

建设项目环境影响报告表

项目名称：华润海丰电厂 CCUS 碳捕集项目

建设单位(盖章)：华润电力（海丰）有限公司

编制日期：2018 年 11 月

国家环境保护部制

建设项目基本情况

项目名称	华润海丰电厂 CCUS 碳捕集项目				
建设单位	华润电力（海丰）有限公司				
法人代表	后**	联系人	方**		
通讯地址	广东省汕尾市海丰县小漠镇澳仔村				
联系电话	1802318****	传 真	——	邮政编码	51****
建设地点	广东省汕尾市海丰县小漠镇澳仔村华润电厂内				
立项审批部门	深汕特别合作区发展规划和国土资源局		批准文号	2017-441521-77-03-810195	
建设性质	新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input checked="" type="checkbox"/>		行业类别及代码	N7722 大气污染治理	
占地面积 (平方米)	2000		绿化面积 (平方米)	—	
总投资 (万元)	8531	其中环保投资 (万元)	8531	环保投资占总投资比例	100%
评价经费 (万元)	---		预期投产日期	2019 年 1 月	

工程内容及规模:

一、项目建设背景

华润海丰电厂由华润电力控股有限公司于 2008 年开始筹建，华润电力控股有限公司于 2008 年 9 月委托中国电力工程顾问集团华北电力设计院工程有限公司编制了《广东华润海丰电厂“上大压小”新建工程环境影响报告书》，该报告书于 2010 年 9 月由中国电力工程顾问集团华北电力设计院工程有限公司编制完成。环境保护部于 2010 年 12 月 29 日以环审（2010）428 号文予以批复。

2011 年 7 月 13 日，国家发展与改革委员会以发改能源（2011）1474 号《关于华润海丰电厂《关于华润海丰电厂“上大压小”新建工程核准的批复》文予以核准。

2012 年 12 月开工建设，2#机组于 2015 年 1 月建成调试，3 月初投入试运行；1#机组于 2015 年 3 月建成调试，5 月初投入试运行。

2015 年 12 月 17 日，取得《关于华润海丰电厂“上大压小”新建工程竣工环境保护验收意见的函（粤环审[2015]615 号）》。

华润海丰电厂 1#机组湿式除尘器后的烟气中含有二氧化碳气体，而二氧化碳捕

集、利用与封存（Carbon Capture Utilisation and Storage，简称 CCUS）技术是一项温室气体减排技术，能够大幅减少使用化石燃料的温室气体排放。该技术包括二氧化碳捕集、运输、利用与封存四个环节。燃煤电厂是人类温室气体的最大排放源，联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）已将燃煤电厂 CCUS 技术作为达成 2050 年温室气体减排目标的最重要的技术方向之一。基于此，华润电力（海丰）有限公司拟投资 8531 万元在广东省汕尾市海丰县小漠镇澳仔村华润海丰电厂厂区内开展华润海丰电厂 CCUS 碳捕集项目，本项目是利用华润海丰电厂 1 号机组湿式除尘器后的烟气提取 CO₂，提取的液态 CO₂ 储存于厂区内，外售至工业企业，包括烟气预处理系统，胺吸收法和膜分离法二氧化碳捕集系统和压缩提纯、储存系统以及配套的电气、热控、土建、结构、暖通、消防、电控楼、压缩机房和展厅等辅助系统或设施。本项目建成后将成为首个多线程国际碳捕集技术测试平台，也是中国南方首个 CCUS 中等规模测试示范项目，促成不同路线的创新碳捕集技术从研发走向中试，建成一个高质量和代表性的项目，活跃广东省乃至中国 CCUS 产业，整合产学研资源推动技术研发和示范，对降低二氧化碳排放量、降低温室效应有重大意义，并且为下一步建设一个能够兼容多种碳捕集技术的国际碳捕集技术测试中心提供技术依据。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等环境保护法律法规，且本项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2017.6.29）中“三十、废弃资源综合利用业：86 其他”，因此本项目需编制环境影响报告表。2018 年 3 月华润电力（海丰）有限公司委托我单位承担该项目环境影响评价工作。我单位接受委托后，立即开展了现场踏勘、资料收集等工作，并按照《环境影响评价技术导则》的要求编制完成了环境影响报告表。

二、华润海丰电厂现有工程概况

1、概况

华润海丰电厂现有工程概况见表 1。

表 1 华润海丰电厂概况一览表

电厂名称	华润海丰电厂
地点	广东省汕尾市海丰县小漠镇
规模	2×1050MW
年工作时数	8280h
总投资	686000 万元
职工人数	200 人
环保手续	《广东华润海丰电厂“上大压小”新建工程环境影响报告书》，于 2010 年 12 月 29 日经中华人民共和国环境保护部以环审[2010]428 号文批复。 华润海丰电厂“上大压小”新建工程于 2015 年 12 月 17 日通过了广东省环境保护厅的竣工环保验收（粤环审[2015]615 号）。

2、电厂现有工程内容

华润海丰电厂现有工程组成见表2:

表 2 现有工程组成表

电厂名称	华润海丰电厂		
主体工程	锅炉	2 台超超临界直流煤粉锅炉，蒸发量 2×3099t/h	
	汽轮机	2 台超超临界凝汽式汽轮机，出力 2×1050MW	
	发电机	2 台自并励静止励磁，水氢氢冷却发电机，容量 2×1050MW	
公用工程	供水系统	生活用水采用小漠镇自来水。 循环冷却水采用海水直流供水系统，冷却水源为红海湾海水。 其他工业用水（包括锅炉补给水、脱硫用水等）由自建的海水淡化系统供应，采用反渗透法(SWRO)海水淡化工艺。	
	排水系统	雨水通过雨水管网直接排放；海水淡化系统排水和循环冷却系统排水经排水明渠排入红海湾；生产、生活污水经处理后全部回用。	
	冷却系统	海水直流冷却	
	除灰渣系统	灰渣分除，干式输渣机机械除渣，正压浓相气力输送除灰系统。	
储运工程	煤码头	煤码头一座，10×10 ⁴ t 泊位一个，配 2 台 2150t/h 的桥式抓斗卸船机。	
	重件码头	设计泊位长度 138m	
	煤场	设全封闭 2 个圆形煤场和 1 个条形煤场，总储煤量 50 万吨	
	贮灰场	贮灰场位于厂址西南约 3.5km 处低山丘陵地带，贮灰库容 173×10 ⁴ m ³ 。	
	渣仓	设置 2 个渣仓，用于临时储渣，渣仓容量为 200m ³	
	灰库	3 座灰库，其中 2 座粗灰库，1 座细灰库	
	氨站	设置 2×120m ³ 液氨储罐	
油库	2 个油罐		
辅助工程	办公楼、宿舍楼、食堂等	/	
环保工程	废气治理设施	除尘系统	高效低温高频三室五电场除尘器+湿法电除尘器，除尘效率≥99.88%
		脱硫系统	石灰石-石膏湿法脱硫(不设 GGH，无旁路)，脱硫效率≥98%
		脱硝系统	低氮燃烧+SCR 烟气脱硝，脱硝效率≥80%（以液氨为还原剂）
		烟囱	2 台锅炉合用 1 座直立套筒式双管烟囱，高 240m，单筒出口直径 7.8m

续表 2 现有工程组成表

环保工程	废水治理设施	工业废水处理系统	设计处理能力 100m ³ /h，三联箱絮凝沉淀工艺
		脱硫废水处理系统	设计处理能力 4×15m ³ /h，中和、沉淀和絮凝工艺
		含油废水处理系统	设计处理能力 2×5m ³ /h，气浮工艺
		含煤废水处理系统	设计处理能力 1×30m ³ /h，沉淀和絮凝工艺
		生活污水处理系统	设计处理能力 2×10m ³ /h，三级生物接触氧化工艺
		事故废水池	1×4000m ³
环保工程	噪声治理	选用符合噪声限制要求的低噪音设备，并加装消音、隔音装置；统筹规划、合理布局	
	固废处置	灰渣、石子煤、脱硫石膏优先综合利用，剩余的经调湿后用汽车输送至灰场贮存（目前灰渣、石子煤、脱硫石膏 100%综合利用，灰场未启用）；生活垃圾与处理污泥委托环卫部门清运处理	
	扬尘治理	码头配洒水装置；煤场设旋转式自动喷水装置；输煤栈桥和转运站为封闭式；转运站设置干式除尘装置	
配套工程	电气出线	500kV 配电装置，2 回输电线路	

