华能洋浦天然气热电联产项目
（2×460MW 级）燃气—蒸汽联合循环新建工程
环境影响报告表

建设单位：华能洋浦热电有限公司

评价单位：广州市怡地环保有限公司

二０一八年十月

华能洋浦天然气热电联产项目
（2×460MW 级）燃气—蒸汽联合循环新建工程
环境影响报告表

建设单位：华能洋浦热电有限公司

评价单位：广州市怡地环保有限公司

二 O 一八年十月

《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工作资质的单位编制。

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——指项目区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论，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。

建设项目基本情况

<table>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="5">华能洋浦天然气热电联产项目（2×460MW 级）燃气—蒸汽联合循环新建工程</td></tr>
<tr><td>建设单位</td><td colspan="5">华能洋浦热电有限公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td colspan="2">李学忠</td><td colspan="2">联 系 人</td><td>郭宗平</td></tr>
<tr><td>通讯地址</td><td colspan="5">海南省洋浦经济开发区迎宾路 6 号洋浦迎宾馆 306 室</td></tr>
<tr><td>联系电话</td><td>0898-28837688</td><td>传真</td><td>0898-28837688</td><td>邮政编码</td><td>578101</td></tr>
<tr><td>电子邮箱</td><td colspan="5">HNYPRD@126.com</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="5">海南省洋浦经济开发区</td></tr>
<tr><td>立项审批部门</td><td colspan="2"></td><td>批准文号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>建设性质</td><td colspan="2">新建 改扩建□ 技改□</td><td>行业类别及代码</td><td colspan="2">D44 电力、热力生产和供应业</td></tr>
<tr><td>占地面积(平方米)</td><td colspan="2">91800 m^2</td><td>绿化面积(平方米)</td><td colspan="2">13800 m^2</td></tr>
<tr><td>总投资(万元)</td><td>319303 万元</td><td>其中：环保投资(万元)</td><td>6031</td><td>环保投资占总投资比例</td><td>1.89%</td></tr>
<tr><td>评价经费(万元)</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">预期投产日期</td><td>2021 年</td></tr>
</table>

工程内容及规模：

一、项目由来

1992 年 3 月，国务院批准成立国家级洋浦经济开发区，洋浦经济开发区是中国目前唯一享受保税区政策的国家级开发区。

2013 年 1 月，由洋浦经济开发区牵头，编制《洋浦经济开发区供热专项规划》和《洋浦经济开发区热电联产规划》，2013 年 3 月 20 日，海南省发展和改革委员会批复了洋浦经济开发区热电联产规划。2013 年 6 月 5 日，海南省在省政府召开洋浦热电联产项目有关事宜会议，会议明确本热电联产工程作为洋浦建设的重要配套基础设施，满足洋浦经济开发区企业对热负荷和电力的需求。2015 年 8 月 10 日，原海南生态环境保护厅以琼环函〔2015〕974 号批复了华能洋浦热电联产工程，装机容量为 2×350 兆瓦超临界燃煤机组，建设 2×1130 吨/时的锅炉。

根据 2017 年 9 月海南省发布的《中共海南省委关于进一步加强生态文明建设谱写美丽中国海南篇章的决定》，未来海南将大力推行“去煤减油”，加快构建以清洁电力和天然气为主体、可再生能源为补充的清洁能源体系。根据此文件精神，后续海南的主力电源将以发展核电和气

电为主。因此，华能洋浦热电有限公司拟将原燃煤机组改为燃气机组。

在 2018 年博鳌亚洲论坛期间，习近平总书记在大会主旨演讲中提出支持海南全岛建设自由贸易试验区、建设自由贸易港等重大决策，随后国家发布了《中共中央国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》，为海南今后的改革发展指明了新的方向，注入了新的动力，海南电力负荷增长也将随之出现新的驱动力。

根据《海南电网“十三五”输电网规划》预测，2020 年、2025 年、2030 年海南全社会负荷分别为 650 万千瓦、981 万千瓦、1356 万千瓦，“十三五”、“十四五”、“十五五”年均增长率分别达到 9.3%、8.6%、6.7%。根据电力平衡，即使考虑本工程利用容量，2022 年、2025 年、2030 年，海南省电力缺额分别为 64 万千瓦、330 万千瓦、722 万千瓦。

华能海南发电股份有限公司（华能集团海南公司）根据洋浦经济开发区用热企业对热负荷需求和海南省发展和改革委员会关于洋浦经济开发区热电联产规划的批复、海南电力需求快速增长的发展趋势和海南电网“十三五”输电网规划，结合中海石油海南天然气有限公司 LNG 接收站供气能力，计划在洋浦经济开发区投资建设华能洋浦天然气热电联产项目（2×460MW 级）燃气—蒸汽联合循环新建工程，以满足洋浦经济开发区企业用热需要和电力需求快速增长需要，以助于海南省新时期经济快速可持续发展。华能集团海南公司向中国华能集团有限公司（简称华能集团）请示开展华能洋浦天然气热电联产项目可行性研究工作，2018 年 7 月华能集团同意海南分公司开展华能洋浦天然气热电联产项目可行性研究阶段前期工作。2018 年 9 月，中国华能集团有限公司与海南省人民政府签署战略合作协议，华能集团支持海南建设“绿色能源岛”，积极推进洋浦气电项目，争取该项目 2018 年内核准备案，2019 年开工。

由华能海南发电股份有限公司牵头，联合海南省洋浦开发建设控股有限公司（简称洋浦控股），在洋浦经济开发区成立了华能洋浦热电有限公司，该公司作为华能洋浦天然气热电联产项目（2×460MW 级）燃气—蒸汽联合循环新建工程（简称本工程）的建设单位，负责本工程的筹建和建设。

2018 年 9 月，中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司按照新建 2×460MW 燃气-蒸汽联合循环电厂的原则完成了可行性研究报告。2018 年 9 月 19~20 日，中国国际工程咨询有限公司在海口组织会议审查了可研报告。

根据国家和地方法律法规，华能洋浦热电有限公司委托广州市怡地环保有限公司（简称“怡地环保”）开展工程建设的环境影响评价研究工作。接受委托后，怡地环保组织专业技术人员组成课题组对本工程现场建设条件、工程可研报告和其他有关资料开展深入调研，在对本项目的环境现状和可能造成的环境影响进行分析预测后，依照环境影响评价技术导则的要求编制完成了本项目的环境影响报告表。

二、工程概况

1、工程名称及建设地点

（1）项目名称：华能洋浦天然气热电联产项目（2×460MW 级）燃气—蒸汽联合循环新建工程

（2）项目性质：新建。

（3）建设单位：华能洋浦热电有限公司

（4）建设地点：洋浦经济开发区

（5）项目用地：本工程厂区可用地面积为 47.83hm²

（6）投资总额：工程静态投资 300242 万元，动态投资 312392 万元

（7）劳动定员：本期工程的人员暂列 114 人，含二期工程按 157 人

（8）工作制度：年运行 8040 小时

2、工艺流程与总平面布局

2.1 工程概况

华能洋浦热电联产工程选址于海南省洋浦经济开发区西部，紧邻北海湾。洋浦经济开发区地处泛北部湾中心区域，北与广西隔海相望，西与越南一衣带水，毗邻东盟自由贸易区，处于新加坡一香港一上海一大阪国际海运主航线的中间位置，与周边 20 多个港口距离 200 海里左右，为北部湾距离国际主航线最近的深水良港，是我国距离南海石油天然气资源和中东石油最近的石油化工及油气储备基地，也是中东、非洲油气进入中国的第一个节点。

项目地处东经 109°12′16.14″，北纬 19°49′29.75″，南邻石化功能区中石化海南炼化 100 万吨乙烯项目。厂址西南侧为园区规划的园四路，西北侧为滨海路，东南侧为浦七路，厂址紧临北部湾，西北距离 1-2 港池约 0.7km。

项目规划建设 4×460MW 级+2×650MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组，分三期建设。其中一期建设 2×460MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组，二期建设 2×460MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组，三期建设 2×650MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组。电厂主要公共部分（检修楼、仓库、消防站、办公楼、食堂、周值班公寓等）设置按 4×460MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组规划建设；化学水处理、综合水泵房、清水池等按 4×460MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组规划，分期建设，预留扩建三期工程化学水处理、综合水泵房、清水池等场地；生活污水、含油废水、供氢站按三期燃气机组统一规划，放在本期工程建设。另外规划预留码头配套工程场地。

本期工程为一期 2×460MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组。根据工程可研报告，本

次环评按 MHI 公司 M701F4 型燃机、“一拖一”多轴机组考虑。即每套联合循环机组由 1 台燃机、1 台燃机发电机、1 台余热锅炉、1 台汽轮机和 1 台汽轮发电机组成。计划 2019 年 6 月开工建设，1 号机组投产日期为 2020 年 12 月，2 号机组投产日期为 2021 年 2 月。本次评价为一期建设内容，主要建设内容为主体工程、辅助工程及配套建设场区道路、场区绿化、大门及围墙等工程。主体工程主要为主厂房及设备安装，辅助生产、附属建（构）筑物主要有：GIS 综合楼、启动锅炉房、空压机房、天然气调压站、锅炉补给水处理车间、消防站、行政办公楼、材料库检修间、活动中心/食堂、夜班宿舍、招待所、客服中心、综合管架、警卫室等。

本工程燃料为天然气。根据工程可研报告，本工程暂考虑采用中海油洋浦经济开发区 LNG 接收站作为燃料供应来源。中海石油海南天然气有限公司在海南已建成 LNG 接收站 1 座（洋浦 LNG 接收站），接受站内建有 2 座 16 万 m^3的 LNG 储罐；1 座可停靠 3~26.7 万 m^3LNG 船的码头和 5 个装载速度 60m^3/h 的 LNG 装车系统，设计周转能力 300 万 t/a。接受站经管道输送到 LNG 门站，门站距离华能洋浦热电公司厂区约 7km，由中海石油海南天然气有限公司铺设管道至华能洋浦热电公司厂界外 1m。

机组循环冷却水采用海水直流冷却。取水口位置处于神北二港池南侧的水域。循环水泵房布置于厂内。排水口位置处于神北一港池。

电厂本期工程生活水拟采用洋浦工业园区自来水；工业水、消防水拟采用经净水站处理后的松涛水库水，自来水和水库水均由洋浦经济开发区供至电厂围墙外 1m。

本工程采用 220kV 电压等级接入系统，本期向南出线，出线回数为 3 回，其中 2 回接入 220kV 三都变电站，输电线路长约 6km。另 1 回接入 220kV 李坊变电站，输电线路长约 18km。

本项目厂内供热管线负责至厂界外 1m，具体的厂外供热管廊规划不包括在本次评价范围。本工程只供工业热负荷，工业热负荷稳定，采用蒸汽直供方式，基于洋浦工业园的实际工业热负荷情况，本工程的热负荷特点是：供热蒸汽参数高，高压超过了 9.0MPa、中压基本达到或超过了 4.0MPa，与常规的热电联产机组的供热蒸汽参数差异较大，需要从机组的高压部分供给。高压供热蒸汽的压力为 9.4MPa，考虑到用热企业的检修期（按 30 天考虑），本工程机组年供热小时数暂定为（365-30）×24＝8040 小时。

本期工程两台机组的热力系统采用单元制。高压主汽从余热锅炉高压过热器联箱引出经电动关断阀，接至汽机高压主汽门、调节汽门，进入汽轮机高压缸。高压主蒸汽系统配有 100%容量的旁路系统。主蒸汽管道管材主管采用 A335P91。低温再热蒸汽由汽轮机高压缸排汽与余热锅炉中压蒸汽汇合至余热锅炉的低温再热器，低温再热器出口经喷水减温调节后进入高温再热器。部分低温再热蒸汽经过减温减压后供辅助蒸汽母管。低温再热蒸汽管道管材采用

12Cr1MoVG。余热锅炉产生的低压蒸汽，由低压过热器出口的过热蒸汽与汽轮机中压缸排汽汇合至汽轮机低压缸进口。低压蒸汽系统同样配有 100%容量的旁路系统。低压主汽管道采用 20 号钢材。

本期工程凝结水通过凝结水泵后进入凝结水加热器（轴封冷却器）向余热锅炉输送给水。每台机组设计安装两台 100%容量凝结水泵，一台运行，另一台备用。凝结水加热器（轴封冷却器）出口水部分进入给水加热器或旁路除氧器，以达到锅炉给水含氧量的要求，进入低压汽包后，再进入高/中压给水泵。轴封冷却器为表面式热交换器，用以凝结轴封漏汽和门杆漏汽。凝结水补充水来自化水补水母管，主厂房侧不设置补给水箱和补给水泵。

根据接入系统的设计，本期机组以 220kV 电压等级接入系统，出线本期建设 3 回，2 回接入 220kV 三都站，导线截面 2×400mm^2、1 回接入 220kV 李坊站，导线截面 2×630mm^2。同时结合燃气-蒸汽联合循环机组特点，本期工程电气主接线方案考虑如下：本期 220kV 系统包括 4 回主变压器进线，1 回启动/备用变压器进线，3 回出线，拟采用双母线接线形式。2×460MW 级燃气-蒸汽联合循环机组均以发电机-双卷变压器单元接线接入 220kV 配电装置。燃机发电机出口考虑采用装设出口断路器的方案，以减少机组厂用电的频繁切换操作，提高厂用电源的可靠性，汽机发电机出口不设出口断路器。本期工程每台燃机考虑设一台高压无载调压双卷变作为厂用高压工作变压器，电源直接从主变低压侧引接。两台机组高压厂用变压器可以采用互为备用的方式作为机组事故备用电源，必要时也可作为机组的启动电源，但考虑到本工程机组较多，且安装了发电机出口断路器，可以多台机组设一台高压备用变压器，故本阶段按设独立的备用变压器考虑。机组起动均需要借助于一台静态变频起动器，以使发电机作为同步马达而被驱动。机组起动时，系统经主变压器倒送电给高厂变以及静态变频变压器，为机组起动提供电源。电厂的备用电源取自厂内 220kV 母线。设一台高压备用变(为双卷变)，容量与厂高变的容量相同，作为厂用电的备用电源。

厂内道路均采用城市型，路面设有雨水口，道路两侧设有雨水管道，场地及道路雨水经雨水口排入雨水管道。雨水管道的设计原则是采用自流排水，顺坡分片排水，取短捷路线，厂内设有雨水泵房，雨水收集后经雨水泵提升就近接入市政雨水管网。

本工程超滤反洗和反渗透冲洗排水排至水工专业预处理站回用；一级反渗透浓水水质较好，可直接排放至大海；超滤、反渗透化学清洗废水和混床再生废水排至工业废水集中处理站处理达标后回用，回用不完的达标排放至市政工业污水管网。

按满足最新的环保标准为原则，本期工程 NO_x 排放浓度按不大于 25mg/Nm^3 执行，同步建设烟气脱硝装置。本工程采用低氮燃烧器 +SCR 脱硝装置， SCR 脱硝装置设计效率 50%。

处理后的烟气经两座 80m 高的烟囱排放。安装二氧化硫、氮氧化物、烟尘在线烟气自动连续监测系统。

原水处理装置排泥、非经常性废水处理排泥、反渗透膜、铁渣等一般工业固废由厂家回收或其他单位处理；废烟气脱硝催化剂、废润滑油、废变压器油、锅炉酸洗废液由具有危废处置资质的单位清运；生活垃圾由环卫部门定期处理。

工程静态投资 300242 万元，单位 kW 造价 3121 元/ kW；工程动态投资 312392 万元，单位 kW 造价 3248 元/kW。

本工程的建设，不仅可以实现洋浦经济开发区集中供热、降低煤耗，提高当地环境质量，还可以缓解海南省电力供应紧张的局面，符合国家政策和海南省、洋浦经济开发区的可持续、绿色发展需求，因此洋浦热电联产工程的建设是十分必要的。

2.2 平面布局

根据工程可研，整个厂区靠西面布置，电厂固定端朝北，向南扩建，向南出线。为了满足场地短边方向布置 6 台机组的要求，主厂房区紧挨北面边界布置，辅助生产区分别布置在主厂房 A 排以及烟囱后区域布置。厂前区布置于厂区西北角，靠近园四路。消防站、材料库以及 GIS 楼布置于厂区西南角。场地东面预留规划建设 1 座可靠泊船 $14.7\times10^4m^3$LNG 船专用码头配套工程（含 2 座 $16\times10^4m^3$ LNG 储罐和气化站等）用地。

1）主厂房区

位于厂区中部。机组排水槽、空压机房布置于两炉之间；尿素站在两炉之间靠近余热锅炉布置；集控楼靠近固定端布置；变压器区、事故油池、虹吸井布置于 A 排前。

2）配电装置区

220kV 配电装置位于厂区的西南角，采用屋内 GIS 方案，靠近出线塔布置，方便架空出线。为了节约架空线路场地和厂区内景观，变压器区域至配电装置区采用电缆进线，电缆出变压器区域后通过电缆沟连接配电装置区。最终以架空出线形式向南接入变电站。

3）循环水系统

采用海水直流冷却系统。

循环水进水：循环水泵房布置于主厂房 A 排主干道对侧，靠近北侧围堰及厂外取水箱涵。

循环水排水：虹吸井布置于主厂房 A 排前，靠近北侧围堰及厂外排水箱涵。

4）辅助生产区

本方案受南北扩建场地宽度的限制，辅助生产设施灵活地布置于主厂房东、西两侧以及厂

区西南角。其中："水务中心"布置于主厂房 A 排前道路对侧，该区域同时布置有循环水泵房；供氢站、天然气调压站及启动锅炉房布置于炉后，相同功能分区设施集中布置，有利于管架衔接；消防站与材料库布置于配电装置北侧，厂区西南角位置，相对独立，方便管理，消防站兼顾本期及远期机组厂房的消防。

5）厂前建筑区

厂前区布置于厂区西北角，靠近园四路。厂前区的位置不但便于道路引接，且靠近海域布置，宜形成良好的景观效果。

6）厂区出入口

厂区共设两个出入口，均引接于园四路。主出入口位于厂前建筑区区域，主要作为人流出入口；次出入口位于扩建端侧，主要作为物流出入口，人流、物流互不干扰。

7）施工区

本方案施工区布置于主厂房扩建端。本期施工区主要包括设备组合场、露天堆场、仓库区、加工场、施工办公区及生活区等。总用地面积约 8.34hm²。

8）扩建设想

二期及三期按照扩建 2×460MW+2×650MW 进行规划。部分辅助系统按一期、二期统一规划，本期预留二期及三期辅助系统场地。

远期机组主厂房与本期机组主厂房齐平；暂按 220kV GIS 配电装置规划，利用配电装置西南侧空间作为出线走廊；厂区用地与园四路之间 40m 的空间做为远期工程的取水管廊。

9）土石方工程

场地为开发区交付的标高 6.50m 的可用建设熟地，经强夯后，再用基槽余土回填至设计标高 6.2m，无土石方工程量。

本期厂区厂外地坪标高为 6.2m，满足 200 年一遇高潮位防洪要求。厂区内采用场地排水采用平坡式多向斜坡型的布置形式，场地排水坡度为 3～5‰。

3、工程建设内容与规模

电厂规划建设4×460MW级+2×650MW级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组，分三期建设。其中一期建设2×460MW级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组，二期建设2×460MW级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组，三期建设2×650MW级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组。本期工程为一期2×460MW级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组。另外，规划建设1座可靠泊船14.7×10⁴m³LNG船的专用码头及配套工程（含2座16×10⁴m³LNG储罐和气化站等）。

表 2-1　项目建设内容及组成一览表

项目		内容
项目名称		华能洋浦天然气热电联产项目（2×460MW 级） 燃气—蒸汽联合循环新建工程
建设地点		海南省洋浦经济开发区
建设单位		华能洋浦热电有限公司
建设性质		新建
劳动定员及 工作制度		本期工程的人员暂列 114 人，含二期工程按 157 人 年运行 8040 小时
工程占地		本厂区可用地面积为 47.83hm²，一期工程占地 9.18 hm²
项目投资		项目计划总资金 319303 万元
主体工程	燃气轮机	三菱公司生产的 M701F4，燃气轮机采用燃气初温约 1427℃级、ISO 工况条件下出力为 300MW 级机型
	蒸汽轮机	双缸或三缸、三压再热、抽凝式汽轮机，排汽方向为向下
	余热锅炉	三压再热、卧式、自然循环、无补燃余热锅炉
	发电机	发电机总的输出功率(MW) 457.176
辅助工程	供气系统	目前暂定中海油海南 LNG 接收站气源，门站天然气目前出口压力为 2.2MPa，最大可提高到 6.0MPa。天然气从该站引出，经过滤分离、计量及升压后，通过敷设厂外专用输气管道输送至本工程厂内调压站，再经厂内调压站调压后供给机组使用。接受站经管道输送到 LNG 门站，门站距离华能洋浦热电公司厂区约 7km，由中海石油海南天然气有限公司铺设管道至华能洋浦热电公司厂界外 1m。
	启动锅炉	为保证本工程机组的启动及急需的供热需求，综合考虑，拟配置 2 台 40t/h 级燃气启动锅炉，蒸汽参数约为 4.6MPa，470℃，燃料为天然气。启动锅炉先于主体燃机工程投运，以应对急需的工业热负荷需求，并为主体燃机工程投运做好准备，起到启动作用；当燃机工程投产后，启动锅炉亦可作为供热备用，大大提高了本工程的发电和供热的可靠性和灵活性。
	供水工程	本期工程生活用水采用洋浦工业园区自来水，锅炉补给水、热网补给水、消防水采用经净水站处理后的松涛水库水。机组冷却水采用直流冷却系统，水源采用海水。自来水和水库水均由洋浦经济开发区供至电厂围墙外 1m。
		给水系统采用单元制，每台机组设置 2 台 100%容量的电动变频调速高压给水泵、2 台 100%容量的电动定速中压给水泵以及 2 台 100%容量的低压再循环水泵。凝结水通过凝结水泵后进入凝结水加热器（轴封冷却器）向余热锅炉输送给水。锅炉补给水处理系统工艺流程：经过水工专业预处理后的松涛水库水→超滤升压泵→自清洗过滤器→超滤装置→超滤水箱→一级反渗透升压泵→一级反渗透保安过滤器→一级反渗透高压泵→一级反渗透装置→一级反渗透产水箱→二级反渗透升压泵→二级反渗透保安过滤器→二级

			反渗透高压泵→二级反渗透装置→二级反渗透产水箱→预脱盐给水泵→混床→除盐水箱→除盐水管自流或除盐水泵→主厂房及其它除盐水用户。 锅炉补给水处理站分室内和室外布置，超滤装置、反渗透装置、混床、加药和清洗装置、水泵等布置在室内，水箱等布置于室外。
			本期工程循环水供水系统采用海水直流冷却系统，取水口布置在神北二港池南侧水域，每台机组设置 1 座循环水排水虹吸井，排水工作井与排水口之间采用 2.2×2.2m 双孔钢筋混凝土排水沟连接，排水口设在神北一港池。 为了防止海洋生物在循环冷却水系统中附着和滋长，进而影响循环水冷却系统的通流面积，降低凝汽器的传热效率并产生生物腐蚀，必须对循环冷却水进行加杀生剂处理。本期工程通过电解海水方式制取次氯酸钠，对循环冷却水加药处理。
		排水工程	机组循环冷却水为海水。取水口位置处于神北二港池南侧的水域。循环水泵房布置于厂内。排水口位置处于厂址规划的神北一港池。
			厂内道路均采用城市型，路面设有雨水口，道路两侧设有雨水管道，场地及道路雨水经雨水口排入雨水管道。雨水管道的设计原则是采用自流排水，顺坡分片排水，取短捷路线，厂内设有雨水泵房，雨水收集后经雨水泵提升就近接入市政雨水管网。
			其中超滤反洗和反渗透冲洗排水排至水工专业预处理站回用；一级反渗透浓水水质较好，可直接排放至大海；超滤、反渗透化学清洗废水和混床再生废水排至工业废水集中处理站处理达标后回用，回用不完的达标尾水排入海水直流冷却系统排水槽与温排水混合后排海。
		供热工程	本期工程两台机组的热力系统采用单元制。本工程高压供热蒸汽的压力为 9.4MPa，只有高压主蒸汽压力方可满足，因此高压供热蒸汽拟从高压主蒸汽管道接出，经减温器后送至热用户。 中压供热蒸汽可考虑经高压主蒸汽减温减压后送至热用户，也可考虑高压缸的某一级开孔抽汽送至热用户，目前暂采用中压供热蒸汽也从高压主蒸汽管道接出，经减温器后送至热用户的方式。 厂区外供热管网不在本评价范围之内。
		氢气供应系统	本工程发电机冷却方式为全氢冷，需对发电机氢冷系统补氢，拟采用外购氢气。本工程供氢站按 4×460MW 级机组一次建成，设备分期建设。本期工程按 2×460MW 级机组考虑设置供氢设备，供氢站内预留二期 2×460MW 级机组新增设备的位置。本期工程氢气年耗量约为 7600 m^3。
		供电系统	本电厂高压厂用电系统采用 6kV 电压等级，中性点经电阻接地。低压厂用电系统采用 380/220V 电压，中性点直接接地，每套机组设置一台暂定为 1000kW 应急柴油发电机组作为保安电源，为保证重要负荷的连续供电，每套机组设置一套不停电电源。 高压厂用母线采用单母线接线，每台机炉一段 6kV 工作段，不设置 6kV 公用段。主厂房内机组负荷分别接至各自机组的 6kV 工作段上，公用负荷也分接至两台机组的 6kV 工作段。低压厂用电系统采用 PC－MCC 接线，每台机组设两台工作变、两台机组设两台主厂房公用变、两台厂区公用变，均互为备用。辅助厂房据根负荷情况分功能和区域设计互为备用成对的的变压器。

环保工程	烟气净化	本工程采用低氮燃烧器 +SCR 脱硝装置， SCR 脱硝装置设计效率 50%。处理后的烟气经两座 80m 高的烟囱排放。安装二氧化硫、氮氧化物、烟尘在线烟气自动连续监测系统。
	废水治理	厂区排水系统采用分流制，本工程生活污水经 2×5m³/h 的生活污水处理装置处理后回用于厂区绿化。 本工程在汽机厂房和燃机厂房前设置 1 座事故油池，容积为 200m³，直径 8m。收集事故时排放的含油废水，采用移动式油水分离设备定期处理，或委托相关的环保公司进行处理外运。 厂区雨水为独立的排水系统，为了防止外排雨水对环境的污染，变压器区及油货场的雨水经隔油池除油后排入雨水管道。 工业废水集中处理系统主要处理主厂房冲洗水、锅炉补给水处理系统化学清洗废水等经常性废水以及锅炉酸洗排水等非经常性排水。机组排水系统收集炉后各项机组排水，并通过机组排水槽废水输送泵送至工业废水集中处理站废水贮存池，本期工程设置 1 座 300m³ 机组排水槽，布置于两炉之间。 工业废水集中处理系统厂房和设备按 4×460MW 级机组一次建成，废水处理设施处理能力按 1×100m³/h 设计。工业废水集中处理系统设备布置由室内和室外两部分组成。废水贮存池、pH 值调整池、反应池、絮凝池、斜板澄清器、过滤器、最终中和池、回用水池、罗茨风机、废水泵等布置在室外，加药装置、电气配电及电子设备等布置在室内。 本期工程每台机组设置 1 台 100%凝结水流量的除铁过滤器，以去除热力系统金属的腐蚀产物，如铁、铜氧化物等。 工业废水经处理达标后回用，回用不完的达标尾水排入海水直流冷却系统排水槽，排入附近海域。 循环冷却供水系统采用海水直流供水系统，采用深取浅排模式，取水口位置处于神北二港池南侧的水域。循环水泵房布置于厂内。排水口位置处于厂址东北侧港池区域。
	噪声治理	燃气发电机组选用低噪声设备。发电机、燃气轮机、蒸汽轮机等加装隔声罩、加隔振垫、厂房隔声。锅炉排气加装消声器。各类水泵等室内布置。
	固废治理	原水处理装置排泥、非经常性废水处理排泥、反渗透膜、铁渣等一般工业固废由厂家回收或其他单位处理；废烟气脱硝催化剂、废润滑油、废变压器油、锅炉酸洗废液由具有危废处置资质的单位清运；生活垃圾由环卫部门定期处理。
公用工程	消防系统	本工程建设 2 台燃气-蒸汽联合循环机组，燃机电厂的主机本体应有十分严密的火灾自动报警、监测及自动灭火系统，原则上该系统由主机设备供应商随机配套供应。主厂房及集控楼的电缆夹层、电子设备间、配电室、工程师室等采用洁净惰性气体灭火系统。主厂房内重要油设备及燃油装置和油管路密集区域等采用水喷雾灭火系统。主变压器、厂高变压器、起备变压器，柴油发电机、柴油机消防泵采用水喷雾灭火系统。 本工程厂区内设置消防站 1 座，建筑标准参照城市二级普通消防站，同时配置消防车 3 辆。新建消防给水系统一套，供厂区消火栓消防用水和自动喷水灭火系统用水。消火栓系统、自动喷水灭火系统和水喷雾灭火系统厂区供水管网合并设置。设消防主泵 1 台，消防柴油机泵 1 台及临时高压消防给水系统。电厂净水站内设 2×1000m³ 工业、消防水池，消防储备水量不少于 600m³。
	道路	厂区道路按有关标准设计建设，从主、次出入口接入，水泥混凝土路面。

	绿化	绿化设计讲究因地制宜，力求布局合理，繁简得当，结合厂区布置和各车间特点，使总体规划和各功能区协调一致。厂区绿化面积达 13800m²。

根据本项目可研报告，本工程主要建/构筑物情况一览表见表 2-2。

表 2-2 项目主要构筑物一览表

编号	建/构筑物名称	占地面积（m²）	备注	编号	建/构筑物名称	占地面积（m²）	备注
J1	主厂房	7222		S5	雨水泵房	324	
J2	余热锅炉	1400					
J3	烟囱	90		D1	主变	240	
J4	锅炉辅助间	610		D2	高厂变	108	
J5	空压机房	306		D3	高备变	126	
J6	启动锅炉房	1500		D4	220kv 配电装置	720	
J7	天然气调压站	1856					
				P1	尿素站	220	
H1	供氢站	2100					
H2	化水车间	4500		U1	生产行政办公楼	1204	
H3	电解海水制氯间	250		U2	材料库及检修间	1650	
H4	工业废水处理站	1050		U3	集控楼	900	
H5	机组排水槽	96		U4	厂区综合管架		
				U5	二级消防站	1100	
S1	循环水泵房	1584		U6	警卫室	63	
S2	水务中心	3600		U7	厂区围墙		
S3	虹吸井	187.5		U8	活动中心/食堂	774	
S4	事故污油池	38.5		U9	客户服务中心	213	
				U10	周值班宿舍	539	
				U11	基建仓库	565	

工程概况及主要技术经济指标见表2-3，综合技术经济指标见表2-4。

表 2-3 工程概况及主要技术经济指标

本期容量	2×460MW 级		规划容量	4×460MW 级+2×650MW 级	
布置方式	联合厂房	主机布置	燃机、汽机高位布置	框架结构	钢筋混凝土框架
跨度	45m	柱距	——	设备露天程度	余热锅炉半露天布置
燃料供应系统	天然气调压站				
电气主接线	220kV 双母线接线		化学水系统	超滤+一级反渗透+二级反渗透+混床	
主蒸汽系统	单元制		供水系统	二次循环供水系统	
厂区占地面积	91800 m²		场地利用系数	86.3%	

建筑面积	51000 m^2	建筑系数	55.6%
主厂房体积	241954 m^3	主厂房指标	0.25 m^3/kW
发电气耗	171m^3/MWh	厂用电率（纯凝）	2.30%

表2-4 项目综合技术经济指标表

序号	项目		单位	数值	备注
1	本期围墙内用地面积		hm^2	9.18	
2	本期围墙内用地单位容量		m^2/kW	0.0997	
3	建（构）筑物占地面积		hm^2	5.1	
4	建筑系数		%	55.6	
5	场地利用面积		hm^2	7.92	
6	场地利用系数		%	86.3	
7	道路及广场用地面积		hm^2	1.79	
8	道路广场系数		%	19.5	
9	绿化面积		hm^2	1.38	
10	绿地率		%	15	
11	循环水管线	供水管	190	450	DN2400
		取水箱涵	45	56	2×2500m 方涵，计算至厂界外 1m
		排水管	115	230	DN2400
		排水箱涵	75	56	2×2600m 方涵，计算至厂界外 1m
13	厂内围墙/围栏		m	300/700	
14	厂界围墙		m	1900	

表2-4 主厂房主要尺寸表

位置	名　　称	尺寸	备注
主厂房	跨度（A 排-G 排）(m)	45	
	每台机组汽机间长度(m)	34.5×2	
	每台机组燃机间长度(m)	35.5×2	
	检修跨长度(m)	9.5×2	
	伸缩缝长度(m)	1.5	
	总长度 (m)	160.5	
	运转层标高(m)	13	
	行车轨顶标高(m)	25.5	
余热锅	主厂房 G 排至余热锅炉第 1 排柱(m)	21.864	
	锅炉第一排柱至烟囱长度(m)	36.304	
	两台锅炉中心线距离(m)	81	

炉	主厂房 A 排至烟囱总长度(m)	103.168	
	烟囱出口标高(m)	80	
	烟囱出口直径(m)	7.5	

表2-5 脱硝系统主要设备清单（2台炉）

序号	名　称	规 格/型 号	单位	数量	备注
一、SCR					
1	催化剂(含取样催化剂)	Honeycomb	套	2	
2	触媒支撑框架	Q345-A	t	120	
3	密封装置		套	2	
4	氨注入装置（AIG）		套	2	2×2940 个喷嘴
5	催化剂安装起吊设备	碳钢	套	2	
6	电动葫芦	起吊量 2t，起升高度 30 米， N=7.5+1.5 Kw	套	2	
7	管道				
1）	稀释用烟气管道	300 A，350A,100A	套	2	
2）	厂用气管道	25A	套	2	
3）	仪用空气管道	25A		2	
8	阀门		套	1	
9	疏水箱	V＝10m^3	套	1	
10	电加热	50kw	套	2	
11	空调		台	2	
12	轴流风机		台	4	
二、尿素溶液制备区设备					
1	斗提机	20m^3/h	台	1	
2	尿素溶解罐	304、容积 5m^3（初定）	台	1	配蒸汽盘管
3	溶解罐搅拌器	浆式 ，转速：60rpm	台	1	
4	溶解罐排风机	2000m^3/h，500Pa	台	1	
5	混合给料泵	卧式离心泵，40m^3/h,20m 扬程 尿素溶液混合给料泵为不锈钢本体，碳化硅机械密封的离心泵	台	2	1 台备用
6	尿素溶液储罐	容积 20m^3（初定），Φ3500×8040mm 304	台	1	
7	高流量循环装置	2 m^3/h,100m 扬程	套	1	含背压控制阀组
8	废水泵	3m^3/h，25m 扬程	台	1	
9	管道、保温		套	1	
三	尿素热解炉区设备	2 台机组			
1	高温增压风机	8040m^3/h，全压 5KPa，温度 600℃	台	4	2 台备用

