建设项目环境影响报告表

项 目 名 称：岭澳核电厂3、4号机组18个月换料改造项目

建设单位(盖章)：岭东核电有限公司

编制日期：2013年4月

环境保护部制

《建设项目环境影响报告表》编制说明

《建设项目环境影响报告表》由具有从事环境影响评价资质的单位编制。

1．项目名称——指项目立项批复时的名称，应不超过 30 个字（两个英文字段作一个汉字）。

2．建设地点——指项目所在地详细地址，公路、铁路应填写起止地点。

3．行业类别——按国标填写。

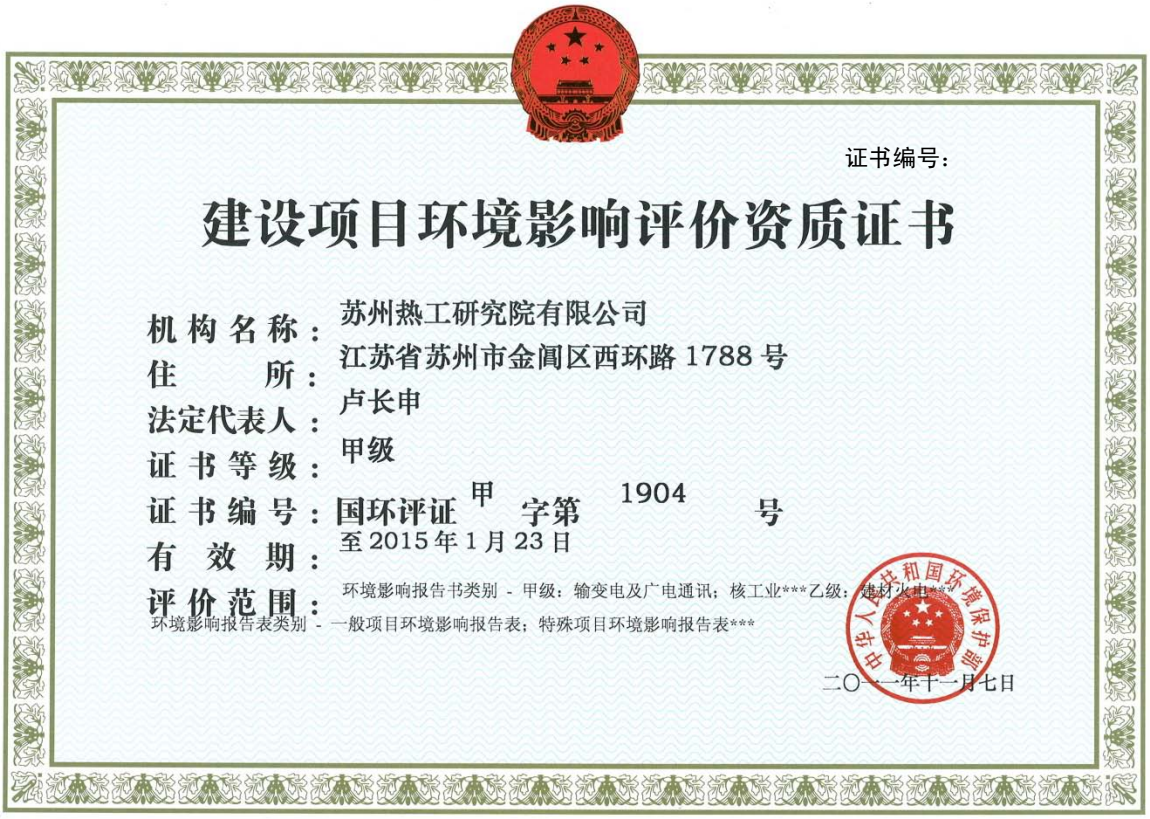
4．总投资——指项目投资总额。

5．主要环境保护目标——指项目周围一定范围内集中居民住宅区、学校、医院、保护文物、风景名胜区、水源地和生态敏感点等，应尽可能给出保护目标、性质、规模和距厂界距离等。

6、结论与建议——给出本项目清洁生产、达标排放和总量控制的分析结果，确定污染防治措施的有效性，说明本项目对环境造成的影响，给出建设项目环境可行性的明确结论，同时提出减少环境影响的其他建议。

7．预审意见——由行业主管部门填写答复意见，无主管部门项目，可不填。

8．审批意见——由负责审批该项目的环境保护行政主管部门批复。



证书编号：

建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：苏州热工研究院有限公司

住　　所：江苏省苏州市金阊区西环路 1788 号

法定代表人：卢长申

证书等级：甲级

证书编号：国环评证甲字第 1904 号

有效期：至 2015 年 1 月 23 日

评价范围：环境影响报告书类别 - 甲级：输变电及广电通讯；核工业***乙级：建材火电***；环境影响报告表类别 - 一般项目环境影响报告表；特殊项目环境影响报告表***

中华人民共和国环境保护部

二〇一一年十一月七日

项目名称： 岭澳核电厂 3、4 号机组 18 个月换料改造项目

评价单位： 苏州热工研究院有限公司 （公章）

法人代表： 卢长申 （盖章）

项目负责人： 赵　锋

主要评价人员情况				
姓名	职称	证书编号	职责	签名
赵　锋	高工	A19040011300	项目负责人	
朱　鑫	高工	A19040021200	环境质量现状	
杨宗甄	工程师	A19040041	工程分析	
覃春丽	工程师	A19040043	影响预测及分析	
陈　洋	工程师	A19040032	校核	
陶云良	高工	A19040121200	审核	
上官志洪	高工	A19040031300	批准	

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

职业资格证书编号：0001692

登记证编号：A19040011300

有效期限：2008 年 05 月 25 日至 2009 年 12 月 14 日

所在单位：苏州热工研究院有限公司

登记类别：核工业类环境影响评价

中华人民共和国环境保护部

2008 年05 月25 日



再 次 登 记 记 录

时间	有效期限	签章
2009.09.28	延至 2012 年 12 月 14 日	环评工程师再次登记专用章
2012.11.05	延至 2015 年 12 月 14 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	



持证人签名：
Signature of the Bearer

赵锋

管理号：05353243505320195
File No.：

姓名：
Full Name 赵锋

性别：
Sex

出生年月：
Date of Birth 330724770326255

专业类别：
Professional Type 环境评价四科

批准日期：
Approval Date 200505

签发单位盖章：
Issued by

签发日期：2005 年 07 月 22 日
Issued on

一、建设项目基本情况

项目名称	岭澳核电厂 3、4 号机组 18 个月换料改造项目				
建设单位	岭东核电有限公司				
法人代表	卢长申		联 系 人	林杰东	
通讯地址	深圳市福田区上步中路西科技大厦 15 楼				
联系电话	(0755) 84476692	传 真	(0755) 83365789	邮政编码	518024
建设地点	广东省深圳市大鹏新区大亚湾核电基地内				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设性质	新建□ 扩建□ 技改√		行业类别及代码	行业类别：核力发电 行业代码：D4413	
占地面积(平方米)	100 万		绿化面积(平方米)	/	
总投资(万人民币)	5500	其中环保投资（万人民币）	300	环保投资占总投资比例	5.5%
评价经费（万人民币）		/	预期投产日期	2014 年	

工程内容及规模

1、项目基本情况

大亚湾核电基地内目前有大亚湾核电站，岭澳核电厂 1、2 号机组（岭澳一期）以及岭澳核电厂 3、4 号机组（岭澳二期）共六台机组同时运行。大亚湾核电站、岭澳一期、岭澳二期分别于 1994 年、2002 年和 2010 年开始商业运行。

目前岭澳核电厂 3、4 号机组采用传统年度换料方案。为了进一步提高岭澳核电厂 3、4 号机组运行的经济性、安全性和环境效益，电厂决定将目前的年度换料换成 18 个月换料。18 个月换料是国际上先进的燃料管理模式，且已有较长时间的运行成熟经验。国际上，压水堆核电站自 1978 年首次开始实施 18 个月换料以来，已经有 30 多年的成熟经验，目前美国有 75 座、法国有近 30 座反应堆实现了 18 个月长周期的换料；在我国国内，大亚湾核电站已于 2002 年成功实施了由年度换料向 18 个月换料的转换，已安全运行十年。此外，EPR 和 AP1000 核电机组设计上也均采用 18 个月换料。相比于传统年度换料而言，实施 18 个月换料可以减少大修次数，减少核电厂的集体辐照剂量，提高机组的能力因子，提高燃料组件的卸料燃耗，降低压力容器的中子注量率。

2、建设地点

岭澳核电厂厂址位于广东省深圳市大鹏新区所辖大鹏半岛东南侧。岭澳核电厂 3、4 号机组位于岭澳核电厂 1、2 号机组东侧，其中 4 号反应堆中心距岭澳 1 号反应堆中心的直线距离约为 350m。

3、技改内容、规模

为了兼顾堆芯设计的先进性、燃料经济性和控制工程风险，岭东核电有限公司决定从 2014 年开始，将岭澳核电厂 3、4 号机组由目前的传统年度换料变更为 18 个月换料方案。岭澳核电厂 3、4 号机组 18 个月换料改造项目将实现下述目标：

- 平均四年三次换料，并且整个燃料管理拥有 18 个月换料的能力；
- U-235 富集度为 4.45%，使用 8%（重量百分比）的钆可燃毒物；
- 灵活性循环：L1、L2 和 S3 循环的新组件数目分别为 68、72 和 56 组；
- 过渡循环：根据发电规划要求，两台机组分别采用不同的过渡循环方案；
- 延伸运行：30 EFPD；
- 全 M5 AFA3G 燃料组件的燃耗限值：组件燃耗不超过 52GWd/tU，燃料棒燃耗不超过 57GWd/tU；
- $F_{\Delta H}$：≦1.65（包括不确定性：1.03×1.04×1.04）；
- 反应堆在功率运行时慢化剂温度系数必须为负值或零，使反应堆具有负反馈特性；
- 停堆裕量：不低于 2300 pcm。

18 个月换料设计变更可能影响冷却剂硼浓度、堆芯衰变热、裂变产物积存量和中子通量等相关的系统。针对岭澳核电厂 3、4 号机组 18 个月换料项目，项目业主委托相关单位开展了包括堆芯设计、源项与屏蔽设计、安全分析、系统论证、周期性论证等各专项论证工作。论证表明，岭澳核电厂 3、4 号机组原先设计的相关系统绝大多数能够满足 18 个月换料的要求，不需要做设计变更，剩余的少部分系统的设计满足 18 个月换料要求，但相关定值需要修改。总体而言，岭澳核电厂 3、4 号机组实施 18 个月换料后，核电厂原有的相关系统设计几乎不发生任何变化。为了适应 GB6249-2011 的相关要求，结合本项目的实施，针对放射性废液系统，岭澳核电厂开展了相关工作，主要包括滤网升级更换、升版管理程序、购置移动装置等，具体内容详见本报告表附件。