3、电厂现有工程生产流程

电厂采用凝汽式发电机组，现有工程主要原料为煤和水，产品为电能。

原煤由码头储存至储煤场，储煤场中的原煤由输煤设备送至锅炉的原煤斗中，再由给煤机送到磨煤机中磨成煤粉。

煤粉经一次风携带，通过布置在炉膛四周的八角切圆燃烧器，进入炉膛并迅速燃烧释放出大量的热能，火焰区域温度迅速升至 1011℃，烟气到达前屏过热器底部温度在 1450℃，而后流经前屏过热器、后屏过热器、高温过热器、高温再热器，温度分别在 1200℃、1100℃、1000℃和 900℃，通过换热加热蒸汽温度在 600℃，而后通过低温再热器、低温过热器和省煤器，温度在省煤器快速降至 380℃，最后通过脱销、空预器、除尘和吸收塔，由烟囱排入大气。

加热成的高温高压的过热蒸汽，送入汽轮机做功，带动发电机发电，电能由输电线路送给用户。汽轮机排汽通过海水直流冷却冷凝成水后送往锅炉循环使用。

4、电厂现有工程污染治理措施

(1) 废水

华润海丰电厂现有工程产生的废水包括工业废水、脱硫废水、含油污水、生活污水、含煤冲洗污水、初期雨水、温排水和海水淡化排水等。

①工业废水

工业废水来源于锅炉定排水、空预器冲洗排水、凝结水处理排水、化学水处理系统排水、设备冲洗水、厂房地面冲洗水、海水淡化设施清洗废水、经油水分离器处理

的含油污水等。化学水处理系统排水收集进入工业废水处理系统中和池；其他工业废水经收集进入工业废水箱，经曝气、氧化反应、调整 pH、絮凝沉淀、中和后进入回用水池回用于脱硫系统补充水。工业废水工艺是传统的三联箱絮凝沉淀处理工艺，工业废水处理能力为 100t/h。

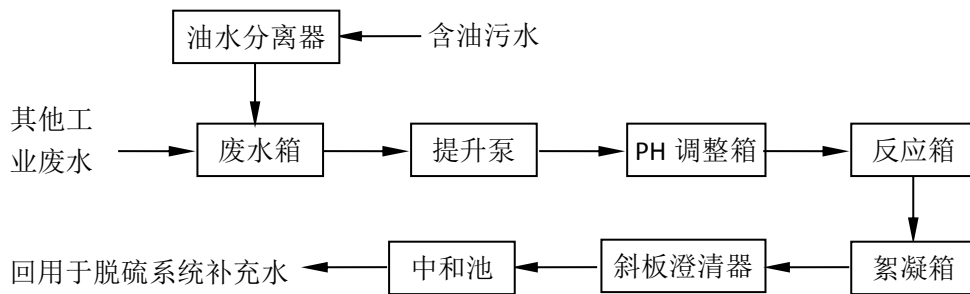


图 1 华润海丰电厂现有工程工业废水处理工艺

②脱硫废水

脱硫废水主要污染因子为 pH、悬浮物、化学需氧量、氟化物、重金属离子，脱硫废水经石灰乳调整 pH 及加聚铁和有机硫进行絮凝澄清后回用，作为干渣调湿用水，不外排。脱硫废水设计废水处理能力为 $4 \times 15\text{m}^3/\text{h}$ 。

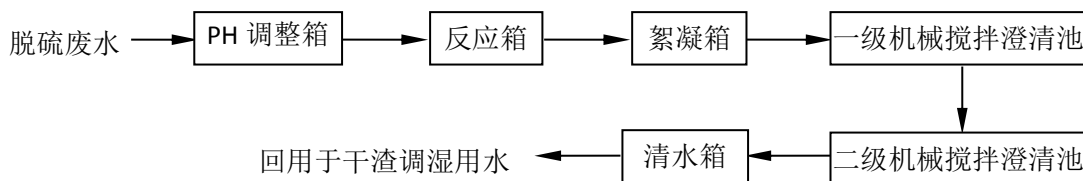


图 2 华润海丰电厂现有工程脱硫废水处理工艺

③含油污水

含油污水主要污染因子为石油类、化学需氧量等。其中船舶含油污水包括船舶的压舱水、洗舱水、舱底水等，含油污水由来港船舶自备的含油污水处理装置处理，不在港区内排放。厂区内的含油污水收集后经移动式油水分离器处理，废油交由有资质单位收集处置，废水排入工业废水收集调节池。含油污水采用气浮工艺。

④生活污水

生活污水主要污染因子为化学需氧量、生化需氧量、动植物油、氨氮、总磷、阴离子表面活性剂等。生活污水收集后进入生活污水处理系统处理，处理后回用于厂区绿化。生活污水处理设备室外地理式布置，共两套，每套设备处理能力为 $10\text{m}^3/\text{h}$ 。生活污水处理系统采用三级生物接触氧化生化处理工艺。

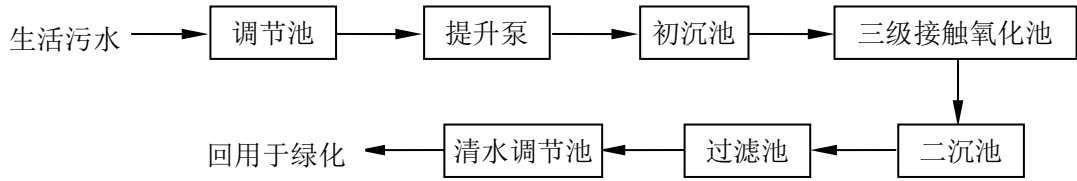


图 3 华润海丰电厂现有工程生活污水处理工艺

⑤含煤冲洗污水

含煤冲洗污水主要污染因子为悬浮物、石油类。含煤冲洗废水分别收集后进入含煤废水处理系统处理后回用于煤码头及输煤冲洗水系统，不外排。含煤废水处理设备的设计处理能力为 $1 \times 30\text{m}^3/\text{h}$ 。

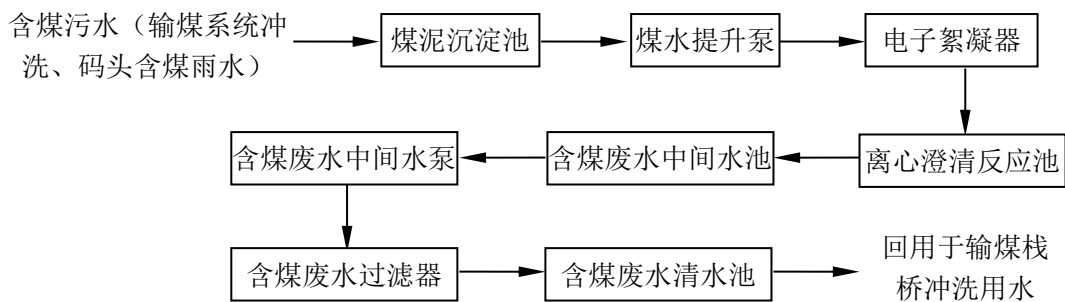


图 4 华润海丰电厂现有工程含煤废水处理工艺

⑥初期雨水

厂区雨水经管道收集后由 6 个雨排口就近排海；码头初期雨水收集后进入含煤废水处理系统进一步处理。

⑦海水淡化排水

项目海水淡化装置采用反渗透法（SWRO），反渗透工艺排水为浓盐水，通过海水循环水排水系统排放，排水量约为 866 t/h。

⑧温排水

项目循环冷却水采用海水一次直流冷却系统，并加入次氯酸钠进行氯化灭藻处理，直流冷却水属清净下水，通过 620 米的明渠自然冷却在防波堤外近岸排放。

(2) 废气

华润海丰电厂现有工程废气排放主要为锅炉燃烧过程中产生的烟气，其主要污染物为烟尘、 SO_2 、 NO_x 等。锅炉采用低氮燃烧器和选择性催化还原法（SCR）脱硝，锅炉配置三室五电场静电除尘器和湿式电除尘器除尘，采用石灰石-石膏湿法脱硫设施脱硫。锅炉燃煤产生的烟气经 SCR 脱硝装置脱硝后，进入静电除尘器除尘，再进入脱硫设施脱硫，之后进入湿式电除尘器进一步除尘，最后通过 240 米高烟囱排入大

