# 大亚湾核电厂主泵维修中心厂房项目

# 建设项目环境影响报告表

（简 本）

广东核电合营有限公司

**编制日期：2013 年 5 月**

# 目　录

一、建设项目基本情况 .....1

二、工程内容及主要污染因子 .....1

三、项目周边环境及保护目标 .....9

四．环境影响预测 .....12

五、环境风险分析 .....18

六、污染防治措施 .....21

七、环境影响评价结论及建议 .....21

# 一、建设项目基本情况

大亚湾核电基地位于广东省深圳市大鹏新区所辖大鹏半岛东南侧，南临大鹏澳海湾，东侧为大亚湾海域，北侧和西侧为山地丘陵。大亚湾核电基地内目前有大亚湾核电厂（GNPS）一、二号机组，岭澳核电厂（LNPS）一、二号机组（岭澳一期）及三、四号机组（岭澳二期）共六台机组同时运行，全部由大亚湾核电运营管理有限责任公司（DNMC）负责运营。大亚湾核电基地地理位置见附图 1。本建设项目即位于大亚湾核电基地的大亚湾核电厂内。

核电属于技术密集型产业，核电站由核岛、常规岛和 BOP（核岛及常规岛辅助设施）组成，包括了大量的厂房、设备和构件。其中，核电厂的主泵是核岛内的重要设备之一，也是核电厂中唯一核安全一级和质量一级的转动设备，其运行、维修和试验都有极高的要求，对电厂安全生产有着极其重要的作用。

按照预防性维修大纲的要求，大亚湾核电厂计划于 2014 年开始水力部件更换，后续每年大亚湾核电基地均有更换工作。

目前主泵水力部件翻新主要采用外送翻新方式，由国外承包商完成主泵水力部件翻新工作。因主泵水力部件属于带放射性设备，在运输、翻新、鉴定等方面均面临很大困难。另外，水力部件送国外原厂翻新极为昂贵，单台泵一次维修至少需要两千万人民币的费用。

实现在国内自主翻新检修将大大降低这一成本，并使现有核心部件在经过维修和试验后形成强大的循环备件体系，从而在一定程度上缓解备件制约问题。另，距大亚湾核电厂计划的水力部件更换工作已不到三年，建成国内首个主泵水力部件维修中心极为迫切。因此，广东核电合营有限公司提出拟建大亚湾核电厂主泵维修中心厂房项目。

# 二、工程内容及主要污染因子

1、工程内容

根据建设需要，主泵维修中心厂房主体工程为一个规则矩形单体厂房（114m×34m），局部二层，地下一层，占地面积约为 3876m$^2$，地上建筑面积约 4538m$^2$（其中一层建筑面积 3876m$^2$，二层建筑面积 662m$^2$），地下室建筑面积（不包括

地坑）约 1752m$^2$。总平面布置见附图 2。

主泵维修中心厂房根据使用功能划分为以下区域：

（1） 水力部件解体、翻新区域，841m$^2$：

- 解体区为一个密闭房间，192m$^2$；
- 配套设置叶轮检修区、热屏检修区、一个承重15吨的去污平台、一个废液收集地坑和两个水力部件储存区；
- 配套一个地下布置的静压试验区（25m$^2$）及地坑（包括静压试验废液循环和过滤装置）。

（2） 去污区域，144m$^2$；

（3） 机加工区域，360m$^2$，配备4个压缩空气气源，并配备了如下主要设备：

| 序号 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 重量/t | 面积/m$^2$ | 地基下沉深度/mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 数控卧式铣镗中心 | 台 | 1 | 38 | 87 | 1500 |
| 2 | 车削中心 | 台 | 1 | 14 | 62 | 1000 |
| 3 | 数控卧式车床 | 台 | 1 | 10 | 61 | 1000 |
| 4 | 数控双柱立式车床 | 台 | 1 | 58 | 67 | 2595 |
| 5 | 数控立式磨床 | 台 | 1 | 49 | 71 | 2145 |
| 6 | 卧式硬支撑平衡机 | 台 | 1 | 3 | 73 | 600 |
| 7 | 摇臂钻床 | 台 | 1 | 3.5 | 15 | 800 |

（4） 主泵密封翻新区域，360m$^2$，配备SAT、SAR压缩空气各1个；

（5） 泵轴组装区，108m$^2$；

（6） 电机检修区域，72m$^2$，检修坑底部预留两个电机支撑装置，地坑内设计两层检修平台；配备380V-50Hz和220V-50Hz电源火灾探测、报警及灭火设施；

（7） 备件存放区，216m$^2$；

（8） 废液收集区，36m$^2$；

（9） 冷热更衣间，270m$^2$；

（10） 其他还包括：

- 地下室布置厂房的通风、空气过滤和净化系统等

- 一楼的放射性固废储存间、恒温恒湿储存间、计量检定室、专用工具储存室、资料室、实验室、值班室等；
- 二楼为办公区域，可同时满足80人的办公要求。

各区（地下室和一楼）的总平面布局详见附图3。

整个检修大厅设计通风系统（制冷）、空气过滤净化系统、火灾自动报警系统、消防系统，配备380V-50Hz和220V-50Hz电源、放射性水平检测设备、火灾探测、报警及灭火设施；通过通风系统保持房间负压。

此外，整个厂房布置两个行车和一个电动平板车：

- 行车1：覆盖厂房主要区域，载荷为60吨/10吨，跨度24m，行车行程114m，吊钩高13m；
- 行车2：在水力部件解体区使用，载荷为30吨/10吨，跨度10m，行车行程24m，吊钩高：11m；
- 电动平板车：载荷20吨。

## 2、污染物产生及排放

### （1）施工期

1）噪声

施工活动中的噪声主要在机械设备运转、运输、钻孔等过程产生，具有噪声高、无规则、突发性等特点。施工机械主要有：打桩机、挖掘机、推土机、混凝土搅拌机、起重机等。本项目所采用主要施工机械噪声值见表1。