2	计量和分配装置	LCMDM-1	套	2	
3	尿素热解喷枪	1 支/炉 316	套	2	
4	尿素热解炉	304 直径 1 米，高 11 米	台	2	
5	烟气管道出口补偿器	DN250，温度 600℃	个	6	
6	热解炉出口管道补偿器	DN250，温度 350℃	个	4	
7	管道、保温材料		套	2	
8	阀门		套	1	
9	空调		台	2	
10	轴流风机		台	4	
11	热控设备		套	1	
12	电气设备		套	1	

4、装机方案

推荐采用 2×460MW 级 9F 改进型燃气-蒸汽联合循环供热机组。

联合循环机组配置方案：工可推荐选用一拖一多轴布置。

燃气轮机机型选择：根据工程可研报告，本阶段暂参考三菱公司生产的 M701F4，燃气轮机采用燃气初温约 1427℃级、ISO 工况条件下出力为 300MW 级机型。

余热锅炉：采用超高压、三压再热、卧式自然循环余热锅炉。

蒸汽轮机：采用超高压、再热抽凝式汽轮机，双缸下排汽，汽轮机在 ISO 工况条件下出力为 150MW 级；

燃机发电机冷却方式为全氢冷，蒸汽轮机发电机冷却方式为空冷，励磁方式为静态励磁。

表2-6 主机性能参数

主机性能参数表(单台机组)		
燃气轮机型号	M701F4	
联合循环机组型式	一拖一、多轴	
一、工况条件	纯凝工况	性能保证工况
环境温度(℃)	24.7	24.7
大气压力(kPa(a))	99.2	99.2
相对湿度(%)	82	82
电网频率(Hz)	50	50

燃气轮机负荷(%)	100	100
燃料类型	天然气	天然气
燃料耗量(t/h)	55.97	55.96
燃料入口压力(MPa(a))	3.6～3.9	3.6～3.9
燃料入口温度(℃)	25	25
燃料低位热值，LHV(kJ/Nm^3)(20℃)	34983	34983
二、性能参数		
1、燃气轮机端性能参数		
燃气轮机排气温度(℃)	601	601
燃气轮机排气流量(t/h)	2524.7	2524.6
NOx排放量，在15% O_2时(mg/Nm^3)	≤50	≤50
燃气轮机输出功率(MW)	303.406	303.253
燃气轮机毛热耗率(kJ/kWh)	9121	9124
2、余热锅炉性能参数		
HP蒸汽压力(MPa(a))	12.0	12.0
HP蒸汽温度(℃)	566	566
HP蒸汽流量(t/h)	299.7	305.4
再热热蒸汽压力(MPa(a))	3.296	3.233
再热热蒸汽温度(℃)	566	566
再热热蒸汽流量(t/h)	352.6	208.8
供热抽汽压力(MPa(a))	0	9.4/4.7/3.
供热抽汽温度(℃)	0	360/535/470
供热抽汽流量(t/h) (含喷水量)	0	160/13/36.5
中压蒸汽压力(MPa(a))	3.461	3.269
中压蒸汽温度(℃)	320	320
中压蒸汽流量(t/h)	64.49	68.02
LP蒸汽压力(MPa(a))	0.4902	0.4964
LP蒸汽温度(℃)	290	301

LP蒸汽流量(t/h)	42.94	29.5
烟囱排烟温度(℃)	89	83
3、蒸汽轮机性能数据		
主蒸汽压力(MPa(a))	12.0	1 .0
主蒸汽温度(℃)	565	565
主蒸汽流量(t/h)	299.7	126.1
再热蒸汽压力(MPa(a))(进口/出口)	3.53/3.2	3.282/3.2
再热蒸汽温度(℃)(进口/出口)	388/565	464/565
再热蒸汽流量(t/h)(低温/高温)	288.2/352.6	115/208.8
低压蒸汽压力(MPa(a))	0.4759	0.2926
低压蒸汽温度(℃)	289	297
低压蒸汽流量(t/h)	42.94	29.5
凝汽器蒸汽流量(t/h)	406.3	248.7
凝汽器压力(kPa(a))	6.6	4.44
蒸汽轮机轴端功率输出(MW)	153.77	80.343
4、联合循环性能数据		
燃气轮机轴端输出功率(MW)	303.406	303.253
蒸汽轮机轴端输出功率(MW)	153.77	80.343
发电机总的输出功率(MW)	457.176	383.596

表2-7　燃气-蒸汽联合循环供热机组热经济指标（单台机组）

序号	项　　目	单位	性能保证工况 (额定热负荷)
1	蒸汽负荷参数（1）： 供汽量/温度/压力	(t/h)/(℃)/(MPa.a)	160/360/9.4
2	蒸汽负荷参数（2）： 供汽量/温度/压力	(t/h)/(℃)/(MPa.a)	13/535/4.7
3	蒸汽负荷参数（3）： 供汽量/温度/压力	(t/h)/(℃)/(MPa.a)	36.5/470/3.9
4	热水负荷： 供汽量/温度/压力	(t/h)/(℃)/(MPa.a)	/
4	单台机组小时供热量（扣除回水热量）	GJ/h	646.0
5	毛发电功率	MW	383.596

6	发电设备年利用小时数	h	6746
7	机组年供热利用小时数	h	8040
8	天然气每小时耗气量	Nm^3/h	79202
9	能源综合利用效率	%	72.16%
10	年均热电比	%	47.73%
11	发电气耗率	Nm^3/kWh	0.153
12	供热气耗率	Nm^3/GJ	31.8

注：性能保证工况：指环境条件为 24.7˚C、99.2kPa(a)、82%相对湿度。

表2-8　余热锅炉排烟参数（单台锅炉）

项目	单位	性能保证工况
排烟温度	˚C	83
烟气量	t/h	2524.2
烟气比容	m^3/ Kg	1.056
烟气成分		
N_2	%	73.19
O_2	%	11.93
CO_2	%	3.938
H_2O	%	10.06
Ar		0.8813
Ar	%	0.8824
NO_x	mg/Nm^3 (15%氧，标态干基)	50

注：其中 NO_x 为燃机 75%~100%负荷范围时保证值。

5、热力系统

本期工程两台机组的热力系统采用单元制。

5.1 高压主蒸汽系统

主蒸汽系统采用单元制。

高压主汽从余热锅炉高压过热器联箱引出经电动关断阀，接至汽机高压主汽门、调节汽门，进入汽轮机高压缸。高压主蒸汽系统配有 100%容量的旁路系统。

主蒸汽管道管材主管采用 A335P91。

5.2 低温再热蒸汽系统

低温再热蒸汽由汽轮机高压缸排汽与余热锅炉中压蒸汽汇合至余热锅炉的低温再热器，低温再热器出口经喷水减温调节后进入高温再热器。部分低温再热蒸汽经过减温减压后供辅助蒸汽母管。

低温再热蒸汽管道管材采用 12Cr1MoVG。

部分低温再热蒸汽经过减温减压后供辅助蒸汽母管以满足辅助蒸汽的需求。

5.3 高温再热蒸汽系统

高温再热蒸汽及中压主蒸汽系统采用单元制。汽轮机高压缸排出的蒸汽，汇合余热锅炉中压汽包出口的主蒸汽后进入余热锅炉再热器。从余热锅炉再热器联箱出口的高温再热蒸汽接至汽机再热联合汽门，进入中压缸。中压蒸汽系统配有 100%容量的旁路系统。

高温再热蒸汽管道管材采用 A335P91。

5.4 低压蒸汽系统

低压主蒸汽系统采用单元制。

余热锅炉产生的低压蒸汽，由低压过热器出口的过热蒸汽与汽轮机中压缸排汽汇合至汽轮机低压缸进口。低压蒸汽系统同样配有 100%容量的旁路系统。

低压主汽管道采用 20 号钢。

5.5 给水系统

余热锅炉分高、中、低压三级蒸汽系统，相应设置三种压力等级的给水系统。给水系统采用单元制，每台机组设置 2 台 100%容量的电动变频调速高压给水泵、2 台 100%容量的电动定速中压给水泵以及 2 台 100%容量的低压省煤器再循环水泵。

低压给水由凝结水泵供至给水加热器。当给水温度较低，含氧量较高时，可先通过低压省煤器再循环泵使凝结水在余热锅炉尾部给水加热器内循环加热或通过余热锅炉低压省煤器再循环管进入凝汽器作旁路除氧后再进入低压汽包。高、中压给水自低压汽包后经高/中压给水泵输送，高压给水自高压给水泵出口经高压省煤器进入高压汽包。中压给水自中压给水泵出口经中压省煤器后接入中压汽包。

给水管道采用 20G 钢材。

5.6 凝结水系统

凝结水通过凝结水泵后进入凝结水加热器（轴封冷却器）向余热锅炉输送给水。每台机组设计安装两台 100%容量凝结水泵，一台运行，另一台备用。

凝结水加热器（轴封冷却器）出口水部分进入给水加热器或旁路除氧器，以达到锅炉给水含氧量的要求，进入低压汽包后，再进入高/中压给水泵。轴封冷却器为表面式热交换器，用以凝结轴封漏汽和门杆漏汽。

凝结水补充水来自化水补水母管，主厂房侧不设置补给水箱和补给水泵。

5.7 凝汽器真空系统

凝汽器真空系统在机组启动期间用以抽出凝汽器汽侧空间及附属管道和设备中的空气，尽

快建立真空，满足到机组启动要求；在机组正常运行期间，用以抽取凝汽器空气区内聚集的不凝结气体，提高凝汽器换热量，确保凝汽器要求的真空度，维持蒸汽轮机背压，提高机组效率。

每台机组设置 2 台 100％容量水环真空泵组。机组正常运行时，水环式真空泵一台运行，一台备用。当机组启动时，为了尽快建立起真空，可同时启动两台真空泵。

5.8 闭式循环冷却水系统

闭式循环冷却水系统向燃机厂房，汽机主厂房，以及余热锅炉岛区域内的辅机设备提供冷却水，包括回水的冷却、升压输送和调节。本工程初步考虑设计每台机组安装两台 100%容量闭式冷却水泵和两台 100%容量的水——水热交换器。

膨胀水箱容积为 10m^3。膨胀水箱作为闭式循环冷却水的缓冲水箱，用以调节系统中流量的波动和吸收水的热膨胀。

5.9 开式循环冷却水系统

根据建厂区域的水源条件，循环水供水系统采用海水直流供水系统。循环冷却水系统主要作用是持续不断地向凝汽器、闭式循环冷却水热交换器提供冷却水。凝汽器换热管材拟用钛管。循环冷却水系统设有胶球清洗装置，在机组运行过程中定期投入使用，保证凝汽器换热管清洁，提高机组效率。

5.10 润滑油系统

润滑油系统为集装装置。每台燃机、汽机各 1 套。每套系统组成如下：

主油箱上集成安装有一台主润滑油油泵、一台辅助润滑油油泵，一台事故润滑油油泵，一台紧急密封油泵、两台顶轴油泵，两台 100％容量的板式油冷却器，一台油净化器。

两台机组设一套移动式油净化装置和检修用贮油箱，用来在电厂大修时对润滑油进行净化处理。检修用贮油箱，分净油室和污油室。

两台机组共用一个事故放油池，主机润滑油箱事故放油排至该油池。

5.11 辅助蒸汽系统

辅助蒸汽系统为联合循环机组提供启动用的蒸汽。机组启动前，轴封蒸汽和凝汽器热井除氧用蒸汽(如需要)由辅助汽源提供。当机组启动后，余热锅炉的汽水系统建立起来后，上述用汽改由余热锅炉低压蒸汽或中压蒸汽系统提供。

本期工程设置 2 台 40 t/h 的启动锅炉，启动锅炉亦可作为本项目供热备用，配置的蒸汽参数较高，需经减温减压后提供机组启动蒸汽。

5.12 压缩空气系统

压缩空气系统满足如下需要：

1）机岛区域仪表用压缩空气的需要；2）余热锅炉区域仪表用压缩空气的需要；3）燃机停机后，控制燃机气缸的上下缸温差引起的热变形，便于机组启动而需要的燃机气缸冷却用压缩空气；4）机组大、中、小修时需要的检修压缩空气；

以上 1)、2)、3）项由仪用压缩空气来满足，第 4）项由检修用压缩空气来满足。

本期工程 2 台机组共用压缩空气系统，且将仪用及检修用空压机合并设置。共设置 4 台空压机、2 台仪用储气罐、1 台检修用储气罐，压缩空气后处理配置 3 条过滤、干燥用处理装置。

5.13 供热系统

高压供热蒸汽的压力为 9.4MPa，只有高压主蒸汽压力方可满足，因此高压供热蒸汽拟从高压主蒸汽管道接出，经减温器后送至热用户。中压供热蒸汽可考虑经高压主蒸汽减温减压后送至热用户，也可考虑高压缸的某一级开孔抽汽送至热用户，目前暂采用中压供热蒸汽也从高压主蒸汽管道接出，经减温器后送至热用户的方式。

全厂供热系统采用母管制。2 台机组引出的高、中压供热蒸汽分别汇入供热公用的高、中压蒸汽供热母管，沿热网管架引至厂区围墙外，与厂外供热管网相接。

蒸汽在使用过程中，由于工业用汽用户的生产工艺不能保证凝结水的回收质量，因此，本工程暂不考虑凝结水的回收，即回水率为零。

5.14 启动锅炉

为保证本工程机组的启动及急需的供热需求，综合考虑，拟配置 2 台 40t/h 级燃气启动锅炉，蒸汽参数约为 4.6MPa，470℃，燃料为天然气。启动锅炉先于主体燃机工程投运，以应对急需的工业热负荷需求，并为主体燃机工程投运做好准备，起到启动作用；当燃机工程投产后，启动锅炉亦可作为供热备用，大大提高了本工程的发电和供热的可靠性和灵活性。

2 台启动锅炉的烟囱高 15m，单独设置。

6、 燃料输送系统

天然气到达本工程厂址围墙外的压力为 4MPa 以上，发电厂内设有天然气调压站，对管道输送过来的天然气进行过滤、计量、加热、调压，然后进入燃气轮机燃料模块。这些设备和相关的管道、附件构成了厂内天然气供应系统。

调压站的主要设备一般包括入口贸易流量计量单元、色谱仪、粗过滤装置、加热装置、调压器管路和安全装置、安全放散阀及站控系统等。基本流程为：燃料在进入电厂调压站后，首先对其流量进行测量，然后经加热装置，再通过过滤/分离器除去天然气中可能含有的机械杂质，天然气经调压器使压力变化控制在满足燃机对燃气要求的范围内，再分别接入每台燃气轮机燃料模块。加热装置保证调压后的天然气满足燃机燃料模块对天然气温度的要求。调压站的调压

器管路 2 台机组共设置四条支路（每台机组均为一运一备）。

燃气轮机燃料模块：该模块属于燃机本体燃烧系统配套设备，其主要功能是确保燃机对燃气品质的要求，连续不断的为燃机的安全稳定燃烧提供参数和品质合格的天然气。主要设备一般包括燃烧控制用流量计量装置、性能加热器和启动加热器（如有）、精过滤器、压力控制装置、流量控制装置等。

由于本工程设置有燃气启动锅炉，因此在调压站过滤装置后增加 2 路至启动锅炉的天然气管线。管线上各设一电加热器，再经调压器管路使压力满足启动锅炉燃烧器需要，每台启动锅炉调压器管路设两路，一用一备。电加热器保证调压后天然气满足启动锅炉对燃料温度的要求。

表2-9 中海油天然气物性参数

类别	组份(Mol %)	类别	组份(Mol %)
C1	93.44	C7	0
C2	6.25	CO_2	0
C3	0.02	N_2	0.29
iC4	0	H_2S	<1mg/m^3
nC4	0	总 S	<1mg/m^3
iC	0	低位发热量（20˚C）	34983 kJ/Nm^3
nC5	0	高位发热量（20˚C）	49511 kJ/Nm^3
C6	0	密度	0.7066

注：以上数据的状态条件为标准状态，温度为 293.15K(20˚C),绝对压力为 101.325kPa。

根据可研资料，满负荷运行工况下，单台机组每小时耗气量为 60.44t/h，机组年利用小时数 8040 小时，年耗气量为 48.59 万 t/a，合 6.88 亿 Nm^3/a。则本工程两台机组年耗气量为 97.18 万 t/a，合 13.76 亿 Nm^3/a。

表2-10 天然气（燃料）耗量 （1台机组）

机组运行工况	负荷	每小时耗气量(t/h)	每小时耗气量（10^4 Nm^3/h）	每年耗气量（万 t/a）	每年耗气量（亿 Nm^3/year）
性能保证工况	**100%**	**60.44**	**8.5538**	**48.59**	**6.88**

注：（1）供热设备的年利用小时数按 8040 小时计算；（2）性能保证工况指环境条件为

24.7℃、99.2kPa(a)、82%相对湿度；（3）燃料低位热值（101.325KPa，20℃）为 34983kJ/Nm^3，由天然气组分参数计算所得的；（4）本阶段参考机型暂采用 MHI 公司 M701F4 型燃机产品；（5）考虑机组启停和老化，表中耗气量已包含 8%的裕量。

7、电气系统

根据电厂规划，远期建设 4×460MW 级+2×650MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组，分三期建设，本期工程为一期，建设 2×460MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组。

7.1 电气主接线

根据接入系统的设计，本期机组以 220kV 电压等级接入系统，出线本期建设 3 回，2 回接入 220kV 三都站，导线截面 2×400mm^2、1 回接入 220kV 李坊站，导线截面 2×630mm^2。同时结合燃气-蒸汽联合循环机组特点，本期工程电气主接线方案考虑如下：

本期 220kV 系统包括 4 回主变压器进线，1 回启动/备用变压器进线，3 回出线，拟采用双母线接线形式。

2×460MW 级燃气-蒸汽联合循环机组均以发电机-双卷变压器单元接线接入 220kV 配电装置。燃机发电机出口考虑采用装设出口断路器的方案，以减少机组厂用电的频繁切换操作，提高厂用电源的可靠性，汽机发电机出口不设出口断路器。本期工程每台燃机考虑设一台高压无载调压双卷变作为厂用高压工作变压器，电源直接从主变低压侧引接。两台机组高压厂用变压器可以采用互为备用的方式作为机组事故备用电源，必要时也可作为机组的启动电源，但考虑到本工程机组较多，且安装了发电机出口断路器，可以多台机组设一台高压备用变压器，故本阶段按设独立的备用变压器考虑。

机组起动均需要借助于一台静态变频起动器，以使发电机作为同步马达而被驱动。机组起动时，系统经主变压器倒送电给高厂变以及静态变频变压器，为机组起动提供电源。

电厂的备用电源取自厂内 220kV 母线。设一台高压备用变(为双卷变)，容量与厂高变的容量相同，作为厂用电的备用电源。

7.2 厂用电系统

本电厂高压厂用电系统采用 6kV 电压等级，中性点经电阻接地。低压厂用电系统采用 380/220V 电压，中性点直接接地，每套机组设置一台暂定为 1000kW 应急柴油发电机组作为保安电源，为保证重要负荷的连续供电，每套机组设置一套不停电电源。

高压厂用母线采用单母线接线，每台机炉一段 6kV 工作段，不设置 6kV 公用段。主厂房内机组负荷分别接至各自机组的 6kV 工作段上，公用负荷也分接至两台机组的 6kV 工作段。

低压厂用电系统采用PC－MCC接线，每台机组设两台工作变、两台机组设两台主厂房公用变、两台厂区公用变，均互为备用。辅助厂房据根负荷情况分功能和区域设计互为备用成对的的变压器。

7.3高压配电装置布置形式的选择

220kV配电装置选用GIS屋内布置。

本期工程新建220kV配电装置为双母线接线形式，220kV GIS配电装置为11个间隔，其中4个主变进线间隔、3个出线间隔、1个备用变间隔、1个母联间隔、2个母线设备间隔。

7.4主要设备布置

220kV配电装置断路器等设备额定电流按3150A、短路水平按50kA考虑。

燃气轮发电机主变压器采用三相双绕组低损耗强迫油循环风冷变压器，容量为380MVA，分接头242　2×2.5%/20kV；蒸汽轮发电机主变压器采用三相双绕组低损耗强迫油循环风冷变压器，容量为180MVA，分接头242　2×2.5%/13.8kV。

高压厂用变压器选用自然油循环风冷无载调压双卷变压器，容量 20MVA，分接头20　2×2.5%/6.3kV，准确参数待下阶段再论证确定。

高压备用工作变1台选用自然冷却三相双卷变压器(有载调压)，其容量暂定为20MVA，电压比为230±8×1.25%/6.3kV，准确参数待下阶段再论证确定。燃气轮发电机回路断路器选用进口SF6断路器，额定电流12500A，额定开断电流为100kA。

6kV厂用高压开关柜内装真空断路器，4s热稳定电流≥31.5kA，动稳定电流≥80kA。

厂用低压变压器采用SCB10型环氧树脂绝缘干式电力变压器。

380V厂用配电装置选用抽屉式开关柜。

燃机发电机引出线采用额定电压20kV、额定电流13000A的离相封闭母线。

燃机厂用分支引出线采用额定电压20kV、额定电流1200A的离相封闭母线。

汽机发电机引出线采用额定电压13.8kV、额定电流8000A的离相封闭母线。

7.5电气设备及开关站的布置

本工程发电机出口开关(GCB)、励磁变压器设在主厂房 6.5 米层。主变压器，高压厂用变压器并列垂直布置在主厂房A列柱外。主变、备变到220kV配电装置采用电缆进线。

220kV配电装置采用常规户内GIS设备，布置在距离主厂房A列外马路对面，共11个间隔(其中4个主变进线间隔、3个出线间隔、1个备用变间隔、1个母联间隔、2个母线设备间隔)，整个配电装置横向长度约为45m，纵向长度约为16m。220kV配电装置进线采用220kV电缆，出线采用220kV架空线。

7.6 UPS、直流电源

按单元机组和公用系统分别设置交流不停电电源装置：机组 UPS 和公用 UPS。

设置单元机组动力用 220V 直流电源、单元机组控制用 110V 直流电源、升压站控制用 110V 直流电源。直流电源均采用微机智能型高频开关电力直流电源系统，独立组屏；蓄电池采用阀控式密封铅酸蓄电池。

7.7 电气设备监控水平

本工程拟按四机一控的方式设置集控楼，220kV 网络控制也在集控室内，不再设置单独的网控室。本工程电气专业控制水平和自动化水平与热控专业应协调一致，为全面提高发电厂的运行管理水平打好基础。

1）单元机组的监控

鉴于目前电气计算机监控管理系统(ECMS)的强大功能和广泛使用，在微机综合继电保护装置的基础上可将控制、保护、测量、报警等信号在就地单元内处理成数据信息后经现场通讯总线传输至集控室的 ECMS 监控计算机，与 DCS 配合达到全面满足用户对电气设备的测量、保护和控制等要求。ECMS 具有系统可靠性高、实时响应速度高、信息丰富、抗干扰能力强，节省投资，减少施工工作量、提高运行管理水平、方便运行维修等优点。ECMS 采用分层分布式系统结构。可分为上位机系统监控层、通讯管理层和现场保护监控单元等。同时 ECMS 系统也能与 DCS 进行联网通讯，与 MIS、SIS 单向传输数据。

本工程考虑将发电机一变压器组和厂用电系统的监控进入机组的分散控制系统 DCS，个别重要的信号同时采用硬接线接入，电气计算机监控管理系统(ECMS) 作为补充及和负责监控其他不进入 DCS 监控的电气设备和电气量，并与 (DCS)进行通讯联系。单元机组实现全 CRT 控制，在自动化水平提高的同时，也大幅度减少了控制电缆和计算机电缆。

纳入 ECMS 和 DCS 监控的电气设备包括：(1) 发电机一变压器组；(2) 发电机励磁系统；(3) 高压厂用电源系统；(4) 低压厂用电源系统；(5) 高压起动/备用变电源系统；(6) 柴油发电机组和保安电源；(7) 直流系统和 UPS 系统；(8) 自动同期系统；(9) 其他有需要的系统。

电气继电保护、安全自动装置、自动准同期、自动调整励磁、高压厂用电源切换装置及发变组故障录波分析装置等按“大中型火力发电厂设计规范”(GB 50660-2011)的要求，其功能由专用的独立装置实现，与 ECMS 和 DCS 之间通过接口联系。

为保证机组的安全停机，电气专业保留的后备手操开关为：发变组断路器紧急跳闸按钮；发电机灭磁开关跳闸按钮；柴油发电机紧急启动按钮，这些按钮布置在运行值班员的操作台上。

2) 升压站的监控

本工程对 220kV 升压站设置一套网络计算机监控系统(NCS)，该系统对升压站的电气元件实现监视、控制、测量、报警、操作闭锁、信息远传等功能。NCS 采用全分布开放式系统结构，所有控制、保护、测量、报警等信号均在就地单元内处理，经总线传输至集控室内的监控计算机。操作员站设置在机组集控室，NCS 可与 ECMS 系统进行通讯联系，与 SIS、MIS 单向传输数据。

8、化学水处理

本工程建设 2×460MW 级燃气-蒸汽联合循环热电联产机组。本工程锅炉补给水处理系统水源采用松涛水库水。

8.1 水汽质量标准

本工程水汽质量按国标《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》(GB/T12145-2016)中水汽质量标准执行。

8.2 锅炉补给水处理系统

8.2.1 建设规模

本期工程锅炉补给水处理系统厂房和设备按 2×460MW 级机组建设，预留二期 2×460MW 级机组锅炉补给水处理系统扩建场地。

8.2.2 系统工艺流程

根据目前所取得水质的全分析报告及机组对除盐水质的要求，锅炉补给水处理系统拟采用如下工艺流程：

经过水工专业预处理后的松涛水库水→超滤升压泵→自清洗过滤器→超滤装置→超滤水箱→一级反渗透升压泵→一级反渗透保安过滤器→一级反渗透高压泵→一级反渗透装置→一级反渗透产水箱→二级反渗透升压泵→二级反渗透保安过滤器→二级反渗透高压泵→二级反渗透装置→二级反渗透产水箱→预脱盐给水泵→混床→除盐水箱→除盐水管自流或除盐水泵→主厂房及其它除盐水用户。

系统所产生各类工艺废水根据水质分别排放或加以回收利用：其中超滤反洗和反渗透冲洗排水排至水工专业预处理站回用；一级反渗透浓水水质较好，可直接排放至大海；超滤、反渗透化学清洗废水和混床再生废水排至工业废水集中处理站处理达标后回用，回用不完的达标尾水排放至厂区海水直流冷却排水槽，与温排水混合后排放至特定海域。

8.2.3 系统设计出力

本期工程为热电联产工程，本期 2 台机对外正常供热量为 419t/h，按不回收考虑。

2×460MW 级机组对外供热各项水汽损失及锅炉补给水量估算见表 2-9。

表2-11　各项水汽损失及锅炉补给水量估算表

序号	项 目 名 称	水汽损失量
1	正常水汽循环损失(t/h)	16.8
2	锅炉排污损失(t/h)	8.4
3	其它用水损失(t/h)	2
4	对外供热损失(t/h)	419
5	总计正常水汽损失(t/h)	448
6	总计正常补给水量(t/h)	448

根据上表计算结果，并考虑设备的自用水率，锅炉补给水处理系统设计出力为 450t/h（4×148 t/h），三用一备。

8.2.4 系统出水质量

除盐水箱进水电导率(25℃)：　≤0.20μS/cm

除盐水箱出口电导率(25℃)：　≤0.40μS/cm

二氧化硅：　≤20μg/L

TOCi：　≤400μg/L

8.2.5 设备布置

锅炉补给水处理站分室内和室外布置，超滤装置、反渗透装置、混床、加药和清洗装置、水泵等布置在室内，水箱等布置于室外。

8.3 凝结水除铁过滤系统

根据《发电厂化学设计规范》DL 5068-2014 相关规定，本期工程每台机组设置 1 台 100%凝结水流量的除铁过滤器，以去除热力系统金属的腐蚀产物，如铁、铜氧化物等。

8.4 循环冷却水处理系统

本期工程循环水供水系统采用海水直流供水系统，为了防止海洋生物在循环冷却水系统中附着和滋长，进而影响循环水冷却系统的通流面积，降低凝汽器的传热效率并产生生物腐蚀，必须对循环冷却水进行加杀生剂处理。本期工程通过电解海水方式制取次氯酸钠，对循环冷却水加药处理。

8.5 氢气供应系统

本工程发电机冷却方式为全氢冷，需对发电机氢冷系统补氢，拟采用外购氢气系统。

本工程供氢站按 4×460MW 级机组一次建成，设备分期建设。本期工程按 2×460MW 级机

组考虑设置供氢设备，供氢站内预留二期 2×460MW 级机组新增设备的位置。

8.6 热力系统的化学加药

8.6.1 给水、凝结水、闭冷水加氨系统

加氨对提高凝结水、给水 pH 值、保护水汽系统设备起到举足轻重作用。对凝结水及给水进行加氨处理，维持水中 pH 达到一定数值，保证水汽系统金属材料不被腐蚀。加氨装置采用单元制，每台机组设置一套。加氨点设在凝结水泵出口母管和给水泵进口。为防止闭式循环冷却水系统的腐蚀，利用给水加氨装置备用泵向闭冷水系统加氨。

凝结水、给水加氨采用自动加氨方式，给水加氨根据汽水取样系统的给水电导率模拟信号控制加药量，凝结水加氨根据凝结水流量信号控制加药量。加氨装置为机、电、控一体化设备。

8.6.2 给水加联氨系统

给水加联氨处理的目的是除去水中溶解氧，防止热力系统的氧腐蚀。加联氨装置采用单元制，每台机组设置一套。给水加联氨点设置在给水泵进口。

给水加联氨采用自动加药方式，根据给水流量信号控制加药量。加联氨装置为机、电、控一体化设备。

8.6.3 炉水加磷酸盐系统

炉水加磷酸盐处理是为了防止在汽包锅炉中产生钙镁垢。加磷酸盐装置采用单元制，每台锅炉设置一套。磷酸盐直接加到余热锅炉的汽包中。

加磷酸盐系统采用手动调节方式。装置为机、电、控一体化设备。

8.7 水汽取样分析及监测

为监督热力系统的水汽质量，保证机组安全、经济运行，每台机组设置一套集中式在线水汽取样分析装置，由取样架、仪表盘（包括人工取样槽）组成，取样点和仪表按《发电厂化学设计规范》（DL 5068-2014）的要求配置。样水采用闭式冷却水冷却。

8.8 变压器油净化处理

本工程不设集中的油处理室，润滑油处理设备由主机配套。本工程设移动式变压器油净化装置 1 套，对变压器绝缘油进行净化处理。

8.9 化验室及仪器

本工程化学试验室拟布置在锅炉补给水处理站内，化验室设置全套水、燃气、油分析仪器设备。

8.10 工业废水集中处理系统

8.10.1 建设规模和废水来源

工业废水集中处理系统厂房和设备按 4×460MW 级机组一次建成，废水处理设施处理能力按 1×100m^3/h 设计。

工业废水集中处理系统主要处理主厂房冲洗水、锅炉补给水处理系统化学清洗废水等经常性废水以及锅炉酸洗排水等非经常性排水。

8.10.2 系统流程

工艺系统流程如下：

厂区工业废水→→废水贮存池→→提升泵→→pH 值调整池－反应池－絮凝池

↑　↑　　↑　↑　↑　↑

压缩空气　次氯酸钠　酸、碱　　酸、碱　混凝剂　助凝剂

↓　↓

→→斜板澄清器→→过滤器→→最终中和池→→回用水池→→提升泵→→回用、排放或回至废水储存池

↓排　助凝剂　脱水剂

↓泥　↓　↓

污泥浓缩池→→污泥脱水机→→干泥外运

↓出水

设备排水 →→废水贮存池

工业废水经处理达标后回用，回用不完的达标排放至海水直流循环系统排水槽，与温排水混合后排海。

8.10.4 设备布置

工业废水集中处理系统设备布置由室内和室外两部分组成。废水贮存池、pH 值调整池、反应池、絮凝池、斜板澄清器、过滤器、最终中和池、回用水池、罗茨风机、废水泵等布置在室外，加药装置、电气配电及电子设备等布置在室内。本期工程机组排水系统收集炉后各项机组排水，并通过机组排水槽废水输送泵送至工业废水集中处理站废水贮存池，本期工程设置 1 座 300m^3 机组排水槽，布置于两炉之间。

8.11 锅炉化学清洗

本工程不设固定的锅炉化学清洗设施，锅炉化学清洗按 EDTA 酸洗考虑，由建设单位委托具有资质的专业单位进行。

8.12 系统化学药品使用

本工程在化水处理设施区及主厂房布置化学药品，拟采用的化学药品使用情况见表 2-12。

表 2-12　化学药品使用情况

序号	用途	名称	浓度	储存量（kg）	年消耗量（kg）	储存方式及储存地点
1	锅炉补给水处	氢氧化钠	32%	100	2860	桶装，化水车间

2	理系统水处理	次氯酸钠	10%	33	5000	
3		阻垢剂	100%	50	1000	
4		还原剂	100%	200	2500	
5		盐酸	31%	20	200	
6	凝结水采用加氨校正处理	氨水（减少热力系统 CO_2 及氧腐蚀）	25%	300	13000	桶装，汽机房氨水贮存间
7	炉水磷酸盐处	磷酸盐	98%	180	1000	瓶装，化学药品贮存间

9、烟气脱硝工程

本工程燃机在设计时已充分考虑采用先进的低氮燃烧技术，控制氮氧化物（NO_x）排放浓度在 50mg/Nm^3 以内。SCR 方法成为目前国内外燃气电厂脱硝成熟的主流技术，由于海南当地环保要求越来越严格，本工程拟同步建设烟气脱硝装置。采用 SCR 脱硝工艺，设计脱硝效率暂定 50%、NO_x 排放浓度不超过 25mg/Nm^3（含氧量 15%）。

脱硝工艺系统分为尿素区和 SCR 区两部分。

本工程拟采用尿素热解法制备脱硝还原剂氨气，还原剂制备系统按照脱硝效率 50%设计。2 台余热锅炉烟气脱硝装置设置一套公用的尿素溶液制备、储存及供应系统；每台锅炉设一套尿素热解炉区设备。所需热源采用余热锅炉进口烟道烟气再电加热。

尿素溶液制备公用区设备包括：尿素颗粒上料设备、尿素溶解罐、混合给料泵、尿素溶液储罐、高流量循环装置、伴热系统、排水系统等。

尿素热解炉区设备包括：增压风机、计量分配装置、热解炉（内含喷射器）、控制装置等。

袋装尿素储存于尿素储备间，由尿素颗粒上料设备输送到溶解罐里，用除盐水将干尿素溶解成 50%质量浓度的尿素溶液，通过尿素溶液混合给料泵输送到尿素溶液储罐。储罐中的尿素溶液经由高流量循环装置输送至计量分配装置，计量后的尿素溶液经过喷射器雾化后喷入绝热分解室内分解，生成 NH_3、H_2O 和 CO_2。分解产物被热空气稀释并混合均匀后去往 AIG 设备。

尿素热解制氨工艺配有良好的控制系统，调节方便、灵活、可靠，热解产生的氨气量能满足锅炉不同负荷与脱硝效率的要求。

表2-13　尿素品质参数

项　目	单位	范围
总氮量	%	46.0-46.3
缩二脲	%	0.3-1.0
湿气	%	0.1-0.5
碱度	Ppm	< 100
pH		7.5-9.5
灰份	Ppm	< 25
防潮剂	%	0.0-2.0

粒子大密度	lb/ft3	46-52
园粒大密度	lb/ft3	45-48
Angle of Repose		28°-35°
粒子		255-275
园粒		180-220
Uniformity Index （UI）		55-65