气。

①SCR 脱硝工艺

电厂采用选择性催化还原（SCR）脱硝工艺。在催化剂上游的烟气中喷入氨，氨气在催化剂条件下能在较低温度选择氮氧化物发生化学反应生产氮气和水，从而使烟气中氮氧化物含量降低。

②石灰石-石膏脱硫工艺

电厂采用石灰石-石膏脱硫工艺。锅炉烟气经脱硝、静电除尘后，由引风机吸入脱硫系统的吸收塔，在吸收塔内，原烟气自下而上通过塔身，遇喷淋系统喷出的雾状石灰浆液逆流混合，脱硫后的净烟气经喷淋系统上部的除雾器除去烟气所携带的雾滴后经 240 米高烟囱排出；吸收了二氧化硫的浆液落入吸收塔底部反应槽，通过脱硫循环泵与补充的石灰浆液再次从吸收塔上的喷淋系统喷出，洗涤烟气中的 SO_2 ；混合浆液在反应槽内由外置的氧化风机供给空气使亚硫酸根氧化成石膏。

③电除尘工艺

电厂除尘采用高效低温高频静电除尘+湿法电除尘工艺。湿式电除尘器靠高压电晕放电使得粉尘荷电，荷电后的粉尘在电场力的作用下到达集尘极，采用循环水冲洗的方式，使粉尘随着冲刷液的流动而清除。

电厂废气处理工艺流程图见图 5。

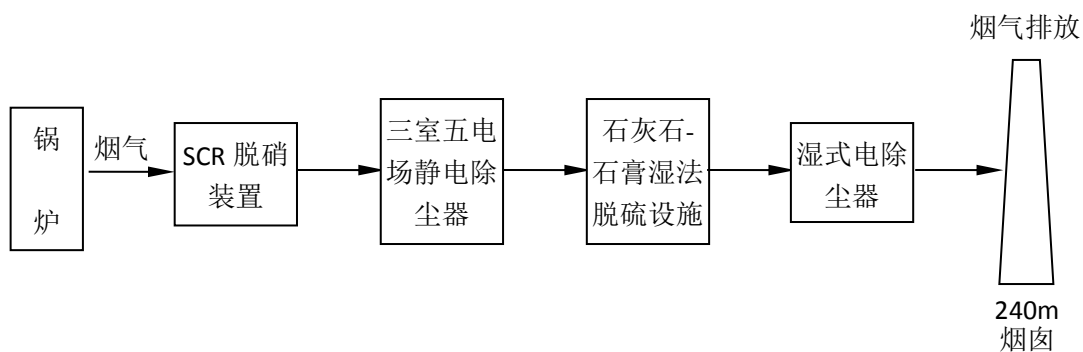


图 5 华润海丰电厂现有工程废气处理工艺

(3) 噪声

项目生产过程主要噪声源来自于汽轮机、发电机、锅炉对空排气、磨煤机、引风机、送风机、输煤栈桥转运站、给水泵以及各类转动机械设备。码头工程噪声源主要来自船舶停靠期间物料装卸以及船舶动力车间运行产生的噪声。

项目通过选用低噪声设备，对高噪声设备采取消声、隔声措施，将汽轮机、发电

机安装在主厂房内并采取减振措施，在主厂房内安装隔声、吸音材料，对风机进口、锅炉排汽口等设备安装消音器等措施，降低噪声对外环境的影响。

(4) 固体废物

电厂现有工程产生的固体废物主要包括锅炉底渣、除尘飞灰、脱硫石膏、脱硝系统废催化剂、废机油、含油抹布、生活垃圾等。灰渣综合利用，外售作建材。脱硫石膏脱水后外售水泥厂综合利用。脱硝系统废催化剂由厂家回收处理。含油抹布、废机油收集后交有资质单位处置。生活垃圾收集后由地方环卫部门统一清运。

电厂设置了 2 座容积为 200 立方米的渣仓，3 座容积分别为 2000 立方米的灰库；在距厂址 3.5km 外的西南部山谷设置了灰场，占地 9.6 万平方米，设计库容 173 万立方米，目前灰渣 100%综合利用，灰场未启用。

二、技改项目工程概况

1、项目概况

(1) 项目名称：华润海丰电厂 CCUS 碳捕集项目

(2) 建设单位：华润电力（海丰）有限公司

(3) 建设性质：技改

(4) 建设规模：技改项目产品方案见表 3。技改项目由烟气中提取 CO₂，产品中含少量杂质，产品技术指标见表 4。

表 3 技改项目产品方案

序号	产品名称	单位	产量	储存方式	
1	技改前	电力	MW	2×1050	/
2	技改项目	CO ₂ (L)	t/a	20000	卧式真空储罐
3	技改后全厂	电力	MW	2×1050	/
		CO ₂ (L)	t/a	20000	卧式真空储罐

表 4 技改项目产品技术指标

序号	项目	单位	指标
1	二氧化碳含量	10 ⁻² (V/V)	≥99.9
2	水份	10 ⁻⁶ (V/V)	≤20
3	一氧化氮	10 ⁻⁶ (V/V)	≤2.5
4	二氧化氮	10 ⁻⁶ (V/V)	≤2.5
5	二氧化硫	10 ⁻⁶ (V/V)	≤1.0
6	总硫（除二氧化硫外，以硫计）	10 ⁻⁶ (V/V)	≤0.1
7	碳氢化合物总量（以甲烷计）	10 ⁻⁶ (V/V)	≤50(其中非甲烷烃不超过 20)
8	苯	10 ⁻⁶ (V/V)	≤0.02

9	甲醇	10 ⁻⁶ (V/V)	≤10
---	----	------------------------	-----

续表 4 技改项目产品技术指标

10	乙醇	10 ⁻⁶ (V/V)	≤10
11	乙醛	10 ⁻⁶ (V/V)	≤0.2
12	其它含氧有机物	10 ⁻⁶ (V/V)	≤1.0
13	氯乙烯	10 ⁻⁶ (V/V)	≤0.3
14	油脂	10 ⁻⁶ (m/m)	≤5.0
15	蒸汽残渣	10 ⁻⁶ (m/m)	≤10
16	氧气	10 ⁻⁶ (V/V)	≤30
17	一氧化碳	10 ⁻⁶ (V/V)	≤10
18	氨	10 ⁻⁶ (V/V)	≤2.5
19	磷化氢	10 ⁻⁶ (V/V)	≤0.3
20	氰化氢	10 ⁻⁶ (V/V)	≤0.3