**表1　项目施工机械噪声值**

| 序号 | 机械类型 | 声源特点 | $L_{max}$（dB） |
|---|---|---|---|
| 1 | 液压挖掘机 | 不稳态源 | 84 |
| 2 | 推土机 | 流动不稳态源 | 86 |
| 3 | 混凝土搅拌机 | 固定稳态源 | 79 |
| 4 | 起重机 | 稳态源 | 71 |
| 5 | 打桩机 | 不稳态源 | 81 |

2）环境空气

施工期废气主要是各种机械设备、运输车辆产生的扬尘、尾气以及施工过程中混凝土搅拌和路面整平过程产生的扬尘等，主要污染物包括TSP、CO和碳氢化合物等。施工扬尘排放量受施工作业的活动水平、特定操作和主风向变化等条件影响很大，主要集中在施工区域附近，以无组织的形式排放。类比相似工程的现场模拟数据，预计在施工场地外50m处，产生的扬尘（TSP）浓度可降至1.00mg/$m^3$。

3）水环境

施工期水污染源包括混凝土生产和养护的废水，以及施工机械含油废水和施工人员的生活污水。

混凝土施工过程中，砼浇筑、养护等将产生大量废水。根据施工方类似工程经验反馈，预计本工程施工高峰期砼工程施工废水排放量为10$m^3$/d，砼工程施工废水中主要污染物为SS，施工废水中SS产生浓度一般为3000~6000mg/L，则施工废水中SS产生量约为0.03~0.06t/d。

施工期的含油污水主要源于施工机械的跑冒滴漏和故障维修，产污点分散，废水不连续，很难准确估算产生量。根据大型机械设备预防维护保养制度，每台大型施工机械设备年维修保养过程产生的含油污水为 4400L，废油量为 6.4kg。

施工人员在施工过程会产生一定量的生活污水。根据施工安排，高峰期作业人员为40人，按人均每天排放生活污水120L计，则施工期生活污水产生量为4.8t/d，污水成分主要为COD、BOD和氨氮等。大亚湾核电厂有完备的生活污水处理设施，施工人员产生的生活污水可全部纳入已有生活污水处理站进行处理达标后排放。

4）固体废弃物

本项目施工期固体废弃物主要包括建筑垃圾和施工人员生活垃圾。

厂房建设过程中将产生一定量的建筑垃圾和工程弃渣，数量具体随不同施工阶段而不同，但全部为无毒无害的普通废弃物，由施工方外运处置。施工人员生活垃圾按每人1.0kg/d计算，则日产生量为0.04t，生活垃圾纳入核电厂区生活固废收集范围，由后勤物业部门定点定期收集，并委托当地环卫部门外运填埋处置。

**（2）营运期**

待维修主泵设备和部件首先在核电厂的热机修车间（AC 厂房）的去污平台

进行去污处理。根据设备和部件沾污的类型和程度不同，以及设备和部件的材料、外形尺寸等不同，采用不同的去污方法，主要包括化学方法去污和机械方法去污。化学去污方法是使用强酸强碱等化学试剂配制去污剂、缓蚀剂、泡沫、乳胶等，对沾污设备和部件进行浸泡、冲洗或喷涂，以溶解带有放射性核素的污物，达到设备部件表面去污的目的，该方法广泛应用于去除管道、部件、设备和设施表面上的固定放射性污染物，去污的效果受制于去污剂的种类、浓度、作用时间和温度等；

机械去污方法是使用高压水-蒸汽、磨料喷射、超声波、机械擦拭等手段对沾污设备和部件表面进行冲洗、打磨、擦拭等去污的过程。

去污过程产生的含低放射性废水靠重力排入地下的废液收集灌。废液收集灌的废水定期排入核电厂放射性废液回收系统（SRE），经核电厂放射性废液处理系统（TEU）集中暂存、处理、取样监测合格后，通过放射性废液排放系统（TER）进行槽式排放。去污期间，将产生少量放射性粉尘，沾污的空气经高效粒子过滤器过滤后排出，去污区相对产生动态沾污效应的房间保持一定的负压，以避免放射性沾污的空气向外泄露。去污过程也会产生一定放射性固体废弃物，包括被污染的小型金属件、去污棉纱、破损的去污设备等中放射性固体废弃物。去污操作在密封的箱、罐、槽内进行，使工作人员与污染物品和工作介质有效隔离。

去污处理后的待修设备或部件经表面辐射检测仪检测合格后，送往本项目建设的主泵维修中心厂房内进行拆解、去污、维修和打磨翻新。待修设备在维修厂房内拆解后，将对零部件再次进行去污，由于前阶段去污已较为充分，本阶段去污仅产生少量低放射性废液和少量低放射性固体废弃物，不产生放射性废气（惰性气体和气溶胶等）。低放射性废液通过废液地坑收集后通过管道送入机修车间的废液储存罐，暂存后定期排入大亚湾核电厂废液收集系统，经 TEU 系统处理、TER 系统暂存、检测达标后随核电厂其余放射性废液槽式排放。

**1）放射性废液**

运营期间待维修主泵和部分放射性沾污部件需要进行去污处理。对需要进行维修的放射性沾污设备和部件经密封包装后，运至热机修车间（AC 厂房）的去污平台进行去污处理。经去污处理合格后的设备送至本项目主泵维修中心厂房进行解体、维修和打磨翻新。解体后的设备再次进行去污处理，基本消除沾污在零

部件表面的放射性物质，由于前阶段去污较为充分，本主泵维修中心厂房的去污操作相对简单，仅产生少量低放射性废液和低放射性固废。

除沾污设备去污过程中产生一定放射性废液外，AC 厂房和主泵维修中心厂房的去污车间冲洗过程也将产生一定的放射性废液。车间地面有一定坡度，该部分冲洗放射性废液可自流进入地坑，通过管道进入废液储罐，与去污过程产生的放射性废液混合。另外，男女热更衣间和淋浴间也将产生少量放射性废液。根据热机修车间废液日常监测记录，大修期间 AC 厂房产生放射性废液的最大比活度为 24.6MBq/L，每次去污过程产生的最大废液量约为 10$m^3$。考虑到热机修车间的去污操作较为充分，进入主泵维修中心厂房的设备相对较为清洁，因此主泵维修中心厂房内仅需进行简单的去污，预计活度为热机修车间废液活度的 10%，即 2.5MBq/L，每次去污过程产生的最大废液量约为 5$m^3$。根据大亚湾核电基地机组数量，本项目建成后预期平均每年维修主泵数量为 1 台，最多为 2 台，每台设备维修时间约为 4 个月。因此，本项目运营期间，按保守每年维修两台主泵考虑，在 AC 厂房产生的放射性废液量约为 20$m^3$/a，放射性核素总活度约为 492GBq/a；本项目厂房产生的放射性废液量约为 10$m^3$/a，放射性核素总活度约为 25GBq/a。