SCR 反应器的设计与锅炉形成一体，脱硝反应器按布置二层(1+1)催化剂设计，充分考虑与周围设备布置的协调性。反应器设计成烟气水平流动，对于反应器内部易于磨损的部位已设计必要的防磨措施。

反应器配有可拆卸的催化剂测试元件。每台余热锅炉 SCR 采用蜂窝式催化剂。催化剂按照脱硝效率 50%设计，初设 1 层催化剂，1 层备用。

表2-14　2×460MW级燃气机组吸收剂尿素消耗量

尿素耗量	设计数据
小时耗量（kg/h）	122.42
日耗量（t/d）	2.94
年耗量（t/a）	984.22

注：

① 尿素品质符合表 2-13 要求。

② 日利用小时按 24h 计，年利用小时按 8040h 计。

③ 脱硝入口 NO_x浓度按照 50mg/Nm^3，SCR 脱硝效率暂按 50%。

10、补给水系统

本期工程生活用水采用洋浦工业园区市政自来水，锅炉补给水、热网补给水、工业水、消防水采用经净水站处理后的松涛水库水，循环水冷却水系统水源采用海水。

园区自来水和松涛水库水均由洋浦经济开发区供至电厂围墙外约 1 米。

市政自来水同时作为锅炉补给水的备用水源。

10.1 淡水补给水量

本期淡水供水主要用于化学水处理系统补给水、工业服务用水、暖通补充水及生活用水。

经水量平衡计算，本期 2×460MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组超临界供热机组淡水补充水量见下表 2-15。

表2-15　淡水补充需水量表（m^3/h）

序号	项目	正常供热工况	纯凝工况
1	化学水处理系统补给水	617	40.1
2	暖通用水补给水	5	5

3	生活用水	4	4
4	工业服务用水	5	5
5	净水站自用水	21	3
6	管网损失及未预见水量	30	30
	总计	682	87.1

通过梯级开发、一水多用、废水回收等节水综合措施后，电厂本期 2×460MW 级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组额定供热工况最大用水量约 682m^3/h，其中松涛水库地表水用量为 673m^3/h，生活用水量为 9m^3/h；纯凝工况最大用水量约 87.1m^3/h，其中松涛水库地表水用量为 78.1m^3/h，生活用水量为 9m^3/h。本期工程百万千瓦耗水率额定供热工况（不包括供热外网损失、净水站自用水量、厂外输水管道损失）为 0.071 m^3/（s.GW），纯凝工况为 0.0228 m^3/（s.GW）。

本工程全年需水量约为 548.98×10^4 m^3，其中：松涛水库地表水全年需水量约为 541.10×10^4 m^3（年供热利用小时数为 8040h），自来水全年需水量约为 7.88×10^4 m^3。

10.2 补给水供水方案

厂外补给水取水设施不属于本报告设计范围。松涛水库补给水送至电厂厂区围墙外 1 米。生活用水采用开发区市政自来水，就近引入一根 DN200 管道将水输送至厂区生活蓄水池。

厂区采用独立的工业给水系统，本工程在综合水泵房配置 2 台工业水泵，单台出力 Q=100m^3/h，扬程 H=0.60MPa，水泵采用变频调节，工业给水管网在厂区主要区域呈环状布置。

根据现有的水源水质资料，本工程拟在厂区内设 1 座地表水处理站，根据用水量估算，本期设计规模为 2×400 m^3/h，并预留 2 期两台机组的预处理设施扩建场地。

三、产业政策及规划符合性

本工程的建设，不仅可以实现洋浦经济开发区集中供热、降低煤耗，提高当地环境质量，还可以缓解海南省电力供应紧张的局面，符合国家政策和海南省、洋浦经济开发区的可持续、绿色发展需求，因此洋浦热电联产工程的建设是十分必要的。

（1）与国家产业政策相符性分析

本工程为 F 级燃气-蒸汽联合循环机组，不属于《产业结构调整指导目录(2011 年本)》（国

家发改委第 9 号令)、《关于修改<产业结构调整指导目录(2011 年本)>有关条款的决定》(国家发改委第 21 号令)、《天然气利用政策》(2012 年发展改革委令第 15 号)中限制类和禁止类中关于电力的项目，鼓励类中未提及，因此本工程属允许类。

高效、清洁的能源是我国电力工业发展的方向，国家发展改革委、国土资源部、国家环境保护总局、国家电力监管委员会等部门联合发布的“发改能源[2006]661 号《关于加快电力工业结构调整促进健康有序发展有关工作的通知》”，要求重点实施高效、清洁发电工程。

国办发[2010]33 号《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》中，提到“大力推广清洁能源。改善城市能源消费结构，加大天然气、液化石油气、煤制气、太阳能等清洁能源的推广力度，逐步提高城市清洁能源使用比重”。

国发[2013]37 号《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》中，明确：“加快清洁能源替代利用。加大天然气、煤制天然气、煤层气供应。到 2015 年，新增天然气干线管输能力 1500 亿立方米以上，覆盖京津冀、长三角、珠三角等区域。优化天然气使用方式，新增天然气应优先保障居民生活或用于替代燃煤；鼓励发展天然气分布式能源等高效利用项目，限制发展天然气化工项目；有序发展天然气调峰电站，原则上不再新建天然气发电项目。”本工程为天然气调峰电站项目，实现清洁能源替代，与国发[2013]37 号是相符的。)

（2）与《海南省大气污染防治行动计划实施细则》的相符性

《海南省大气污染防治行动计划实施细则》中指出：全面整顿燃煤小锅炉。加快热力和燃气管网建设，通过集中供热、“煤改气”、“煤改电”、“煤改生物质颗粒能源”工程建设，到 2015 年底，海口市、三亚市建成区基本淘汰每小时 10 蒸吨及以下的燃煤锅炉，禁止新建燃煤锅炉;其他市县原则上不再新建每小时 10 蒸吨及以下的燃煤锅炉。到 2017 年底，各市县建成区基本淘汰每小时 35 蒸吨及以下燃煤锅炉，其他区域基本淘汰每小时 10 蒸吨及以下燃煤锅炉。化工、造纸、制药等产业聚集的工业园区，通过电厂机组改造、天然气分布式能源等项目建设集中供热(冷)设施，逐步淘汰分散燃煤锅炉。本项目为新建发电机组采用天然气作为热源，不属于上述需淘汰的产能，符合《海南省大气污染防治行动计划实施细则》要求。

（3）与海南省大气污染防治实施方案（2016~2018 年）相符性分析

根据《海南省大气污染防治实施方案（2016~2018 年)》中第（八）条 工业大气综合政治“2.实施燃煤电厂超低排放和节能改造。工作要求：2017 年，现有燃煤电厂（不包括自备热电锅炉)，全面实施超低排放，新建燃煤电厂全部执行超低排放限值（燃气轮机组限值)，到期不能达到超低排放限值的，必须关停”。本项目为新建燃气-蒸汽联合电厂，不属于燃煤电厂，且项目使用低氮燃烧技术，污染物排放达到标准要求，符合《海南省大气污染防治实施方案（2016~2018 年)》。

（4）与《海南省生态环境保护“十三五”规划》相符性分析

根据《海南省生态环境保护“十三五”规划》，其中相关的规划任务有：持续推进重点行业大气污染物减排。对所有电厂现有脱硫、脱硝、除尘设施进行超低排放和节能改造，加强已投运的脱硫、脱硝设施监督管理，取消脱硫设施烟气旁路。到 2017 年底前，完成计划改造任务 206 万千瓦，现役 30 万千瓦及以上公用燃煤发电机组、10 万千瓦及以上自备燃煤发电机组（暂不含 W 型火焰锅炉和循环流化床锅炉）全部完成改造。组织开展燃煤小锅炉整治，到 2017 年，全省各市县建成区基本淘汰每小时 35 蒸吨及以下燃煤锅炉，通过电厂机组改造、天然气分布式能源等项目建设集中供冷设施。

本项目属于洋浦热电联产新建项目，新建机组使用天然气为原料，使用超低氮燃烧技术，实现大气污染物减排方针。

与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题：

项目为新建项目，不存在与本项目有关的原有污染情况及主要的环境问题。

建设项目所在地自然环境社会环境简况

自然环境简况（地形、地貌、地质、气候、气象、水文、植被、生物多样性等）：

一、地理位置

华能洋浦热电联产工程选址于海南省洋浦经济开发区西部，紧邻北海湾，填海而成。洋浦经济开发区位于海南省西北，紧邻澹州市，是国务院于1992年3月批准成立的国家级开发区，也是中国目前唯一享受保税区政策的国家级开发区。其位于海南岛西北海岸洋浦半岛南端，东经109°11′，北纬19°43′，三面环海，开发区规划面积120 km^2；开发区西部为北部湾海域，北面约12 km外为琼洲海峡，南部为天然深水港的洋浦港口，距海口市130 km，东南距儋州约60 km。

本工程地处东经109°12′16.14″，北纬19°49′29.75″，南邻石化功能区中石化海南炼化100万吨乙烯项目。

二、地形、地貌、地质

洋浦经济开发区地形起伏较小，区内以德义岭为最高点，海拔标高 97.4m，地势以德义岭为中心向四周逐渐降低，德义岭东南部及东北部地势开阔、低平。地貌由火山岩台地、滨海平原组成，另外由于人类填海造地工程活动形成一种新的用地类型（即本项目及周边项目用地类型），暂称为人工填海区地貌。

（1）火山岩台地

火山台地地貌表现为火山锥和火山岩台地两种类型。以火山锥为中心往四周扩展，分为一级台地和二级台地。火山锥：区内主要为德义岭、莲花山火山锥，德义岭、莲花山锥顶呈馒头状，坡度较缓，约 10°，锥顶标高分别为 64.9m 和 97.4m。一级台地：分布于火山锥周围，台面狭窄，向四周呈斜坡状延伸，坡度 1～3°，地表起伏变化不大，台面标高约 40～80m，植被稀少。二级台地：环绕一级台地分布，与一级台地呈斜坡或陡坎接触，台面宽阔，坡度 2～12°，标高 10～40m，由于长期遭受剥蚀，地表呈波状起伏。

（2）滨海平原

区内滨海平原零星分布于洋浦区干冲、公堂上村以北沿海地带，呈条带状展布，宽窄各地不一，分布范围较小，一般宽 0.1～1.0km，长 1～8km，由中粗砂、含砾中粗砂等组成，高程一般小于 3m。

（3）人工填海区

洋浦经济开发区内人工填海区主要分布于洋浦鼻至莲花山公园及北部沿海滩涂地段，莲花山公园西侧滩涂表层为海滩岩，下伏珊瑚碎屑、粉质粘土；在南部洋浦鼻附近原滩涂为砂、局

部淤泥质粘土。填海土层为黄色、褐红色粉质粘土(凝灰岩风化土)，次为粉土质砂，夹杂较多 2～20cm 强风化凝灰岩碎石，碎石手可折断，锤击声哑，局部见 20～100cm 强风化凝灰岩块石。湿一饱和，粘性土呈软塑状，砂土呈松散状。层顶标高 5.7～8.56m，平均值 7.2m；层厚 1.0～10.1m，平均值 6.8m，由原海岸向拓展海岸逐渐增厚。

洋浦经济开发区规划用地位于王五-文教断裂带北侧，受王五-文教断裂带的影响，区内断裂构造较发育，主要有东西、北西、北东向三组，分述如下：

(1) 王五-文教带断裂

该断裂为区域性断裂，西起排浦、往东经王五、临高、澄迈、定安、琼山至文昌县文教镇，呈东西向横贯琼北地区，长达 200 多公里，为海南隆起与雷琼凹陷南部边界。在断裂带北侧沉积巨厚的新生代地层及火山岩喷发岩类。

(2) 白马井-蚂蝗岭断裂（F1）

该断裂发育于白垩纪前，据物探成果推测为正断裂，走向北东，倾向南东，倾角 70°。该断裂表现为北盘上升，南盘下降，为长坡断陷盆地和临高凸起的次一级构造单元界线，它控制着长坡盆地煤系地层的分布。

(3) 洋浦-木棠断裂（F2）

该断裂沿洋浦-木棠-松林一带通过，为总体走向北东东、倾向北北西的正断裂，与白马井一蚂蝗岭断裂几乎平行，为雷琼凹陷次一级的临高凸起与峨蔓凹陷的分界线。在布格重力异常图上，表现为异常密集梯度带，属新生代基底断裂。

(4) 莲花山-峨蔓断裂（F3）

分布于莲花山一峨蔓北西侧，走向北东，南西端向海域延伸。沿此断裂两侧有火山口分布，故认为新生代火山岩喷发与该断裂有密切关系。根据钻孔资料，该断裂北西盘上升，南东盘下降；莲花山西海岸见断层切割海口组，可能为其旁侧次级断裂。

(5) 新英-王五断裂（F4）

该断裂从新英一王五的东侧通过，切断白马井一蚂蝗岭断裂，走向北西约 325°，西盘上升，东盘下降。该断裂为长坡盆地之西部界线。

区内未发现全新世以来的断层，区内地震活动微弱，主要受区外地震波及影响，除 1605 年琼州大地震本区烈度达 6～7 度外，其余影响均较轻微，地壳稳定性属基本稳定；根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），洋浦地区属于抗震设防烈度 7 度区。

三、气候、气象

洋浦经济开发区处于热带海洋性岛屿季风气候区，冬季盛行东北季风，夏季盛行偏南季风，具有干湿季分明、雷暴雨多、蒸发量大等气候特征。根据儋州市气象站近 20 年的地面气象观测资料，洋浦地区的主要气候特征概述如下：

（1）气温

区域范围内累年月平均气温的最高值出现在 6 月，为 28.3℃，累年月平均气温的最低值均出现在 1 月，为 18.0℃；累年平均温度为 24.0℃。

（2）风向

区域范围内近 20 年平均主导风向为东北 (NE)风，出现频率为 13.6%，次主导风向为南(S)风，出现频率为 11.7%，静风频率为 4.7%。春、夏季均以南(S)风为主导风向，出现频率分别为 13.6%和 22.8%，静风频率分别为 4.0%和 3.8%，秋、冬季均以东北(NE) 风为主导风向，出现频率分别出现为 18.9%和 20.4%，静风频率分别出现为 5.3%和 5.7%。

（3）风速

区域范围内累年各月平均风速的最大值出现在 1 月、5 月和 6 月、8 月和 9 月，均为 1.9m/s；累年平均风速为 2.0 m/s。该区域春季各时段平均风速最小值出现在 02 时至 03 时，其值为 1.5m/s， 夏季各时段平均风速最小值出现在傍晚 20 时至凌晨 03 时，其值为 1.6m/s，春、夏季各时段平均风速最大值分别出现在中午前后 12 时，其值均为 2.5m/s。秋季各时段平均风速最小值出现在夜间 23 时至凌晨 03 时，其值为 1.5m/s，冬季各时段平均风速最小值出现在凌晨 01 时，其值为 1.5m/s，秋、冬季各时段平均风速最大值出现在中午前后 12 时，其值分别为 2.7m/s 和 2.5m/s。

（4）湿度

该区域内年平均相对湿度为 82%，最小相对湿度为 26%。

（5）降水

该区域受季风影响，干、湿季分明，一般 5～10 月份为雨季、11 月至翌年 4 月为旱季。7～8 月份的平均降水量最多，约占全年总量的 48%，12 月份最少。年均降水日数为 100.8d。

（6）其他

区域范围内年平均雾日数为 34.8d。年最多雾日 69d，最少雾日 14d。雾多出现有 12 月至翌年 4 月，出现日数约占全年雾日的 89%，其中尤以 3 月份雾日最多，5～7 月雾日少见。一般雾出现持续时间为 2～4h，最长可达 7h。洋浦地区为雷暴多发地区，年平均雷暴日数为 114d。洋浦地区主要的灾害天气是热带气旋。影响洋浦地区的热带气旋主要来自西太平洋和南

海。

四、水文

洋浦海区的潮汐类型为正规日潮，平均涨潮历时 12.2h，落潮历时 9.6h；最高高潮位（洋浦海基准面 4.06m（1976 年），最低低潮位 0.24m（1976 年），平均潮位 1.9m，最大潮差 3.60m，平均潮差 1.80m。该海区的潮流性质为不正规半日潮流和不正规日潮流，整个海域涨落潮时存在差异，低潮时洋浦以西开阔海域已经转流，开始涨潮，但以东海域仍处于落潮阶段；新英湾口附近最大流速 40cm/s，其它海域流速较小；涨潮中间时，开阔海域潮流速度加大，方向由南向西北，洋浦以东海域，海水涌向新英湾，高潮时流速较小，落潮中间时流速加大，开阔海域方向由北向南，新英湾海水流向外海；在新英湾口内外两侧各存在一个逆时针余流涡，在小铲附近也有余流涡，最大余流速度 10cm/s；洋浦海域水温 27—27.5℃，盐度在 32.5‰左右。

洋浦经济开发区规划区内仅有一些小的沟溪，主要功能为灌溉、泄洪，水库有黎屋水库，具有调节、灌溉功能。见地表水系图 2.1-3。此外，开发区规划的东部生活办公区位于新英湾东北岸，洋浦港区也与该湾密切相关。流入该湾流域汇水面积大于 100km2 的独立入海河流有北门江和春江。

北门江：儋州市境内最大的河流，发源于沙帽岭，在新英湾入海。流域面积为 648 km2，河道全长 62.2km，平均宽度 12.6m，平均坡降为 2.45‰，平均流量 12.6 m3/s，最枯流量 0.12 m3/s。

春江：发源于糖兴岭，河道全长 55.7km，平均宽度 17.3m，流域面积 558km2，自东南流向西北，在新英湾入海。平均流量 6.67 m3/s，平均坡降 1.79‰，枯水期流量 0.51m3/s。

五、植被

本工程所在地为围填海造陆交付的熟地，从现场踏勘了解的情况来看，目前暂无植被覆盖。

环境质量状况

建设项目所在地区域环境质量现状及主要环境问题（环境空气、地面水、地下水、声环境、生态环境等）

本次评价结合《洋浦经济开发区总体规划（2011-2030）环境影响报告书》（报批稿，2012年11月）和《洋浦经济开发区热电联产规划环境影响报告书》（报批稿，2014年12月）以及海南省洋浦经济开发区环境质量公报等内容，对区域环境质量发展趋势和现状进行综合评价。

一、环境空气质量现状

2007年～2014年，洋浦经济开发区 SO_2、NO_2、O_3 指标均保持《环境空气质量标准》（GB3095-1996及其2000年修改单）一级标准的水平，但是2014年TSP、PM_{10} 监测数据有较大幅度的增加，这是由于2014年监测点位附近有山东高速等项目进行建设，对环境空气中的TSP、PM_{10} 监测结果有较大贡献的原因。综上，洋浦经济开发区区域环境空气质量较好。

表3-1 2007年～2014年洋浦经济开发区环境空气质量现状监测结果统计与评价表

年份		SO_2	NO_2	TSP	PM_{10}	CO	O_3	综合评价
2007	监测结果	0.003	0.024	0.171	0.101	0.15	0.005	二级
	满足标准级别	一级	一级	二级	二级	一级	一级	
2009	监测结果	0.006	0.017	0.119	0.048	/	0.08	一级
	满足标准级别	一级	一级	一级	一级	/	一级	
2010	监测结果	0.006	0.025	0.094	0.048	0.6	0.11	一级
	满足标准级别	一级	一级	一级	一级	一级	一级	
2011	监测结果	0.002	0.008	0.099	0.048	/	/	二级
	满足标准级别	一级	一级	一级	一级	/	/	
2012	监测结果	0.005	0.02	0.096	0.048	0.625	0.08	一级
	满足标准级别	一级	一级	一级	一级	一级	一级	
2014	监测结果	0.012	0.027	0.162	0.099	/	0.053	二级
	满足标准级别	一级	一级	二级	二级	/	一级	
备	1、SO_2、NO_2、TSP、PM_{10} 为日平均浓度，CO、O_3 为1小时平均浓度。2、数据来源：2007-2012年数据引用《洋浦经济开发区总体规划（2011-2030）环境影响报告书》的环境质量统计结果；3、2014年数据引用3.4.1.1节洋浦热电联产项目现状监测数据。							

二、声环境质量现状

环境保护部华南环境科学研究所在2014年2月委托深圳市由深圳市华测检测技术股份有限公司主要对洋浦经济开发区热电联产规划实施后新增洋浦热电联产项目的周边环境进行了声环境质量现状监测。共布设8个监测点。2014年以来，本项目周边未发生实质性改变，声

环境没有发生根本性变化。现将 2014 年的监测结果转述如下。

监测方法：按 GB3096-2008《声环境质量标准》以及国家环保局颁布的《环境监测技术规范》中的有关规定进行。

测量仪器：选用积分声级计 AWA5680。

测量时间：由深圳市华测检测技术股份有限公司于 2014 年 2 月 21-22 日进行噪声监测，连续测定 2 天。每个监测点监测 2 天。

监测因子：测量连续等效 A 声级 Leq。

声环境现状监测结果见表 3.4-27。声环境质量能满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）3 类区标准要求，即昼间不大于 65dB(A)，夜间不大于 55dB(A)。

表 3-2 声环境现状监测结果

测点	噪声现状监测结果，dB（A）				执行标准	结果评价
	昼间		夜间			
	2 月 21 日	2 月 22 日	2 月 21 日	2 月 22 日		
	Leq					
1#	53.4	39.9	40.4	40.4	3 类	达标
2#	48.6	41.7	42.1	42.1		
3#	45.3	37.8	38.2	38.2		
4#	47.5	38.3	39.4	39.4		
5#	50.6	42.6	42.9	42.9		
6#	50.8	41.4	42.8	42.8		
7#	49.4	41.7	41.4	41.4		
8#	50.1	40.5	41.6	41.6		

2014 年以来，项目周边除了部分围填海施工车辆和船舶，没有出现重大噪声源，声环境状况没有发生根本性改变。

三、海水水质环境质量

结合 2012 版开发区总规环评报告中的海水水质监测数据、中国海洋大学于 2013 年 3 月 13 日（大潮期）和 3 月 18 号（小潮期）在洋浦进行海水水质调查、国家海洋局海口海洋环境监测中心站于 2014 年 9 月 22 日与 9 月 28 日分别在洋浦近岸海域开展了两个航次水质调查、海南安纳检测技术有限公司于 2017 年 5 月 12 日至 14 日在工程附近海域进行的水质现状调查，对开发区所在海域海水水质情况进行趋势分析。

本次评价选取了有代表性的 COD、石油类、无机氮、活性磷酸盐、Cu、Zn、Pb、Cd 等

8 个监测因子的监测数据，以分析洋浦近岸海域海水水质的变化情况。

根据表中评价结果可知：代表性指标 COD 的监测结果始终满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第一类水质标准，无机氮、活性磷酸盐有下降趋势；此外，调查海域 Cu、Cd 的监测结果满足第一类水质标准，石油类、Pb、Zn 的水质均满足相应的环境功能区划要求，石油类未呈明显上升趋势。

总体来讲，各站位监测结果均满足相应环境功能区划中相应类别的要求，且多数水质指标可满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第一类水质标准。这也表明，由于金海纸浆和海南炼化等大项目污水处理系统完善，严格执行国家法律法规要求，产生的废水达标排放，且洋浦经济开发区的污水处理厂已投入运营，使得所在海域海水水质类别并未因大项目的建设而降低。但开发区应继续加强环境管理，进一步加强对金海纸浆和海南炼化等大企业的监控，确保污染物达标排放，同时通过加强管理尽量避免船舶来往及码头装卸过程中石油类的“跑、冒、滴、漏”现象的发生。

四、生态环境现状

工程所在区域为围填海形成的熟土，尚未建立陆域生态系统。但工程所在洋浦经济开发区植被类型主要有人工植被与自然植被组成，自然植被有红树林、次生林、灌木丛、草丛和湿地植被，人工植被有村庄植被、桉树林、木麻黄林、台湾相思林和农田。

该地区生态环境较为脆弱，森林覆盖率小，植物种数也相对较小，在整个项目区内，调查记录的植物种数有 501 种，多为常见植物，物种重要性较低，但仍然保持一定的特色，

工程附近海域海洋生态浮游植物多样性处于较好状态，北部海域和离岸较远水域的浮游植物生态环境均优于东南部近岸海域。调查海域浮游动物在中等水平，处于比较良好的状态，但北部海域和离岸较远水域的浮游动物生态环境均优于新英湾近岸海域，显示出人类的开发活动对浮游动物的影响。洋浦近岸海域底栖生物的生物量和栖息密度均明显下降；与近年来的海南其他港湾相比，调查海域的底栖生物种类较多，栖息密度处于中等水平，但生物量偏低。潮间带生物生物的种类较为丰富，但平均生物量和栖息密度比历史数据明显减少。洋浦海域的成鱼密度和生物量均较高。自洋浦经济开发区设立以来，顺着调查次数增加和范围扩大，洋浦近岸海域的浮游植物、浮游动物数量和种类有所增加，优势种也有所不同，显示 20 多年来，底栖生物和潮间带生物受到一定影响，海域底栖生物的生物量和栖息密度均明显下降，潮间带生物的平均生物量和栖息密度比历史数据明显减少，主要是受码头施工、围填海工程建设等影响。

主要环境保护目标

本项目位于海南省洋浦经济开发区的“洋浦石化功能区”，评价区域内主要有周屋村、新基村等乡镇居民区和洋浦经济开发区内的生产企业，评价区域内无有价值文化遗址、重要自然保护区、风景名胜区、名胜古迹、饮用水源保护区及军事设施等重点敏感保护目标。

厂址周围 200m 范围内无长期居住的居民点，附近无河流及水库。

结合区域环境特征及海水直冷燃煤火电项目的排污特征，本期工程的主要环境敏感保护目标见表 3-3 和图 3-1。主要海洋环境保护目标见表 3-4 和图 1.4-1~图 3-2。

本项目 5km 范围内涉及敏感点 2269 户 10573 人，其中 3km 范围内 1525 户 7380 人纳入了搬迁计划，目前最近的村庄为 215m 的新基村。本项目工程不涉及工程搬迁、环保搬迁。

评价范围内共有 8 个水环境敏感点，包括 2 个养殖区、3 个自然保护区、1 个旅游区及 2 个企业的取水口，其中项目温排水箱涵至养殖区的距离分别是 2.4km、23km，自然保护区的距离分别是新英红树林自然保护区 26.8km、白蝶贝自然保护区实验区 24.6km、磷枪石岛（大铲礁）珊瑚礁 19.5km，旅游区的距离为 20.2km，企业取水口的距离分别是 6.4km、8.5km。项目取水口到 PTA 工程取水口 5.1km，到中海石化天然气公司取水口 7.3km。

表 3-3 本期环境敏感保护目标

环境类别	保护目标	规模	相对厂址方位	至厂边界距离（m）	环境特征	保护要求
大气、声环境	新基村	38 户、159 人	E	215	新基村	《声环境质量标准》中 3 类标准
	南滩村	49 户、168 人	E	242	农村居民点	《声环境质量标准》中 3 类标准

表 3-4　海域环境保护目标一览表

序号	海海域环境敏感区	与本项目方位	与本项目最近距离（km）*	保护内容
1	儋州峨蔓—后水湾养殖区	东北	2.4	水质、生态
2	新英红树林自然保护区	东南	26.8	
3	新英湾养殖区	东南	23	
4	观音角—白马井度假旅游区	南	20.2	
5	白蝶贝自然保护区	东北	核心区：30.6 缓冲区：28 实验区：24.6	
6	磷枪石岛（大铲礁）珊瑚礁	南	19.5	
7	海南逸盛石化有限公司 PTA 工程取水口（配套 1#码头处）	南	6.4	水质
8	中海石油海南天然气有限公司取水口(神尖角海南 LNG 泵房）	南	8.5	

注：表中距离为项目排水口到各敏感区的最近距离。

图 3-1 环境敏感保护目标示意图

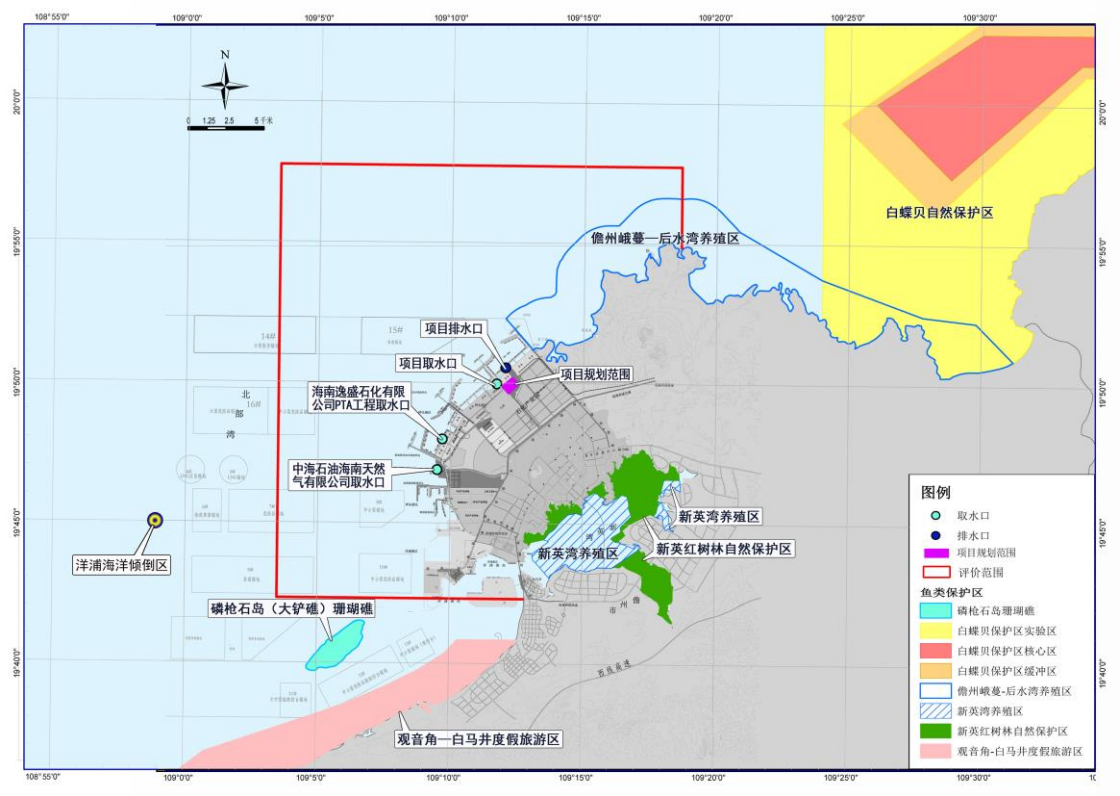


图 3-2 海域环境敏感点分布示意图

评价适用标准

环境质量标准

1、大气环境

根据功能区划和《关于实施<环境空气质量标准>（GB3095-2012）的通知》（环发[2012]11 号），洋浦经济开发区环境空气质量现状执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准。具体标准值见表 4-1。

表 4-1 环境空气质量标准

污染物	标准限值（μg/m³）			引用标准
	1 小时平均	日平均	年平均	
NO_2	200	80	40	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准 *臭氧为 8 小时平均值
SO_2	500	150	60	
TSP	--	300	200	
PM_{10}	--	150	70	
O_3	200	160*	--	
$PM_{2.5}$	--	75	35	
Hg（μg/m³）	--	--	0.05	
Pb（μg/m³）	--	--	0.5	
NH_3	0.2（一次）			参考《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)居住区大气中有害物质的最高容许浓度

2、声环境

项目厂区内执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

表 4-2 声环境质量标准

标准名称及类别		噪声限值	
		昼间	夜间
《声环境质量标准》（GB3096-2008）	3 类	65	55
《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）	3 类	65	55
《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）*		70	55

3、海水水质

《海南省近岸海域环境功能区划》未划定洋浦工业用水区外围海域的功能区划。

《海南省近岸海域环境功能区划》和《海南省人民政府关于同意调整洋浦经济开发区局部岸段近岸海域环境功能区划的批复》（琼府函[2015]31 号），项目配套码头工程为洋浦港区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第四类标准；循环水排水用海区为拟调整的南滩港温排水混合区，混合区边界执行第四类标准。

项目北侧海域为峨蔓-后水湾养殖区，执行二类海水水质标准。另据《海南省海

洋功能区划（2011-2020）》，洋浦工业用水区外围海域属洋浦港港口航运区，执行第三类标准；峨蔓-后水湾养殖区外围海域为西北部保留区，执行一类海水水质标准。

表 4-3　海水水质标准（摘录）　单位：mg/L

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	漂浮物质	海面不得出现油膜、浮沫和其它漂浮物质			海面无明显油膜、浮沫和其它漂浮物质
2	色、臭、味	海水不得有异色、异臭、异味			海水不得有令人厌恶和感到不快的色、臭、味
3	悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤15
4	大肠菌群≤（个/L）	10000 供人生食的贝类增养殖水质≤700			—
5	粪大肠菌群≤（个/L）	2000 供人生食的贝类增养殖水质≤140			—
6	病原体	供人生食的贝类养殖水质不得含有病原体。			
7	水温（℃）	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其它季节不超过 2℃		人为造成的海水温升不超过当时 4 当℃	
8	pH	7.8～8.5 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8～8.8 同时不超出该海　正常变动范围的　.5pH 单位	
9	溶解氧>	6	5	4	3
0	化学需氧量≤（COD）	2	3	4	5
11	生化需氧量≤（BOD_5）	1	3	4	5
12	无机氮≤（以 N 计）	0.20	0.30	0.40	0.50
13	活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.030		0.045
14	氰化物≤	0.005		0.10	0.20
15	挥发性酚≤	0.005		0.010	0.050
17	石油类≤	0.05		0.30	0.50
18	阴离子表面活性剂（以 LAS 计）	0.03	0.10		

污染物排放标准

1、废气

项目施工期粉尘排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297－1996）中表2 新污染源大气污染物排放限值中有关的颗粒物的排放限值的要求。详见表 4-4。

表 4-4　大气污染物综合排放标准（摘录）　单位：mg/m³

污染物	最高允许排放浓度 mg/Nm³	最高允许排放速率 kg/h			无组织排放监控浓度限	
		排气筒高度 m	二级	三级	监控点	浓度 mg/Nm³
颗粒物	120	15	3.5	5.0	周界外浓度最高点	1.0
		20	5.9	8.5		
		0	60	94		
		60	85	130		

厨房油烟废气参照《饮食业油烟排放标准》《GB18486-2001》标准执行。

表 4-5　饮食业单位的油烟最高允许排放浓度和油烟净化设施最低去除效率

项目	小型	中型	大型
最高允许排放浓度	最高允许排放浓度 2.0mg/m³		
净化设施最低去除效率	60	75	85

运营期燃机废气执行《火电厂大气污染物排放标准》（GB 13223-2011）中以气体为燃料的燃气轮机组排放限值，具体见表 4-6。

表 4-6　火力发电锅炉及燃气轮机组大气污染物排放浓度限值

序号	燃料和热能过转化设施类型	污染物项目	适用条件	限值 mg/m³	污染物排放监控位置
1	以气体为燃料的锅炉或燃气轮机组	烟尘	天然气锅炉及燃气轮机组	5	烟囱或烟道
2		二氧化硫		35	
3		氮氧化物	天然气锅炉	100	
			天然气燃气轮机组	50	
4		烟气黑度(林格曼黑度,级)	全部	1	烟囱排放口