表 5 产品成分理化性质一览表

序号	名称	理化性质
1	苯	常温下为无色具有芳香气味的液体。易挥发，易燃，有毒。密度 0.879g/cm ³ ，熔点 5.5℃，沸点 80.1℃。不溶于水，溶于乙醇、乙醚、氯仿、二硫化碳、冰醋酸、丙酮等有机溶剂。燃烧时发生光亮而带烟的火焰。其蒸气与空气形成爆炸性混和物，爆炸极限为 1.5%~8.0%。
2	甲醇	无色有酒精气味易挥发的液体，密度 0.79g/cm ³ ，熔点 -97.8℃，沸点 64.7℃。溶于水，可混溶于醇类、乙醚等多数有机溶剂。甲醇可以与氟气、纯氧等气体发生反应，在纯氧中剧烈燃烧，生成水蒸气和二氧化碳，爆炸极限为 6%~36.5%。
3	乙醇	常温常压下为易燃、易挥发的无色透明液体，低毒性，具有特殊香味，微甘，并伴有刺激的辛辣滋味。易燃，其蒸气能与空气形成爆炸性混合物，能与水以任意比互溶，能与氯仿、乙醚、甲醇、丙酮和其他多数有机溶剂混溶，密度 0.816g/cm ³ ，沸点是 78.4℃，熔点是 -114.3℃。
4	乙醛	无色易流动液体，有刺激性气味，易挥发。熔点 -121℃，沸点 20.8℃，密度 0.78g/cm ³ ，可与水和乙醇等一些有机物质互溶。易燃易挥发，蒸气与空气能形成爆炸性混合物，爆炸极限 4.0%~57.0%。
5	氯乙烯	为无色、易液化、有毒气体，沸点 -13.9℃，临界温度 142℃，临界压力 5.22MPa，与空气形成爆炸混合物，爆炸极限 4%~22%。
6	氨	种无色气体，有强烈的刺激气味，有毒、有腐蚀性、易燃、预热易爆炸，易溶于水、乙醇、乙醚，密度为 0.771g/L。
7	磷化氢	为无色、剧毒、易燃气体，有芥末和大蒜的特有臭味，微溶于水，易溶于乙醇，高度易燃、剧毒、有腐蚀性，熔点 -132.8℃，沸点 -87.7℃，密度 1.379g/L。
8	氰化氢	常温常压下为无色透明液体，易挥发，有剧毒、易燃，具有苦杏仁气味，能与乙醇、乙醚、甘油、氨、苯、氯仿和水等混溶，熔点 -13.4℃，沸点 26℃，密度 0.697g/L。

(5) 工程投资和环保投资：项目总投资 8531 万元，其中环保投资 8531 万元，占总投资的 100%。

(6) 项目占地：技改项目位于华润海丰电厂厂区内，总占地 2000m²。

(7) 劳动定员及工作制度：技改项目新增劳动定员 20 人，生产制度采用三班运

转制，每班 8 小时，年工作 330 天。

2、项目选址

技改项目选址位于广东省汕尾市海丰县小漠镇澳仔村华润海丰电厂厂区内，厂址中心坐标为东经 115°2'40.5"，北纬 22°45'12.6"。华润电厂北侧为旺公山，西侧、东侧及南侧为红海湾（南海），技改项目碳捕集区位于电厂#1 机吸收塔脱硫设施东侧、碳储存区位于圆形煤场东侧、办公及展厅区位于电厂南侧。项目具体位置详见附图 1，周边关系见附图 2。

3、建设内容及规模

技改项目总占地面积 2000m²，利用电厂 1 号机组湿式除尘器后的烟气提取 CO₂，提取的液态 CO₂ 储存于厂区内，外售至工业企业，包括烟气预处理系统，胺吸收法和膜分离法二氧化碳捕集系统和压缩提纯、储存系统以及配套的电气、热控、土建、结构、暖通、消防、电控楼、压缩机房和展厅等辅助系统或设施。技改项目建设内容一览表见表 6，技改前后工程内容对比见表 7。

表 6 技改项目主要建设内容一览表

序号	项目组成	工程内容	规模	备注
1	主体工程	预处理区	占地面积 74.4m ²	露天布置
2		膜分离 CO ₂ 捕集区	占地面积 105.0m ²	---
3		胺法 CO ₂ 捕集区	占地面积 228.8m ²	露天布置
4		CO ₂ 压缩与冰机房区	占地面积 286.0m ²	1 座
5		CO ₂ 液化及纯化户外区	占地面积 140.0m ²	露天布置
6		CO ₂ 充装和储存区	占地面积 134.3m ²	露天布置
7	辅助工程	碳捕集电控楼	占地面积 113.0m ²	三层
8		碳捕集展厅	占地面积 384.0m ²	三层
9	公用工程	宿舍、食堂：依托华润海丰电厂的宿舍及食堂		---
		给水：生活用水依托华润海丰电厂生活用水供水管网（取自小漠镇自来水）。工艺用水及循环冷却水依托华润海丰电厂工业用水供水管网（海水淡化处理系统）		
		制冷：循环水冷却系统、循环氨冷却系统	各 1 套	
		供电：依托华润海丰电厂现有工程	---	
		供汽：引自电厂 1 号机组辅助蒸汽管道	---	
10	环保工程	废水	喷淋洗涤废水：依托华润电厂工业废水处理系统	1 套
			生活污水：依托华润电厂生活废水处理系统	1 套
			吸收塔冲洗废水：依托华润电厂含煤废水处理系统，新建一座废水收集池	1 套
		噪声	厂房隔声、基础减震、风机消音	---

		固体废物	生活垃圾及废干燥剂委托环卫部门清运处理；废高分子膜由原厂家更换后回收再利用；废活性炭、废离子交换树脂及滤芯暂存于危险废物暂存间并委托有资质单位定期清运处置
--	--	------	---

表 7 改扩建项目组成及工程内容一览表

项目组成		现有工程内容及规模	改扩建后全厂工程内容及规模	变化情况	
主体工程	电力生产线	锅炉	2 台	2 台	不变
		汽轮机	2 台	2 台	
		发电机	2 台	2 台	
	碳捕集生产线	预处理区	0	1 座	新增
		膜分离 CO ₂ 捕集区	0	1 座	
胺法 CO ₂ 捕集区		0	1 座		
CO ₂ 压缩与冰机房区		0	1 座		
	CO ₂ 液化及纯化户外区	0	1 座		
储运工程	电力生产线	煤码头	1 座	1 座	不变
		重件码头	泊位长度 138m	泊位长度 138m	
		煤场	3 个	3 个	
		贮灰场	1 个	1 个	
		渣仓	2 个	2 个	
		灰库	3 座	3 座	
		氨站	1 座	1 座	
	油库	1 座	1 座		
碳捕集生产线	CO ₂ 充装和储存区	0	1 座	新增	
辅助工程	办公楼		1 座	1 座	不变
	宿舍楼		2 座	2 座	
	食堂		1 座	1 座	
	碳捕集电控楼		0	1 座	新增
	碳捕集展厅		0	1 座	
公用工程	循环水系统		1 座循环水池	1 座循环水池	不变
	供水		生活用水：小漠镇自来水。 循环冷却水：海水直流供水系统，冷却水源为红海湾海水。 其他工业用水（包括锅炉补给水、脱硫用水等）由自建的海水淡化系统供应，采用反渗透法(SWRO)海水淡化工艺	生活用水：小漠镇自来水。 循环冷却水：海水直流供水系统，冷却水源为红海湾海水。 其他工业用水(包括锅炉补给水、脱硫用水等)由自建的海水淡化系统供应，采用反渗透法	不变