本项目主泵维修厂房产生的放射性废液经管道汇入 AC 厂房废液储存罐暂存后，最终输送至大亚湾核电厂废液处理系统（TEU）进行处理。

**2）放射性废气**

本项目去污过程均在车间内密闭的不锈钢箱体内进行，无放射性废气排放。

主泵维修中心厂房内的通风系统设计与 AC 厂房内通风系统一致。室外空气经由初效过滤器及表冷器后，通过送风机送至各房间。对应排放系统由排风机将室内空气经预过滤器、高效过滤器过滤后排入厂房外大气环境。通风系统按照先排风机后送风机的启动顺序投入运行，进风机设计风量为 73610$m^3$/h，排风机设计风量为 80810$m^3$/h，进排风机均为两套，相互独立运转，保证运营期间厂房内的正常通风。本项目主泵维修中心厂房和 AC 车间通风系统流程见图 5-3。

在热机修厂房和本项目主泵维修中心厂房内的机加工区域，安装几个管嘴并且连接至排风管网，可通过软管将机床周围少量废气吸走。

**3）放射性固废**

本项目正常运行期间产生的放射性固体废物主要包括损坏或需更换的设备

零部件，以及去污过程中使用的棉纱、擦拭废物，工作人员的手套、面罩、鞋套等使用过的劳保用品。由于待维修设备拆解前均经过充分的去污处理，因此后续工艺产生的固废放射性活度较低。本项目产生的低放固废纳入核电厂放射性固废处理系统（TES）进行处理。

本项目产生的放射性固废基本为杂项干废物，分别按可压缩和不可压缩进行分类处理，其中棉纱、擦拭物、面罩手套等劳保用品为可压缩固废，损坏或需更换的金属零部件为不可压缩固废。根据国外类似项目实际运行经验反馈，运行期间，本项目年产生低放固废质量约为1000kg（1t/a），经压缩处理后的容积约为2$m^3$。

本项目产生的低放固废全部在大亚湾核电厂的核辅助厂房（NX）和废物辅助厂房（QS）内进行处理。后续封装的固化桶经γ谱测量后，运至大亚湾核电厂放射性固废中期贮存库（QT）的不同贮存区暂存。大亚湾核电厂放射性固废中期贮存库（QT）原同时接收大亚湾核电厂和岭澳核电厂1、2号机组的放射性固废，岭澳二期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，全部运往新建的QT厂房进行中期贮存。因此，大亚湾核电厂中期贮存库（QT）的容量大大增加，可容纳本项目产生的低放射性固废数量。暂存废物桶最终送往北龙处置场进行处置。

**4）非放射性废水**

本项目运行期间产生的非放射性废水主要为员工的生活污水。根据维修任务和工作需求，预计正常运行期间的工作人员数量最多为40人，年工作时长为8个月（工作日约80天）。工作人员每天用水量按100L计，排水系数按0.8计，则工作人员每天用水量为4t，生活污水产生量为3.2t，年用水量为320t，年生活污水产生量为256t。生活污水中CODcr 300mg/L、SS 250mg/L、$NH_3$-N 30mg/L，则生活污水中污染物产生量COD 0.077t/a、SS 0.064t/a、$NH_3$-N 0.008t/a。生活污水通过大亚湾核电厂已有污水管道进去厂区生活污水处理站ED2处理达《广东省水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中的一级标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的二级标准后排放。

由于本项目工作人员均来自大亚湾核电基地内部，没有外部人员调入，因此没有新增生活污水量，COD和氨氮的排放量仍维持大亚湾核电基地现状。

**5）非放射性废气**

运营期，主泵和水力部件在维修厂房内机加工车间的电焊和打磨翻新（使用砂轮）过程将产生一定量的烟尘和粉尘，在焊接区设有排风罩，使局部通风排毒；打磨区设置除尘器，打磨产生的粉尘经过滤后通过排风管线排出。

本项目烟尘和粉尘产生量极少，强制排风和除尘后排出厂房，对大气环境质量影响甚微。

**6）非放射性固废**

本项目运营期产生的非放射性固废主要为工作人员的生活垃圾，人均垃圾产生系数按1.0kg/d计，则每天生活垃圾产生量为0.04t，年生活垃圾产生量为3.2t。生活垃圾纳入大亚湾核电厂垃圾收集和处理系统，由物业公司统一收集后，交当地环卫部门外运处置。由于本项目工作人员全部来自大亚湾核电基地内部，因此不涉及新增生活垃圾产生量。

此外，机加工区域设备的日常维护保养会产生少量废油等危险固废，类比热机修车间和其他检修车间，预计本项目年产生废油量约5kg，危废纳入大亚湾核电厂危废处理系统，由深圳东江环保股份有限公司定期收集外运处置。

**7）噪声**

本项目运营期的噪声主要包括机加工车间的设备加工、焊接和打磨工艺产生的噪声，噪声源为电焊机、数控磨床、车床、钻床、抽风机等，厂房内行车在运输设备时也会产生间歇性的噪声。另外，空调系统的外机、风机以及空调水系统的冷却塔、水泵等均会产生一定噪声影响。根据本项目运营期设备维修及加工工艺，类比热机修车间和其他机械厂房设备噪声，本项目运营期噪声源强见表 2。