本项目不额外新增任何系统、厂房。

与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题：

本项目为针对岭澳核电厂 3、4 号机组堆芯燃料循环布置方案的技术改进项目。本项目的实施仅涉及堆芯布置的变化，并会对岭澳核电厂 3、4 号机组堆芯积存量、一回路冷却剂活度谱以及放射性流出物排放源项产生影响。与本项目有关的放射性污染物排放主要为核电厂产生的放射性废气、放射性废液和放射性固体废物。

岭澳核电厂产生的中低放固体废物在厂内暂存一段时间后，按照国家相关法规标准的要求送往指定的中低放废物处置场处置。

岭澳核电厂 3、4 号机组运行期间，向环境排放的气载和液态流出物处于严格受控状况，并严格遵守国家相关法规标准的要求。大亚湾核电基地多年的辐射环境监测结果表明，大亚湾核电基地的气载流出物排放没有给厂区附近地区产生可觉察到的影响，基地周围现有的环境辐射水平仍是比较低的。随着液态流出物（除氚外）中放射性核素排放量的减少，指示性生物中检测到不同微量人工核素的频度和放射性活度值也在减少。大亚湾核电基地的辐射环境质量相对于运行前的本底值而言变化不大。大亚湾核电基地运行期间对环境的影响是可接受的，未产生环境污染问题。

二、建设项目所在地的自然环境和社会环境简况

自然环境简况

1、地理位置

岭澳核电厂厂址位于广东省深圳市大鹏新区所辖大鹏半岛东南侧。岭澳核电厂 3、4 号机组位于岭澳 1、2 号机组东侧，其中 4 号反应堆中心距岭澳 1 号反应堆中心的直线距离约为 350m。厂址东南濒临大亚湾，北面和西面为山地丘陵，厂址北侧约 1.5km 处山体标高为 248.9m，西侧约 1km 处山体标高为 180m～200 m。厂址距深圳市区中心直线距离约 45km，距香港市区中心直线距离约 50km。厂址区域位置见附图 1。

2、地形、地貌、地质

厂址附近地区位于大鹏半岛排牙山南侧。大鹏半岛位于两个大海湾之间，西侧是大鹏湾，东侧是大亚湾，厂址区位于大亚湾西海岸。大鹏湾对面的香港半岛地形复杂多山。大鹏湾北部及大亚湾北部海岸为低山丘陵区，山高一般达 600m 以上，其中大亚湾北部的山略低一些。上述山脉之间为各种谷地。

厂址地区地形地貌条件较好，地质构造比较简单，没有发现岩溶、滑坡、崩塌、泥石流、采空区、地面不均匀沉降、温泉等影响场地稳定性评价的不利因素。

3、气候和气象

（1）气候

岭澳核电厂厂址位于北回归线以南，南临南海的大亚湾，地处亚热带，属南亚热带季风性气候。夏季受来自海洋的夏季风影响；温暖多雨，而且受台风影响，暴雨频繁；冬季受西伯利亚吹来的冬季风影响，干燥少雨，强冷空气常可入侵厂址区域，霜冻现象偶有出现。

据香港 1948 年至 2003 年以及深圳 1952 年至 2004 年的长期气象观测资料统计，香港历年平均气温为 25.7℃，一、二月份平均气温最低，为 18.4℃，七月份平均气温最高，为 31.0℃，历年极端最高气温为 36.1℃，出现在八月份，历年极端最低气温为 0.0℃，出现在一月份；而深圳多年平均气温为 22.5℃，一月份平均气温最低，为 15.3℃，七月份平均气温最高，为 28.5℃，历年极端最高气温为 38.7℃，出现在七月份，历年极端最低气温为 0.2℃，出现在二月份。两地相对湿度的多年平均值十分接近，香港为 77%，深圳为 78%，且全年中相对湿度均变化不大，最高值发生在 3～9 月的春季和夏季。

厂址区域因受冷暖气流和热带气旋的影响，全年雨量充沛。一年中降水分配不均匀，而且集中在 4~9 月的雨季，其降水量占全年降水量的 80%以上。前汛期的 4~6 月，以锋

面降水为主，后汛期的 7~9 月以热带气旋降水为主。10 月下旬雨量开始骤减。

（2）当地气象条件

对 2012 年 1 月～2012 年 12 月岭澳核电厂气象站风观测数据以及大亚湾核电站气象塔 10m、80m 高度风观测数据进行的年风向频率分布统计表明：

岭澳核电厂 10m 高度主导风向为 ESE，频率为 19.8%，次主导风向为 E，频率为 12.6%；大亚湾核电站 10m 高度主导风向为 SE，频率为 19.8%，次主导风向为 ESE，频率为 17%；大亚湾核电站 80m 高度主导风向为 ESE，频率为 22.9%，次主导风向为 E，频率为 20.8%。

岭澳核电厂 10m 高度上的年平均风速为 3.1m/s；大亚湾核电站 10m 高度上的年平均风速为 2.0m/s，80m 高度上的年平均风速为 4.1m/s。岭澳核电厂厂址地区年平均静风频率为 3.0%，而大亚湾核电站相同高度（10m）年平均静风频率为 5.3%，大亚湾核电站 80m 高度年平均静风频率为 2.5%。

总体而言，岭澳核电厂为滨海厂址，大气弥散条件相对较好。

4、海域概况及水弥散条件

大亚湾潮汐属不正规半日潮。大鹏澳海域属于弱潮流区，对温排水的稀释扩散能力有限。核电厂排水口位于水动力条件较优的大鹏澳口，处于西大亚湾余流辐散区的东北侧，有利于热量和放射性物质传输出大鹏澳并在附近海域扩散。

根据 2012 年 11 月获得批复的《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，大亚湾核电基地排水口附近的海域主要为大鹏工业与城镇用海区，该区域面积为 2052ha，具有保障核电站用海需求等管理要求，执行海水水质三类标准。

根据广东省人民政府办公厅文件《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）以及广东省环境保护局和广东省海洋与渔业局文件《关于大亚湾水产资源自然保护区有关水域水质目标问题的复函》（粤环函[2000]198 号）中的有关规定，大亚湾核电站和岭澳核电厂所在的深圳市东部近岸海域为三类功能区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的三类水质标准。

社会环境简况

1、人口分布

截至 2011 年年底，以岭澳核电厂 3 号机组为圆心的半径 80km 范围内的总人口数为 12965321 人。厂址半径 5km 范围内共涉及 10 个自然村共 1636 人。厂址半径 5~15km 范围内超过千人的居民点为 15 个。厂址半径 80km 范围内常住人口超过万人的人口中心有 50 个。

在深圳市和惠州市经济快速发展的辐射下，厂址周围 15km 范围内大鹏、南澳、葵涌三个街道以及大亚湾经济开发区的经济近年呈现快速发展的势头。但受深圳市人大常委会颁布的《大亚湾核电厂周围限制区安全保障与环境管理条例》的限制，厂址周围 5km 范围内人口较 2006 年变化不大。厂址周围大鹏、南澳、葵涌三个街道的发展以能源、高新技术和旅游业为主。在当地政府和电厂业主的共同努力下，核电厂周围半径 5km 规划限制区及规划限制区邻近区域内的常住人口机械增长得到有效控制，社会经济实现有序发展。

2、土地利用

厂址半径 5km 范围内的工业主要集中在厂址以西 4.5km 处的鹏城，下设鹏城工业区，涉及能源、高新技术、农业观光等多个领域。厂址半径 15km 范围包括了整个大鹏办事处、葵涌办事处和南澳办事处的绝大部分地区，以及惠州市大亚湾开发区澳头办事处，该区域内无大型工业企业，现有的中小企业主要集中在大鹏、南澳、葵涌、大亚湾开发区的政府驻地和工业区内。

厂址半径 80km 范围内陆上交通十分发达，省养公路、地养公路及村镇公路将评价区内的市、县、镇贯穿连接，高等级公路亦已形成网络，交通运输条件十分优越。目前从厂址有两条进厂公路与外部公路网相接：大亚湾核电站至大鹏的第一条进厂公路（鹏飞路），岭澳核电厂向北经长湾连接坝光的第二条进厂公路（核坝路）。

厂址半径 15km 范围内目前分布有惠州港的荃湾港区、东马港区及碧甲港区，均属国家一类开放口岸。

厂址附近主要有惠州港的 5 条进出港航道，分别是原大辣甲西侧航道（西航道）、现荃湾进出港主航道、东联航道、马鞭洲航道和碧甲航道。

大亚湾核电站厂址半径 15km 范围内除电厂在厂区建有直升机专用起降地外，没有其它飞机场。为了保障核电厂的安全运行，国家有关部门已在大亚湾核电站上空 5km 范围划为禁飞区。

岭澳核电厂的外部人为事件筛选距离内不存在可能影响电厂安全的工业设施（包括危险品仓储设施）和交通设施。

岭澳核电厂厂址半径 5km 范围内无大型公共设施。

岭澳核电厂厂址半径 15km 范围包括了大鹏半岛自然保护区及大鹏半岛国家地质公园，其中，大鹏半岛自然保护区为深圳市级自然保护区，大鹏半岛国家地质公园为国家级地质类景区。

距厂址最近的旅游景点为东山寺（W 方位约 3.5km），占地约 600m^2，是深圳市重点文物保护单位。厂址附近最大的旅游景点是大鹏所城（W 方位约 4.7km），占地约 10hm^2，为全国重点文物保护单位。

厂址周围地区畜禽饲养种类主要是猪、牛、家禽（即鸡、鸭、鹅）和极少数的羊，此外，还有部分农户饲养鸽子。厂址周围地区农作物基本为一年三熟，农作物有粮食作物、经济作物以及蔬菜作物等。厂址周围半径 15km 范围内无牧场，无奶牛场和奶羊场。

三、环境质量状况

建设项目所在地的区域环境质量现状及主要环境问题

岭澳核电厂 3、4 号机组自 2010 年投运以来，均安全运行，机组三道安全屏障的完整性保持良好。在三废处理系统运行方面，由于核电厂工作人员严格按程序对其加强管理和控制，三废处理设施的性能指标保持良好状态。自岭澳核电厂 3、4 号机组运行以来，气载放射性流出物和液态流出物均处于较低的水平。气载流出物中，各年释放的惰性气体不足年排放限值的 0.3%，释放的卤素和气溶胶不足年排放限值的 0.2%。液态流出物中，除氚以外的其他核素排放量均为年排放量限值的 0.02%。对于固体废物，岭澳核电厂 3、4 号机组 2010 年至 2011 年间累计产生的固废水泥桶 5 个、金属桶 160 个，体积分别为 10 m^3 和 64 m^3。大亚湾核电基地连续多年的辐射环境监测结果表明，核电厂及周围环境 γ 剂量率水平与投产前相比无明显差异；除受福岛核电站事故影响的 3、4 月份外，其他时间段内环境气溶胶及空气中碘放射性水平均在本底调查范围内。大亚湾核电基地 6 台机组运行期间，通过气态和液态途径释放的放射性物质未对周围环境产生明显的影响。

