09	9.07E-10	7.47E-10
NW	1.61E-07	1.25E-07	8.23E-08	4.64E-08	1.69E-08	5.17E-09	2.26E-09	1.35E-09	9.22E-10	6.83E-10	5.32E-10	4.30E-10
NNW	1.58E-07	1.22E-07	7.75E-08	4.25E-08	1.52E-08	4.63E-09	2.08E-09	1.26E-09	8.68E-10	6.48E-10	5.08E-10	4.12E-10

表 6.2-11（1/2） 厂址长期地面干沉积因子（^{60}Co）

单位：$1/m^2$

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	2.86E-10	2.03E-10	1.34E-10	8.17E-11	3.74E-11	1.66E-11	9.28E-12	6.22E-12	4.59E-12	3.62E-12	2.96E-12	2.48E-12
NNE	2.25E-10	1.69E-10	1.11E-10	6.52E-11	2.90E-11	1.28E-11	7.24E-12	4.91E-12	3.66E-12	2.90E-12	2.39E-12	2.00E-12
NE	1.63E-10	1.12E-10	7.31E-11	4.25E-11	1.80E-11	7.72E-12	4.40E-12	3.02E-12	2.27E-12	1.82E-12	1.51E-12	1.28E-12
ENE	3.44E-11	3.18E-11	2.98E-11	2.56E-11	1.62E-11	8.08E-12	4.25E-12	2.65E-12	1.84E-12	1.38E-12	1.07E-12	8.44E-13
E	2.74E-11	2.92E-11	2.89E-11	2.62E-11	1.76E-11	8.96E-12	4.72E-12	2.93E-12	2.02E-12	1.50E-12	1.15E-12	8.82E-13
ESE	2.83E-10	1.65E-10	9.97E-11	6.06E-11	2.92E-11	1.32E-11	7.26E-12	4.77E-12	3.46E-12	2.68E-12	2.16E-12	1.77E-12
SE	5.09E-10	2.82E-10	1.66E-10	9.81E-11	4.56E-11	2.02E-11	1.11E-11	7.39E-12	5.40E-12	4.22E-12	3.42E-12	2.82E-12
SSE	2.99E-10	2.03E-10	1.34E-10	8.50E-11	4.30E-11	2.00E-11	1.09E-11	7.07E-12	5.08E-12	3.92E-12	3.12E-12	2.54E-12
S	4.15E-10	3.11E-10	2.15E-10	1.37E-10	6.75E-11	3.08E-11	1.68E-11	1.10E-11	7.96E-12	6.17E-12	4.98E-12	4.07E-12
SSW	2.16E-10	1.74E-10	1.32E-10	9.23E-11	4.76E-11	2.22E-11	1.21E-11	7.90E-12	5.70E-12	4.40E-12	3.52E-12	2.87E-12
SW	4.70E-10	3.67E-10	2.40E-10	1.42E-10	6.31E-11	2.77E-11	1.56E-11	1.05E-11	7.78E-12	6.13E-12	5.01E-12	4.18E-12
WSW	5.77E-10	4.17E-10	2.61E-10	1.49E-10	6.35E-11	2.72E-11	1.55E-11	1.05E-11	7.89E-12	6.27E-12	5.17E-12	4.37E-12
W	7.70E-10	4.87E-10	2.86E-10	1.57E-10	6.49E-11	2.74E-11	1.57E-11	1.08E-11	8.13E-12	6.50E-12	5.39E-12	4.57E-12
WNW	6.50E-10	4.24E-10	2.54E-10	1.42E-10	5.93E-11	2.50E-11	1.43E-11	9.75E-12	7.32E-12	5.84E-12	4.83E-12	4.09E-12
NW	3.30E-10	2.62E-10	1.79E-10	1.08E-10	4.75E-11	2.07E-11	1.17E-11	7.99E-12	5.98E-12	4.75E-12	3.92E-12	3.32E-12
NNW	3.22E-10	2.55E-10	1.69E-10	9.92E-11	4.28E-11	1.83E-11	1.04E-11	7.08E-12	5.29E-12	4.22E-12	3.50E-12	2.97E-12

表 6.2-11（2/2） 厂址长期地面干沉积因子（^{131}I）

单位：$1/m^2$

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	4.41E-09	3.07E-09	1.97E-09	1.12E-09	4.24E-10	1.30E-10	5.62E-11	3.37E-11	2.33E-11	1.74E-11	1.37E-11	1.11E-11
NNE	3.50E-09	2.60E-09	1.65E-09	9.08E-10	3.38E-10	1.08E-10	4.97E-11	3.07E-11	2.15E-11	1.62E-11	1.29E-11	1.05E-11
NE	2.49E-09	1.70E-09	1.07E-09	5.87E-10	2.11E-10	6.74E-11	3.11E-11	1.91E-11	1.33E-11	1.00E-11	7.90E-12	6.44E-12
ENE	5.31E-10	4.86E-10	4.44E-10	3.52E-10	1.62E-10	4.21E-11	1.26E-11	6.28E-12	3.88E-12	2.69E-12	2.00E-12	1.56E-12
E	4.29E-10	4.52E-10	4.37E-10	3.68E-10	1.82E-10	4.90E-11	1.42E-11	6.81E-12	4.13E-12	2.85E-12	2.12E-12	1.65E-12
ESE	4.42E-09	2.53E-09	1.49E-09	8.64E-10	3.49E-10	1.10E-10	4.74E-11	2.86E-11	2.00E-11	1.52E-11	1.22E-11	1.01E-11
SE	7.92E-09	4.32E-09	2.47E-09	1.39E-09	5.48E-10	1.74E-10	7.63E-11	4.63E-11	3.24E-11	2.46E-11	1.96E-11	1.62E-11
SSE	4.61E-09	3.07E-09	1.96E-09	1.18E-09	4.79E-10	1.44E-10	5.84E-11	3.45E-11	2.37E-11	1.78E-11	1.40E-11	1.14E-11
S	6.32E-09	4.67E-09	3.13E-09	1.89E-09	7.62E-10	2.34E-10	9.45E-11	5.45E-11	3.68E-11	2.72E-11	2.12E-11	1.72E-11
SSW	3.26E-09	2.60E-09	1.92E-09	1.26E-09	5.20E-10	1.53E-10	5.65E-11	3.07E-11	1.99E-11	1.43E-11	1.09E-11	8.65E-12
SW	7.31E-09	5.61E-09	3.55E-09	1.97E-09	7.30E-10	2.26E-10	9.96E-11	6.02E-11	4.17E-11	3.12E-11	2.45E-11	2.00E-11
WSW	8.98E-09	6.37E-09	3.86E-09	2.07E-09	7.49E-10	2.36E-10	1.09E-10	6.73E-11	4.72E-11	3.56E-11	2.82E-11	2.30E-11
W	1.20E-08	7.46E-09	4.25E-09	2.21E-09	7.94E-10	2.60E-10	1.26E-10	8.01E-11	5.73E-11	4.40E-11	3.53E-11	2.92E-11
WNW	1.01E-08	6.47E-09	3.75E-09	1.98E-09	7.09E-10	2.26E-10	1.07E-10	6.72E-11	4.77E-11	3.64E-11	2.90E-11	2.39E-11
NW	5.16E-09	4.01E-09	2.63E-09	1.48E-09	5.42E-10	1.65E-10	7.23E-11	4.31E-11	2.95E-11	2.18E-11	1.70E-11	1.38E-11
NNW	5.04E-09	3.90E-09	2.48E-09	1.36E-09	4.87E-10	1.48E-10	6.64E-11	4.02E-11	2.78E-11	2.07E-11	1.63E-11	1.32E-11

表 6.2-12（1/2） 厂址长期地面湿沉积因子（^{60}Co）

单位：$1/m^2$

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.34E-09	6.69E-10	4.01E-10	2.51E-10	1.34E-10	6.69E-11	4.01E-11	2.87E-11	2.23E-11	1.82E-11	1.54E-11	1.34E-11
NNE	1.17E-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
NE	3.06E-09	1.53E-09	9.17E-10	5.73E-10	3.06E-10	1.53E-10	9.17E-11	6.55E-11	5.09E-11	4.17E-11	3.53E-11	3.06E-11
ENE	1.16E-09	5.81E-10	3.49E-10	2.18E-10	1.16E-10	5.81E-11	3.49E-11	2.49E-11	1.94E-11	1.58E-11	1.34E-11	1.16E-11
E	1.37E-09	6.84E-10	4.11E-10	2.57E-10	1.37E-10	6.84E-11	4.11E-11	2.93E-11	2.28E-11	1.87E-11	1.58E-11	1.37E-11
ESE	2.96E-09	1.48E-09	8.87E-10	5.54E-10	2.96E-10	1.48E-10	8.87E-11	6.34E-11	4.93E-11	4.03E-11	3.41E-11	2.96E-11
SE	2.64E-09	1.32E-09	7.92E-10	4.95E-10	2.64E-10	1.32E-10	7.92E-11	5.65E-11	4.40E-11	3.60E-11	3.04E-11	2.64E-11
SSE	1.11E-09	5.56E-10	3.34E-10	2.09E-10	1.11E-10	5.56E-11	3.34E-11	2.38E-11	1.85E-11	1.52E-11	1.28E-11	1.11E-11
S	3.08E-09	1.54E-09	9.24E-10	5.77E-10	3.08E-10	1.54E-10	9.24E-11	6.60E-11	5.13E-11	4.20E-11	3.55E-11	3.08E-11
SSW	9.97E-10	4.98E-10	2.99E-10	1.87E-10	9.97E-11	4.98E-11	2.99E-11	2.14E-11	1.66E-11	1.36E-11	1.15E-11	9.97E-12
SW	4.87E-09	2.44E-09	1.46E-09	9.13E-10	4.87E-10	2.44E-10	1.46E-10	1.04E-10	8.12E-11	6.64E-11	5.62E-11	4.87E-11
WSW	6.69E-09	3.35E-09	2.01E-09	1.25E-09	6.69E-10	3.35E-10	2.01E-10	1.43E-10	1.12E-10	9.13E-11	7.72E-11	6.69E-11
W	2.70E-09	1.35E-09	8.11E-10	5.07E-10	2.70E-10	1.35E-10	8.11E-11	5.80E-11	4.51E-11	3.69E-11	3.12E-11	2.70E-11
WNW	1.84E-09	9.19E-10	5.51E-10	3.45E-10	1.84E-10	9.19E-11	5.51E-11	3.94E-11	3.06E-11	2.51E-11	2.12E-11	1.84E-11
NW	1.59E-09	7.93E-10	4.76E-10	2.97E-10	1.59E-10	7.93E-11	4.76E-11	3.40E-11	2.64E-11	2.16E-11	1.83E-11	1.59E-11
NNW	2.80E-09	1.40E-09	8.40E-10	5.25E-10	2.80E-10	1.40E-10	8.40E-11	6.00E-11	4.66E-11	3.82E-11	3.23E-11	2.80E-11

表 6.2-12（2/2） 厂址长期地面湿沉积因子（^{131}I）

单位：$1/m^2$

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	9.19E-10	4.60E-10	2.76E-10	1.72E-10	9.19E-11	4.60E-11	2.76E-11	1.97E-11	1.53E-11	1.25E-11	1.06E-11	9.19E-12
NNE	8.02E-10	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	9.26E-12	8.02E-12
NE	2.10E-09	1.05E-09	6.31E-10	3.94E-10	2.10E-10	1.05E-10	6.31E-11	4.50E-11	3.50E-11	2.87E-11	2.43E-11	2.10E-11
ENE	7.99E-10	3.99E-10	2.40E-10	1.50E-10	7.99E-11	3.99E-11	2.40E-11	1.71E-11	1.33E-11	1.09E-11	9.22E-12	7.99E-12
E	9.41E-10	4.71E-10	2.82E-10	1.76E-10	9.41E-11	4.71E-11	2.82E-11	2.02E-11	1.57E-11	1.28E-11	1.09E-11	9.41E-12
ESE	2.03E-09	1.02E-09	6.10E-10	3.81E-10	2.03E-10	1.02E-10	6.10E-11	4.36E-11	3.39E-11	2.77E-11	2.35E-11	2.03E-11
SE	1.81E-09	9.07E-10	5.44E-10	3.40E-10	1.81E-10	9.07E-11	5.44E-11	3.89E-11	3.02E-11	2.47E-11	2.09E-11	1.81E-11
SSE	7.65E-10	3.83E-10	2.30E-10	1.43E-10	7.65E-11	3.83E-11	2.30E-11	1.64E-11	1.28E-11	1.04E-11	8.83E-12	7.65E-12
S	2.12E-09	1.06E-09	6.35E-10	3.97E-10	2.12E-10	1.06E-10	6.35E-11	4.54E-11	3.53E-11	2.89E-11	2.44E-11	2.12E-11
SSW	6.85E-10	3.43E-10	2.06E-10	1.29E-10	6.85E-11	3.43E-11	2.06E-11	1.47E-11	1.14E-11	9.35E-12	7.91E-12	6.85E-12
SW	3.35E-09	1.67E-09	1.00E-09	6.28E-10	3.35E-10	1.67E-10	1.00E-10	7.17E-11	5.58E-11	4.57E-11	3.86E-11	3.35E-11
WSW	4.60E-09	2.30E-09	1.38E-09	8.63E-10	4.60E-10	2.30E-10	1.38E-10	9.86E-11	7.67E-11	6.27E-11	5.31E-11	4.60E-11
W	1.86E-09	9.30E-10	5.58E-10	3.49E-10	1.86E-10	9.30E-11	5.58E-11	3.98E-11	3.10E-11	2.54E-11	2.15E-11	1.86E-11
WNW	1.26E-09	6.32E-10	3.79E-10	2.37E-10	1.26E-10	6.32E-11	3.79E-11	2.71E-11	2.11E-11	1.72E-11	1.46E-11	1.26E-11
NW	1.09E-09	5.45E-10	3.27E-10	2.04E-10	1.09E-10	5.45E-11	3.27E-11	2.34E-11	1.82E-11	1.49E-11	1.26E-11	1.09E-11
NNW	1.92E-09	9.62E-10	5.77E-10	3.61E-10	1.92E-10	9.62E-11	5.77E-11	4.12E-11	3.21E-11	2.62E-11	2.22E-11	1.92E-11

表 6.2-13　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	7.27E-02	8.12E-02	8.24E-02	8.29E-02
排水口1~2km 海域	3.42E-02	4.21E-02	4.32E-02	4.37E-02
排水口2~3km 海域	2.34E-02	3.07E-02	3.18E-02	3.23E-02
排水口3~5km 海域	1.62E-02	2.25E-02	2.35E-02	2.38E-02
排水口5~10km 海域	8.47E-03	1.36E-02	1.44E-02	1.47E-02
排水口10~20km 海域	4.23E-03	9.28E-03	1.02E-02	1.06E-02

表 6.2-14（1/3） 气载放射性排放造成环境空气核素浓度（^{85}Kr）

单位：Bq/m^3

距离(km) 方位	0 ~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.91E-01	1.31E-01	8.62E-02	5.15E-02	2.36E-02	1.09E-02	6.37E-03	4.41E-03	3.33E-03	2.67E-03	2.21E-03	1.85E-03
NNE	1.58E-01	1.09E-01	7.22E-02	4.17E-02	1.86E-02	8.39E-03	4.93E-03	3.43E-03	2.61E-03	2.10E-03	1.74E-03	1.47E-03
NE	1.16E-01	7.48E-02	4.92E-02	2.83E-02	1.22E-02	5.43E-03	3.19E-03	2.23E-03	1.70E-03	1.37E-03	1.14E-03	9.71E-04
ENE	3.44E-02	2.03E-02	1.89E-02	1.64E-02	1.06E-02	5.69E-03	3.28E-03	2.20E-03	1.61E-03	1.26E-03	1.00E-03	7.97E-04
E	7.66E-02	3.15E-02	2.25E-02	1.79E-02	1.17E-02	6.30E-03	3.59E-03	2.39E-03	1.74E-03	1.35E-03	1.06E-03	8.22E-04
ESE	2.14E-01	1.18E-01	6.86E-02	4.00E-02	1.92E-02	9.00E-03	5.19E-03	3.53E-03	2.64E-03	2.09E-03	1.71E-03	1.40E-03
SE	2.56E-01	1.62E-01	1.01E-01	6.04E-02	2.88E-02	1.34E-02	7.75E-03	5.31E-03	3.99E-03	3.18E-03	2.61E-03	2.16E-03
SSE	2.01E-01	1.35E-01	8.69E-02	5.45E-02	2.77E-02	1.34E-02	7.75E-03	5.27E-03	3.93E-03	3.11E-03	2.52E-03	2.05E-03
S	2.04E-01	1.72E-01	1.24E-01	8.20E-02	4.21E-02	2.03E-02	1.18E-02	8.05E-03	6.00E-03	4.77E-03	3.89E-03	3.19E-03
SSW	1.62E-01	1.13E-01	8.15E-02	5.62E-02	2.97E-02	1.47E-02	8.50E-03	5.81E-03	4.34E-03	3.46E-03	2.82E-03	2.29E-03
SW	2.74E-01	2.13E-01	1.40E-01	8.55E-02	3.97E-02	1.83E-02	1.09E-02	7.58E-03	5.78E-03	4.65E-03	3.85E-03	3.19E-03
WSW	3.28E-01	2.38E-01	1.50E-01	8.83E-02	3.94E-02	1.79E-02	1.06E-02	7.47E-03	5.73E-03	4.63E-03	3.85E-03	3.23E-03
W	4.12E-01	2.76E-01	1.64E-01	9.23E-02	3.98E-02	1.76E-02	1.04E-02	7.32E-03	5.61E-03	4.54E-03	3.78E-03	3.18E-03
WNW	3.91E-01	2.50E-01	1.50E-01	8.49E-02	3.65E-02	1.61E-02	9.50E-03	6.66E-03	5.10E-03	4.12E-03	3.44E-03	2.90E-03
NW	2.72E-01	1.74E-01	1.12E-01	6.68E-02	2.98E-02	1.35E-02	7.99E-03	5.60E-03	4.27E-03	3.45E-03	2.88E-03	2.43E-03
NNW	2.14E-01	1.55E-01	1.04E-01	6.14E-02	2.68E-02	1.18E-02	6.94E-03	4.85E-03	3.68E-03	2.97E-03	2.49E-03	2.12E-03

表 6.2-14（2/3）　气载放射性排放造成环境空气核素浓度（^{60}Co）

单位：Bq/m^3

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.24E-09	8.49E-10	5.57E-10	3.31E-10	1.49E-10	6.58E-11	3.67E-11	2.46E-11	1.81E-11	1.43E-11	1.17E-11	9.75E-12
NNE	1.03E-09	7.05E-10	4.66E-10	2.67E-10	1.17E-10	5.09E-11	2.87E-11	1.94E-11	1.45E-11	1.14E-11	9.39E-12	7.90E-12
NE	7.56E-10	4.81E-10	3.13E-10	1.76E-10	7.32E-11	3.09E-11	1.75E-11	1.19E-11	9.00E-12	7.17E-12	5.94E-12	5.04E-12
ENE	2.22E-10	1.30E-10	1.19E-10	1.02E-10	6.45E-11	3.20E-11	1.69E-11	1.05E-11	7.27E-12	5.44E-12	4.23E-12	3.33E-12
E	4.98E-10	2.03E-10	1.42E-10	1.11E-10	7.09E-11	3.57E-11	1.88E-11	1.16E-11	7.98E-12	5.93E-12	4.54E-12	3.49E-12
ESE	1.40E-09	7.69E-10	4.39E-10	2.54E-10	1.19E-10	5.28E-11	2.89E-11	1.89E-11	1.37E-11	1.06E-11	8.53E-12	6.98E-12
SE	1.67E-09	1.05E-09	6.45E-10	3.84E-10	1.80E-10	7.94E-11	4.39E-11	2.90E-11	2.12E-11	1.66E-11	1.34E-11	1.11E-11
SSE	1.31E-09	8.73E-10	5.58E-10	3.47E-10	1.73E-10	7.94E-11	4.30E-11	2.79E-11	2.00E-11	1.54E-11	1.23E-11	9.98E-12
S	1.32E-09	1.10E-09	7.90E-10	5.17E-10	2.60E-10	1.20E-10	6.58E-11	4.32E-11	3.12E-11	2.42E-11	1.95E-11	1.59E-11
SSW	1.05E-09	7.28E-10	5.23E-10	3.58E-10	1.86E-10	8.69E-11	4.75E-11	3.10E-11	2.24E-11	1.73E-11	1.38E-11	1.12E-11
SW	1.78E-09	1.37E-09	8.92E-10	5.35E-10	2.44E-10	1.08E-10	6.10E-11	4.11E-11	3.05E-11	2.41E-11	1.97E-11	1.62E-11
WSW	2.13E-09	1.54E-09	9.63E-10	5.60E-10	2.45E-10	1.06E-10	6.05E-11	4.13E-11	3.09E-11	2.46E-11	2.03E-11	1.69E-11
W	2.68E-09	1.78E-09	1.06E-09	5.92E-10	2.51E-10	1.07E-10	6.14E-11	4.22E-11	3.18E-11	2.55E-11	2.11E-11	1.77E-11
WNW	2.55E-09	1.63E-09	9.67E-10	5.46E-10	2.31E-10	9.79E-11	5.59E-11	3.82E-11	2.87E-11	2.29E-11	1.89E-11	1.59E-11
NW	1.77E-09	1.13E-09	7.22E-10	4.28E-10	1.88E-10	8.18E-11	4.62E-11	3.14E-11	2.35E-11	1.87E-11	1.54E-11	1.30E-11
NNW	1.40E-09	1.01E-09	6.71E-10	3.94E-10	1.69E-10	7.22E-11	4.09E-11	2.79E-11	2.08E-11	1.66E-11	1.38E-11	1.16E-11

表 6.2-14（3/3） 气载放射性排放造成环境空气核素浓度（^{131}I）

单位：Bq/m^3

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	8.49E-07	5.69E-07	3.61E-07	2.01E-07	7.49E-08	2.28E-08	9.85E-09	5.85E-09	4.05E-09	3.02E-09	2.37E-09	1.93E-09
NNE	7.02E-07	4.76E-07	3.05E-07	1.65E-07	6.05E-08	1.91E-08	8.71E-09	5.35E-09	3.74E-09	2.82E-09	2.24E-09	1.83E-09
NE	5.16E-07	3.22E-07	2.03E-07	1.08E-07	3.81E-08	1.20E-08	5.47E-09	3.34E-09	2.32E-09	1.74E-09	1.38E-09	1.12E-09
ENE	1.52E-07	8.79E-08	7.88E-08	6.21E-08	2.88E-08	7.49E-09	2.24E-09	1.10E-09	6.77E-10	4.69E-10	3.48E-10	2.71E-10
E	3.42E-07	1.38E-07	9.46E-08	6.93E-08	3.29E-08	8.82E-09	2.55E-09	1.21E-09	7.35E-10	5.05E-10	3.75E-10	2.92E-10
ESE	9.60E-07	5.22E-07	2.91E-07	1.60E-07	6.27E-08	1.95E-08	8.35E-09	5.01E-09	3.50E-09	2.65E-09	2.12E-09	1.75E-09
SE	1.14E-06	7.07E-07	4.23E-07	2.40E-07	9.49E-08	3.03E-08	1.32E-08	8.02E-09	5.60E-09	4.26E-09	3.40E-09	2.80E-09
SSE	8.79E-07	5.82E-07	3.61E-07	2.12E-07	8.49E-08	2.52E-08	1.02E-08	6.02E-09	4.13E-09	3.09E-09	2.44E-09	1.98E-09
S	8.88E-07	7.32E-07	5.07E-07	3.13E-07	1.29E-07	4.01E-08	1.63E-08	9.40E-09	6.35E-09	4.69E-09	3.67E-09	2.96E-09
SSW	7.05E-07	4.80E-07	3.34E-07	2.15E-07	8.90E-08	2.64E-08	9.79E-09	5.33E-09	3.46E-09	2.48E-09	1.89E-09	1.49E-09
SW	1.21E-06	9.18E-07	5.77E-07	3.26E-07	1.24E-07	3.88E-08	1.72E-08	1.04E-08	7.18E-09	5.39E-09	4.24E-09	3.42E-09
WSW	1.46E-06	1.04E-06	6.27E-07	3.42E-07	1.27E-07	4.06E-08	1.88E-08	1.16E-08	8.13E-09	6.16E-09	4.87E-09	3.94E-09
W	1.84E-06	1.20E-06	6.91E-07	3.65E-07	1.35E-07	4.47E-08	2.17E-08	1.38E-08	9.90E-09	7.60E-09	6.10E-09	5.00E-09
WNW	1.74E-06	1.09E-06	6.27E-07	3.34E-07	1.22E-07	3.91E-08	1.86E-08	1.16E-08	8.27E-09	6.30E-09	5.03E-09	4.11E-09
NW	1.22E-06	7.60E-07	4.69E-07	2.60E-07	9.43E-08	2.88E-08	1.26E-08	7.52E-09	5.13E-09	3.80E-09	2.96E-09	2.39E-09
NNW	9.68E-07	6.80E-07	4.35E-07	2.38E-07	8.52E-08	2.58E-08	1.16E-08	6.99E-09	4.82E-09	3.60E-09	2.82E-09	2.29E-09

表 6.2-15（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	1.73E+00	9.13E-01	6.75E-01	4.97E-01	3.07E-01	2.21E-01
14C	7.15E-04	3.77E-04	2.79E-04	2.05E-04	1.27E-04	9.14E-05
Cr-51	5.26E-06	2.73E-06	1.99E-06	1.46E-06	8.81E-07	6.01E-07
Mn-54	4.48E-07	2.36E-07	1.75E-07	1.29E-07	7.95E-08	5.73E-08
Fe-59	8.59E-07	4.46E-07	3.25E-07	2.38E-07	1.44E-07	9.82E-08
Co-58	1.97E-06	1.02E-06	7.46E-07	5.46E-07	3.30E-07	2.25E-07
Co-60	1.94E-06	1.02E-06	7.54E-07	5.56E-07	3.43E-07	2.48E-07
Sr-89	1.21E-07	6.26E-08	4.57E-08	3.35E-08	2.02E-08	1.38E-08
Sr-90	2.47E-09	1.30E-09	9.64E-10	7.10E-10	4.39E-10	3.16E-10
Sr-91	1.38E-08	6.49E-09	4.44E-09	3.07E-09	1.61E-09	8.03E-10
Sr-92	1.47E-08	6.92E-09	4.73E-09	3.28E-09	1.71E-09	8.56E-10
Y-90	1.70E-10	8.02E-11	5.49E-11	3.80E-11	1.99E-11	9.92E-12
Y-91	4.35E-09	2.26E-09	1.65E-09	1.21E-09	7.29E-10	4.98E-10
Zr-95	5.83E-09	3.02E-09	2.20E-09	1.62E-09	9.76E-10	6.66E-10
Nb-95	5.34E-09	2.77E-09	2.02E-09	1.48E-09	8.94E-10	6.10E-10
Mo-99	2.10E-07	9.87E-08	6.75E-08	4.67E-08	2.44E-08	1.22E-08
Tc-99m	1.80E-07	8.48E-08	5.80E-08	4.02E-08	2.10E-08	1.05E-08
Ru-103	6.21E-09	3.22E-09	2.35E-09	1.72E-09	1.04E-09	7.09E-10
Ru-106	1.76E-09	9.29E-10	6.87E-10	5.06E-10	3.12E-10	2.25E-10
Rh-106	3.01E-13	1.41E-13	9.68E-14	6.70E-14	3.50E-14	1.75E-14
Ag-110m	3.15E-07	1.65E-07	1.22E-07	8.98E-08	5.50E-08	3.90E-08
Sb-122	5.15E-08	2.42E-08	1.66E-08	1.15E-08	6.00E-09	3.00E-09
Sb-124	1.33E-07	6.91E-08	5.04E-08	3.69E-08	2.23E-08	1.52E-08
Te-131	8.03E-09	3.78E-09	2.59E-09	1.79E-09	9.36E-10	4.67E-10
Te-131m	4.24E-09	1.99E-09	1.36E-09	9.44E-10	4.94E-10	2.46E-10

表 6.2-15（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	7.90E-08	3.71E-08	2.54E-08	1.76E-08	9.20E-09	4.59E-09
Te-134	1.69E-08	7.97E-09	5.45E-09	3.78E-09	1.97E-09	9.86E-10
I-131	7.69E-05	3.62E-05	2.48E-05	1.71E-05	8.96E-06	4.48E-06
I-132	6.85E-06	3.22E-06	2.20E-06	1.53E-06	7.98E-07	3.98E-07
I-133	3.29E-05	1.55E-05	1.06E-05	7.34E-06	3.84E-06	1.92E-06
I-134	6.20E-07	2.92E-07	2.00E-07	1.38E-07	7.23E-08	3.61E-08
I-135	8.00E-06	3.76E-06	2.57E-06	1.78E-06	9.32E-07	4.65E-07
Cs-134	1.92E-05	1.01E-05	7.50E-06	5.53E-06	3.41E-06	2.46E-06
Cs-136	8.63E-06	4.47E-06	3.26E-06	2.39E-06	1.45E-06	9.86E-07
Cs-137	2.82E-05	1.49E-05	1.10E-05	8.09E-06	5.00E-06	3.60E-06
Cs-138	1.80E-06	8.48E-07	5.80E-07	4.02E-07	2.10E-07	1.05E-07
Ba-140	2.18E-07	1.13E-07	8.24E-08	6.04E-08	3.65E-08	2.49E-08
La-140	1.68E-07	7.89E-08	5.40E-08	3.74E-08	1.95E-08	9.76E-09
Ce-141	6.32E-09	3.28E-09	2.39E-09	1.75E-09	1.06E-09	7.22E-10
Ce-143	7.52E-09	3.54E-09	2.42E-09	1.68E-09	8.77E-10	4.38E-10
Ce-144	3.74E-09	1.97E-09	1.46E-09	1.07E-09	6.63E-10	4.78E-10
Pr-143	6.74E-09	3.49E-09	2.55E-09	1.87E-09	1.13E-09	7.70E-10
Pr-144	3.17E-09	1.49E-09	1.02E-09	7.05E-10	3.69E-10	1.84E-10

表 6.2-15（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	1.84E+02	Sb-124	1.42E-05
14C	7.61E-02	Te-131	8.55E-07
Cr-51	5.60E-04	Te-131m	4.51E-07
Mn-54	4.77E-05	Te-132	8.41E-06
Fe-59	9.15E-05	Te-134	1.80E-06
Co-58	2.10E-04	I-131	8.19E-03
Co-60	2.06E-04	I-132	7.29E-04
Sr-89	1.29E-05	I-133	3.51E-03
Sr-90	2.63E-07	I-134	6.60E-05
Sr-91	1.47E-06	I-135	8.52E-04
Sr-92	1.57E-06	Cs-134	2.05E-03
Y-90	1.82E-08	Cs-136	9.19E-04
Y-91	4.64E-07	Cs-137	3.00E-03
Zr-95	6.21E-07	Cs-138	1.92E-04
Nb-95	5.68E-07	Ba-140	2.32E-05
Mo-99	2.23E-05	La-140	1.79E-05
Tc-99m	1.92E-05	Ce-141	6.73E-07
Ru-103	6.61E-07	Ce-143	8.01E-07
Ru-106	1.88E-07	Ce-144	3.98E-07
Rh-106	3.20E-11	Pr-143	7.17E-07
Ag-110m	3.35E-05	Pr-144	3.37E-07
Sb-122	5.49E-06		

表 6.2-16　气态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量

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	—	—	—	—	2.80E-08	1.68E-08	9.55E-09	5.71E-09	4.52E-09	3.38E-09	2.94E-09	2.41E-09
NNE	—	—	—	—	2.77E-08	1.36E-08	7.57E-09	5.02E-09	3.72E-09	2.92E-09	2.33E-09	2.00E-09
NE	—	1.83E-07	1.16E-07	6.50E-08	1.52E-08	8.15E-09	5.72E-09	3.80E-09	2.75E-09	2.20E-09	1.91E-09	1.61E-09
ENE	—	—	—	—	—	—	4.75E-09	3.68E-09	2.06E-09	1.64E-09	1.29E-09	1.01E-09
E	—	—	—	—	—	—	—	4.35E-09	3.05E-09	2.29E-09	2.11E-09	—
ESE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	—	1.20E-08	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	—	7.35E-08	2.28E-08	—	—	—	—	—	—
WSW	—	5.55E-07	3.39E-07	1.93E-07	7.87E-08	3.26E-08	1.83E-08	—	6.77E-09	5.88E-09	5.15E-09	4.83E-09
W	—	6.13E-07	—	—	7.34E-08	2.99E-08	1.53E-08	—	6.67E-09	5.73E-09	5.11E-09	4.78E-09
WNW	—	—	—	—	6.57E-08	2.62E-08	1.48E-08	8.87E-09	6.70E-09	5.17E-09	4.25E-09	3.51E-09
NW	—	3.81E-07	—	7.29E-08	5.25E-08	2.15E-08	1.16E-08	7.90E-09	5.39E-09	4.14E-09	3.38E-09	3.25E-09
NNW	—	3.48E-07	—	1.29E-07	4.02E-08	1.96E-08	1.08E-08	7.17E-09	5.30E-09	4.08E-09	3.29E-09	2.87E-09

表 6.2-17　液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量

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	—	—	—	—	8.13E-09	2.75E-09	2.29E-09	2.87E-09	2.42E-09	2.67E-09	2.33E-09	2.40E-09
NNE	—	—	—	—	7.98E-09	2.52E-09	2.38E-09	2.41E-09	2.36E-09	2.36E-09	2.47E-09	2.34E-09
NE	—	2.11E-08	2.11E-08	1.28E-08	8.26E-09	2.53E-09	2.45E-09	2.51E-09	2.67E-09	2.61E-09	2.43E-09	2.41E-09
ENE	—	—	—	—	—	—	2.55E-09	2.78E-09	2.60E-09	2.42E-09	2.46E-09	2.67E-09
E	—	—	—	—	—	—	—	2.83E-09	2.64E-09	2.89E-09	2.89E-09	—
ESE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	—	2.67E-09	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	—	8.08E-09	2.67E-09	—	—	—	—	—	—
WSW	—	2.11E-08	2.11E-08	1.28E-08	7.86E-09	2.31E-09	—	—	2.89E-09	2.89E-09	2.89E-09	2.89E-09
W	—	2.11E-08	—	—	7.84E-09	2.40E-09	—	—	2.86E-09	2.88E-09	2.89E-09	2.89E-09
WNW	—	—	—	—	7.86E-09	2.41E-09	2.31E-09	2.78E-09	2.89E-09	2.89E-09	2.89E-09	2.89E-09
NW	—	2.11E-08	—	1.28E-08	7.95E-09	2.35E-09	2.44E-09	2.30E-09	2.71E-09	2.81E-09	2.80E-09	2.82E-09
NNW	—	2.11E-08	—	1.28E-08	8.13E-09	2.48E-09	2.40E-09	2.40E-09	2.40E-09	2.52E-09	2.57E-09	2.41E-09

表 6.2-18　气态和液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量

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	1.95E-08	1.18E-08	8.58E-09	6.93E-09	6.04E-09	5.27E-09	4.81E-09
NNE	—	—	—	—	3.57E-08	1.62E-08	9.95E-09	7.43E-09	6.08E-09	5.28E-09	4.80E-09	4.34E-09
NE	—	2.04E-07	1.37E-07	7.78E-08	2.34E-08	1.07E-08	8.17E-09	6.31E-09	5.43E-09	4.81E-09	4.34E-09	4.02E-09
ENE	—	—	—	—	—	—	7.30E-09	6.46E-09	4.66E-09	4.06E-09	3.75E-09	3.68E-09
E	—	—	—	—	—	—	—	7.19E-09	5.68E-09	5.18E-09	5.01E-09	—
ESE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	—	1.47E-08	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	—	8.16E-08	2.55E-08	—	—	—	—	—	—
WSW	—	5.76E-07	3.60E-07	2.06E-07	8.65E-08	3.49E-08	1.83E-08	—	9.66E-09	8.77E-09	8.04E-09	7.72E-09
W	—	6.34E-07	—	—	8.13E-08	3.23E-08	1.53E-08	—	9.53E-09	8.61E-09	8.00E-09	7.67E-09
WNW	—	—	—	—	7.36E-08	2.86E-08	1.71E-08	1.17E-08	9.59E-09	8.06E-09	7.14E-09	6.40E-09
NW	—	4.02E-07	—	8.58E-08	6.04E-08	2.38E-08	1.40E-08	1.02E-08	8.10E-09	6.95E-09	6.18E-09	6.07E-09
NNW	—	3.69E-07	—	1.41E-07	4.83E-08	2.21E-08	1.32E-08	9.57E-09	7.70E-09	6.60E-09	5.86E-09	5.29E-09

表 6.2-19　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

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	—	—	—	—	3.90E-08	2.27E-08	1.36E-08	1.00E-08	8.07E-09	6.91E-09	6.15E-09	5.65E-09
NNE	—	—	—	—	4.01E-08	1.85E-08	1.15E-08	8.78E-09	7.06E-09	6.14E-09	5.51E-09	5.05E-09
NE	—	2.00E-07	1.35E-07	7.61E-08	—	1.21E-08	9.31E-09	7.20E-09	6.30E-09	5.61E-09	4.92E-09	4.61E-09
ENE	—	—	—	—	—	—	8.56E-09	7.74E-09	5.55E-09	4.76E-09	4.40E-09	4.38E-09
E	—	—	—	—	—	—	—	8.71E-09	6.83E-09	6.34E-09	6.17E-09	—
ESE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	—	1.64E-08	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	—	9.19E-08	2.83E-08	—	—	—	—	—	—
WSW	—	5.72E-07	3.58E-07	2.05E-07	9.48E-08	3.91E-08	2.03E-08	—	1.13E-08	1.04E-08	9.67E-09	9.34E-09
W	—	6.32E-07	—	—	9.09E-08	3.68E-08	1.84E-08	—	1.12E-08	1.03E-08	9.63E-09	9.29E-09
WNW	—	—	—	—	8.27E-08	3.27E-08	1.96E-08	1.38E-08	1.13E-08	9.64E-09	8.36E-09	7.61E-09
NW	—	4.01E-07	—	8.69E-08	6.79E-08	2.73E-08	1.63E-08	—	9.68E-09	8.05E-09	7.34E-09	7.39E-09
NNW	—	3.69E-07	—	1.41E-07	5.31E-08	2.51E-08	1.51E-08	1.10E-08	8.90E-09	7.49E-09	6.76E-09	6.17E-09

表 6.2-20　气态和液态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量

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	—	—	—	—	3.35E-08	1.97E-08	1.14E-08	8.39E-09	6.67E-09	5.67E-09	5.02E-09	4.64E-09
NNE	—	—	—	—	3.42E-08	1.60E-08	9.68E-09	7.23E-09	5.84E-09	5.05E-09	4.51E-09	4.11E-09
NE	—	1.61E-07	1.07E-07	5.99E-08	—	1.03E-08	7.85E-09	6.06E-09	5.38E-09	4.72E-09	4.10E-09	3.76E-09
ENE	—	—	—	—	—	—	7.22E-09	6.61E-09	4.64E-09	3.89E-09	3.61E-09	3.71E-09
E	—	—	—	—	—	—	—	7.44E-09	5.76E-09	5.50E-09	5.35E-09	—
ESE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	—	1.50E-08	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	—	7.81E-08	2.49E-08	—	—	—	—	—	—
WSW	—	4.64E-07	2.88E-07	1.63E-07	8.05E-08	3.33E-08	1.73E-08	—	9.91E-09	9.04E-09	8.38E-09	8.06E-09
W	—	5.19E-07	—	—	7.79E-08	3.18E-08	1.60E-08	—	9.82E-09	8.93E-09	8.34E-09	8.01E-09
WNW	—	—	—	—	7.06E-08	2.83E-08	1.66E-08	1.21E-08	9.52E-09	8.26E-09	7.02E-09	6.50E-09
NW	—	3.28E-07	—	7.81E-08	5.75E-08	2.33E-08	1.38E-08	—	8.27E-09	6.62E-09	6.17E-09	6.34E-09
NNW	—	2.99E-07	—	1.12E-07	4.52E-08	2.16E-08	1.28E-08	9.22E-09	7.39E-09	6.22E-09	5.57E-09	5.08E-09