**表 2 运营期主要设备噪声源及声级**

| 设备名称 | 噪声源强，dB | 运行情况 |
|---|---|---|
| 电焊机 | 80~85 | 间歇 |
| 车床 | 83-85 | 间歇 |
| 磨床 | 85-92 | 间歇 |
| 钻床 | 83-86 | 间歇 |
| 抽风机 | 75-78 | 连续 |
| 行车 | 80~86 | 间歇 |

| | | |
|---|---|---|
| 空调外机 | 55~65 | 连续 |
| 冷却塔 | 75~83 | 连续 |
| 水泵 | 72~75 | 连续 |

## 三、 项目周边环境及保护目标

### 1、环境质量现状

（1）海水环境

十余年来，大亚湾核电厂针对大亚湾海域水质环境状况已进行了多航次的调查，通过对这些调查资料的归纳分析，对大亚湾水质环境的状况有了比较完整的了解，其中最近的一次为中科院南海所于 2007 年 10 月~2008 年 9 月在西大亚湾海区所开展的为期一年的调查工作。以下根据其调查结果对海域内水质状况进行简要描述：

- 水温：海域内秋季、冬季、春季和夏季水温变化范围分别为 14.7~26.6℃、14.7～22.5℃、22.8～32.2℃和 27.2～33.4℃；海水表层水温均高于底层。
- 盐度：海域内盐度的月季变化明显，秋季从 10 月份（33‰）到 11 月（31‰）呈下降趋势，进入冬季盐度达到全年最高（33.12‰），春末夏初盐度呈显著下降趋势，到 6 月降到最低（27.22‰），7、8 月则盐度有所增高。
- pH 值：海区的 pH 值稳定，变化较小，季节性变化为 11 月最低，1 月最高。海水表层 pH 平均值为 8.11～8.31，底层 pH 平均值为 8.0～8.34。
- SS：海区悬浮物来源贫乏，海洋动力条件较弱，海水清澈透明，悬浮物含量低。海域内各月的表层悬浮物平均值都在 10mg/L 以下。
- DO：溶解氧的季节性分布呈 6～7 月较低（<6mg/L），其它各月含量均高于 6mg/L，1 月份则最高，达 7.94，符合一类水质标准。
- COD：海域内各季的 COD 较低，均符合国家一类水质标准。冬、春、夏、秋四季 COD 平均值分别为 0.28～1.71mg/L、0.5～1.59mg/L、0.7～1.02mg/L 和 0.31～0.54mg/L。
- $BOD_5$：秋季表层和底层 $BOD_5$ 平均值分别为 0.83～0.95mg/$dm^3$ 和 0.86～0.99 mg/$dm^3$，符合国家一类水质标准；冬季、春季和夏季的表层和底层 $BOD_5$ 分别为 0.81 ～ 2.16 mg/$dm^3$/0.79 ～ 2.02mg/$dm^3$ 、 1.01 ～

1.38mg/dm$^3$/1.12～1.31mg/dm$^3$ 和 1.02～1.25mg/dm$^3$/0.45～1.4mg/dm$^3$，均符合国家三类水质标准。

- 总无机氮：秋季无机氮含量平均值在 0.0261～0.1452mg/dm$^3$，冬季无机氮含量平均值在 0.0207～0.0874mg/dm$^3$，春季无机氮含量平均值在 0.0096～0.0516mg/dm$^3$，无机氮含量平均值在 0.0261～0.1452mg/dm$^3$，均符合国家一类水质标准。
- 活性磷酸盐：冬季表层和底层含量平均值为 0.0024～0.0037mg/dm$^3$ 和 0.0023～0.0032mg/dm$^3$；秋季表层和底层分别为 0.0082～0.0133mg/dm$^3$ 和 0.0096～0.0134mg/dm$^3$；春季表层和底层分别为 0.0008～0.0013mg/dm$^3$ 和 0.001～0.0014mg/dm$^3$；夏季表层和底层分别为 0.0011～0.0016mg/dm$^3$ 和 0.001～0.0021mg/dm$^3$。均符合国家一类水质标准。
- 重金属：从大亚湾周边地区工业发展状况来看，重金属污染物向海湾输入量少，海水中重金属含量较低，且十余年来未见明显增加。
- 石油类：秋季、冬季、春季和夏季石油类含量分别为 0.029~0.092μg/dm3、0.018~0.049μg/dm$^3$、0.014~0.12μg/dm$^3$ 和 0.010~0.062μg/dm$^3$；分别满足国家三类、一类、三类和三类水质标准。

另根据《2011 年度深圳市环境状况公报》，深圳东部近岸海域，即本项目附近海域海水水质 2011 年达到国家海水水质第二类标准。

综上，拟建项目附近大亚湾海域海水环境质量总体良好，可满足相应的水环境功能区划要求。

（2）大气环境

根据《2011 年度深圳市环境状况公报》，项目区域环境空气质量符合国家二级标准。

（3）声环境

项目所在地位于大亚湾核电厂厂区内，周边的主要声环境污染源是大亚湾核电厂的汽轮机和发电机，经过厂房的屏蔽和距离衰减后影响很小，符合声环境三类功能区要求。

（4）辐射环境

自 1994 年大亚湾核电厂投入商业运行开始，大亚湾核电基地已经开展了为

期 17 年的环境辐射监测工作。结合大亚湾核电基地历年生产运行年鉴提供的数据可知，历年陆上和海洋环境介质监测结果表明：GNPS 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。

总体而言，本项目附近区域环境质量总体良好，且本项目拟建用地目前为空地，没有主要的环境问题。

**2、主要环境保护目标**

本项目为大亚湾核电厂主泵维修中心厂房项目，特征污染物为放射性废液、固体放射性废物及少量非放射性粉尘、生活废水、固体废物等。本项目的主要环境保护目标为：

- 大亚湾核电厂主泵维修中心厂房内的工作人员的辐射影响；
- 项目周边的环境空气质量维持 GB3095-2012 二级标准；
- 项目周边的海域环境质量维持 GB3097-1997 的三类水质标准；
- 项目周边的声环境质量维持 GB3096-2008 的 3 类区要求。