岭澳核电厂 3、4 号机组产生的中低放固体废物在厂内暂存一段时间后，将按照国家相关法规标准的要求送往指定的中低放废物处置场处置。

主要环境保护目标

本项目为针对堆芯换料方案的技术改进项目，特征污染物为核辐射。本项目的主要环境保护目标为：

- 大亚湾核电基地附近的一般公众；
- 大亚湾核电基地附近的“关键居民组”；
- 大亚湾核电基地液态流出物受纳海域中的海洋生物。

有关大亚湾核电基地附近一般公众所在子区的划分、“关键居民组”选取的进一步资料请详见本报告表附件。

四、评价适用标准

1．运行状态下的剂量约束值

按《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定，任何厂址的所有核动力堆向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量，每年必须小于 0.25mSv 的剂量约束值。

本次环境影响评价确定大亚湾核电基地六台机组向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量不高于 0.25mSv/a。

2．事故工况下的剂量控制值

依据国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）针对设计基准事故的剂量控制要求：

- 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

根据《海水水质标准》（GB3097-1997）的要求，岭澳核电厂 3、4 号机组运行期间受纳水体中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。

4．年排放量控制值

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）6.2 款的规定，核动力厂必须按每堆实施放射性流出物年排放总量的控制。岭澳核电厂 3、4 号机组采用的 CPR1000 核电机组。GB6249-2011 规定，对于 3000MW 热功率的轻水反应堆，其控制值如下：

气态放射性流出物：

— 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；

— C-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；

— C-14：1.5×10^{11}Bq/a；

— 其它核素：5.0×10^{10}Bq/a；

此外，岭澳核电厂为滨海厂址。GB6249-2011 第 6.8 款规定，对于滨海厂址，槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和 C-14 外其他放射性核素浓度不应超过 1000Bq/L。如果浓度超过上述规定，营运单位在排放前必须得到审管部门的批准。

五、建设项目工程分析

施工期工艺流程

本项目不额外新增任何系统、厂房，不涉及施工作业。

营运期工艺流程

岭澳核电厂 3、4 号机组为压水堆核电机组，每台机组由核岛（NI）、常规岛（CI）和全厂配套设备（BOP）三大部分组成。NI 包括反应堆厂房、核辅助厂房、核燃料厂房、电气和连接厂房、柴油发电机厂房和辅助给水箱厂房及其厂房内的系统设备；CI 主要指汽轮机厂房及其厂房内的系统设备；而 BOP 则是指 NI、CI 以外的系统设备。核电厂运行期间，装载在堆芯内的核燃料发生链式裂变反应，放出大量的热量。一回路水同时充当慢化剂和冷却剂的角色，在反应堆主泵的作用下，一回路冷却剂流经堆芯并将其产生的热量带走，随后一回路冷却剂在蒸汽发生器内将热量传递给二回路侧的流体，冷却后的一回路冷却剂随后再返回堆芯形成循环。二回路侧的流体在蒸汽发生器中被加热成蒸汽后，推动汽轮机做功，在实现热能向机械能的转化后，二回路侧的流体进入冷凝器，在冷凝器中被海水进一步冷却后再返回蒸汽发生器形成循环。汽轮机驱动发电机转动，实现由机械能向电能的转化，电能通过电网向外界输出。岭澳核电厂营运期间的工艺流程简图可参见图 5-1。

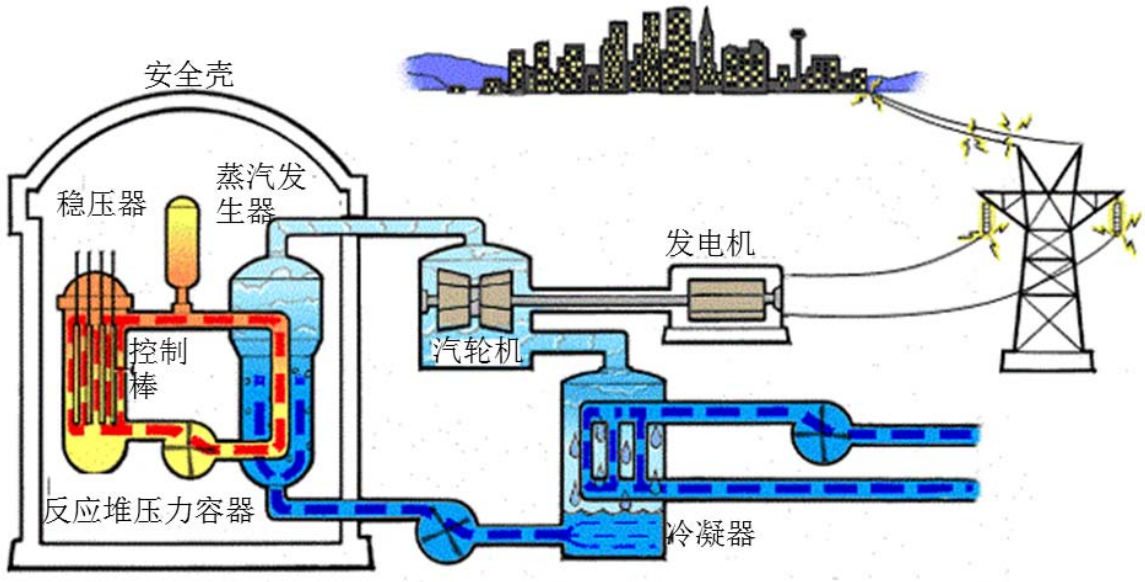


图 5-1　压水堆核电厂营运工艺流程示意图

岭澳核电厂反应堆堆芯由燃料组件及其它相关组件、围板、堆芯上下支撑板、堆芯吊篮和堆芯测量装置组成。本项目针对堆芯内的燃料组件布置方案进行技术改造，将其由原来的传统年度换料变更为 18 个月。岭澳核电厂 3、4 号机组 18 个月换料示意图见图 5-2。

（1）过渡循环

岭澳核电厂 3、4 号机组 18 个月换料的过渡循环接在传统年度换料平衡循环之后。根据发电规划为岭澳核电厂 3 号机组和 4 号机组分别设计了一套过渡循环：c 方案（针对 3 号机组）和 d 方案（针对 4 号机组）。每套过渡循环方案又都包括两个过渡循环，c 方案分别为 tr01_c 循环 tr02_c 循环，d 方案分别为 tr01_d 循环和 tr02_d 循环。c 方案第一个过渡循环使用 48 组新燃料组件，第二个过渡循环使用 56 组新燃料组件。d 方案的两个过渡循环分别使用 48 和 52 组新燃料组件。

（2）平衡循环

岭澳核电厂 3、4 号机组 18 个月换料的平衡循环采用交替式的短（EQ_S1）、短（EQ_S2）、长（EQ_L3）循环。

（3）灵活循环和延伸运行

通用燃料管理应具有一定的灵活性，以使整个燃料管理策略能尽可能包络各种现实情况。岭澳核电厂 3、4 号机组 18 个月换料项目，基于平衡循环方案，对后续循环进行了灵活性研究：平衡循环提早 30EFPD 停堆或采用延伸运行（Stretch-out）方式延长燃耗运行 30EFPD 后的堆芯特性变化等情况。灵活性循环包括 L1、L2 和 S3 共 3 个循环。L1 循环是在平衡循环 EQ_S1 提早 30EFPD 停堆的基础上，使用了 68（64+4）组新组件的长循环；L2 循环是在平衡循环 EQ_S2 提早 30EFPD 停堆的基础上，使用了 72（64+8）组新组件的长循环；S3 循环是在平衡循环 EQ_L3 采用延伸运行（Stretch-out）方式延长燃耗运行 30EFPD 停堆的基础上，使用了 56（64-8）组新组件的短循环。

延伸运行是指堆芯在寿期末时，一回路的硼浓度接近零，通过降温和降功率引入正的反应性，以使反应堆继续保持在较高的功率水平上运行。在过渡循环和平衡循环自然循环的寿期末，考虑了 30EFPD 的延伸运行，以满足电网对循环长度灵活性的要求。

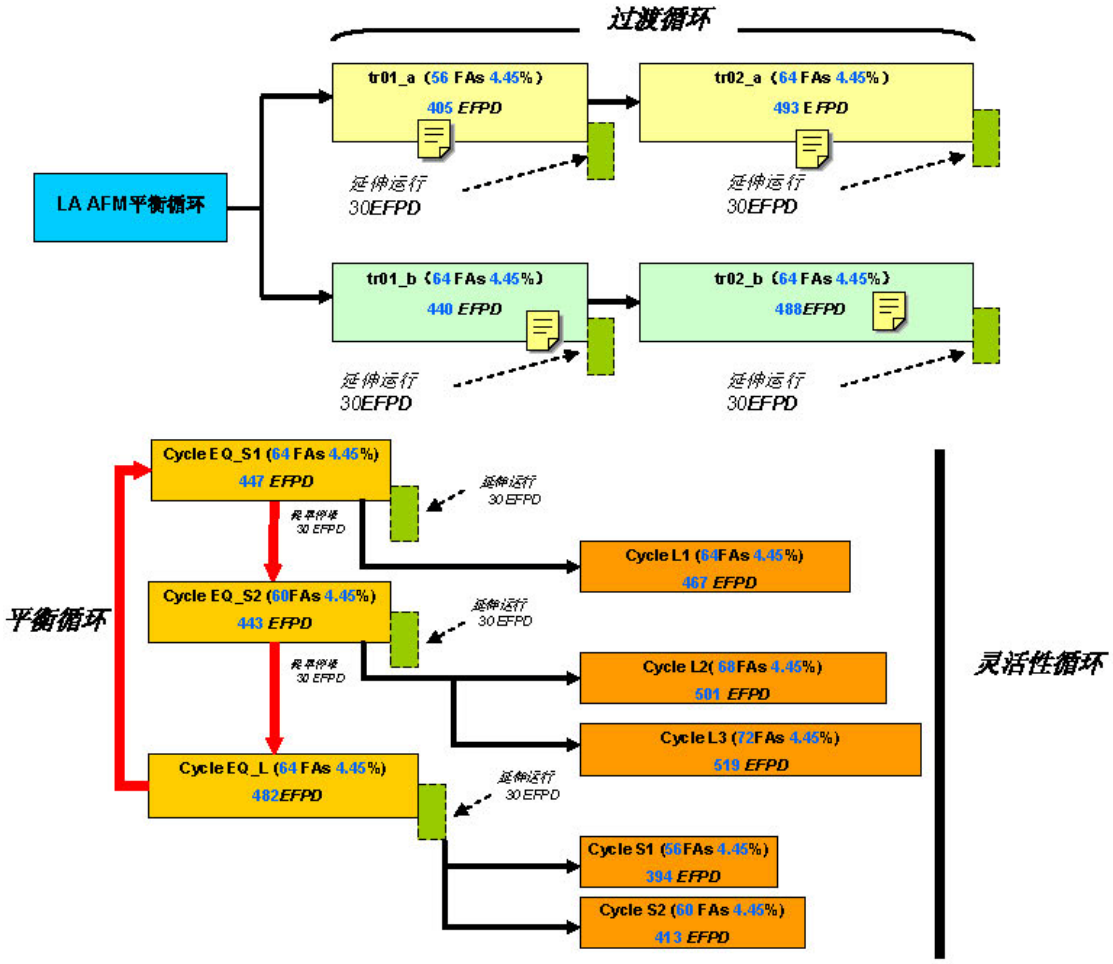


图 5-2　岭澳核电厂 3、4 号机组的燃料循环管理策略示意图

主要污染工序

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。它们通过冷却剂的净化、蒸汽发生器传热管束的泄漏等过程造成对核辅助系统和二回路的污染。