表 6.2-21　气态和液态途径对各子区公众个人（婴儿）造成的有效剂量

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	—	—	—	—	2.80E-08	1.31E-08	7.62E-09	5.50E-09	4.42E-09	3.83E-09	3.39E-09	3.10E-09
NNE	—	—	—	—	2.51E-08	1.09E-08	6.54E-09	4.85E-09	3.98E-09	3.46E-09	3.14E-09	2.88E-09
NE	—	1.35E-07	8.84E-08	4.88E-08	4.10E-09	7.70E-09	5.38E-09	4.09E-09	3.49E-09	3.11E-09	2.84E-09	2.64E-09
ENE	—	—	—	—	—	—	4.57E-09	3.88E-09	2.95E-09	2.64E-09	2.46E-09	2.36E-09
E	—	—	—	—	—	—	—	1.47E-09	3.40E-09	3.08E-09	2.94E-09	—
ESE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	—	1.19E-08	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	—	5.48E-08	1.91E-08	—	—	—	—	—	—
WSW	—	3.93E-07	2.42E-07	1.35E-07	5.70E-08	2.26E-08	1.12E-08	—	6.45E-09	5.65E-09	5.07E-09	4.74E-09
W	—	4.41E-07	—	—	5.60E-08	2.19E-08	1.04E-08	—	6.38E-09	5.58E-09	5.04E-09	4.70E-09
WNW	—	—	—	—	5.05E-08	1.93E-08	1.11E-08	7.63E-09	6.12E-09	5.13E-09	4.50E-09	4.03E-09
NW	—	2.77E-07	—	7.34E-08	4.07E-08	1.57E-08	8.96E-09	1.90E-09	5.09E-09	4.33E-09	3.84E-09	3.66E-09
NNW	—	2.52E-07	—	9.22E-08	3.51E-08	1.46E-08	8.45E-09	6.04E-09	4.84E-09	4.14E-09	3.68E-09	3.36E-09

表 6.2-22　气态和液态途径造成各子区公众集体有效剂量

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	—	—	—	—	6.89E-05	9.86E-04	1.34E-04	6.30E-04	1.08E-04	3.58E-04	7.76E-05	5.06E-04	2.87E-03
NNE	—	—	—	—	7.40E-04	5.35E-04	5.53E-04	1.51E-04	1.56E-05	4.07E-05	2.15E-04	2.10E-05	2.27E-03
NE	—	7.76E-05	1.00E-04	9.05E-06	2.67E-05	7.91E-05	5.08E-04	8.16E-04	2.22E-03	4.51E-04	3.46E-04	2.36E-04	4.87E-03
ENE	—	—	—	—	—	—	1.92E-04	5.58E-04	1.48E-03	5.04E-04	5.41E-04	2.18E-03	5.45E-03
E	—	—	—	—	—	—	—	2.93E-05	4.12E-04	6.01E-04	8.56E-05	—	1.13E-03
ESE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	—	7.88E-05	—	—	—	—	—	—	7.88E-05
SW	—	—	—	—	2.82E-04	8.38E-04	—	—	—	—	—	—	1.12E-03
WSW	—	2.30E-04	3.41E-04	1.76E-04	1.22E-04	7.77E-04	1.21E-04	—	1.11E-04	5.65E-04	5.85E-04	3.40E-03	6.43E-03
W	—	3.27E-04	—	—	5.99E-05	1.07E-04	1.58E-04	—	4.53E-04	1.60E-03	6.60E-03	8.63E-03	1.79E-02
WNW	—	—	—	—	5.47E-05	1.31E-03	7.35E-05	2.54E-04	1.79E-04	1.67E-03	4.13E-04	8.37E-04	4.78E-03
NW	—	1.25E-04	—	6.18E-04	7.24E-04	5.56E-04	9.53E-04	2.74E-06	2.92E-03	9.14E-04	1.78E-03	4.06E-03	1.27E-02
NNW	—	3.28E-04	—	3.37E-04	9.32E-04	7.69E-04	7.36E-05	3.47E-04	4.66E-05	2.65E-04	2.46E-04	9.76E-05	3.44E-03
合　计	—	1.09E-03	4.42E-04	1.14E-03	3.01E-03	6.03E-03	2.77E-03	2.79E-03	7.94E-03	6.97E-03	1.09E-02	2.00E-02	**6.30E-02**

表 6.2-23　海洋生物浓集因子 B_p 和悬浮物 K_d 因子

元素	K_d（L/kg）	海洋生物浓集因子 B_p（Bq/kg 海洋生物）/（Bq/L 海水）					
		鱼类	甲壳类	软体类	海藻类	浮游植物	浮游动物
$_{1}H$	1×10^{0}	1×10^{0}	1×10^{0}	1×10^{0}	1×10^{0}	1×10^{0}	1×10^{0}
$_{24}Cr$	5×10^{4}	2×10^{2}	1×10^{2}	2×10^{3}	6×10^{3}	5×10^{3}	1×10^{3}
$_{25}Mn$	2×10^{6}	1×10^{3}	5×10^{3}	5×10^{4}	6×10^{3}	5×10^{4}	7×10^{3}
$_{26}Fe$	3×10^{8}	3×10^{4}	5×10^{5}	5×10^{5}	2×10^{4}	4×10^{5}	5×10^{5}
$_{27}Co$	3×10^{5}	7×10^{2}	7×10^{3}	2×10^{4}	6×10^{3}	2×10^{3}	7×10^{3}
$_{38}Sr$	8×10^{0}	3×10^{0}	5×10^{0}	1×10^{1}	1×10^{1}	1×10^{0}	2×10^{0}
$_{39}Y$	9×10^{5}	2×10^{1}	1×10^{3}	1×10^{3}	1×10^{3}	1×10^{2}	1×10^{2}
$_{40}Zr$	2×10^{6}	2×10^{1}	2×10^{2}	5×10^{3}	3×10^{3}	6×10^{4}	2×10^{4}
$_{41}Nb$	8×10^{5}	3×10^{1}	2×10^{2}	1×10^{3}	3×10^{3}	1×10^{3}	2×10^{4}
$_{42}Mo$*	1×10^{2}	1×10^{1}	1×10^{2}	1×10^{1}	1×10^{1}	—	—
$_{43}Tc$	1×10^{2}	8×10^{1}	1×10^{3}	5×10^{2}	3×10^{4}	4×10^{0}	1×10^{2}
$_{44}Ru$	4×10^{4}	2×10^{0}	1×10^{2}	5×10^{2}	2×10^{3}	2×10^{5}	3×10^{4}
$_{47}Ag$	1×10^{4}	1×10^{4}	2×10^{5}	6×10^{4}	5×10^{3}	5×10^{4}	2×10^{4}
$_{51}Sb$	2×10^{3}	6×10^{2}	3×10^{2}	3×10^{2}	2×10^{1}	1×10^{3}	8×10^{1}
$_{52}Te$	1×10^{3}	1×10^{3}	1×10^{3}	1×10^{3}	1×10^{4}	1×10^{3}	1×10^{3}
$_{53}I$	7×10^{1}	9×10^{0}	3×10^{0}	1×10^{1}	1×10^{4}	8×10^{2}	3×10^{3}
$_{55}Cs$	4×10^{3}	1×10^{2}	5×10^{1}	6×10^{1}	5×10^{1}	2×10^{1}	4×10^{1}
$_{56}Ba$	2×10^{3}	1×10^{1}	7×10^{-1}	1×10^{1}	7×10^{1}	8×10^{2}	8×10^{1}
$_{57}La$	3×10^{6}	3×10^{1}	1×10^{3}	1×10^{3}	5×10^{3}	—	—
$_{58}Ce$	3×10^{6}	5×10^{1}	1×10^{3}	2×10^{3}	5×10^{3}	9×10^{4}	6×10^{3}
$_{59}Pr$	5×10^{6}	2.5×10^{1}	—	1×10^{3}	—	—	—
$_{6}C$	1×10^{3}	2×10^{4}	2×10^{4}	2×10^{4}	1×10^{4}	9×10^{3}	2×10^{4}

表 6.2-24（1/2） 放射性核素对七类海洋生物的辐射剂量转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/kg)

生物类别	浮游鱼类		底栖鱼类		甲壳类		软体类		海藻类		浮游植物		浮游动物	
照射途径	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射
^{3}H	8.30E-15	8.25E-06	7.72E-13	8.25E-06	7.40E-15	8.25E-06	2.90E-12	8.25E-06	2.00E-11	8.25E-06	3.23E-06	6.25E-10	1.60E-13	8.25E-06
^{51}Cr	1.62E-05	9.26E-06	1.64E-05	8.97E-06	1.58E-05	9.60E-06	1.75E-05	7.90E-06	1.80E-05	7.40E-06	1.85E-05	6.92E-06	1.82E-05	7.20E-06
^{24}Na	2.21E-03	4.89E-04	2.24E-03	4.58E-04	2.18E-03	6.21E-04	2.35E-03	3.48E-04	2.44E-03	2.57E-04	2.68E-03	1.49E-05	2.51E-03	1.89E-04
^{54}Mn	4.30E-04	5.61E-05	4.40E-04	4.84E-05	4.30E-04	6.48E-05	4.70E-04	2.36E-05	4.80E-04	1.32E-05	4.80E-04	4.86E-10	4.80E-04	9.50E-06
^{55}Fe	1.92E-08	8.23E-06	1.49E-08	8.23E-06	1.74E-08	8.23E-06	6.18E-08	8.19E-06	1.71E-07	8.08E-06	5.72E-07	7.68E-06	3.00E-07	7.95E-06
^{59}Fe	6.23E-04	1.31E-04	6.33E-04	1.21E-04	6.12E-04	1.42E-04	6.66E-04	8.83E-05	6.82E-04	7.20E-05	7.18E-04	3.58E-05	6.89E-04	6.50E-05
^{57}Co	6.20E-05	3.61E-05	6.30E-05	3.52E-05	6.10E-05	3.70E-05	6.70E-05	2.97E-05	6.90E-05	2.78E-05	8.30E-05	1.74E-09	7.00E-05	2.89E-05
^{58}Co	5.00E-04	8.27E-05	5.10E-04	7.31E-05	5.00E-04	9.05E-05	5.40E-04	4.40E-05	5.60E-04	3.02E-05	5.80E-04	1.19E-09	5.60E-04	2.52E-05
^{60}Co	1.30E-03	1.90E-04	1.30E-03	1.70E-04	1.30E-03	2.10E-04	1.40E-03	9.80E-05	1.40E-03	6.80E-05	1.50E-03	3.00E-09	1.40E-03	5.60E-05
^{65}Zn	3.04E-04	4.27E-05	3.09E-04	3.75E-05	2.98E-04	4.81E-05	3.19E-04	2.14E-05	3.32E-04	1.42E-05	3.37E-04	9.12E-06	2.51E-03	1.12E-05
^{88}Rb	4.73E-04	1.00E-03	5.52E-04	1.00E-03	4.50E-04	1.10E-03	7.35E-04	8.15E-04	1.06E-03	4.93E-04	1.55E-03	3.80E-06	1.37E-03	1.88E-04
^{89}Sr	9.50E-06	3.30E-04	1.50E-05	3.20E-04	8.40E-06	3.30E-04	2.80E-05	3.10E-04	8.80E-05	2.50E-04	3.40E-04	3.80E-09	1.50E-04	1.80E-04
^{90}Sr	2.70E-05	6.20E-04	5.00E-05	6.00E-04	2.30E-05	6.30E-04	7.70E-05	5.80E-04	2.00E-04	4.50E-04	6.50E-04	7.60E-09	3.60E-04	2.90E-04
^{91}Sr	5.52E-04	4.33E-04	5.73E-04	4.12E-04	5.39E-04	4.45E-04	6.21E-04	3.64E-04	7.11E-04	2.74E-04	9.68E-04	1.63E-05	8.01E-04	1.83E-04
^{92}Sr	7.05E-04	1.81E-04	7.16E-04	1.70E-04	0.00E+00	1.93E-04	0.00E+00	1.32E-04	0.00E+00	1.08E-04	8.50E-04	3.56E-05	7.91E-04	9.53E-05
^{90}Y	2.65E-05	5.12E-04	4.88E-05	4.90E-04	1.20E-08	5.16E-04	1.20E-08	4.65E-04	1.20E-08	3.47E-04	5.30E-04	8.52E-06	3.45E-04	1.93E-04
^{91}Y	1.21E-05	3.37E-04	1.82E-05	3.31E-04	2.46E-08	3.38E-04	2.46E-08	3.17E-04	2.46E-08	2.54E-04	3.35E-04	1.44E-05	1.66E-04	1.83E-04
^{91m}Y	2.73E-04	4.84E-05	2.78E-04	4.33E-05	2.68E-04	5.40E-05	2.95E-04	2.63E-05	3.05E-04	1.63E-05	3.21E-04	5.56E-07	3.09E-04	1.26E-05
^{93}Y	8.99E-05	6.38E-04	1.26E-04	6.02E-04	8.27E-05	6.45E-04	1.70E-04	5.59E-04	3.31E-04	3.97E-04	7.21E-04	6.72E-06	5.35E-04	1.92E-04
^{95}Zr	3.80E-04	1.10E-04	3.70E-04	1.10E-04	3.80E-04	1.20E-04	4.10E-04	8.20E-05	4.20E-04	7.00E-05	4.90E-04	3.30E-09	4.30E-04	6.50E-05
^{95}Nb	4.00E-04	7.24E-05	4.00E-04	6.43E-05	3.90E-04	7.96E-05	4.30E-04	4.18E-05	4.40E-04	3.22E-05	4.70E-04	1.66E-09	4.40E-04	2.81E-05
^{99}Mo	1.44E-04	2.52E-04	1.47E-04	2.48E-04	1.40E-04	2.55E-04	1.64E-04	2.32E-04	2.01E-04	1.94E-04	3.62E-04	3.40E-05	2.30E-04	1.65E-04
^{99m}Tc	6.45E-05	2.06E-05	6.53E-05	1.98E-05	6.31E-05	2.21E-05	7.02E-05	1.49E-05	7.20E-05	1.31E-05	7.51E-05	9.98E-06	2.70E-06	1.24E-05
^{103}Ru	2.40E-04	9.88E-05	2.50E-04	9.36E-05	2.40E-04	1.04E-04	2.60E-04	7.80E-05	2.70E-04	7.10E-05	3.40E-04	3.92E-09	2.70E-04	6.78E-05
^{106}Ru	1.70E-04	7.70E-04	2.20E-04	7.30E-04	1.60E-04	7.80E-04	2.80E-04	6.60E-04	4.90E-04	4.50E-04	9.40E-04	3.82E-09	7.40E-04	2.04E-04
^{103m}Rh	2.95E-07	2.55E-05	3.31E-07	2.55E-05	2.57E-07	2.56E-05	6.08E-07	2.52E-05	8.43E-07	2.50E-05	1.77E-06	2.40E-05	9.73E-07	2.48E-05
^{106}Rh	1.68E-04	7.67E-04	2.17E-04	7.20E-04	1.57E-04	7.78E-04	2.84E-04	6.53E-04	4.92E-04	4.44E-04	9.30E-04	4.40E-06	7.41E-04	1.95E-04
^{110}Ag	5.81E-05	6.41E-04	9.38E-05	6.06E-04	5.16E-05	6.47E-04	1.35E-04	5.66E-04	2.96E-04	4.04E-04	6.93E-04	5.50E-06	5.03E-04	1.96E-04

表 6.2-24（2/2） 放射性核素对七类海洋生物的辐射剂量转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/kg)

生物类别	浮游鱼类		底栖鱼类		甲壳类		软体类		海藻类		浮游植物		浮游动物	
照射途径	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射
^{110m}Ag	1.40E-03	2.10E-04	1.50E-03	1.80E-04	1.40E-03	2.30E-04	1.50E-03	1.02E-04	1.60E-03	6.32E-05	1.60E-03	2.01E-09	1.60E-03	4.78E-05
^{124}Sb	9.60E-04	3.10E-04	9.80E-04	2.90E-04	9.40E-04	3.30E-04	1.00E-03	2.30E-04	1.10E-03	1.80E-04	1.30E-03	3.70E-09	1.10E-03	1.30E-04
^{122}Sb	2.37E-04	3.44E-04	2.74E-04	3.33E-04	2.31E-04	3.49E-04	2.73E-04	3.07E-04	3.39E-04	2.42E-04	5.65E-04	1.57E-05	4.05E-04	1.76E-04
^{129}Te	3.71E-05	3.15E-04	4.14E-05	3.11E-04	3.55E-05	3.16E-04	5.46E-05	2.97E-04	1.07E-04	2.45E-04	3.19E-04	3.30E-05	1.59E-04	1.92E-04
^{129m}Te	4.50E-05	3.57E-04	5.10E-05	3.57E-04	4.30E-05	3.67E-04	6.60E-05	3.37E-04	1.20E-04	2.86E-04	4.00E-04	6.89E-09	1.80E-04	2.24E-04
^{131m}Te	7.94E-04	2.96E-04	8.11E-04	2.78E-04	7.78E-04	3.11E-04	8.62E-04	2.27E-04	9.08E-04	5.35E-04	1.04E-03	5.31E-05	9.46E-04	1.43E-04
^{131}Te	2.32E-04	4.27E-04	2.46E-04	4.12E-04	2.25E-04	4.34E-04	2.77E-04	3.82E-04	3.61E-04	2.98E-04	6.36E-04	2.29E-05	4.59E-04	2.00E-04
^{132}Te	1.30E-03	5.10E-04	1.40E-03	4.80E-04	1.30E-03	5.41E-04	1.50E-03	3.88E-04	1.50E-03	3.06E-04	1.80E-03	7.90E-09	1.60E-03	2.35E-04
^{134}Te	4.57E-04	2.29E-04	4.65E-04	2.20E-04	4.47E-04	2.38E-04	4.97E-04	1.88E-04	6.26E-04	4.69E-04	6.38E-04	4.81E-05	5.38E-04	1.47E-04
^{131}I	2.00E-04	1.30E-04	2.00E-04	1.30E-04	1.90E-04	1.40E-04	2.10E-04	1.20E-04	2.30E-04	1.00E-04	3.30E-04	4.10E-09	2.30E-04	9.80E-05
^{132}I	1.20E-03	4.10E-04	1.20E-03	3.80E-04	1.20E-03	4.30E-04	1.30E-03	3.10E-04	1.40E-03	2.30E-04	1.60E-03	4.00E-09	1.40E-03	1.70E-04
^{133}I	3.20E-04	2.70E-04	3.30E-04	2.60E-04	3.10E-04	2.80E-04	3.50E-04	2.40E-04	4.00E-04	1.90E-04	5.90E-04	4.00E-09	4.30E-04	1.60E-04
^{134}I	1.38E-03	4.96E-04	1.41E-03	4.64E-04	1.35E-03	6.22E-04	1.50E-03	3.76E-04	1.60E-03	2.76E-04	1.86E-03	1.59E-05	1.68E-03	1.89E-04
^{135}I	8.67E-04	3.03E-04	8.83E-04	2.88E-04	8.52E-04	3.18E-04	9.33E-04	2.37E-04	9.85E-04	1.86E-04	1.15E-03	2.53E-05	1.02E-03	1.52E-04
^{134}Cs	8.10E-04	1.90E-04	8.20E-04	1.70E-04	7.90E-04	2.00E-04	8.70E-04	1.20E-04	9.00E-04	9.50E-05	9.90E-04	3.37E-09	9.10E-04	8.40E-05
^{136}Cs	1.10E-03	2.00E-04	1.10E-03	1.84E-04	1.10E-03	2.30E-04	1.20E-03	1.22E-04	1.20E-03	9.28E-05	1.30E-03	4.26E-09	1.30E-03	8.06E-05
^{137}Cs	2.90E-04	1.80E-04	3.00E-04	1.70E-04	2.90E-04	1.80E-04	3.20E-04	1.50E-04	3.40E-04	1.30E-04	4.70E-04	4.39E-09	3.50E-04	1.20E-04
^{138}Cs	1.29E-03	7.70E-04	1.34E-03	7.16E-04	1.26E-03	7.97E-04	1.45E-03	6.11E-04	1.64E-04	1.26E-03	2.05E-03	6.57E-06	1.86E-03	2.00E-04
^{137m}Ba	3.09E-04	7.36E-05	3.15E-04	6.77E-05	3.02E-04	7.98E-05	3.34E-04	4.81E-05	3.49E-04	3.33E-05	3.81E-04	1.31E-06	3.56E-04	2.57E-05
^{140}Ba	1.50E-03	6.89E-04	1.53E-03	6.60E-04	1.48E-03	7.16E-04	1.63E-03	5.66E-04	1.74E-03	4.53E-04	2.11E-03	8.08E-05	1.83E-03	3.66E-04
^{140}La	1.22E-03	4.22E-04	1.22E-03	3.99E-04	1.20E-03	4.43E-04	1.32E-03	3.25E-04	1.40E-03	2.46E-04	1.63E-03	1.79E-05	1.46E-03	1.83E-04
^{141}Ce	3.90E-05	1.02E-04	3.90E-05	1.02E-04	3.80E-05	1.02E-04	4.40E-05	1.01E-04	4.90E-05	9.59E-05	1.40E-04	4.59E-09	6.20E-05	9.28E-05
^{143}Ce	1.47E-04	2.70E-04	1.51E-04	2.66E-04	1.43E-04	2.74E-04	1.69E-04	2.48E-04	2.09E-04	2.08E-04	3.77E-04	4.06E-05	2.40E-04	1.77E-04
^{144}Ce	7.20E-05	7.10E-04	1.10E-04	6.70E-04	6.50E-05	7.20E-04	1.50E-04	6.30E-04	3.20E-04	4.60E-04	7.80E-04	6.43E-09	5.30E-04	2.50E-04
^{143}Pr	2.38E-06	1.79E-04	2.79E-06	1.79E-04	2.16E-06	1.79E-04	7.23E-06	1.74E-04	3.03E-05	1.51E-04	1.55E-04	2.66E-05	4.34E-05	1.38E-04
^{144}Pr	6.16E-05	6.53E-04	9.89E-05	6.17E-04	5.47E-05	6.60E-04	1.42E-04	5.74E-04	3.08E-04	1.22E-03	7.09E-04	5.71E-06	6.20E-04	1.95E-04
^{187}W	2.48E-04	2.30E-04	2.53E-04	2.25E-04	2.43E-04	2.35E-04	2.72E-04	2.06E-04	2.97E-04	1.81E-04	4.04E-04	7.42E-05	3.13E-04	1.65E-04
^{14}C	2.30E-08	2.96E-05	1.80E-08	2.96E-05	7.20E-08	2.86E-05	2.10E-08	2.96E-05	1.60E-07	2.86E-05	2.90E-05	1.84E-09	4.30E-07	2.86E-05

表 6.2-25　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	附加辐射总剂量率
太平岭核电厂一期工程两台机组	浮游鱼类	4.72E-02	8.85E-06	4.72E-02
	底栖鱼类	4.71E-02	1.65E-03	4.88E-02
	软体类	5.00E-02	1.76E-03	5.17E-02
	甲壳类	5.52E-02	1.63E-03	5.68E-02
	海藻类	4.20E-02	9.93E-06	4.20E-02
	浮游植物	1.33E-03	6.47E-04	1.98E-03
	浮游动物	5.42E-02	1.06E-05	5.42E-02

表 6.2-26　厂址附近各职业人群受照辐射剂量比较

单位：Sv/a

照射途径 \ 居民来源		W方位2.0 km 渡头村渔民	WSW方位2.0km 湾仔村渔民	NNW方位1.2 km 下太平村村民	NW方位1.6 km 山下村村民	NE方位1.3 km 上太平村村民
气态	空气浸没外照射	5.26E-09	4.48E-09	2.88E-09	3.24E-09	1.42E-09
	地面沉积外照射	7.45E-10	1.41E-09	7.18E-10	5.11E-10	7.84E-10
	吸入空气内照射	8.57E-09	7.41E-09	4.82E-09	5.40E-09	2.33E-09
	陆生食品内照射	2.22E-07	1.94E-07	1.08E-07	1.21E-07	5.36E-08
气态途径剂量合计		2.36E-07	2.07E-07	1.17E-07	1.30E-07	5.82E-08
液态	岸边沉积外照射	1.12E-09	1.12E-09	5.08E-10	5.08E-10	5.08E-10
	水上活动外照射	1.10E-12	1.10E-12	4.79E-14	4.79E-14	4.79E-14
	水产品食入内照射	1.67E-08	1.67E-08	1.39E-08	1.39E-08	1.39E-08
液态途径剂量合计		1.78E-08	1.78E-08	1.44E-08	1.44E-08	1.44E-08
总剂量		**2.54E-07**	2.25E-07	1.31E-07	1.44E-07	7.26E-08

表 6.2-27（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2.0 km，渡头村渔民）

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	^{3}H	0.00E+00	—	—	—	8.56E-09	3.37	5.96E-09	2.35	—	—	—	—	5.97E-10	0.24	1.51E-08	5.94
2	^{14}C	0.00E+00	—	—	—	—	—	2.14E-07	84.25	2.86E-14	0.00	1.95E-20	0.00	1.27E-08	5.00	2.27E-07	89.37
3	^{85}Kr	2.96E-11	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.96E-11	0.01
4	^{85m}Kr	8.28E-11	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.28E-11	0.03
5	^{87}Kr	5.08E-10	0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.08E-10	0.20
6	^{88}Kr	2.47E-09	0.97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.47E-09	0.97
7	^{133}Xe	2.77E-10	0.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.77E-10	0.11
8	^{133m}Xe	7.86E-12	0.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.86E-12	0.00
9	^{135}Xe	1.10E-09	0.43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.10E-09	0.43
10	^{138}Xe	7.88E-10	0.31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.88E-10	0.31
11	^{51}Cr	3.80E-17	0.00	1.87E-14	0.00	2.84E-16	0.00	6.86E-15	0.00	1.94E-12	0.00	2.29E-14	0.00	2.81E-11	0.01	3.01E-11	0.01
12	^{54}Mn	1.05E-16	0.00	5.71E-13	0.00	1.37E-15	0.00	2.57E-13	0.00	8.94E-11	0.04	4.76E-14	0.00	1.07E-10	0.04	1.98E-10	0.08
13	^{59}Fe	1.53E-16	0.00	1.12E-13	0.00	3.34E-15	0.00	6.00E-14	0.00	1.30E-11	0.01	1.02E-13	0.00	6.36E-10	0.25	6.49E-10	0.26
14	^{58}Co	9.46E-16	0.00	1.16E-12	0.00	1.13E-14	0.00	3.51E-13	0.00	9.24E-11	0.04	2.18E-13	0.00	1.38E-10	0.05	2.32E-10	0.09
15	^{60}Co	9.07E-16	0.00	2.84E-11	0.01	2.54E-14	0.00	5.16E-12	0.00	8.87E-10	0.35	8.18E-14	0.00	7.13E-10	0.28	1.63E-09	0.64
16	^{89}Sr	2.95E-20	0.00	2.00E-16	0.00	1.44E-16	0.00	3.78E-15	0.00	6.85E-16	0.00	3.00E-18	0.00	7.68E-15	0.00	1.25E-14	0.00
17	^{90}Sr	6.16E-22	0.00	2.01E-15	0.00	8.02E-17	0.00	2.43E-13	0.00	1.12E-16	0.00	1.43E-22	0.00	1.72E-15	0.00	2.47E-13	0.00
18	^{91}Sr	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	1.86E-18	0.00	5.39E-17	0.00	1.20E-17	0.00	6.77E-17	0.00
19	^{92}Sr	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	1.65E-18	0.00	1.79E-16	0.00	1.65E-19	0.00	1.80E-16	0.00
20	^{90}Y	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	7.97E-17	0.00	1.01E-19	0.00	1.25E-14	0.00	1.25E-14	0.00
21	^{91}Y	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	7.99E-15	0.00	1.01E-18	0.00	9.62E-14	0.00	1.04E-13	0.00
22	^{95}Zr	3.93E-19	0.00	9.30E-16	0.00	1.92E-17	0.00	1.91E-16	0.00	2.80E-13	0.00	2.59E-16	0.00	2.17E-13	0.00	4.98E-13	0.00
23	^{95}Nb	8.72E-20	0.00	5.30E-17	0.00	1.22E-18	0.00	1.26E-17	0.00	3.36E-14	0.00	1.26E-16	0.00	1.78E-14	0.00	5.16E-14	0.00
24	^{99}Mo	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	1.09E-14	0.00	6.64E-16	0.00	4.47E-14	0.00	5.63E-14	0.00
25	^{99m}Tc	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	1.20E-18	0.00	5.22E-16	0.00	2.46E-15	0.00	2.98E-15	0.00
26	^{103}Ru	4.10E-19	0.00	2.90E-16	0.00	1.53E-17	0.00	1.50E-16	0.00	2.91E-16	0.00	2.62E-16	0.00	1.63E-13	0.00	1.64E-13	0.00
27	^{106}Ru	2.04E-20	0.00	2.00E-16	0.00	1.78E-17	0.00	5.34E-16	0.00	1.45E-16	0.00	1.50E-17	0.00	2.30E-13	0.00	2.31E-13	0.00

表6.2-27（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2.0 km，渡头村渔民）

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	^{106}Rh	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	4.94E-27	0.00	5.19E-22	0.00	—	—	5.19E-22	0.00
29	^{110m}Ag	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	2.64E-12	0.00	1.20E-13	0.00	1.28E-09	0.50	1.29E-09	0.51
30	^{122}Sb	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	1.65E-16	0.00	6.74E-16	0.00	2.37E-13	0.00	2.38E-13	0.00
31	^{124}Sb	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	2.84E-13	0.00	5.47E-14	0.00	8.59E-12	0.00	8.93E-12	0.00
32	^{131}Te	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	4.94E-20	0.00	3.19E-17	0.00	3.69E-32	0.00	3.19E-17	0.00
33	^{131m}Te	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	9.79E-19	0.00	7.95E-18	0.00	6.77E-15	0.00	6.78E-15	0.00
34	^{132}Te	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	2.60E-16	0.00	7.54E-17	0.00	1.20E-12	0.00	1.20E-12	0.00
35	^{134}Te	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	3.63E-19	0.00	1.39E-16	0.00	8.13E-25	0.00	1.39E-16	0.00
36	^{131}I	7.72E-15	0.00	4.89E-12	0.00	3.58E-13	0.00	6.17E-11	0.02	2.32E-15	0.00	1.54E-13	0.00	3.13E-10	0.12	3.80E-10	0.15
37	^{132}I	4.02E-14	0.00	3.00E-13	0.00	1.38E-14	0.00	1.00E-17	0.00	2.72E-18	0.00	1.55E-14	0.00	5.37E-17	0.00	3.69E-13	0.00
38	^{133}I	1.89E-14	0.00	1.33E-12	0.00	1.23E-13	0.00	1.40E-12	0.00	1.51E-17	0.00	9.05E-15	0.00	1.09E-12	0.00	3.97E-12	0.00
39	^{134}I	3.31E-14	0.00	9.36E-14	0.00	4.78E-15	0.00	8.08E-24	0.00	5.52E-19	0.00	8.36E-15	0.00	7.37E-23	0.00	1.40E-13	0.00
40	^{135}I	2.89E-14	0.00	5.67E-13	0.00	2.98E-14	0.00	9.93E-15	0.00	6.23E-18	0.00	1.32E-14	0.00	2.28E-14	0.00	6.71E-13	0.00
41	^{134}Cs	1.52E-14	0.00	1.75E-10	0.07	6.44E-13	0.00	4.84E-10	0.19	1.86E-11	0.01	9.22E-14	0.00	7.92E-11	0.03	7.57E-10	0.30
42	^{136}Cs	8.03E-16	0.00	1.80E-13	0.00	6.63E-15	0.00	6.65E-14	0.00	4.82E-13	0.00	1.41E-13	0.00	3.67E-12	0.00	4.55E-12	0.00
43	^{137}Cs	8.84E-15	0.00	5.33E-10	0.21	1.10E-12	0.00	1.06E-09	0.42	1.16E-11	0.00	3.92E-15	0.00	7.93E-11	0.03	1.68E-09	0.66
44	^{138}Cs	1.21E-14	0.00	4.86E-15	0.00	1.45E-15	0.00	2.66E-30	0.00	1.89E-17	0.00	3.56E-15	0.00	9.49E-29	0.00	2.20E-14	0.00
45	^{140}Ba	2.26E-18	0.00	5.22E-16	0.00	4.77E-16	0.00	1.57E-15	0.00	5.04E-15	0.00	8.87E-16	0.00	2.71E-13	0.00	2.80E-13	0.00
46	^{140}La	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	1.31E-13	0.00	9.91E-15	0.00	1.76E-12	0.00	1.90E-12	0.00
47	^{141}Ce	6.45E-20	0.00	3.95E-17	0.00	2.10E-17	0.00	1.12E-16	0.00	1.22E-14	0.00	4.05E-17	0.00	2.28E-13	0.00	2.41E-13	0.00
48	^{143}Ce	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	1.06E-16	0.00	8.47E-18	0.00	1.23E-14	0.00	1.24E-14	0.00
49	^{144}Ce	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	3.47E-14	0.00	1.40E-18	0.00	3.97E-13	0.00	4.31E-13	0.00
50	^{143}Pr	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	6.77E-17	0.00	3.08E-19	0.00	1.88E-13	0.00	1.88E-13	0.00
51	^{144}Pr	0.00E+00	—	—	—	—	—	—	—	3.53E-19	0.00	3.48E-18	0.00	6.88E-41	0.00	3.83E-18	0.00
合计		5.26E-09	2.07	7.45E-10	0.29	8.57E-09	3.37	2.22E-07	87.25	1.12E-09	0.44	1.10E-12	0.00	1.67E-08	6.57	2.54E-07	100.00
		气态途径：2.36E-07(Sv)，占总剂量的百分比：92.99								液态途径：1.78E-08(Sv)，占总剂量的百分比：7.01							

百分数指占总剂量的百分比

表 6.2-28　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

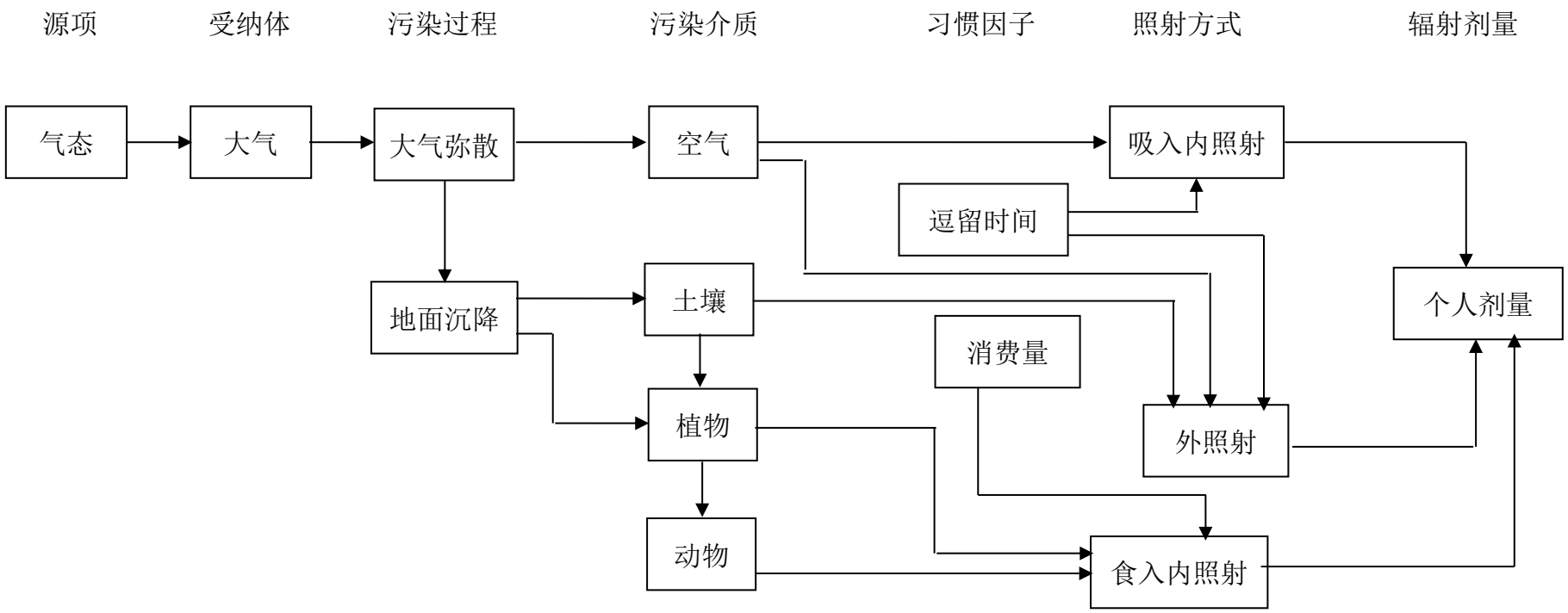
方位	距离（km）	群体	有效剂量—H_E（Sv/a）
W	2	渡头村渔民	2.54E-07

b）关键照射途径和重要照射途径

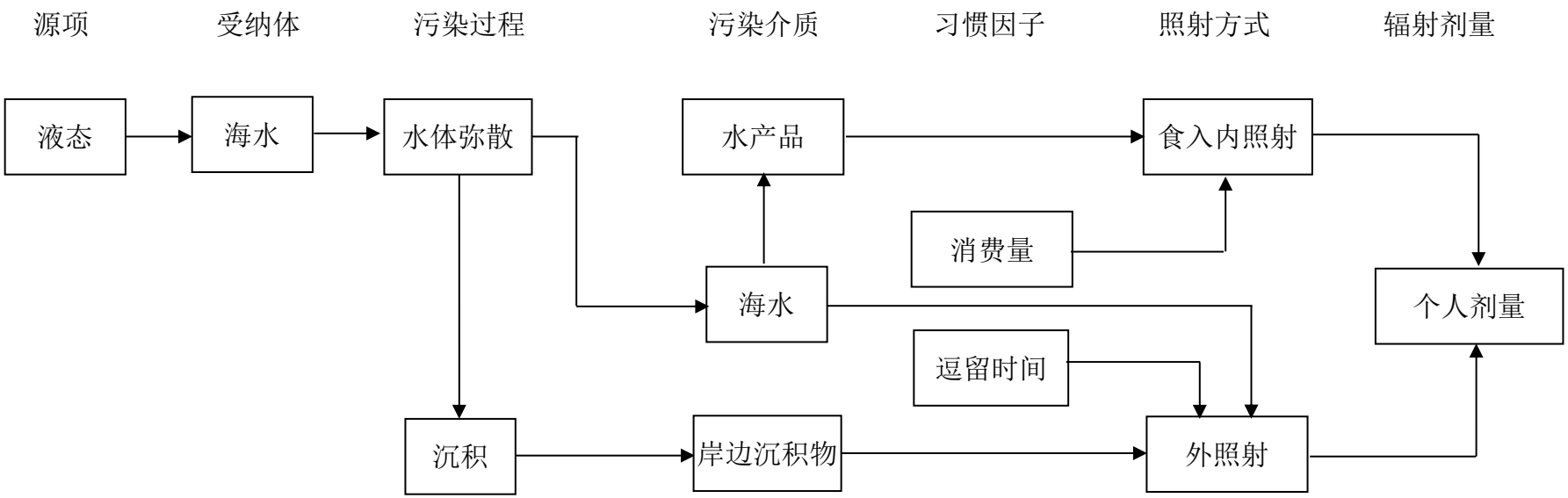
名　　称		有效剂量（Sv/a）	占 H_E 的份额（%）
关键照射途径	食入陆生食品内照射	2.22E-07	87.25
重要照射途径	食入海产品内照射	1.67E-08	6.57
	吸入内照射	8.57E-09	3.37

c）　关键核素和重要核素

名　称		剂量贡献（Sv/a）	占 H_E 的份额（%）	主要照射途径及占 H_E 的份额（%）
关键核素	^{14}C	2.27E-07	89.37	食入陆生食品内照射：84.25
重要核素	^{3}H	1.51E-08	5.94	空气吸入内照射：3.37
	^{88}Kr	2.47E-09	0.97	空气浸没外照射：0.97



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
气态照射途径		
图 6.2-1	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
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