**3、评价范围及评价重点**

根据本项目特点，建设期间仅涉及场地平整、厂房建造和设备安装、调试等工序，在运行期间仅有间歇性的少量放射性废液、固体废物、放射性粉尘、以及噪声、生活废水和垃圾等产生，其排放纳入大亚湾核电厂各污染物处理设施统一处理，同时涉及少量化学物质使用，

因此，根据其潜在的影响范围和周围环境特征，评价范围为主泵厂房周界，重点分析评价以下内容：

（1）建造阶段

a)地表扰动造成的生态影响；

b)施工噪声；

c)大气环境；

d)水环境；

e)建筑垃圾等。

（2）运行阶段

a)放射性职业人员受照剂量；

b)放射性废液收集和处理措施及对现有设施的性能要求及排放影响；

c)放射性固体废物的收集、处理和处置；

d)声环境的影响；

e)环境风险的影响及应急措施。

## 四、环境影响预测

### 1、施工期环境影响

（1）环境空气影响

本项目施工建设期间，大气污染主要来自两个方面，其一是施工作业产生扬尘对大气环境的污染；其二是施工期间各类运输车辆尾气（主要有 $NO_x$、CO 和 HC 等污染物）对大气环境的影响。

1）施工扬尘的影响

施工阶段产生扬尘的环节很多，且各处的扬尘排放方式不同，影响因素不同，持续时间也不固定。既有面源污染，也有线源污染。尽管扬尘影响会随着施工期的结束而消失，但施工作业中产生的扬尘仍会在短期内影响当地的空气质量，使得区域大气中的 TSP 浓度将明显高于其它地区。粉尘排放量随施工作业的活动水平、特定操作和天气状况密切相关，且很大一部分是由运输车辆行驶产生，约占扬尘产生总量的 60%，运输车辆引起的扬尘主要对路边 30m 范围内的空气质量影响较大，成线性污染，路边的 TSP 浓度可达 10mg/$m^3$ 以上，一般浓度在 1.5mg/$m^3$~30mg/$m^3$。建筑施工所引起的扬尘主要影响 50m 以内的区域，50m 处已接近 TSP 的本底浓度。如果施工期间对施工场地，特别是车辆行驶路面进行洒水抑尘，每天洒水 4～5 次，可使扬尘减少 70%左右。

此外，因施工建材的露天堆放和搅拌作业引起的扬尘主要受作业时风速的影响，风速越大，影响越大，因此禁止大风天气进行此类作业及减少露天堆放是抑制扬尘的有效手段。此外，建材在装卸和使用过程中文明施工，运输途中加盖苫布等方式都可减少粉尘的产生，防治区域空气质量受到较大影响。

（2）施工设备及运输车辆尾气的影响

除扬尘影响外，建设期施工机械排放的废气和进出施工场地的各类运输车辆排放的汽车尾气也在短时间内影响当地的空气环境质量。施工机械排放废气主要集中在打桩、挖土和材料运输阶段，废气排放量与同时运转的机械设备、车辆数

量以及行驶状态有关。

汽车尾气中的污染物随运输车辆速度、道路情况等诸多因素有不同程度的影响，污染物浓度也有所变化。尾气中主要成分为 $NO_x$、CO 和 HC 污染物，其中排放量较大的为 CO。因此，施工期间运输车辆排放尾气中的 CO 必然会增大局部大气中 CO 的浓度，特别是由于施工车辆在施工路段行驶速度低，致使尾气中的 CO 浓度比正常行驶浓度高出 1 倍以上。表 3 给出了汽车行驶状态与尾气中 CO 浓度关系。

**表 3　汽车行驶状态与 CO 浓度关系**

| 行驶状态 | 空挡 | 加速 | 常速 | 减速 |
|---|---|---|---|---|
| CO 排放浓度 $mg/m^3$ | 4.2 | 1.6 | 1.5 | 3.0 |

虽然运输车辆尾气排放增加了局部大气环境中的 CO 浓度，但由于车辆尾气排放为无组织排放，该项目施工区域邻近海边，风速较大，空气扩散条件良好，因此对大气环境的影响有限，且随着施工期的结束，大气环境影响也随之消失，空气质量将得到较快恢复。

**（2）水环境影响**

施工期水污染源包括混凝土生产和养护废水、施工机械含油废水以及施工人员的生活污水。

混凝土生产和养护过程产生废水的主要污染物为悬浮颗粒物，该部分废水经临时沉淀池混凝处理后全部回用，没有外排。

本项目施工所用机械的维修均在场外定点维护，产生的含油污水主要源于施工机械的跑冒滴漏，产污点分散，数量极少。

施工高峰期的生活污水产生量约为 4.8t/d，该污水利用厂区现有管线系统纳入厂区污水处理设施处理达标后排放，对周边海域水环境影响较小。

总体而言，本项目施工期污废水产生量不大，不会对项目周围海域水环境造成大的影响。

**（3）噪声影响**

施工现场机械作业噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准要求。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 0.5~1dB/100m，因此，一般昼间在

50m 内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 70dB 的标准；夜间在 350m 外可以全面达到 GB12523-2011 中 55dB 的标准。该工程位于大亚湾核电厂南侧，邻近大亚湾海域，施工区域周围 1km 范围内没有居民区等环境敏感点，因此施工噪声的影响仅限于施工人员，不会出现噪声扰民的现象。

**（4）固废影响**

本项目施工期固体废弃物主要包括工程弃渣和施工人员生活垃圾。

由于项目占地面积不大，主要是厂房地基开挖产生的废弃土石方，弃方量较少，运至厂区弃渣场统一堆放。施工人员生活垃圾按每人1.0kg/d计算，则日产生量为0.03t，生活垃圾纳入核电厂统一管理，由后勤和当地环卫部门负责外运填埋处置，对环境影响较小。

**（5）生态影响**

本项目占地面积 3876$m^2$，生态影响主要是施工期厂房建设过程对原有草地地貌的占用和扰动，施工活动将破坏草地地貌原有的生态系统，改变该地块的生境条件，造成生物量、植被、动物等物种的损失，由于该地块由填海造地产生，面积不大，属于人工生态系统，植被类型主要为草地植被，生态系统结构较为简单，生物种类较少，生物量贫乏，因此该项目占地对该区域生态系统的影响很少，不会改变区域生态系统的整体稳定。