放射性废气系统的泄漏、定期排放、各厂房通风系统的持续通风和定期扫气等都会向环境排放气载放射性物质，TEP 调硼下泄以及各厂房不可避免的跑冒滴漏将向环境排放液态放射性物质，核电厂在正常运行和检修过程中还将产生一定量的中低放固体废物。

污染物的产生、排放情况及处理措施

由于本项目几乎不增加核电厂排放的废热、化学物质、生活污水和生活垃圾，因此本表仅简要分析放射性污染物的产生、排放情况及处理措施。包括各类放射性污染物产生量在内的更详细分析请见本表附件。

放射性源项涉及反应堆堆芯积存量、一回路和二回路冷却剂中的放射性核素的比活度以及气态、液体放射性物质的排放量和固体放射性废物的产生量。放射性废物的排放量主要取决于一回路冷却剂的放射性活度以及三废处理系统的设计处理能力及运行效能。作为技术改造项目，本项目仅改变了核电厂的换料方式，对系统设计几乎未作变更（仅少部分系统的阈值进行了调整）。由于换料方式发生了变化，反应堆的堆芯积存量会相应地发生变化，进而导致冷却剂活度谱乃至后端的排放源项也会发生变化。

1．放射性废液

放射性废液由放射性废液管理系统控制、收集、处理、输送、贮存和处置。放射性废液管理系统的设计目的是为了收集和处理电厂运行期间产生的放射性废液，并将其放射性活度和化学浓度降低到可排放或核电厂可重复利用的水平，排放的液态流出物中的放射性活度水平必须符合国家标准的相关要求。放射性废液管理系统主要包括硼回收系统（TEP）、废液处理系统（TEU）、核岛废液排放系统（TER）和常规岛废液排放系统（SEL）等组成。

硼回收系统为两台机组共用，它收集化学容积控制系统（RCV）与核岛排气和疏水系统（RPE）来的含氢反应堆冷却剂，为反应堆冷却剂排水提供足够的贮存容积；此外对含氢冷却剂进行净化，通过蒸发制取反应堆补给水和 4%（重量百分比）硼酸溶液，返回

反应堆硼和水补给系统（REA）重复使用；直接对化学容积控制系统（RCV）含低浓度硼酸的反应堆冷却剂的下泄流除硼。硼回收系统产生的蒸馏液经过取样分析后视情况回用、返回 TEP 继续处理、排放至 TER（即作为放射性废液处理）；TEP 系统产生的浓缩液经取样分析后视情况回用、返回 TEP 继续处理、送往 TEU 处理（即作为放射性废液处理）或送往 TES 固化（即作为放射性固体废物）。

废液处理系统收集和监测核电厂正常运行工况和预期运行事件时产生的含有放射性的废液，根据要求对各类废液进行分类和处理，处理过的废液经监测合格后通过废液排放系统（TER）向环境排放。TEU 系统处理三类放射性废液：工艺排水、化学排水和地面排水。上述废液由核岛疏水排气系统和放射性废水回收系统收集。工艺排水进入工艺排水接收槽（TEU001/002BA），地面排水进入地面排水接收槽（TEU003/004BA），化学排水由化学排水接收槽（TEU005/006BA）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，之后进行处理。此外，TEU 系统还有两台废水接收槽(TEU016/017BA)，以便在异常情况下收集 TEU 系统各类排水接收槽内无法及时处理的废液和 TER 系统返回处理的废液。为了满足废液排放浓度的要求，岭澳核电厂 TEU 系统设计还进行如下改进：为了提高工艺废水净化效率，将 TEU001/002DE 的前置滤网升级为精细滤网，从而提高了工艺废水通过除盐床净化的效率，减少了循环净化时间；通过优化相关运行方式和参数，提高了蒸发器的净化效率；通过调研国外核电运行情况，开发了移动净化装置作为 TEU 蒸发器和 TEU001/002DE 的补偿处理手段，该移动净化装置可以实现粗过滤、精细过滤和三级除盐功能，当 TEU 蒸发器和 TEU 除盐床出口大于 500Bq/L 时，移动净化装置投运。经过处理和取样分析的 TEU 废液通过 TER 系统排放至电厂排水渠内，随循环冷却水一起进入环境。

废液排放系统（TER）收集、贮存和监测电厂核岛产生的废液，以及异常情况下蒸汽发生器排污系统（APG）产生的废液，提供排放通道。TER 系统位于 QA 厂房，由两台机组共用。TER 系统排放的废液包括：硼回收系统（TEP）来的废液，包括中间贮槽排放的含氚量高的反应堆冷却剂疏水和蒸发器蒸馏液；废液处理系统（TEU）的废液，包括蒸发器蒸馏液、经除盐器处理的废水和经过滤器处理的废液；放射性废水回收系统（SRE）的洗衣房和放射性化学车间的废水；核岛排气和疏水系统（RPE）的疏水和 TER 地坑疏排水；从核辅助厂房来的固体废物处理系统（TES）的疏水；异常情况下蒸汽发生器排污系统（APG）的蒸汽发生器排污液。TER 设有三个 500m^3 的贮槽，已充满的一个槽可以取样监测，符合流出物排放标准后可以排放；同时另一个槽可以收集废液；第三个槽与常

规岛废液排放系统的第三个贮槽互为备用。排放管线为所有贮槽共用。当废液的放射性浓度超过排放限值时，安装在排放管线上的监测器会发出警报并自动关闭隔离阀。

常规岛废液排放系统（SEL）为两台机组共用，位于 QB 厂房内，其功能为：将常规岛的排放废液收集、混匀、取样分析、监测后有控制地排放；当环境稀释能力不足而要求延迟排放，或当取样分析或辐射监测系统（KRT）监测到废液的放射性浓度超过允许排放限值时，可暂存废液；将超过允许排放限值的废液输送至废液处理系统（TEU）处理；为 TER 系统提供备用贮存罐。SEL 系统设置三个废液排放贮槽，正常运行时，三个 SEL 贮槽中的一个接收废液，一个混合、取样分析和监测排放废液，另一个备用。废液在贮槽内经充分混合使其成分均匀，取样分析后根据废液放射性浓度及环境稀释能力确定废液的排放流量。排放管上的 KRT 监测系统对贮槽废液有辅助监测作用，如果排放废液的放射性浓度超过预定值，监测系统会发出警报并自动关闭隔离阀。若贮槽废液放射性浓度超过排放限值，废液将被送回 TEU 系统化学排水接收槽再作处理。

2．放射性废气

两座反应堆处于正常运行工况和预计运行事件时，产生的放射性废气由放射性废气管理系统收集、贮存并处理。处理后的放射性废气经监测符合国家标准后通过电厂烟囱排入大气。放射性废气管理系统主要包括：废气处理系统（TEG）、厂房通风系统（HVAC）和冷凝器真空系统（CVI）。

废气处理系统（TEG）的作用是收集和处理放射性惰性气体、卤素和微粒，以便将预期的年排放量降至尽可能低的水平。TEG 由两个独立的子系统组成：含氢废气子系统和含氧废气子系统。裂变过程产生的放射性气体主要是氪和氙的各种同位素。由于少量的燃料包壳破损，燃料包壳内存积的裂变气体进入反应堆冷却剂。高压下裂变气体溶解于冷却剂中，但当系统内存在气相空间时（特别是在冷却剂除气处理时），裂变气体就会挥发出来，随溶解的氢气或氮气一起释出，从而被收集到缓冲罐中成为含氢废气。含氧废气（含空气废气）主要来自核辅助系统特别是三废处理系统可能进入空气的各种设备等有关系统容器的呼排气、吹扫气、鼓泡排气或抽气（保持负压）等，由核岛排气和疏水系统集中在一条管路上，通过系统排气风机吸入本系统，经除碘后排至通风系统 DVN。空气废气所含的放射性核素主要以气溶胶的形式存在，含有元素碘和有机碘等。

厂房通风系统的作用是用各种加热、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、健康以及设备的完整性和有效运行，并对通风排气进行过滤和除碘处理，以减少气

载放射性物质向大气环境的排放。该系统的主要设备有进气预过滤器、排气预过滤器、高效过滤器、高效颗粒过滤器和碘吸附器等。进气预过滤器用于除去进气中的大气浮尘，这些过滤器效率相对较低，但效率至少为 85%。排气预过滤器用于高效颗粒过滤器前的排气过滤，捕集气流中的粗颗粒，以延长高效颗粒过滤器的寿命，这类过滤器的效率至少为85%。高效过滤器用以捕集气流中的细颗粒，这些过滤器的效率至少为 95%。高效颗粒过滤器（绝对过滤器）用以捕集气流中极细的颗粒，这些过滤器的净化系数至少为 3000。碘吸附器用于不同的供热、通风与空调系统（HVAC），在气流中吸附气载放射性碘，这些吸附器在湿度为 40%的条件下，吸附甲基碘的净化系数至少为 1000。

CVI 系统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 DVN 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。

3．放射性固体废物

两台机组运行及检修时产生的放射性干、湿固体废物由固体废物系统（TES）收集、暂存、处理和包装。岭澳核电厂 3、4 号机组的 TES 系统包括两大部分：放射性废物处理站（在核辅助厂房 NX 内）和废物辅助厂房（QS 厂房）。