太平岭核电厂一期工程正常运行时，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中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（HClO 和 ClO^-），进而与水中的氨反应产生化合态有效氯（NH_2Cl 和 $NHCl_2$）。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 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，0.2mg/L的氯可以直接杀死水中60~80%的藻类；0.1mg/L的氯会使浮游植物光合作用下降50%；当余氯被稀释到0.03mg/L以下时，水中初级生产力可完全恢复；25℃时余氯对咸水中浮游动物的96h半致死浓度（LC_{50}）为0.062~0.267mg/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LC_{50}为0.18~0.19mg/L；白鲢、银蛙等10种鱼类对氯的回避相应浓度范围为0.04~0.41mg/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 20μg/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 13μg/L 和 7.5μg/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 1mg/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 0.15mg/L。

根据液态流出物数模计算结果，太平岭核电一期工程运行时排放的余氯在附近海域中 15μg/L 的浓度等值线全潮最大包络面积约为 0.11km^2，可以认为太平岭核电一期工程正常运行时的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 0.11km^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 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（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0.13mg/L，按盐度计算公式该氯化物产生盐度约为0.24mg/L，远低于海水天然盐度约31000mg/L，因此不会对周围海洋生物产生明显影响。
- 无机氮（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0.30mg/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少量含油废水，主要来自于机油零星泄漏和对机械设备的清洗。含油废水送入油水分离系统，该系统的主要部分是一个地下构筑物，包括下部的含油废水贮存池和上部的油水分离设备，废水处理工艺利用过滤、吸附等物理方法使油水分离。含油污水出水满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）后，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。排放的生活污水处理后出水中 COD_{Cr} 浓度小于 50mg/L，与温排水混合后 COD_{Cr} 得到进一步稀释，将远低于《海水水质标准》（GB3097-1997）中 COD 标准限值。此外，处理后的生活污水与温排水混合后，可与水中的余氯发生氧化还原反应，进一步降低废水中余氯和 COD 的总量。

因此，太平岭核电厂一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组不停运转；
- 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、逆变器等。

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。

本次评价使用现有核电站的运行期噪声资料作类比评价。根据《岭澳核电站一、二号环境影响报告书（试运行阶段）》，在 GNPS 两台机组和 LNPS 一号机组满功率运行，LNPS 的二号机组处于调试的阶段，对 GNPS 和 LNPS 的厂区及厂界进行噪声监测的结果显示，厂区内最高的噪声水平为昼间 58.7dB（A）、夜间 53.4dB（A），厂界上最高的噪声水平为昼间 59.8dB（A）、夜间 45.2dB（A）、核电生活区最高噪声水平

为昼间 59.8dB（A）、夜间 45dB（A）左右。监测结果说明，GNPS 和 LNPS 核电站正常运行期间，主厂房及辅助设备的噪声不会对厂址边界以外的声环境造成影响。

根据上述结果，预计太平岭核电厂一期工程正常运行时，在电厂厂界外 1m 造成的噪声级可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类排放限值要求（昼间 60dB（A），夜间 50dB（A）），不会对电厂周围的声环境造成影响。由于电厂非居住区内实施搬迁后，距离电厂最近的居民点是位于 NNW 方位 1.2km 处的下太平村，因此预计电厂的运行不会对敏感点造成影响。

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。

类比已经运行的宁德核电厂，2014 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，同时考虑到厂内环境敏感点的分布，选择了人员较为集中的办公区如 BX 楼、BA 楼，员工生活区，参观访问人员停留较多的观景平台进行电磁环境监测。

根据监测结果，500kV 开关站周界外的工频电场强度为 28.61~82.32V/m，工频磁场强度为 0.0772~0.2791μT，500kV 送电线路正下方及附近 10m 范围内的工频电场强度为 341.16~352.30V/m，工频磁场强度为 0.2686~0.2892μT；220kV 施工变电站周界工频电场强度为 8.40~167.88V/m，工频磁场强度为 0.0289~0.2791μT；220kV 辅助变电站周界工频电场强度为 9.87~152.96V/m，工频磁场强度为 0.0093~0.2879μT；220kV 送电线路工频电场最大值出现于线路正下方，为 288.02V/m；磁感应强度最大值同样出现于线路正下方，为 0.1353μT；1 号机组变压器附近工频电场强度为 9.65V/m，工频磁场强度为 0.0103μT；厂内环境敏感点的工频电场强度为 1.88~241.12V/m，工频磁场强度为 0.0192~0.2527μT，厂外环境敏感点的工频电场强度为 41.69~249.14V/m，工频磁场强度为 0.1779 ~0.2857μT。

类比上述监测结果，预计本项目输变电工程运行期间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 100μT 的控制限值的要求。

6.4 初步退役计划

6.4.1 退役总原则

6.4.2 退役策略

6.4.3 便于退役的考虑

6.4.4 文档的记录和保存

6.4.5 放射性废物管理

6.4.6 项目管理

6.4.7 退役资金

6.4 初步退役计划

退役是为解除核设施部分或全部监管控制所采取的行政和技术行动，其最终目标是使核设施和（或）场址获得有限制或无限制开放和使用。中广核广东太平岭核电厂一期工程采用华龙一号核电技术方案，其设计寿期为60年，运行期满将实施退役。

根据《中华人民共和国核安全法》以及《中华人民共和国放射性污染防治法》的要求，核设施营运单位在进行核设施退役活动前应当编制环境影响报告书报国务院环境保护行政主管部门审查。最终详细退役计划及退役环境影响评价将在反应堆正式退役前开展。

太平岭核电厂将在设计和建造阶段将编制核电厂的初步退役计划，统筹考虑退役策略、退役进度、退役费用、退役废物管理等。在运行阶段，太平岭核电厂还将对退役计划定期进行修订，根据国外经验一般每5年修订一次。此外，到核电厂运行寿期末（永久关停前5年左右），将根据国家的政策、法律法规、核电厂的实际状况、可用的退役技术以及费用等诸多因素，对退役阶段进行详细分析和安排。

6.4.1 退役总原则

核电厂反应堆的退役是一项复杂的技术工作，全部退役活动将在充分保护从事退役工作的人员、周围公众的健康，以及保护环境和保证安全的情况下进行，使之免受或减少来自所关闭核电厂的辐射危害和其它危害，同时又不对后代造成不可接受的潜在危害。其最终目标是核电场址获得有限制或无限制的开放和使用。

退役活动应该准备充分、措施落实、管理严格、监督到位。为了便于核电厂的退役和拆除，营运单位在选址、设计、建造、运行期间均应考虑退役要求，注意收集、保存和修订退役所需的主要资料。

根据“废物最小化”和“安全退役”的原则，太平岭核电厂在技术设计、设备材料的选取等方面将针对退役特点进行如下考虑：

— 反应堆设计成能在最终停堆后的某些规定的时间内完成有关的拆除工作，并使在这期间所需要的监督工作量最小；

— 反应堆材料的选择，需考虑减少活化、并便于去污。核电厂的设计、布置应具备必要的可达性，容易拆除和移走大部件；

— 在退役期间对放射性物质从反应堆中实际和可能的泄漏具有控制和监督的能

力；

— 具备对估算反应堆寿期内放射性积存量和退役过程中辐照剂量所需要的主要参数进行监督的能力；

— 设计上对核电厂的放射性物质和非放射性物质进行严格区分。

此外，根据《中华人民共和国核安全法》、《中华人民共和国放射污染防治法》、《反应堆退役环境管理技术规定》（GB/T 14588-2009），太平岭核电厂一期工程机组在决定退役时，将向国家主管部门提交包括核设施退役申请书、安全分析报告、环境影响评价文件、质量保证文件、法律和行政法规规定的其他材料，经审查批准并获得许可后才开始退役工作。

6.4.2 退役策略

根据 GSR Part 6 中的定义，退役两种策略只包含两种，即立即拆除、延缓拆除。就地掩埋不作为退役策略，该方式只在特定的情况下（如发生严重事故）时才考虑。

核电厂反应堆堆本体放射性水平很高，含有很多活化产物，其退役方案因国家不同，采取的退役方案也不同，但总的倾向为缩短封存时间。

根据目前的技术经济条件，结合 IAEA 提出的两种退役策略，太平岭核电厂初步考虑以下退役方案：

— 立即拆除策略

此策略考虑在电厂最终停闭后尽快完成立即拆除。其优点是能尽快利用场地和部分利用现场原有设备和辅助设施。但是，由于停堆的时间较短，可能还存在高放射性核素，需要采用远距离遥控操作和屏蔽来拆除构件和处理放射性废物，因此操作困难且费用昂贵。

— 延缓拆除策略

此策略考虑在电厂停闭后，进行长期贮存，然后完成退役。大部分放射性核素保留在生物屏蔽和压力壳内让其衰变。此方案较易于拆卸、运走带放射性的构件，但是需对遗留结构进行长期监测和维护，并应研究最终拆卸的方法和手段。

国内《核设施退役安全要求》（GB/T 19597-2004）明确要求在退役经费和退役技术能保障退役活动的安全时，应采取立即拆卸的退役策略。初步考虑到太平岭核电厂一

期工程机组运行60年后退役，去污技术、拆卸/切割技术、废物管理技术等或有较大发展，经费也能够保障。现阶段太平岭核电厂一期工程优先考虑立即拆除策略。

6.4.3 便于退役的考虑

退役不仅仅是反应堆最终停堆后的活动，在反应堆设计建造阶段和运行寿期内就应当对其最终退役处置问题给予充分的重视，并在合理可行的范围内努力创造条件，为其最终停堆退役工作做出积极安排。通过合理的设计，最大限度地减少放射性废物的产生量，并力图简化退役工作。

在设计阶段考虑便于退役的设计，其目的在于使退役期间：

1) 尽可能降低人员和公众风险；
2) 尽可能减少环境影响；
3) 易于去污、拆除；
4) 尽可能减少废物产生量；
5) 节省资金。

国内已发布《便于核电厂退役的设计和建造要求》对上述工作开展具有较强的指导性，同时国际上包括 IAEA 等组织也出版包括《Design and Construction of Nuclear Power Plants to Facilitate Decommissioning》在内大量技术报告并持续更新，为太平岭核电厂一期工程项目便于退役的设计和建造实施提供参考：

1) 太平岭核电厂的厂址已完成本底水平调查（详细信息见 3.1 节辐射环境质量现状），进行本底辐射调查可为将来退役完成后的厂址验收提供比较依据。同时厂址选取时也已考虑运输路线及配套设施退役期间的可用性；
2) 总平面布置考虑预留退役期间所需设施的建设空间，并根据设施的功能和退役先后顺序，优化分区布置，并考虑厂区道路要利于后续退役实施；
3) 材料选择方面包括降低辐照活化产物、提高耐腐蚀性能、减少有害材料、提高可复用材料等；
4) 设备设计、工艺设计和布置设计将重点考虑减少污染的残留和沉积、便于去污、便于拆卸、便于设备及部件的转运等；
5) 建（构）筑物设计采用易于去污的涂层、金属衬里等，并考虑设备及人员的可达性、建筑物对大件的承载能力及厂房分阶段拆除的可能性等；

6) 放射性废物管理满足“三同时”要求以避免大量运行废物积累对退役造成额外负担，根据退役废物的需求后续将考虑退役阶段废物贮存设施的扩容或新建。

6.4.4 文档的记录和保存

为有效保存和维护支撑退役的信息，便于退役的进行，太平岭核电厂考虑对以下信息的维护和保存：

（1）在反应堆运行寿期内对某些参数进行监督，便于退役工作实施前正确估算放射性总贮量、分析退役过程中工作人员可能受到的辐射剂量，以及退役过程中和退役的最终状态对环境的影响。

（2）保存与厂址、最终设计和建造有关的资料和信息，作为退役所需要的重要资料。明确反应堆运行寿期末为退役目的所需要准备的基本信息，并在整个反应堆运行寿期内对这些信息进行收集、维护和修订。此外，对于运行期间所有放射性可能释放的事故或事件进行记录，为放射性总量估算提供可靠的数据。

（3）制定严格的文档保管制度，保存好退役工作所需要的各种重要资料，包括：竣工图纸，模型和照片，施工顺序，设备和管道的重量，尺寸和配置，施工详图，结构材料的成分，贯穿件，部件和构筑物可接受的偏离，钢筋的位置等。

6.4.5 放射性废物管理

退役过程中将产生大量的放射性废物，相关放射性废物的管理是退役阶段重要工作之一。确保安全是首要前提条件，同时要根据废物的性状或含有放射性物质的种类和浓度等，进行适当的分类管理，并根据其分类进行适当的处理与处置。需要自始至终考虑并落实废物最小化，降低对人及环境的负面影响。

退役放射性废物按其形式可分为气态、液态和固态废物：由于退役前系统已进行排空和去污，残留放射性废气量极少，此外在使用热切割工具时可能会产生一些。因此基于既有的放射性废气处理系统和部分临时通风系统（必要时可配置 HEPA 高效过滤器）可以满足退役的要求。液态放射性废物主要源自退役化学去污的废物以及其它系统疏水，可以通过既有设备的除盐、蒸发、过滤及新增临时设施（设备）处理后将放射性核素转移到固态废物中。退役阶段固态废物相对运行阶段差异较大，除了产生工艺废物（如废过滤芯、废树脂等）以及技术废物（如手套、衣服等）外，还将从产

生大量的带有放射性的金属废物、混凝土结构等，且废物量巨大。工艺废物及技术废物大多可以基于既有的废物处理设备进行处理，部分难于处理的必要时可增设处理手段；金属废物等应该充分考虑去污后回收利用；其它大量的极低放废物应该优先考虑清洁解控；混凝土结构等表面去污后转换成工业废物进行常规处理。

为落实退役废物最小化，需要从设计阶段起便考虑相应的措施，例如限制含钴材料和含锑材料的使用；进行废物分类，避免不同类别废物混杂以确保各类废物得到有针对性的处理处置；此外尽可能从循环利用的角度尽可能回收材料，比如根据国外退役经验，现场产生的大量金属容器可以通过去污后熔炼的方式减少废物产生量甚至变废为宝。

6.4.6 项目管理

退役作为一项长期、复杂的工作，应建立完善的退役组织结构，明确责任分工，进行科学管理。主要活动涉及：编制退役方案并向相关部门递交退役可行性研究报告、安全分析报告、环境影响评价报告等文件；申请退役许可证；筹措退役资金和组织退役组织及团队；与公众的沟通；建立质保体系和质保大纲等；组织退役实施并接受监督检查和验收等；定期向监管机构报告。除此以外，项目管理还要重视安全文化与人员培训；知识管理等工作。

6.4.7 退役资金

核电厂安全退役的一个重要前提是核电厂运行单位为核电厂的退役准备了充足的资金。根据国际电能生产者与分配者联合会（UNIPEDE）在20世纪90年代初完成的一项研究给出退役费用约占核设施建造费用或基建费用的10%~20%。我国NB/T 20048-2011《核电厂建设项目经济评价方法》中提到在国家出台明确的年退役基金标准规范之前，推荐退役基金在运营期内按照固定资产原值的10%逐年提取，目前行业内也是按照这种做法执行。

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

7.2 严重事故

7.3 场内运输事故

7.4 其它事故

7.5 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 事故大气弥散条件

7.1.2.2 照射途径

7.1.2.3 其他计算参数

7.1.2.4 事故剂量计算结果

7.1.3 事故后果评价

7.1.3.1 事故剂量接受准则

7.1.3.2 事故后果评价

表

表 7.1-1 设计基准 LOCA 源项计算所用的主要参数

表 7.1-2 设计基准 LOCA 源项

表 7.1-3 RCCA 弹出事故源项计算所用的主要参数

表 7.1-4 RCCA 弹出事故源项—安全壳释放途径

表 7.1-5 RCCA 弹出事故源项—二回路释放途径

表 7.1-6 MSLB 源项计算所用的主要参数

表 7.1-7 MSLB 事故源项

表 7.1-8 SGTR 事故源项分析假设和输入数据

表 7.1-9 SGTR 事故源项

表 7.1-10 SGTR-2 事故源项分析假设和输入数据

表 7.1-11 SGTR-2 事故源项

表 7.1-12　燃料操作事故源项分析假设和输入参数
表 7.1-13　燃料操作事故源项
表 7.1-14　主泵转子卡死事故源项计算所用的主要参数
表 7.1-15　主泵转子卡死事故源项
表 7.1-16　各个方位非居住区边界处的大气弥散因子
表 7.1-17　各个方位规划限制区外边界处的大气弥散因子
表 7.1-18　剂量转换因子
表 7.1-19　非居住区边界上公众可能受到的最大个人剂量
表 7.1-20　规划限制区外边界公众个人剂量
表 7.1-21　事故后果与国家标准的比较

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

太平岭核电厂一期工程建设两台华龙一号核电机组。稀有事故和极限事故均属于设计基准事故范畴，在核电厂设计时，针对每一类设计基准事故，均考虑了针对性的预防和缓解措施。根据 GB6249-2011 的相关要求，稀有事故和极限事故用于核电厂事故工况下的环境影响评价。

本节有关设计基准事故的描述以本工程 PSAR 的相关内容为基础，所考虑的设计基准事故是决定压水堆安全相关设计的整个事故谱中事件序列的典型代表，这些事件序列与其对环境的放射性影响相关。就放射性影响而言，这些设计基准事故涵盖了其他相似事件序列，具有代表性。这些典型事故包括：

— 失水事故（LOCA）；

— RCCA 弹出事故（CREA）；

— 主蒸汽管道破裂事故(MSLB)；

— 蒸汽发生器单根传热管破裂（SGTR）；

— 蒸汽发生器两根传热管破裂（SGTR-2）；

— 燃料操作事故（FHA）；

— 主泵转子卡死（卡轴）事故（LRA）。

7.1.1.1 事故描述

（1） 大破口失水事故（DBC-4）

对于代表性的大破口失水事故（LB LOCA），通常分为三个阶段：喷放、再充水和再淹没。

a) 喷放阶段定义为破裂开始到安全注入这段时间，即到安注系统的水开始流出。

b) 再充水阶段开始于喷放阶段结束，直至安注水流体充满下降段和下腔室抵达燃料活性区下端。

c) 再淹没阶段从再充水结束时开始，一直持续到燃料包壳温度瞬态终止，并建立长期冷却。

在喷放阶段中，运行压力突然降至热管液体的饱和压力。破口流出的液体立即引起下降段内的流向反转，使堆芯内滞流。这种状况导致燃料棒超过临界热流密度。在

此阶段，堆芯冷却依赖燃料棒表面的膜态沸腾。在最初的迅速降压后，随着反应堆冷却剂以蒸汽形式排出破口，RCP 压力逐步下降。

“稳压器压力低 2”信号可以触发反应堆紧急停堆（RT），实际上反应堆停堆通过固有的慢化剂空泡效应负反馈实现，并依靠安注水中的硼含量来维持。“稳压器压力低 3”信号产生安注信号。

当 RCP 压力低于安注箱压力时，安注箱向冷管段注水。当系统启动时间延时过后且 RCP 压力低于各关闭压头时，MHSI 和处于 SI 模式的 LHSI 投入运行。尽管部分安注水绕过堆芯直接从破口喷出，下降段和下腔室仍然逐步充水。如 RCP 和安全壳之间存在一定压力梯度，安注箱的水则被通过管道破口流出的蒸汽夹带走，安注水使蒸汽冷却，其中部分凝结并留存在一回路系统内。冷凝增加了流经堆芯的冷却剂的流速，使燃料棒包壳温度开始下降。当 RCP 压力大体等于安全壳内的压力时，喷放阶段结束。

再充水阶段，安注箱提供足够液体向反应堆压力容器下封头和下腔室注水。在再充水阶段，热量主要通过辐射传热从较热的燃料棒传导至较冷的燃料棒和构件。当下腔室再充水至燃料棒加热段下端时，再充水阶段完成。

再淹没阶段，水位从反应堆堆芯底部上升至顶部。流至下降段的安注水提供驱动压头使冷却剂流经堆芯。随着水位的上升，相对较冷的水与高温的燃料包壳相接触。由于蒸汽膨胀，水被快速地推离燃料表面。产生的蒸汽和安注水在燃料区相遇，蒸汽被凝结。由于混合流体水位上升至堆芯，从而产生蒸汽并夹带液体。夹带水被带至蒸汽发生器内，因蒸汽发生器内的高温使其蒸发。这导致蒸汽壅塞，使堆芯再淹没速率下降。由于冷管破口，这种两相混合物可能流经蒸汽发生器，吸收二次侧流体的更多能量，并且在排至安全壳之前变得过热。随着骤冷前沿上升至堆芯，燃料棒经辐射传热和对流传热冷却。一旦混合物水位达到足以骤冷堆芯的水平，再淹没阶段结束。这时，燃料包壳温度接近流体温度，并且这两个温度均达到与安全壳压力对应的饱和温度。

长期再循环冷却由 LHSI 维持。

由于破口泄漏的冷却剂，安全壳大气压力迅速上升。通风隔离快速隔离将产生的蒸汽限制在安全壳内。由于安全壳内压力增加，部分安全壳大气及其中的放射性核素泄漏到环形空间，并通过应急过滤系统和烟囱排气最终排放至环境中。

大破口失水事故归为 DBC-4 事件。

（2） 弹棒事故（DBC-4）

RCCA 弹出事故时由于控制棒驱动机构耐压壳机械损坏，导致 RCCA 和驱动轴弹出堆芯外。RCCA 弹出将导致正反应性的快速引入和对堆芯不利的堆芯功率畸变。事故可能引起部分燃料棒破损和局部芯块熔化。

（3） 主蒸汽管道破裂事故（DBC-4）

主蒸汽管道破裂之后，二回路压力下降。超前滞后的蒸汽发生器压力低 2 信号触发所有 MSIV 关闭，蒸汽发生器压降高 1 信号和压降高 2 信号分别隔离所有 SG 的主给水满负荷管线和低负荷管线，稳压器压力低 3 信号启动安注。

MSIV 关闭之后，受影响 SG 将持续卸压，同时，由于主给水隔离，水位不断下降，蒸汽发生器宽量程水位低 2 信号触发应急给水启动。

RCP 温度降低，慢化剂的负反馈效应向堆芯引入正反应性，堆芯停堆裕量降低。反应堆重返临界，导致功率增加，由于多普勒效应而得到限制。

RIS 向堆芯提供必要的硼以补偿正反应性的引入，使堆芯重返次临界状态。

随后，电站达到可控状态，即为热停堆状态，余热通过破口排出，给水供应由 ASG 保证。

（4） 蒸汽发生器单根传热管破裂事故（DBC-3）

SGTR 事故为某个 SG 中的一根传热管发生双端剪切断裂的情况，属于 DBC-3 事故。事故的起因是某个 SG 中的一根传热管发生双端剪切断裂（SGTR）。

由于该事故使具有放射性的冷却剂从反应堆冷却剂系统（RCP）向二回路系统泄漏，导致二回路系统放射性增加。如果在发生该事故的同时又失去厂外电源或者蒸汽向凝汽器的排放失效，蒸汽发生器中的蒸汽或者液体通过主蒸汽排放系列（VDA）和/或主蒸汽安全阀（MSSV）直接向大气排放。一回路侧冷却剂的放射性来源于有限数量的破损燃料棒连续运行产生的腐蚀和裂变产物。污染的风险首先发生在破损的蒸汽发生器。

传热管发生双端剪切断裂是保守的假设，因为传热管的材料 Inconel-690 是具有高韧性的材料，传热管最有可能的失效模式是先发生小的裂缝。

假设在 SGTR 发生的同时失去厂外电（LOOP），导致放射性液体或蒸汽直接向环境大气排放。

瞬态可以细分为短期阶段和长期阶段。短期阶段定义为从事故开始至破口流量终

止的阶段，依据事故进程又可细分为从事故发生到达到可控状态阶段（该状态下中压安注（MHSI）流量和化学和容积控制系统（RCV）流量可以补偿 SGTR 泄漏流量），以及从可控状态至破口流量终止阶段。在事故长期阶段，操纵员根据操作规程将 LHSI 切换到余热排出（RHR）模式，如果破损的蒸汽发生器通过大气释放阀（VDA）来降压就可能造成额外的放射性释放。

SGTR 事故导致一回路冷却剂丧失并产生“VVP KRT 高放射活度”信号。一回路冷却剂丧失导致 RCP 压力降低，进而由“稳压器压力低 2”信号触发 RT，RT 信号触发汽轮机跳机和主给水全部被隔离。汽轮机跳机后导致二次侧压力升高并达到 VDA 的整定值，破损蒸汽发生器 SGa 中的受污染蒸汽开始向环境释放。

RT 后，RCP 压力持续降低，SI 信号由“稳压器压力低 3”信号触发。该信号启动 MHSI 和 LHSI 泵，并且启动通过 VDA 进行的中压快速冷却。由于在 SI 启动时刻考虑了叠加 LOOP 假设，RCP 泵和主给水泵（APA）停运。SI 叠加 LOOP 信号启动 ASG 泵。在停堆约 30 分钟后，操纵员开始干预，对 RCP 进行降温降压，在 14200 秒左右一二次侧的压力达到平衡，破口流量终止。在整个事故瞬态过程中，破损的 SG 没有发生满溢，没有放射性水直接向大气环境释放，但破损 SG 的传热管发生了裸露。

（5） 蒸汽发生器两根传热管破裂事故（DBC-4）

SGTR-2 事故为某个 SG 中的两根传热管同时发生双端剪切断裂的情况，属于 DBC-4 事故。事故的起因是某个 SG 中的两根传热管同时发生双端剪切断裂（SGTR-2）。

由于该事故使放射性冷却剂从反应堆冷却剂系统（RCP）向二回路系统泄漏，导致二回路系统放射性增加。如果在发生该事故的同时又失去厂外电源或者蒸汽向凝汽器的排放失效，蒸汽或者液体通过主蒸汽排放系列（VDA）和/或主蒸汽安全阀（MSSV）的排放都可以造成放射性向大气排放的风险。一回路侧冷却剂的放射性来源于有限数量的破损燃料棒连续运行产生的腐蚀和裂变产物。污染的风险首先发生在破损的蒸汽发生器。

两根传热管同时发生双端剪切断裂是保守的假设，因为传热管的材料 Inconel-690 是具有高韧性的材料，传热管最有可能的失效模式是先发生小的裂缝。

假设在 SGTR-2 发生的同时失去厂外电（LOOP），导致放射性液体或蒸汽直接向环境大气排放。

瞬态可以细分为短期阶段和长期阶段。短期阶段定义为从事故开始至破口流量终

止的阶段，依据事故进程又可细分为从事故发生到达到可控状态阶段（该状态下中压安注（MHSI）流量和化学和容积控制系统（RCV）流量可以补偿 SGTR-2 泄漏流量），以及从可控状态至破口流量终止阶段。在事故长期阶段，操纵员根据操作规程将 LHSI 切换到余热排出（RHR）模式，如果破损的蒸汽发生器通过大气释放阀（VDA）来降压就可能造成额外的放射性释放。

事故导致一回路冷却剂丧失并触发“VVP KRT 放射性高”信号。丧失一回路冷却剂会使“PZR 水位低 2”时引起下泄管线隔离，当“PZR 水位低 3”时触发加热器隔离。事故也会导致 RCP 压力下降，出现“PZR 压力低 2”信号时触发 RT。RT 信号触发汽轮机脱扣和 ARE 隔离。汽轮机跳闸引起二次侧压力上升至 VDA 的开启整定值。受污染的蒸汽开始从 SGa 向环境中释放。

RT 过后，RCP 压力保持下降。“稳压器压力低 3”时触发安注信号，使 MHSI 和 LHSI 泵启动，且通过 VDA 以-250℃/h 的速率进行中压快速冷却。由于假定 LOOP 发生在 SI 信号的出现时刻，随后导致 RCP 和 APA 泵跳闸。SI 信号出现叠加 LOOP 还会启动 ASG 泵。“VVP KRT 放射性高”信号出现 30 分钟后，操纵员开始动作。首先，操纵员通过关闭 SGa 的 MSIV 来隔离此 SG，并将其 VDA 的整定值升高至 9Mpa，同时隔离 ARE 和 ASG 管线。另外操纵员停运两台 MHSI 泵并隔离 RCV 上充管线。

同一时刻三列 RBS 启动，通过未受影响 SG 的 VDA 来进行手动冷却，其速率为-56℃/h。当 RCP 温度达到 RIS 的 RHR 模式接入条件（180℃）时，最后一台 MHSI 泵就被隔离，并开启 SGa 的 VDA 以降低一回路压力。事故发生后约 3.5 小时即达到 RIS 的 RHR 模式的接入条件。

在整个事故瞬态过程中，破损的 SG 没有发生满溢，没有放射性水直接向大气环境释放，破损 SG 的传热管也没有发生裸露。

（6） 燃料操作事故（DBC-4）

燃料装卸期间发生的事故可能有以下几类：

a) 反应堆水池内燃料组件坠落，

b) 乏燃料池内燃料组件坠落，

c) 乏燃料容器在燃料厂房外坠落，

d) 乏燃料容器在燃料厂房内坠落。

若燃料组件坠落在反应堆水池内，安全壳换气通风系统将自动关闭。故就放射性

后果而言，乏燃料池内燃料组件坠落事故将更为不利。本节分析的 FHA 为乏燃料池内燃料组件坠落事故。

FHA 属于 DBC-4 类事故。

（7） 主泵转子卡死（卡轴）事故（DBC-4）

主泵转子卡死事故初始假设为反应堆满功率运行期间一台反应堆冷却剂泵转子瞬间卡（锁）住。受损环路中的流量快速降低，导致反应堆在流量低信号下触发紧急停堆。

始发事件假定叶轮固定不动，致使堆芯中的流量大大降低，温度与压力迅速上升，则这种温度上升与局部流率下降一起可能会使燃料棒发生 DNB，导致燃料损伤。

该事故的分析包括两个阶段：电厂从始发事件发生直到通过主要的自动保护手段达到可控状态的短期阶段以及从可控状态到安全停堆状态的长期阶段。

7.1.1.2 事故源项

根据事故的类型，放射性的释放可以有几个来源：燃料；一回路冷却剂；二回路冷却剂。不会使燃料包壳破损的事故被认为在一回路放射性活度释放期间可能伴随有功率瞬态的危险。为了考虑这一现象，假定这类事故期间一回路冷却剂活度处于其瞬态值（峰值现象）。堆芯裂变产物贮量见表 4.6-1；稳态工况和瞬态工况下一回路冷却剂的放射性活度值见表 4.6-3。

（1）大破口失水事故

发生 LOCA 后，一回路冷却剂及堆芯中的放射性核素进入内层安全壳大气中。内层安全壳大气中的核素通过内层安全壳的泄漏进入内外安全壳之间的环廊（在安全壳隔离之前，内层安全壳中的放射性物质可能会由于安全壳通风释放到环境）。环廊中的核素经由通风系统及过滤器释放到安全壳外环境。

释放源项计算分以下几个步骤：

a) 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两个阶段：

1) 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；

2) 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 瞬间进入内层安全壳。

尽管 RG1.183 中还考虑了早期压力容器内释放阶段的放射性物质释放，但对于设计基准 LOCA，由于不发生燃料熔化，故源项计算中仅考虑包壳间隙内的放射性核素。

b) 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。

c) 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。

放射性向安全壳大气的释放：

事故发生后 0 时刻，保守假设所有的反应堆冷却剂（约 220t）喷放进入安全壳大气，其中的放射性核素与安全壳大气均匀混合。事故后 30s，包壳释放阶段开始，假设该阶段释放的放射性核素瞬间进入内安全壳大气并均匀混合。堆芯裂变产物释放进入安全壳大气的各核素比例为：

a) 惰性气体：5%

b) 卤素：5%

c) 碱金属：5%

放射性向外界环境的释放：

功率运行期间，安全壳大气不进行换气通风，所有安全壳隔离阀均处于关闭状态。然而，功率运行期间需进入服务区时，EBA 的小流量回路启动以在进入服务区前和进入期间进行吹扫，确保其空气污染水平可允许工作人员进入。抽气经由一列 EBA 过滤器过滤后由烟囱排放，过滤器的过滤效率为：

a) 惰性气体：0.0%

b) 有机碘：99.0%

c) 元素碘：99.0%

d) 气溶胶：99.9%

然而，出于保守考虑，目前的分析中不考虑 EBA 过滤器的滞留效应。

保守假设 EBA 小流量回路以 7000m^3/h 的最大流量运行，安全壳自由容积为 72000m^3。在事故开始时，由反应堆保护系统（RPR）实现安全壳隔离。EBA 小流量回路的所有安全壳隔离阀均处于关闭状态。然而这并不能排除有一小部分的蒸汽会在安全壳隔离之前逃离安全壳。因此，保守假设安全壳通风在事故喷放阶段一直保持，

事故后 20 秒，喷放阶段结束时，安全壳通风终止，在此之后考虑放射性物质以安全壳泄漏率向外释放。

为计算从安全壳至环形空间的放射性释放，假设安全壳及环形空间内放射性均匀分布。

出于简化计算，不考虑事故过程中由于安全壳压力变化而导致的安全壳泄漏率的变化。保守假定事故后 20 秒至 24 小时期间安全壳泄漏率为 0.3%/d，以后安全壳泄漏率为 0.15%/d（在 LOCA 安全壳压力响应分析中已经得到验证：事故发生 24 小时后，安全壳压力已经降低至峰值压力的 50%）。

假设所有安全壳泄漏物均集聚在环形空间内，事故后 20s 安全壳即开始向环廊泄漏。

正常运行期间，EDE 的常规运行系列连续运行，以在发生任何意外事件之前使环形空间内形成并维持负压状态。废气经过滤器从烟囱排放。从保守角度考虑，本计算中不考虑这些过滤器。

事故期间，环廊保持负压状态以收集内安全壳泄漏物，包括安全壳泄漏率试验和监测系统所收集的泄漏物。在发生 LB LOCA 时，EDE 自动切换至安全系列，处理来自反应堆厂房安全壳的泄漏物。收到安全壳隔离信号后，正常运行系列由电动隔离阀自动隔离。安全系列上的风机以及电加热器启动，从而维持环廊内所需负压状态。

安全壳泄漏物在环廊内经混合、稀释，然后通过 EDE 释放。环廊的自由容积为 19100m^3，分析中考虑 50%的自由容积可以用于放射性物质的混合稀释，即 9550m^3。事故后 20s 至 300s，EDE 安全系列启动后最大通风流量为 400m^3/h。

环廊内的放射性均匀分布，并以 EDE 通风率经事故过滤器再通过烟囱排放至环境中。5 分钟后，考虑事故过滤器的运行。过滤器效率假设如下：

a) 惰性气体：0.0%

b) 有机碘： 99.0%

c) 元素碘： 99.0%

d) 气溶胶： 99.9%

以上数值采用了保守包络的数据，实际的过滤器效率高于上述数值。如气溶胶的过滤效率可达到 99.99%，针对元素碘的过滤效率是高于有机碘，此处采用了相同的过滤效率。

考虑进入安全壳大气并泄漏入环廊进而排放至环境的放射性碘的化学形态如下：

a) 有机碘：0.15%

b) 分子碘：4.85%

c) 气溶胶：95%

不考虑其他的放射性去除过程（如沉积、沉降、壁面冷凝等）。同样的，安全壳喷淋系统运行对安全壳降压及气载放射性物质的去除也未考虑。

在安全壳压力明显降低后，内安全壳向环廊的泄漏及环廊向环境的排放即逐渐终止。计算中保守假设安全壳泄漏及环廊通风一直持续到事故后 30 天。

表 7.1-1 给出了大破口 LOCA 失水事故源项计算主要参数。

表 7.1-2 给出了大破口 LOCA 失水事故源项。

（2）弹棒事故

当 RCCA 弹出事故发生时，随着假想的控制棒的弹出，燃料中部分放射性核素释放进入反应堆冷却剂，并假定这些放射性物质与反应堆冷却剂瞬时均匀混合，这将大大增加一回路的放射性活度。考虑以下两条放射性释放途径：

a) 安全壳释放途径

RCCA 弹出事故可能造成一回路（压力容器顶盖）破口，一回路冷却剂及堆芯中的放射性核素进入内层安全壳大气中。内层安全壳大气中的核素通过内层安全壳的泄漏进入内外安全壳之间的环廊（在安全壳隔离之前，内层安全壳中的放射性物质可能会由于安全壳通风释放到环境）。环廊中的核素经由通风系统及过滤器释放到安全壳外环境。

释放源项计算分以下几个步骤：

1) 计算事故后释放进入安全壳大气的放射性核素；

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；

3) 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。

b) 二回路释放途径

本途径的放射性释放计算中，不考虑一回路发生 LOCA，在 RHRS 接入前，堆芯余热通过二回路导出。

假设事故发生同时厂外电源丧失，LOOP 导致蒸汽排放冷凝器失效，二回路通过 ASG+VDA 的方式排出堆芯余热。由于蒸汽发生器一次侧向二次侧的正常泄漏，二回路放射性活度升高，放射性物质随 VDA 蒸汽排放释放到环境。

安全壳释放途径：

a) 放射性向安全壳大气的释放

假定事故造成 10%的燃料棒发生破损；并假定在这 10%的破损燃料棒中，有 10%的燃料芯块熔化。

事故发生后 0 时刻，保守假设破损燃料棒包壳间隙中和熔化燃料芯块中的裂变产物释放到反应堆冷却剂中，并随着一回路破口进入安全壳大气，放射性核素与安全壳大气均匀混合。

破损燃料棒中裂变产物释放进入安全壳大气的各核素比例：

1）惰性气体：10%

2）卤素：10%

3）碱金属：10%

熔化燃料棒中裂变产物释放进入安全壳大气的各核素比例：

1）惰性气体：100%

2）卤素：25%

3）碱金属：25%

假定这些放射性核素在事故发生瞬间进入安全壳大气。

b) 放射性向外界环境的释放

功率运行期间，安全壳大气不进行换气通风，所有安全壳隔离阀均处于关闭状态。然而，功率运行期间需进入服务区时，EBA 的小流量回路启动以在进入服务区前和进入期间进行吹扫，确保其空气污染水平可允许工作人员进入。抽气经由一列 EBA 过滤器过滤后由烟囱排放，过滤器的过滤效率为：

1）惰性气体：0.0%

2）有机碘：99.0%

3）元素碘：99.0%

4）气溶胶：99.9%

然而，出于保守考虑，目前的分析中不考虑 EBA 过滤器的滞留效应。

保守假设 EBA 小流量回路以 7000m^3/h 的最大流量运行，安全壳自由容积为 72000m^3。在事故开始时，由反应堆保护系统（RPR）实现安全壳隔离。EBA 小流量回路的所有安全壳隔离阀均处于关闭状态。然而，这并不能排除有一小部分的蒸汽会在安全壳隔离之前逃离安全壳。因此，保守假设安全壳通风一直保持至事故后 20 秒，保守假定此期间释放到安全壳的一回路冷却剂为 15t。在此之后安全壳通风终止，考虑放射性物质以安全壳设计泄漏率向外释放。

为计算从安全壳至环形空间的放射性释放，假设安全壳及环形空间内放射性均匀分布。

出于简化计算，不考虑事故过程中由于安全壳压力变化而导致的安全壳泄漏率的变化。保守假定事故后 20 秒至 24 小时期间安全壳泄漏率为 0.3%/d，以后安全壳泄漏率为 0.15%/d。

假设所有安全壳泄漏物均集聚在环形空间内，事故后 20s 安全壳即开始向环廊泄漏。

正常运行期间，EDE 的常规运行系列连续运行，以在发生任何意外事件之前使环形空间内形成并维持负压状态。废气经过滤器从烟囱排放。预计的过滤效率为有机碘 90%，气溶胶 99.95%。从保守角度考虑，本计算中不考虑这些过滤器。

事故期间，环廊保持负压状态以收集内安全壳泄漏物，包括安全壳泄漏率试验和监测系统所收集的泄漏物。在发生事故时，EDE 自动切换至安全系列，处理来自反应堆厂房安全壳的泄漏物。收到安全壳隔离信号后，正常运行系列由电动隔离阀自动隔离。安全系列上的风机以及电加热器启动，从而维持环廊内所需负压状态。

安全壳泄漏物在环廊内经混合、稀释，然后通过 EDE 释放。环廊的自由容积为 19100m^3，分析中考虑 50%的自由容积可以用于放射性物质的混合稀释，即 9550m^3。事故后 20s 至 300s，EDE 安全系列启动后最大通风流量为 400m^3/h。