			(SWRO)海水淡化工艺	
供电	电力生产线	—	—	不变
	碳捕集生产线	—	华润海丰电厂电力	依托现有工程

续表 7 改扩建项目组成及工程内容一览表

项目组成		现有工程内容及规模	改扩建后全厂工程内容及规模	变化情况	
公用工程	供汽	电力生产线	—	不变	
		碳捕集生产线	—	1号机组辅助蒸汽管道 依托现有工程	
	制冷	电力生产线	海水直流冷却系统	海水直流冷却系统	不变
		碳捕集生产线	—	海水直流冷却系统 循环氨冷却系统	依托现有工程 新增
环保工程	废气	电力生产线	除尘系统	高效低温高频三室五电场除尘器+湿法电除尘器	不变
		脱硝系统	石灰石-石膏湿法脱硝		
		脱硝系统	低氮燃烧+SCR 烟气脱硝		
		烟囱	1座 240m 直立套筒式双管烟囱		
		碳捕集生产线	—	—	
	废水	电力生产线	工业废水处理系统	设计处理能力 100m ³ /h，三联箱絮凝沉淀工艺 沉淀池 3 座	不变
			脱硫废水处理系统	设计处理能力 4×15m ³ /h，中和、沉淀和絮凝工艺	
			含油废水处理系统	设计处理能力 2×5m ³ /h，气浮工艺	
			含煤废水处理系统	设计处理能力 1×30m ³ /h，沉淀和絮凝工艺	
			生活污水处理系统	设计处理能力 2×10m ³ /h，三级生物接触氧化工艺	
			事故废水池	1×4000m ³	
		碳捕集生产线	工业废水	—	工业废水处理系统
生活污水	—		生活废水处理系统		
	噪声	选用低噪音设备，并加装消音、隔音装置；统筹规划、合理布局	低噪音设备，并加装消音、隔音装置；统筹规划、合理布局	新增碳捕集生产线降噪措施	
固体废物	电力生产线	灰渣、石子煤、脱硫石膏优先综合利用，剩余的经调湿后用汽车输送至灰场贮存； 生活垃圾与处理污泥委托环卫部门清运处理	灰渣、石子煤、脱硫石膏优先综合利用，剩余的经调湿后用汽车输送至灰场贮存； 生活垃圾与处理污泥委托环卫部门清运处理	不变	
	碳捕集生产线	生活垃圾及废干燥剂委托环卫部门清运处理； 废高分子膜由原厂家更换后回收再利用；	生活垃圾及废干燥剂委托环卫部门清运处理； 废高分子膜由原厂家更换后回收再利用；	新增 1 座危险废物暂存间	

			废活性炭、废离子交换树脂及滤芯暂存于危险废物暂存间并委托有资质单位定期清运处置	废活性炭、废离子交换树脂及滤芯暂存于危险废物暂存间并委托有资质单位定期清运处置	
--	--	--	---	---	--

5、原辅材料及能源消耗情况

技改项目主要原材料及能源消耗情况见表 8。

表 8 主要原材料及能源消耗表

序号	名称	用量	来源	最大贮存量	运输方式	使用流转/转移方式	存储位置
1	碱液（4%NaOH 溶液）	22.87t/a	外购	11t	汽运	管道转运	碱储罐位于压缩提纯区
2	30%乙醇胺溶液	1.5t/a	外购	18t	汽运	管道转运	存放于贫胺罐，贫胺罐位于胺法 CO ₂ 捕集区南侧（上部有框架遮挡）
3	液氨	0.1t/a	外购	1.2t	汽运	管道转运	存放于液氨储罐，储罐位于冰机房内（用于压缩提纯中制冷系统）
4	干燥剂（活性氧化铝）	0.54t/3a	外购	0.54t	汽运	人工更换	每 3 年更换一次
5	干燥剂（分子筛）	1.09t/3a	外购	1.09t	汽运	人工更换	每 3 年更换一次
6	活性炭	1.27t/1.5a	外购	1.6t	汽运	人工更换	每 1.5 年更换一次
7	离子交换树脂	0.5t/2a	外购	0.5t	汽运	人工更换	每 2 年更换一次
8	滤芯（胺液前置过滤器、胺液后置过滤器、吸收过滤器填料）	0.5t/2a	外购	0.5t	汽运	人工更换	每 2 年更换一次
9	高分子膜	2t/4a	外购	2t	汽运	人工更换	每 4 年更换一次
10	新鲜水	520m ³ /a	依托华润电厂现有工程	—			—
11	电	300 万 kw.h/a		—			
12	蒸汽	27720m ³ /a		—			

表 9 改扩建前后主要原材料消耗对比一览表

序号	名称	现有工程	改扩建工程	改扩建后全厂
1	煤	440.957 万 t/a	0	440.957 万 t/a
2	液氨	4457.7t/a	0.1t/a	4457.8t/a
3	石灰	14.917 万 t/a	0	14.917 万 t/a
4	碱液（4%NaOH 溶液）	0	22.87t/a	22.87t/a
5	30%乙醇胺溶液	0	1.5t/a	1.5t/a
6	干燥剂（活性氧化铝）	0	0.54t/3a	0.54t/3a
7	干燥剂（分子筛）	0	1.09t/3a	1.09t/3a
8	活性炭	0	1.27t/1.5a	1.27t/1.5a
9	离子交换树脂	0	0.5t/2a	0.5t/2a
10	滤芯	0	0.5t/2a	0.5t/2a
11	高分子膜	0	2t/4a	2t/4a

表 10 改扩建项目储罐设置一览表

序号	名称	型号	容积	数量	最大贮存量	储存形态	位置
1	贫胺液罐	DN3150X~3415	22.2m ³	1	18t	液态	胺法 CO ₂ 捕集区
2	液氨储罐	DN900×3700	2m ³	1	1.2t	液态	冰机房
3	CO ₂ 储罐	DN3200×26290	150m ³	2	210t	液态	CO ₂ 充装和储存区
4	碱罐 (4%NaOH 溶液)	DN3000×3200	10m ³	1	11t	液态	压缩提纯区

表 11 改扩建前后主要储罐对比一览表

序号	名称	现有工程 (数量/规格)	改扩建工程 (数量/规格)	改扩建后全厂 (数量/规格)
1	液氨储罐	2/120m ³	1/2m ³	2/120m ³ 、1/2m ³
2	贫胺液罐	0	1/22.2m ³	1/22.2m ³
3	碱罐(4%NaOH 溶液)	0	1/10m ³	1/10m ³
4	CO ₂ 储罐	0	2/150m ³	2/150m ³

表 12 原辅材料理化性质一览表

序号	名称	理化性质
1	液氨	无色液体，有强烈刺激性气味，相对密度 0.602824，熔点-77.7℃、沸点-33.42℃，自燃点 651.11℃，爆炸极限：16%~25%；易溶于水、乙醇，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高能引起燃烧爆炸。
2	30%乙醇胺溶液	无色液体，在室温下为无色透明的粘稠液体，有吸湿性和氨臭；蒸汽压 0.80kPa/60℃、闪点 93℃、熔点 10.5℃、沸点 170.5℃；与水、甲醇、乙醇、丙酮等混溶，微溶于苯、乙醚和四氯化碳；可燃，遇明火、高温有燃烧的危险，蒸汽有毒。
3	碱液（4%NaOH 溶液）	NaOH 溶液为无色透明液体，为碱性溶液，有涩味和滑腻感；NaOH 为白色不透明固体，相对密度：2.12，易溶于水、乙醇、甘油，不溶于丙酮，与酸发生中和反应并放热。遇潮时对铝、锌和锡有腐蚀性，并放出易燃易爆的氢气。本品不会燃烧，遇水和水蒸气大量放热，形成腐蚀性溶液。具有强腐蚀性。
4	干燥剂（活性氧化铝）	白色球状固体、无毒、无臭、不粉化、不溶于水、吸附水的能力强，主要成分为 Al ₂ O ₃ ，含量大于 92%，露点约-40℃。
5	干燥剂(分子筛)	白色固体，是具有立方晶格的硅铝酸盐化合物。
6	活性炭	黑色粉末状或块状、颗粒状、蜂窝状的无定形碳，其化学性质稳定，机械强度高，耐酸、耐碱、耐热，不溶于水与有机溶剂。
7	离子交换树脂	球形颗粒状聚合物，加热不熔，也不溶解于任何介质，能同溶液里的离子起交换反应，可再生。
8	高分子膜	为聚酰亚胺薄膜，薄膜呈黄色透明，相对密度 1.39~1.45，耐高温、耐辐射、耐化学腐蚀和电绝缘性能，可在 250~280℃空气中长期使用，玻璃化温度分别为 280℃ (Upilex R)、385℃ (Kapton) 和 500℃ 以上 (Upilex S)，20℃时拉伸强度为 200MPa，200℃时大于 100MPa。