项目使用 2 台 40t/h 的蒸汽锅炉作为启动锅炉，锅炉以天然气为燃料，排放浓度参照标准中燃气锅炉大气污染物最高允许排放浓度执行。根据《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014），自 2014 年 7 月 1 日起，新建锅炉执行表 2 规定的大气污染物排放限值。本项目的锅炉为 2 台 40t/h 燃气锅炉，其应设置烟囱的最低高度参照标准中燃油燃气锅炉烟囱最低允许高度为 8m。2018 年 4 月，中共中央、国务院发布了《关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》（以下简称《意见》），《意见》提出，要“打造一流生态环境”，并明确“到 2035 年，生态环境质量和资源利用效率居于

世界领先水平”。因此，海南省在大气、水、土壤、声、生态、海洋等环境质量及能源、水资源、土地使用效率等方面，到 2035 年应达到世界领先水平。本工程位于海南省洋浦经济开发区，启功锅炉排放限值建议按重点区域的要求执行，即执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中表 3 的排放限值，烟囱高度按 15m 设计。表 4-7 为《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）重点地区锅炉大气污染物排放浓度限值。

表 4-7 锅炉大气污染物排放标准

污染物项目	限值			污染物排放监控位置
	燃煤锅炉	燃油锅炉	燃气锅炉	
颗粒物	50	30	20	烟囱或烟道
二氧化硫	300	200	50	
氮氧化物	300	250	150	
汞及其化合物	0.05	-	-	
烟气黑度（林格曼黑度，级）	≤1			烟囱排放口

2、噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523－2011）；运营期厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

表 4-8 建筑施工场界环境噪声排放标准 dB（A）

标准	昼间	夜间
《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523－2011)	70	55
《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类	60	50

3、固体废物

一般固体废物执行（GB18599-2001）《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》及其 2013 修改单标准。

危险化学品贮存执行《常用危险化学品贮存通则》（GB15603-1995）。

危险废物应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单。

4、废水排放标准

本项目生活污水经过生活污水处理系统处理后回用于厂区绿化及道路，满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2002）中城市绿化水质标准。

工业废水处理达标后部分回用，其他混入温排水后排海，工业废水处置达标标准按《污水综合排放标准》（GB8978-96）中一级标准；详见表 4-9。

表 4-9 城市污水再生利用 城市杂用水水质标准

序号	项目	冲厕	道路清扫、消防	城市绿化	车辆清洗	建筑施工
1	pH	6.0~9.0				
2	色（度） ≤	30				
3	嗅	无不快感				
4	浊度（NIU） ≤	5	10	10	5	20
5	溶解性固体（mg/L） ≤	1500	1500	1000	1000	—
6	BOD_5（mg/L） ≤	10	15	20	10	15
7	NH_3-N（mg/L） ≤	0	10	20	10	20
8	阴离子表面活性剂（mg/L）≤	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0
9	铁（mg/L） ≤	0.3	—	—	0.3	—
10	锰（mg/L） ≤	0.1	—	—	0.1	—
11	溶解氧（mg/L） ≥	1.0				
12	总余氯（mg/L）	接触 30min 后≥1.0，管网末端≥0.2				
13	粪大肠菌群（个/L）≤	3				

表 4-10 污水综合排放标准

污染物	标准限值（除色度外，mg/L）		
	一级	二级	三级
COD	60	120	500
BOD_5	20	30	300
氨氮	15	25	/
硫化物	1.0	1.0	1.0
SS	70	150	400
动植物油	10	15	100
石油类	5	10	20
挥发酚	0.5	0.5	2.0
总氰化物	0.5	0.5	1.0

总量控制指标	根据《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》（国发〔2017 年〕65 号）《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》[国发（2013）37 号]，总量控制指标为 COD_{Cr}、二氧化硫、氨氮、氮氧化物、烟{粉}尘、挥发性有机物（TVOC）等六项。 建议排放总量控制指标为： 烟尘：120t/a ；NOx：1000 t/a；二氧化硫：160t/a。 总量控制指标由洋浦经济开发区生态环境保护局分配。根据排污许可证制度：凡是需要向环境排放各种污染物的单位或个人，都必须事先向环境保护部门办理申领排污许可证手续，经环境保护部门批准后获得排污许可证后方能向环境排放污染物，项目总量指标来源应与排污许可证制度相衔接。

建设项目工程分析

工艺流程简述（图示）：

一、施工期

1、厂区施工工艺流程及产污环节

本项目施工期工序包括场地的平整、基础工程的建设、装饰工程、安装工程等。建筑施工的主要工艺流程框图如下：

厂区工艺流程及产污环节

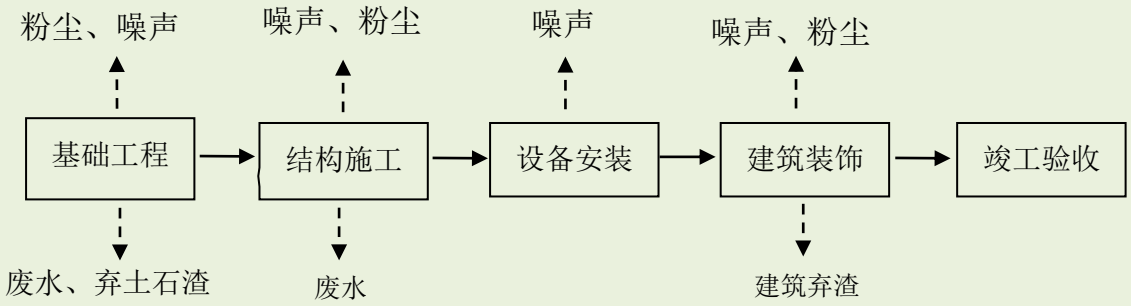


图 5-1　施工期工艺流程及产污图

2、施工总平面布置

（1） 施工生产区

本工程建设 2×460MW 燃气-蒸汽联合循环热电联产机组。施工场地主要规划布置在扩建端，充分利用厂区内后续机组的预留用地，可以满足本项目施工用地要求。

施工生产用地包括设备组合场、设备露天堆场、设备仓库区、加工厂以及混凝土搅拌站，新建施工道路等用地。施工区生产用地面积约为 6.92hm^2。

施工区主要为预留后续机组的扩建场地，施工场地标高为 6.5m。

（2）施工生活及办公区

本项目施工生活区及办公区均在厂区预留用地考虑，施工生活区面积为 0.79 hm^2，施工办公区面积为 0.63 hm^2。

3、施工方案及施工强度

施工方案大致为：对项目厂址进行场地平整，其次进行基坑护壁及修建地基，然后进行主体结构施工，建筑主体结构为混凝土钢架结构、砖混结构，最后进行装饰、装修，同时完善给排水、电路、通风、污水处理、绿化等子项目的施工。为减轻项目施工对所在区域声环境的影响，施工单位合理安排施工时间，避免 22:00—6:00。

施工场地将按照海南省住房和城乡建设厅发布的《关于促进我省建筑工地安全文明施工标准化管理的实施意见》，严格落实“六个 100%”。

4、产污环节

①基础工程施工

包括土方、地基处理与基础施工时由于挖土机、运土卡车等施工机械的运行将产生噪声；同时产生施工扬尘、车辆运输扬尘和施工废水。

②主体工程及附属工程施工

卷扬机运行时产生噪声，原料、材料运输车辆产生噪声、扬尘等，同时随着施工的进行还将产生原料废弃物以及生产和生活废水。

③装饰工程施工

在对构筑物的室内外进行装修时，钻机、切割机等产生噪声，尤其和喷涂漆产生废气、废弃物料及污水。

④水土流失

项目用地目填海工程形成陆域，地表裸露，如雨水冲刷可能将造成水土流失。

二、运营期

燃气蒸汽联合循环机组由燃气轮机、余热锅炉、蒸汽轮机和发电机组成。电厂燃料采用天然气，燃料经管道输送至电厂气体计量站(接受站)，经过必要的处理(如调压等)后送入燃气轮机燃烧，带动燃气轮机作功，燃烧后的烟气通过余热锅炉(HRSG)使余热锅炉的水加热后成为一定温度和压力的过热蒸汽，进入蒸汽轮机作功，燃气轮机和蒸汽轮机共同带动发电机发电，烟气最终通过 80m 高的烟囱排出。

本项目系统单元介绍：

本工程联合循环机组建设 F 级燃气蒸汽联合机组，采用“一拖一”多轴配置方案。本阶段燃机暂参考三菱公司生产的 M701F4 燃机，采用低氮燃烧器，配置 SCR 工艺的脱硝装置。汽机根据热负荷需求抽凝运行。余热锅炉选用卧式、三压再热、自然循环、无补燃锅炉。

燃气-蒸汽联合循环发电系统流程：燃气轮机、蒸汽轮机、发电机、余热锅炉四种主要设备组成了燃气—蒸汽联合循环发电系统，实际上这四种设备的组合布置有多种方式，但主要的分类方式是按轴系布置来分，一种是多轴布置方案，一种是单轴布置方案。本项目采用多轴系统，即燃气轮机和汽轮机分别拖动发电机运行。

经过加热后的天然气进入燃气轮机的燃烧室，与压气机压入的高压空气混合燃烧，产生高温高压气流推动燃气轮机旋转做功。从燃气轮机排出的高温气体高达摄氏 600 度，进入余热锅炉把水加热成高温高压蒸汽。高温高压蒸汽推动蒸汽轮机旋转做功，将内能转换成机械能。

燃气轮机流程：燃气轮机由三大部分组成，左边部分是压气机，有进气口，内部一排排叶片是压气机叶片；中间部分是燃烧器段，围绕一圈的是燃烧室；右边部分是燃机透平，其中有透平叶片，右侧是燃气排出口。燃气轮机是靠燃烧产生的高温高压气体推动燃气叶轮旋转做功。

余热锅炉：从外观上看锅炉主要有进口烟道、炉体、汽包、烟囱组成。炉体内有密集的管道，给水泵将要加热的水压进这些管道，燃气轮机排出的高温气体将管道内的水加热成高压蒸汽。本项目采用三压再热循环余热锅炉，汽水系统主要由低压、中压、高压三部分组成，可同时产生低压过热蒸汽、中压过热蒸汽、高压过热蒸汽，分别驱动低压汽轮机、中压汽轮机、高压汽轮机，可最充分的把燃气的热能转换成机械功。

表 5-1　一拖一单轴和一拖一多轴主要设备对照表

比较项目	一拖一单轴	一拖一多轴
燃气轮机	1	1
蒸汽轮机	1	1
余热锅炉	1	1
发 电 机	1	2
主变压器	1	2

汽轮机：本项目燃机机组采用三压三缸凝气式汽轮机，包含高压汽轮机、中压汽轮机、低压汽轮机，其中低压汽轮机和凝汽器是一体的。

进入高压汽轮机的蒸汽压力约为每平方厘米 100 公斤，从高压蒸汽入口进入高压汽缸，推动动叶，使转子旋转，作功后的蒸气再从高压缸出口排出，通向再热器。进入中压汽轮机的蒸汽压力约为每平方厘米 35 公斤，从中压蒸汽入口进入中压汽缸，推动转子旋转，作功后的蒸气再从中压缸出口排出。进入低压汽轮机的蒸汽压力为每平方厘米 4.6 公斤，从低压蒸汽入口进入后，分向两边汽缸，推动两个汽轮机的叶片轮旋转，作功后的蒸汽排到下方的凝汽器。

低压汽轮机排出的蒸汽已释放了绝大部分能量，但它来自高纯度的除盐水，不能排放浪费，在凝汽器把这些蒸汽冷却成凝结水，通过凝结水泵送往锅炉再利用。凝汽器就在蒸汽轮机下方，外壳与低压汽轮机汽缸连为一体。

主变压器：为了远距离输送电力，电网的电压很高，一般在 22 万伏至 50 万伏。发电机输出的电压为 2 万伏，需通过变压器升高至电网电压才能并网输送。电厂里把发电机输出电压升高为电网电压的变压器称为主变压器。

发电机：发电机主要由转子与定子组成，由于汽轮机的转速很高，故汽轮发电机的转子只有一对磁极，在额定转速每分钟 3000 转时输出 50 赫兹的三相交流电。

主蒸汽及再热蒸汽系统：

主蒸汽管道从过热器出口联箱的两侧引出，在炉前汇流成一路，接至主汽门前再分两路接到汽轮机机头前的主汽门。高温再热蒸汽管道从再热器出口联箱的两侧引出，同样在炉前汇流

成一路，接至机头前下方再分两路分别接入中压缸左右侧的中压联合汽门。低温再热蒸汽管道从高压缸的两个排汽口引出，在机头处汇成一根总管，到锅炉前再分成两根支管分别接入再热器入口联箱。

主蒸汽和再热蒸汽管道采用以上布置方式，可以减少由于锅炉两侧热偏差和管道布置差异所引起的蒸汽温度和压力的偏差，有利于机组的安全运行，同时还可以选择合适的管道规格，节省合金管道的投资。

过热器出口及再热器进、出口管道上都装有水压试验堵阀，供锅炉水压试验时隔断用。

配套水处理系统：

① 锅炉补给水处理系统

锅炉补给水处理工艺流程为：经过水工专业预处理后的松涛水库水→超滤升压泵→自清洗过滤器→超滤装置→超滤水箱→一级反渗透升压泵→一级反渗透保安过滤器→一级反渗透高压泵→一级反渗透装置→一级反渗透产水箱→二级反渗透升压泵→二级反渗透保安过滤器→二级反渗透高压泵→二级反渗透装置→二级反渗透产水箱→预脱盐给水泵→混床→除盐水箱→除盐水管自流或除盐水泵→主厂房及其它除盐水用户。

② 工业废水处理系统

工业废水集中处理系统厂房和设备按 4×460MW 级机组一次建成，废水处理设施处理能力按 1×100m^3/h 设计。工业废水集中处理系统主要处理主厂房冲洗水、锅炉补给水处理系统化学清洗废水等经常性废水以及锅炉酸洗排水等非经常性排水。

对于经常性的、仅需调整 pH 值的排水，经各自的收集系统收集后送至最终中和池，酸碱中和后回用，回用不完的排海。

非经常性排水的处理系统为：收集的废水均排至废水池贮存，并用压缩空气搅拌，混合均匀后的废水经 pH 初调后，用泵送至加药混合器，经过凝聚、澄清，最终中和、过滤后回用。

③生活污水处理系统

生活污水排水系统主要排除主厂房、附属建筑物卫生间排水及食堂排水。生活污水自流排入厂区生活污水管网，食堂排水经小型隔油处理后排入生活污水管网。生活污水管网通过自流方式汇集至生活污水提升泵井，经提升后输送至废污水处理站的生活污水处理系统进行处理。

本工程建设一座生活污水处理站对生活污水进行集中处理，系统按电厂规划容量设计，处理规模为 2×5m^3/h。生活污水处理系统采用生物接触氧化法的二级生化处理工艺。

④含油废水排水

由于本工程是燃机电厂，不需设置油罐，电厂在正常运行情况下，不产生含油废水，仅在机组润滑油箱和室外主变压器的事故时会产生一定的含油废水。因此，为了防止事故时含油废水外漏造成污染，本工程在汽机厂房和燃机厂房前设置 1 座事故油池，容积为 200m^3，直径

8m。收集事故时机组润滑油箱和室外主变压器的排放的含油废水，废水统一收集后，采用移动式油水分离设备定期处理，或委托相关的环保公司进行处理外运。

主要污染工序：

一、施工期

项目施工期间的环境影响问题包括施工废水、施工扬尘、施工噪声以及施工固体废弃物等，这些污染物均会对周围环境构成不同程度的污染影响。施工期产物环节情况见下表 5-1。

表5-1　施工过程污染分布一览表

序号	类型	污染源	主要污染物
1	大气	场地平整	粉尘、燃油废气
2		建筑材料运输、堆放	
3		土方及建筑垃圾运输	
4		装修	有机废气
5	废水	混凝土养护废水、车辆冲洗水	石油类、SS
6		施工人员生活污水	COD、SS、氨氮
7	噪声	施工机械	噪声
8		运输车辆	
9	固体废物	建筑施工	建筑垃圾
10		施工人员	生活垃圾

1. 施工大气污染源分析

项目施工期废气主要包括扬尘、燃油废气和装修废气。

①扬尘

主要来自地表剥除、挖填方、建筑材料装卸、物料交通运输及垃圾清理等过程，主要污染因子为 TSP。据调查，施工作业场地近地面粉尘浓度可达 1.5~30mg/Nm^3，通过采取洒水抑尘措施，其排放量较小。

②燃油废气

主要来自施工设备运转产生的燃油废气和物料交通运输工具产生的燃油尾气，排放的主要污染物为 CO、NO_2 和烃类物等。机动车辆污染物排放系数见表 5-2。

表5-2 不同类型车辆的当量　　L_i（dB)A

类 型	以汽油为燃料（g/L）	以柴油为燃料（g/L）	
		载重车	机车
CO	169.0	27.0	8.4
NO_2	21.1	44.4	9.0
烃类	33.3	4.44	6.0

以中型车为例，其额定燃油量为 30.19L/100km，按表 5-2 机动车辆污染物排放系数测算，单车污染物平均排放量分别为 CO：815.13g/100km，NO_2：1340.44g/100km，烃类物：134.0g/100km。

③装修废气

装修期间所使用的油漆、胶合板、刨花板、泡沫填料、内墙涂料、塑料贴面等装饰材料均会挥发甲醛、苯、甲苯等有毒气体，这将带来环境空气局部的污染。

④焊接烟尘废气

本项目设备安装需要在现场进行制作，安装工序包括焊接，电弧焊是目前应用最普遍的一种焊接方式。在施焊时，焊条、焊件和药皮在电弧高温下，发生蒸发、凝结和汽化，产生一定量的烟尘。根据《焊接技术手册》，手工电弧焊的发尘量为 6-8g/kg 焊条，取平均值 7g/kg 计算，预计项目用焊条量为 1t，则项目焊接烟尘产生量为 0.007t。

2. 施工噪声源分析

施工噪声主要可分为机械噪声、施工作业噪声和施工车辆噪声。机械噪声主要由施工机械所造成，如挖土机械、打桩机械、升降机等，多为点声源；施工作业噪声主要指一些零星的敲打声、装卸车辆的撞击声、拆卸模板的撞击声等，多为瞬时噪声；施工车辆的噪声属于交通噪声。在这些施工噪声中，对声环境影响最大的是机械噪声。

本项目各类施工机械噪声源参考《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）表 A.1 和表 A.2。具体见表 5-3，当多台机械设备同时作业时，产生噪声叠加，根据类比调查，叠加后产生的噪声增加 3~8dB。

表 5-3 主要施工机械设备的噪声声级

名称	单台设备噪声级 dB（A）	离声源的距离（m）	数量（台）
液压挖掘机	82~90	5	1
静力压桩机	70~75	10	1
推土机	83~88	15	2
振捣器	80~88	15	1
商砼搅拌车	85~90	8	1
电锯	93~99	1	1
切割机	100~115	1	1
卷扬机	100~105	1	1

物料运输车辆类型及其声压级见表 5-4。

表 5-4　交通运输车辆噪声源强

施工阶段	运输内容	车辆类型	声源强度[dB（A）]
土方阶段	材料运输	大型载重车	82~90
底板及结构阶段	钢筋、商品混凝土	混凝土罐车、载重车	85~90
装修阶段	各种装修材料及必备设备	轻型载重卡车	82~90

3. 施工废水污染源分析

项目施工期废水主要来自施工过程中产生的少量施工废水和施工人员日常生活过程中产生的生活污水。

1）生活污水

根据有关单位施工经验，燃气机组施工高峰期人数按 1000 人考虑，施工人员生活用水量按 200L/人·d 计，生活用水量约为 200 m^3/d，污水排放量按用水量的 85%计，则污水排水量为 170 m^3/d。项目施工期为 20 个月，按 30 天/月计算，则项目施工期生活污水排放总量为 102000 m^3。项目施工期施工人员产生的生活污水利用移动式污水处理设施处理达标后回用，不外排。

2）施工废水

含油污水：主要是机械维护、维修和清洗外排污水，施工机械跑、冒、滴、漏的污油及露天机械被雨水冲刷后产生的含油污水，主要污染物为石油类、SS，若不处理直接排放会造成附近地表水体的污染。

管道建设好后，需对管道进行分段试压，检查是否漏水，每段试验管长不宜大于 1.0km。预计每段产生的试压废水和冲洗水量为 10~20m^3，主要含有少量的 SS，不含有毒有害物质。通过在试压管道末端设置临时简易沉淀池处理后用于附近道路清洗、项目建设用地生态恢复用水和附近区域绿化。

3）地面冲刷污水

项目施工期遇雨天产生地表径流，会伴有泥沙，此类地表径流中的主要污染物为 SS，其浓度取决于降雨强度、浮土量和前期干旱时间等多种因素，根据国内研究资料和评价资料统计，地表径流对水体的污染多发生在一次降雨的初期，一般来说，降雨初期到形成地表径流的 30min 内，地表径流中的 SS 浓度比较高，30min 后，其浓度随降雨历时的延长下降较快，SS 浓度一般在 300～700mg/L。主要发生区域为施工临时用地区尤其是砂石料及土方堆放场所，此外项目取水管线的开挖会产生土方堆放，遇雨天产生含泥水。

4. 施工固体废物分析

本项目施工期会产生建筑垃圾和施工人员生活垃圾等固体废物。

建筑垃圾：项目建筑垃圾主要来源于建筑物施工过程，主要包括废竹木、木屑、刨花、各种装饰材料的包装箱、包装袋、散落的砂浆和混凝土、碎砖和碎混凝土块、搬运过程中散落的石子、块石、废钢筋、废铁丝和各种废钢配件、金属管线废料等。则建筑物施工过程产生的建筑垃圾量约 600t，运至相关主管部门指定的地点处理。施工过程中产生的废油漆桶等，如属于危废名录的，严格按照国家有关危废管理的法律法规处置。

生活垃圾：高峰时施工人员及工地管理人员约 1000 人，生活垃圾产生量按 0.5kg/人·d 计，则施工人员每天可产生约 5000kg 的生活垃圾。

电厂厂址土石方：根据本工程可研报告，场地为围填海形成的标高 6.50m 的可用建设熟地，经强夯后，再用基槽余土回填至设计标高 6.2m，无土石方工程量。

5.施工期生态影响

项目施工期产生的生态影响主要表现为植被破坏和水土流失。

植被破坏：土地清表平整使项目用地范围内地表植被的清除，生物量受到一定的损失，导致该区域植物初级生产力的损失；但场地为围填海形成的标高 6.50m 的可用建设熟地，从目前现场踏勘情况来看，尚未有植被覆盖。因此，植被生态影响基本不存在。

水土流失：由于土地完全裸露，土壤抗蚀性不高，在缺乏相应保护措施的情况下可能会引起土壤侵蚀量的增加，雨天时将会造成局部范围内的水土流失。

二、运营期

项目运营期主要污染源及污染物产生情况如下表 5-6。

表 5-6　项目主要污染源及污染物产生情况

污染类别	污染源名称	产生工序	主要污染因子
废水	生活污水	员工生活、办公	COD、NH_3-N
	工业废水	化水过程、锅炉清洗过程等	COD、酸碱、化学制剂等
	温排水	海水直流冷却	温度、余氯
废气	NO_x、烟尘	余热锅炉、启动锅炉	NO_x、烟尘
	厨房	灶	油烟
噪声	社会生活噪声	工作过程	人员活动及来往车辆
	设备运行噪声	发电机组、各类泵等	噪声
固废	水处理系统	原水处理、工业废水处理、生活污水处理	颗粒物质、微生物等
	反渗透膜	水处理系统	聚维胺复合膜

	铁渣	锅炉酸洗	铁
	污泥	生活污水处理、非经常性废水处理	污泥、EDTA-Ca 络合物、氢氧化铁
	废润滑油	机组检修	烷烃、环烷烃、芳烃、环烷基芳烃以及含氧、含氮、含硫有机化合物和胶质、沥青质等非烃类化合物
	废变压器油	事故泄露	烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物
	废离子交换树脂	水处理系统	苯乙烯二乙烯基苯
	锅炉酸洗废液	锅炉酸洗	酸
	废催化剂	脱硝系统（SCR）	TiO_2 等危废
	生活垃圾	日常生活	废纸、废塑料等

1、大气污染源分析

（1）经验统计方法估算排放浓度

本节计算所涉及数据引用《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》（第十分册[4411 火力发电行业] 产排污系数表-天然气），详见表 5-7，由表可知项目燃气电厂工业废气量为 24.55Nm^3/m^3·原料，烟尘产生量 103.9mg/m^3 原料，二氧化硫产生量为 70.7mg/m^3 原料，氮氧化物产生量为 1.66g/m^3 原料（采用低氮燃烧技术）。

表 5-7 4411 火力发电行业产排污系数表（天然气）

产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术名称	排污系数
电能/电能+热能	天然气	燃机	所有规模	工业废气量	标立方米/立方米-原料	24.55	直排	24.55
				烟尘	毫克/立方米-原料	103.9	直排	103.9
				二氧化硫	毫克/立方米-原料	70.7	直排	70.7
				氮氧化物	克/立方米-原料	9.82	直排	1.02
						低氮燃烧 1.66	直排	1.66

根据可研，机组年工作小时按照 8040 小时，预计两台机组天然气用量为 13.76×10^{8}m^3，计算燃机工业废气产生量约为 337.81×10^{8}m^3，污染物产生量及产生浓度见下表。

表 5-8 燃料废气及其污染物发生量

污染物	污染物产生量	污染物排放量	污染物排放浓度
废气	337.81×10^8 m^3/a	337.81×10^8 m^3/a	/
烟尘	142.97 t/a	142.97 t/a	4.23mg/m^3
二氧化硫	97.28 t/a	97.28 t/a	2.88mg/m^3
NOx	2284.16 t/a	1142.08 t/a	33.81mg/m^3

可研给出本工程采用低氮燃烧和 SCR 脱硝工艺，通过经验统计方法计算得烟尘、SO_2、NOx 排放浓度分别按 4.23mg/Nm^3、2.88mg/Nm^3、33.81mg/Nm^3。

（2）**国内其他燃气电厂类比调查**

根据刘志坦等 2018 年 1 月发表在《中国电力》的文章《中国燃气电厂烟气排放现状及政策趋势》，国内大部分现有燃气电厂未安装 SCR 脱硝系统，2011 年发布的《火电厂大气污染物排放标准 GB 13223—2011》难以科学客观地反映当前燃气机组真实的排放水平，还有进一步下调的空间。目前，燃气轮机排放的主要污染物为 NO_x，因此环保治理的主要对象是 NO_x。刘志坦等通过问卷调研的燃气电厂正常工况运行时均能达到国家标准的排放要求。其中，北京地区燃气轮机发电机组采取了 SCR 脱硝技术，电厂 NO_x 排放均控制在 25 mg/m^3 以下，SO_2 排放浓度均小于 5 mg/m^3，电厂烟尘排放均控制在 3 mg/m^3 以下。

（3）**本工程机组大气污染物排放估算**

电厂废气主要是天然气经过燃烧后再经烟囱排放的废气。根据本工程可研，本工程将采用低氮燃烧技术，并选用 SCR 脱硝工艺，设计脱硝效率定为 50%、NO_x 排放浓度不超过 25mg/Nm^3（含氧量 15%），因天然气的成分组成主要为甲烷和其他碳氢化合物，经低氮燃烧后产生较少的 NO_x 和 SO_2，如天然气燃烧不完全，可能有少量碳颗粒产生。

① SO_2 排放浓度

本工程是目前国际上公认的清洁高效的燃气-蒸汽联合循环机组，采用中海油天然气为燃料，不设除尘和脱硫装置，可研根据天然气来源及其组分给出的 SO_2 排放浓度为 0.21mg/Nm^3。根据燃用“西气东输”天然气的深圳大唐宝昌燃气发电有限公司 2016 年 6 月和 8 月份监督性监测报告中数据，其 SO_2 排放浓度不高于 4mg/m^3；经验统计计算得出的 SO_2 排放浓度为 2.88mg/m^3；《海南清澜 2×460MW 级燃气—蒸汽联合循环电厂扩建（约亭）工程项目环境影响报告表》（报批稿）采用的烟尘排放浓度为小于 3 mg/Nm^3 计。

综合上述，保守考虑，本工程总量估算中 SO_2 排放浓度按 4mg/m^3 计算。

② NO_x 排放浓度

燃烧过程中氮氧化物的生成主要途径有：热力型氮氧化物（空气中的氮气高温氧化）、快速性氮氧化物（燃烧时空气中的氮气和燃料中的碳氢离子团反应生成）、燃料型氮氧化物（燃料中含有的氮化合物燃烧过程中热分解氧化生成）。故氮氧化物生成不能通过物料平衡法计算排放浓度及总量。通常类比现运行的 F 型燃机确定氮氧化物排放浓度限值，根据烟气量反推氮氧化物排放总量。

本工程采用低氮燃烧器及 SCR 脱硝来控制 NOx 的排放浓度，干式低氮燃烧器为预混燃料模式，天然气流经位于斜旋流器的喷嘴并在通往燃烧室的通道上与空气混合，从而降低 NO_x 生成，而无须喷水或蒸汽降温。通过类比现运行的 F 型燃机及燃机制造厂家提供资料，本工程

烟气成分（低氮燃烧系统）中 NO_x 的产生浓度按不大于 25mg/m^3 确定氮氧化物排放浓度限值，根据烟气量反推氮氧化物排放总量。

类比现运行的 F 型燃机的 NOx 实测排放值（低氮燃烧技术，无 SCR 脱硝装置），具体案例如下：

a）北京京能集团公司——北京太阳宫电厂工程项目

北京太阳宫电厂是国内第一家大型燃气热电厂，是国际上第一台 9F 级燃气热电冷联供机组。该电厂燃机及其发电机采用美国 GE 公司设备。该电厂氮氧化物排放浓度为 22.5mg/m^3。

b）深圳大唐宝昌燃气发电有限公司

深圳大唐宝昌燃气发电有限公司燃气轮机烟气中 NO_x 的排放浓度最高为 16mg/m^3。

故本工程氮氧化物排放浓度低于 25mg/m^3 是有保证的的。

因此，保守考虑，本工程总量估算中 NO_x 排放浓度按 25mg/m^3 计算。

③ 烟尘排放浓度

由于天然气的成分组成主要为甲烷和其他碳氢化合物，经燃烧后主要产生水和 CO_2，没有烟尘产生。但如天然气燃烧不完全，可能有少量碳颗粒产生；另外空气里有尘存在，在与天然气混合后在燃气轮机中生成烟尘。由于大型燃气轮机对天然气的燃烧非常彻底，因此碳颗粒产生量非常小；燃机内的叶片等设施非常娇贵，燃机运行时有任何杂质，都会对设备造成磨损。因此对天然气、空气的纯净度要求很高，天然气、空气在进入时都要严格过滤，因此大型燃机的烟尘排放量很小。

本工程可研根据天然气来源及其组分给出的烟尘排放浓度为 4.79mg/Nm^3，经验统计计算得出的 SO_2 排放浓度为 4.23mg/m^3,《海南清澜 2×460MW 级燃气—蒸汽联合循环电厂扩建(约亭）工程项目环境影响报告表》（报批稿）采用的烟尘排放浓度为小于 3 mg/Nm^3 计。

综合上述，保守考虑，本工程总量估算中烟尘排放浓度为小于 3 mg/Nm^3 计。

④ 本项目烟气正常排放情况

根据本工程可研资料，单台余热锅炉的烟气量为 2524.2t/h（烟气比容为 1.056m^3/kg），项目机组年工作小时按照 8040 小时，则两台机组的烟气量为 428.62×10^{8}m^3/a，其污染物产生量及产生浓度见下表。

表 5-9　燃料废气及其污染物发生量（两台机组）

项目			符号	单位	F 级
烟囱		烟囱方式	每台余热锅炉配置 1 根烟囱，共 2 根		
		几何高度	Hs	m	80
		出口内径	D	m	7.5
烟气排放状况		干烟气量	V_0	t/h	4794. 8
		烟气比容	V	m^3/ Kg	1.056
烟囱出口参数		烟气温度	Ts	℃	83
大气污染物排放状况	SO_2	小时排放量	M_{SO2}	kg/h	21.32
		年排放量	M_{SO2}	t/a	**152.6**
		排放浓度	C_{SO2}	mg/Nm^3	4
	NOx	小时排放量	M_{NOX}	kg/h	133.28
		年排放量	M_{NOX}	t/a	**953.7**
		排放浓度	C_{NOX}	mg/Nm^3	25
	烟尘	小时排放量	$M_{尘}$	kg/h	15.99
		年排放量	$M_{尘}$	t/a	**114.5**
		排放浓度	$C_{尘}$	mg/Nm^3	3

综上，本工程燃气电厂排放水平，NO_x、SO_2、烟尘排放浓度分别按 25mg/Nm^3、4mg/Nm^3、3mg/Nm^3 （15%含氧量，标态干基）控制。本工程余热锅炉大气污染物排放情况见表 5-9。烟气污染物中 NOx、SO_2 和烟尘排放浓度可以满足《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）表 2 限制要求。

（4）启动锅炉燃烧废气

本工程设置 2 台 40t/h 启动锅炉，启动锅炉仅在锅炉启动时运行，每次运行时间约 2h，每年运行次数按照 10 次计算，即 20 个小时，预计天然气用量为 $6.4\times10^4m^3$。计算引用《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》(第十分册 [4430 热力生产和供应行业] 产排污系数表-燃气工业锅炉)，详见表 5-10，由表可知项目燃气锅炉工业废气量为 136.259.17Nm^3/万 m^3·原料，氮氧化物产生量为 18.71kg/m^3 原料。

表 5-10　4430 工业锅炉产排污系数表（燃气工业锅炉）

产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术名称	排污系数
蒸汽/热水/其他	天然气	室燃炉	所有规模	工业废气量	标立方米/万立方米-原料	1362593.17	直排	136259.17
				二氧化硫	千克/万立方米-原料	0.02S	直排	0.02S
				氮氧化物	千克/万立方米-原	18.71	直排	18.71

					料			

天然气中含硫量很低，废气二氧化硫可忽略不计，启动锅炉燃烧废气主要为氮氧化物，计算锅炉废气产生量约为 $8.69\times10^6m^3$，污染物产生量及产生浓度见下表。

表 5-11　燃料废气及其污染物发生量

污染物	排放系数	污染物产生量	污染物排放量	污染物排放浓度
废气	标立方米/万立方米-原料	$8.69\times10^6m^3$	$8.69\times10^6m^3$	/
NOx	标立方米/万立方米-原料	119.744kg	119.744kg	$13.77mg/m^3$

上表可见，计算得 NOx 排放浓度为 $13.77mg/Nm^3$。

（5）非正常排放

本工程非正常排放为一台燃机轮机机组检修时。当一台机组检修或事故停运时，为了满足设计热负荷的要求，供热蒸汽全部由高压主蒸汽减温减压提供，汽轮机可能处于低负荷或停运状态，同时可投运燃气启动锅炉，供给中压蒸汽。由于一台机组运行时的污染物排放量小于全厂运行时污染物的排放量，因此本次环评将不再考虑非正常情况下污染物的排放量及对环境的影响。