环廊内的放射性均匀分布，并以 EDE 通风率经事故过滤器再通过烟囱排放至环境中。5 分钟后，考虑事故过滤器的运行。过滤器效率假设如下：

1）惰性气体：0.0%

2）有机碘： 99.0%

3）元素碘： 99.0%

4）气溶胶： 99.9%

以上数值采用了保守包络的数据，实际的过滤器效率高于上述数值。如气溶胶的过滤效率可达到 99.99%，针对元素碘的过滤效率是高于有机碘，此处采用了相同的过滤效率。

考虑进入安全壳大气并泄漏入环廊进而排放至环境的放射性碘的化学形态如下：

1）有机碘：0.15%

2）分子碘：4.85%

3）气溶胶：95%

不考虑其他的放射性去除过程（如沉积、沉降、壁面冷凝等）。同样的，安全壳喷淋系统运行对安全壳降压及气载放射性物质的去除也未考虑。

在安全壳压力明显降低后，内安全壳向环廊的泄漏及环廊向环境的排放即逐渐终止。计算中保守假设安全壳泄漏及环廊通风一直持续到事故后 30 天。

二回路释放途径：

正常运行过程中，由于蒸汽发生器传热管可能的微小泄漏，二回路系统也带有一定的放射性。

RCCA 弹出事故发生后，放射性核素从破损燃料棒和熔化燃料棒释放到一回路冷却剂之中。

破损燃料棒中裂变产物释放进入一回路冷却剂的各核素比例：

a) 惰性气体：10%

b) 卤素：10%

c) 碱金属：10%

熔化燃料棒中裂变产物释放进入一回路冷却剂的各核素比例：

a) 惰性气体：100%

b) 卤素：50%

c) 碱金属：50%

由于蒸汽发生器传热管可能存在的泄漏，造成二回路冷却剂冷却活度逐渐增加。假定每台蒸汽发生器一次侧到二次侧的泄漏率为 44.0 L/h。

假设由一回路泄漏进入蒸汽发生器的惰性气体全部进入气相，随后迅速进入环境，即实际上假设一回路泄漏出的惰性气体直接进入环境。

对于碘和碱金属（主要为 Cs 元素），假定一回路泄漏到二回路的碘和碱金属进入

蒸汽发生器液相并与之混合，放射性碘和碱金属被二回路蒸汽夹带排放到环境。假定水蒸汽对碘的夹带因子为 1%，对 Cs 的夹带因子为 0.25%。

当 RHRS 接入后，VDA 蒸汽排放终止，不再有放射性物质通过二回路释放到环境。假定事故后 8h 达到 RHRS 接入条件，此期间排放通过 3 个 SG 排放到环境的蒸汽约为 882t。

通过二回路途径释放到环境的放射性碘的化学形态如下：

a) 有机碘：3%

b) 分子碘：97%

表 7.1-3 给出了弹棒事故源项计算主要参数。

表 7.1-4 和表 7.1-5 给出了弹棒事故经安全壳释放途径和二回路释放途径至环境的放射性核素。

（3）主蒸汽管道破裂事故

主蒸汽管道破裂后，破损 SG 最终几乎完全排空，其中所有的水都以蒸汽形式被带走，一回路向二回路的泄漏直接排入大气。此过程中放射性物质随之直接释放到环境。另外两台完好的 SG 通过 ASG+VDA 的方式排出堆芯余热。由于蒸汽发生器一次侧向二次侧的正常泄漏，二回路放射性活度升高，放射性物质随 VDA 蒸汽排放释放到环境。

假设在 MSLB 事故发生前堆芯发生功率瞬变，一回路冷却剂活度升高到对应的瞬态值，一直持续到事故结束。

二回路的蒸汽排放一直持续到 RCP 温度和压力降到 RHRS 接入用于冷却一回路为止。RHRS 接入前，二回路持续向环境释放蒸汽。破损 SG 中的初始装量、事故过程中注入的主给水和应急给水以及一回路向二回路的泄漏全部释放到环境。保守假设破损 SG 初始水装量为 100t。

对于破损 SG，当 RHRS 接入后，VDA 蒸汽排放终止，不再有放射性物质通过二回路释放到环境。假定事故后 8h 达到 RHRS 接入条件，此期间排放通过 2 个完好 SG 排放到环境的蒸汽约为 674t。

由于事故过程中破损 SG 排空，其中所有的放射性全部排入环境。一回路泄漏到二回路的冷却剂也直接排放到环境。

对于 2 个完好 SG，假设由一回路泄漏进入蒸汽发生器的惰性气体全部进入气相，

随后迅速进入环境，即实际上假设一回路泄漏出的惰性气体直接进入环境。对于碘和碱金属（主要为 Cs 元素），假定一回路泄漏到二回路的碘和碱金属进入蒸汽发生器液相并与之混合，放射性碘和碱金属被二回路蒸汽夹带排放到环境。假定水蒸气对碘的夹带因子为 1%，对 Cs 的夹带因子为 0.25%。

通过二回路释放到环境的放射性碘的化学形态如下：

a) 有机碘：3%

b) 分子碘：97%

表 7.1-6 给出了主蒸汽管道破裂事故源项计算主要参数。

表 7.1-7 给出了主蒸汽管道破裂事故源项。

（4）蒸汽发生器单根传热管破裂事故

假设在 SGTR 事故发生前堆芯发生功率瞬态，导致 RCP 冷却剂中出现事故前碘尖峰。瞬态的持续时间为 8 小时，即保守假设瞬态的影响从事故前 8 小时开始至事故结束。

完好 SG 的泄漏从稳态运行一直到蒸汽向环境的释放结束（RHRS 接入）都保持正常泄漏流量。在事故发生前破损 SG 的泄漏流量为正常泄漏流量，事故发生后为破口流量直至破口流量终止。由于一回路瞬态的影响，堆芯功率瞬态发生后破损和完好 SG 二次侧冷却剂中的放射性比活度明显增大。

在破损 SG 传热管裸露的情况下，考虑破口流量的闪蒸，保守假设 20%的破口流量直接以蒸汽的形式释放入环境。

二回路向环境排放蒸汽期间，所有从一回路泄漏进入二回路的惰性气体全部直接释放进入环境大气。

对于完好 SG 和破损 SG 传热管没有裸露的情况，从一回路泄漏进入二回路的碘和铯初始存在于二回路的水中，随着二回路水的蒸发，碘和铯通过蒸汽夹带由 SG 的大气释放阀释放到外部环境。在破损 SG 传热管裸露的情况下，保守假设破口流量中 20%的碘和铯直接释放到外部环境，剩余的碘和铯初始存在于二回路的水中，随着二回路水的蒸发，碘和铯通过蒸汽夹带由 SG 的大气释放阀释放到外部环境。在 RHRS 接入前通过完好 SG 排出一回路的热量，因此在 RHRS 接入之前（事故发生后 8 小时内）完好的 SG 通过大气释放阀不断向环境释放含有碘和铯的蒸汽。对于破损的 SG，在破损环路隔离之前通过大气释放阀释放含有碘和铯的蒸汽，破损环路隔离后不再向环境

释放蒸汽，在破口流量终止时由破损 SG 向环境的释放几乎为零。

表 7.1-8 给出了蒸汽发生器单根传热管破裂事故源项计算主要参数。

表 7.1-9 给出了蒸汽发生器单根传热管破裂事故源项。

（5）蒸汽发生器两根传热管破裂事故

假设在 SGTR-2 事故发生前堆芯发生功率瞬态，导致 RCP 冷却剂放射性活度达到瞬态值。瞬态的持续时间为 8 小时，即保守假设瞬态的影响从事故前 8 小时开始至事故结束。

完好 SG 的泄漏从稳态运行一直到蒸汽向环境的释放结束（RHRS 接入）都保持正常泄漏流量。在事故发生前破损 SG 的泄漏流量为正常泄漏流量，事故发生后为破口流量直至破口流量终止。由于一回路瞬态的影响，堆芯功率瞬态发生后（从事故发生前 8 小时）破损和完好 SG 二次侧冷却剂中的放射性比活度明显增大。

二回路向环境排放蒸汽期间，所有从一回路泄漏进入二回路的惰性气体全部直接释放进入环境大气。从一回路泄漏进入二回路的碘和铯初始存在于二回路的水中，随着二回路水的蒸发，碘和铯通过蒸汽夹带由 SG 的大气释放阀释放到外部环境。在 RHRS 接入前通过完好 SG 排出一回路的热量，因此在 RHRS 接入之前（事故发生后 8 小时内）完好的 SG 通过大气释放阀不断向环境释放含有碘和铯的蒸汽。对于破损的 SG，在破损环路隔离之前通过大气释放阀释放含有碘和铯的蒸汽，破损环路隔离后不再向环境释放蒸汽，在破口流量终止时由破损 SG 向环境的释放几乎为零。

表 7.1-10 给出了蒸汽发生器两根传热管破裂事故源项计算主要参数。

表 7.1-11 给出了蒸汽发生器两根传热管破裂事故源项。

（6）燃料操作事故

假设停堆 100 小时后，乏燃料运到燃料贮存区内不慎坠入乏燃料水池内。该组件内的所有燃料元件全部损坏，燃料包壳间隙中的所有裂变产物装量瞬间释放出来。在 FHA 的事故源项中要考虑的核素包括 Xe、Kr、卤素、Cs 和 Rb。惰性气体不溶于水，将逃逸到燃料操作厂房，卤素主要考虑碘，而碘由于可溶性和水解作用，大部分将滞留水中，碱金属全部滞留在水中。逃逸出的碘和全部的惰性气体进入燃料操作厂房大厅，随着燃料厂房通风系统释放进入环境大气。

假设事故发生在停堆后 100h（乏燃料首次运到燃料储存区的最短时间）。破损组件为平衡循环中具有最大放射性活度的组件。

事故后燃料芯块-包壳间隙中的放射性核素释放到水中，释放出的碘中 95%为碘化铯，4.85%为元素碘，0.15%为有机碘。由于碘化铯在乏燃料水池的低 PH 值环境下会转变为元素碘，因此保守假设所有的碘化铯从芯块-包壳间隙内释放到乏燃料水池后瞬时全部转变为元素碘。因此，释放出的碘中 99.85%为元素碘，0.15%为有机碘。

从破损的燃料包壳内释放出来的核素经乏燃料水池的清洗后逃脱到燃料操作大厅的自由空间。

放射性核素随通风系统释放到环境。事故发生的 30 分钟内，燃料大厅通过 DWK 通风，通风流量取保守最大值 12000m^3/h，此种通风模式没有对放射性核素进行过滤；30 分钟后通过 DWL 通风，通风流量取保守最大值 5000 m^3/h，此种通风模式对碘进行过滤，对元素碘的过滤系数为 1000，对有机碘的过滤系数为 100，对其它核素没有过滤。

表 7.1-12 给出了燃料操作事故计算参数。

表 7.1-13 给出了燃料操作事故源项。

（7）主泵转子卡死（卡轴）事故

当 LRA 事故发生，假设部分燃料包壳发生破损，燃料间隙中的放射性活度释放进入反应堆冷却剂，并假定这些放射性物质与反应堆冷却剂瞬时均匀混合，这将大大增加一回路的放射性活度。假定事故造成 10%的燃料棒发生破损。

假设蒸汽排放冷凝器失效，二回路通过 ASG+VDA 的方式排出堆芯余热。由于蒸汽发生器一次侧向二次侧的正常泄漏，二回路放射性活度升高，放射性物质随 VDA 蒸汽排放释放到环境。二回路的蒸汽排放一直持续到 RCS 温度和压力降到 RHRS 接入用于冷却一回路为止。

假设在 LRA 事故发生前堆芯发生功率瞬变，一回路冷却剂活度升高到对应的瞬态值，燃料破损进一步增大了一回路的冷却剂活度。

破损燃料棒中裂变产物释放进入一回路冷却剂的各核素比例：

a) 惰性气体（Kr-85 除外）：5%

b) Kr-85：10%

c) 卤素（I-131 除外）：5%

d) I-131： 8%

e) 碱金属：5%

RHRS 接入前，二回路持续向环境释放蒸汽。

当 RHRS 接入后，VDA 蒸汽排放终止，不再有放射性物质通过二回路释放到环境。

假定主泵转子卡死环路所对应的 SG 不排热，假定事故后 8h 达到 RHRS 接入条件，此期间通过另外 2 个 SG 排放到环境的蒸汽约为 594t。

假设由一回路泄漏进入蒸汽发生器的惰性气体全部进入气相，随后迅速进入环境，即实际上假设一回路泄漏出的惰性气体直接进入环境。

对于碘和碱金属（主要为 Cs 元素和 Rb 元素），假定一回路泄漏到二回路的碘和碱金属进入蒸汽发生器液相并与之混合，放射性碘和碱金属被二回路蒸汽夹带排放到环境。假定水蒸气对碘的夹带因子为 1%，对 Cs 和 Rb 的夹带因子为 0.25%。

通过二回路释放到环境的放射性碘的化学形态如下：

a) 有机碘：3%

b) 分子碘：97%

表 7.1-14 给出了主泵转子卡死（卡轴）事故源项计算参数。

表 7.1-15 主泵转子卡死（卡轴）事故源项。

7.1.2 事故后果计算

7.1.2.1 事故大气弥散条件

（1） 气象数据

根据太平岭核电厂厂址气象观测系统 2018 年一整年的逐时气象观测数据，采用苏州热工研究院有限公司研发的 CEIRA 程序系统计算事故短期大气弥散因子。计算模式详见附录 D。

（2） 非居住区边界和规划限制区外边界上的大气弥散因子

a) 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2h时段的事故大气弥散因子与年平均大气弥散因子之间的双对数内插的方法求得。

b) 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，则利用厂址2h时段的事故大气弥散因子与年平均大气弥散因子之间的双对数内插的方法求得。

非居住区边界和规划限制区边界上的事故剂量后果计算将采用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。

设计基准事故放射性后果分析中所采用的事故大气弥散因子具体见表 7.1-16、表 7.1-17。

7.1.2.2 事故剂量

设计基准事故放射性后果评估时主要考虑事故期间起主要作用的三个照射途径：

— 放射性烟云浸没外照射；

— 沉积在地面的放射性物质外照射；

— 从烟云中吸入放射性物质内照射。

上述三种照射途径的个人剂量计算公式详见附录 D。

计算参数：

1) 剂量转换因子（DCF）

计算中采用的剂量转换因子见表 7.1-18，它们主要取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、国际辐射防护委员会（ICRP）71 号出版物和国际原子能机构（IAEA）19 号安全报告（2001）。

2) 干沉积速率（Vd）

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（SSK Bd.17）：

— 气溶胶：$V_d=1.5\times10^{-3}$ m/s；

— 分子碘：$V_d=1\times10^{-2}$ m/s；

— 有机碘：$V_d=1\times10^{-4}$ m/s。

3) 呼吸率（Br）

呼吸率取自美国核管理委员会管理导则 RG1.195：

— 0 ~ 8h：$Br=3.5\times10^{-4}$ m^3/s；

— 8 ~ 24h：$Br=1.8\times10^{-4}$ m^3/s；

— 24 ~ 720h：Br=2.3×10^{-4} m^3/s。

7.1.3 事故后果评价

GB6249-2011 规定，在发生一次稀有事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 5mSv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 50mSv 以下。在发生一次极限事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 0.1Sv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 1Sv 以下。

太平岭核电厂以各反应堆为中心、半径 800m 的包络区域作为非居住区边界，规划限制区范围为以反应堆为中心、半径 5km 的区域。

各类设计基准事故中，DBC-4 类工况事故对应于 GB6429-2011 中的极限事故，DBC-3 类工况事故对应于 GB6429-2011 中的稀有事故。

表 7.1-19 和表 7.1-20 分别给出了设计基准事故在非居住区边界和规划限制区边界上造成的个人有效剂量和甲状腺当量剂量。表 7.1-21 给出了这些事故的放射性后果与国家标准相应控制值的比较。

（1） 失水事故（LOCA）

大破口失水事故属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众（成人）的个人有效剂量最大值为 1.52E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 9.82E-04Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 0.15%和 0.10%；规划限制区外边界上事故期间公众（成人）的个人有效剂量最大值为 1.36E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 6.90E-04Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 0.14%和 0.07%。

（2） RCCA 弹出事故（CREA）

弹棒事故属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众（成人）的个人有效剂量最大值为 3.86E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值 2.86E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 3.86%和 2.86%；规划限制区外边界上事故期间公众（成人）的个人有效剂量最大值为 2.10E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 1.84E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 2.10%和 1.84%。

（3） 主蒸汽管道破裂事故（MSLB）

主蒸汽管道破裂事故属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众（成人）的个人有

效剂量最大值为 1.05E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 1.32E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 1.05%和 1.32%；规划限制区外边界上事故期间公众（成人）的个人有效剂量最大值为 1.90E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 2.34E-03Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 0.19%和 0.23%。

（4） 蒸汽发生器单根传热管破裂（SGTR）

蒸汽发生器单根传热管破裂事故属于稀有事故。非居住区边界上 0-2h 公众（成人）的个人有效剂量最大值为 5.69E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 6.44E-03Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 11.38%和 12.88%；规划限制区外边界上事故期间公众（成人）的个人有效剂量最大值为 3.42E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 5.13E-03Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 6.84%和 10.26%。

（5） 蒸汽发生器两根传热管破裂（SGTR-2）

蒸汽发生器两根传热管破裂事故属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众（成人）的个人有效剂量最大值为 1.96E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 2.37E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 1.96%和 2.37%；规划限制区外边界上事故期间公众（成人）的个人有效剂量最大值为 1.41E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 2.28E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 1.41%和 2.28%。

（6） 燃料操作事故（FHA）

燃料操作事故属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众（成人）的个人有效剂量最大值为 2.63E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 4.84E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 2.63%和 4.84%；规划限制区外边界上事故期间公众（成人）的个人有效剂量最大值为 3.97E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 7.07E-03Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 0.40%和 0.71%。

（7） 主泵转子卡死（卡轴）事故（LRA）

主泵转子卡死（卡轴）事故属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众（成人）的个人有效剂量最大值为 8.06E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 5.88E-03Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 0.81%和 0.59%；规划限制区外边界上事故期间公众（成人）的个人有效剂量最大值为 3.74E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 4.69E-03Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 0.37%和 0.47%。

由上述分析可知：

对于Ⅳ类事故，在事故发生后 2h 内，弹棒事故（CREA）对非居住区边界上公众造成的有效剂量最大，燃料操作事故（FHA）对非居住区边界上公众造成的甲状腺当量剂量最大；在事故持续期间内，弹棒事故（CREA）事故对规划限制区外边界上公众所造成的有效剂量最大，蒸汽发生器两根传热管破裂（SGTR-2）事故对规划限制区外边界上公众所造成的甲状腺当量剂量最大。

对于Ⅲ类事故，蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）对非居住区边界上（事故发生后 2h 内）以及规划限制区边界上（事故持续期间内）公众所造成的有效剂量和甲状腺当量剂量均最大。上述事故剂量后果都满足国家标准 GB6249-2011 的相关要求。

从各类设计基准事故的放射性后果分析可以看出，中广核广东太平岭核电厂一期工程专设安全设施的设计性能可靠，厂址周围各类边界的设置合理，电厂设计基准事故导致的环境放射性后果满足 GB6249-2011 的相应要求。

表 7.1-1　设计基准 LOCA 源项计算所用的主要参数

参数	值
一回路冷却剂活度	表 4.6-3
一回路冷却剂质量	220t
堆芯积存量	表 4.6-1
堆芯积存量释放份额	惰性气体：5% 卤素：5% 碱金属：5%
安全壳自由容积	72000 m^3
最大 EBA 通风流量	7000 m^3/h
安全壳泄漏率	20s-24h：0.3%/d 24h-30d：0.15%/d
环廊自由容积	19100m^3
环廊放射性混合限值	50%
EDE 安全系统运行时最大 EDE 流量	20s-30d：400 m^3/h
环廊废气未过滤排放时间	0-5min
事故过滤器效率	惰性气体：0% 有机碘：99.0% 元素碘：99.0% 气溶胶：99.9%
释放碘的化学形态	元素碘：4.85% 有机碘：0.15% 气溶胶：95%
释放持续时间	30d

表 7.1-2　设计基准 LOCA 源项

单位：Bq

核素		0h~ 1h	1h~2h	2h-8h	8h-24h	24-96h	4d-7d	7d-30d	0-30d
Kr 83 m		5.23E+10	1.13E+11	5.21E+11	2.08E+11	8.70E+09	0.00E+00	0.00E+00	9.03E+11
Kr 85m		1.49E+11	3.59E+11	3.22E+12	5.70E+12	4.22E+12	4.88E+07	5.34E+03	1.37E+13
Kr 85		5.32E+09	1.56E+10	2.83E+11	1.95E+12	1.06E+13	9.30E+12	6.93E+13	9.14E+13
Kr 87		2.30E+11	4.07E+11	1.44E+12	1.86E+11	7.48E+08	0.00E+00	0.00E+00	2.27E+12
Kr 88		4.04E+11	9.13E+11	5.97E+12	5.79E+12	1.45E+12	2.69E+04	0.00E+00	1.45E+13
Xe 131m		5.94E+09	1.76E+10	3.15E+11	2.11E+12	1.05E+13	7.69E+12	3.34E+13	5.40E+13
Xe 133m		3.16E+10	7.73E+10	1.31E+12	7.81E+12	2.84E+13	9.22E+12	1.95E+13	6.63E+13
Xe 133		9.97E+11	2.53E+12	4.46E+13	2.89E+14	1.30E+15	7.52E+14	2.40E+15	4.79E+15
Xe 135m		3.29E+10	1.15E+10	9.31E+09	1.80E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.37E+10
Xe 135		3.21E+11	7.37E+11	9.23E+12	3.01E+13	5.06E+13	1.66E+11	5.15E+09	9.11E+13
Xe 138		1.55E+11	4.04E+10	2.80E+10	1.49E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.23E+11
元素碘	I 131	4.05E+09	5.85E+08	1.04E+10	6.88E+10	3.29E+11	2.20E+11	8.25E+11	1.46E+12
	I 132	1.65E+09	5.36E+08	2.97E+09	1.98E+09	2.35E+08	0.00E+00	0.00E+00	7.36E+09
	I 133	2.26E+09	1.19E+09	1.82E+10	8.84E+10	2.28E+11	1.67E+10	1.05E+10	3.65E+11
	I 134	6.82E+08	4.31E+08	1.23E+09	3.03E+07	3.15E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.37E+09
	I 135	1.22E+09	1.00E+09	1.10E+10	2.84E+10	3.60E+10	1.51E+07	5.98E+04	7.77E+10
有机碘	I 131	1.25E+08	1.81E+07	3.22E+08	2.13E+09	1.02E+10	6.81E+09	2.55E+10	4.51E+10
	I 132	5.11E+07	1.66E+07	9.17E+07	6.11E+07	7.26E+06	0.00E+00	0.00E+00	2.28E+08
	I 133	6.99E+07	3.67E+07	5.64E+08	2.73E+09	7.05E+09	5.17E+08	3.25E+08	1.13E+10
	I 134	2.11E+07	1.33E+07	3.79E+07	9.37E+05	9.74E+01	0.00E+00	0.00E+00	7.33E+07
	I 135	3.78E+07	3.09E+07	3.41E+08	8.78E+08	1.11E+09	4.67E+05	1.85E+03	2.40E+09
粒子碘	I 131	7.58E+10	1.15E+09	2.04E+10	1.35E+11	6.44E+11	4.31E+11	1.62E+12	2.92E+12
	I 132	2.83E+10	1.05E+09	5.81E+09	3.87E+09	4.60E+08	0.00E+00	0.00E+00	3.95E+10
	I 133	3.71E+10	2.33E+09	3.57E+10	1.73E+11	4.46E+11	3.28E+10	2.06E+10	7.48E+11
	I 134	8.46E+09	8.45E+08	2.40E+09	5.93E+07	6.17E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.18E+10
	I 135	1.75E+10	1.96E+09	2.16E+10	5.56E+10	7.06E+10	2.96E+07	1.17E+05	1.67E+11
Rb 88		2.34E+09	4.85E+07	5.18E+07	1.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.44E+09
Rb 89		3.00E+09	3.87E+07	3.11E+07	5.47E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.07E+09
Cs 134		4.87E+10	3.36E+08	6.08E+09	4.18E+10	2.27E+11	1.99E+11	1.47E+12	1.99E+12
Cs 136		4.08E+09	9.62E+07	1.72E+09	1.16E+10	5.81E+10	4.32E+10	1.94E+11	3.13E+11
Cs 137		5.87E+10	1.96E+08	3.55E+09	2.45E+10	1.33E+11	1.17E+11	8.72E+11	1.21E+12
Cs 138		2.34E+10	3.69E+08	7.73E+08	8.12E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.45E+10

表 7.1-3　RCCA 弹出事故源项计算所用的主要参数（1/2）

安全壳释放途径

参数	值	
一回路冷却剂活度	表 4.6-3	
一回路冷却剂质量	220t	
堆芯积存量	表 4.6-1	
破损燃料棒份额	10%	
熔化燃料棒份额	1%	
堆芯裂变产物释放到安全壳的份额（安全壳释放途径）	破损燃料棒 - 惰性气体：10% - 碘：10% - 碱金属：10%	熔化燃料棒 - 惰性气体：100% - 碘：25% - 碱金属：25%
安全壳自由容积	72000 m^3	
最大 EBA 通风流量	7000 m^3/h	
安全壳泄漏率	20s-24h：0.3%/d 24h-30d：0.15%/d	
环廊自由容积	19100m^3	
环廊放射性混合限值	50%	
EDE 安全系统运行时最大 EDE 流量	20s-30d：400 m^3/h	
环廊废气未过滤排放时间	0-5min	
事故过滤器效率	惰性气体：0% 有机碘：99.0% 元素碘：99.0% 气溶胶：99.9%	
释放碘的化学形态	元素碘：4.85% 有机碘：0.15% 气溶胶：95%	
释放持续时间	30d	

表 7.1-3　RCCA 弹出事故源项计算所用的主要参数（2/2）

二回路释放途径

参数	值	
一回路冷却剂活度	表 4.6-3	
一回路冷却剂质量	220t	
堆芯积存量	表 4.6-1	
破损燃料棒份额	10%	
熔化燃料棒份额	1%	
堆芯裂变产物释放到一回路冷却剂的份额（二回路释放途径）	破损燃料棒 - 惰性气体：10% - 碘：10% - 碱金属：10%	熔化燃料棒 - 惰性气体：100% - 碘：50% - 碱金属：50%
一回路向二回路泄漏率	44l/h（单台 SG）	
SG 蒸汽夹带因子	碘：1% 碱金属：0.25%	
释放碘的化学形态	元素碘：97% 有机碘：3%	
二回路液体质量	60t（单台 SG）	
二回路排放到环境的蒸汽质量（3 个 SG）	0-2h：320t 2h-8h：562t	
释放持续时间	8h	

表 7.1-4　RCCA 弹出事故源项—安全壳释放途径

单位：Bq

核素		0h~ 1h	1h~2h	2h-8h	8h-24h	24-96h	4d-7d	7d-30d	0-30d
Kr 83 m		1.53E+11	3.28E+10	1.51E+11	6.04E+10	2.52E+09	0.00E+00	0.00E+00	4.00E+11
Kr 85m		3.56E+11	1.04E+11	9.34E+11	1.66E+12	1.23E+12	1.42E+07	1.55E+03	4.28E+12
Kr 85		1.21E+10	4.53E+09	8.21E+10	5.65E+11	3.07E+12	2.70E+12	2.01E+13	2.65E+13
Kr 87		7.11E+11	1.18E+11	4.19E+11	5.41E+10	2.17E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.30E+12
Kr 88		1.03E+12	2.65E+11	1.73E+12	1.68E+12	4.20E+11	7.81E+03	0.00E+00	5.13E+12
Xe 131m		1.37E+10	5.11E+09	9.15E+10	6.13E+11	3.05E+12	2.23E+12	9.68E+12	1.57E+13
Xe 133m		6.37E+10	2.25E+10	3.81E+11	2.27E+12	8.25E+12	2.68E+12	5.66E+12	1.93E+13
Xe 133		2.05E+12	7.36E+11	1.30E+13	8.40E+13	3.77E+14	2.19E+14	6.98E+14	1.39E+15
Xe 135m		3.66E+11	3.32E+09	2.70E+09	5.22E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.72E+11
Xe 135		6.68E+11	2.14E+11	2.68E+12	8.75E+12	1.47E+13	4.83E+10	1.50E+09	2.71E+13
Xe 138		1.70E+12	1.17E+10	8.12E+09	4.33E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.72E+12
元素碘	I 131	2.11E+10	8.23E+07	1.46E+09	9.69E+09	4.63E+10	3.10E+10	1.16E+11	2.26E+11
	I 132	2.87E+10	7.51E+07	4.16E+08	2.77E+08	3.29E+07	0.00E+00	0.00E+00	2.95E+10
	I 133	4.18E+10	1.66E+08	2.55E+09	1.24E+10	3.19E+10	2.34E+09	1.47E+09	9.27E+10
	I 134	4.74E+10	6.04E+07	1.72E+08	4.24E+06	4.41E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.76E+10
	I 135	3.90E+10	1.40E+08	1.55E+09	3.98E+09	5.05E+09	2.11E+06	8.37E+03	4.97E+10
有机碘	I 131	6.53E+08	2.55E+06	4.53E+07	3.00E+08	1.43E+09	9.59E+08	3.59E+09	6.98E+09
	I 132	8.89E+08	2.32E+06	1.29E+07	8.57E+06	1.02E+06	0.00E+00	0.00E+00	9.14E+08
	I 133	1.29E+09	5.15E+06	7.90E+07	3.83E+08	9.88E+08	7.25E+07	4.55E+07	2.87E+09
	I 134	1.46E+09	1.87E+06	5.31E+06	1.31E+05	1.36E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+09
	I 135	1.21E+09	4.34E+06	4.78E+07	1.23E+08	1.56E+08	6.54E+04	2.59E+02	1.54E+09
粒子碘	I 131	4.13E+11	1.61E+08	2.87E+09	1.90E+10	9.07E+10	6.07E+10	2.28E+11	8.14E+11
	I 132	5.62E+11	1.47E+08	8.14E+08	5.43E+08	6.44E+07	0.00E+00	0.00E+00	5.64E+11
	I 133	8.18E+11	3.26E+08	5.00E+09	2.43E+10	6.26E+10	4.59E+09	2.88E+09	9.18E+11
	I 134	9.27E+11	1.18E+08	3.36E+08	8.30E+06	8.63E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.27E+11
	I 135	7.63E+11	2.75E+08	3.03E+09	7.79E+09	9.89E+09	4.14E+06	1.64E+04	7.84E+11
Rb 88		4.47E+11	6.79E+06	7.24E+06	1.40E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.47E+11
Rb 89		5.95E+11	5.42E+06	4.35E+06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.95E+11
Cs 134		1.34E+11	4.76E+07	8.62E+08	5.93E+09	3.22E+10	2.82E+10	2.08E+11	4.09E+11
Cs 136		3.35E+10	1.35E+07	2.42E+08	1.63E+09	8.16E+09	6.07E+09	2.73E+10	7.69E+10
Cs 137		9.31E+10	2.82E+07	5.10E+08	3.51E+09	1.91E+10	1.68E+10	1.25E+11	2.58E+11
Cs 138		8.40E+11	5.17E+07	1.08E+08	1.14E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.40E+11

表 7.1-5　RCCA 弹出事故源项—二回路释放途径

单位：Bq

核素		0~2h	2~8h	0-8h
Kr 83 m		9.51E+12	7.53E+12	1.70E+13
Kr 85m		2.62E+13	4.37E+13	6.99E+13
Kr 85		1.04E+12	3.12E+12	4.15E+12
Kr 87		3.83E+13	1.87E+13	5.70E+13
Kr 88		7.05E+13	8.61E+13	1.57E+14
Xe 131m		1.17E+12	3.49E+12	4.66E+12
Xe 133m		5.19E+12	1.48E+13	2.00E+13
Xe 133		1.69E+14	4.97E+14	6.66E+14
Xe 135m		6.41E+12	2.80E+10	6.44E+12
Xe 135		5.14E+13	1.14E+14	1.66E+14
Xe 138		2.75E+13	7.79E+10	2.76E+13
元素碘	I 131	6.20E+11	5.21E+12	5.83E+12
	I 132	5.18E+11	1.75E+12	2.27E+12
	I 133	1.22E+12	9.09E+12	1.03E+13
	I 134	4.54E+11	9.79E+11	1.43E+12
	I 135	1.00E+12	5.64E+12	6.64E+12
有机碘	I 131	1.92E+10	1.61E+11	1.80E+11
	I 132	1.60E+10	5.41E+10	7.01E+10
	I 133	3.77E+10	2.81E+11	3.19E+11
	I 134	1.40E+10	3.03E+10	4.43E+10
	I 135	3.09E+10	1.74E+11	2.05E+11
Rb 88		2.15E+10	3.84E+10	5.99E+10
Rb 89		2.45E+10	4.34E+10	6.79E+10
Cs 134		5.17E+10	4.40E+11	4.91E+11
Cs 136		1.43E+10	1.24E+11	1.38E+11
Cs 137		3.17E+10	2.60E+11	2.92E+11
Cs 138		7.20E+10	1.37E+11	2.09E+11

表 7.1-6　MSLB 源项计算所用的主要参数

参数	值
一回路冷却剂活度	表 4.6-3
一回路向二回路泄漏率	44l/h（单台 SG）
SG 蒸汽夹带因子	碘：1% 碱金属：0.25%
释放碘的化学形态	元素碘：97% 有机碘：3%
二回路液体质量	破损 SG：100t 完好 SG：60t（单台 SG）
完好 SG 排放到环境的蒸汽质量（2 个 SG）	0-2h：232t 2h-8h：442t
释放持续时间	8h

表 7.1-7　MSLB 事故源项

单位：Bq

核素		0~2h	2~8h	0-8h
Kr 83 m		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr 85m		2.36E+10	6.00E+10	8.36E+10
Kr 85		1.56E+08	4.67E+08	6.23E+08
Kr 87		2.26E+10	4.86E+10	7.13E+10
Kr 88		5.02E+10	1.20E+11	1.70E+11
Xe 131m		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe 133m		1.17E+10	3.45E+10	4.62E+10
Xe 133		3.13E+11	9.32E+11	1.25E+12
Xe 135m		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe 135		1.20E+11	3.29E+11	4.50E+11
Xe 138		1.82E+10	4.53E+10	6.34E+10
元素碘	I 131	4.83E+11	1.93E+11	6.76E+11
	I 132	6.50E+10	5.80E+10	1.23E+11
	I 133	1.94E+11	8.13E+10	2.75E+11
	I 134	4.23E+09	6.27E+09	1.05E+10
	I 135	5.32E+10	3.03E+10	8.35E+10
有机碘	I 131	1.49E+10	5.98E+09	2.09E+10
	I 132	2.01E+09	1.79E+09	3.80E+09
	I 133	5.99E+09	2.51E+09	8.51E+09
	I 134	1.31E+08	1.94E+08	3.25E+08
	I 135	1.65E+09	9.36E+08	2.58E+09
Cs 134		2.61E+11	1.10E+11	3.72E+11
Cs 136		2.25E+10	8.92E+09	3.14E+10
Cs 137		3.19E+11	1.34E+11	4.53E+11
Cs 138		2.25E+10	4.13E+10	6.38E+10

表 7.1-8　SGTR 事故源项分析假设和输入数据

SG 水蒸发中碘的分离系数	1%
SG 水蒸发中铯的分离系数	0.25%
释放碘的化学形态	元素碘：97% 有机碘：3%
安注和失去厂外电	事故后 600.9s
破损 SG 停止释放时刻	事故后 12690s
燃料芯块-包壳间隙中放射性碘释放的持续时间	8h
完好 SG 一回路向二回路的泄漏率（单台）	44 L/h
一回路放射性比活度	表 4.6-3

表 7.1-9　SGTR 事故源项

单位：Bq

核素	0-2h	2-8h	0-8h
Kr 85m	1.36E+12	1.60E+12	2.96E+12
Kr 85	1.54E+10	1.81E+10	3.35E+10
Kr 87	2.97E+12	3.48E+12	6.45E+12
Kr 88	5.99E+12	7.02E+12	1.30E+13
Xe 133m	1.32E+12	1.55E+12	2.87E+12
Xe 133	3.87E+13	4.53E+13	8.40E+13
Xe 135	2.18E+13	2.55E+13	4.73E+13
Xe 138	3.29E+12	3.85E+12	7.14E+12
I 131	2.06E+11	1.71E+12	1.91E+12
I 132	1.71E+11	9.66E+11	1.14E+12
I 133	2.74E+11	2.16E+12	2.43E+12
I 134	2.34E+11	8.86E+11	1.12E+12
I 135	2.31E+11	1.79E+12	2.02E+12
CS 134	1.52E+08	2.42E+08	3.95E+08
CS 136	3.64E+07	4.33E+07	7.97E+07
CS 137	2.00E+08	3.14E+08	5.13E+08
CS 138	1.40E+09	1.82E+08	1.58E+09

表 7.1-10　SGTR-2 事故源项分析假设和输入数据

SG 水的蒸发中碘的分离系数	1%
SG 水的蒸发中铯的分离系数	0.25%
释放碘的化学形态	元素碘：97% 有机碘：3%
停堆和失去厂外电	事故后 285.2s
破损 SG 停止释放时刻	事故后 14216.2s
完好 SG 一回路向二回路的泄漏率（单台）	44 L/h
一回路放射性比活度	表 4.6-3

表 7.1-11　SGTR-2 事故源项

单位：Bq

核素	0-2h	2-8h	0-8h
Kr 85m	4.14E+12	1.77E+12	5.91E+12
Kr 85	4.69E+10	2.00E+10	6.70E+10
Kr 87	9.04E+12	3.85E+12	1.29E+13
Kr 88	1.82E+13	7.77E+12	2.60E+13
Xe 133m	4.02E+12	1.71E+12	5.73E+12
Xe 133	1.18E+14	5.02E+13	1.68E+14
Xe 135	6.63E+13	2.83E+13	9.46E+13
Xe 138	1.00E+13	4.27E+12	1.43E+13
I 131	7.59E+11	7.90E+12	8.66E+12
I 132	6.36E+11	4.44E+12	5.07E+12
I 133	1.01E+12	9.99E+12	1.10E+13
I 134	8.76E+11	4.07E+12	4.94E+12
I 135	8.59E+11	8.27E+12	9.13E+12
CS 134	1.54E+08	3.36E+08	4.90E+08
CS 136	3.78E+07	7.64E+07	1.14E+08
CS 137	2.04E+08	4.51E+08	6.55E+08
CS 138	1.59E+09	6.88E+08	2.28E+09

表 7.1-12　燃料操作事故源项分析假设和输入参数

燃料芯块-包壳间隙内的核素占发生事故的燃料组件内总积存量的比例	I-131	0.08
	Kr85	0.10
	其他惰性气体	0.05
	其它卤素	0.05
	碱金属	0.12
进入乏燃料水池的核素的化学形态份额	元素碘	0.9985
	有机碘	0.0015
乏燃料水池中的水对核素的去除因子	元素碘	500
	其它核素	1
乏燃料厂房低流量通风系统运行时，过滤器对碘的过滤系数	元素碘	1000
	有机碘	100
乏燃料厂房的自由容积	12000 m^3	
乏燃料厂房排气通风流量	事故发生 30 分钟内	12000m^3/h
	事故发生 30 分钟后	6800 m^3/h
放射性活度释放时间	24 小时	

表 7.1-13　燃料操作事故源项

单位：GBq

核素		0-2h	2-8h	8-24h	0-24h
元素碘	I-129	3.363E-05	2.621E-08	9.141E-10	3.366E-05
	I-131	1.239E+03	9.538E-01	3.253E-02	1.240E+03
	I-132	6.118E+02	1.868E-01	1.035E-03	6.120E+02
	I-133	7.857E+01	5.484E-02	1.556E-03	7.863E+01
	I-134	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	I-135	5.313E-02	2.944E-05	5.381E-07	5.316E-02
有机碘	I-129	2.550E-05	1.969E-07	6.866E-09	2.570E-05
	I-131	9.389E+02	7.164E+00	2.443E-01	9.463E+02
	I-132	4.628E+02	1.403E+00	7.772E-03	4.642E+02
	I-133	5.955E+01	4.119E-01	1.168E-02	5.997E+01
	I-134	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	I-135	4.024E-02	2.211E-04	4.042E-06	4.047E-02
惰性气体	Kr-83m	1.193E-07	1.698E-08	5.922E-11	1.364E-07
	Kr-85	1.931E+04	7.425E+03	2.589E+02	2.700E+04
	Kr-85m	3.980E-02	9.997E-03	1.348E-04	4.993E-02
	Kr-87	7.172E-19	6.838E-20	8.715E-23	7.857E-19
	Kr-88	1.326E-05	2.640E-06	2.068E-08	1.592E-05
	Xe-131m	6.004E+03	4.698E+00	9.508E-09	6.009E+03
	Xe-133	5.908E+05	2.046E+02	3.765E-08	5.911E+05
	Xe-133m	2.363E+04	2.721E+03	6.699E+00	2.636E+04
	Xe-135	2.316E+03	2.647E+02	6.396E-01	2.581E+03
	Xe-135m	7.364E+00	8.263E-01	1.906E-03	8.192E+00
	Xe-138	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