6、主要设备

技改前后主要设备情况对比见表 13。

表 13 主要设备一览表

序号	工段	设备名称	规格型号	单位	数量	
					现有工程	技改后全厂
电力生产线						
1	—	汽轮机	—	台	2	2
2	—	发电机	—	台	2	2
3	—	引风机	—	台	4	4
4	—	一次风机	—	台	4	4
5	—	筛煤机	—	台	2	2
6	—	碎煤机	—	台	2	2
7	—	磨煤机	—	台	12	12
8	—	锅炉	—	台	2	2
9	—	湿式球磨机	—	台	2	2
10	—	汽动给水泵	—	台	4	4
11	—	石灰石浆循环泵	—	台	6	6
12	—	空压机	—	台	6	6
13	—	氧化风机	—	台	2	2
14	—	增压风机	—	台	4	4
碳捕集生产线						
1	公用	碱槽	DN3000×3200	台	0	1
2	预处理	换热器	DN1000×4277	台	0	1
3		深度净化塔	Φ2400/2800×18000	台	0	1
4		吸收塔 C-1201	DN1800×41710	台	0	1
5	胺法 CO ₂ 捕集	解吸塔 C-2202	DN1000×27976	台	0	2
6		贫胺液罐 T-1200	DN3150×2850	台	0	1
7		回流液收集罐 V-2200	DN500×2000	台	0	1
8		蒸汽凝液罐 V-2202	DN900×2130	台	0	1
9		胺液收集罐 T-3201	DN500×2266	台	0	1
10		贫胺液冷却器 E-1200	板式 Q=2.2GJ/hr S=147m ²	台	0	1
11		中间冷却器 E-1201	板式 Q=1.6GJ/hr S=125m ²	台	0	1
12		贫富液换热器 E-1202	板式 Q=9.0GJ/hr S=289m ²	台	0	1
13		水洗冷却器 E-1203	板式 Q=1.3GJ/hr S=27m ²	台	0	1
14		解吸塔再沸器 E-2201	管壳式 Q=7.1GJ/hr	台	0	1
15		解吸塔冷却器 E-2202	管壳式 Q=2.3GJ/hr	台	0	1
16		胺液前置过滤器 F-1200	高效过滤器 能力：7.2m ³ /h	台	0	1
17		活性炭过滤器 F-1201	筒式过滤器 能力：7.2m ³ /h	台	0	1
18		胺液后置过滤器 F-1202	筒式过滤器 能力：7.2m ³ /h	台	0	1
19		胺液收集过滤器 F-3201	筒式过滤器 能力：12m ³ /h	台	0	1
20		离子交换塔 C-0301	DN700x1400	台	0	1
21	贫胺液过滤器 F-0301	筒式过滤器 能力：7.2m ³ /h	台	0	1	
22	去离子水过滤器	筒式过滤器 能力：7.2m ³ /h	台	0	1	
23	碱液过滤器 F-0301	筒式过滤器 能力：7.2m ³ /h	台	0	1	

24	膜法 CO ₂	膜组件	12-inch	台	0	1
25	捕集	膜组件压力容器	30-36 inch MTR 专利设计	台	0	1

续表 13 主要设备一览表

序号	工段	设备名称	规格型号	单位	数量	
					现有工程	现有工程
26	压缩提纯	碱洗塔	~Ø1000*7000	套	0	1
27		脱硫塔	~Ø2200*9000	套	0	1
28		脱硝塔	~Ø2200*9000	套	0	1
29		中压氨预冷器	~Ø1200*6500	台	0	1
30		二氧化碳缓冲罐	~Ø1000*1600	台	0	1
31		二氧化碳压缩机 1300NM ³ /h	L*W*H: ~8000*5300*3600	套	0	1
32		二氧化碳压缩机 700NM ³ /h	L*W*H: ~4800*3000*2800	套	0	1
33		压缩机预冷器	~Ø325*2100	台	0	1
34		吸附器 A/B	~Ø1200*9000	台	0	2
35		压缩提纯	干燥器 A/B	~Ø700*4150	台	0
36	提纯塔		~Ø500*11000	台	0	1
37	低温储罐		150m ³	套	0	2
38	制冷机组配套氨 压缩机		L*W*H: ~3400*2000*2000	台	0	1
39	制冷机组配套蒸 发冷凝器		L*W*H: ~2600*2000*3500	台	0	1
40	合计			台	54	97

7、公用工程

(1) 给排水

① 技改工程

技改项目用水主要为工艺用水（预处理深度净化塔喷淋洗涤用水、二氧化碳压缩提纯膜法补给气体预处理碱洗塔冲洗用水、胺法捕集过程冲洗用水（除盐水）、循环冷却用水及职工生活用水。工艺用水及循环冷却用水依托电厂海水淡化系统，生活用水依托电厂生活用水供水系统。依据《华润海丰电厂碳捕集测试平台项目可行性研究报告》及《华润海丰电厂碳捕集测试平台项目总承包工程初步设计 第一部分 设计说明部分》（中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司），技改项目总用水量为 10238.7m³/d，其中循环水量为 10032m³/d，新鲜用水量为 190.7m³/d（新增海水用量 189.1m³/d、小漠镇自来水 1.6 m³/d），循环利用率为 99.8%。新鲜用水中预处理用水量为 4.8m³/d、二氧化碳压缩提纯用水量为 12m³/d、胺法捕集过程冲洗用水量为 4.3m³/d、循环冷却补充水量为 168m³/d、参照《广东省用水定额》（DB44/T1461-2014），生活用水以 80L/人·d 计，技改项目员工为 20 人，则生活用水为 1.6m³/d。

本项目产生的废水主要为预处理过程定期排放的喷淋洗涤废水、二氧化碳压缩提纯碱洗塔冲洗废水、胺法捕集过程吸收塔冲洗废水及生活污水，废水产生量以使用量的80%计，废水产生量分别为3.8m³/d、9.6m³/d、3.4m³/d、1.3m³/d。生活污水依托电厂生活污水处理系统，处理后回用于绿化；喷淋洗涤废水、二氧化碳压缩提纯碱洗塔冲洗废水及胺法捕集过程冲洗废水依托电厂工业废水处理系统，处理后回用于脱硫系统补充水，不外排。

技改项目用水量见表14，水量平衡图见图6。项目建成后全厂水量平衡图见图7。

表14 技改项目用水量一览表 单位 m³/d

序号	项目	总用水量	新鲜水	循环水量	消耗量	回用量
1	喷淋洗涤用水	4.8	4.8	0	1.0	3.8（脱硫系统）
2	碱洗塔冲洗用水	12	12	0	2.4	9.6（脱硫系统）
3	吸收塔冲洗用水	4.3	4.3	0	0.9	3.4（脱硫系统）
4	循环冷却用水	10200	168	10032	168	0
5	生活用水	1.6	1.6	0	0.3	1.3（绿化）
6	合计	10238.7	190.7	10032	172.6	18.1