TES 系统处理四类废物：蒸发浓缩液和化学废液、废离子交换树脂、废过滤器芯子和各种干废物。根据废物的放射性水平和类型，岭澳核电厂 3、4 号机组设计中采用了容量为 400L 的钢桶进行处理：对于废树脂，将废树脂、水和添加剂一起传送至 400L 钢桶，装桶完毕后传送至搅拌站位，进行加石灰、水泥搅拌形成均匀的固化体；对于浓缩液，将浓缩液和添加剂传送至 400L 钢桶；装桶完毕后，将 400L 钢桶传送搅拌站位，进行加水泥、石灰搅拌混合形成均匀的固化体；对于废过滤芯子的固定，将芯子放入 400L 钢桶内，通过搅拌水泥浆装置进行水泥浆灌浆，再用振动台将 400L 钢桶内的湿混料震动均匀、密实；对于干废物，将可压缩的干废物用超级压缩机压缩装入 400L 钢桶，对于不可压缩的小型固体部分装入 200L 钢桶，400L 钢桶在装入 200L 经超级压缩机压缩形成的废物饼后，加入一定量的湿混料并震动密实，护养一段时间后再封装。

由于岭澳核电厂 1、2 号机组的废物处理辅助厂房（QS）设备处理能力足以处理四台机组产生的放射性干固体废物和为固化线提供干混料，岭澳核电厂 3、4 号机组不再另建废物处理辅助厂房而共用岭澳核电厂 1、2 号机组的废物处理辅助厂房。

岭澳核电厂 1、2 号机组没有独立的放射性固体废物中期贮存库（QT），原先岭澳核电厂 1、2 号机组和大亚湾核电站共用一个固体废物中期贮存库。岭澳核电厂 3、4 号机组建设后，已在 3 号机组东北侧新建一个固体废物中期贮存库（QT），岭澳核电厂 4 台机组的固体废物在 1、2 号机组的 QS 厂房进行固化处理和暂存后，运往新建的 QT 厂房进行中期贮存。

清洁生产

清洁生产是指不断采取改进设计，使用清洁的能源和原料，采用先进的工艺技术和设备，改善管理，综合利用，从源头削减污染，提高资源利用率，减少或避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害，促进经济与社会可持续发展。清洁生产的核心是从源头做起，预防为主，通过全过程控制，实现经济效益和环境效益的统一。

清洁生产是通过对生产资源的综合利用，实现“节能、降耗、减污”的目标；通过削减污染物的产生和排放，从而减少对环境的污染。岭澳核电厂的清洁生产措施主要体现在以下几个方面：

A）进一步建立、完善有关减少放射性废物产生量的管理程序和机制。如建立放射性固体废物处理系统管理信息平台，降低因不熟悉设备状态而产生的人因失效的工作风险；优化整合固体废物相关管理程序等；

B）进一步加强对电厂工作人员的宣传，以减少放射性固体废物的产生量。如制作出版《放射性固体废物管理宣传手册》在大修前向参加现场工作的主要承包商员工发放；制作相应的视频短片上传至公司内网供员工学习等；

C）注意从源头控制放射性固体废物的产生，如大修期间实施废水分类收集，减少 TEU 浓缩液产生量；优化树脂床运行方式，减少废树脂产生量等；

D）持续探索固体废物系统处理工艺的改进，包括：完成针对放射性废树脂固化新工艺的研发，有效的减少了相应类别的固体废物量；完成技术废物分拣箱的改进，减少工作人员的外照射剂量，大大降低了污染扩散的风险；完成超级压缩机配套改造，积极应用超压减容手段等。

环保投资估算

环保投资估算见表 5-1。

表 5-1　环保投资估算表

治理对象	治理措施	环保投资（万元）
营运期[1]		
放射性废气	利用电厂已建放射性废气管理系统处理、暂存和排放	—
放射性废液	利用电厂已建放射性废液管理系统处理、暂存和排放。结合新国标的相关要求，电厂开展了对放射性废液系统的改进工作[2]。	300
放射性固体废物	利用电厂已建放射性固体废物管理系统处理和暂存。	—
环境风险	利用电厂已建的专设安全设施减缓设计基准事故的放射性后果	—
合计		300
占总投资比例		5.5%

注：[1] 本项目不涉及施工工程。

[2] 更详细的资料请参见附件。

六、项目主要污染物产生及预计排放情况

内容 类型	排放源 (编号)	污染物 名称	处理前产生浓度和产生量	处理方式	处理后排放浓度和排放量	排放去向
营运期（本技改项目不涉及施工期）						
大气污染物	TEG 排放、各厂房通风系统排放	气载放射性流出物	技改后重新计算， 详见附件	由电厂已建成的放射性废气管理系统处理，最后集中引至电厂烟囱排放	技改后重新计算，详见附件	大气
水污染物	TEP 下泄、各厂房疏水	液态放射性流出物	技改后重新计算， 详见附件	由电厂已建成的放射性废液管理系统处理，最后由 TER 排放进入排水渠，与循环冷却水一起排放入海	技改后重新计算，详见附件	海洋
	中低放固体废物	—	废过滤器芯子 218 个；废树脂 34 m^3；杂项干废物 280 m^3	由电厂已建成的放射性固体废物系统相关设施处理	871 个废物桶	电厂 QT 厂房中期贮存，一段时间后送中低放废物处置场处置

主要生态影响

本项目不涉及施工作业，不涉及施工期对生态的影响。

本项目实施后可能会对核电厂受纳海域中的海洋生物有轻微的辐射影响。

七、环境影响分析

施工期环境影响分析

本项目不额外新增任何系统、厂房，不涉及施工作业。

营运期环境影响分析

1．环境影响分析

本项目的主要环境影响为对公众和生物的辐射影响。有关辐射环境影响评价所使用的模式、参数、相关假设与详细的计算结果请详见附件。

大亚湾核电基地为“一址多堆”核电基地，基地内目前共运行 6 台机组：大亚湾核电站 1、2 号机组，岭澳核电厂 1~4 号机组。考虑到大亚湾核电基地的多堆特点，在分析岭澳核电厂 3、4 号机组实施 18 个月换料后的环境辐射影响时，将叠加大亚湾核电基地内其它四台运行机组的辐射影响。

（1）生物辐射影响

目前国际上普遍使用特征生物的概念对生物进行辐射影响评价。国际放射防护委员会（ICRP）于 2007 年 12 月发布的报告草案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。

欧盟关于生物辐射影响评价的研究始于欧洲辐射环境危险评价框架（FASSET）的工作，在 2004-2007 年间开展的 FASSET 后续项目 ERICA 项目旨在建立用于评估来自电离辐射的暴露、效应和风险的环境问题，同时侧重于保护生态系统结构和功能的方法。ERICA 中选取参考生物的方式与 ICRP 报告稍有不同，它基于不同的环境特征中的典型生物类别选取评价物种。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，并以此计算生物的辐射剂量率。

根据 IAEA 422 号技术报告推荐的海鱼类、软体类、甲壳类和海藻类等四类海洋生物体对核素的生物浓集系数以及海水中悬浮物对核素的吸附分配因子，采用 ERICA 项目中生物辐射剂量率的计算方法，结合各种核素对海鱼类、软体类、甲壳类和海藻类等海洋生物体辐射的剂量转换因子，对岭澳核电厂 3、4 号机组以及大亚湾核电基地内 6 台机组正常运行工况下，液体放射性流出物排放造成的海洋生物辐射剂量率进行计算，表 7-1 给出了相关计算结果。计算时海鱼类、海藻类暴露在水体中的居留因子取 1.0，软体类和甲克类暴露在水体和底泥中的居留因子各为 0.5。

表 7-1　西大亚湾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	本底辐射剂量率	附加剂量率/本底剂量率
大亚湾核电机组全厂 6 台机组排放	海鱼类	1.04E-03	2.99E-06	1.04E-03	0.088	1.18%
	软体类	4.77E-03	1.53E-03	6.30E-03	0.41	1.54%
	甲壳类	1.70E-02	1.38E-03	1.84E-02	—	—
	海藻类	2.23E-03	3.47E-06	2.23E-03	0.35	0.64%

从表可以看出：岭澳核电厂 3、4 号机组实施 18 个月换料后，大亚湾核电基地 6 台机组液体放射性流出物排放对西大亚湾海域海鱼类、软体类、甲壳类和海藻类等四类海洋生物造成的辐射剂量率分别为 1.04×10^{-3}μGy/h、6.3×10^{-3}μGy/h、1.84×10^{-2}μGy/h 和 2.23×10^{-3}μGy/h。

目前，国际上 IAEA、NCRP、UNSCEAR 等机构和组织一般认为不超过 400μGy/h 的辐射剂量率可以确保水生生物种群不会受到慢性损伤。上述结果表明，电厂液体放射性流出物排放对西大亚湾海域内海鱼类、软体类、甲壳类和海藻类等四类海洋生物造成的辐射剂量率均低于可能造成生物损伤的 400μGy/h 辐射剂量率，同时也低于环境中本底辐射剂量率。因此，可以预计，岭澳核电厂 3、4 号机组实施 18 个月换料后，大亚湾核电基地内 6 台机组液体放射性流出物排放对西大亚湾海域内海鱼类、软体类、甲壳类和海藻类等四类海洋生物不会造成明显的损伤，对海洋生物总体上影响很小。