表 7.1-14　主泵转子卡死事故源项计算所用的主要参数

参数	值
一回路冷却剂活度	表 4.6-3
一回路向二回路泄漏率	44 L/h（单台 SG）
堆芯积存量	表 4.6-1
破损燃料棒份额	10%
破损燃料棒裂变产物释放到一回路冷却剂的份额	惰性气体（Kr-85 除外）：5% Kr-85：10% 碘（除 I-131）：5% I-131：8% 碱金属：5%
SG 蒸汽夹带因子	碘：1% 碱金属：0.25%
释放碘的化学形态	分子碘：97% 有机碘：3%
二回路液体质量	60t（单台 SG）
SG 排放到环境的蒸汽质量（2 个 SG）	0-2h：212t 2h-8h：382t
释放持续时间	8h

表 7.1-15　主泵转子卡死事故源项

单位：Bq

核素		0~2h	2~8h	0-8h
Kr 83 m		2.32E+12	1.84E+12	4.17E+12
Kr 85m		6.43E+12	1.07E+13	1.71E+13
Kr 85		5.08E+11	1.52E+12	2.03E+12
Kr 87		9.35E+12	4.56E+12	1.39E+13
Kr 88		1.73E+13	2.11E+13	3.84E+13
Xe 131m		2.87E+11	8.53E+11	1.14E+12
Xe 133m		1.28E+12	3.64E+12	4.91E+12
Xe 133		4.16E+13	1.22E+14	1.64E+14
Xe 135m		1.57E+12	6.84E+09	1.58E+12
Xe 135		1.27E+13	2.82E+13	4.08E+13
Xe 138		6.73E+12	1.91E+10	6.75E+12
元素碘	I-131	1.87E+11	1.58E+12	1.76E+12
	I-132	9.57E+10	3.28E+11	4.24E+11
	I-133	2.26E+11	1.71E+12	1.94E+12
	I-134	8.32E+10	1.83E+11	2.67E+11
	I-135	1.84E+11	1.06E+12	1.24E+12
有机碘	I-131	5.78E+09	4.88E+10	5.46E+10
	I-132	2.96E+09	1.02E+10	1.31E+10
	I-133	7.00E+09	5.29E+10	5.99E+10
	I-134	2.57E+09	5.67E+09	8.25E+09
	I-135	5.70E+09	3.27E+10	3.84E+10
Rb 88		3.49E+09	6.36E+09	9.85E+09
Rb 89		3.98E+09	7.20E+09	1.12E+10
Cs 134		9.35E+09	7.54E+10	8.48E+10
Cs 136		2.41E+09	2.07E+10	2.31E+10
Cs 137		6.31E+09	4.62E+10	5.26E+10
Cs 138		1.17E+10	2.27E+10	3.44E+10

表 7.1-16　各个方位非居住区边界处的大气弥散因子

单位：s/m^3

方位	距离	0~2h
N	800m	1.00E-04
NNE	800m	8.67E-05
NE	800m	9.42E-05
ENE	800m	9.64E-05
E	800m	4.98E-05
ESE	800m	1.15E-04
SE	800m	1.38E-04
SSE	800m	1.52E-04
S	**800m**	**1.77E-04**
SSW	800m	1.67E-04
SW	800m	1.20E-04
WSW	800m	1.03E-04
W	800m	6.03E-05
WNW	800m	6.64E-05
NW	800m	8.11E-05
NNW	800m	5.78E-05
全厂址		1.54E-04
最大值		1.77E-04

表 7.1-17　各个方位规划限制区外边界处的大气弥散因子

单位：s/m^3

方位/距离	0-2h	2-8h	8-24h	24-96h	96-720h
N（5000m）	1.14E-05	6.37E-06	3.79E-06	1.71E-06	5.46E-07
NNE（5000m）	1.01E-05	5.44E-06	3.14E-06	1.34E-06	3.99E-07
NE（5000m）	7.66E-06	4.22E-06	2.48E-06	1.10E-06	3.41E-07
ENE（5000m）	8.78E-06	4.67E-06	2.66E-06	1.12E-06	3.26E-07
E（5000m）	2.88E-06	1.65E-06	1.00E-06	4.68E-07	1.56E-07
ESE（5000m）	1.02E-05	5.56E-06	3.22E-06	1.39E-06	4.19E-07
SE（5000m）	1.58E-05	8.62E-06	5.01E-06	2.18E-06	6.62E-07
SSE（5000m）	2.01E-05	1.07E-05	6.10E-06	2.58E-06	7.50E-07
S（5000m）	**2.58E-05**	**1.41E-05**	**8.21E-06**	**3.59E-06**	**1.09E-06**
SSW（5000m）	2.55E-05	1.35E-05	7.66E-06	3.21E-06	9.20E-07
SW（5000m）	1.25E-05	6.93E-06	4.09E-06	1.82E-06	5.69E-07
WSW（5000m）	9.42E-06	5.34E-06	3.21E-06	1.47E-06	4.82E-07
W（5000m）	3.73E-06	2.29E-06	1.49E-06	7.65E-07	2.95E-07
WNW（5000m）	4.48E-06	2.69E-06	1.71E-06	8.49E-07	3.11E-07
NW（5000m）	6.58E-06	3.66E-06	2.17E-06	9.75E-07	3.08E-07
NNW（5000m）	5.28E-06	3.01E-06	1.82E-06	8.41E-07	2.78E-07
全厂址	1.87E-05	1.06E-05	6.44E-06	2.98E-06	9.87E-07
最大值	2.58E-05	1.41E-05	8.21E-06	3.59E-06	1.09E-06

表 7.1-18　剂量转换因子

核素		衰变常数（1/s）	烟云浸没照射（Sv/s）/（Bq/m^3）	地面沉积外照射（Sv/s）/（Bq/m^2）	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-130	有机碘	1.55E-05	1.04E-13	2.10E-15	1.99E-09	7.14E-10
	粒子碘				1.99E-09	7.14E-10
	元素碘				1.99E-09	7.14E-10
I-131	有机碘	9.98E-07	1.84E-14	3.81E-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	2.28E-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	6.33E-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	2.63E-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	1.52E-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
Cs-134		1.07E-08	7.61E-14	1.55E-15	6.60E-09	6.30E-09
Cs-136		6.11E-07	1.08E-13	2.12E-15	1.20E-09	1.00E-09
Cs-137		7.33E-10	2.76E-14	5.71E-16	4.60E-09	4.40E-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 7.1-19（1/2） 非居住区边界上公众可能受到的最大个人剂量

非居住区边界公众个人有效剂量（2h）

单位：Sv

方位	距离（m）	LOCA	CREA	MSLB	SGTR	SGTR-2	FHA	LRA
N	800	8.58E-05	2.18E-03	5.92E-04	3.21E-04	1.11E-03	1.49E-03	4.55E-04
NNE	800	7.44E-05	1.89E-03	5.14E-04	2.79E-04	9.60E-04	1.29E-03	3.95E-04
NE	800	8.08E-05	2.05E-03	5.58E-04	3.03E-04	1.04E-03	1.40E-03	4.29E-04
ENE	800	8.27E-05	2.10E-03	5.71E-04	3.10E-04	1.07E-03	1.43E-03	4.39E-04
E	800	4.27E-05	1.08E-03	2.95E-04	1.60E-04	5.52E-04	7.41E-04	2.27E-04
ESE	800	9.87E-05	2.51E-03	6.81E-04	3.69E-04	1.27E-03	1.71E-03	5.24E-04
SE	800	1.18E-04	3.01E-03	8.18E-04	4.43E-04	1.53E-03	2.05E-03	6.29E-04
SSE	800	1.30E-04	3.31E-03	9.00E-04	4.88E-04	1.68E-03	2.26E-03	6.92E-04
S	**800**	**1.52E-04**	**3.86E-03**	**1.05E-03**	**5.69E-04**	**1.96E-03**	**2.63E-03**	**8.06E-04**
SSW	800	1.43E-04	3.64E-03	9.89E-04	5.37E-04	1.85E-03	2.48E-03	7.61E-04
SW	800	1.03E-04	2.61E-03	7.11E-04	3.86E-04	1.33E-03	1.78E-03	5.47E-04
WSW	800	8.84E-05	2.24E-03	6.10E-04	3.31E-04	1.14E-03	1.53E-03	4.69E-04
W	800	5.17E-05	1.31E-03	3.57E-04	1.94E-04	6.68E-04	8.97E-04	2.75E-04
WNW	800	5.70E-05	1.45E-03	3.93E-04	2.13E-04	7.36E-04	9.88E-04	3.02E-04
NW	800	6.96E-05	1.77E-03	4.80E-04	2.61E-04	8.98E-04	1.21E-03	3.69E-04
NNW	800	4.96E-05	1.26E-03	3.42E-04	1.86E-04	6.40E-04	8.60E-04	2.63E-04
全厂址		1.32E-04	3.35E-03	9.12E-04	4.95E-04	1.71E-03	2.29E-03	7.01E-04

表 7.1-19（2/2） 非居住区边界上公众可能受到的最大个人剂量

非居住区边界公众个人甲状腺剂量（2h）

单位：Sv

方位	距离（m）	LOCA	CREA	MSLB	SGTR	SGTR-2	FHA	LRA
N	800	5.55E-04	1.62E-02	7.45E-03	3.64E-03	1.34E-02	2.73E-02	3.32E-03
NNE	800	4.81E-04	1.40E-02	6.46E-03	3.15E-03	1.16E-02	2.37E-02	2.88E-03
NE	800	5.23E-04	1.52E-02	7.02E-03	3.43E-03	1.26E-02	2.58E-02	3.13E-03
ENE	800	5.35E-04	1.56E-02	7.18E-03	3.51E-03	1.29E-02	2.64E-02	3.20E-03
E	800	2.76E-04	8.05E-03	3.71E-03	1.81E-03	6.68E-03	1.36E-02	1.65E-03
ESE	800	6.38E-04	1.86E-02	8.56E-03	4.18E-03	1.54E-02	3.14E-02	3.82E-03
SE	800	7.66E-04	2.23E-02	1.03E-02	5.02E-03	1.85E-02	3.77E-02	4.58E-03
SSE	800	8.43E-04	2.46E-02	1.13E-02	5.53E-03	2.04E-02	4.16E-02	5.05E-03
S	**800**	**9.82E-04**	**2.86E-02**	**1.32E-02**	**6.44E-03**	**2.37E-02**	**4.84E-02**	**5.88E-03**
SSW	800	9.27E-04	2.70E-02	1.24E-02	6.08E-03	2.24E-02	4.57E-02	5.55E-03
SW	800	6.66E-04	1.94E-02	8.94E-03	4.37E-03	1.61E-02	3.28E-02	3.99E-03
WSW	800	5.72E-04	1.67E-02	7.67E-03	3.75E-03	1.38E-02	2.82E-02	3.42E-03
W	800	3.35E-04	9.75E-03	4.49E-03	2.19E-03	8.08E-03	1.65E-02	2.00E-03
WNW	800	3.68E-04	1.07E-02	4.95E-03	2.42E-03	8.90E-03	1.82E-02	2.21E-03
NW	800	4.50E-04	1.31E-02	6.04E-03	2.95E-03	1.09E-02	2.22E-02	2.69E-03
NNW	800	3.21E-04	9.35E-03	4.30E-03	2.10E-03	7.75E-03	1.58E-02	1.92E-03
全厂址		8.55E-04	2.49E-02	1.15E-02	5.60E-03	2.06E-02	4.21E-02	5.12E-03

表 7.1-20（1/2）　规划限制区外边界公众个人剂量

规划限制区外边界公众个人有效剂量

单位：Sv

方位	距离（m）	LOCA（0~30d）	CREA（0~30d）	MSLB（0~8h）	SGTR（0~8h）	SGTR-2（0~8h）	FHA（0~24h）	LRA（0~8h）
N	5000	6.38E-05	9.41E-04	8.44E-05	1.54E-04	6.34E-04	1.76E-04	1.68E-04
NNE	5000	5.16E-05	8.13E-04	7.43E-05	1.32E-04	5.46E-04	1.56E-04	1.45E-04
NE	5000	4.14E-05	6.26E-04	5.66E-05	1.02E-04	4.21E-04	1.18E-04	1.12E-04
ENE	5000	4.36E-05	7.01E-04	6.44E-05	1.14E-04	4.70E-04	1.35E-04	1.25E-04
E	5000	1.71E-05	2.42E-04	2.14E-05	3.95E-05	1.63E-04	4.44E-05	4.32E-05
ESE	5000	5.31E-05	8.28E-04	7.52E-05	1.35E-04	5.56E-04	1.57E-04	1.48E-04
SE	5000	8.30E-05	1.28E-03	1.17E-04	2.09E-04	8.62E-04	2.43E-04	2.29E-04
SSE	5000	1.00E-04	1.61E-03	1.48E-04	2.61E-04	1.08E-03	3.10E-04	2.87E-04
S	**5000**	**1.36E-04**	**2.10E-03**	**1.90E-04**	**3.42E-04**	**1.41E-03**	**3.97E-04**	**3.74E-04**
SSW	5000	1.25E-04	2.03E-03	1.87E-04	3.30E-04	1.36E-03	3.93E-04	3.62E-04
SW	5000	6.83E-05	1.03E-03	9.25E-05	1.67E-04	6.91E-04	1.93E-04	1.83E-04
WSW	5000	5.44E-05	7.86E-04	7.00E-05	1.28E-04	5.30E-04	1.45E-04	1.40E-04
W	5000	2.71E-05	3.29E-04	2.81E-05	5.40E-05	2.24E-04	5.75E-05	5.87E-05
WNW	5000	3.03E-05	3.89E-04	3.36E-05	6.37E-05	2.64E-04	6.90E-05	6.94E-05
NW	5000	3.64E-05	5.42E-04	4.87E-05	8.83E-05	3.65E-04	1.01E-04	9.66E-05
NNW	5000	3.10E-05	4.42E-04	3.93E-05	7.22E-05	2.98E-04	8.14E-05	7.89E-05
全厂址		1.10E-04	1.56E-03	1.39E-04	2.55E-04	1.05E-03	2.88E-04	2.78E-04

表 7.1-20（2/2）　规划限制区外边界公众个人剂量

规划限制区外边界公众个人甲状腺当量剂量

单位：Sv

方位	距离（m）	LOCA（0~30d）	CREA（0~30d）	MSLB（0~8h）	SGTR（0~8h）	SGTR-2（0~8h）	FHA（0~24h）	LRA（0~8h）
N	5000	3.26E-04	8.27E-03	1.04E-03	2.31E-03	1.03E-02	3.12E-03	2.11E-03
NNE	5000	2.60E-04	7.12E-03	9.15E-04	1.99E-03	8.83E-03	2.77E-03	1.81E-03
NE	5000	2.11E-04	5.49E-03	6.97E-04	1.53E-03	6.83E-03	2.10E-03	1.40E-03
ENE	5000	2.19E-04	6.13E-03	7.94E-04	1.71E-03	7.60E-03	2.40E-03	1.56E-03
E	5000	8.84E-05	2.13E-03	2.64E-04	5.95E-04	2.65E-03	7.89E-04	5.44E-04
ESE	5000	2.69E-04	7.25E-03	9.26E-04	2.02E-03	9.01E-03	2.79E-03	1.85E-03
SE	5000	4.20E-04	1.12E-02	1.44E-03	3.14E-03	1.40E-02	4.33E-03	2.87E-03
SSE	5000	5.03E-04	1.40E-02	1.82E-03	3.91E-03	1.74E-02	5.51E-03	3.58E-03
S	**5000**	**6.90E-04**	**1.84E-02**	**2.34E-03**	**5.13E-03**	**2.28E-02**	**7.07E-03**	**4.69E-03**
SSW	5000	6.28E-04	1.77E-02	2.30E-03	4.94E-03	2.20E-02	6.98E-03	4.52E-03
SW	5000	3.48E-04	9.01E-03	1.14E-03	2.52E-03	1.12E-02	3.42E-03	2.30E-03
WSW	5000	2.79E-04	6.91E-03	8.62E-04	1.93E-03	8.60E-03	2.58E-03	1.76E-03
W	5000	1.43E-04	2.92E-03	3.46E-04	8.17E-04	3.65E-03	1.02E-03	7.46E-04
WNW	5000	1.59E-04	3.44E-03	4.14E-04	9.63E-04	4.30E-03	1.23E-03	8.80E-04
NW	5000	1.86E-04	4.76E-03	6.00E-04	1.33E-03	5.91E-03	1.80E-03	1.21E-03
NNW	5000	1.59E-04	3.89E-03	4.84E-04	1.09E-03	4.85E-03	1.45E-03	9.94E-04
全厂址		5.65E-04	1.37E-02	1.71E-03	3.83E-03	1.71E-02	5.12E-03	3.50E-03

表 7.1-21　事故后果与国家标准的比较

事故	事故类别	非居住区边界（800m）			
		有效剂量		甲状腺当量剂量	
		最大剂量（Sv）	与 GB6249-2011 控制值之比	最大剂量（Sv）	与 GB6249-2011 控制值之比
LOCA	Ⅳ	1.52E-04	0.15%	9.82E-04	0.10%
CREA	**Ⅳ**	**3.86E-03**	**3.86%**	2.86E-02	2.86%
MSLB	Ⅳ	1.05E-03	1.05%	1.32E-02	1.32%
SGTR	**Ⅲ**	**5.69E-04**	**11.38%**	**6.44E-03**	**12.88%**
SGTR-2	Ⅳ	1.96E-03	1.96%	2.37E-02	2.37%
FHA	**Ⅳ**	2.63E-03	2.63%	**4.84E-02**	**4.84%**
LRA	Ⅳ	8.06E-04	0.81%	5.88E-03	0.59%

事故	事故类别	规划限制区边界（5km）			
		有效剂量		甲状腺当量剂量	
		最大剂量（Sv）	与 GB6249-2011 控制值之比	最大剂量（Sv）	与 GB6249-2011 控制值之比
LOCA	Ⅳ	1.36E-04	0.14%	6.90E-04	0.07%
CREA	**Ⅳ**	**2.10E-03**	**2.10%**	1.84E-02	1.84%
MSLB	Ⅳ	1.90E-04	0.19%	2.34E-03	0.23%
SGTR	**Ⅲ**	**3.42E-04**	**6.84%**	**5.13E-03**	**10.26%**
SGTR-2	**Ⅳ**	1.41E-03	1.41%	**2.28E-02**	**2.28%**
FHA	Ⅳ	3.97E-04	0.40%	7.07E-03	0.71%
LRA	Ⅳ	3.74E-04	0.37%	4.69E-03	0.47%

7.2 严重事故

7.2.1 事故描述

7.2.2 事故后果

7.2.3 严重事故预防和缓解方案

7.2 严重事故

7.2.1 事故描述

设计扩展工况是指不在设计基准事故考虑范围的事故工况，包括没有造成堆芯明显损伤的工况（DEC-A）和堆芯熔化（严重事故）工况（DEC-B）。严重事故主要是由于堆芯冷却剂的持续丧失和失去二次侧热阱，导致堆芯裸露，继而发生堆芯材料氧化和燃料棒失效。本章将选取事故后果更严重的DEC-B工况的典型事故序列进行评价。

太平岭核电厂1、2号机组严重事故序列选取的总体方法为：采用概率论、确定论和工程判断相结合的方法。根据《中广核广东太平岭核电厂1、2号机组初步安全分析报告》第19章的分析，选取典型的大破口失水事故（LBLOCA）和全厂断电事故（SBO）作为代表性严重事故的始发事件。

（1）事故概述

LBLOCA 导致的严重事故是满功率下，在蒸汽发生器隔间的主回路发生双端剪切断裂，假设中、低压安注和喷淋均不可用，仅安注箱可用。在大破口失水事故中，燃料包壳达到 100%破损，大量的放射性冷却剂和裂变产物释放进入安全壳，引起安全壳的快速增压，从而导致大量放射性物质向环境释放。

SBO导致的严重事故是在满功率下，发生全厂断电迭加SBO柴油发电机失效，一回路排热量减少和流量惰走导致堆芯释热能力下降，由于二次侧冷却失效最终导致堆芯熔化，大量的放射性冷却剂和裂变产物释放进入安全壳，引起安全壳的快速增压，从而导致大量放射性物质向环境释放。

（2）源项分析

a) 大破口失水事故（LBLOCA）

功率工况发生一回路双端剪切大破口事故，紧急停堆成功，中、低压安注不可用，安全壳喷淋不可用，安注箱可用，堆芯出口温度达到650℃进行一回路卸压，环廊通风系统（EDE）与安全辅助厂房控制区通风系统（DWL）可用，堆坑注水系统（IVR）有效。发生LOCA后，一回路冷却剂及堆芯中的放射性核素进入内层安全壳大气中。内层安全壳大气中的核素通过内层安全壳的泄漏进入内外安全壳之间的环廊和安全辅助厂房。环廊和安全辅助厂房中的核素经由通风系统及过滤器释放到环境。

源项计算过程中的假设如下：

- 根据其化学特性和物理特性，放射性核素分为不同的化学元素组别。释放量的计算考虑到了影响气溶胶行为的所有相关物理过程；
- 设计压力下内层安全壳的泄漏率为 0.3%/d，内层安全壳总泄漏量的 42%经贯穿孔流向环廊，58%流向安全辅助厂房；
- 事故中放射性产物的过滤效率为：惰性气体：0.0%；气溶胶：99.9%；有机碘：99.0%；元素碘：99.0%；
- 根据初始堆芯积存量和 MAAP 程序给出的各核素组释放至环境中的份额来计算释放至环境中的放射性活度。

  LBLOCA 事故源项计算结果见表 7.2-1。

b) 全厂断电事故（SBO）

功率工况下发生全厂断电迭加SBO柴油发电机失效事故，中、低压安注不可用，安全壳喷淋不可用，安注箱可用，堆芯出口温度达到650℃进行一回路卸压，考虑堆坑注水系统（IVR）有效，环廊通风系统（EDE）事故后12h内由不间断电源（UPS）供电，通风过滤系统可用，安全辅助厂房控制区通风系统（DWL）在事故后12h内丧失电源不可用，事故后12h，SBO柴油机恢复供电，DWL和EDE通风系统可用，放射性物质经过滤后释放至环境。全厂断电事故中源项计算假设如下：

- 根据其化学特性和物理特性，放射性核素分为不同的化学元素组别。释放量的计算考虑到了影响气溶胶行为的所有相关物理过程；
- 设计压力下内层安全壳的泄漏率为 0.3%V/d，内层安全壳总泄漏量的 42%经贯穿孔流向环廊，58%流向安全辅助厂房；
- 在环廊通风系统（EDE）和安全辅助厂房控制区通风系统（DWL）可用的前提下，放射性产物的过滤效率为：惰性气体：0.0%；气溶胶：99.9%；有机碘：99.0%；元素碘：99.0%；
- 根据初始堆芯积存量和 MAAP 程序给出的各核素组释放至环境中的份额来计算释放至环境中的放射性活度。

  SBO 事故源项计算结果见表 7.2-2。

7.2.2 事故后果

根据太平岭核电厂厂址气象观测系统 2018 年一整年的逐时气象观测数据，采用苏州热工研究院有限公司研发的 CEIRA 程序系统计算事故短期大气弥散因子。计算模式详见附录 D。

严重事故放射性后果评估时主要考虑下列三个照射途径：

— 放射性烟云浸没外照射；

— 沉积在地面的放射性物质外照射；

— 从烟云中吸入放射性物质内照射。

上述三种照射途径的个人剂量计算公式详见附录 D。

基于 7.1 节中的剂量转换因子、干沉积速率、呼吸率等参数，计算非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量以及甲状腺当量剂量。表 7.2-3 给出了太平岭核电厂一期工程严重事故期间非居住区边界和规划限制区边界的最大公众个人剂量：

（1） 大破口失水事故（LBLOCA）

非居住区边界上 0-2h 公众（成人）的个人有效剂量最大值为 3.21E-02Sv，甲状腺当量剂量最大值为 7.20E-03Sv；规划限制区外边界上事故持续期间公众（成人）的个人有效剂量最大值为 9.49E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 2.12E-03Sv。

（2） 全厂断电事故（SBO）

非居住区边界上 0-2h 公众（成人）未受到明显事故辐照影响；规划限制区外边界上事故持续期间公众（成人）的个人有效剂量最大值为 7.60E-02Sv，甲状腺当量剂量最大值为 5.18E-01Sv。

7.2.3 严重事故预防和缓解方案

7.2.2.1 严重事预防

核电厂最基本的安全原则是纵深防御原则。纵深相依的几道屏障，其完整性由多重的安全设施与规程予以保护。因此单项的人因失误或设备故障不会造成屏障的丧失。纵深防御的各项措施有助于保住基本的安全功能：控制堆功率、冷却堆芯燃料、防止放射性外逸。核电厂事故预防与缓解，目的就在于巩固充实纵深防御。国际经验表明，核电厂采用的纵深防御原则是有效的，在核电厂的设计、建造、调试、运行和退役中必须坚持，因此将这一概念和措施扩展到事故的处置中。事故处置，即严重事故对策，包括两方面的内容：

a) 在事故发生后采取一切可用的手段，中止事故进程，防止堆芯损伤这一部分称为事故预防；

b) 当堆芯不可避免地受损时，则采用各种手段，尽量减少放射性物质向厂外的释

放，这一部分称为事故缓解。

事故处置的主要注意力放在事故预防上，特别是预防可能引起堆芯损坏的事故。事故处置对策归结为确保三个安全功能：

a) 为了防止或及早中止堆芯损坏过程，应当首先确保停堆能力，始终维持反应堆处于次临界状态；

b) 同时，应确保堆芯的冷却能力以顺利带出堆芯衰变热，为此可采用的手段有二次侧补泄过程、一次侧补泄过程及辅助喷淋等；

c) 为了维持放射性包容能力，应当考虑安全壳隔离措施和必要的减压措施。

7.2.2.1 严重事故缓解措施

如果核电厂严重事故预防措施在事故发展过程中失效，将导致严重事故的发生。事故缓解的目标是尽可能维持对已高度损坏的堆芯的冷却，实现可控的最终稳定状态，尽可能长时间地维持安全壳的完整性，从而为厂外应急计划赢得更多的时间。尽可能地降低放射性物质向厂外的释放，尽量避免土壤和地下水的长期污染。严重事故的结果很大程度上取决于安全壳的安全性能和安全壳包容放射性物质的能力，在大多数的严重事故序列中，维持安全壳完整性的压力边界由以下两个因素决定：

a) 安全壳在结构上承受的载荷大小；

b) 安全壳结构上对载荷的响应和安全壳边界的完整性。

太平岭核电厂 1、2 号机组在严重事故情况下采取的缓解措施有：

a) 采用一回路卸压系统防止高压熔堆导致安全壳直接加热；

b) 采用氢气控制系统防止氢气燃爆；

c) 采用安全壳内热量导出系统（EHR）防止安全壳晚期超压失效；

d) 采用熔融物堆内滞留系统进行堆熔后的熔融物处置；

e) 采用安全壳过滤排放系统（EUF），通过可控的过滤排放确保安全壳压力不超过其承载限值，确保安全壳的完整性。

表 7.2-1　LBLOCA 工况释放到环境中的放射性裂变产物释放量

单位：GBq

核素	0-2h	2-8h	8-24h	1-3d	3-7d
Kr-85	8.46E+03	3.57E+04	9.25E+04	2.70E+05	5.32E+05
Kr-85m	2.48E+05	7.66E+05	5.14E+05	9.84E+04	5.75E+01
Kr-87	5.12E+05	7.28E+05	2.43E+04	1.75E+01	7.95E-11
Kr-88	7.25E+05	1.87E+06	5.95E+05	3.25E+04	2.52E-01
Xe-131m	9.58E+03	4.02E+04	1.02E+05	2.80E+05	4.66E+05
Xe-133	1.38E+06	5.77E+06	1.42E+07	3.63E+07	4.86E+07
Xe-133m	4.27E+04	1.75E+05	4.04E+05	8.58E+05	6.90E+05
Xe-135	4.50E+05	1.63E+06	2.15E+06	1.35E+06	3.58E+04
Xe-135m	2.85E+05	5.22E+03	2.79E-04	2.04E-22	4.02E-79
Xe-138	1.32E+06	1.52E+04	2.05E-04	3.77E-24	1.19E-85
I-131	1.77E+02	1.07E+02	1.78E+02	1.45E+03	0.00E+00
I-132	2.59E+02	8.66E+01	9.09E+00	1.65E+00	0.00E+00
I-133	3.78E+02	2.16E+02	2.68E+02	1.50E+03	0.00E+00
I-134	4.36E+02	5.46E+01	1.15E-01	2.12E-05	0.00E+00
I-135	3.57E+02	1.76E+02	1.11E+02	2.51E+02	0.00E+00
Cs-134	6.72E+01	4.04E+01	4.69E+01	4.87E+02	6.40E+01
Cs-136	1.94E+01	1.16E+01	1.32E+01	1.32E+02	1.51E+01
Cs-137	3.92E+01	2.36E+01	2.73E+01	2.84E+02	3.74E+01
Rb-86	6.58E-01	3.95E-01	4.51E-01	4.57E+00	5.46E-01
Rb-88	2.74E+02	1.53E+00	2.13E-07	6.78E-22	9.16E-72
Rb-89	3.65E+02	9.91E-01	1.59E-08	1.60E-25	6.75E-83
Y-90	9.48E-03	6.30E-03	1.16E-03	5.73E-06	0.00E+00
Y-91	1.28E-01	8.69E-02	1.73E-02	9.91E-05	0.00E+00
Y-92	1.50E-01	6.89E-02	3.31E-03	1.06E-06	0.00E+00
Y-93	1.06E-01	6.28E-02	7.51E-03	1.60E-05	0.00E+00
Zr-95	1.50E-01	1.02E-01	2.04E-02	1.16E-04	0.00E+00
Zr-97	1.43E-01	8.94E-02	1.32E-02	4.21E-05	0.00E+00
Nb-95	1.50E-01	1.01E-01	2.02E-02	1.15E-04	0.00E+00
Mo-99	2.17E+01	1.53E+01	2.84E+00	0.00E+00	0.00E+00
Te-127	1.12E+01	6.39E+00	1.13E+00	3.24E+00	2.11E-02
Te-127m	1.90E+00	1.26E+00	4.17E-01	5.10E+00	1.06E+00
Te-129	3.78E+01	7.24E+00	2.42E-02	1.96E-05	5.61E-19

Te-129m	7.68E+00	1.47E+00	4.90E-03	3.96E-06	1.12E-19
Te-131m	2.51E+01	1.59E+01	4.33E+00	3.18E+01	2.26E+00
Te-132	1.72E+02	1.12E+02	3.45E+01	3.46E+02	4.76E+01
Te-134	2.66E+02	2.43E+01	7.98E-03	1.95E-08	1.12E-29
Sb-127	7.42E+00	5.38E+00	4.61E+01	8.07E+00	7.66E-05
Sb-129	2.62E+01	1.39E+01	2.63E+01	7.10E-01	1.45E-09
Sr-89	4.81E+00	3.34E+00	6.68E-01	3.61E-04	0.00E+00
Sr-90	4.17E-01	2.90E-01	5.83E-02	3.17E-05	0.00E+00
Sr-91	6.86E+00	4.13E+00	4.85E-01	9.38E-05	0.00E+00
Sr-92	6.88E+00	2.86E+00	9.02E-02	1.09E-06	0.00E+00
Ba-139	1.24E+01	3.01E+00	1.92E-02	9.20E-08	0.00E+00
Ba-140	1.21E+01	7.94E+00	1.56E+00	1.42E-02	0.00E+00
Ru-103	1.91E+01	1.37E+01	2.74E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-105	1.41E+01	7.44E+00	4.72E-01	0.00E+00	0.00E+00
Ru-106	8.30E+00	5.97E+00	1.20E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-105	1.29E+01	8.95E+00	1.55E+00	0.00E+00	0.00E+00
Tc-99m	1.92E+01	1.09E+01	9.26E-01	0.00E+00	0.00E+00
Ce-141	9.47E-01	6.58E-01	1.31E-01	7.18E-04	0.00E+00
Ce-143	9.93E-01	6.63E-01	1.13E-01	4.65E-04	0.00E+00
Ce-144	7.22E-01	5.03E-01	1.01E-01	5.58E-04	0.00E+00
Pu-238	3.24E-03	2.25E-03	4.51E-04	2.51E-06	0.00E+00
Pu-239	1.99E-04	1.39E-04	2.78E-05	1.54E-07	0.00E+00
Pu-240	3.24E-04	2.25E-04	4.51E-05	2.51E-07	0.00E+00
Pu-241	1.03E-01	7.19E-02	1.44E-02	7.99E-05	0.00E+00
Np-239	1.19E+01	8.09E+00	1.48E+00	6.86E-03	0.00E+00
La-140	1.59E-01	1.04E-01	1.83E-02	8.23E-05	0.00E+00
La-141	1.48E-01	7.02E-02	3.83E-03	1.62E-06	0.00E+00
La-142	1.49E-01	3.75E-02	2.49E-04	8.04E-10	0.00E+00
Nd-147	5.66E-02	3.82E-02	7.51E-03	4.16E-05	0.00E+00
Pr-143	1.41E-01	9.54E-02	1.88E-02	1.05E-04	0.00E+00
Am-241	1.65E-05	1.12E-05	2.24E-06	1.29E-08	0.00E+00
Cm-242	6.07E-03	4.12E-03	8.24E-04	4.73E-06	0.00E+00
Cm-244	7.07E-04	4.80E-04	9.61E-05	5.53E-07	0.00E+00

表 7.2-2　SBO 事故释放到环境中的放射性裂变产物释放量

单位：GBq

核素	0-2h	2-8h	8-24h	1-3d	3-7d
Kr-85	0.00E+00	1.73E+04	9.23E+04	2.67E+05	5.29E+05
Kr-85m	0.00E+00	3.72E+05	5.14E+05	9.78E+04	5.66E+01
Kr-87	0.00E+00	3.53E+05	2.45E+04	1.74E+01	7.83E-11
Kr-88	0.00E+00	9.08E+05	5.97E+05	3.23E+04	2.48E-01
Xe-131m	0.00E+00	1.95E+04	1.02E+05	2.78E+05	4.63E+05
Xe-133	0.00E+00	2.80E+06	1.42E+07	3.60E+07	4.83E+07
Xe-133m	0.00E+00	8.50E+04	4.04E+05	8.51E+05	6.83E+05
Xe-135	0.00E+00	7.90E+05	2.15E+06	1.34E+06	3.53E+04
Xe-135m	0.00E+00	2.53E+03	2.83E-04	2.02E-22	3.96E-79
Xe-138	0.00E+00	7.38E+03	2.08E-04	3.74E-24	1.18E-85
I-131	0.00E+00	1.42E+05	5.17E+04	3.42E+02	5.00E+01
I-132	0.00E+00	1.14E+05	6.99E+03	9.99E-02	2.21E-08
I-133	0.00E+00	2.84E+05	8.69E+04	2.21E+02	9.03E+00
I-134	0.00E+00	7.19E+04	2.31E+02	1.28E-06	1.65E-23
I-135	0.00E+00	2.32E+05	4.62E+04	1.91E+01	4.19E-02
Cs-134	0.00E+00	7.78E+04	2.32E+04	9.36E+01	3.89E+01
Cs-136	0.00E+00	2.23E+04	6.58E+03	2.47E+01	9.01E+00
Cs-137	0.00E+00	4.54E+04	1.36E+04	5.47E+01	2.28E+01
Rb-86	0.00E+00	7.59E+02	2.25E+02	8.61E-01	3.27E-01
Rb-88	0.00E+00	2.94E+03	7.01E-04	4.17E-23	4.07E-72
Rb-89	0.00E+00	1.91E+03	5.25E-05	9.84E-27	3.00E-83
Y-90	0.00E+00	6.75E+00	4.56E+00	9.39E-05	1.94E-08
Y-91	0.00E+00	9.31E+01	6.69E+01	1.63E-03	6.35E-07
Y-92	0.00E+00	7.38E+01	1.64E+01	1.73E-05	3.75E-13
Y-93	0.00E+00	6.73E+01	3.21E+01	2.60E-04	2.66E-09
Zr-95	0.00E+00	1.09E+02	7.85E+01	1.92E-03	7.48E-07
Zr-97	0.00E+00	9.59E+01	5.41E+01	6.86E-04	2.81E-08
Nb-95	0.00E+00	1.09E+02	7.79E+01	1.89E-03	7.20E-07
Mo-99	0.00E+00	3.24E+04	1.03E+04	2.11E-01	4.41E-05
Te-127	0.00E+00	1.24E+04	1.49E+03	6.75E-01	1.51E-02
Te-127m	0.00E+00	2.43E+03	4.59E+02	1.27E+00	1.44E+00
Te-129	0.00E+00	1.40E+04	6.37E+01	3.82E-06	3.72E-19

核素	0-2h	2-8h	8-24h	1-3d	3-7d
Te-129m	0.00E+00	2.84E+03	1.29E+01	7.70E-07	7.42E-20
Te-131m	0.00E+00	3.07E+04	5.05E+03	7.40E+00	2.11E+00
Te-132	0.00E+00	2.17E+05	3.89E+04	8.38E+01	5.46E+01
Te-134	0.00E+00	4.70E+04	2.33E+01	3.80E-09	7.43E-30
Sb-127	0.00E+00	5.87E+03	2.42E+03	8.74E+00	7.21E-02
Sb-129	0.00E+00	1.52E+04	2.49E+03	7.50E-01	1.55E-06
Sr-89	0.00E+00	3.64E+03	2.21E+03	5.28E-02	2.12E-05
Sr-90	0.00E+00	3.16E+02	1.92E+02	4.65E-03	1.94E-06
Sr-91	0.00E+00	4.51E+03	1.78E+03	1.36E-02	1.20E-07
Sr-92	0.00E+00	3.12E+03	4.05E+02	1.58E-04	1.82E-13
Ba-139	0.00E+00	4.27E+03	1.09E+02	8.60E-07	3.55E-20
Ba-140	0.00E+00	1.13E+04	5.72E+03	1.34E-01	3.18E-04
Ru-103	0.00E+00	2.90E+04	9.74E+03	2.34E-01	8.64E-05
Ru-105	0.00E+00	1.58E+04	2.08E+03	4.08E-03	6.12E-10
Ru-106	0.00E+00	1.26E+04	4.26E+03	1.03E-01	3.97E-05
Rh-105	0.00E+00	1.90E+04	5.69E+03	1.01E-01	1.29E-05
Tc-99m	0.00E+00	2.31E+04	3.89E+03	1.46E-02	1.54E-08
Ce-141	0.00E+00	7.39E+02	5.49E+02	1.33E-02	4.89E-06
Ce-143	0.00E+00	7.45E+02	4.90E+02	8.56E-03	9.81E-07
Ce-144	0.00E+00	5.65E+02	4.21E+02	1.03E-02	3.99E-06
Pu-238	0.00E+00	2.53E+00	1.89E+00	4.64E-05	1.81E-08
Pu-239	0.00E+00	1.56E-01	1.16E-01	2.86E-06	1.11E-09
Pu-240	0.00E+00	2.53E-01	1.89E-01	4.64E-06	1.81E-09
Pu-241	0.00E+00	8.07E+01	6.03E+01	1.48E-03	5.76E-07
Np-239	0.00E+00	9.08E+03	6.30E+03	1.27E-01	2.36E-05
La-140	0.00E+00	1.12E+02	7.25E+01	1.35E-03	1.93E-07
La-141	0.00E+00	7.53E+01	1.87E+01	2.63E-05	1.38E-12
La-142	0.00E+00	4.02E+01	1.48E+00	1.31E-08	1.65E-22
Nd-147	0.00E+00	4.10E+01	2.91E+01	6.84E-04	2.33E-07
Pr-143	0.00E+00	1.02E+02	7.27E+01	1.73E-03	6.06E-07
Am-241	0.00E+00	1.20E-02	8.65E-03	2.12E-07	8.54E-11
Cm-242	0.00E+00	4.42E+00	3.18E+00	7.78E-05	3.09E-08
Cm-244	0.00E+00	5.15E-01	3.71E-01	9.10E-06	3.66E-09