（6）油烟废气

食堂采用液化石油气为燃料，属清洁能源。

液化石油气使用量按 5kg/人•月，项目用餐职工人员共 40 人，则石油液化气年使用量为 2.4t/a，液化石油气烟气量产生系数为 17000 Nm^3/t，餐饮燃气烟气量为 4.08 万 Nm^3/a。液化石油气的主要污染物排放因子见表 5-12，食堂燃气污染物产生量为：烟尘：11.2g/a；SO_2:0.72kg/a；NOx：10.8kg/a。燃料废气通过烟道屋顶排放。

表 5-12　液化石油气的主要污染物排放因子

燃料种类	污染物指标	单位	产污系数	本项目产生量
液化石油气	烟气量	Nm^3/t-气	17000	40800
	烟尘	g/t-气	4.68	11.2
	SO_2	Kg/t-气	0.3	0.72
	NOx	Kg/t-气	4.51	10.8

注：引自《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》，液化石油气含硫量取 0.015%。

按人均耗油量 10g/人次•d 计算，职工数为 40 人，用餐人员为 40 人次/d，则食堂年消耗食用油 1.12t/a，食堂设 2 个炉灶，每天使用约 2h，安装油烟净化器 1 台，风量约 $2000m^3/h$，去除效率 60%以上，食堂炉灶污染物产生量为：油烟：0.6kg/a，通过烟道屋顶排放。

2. 噪声污染源分析

（1）噪声源

本项目噪声主要来源于燃气轮机、蒸汽轮机、余热锅炉、机力通风冷却塔、风机、水泵、调压站阀门等高噪声设备。根据本工程各功能区域的噪声源特点和特性分析，厂区噪声基本可分为 6 个功能区域：主厂房区域、余热锅炉区域、循环冷却水取排水区域、变压器区域、天然气调压站区域以及辅助机房区域。

（2）类比同类型项目源强

北京太阳宫燃气热电厂有限公司由北京能源投资（集团）和国电电力发展股份共同出资组建，现位于朝阳区太阳宫乡，占地面积 9 公顷，项目总投资 32 亿元，建设规模 2×350MW 级燃气—蒸汽联合循环发电供热机组，工程 2006 年 7 月开始建设。

北京太阳宫燃气热电厂占地面积较小，冷却塔、主厂房等距厂界围墙均较近，周边居民居住较近，如不采取措施，则厂界噪声超标很严重，未采取措施时的噪声模拟见图 5-4。

北京绿创声学工程股份有限公司承担了该工程噪声治理，在采取了噪声治理措施后，主要声源水平见表 5-13。2009 年 3 月，北京市环境监测站对北京太阳宫燃气热电厂进行了厂界环境监测，结果如表 5-14。

表 5-13　主要声源噪声水平

设备名称	噪声水平[dB（A）]	备注
主厂房	60	厂房外 1 米
机力通风冷却塔	59	风筒出风口 45 度方向 1 米
锅炉本体	61	距离 1 米
锅炉给水泵等辅机	52	距离 1 米

表 5-14　北京太阳宫燃气热电厂厂界噪声监测值

监测点编号	监测点位	测量值		说明
		昼间	夜间	
1	西	48.4	44.3	厂区噪声
2	北	47.9	44.5	厂区噪声
3	东	47.9	47.1	冷却塔及噪声
	本底值		44.0	
	修正值		44.2	
4	南	53.9	47.8	生活及厂区噪声
	本底值		45.2	
	修正值		44.3	

由太阳宫噪声治理结果和实际监测结果看，燃机电厂在采取了隔声、消声、减震等措施后，厂界噪声完全可以达到 3 类标准。

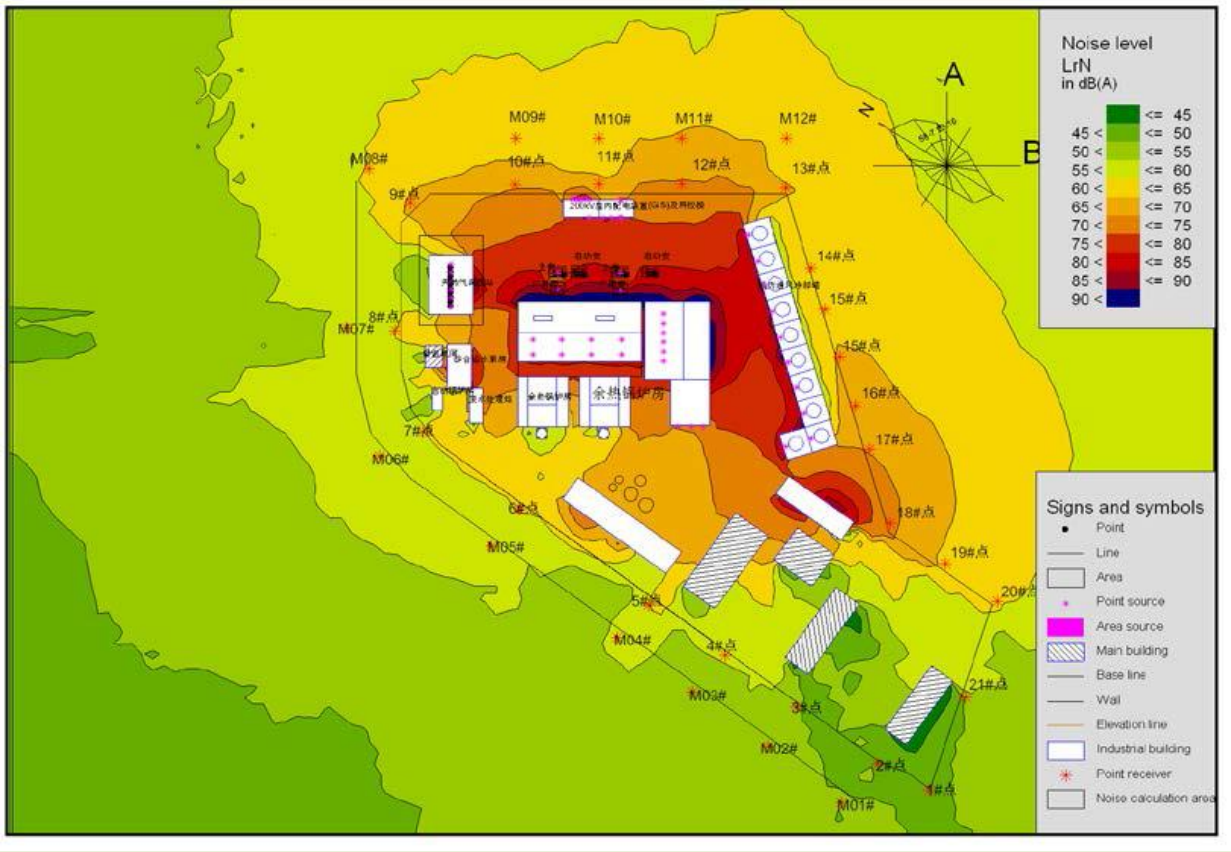


图 5-4　未采取噪声治理措施时声学软件模拟图

（3）本项目噪声源强

类比其它已运行机组，本期工程噪声治理将采取以下措施：

①对于噪声较大的设备，如发电机、汽轮机、励磁机以及泵体等设计、招标时向制造厂家提出噪声控要求，以便从源上控制噪声。

②设计上尽量使汽水、烟风管道布置合理，介质流动畅通减少噪声。

③引风机、送风机等噪声源应采取安装隔音罩等隔声降噪措施。

④所有转动机械部位加装减振固肋装置，减轻振动引起的噪声。

⑤噪声较大的锅炉点火及事故排汽管道出口安装消器，一次风机、送风机、空压机等设备的进风口应安装消声器，其效果达到 30dB 以上。

⑥对于噪声影响较大的源，如汽机、风机、水泵等，能够布置于室内应该布置在室内，利用建筑物隔声来消减噪声影响。

本期工程主要设备噪声水平及拟采取的主要噪声治理措施见表 5-15。

表 5-15　本项目噪声的污染源一览表

设备名称	噪声水平[dB（A）]	备　注

燃气轮机	85～90	距离机器本体 1m
燃气轮机进风口	76～82	距进风口 1m
蒸汽轮机	≥92	距机组 1m
天然气调压站（压缩机）	≥105	距管线 1m
厂房屋顶风机	80～85	风机轴线 45°方向 1m
锅炉本体	75～80	距机组 1m
锅炉给水泵	85～90	距机组 1m
余热锅炉烟囱	≥70	加消声器后
各类泵体	85～90	距设备 1m
变压器	68～75	距变压器 1m

此外，本项目取水工程建设有一座泵站，投入运营后对周围声环境产生的影响主要来源于水泵产生的噪声，单机噪声源强约 70~80dB（A）。

3.水污染源分析

（1）项目用水情况

本工程用水种类包括工业和生活用水两部分。工业用水包括循环冷却水、空调补给水、主厂房杂用水、机组汽水循环损失补充水。

① 生活用水

主要为项目劳动定员产生的生活污水，项目劳动定员按 157 人计（含二期工程，按 160 人进行估算），食宿在厂区内，食宿在厂区内用水定额按照按每人每天用水 250L 计算，其他人员按照每人每天用水 100L 计算，则生活用水量每天为 43.2m^3/d (14256m^3 /a)。

本工程可研给出的生活用水量为 4 m^3/h，生活污水量为 3 m^3/h，可满足营运期需求。

② 生产用水

本工程循环冷却水为海水，由于海洋洋浦气候的特殊性，不考虑冬夏差异。此外，电厂淡水主要用于化学水处理系统补充水、空调补充水、工业用水、消防及生活用水等本工程用水情况见下表 5-16 ，项目水量平衡图见图 5-5。

表 5-16　两台机组淡水补给、消耗及排水水量表单位：m^3/h

序号	用水项目	用水量	回收水量	损耗水量	备注
0	温排水（海水）	69695	0	69695	直排海
1	净水站自用水	21	0	21	
2	主厂房杂用水	5	0	5	主厂房冲洗水
3	空调用水	5	0	5	
4	化学水处理系统用水	617	32	434.6	167 m^3/h 反渗透浓水直排海 污水处理厂达标尾水排海量 13.4 m^3/h
5	未可预见水量及管网损失	30	0	30	
6	生活用水	4	3	1	
	总计	682	35	510	

注：①表中所列数据为夏季 10%气象条件下平均小时用水量和耗水量，部分间断运行的用水量折合成连续的平均小时用水量进行水量平衡；②机组启动、检修等的非正常工况用水量不参与水量平衡。

（2）项目排水

本期工程生产过程中产生的主要污废水有：生活污水和生产废水。

① 生活污水

生活污水主要来源于厂区内生产办公楼、主厂房、食堂、辅助/附属车间等非生产性排水，排水量按用水量 85%计算，项目生活污水排放量为 36.72m^3/d (12117.6m^3 /a)，其中主要污染物浓度 COD：350mg/L，NH_3 -N：35mg/L，SS：200 mg/L 等。

生活污水量较少，本期新建处理能力为 2×5m^3/h 的生活污水处理装置，全厂生活污水压力或自流输送至处理站内，经处理设备处理并消毒后，处理达标的污水回用于厂区绿化，不外排。生活污水产排情况见表 5-17。

表 5-17　生活污水产排情况

序号	污染物	污染物浓度（mg/L）	产生量（t/a）
1	污水	—	12117.6
2	COD	350	4.24
3	BOD_5	275	3.33
4	NH_3-N	35	0.424
5	SS	200	2.42

②生产废水

本工程生产废水主要包括经常性废水如余热锅炉排污水（包括定期排污和连续排污）、净水站污泥浓缩排水、化验室及主厂房排水以及非经常性废水如超滤装置和膜冲洗水、燃机清洗废水和锅炉酸洗废水。

1）经常性废水

工业废水处理站污泥浓缩排水：本工程在工业废水处理站设置污泥浓缩系统一套，包括污泥浓缩池及污泥脱水机，处理澄清处理排泥水和石灰软化过滤排泥水。排泥水经污泥脱水机后可保证泥饼含水率约为 65~75%。经浓缩压滤成泥饼后委托有资质的单位定期清运处置。

其处理流程如下：

处理站澄清处理排泥水 ⟶ 处理站污泥浓缩脱水一体机⟶含泥废水回用至处理系统

↓

泥饼外运

余热锅炉排污水：余热锅炉运行过程中为保证炉水品质而进行的排污，包括锅炉表面排污（连排）和锅炉底部排污（定排）。连排主要是排掉锅水表面泡沫物质等，定排主要是排除水渣和泥垢等底部沉积物。两台余热锅炉排污水产生量约为 30 t/h，排放至工业废水处理系统。

化验室、主厂房排水：电厂化验室废水主要污染因子为盐类及 pH，主厂房杂用水包括地面冲洗等废水，这两份水均进入工业废水处理系统。工业废水处理系统主要处理化学水处理系统排出的酸碱废水、主厂房冲洗废水等。本期拟建设工业废水处理站 1 座，处理能力为 1×100 m^3/h，处理后的水质可以满足工业水回收利用的要求。

反渗透浓水：化水系统中一级反渗透浓水含盐量较高，但属于清下水，可直接排海，排海量为 167 m^3/h。根据可研，进水回收率为 75%，则反渗透浓水中盐类浓度为原水的 4 倍，其主要成分为 NaCl 和 Na_2SO_4。

2）非经常性废水

超滤装置和膜清洗废水：RO 水处理系统中超滤膜和反渗透膜需要定期清洗。反渗透膜约半年清洗一次，一次废水约 40t。

燃机清洗废水、锅炉酸洗废水：燃机约每 2 月清洗一次，一次排水约 2t；燃机清洗废水主要污染物为悬浮物和盐（主要为钠盐和钙盐）。锅炉约 10 年清洗一次，化学酸洗废液 2000t/次，后期冲洗水约 1000t/次。锅炉一般采用 EDTA（乙二胺四乙酸）清洗工艺，该工艺具有清洗系统简单、清洗操作安全可靠等优点。燃机清洗及锅炉清洗均由专业人员到场清洗，清洗产生的废水废液由清洗公司带走处置。

4.固体废物污染源分析

本工程产生的固废主要包括原水处理装置排泥，非经常性废水处理装置排泥，职工生活垃圾，水处理系统产生的废反渗透膜，锅炉酸洗时清洗下来的铁渣和锅炉酸洗废酸液，以及原水制备更换下来的混床离子交换树脂。另外，机组在检修时会产生废润滑油，变压器

在发生火灾、爆炸等事故时会产生变压器油。

其中：原水处理装置排泥少量。职工生活垃圾按年产生量约为 25t/a。水处理系统反渗透膜服务期满后（一般 8~10 年）产生废反渗透膜，由厂商回收。锅炉酸洗时清洗下来的铁渣约 0.5t/次由清洗公司拉走处置;锅炉酸洗废液约 400t/次/台炉由具有危废处理资质的单位回收处理。混床的离子交换树脂更换周期一般为 8-10 年，产生量约为 7.8t，由专业公司回收。机组在检修时将产生废润滑油，变压器发生火灾、爆炸等事故时也将有变压器油产生。

根据《固体废物鉴别导则（试行）》和《国家危险废物名录》，生活垃圾为固体废物；原水处理装置排泥、非经常性废水处理装置排泥、反渗透膜、铁渣均属于一般工业固体废物；离子交换树脂、锅炉酸洗废液、废润滑油、废变压器油属于危险废物。本工程各类副产物见表 5-18。

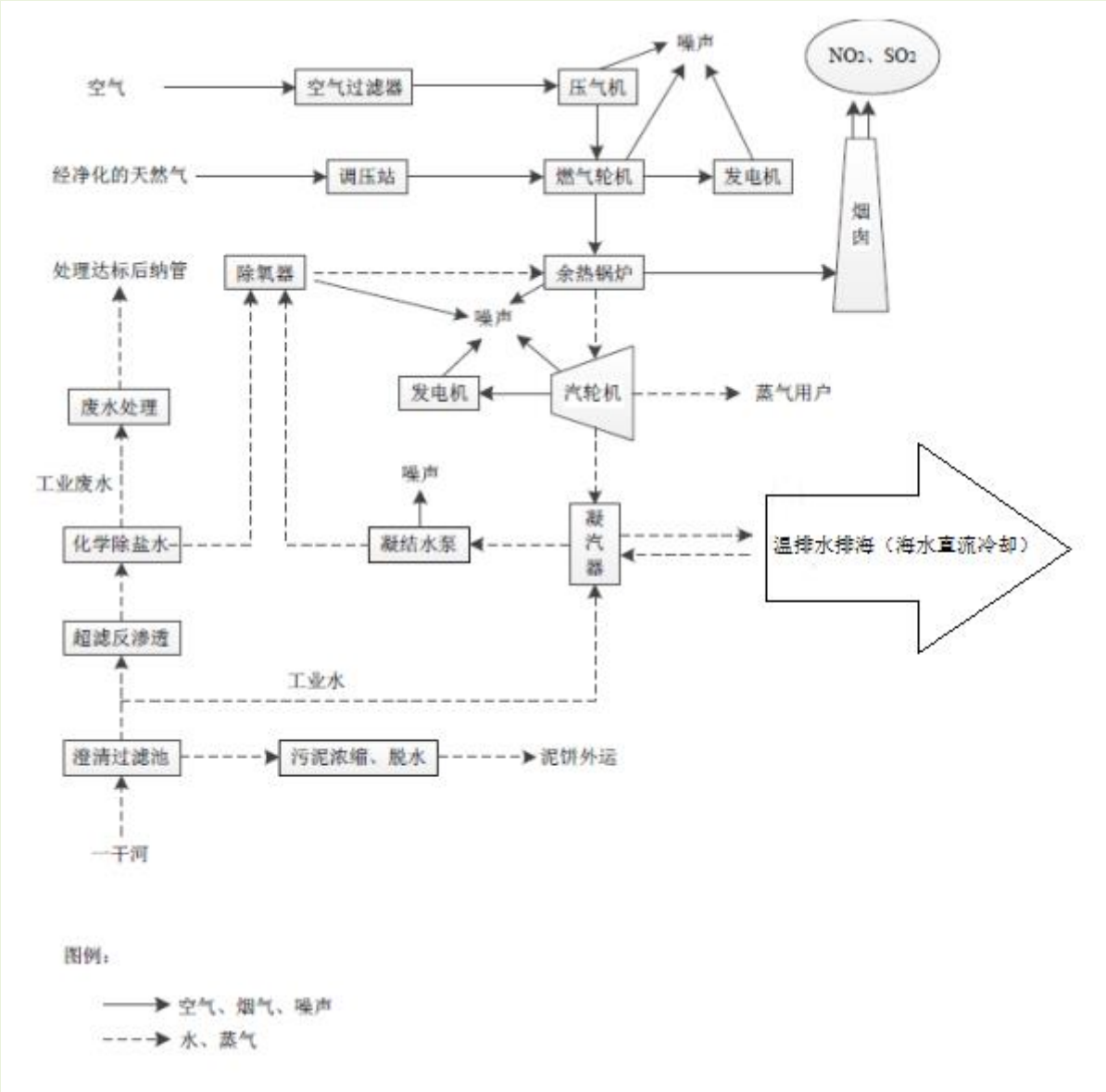
表 5-18　本工程固体废物分析结果汇总表

序号	副产物名称	产生工序	形态	产生量	主要成分	属性	废物代码
1	原水处理排泥	原水处理	固态	2t/a	颗粒物质、微生物等	一般工业固体废弃物	/
2	反渗透膜	水处理系统	固态	4t/次	聚维胺复合膜	一般工业固体废弃物	/
3	铁渣	锅炉酸洗	固态	少量	铁	一般工业固体废弃物	/
4	污泥	非经常性废水处理	固态	少量	熟石灰、EDTA-Ca 络合物、氢氧化铁	一般工业固体废弃物	/
5	废润滑油	机组检修	液态	8t/a	烷烃、环烷烃、芳烃、环烷基芳烃以及含氧、含氮、含硫有机化合物和胶质、沥青质等非烃类化合物	危险废物	HW08900-249-08
6	废变压器油	事故泄露	液态	55t/次	烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物	危险废物	HW08900-249-08
7	废离子交换树脂	水处理系统	固态	7.8t/次	苯乙烯二乙烯基苯	危险废物	HW13900-015-13
8	锅炉酸洗废液	锅炉酸洗	液态	400t/次	酸	危险废物	HW34900-300-34

9	生活垃圾	日常生活	固态	25t/a	废纸、废塑料等	固体废弃物	/

5.升压站环境污染

升压站主要环境影响为工频电场、工频磁场。通常升压站厂界围墙外如不受进出线影响，其工频电场、工频磁场均已低于《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)中规定的公众曝露控制限值，即工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 限值标准，对厂界外电磁环境没有影响。


空气
空气过滤器
压气机
噪声
NO2、SO2
经净化的天然气
调压站
燃气轮机
发电机
烟囱
处理达标后纳管
除氧器
余热锅炉
噪声
发电机
汽轮机
蒸气用户
废水处理
工业废水
噪声
化学除盐水
凝结水泵
凝汽器
温排水排海（海水直流冷却）
超滤反渗透
工业水
澄清过滤池
污泥浓缩、脱水
泥饼外运
一干河
图例：
空气、烟气、噪声
水、蒸气

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	处理前产生浓度及产生量(单位)	排放浓度及排放量(单位)
大气污染物	施工	施工机械	粉尘、CO、NO_2	无组织排放	无组织排放
		料场、施工区	粉尘	无组织排放	无组织排放
	运营期	汽车尾气	CO、总烃NO_X	无组织排放	无组织排放
		油烟废气	油烟	0.3mg/m³、0.02592t/a	0.0075mg/m³、0.0486t/a
		燃烧废气	废气量	428.62×10⁸m³/a	428.62×10⁸m³/a
			NO_X	2143.10t/a，50mg/m³	1071.55t/a，25mg/m³
			SO_2	171.45t/a，4mg/m³	171.45t/a，4mg/m³
			烟尘	128.59t/a，3mg/m³	128.59t/a，3mg/m³
水污染物	施工期	生活、生产污水170m³/d	COD BOD_5 SS	250mg/L，42.5kg/d 140mg/L，23.8kg/d 300mg/L，51kg/d	0
	营运期	生活污水 12117.6m³/a	COD BOD_5 NH_3-N SS	350mg/L，4.24t/a 275mg/L，3.33t/a 35mg/L，0.424t/a 200mg/L，2.42t/a	0
		一级反渗透浓盐水 167m³/h	NaCl Na_2SO_4		
		工业废水 432m³/a	COD NH_3-N SS Fe	408mg/L，0.408t/a 600mg/L，2.6t/a 282mg/L，1.22t/a 94mg/L，0.4t/a	0
固体废物	施工	工地	建筑垃圾	600t/建设周期	送至指定的垃圾堆放场
		营地	生活垃圾	50kg/d	由环卫部门统一收集
	营运期	项目区内	原水处理排泥	2t/a	0
			反渗透膜	4t/次	0
			铁渣	0.5/次	0
			污泥	少量	0
			废润滑油	8t/a	0
			废变压器油	55t/次	0
			废离子交换树脂	7.8t/次	0
			锅炉酸洗废液	400t/次	0
			生活垃圾	25t/a	0
噪声	施工	本项目施工期主要的施工机械产生的噪声较大，其主要施工机械 1m 处的噪声值在 75-90dB 之间。			
	营运	主要为设备运行噪声：符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GBl2348-2008)3 类、4 类标准。			
其他	本工程投运后，升压站围墙外工频电磁场将低于《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)的公众 曝露控制限值，对电厂周边的电磁环境影响较小。另外，风险分析详见相关专题评价。				
主要生态影响（不够时可附另页）：施工期将不可避免对原始的地形地貌、植被等造成扰动、破坏或再塑，因此施工期需及时采取防护措施，并在施工结束后采取措施尽快恢复植被，及时有效控制水土					

流失，恢复改善建设区的生态环境。在采取有效植被恢复措施后，本项目对陆生生态环境影响较小。

环境影响分析

一、施工期环境影响分析

1、大气环境影响分析

项目施工期主要是进行主体建设，施工方式简单，产生的环境影响主要是噪声、焊接烟尘、施工机械及运输车辆燃油废气以及钢结构废料及余料。如不妥善处理，会给周围环境造成不良的影响。

（1）扬尘

粉尘来源：建筑材料运输、装卸、堆放、挖料过程产生的粉尘；各种施工车辆行驶等造成施工现场大气粉尘浓度高于其它地区。

根据类比分析，在一般气象，平均风速 2.5m/s 的情况下，建筑施工扬尘的影响范围其下风向的影响范围为 200m。施工扬尘影响强度和范围，见表 6-1。由表可见，施工现场局部扬尘浓度较高，但衰减较快，200m 处已经接近背景值。

表 6-1 施工场地扬尘浓度衰减过程及影响范围

距现场距离/(m)	10	30	50	100	200
TSP 浓度/(mg·m^{-3})	1.843	0.987	0.542	0.398	0.372

项目施工过程中产生的扬尘会对周边敏感点产生不利影响，影响范围主要为 200 米，本项目厂区周边 200 米范围内无居民区，受施工扬尘影响较大。根据《防治城市扬尘污染技术规范（HJ/T393-2007）》，施工单位特别要加强施工组织管理，以及对运输白灰、水泥、土方及施工垃圾等易产生扬尘的车辆、物料要采取严密遮盖，避免沿途撒漏，同时对工地出入口设置车辆清洗台，对运输车辆清洗，完善排水设施，防止泥土粘带。施工期间，车辆驶离工地前，应在洗车平台清洗轮胎及车身，不得带泥上路。工地出口处铺装道路上可见粘带泥土不得超过 10m，并应及时清扫冲洗。

（2）施工运输车辆产生的废气

施工过程中燃油废气主要为挖掘机、装载机等施工机械设备作业及物料运输车辆行驶过程中燃烧动力燃油而排放的废气，其中的主要污染因子为 CO、NOx、SO_2 等，施工单位必须使用污染物排放符合国家标准的运输车辆和施工机械，加强设备、车辆的维护保养，使机械、车辆处于良好工作状态，严禁使用报废车辆和淘汰设备，以减少施工机械废气对周围环境的影响。车辆废气污染物排放量极少，可忽略不计，而且施工场地相对较为空旷，施工过程中各机械设备排放的废气很快就会随风稀释扩散，对当地环境空气造成的影响较小。

（3）油漆废气

项目主体构筑物建成后，装修时将会有油漆废气产生，该废气的排放属无组织排放。由于各区块功能不同，装修的油漆耗量和选用的油漆品牌也不一样，装修时间也有先后差异。因此，该废气的排放对周围环境的影响也较难预测。本评价只对油漆废气作定性影响分析。涂料废气中有害气体主要为油漆废气，油漆废气的主要污染因子为油性涂料中含有的二甲苯、甲苯、汽油、丁醇、丙醇，首先油漆废气对施工工人的影响较大，尤其是其中含较高的二甲苯、甲苯，有脱脂作用，会引起皮肤干燥,严重时会皲裂，短时间吸入会觉得眼鼻刺激感,流泪。特别容易与神经细胞结合,出现神经损害，如疲劳、记忆力下降、注意力不集中、失眠、头晕等。高浓度区吸入，严重时可昏迷。如管理不善，散发出外环境，会造成对周围环境的影响，因此装修期要加强对装修油漆的施工管理，应避免出现积累效应，影响施工人员的身体健康。其排放量很小。

（4）大气环境防治措施

本项目应严格按照《关于印发大气污染防治行动计划的通知》、《海南省大气污染防治行动计划实施细则》相关文件要求实施大气环境保护措施。国家、省相关文件对扬尘整治要求见下表：

表6-2 相关文件对扬尘整治要求一览表

相关文件	具体要求
国务院国发[2013]37 号《关于印发大气污染防治行动计划的通知》	（二）深化面源污染治理。综合整治城市扬尘。加强施工扬尘监管，积极推进绿色施工,建设工程施工现场应全封闭设置围挡墙,严禁敞开式作业,施工现场道路应进行地面硬化。渣土运输车辆应采取密闭措施，并逐步安装卫星定位系统。推行道路机械化清扫等低尘作业方式。大型煤堆、料堆要实现封闭储存或建设防风抑尘设施。推进城市及周边绿化和防风防沙林建设，扩大城市建成区绿地规模。
《海南省大气污染防治行动计划实施细则》	（二）深化面源污染治理，严格控制扬尘污染。强化施工和道路扬尘环境监管。加强房屋建筑、拆除和市政工程施工现场管理，将全封闭围挡、堆土覆盖、洒水压尘、使用高效洗轮机和防尘墩、料堆密闭、路裸地硬化等扬尘控制措施纳入建筑施工管理。推行绿色文明施工管理模式,建设单位、施工单位在合同中依法明确扬尘污染控制实施方案和责任,并将控制费用列入工程成本，单独列支，专款专用。将施工扬尘污染控制情况纳入建筑企业信用管理系统,对违法情节严重的,限制参与招投标活动。从2015 年起，各市县建成区的渣土运输车辆全部采取密闭措施，并逐步安装卫星定位系统。对重点建筑施工现场安装视频，实施在线监管。推行道路机械化清扫等低尘作业方式，干旱季节强化道路洒水降尘措施，减少道路扬尘污染。各种煤堆、料堆应实现封闭储存或建设防风抑尘设施。

①施工单位必须选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输工具，使其排放的废气符

合国家有关标准；施工期间，交通车辆多为柴油燃料的大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量相对较高，需安装尾气净化器，保证尾气达标排放，降低废气污染程度。

②加强挖掘机、推土机等燃油设备和运输车辆的维护，保持其完好运行，使燃料充分燃烧，既节约能源又可减少污染物的产生。同时尽量利用电力作为施工机械的能源，减少燃料燃烧污染物的产生量。

③做好施工组织，加强车辆运输的合理调配，尽量压缩工区汽车数量与行车密度，以减少汽车尾气的排放。

④施工场地应配备洒水车，对施工道路、物料堆场定期洒水抑尘，非雨日每天 4~5 次。

⑤加强施工管理，对施工区域设置围挡，开挖的土方进行遮盖，必要时在其表面进行洒水减少起尘量。

⑥施工期在项目区域发布安民告示，昭示环保承诺，防止施工扰民。

⑦施工单位根据《建筑工程施工现场管理规定》的规定设置现场平面图、工程概况牌、安全生产牌、文明施工牌、环境保护牌、管理人员名单及监督电话等。

⑧土方工程防尘措施。土方工程包括土的开挖、运输和填筑等施工过程，有事还需要排水、降水、土壁支撑等准备工作。遇到干燥、易启辰的土方工程作业时，应辅以洒水压尘，尽量缩短起尘操作时间。遇到四级及以上大风天气，应停止土方作业，覆盖防尘网。

在施工期间，建设单位应切实加强对施工现场的管理，并采取相应的降尘措施，则施工过程中产生的废气对周边环境保护目标影响较小。

2、水环境影响分析

（1）水环境影响分析

施工期间施工人员的生活废水、机械和车辆的洗刷废水，不经适当处理会污染周边地区的地面水环境甚至地下水环境。在项目施工期间，必须严格加强对施工人员的管理，使施工人员生活污废水集中处理，利用化粪池处理后外运做农肥，不外排。在施工场地内，临时修建废水排放渠道，以引流施工场地内的污废水至沉淀池处理，尽量降低施工期生活污水和机械洗刷废水对地表水环境和地下水环境的不利影响。

场地平整、管道铺设等施工过程中会产生大量的建筑垃圾和弃土，加以地表裸露等原因，在降雨时，地面径流含泥砂量较大，对雨水管道会产生不利影响。据研究，在暴雨强度达到 127mm/h 时，90%的地表颗粒物将被冲走，地表颗粒物中含有土壤中的各种污染物和有机营养盐、以及建筑施工中的有机杂质和施工机械的废油会随着地表径流排入周围雨水管网，主要污染物是悬浮物、石油类、BOD_5、COD_{Cr}、各种形态的氮和磷。

管道试压废水主要含有少量的SS，不含有毒有害物质。通过在试压管道末端设置临时简易沉淀池处理后用于附近道路清洗、项目建设用地生态恢复用水和附近区域绿化。因此项目产生废水对水环境影响较小。

（2）管线施工对海洋环境的影响分析

施工期间施工人员的生活污水、机械和车辆的冲洗废水，不经适当处理会污染周边地区的地面水环境甚至地下水环境，本项目循环冷却水取水工程在西北侧港池附近修建泵站并敷设取水管道至本项目厂区，施工期废水若管理不当排入海洋环境会对其造成较大的影响。这主要是因为施工期施工人员不易管理，其产生的生活污水的排放具有一定的随机性，而施工机械和车辆的冲刷废水的排放更是如此，这就增加了对污废水收集处理的难度。取水工程施工时，靠近港池一侧应修建截留沟，项目产生的废水经截留沟进入沉砂池处理，禁止废水进入海洋环境。

（3）水环境污染防治措施

本项目施工面积小，施工周期短，宜采取适当的水土保持措施以减轻水土流失的环境影响。要求下一阶段建设单位应采取下列措施：

①重视全方位、全过程的水土保持工作，做到从施工到工程完工的全过程水土保持工作。

②水泥、石灰类的建筑材料需集中堆放，并采取一定的防雨淋措施，及时清扫施工运输工程中抛洒的建筑材料，以免随雨水冲刷污染环境。

③在施工期间，施工人员的生活废水和建筑废水需要经化粪池、临时沉淀池等措施处理达标后才能排放。同时，严格禁止施工场地外部的径流流经工地，严格禁止施工废水和施工人员的生活废水随意排放。

④对地表径流主要采取预防措施，施工渣土及时清运，尽量避免堆放在施工场地内；在下雨前应夯实翻挖地基，对临时砂石、弃土堆场应采取遮盖措施。

⑤项目施工机械产生的生活污水禁止排入附近其它地表水体中，以避免加剧附近水体的污染程度，给项目建成后带来不利的环境影响。

采取上述措施后，施工期水环境影响较小。

3、声环境影响分析

⑴声环境影响

在施工噪声中对声环境影响最大的是机械噪声，表6-3为主要施工的噪声源强，在多台机械设备同时作业时，各台设备的噪声会产生叠加，根据类比调查，叠加后的噪声比单台设备增加约3至8dB，一般不会超过10dB。

表 6-3　主要施工机械设备的噪声级

序号	设备名称	距离（m）	声级，dB（A）
1	装载机	5	75~85
2	推土机	5	86
3	挖掘机	5	84
4	砂轮锯	3	86.5
5	切割机	1	88
6	磨石机	1	82.5

表 6-4 为主要施工设备噪声的距离衰减情况，由表可知，由于施工机械的噪声级较高，在空旷地带衰减较慢，因此，必须合理地安排这些机械作业的施工时间，以免对环境产生太大的影响。

表 6-4　主要施工设备噪声的衰减距离　（单位：米）

噪声源	R_{45}	r_{55}	r_{60}	r_{65}	r_{70}
挖掘机	256	190	120	75	40
振捣器	312	200	110	66	37
电锯	256	190	120	75	42
卷扬机	120	80	44	25	14

由《建筑施工场界环境噪声排放标准》和表 6-4 可知，昼间施工机械噪声超标情况出现在距声源约 40m 范围内，夜间施工噪声超标情况出现在 200m 范围内。根据现场调查，本项目厂区 200 米范围内无居民区，施工噪声对外环境影响不大。

（2）噪声防治对策

为将施工噪声污染程度降低到最低，评价对施工提出以下要求：

①合理安排施工时间，采用先进的施工工艺和低噪声设备，尽量避免大量高噪声施工设备同时施工。

②合理安排运载车辆的运行线路和时间，应尽量避开噪声敏感区域和噪声敏感时段，施工中严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）施工，防止机械噪声超标，特别是应避免推土机、挖掘机等。