**2、营运期**

**（1）环境空气影响**

本项目去污过程在去污车间的密闭罐、箱中进行，主泵及水力部件表面的沾污核素全部进入去污冲洗废液，没有放射性废气排放。机加工区域由于焊接和打磨工艺，会产生少量非放射性烟尘和粉尘。烟尘被位于电焊机上方的抽风罩抽出后，随厂房通风系统排入大气；打磨工艺产生的粉尘经除尘设施多级过滤后，大部分留在除尘设施内部，只有极少量随厂房通风系统排入大气。由于非放射性粉尘和烟尘的产生量很小，经过滤处理后，对大气环境的影响极小。

**（2）水环境影响**

本项目待维修主泵和水力部件去污过程会因表面沾污核素脱落产生一定量的放射性废液。根据工程分析保守估计，本项目运营期间，本项目厂房产生的放

射性废液量约为 10m$^3$/a，放射性核素总活度约为 25GBq/a。本项目主泵维修厂房产生的放射性废液经废液收集地坑和管道汇入 AC 厂房废液储存罐暂存后输送至大亚湾核电厂废液处理系统（TEU）进行处理。

根据大亚湾核电厂 TEU 系统日常监测记录，近三年化学排水的处理量平均为 625m$^3$/a，远小于 TEU 化学排水设计处理能力，化学排水处理系统仍有较大裕量接纳新的废水量，考虑到本项目产生的最大放射性化学排水量为 10m$^3$/a，约占近年处理水量的 2%，大亚湾核电厂 TEU 系统有能力接纳本项目放射性废液。按照 GB6249-2011 的排放要求，放射性废液槽式排放口除氚和 C-14 外其他放射性核素浓度不应超过 1000Bq/L，目前，大亚湾核电基地总排放口的除氚和 C-14 外放射性核素排放浓度可满足 GB6249-2011 的要求。由于本项目主泵和水力部件沾污核素全部来自反应堆冷却剂系统，去污产生的放射性核素已包络在大亚湾核电基地的放射性废物设计源项中，没有新增放射性物质。因此，不会对总排放口的放射性核素排放浓度产生影响。

由于本项目员工均来自大亚湾核电基地内部，生活污水量和污染物排放量均没有增加，仍为生活污水处理站现有污水排放量和污染物排放水平。根据广东省环境辐射检测中心 2012 年 9 月对基地总排放口非放射性物质的监测结果，总排放口的非放射性污染因子排放浓度均可达到《广东省水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中的一级标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的二级排放标准要求。

**（3）声环境影响**

本项目噪声主要来自机加工车间的设备加工、焊接和打磨工艺产生的噪声，噪声源为电焊机、数控磨床、车床、钻床、抽风机等，厂房内行车在运输设备时也会产生噪声。另外，空调系统的外机、风机以及空调水系统的冷却塔、水泵等均会产生一定噪声影响。本项目高噪声设备如电焊机、数控磨床、车床、钻床等均为间歇噪声，有工作任务时才运行，本报告保守考虑设备全部运行时的最大噪声影响范围。将拟建厂房看作一整体声源，噪声预测采用 Stueber 模式，假设各设备在厂房内的混响声场是稳定的、均匀的，保守角度仅考虑距离衰减。即：

$$Lp = Lw - \sum A_i$$

其中：Lp：受声点声级；

Lw：整体声源的声功率级；

∑Ai：声波在传播过程中各种因素的衰减之和。

对于距离衰减，衰减值和距离之间的关系为：

$$A_a = 10\lg(2\pi r^2)$$

其中：r：整体声源的中心到受声点的距离。

在工程计算中，简化的声功率换算公式为：

$$Lw = Lp_i + 10\lg(2S)$$

其中：Lpi—整体声源周围测量线上的声级平均值，dB；

S：拟建厂房面积。本项目厂房占地面积约为 3876m$^2$。

各受声点的声级计算模式为：

$$Lp = Lp_i + 10\lg(2S) - 10\lg(2\pi r^2)$$

类比热机修车间平均声压级约为 83dB(A)，假设拟建厂房车间隔声量为 20dB，根据上述预测公式和参数，计算得到 Lw 为 102dB。仅考虑距离衰减下的噪声环境影响范围详见表 4。

**表 4 建设项目噪声影响预测结果（昼间）（单位：dB(A)）**

| 距离 r/m | 10 | 20 | 30 | 50 | 100 | 200 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $Leq_A$/dB | 73.9 | 67.9 | 64.4 | 59.9 | 53.9 | 47.9 |
| 标准/3 类 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |

由于本项目位于大亚湾核电厂内，执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。本项目夜间不进行维修活动，因此仅昼间产生噪声影响。根据噪声影响范围计算结果，厂房边界外 30m 处的噪声贡献值即可达到 GB12348-2008 中的 3 类标准要求。根据项目外环境关系图，本项目厂房周边 30m 范围内主要为道路和其他车间，没有居住人群等敏感点。距离本项目最新的环境敏感点为位于厂址西方向 3.6km 的东南村，人口 294 人，不会受到本项目噪声的影响。

**（4）固废影响**

本项目产生的固废主要为放射性固废、危险固废和生活垃圾。放射性固废包括损坏及须更换的主泵零部件以及棉纱、手套等劳保用品，基本为杂项干废物，分别按可压缩和不可压缩进行分类处理，其中棉纱、擦拭物、面罩手套等劳保用

品为可压缩固废，损坏或需更换的金属零部件为不可压缩固废。根据工程分析，本项目年产生低放固废质量约为1000kg（1t/a），低放固废全部纳入大亚湾核电厂TES系统进行分拣、压缩和固化处理后，经处理后的废物桶容积约为2$m^3$，废物桶经QT厂房暂存一段时间后全部送往北龙处置场处置。大亚湾核电厂TES系统设计处理能力965$m^3$/年，目前实际处理量约130$m^3$/年，有足够能力接纳处理本项目产生的放射性固废。北龙处置场已经运营，处置场设计可存放的废物货包总体积约为9000$m^3$，有足够能力处置本项目产生的放射性废物。因此，本项目放射性固废可在大亚湾核电厂得到有效处理处置，对环境影响较小。