表 7.2-3　严重事故场外剂量

单位：Sv

项　目	LBLOCA	SBO
事故后 2 小时内非居住区边界（800m）公众可能受照的最大有效剂量（Sv）	3.21E-02	/
事故后 2 小时内非居住区边界（800m）公众可能受照的最大甲状腺当量剂量（Sv）	7.20E-03	/
整个事故持续期间内规划限制区边界（5km）公众可能受照的最大有效剂量（Sv）	9.49E-03	7.60E-02
整个事故持续期间内规划限制区边界（5km）公众可能受照的最大甲状腺当量剂量（Sv）	2.12E-03	5.18E-01

7.3 场内运输事故

7.3.1 新燃料运输事故

7.2.3 乏燃料运输事故

7.3.3 固体废物运输事故

7.3 场内运输事故

7.3.1 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《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）、《放射性物品运输安全管理条例》（国务院令第 562 号）和交通运输部《放射性物品道路运输管理规定》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。

7.3.2 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）、《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）、《放射性物质安全运输货包泄漏检验》（GB/T17230-1998）、《乏燃料运输容器技术条件》（EJ/T565-1991）、《核级容器制造质量保证》（EJ/T619-1991）和《放射性物质安全运输条例》（IAEA No.TS-R-1）等准则。应证实容器在承受正常运输

条件下和运输中事故条件下的种种试验后，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。

7.3.3 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《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）和《放射性物品道路运输管理规定》），可有效防范运输过程中的环境风险。

7.4 其它事故

7.4.1 建设期间其它事故分析

7.4.2 运行期间其它事故分析

表

表 7.4-1 危险物质贮存情况及与临界量对比

7.4 其它事故

7.4.1 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机会大大增加，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。

7.4.2 运行期间其它事故分析

7.4.2.1 火灾、爆炸

（1）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。

（2）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。

（3）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。

7.4.2.2 危险化学品事故

（1）事故描述

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。

根据建设项目环境风险评价相关要求，风险评价首先要评价有害物质，确定项目中属于应该进行危险性评价的物质以及毒物危害程度的分级。太平岭核电厂在运行中将使用一些毒性物质（如氨、联氨）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。

根据《重大危险源辨识》（GB18218-2018），参考其中规定的临界量，表 7.4-1 给出了本工程两台机组危险化学品的预计储量及位置以及 GB18218-2018 临界量。这些化学品的储存区按照 GB18218-2018 的要求分别视为存储单元。通过危险化学品储量与 GB18218-2018 临界量的对比，可以看出，各存储单元均不构成重大危险源，不需进行后果预测。因此，不考虑对电厂的非放射性环境风险源进行后果预测评价。

（2）事故管控

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：

- 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。

➢ 危险化学品储存

- 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《危险货物品名表》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。

➢ 危险化学品使用

- 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。

表 7.4-1　危险物质贮存情况及与临界量对比

危险品名	数量	GB18218-2009 临界量（t）	贮存单元	是否重大危险源
柴油	1080t	5000	柴油发电机厂房	否
柴油	16.8t	5000	应急指挥中心	否
柴油	107t	5000	应急设施存贮与燃油补给中心	否
汽油	29.2t	200		
氢气	0.4t	5	制氢站	否
氢气	0.286t	5	发电机厂房	否
氢气	12Nm^3	5	厂区实验室	否
乙炔	1.2Nm^3	1		
高锰酸钾	5kg	200	化学品库	否
过氧化氢	70kg	20（参照氧化性物质）		
甲苯	54kg	500		
苯乙烯	100kg	500		
氧气	0.88Nm^3	200		
乙醇	100kg	500		
石油醚	30kg	1000（参照高度易燃液体）		
煤油	5L	5000（参照易燃液体）		
氢气	1Nm^3	5		

7.5 事故应急

7.5.1 核事故应急对策

7.5.2 核电厂应急环境特征

7.5.3 应急组织

7.5.4 应急设施和准备

7.5 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，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，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。

7.5.1 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，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。

7.5.2 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

太平岭核电厂半径 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、联新村、望斗村、霞坑村 7 个行政村下辖的 18 个自然村，共有人口 13103 人。按厂址半径 5km 范围陆域面积计算，平均人口密度约为 260 人/km^2

厂址半径 1km 范围内龙仔村现已整体搬迁至黄埠镇区，距离厂址最近的居民点为下太平岭自然村，位于厂址 NNW 方位 1.2km，有人口 202 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。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 15km 范围内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。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。

总体而言，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。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 范围内以农渔业及鞋材加工业为主，这些工业企业大部分分布在黄埠镇霞坑村附近,有 1 家规模以上工业企业，为伟康橡塑制

品有限公司，该公司从事塑胶地板行业，位于黄埠镇三洲村附近。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,少量销往珠三角地区。

厂址东侧的深汕合作区规划中的小漠港区最近处距厂址 ENE 方位约 5km，港区将着力打造能源及内外贸散杂货码头和临港物流加工区，目前正在建设一期工程，一期工程运输货种主要为水泥、钢材、矿建、集装箱。位于厂址 NE 方位约 6km 处的海丰华城能源有限公司原有液化石油气及石化产品贮存，目前已经停产；厂址 NNE 方位约 8km 处的华润海丰电厂有液氨、贫胺和 CO_2 贮存。

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，需重点关注正在建设小漠港区及华城能源、华润海丰电厂所涉及的危险品储存、生产、加工、运输等，以进一步分析是否可能产生妨碍核电厂厂址外围地带建立应急计划区的外部事件。

（4）应急通道

厂址所在的惠东县境内公路交通较为发达，厂址附近有 G15 深汕高速、G324 国道、S259 省道、S387 省道和 X211 县道、X213 县道等。

距太平岭核电厂最近的道路为 S387 省道和 X211 线（铁盐线），两条线相交于盐洲大桥，最近处位于核电厂 WNW 方位约 4.8km 处。同时，“十三五”期间，将建设核电进厂公路、平东公路以及惠东县两项目两装置进场公路，使核电厂区域交通更为便捷。厂址周围居民点均有乡道、村道与 S387 省道和 X211 线（铁盐线）县道相连，由此通往各地。

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，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，并充分考虑规划建设的小漠港区及华城能源涉件及危险品相关的产业布局和发展概况，以分析相关项目的存在及发展是否存在妨碍厂址外围地带建立应急计划区的外部事。

7.5.3 应急组织

太平岭核电厂的应急响应组织由应急指挥部及其领导下的运行控制组、技术支持组、安全防护组、维修服务组、后勤支持组组成，负责电厂核事故及非核突发事件的应急响应与处置工作。相关的应急执行程序和指令单规定了各应急响应组每个应急岗位的职责和分工及不同应急状态下应采取的应急响应行动。后续，中广核惠州核电有限公司将在考虑全厂六台机组的基础上，进一步完善有关应急组织和应急程序。

根据《核电厂核事故应急管理条例》，我国核事故应急管理工作实行国家、地方、营运单位三级管理体系。核事故应急期间，太平岭核电厂应急指挥部有责任和义务及时与国家核事故应急协调委员会（国家核事故应急办公室）、生态环境部（国家核安全局）、国家能源局、广东省民用核设施核事故预防和应急管理委员会（广东省核电厂事故应急指挥部）以及中国广核集团有限公司等单位和部门的场外应急机构建立起报告联系，通报应急状态，并密切配合，协调一致地实施应急响应行动，必要时请求和获得场外支援。

7.5.4 应急设施和准备

应急设施与设备是核电厂进入应急状态后应急响应人员需要使用的设备、工具和停留的空间，是核电厂实现应急功能的物质基础。

太平岭核电厂一期工程两台华龙一号机组将建成并配备应急指挥与行动中心、技术支持中心、运行支持中心、公众信息中心、化学实验室、环境实验室、辐射防护与医学应急设施、应急监测与评价设施、应急网络系统、应急通信系统等。这些设施将与主体工程同时设计、同时建造、同时投入运行。

第八章 流出物监测与环境监测

8.1 辐射监测

8.2 其他监测

8.3 监测设施

8.4 质量保证

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

8.1.2 辐射环境监测

8.1.3 应急监测

8.1.4 参考资料

表

表 8.1-1 放射性流出物监测通道的性能
表 8.1-2 流出物监测方案

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

太平岭核电厂一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气载和液态放射性流出物的排放。放射性流出物监测系统附有取样装置，以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，对核电厂放射性流出物排放实施有效控制。

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：

- 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、取样测量频度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 放射性流出物辐射监测阈值

为了确保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）中的控制值，监测系统中设置有报警装置，当监测通道测量值超过报警阈值时，应立即停止排放，按照相关的报警程序处理。

放射性流出物辐射监测通道报警阈值的设定方法如下：

（1）气载流出物辐射监测通道报警阈值的设定

- 在确保年排放气体的总活度低于所批准年排放总量的要求下，结合本项目排往烟囱各通风系统的气载放射性浓度、辐射后果、辐射监测仪表的响应参数情况以及在役电厂气载流出物监测通道实际监测的数据反馈情况，确定气载流出物辐射监测通道合理的一级报警阈值；
- 在确保气载流出物年排放总量低于气载放射性流出物控制值的条件下，结合每个月气载流出物月排放总量不应超过所批准的年排放总量的五分之一、辐射后果及辐射监测仪表的响应参数情况，确定气载流出物辐射监测通道的二级报警阈值。

（2）液态流出物辐射监测通道报警阈值的设定

- 在确保液态流出物年排放总量低于液态放射性流出物控制值及排放浓度限值的条件下，结合本项目废液排放浓度的目标值、在役电厂液态流出物监测通道实际监测的数据反馈及辐射监测仪表的响应参数情况，经过分析和论证，确定一级报警阈值；
- 在确保液态流出物年排放总量低于液态放射性流出物控制值及排放浓度限值的条件下，结合本项目废液排放浓度的控制限值及监测仪表的响应参数确定二级报警阈值。

当前，太平岭核电厂一期工程处于申请建造阶段，受设计深度的限制，暂时无法给出准确的报警阈值，最终的报警阈值将在下一阶段的环评报告中反映。

8.1.1.4 气载放射性流出物监测系统

太平岭核电厂一期工程两台华龙一号机组属单堆布置，一、二号机组分别设置有一套气载放射性流出物监测系统，对烟囱排放的气载放射性流出物进行连续在线监测和采样。以下对气载放射性流出物监测系统进行描述，监测通道的性能见表 8.1-1。

（1）烟囱排气惰性气体放射性浓度连续在线监测

烟囱排气低量程惰性气体放射性浓度监测通道为 KRT8101MAI 和 KRT8201MAI，其主要任务是在正常运行与预期运行事件条件下，监测烟囱气态排出流中惰性气体的放射性浓度及单位时间内排放的放射性总活度。监测方法是从烟囱排放管中抽取气体依次经过气溶胶过滤、碘吸附后，将过滤后的气体送往惰性气体测量装置，使用 β/γ 灵敏探测器测量惰性气体释放出的 β 和 γ 射线，得出烟囱气态排出流中惰性气体放射性浓度（等效为 Xe-133 的放射性浓度 Bq/m^3）。测量烟囱内气体的排放速率，结合惰性气体的放射性浓度得出单位时间内惰性气体排放总活度（Bq/h）。

本监测通道采用的探测器性能如下：

- 能量范围：80keV~3MeV；
- 采样流量：50LPM±20%；
- β 射线参考能量：350keV（^{133}Xe）；
- 测量范围：3.7×10^3~$3.7\times10^9 Bq/m^3$。

（2）烟囱排气气溶胶放射性浓度连续在线监测

烟囱排气气溶胶放射性浓度监测通道为 KRT8111MAI 和 KRT8211MAI，其主要任务是在正常运行与预期运行事件条件下，监测烟囱排气中气溶胶的放射性浓度及单位时间内排放的放射性总活度。监测方法是从烟囱排放管中抽取气体送往气溶胶测量装置，气体中的气溶胶被过滤在滤纸上，设置在滤纸上方的 α/β 灵敏探测器测量沉积在滤纸上的气溶胶释放的 α 和 β 射线，得出烟囱气态排出流中气溶胶放射性浓度（等效为 Cs-137 的放射性浓度 Bq/m^3）。测量烟囱排放气体的速率，结合气溶胶的浓度得出单位时间内气溶胶排放的总活度（Bq/h）。

该通道采用的探测器性能如下：

- 能量范围：150keV~3MeV；
- 参考核素：^{137}Cs；
- 测量范围：1~$3.7\times10^6 Bq/m^3$。

（3）烟囱排气碘放射性浓度连续在线监测

烟囱排气碘放射性浓度监测通道为 KRT8121MAI 和 KRT8221MAI，其主要任务是在正常运行与预期运行事件条件下，监测烟囱排气中碘的放射性浓度及单位时间内排放的放射性总活度。监测方法是从烟囱排放管中抽取气体经过气溶胶过滤后送往放

射性碘测量装置，气体中的碘被活性炭吸附，设置在活性炭盒上方的γ灵敏探测器测量在碘盒中放射性碘释放的γ射线，得出烟囱排放管道内的碘放射性（等效为I-131的放射性浓度Bq/m^3）。测量烟囱排放气体的速率并结合碘的放射性浓度得出单位时间内放射性碘排放的总活度（Bq/h）。

该通道采用的探测器性能如下：

- 能量范围：100keV~3MeV；
- 参考核素：^{131}I；
- 测量范围：3.7~3.7×10^{6}Bq/m^3。

（4）事故及事故后烟囱排气惰性气体连续在线监测

在烟囱上设置专门的监测通道，用于测量事故后经烟囱排放的惰性气体、气溶胶和碘的放射性浓度。事故及事故后烟囱排气惰性气体监测通道为KRT9501MAI和KRT9502MAI，采用管内在线监测方式，使用γ灵敏探测器。

该通道探测器性能如下：

- 能量范围：80keV~3MeV；
- 参考核素：^{133}Xe；
- 测量范围：3.7×10^6~3.7×10^{15}Bq/m^3。

（5）烟囱排气气溶胶取样监测

烟囱排气气溶胶取样装置为KRT8141MAI和KRT8241MAI，其主要任务是从烟囱排放管内抽取气体，将取样气体中的气溶胶过滤在取样装置内。取样方法是连续从烟囱排放管内抽取空气并将取样空气送往气溶胶取样装置。空气中的气溶胶被取样装置的滤纸过滤并沉积在滤纸上，定期（4次/月）送流出物分析实验室进行分析，分析项目为：γ谱（分析核素：^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs）。

（6）烟囱排气碘取样监测

烟囱排气碘取样装置为KRT8151MAI和KRT8251MAI，其主要任务是从烟囱排放管内抽取气体，将取样气体中的放射性碘吸附在碘盒内。取样方法是连续从烟囱排放管内抽取空气并将取样空气中的气溶胶过滤后，再将空气送往碘吸附器，空气中的碘被吸附并沉积在活性碳的碘盒内，定期（4次/月）送流出物分析实验室进行分析，分析项目为：总γ和γ谱（分析核素^{131}I、^{133}I）。监测方案见表8.1-2。

（7）烟囱排气H-3和C-14取样监测

烟囱排气 H-3 取样装置为 KRT8171MAI 和 KRT8271MAI，烟囱排气 C-14 取样装置为 KRT8181MAI 和 KRT8281MAI，其主要任务是从烟囱排放管内抽取气体，将取样气体中的H-3和C-14滞留在取样装置内。取样方法是连续从烟囱排放管内抽取空气，利用 H-3 和 C-14 取样装置自带的过滤器将取样气体中的气溶胶与碘过滤后，再将过滤后气体依次送往 H-3 和 C-14 取样装置。空气中的 H-3 和 C-14 分别被滞留在 H-3 取样瓶与 C-14 取样瓶内，定期（4 次/月）送流出物分析实验室进行分析，分析项目为：^{3}H 与 ^{14}C。监测方案见表 8.1-2。

（8）烟囱排气惰性气体取样监测

烟囱排气预留惰性气体取样接口，拟采用 3L 气体采样钢瓶进行采样，定期（4 次/月）送流出物分析实验室进行分析，分析项目为：γ 谱（分析核素 ^{88}Kr、^{133}Xe、^{135}Xe 等）和 ^{85}Kr。监测方案见表 8.1-2。

（9）约定排放取样监测

对于 TEG 和 ETY 约定排放的取样监测属于工艺监测，涉及排放管理相关程序，相关监测内容在运行阶段环评中给出。

8.1.1.5 液态放射性流出物监测系统

太平岭核电厂一期工程两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，通过统一的 HQA/HQB 厂房中槽式排放，废液向环境排放前先送往储存槽逐槽测量，符合排放标准后方可排放。

核岛与常规岛液态流出物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。

（1）核岛废液排出流放射性浓度在线连续监测

核岛废液排出流放射性浓度在线连续监测通道为 9KRT8301MAI，主要是在正常运行与预期运行事件条件下，监测核岛废液排放系统（TER）排放废液的放射性浓度。使用 γ 灵敏探测器连续测量 TER 系统排放管道内的废液放射性浓度（Bq/m^3）。探测器需采用 4π 铅屏蔽，屏蔽环境本底对测量结果的影响。

其探测器性能如下：

- 能量范围：80keV~3MeV；

- 参考核素：Cs-137；
- 测量范围：3.7×10^{3}~3.7×10^{9}Bq/m^{3}。

（2）常规岛废液排出流放射性浓度在线连续监测

常规岛废液排出流放射性浓度在线连续监测通道为 9KRT8401MAI，主要是在正常运行与预期运行事件条件下，监测常规岛废液排放系统（SEL）排放废液的放射性浓度。使用 γ 灵敏探测器连续测量 SEL 系统排放管道内的废液放射性浓度（Bq/m^{3}）。探测器需采用 4π 铅屏蔽，屏蔽环境本底对测量结果的影响。

其探测器性能如下：

- 能量范围：80keV~3MeV；
- 参考核素：Cs-137；
- 测量范围：3.7×10^{3}~3.7×10^{9}Bq/m^{3}。

（3）取样监测

在 TER 系统和 SEL 系统的贮存罐上预留有废液取样接口，废液在排放前需由工作人员手动取样，将废液样品送往流出物实验室进行测量，废液达到相应的放射性控制要求后，才能排放。

TER 系统废液的分析项目包括 pH 值、总 γ、^{14}C、氚、γ 核素和 ^{90}Sr，γ 核素分析主要包括 ^{58}Co，^{60}Co，^{54}Mn，^{110m}Ag，^{124}Sb，^{131}I，^{134}Cs，^{137}Cs，^{106}Ru 和 ^{59}Fe。

SEL 系统废液的分析项目包括 pH 值、总 γ、氚和 γ 核素（月度混合样），γ 核素分析主要包括 ^{58}Co，^{60}Co，^{54}Mn，^{110m}Ag，^{124}Sb，^{131}I，^{134}Cs，^{137}Cs，^{106}Ru 和 ^{59}Fe。

监测方案见表 8.1-2。

8.1.1.6 流出物监督性监测系统

为配合地方环保部门监督性监测工作，核电厂将按照《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）》建设监督性监测系统，并为监督性监测系统流出物在线监测提供数据接口和为地方环保部门到电厂内进行流出物取样提供便利和支持。

8.1.2 辐射环境监测

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

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γ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。

8.1.2.3 布点原则

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。

8.1.2.4 监测内容

（1）环境γ辐射水平的监测

- 环境 γ 剂量率连续监测

设立厂区大气 γ 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 γ 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 γ 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 γ 剂量率测量

参考本底调查的结果，确定 γ 剂量率瞬时测量点位或路线，采用便携式 γ 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 γ 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 γ 剂量水平。布设点位可与连续监测和瞬时监测的点位重合，作为 γ 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。

环境介质的监测内容主要包括：

- 大气：气溶胶、沉降灰中的总 α、总 β，空气中 ^{3}H、^{14}C；
- 陆域水：地表水、地下水和饮用水中的总 β、^{3}H 和 γ 谱，降水中的总 β 和 ^{3}H；
- 土壤：^{90}Sr 和 γ 谱；
- 生物：γ 谱，指示生物加测总 β、^{3}H（有机）、^{90}Sr；
- 海水：γ 谱、^{40}K、去 K 总 β 和 ^{3}H；
- 沉积物：^{90}Sr 和 γ 谱；

（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。核电厂可设立专用的气象观测站，也可与厂区环境 γ 剂量率连续监测系统同步设置。气象观测项目包括：厂址处 10m 和 80m 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。

8.1.3 应急监测

8.1.3.1 应急监测初步方案

（1）环境γ剂量率监测

事故情况下，核电厂周围环境γ剂量率的监测通过两种方式进行：固定站环境γ辐射连续监测系统和环境监测车移动监测系统。

固定站环境γ辐射连续监测系统设计方案详见8.3.2.2节，在固定式环境γ监测站点由于外部环境条件的原因导致其不可用的情况下，利用临时组网系统替代KRS系统固定式环境监测站点，实现事故及事故后情况下的环境监测。

环境监测车移动监测系统由两辆监测车组成，设计方案详见8.3.2.3节。

（2）气溶胶和碘的监测

空气中气溶胶和放射性碘的采集通过两种途径进行：一是固定辐射监测站的空气取样泵和碘取样器，另一途径通过监测车的空气取样泵。对重点关注区域采集气溶胶和碘样品。

（3）环境TLD的布放与监测

主要是利用正常情况监测TLD的点位更换新片，并在监测车巡测路线上沿途各点布放TLD，监测车上备有伴随片和小铅室存放TLD，必要时在电站下风向居民密集区布放TLD。

（4）海上监测

若事故电站下风向是海上，需要开展海上监测时，向应急中心求助海上交通工具和人力的支援，监测范围以电站排水口为中心的10公里海域，主要监测任务是：海面上空气环境γ剂量率。若事故电站在气体放射性释放的同时，有高放废液排放，则须取海水样品进行γ谱测量分析。

（5）地面污染监测

地面污染监测采用两种方法监测：一是采用便携式γ谱仪，进行地面沉积γ核素和γ剂量率的监测；二是采用β/γ剂量率仪进行地面剂量率的监测，探测器的测量条件要求在距地面1m和3cm处分别进行。

（6）环境样品及食品样品的采集与监测

监测车出动采集地表水、土壤以及关键居民区的饮用水和蔬菜等食品，将采集的样品作好标签记录，送回实验室进行分析。

8.1.3.2 应急监测仪器设备配备方案

（1）厂区辐射和气象监测系统（KRS）

厂区辐射和气象监测系统由14个固定监测站组成，厂内设有7个监测站，场外设有7个监测站。系统功能：对核电厂周围10公里范围大气环境中的γ辐射进行连续监测，其中部分站还配有气溶胶、碘、空气氚、空气碳和干湿沉降取样设备。

（2）应急环境监测车及便携式仪器

应急环境辐射监测车系统由两辆环境监测车和应急环境辐射监测网络系统组成，主要担负事故期间场区周界及电厂周围环境辐射巡测任务，及时地确定电厂下风向放射性烟羽扩散的剂量率分布情况。监测车主要配置有：γ 辐射剂量率仪、便携式 α/β 表面污染监测仪、便携式 β/γ 辐射剂量率仪、气溶胶和碘取样装置、便携式 γ 谱仪、GPS 卫星定位仪、无线通讯设备、车载供电设备以及防护用品。主要设备清单及其性能指标见表8.3-5。

配备2套便携式仪器，能够快速的取出使用，配合车或船即可组成两套移动式临时应急监测车或监测船，以供需要时使用。每台移动式临时应急监测车或者监测船可配置1台GPS定位仪、1台便携式γ剂量率仪、1台便携式γ谱仪、1台便携式α/β表面污染监测仪、1台便携式β/γ剂量仪和2台电子剂量计，主要设备清单包含在环境实验室仪器设备中，详见表8.3-2。

（3）临时组网系统

临时组网系统是用于KRS系统不可用时的备用系统,每套监测设备可监测γ辐射、风向、风速等参数，应急情况下能够快速的取出投放到监测点使用。临时组网系统由14个移动式环境γ辐射监测仪和14个风速风向仪组成，配备通讯组网模块。

表 8.1-1　放射性流出物监测通道的性能

监测通道	功能	探测器类型	测量对	探测器位置	测量范围，Bq/m^3
9KRT8301MAI	正常工况下监测 TER 废液排放 γ 活度	γ 灵敏探测器	γ	9TER1243TY 竖直	3.7E+03~3.7E+09
9KRT8401MAI	正常工况下监测 SEL 废液排放 γ 活度	γ 灵敏探测器	γ	9SEL1243TY 竖直	3.7E+03~3.7E+09
KRT8101MAI KRT8201MAI	正常工况下烟囱排气低量程惰性气体放射性浓度监测	β/γ 灵敏探测器	β 和 γ	烟囱内	3.7E+03~3.7E+09
KRT8111MAI KRT8211MAI	正常工况下烟囱排气气溶胶放射性浓度监测	α/β 灵敏探测器	α 和 β	烟囱内	1.0~3.7E+06
KRT8121MAI KRT8221MAI	正常工况下烟囱排气放射性碘浓度监测	γ 灵敏探测器	γ	烟囱内	3.7 ~3.7E+06
YKRT9501MAI YKRT9502MAI	事故工况下烟囱排气惰性气体放射性浓度监测	γ 灵敏探测器	γ	由管道引自烟囱	3.7E+06~3.7E+15

表 8.1-2 流出物监测方案

种类	取样点	介质	分析项目	方法	分析核素
液态流出物	TER（核岛废液排放系统）	水	pH	直接测量	——
			总 γ	1 升样品，测量 1000s	——
			^{3}H	1ml 样品+9ml 闪烁液，20min	^{3}H
			^{14}C	——	^{14}C
			^{90}Sr	——	^{90}Sr
			γ 能谱	1L 样品，测量 20000s	^{110m}Ag，^{58}Co，^{60}Co，^{137}Cs，^{131}I，^{134}Cs，^{54}Mn，^{124}Sb，^{106}Ru，^{59}Fe
	SEL（常规岛废液排放系统）	水	pH	直接测量	——
			总 γ	1 升样品，测量 1000s	——
			^{3}H	5ml 样品+15ml 闪烁液，20min	^{3}H
	SEL 月度混合样	水	pH	直接测量	——
			总 γ	1 升样品，测量 1000s	——
			^{3}H	5ml 样品+15ml 闪烁液，20min	^{3}H
			^{14}C	——	^{14}C
			^{90}Sr	——	^{90}Sr
			γ 能谱	1L 样品，测量 20000s	^{110m}Ag，^{58}Co，^{60}Co，^{137}Cs，^{131}I，^{134}Cs，^{54}Mn，^{124}Sb，^{106}Ru，^{59}Fe
气载流出物	烟囱	气体	γ 能谱	3L 专用取样瓶，测量 5000s	^{88}Kr，^{133}Xe，^{135}Xe
			^{85}Kr	3L 气体	^{85}Kr
		滤膜	γ 能谱	直接测量，测量 5000s	^{58}Co，^{60}Co，^{134}Cs，^{137}Cs
		双碘盒	总 γ	直接测量，测量 1000s	——
			γ 能谱	直接测量，测量 5000s	^{131}I，^{133}I
		氚水	3H	5ml 样品+15ml 闪烁液，20min	3H
		碱溶液	14C	3ml 样品+3ml 水+14ml 闪烁液，60min	14C

8.2 其他监测

8.2.1 热影响监测

8.2.2 生活污水监测

8.2.3 气象观测

8.2.4 水文观测

表

表 8.2-1 非放射性流出物监测方案

图

图 8.2-1 运行前海水水温监测布点图

8.2 其他监测

8.2.1 热影响监测

核电厂运行前，中广核工程公司委托国家海洋局第一海洋研究所对核电厂周围海域水温开展为期三年的定点监测，以取得运行前海水温度的分布范围，其主要监测点位见图 8.2-1，监测频次为：

- 监督监测频次:每月1次（全面监测月份不进行监督监测），共30次。
- 全面监测频次：每年2 次，共 6 次。

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

太平岭核电厂运行期间使用的化学品主要是酸、碱、清洗剂等，因此化学污染物的主要监测项目是：水温、pH、总磷、总氮、氨氮、阴离子表面活性剂。

生活污水监测项目包括：水温、pH、色度（稀释倍数）、氨氮（以 N 计）、总氮（以 N 计）、总磷（以 P 计）、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、粪大肠杆菌群（个/L）、石油类、动植物油、阴离子表面活性剂 13 项指标。

非放射性流出物监测方案见表 8.2-1。

8.2.3 气象观测

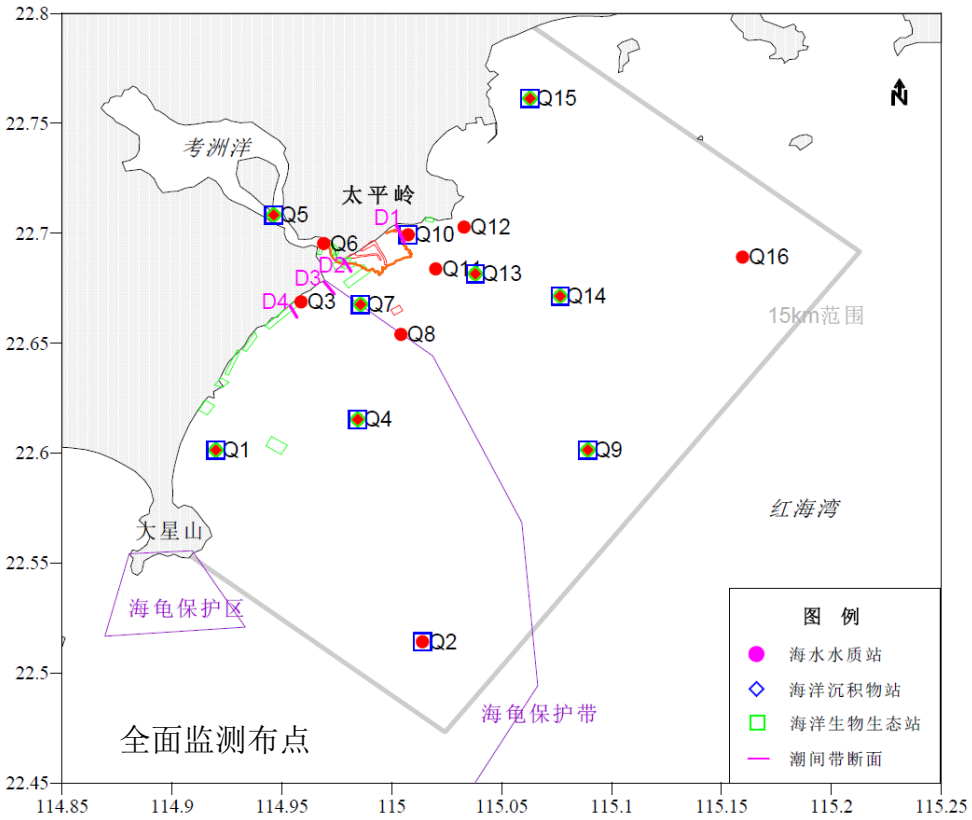
太平岭核电厂目前已建成厂址气象观测系统，相关描述详见报告书 2.4.7 节。

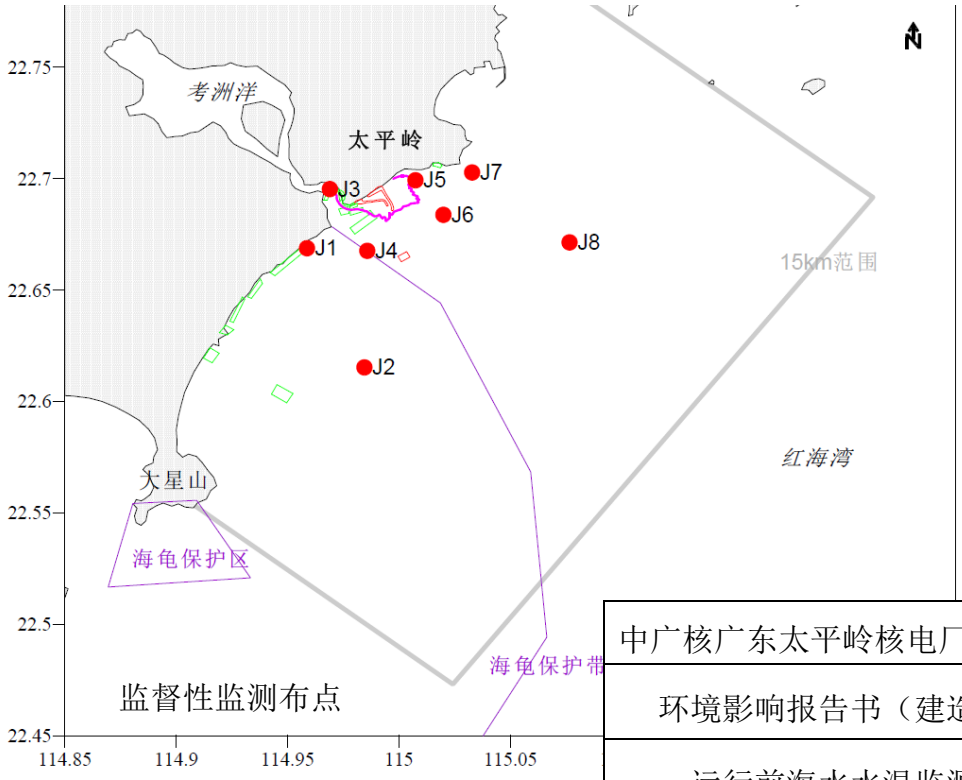
8.2.4 水文观测

太平岭核电厂目前正在开展运行期间水文观测初步方案的制定，包括收纳水体水文要素和水下地形观测，以及厂址区域地下水观测。

表 8.2-1　非放射性流出物监测方案

监测点位	监测指标	监测频次
生活污水处理站总排放口	流量、pH 值、水温、化学需氧量、氨氮、总磷	自动监测
	总氮、悬浮物、色度	日
	五日生化需氧量、动植物油、石油类、粪大肠杆菌群、阴离子表面活性剂	周
	总镉、总铬、总汞、总铅、总砷、六价铬、总镍	季度
	烷基汞、苯并芘、GB 18918 中规定的选择控制指标中有检出的指标	半年
	GB18918 中规定的选择控制项目	年
厂区工业废水总排放口	流量、pH 值、水温	自动监测
	总磷	季度





中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
运行前海水水温监测点位		
图 8.2-1	版次：	A

8.3 监测设施

8.3.1 流出物实验室

8.3.2 环境监测设施

表

表 8.3-1 流出物实验室主要的仪器设备
表 8.3-2 环境实验室主要仪器设备
表 8.3-3 厂内环境监测站信息表
表 8.3-4 厂外环境监测站信息表
表 8.3-5 环境监测车配置情况

图

图 8.3-1 流出物实验室平面布置图
图 8.3-2 环境实验室平面布置图（一层）
图 8.3-3 环境实验室平面布置图（二层）
图 8.3-4 厂内环境监测站位置图
图 8.3-5 厂外环境监测站位置图
图 8.3-6 地下水监测井位置图

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主要来自于流出物实验室的测量与分析。实验室作为厂区实验室（9BBL 实验室）的一部分，属于两台机组公用设施。放射性流出物分析实验室包括流出物测量间（2416ZRM）、热准备室（2415ZRM）、冷准备室（2417ZRM）等，承担电厂排放废水的放射性活度和排放废气的放射性浓度检测，使其按规定排放。

流出物测量间（2416ZRM）建筑面积约 64m^2，用于对流出物样品进行测量。热准备室（2415ZRM）建筑面积约 58m^2，冷准备室（2417ZRM）建筑面积约 25m^2，用于对核岛废液 TER 贮存罐和常规岛废液 SEL 贮存罐中的废液进行样品制备。

流出物实验室的平面布置图见图 8.3-1。放射性流出物实验室配备的主要仪器见表 8.3-1。

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

太平岭核电厂的环境实验室为 BEE 子项。在核电厂正常运行期间，环境实验室承担核电厂厂区及周边环境的辐射环境监测及常规环境监测职能，其功能如下：

a）接收各环境连续监测站点的监测数据并进行分析处理，及时发现环境异常数据并将有关信息发送到应急指挥中心/应急行动中心和主控室、辐射环境监督管理部门等；当环境实验室内的 KRS 中央站不可用时，其功能转移至应急指挥中心/应急行动中心；

b）定期进行低活度的环境介质样品的采样、制样及测量分析工作。

在事故情况下，且环境实验室未受到污染时可对于周围环境介质的采样和测量分析，执行一定的应急监测功能。如在事故早期对核电厂周围环境介质进行采样和测量分析；应急状态下接受应急技术支持组的指令，启用环境监测车，结合风向及源项释放情况，对设定路线环境辐射水平进行测量，并将有关信息发送至环境实验室、应急

指挥中心/应急行动中心及其他相关部门。环境实验室不考虑事故下的可用性。

（1）拟建位置

太平岭核电厂环境实验室（BEE）位于厂区北侧辅助设施区西侧，距离 1 号核岛约 720m，属非居住区半径外，东侧为模拟机培训中心（BEA），北侧为室内活动中心（BOS），南侧为监督性监测流出物分析实验室（BOC）。

（2）设计方案

BEE 平面呈长方型，地上两层建筑，建筑高 8.7m。整栋建筑占地面积约为 670.68m^2，建筑面积约为 1341.36m^2，耐火等级为二级。BEE 平面布置图见图 8.3-2（一层）和图 8.3-3（二层）。

BEE 主要功能为环境样品制备、测量及 KRS 系统监测数据接收、处理与传输。各主要工艺用房的基本功能如下：

- 样品制备间 1、样品制备间 2：对所采集的环境样品进行预处理；
- 海水样品蒸发室、海产品碳化室：分别对海水和海产品进行蒸发和碳化、灰化，得到蒸馏液、蒸残液、碳化样；
- 淡水样品蒸发室、陆生生物碳化室：分别对淡水和陆生生物进行蒸发和碳化、灰化，得到蒸馏液、蒸残液、碳化样；
- 放化实验室：通过使用化学试剂对蒸馏液、蒸残液、碳化样进行萃取、溶解、浓缩等操作，制成满足测量要求的样品；
- 天平室：为精确称量样品的质量和配置合适的化学组分设置；
- 放射源室：用于制备和贮存仪器校验用标准放射源；
- 总放测量室：用于环境样品中总 α、β 的测量；
- 液闪测量室：低能 β 测量室，用于环境样品中碳-14、氚等的测量；
- 谱仪室：用于环境样品的放射性 γ 能谱测量及其核素分析；
- 热释光测量室：环境及工作人员累积剂量读出；
- 非放仪器室：非放射性环境监测项目的测量间；
- 非放化实验室：测量常规的液态监测项目 pH、COD、BOD_5、氨氮、磷酸盐、石油类等化学组分；
- KRS 中央站：经过应急指挥中心 KRS 网络服务器接收、处理各连续监测站点的监测数据、厂址气象站的气象观测数据及环境监测车传输的数据；当环

境实验室中 KRS 中央站不可用时，应急指挥中心的网络服务器仍能正常接收外部数据，待环境实验室恢复供电后，将失电期间存储在应急指挥中心的环境监测数据通过网络或人工的方式发送至环境实验室 KRS 网络服务器，保证环境实验室中 KRS 网络服务器数据的完整性；

- 制成样品档案库：存放制成的平行样；
- 便携式仪器检修间：用于便携式仪器的存放及检修；
- 实验用品储存室：用于一般实验用品的贮存；
- 资料室：用于监测报告、有关文件及资料等的贮存；
- 会议室、办公室：人员办公场所；
- 供气站：为各实验室用气点提供压缩气体，包括压缩空气、测量仪器用的氩及氩-甲烷等工作气体；
- 其他：按照有关建筑设计规范设置的配套设施（值班室、洗手间、开水间等）。

（3）仪器设备配置

BEE 主要设备见表 8.3-2。

8.3.2.2 厂区辐射与气象监测系统

太平岭核电厂应在机组运行前建立厂区辐射与气象监测系统，系统一般包括厂区环境 γ 辐射监测站、气象观测站和中央站。

（1）厂区环境 γ 辐射监测站

太平岭核电厂将设置厂区环境 γ 剂量率监测系统，对厂区环境空气中的 γ 剂量率进行在线、实时、连续、自动监测。系统包括 7 个厂内监测站点和 7 个厂外监测站点，站点通常分布在厂址半径 10km 以内，厂内站点的位置图见图 8.3-4，厂外站点位置图见图 8.3-5，厂内监测站点信息见表 8.3-3，厂外监测站点信息见表 8.3-4。