③加强设备的维护和保养，降低其工作噪声。

④另外施工阶段由于运输原材料，项目区外道路将比施工前交通量增大，公路沿途的居民将受到一定的不良影响，汽车噪声将会超过国家交通噪声标准值。应避免在早 6:00 以前，晚 8:00 以后进行运输。并且汽车经过环境敏感路段时严禁鸣笛。同时对运输车辆加强监督，定期检修，对于运输车辆松动部分及时修理，减少车辆运输过程中车辆本身部件碰撞产生的噪声。

采取上述有效措施对施工噪声进行控制后，会将本项目施工噪声对周围环境的影响控制在最低水平，能够满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的要求，项目施工不会对周边环境造成大的影响。

4、固体废弃物影响分析

施工期产生的固体废弃物主要是建筑材料的废弃物和施工人员的生活垃圾。

要求措施：建筑垃圾的主要成分为废弃的碎砖瓦、碎石、水泥、木屑、污泥、玻璃、残余钢铁等。其中砂土、石块、水泥等可用于填路材料，废金属、钢筋、铁丝等可以回收利用，建设单位应该将其分类进行处理，提高资源回收率。另外，装饰工程将产生一定量的油漆桶以及废弃工具，应交由有资质单位回收处置，不得随意丢弃。

钢结构安装现场剩下的废料和余料应妥善分类收集，并统一处理和回收利用，不得随意搁置、堆放。

经过上述措施，项目施工过程中产生的固体废物不会对周边环境造成不良影响。

5、施工期环境振动影响分析

施工设备引起的环境振动具有突发性、冲击性和不连续性等特点，特别容易引起人们的烦恼和对周围建筑物的损坏。一般房地产建设项目施工中，打桩振动是最显著的振动污染源，但本项目采用一般液压桩施工，振动影响很小；此外，土建施工时，挖掘机、冲击钻的振动影响将是主要的振动污染源。

施工机械的振动影响具有短暂性的特点，随着施工结束，这类影响也随之消失，总体上施工期振动影响轻微。

二、营运期环境影响分析

1. 大气环境影响分析

本项目营运过程废气主要为机组燃烧废气及启动锅炉燃烧废气影响。

（1）机组燃烧废气

根据《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大气环境》HJ2.2-2008 推荐的评价工作方法，对本期工程环境空气评价工作进行以下分级。

本工程燃料为天然气，环境空气污染物主要是 NO_2，另外还产生少量的SO_2和烟尘。因此选用NO_2、SO_2和PM_{10}作为大气环境评价等级判断计算的主要污染物。

污染物地面浓度占标率计算公式：

$$Pi＝C_i/C_{0i}×100\%$$

式中：P_i —第 i 个污染物的最大地面质量浓度占标率，%；

C_i —采用Screen 估算模式计算出的污染物最大地面质量浓度，mg/m³；

C_{0i} —环境空气质量标准，mg/m³，取1 小时平均浓度标准值。按照《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2008），烟尘没有小时浓度限值，取日平均浓度限值三倍值。

经计算P_{NO2}＝9.85%，P_{SO2}＝2.1%，P_{PM10}＝0.9%，D10%均不存在。根据大气环境影响评价等级判定标准，确定大气环境影响评价工作等级为三级。

表6-8　估算模式中源强参数和选项

选项			单位	F级	F级
源强	烟囱	型式	—	每台余热锅炉配置1根烟囱，共2根	
		高度	m	80	80
		出口内径	m	7.5	7.5
	烟气排放状况	总烟气	m³/s/台	608.8	608.8
		烟囱出口烟温度	℃	83	83
		NO_2	g/s/台炉	22.5	22.5
		SO_2	g/s/台炉	3.7	3.7
		烟尘	g/s/台炉	1.6	1.6
周围环境温度（℃）		16.6			
源类型		点源			
受体地面高度（m）		0			
地形		简单、平坦地形			
气象条件		完全气象条件			

表 6-9　估算模式计算结果表

距离中心下风向距离D/m	NO_2		SO_2		PM_{10}	
	下风向预测浓度（ug/m³）	浓度占标率(%)	下风向预测浓度（ug/m³）	浓度占标率(%)	下风向预测浓度（ug/m³）	浓度占标率(%)
500	0.01	0.005	0.0016	0.001	0.0007	0.0005
1000	15.4	7.7	2.44	1.63	1.1	0.7
1200	19.7	9.85	3.12	2.08	1.3	0.9
1500	17.6	8.8	2.79	1.86	1.2	0.8
2000	14.7	7.35	2.33	1.55	1.0	0.7
3000	11	5.5	1.74	1.16	0.8	0.5
5000	8.8	4.4	1.40	0.93	0.6	0.4
10000	6.2	3.1	0.98	0.66	0.4	0.3
20000	4.4	2.2	0.70	0.47	0.3	0.2
下风向最大浓度	19.7	9.85	3.12	2.1	1.3	0.9
浓度占标准10%距源最远距离D10%（m）	不存在		不存在		不存在	

由上表可以看出，本项目运行期机组排放的烟气污染物浓度可以满足《火电厂大气污染

物排放标准》（GB13223-2011）的要求，对周围大气环境质量影响不大。根据《排污单位自行监测技术指南火力发电及锅炉》（HJ820-2017）的要求，本工程需安装自动监测系统，监测指标包括 NO_x、烟温、流速及含氧量等，并与环保部门联网监控。

（1）启动锅炉燃烧废气

本项目在机组启动时由 2 台 40t/h 蒸汽锅炉提供，锅炉燃料为天然气，锅炉废气主要为 NO_2，根据工程分析计算项目锅炉废气产生总量约为 $1.63*10^6m^3$，NO_2 产生浓度为 13.77mg/Nm^3。满足 《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）新建锅炉大气污染物排放浓度限值要求。按照《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)的规定，每个新建锅炉房只能设一根烟囱，烟囱高度应根据锅炉房装机总容量设置：设置烟囱的最低高度参照标准中燃气锅炉烟囱最低允许高度为：15t/h 锅炉烟囱高度为 40 米，锅炉氮氧化物达标浓度 200mg/m^3。环评要求建设单位严格按照标准要求进行建设。

综上，项目产生的废气对周边环境影响较小。

2. 地表水环境影响分析

（1）生产废水

本工程生产废水主要包括经常性废水如余热锅炉排污水（包括定期排污和连续排污）、净水站污泥浓缩排水、化验室及主厂房排水以及非经常性废水如超滤装置和膜冲洗水、燃机清洗废水和锅炉酸洗废水。各处理方案见工程分析水量平衡章节。

非经常性废水燃机清洗及锅炉清洗均由专业人员到场清洗，清洗产生的废水废液由清洗公司带走处置；超滤装置和膜清洗废水进入工业废水处理系统处理。

经常性废水中在净水站设置净水站污泥浓缩系统一套，污泥浓缩排水回至净水系统处理，不外排；余热锅炉排水为清洁下水，可随雨水排放；化验室、主厂房排水均进入工业废水处理系统；另外本工程采用机力通风冷却塔的二次循环供水系统，冷却水循环使用，冷却塔需连续排水，全部进入冷却水处理系统后回用于冷却系统。

工业废水处理系统主要处化学水处理系统排出的酸碱废水、主厂房冲洗废水等。本期拟建设工业废水处理站 1 座，处理能力为 1×100m^3/h，收集的废水均排至系统中废水池贮存，并用压缩空气搅拌，混合均匀后的废水经 pH 初步调整后，用泵送至加药混合器，经过凝聚、澄清，最终中和、过滤后可以满足工业水回收利用的要求。

（2）生活污水

项目产生的生活污水经过生活污水处理装置处理，处理后水质达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB18920-2002）中城市绿化水质标准后用于绿化，不对外排放。

根据工程分析，项目生活污水最大产生量为 9.18m^3/d，本项目拟建生活污水处理站设计规模为 2×5m^3/h，污水处理规模大于生活污水产生量，可以保证污水处理负荷不受到冲击

本项目污水主要来源于厂区职工的生活污水，主要污染物为 COD、BOD_5、SS、氨氮、无机磷等。结合城镇生活污水的水质以及南方现有类似的污水厂进水，可确定本项目污水处理站工程的进水水质为：COD：150~350 mg/L，BOD_5：60~180 mg/L，SS：≤200 mg/L，NH_3-N： ≤30mg/L，TN：≤35mg/L，TP：3～5mg/L。项目生活污水处理工艺如下:

生活污水→格栅→调节池→生活污水泵→生物曝气处理设施(初沉、曝气氧化、二次沉淀、过滤、消毒)→清水池→提升泵→复用水池。

结合已有的同类型污水处理站处理情况，该工艺对 COD 去除效率可达 85%以上，经污水处理站处理后，出水可达《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2002）中城市绿化水质标准。由水量平衡分析可知，项目正常运营后，项目的生活污水产生量为 9.18m^3/d。本项目绿化面积约 36270m^3，按照用水定额 4L/次．m^2 计，绿化用水量为 145.08m^3/d，可见其经处理的污水量对项目区绿化及景观用水量来说，供小于求，污水处理后用于绿化可以全部消纳，建设单位应该建设中水储存池和中水回用管网，经过污水处理站处理后的水进入中水储存池进行储存，同时进行水质调节，然后由中水出水泵加压送至绿化浇灌。因此，项目采取的生活污水治理措施可行。

综上，本工程不设污水排放口，无废水排入地表水体。由此可见，本工程废水对地表水水质没有影响。

3. 地下水环境影响分析

本工程工艺系统简单，厂内无露天固废堆场、无化学原料使用堆放。

本工程防渗措施包括三部分内容：一是全厂污染区参照相应标准要求铺设防渗层，以阻止泄漏到地面的污染物进入地下水；二是本工程酸碱储罐地面、氨水桶地面设置围堰，将滞留在地面的污染物收集起来集中处理。

根据工程分析同时考虑厂区的主要地层岩性，在可能产生污染的地方，针对不同的防渗区域采用下列不同的防渗措施，在具体设计中应根据实际情况在满足防渗标准的前提下作必要调整。

（1）事故油池、事故油坑、废水池以及氢氧化钠、盐酸、氨水储存间的地面等区域防渗，可采用防渗钢筋混凝土浇筑池体，池体为抗渗等级不低于 W6 的混凝土，渗透系数小于 10^{-8}cm/s。

（2）一般区域的防渗：原水预处理构筑物、中央水泵房等区域的防渗可采用防渗等级

为 B6 的混凝土浇筑池体和地面，池体内表面涂刷水泥基渗透结晶型防渗涂料（渗透系数不大于 1.0×10^{-7}cm/s）。

（3）办公区域、变电所、控制室等其它车间区域及厂区道路等作硬化处理。

在采取了上述措施后，电厂区域的地下水环境影响是可接受的。

4. 声环境影响分析

（1）预测内容

噪声预测计算时的声源，包括燃气一蒸汽联合循环机组的设备噪声、各类泵以及其他辅机设备的噪声。

燃机电厂的噪声主要集中在主厂房和辅助生产车间内及附近。燃气轮机、发电机、蒸汽轮机等是电厂的主要发声源。这些设备本身的声级值一般都 80~100dB(A)左右，本工程在设备订货时，根据《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）向主、辅机制造厂家提出设备限制噪声要求，并要求提供配套的隔声罩、消声器等设备，将设备噪声控制在允许范围内。

根据本工程噪声特性以及本工程噪声治理原则，本工程在采取了隔声、消声等降噪措施后，主要噪声源强、位置资料见表 6-15.

表 6-15 本工程主要声源设备计算声源源强

序号	设备名称	数量	声源位置	频谱特性	距厂界最近距离	预测声源尺寸	计算声源取值 dB(A)	测点位置
1	9F 燃气轮机	1	主厂房内	中低频	距东侧厂界约65m	厂房按体源	60	厂房外1m
2	9F发电机	1	主厂房内	中低频				
3	9F蒸汽轮机	1	主厂房内	中低频				
4	燃气轮机扩散段	2	主厂房与锅炉房之间	中低频	距北侧厂界约166m	体源	75	边距1m
5	燃机吸风口	2	燃机房上	中高频	距东侧厂界约93m	点源	75	边距1m
6	余热锅炉	2	汽机房与燃机房之间	中低频	距东侧厂界约95m	体源	70	边距1m
7	锅炉给水泵	4	余热锅炉旁	中高频	距东侧厂界约94m	体源	65	隔声间外1m
8	调压站	1	厂区东北部，靠近厂区东侧	中低频	距南侧厂界约45m	按面源	75	边距1m
9	增压站	1	厂区东北部，靠近厂区东侧	中低频	距南侧厂界约42m	按面源	75	边距1m
10	循环水泵	8	厂区中部	中高频	距南侧厂界约104m	泵房按体源	65	泵房外1m
11	主变压器	3	厂区西侧，靠近厂区西侧	中低频	距东侧厂界约70m	面源	75	边距1m
12	补给水泵	3	厂区北侧	中高频	距南侧厂界约17m	泵房按体源	60	泵房外1m 处

13	污泥脱水泵	1	净水站内	中高频	距南侧厂界约35m	泵房按体源	65	泵房外1m 处
14	锅炉排气噪声（偶发）	2	余热锅炉上方	中高频	距东侧厂界约100m	点源	90	消声器外1m
15	前置模块放散声（偶发）	2	前置模块区	中高频	距东侧厂界约71m	点源	80	消声器外1m
16	调压站放散声（偶发）	1	调压站上方	中高频	距南侧厂界约56m	点源	70	消声器外1m

（2）预测模式

①噪声户外传播 A 声级衰减模式

$L_A(r) = L_{Aref}(r_0) -（A_{div} + A_{atm} + A_{ber} + A_{exc}）$

式中：$L_A(r)$—r 处的噪声级，dB(A)；

$L_{Aref}(r_0)$—参考位置 r_0 处的噪声级，dB(A)；

A_{div}—声波几何发散引起的 A 声级衰减量，dB(A)；

A_{atm}—空气吸收衰减量，dB(A)；

A_{ber}—遮挡物引起的 A 声级衰减量，dB(A)；

Aexc—附加衰减量，dB(A)；

②室内声源在预测点的声压级计算

首先计算出室内靠近围护结构处的倍频带声压级

$$L_{oct,1} = L_{woct} - 10\lg(\frac{Q}{4\pi r_1^2} + \frac{4}{R})$$

式中：$L_{oct,1}$—某个室内靠近围护结构处产生的倍频带声压级；

L_{woct}—某个声源的倍频带声压级；

r_1—某个声源与围护结构处的距离；

R—房间常数；

Q—方向性因子；

计算出所有室内声源靠近围护结构处产生的总倍频带声压级

$$L_{oct,1}(T) = 10\lg(\sum_{i=1}^{n} 10^{0.1L_{oct,1(t)}})$$

计算出所有室内声源在靠近围护结构处产生的总倍频带声压级

$$L_{oct,2}(T) = L_{oct,1}(T) - (TL_{oct}(T) + 6)$$

将室外声级 $L_{oct,2}(T)$和透声面积换算成等效的室外声源，计算出等效声源第 i 个倍频带的声功率级为 Lwoct

$$L_{woct} = L_{oct,2}(T) + 10\lg S$$

式中：S 为透声面积，m^2。

等效室外声源的位置为围护结构的位置，其倍频声功率级为 Lwoct，由此按室外声源方法计算等效室外声源的预测点产生的声级。

③总声压级的计算

设第 i 个室外声源在预测点产生的 A 声级为 $L_{Ain,i}$，在 T 时间内该声源工作时为 tin,i；第 j 个等效室外声源在预测点产生的 A 声级为 $L_{Aout,j}$，在 T 时间内该声源工作时为 tin,j，则预测点的总声压级为：

$$L_{eq}(T)=10\lg(\frac{1}{T})\left[\sum_{i=1}^{n}t_{in,i}10^{0.1L_{Ain,i}}+\sum_{j=1}^{n}t_{out,j}10^{0.1L_{Aout,j}}\right]$$

式中：T—计算等效声级的时间；

n—室外声源的个数；

m—等效室外声源的个数。

（4）预测结果

预测结果见表 6-16。

表 6-16　主厂区采取降噪措施后声环境影响预测结果　单位：[dB(A)]

预测点	厂界北		厂界南		厂界西		厂界东	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
预测贡献值	38.01		53.58		34.94		53.75	
预测值	58.60		59.23		58.65		59.98	
排放标准限值	65	55	65	55	65	55	65	55
达标情况	达标							

根据表-7，项目正常生产时，其各场界昼间噪声值可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》中的3类标准。故项目设备噪声对声环境影响轻微。为防止噪声污染周围环境，建设单位除选用低噪声设备外，生产车间应按照机械加工车间规范设计，采取合理的安装，合理布局噪声源，并设置减振底座进行降噪处理，另外还应在项目四周设置围墙阻隔，加强绿化，避免对周围环境产生影响。

（4）突发噪声的环境影响

电厂投运初期运行不稳定状态或事故状态时，锅炉向厂外空气释放高压蒸汽，以保证电厂设备的安全。余热锅炉放空排气噪声是一种特殊噪声源，声功率较强，影响范围广，但影响时间短，持续时间一般不超过1 分钟，且属突发噪声，且一般可控制在白天排放。余热锅炉排气噪声在安装了小孔消声器后，噪声值约90dB 左右。前置模块放散声和调压站放散声也

均为偶发噪声，持续时间一般不超过1 分钟，主要发生在事故及机组启动时，在安装了小孔消声器后，噪声值约在70-80dB 左右，一般也可控制在白天排放。

经预测，锅炉排汽时，对距离最近的厂界噪声的贡献值为51.7dB(A)，对最近敏感点的噪声贡献值约44.7dB(A)，叠加本底值后为54.8dB(A)，厂界噪声和敏感点噪声均低于突发噪声标准70dB(A)；前置模块放散声时对距离最近的厂界噪声的贡献值为51.7dB(A)，对最近敏感点的噪声贡献值（44.6dB(A)）叠加本底值后为54.8dB(A)，厂界噪声和敏感点噪声也均低于夜间突发噪声标准；调压站放散声时对距离最近的厂界噪声的贡献值为52.8dB(A)，对最近敏感点的噪声贡献值（43.6dB(A)）叠加本底值后为53.7dB(A)，厂界噪声和敏感点噪声也均低于夜间突发噪声标准。上述突发情况下虽噪声均能达标，但周围住户仍会有所感觉，因此建议将锅炉排气作业安排在白天，对于计划中的放空噪声在作业前向住户告知作业时间，让住户心理上有所准备，以取得住户谅解。

（5）取水泵站噪声影响

项目投入运行后，取水泵站主要噪声源来自水泵运行机械噪声，管道系统震动所产生的噪声及一部分电磁噪声。其中水泵单机噪声约 70~80dB（A），这类噪声以低频为主，形成十分扰人的“嗡嗡”声，自然衰减非常小，传播能力很强，属于较难处理的噪声污染，如果未采取响应的减噪措施，该低频噪声绕射能力特别强，噪声直接对外传播，影响周围的环境。

本项目选用一体化泵站，材质为缠绕玻璃钢，并采用低噪声潜水泵，运行平稳，与传统混凝土地下泵站相比，可有效减少运行时产生的噪声源强。建设单位在设备安装过程中应考虑减震、降噪并采取隔声措施，如：将泵站四周选用隔声板进行隔声，通过该措施对泵房内部分低频噪声进行隔声和消除，消除泵房内噪声混响。在进风口和排气处安装进风和排风消声器，减少泵房内噪声对外的直接扩散，进一步降低泵站运行期产生的噪声对周围居民点的影响。

经上述治理后可确保项目边界外 1 米处达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准限值的要求。

因此，采取以上措施后，本项目建设对区域声环境影响较小。

5. 固体废弃物环境影响分析

（1）固废处置方式

本工程产生的固体废弃物分为生活垃圾、一般工业固废和危险废物。电厂设有生活垃圾收集装置，生活垃圾定期由环卫部门定期清运处置。原水处理装置排泥、非经常性废水处理装置排泥、铁渣和反渗透膜属于一般工业固体废弃物。原水处理装置排泥临时存放于原水预

处理站的污泥脱水间内，地面铺有混凝土，一天清运一次。非经常性废水处理装置产生的污泥有具有资质的单位回收。反渗透膜服务期满后由厂商回收。锅炉酸洗产生的铁渣由酸洗公司拉走处置。

离子交换树脂、锅炉酸洗废液、润滑油和变压器油属于危险废物。更换下来的废离子交换树脂和锅炉酸洗废液由具有危废处置资质的单位及时处理。电厂正常运行时不产生润滑油及变压器油，只有当机组检修时才可能产生废润滑油，另外只有在变压器发生火灾、爆炸等情况下才有可能泄漏变压器油。为防止废油泄漏造成污染，工程每台机组各设事故油池一座。用以接纳机组事故排油和变压器事故排油。本工程厂内设有一个容量为 200m^3 的事故油池，池体为抗渗等级不低于 W6 的混凝土，渗透系数小于 10^{-8}cm/s，池外、池壁内、顶板地面和底面均用 1:2 防水水泥砂浆抹面，确保即便发生变压器油泄漏的事故，也不会对周围环境造成影响。另外，机组检修时产生的废润滑油及事故情况下产生的变压器油均排至事故油池后，立即由有资质单位清运处置，不对外排放。

建设单位需在项目试生产前与有资质单位签订危险废物处理合同。各类废物处置方法见表 6-17。

表 6-17　工业固体废物排放一览表

序号	副产物名称	产生量	属性	废物代码	处置去向
1	原水处理过滤排泥	2t/a	一般工业固体废弃物	/	专业单位清运处置
2	反渗透膜	4t/次	一般工业固体废弃物	/	厂家回收
3	铁渣	0.5/次	一般工业固体废弃物	/	清洗公司处理
4	污泥	少量	一般工业固体废弃物	/	专业单位清运处置
5	废润滑油	8t/a	危险废物	HW08900-249-08	有资质单位回收
6	废变压器油	55t/次	危险废物	HW08900-249-08	
7	废离子交换树脂	7.8t/次	危险废物	HW13900-015-13	
8	锅炉酸洗废液	400t/次	危险废物	HW34900-300-34	
9	生活垃圾	25t/a	固体废弃物	/	环卫部门清运处置

通过以上方法处理处置后，本项目固体废弃物均可得到合理处置，处理率 100%，各类固体废弃物处理处置方案合理可行，实现了“减量化、资源化、无害化”。本项目产生的固体废物将不会对周围的环境产生二次影响。

（2）处置方式的可行性

本工程的固废主要分为一般性工业固体废弃物、危险废物和生活垃圾。其中固体废弃物

有生活垃圾；一般性工业固体废弃物主要有原水处理装置排泥、非经常性废水处理装置污泥、反渗透膜和铁渣；危险废物主要有废离子交换树脂、锅炉酸洗废液、废润滑油和废变压器油。

①生活垃圾

本工程生活垃圾年产生量约为 25t，电厂厂区内设置有垃圾收集装置，且垃圾收集装置中的生活垃圾由环卫部门定期清运处置。

②一般固体废物

作为一般性工业固体废弃物的原水处理装置排泥和石灰软化过滤装置排泥，在原水预处理站的污泥脱水间内设置暂时堆放场地，清运之前先由脱水机脱水使泥饼含水率约为 75%，然后由有资质的单位定期清运处置。非经常性废水处理装置污泥由具有资质的单位定期清运处置。反渗透膜在换下来后直接由供货厂家回收利用。铁渣是在锅炉酸洗的过程中产生的，该铁渣在锅炉酸洗完成后直接由酸洗公司拉走处置。

③危险废物

作为危险废物的废润滑油只在机组检修时产生，废变压器油只在火灾、爆炸等事故情况下产生，机组正常运行工况中，两者都不会产生，为了防止废油泄漏造成污染，本工程厂内设有两个容量为 60m^3 的事故油池，事故油池的有效容积分别按最大泄漏量考虑设计，将检修及事故工况下产生的废油收集起来，然后由有资质的单位清运处置，不对外排放。危险废物离子交换树脂和锅炉酸洗废液及时由有资质的单位回收处置，不外排。

综上所述，本工程针对固体废物所采取的处置措施是可行的。

6. 电厂取水环境影响分析

本项目本期装机 2×460MW（F 级改进型）天然气热电联产机组，根据本期工程水量平衡优化，电厂本期工程 2×460MW 机组最大用水量约为 883.4m^3/h，年利用小时数 8040h，年用水量约为 548.98 万 m^3/a。

本工程拟定松涛水库作为电厂锅炉补给水的水源，系统采用海水直流冷却装置，两台机组额定工况的取排水量为 69695m^3/h。

7. 生态环境影响分析

本工程进入运行期后，工程建设期的大部分开挖面已由建筑物取代，输水管线开挖全部回填，工程施工对生态环境的影响降低到最低程度。随着工程建成，项目区域将得到绿化和植被恢复，植被覆盖率将显著增加，这将改善区域生态环境，对防止水土流失及土地沙化的加剧，将起到有利影响。

SO_2 是一个敏感的环境空气污染物，研究表明，过高的 SO_2 浓度不但导致材料的腐蚀，

而且还会影响植物的正常生长，当环境空气中 SO_2 浓度累计到一定程度后，会对人体健康和动植物的生长产生毁灭性的影响。本项目使用天然气做燃料，含硫量很小，因此产生的二氧化硫量很小，本工程的 SO_2 排放不会给当地生态环境带来明显不良影响。

8. 温排水海洋环境影响分析

8.1 循环冷却供水系统

根据建厂地区的水源条件，供水系统采用海水直流供水系统。每台机组配置 2 台循环水泵及一条进水压力干管和一条排水沟。根据洋浦开发区及码头规划情况，电厂本期工程拟新建一座海水循环水泵房及相应的取、排水口，取排水口差位布置，深取浅排。取水口布置在货场西南，神北二港池南侧的水域，采用取水沉箱。为减少用地，海水循环水泵房布置在厂内，海水循环水泵房采用无人值班、遥控遥测的控制管理方式。根据环保要求，本期海水排水口位置位于原煤码头引堤堤头的港池区域，利用排水双孔沟将厂内温排水排入神北一港池。

根据相关专业提资，循环水用水量暂按 100%负荷 ISO 纯凝工况的凝汽量计算，供水系统最佳参数将在下阶段通过冷端优化确定。本期机组冷却需水量见表 6-18。

表 6-18　　机组夏季循环冷却水量表（100%负荷 ISO 纯凝工况）

项　目 / 装机容量	凝汽量	凝汽器冷却水量	辅机冷却水量	循环冷却水量	
	（t/h）	（m^3/h）	（m^3/h）	（m^3/h）	（m^3/s）
1×460MW	419.3	31447.5	3400	34847.5	9.68
2×460MW	838.6	62895	6800	69695	19.36

注：本阶段暂按 MHI 公司 M701F4 型燃机、“一拖一”多轴机组考虑。夏季冷却倍率经暂按 75 倍计算。

海水直流供水系统的工艺流程为：取水口→引水箱涵→循环水泵房前池→循环水泵房→循环水压力供水管道→凝汽器→循环水排水管→虹吸井→厂区内循环水排水双孔沟→排水转换井（兼作挡潮闸井）→厂区外循环水排水双孔沟→循环水排水口。

8.2 原华能洋浦热电联产燃煤机组温排水海洋环境影响评价

原燃煤机组环评报告温排水影响评价主要引用《华能洋浦热电联产工程（本期）温排水数模实验报告》（华南理工大学，2014 年 7 月）的研究成果。据工程分析结果，单台 350MW 机组取水量约 42160m^3/h（11.7m^3/s），温升 9°C。

根据厂区及洋浦港规划布局，结合海域水动力条件，温排水排放口位置按二种方案布置，见图 6.4-1。

方案一（P1 排放口）：排放口位于神北一港池内，厂区北侧配套码头引堤堤头，出水直接排入规划的神北一港池流入大海。此亦为本燃气机组温排水排放口推荐方案。

方案二（P2 排放口）：厂区东北侧排洪渠内，出水经排洪渠排污规划的神北一港池流入大海。

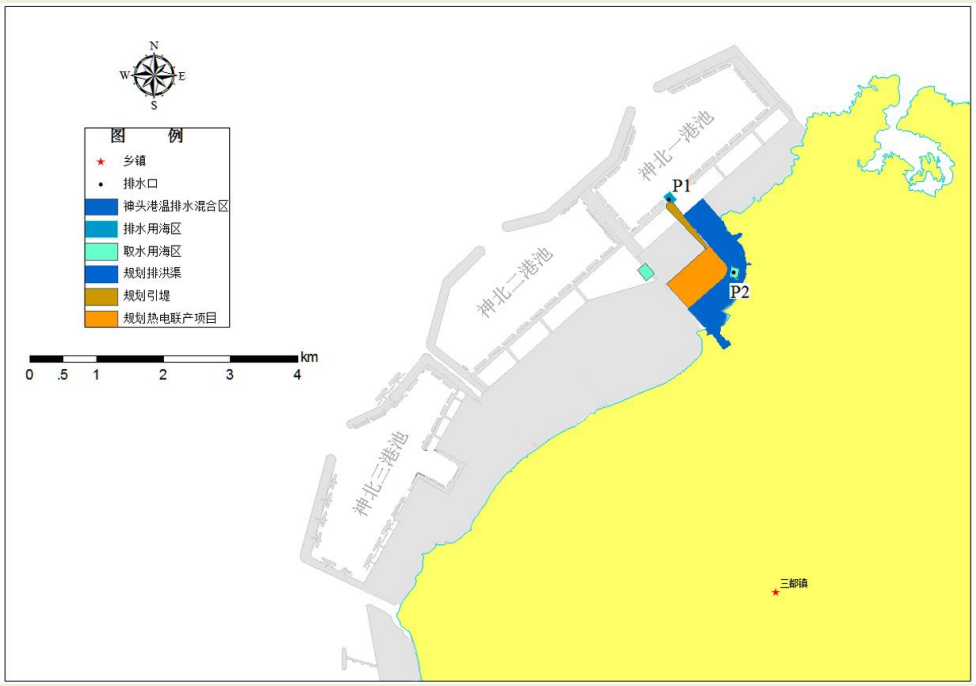


图 6-1　　煤机温排水排放口位置方案示意图

根据数值模拟和技术经济比选，煤机环评报告推荐了方案一（P1 排放口）作为温排水排放口。温排水主要靠潮流输运和和扩散，排水口位于引堤堤头 P1 点。在引堤堤头外海域，在港口规划建成前，引堤堤头跳流作用，潮流动力较强，易于温排水稀释；在港口规划建成后由于双外防波堤环抱作用，潮流动力很弱，不利于温排水稀释。本项目在洋浦港总体规划实施前时只有极小的海域最大温升 4°C 在以上，港口规划实施后也只有很小的海域最大温升 4°C 以上。

港口规划实施前，温升大于 4°C 和 1°C 的全潮最大温升包络面积分别为<0.01km^2、2.29km^2。温升大于 4℃的全潮最大温升包络面积全部控制在南滩港温排水混合区范围内，且项目东北侧 2.4km 的儋州峨蔓—后水湾养殖区全潮最大温升小于 1℃，满足《海水水质标准》（GB3097-1997）二类标准要求。

对比燃气机组和燃煤机组温排水排放量可知，单台 460MW 燃气机组的温排水排放量为 9.68m^3/s，小于原煤机 11.7m^3/s；在所有条件都相同的情况下，温排水水量约小，影响范围和程度势必将越低。因此，本期工程燃气机组温排水海洋环境影响在可接受范围之内。

三、环境风险分析

本项目化水处理设施区、调压站、增压站、供氢站均涉及危险性物质，属于有风险区域。

1. 环境风险评价工作等级确定

本工程主要危险源为天然气和氢气。根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009）标准规定，天然气和氢气属于易燃气体；天然气的储存量若超过 50t，则为重大危险；氢气的储存量若超过 5t，则为重大危险源。

本工程厂内天然气不储存，只设调压站和增压站，天然气在管线的量约 2t，供氢站中氢气储存量约 0.09t。本工程属于存在多品种的危险化学品，则需根据（1）公式计算，若满足（1），则为重大危险源。

$$q1/Q1+ q2/Q2+ q3/Q3+...+ qn/Qn\geq 1 \quad (1)$$

式中：q1、q2…qn—每种危险化学品实际存在量，单位为吨（t）；

Q1、Q2…Qn—与各危险化学品相对应的临界量，单位为吨（t）。

经计算，q1/Q1+ q2/Q2 =2/50+0.09/5=0.058<1，因此本工程存在的危险化学品不构成重大危险源。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2004），敏感区系指《建设项目管理名录》中规定的需特殊保护地区、生态敏感与脆弱区及社会关注区。具体敏感区应根据建设项目和危险物质涉及的环境确定。《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2017 年）中指出环境敏感区是指依法设立的各级各类保护区域和对建设项目产生的环境影响特别敏感的区域，主要包括生态保护红线范围内或者其外的区域。

本工程用地性质为工业用地，位于洋浦经济开发区石化功能区内，不属于生态保护红线范围内，也不属于《建设项目分类管理名录》中的需特殊保护地区、生态敏感与脆弱区及社会关注区。且天然气和氢气泄漏后的环境风险主要是火灾和爆炸，对地表水影响的可能性很小，调压站和供氢站距离周边居民也均在 300m 以上，对水源地影响小，因此本工程不位于环境敏感地区。

综上所述，本工程既不构成重大危险源，也不属于环境敏感地区，因此根据下表 6-18，环境风险评价等级确定为二级。

表 6-18　风险评价工作等级

	剧毒危险性物质	一般毒性物质	可燃、易燃危险性物质	爆炸危险性物质
重大危险源	一	二	一	一
非重大危险源	二	二	二	二
环境敏感地区	一	一	一	一

2. 风险识别

（1）风险单元识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）对单元的定义，本项目把整

个厂区作为 1 个风险单元，其中化水车间以及天然气调压站、天然气增压站、储氢站、化学药品贮存间均涉及危险性物质，属于有风险的区域。

（2）危险物质识别

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)规定，天然气和氢气属于易燃气体，并对各临界量做了规定。将项目原辅材料表对照《危险货物品名表》（GB12268-2012）及《化学品分类、警示标签和警示性说明安全规范急性毒性》（GB20592-2006），盐酸、氢氧化钠、次氯酸钠均属“第 8 类腐蚀性物质”。本项目使用的还原剂一般为亚硫酸钠，阻垢剂一般采用络合物，锅炉补水调节 PH 值采用浓度为 25%的氨水，《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)未对这三种物质做出规定。

经上述分析，本工程危险物质为天然气和氢气，该两项物质均列入《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）附录 A。

另外，本次评价也对燃机机组及主变压器发生火灾、爆炸导致废润滑油和变压器油（危险废物）泄漏而产生的风险进行分析评价。变压器油的主要成分是烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物，为浅黄色透明液体，相对密度 0.895，凝固点<-45 ℃，闪点≥135℃。废润滑油密度比重 0.86-0.905，凝固点<-10℃，闪点≤200℃。废润滑油和变压器油均不属于《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）附录 A.1 中有毒、易燃、易爆物质。

另外本次评价也将对盐酸、氢氧化钠、次氯酸钠及氨水等本工程所需的化学品的储存提出风险管理和减缓风险的措施，对事故废水提出防范措施。

（3）重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）标准规定，天然气和氢气储存量临界值分别为 50t 和 5t。本工程厂内天然气不储存，只设调压站，天然气在管线的量约 2t，供氢站中氢气储存量约 0.17t。