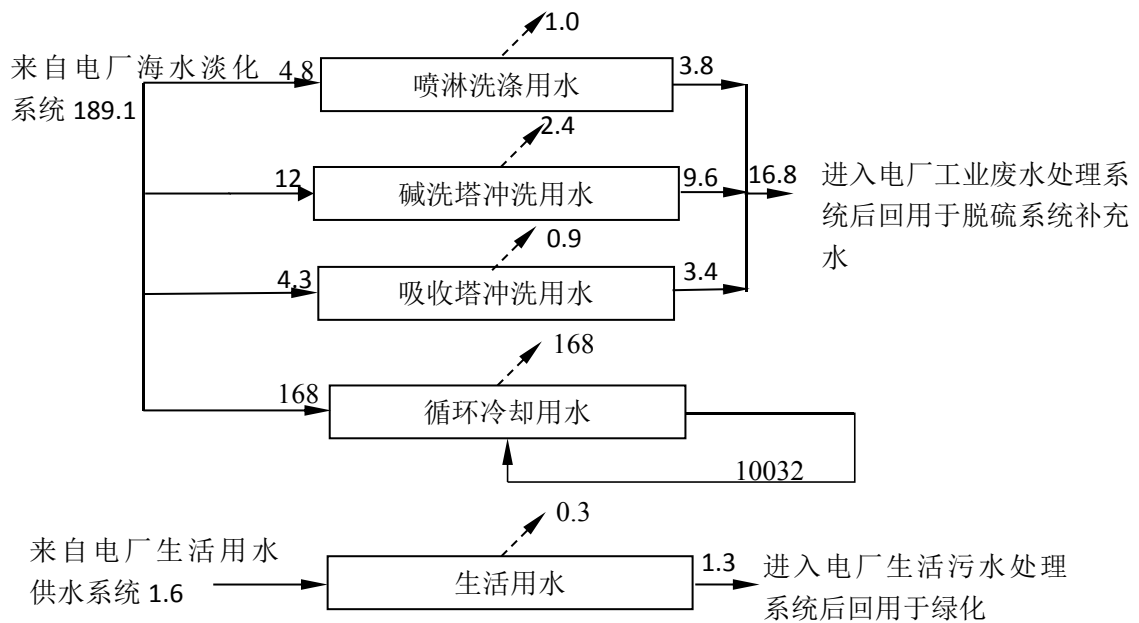


图6 技改项目给排水平衡图 单位: m³/d

②技改后全厂

本项目建成后全厂水量平衡图见图7。

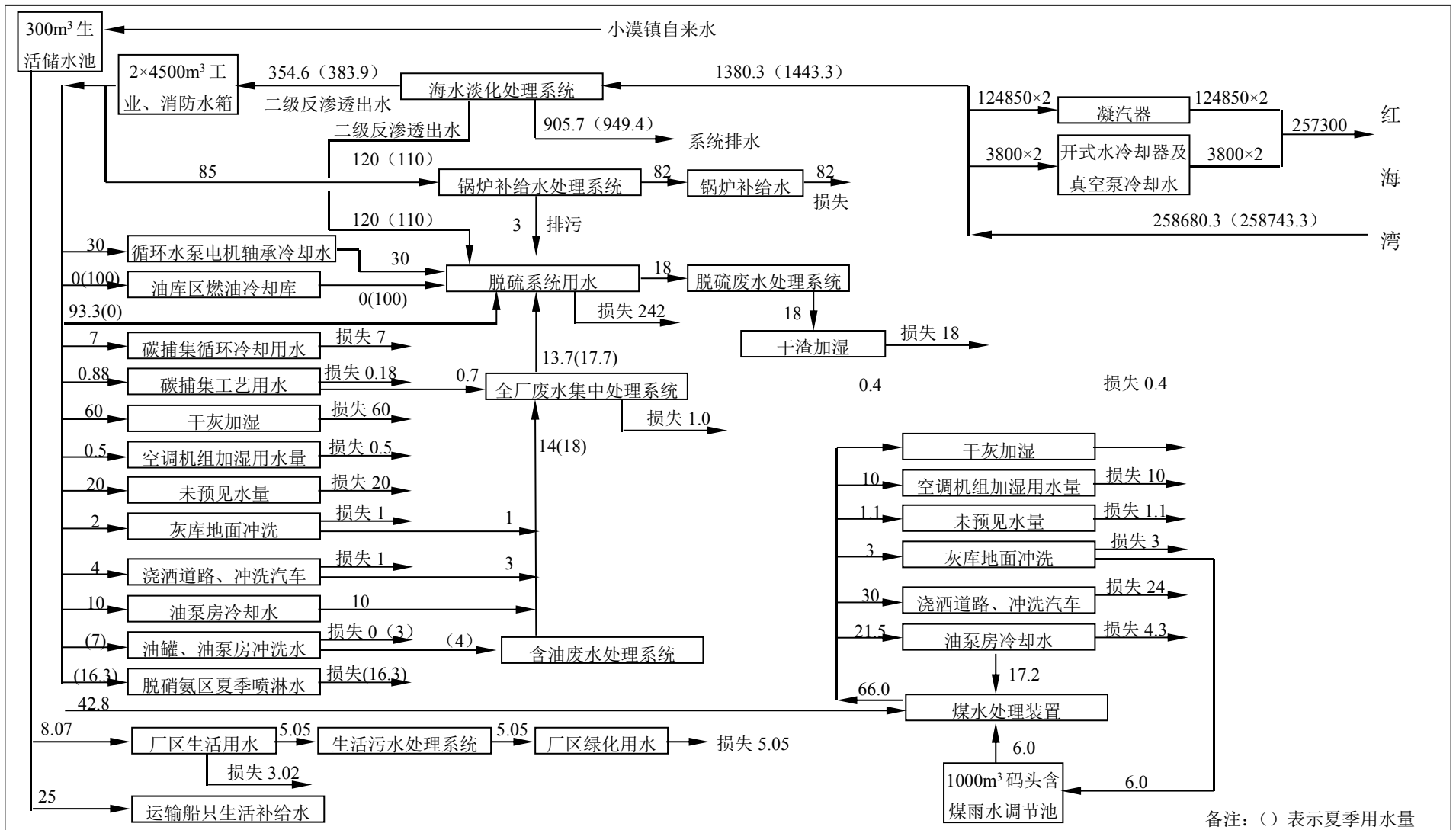


图 7 技改项目完成后全厂水量平衡图 单位：m³/h

(3) 供汽

技改项目所需蒸汽依托电厂现有工程蒸汽系统。

(4) 供电

技改项目用电依托华润海丰电厂输变电路，主要为设备用电和照明用电，年用电量为 300 万 kWh。

8、平面布置

技改项目的预处理区、膜分离 CO₂ 捕集区、胺法 CO₂ 捕集区、CO₂ 压缩纯化区位于华润电厂#1 机吸收塔脱硫设施东侧，北侧圆形煤场东侧为 CO₂ 充装和储存区，华润电厂南侧#2 转运站及输煤栈桥南侧为项目展厅、办公及控制室。具体厂区平面布置见附图 3。

9、项目选址可行性分析

技改项目选址于深汕特别合作区内的华润海丰电厂内，厂区位于广东省汕尾市海丰县小漠镇澳仔村，用地属于工业用地，符合国家现行的土地使用政策。项目附近无自然保护区、风景名胜区、集中式生活饮用水源地等环境敏感区。建设区内电力、交通等基础设施配套状况良好。因此本项目选址合理。

10、产业政策符合性分析

技改项目为碳捕集项目，根据国家发改委《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2016 年修正），本项目属于其中的鼓励类“第三十八大类 环境保护与资源节约综合利用 第 39 条 ‘碳捕获、存储及利用技术装备’”，属于国家鼓励建设的项目，符合国家产业政策。本项目已于 2017 年 9 月 26 日在深汕特别合作区发展规划和国土资源局备案，因此本项目符合产业政策要求。

《广东省主体功能区产业准入负面清单(2018 年本)》、“三线一单”符合性分析见下表。

表 15 “三线一单”符合性分析

内容	符合性分析	符合性
生态保护红线	技改项目位于汕尾市海丰县小漠镇澳仔村华润海丰电厂内，未处于生态保护红线范围内	符合
资源利用上限	技改项目营运过程中会消耗一定量的水、电资源，其消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上限要求	符合
环境质量底线	技改项目的建设降低了现有工程烟气中颗粒物、SO ₂ 、NO _x 以及 CO ₂ 的排放量，有少量氨气排放，总体上对周边环境有改善效果，符合环境质量底线要求	符合
负面清单	经查阅对比，本项目不在《广东省主体功能区产业准入负面清单(2018 年本)》中	符合