（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的气象数据；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γ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γ辐射数据采集工作站：对厂区环境γ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γ辐射监测站采集的γ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。

8.3.2.3 移动监测系统

太平岭核电厂应在机组运行前配置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γ剂量率进行巡测，在发生核事故时亦可用于应急监测。

太平岭项目 KRS 系统共配置两辆环境监测车，互为备用。

在核电厂正常运行期间，环境监测车作为移动式的环境辐射监测站，定期地对核电厂周围环境γ辐射水平进行监测。

在事故应急状况下，监测车作为应急辐射监测系统，可快速前往核电厂下风向方向测出所经过地区环境γ辐射水平，实时显示在电子地图上，并具有采集气溶胶、碘样品的功能，并且可以使环境监测车历史数据能追溯，判断测量点的位置。

环境监测车配置电子罗盘并具备自动定北功能，布置在车顶的设备具备折叠功能。环境监测车的配置情况见表 8.3-5。

8.3.2.4 地下水监测

（1）监测范围及监测内容

根据国家法规标准规定，结合厂址周边环境特征，充分考虑厂址特征以及反应堆可能的泄漏点和其他项目经验反馈，目前确定的布点监测范围为厂区范围内，重点监测反应堆附近区域。

地下水监测井的监测内容为γ谱、总β和氚。

（2）布点原则

太平岭核电厂地下监测井布点应遵循以下基本原则：

- 监测井的布置需重点考虑反应堆附近区域及其他有放射性泄漏风险的系统；
- 监测井应尽量布置在交通便利、取样方便的区域，以便于样品采集；

- 监测井应选在水质不受海水影响的位置；
- 监测井位置的选择应尽量避开受地表水汇流影响的区域；
- 在反应堆厂房地下水流向的下游应布设监测点；
- 对照点在应布置在地下水流向反应堆的上游，同时为避免正常运行期间 ^{3}H 排放的影响，对照点应尽量位于最小风频的下风向。

（3）点位布置

太平岭核电厂 1、2 号机组拟设置 7 个地下水监测，具体布设情况详见图 8.3-6 和表 8.3-6。

其中N1、N2、N3、N4点位于核岛负挖范围内，主要用于监测1、2号核岛区域可能存在的放射性泄漏；N5点位于核岛废液贮存罐厂房和常规岛废液贮存罐厂房（9BQA/9BQB子项）附近，用于监测9BQA/9BQB子项的泄漏；N6、N7点位于核岛负挖范围外，作为对照点使用。

8.3.2.5 监督性监测设施

目前尚未开展监督性监测系统设计工作，太平岭核电厂承诺在装料前按照《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）》建成监督性监测系统。

表 8.3-1 流出物实验室主要的仪器设备

序号	位置	仪表设备名称	数量
1	2415ZRM 热准备室	温控电热板	1
2		深水采样桶	2
3		高纯水仪	1
4		分析天平（200g）	1
5		可调移液器（1ml）	4
6		可调移液器（5ml）	4
7		可调移液器（10ml）	2
8		可调闪烁液移液器（0~25ml）	6
9		台式 pH 计/电导率仪	1
10		液态 C-14 前处理装置	1
11		Sr-90 前处理装置（四种设备）	1
12	2416ZRM 流出物测量间	高纯锗 γ 谱仪	2
13		NaI 总 γ 谱仪	2
14		12 道 αβ 测量仪	1
15		液闪计数器	1
16		气体取样钢瓶 3L	6
17	2417ZRM 冷准备室	台式 pH 计/电导率仪	1
18		电子台秤	1
19		分析天平（200g）	1
20		温控电热板	1
21		自动滴定仪	1

表 8.3-2（1/4） 环境实验室配备主要仪器设备

序号	设备名称及代号	数量	型号规格或主要参数	备注
1	环境γ辐射监测仪	1台	能量响应：50keV~3MeV； 测量范围：0.03μSv/h~10mSv/h。	---
2	高压电离室型γ剂量率仪	1台	能量响应：50kev~10Mev； 测量范围：3×10^{-8}Sv/h ~0.1Sv/h。	---
3	便携式闪烁体探测器γ谱仪	2台	测量范围 剂量：0.01μSv~0.1Sv； 剂量率：10nSv/h~100mSv/h； 能量范围：50keV~3MeV。	环境监测车用
4	便携式γ辐射剂量率仪	2台	测量辐射类型：X，γ； 探测器类型：GM管(或同功能探测器)； 能量响应：±30%(45keV~3MeV)； 测量范围：0.01Sv~9.99Sv； 剂量率：1μSv/h~1Sv/h； 测量精度：±10%(0.2mSv/h，^{137}Cs)； 响应时间：<5s；	环境监测车用
5	便携式α/β表面污染监测仪	2台	多探头剂量率仪： 测量辐射类型：α，β； β辐射探头(手持) 测量辐射类型：β； 探测器类型：塑料闪烁体（或充气正比计数管）； β能量低限：>30keV； 测量范围：1~10000cps； 本底计数率：≤3cps； α辐射探头 测量辐射类型：α； 探测器类型：ZnS闪烁体(或充气正比计数管)； α能量低限：>3MeV； 测量范围：1~10000cps； 本底计数率：≤0.05cps。	环境监测车用

表 8.3-2（2/4） 环境实验室配备主要仪器设备

序号	设备名称及代号	数量	型号规格或主要参数	备注
6	便携式 β/γ 剂量率仪	2 台	多功能辐射测量仪 测量辐射类型：γ，X； 测量范围： 剂量：0.1μSv~10Sv； 剂量率：0.01μSv/h~10Sv/h； γ/β 辐射探头（手持） 测量辐射类型：γ/β； 探测器类型：端窗 GM 管测量 β，双 GM 管宽量程测量 γ； β 测量范围：0.1μSv/h~50mSv/h ； β 能量响应范围：0.25~5MeV； γ 测量范围：0.1μSv/h~100Sv/h ； γ 能量响应范围：0.1~5MeV； 效率：约 65cps； 计数显示：0~10000cps，μSv/h 与 cps 双重显示。	环境监测车用
7	宽能型高纯锗（HPGe）探测器 γ 谱仪	1 台	相对效率：≥30%； 能量范围：3kev~3Mev； 能量分辨率：≤2.2kev； 本底：（50kev~10Mev）≤3cps。	---
8	P 型 HPGe 探测器 γ 谱仪	2 台	能量范围：50keV~10MeV； 能量分辨率：≤2.0keV(^{60}Co 1.33MeV)； 探测效率：≥70%（^{60}Co 1.33MeV）； 峰康比：60：1； 本底：（50keV~10MeV）≤3cps。	其中一台初步考虑放在应急指挥中心/应急行动中心内。
9	热释光剂量仪	1 台	能量范围： X、γ 射线：10keV~6MeV； β 射线：80keV~3MeV； 能量响应： X、γ 射线：<20%（80keV~1.5MeV）； β 射线：<30%（150keV~3MeV）；	---
10	12 道 α/β 测量仪	3 台	流气式正比计数器； α 本底：≤0.1cpm； α 效率：≥40%（^{241}Am）； β 本底：≤ 1cpm； β 效率：≥ 45%（^{90}Sr+^{90}Y）；	---

表 8.3-2（3/4） 环境实验室配备主要仪器设备

序号	设备名称及代号	数量	型号规格或主要参数	备注
11	低本底液闪谱仪	1 台	自带本底（0~18.6KeV）<2.6cpm； 本底（0~4KeV）<1cpm（8ml 去离子水＋12ml 闪烁液，塑料瓶）。	---
12	超低本底液闪谱仪	1 台	探测器：低水平液闪计数器 本底：≤1cpm（低本底铅屏蔽）； ^{3}H 效率：≥20%； 窗宽（4~164）优值：>400； 自带 ^{3}H 效率>60%； 自带本底（4~325）<8.5 cpm。	---
13	电感耦合等离子体发射光谱仪（ICP）	1 台	波长范围：160~900nm。	---
14	分光光度计	2 台	波长范围：190nm-1100nm。 可变狭缝：0.5,1.0,2.0,4.0nm。	---
15	台式 pH/电导率测量仪	1 台	电导测量范围：0.000~200mS/cm；分辨率：0.001μS/cm；相对精度：0.5%或 0.01μS/cm（取两者中较大的）； pH 测量范围：-2.000 到 19.999；分辨率：0.1/0.01/0.001 pH；相对精度：±0.001pH。	---
16	便携式 pH/电导率测量仪	2 台	---	---
17	自动滴定仪	1 台	最大连续滴定体积 20mL，滴定速率 0.02~60mL/min； pH 值：0~14。	---
18	温控电热板	4 台	---	---
19	烘箱	6 台	---	---
20	纯水仪	1 台	---	---
21	电子天平	2 台	精度：0.01mg	---
22	电子天平	2 台	精度：0.001g	---
23	电子天平	2 台	精度：0.01g	---
24	电子天平	2 台	精度：0.1g	---
25	程控马福炉	5 台	100~1100℃	---
26	电炉	6 台	功率不低于 1.2Kw	---
27	天平台	4 个	---	---
28	冰柜	1 个	---	---
29	恒温箱	1 个	---	---
30	冰箱	1 个	---	---

表 8.3-2（4/4） 环境实验室配备主要仪器设备

序号	设备名称及代号	数量	型号规格或主要参数	备注
31	通风柜	10 台	---	---
32	超声波清洗仪	1 台	---	---
33	生化培养箱	1 台	---	---
34	多探头水质监测仪	1 台	光学溶解氧：0-50mg/L，分辨率：0.01mg/L； 浊度：0-1,000NTU，分辨率：0.1NTU； 电导率：0-100mS/cm，分辨率：0.001-0.1 mS/cm； 温度：-5 至 50℃，分辨率：0.01℃； 氧化还原电位：-999 至+999mV，分辨率：0.1mV； 盐度：0-70ppt，分辨率：0.01ppt；	---
35	球磨机	1 台	---	---
36	抽（除）湿机	12 台	---	---
37	离心机	1 台	---	---
38	温湿度计	19 个	---	---
39	电动搅拌器	1 台	---	---
40	磁力搅拌器	1 台	---	---
41	氚蒸馏装置	4 套	---	---
42	洗衣机	1 台	---	---
43	便携式 GPS 全球定位仪	2 个	---	---
44	深水取样桶	若干	---	---
45	便携式取样泵	1 台	---	---
46	微波炉	1 台	---	---
47	公称	1 台	100kg	---
48	打印机	5 台	---	---

表 8.3-3　太平岭核电厂环境监测厂内点布设情况及监测项目

序号	编号	安装地点	方向	距离	选取目的	监测项目
1	AS1	应急指挥中心/应急行动中心（BEM/BEG）附近	N	0.55 km	10m主导风向（S）下风向，监督核电厂排放对环境造成的影响	1．γ辐射水平； 2．气溶胶； 3．碘吸附取样； 4．环境氚； 5．环境碳-14； 6．沉降灰； 7. 雨水收集和雨量测量。
2	AS2	武警岗亭（BUL）附近	NE	0.71 km	监督核电厂排放对环境造成的影响	1．γ辐射水平。
3	AS3	危险品库（BBW）附近	E	0.40 km	监督核电厂排放对环境造成的影响	1．γ辐射水平。
4	AS4	1号机组虹吸井（1BCC）附近	S	0.22 km	10m主导风向（S），监督核电厂排放对环境造成的影响	1．γ辐射水平； 2．气溶胶； 3．碘吸附取样； 4．环境氚； 5．环境碳-14； 6．沉降灰； 7. 雨水收集和雨量测量。
5	AS5	制氢站（BZB）附近	SSW	0.20 km	监督核电厂排放对环境造成的影响	1．γ辐射水平。
6	AS6	气象塔（BEK）附近	WNW	1.5 km	10m次主导风向（ESE）下风向，监督核电厂排放对环境造成的影响	1．γ辐射水平。
7	AS7	武警营房（BEQ）附近	NW	0.92 km	监督核电厂排放对环境造成的影响	1．γ辐射水平； 2．气溶胶； 3．碘吸附取样； 4．环境氚； 5．环境碳-14； 6．沉降灰； 7. 雨水收集和雨量测量。

注：表中方位和距离以一号反应堆为参照坐标

表 8.3-4　太平岭核电厂环境监测厂外点布设情况及监测项目

序号	站点	地点	方位	距离	选取目的	监测内容
1	BS1	沙埔村公共服务站	N	1.5 km	环境敏感点，测得γ辐射水平有代表性的环境值。	1、γ辐射水平； 2、雨量计； 3、雨水收集器； 4、风速、风向。
2	BS2	渡头村	W	2.2 km	80m主导风向（E）下风向，关键居民组，测得γ辐射水平有代表性的环境值。	1、γ辐射水平； 2、气溶胶； 3、碘吸附测量； 4、雨量计； 5、雨水收集器； 6、空气氚； 7、空气碳-14； 8、沉降灰； 9、风速、风向。
3	BS3	西冲小学	WSW	2.6 km	环境敏感点，测得γ辐射水平有代表性的环境值。	1、γ辐射水平； 2、雨量计； 3、雨水收集器； 4、风速、风向。
4	BS4	盐洲边防派出所	NW	5.9 km	环境敏感点，测得γ辐射水平有代表性的环境值。	1、γ辐射水平； 2、雨量计； 3、雨水收集器； 4、风速、风向。
5	BS5	黄埠镇第二小学	NNW	7.6 km	10km范围内最大居民点，测得γ辐射水平有代表性的环境值。	1、γ辐射水平； 2、雨量计； 3、雨水收集器； 4、风速、风向； 5、空气氚； 6、空气碳-14； 7、沉降灰。
6	BS6	云新村党群服务中心	NNE	9.4 km	环境敏感点及γ辐射水平有代表性的环境值。	1、γ辐射水平； 2、雨量计； 3、雨水收集器； 4、风速、风向。
7	BS7	新寮小学	WNW	9.5 km	80m次主导风向（ESE）下风向，测得γ辐射水平有代表性的环境值。	1、γ辐射水平； 2、雨量计； 3、雨水收集器； 4、风速、风向； 5、空气氚； 6、空气碳-14； 7、沉降灰。

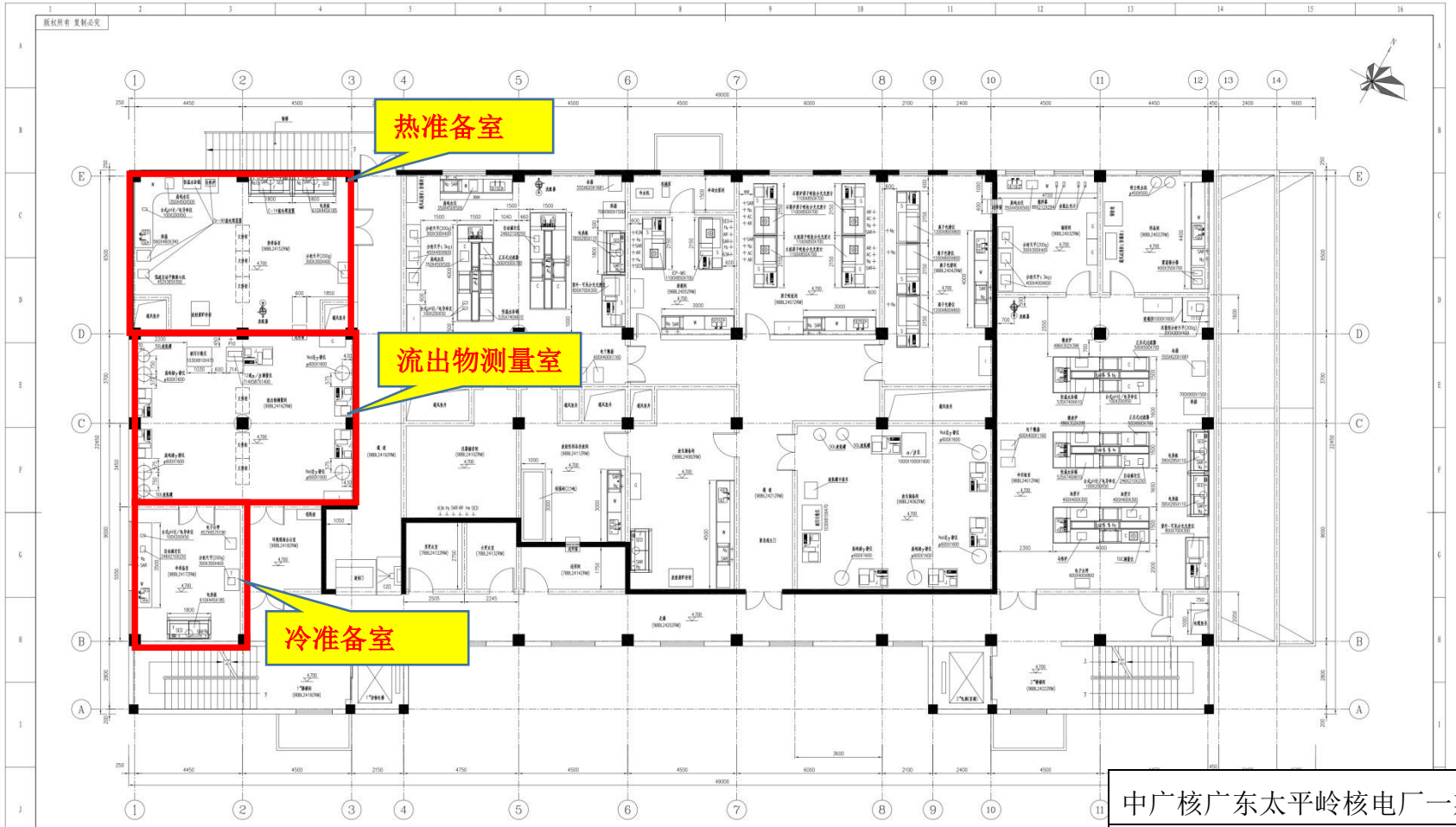
注：表中方位和距离以一号反应堆为参照坐标

表 8.3-5 监测车配置情况

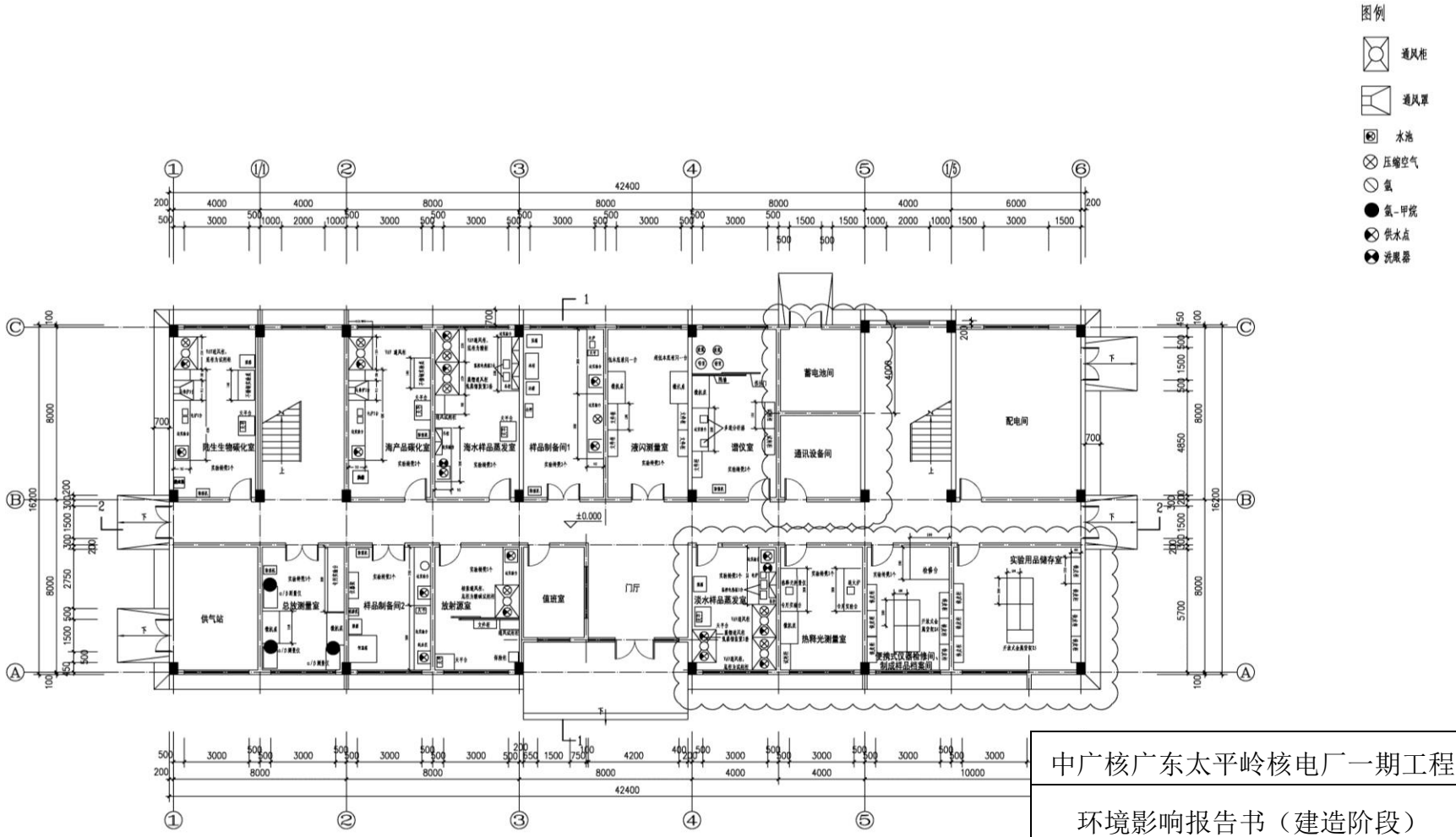
名称	数量	备注
A．车辆		
1、车辆平台	2 辆	
B．车载在线连续监测设备		
1、γ 辐射探测装置	2 套	采用可折叠或可伸缩探头
2、便携式气溶胶、碘取样器	2 台	
3、车载气象传感器	2 套	
C.车辆基础配套设备		
1、不间断电源 UPS	2 套	
2、便携式仪器存放柜或固定架		考虑所有的便携式仪器的存放空间，并留有适当的余量
3、车载电源系统	2 套	
4、电源插座		
5、车载避雷系统	2 套	环境监测车应考虑必要的避雷措施
6、车载计算机系统	2 套	建议采用嵌入式一体计算机，计算机系统采用全固态硬盘
7、GPS 卫星定位系统	2 套	
8、车载语音和数据通信系统	2 套	4G 通讯、无线电

表 8.3-6 太平岭核电厂地下水监测井布置情况

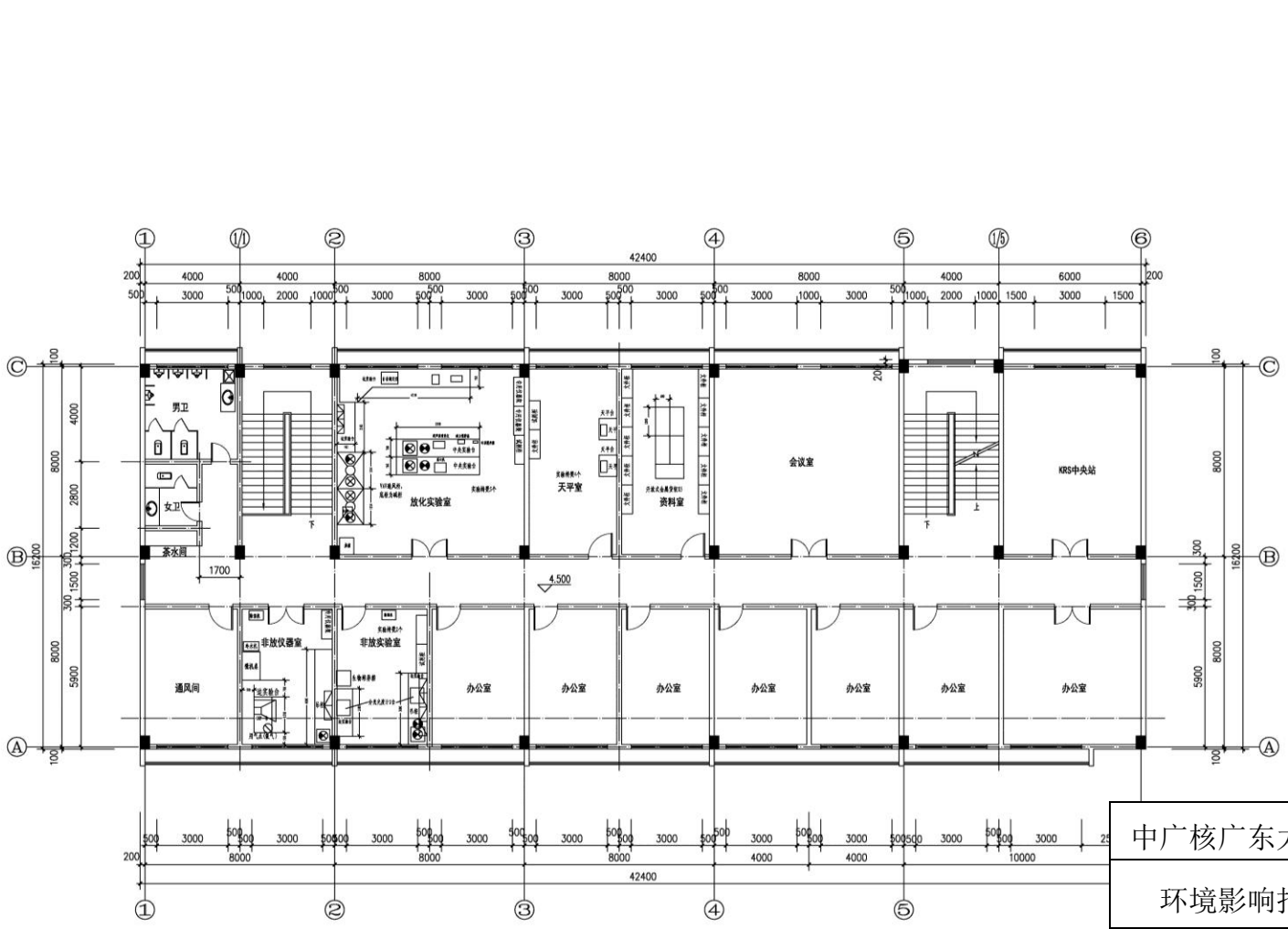
序号	监测井	监测井位置	设置目的
1	N1	1号机组核辅助厂房（1BNX子项）附近	核岛负挖范围内，监测1号机组核岛的泄漏
2	N2	1号机组反应堆厂房龙门架（1BRP子项）附近	核岛负挖范围内，监测1号机组核岛的泄漏
3	N3	2号机组核辅助厂房（2BNX子项）附近	核岛负挖范围内，监测2号机组核岛的泄漏
4	N4	2号机组反应堆厂房龙门架（2BRP子项）附近	核岛负挖范围内，监测2号机组核岛的泄漏
5	N5	1、2号机组核岛废液贮存罐厂房和常规岛废液贮存罐厂房（9BQA/9BQB子项）附近	监测9BQA/9BQB子项的泄漏
6	N6	1号机组额外冷却水与核岛消防水厂房（1BEJ子项）	核岛负挖范围外，对照点
7	N7	2号机组额外冷却水与核岛消防水厂房（2BEJ子项）	核岛负挖范围外，对照点



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
流出物实验室平面布置图		
图 8.3-1	版次：	A

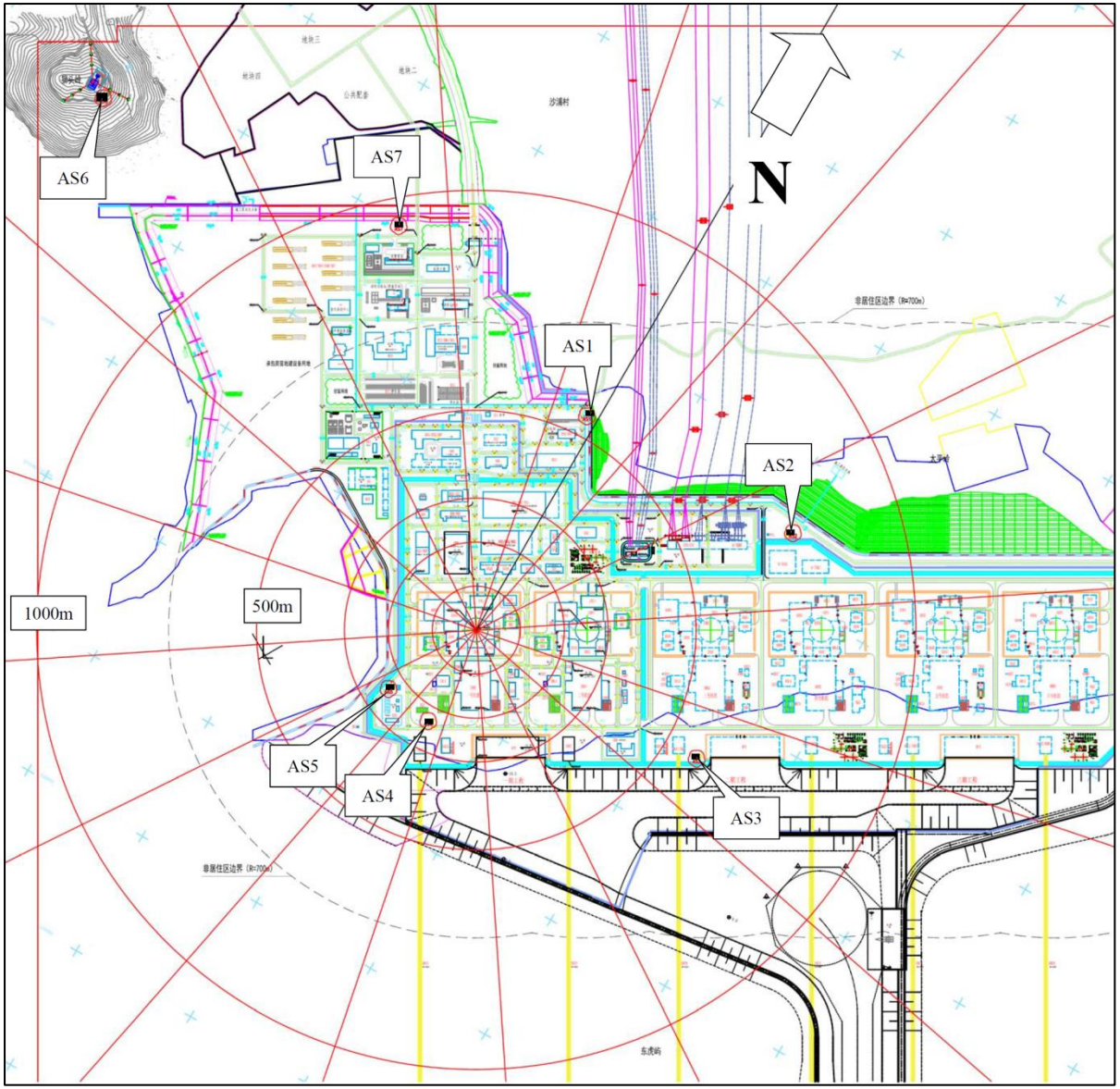


中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
环境实验室平面布置图（一层）		
图 8.3-2	版次：	A

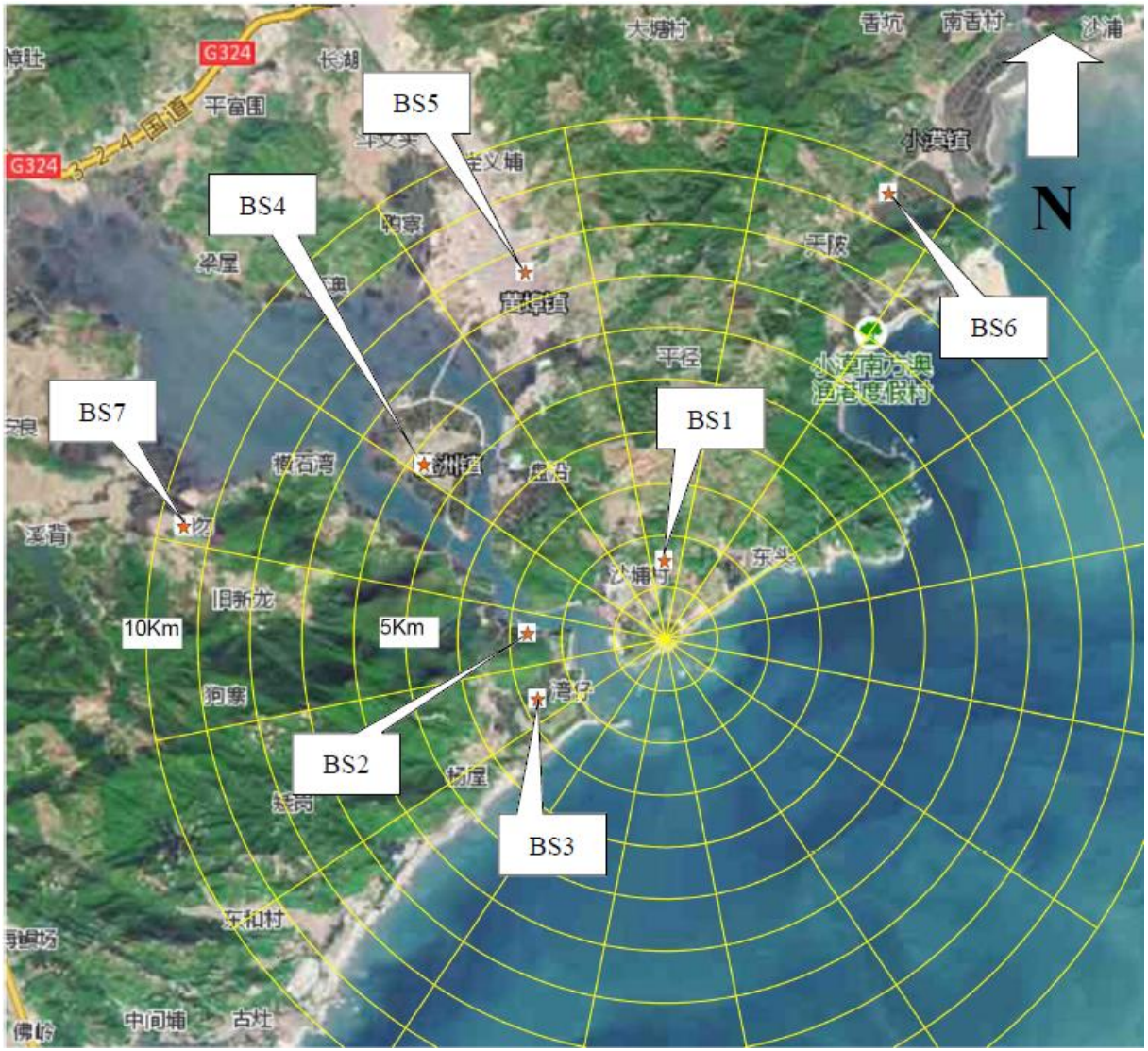




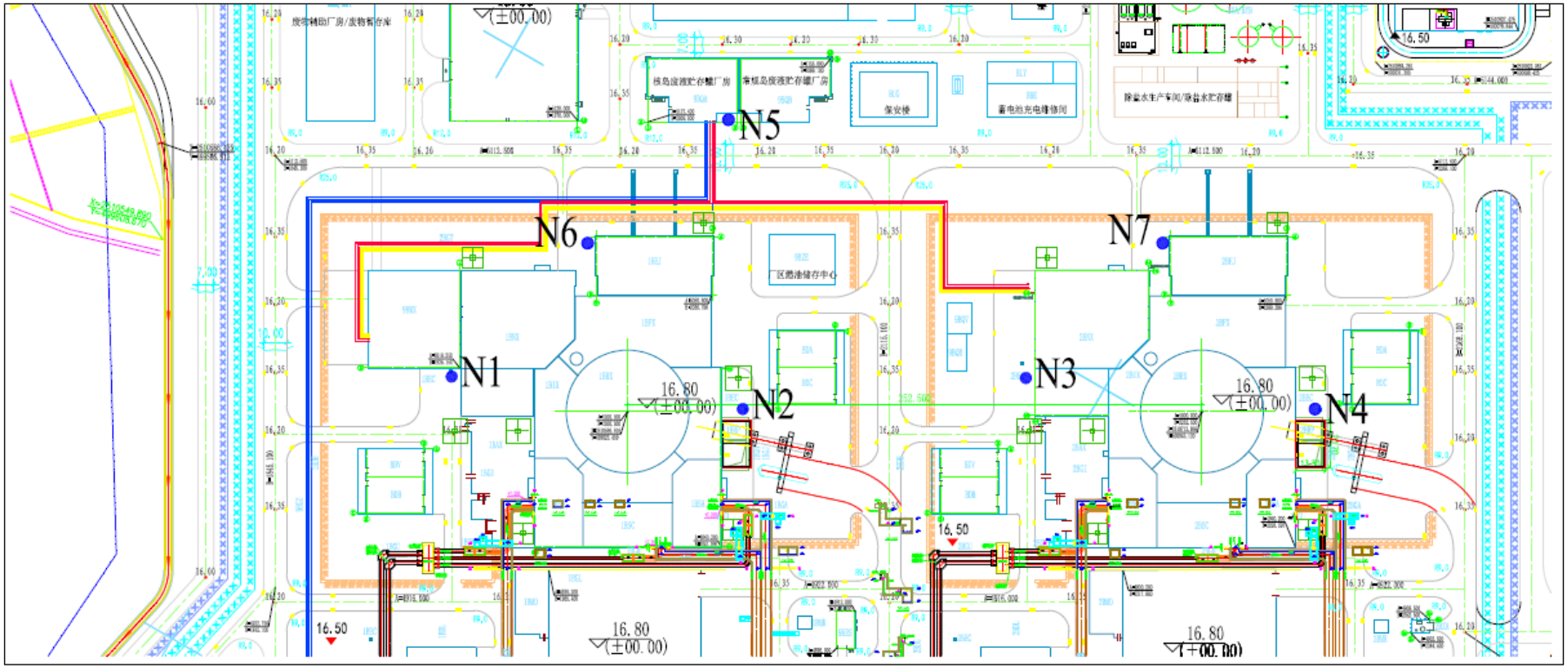
中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
环境实验室平面布置图（二层）		
图 8.3-3	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂内环境监测站位置图		
图 8.3-4	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
厂外环境监测站位置图		
图 8.3-5	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂一期工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
地下水监测井位置图		
图 8.3-6	版次：	A

8.4 质量保证

8.4.1 质量管理

8.4.2 质量控制

8.4 质量保证

为保证太平岭核电厂一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

适当的组织和管理机构是核电厂流出物和环境监测质量保证体系的重要组成部分，该组织机构内的人员设置及其职责应有明文规定。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和管理，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，应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±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。

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

本期工程建设两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。太平岭核电厂一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，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工业的提高。

我国的制造工业从整体上看，与世界上先进国家相比还存在着不小的差距，具体体现在质保体系、管理水平、质量意识、制造能力、工艺水平等方面。通过自主发展核电，可以从整体上提高水平，促进产业结构升级和人员素质的提高。

（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，形成国际先进水平的 AE 公司。

（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，是和平时期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。

太平岭核电厂一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。

在太平岭核电厂一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

通过太平岭核电厂一期工程的建设，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 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 SO_2、CO_2、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 CO_2 是全球 CO_2 重要来源，而 CO_2 作为一种对全球气候变化起负面作用的温室气体，其减排问题已成为国际气候公约谈判的争论焦点，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一期工程的利益分析，可以得出，太平岭核电厂一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

太平岭核电厂一期工程计划投入总资金约 412 亿元，其中环保设施总投资为 77969 万元，占项目总投资的比例为 1.9%。

太平岭核电厂一期工程拟采用华一期工程项目计划总投资约为 412 亿元人民币。两台机组建成运行后，每年需要核燃料费、折旧费、摊销费、修理费、运行维护费，退役及后处理费等运行成本，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。同时，对于运行中产生的放射性废物的处理，将根据与放射性废物处理和处置单位的合同支付相关费用，并计入运行成本。