根据环境风险评价工作等级小节中公式（1）的计算，计算结果列于表 6-19，本工程存在的危险化学品不构成重大危险源。

表 6-19　重大危险源识别

物质名称	最大储存量（t）	临界量	qi/Qi
天然气	2	50	0.04
氢气	0.09	5	0.018
Σqn/Qn			0.058

（4）危险物质的理化性质及危险性

天然气是一种混合气，其主要成分是 CH_4、CO_2 及 N_2，另外含有少量 C2~C6 等烃类物质等。该项目的天然气中硫化氢含量<7ppm，其它组分也没有毒性，因此该项目不存在毒性风险。主要是天然气中的甲烷属于易燃易爆气体，因此工程存在的主要风险为天然气泄漏引起火灾、爆炸事故。

氢气爆炸范围极广，点火能量小，加上氢气无色、无味，它的存在不易被人的感觉发现，从而更增加了它的危险性，因此本工程存在的主要风险为氢气泄漏引起火灾、爆炸事故。

天然气和氢气的主要物理化学性质见表 6-20 至表 6-21。氨水、盐酸、氢氧化钠、次氯酸钠的物理化学性质见表 6-22~6-25。

表 6-20　天然气主要物理化学性质

项目		性质
组成		主要为：CH_4、其余有 CnHm、N_2、O_2、CO_2、H_2O 及惰性气体等
类别		第 2.1 类易燃气体
相对密度（空气=1）		0.6
引燃温度（℃）		482-632
爆炸极限（%）	下限	3.6-6.5
	上限	13-17
最大爆炸压力（10^2Kpa）		6.8
灭火方法		切断气源，用水降温，用于粉隔绝空气
危险性分类		甲

表 6-21　氢气主要物理化学性质

项目		性质
组成		主要为 H_2
类别		第 2.1 类易燃气体
相对密度（空气=1）		0.1
引燃温度（℃）		500
爆炸极限（%）	下限	4.0
	上限	75
最大爆炸压力（10^2Kpa）		7.4
灭火方法		切断气源，用水降温，用于粉隔绝空气
危险性分类		甲

表 6-22　氨水的主要物理化学性质表

项目	性质
组成	主要为：$NH_3 \cdot H_2O$
类别	第 2.2 类易燃气体
浓度	25%
危险性分类	氨水中仅有一小部分氨分子与水反应形成铵离子和氢氧根离子，即一水合铵，是仅存在于氨水中的弱碱。氨水凝固点与氨水浓度有关，常用的(wt)20%浓度凝固点约为-35℃。与酸中和反应产生热。

表 6-23　盐酸的主要物理化学性质表

国标编号	81013	CAS 号	7647-01-0

中文名称	盐酸	英文名称	Hydrochloric acid；Chlorohydric acid
别名	氢氯酸	分子式	HCl
分子量	34.46	熔点	114.8℃沸点：108.6℃/20%
蒸汽压	30.66kPa(21℃)	外观与性状	无色或微黄色发烟液体，有刺鼻的酸味
溶解性	与水混溶，溶于碱液	密度	相对密度(水=1)1.20；相对密度(空气=1)1.26
稳定性	稳定	危险标记	20(酸性腐蚀品)
主要用途	重要的无机化工原料，广泛用于染料、医药、食品、印染、皮革、冶金等行业		
急性毒性	LD50 900mg/kg(兔经口)；LC50 3124ppm，1 小时(大鼠吸入)		
危害特性	能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气；遇氰化物能产生剧毒的氰化氢气体；与碱发生中合反应，并放出大量的热；具有强腐蚀性。		

表 6-24　氢氧化钠的主要物理化学性质表

国标编号	82001	CAS 号	1310-72-2
中文名称	氢氧化钠	英文名称	Sodiun hydroxide；Caustic soda
别名	苛性钠；烧碱；火碱；固碱	分子式	NaOH
分子量	40.01	外观与性状	白色不透明固体，易潮解
熔点	318.4℃ 沸点：1390℃	蒸汽压	0.13kPa(739℃)
密度	相对密度(水=1)2.12	溶解性	易溶于水、乙醇、甘油，不溶于丙酮
稳定性	稳定	危险标记	20(酸性腐蚀品)
主要用途	用于肥皂工业、石油精炼、造纸、人造丝、染色、制革、医药、有机合成等		
危害特性	遇水和水蒸气大量放热，形成腐蚀性溶液；与酸发生中和反应并放热；具有强腐蚀性。		

表 6-25　次氯酸钠的主要物理化学性质表

国标编号	83501	CAS 号	7681-52-9
中文名称	次氯酸钠	英文名称	Sodium hypochlorite solution
别名	漂白水	分子式	NaClO；NaOCl
分子量	74.44	熔点	6℃
沸点	102.2℃	外观与性状	微黄色溶液，有似氯气的气味
溶解性	溶于水	密度	相对密度(水=1)1.10
稳定性	不稳定	危险标记	20(腐蚀品)
主要用途	用于水的净化，以及作消毒剂、纸浆漂白等，医药工业中用来制氯胺等		
危害特性	次氯酸钠放出的游离氯可引起中毒，亦可引起皮肤病。用次氯酸钠漂白液洗手的工人，手掌大量出汗，指甲变薄，毛发脱落。		

（5）生产设施风险识别

①天然气调压站增压站风险识别

本工程厂内不设天然气储气罐，只设天然气调压站和增压站。如果管道材料、质量不符合要求，或者受到腐蚀、疲劳，可能会发生管道爆炸事故，或者在调压站、增压站、安全阀、放空阀等设备处有天然气泄漏或者释放，遇到明火或者火花，将可能引起火灾、爆炸，对周围建筑物、人身安全构成威胁。因此站内天然气泄露引起火灾、爆炸事故是最可能发生的风险事故类型。

②储氢站危险性识别

本工程厂内不设制氢站，只设储氢站。氢气罐中的压力达到 15MPa，如果管道材料、质量不符合要求，或者受到腐蚀、疲劳，可能会发生管道爆炸事故，或者有氢气泄漏或者释放，

遇到明火或者火花，将可能引起火灾、爆炸，对周围建筑物、人身安全构成威胁。因此储氢站内氢气的泄漏引起火灾、爆炸事故是最可能发生的风险事故类型。

③主变区域和燃机机组风险识别

本期工程主变压器等设备发生火灾爆炸会导致变压器油泄漏，燃机机组发生火灾会导致废润滑油泄漏。

④酸碱储罐等系统风险识别

生产过程中由于管道、阀门、法兰、垫片不合格、工作人员操作不当，抑或是外界因素(发生停水、停电等紧急故障或各种不可抵抗的自然灾害时)，也可能引发盐酸、氢氧化钠、次氯酸钠的泄漏事故，进而可能对周边环境造成污染。

（6）最大可信事故

根据上述分析，评价确定本项目最大可信事故内容见表 6-26。

表 6-26　最大可信事故

序号	事故源	最大可信事故情形
1	天然气泄露	天然气泄露引起火灾、爆炸事故，不完全燃烧产生一氧化碳
2	氢气泄露	氢气的泄漏引起火灾、爆炸事故
3	变压器油、机组润滑油泄漏	主变压器等设备发生火灾、爆炸导致变压器油泄漏而产生环境风险另外燃机/汽机房的机组发生火灾时将产生废润滑油。
4	盐酸、氢氧化钠、次氯酸钠泄漏	泄漏后，污染地表水和地下水

3. 源项分析

（1）天然气和氢气

天然气和氢气是本项目生产过程中危险性最大的危险物质，天然气或氢气一旦泄漏，其后果不单与天然气和氢气的贮存量、易燃性有关，而且与天然气的相态、压力、温度等状态有关，天然气或氢气泄漏后与空气混合达到燃烧极限时，遇到引火源就会发生燃烧或爆炸。

①立即起火。可燃气体从容器中往外泄出时即被点燃，发生扩散燃烧，产生喷射性火焰或形成火球，它能迅速地危及泄漏现场。

②滞后起火。可燃气体泄出后与空气混合形成可燃蒸气云团，并随风飘移，遇火源发生爆炸或爆轰，能引起较大范围的破坏。

假定厂内天然气或氢气管道发生损坏导致天然气或氢气出现泄漏时，如果泄漏点附近有激发能源，天然气和氢气达到爆炸下限的泄露量一般约为 10kg。

（2）变压器油和废润滑油

本项目单台主变压器含油 55t。事故状态下按最不利情况考虑，单台主变压器油完全泄漏，则泄漏的变压器油为 55t。燃机机组事故时废润滑油量约 30t。

（3）盐酸、氢氧化钠、次氯酸钠泄漏

本工程使用的盐酸、氢氧化钠采用罐装，布置在室外的低位槽内，最大储存量约 0.05t 和 0.18t，假设某一酸碱储罐系统或储罐阀门损坏导致泄漏，设定罐内酸碱全部泄漏，泄漏量最大为 0.05t 和 0.18t。次氯酸钠采用桶装，位于化水车间的加药间内，假设事故情况下全部泄漏，泄漏量为 0.33t。

4. 环境影响分析

（1）天然气和氢气环境影响分析

由于天然气和氢气爆炸下限比较低，一旦泄漏，由于泄漏量大，在泄漏区域天然气或氢气浓度很快升高，达到爆炸下限，因此天然气或氢气一有泄漏，立即发生爆炸，它能迅速地危及泄漏现场，造成周边区域生命财产损失，但爆炸事故半径一般在 50m 范围内。

本工程天然气调压站、增压站和储氢站位于厂区南部，距离最近的敏感保护目标为林伍仔，距离约在 430m，因此天然气和氢气泄漏引起的火灾爆炸对厂址周边居民影响较小，环境风险是可接受的。

（2）变压器油和废润滑油泄漏环境影响分析

每台变压器下均铺有卵石层，四周设有排油槽并与事故油池相连，事故过程中卵石层起到冷却油和隔离火源的作用，不易发生火灾。变压器发生火灾、爆炸时，消防水与变压器油可通过变压器下的油坑及油管，汇入厂内事故油池，油污水经隔油处理后，废油由有资质的单位立即进行回收处理，下部的水在满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）的限值要求后排入市政污水管网。

燃机机组均设有事故放油管道，事故情况下，燃机机组的润滑油通过事故放油管道排至水封井再排至事故油池，废油由有资质的单位立即进行回收处理，下部的水在满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）的限值要求后排入市政污水管网。

事故油池均为全现浇钢筋混凝土结构，采用抗渗等级不低于 W6 的混凝土，渗透系数小于 10^{-8}cm/s。发生事故时事故油池的油将被及时抽走，不会对地下水产生污染。

因此变压器油和废润滑油泄漏的环境风险是可接受的。

（3）次生污染环境影响分析

本项目天然气爆炸、火灾情况下，将伴生次生影响。

本项目天然气成分主要化学组成为碳、氢、氧及氮元素，因此在燃烧充分的条件下，主要产生的物质为二氧化碳、NOx 及水，对周边环境影响较小。当燃烧不完全时，主要影响物质为 CO，会对环境造成一定的影响，在火灾结束后，影响会逐渐减消失。

参考《建设项目环境风险评价技术导则》（征求意见稿，2009 版），次生污染物 CO 产生量的计算公式为：

$$Gco=2330QC$$

式中：Gco—一氧化碳的产生量，g/kg；

C—物质中碳的质量百分比，%。取 85%；

Q—化学不完全燃烧，%，取 5%~20%，本项目取 20%。

表 6-27 CO 产生量计算结果

名称	泄漏量（t）	CO 排放量（t）
天然气	2*	0.79

*假设天然气全部泄露。

采用加拿大 Lakes 环境软件公司的 SLAB View 程序进行天然气火灾爆炸后次生污染物一氧化碳的预测计算，主要输入参数见下表 6-28。

表 6-28 主要输入参数列表

参数	单位	数值
瞬时污染源排放质量	kg	790
连续排放时间	s	600
污染源高度	m	1.0
环境风速	m/s	3.0
环境湿度	K	289
相对湿度	%	77

由下表 6-29 可见，本工程由于天然气量较少，火灾爆炸发生后，经预测，天然气泄漏后燃烧产生的 CO 在各类气象条件下的最大落地浓度都未出现 LC50(2069 mg/m^3，大鼠吸入，4 小时)和 IDLH（1497 mg/m^3）浓度区，对周边的大气环境影响比较小，环境风险是可接受的。

当天然气发生泄露后，应及时采取措施对爆炸和火势进行控制，减少泄露，以减少次生污染物对环境的影响。

表 6-29 CO 扩散影响 (浓度单位：mg/m^3)

稳定度 距离 m	0.5m/s B	0.5m/s D	0.5m/s F	1.5m/s B	1.5m/s D	1.5m/s F	3.8m/s B	3.8m/s D	3.8m/s F
50	1.4	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	8.1	0.4	0.0
100	1.0	1.2	0.6	1.1	0.1	0.0	13.0	9.8	0.5
500	0.1	0.6	0.6	2.9	6.4	2.2	1.8	5.6	15.2
1000	0.0	0.2	0.3	0.8	4.1	6.8	0.4	1.6	6.7
2000	0.0	0.1	0.1	0.3	1.5	4.4	1.1	0.7	3.3
3000	0.0	0.0	0.1	0.1	0.8	3.0	0.0	0.3	1.5

（4）化学品泄漏事故影响分析

本项目盐酸(31%)和氢氧化钠(32%)的最大储存量约 0.05t 和 0.18t，次氯酸钠储存量

0.33t，上述化学品均为腐蚀性、刺激性危险化学品。

31%盐酸采用储罐储存，发生盐酸泄漏事故时，对外界的影响主要是液态扩散流入附近的土壤和地表水体中，同时，盐酸泄漏会产生刺激性气味，可能造成泄漏区域邻近职工眼、呼吸道、皮肤等刺激，但在迅速采取措施制止泄漏，并用碱液迅速中和泄漏出来的盐酸的情况下，泄漏期间盐酸蒸发量可控制在相对较小的水平。

氢氧化钠(液态)采用储罐储存，其发生泄漏时，也可能造成泄漏区域邻近职工眼和呼吸道刺激，如遇少量水还可形成腐蚀性溶液。一般可收集后中和或用大量水稀释后排入废水处理系统，从而控制其对环境的影响。

酸碱储罐均拟设置在低位槽内，槽内将设置防渗措施；即使发生泄漏事件，上述危险化学品也不会泄漏到槽外，更不会进入地表水，泄漏的液体也不会进入土壤。次氯酸钠位于化水车间的加药间，加药间设有排水沟，一旦有泄漏将用水冲至排水沟后排入废水池纳管排放。上述化学品储存区与敏感目标最近距离在 400m 以上，因此对周围敏感目标基本没有影响。

综上所述，本项目发生泄漏事故的影响较小，且影响基本仅局限于厂区范围；一旦发生泄漏事故，只要反应及时、控制得当，则对项目周围敏感目标的环境空气质量影响较小，不会对其产生不利影响；同时，对东路水库水源水质和土壤、地下水可做到没有影响。

5．风险管理

（1）管理机制与制度

①建立、健全安全生产、环境风险管理组织体系和管理责任制，设置管理机构。

②制定安全生产、环境风险管理制度，包括安全生产奖惩，安全培训教育，作业人员管理，安全检查和隐患排查治理，重大危险源评估和安全管理，应急管理，生产安全事故或者重大事件管理，防火、防爆、防中毒、防泄漏管理，设备检维修等作业安全管理，危险化学品安全管理，职业健康相关管理，劳动防护用品使用维护管理，承包商管理等。

③编制安全操作规程，包括预防过程异常或预防误操作措施、紧急停车方案。内容涵盖易燃危险化学品的装卸作业要求。

④按照《突发环境事件应急预案管理暂行办法》和《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》要求，制定突发环境事件应急预案，按要求完成评审（或论证）、报送工业区备案，并组织开展培训和演练。应急预案将通过与工业区预案的沟通、衔接，形成上下联动，内外呼应的联动机制，同时，在工厂内也将针对各重点危险源、各部门涉及危险品使用、产生单元、以及主要危险品特征，制定专项、单项应急预案，与工厂总体预案、工业区预案等构成预案体系。

⑤主要负责人和管理人员具备一定程度的专业知识和与生产经营活动相适应的安全生产知识、管理能力，取得相关资格证书。特种作业人员应当依照规定，取得特种作业操作证书。

⑥为员工配备劳动防护用品。

⑦危险化学品的储存符合《常用化学危险品贮存通则》（GB15603 -1995）规定。

（2）天然气风险管理

风险防范措施

电厂厂区应按《火力发电厂和变电所设计防火规范》（GB50229-2006）、《工业企业总平面设计规范》（ GB50187-2012 ）及《燃气—蒸汽联合循环电厂设计规范》（DL/T5174-2003）等相关规定进行风险防范，对天然气管道和调压站应按照《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）和《石油天然气管道安全规程》（SY6186-2007）等相关规定进行风险防范设计。

①选址、总图布置和建筑安全防范措施

厂区周围工矿企业、交通干道等设置安全防护距离和防火间距。厂区总平面布置符合防范事故要求，有应急救援设施及救援通道、应急疏散及避难所。

②危险化学品贮运安全防范措施

对贮存危险化学品数量构成危险源的贮存地点、设施和贮存量提出要求，与环境保护目标的距离符合国家有关规定。

③工艺技术设计安全防范措施

自动监测、报警、紧急切断及紧急停车系统；防火、防爆等事故处理系统。

④自动控制设计安全防范措施

有可燃气体检测报警系统和在线分析系统设计方案。

天然气管道环境风险防范应急措施

①天然气管道建设的措施

1) 工艺管件的选择、设置、施工验收及其安全距离将按国家的标准规范执行。

2) 管线的公称压力设计留有足够的裕度，并选用有足够强度的材质。其设计、制造、安装与检验及投运的各个环节符合规范要求，同时管道本身应尽量减少潜在的泄漏点，并保持各种阀门、安全阀、调节阀、支吊架及附属仪表等布置的安全性。

3) 天然气管线在满足工艺要求的情况下，尽可能短捷，系统设计具有良好的密闭性。进站管线上设置手动紧急截断阀，紧急截断阀的位置便于发生事故时能及时切断气源。

4) 输送管线的设计考虑抗震和管线振动、脆性破裂、温度应力、失稳、腐蚀破裂及密封泄漏等因素，具有足够的强度，并采取相应的对策加以控制。

5) 输气管线敷设前，加强对管材和焊接质量的检查，严禁使用不合格产品。对焊接质量严格检验，防止焊接缺陷造成泄漏事故的发生。

6) 管道上按规定设置紧急切断阀。

7) 管道采用焊接，以减少泄漏点。

8) 天然气管道的阀门，宜采用球阀、截止阀。

②输气管道投产试运行的对策措施

1) 投产前的准备工作

a 制定各种安全规章制度。如各工种以岗位责任制为中心的制度、安全检查路线图、设备保养维护制度等。

b 对输气操作人员进行培训。各操作人员应熟悉本岗位工艺流程、安全规定及异常事故处理办法等。培训后应进行考核，合格者方能上岗操作。

c 工程全面完工后，要组织质量检查验收。各站场管道要清扫，保持畅通；各设备、仪器仪表安装完毕后要调试合格；全线通信要畅通。

d 投产领导小组及各专业组的人员要落实，职责分工应明确，保证各部门能在统一指挥下，紧密配合、协同一致地工作。

e 组织好抢修队伍，配备好抢修用的车辆、器材、救护设备、足够的消防器材。

f 制定切合实际情况的投产试运行方案，报公司管理层批准后，应向员工反复交底。

g 管线在下沟回填后应清管和试压，清管和试压应分段进行。试压人员应采取必要的安全措施，气体排放口不得设在人员密集区、公共设施集中区。

2) 投产试运行的安全

a 天然气置换操作要平稳，升压要缓慢，一般应控制天然气的进气流速或清管球的运行速度不超过 5m/s。站内管线置换时，起点压力应控制在 0.1MPa 左右。置换放空时，根据情况适当控制放空气量，在放空口附近设取样点，定时取样分析，直至天然气含氧量小于 2%时，才能结束置换。

b 在通球、置换及严密性试压的升压过程中，无关人员不得进入管道两侧 50m 以内，没有下达检查命令，工作人员不得在管道上停留。投产领导小组下达检查命令后，各岗位人员应对站内及管道进行检漏，发现问题及时报告、处理。

天然气调压站、增压站风险防范应急措施

①天燃气调压站、增压站的布局、建筑、间距等均符合《城镇燃气设计规范》（GB50028-2006）要求。

②天然气管道压力和设计温度均按各段管内天然气最高工作压力和最高工作温度确定。

③天然气管道可根据实际情况选择地下埋设或地上高支架架空敷设，不得采用管沟敷设。

④进厂天然气气源紧急切断阀前总管和厂内天然气系统管道设置放空管，输气管道在进站气源设手动或自动事故切断系统。

⑤进出口联络管或总管上均装设安全阀。站内的受压设备和容器也设置安全阀。

⑥设置避雷设施，站内管道及设备有防静电接地设施。

⑦厂内设置天然气管道停用时的惰性气体置换系统。置换气体的容量宜为被换气体容量的两倍。

⑧天然气管道属于压力管道，设计、管线、施工、验收应符合特种设备管理的规范要求。

⑨天然气管线在使用前应按照规定进行试压、吹扫等工作。

⑩站内的各类电器选型符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）、《爆炸危险场所安全规定》的要求。

⑪站内设置安全警示标志，严禁烟火，与周围建筑有安全间距。

⑫埋地管线设置角桩、交叉和警示牌等永久性标志。

⑬站内设置自动报警装置和移动式灭火器。

⑭在可能泄漏天然气的地方均设置可燃气体报警设备。初步考虑在前置模块上方和调压管路上方安装天然气泄漏报警仪，全厂安装套数不少于 4 套。

⑮站内作业人员应进行安全技术培训，做到持证上岗。

⑯在投入使用前应通过消防、燃气管理部门的验收。

（3）氢气风险防范措施

氢气系统的设计严格遵循《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）和现行的《氢气使用安全技术规程》（GB4962-2008）合理布局，与其它建(构)筑物防火间距达标，管材、壁厚及相关附件选型正确。

①氢气瓶的布置，符合现行的国家标准《氢气站设计规范》（GB50177-2005）的有关规定。

②氢气瓶安装压力表、安全阀。安全阀连接装有阻火器。

③氢气放空时，要提前采取措施，在雷雨时做到尽量不进行放空作业，如必须放空时，要做好防火准备。

④氢气贮存区设置明显的禁火标志，并有可靠的防雷装置。

⑤储氢厂房独立设置，并采用敞开结构，并设置必要的泄压设施。

⑥氢气系统的吹洗置换采用氮气（或其他惰性气体）置换法或者注水排气法。

⑦氢气管道上设放空管、取样口和吹扫口，氢气放空管上采取静电接地，并在避雷保护范围之内。

⑧氢气瓶设置放空阀、安全阀和压力表，安全附件的设计、制造和检验要符合《压力容器安全监察规程》要求。

⑨设氢气检漏报警装置，并与相应的事故排风机联锁。

⑩作业人员禁止穿戴合成纤维等易产生静电的衣服、手套等。

⑪氢气贮存区有消除人员静电的装置，对避雷针接地和氢管接地，按规程要求定期进行测试，接地电阻不大于 10Ω。

（4）变压器区风险防范措施

①变压器区及其建筑物（构筑物）的设计应符合《火力发电厂与变电站设计防火规范》(GB50229-2006)、《燃气-蒸汽联合循环电厂设计规定》（DL/T5174-2003）、《火力发电厂建筑设计规程》（DL / T5094-1999）、《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）及其他相应电压等级的国家标准、行业标准；

②加强对变压器类设备从选型、定货、验收到投运的全过程管理，明确变压器专职人员及其职责。严格按有关规定对新购变压器设备进行验收；

③变压器投运前应作详细检查，以确认变压器及其保护装置是否在良好状态，是否具备带电运行条件，特别注意临时地线是否拆除，变压器上无异物，分接开关位置是否正确，各阀门开闭是否正确等。投运前变压器的保护应按规定投入；

④主变压器区设火警探测器及水喷雾灭火装置。

（5）化学品风险防范措施

①加强教育

定期对工作人员进行针对性安全卫生教育；生产现场配置各种工作帽、防护服，防护手套等劳动保护用品；配备工业卫生医生、急救药品和专用设备；对不同理化性质的化学药品做到不混储、不混运。

②加强化学药品管理

明确危害特性：对所涉及的化学品进行危险性鉴别，确定其危害性，并对其进行标识，以提供其类别、理化性能、危害性和安全使用的注意事项。

③严格储存管理

化学药品由专人专柜保存或看管，储存设施密封性能良好，严防外泄。

盛装化学药品的容器，在使用前后，必须进行检查，消除隐患。如果发现破损泄漏，必须立即进行安全处理；改装必须在安全地点进行。

根据物品的种类、性质，设置相应的通风、防火、报警等安全设施。

（6）事故废水防控体系

根据全厂项目消防设计以及事故情况下有废水泄露的区域，需考虑事故废水收集的区域为化水车间的酸碱储罐区和氨水桶区。本工程在酸碱储罐区和氨水桶区均设有围堰，事故情况下的事故水收集在围堰内，在用泵送至废水贮存池经中和处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）限制要求后纳管。本工程发生事故时的事故水量不超过100m^3，而废水池（兼做事故水池）为 2×800m^3，完全有能力收集和处置事故废水。

电厂的天然气调压站、增压站、储氢站、燃机房和汽机房、主变压器区均设有消防水系统。天然气调压站、增压站和储氢站没有化学药品，消防水仅是灭火，因此这些消防水水质不会受到污染，可直接排入雨水管网。燃机房和汽机房发生火灾时，机组设备中的油通过事故放油管道排至水封井后再进入事故油池，事故油池具有油水分离功能，上部的油由清油泵清理，下部的水在满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）的限值要求后排入市政污水管网，其他的消防水仅用来灭火，这些消防水水质不会受到污染，可直接排入雨水管网。主变压器区发生火灾时会有油泄漏，变压器的消防水也通过变压器下方的事故油坑送至事故油池，事故油池具有油水分离功能，上部的油由清油泵清理，下部的水在满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）的限值要求后排入市政污水管网。根据《火力发电厂与变电站设计防火规范》（GB50229-2006），当设置有油水分离措施的总事故贮油池时，其容量宜按最大一个油箱容量的 60 %确定。本工程储油最大的设备为主变压器，油量 55t，每台主变压器各自带一个容积为 55/0.3=183m^3 的油池，此外，本工程每台机组配一个容积为 60m^3 的主机事故油池。因此，完全可以满足事故情况下的油污水量。

为了避免事故状态下污染物可能进入厂区雨水排放口和清净下水排放口，本工程在厂区雨水排放口设置相应的闸门，该闸门可起到在事故状态下切断污染物外排路径的作用，防止污染物外泄影响厂区外的环境。

6. 应急预案

（1）应急预案内容

根据《关于印发<突发环境事件应急预案管理暂行办法>的通知》(环发[2010]113 号)，向

环境排放污染物的企业事业单位，生产、贮存、经营、使用、运输危险品的企业事业单位，产生、收集、贮存、运输、利用、处置危险废物的企业事业单位，以及其他可能发生突发环境事件的企业事业单位，应当编制环境应急预案。

建设单位应根据洋浦经济开发区生态环境局编制的《处置突发环境污染事故应急预案》，针对本工程涉及的化学品的危险特性制定相应的应急预案，并在建设单位主要负责人签署实施之日起 30 日内报所在地环境保护主管部门备案。应急预案的主要内容见表 6-30。发生重大事故时，应急反应系统建议如图 6-7 所示。

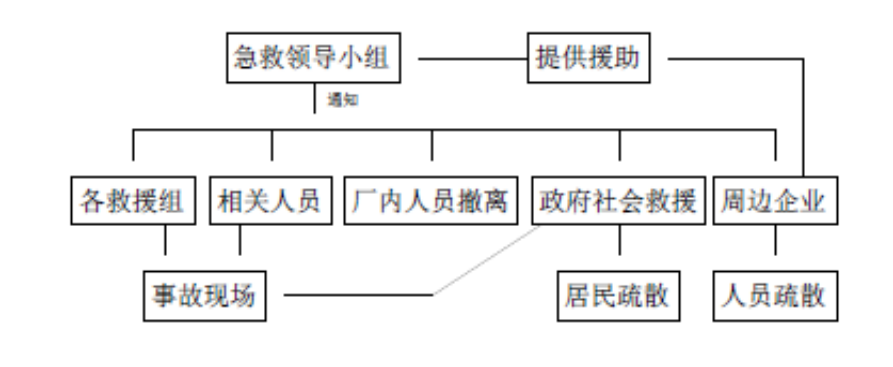


图 6-7　应急反应系统建议

表 6-30　应急预案内容

序号	项目	内容及要求
1	应急计划区	危险目标：天然气调压站、天然气管道、供氢站、变压器区等；保护目标：电厂厂区 3km 范围内的居民
2	应急组织机构、人员	电厂、地区应急组织机构、人员
3	预案分级响应条件	规定预案的级别及分级响应程序
4	应急救援保障	应急设施，设备与器材等
5	报警、通讯联络方	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式和交通保障、管制
6	应急环境监测、抢险、救援及控制措施	由专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据
7	应急检测、防护措施、清除泄漏措施和器材	事故现场、邻近区域、控制防火区域，控制和清除污染措施及相应设备
8	人员紧急撤离、疏散，应急剂量控制、撤离组织计划	事故现场、电厂邻近区、受事故影响的区域人员，撤离组织计划及救护，医疗救护与公众健康
9	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序 事故现场善后处理，恢复措施 邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
10	应急培训计划	应急计划制定后，平时安排人员培训与演练
11	公众教育和信息	对电厂邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息

（2）事故应对措施

一旦发生危险化学品意外泄漏事故，应根据化学危险物质的危害级别及危害途径采取相应的应急处置措施，主要包括：立即关闭和隔离泄漏源；控制有害物质进一步外泄；必要时对可能受影响的人群进行隔离、观察，限制人员进出等。

建设单位应重点明确：火灾爆炸事故现场处置程序与方法，化学药品泄漏事故现场处置程序与方法等，以下列出部分处理控制措施供参考。

火灾爆炸事故处理控制措施

①立即报告指挥中心，并按下声光报警器（声光报警自动启动除外），同时立即组织周围员工使用现场灭火器、消火栓进行初起火灾灭火；

②通知通讯联络组组长(60 秒内完成)，通知消防值班室启动消防设施；同时根据通讯组反馈情况向“119”或友邻单位请求支援，并上报环保局、环保应急中心、安监局；当预警升级到厂区红色警报以上时，必须通知周边企业进行密切关注或进行人员疏散，同时请求洋浦应急中心给予援助；

③ 通知抢修组、医疗救护组、保护组立即去现场处理；同时汇总各小组反馈情况，及时汇报指挥中心。当预警升级到厂区红色警报以上时，指挥部必须通知周边企业进行密切关注或进行人员疏散，同时请求市区应急中心给予援助；

④立即关闭总雨水外排阀门，打开消防尾水池阀门，消防水收集至废水池，经处理后纳管排放，防止救火的消防水（含化学物质）流入河道，污染河水；

⑤用毛毡、海草帘堵住下水井、窨井口等处，防止火焰蔓延，限制燃烧范围；对周围设施及时采取冷却保护措施，并迅速疏散受火势威胁的物资；

⑥遇爆炸性火灾时，迅速判断和查明再次发生爆炸的可能性和危险性，紧紧抓住爆炸后和再次发生爆炸之前的有利时机，采取一切可能的措施，全力制止再次爆炸的发生。切忌用沙土盖压，以免增强爆炸性废物爆炸时的威力；

⑦灭火人员应尽量利用现场现成的掩蔽体或尽量采用卧姿等低姿射水，尽可能地采取自我保护措施。消防车辆不要停靠离爆炸性废物太近的水源；

⑧灭火人员发现有发生爆炸的危险时，应立即向现场指挥报告，现场指挥应迅即作出准确判断，确定有发生再次爆炸征兆或危险时，应立即下达撤退命令。灭火人员看到或听到撤退信号后，应迅速撤至安全地带，来不及撤退时，应就地卧倒。

电厂毗邻企业之间相互安全距离符合相关标准要求，本工程厂址周围无严重火灾、爆炸危险的工厂、仓库，厂址选择满足安全条件要求。评价建议建设单位委托有资质单位编制安全评价，并按照安评要求建设、运行。本工程在严格采取各项风险防范措施及应急预案前提

下，项目环境风险是可接受的。

建议建设单位按照《企业突发环境事件风险评估指南（试行）》（2013 版）、《关于印发<突发环境事件应急预案管理暂行办法>的通知》（环发[2010]113 号）及洋浦经济开发区生态环境保护局编制的有关《处置突发环境污染事故应急预案》的要求，编制相应突发环境事件应急预案。

（2）事故应对措施

一旦发生危险化学品意外泄漏事故，应根据化学危险物质的危害级别及危害途径采取相应的应急处置措施，主要包括：立即关闭和隔离泄漏源；控制有害物质进一步外泄；必要时对可能受影响的人群进行隔离、观察，限制人员进出等。

建设单位应重点明确：火灾爆炸事故现场处置程序与方法，化学药品泄漏事故现场处置程序与方法等，以下列出部分处理控制措施供参考。

火灾爆炸事故处理控制措施

①立即报告指挥中心，并按下声光报警器（声光报警自动启动除外），同时立即组织周围员工使用现场灭火器、消火栓进行初起火灾灭火；

②通知通讯联络组组长(60 秒内完成)，通知消防值班室启动消防设施；同时根据通讯组反馈情况向“119”或友邻单位请求支援，并上报环保局、环保应急中心、安监局；当预警升级到厂区红色警报以上时，必须通知周边企业进行密切关注或进行人员疏散，同时请求洋浦应急中心给予援助；

③ 通知抢修组、医疗救护组、保护组立即去现场处理；同时汇总各小组反馈情况，及时汇报指挥中心。当预警升级到厂区红色警报以上时，指挥部必须通知周边企业进行密切关注或进行人员疏散，同时请求市区应急中心给予援助；

④立即关闭总雨水外排阀门，打开消防尾水池阀门，消防水收集至废水池，经处理后纳管排放，防止救火的消防水（含化学物质）流入河道，污染河水；

⑤用毛毡、海草帘堵住下水井、窨井口等处，防止火焰蔓延，限制燃烧范围；对周围设施及时采取冷却保护措施，并迅速疏散受火势威胁的物资；

⑥遇爆炸性火灾时，迅速判断和查明再次发生爆炸的可能性和危险性，紧紧抓住爆炸后和再次发生爆炸之前的有利时机，采取一切可能的措施，全力制止再次爆炸的发生。切忌用沙土盖压，以免增强爆炸性废物爆炸时的威力；

⑦灭火人员应尽量利用现场现成的掩蔽体或尽量采用卧姿等低姿射水，尽可能地采取自我保护措施。消防车辆不要停靠离爆炸性废物太近的水源；

⑧灭火人员发现有发生爆炸的危险时，应立即向现场指挥报告，现场指挥应迅即作出准确判断，确定有发生再次爆炸征兆或危险时，应立即下达撤退命令。灭火人员看到或听到撤退信号后，应迅速撤至安全地带，来不及撤退时，应就地卧倒。

氨水泄漏事故应急处理处置方法

①值班员通知应急救援指挥部启动应急预案。

②区域班长组织力量利用现场设施进行堵漏。

③立即组成自救、互救与紧急疏散小组，有组织地进行人员救护，迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，合理通风，加速扩散。