机加工区域设备的日常维护保养会产生少量废油等危险固废，预计本项目年产生废油量约5kg，危废纳入大亚湾核电厂危废处理系统，由深圳东江环保股份有限公司定期收集外运处置。另外，员工日常工作过程会产生一定生活垃圾，产生量约为3.2t/a，由后勤和当地环卫部门定期收集外运，不会对环境造成大的影响。

落上以上固废处理处置措施后，本项目产生的固废对环境影响不大。

**（5）辐射环境影响和职业人员受照剂量**

本项目待维修主泵和水力部件表面沾污的放射性核素均来自大亚湾核电基地内部，废物源项已包络在核电站放射性废物总体设计源项中，因此本项目运行期间不会增加对厂外公众造成的辐射影响。

根据工程分析，本项目待维修主泵和水力部件初始去污操作均在密闭不锈钢罐、箱中进行，工作人员与放射性污染物或工作介质可以得到有效隔离，避免了工作人员的受照危害。去污后的待维修主泵和水力部件将进行人工拆解，零部件采取进一步去污操作，保证后续机加工区域工作人员的辐照安全。在整个工艺过程中，可能发生职业照射的操作为待维修主泵和水力部件的人工拆解过程。尽管在前端 AC 厂房去污较为充分，设备表面的沾污核素已基本去除完全，但残留在主泵和水力部件内部或管道死角的放射性物质仍有可能存在，在拆解过程释放到环境中，对工作人员造成一定的辐射影响。由于操作人员均穿有气衣，避免了吸入内照射，因此员工受照途径主要考虑外照射。

核电厂主泵和水力部件位于反应堆一回路冷却剂系统，表面沾污的放射性核素均来自一回路冷却剂。参考国内同类核电厂大修期间的设备辐射源项研究成

果，在正常情况下大修期间工作人员作业现场的辐射源项主要是腐蚀活化产物。腐蚀活化产物在功率运行期间吸附在燃料包壳表面，在停堆降温降压过程中，受温度压力变化的影响，从包壳外表面脱落，以粒子形式溶解于冷却剂中，并随冷却剂的流动而分布在冷却剂和相关设备内表面。因此，残留在主泵和水力部件内部的放射性核素源项考虑与反应堆一回路冷却剂腐蚀产物活度谱一样，但残留量较少，考虑到主泵及水力部件的结构，残留量保守假设为 100mL。根据大亚湾核电基地反应堆一回路冷却剂腐蚀产物活度谱，利用点源剂量率计算公式（放射性同位素手册，马崇智，科学出版社，1979）计算在其 1m 处各放射性核素产生的吸收剂量率。据计算结果，在待维修主泵和水力部件拆解时，其内部残留的放射性核素对周边附近环境的总 γ 辐射剂量率可达 748.1μGy/h。《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定，任何工作人员的职业照射水平连续 5 年的平均有效剂量不超过 20mSv，任何一年中的有效剂量不超过 50 mSv，眼晶体的年当量剂量不超过 150 mSv，四肢或皮肤的年当量剂量不超过 500 mSv。按照上述标准中最严格的 20mSv/a 作为职业人员受照控制标准，推算从事拆解工序的工作人员年工作时间为 26.7h。需要说明的是，计算中采用设计最大源项，因此计算出的年工作时间是较为保守的。实际操作中，工作人员应佩戴个人剂量检测仪，以实际受照剂量的变化调整工作时长。

对于厂房外工作人员的防护，主要借助于厂房钢筋混凝土墙和离开人员经过道路的距离等手段进行防护，同时厂房附近鲜有行人经过，通过设置警示牌可提醒公众不要逗留。

## 五、环境风险分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）关于对物质危险性和功能单元重大危险源判定的标准，确定项目中应该进行危险性评价的物质以及毒物危害程度的分级。本项目主要工作内容为主泵及水力部件的维修，维修过程中的去污操作会使用一定量的强酸和强碱化学物质，另外部分维修设备在日常保养过程将使用少量润滑油化学品。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）和《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）中的危险物质临界量分析，本项目不存在重大危险源，项目在生产中不存放危险化学品，

硝酸等危险物质均使用前从大亚湾核电基地仓库领取。

由工程分析可以看出，本项目环境风险的最大可信事故为硝酸等危险化学品泄漏造成的腐蚀、中毒、灼伤以及火灾的危险。另外，工作人员在拆解主泵水力部件过程中也存在一定意外受到辐照的个人风险。

环境事故的发生会给周围环境带来一定的不利影响，也会给人体的健康造成一定的伤害。项目运营过程中危险化学品的运输、使用必须严格按照国家对于化学危险品和易燃易爆品的规范进行操作，以降低事故发生的可能性。为使环境风险减少到最低限度，必须加强劳动安全管理卫生管理，制定完善、有效的安全防范措施，尽可能降低该项目环境风险事故发生的概率。建议本项目采取如下风险防范措施：

（1）建立安全管理制度，建立完善的辐射防护管理和监督规程，健全上岗培训和考核制度，防火制度，危险化学品的管理制度，建立针对泄露、着火、爆炸和放射性污染事故的应急撤离及救援预案。

（2）对工作人员进行辐射防护、劳动安全及消防知识的教育和宣传，按规定发放个人劳动保护用品。

（3）厂房或项目组负责人在工作中落实作业现场辐射防护措施，监督项目组成员遵守辐射防护规定，同时配合和支持辐射防护人员的安全监督活动。

（4）在厂房工作的所有工作人员（包括承包商人员），应遵守本厂房及核电站的辐射防护规定，保证自身的安全，同时保证自己的行为不影响他人的安全，发现不安全行为和现象，应及时制止和报告。