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，会有一定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，并通过污染空气浸没外照射、地面沉积放射性外照射、吸入污染空气内照射和食入污染陆生动植物产品内照射对厂址周围公众产生一定的剂量影响。根据本报告对设计基准事故的评价结果，发生设计基准事故时气载放射性流出物对周围公众产生的影响很小，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，一期工程建设两台华龙一号机组。根据工程进度安排，一期工程 1 号机组计划 2019 年 6 月 FCD，工期 62 个月，2024 年 8 月投产，2 号机组与 1 号机组间隔 10 个月。

本报告书针对太平岭核电厂一期工程两台华龙一号核电机组开展环境影响评价，编制时遵循了我国相关的法律、法规、标准和导则，在充分分析太平岭核电厂厂址的环境特征和机组特点的基础上，根据核电厂的设计资料、放射性流出物设计排放以及环境保护设施的设计资料对核电厂的潜在环境影响进行了分析评价，从核电厂设计的角度对太平岭核电厂厂址建设两台华龙一号机组的适宜性进行论证。

10.2 环境保护设施

太平岭核电厂一期工程采用华龙一号核电机组，根据参考电厂资料，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）采用压缩贮存衰变的方式进行放射性废气的处理，每台机组设置一套废气处理系统（TEG）。TEG 系统共设置 6 个子功能单元，通过复合、压缩、分配、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（包括氚取样和 C-14 取样），在监测通道上将分别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）每台机组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理。TEU 分别设置了 2 台工艺废液贮存槽、2 台化学废液贮存槽、3 台地面废液贮存槽和 2 台洗涤废液贮存槽，这些槽的有效容积均为 50m^3，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^3 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^3 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，太平岭核电厂一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

太平岭核电厂一期工程两台华龙一号机组各类放射性流出物的排放量可满足国家标准 GB6249-2011 规定的总量控制要求。核电厂废液排放采用槽式排放方式，放射性液体将达到排放要求后才允许排放，可实现 GB6249-2011 规定的槽式排放口处放射性流出物浓度控制要求。

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

太平岭核电厂一期工程两台机组运行状态下放射性流出物排放造成的公众辐射剂量分析结果表明，对于一般公众，W 方位 1~2km 子区内成人组公众造成的个人最大受照剂量为 6.34×10^{-7}Sv/a，占 GB6249-2011 中年剂量约束值（0.25mSv/a）的 0.25%，占太平岭核电厂一期工程剂量管理目标值（0.08mSv/a）的 0.79%。

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 5.68×10^{-2}μGy/h，远低于 ERICA 程序推荐的 10μGy/h 剂量率筛选值，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。

电厂运行状态下的辐射环境影响计算和评价结果表明，太平岭核电一期工程两台

华龙一号机组的放射性废物处理设施的设计性能是可靠的，处理效率是可行的，电厂运行状态下两台机组对厂址周围公众的辐射影响满足 GB6249-2011 的相应要求，放射性流出物排放对海洋生物以及公众造成的辐射影响有限，对环境造成的辐射影响是可接受的。

公众辐射剂量“三关键”初步分析表明，电厂一期工程运行期间可能的关键居民组初步考虑为厂址 W 方位约 2km 处的渡头村渔民，可能的关键照射途径为食入陆生食品内照射，食入海产品内照射途径和吸入内照射途径。可能的关键核素为 ^{14}C、^{3}H 和 ^{88}Kr。“三关键”分析的结果将在制定核电厂运行前后的环境监测方案时予以关注。

（2）电厂事故状态对环境影响

本报告利用厂址气象塔 2018 年 1 月至 2018 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一期工程两台华龙一号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。

（1） 厂址非居住区边界公众辐射剂量

— 对于Ⅲ类事故，蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）对非居住区边界上（事故发生 2h 内）公众造成的有效剂量和甲状腺当量剂量均最大，分别为 5.69×10^{-4}Sv 和 6.44×10^{-3}Sv，占 GB6249-2011 标准相应限值分别为 11.38%和 12.88%；

— 对于Ⅳ类事故，弹棒事故（CREA）对非居住区边界上公众造成的有效剂量最大，燃料操作事故（FHA）对非居住区边界上公众造成的甲状腺剂量最大，分别为 3.86×10^{-3}Sv 和 4.84×10^{-2}Sv，分别占 GB6249-2011 标准相应限值的 3.86%和 4.84%。

（2） 规划限制区边界公众辐射剂量

— 对于Ⅲ类事故，蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）对规划限制区外边界上公众造成的有效剂量和甲状腺当量剂量均最大，为 3.42×10^{-4}Sv 和 5.13×10^{-3}Sv，占 GB6249-2011 标准相应限值分别为 6.84%和 10.26%；

— 对于Ⅳ类事故，弹棒事故（CREA）对规划限制区外边界上公众造成的有效剂量最大，蒸汽发生器两根传热管破裂（SGTR-2）事故对规划限制区边界上公众造成的甲状腺当量剂量均最大，分别为 2.21×10^{-3}Sv 和 2.28×10^{-2}Sv，占 GB6249-2011 标准相应限值分别为 2.21%和 2.28%。

从各类设计基准事故的放射性后果分析可以看出，太平岭核电厂一期工程两台华龙一号机组的专设安全设施的设计性能可靠，厂址周围各类边界的设置是合理的，电厂设计基准事故导致的环境放射性后果满足 GB6249-2011 的相应要求。

（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 18 个，共有人口 13103 人。按陆域面积计算，平均人口密度约 260 人/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，不会存在应急通讯的困难。

核电厂在建设期间的环境风险主要来自于建设过程中所贮存或运输的有毒有害、易燃易爆物质爆炸及泄漏造成的风险，运行期间的环境风险除上述非放射性因素外，最主要的风险来自于潜在的放射性事故造成的放射性物质的释放。分析表明，上述风险均在可控和可接受的范围内。同时，核电厂针对放射性和非放射性的风险均建立有完整的风险防范措施和应急预案，能有效的预防和缓解核电厂事故带来的环境影响。因此，从环境风险的角度，太平岭核电厂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。电厂一期工程 2 台机组的温排水流量为 129.9m^3/s，取排水温差为 7.83℃。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，电厂一期

暗涵长3300m。根据现有的温排水模型研究成果，夏季和冬季的4℃温升包络线均位于“惠州核电厂混合区”内，夏季1℃和冬季2℃温升包络线均位于三类环境功能区内，因此本工程两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

太平岭核电厂一期工程建成运行后，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 20μg/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，预计一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，开展了两次信息公开及全本公示工作，并根据公众反映确定是否开展深度公参，目前该项工作正在进行中。

10.7 承诺

综上所述，在现有资料情况下，从厂址自然环境特征和社会环境特征、电厂正常

运行状态和事故工况对厂址周围公众的辐射影响、环境保护设施设计性能等方面分析，太平岭核电厂在设计上保证环境保护设施得到落实的情况下，电厂对周围环境的影响是可以接受的。

同时本项目需做出如下承诺，

（1） 太平岭核电厂一期工程两台机组采用华龙一号技术方案，该技术方案在国内尚无实际运行经验，设计单位将尽快落实、固化本项目各类环保设施的最终设计方案，确保电厂运行满足环保监管要求。

（2） 建造单位将严格按照相关法规标准的要求，落实施工期间各项环保措施与环境监测方案，切实减缓核电厂建造施工对周边公众与环境的影响。

（3） 公众参与工作是一个长期的过程，建设单位将进一步持续开展公众宣传、科普、信息公开等工作，以使公众对核电建设的认识更为理性和科学，缓解公众的恐核心理；对于核电厂周围部分群众的相关合理诉求，在条件允许的情况下尽最大可能予以积极响应，以最终实现核电建设与当地经济社会发展的共赢。

中广核广东太平岭核电厂一期工程
建造阶段环境影响评价公众参与说明

中广核惠州核电有限公司

二〇一九年三月

建设项目环境影响评价公众参与说明

1 概述

中广核惠州核电有限公司（以下简称“建设单位”）就中广核广东太平岭核电厂一期工程（以下简称“项目”）于 2019 年 2 月 15 日开展了中广核广东太平岭核电厂一期工程建造阶段环境影响评价（以下简称“项目建造环评”）首次信息公开工作，并在建设项目环境影响报告书征求意见稿形成后，建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》于 2019 年 2 月 25 日~3 月 8 日完成了项目建造环评环境影响报告书征求意见稿全文及其他相关信息公开（第二次信息公开）。

根据《环境影响评价公众参与办法》，建设单位在向生态环境主管部门报批环境影响报告书前，于 2019 年 3 月 11 日~3 月 15 日公开了拟报批的环境影响报告书全文和公众参与说明（第三次信息公开）。

2 首次环境影响评价信息公开情况

2.1 公开内容及日期

2019 年 2 月 15 日，建设单位就项目建造环评进行了首次环境影响评价信息公开，公开主要内容为建设项目基本情况、项目建设单位名称和联系方式、环境影响报告书编制单位名称、公众意见表的网络链接、提交公众意见表的方式和途径以及本次公式时间有效期。

建设单位在确定了项目建造阶段环境影响报告书编制单位后进行了首次环境影响评价信息公开工作，公开时间、内容及公开时间有效期符合《环境影响评价公众参与办法》的要求。

2.2 公开方式

2.2.1 网络

首次信息公开载体为网络 ,网络公示时间为 2019 年 2 月 15 日~2 月 25 日、网址为：http://www.hznpc.com.cn。首次信息公开情况网络截图见图 1。



图 1　首次信息公开情况网页截图

2.3 公众意见情况

在项目建造环评首次信息公开征求意见期间，未收到公众提出意见。

3 征求意见稿公示情况

3.1 公示内容及时限

本次公示主要内容包括：

1、环境影响报告书征求意见稿全文电子版网络链接、纸质报告查阅地址；

2、征求意见的公众范围；

3、公众意见表的网络链接；

4、公众提出意见的方式和途径；

5、公众提出意见的起止时间。

本次公式时限为 2019 年 2 月 25 日至 3 月 8 日。

本项目公开的环境影响报告书征求意见稿主要内容已基本完成，公开期限不少于 10 个工作日，公开方式（网络、报纸、公告张贴）和内容符合《环境影响评价公众参与办法》的要求。

3.2 公示方式

3.2.1 网络

第二次信息公开载体为网络，网络公示时间为 2019 年 2 月 25 日~3 月 8 日、网址为：http://www.hznpc.com.cn。第二次信息公开情况网络截图见图 2。

3.2.2 报纸

建设单位于 2019 年 2 月 27 日和 3 月 6 日分别在所在地公众易于接触的《惠州日报》报纸上两次刊登了第二次信息公开情况。2 次报纸公开情况见图 3 和图 4。



中文 | 繁体

中广核 CGN 核能 Nuclear Power 中广核惠州核电有限公司 CGN Huizhou Nuclear Power Co., Ltd.

本站搜索

首页 | 公司概况 | 新闻中心 | 工程建设 | 企业文化 | 核电科普 | 企业与社会 | 人才招聘 | 集团公司

首页 > 企业与社会 > 环保贡献 > 正文

中广核广东太平岭核电厂一期工程建造环评公众参与二号信息公告

2019-02-25

中广核广东太平岭核电厂一期工程建造阶段环境影响评价
第二次信息公开情况

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》、《环境影响评价公众参与办法》的有关规定，为使社会团体及公众了解、参与本项目的环境影响评价工作，现将项目的环境影响报告书征求意见稿进行公示，欢迎公众积极参与并提出宝贵意见和建议。

一、 环境影响报告书征求意见稿查阅方式及途径

环境影响报告书征求意见稿网络链接：

http://jhj.huizhou.gov.cn/pages/cms/hzfzggj/html/hpxm/33f2187bf3ce460ba3d1862ee3d94583.html?cataId=5bf42fec5325458798955a8f42971861

查阅纸质报告地址：广东省惠州市惠城区文昌一路 11 号华贸大厦 3 号楼 3101 室

邮编：516001

联系人：钟保清 电子邮箱：425372078@qq.com

联系电话：0755-88619167 传真：0752-7838786

二、 征求意见的公众范围

本项目征求意见的公众范围包括惠东县所辖黄埠镇、平海镇、吉隆镇、铁涌镇、港口区，深汕特别合作区所辖小漠镇和鹅埠镇。

征求意见对象包括上述范围内公民、法人和其他组织。

三、 公众意见表的网络链接

http://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/201810/t20181024_6653

29.html

四、 公众提出意见的方式和途径

欢迎各企事业单位、社会团体、个人针对本项目环境影响及环境保护措施提出宝贵意见或建议，可通过信函、传真、电子邮件等方式和途径将填写后的公众意见表提交建设单位。

五、 公众提出意见的起止时间

本次征求公众意见的起止时间为：2019 年 2 月 25 日至 3 月 8 日。

中广核惠州核电有限公司

2019 年 2 月 25 日

Copyright @2015 中广核惠州核电有限公司
All rights reserved. 粤ICP备08132407号-30

图 2 第二次信息公开情况网络截图



中广核广东太平岭核电厂一期工程建造阶段环境影响评价第二次信息公开情况

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》、《环境影响评价公众参与办法》的有关规定，为使社会团体及公众了解、参与本项目的环境影响评价工作，现将项目的环境影响报告书征求意见稿进行公示，欢迎公众积极参与并提出宝贵意见和建议。

一、环境影响报告书征求意见稿查阅方式及途径

环境影响报告书征求意见稿网络链接：http://jhj.huizhou.gov.cn/pages/cms/hzfzggj/html/hpxm/33f2187bf3ce460ba3d1862ee3d94583.html?catalId=5bf42fec5325458798955a8f42971861

查阅纸质报告地址：广东省惠州市惠城区文昌一路11号华贸大厦3号楼3101室

邮编：516001

联系人：钟保清

电子邮箱：425372078@qq.com

联系电话：0755-88619167

传真：0752-7838786

二、征求意见的公众范围

本项目征求意见的公众范围包括惠东县所辖黄埠镇、平海镇、吉隆镇、铁涌镇、港口区，深汕特别合作区所辖小漠镇和鹅埠镇。

征求意见对象包括上述范围内公民、法人和其他组织。

三、公众意见表的网络链接

http://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/201810/t20181024_665329.html

四、公众提出意见的方式和途径

欢迎各企事业单位、社会团体、个人针对本项目环境影响及环境保护措施提出宝贵意见或建议，可通过信函、传真、电子邮件等方式和途径将填写后的公众意见表提交建设单位。

五、公众提出意见的起止时间

本次征求公众意见的起止时间为：2019年2月25日至3月8日。

中广核惠州核电有限公司

2019年2月27日

图 3 惠州日报第 1 次刊登第二次信息公开情况



中广核广东太平岭核电厂一期工程建造阶段环境影响评价第二次信息公开情况

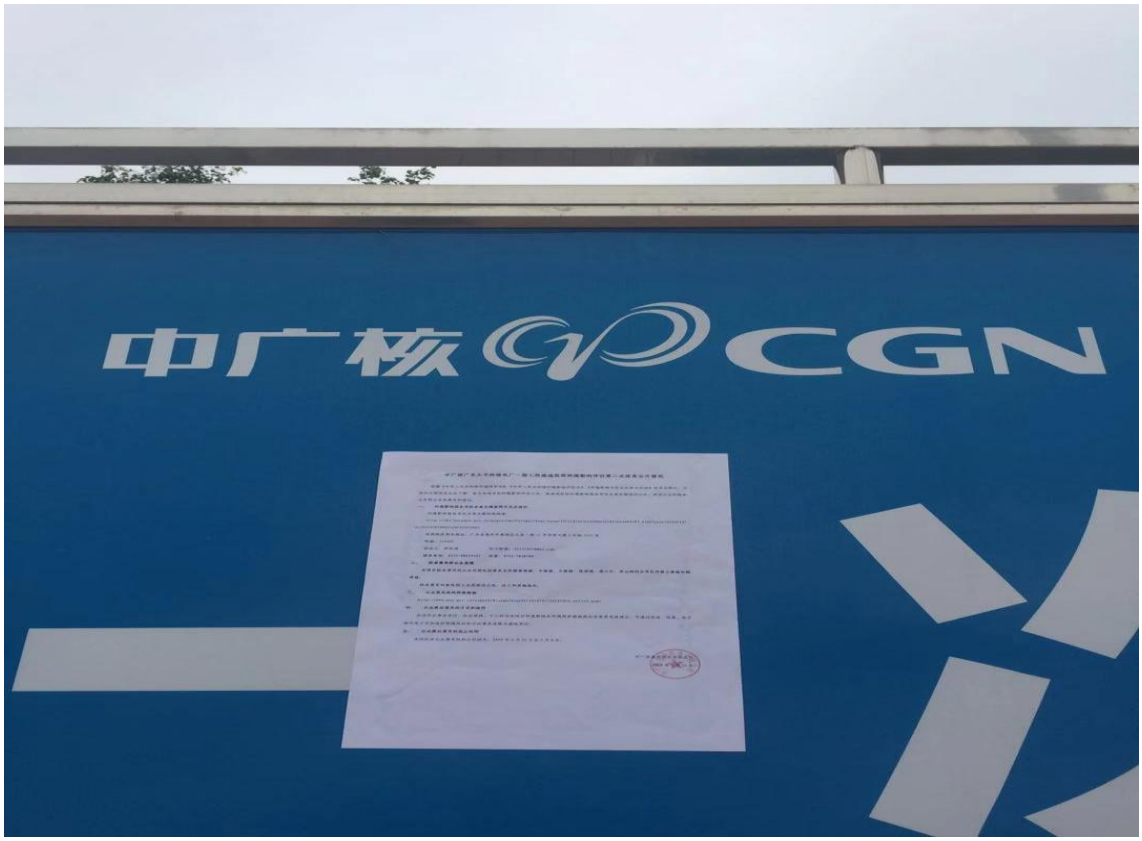
惠州头条 智慧融媒 创造价值

图 4 惠州日报第 2 次刊登第二次信息公开情况

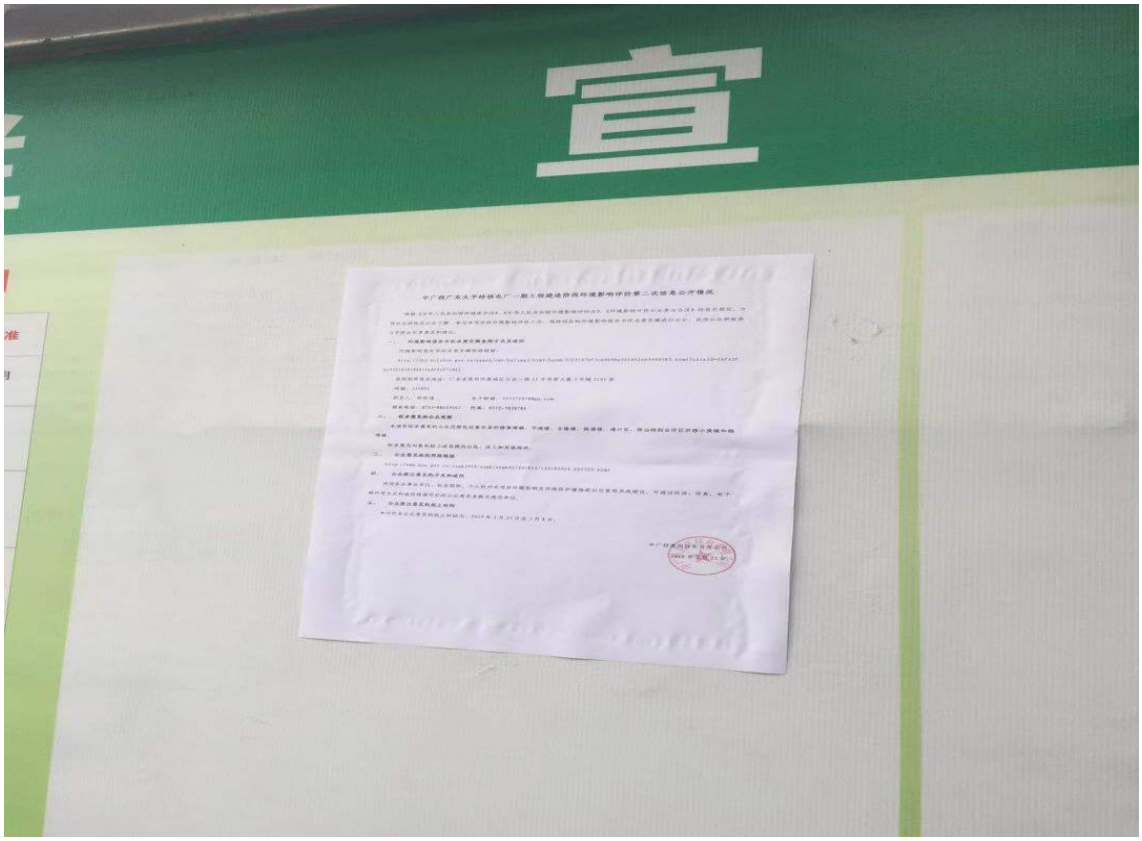
3.2.3 张贴

建设单位在厂区及厂址区域一定范围内的行政村村委张贴了第二次信息公开情况，张贴的时间从 2019 年 2 月 25 日至 3 月 8 日，张贴地点分别为三洲村、沙浦村、望斗村、西冲村、霞坑村、新渔村以及厂区厂前区域。各地方张贴情况见照片图 5。

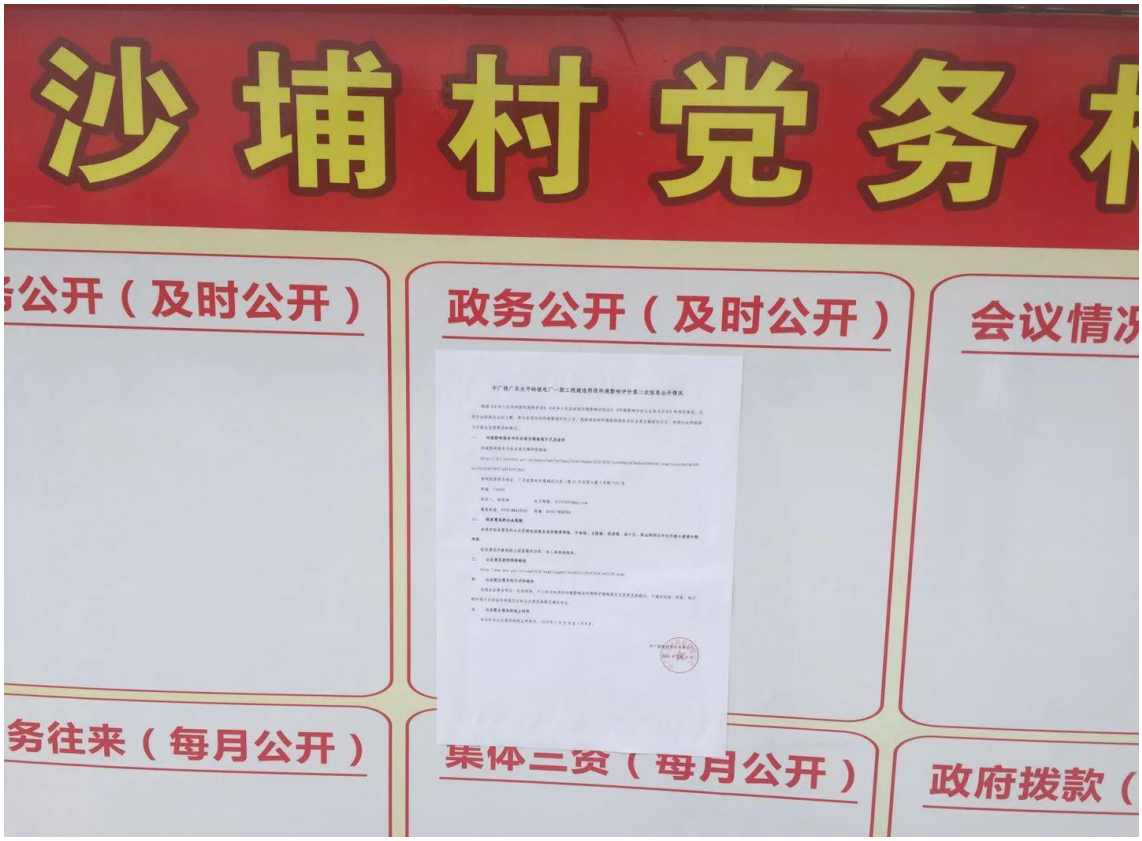

中广核 CGN


中广核 CGN

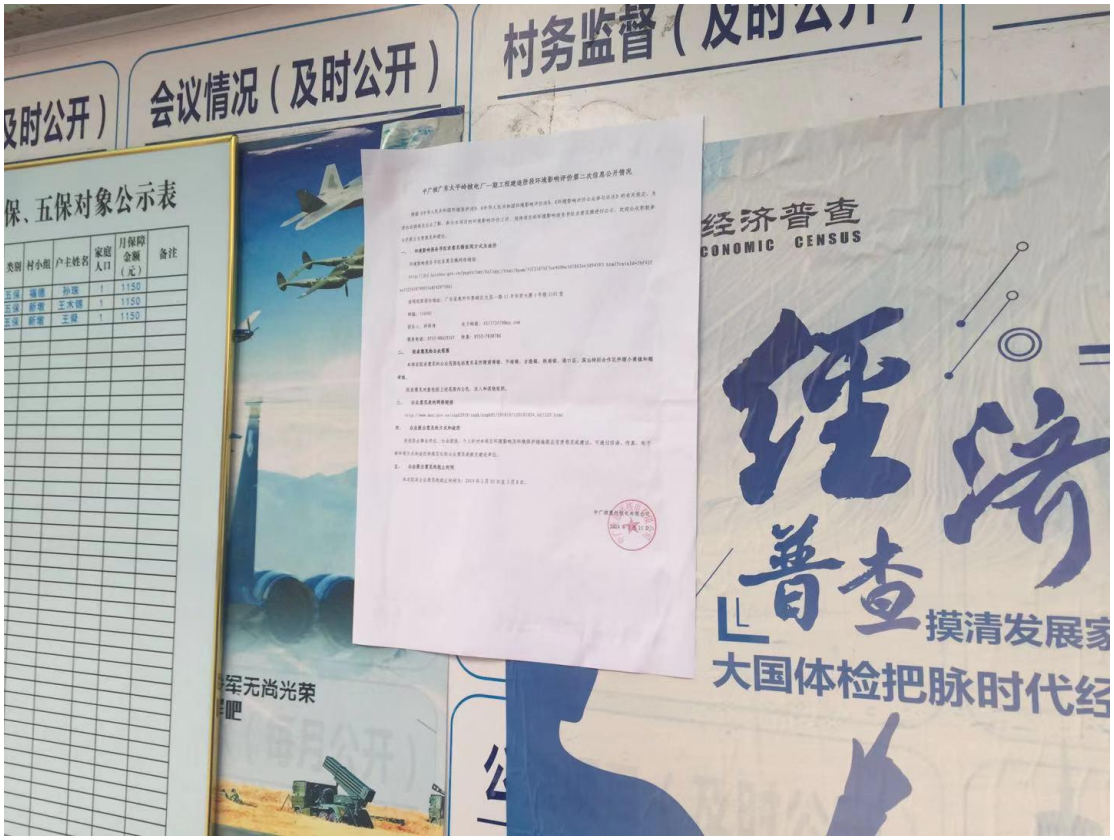

三洲村计划生育公开栏
宣
※计划生育家庭奖励扶助项目
※社会抚养费征收标准
※征收社会抚养费程序


宣


沙埔村党务村务公开栏
党务公开（及时公开）
政务公开（及时公开）
会议情况（及时公开）
村务监督（及时公开）
财务往来（每月公开）
集体三资（每月公开）
政府拨款（每月公开）
公益项目（及时公开）


沙埔村党务
公开（及时公开）
政务公开（及时公开）
会议情
务往来（每月公开）
集体三资（每月公开）
政府拨款（


望斗村党务村务公开栏
党务公开（及时公开）
政务公开（及时公开）
会议情况（及时公开）
村务监督（及时公开）
通告栏
望斗 村（居）低保、五保对象公示表
不忘初心
牢记使命
共谱山海交融新篇章主题演讲汇展演
主办单位：中共惠东县委 惠东县人民政府
承办单位：中共惠东县委党的建设工作领导小组办公室
中共惠东县直属机关单位工作委员会
活动时间：2018年12月18日 19：30
活动地点：惠东（新）文化广场
敬请期待！
经济普查
ECONOMIC CENSUS
经济
普查
摸清发展家底
大国体检把脉时代经济
www.gfbzb.gov.cn
国务院第四次全国经济普查领导小组


会议情况（及时公开）
村务监督（及时公开）
保、五保对象公示表
经济普查
ECONOMIC CENSUS
经济
普查
摸清发展家
大国体检把脉时代经


西冲村党务村
务公开（及时公开）
政务公开（及时公开）
会议情


西冲村党务村务公开栏
党务公开（及时公开）
政务公开（及时公开）
会议情况（及时公开）
村务监督（及时公开）
财务往来（每月公开）
集体三资（每月公开）
政府拨款（每月公开）
公益项目（及时公开）


惠东县黄埠镇霞坑村
党务公开（及时公开）
村务公开（及时公开）
会议情况（及时公开）
政府拨款（每月公开）
财务往来（每月公开）
不忘初心
牢记使命
共谱山海交融新篇章主题演讲汇展演
主办单位：中共惠东县委 惠东县人民政府
承办单位：中共惠东县委党的建设工作领导小组办公室
中共惠东县直属机关单位工作委员会
活动时间：2018年12月18日 19：30
活动地点：惠东（新）文化广场
敬请期待！


村务公开（及时公开）
中广核广东大亚湾核电厂一期工程建造阶段环境影响评价第二次信息公开情况
不忘初心
共谱山海交融
主办单位：中共
承办单位：中共
中
活动时间：2
活动地点：
财务往来（每月公开）



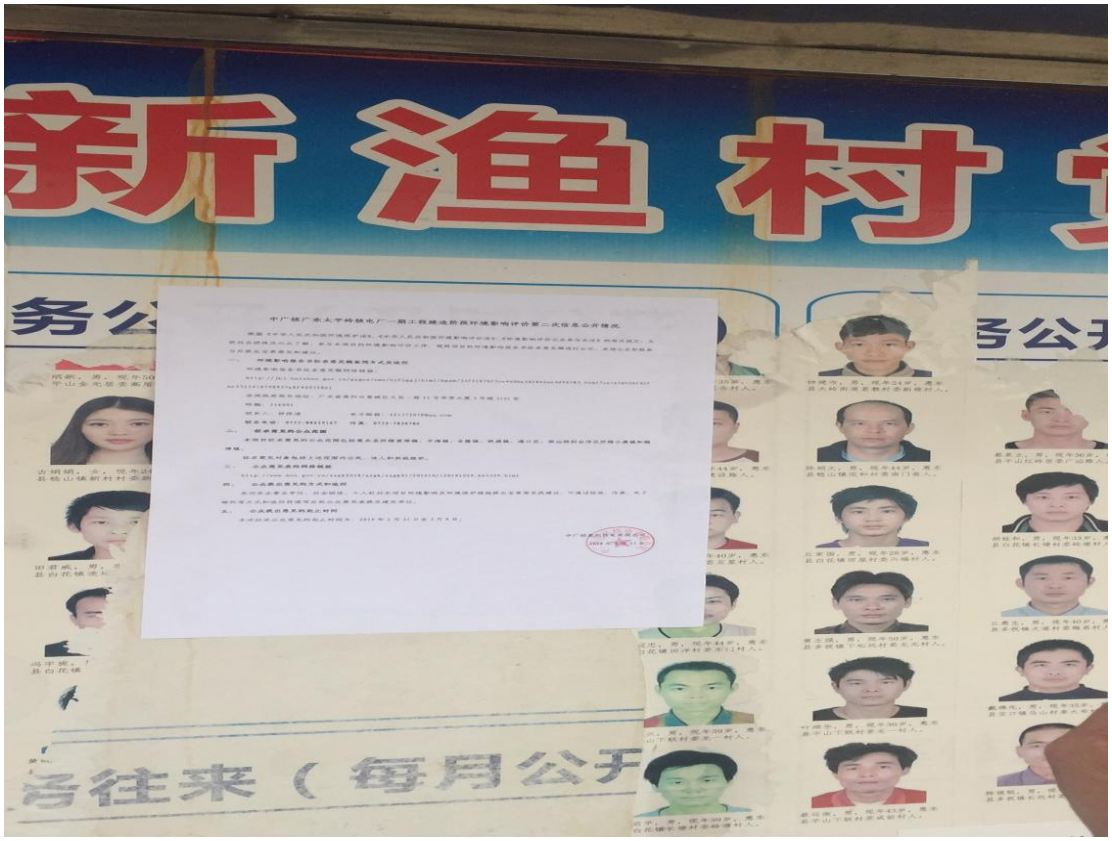


图 5 厂区及厂址区域各行政村村委第二次信息公开张贴情况

3.3 查阅情况

中广核广东太平岭核电厂一期工程建造阶段环境影响报告书征求意见稿查阅场所设置在广东惠州市惠城区文昌一路 11 号华贸大厦 3 号楼 2101 室。

截止目前，没有公众和团队前来查阅。

3.4 公众提出意见情况

在项目建造环评第二次信息公开征求意见期间，未收到公众提出意见。

4 报批前公开情况

4.1 公开内容及日期

本次公示主要内容包括：

1、环境影响报告书（未包含国家秘密、商业秘密、个人隐私等依法不应公开内容的拟报批环境影响报告书全本）电子版网络链接；

2、公众参与说明网络链接；

3、公众意见表的网络链接；

4、建设单位联系方式；

5、提交公众意见表的方式和途径

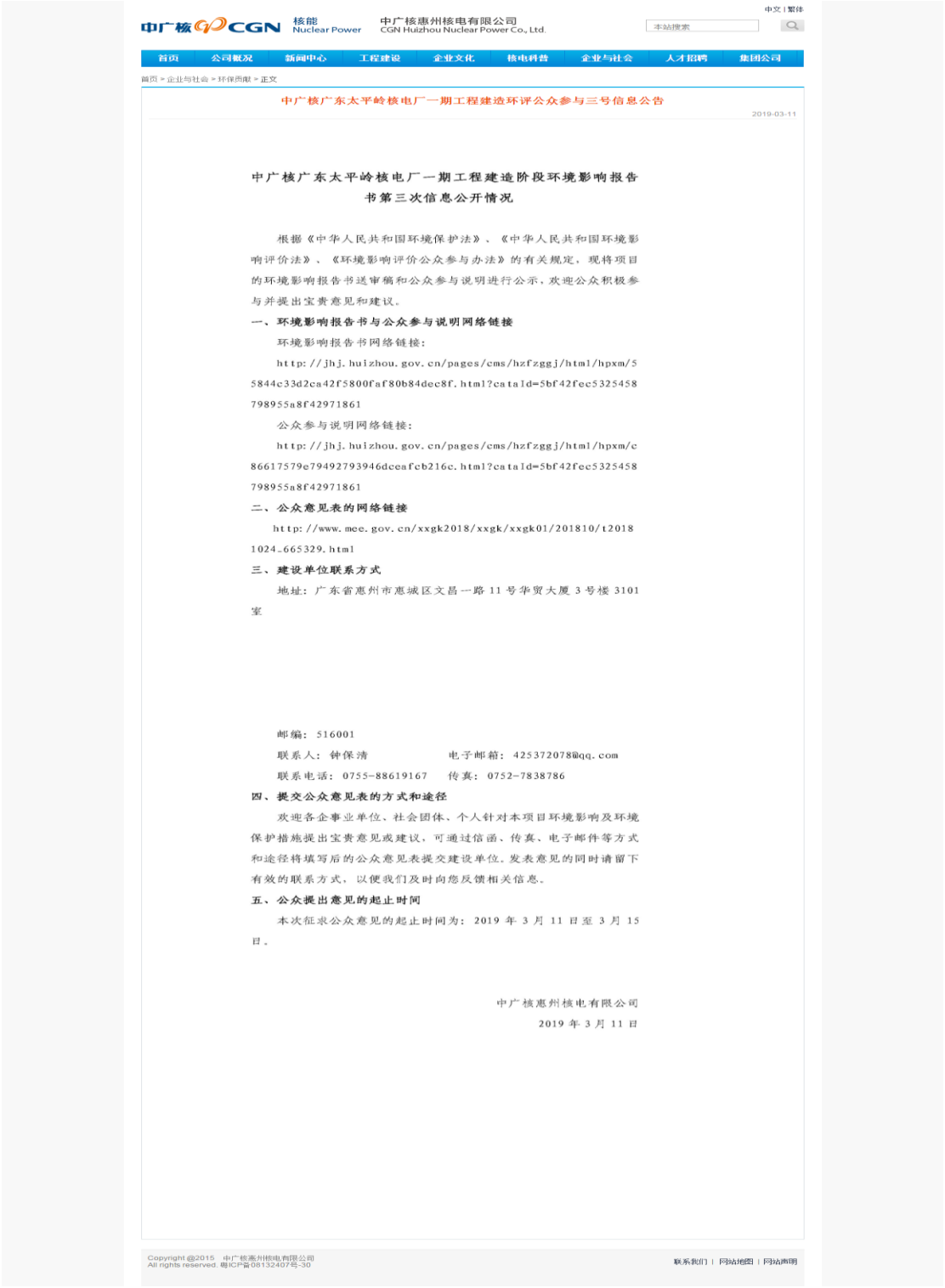
6、公众提出意见的起止时间。

本次公示时限为 2019 年 3 月 11 日至 3 月 15 日。

以上公示内容符合《环境影响评价公众参与办法》的相关要求。

4.2 公开方式

第三次信息公开载体为网络，网络公示时间为 2019 年 3 月 11 日~3 月 15 日，网址为：http://www.hznpc.com.cn。第三次信息公开情况网络截图见图 6。



中广核 CGN 核能 Nuclear Power 中广核惠州核电有限公司 CGN Huizhou Nuclear Power Co., Ltd.

中文 | 繁体

本站搜索

首页 | 公司概况 | 新闻中心 | 工程建设 | 企业文化 | 核电科普 | 企业与社会 | 人才招聘 | 集团公司

首页 > 企业与社会 > 环保贡献 > 正文

中广核广东太平岭核电厂一期工程建造环评公众参与三号信息公告

2019-03-11

中广核广东太平岭核电厂一期工程建造阶段环境影响报告书第三次信息公开情况

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》、《环境影响评价公众参与办法》的有关规定，现将项目的环境影响报告书送审稿和公众参与说明进行公示，欢迎公众积极参与并提出宝贵意见和建议。

一、环境影响报告书与公众参与说明网络链接

环境影响报告书网络链接：

http://jhj.huizhou.gov.cn/pages/cms/hzfzggj/html/hpxm/55844c33d2ca42f5800faf80b84dec8f.html?catald=5bf42fec5325458798955a8f42971861

公众参与说明网络链接：

http://jhj.huizhou.gov.cn/pages/cms/hzfzggj/html/hpxm/c86617579e79492793946dceafcb216c.html?catald=5bf42fec5325458798955a8f42971861

二、公众意见表的网络链接

http://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/201810/t20181024_665329.html

三、建设单位联系方式

地址：广东省惠州市惠城区文昌一路11号华贸大厦3号楼3101室

邮编：516001

联系人：钟保清　　电子邮箱：425372078@qq.com

联系电话：0755-88619167　　传真：0752-7838786

四、提交公众意见表的方式和途径

欢迎各企事业单位、社会团体、个人针对本项目环境影响及环境保护措施提出宝贵意见或建议，可通过信函、传真、电子邮件等方式和途径将填写后的公众意见表提交建设单位。发表意见的同时请留下有效的联系方式，以便我们及时向您反馈相关信息。

五、公众提出意见的起止时间

本次征求公众意见的起止时间为：2019年3月11日至3月15日。

中广核惠州核电有限公司

2019年3月11日

Copyright @2015 中广核惠州核电有限公司 All rights reserved. 粤ICP备08132407号-30

联系我们 | 网站地图 | 网站声明

图6 第三次信息公开情况网页截图

5 诚信承诺

我单位已按照《环境影响评价公众参与办法》要求，在中广核广东太平岭核电厂一期工程建造阶段环境影响报告书编制阶段开展了公众参与工作，在环境影响报告书中充分采纳了公众提出的与环境影响相关的合理意见，对未采纳的意见按要求进行了说明，并按照要求编制了公众参与说明。

我单位承诺，本次提交的《中广核广东太平岭核电厂一期工程建造阶段环境影响评价公众参与说明》内容客观、真实，未包含依法不得公开的国家秘密、商业秘密、个人隐私。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由中广核惠州核电有限公司承担全部责任。

承诺单位：中广核惠州核电有限公司

承诺时间：2019 年 3 月 15 日