④中毒人员立即脱去污染的衣着，应用 2%硼酸液或大量清水彻底冲洗身体沾染部位；如眼睛接触氨应立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟；吸入氨人员迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，并迅速护送伤员去附近医院就医。

另外电厂一旦发生事故，应立即告知金星村的居民，做好个人防护措施及撤离的准备。

电厂毗邻企业之间相互安全距离符合相关标准要求，本工程厂址周围无严重火灾、爆炸危险的工厂、仓库，厂址选择满足安全条件要求。评价建议建设单位委托有资质单位编制安全评价，并按照安评要求建设、运行。本工程在严格采取各项风险防范措施及应急预案前提下，项目环境风险是可接受的。

建议建设单位按照《企业突发环境事件风险评估指南（试行）》（2013 版）、《关于印发<突发环境事件应急预案管理暂行办法>的通知》（环发[2010]113 号）、《海南省突发环境事件应急预案(2015 年修订版)》及洋浦经济开发区的《洋浦经济开发区突发公共卫生事件应急预案》的要求，编制相应突发环境事件应急预案。

四、环保投资

本评价报告中估算的拟建项目环境保护投资见下表，项目总投资 319303 万元，其中环保投资约 6031 万元，占总投资的 1.89%。

本期 2×460MW 级机组环保投资项目见表 6-31。

表 6-31 环保投资项目

	项目
1	低氮燃烧器（含在主体工程投资中）+ SCR 烟气脱硝系统
2	烟囱

3	水土保持工程估算总投资（含绿化）	
4	废水处理（含水质、水量在线监测系统）	工业废水
		生活污水
5	噪声治理	
6	余热锅炉烟囱	烟气在线监测系统
7	环境监测站补充仪器、设备	
8	环保设施竣工验收费	

四、项目竣工验收内容

本项目环境保护竣工验收清单见下表。

根据《建设项目环境保护管理条例》第十七条规定，“编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。”

环保设施竣工验收报告主要内容有：

(1) 施工期环境保护措施实施情况调查；

(2) 工程各项环保措施是否落实到位，各项污染排放值是否满足环保标准要求；

(3) 污染物排放对环境的影响是否满足国家标准要求；

(4) 国家规定总量控制污染物的排放情况；

(5) 环境管理检查结果。

该项目所涉及到的各项环保措施必须按照“三同时”的要求落实到位，各项环保措施“三同时”验收项目见表 6-34。

表 6-34　　环保措施“三同时”验收一览表

类别	项目	方案措施	治理效果	验收内容	验收标准
废气	余热锅炉废气	低氮燃烧器，废气在线监测系统	60m 高烟囱排放，NOx排放浓度小于47.2mg/Nm^3	设置低氮燃烧器、烟囱高度、NOx 排放浓度、烟温、流速及含氧量在线连续监测系统	SO_2、NOx、烟尘排放浓度验收标准为《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011)表2限制要求

	启动锅炉废气	启动锅炉废气	NOx 排放浓度小于 100mg/Nm^3	SO_2、NOx、烟尘排放浓度	SO_2、NOx、烟尘排放浓度验收标准为《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）燃气锅炉标准限值
废水	生活污水	化粪池、废水处理系统	厂内回用、不外排	生活污水处理站	废水无外排，对环境无影响
	工业废水	零排放系统	回用	废水处理系统	对环境无影响
噪声	噪声设备	选择先进的低噪声设备，安装消声、减振设备	场界达标，敏感点噪声不超标	降噪措施，厂界噪声连续等效 A 声级	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类标准
固废	危险废物	委托处置	不外排	规范暂存；合法处置；危废处置协议，一般固废处置协议	《一般工业固体废物贮存、处理场污染控制标准》相关标准 质单位处理
	一般固废	委托处理			
	生活垃圾	环卫清运			

排污口应规范化设置：

废气：废气排气筒均应设置便于采样、监测的采样口和采样监测平台。在排气筒附近地面醒目处设置环保图形标志牌。

废水：厂区排水体制按“清污分流、雨污分流”制排水体系实施，雨水通过雨水排放口排入厂外；废水接管口要设置明显环保图形标志牌，要具备采样、监测条件。

固体废物：设置专用堆放场，防止雨淋和地渗，并在醒目处设置标志牌。

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	污染物 名称	防治措施	预期治理效果
废气	余热锅炉烟囱	NOx、SO_2、烟尘	采用低氮燃烧装置，80m 高烟囱排放，安装烟气连续监测系统	SO_2、NOx、烟尘排放浓度达到《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011)表 2 限制要求
	启动锅炉烟囱	NOx、SO_2、烟尘	每台锅炉配备一根 15m 高、1.5m 内径的烟囱	大气污染物排放标准》（GB13271-2014）燃气锅炉标准限值
	运营期 食堂厨房	油烟	油烟经油烟净化器处理后通过内置的专用排烟道引自屋顶排放	（GB18483-2001）中型标准
废水	工业废水	溶解性总固体、pH、Fe、COD、SS	经处理后全部回用	不外排到地表水，不影响附近水体环境。温排水入海洋环境，影响可控。
	生活污水	COD、SS、BOD、氨氮	厂内设有化粪池及污水处理系统，废水处理后回用	
	海水直流冷却	温排水	--	
固体废弃物	工作人员 原水处理装置 水处理 锅炉清洗 机组检修 变压器	生活垃圾 排泥 反渗透膜 铁渣 废润滑油 废变压器油	原水处理排泥委托有资质单位定期清运;反渗透膜服务期满后由厂商回收;锅炉酸洗产生的铁渣由酸洗公司拉走处置;生活垃圾将委托当地环卫部门清运处置;项目竣工验收前，建设单位需与具有相应危废处置资质的单位签订离子交换树脂、锅炉酸洗废液、废矿物油和废变压器油等危废处理合同,由相应有资质的单位进行处理	本工程对固体废物进行分类收集、分类处理,尽量实现固体废物的有效利用,不对外排放,所以固体废物对周边的环境不会产生影响。
噪声	燃气轮机组、汽轮发电机组及其他高噪声设备，在定购时应有设备噪声限值要求，将设备噪声控制在85dB(A)以下；燃气轮机、蒸汽轮机、发电机布置于主厂房内，主厂房采用隔声门、窗，墙面进行隔、吸声处理，屋面排风风机设置消声器；余热锅炉设置紧身隔吸声封闭结构；烟囱设置消声器；机力通风冷却塔进、排风口安装阻性片式消声装置，降低淋水噪声；辅助设施如循环水泵房、污泥脱水泵等均设置于室内；前置模块放散和调压站放散均设置小孔消声器；厂区总平面布置尽可能将高噪声设备如锅炉布置在厂区中间，减少噪声对厂界噪声的影响；加强电厂的运行管理，减少突发和非正常噪声（如厂内管道漏汽、阀门不能100%关闭等情况下产生的噪声）对周围环境的影响。冲管排气作业安排在白天，排气口排放方向尽量避开居民住宅。噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准。			
其他	无			

生态保护措施及预期效果

该项目的建设，将使区域内现植物总量较现状有所减少，现有景观将发生变化。

结论与建议

一、结论

1、项目概况

华能洋浦 2×460MW 级燃气—蒸汽联合循环电厂工程项目位于洋浦经济开发区石化功能区，项目总占地面积 47.83hm²，一期工程占地 9.18 hm²。拟建电厂装机容量本期工程为 2 台 9F 级改进型燃气—蒸汽联合循环机组。一期先建设 2×460MW 级燃气—蒸汽联合循环机组及相应的公用设施。主要建设内容为主体工程、辅助工程及配套建设场区道路、公用动力管线、场区绿化、大门及围墙等工程。主体工程主要为主厂房及设备安装，辅助生产、附属建（构）筑物主要有：SCR 脱硝系统、GIS 综合楼、启动锅炉房、空压机房、天然气调压站、锅炉补给水处理车间、供氢站、消防车库、生产行政综合楼、材料库及检修车间、夜班宿舍及职工食堂、综合管架、警卫传达室等。除天然气调压站、综合管架采用钢结构外，其余均为钢筋混凝土框架结构。

2、产业政策、规划合理性

本工程为 F 级燃气-蒸汽联合循环机组，不属于《产业结构调整指导目录(2011 年本)》（国家发改委第 9 号令）、《关于修改<产业结构调整指导目录(2011 年本)>有关条款的决定》（国家发改委第 21 号令）、《天然气利用政策》（2012 年发展改革委令第 15 号）中限制类和禁止类中关于电力的项目，鼓励类中未提及，因此本工程属允许类。

本项目位于洋浦经济开发区石化功能区，交通运输便利，符合环境规划的要求。根据洋浦经济开发区土地利用现状图和规划图以及有关林地保护利用规划，项目用地现状为围填海造地后形成的熟地，不占用基本农田和林地。本项目符合用地规划。

3、总量控制分析

根据《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》（国发〔2017 年〕65 号）《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》[国发（2013）37 号]，总量控制指标为 COD_{Cr}、二氧化硫、氨氮、氮氧化物、烟{粉}尘、挥发性有机物（TVOC）等六项。

建议排放总量控制指标为：

烟尘：120t/a ；NOx：1000 t/a；二氧化硫：160t/a。

总量控制指标由洋浦经济开发区生态环境保护局分配。根据排污许可证制度：凡是需要向环境排放各种污染物的单位或个人，都必须事先向环境保护部门办理申领排污许可证手续，经环境保护部门批准后获得排污许可证后方能向环境排放污染物，项目总量指标来源应与排污许

可证制度相衔接。

4、环境质量现状

项目区环境现状良好，NO_2、SO_2均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准。

本项目所在区域声环境质量能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应的 3 类标准。

5、环境影响评价结论

（1）废水

本工程设置生活污水处理系统，运营期产生的生活污水进入生活污水处理系统后回用于厂区绿化等。工业废水经处理后全部回用，原水预处理的脱水装置脱水处理后由有资质的单位回收。不外排。全厂不设废污水外排口，不会对水环境产生影响。

本工程采用海水直流冷却系统，温排水对海洋环境产生一定影响，但总体在可接受范围。

综上所述，本工程建设投运后，对地表水环境影响较小。

（2）废气

厨房需安装油烟净化器，食堂厨房油烟经油烟净化装置处理达标后通过专用排烟管道从楼顶排入大气自然扩散排放。通过上述处理后，项目油烟总排放量为 0.24kg/a，对周围环境空气影响较小。

本工程燃气轮机采用干式低氮氧化物燃烧器(DLN)，燃料为天然气，每台余热锅炉采用一个内径 7.5m、高 80m 的烟囱进行排放，本工程参照已有燃机电厂排放水平，NOx、SO_2、烟尘排放浓度分别达到 25mg/Nm^3、4mg/Nm^3、3mg/Nm^3（15%含氧量，标态干基），运行期机组排放的烟气污染物浓度可以满足《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）的要求，对周围大气环境影响较小。

本项目在机组启动时由 2 台 40t/h 蒸汽锅炉提供，锅炉燃料为天然气，锅炉废气主要为NO_2，根据工程分析计算项目锅炉废气产生总量约为 8.69×10^{6}m^3，NO_2产生浓度为 13.77mg/ Nm^3。满足 《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）新建锅炉大气污染物排放浓度限值要求。

（3）噪声

燃气轮机组、汽轮发电机组及其他高噪声设备，在定购时有设备噪声限值要求，采用隔声罩等防噪声措施，在采取消声器降噪措施情况后，各厂界噪声均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中关于偶发噪声的要求，在加装消声器后，余热锅炉排气、前置

模块放散声和天气调压站放散声等突发噪声对周围声环境的影响是可以接受的。

（4）固废

电厂生活垃圾定期有环卫部门清运处置，原水处理装置排泥就地堆放，堆放场地位于原水预处理站内，泥饼定期清运处置。反渗透膜服务期满后由厂商回收。锅炉酸洗产生的铁渣由酸洗公司拉走处置。

电厂设有事故油池，机组检修时产生的废润滑油及事故情况下产生的变压器油均排至事故油池后，由有资质的单位回收处置，不对外排放。废离子交换树脂和锅炉酸洗废液及时由有资质的单位回收处置，不对外排放。

（5）地下水环境影响

本工程工艺系统简单，厂内无露天固废堆场、无化学原料使用堆放。各类废水均贮存在钢筋混凝土池中，水池内壁进行防渗、防腐处理，确保混凝土池不会渗漏，对地下水无影响。

（6）环境风险影响

本工程在严格采取报告表中提出的各项风险防范措施及应急预案前提下，项目环境风险是可接受的。

6、总结论

本项目符合国家产业政策，符合有关热电联产规划。建设单位严格落实环境影响报告表提出的环保对策及措施后排放污染物能得到合理处置，项目对区域环境空气，水环境，声环境均不会产生明显的影响，对区域环境质量影响很小，从环保角度考虑，本项目建设是可行的。

综上所述，本项目的建设符合国家及地方产业政策，在实施项目的同时应严格执行环保“三同时”原则，并按照本评价提出的各项污染防治措施严格执行，在运行过程中加强生产管理和环境管理，确保各项处理设施正常运转，污染物达标排放，并建立行之有效的安全、环境管理制度，从环保角度看本项目的建设基本可行。

二、建议

（1）加强项目施工过程的环境监理。

（2）尽量缩短施工周期，以减轻项目施工期所带来的不良环境影响。

（3）加强设备的管理维护，确保各类污染物的有效治理，并接受当地环保部门的监督检查。

（4）对固体废物进行分类收集，能回收利用的尽量回收利用。

预审意见：

公　章

经办人：　　年　　月　　日

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

公　章

经办人：　　年　　月　　日

审批意见：

公　章

经办人：　　年　　月　　日

注　　释

一、本报告表应附以下附件、附图：

二、如果本报告表不能说明项目产生的污染及对环境造成的影响，应进行专项评价。根据建设项目的特点和当地环境特征，应选下列 1—2 项进行专项评价。

1．大气环境影响专项评价

2．水环境影响专项评价（包括地表水和地下水）

3．生态影响专项评价

4．声影响专项评价

5．土壤影响专项评价

6．固体废物影响专项评价

以上专项评价未包括的可另列专项，专项评价按照《环境影响评价技术导则》中的要求进行。

海南省发展和改革委员会文件

琼发改交能〔2013〕524号

海南省发展和改革委员会
关于洋浦经济开发区热电联产规划的批复

洋浦经济开发区经济发展局：

报来《关于报送洋浦经济开发区供热专项规划和热电联产规划的函》（浦经函〔2013〕14号）及有关材料收悉。根据国家发展改革委、建设部《热电联产和煤矸石综合利用发电项目建设管理暂行规定》（发改能源〔2007〕141号）要求，结合洋浦经济开发区热电联产规划评审专家组对《洋浦经济开发区热电联产规划》的审查意见、《洋浦经济开发区总体规划（2011-2030）》和《洋浦经济开发区供热专项规划》，经研究，现就《洋浦经济开发区热电联产规划》批复如下：

一、该规划根据洋浦经济开发区内热负荷分布和特点以及石化产业发展和分区规划，将供热区域分为A、B、C三个供热分区，其中A区北至腾洋路、东至开源大道、西南至北部湾，B区北至

园八路、东至开源大道、南至腾洋路、西至北部湾，C区西北至开源大道、东南为新英湾。规划现状年份为2012年，近期年份为2015年，远期年份为2030年。

二、现状工业热负荷为1780.85吨/小时，近期规划最大工业热负荷为4350吨/小时、空调负荷100兆瓦，远期规划工业热负荷为7000吨/小时、空调负荷210兆瓦。

三、原则同意近期规划新增2台35万千瓦热电联产机组承担洋浦经济开发区内B区工业负荷和C区公建用户制冷负荷，满足中石化海南炼化100万吨/年乙烯及炼油改扩建工程、海南逸盛石化有限公司年产210万吨精对苯二甲酸（PTA）项目的热负荷需求，其中B区近期规划热负荷为1100吨/小时、C区近期规划制冷负荷为100兆瓦。

四、请你局协调有关方面加快推进规划的热电联产项目前期工作，优先采用大型、高效、环保热电机组，同步建设脱硫、脱硝装置，并落实配套热网建设，做到热网与热源点建设同步，确保建成后发挥效益。

海南省发展和改革委员会

2013年3月20日

海南省发展和改革委员会办公室　　2013年3月20日印发

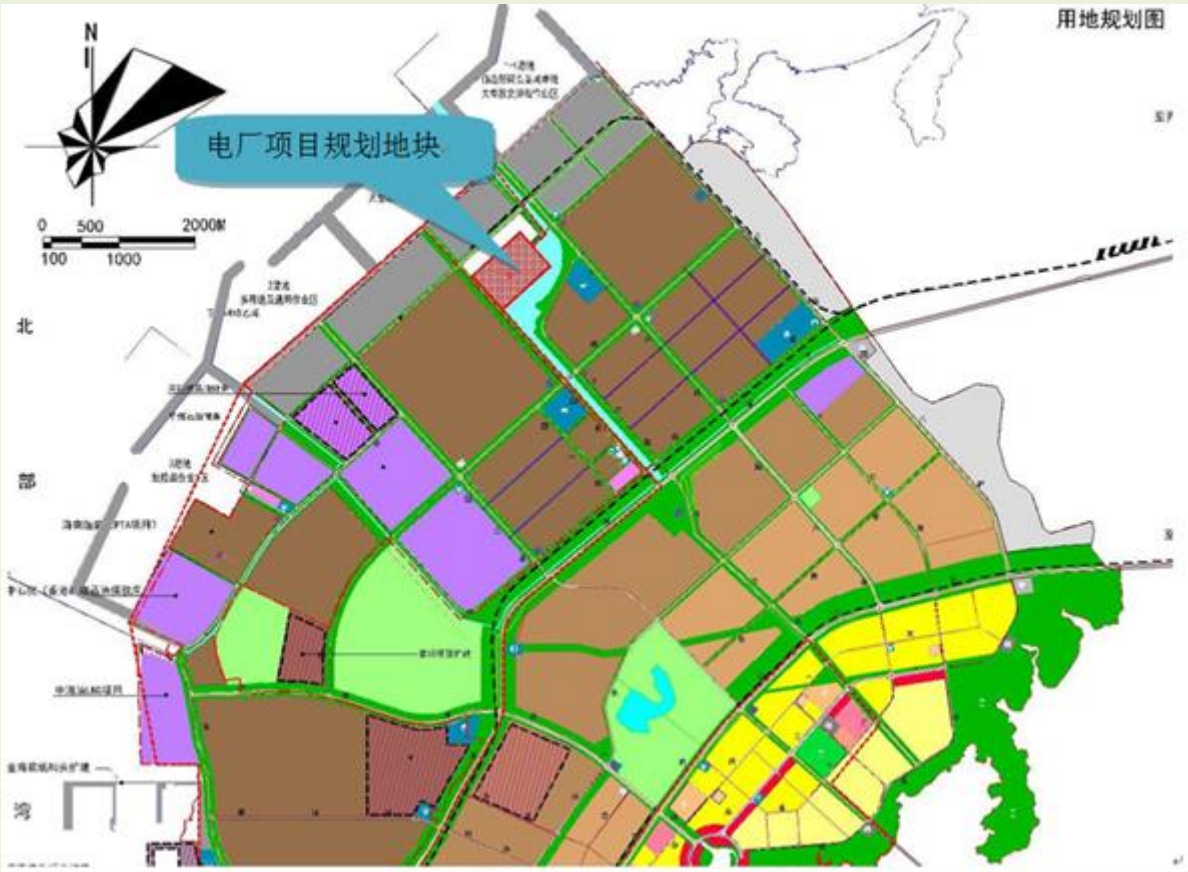
版权所有 复制必究
海口市
项目位置
海南环线高速
儋州市
版本
日期
修改内容摘要
修改
批准
中能洋浦天然气热电联产项目(2X460MW级)燃气-蒸汽联合循环新建工程
可研
设计阶段
批准
王小宁
设计
高秀甫
审核
温国标
制图
高秀甫
厂址地理位置图
比例
图号
44-FA12751K-A02-Z01
校核
李新凯
日期
2018.07
条形码
版本
A

厂址地理位置图

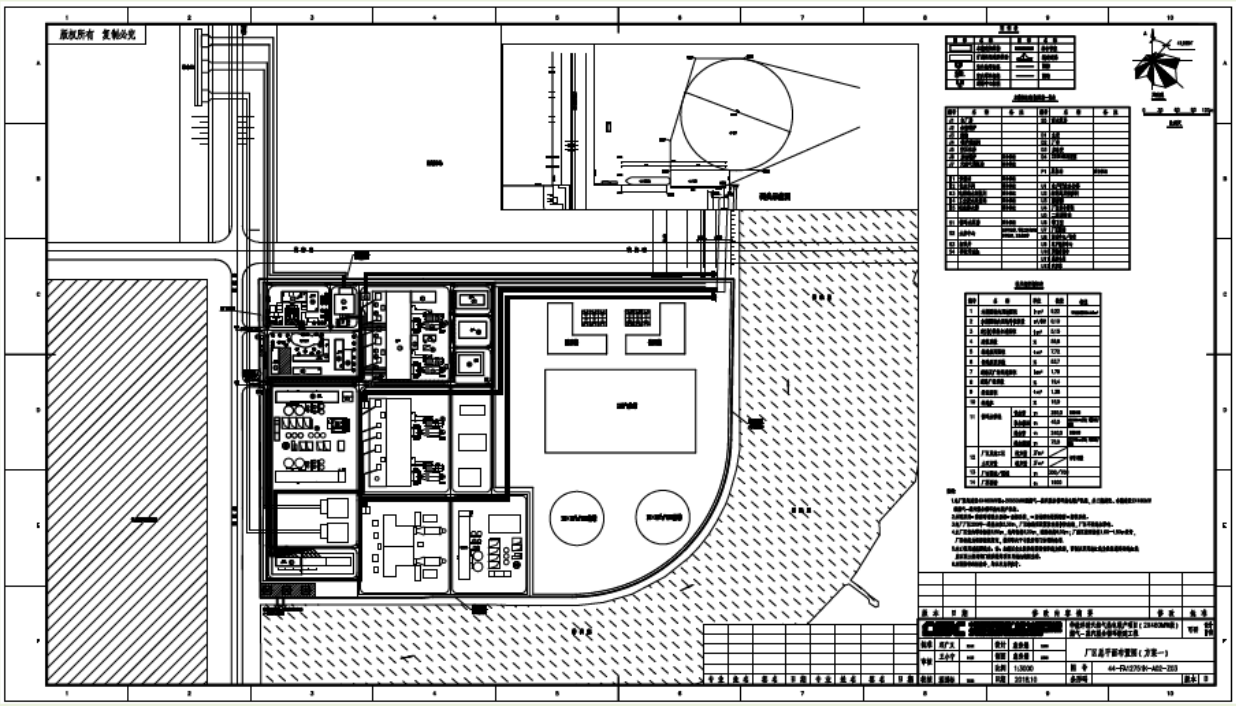
神头港1#港池
修造船港口备用地
库区
厂区用地
神头港2#港池
火炬及库区
排洪渠
大乙烯项目

厂区周边环境示意图

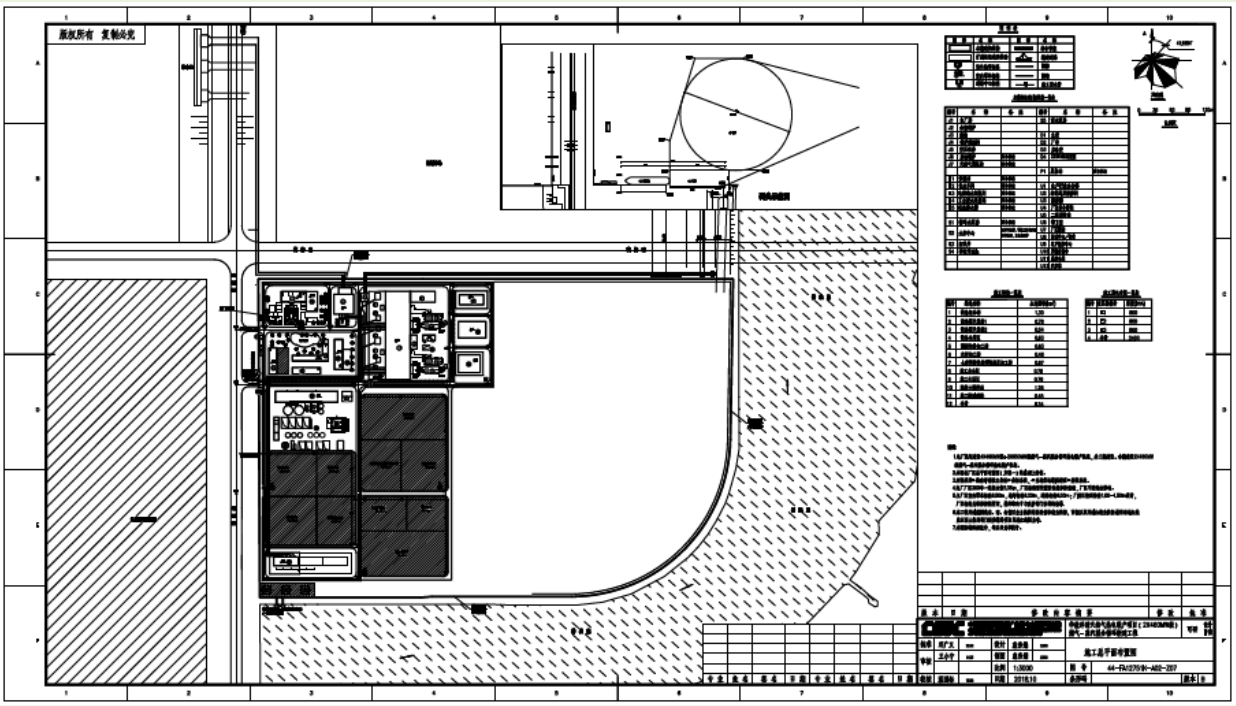
厂址现场谷歌卫星图



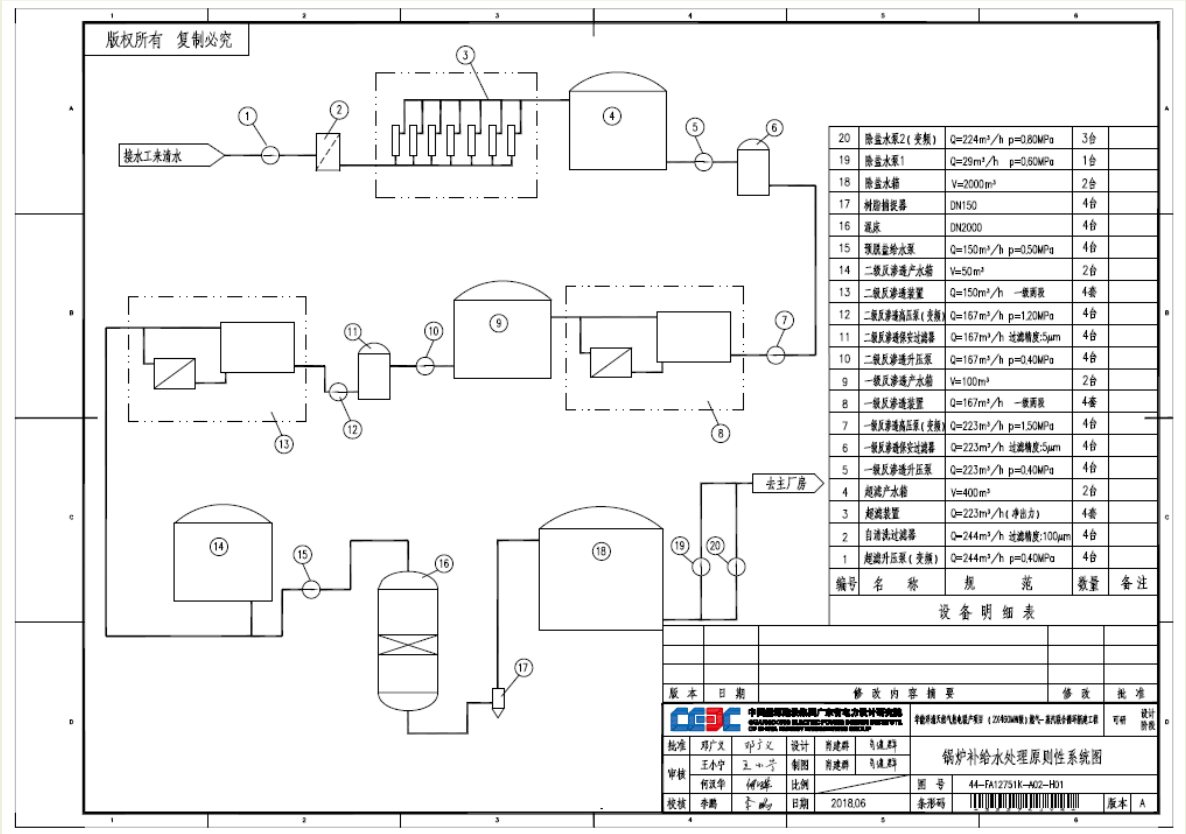
厂址用地规划图



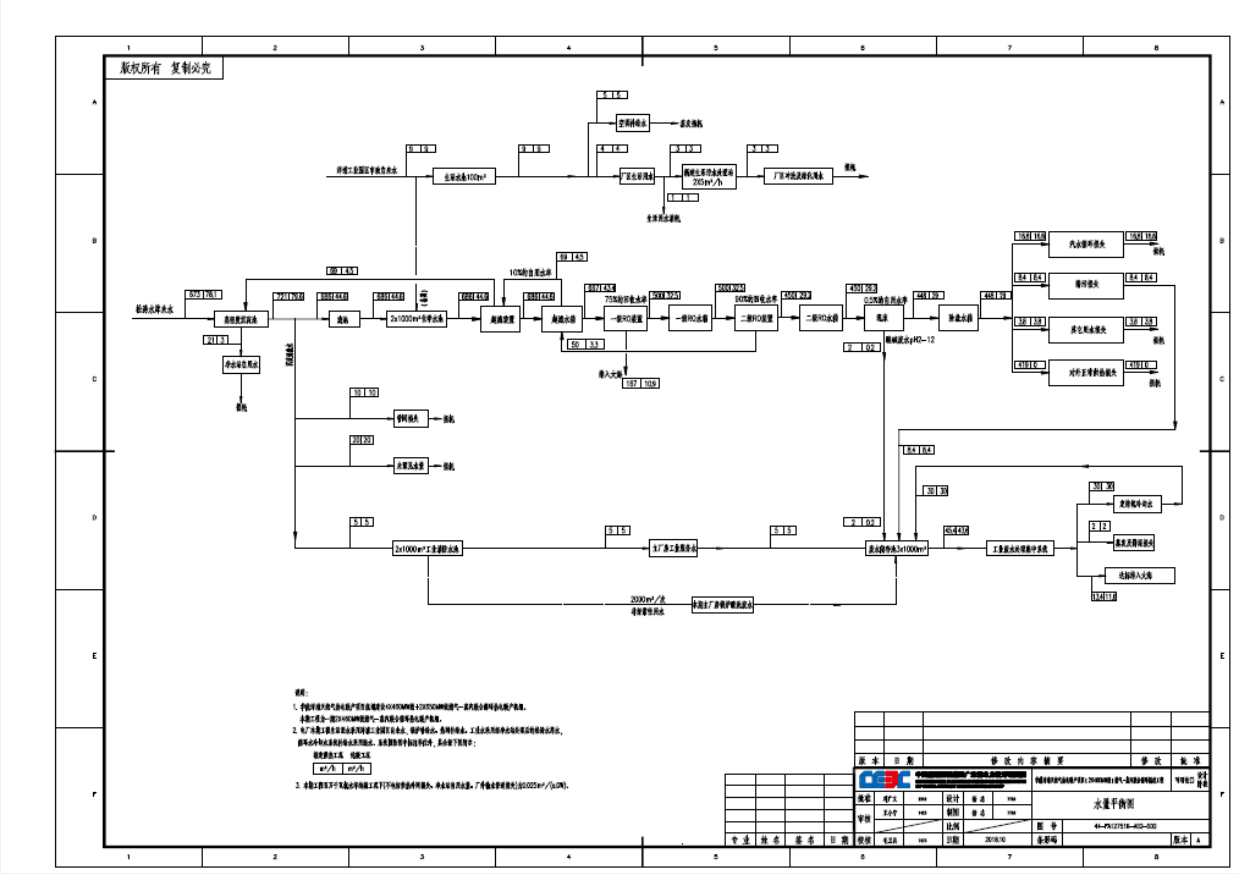
总平面布置图



施工平面布置图



锅炉补给水处理原则性系统图



项目水平衡图

建设项目环评审批基础信息表

填表单位（盖章）：	华能洋浦热电有限公司	填表人（签字）：		项目经办人（签字）：	

建设项目	项目名称	华能洋浦天然气热电联产项目（2×460MW级）燃气—蒸汽联合循环新建工程				建设内容、规模	2×460MW级燃气—蒸汽联合循环热电联产机组			
	项目代码[1]									
	建设地点	洋浦经济开发区西部								
	项目建设周期（月）	20.0				计划开工时间	2019年6月			
	环境影响评价行业类别	三十一 电力、热力生产和供应业 88 燃气发电				预计投产时间	2020年12月			
	建设性质	新 建（迁 建）				国民经济行业类型[2]	D433电力、热力生产供应业			
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）					项目申请类别	新申项目			
	规划环评开展情况	已开展并通过审查				规划环评文件名	《洋浦经济开发区热电联产规划环境影响报告书》			
	规划环评审查机关	海南省生态环境保护厅				规划环评审查意见文号	琼环函[2015]917号			
	建设地点中心坐标[3]（非线性工程）	经度	109°12′16.14″	纬度	19°49′29.75″	环境影响评价文件类别	环境影响报告书			
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度（千米）
	总投资（万元）	319303.00				环保投资（万元）	6031.00		所占比例（%）	1.89%
建设单位	单位名称	华能洋浦热电有限公司		法人代表	李学忠	评价单位	单位名称	广州市怡地环保有限公司	证书编号	国环评证乙字第2803号
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91460300MA5RF4JH3B		技术负责人	郭宗平		环评文件项目负责人	李景新	联系电话	020-83510572
	通讯地址	海南省洋浦经济开发区迎宾路6号洋浦迎宾馆306室		联系电话	0898-28837688		通讯地址	广州市越秀区东风中路268号交易广场1810室		

污染物排放量	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）				排放方式
			①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量[4]（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）	⑦排放增减量（吨/年）	
	废水	废水量(万吨/年)			107736.000				107736.000	○不排放 ◉间接排放：☑市政管网 ☑集中式工业污水处理厂 ○直接排放：受纳水体_____
		COD			6.464				6.464	
		氨氮			1.616				1.616	
		总磷							0.000	
		总氮							0.000	
	废气	废气量（万标立方米/年）			38550192.000				38550192.000	/
		二氧化硫			160.000				160.000	/
		氮氧化物			1000.000				1000.000	/
		颗粒物			120.000				120.000	/
		挥发性有机物							0.000	/

项目涉及保护区与风景名胜区的情况	影响及主要措施 / 生态保护目标	名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施
	自然保护区					否		□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）			/		否		□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）
	饮用水水源保护区（地下）			/		否		□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）
	风景名胜区			/		否		□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)
3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标
4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量
5、⑦＝③－④－⑤，⑥＝②－④＋③