（2）公众辐射影响

气载放射性流出物对厂址评价区内公众造成的辐射影响考虑以下照射途径：

— 空气浸没外照射；

— 地面沉积物外照射；

— 吸入空气内照射；

— 陆生动植物食品食入内照射。

图7-1给出了气载放射性流出物对公众造成辐射的照射途径。

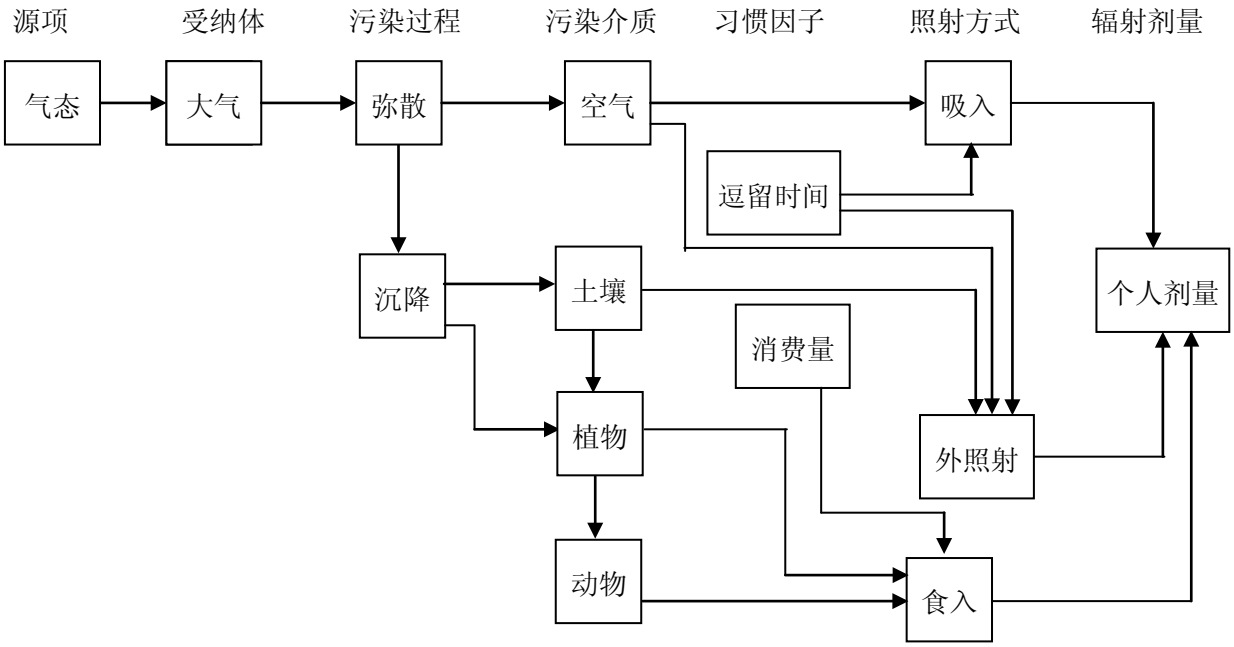


图 7-1　气载放射性照射途径示意图

液体放射性流出物对厂址评价区内公众造成的辐射影响考虑以下照射途径：

— 海上活动外照射；

— 海水浸没外照射；

— 岸边沉积物外照射；

— 食入海产品内照射。

图7-2给出了液体放射性流出物对公众造成辐射的照射途径。

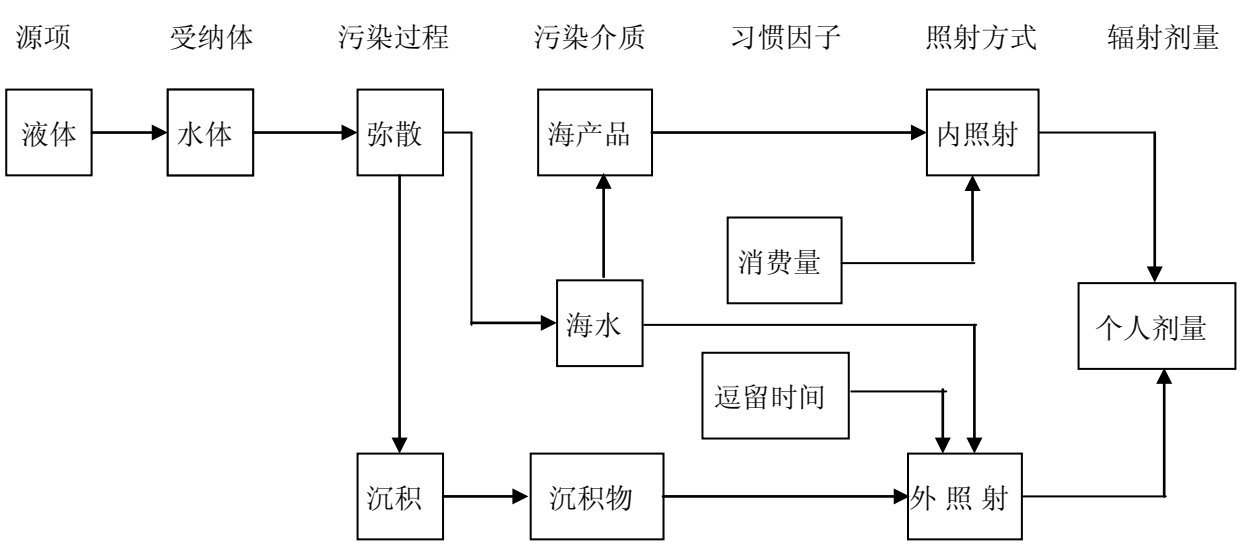


图 7-2　液态放射性照射途径示意图

计算结果表明：

- 对于一般公众而言，岭澳核电厂 3、4 号机组实施 18 个月换料后，大亚湾核电基地全厂 6 台机组的放射性流出物排放对厂址 W 方位 3~5km 子区内的儿童组公众个人造成的年有效剂量最大，年有效剂量为 4.20×10^{-6}Sv/a，占 GB6249-2011 中 0.25mSv/a 公众剂量约束值的 1.68%，满足国家标准的剂量约束要求。
- 可能的关键居民组为位于厂址 WSW 方位 3~5km 子区的罗香园渔民，可能的关键照射途径为岸边沉积外照射途径，可能的关键核素为 ^{60}Co。

2．环境风险分析

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。本报告针对以下九类设计基准事故进行事故评价。

— 大破口失水事故（LOCA）

— 控制棒弹出事故（CREA）

— 燃料操作事故（FHA）

— 蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）

— 蒸汽发生器传热管破裂并安全阀卡开事故（SVSO）

— 安全壳外主蒸汽管道破裂事故（MSLB）

— 容积控制箱破损事故（RCVA）

— 废气衰变罐破损事故（TEGA）

— 卡轴事故（LRA）

计算上述事故放射性后果时所用的模式、参数与主要假设请参见本报告表的附件。

表 7-2 给出了九类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最大有效剂量和甲状腺当量剂量与国家标准相应控制值的比较。

表 7-2 事故后果与国家标准的比较

事故	事故类别	非居住区边界			
		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	3.92E-03	3.92	6.20E-02	6.20
CREA	Ⅳ	8.48E-03	8.48	1.47E-01	14.70
FHA	Ⅳ	3.57E-04	0.36	8.28E-04	0.08
MSLB	Ⅳ	1.76E-04	0.18	3.40E-03	0.34
SVSO	**Ⅳ**	**1.58E-02**	**15.80**	**2.86E-01**	**28.60**
LRA	Ⅳ	2.18E-03	2.18	5.82E-03	0.58
SGTR	**Ⅲ**	**1.40E-03**	**28.00**	**2.54E-02**	**50.80**
RCVA	Ⅲ	7.56E-04	15.12	8.37E-04	1.67
TEGA	Ⅲ	6.85E-04	13.70	3.00E-05	0.06

续表 7-2 事故后果与国家标准的比较

事故	事故类别	规划限制区边界（陆域 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	2.37E-03	2.37	4.35E-02	4.35
CREA	Ⅳ	3.12E-03	3.12	5.63E-02	5.63
FHA	Ⅳ	6.50E-05	0.07	1.39E-04	0.01
MSLB	Ⅳ	2.88E-05	0.03	5.55E-04	0.06
SVSO	**Ⅳ**	**3.13E-03**	**3.13**	**5.65E-02**	**5.65**
LRA	Ⅳ	1.31E-03	1.31	1.09E-02	1.09
SGTR	**Ⅲ**	**2.18E-04**	**4.36**	**3.96E-03**	**7.92**
RCVA	Ⅲ	1.18E-04	2.36	1.30E-04	0.26
TEGA	Ⅲ	1.06E-04	2.12	4.66E-06	0.01

大破口失水事故（LOCA）属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众的个人有效剂

量最大值为 3.92E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 6.20E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 3.92%和 6.20%；规划限制区外边界上事故期间公众的个人有效剂量最大值为 2.37E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 4.35E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 2.37%和 4.35%。

弹棒事故（CREA）属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众的个人有效剂量最大值为 8.48E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 1.47E-01Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 8.48%和 14.70%；规划限制区外边界上事故期间公众的个人有效剂量最大值为 3.12E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 5.63E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 3.12%和 5.63%。

主蒸汽管道破裂事故（MSLB）属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众的个人有效剂量最大值为 1.76E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 3.40E-03Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 0.18%和 0.34%；规划限制区外边界上事故期间公众的个人有效剂量最大值为 2.88E-05Sv，甲状腺当量剂量最大值为 5.55E-04Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 0.03%和 0.06%。

蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）属于稀有事故。非居住区边界上 0-2h 公众的个人有效剂量最大值为 1.40E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 2.54E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 28.00%和 50.80%；规划限制区外边界上事故期间公众的个人有效剂量最大值为 2.18E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 3.96E-03Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 4.36%和 7.92%。

蒸汽发生器传热管破裂事故并安全阀卡开事故（SVSO）属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众的个人有效剂量最大值为 1.58E-02Sv，甲状腺当量剂量最大值为 2.86E-01Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 15.80%和 28.60%；规划限制区外边界上事故期间公众的个人有效剂量最大值为 3.13E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 5.65E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 3.13%和 5.65%。

废液系统破损事故（RCVA）于稀有事故。非居住区边界公众上 0-2h 的个人有效剂量最大值为 7.56E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 8.37E-04Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 15.12%和 1.67%；规划限制区外边界上事故期间公众的个人有效剂量最大值为 1.18E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 1.30E-04Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 2.36%和 0.26%。

废气系统破损事故（TEGA）属于稀有事故。非居住区边界上 0-2h 公众的个人有效剂

量最大值为 6.85E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 3.00E-05Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 13.70%和 0.06%；规划限制区外边界上事故期间公众的个人有效剂量最大值为 1.06E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 4.66E-06Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 2.12%和 0.01%。

燃料操作事故（FHA）属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众的个人有效剂量最大值为 3.57E-04Sv，甲状腺当量剂量最大值为 8.28E-04Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 0.36%和 0.08%；规划限制区外边界上事故期间公众的个人有效剂量最大值为 6.50E-05Sv，甲状腺剂量最大值为 1.39E-04Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 0.07%和 0.01%。

反应堆冷却剂主泵转子卡死（LRA）属于极限事故。非居住区边界上 0-2h 公众的个人有效剂量最大值为 2.18E-03Sv，甲状腺当量剂量最大值为 5.82E-03Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 2.18%和 0.58%；规划限制区外边界上事故期间公众的个人有效剂量最大值为 1.31E-03Sv，甲状腺剂量最大值为 1.09E-02Sv，分别占国家标准 GB6249-2011 相应限值的 1.31%和 1.09%。

由上述分析可知，在Ⅳ类事故中，蒸汽发生器传热管断裂并安全阀卡开事故（SVSO）对非居住区边界、规划限制区边界上公众所造成的有效剂量和甲状腺当量剂量均最大；在Ⅲ类事故中，蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）对非居住区边界、规划限制区边界上公众所造成的有效剂量和甲状腺当量剂量均最大；这些事故的放射性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，实施 18 个月燃料管理策略后，岭澳核电厂 3、4 号机组专设安全设施的设计性能仍然可靠，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。

八、建设项目拟采取的防治措施及预期治理效果

内容 类型	排放源 (编号)	污染物 名称	防治措施	预期治理效果
运营期				
大气污染物	TEG 排放、各厂房通风系统排放	气载放射性流出物	电厂现有放射性废气管理系统进行防治。均引至电厂烟囱向环境排放，TEG 设置由衰变箱对放射性废气进行贮存衰变，各厂房通风系统设有各式过滤器。	有效减少向环境的排放量，满足国家标准 GB6249-2011 有关的总量排放限制要求，显著减少对公众造成的辐射影响。
水污染物	TEP 下泄、各厂房疏水	液态放射性流出物	电厂现有放射性废液管理系统进行防治。采用 TEU 系统（蒸发、除盐、过滤）对各厂房疏水进行处理，各放射性液态流出物在排放前将在 TER 中暂存衰变一段时间后再排入环境。	有效减少向环境的排放量，满足国家标准 GB6249-2011 有关的总量排放限制和浓度限制要求，显著减少对公众造成的辐射影响。
固体废弃物		中低放固体废物	在厂内暂存一段时间后，运往国家指定的中低放废物处置场处置。	对当地环境影响较小