**应急预案**

（1）在个人剂量检测仪或厂房内辐射监测设备显示数据出现明显异常时，工作现场安全防护直接责任人应立即停止作业，采取辐射防护行动，保证现场工作人员的安全。

（2）与辐射应急相关的撤离活动按照大亚湾核电基地场内应急计划进行。

（3）一旦发现危险化学品发生泄露事故时，应立即停止生产和关闭电源，组织人员在确保安全的情况下堵漏，制止化学品的进一步泄漏，同时迅速增大通风量，使高浓度可燃气体或有害气体稀释排放，并用砂土或其它不燃性吸附剂混合吸收，其产生的废物作为危险废物收集运至专门的危险废物处理场所处理。

（4）危险品或去污溶剂发生泄漏时，值班人员或工作人员要立即检查溶剂是否会向厂房外泄漏，泄漏物不能污染外部环境，要做好控制措施，并要及时通知相关部门进行检修；相关检修部门组织人员对泄漏设备进行抢修工作时，应作好相关的各项安全措施，并指定专人负责现场指挥。

（5）一旦发生火灾或爆炸时，应立即组织人员在确保安全情况下灭火，佩戴防毒面具和穿戴灭火专用设备及器材，使用二氧化碳灭火剂或其他惰性材料（如砂子等）进行灭火。厂内负责环境保护的人员应立即到场协助和指导灭火人员进行灭火，禁止用水进行灭火。火灾或爆炸现场得到控制后在确保安全的情况下，立即将尚未着火或爆炸的溶剂等转移至安全区域。待火灾或爆炸彻底排除或安全隐患彻底消除后，应立即清理现场，残留的灭火剂或使用过的惰性吸附和灭火材料集中收集后，作为危险废物送专门危险废物处理场所处置，禁止乱堆、乱放、乱倒。

对于电器火灾，首先要切断电源并只能用干粉灭火器和二氧化碳灭火器进行灭火，禁止使用泡沫灭火器和消防水栓进行灭火。

（6）发生危险化学品泄漏或火灾、爆炸事故时应立即报警和报告环保部门及环境监测部门，并立即实施环境应急监测，根据环境空气质量监测结果和国家有关标准规定要求，确定疏散人群范围，并根据当时风向情况，疏散事故现场人员及疏散区人员迅速逃离到上风和上侧风向，并用湿毛巾捂住口腔和鼻子。一旦出现人员中毒、烧伤等情况，应积极协助卫生部门进行救援和治疗工作。

（7）事故发生后，应根据泄漏扩散情况或燃烧废气排放情况及所涉及的范围建立环境污染事故警戒区域，并在通往事故现场的主要干道上实行交通管制。警戒区域的边界应设警示标志并有专人警戒，除消防、应急处理人员以及必须坚守岗位人员外，其他人员禁止进入警戒区；警戒区域内应严禁火种。同时，迅速将警戒区及污染区内与事故应急处理无关的人员撤离，以减少不必要的人员伤亡，明确专人引导和护送疏散人员到安全区，并在疏散或撤离的路线上设立哨位，指明方向，最后要查清是否有人留在污染区。

## 六、污染防治措施

### 1、施工期

施工期主要通过洒水抑尘和合理调度车辆减少粉尘和汽车尾气对局部大气环境的影响；施工期生活污水通过已有污水管道排入大亚湾核电厂污水处理站、施工废水通过临建隔油沉淀池混凝沉淀处理。生活污水经处理达《广东省水污染物排放限值》（DB44/26-2001）一级标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）二级标准后部分排放，对海域环境影响较小；施工废水经沉淀处理后回用，不外排。施工垃圾由承包商自行外运、生活垃圾由大亚湾核电厂后勤物业公司和当地环卫部门负责收集处理，废油由深圳东江环保股份有限公司外运处置。施工期采用低噪声设备、合理安排施工工艺、禁止夜间施工，减少对厂区及周边声环境的影响。

### 2、营运期

营运期的放射性废液进入大亚湾核电厂现有放射性废液管理系统，经 TEU 系统（蒸发工艺）处理达标后，通过 TER 系统排入大亚湾海域。生活污水通过基地已有污水管道排入核电厂污水处理站处理。低放固废通过大亚湾核电厂 TES 系统处理，在厂内 QT 暂存一段时间后，运往北龙处置场最终处置，生活垃圾由后勤和当地环卫部门收集外运填埋处置，危险固废由深圳东江环保股份有限公司定期收集外运处置。营运期选用低噪声设备，设备基础作减震处理，噪声值较高的设备布置在远离办公区的位置，采用隔声效果好的材料，部分高噪声设备可采用密闭或加装消声器，以上措施均可有效降低设备运行对厂房外声环境的影响。

## 七、环境影响评价结论及建议

### 1、结论

本项目符合国家有关产业政策，符合国家相关规划，贯彻了“清洁生产”的原则，采取“三废”及噪声的治理措施经济技术可行，辐射防护措施有效。工程实施后，在各项污染治理措施实施且确保全部污染物达标排放的前提下，本项目对当地及区域的环境质量影响是可接受的。从环境保护角度而言，本项目的实施是可行的。

**2、要求及建议**

（1）待维修主泵在 AC 厂房内的去污操作尽量充分，以最大程度减少放射性污染物的残留量。

（2）主泵维修厂房的员工应佩戴个人剂量监测仪器，实时监测个人吸收剂量，调整工作时间。

（3）加强对员工的业务操作水平培训，制定严格的辐射防护规章，以减少因操作不当造成的意外受照和环境风险的发生。

（4）加强对废物收集处理设施和设备的维护保养，确保系统设备工作在最佳状态。

（5）在厂房设计和建造过程中严格落实环保资金，运行后根据经验反馈适时调整工艺水平，不断降低废物产生量。




**附图 1　大亚湾核电厂地理位置示意图**




附图 2（1/2）　本项目在大亚湾核电厂的位置以及周边建筑物环境关系示意




图例：

1：本项目拟建主泵维修厂房

2：消耗材料库

3：瓶装气体库

4：大亚湾核电厂固体废物储存厂房（QT）

5：非放射性机电仪仓库

6：场内污水处理站（ED2）

7：第 5 台柴油发电机

8：大亚湾核电厂反应堆厂房




**附图 2（2/2）　本项目在大亚湾核电厂的位置以及周边建筑物环境关系示意图**