生态保护措施及预期效果

本项目不涉及厂房、系统的增加，不涉及施工期作业。

本项目实施后可能会对核电厂受纳海域中的海洋生物有轻微的辐射影响，评价表明该影响在可接受的范围内，无需采取额外的生态保护措施。

环境监测和流出物监测

为确保大亚湾核电基地的流出物排放得到有效的监测、管理和控制，根据环境保护部对多堆厂址环境管理“四个统一”的要求，大亚湾核电基地的流出物监测与环境监测，具体由大亚湾核电运营有限公司（DNMC）化学环保处环境科负责。

1．流出物监测

（1）流出物监测系统

运行期间的流出物监测包括放射性流出物监测和非放射性流出物监测，主要监测对象是核电厂向环境排放的气载和液态放射性流出物。本节简要描述大亚湾核电基地流出物系统及监测方案的主要内容，更详细的内容请参见附件。

流出物监测系统是电厂辐射监测系统（KRT）的重要组成部分，负责放射性流出物排放的监测与控制。

气载放射性流出物监测子系统位于核辅助厂房（NAB）的烟囱内，每台机组各有一套，两套气载流出物监测系统共同对烟囱排放的气载流出物进行连续在线监测和采样。气载放射性流出物监测系统包括 3/4KRT016MA、3/4KRT017MA 与 3/4KRT021MA 三个监测通道和 3/4KRT050MA 取样通道。

液态流出物监测子系统由 2 个在线监测通道组成，即 KRT901MA 与 KRT902MA，分别在线监测 TER 与 SEL 排放管线上的放射性，这两个监测通道都是两台机组共用。KRT901MA 安装在 TER 系统的废液排放管线上，该监测通道的功能是确认 TER 系统废液排放前流出物样品的实验室测量结果，或者用来证实测量过的贮存罐已经排空。该监测通道能提供高放射性报警信号并能自动停止排放。KRT902MA 安装在 SEL 系统的废液排放管线上，具有对 SEL 系统槽式排放在线监测的功能。

流出物监测系统的性能详见表 8-1。

表 8-1　放射性流出物监测通道的性能

监测项目	监测通道	数量	探测类型	探测器类型	测量范围	报警阈值 Th1　Th2	功　能	高水平信号引起的信息处理动作
气载放射性流出物	3/4KRT016MAa	2	总 β	ABPM201 型气溶胶监测仪	1~3.7×10^6 Bq/m^3	5.0×10^1，2.5×10^2 Bq/m^3	气溶胶的 β 放射性测量和连续取样。	记录、报警。
	3/4KRT016MAb		总 γ(碘)	IM201 型气溶胶监测仪	3.7~3.7×10^{6}Bq/m^3	2.0×10^1，1.0×10^2 Bq/m^3	碘放射性测量和连续取样。	记录、报警。
	3/4KRT017MA	2	低活度气体，总 β	NGM204 型惰性气体监测仪	3.7×10^3~3.7×10^9 Bq/m^3	4.0×10^5，4.0×10^6 Bq/m^3	低活度惰性气体总 β 放射性连续测量，氚鼓泡器连续取样。	记录、报警、自动关闭 ETY 和 TEG 的阀门。PAMS 监测道。
	3/4KRT021MA	2	高活度气体，总 β	NGM203S 型监测仪	3.7×10^8~3.7×10^{15} Bq/m^3	5.0×10^8，2.0×10^9 Bq/m^3	烟囱空气中，高活度惰性气体总 β 放射性连续测量。	记录、报警、PAMS 监测道。
液态放射性流出物	8KRT901MA	1	总 γ	LM212 型 NaI（Tl）闪烁体探测器	3.7×10^3~3.7×10^9 Bq/m^3	2.5×10^6，5.0×10^6 Bq/m^3	监测核岛废液排放系统 TER 的排放。	记录、报警、自动关闭排放阀、终止排放。
	8KRT902MA	1	总 γ		3.7×10^3~3.7×10^9 Bq/m^3	8.0×10^4，4.0×10^5 Bq/m^3	监测常规岛废液排放系统 SEL 的排放	记录、报警、自动关闭排放阀、终止排放。

注：① PAMS ——事故后监测系统。

② Th1　——第一报警阈值，Th2　——第二报警阈值。

（2）流出物监测计划

开展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规定的管理限值；为判明核电厂的运行以及放射性废物的处理和控制装置的工作是否正常有效，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，控制不合理排放，提供有关应急响应信息。放射性流出物分析项目请见表 8-2。有关流出物监测计划的详细内容请参见附件。

表 8-2 放射性流出物分析测量项目

种类	取样点	介质	分析项目	方法	分析核素
液态	TER（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+10ml 闪烁液，20min	^{3}H
			^{14}C	1ml 样品（燃烧）+8ml 吸收液+12ml 闪烁液，90min	^{14}C
			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 等
	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
			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 等
气态	TEG（废气处理系统）	气体	γ 能谱	3L 专用取样瓶，测量 5000s	^{85}Kr, ^{88}Kr, ^{131m}Xe, ^{133}Xe, ^{135}Xe 等
		滤膜	γ 能谱	直接测量，测量 5000s	^{58}Co, ^{60}Co, ^{134}Cs, ^{137}Cs
		单碘盒	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	^{3}H	5ml 样品+15ml 闪烁液，20min	^{3}H
	ETY（安全壳大气检测系统）	气体	γ 能谱	3L 专用取样品，测量 5000s	^{41}Ar, ^{85}Kr, ^{88}Kr, ^{133}Xe, ^{135}Xe 等
		单碘盒	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	^{3}H	5ml 样品+15ml 闪烁液，20min	^{3}H
	连续排放样品	气体	γ 能谱	3L 专用取样瓶，测量 5000s	^{85}Kr, ^{88}Kr, ^{133}Xe, ^{135}Xe 等
		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	^{3}H	5ml 样品+15ml 闪烁液，20min	^{3}H
		碱溶液	^{14}C	6ml 样品+14ml 闪烁液，60min	^{14}C
	烟囱	气体	总 β	KRT016/017/021MA 连续测量	惰性气体

2．环境监测

运行期间的环境监测目的是：为评价环境辐射安全和估算公众剂量提供依据；测定核电厂周围环境介质中的核素浓度和环境 γ 剂量率水平，结合流出物排放的情况评估核电厂运行对周围环境的影响和对公众产生的辐射剂量；发现核电厂周围地区放射性及核电厂排放的非放射性物质变化异常现象，及时查找原因，鉴别污染来源，追踪污染趋势并修正监测方案；监测海洋环境介质是否符合国家环境标准。

表 8-3 给出了大亚湾核电基地的监测方案，进一步的资料请参见附件。

表 8-3　大亚湾核电基地环境监测方案

监测介质		频度	点数	采样数/年	分析样品数/年	采样点	监测分析项目
空气	γ剂量率	连续	5	-	-	AS1、AS2、AS3、AS4、AS5	正常以及事故运行工况下，γ辐射连续监测和报警
			5	-	-	BS1、BS2、BS3、BS4、BS5	
	γ累积剂量	季	50	200	200	电厂周围50公里（增加岭澳二期及第二应急公路）	TLD
	γ剂量率	季	50	200	200	电厂周围50公里	便携式γ剂量率仪，定点测量
	γ剂量率	季	20	80	80	核电厂内、外区域确定线路和确定点测量	环境监测车，γ剂量率
	气溶胶	日	5	1825	7300	AS1、AS2、AS3、AS4、AS5	总α、总β(总β偏高时,测γ谱)
	气溶胶	月	5	60	60	AS1、AS2、AS3、AS4、AS5	月度样品累积测γ谱
	空气中碘	周	1	40	40	AS2	γ谱
水	雨水	降水期	3	18	54	AS1、岭下、北龙	总β、^{3}H、pH
	地表水	半年	3	6	12	大坑、鹏城、岭澳水库	总β、^{3}H
	地下水	月*	8	96	304	P5、PR1、LA、LB、LC、P1、P2、P3	总β、^{3}H、^{40}K、γ谱（半年）
		半年	2	4	10	岭下、风雨剧场	总β、^{3}H、γ谱（年）
		年	6	6	6	北龙2#、3#、4#、6#、8#、10#	总β
		季	1	4	10	北龙7#	^{3}H、总β、γ谱（半年）
土壤	土壤	年	10	10	10	大坑水库、鹏城果园、鹏城菜地、长湾、岭下、大鹏果园、专家村荔枝园、P5、北龙、岭澳水库	γ谱
	沉积物	年	1	1	1	大坑水库	γ谱
水果	荔枝	收获期	2	2	2	鹏城（或厂区）、惠东	γ谱
植物	叶菜	年	3	3	3	鹏城、葵涌、水头	γ谱
	萝卜	年	2	2	2	鹏城、葵涌	γ谱
	现场草	半年	2	4	4	GNPS（大草坪）、北龙	γ谱
动物	鸡	年	2	2	2	鹏城、惠东	γ谱
	淡水鱼	年	2	2	2	鹏城、惠东	γ谱
指示生物	松针/马尾松	半年	3	6	18	大坑水库、岭澳、公关中心	总β、γ谱、有机氚

续表 8-3　大亚湾核电基地环境监测方案

监测介质		频度	采样点数	采样数/年	分析样品数/年	采样点	监测分析项目
海水		天	1	365	144	排放渠	^{3}H（7天混合样）、总β（7天混合样）、pH（每周六分析）。注：按48周算
		月	2	24	24	循环出口海水（GNPS、LNPS）	残余氯（取化学科数据）
		双月	15	90	450	H1-H15	^{3}H、pH、DO、盐度、水温(0.5m)
		季	6	24	156	循环进口海水(GNPS、LNPS)、排放渠海水,材料码头海水,专家村海水、东山	COD、BOD_5、无机氮、活性磷酸盐、石油类、pH，大肠菌群（材料码头/专家村/东山）
		半年	2	4	12	H6、H9	总β、^{40}K、γ谱
海洋沉积物	潮间带	半年	5	10	10	H21、H22、H23、H24、罗香园	γ谱
	潮下带	半年	10	20	20	H1、H2、H3、H4、H5、H6、H7、H8、H9、H10	γ谱
软体	珍珠贝	半年	2	3	6	东山养殖场、澳头(年)	γ谱、有机氚
鱼	杂鱼	半年	1	2	4	设备码头	γ谱、有机氚
藻类	马尾藻	年	8	8	11	罗香园、专家村、岭澳、长湾、桔钩沙湾、杨梅坑、小辣甲、大辣甲等。	γ谱、有机氚（罗香园、专家村、岭澳）
指示生物(牡蛎）		半年	1	2	6	东山	总β、γ谱、有机氚

注：

环境中的 ^{90}Sr 由广东省辐射监测中心监测，数据共享，测量的样品包括土壤、海底沉积物（包括潮间带和潮下带）、海水；如果发生燃料包壳等事故，环境科将对 TER 废水进行 ^{90}Sr 分析，方法保留，应急时用；

分析项目数目统计：总 α：3650；总 β（气溶胶）：3650；总 β(除气溶胶外)：194；^{40}K：100；γ 谱：201；^{3}H：266；有机氚：16；TLD：200；非放：606

九、结论

1．项目基本情况

岭澳核电厂 3、4 号机组自 2010 年投入商业运行以来，至今安全稳定运行，创造了显著的经济效益。目前，岭澳核电厂 3、4 号机组为传统年度换料。为了兼顾堆芯设计的先进性、燃料经济性和控制工程风险，岭东核电有限公司决定岭澳核电厂 3、4 号机组自 2014 年起实施 18 个月换料改造。

2．区域环境现状

大亚湾核电基地的环境监测结果表明，大亚湾核电基地周围的辐射环境水平相对于运行前的本底值而言变化不大。

3．污染物治理及排放

本技术改造项目不新增任何系统、厂房，不涉及施工期作业。

本项目产生的主要污染物为放射性废液、废气和固体废物。本项目主要沿用电厂原有的相关系统进行治理和排放，措施合理可行。

4．环境影响评价结论

一般公众的放射性后果分析及“三关键”分析均表明，电厂运行状态下对环境的辐射影响很小，是可以接受的。

5．环境风险分析

对各类设计基准事故放射性后果的分析表明，实施 18 个月换料后，岭澳核电厂 3、4 号机组专设安全设施的设计性能仍然可靠，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。

6．环境监测及流出物监测

大亚湾核电基地六台机组已经设立了统一的环境监测和流出物监测方案，设立了统一的环境辐射监测机构以执行核电厂运行期间的环境监测和流出物监测工作。大亚湾核电基地统一的环境监测系统和环境监测方案运行良好，满足电站安全运行对环境监测的要求。

7．环境可行性结论

分析和评价表明，实施 18 个月换料后，岭澳核电厂 3、4 号机组正常运行和事故工况下对环境的辐射影响是可以接受的，非居住区和规划限制区的设置仍然合适，三废处理系统和专设安全设施仍然有效，就环境保护的角度而言，岭澳核电厂 3、4 号机组实施 18 个月换料是可行的。

注　释

本报告表附以下附图、附件：

一、附图：

附图 1　岭澳核电厂地理位置示意图

附图 2　岭澳核电厂总平面布置示意图

二、附件：

《岭澳核电厂 3、4 号机组 18 个月换料改造项目辐射环境影响评价专题报告》

建设项目环境保护审批登记表

填表单位（盖章）： 岭东核电有限公司　　填表人（签字）：　　项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	岭澳核电厂 3、4 号机组 18 个月换料改造项目			建设地点	广东省深圳市大亚湾核电基地内			
	建设内容及规模	将目前的传统年度换料更换为 18 个月换料方案			建设性质	□新 建 □改 扩 建 ■技 术 改 造			
	行业类别	电力生产			环境影响评价管理类别	□编制报告书 ■编制报告表 □填报登记表			
	总投资（万元）	5500			环保投资（万元）	300	所占比例（%）		5.5
建设单位	单位名称	岭东核电有限公司	联系电话	(0755) 84476692	评价单位	单位名称	苏州热工研究院有限公司	联系电话	0512-68702205
	通讯地址	深圳市福田区上步中路西科技大厦 15 楼	邮政编码	518024		通讯地址	江苏省苏州市西环路 1788 号	邮政编码	215004
	法人代表	卢长申	联系人	林杰东		证书编号	国环评证甲字第 1904 号	评价经费（万元）	—
所处区域环境现状	环境质量等级	环境空气：二级　　地表水：　　地下水：　　环境噪声：3 类　　海水：GB3097-1997　　三类　　土壤：　　其它：							
	环境敏感特征	□饮用水水源保护区 □自然保护区 □风景名胜区 □森林公园 □基本农田保护区 □生态功能保护区 □水土流失重点防治区 □生态敏感与脆弱区 □人口密集区 □重点文物保护单位 □三河、三湖、两控区 □三峡库区							

污染物排放达标与总量控制（工业建设项目详填）	排放量及主要污染物	现有工程（已建+在建）				本工程（拟建或调整变更）						总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				
		实际排放浓度（1）	允许排放浓度（2）	实际排放总量（3）	核定排放总量（4）	预测排放浓度（5）	允许排放浓度（6）	产生量（7）	自身削减量（8）	预测排放总量（9）	核定排放总量（10）	“以新带老”削减量（11）	区域平衡替代本工程削减量（12）	预测排放总量（13）	核定排放总量（14）	排放增减量（15）
	废水															
	化学需氧量															
	氨氮															
	石油类															
	废气															
	二氧化硫															
	烟尘															
	工业粉尘															
	氮氧化物															
	工业固体废物															
与项目有关的特征污染物	惰性气体 (Bq)	—	—	4.51E+13	7.00E+14	—	—	—	—	1.11E+13	—		—	5.62E+13	7.00E+14	1.11E+13
	气态碘(Bq)	—	—	1.06E+09	2.50E+10	—	—	—	—	2.26E+08	—		—	1.29E+09	2.50E+10	2.26E+08
	粒子(Bq)	—	—	2.82E+08	3.80E+09	—	—	—	—	1.78E+08	—		—	4.60E+08	3.80E+09	1.78E+08
	气态氚(Bq)	—	—	9.48E+12	2.40E+13	—	—	—	—	7.38E+12	—		—	1.69E+13	2.40E+13	7.38E+12
	液态氚(Bq)	—	—	1.66E+14	2.14E+14	—	—	—	—	3.88E+13	—		—	2.05E+14	2.14E+14	3.88E+13
	液态其它核素(Bq)	—	—	1.01E+11	1.30E+11	—	—	—	—	-1.65E+10	—		—	8.45E+10	1.30E+11	-1.65E+10
	中低放固体废物 (m^3)	—	—	1076.20	-	—	—	—	—	2.80E+01	—		—	1.10E+03	-	2.80E+01

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少；

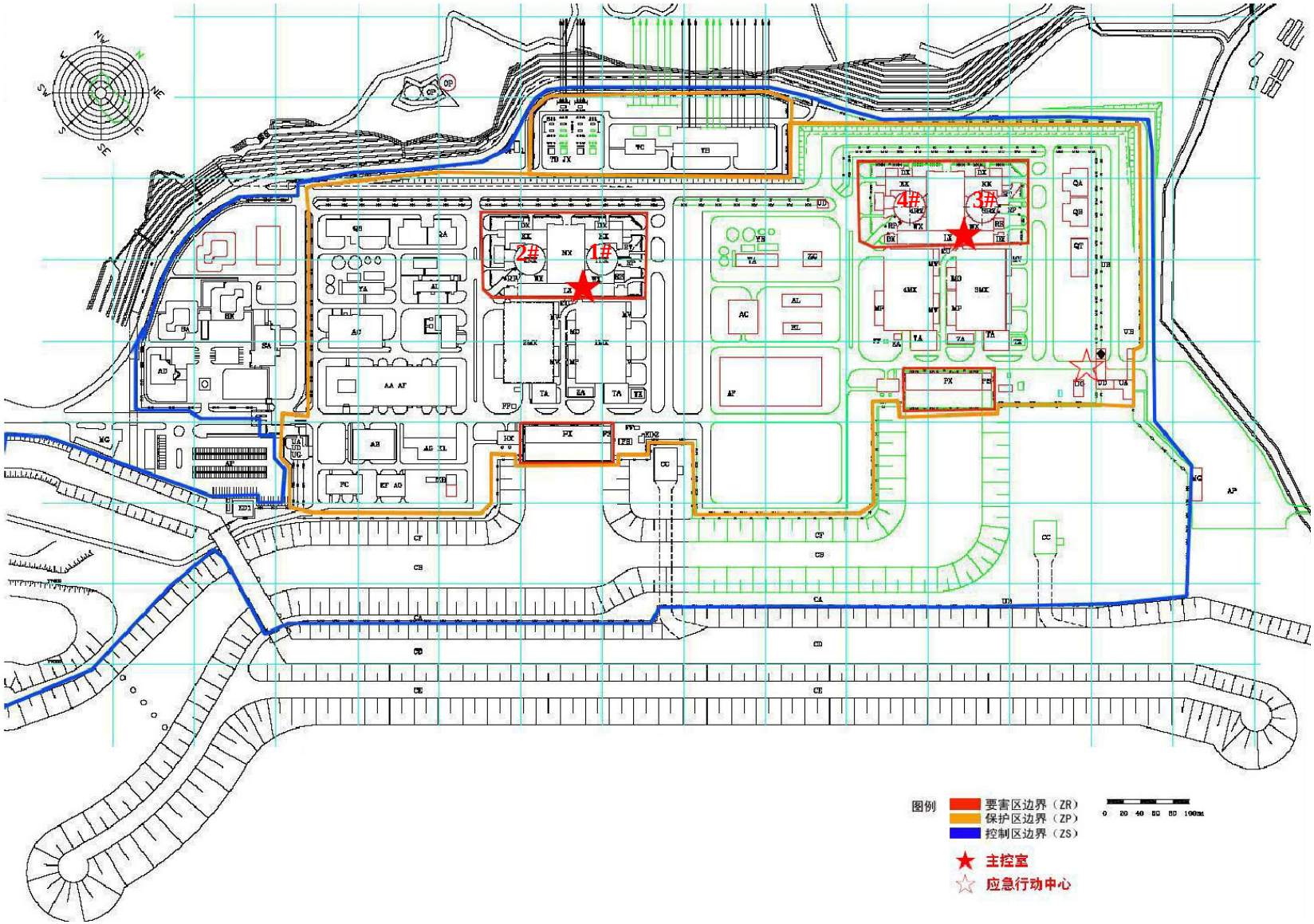
2、（13）=（3）+（9）—（11），（15）=（9）—（11）;;

3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年； 水污染物排放浓度——毫克/升；大气污染物排放浓度——毫克/立方米；水污染物排放量——吨/年；大气污染物排放量——吨/年。

4. （3）根据《岭澳核电站一、二号十八个月燃料循环项目环境影响报告表》填写；除液态氚外其余核素按预期值（Case A）填写，液态氚按设计值（Case B）填写。



附图 1　岭澳核电厂地理位置图



附图 2　岭澳核电厂总平面布置图