与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题:

一、华润电厂现有工程污染物排放情况

2015 年华润海丰电厂现有工程验收核算的污染物排放总量见表 16。

表 16 华润海丰电厂现有工程污染物排放情况表

污染物名称		外排环境量 (t/a)
废气	SO ₂	167.3
	NO _x	1081
	烟尘	50.5
废水		0
固废		0

二、电厂竣工环保验收监测情况

华润海丰电厂现有工程于 2015 年 12 月 17 日通过了广东省环境保护厅的竣工环保验收。

验收监测期间，1#机组生产负荷变动范围为 75.05~97.51%，2#机组生产负荷变动范围为 75.05~89.36%，符合国家环保总局《关于建设项目环境保护设施竣工验收监测管理有关问题的通知》（环发〔2000〕38 号）应在设备正常生产工况达到设计规模 75%以上时进行的要求。验收监测期间，锅炉运行正常，各污染治理设施运行基本正常。

(1) 废气监测结果

①大气污染物排放浓度：1#机组锅炉大气污染物排放浓度最大值分别为：烟尘 2.3mg/m³、二氧化硫 7mg/m³、氮氧化物 48mg/m³、汞及其化合物 0.0151mg/m³、烟气黑度<1 级（林格曼黑度），2#机组锅炉大气污染物排放浓度最大值分别为：烟尘 1.7mg/m³、二氧化硫 6mg/m³、氮氧化物 33mg/m³、汞及其化合物 0.0047mg/m³、烟气黑度<1 级（林格曼黑度），符合执行标准广东省《火电厂大气污染物排放标准》（DB

44/612-2009) 第 3 时段排放限值及参照标准《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011) 表 1 燃煤锅炉大气污染物排放浓度限值要求。

②锅炉烟气 SCR 脱硝效率: 1#机组锅炉烟气 SCR 脱硝系统脱硝效率为 88.1%~91.5%, 2#机组锅炉烟气 SCR 脱硝系统脱硝效率为 89.9%~91.6%, 符合环审(2010)428 号文“SCR 烟气脱硝系统, 氮氧化物脱除效率不得低于 80%”及粤环函(2010)1274 号文“脱硝效率不低于 80%”的要求。

③锅炉烟气脱硫效率: 1#机组锅炉烟气脱硫系统脱硫效率为 99.3%~99.7%, 2#机组锅炉烟气脱硫系统脱硫效率为 99.4%~99.5%, 符合粤环函(2010)1274 号文“脱硫效率不低于 90%”的要求。

④锅炉烟气综合除尘效率: 1#机组锅炉烟气处理装置综合除尘效率为 99.98%~99.99%, 2#机组锅炉烟气处理装置综合除尘效率为 99.98%~99.99%, 符合粤环函(2010)1274 号文“综合除尘效率不低于 99.88%”的要求。

⑤液氨储罐区边界监控点: 液氨储罐区边界监控点氨的两日最大浓度值分别为 0.18mg/m³、0.15mg/m³, 符合《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 表 1 限值(1.0mg/m³) 要求。

⑥厂界无组织排放废气: 厂界监控点的颗粒物最大浓度为 0.12mg/m³, 符合广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段无组织排放监控浓度限值, 即厂界外浓度最高点不超过 1.0 mg/m³。

⑦码头区无组织排放废气: 码头区无组织排放颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、非甲烷总烃周界外监控点最大浓度值分别为 0.28mg/m³、0.007mg/m³、0.017mg/m³, < 0.05mg/m³, 均符合广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 中第二时段“无组织排放监控浓度限值”的要求。

(2) 废水监测结果

工业废水处理系统: 出口水质 pH 值为 7.07~7.35, 五日生化需氧量<0.5mg/L、化学需氧量<10mg/L, 其他监测因子的最大日均浓度分别为: 悬浮物 20mg/L、色度 16 倍、石油类 0.07mg/L、铁 0.29mg/L、锰 0.01mg/L、总硬度 13mg/L、溶解性总固体 123mg/L。pH 值、色度及悬浮物、五日生化需氧量、铁、锰、总硬度、溶解性总固体浓度符合《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923-2005) 限值要求。

含煤废水处理系统: 出口水质 pH 值为 7.65~7.74, 五日生化需氧量<0.5mg/L、

化学需氧量 $<10\text{mg/L}$ 、石油类 $<0.04\text{mg/L}$ 、锰 $<0.01\text{mg/L}$ ，其他监测因子的最大日均浓度分别为：悬浮物 14mg/L 、色度 8 倍、铁 0.07mg/L 、总硬度 267mg/L 、溶解性总固体 136mg/L 。pH 值、色度及悬浮物、五日生化需氧量、铁、锰、总硬度、溶解性总固体浓度符合《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）限值要求。

脱硫废水处理系统：出口水质 pH 值为 $8.68\sim 8.96$ ，总砷 $<0.0003\text{mg/L}$ 、总汞 $<0.00002\text{mg/L}$ ，其他监测因子的最大日均浓度分别为：悬浮物 14mg/L 、化学需氧量 40mg/L 、氟化物 15.5mg/L 、总铅 0.05mg/L 。pH 值及悬浮物浓度符合《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）限值要求。

脱硫废水处理系统对各污染物的去除效率分别为：悬浮物 98.4%、化学需氧量 71.2%、氟化物 81.0%、总铅 68.8%、总砷 99.1%、总汞 99.9%。

生活污水处理系统：出口水质 pH 值为 $7.84\sim 8.36$ ，五日生化需氧量 $<0.5\text{mg/L}$ 、化学需氧量 $<10\text{mg/L}$ 、动植物油 $<0.04\text{mg/L}$ 、阴离子表面活性剂 $<0.05\text{mg/L}$ 、锰 $<0.01\text{mg/L}$ ，其他监测因子的最大日均浓度分别为：悬浮物 26mg/L 、溶解性总固体 148mg/L 、氨氮 0.11mg/L 、总磷 0.02mg/L 、色度 8 倍、铁 0.28mg/L 。pH 值及溶解性总固体、五日生化需氧量、氨氮、阴离子表面活性剂浓度符合《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）“城市绿化”限值要求。

海水淡化装置：浓盐水排放口水质 pH 值为 $7.46\sim 7.57$ ，其他监测因子的最大日均浓度分别为：悬浮物 2.4mg/L 、化学需氧量 0.9mg/L ，符合《海水水质标准》（GB3097-1997）三类标准限值要求。

（3）噪声监测结果

厂界噪声监测点昼间噪声等效声级范围为 $51.9\sim 61.9\text{dB(A)}$ ，夜间噪声等效声级范围为 $47.4\sim 54.3\text{dB(A)}$ ，均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类功能区限值要求。

三、电厂常规监测情况

（1）在线监测

根据华润海丰电厂 2016 年全年在线监测数据，1#机组锅炉大气污染物排放浓度平均值分别为：烟尘 1.67mg/m^3 、二氧化硫 15.13mg/m^3 、氮氧化物 37.50mg/m^3 ，2#机组锅炉大气污染物排放浓度平均值分别为：烟尘 1.41mg/m^3 、二氧化硫 14.01mg/m^3 、氮氧化物 38.73mg/m^3 ，满足《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）表 1 燃

煤锅炉大气污染物排放浓度限值要求。

锅炉烟气脱硝效率：1#机组锅炉烟气 SCR 脱硝系统脱硝效率为 89.28%，2#机组锅炉烟气 SCR 脱硝系统脱硝效率为 88.93%，符合环审（2010）428 号文“SCR 烟气脱硝系统，氮氧化物脱除效率不得低于 80%”及粤环函（2010）1274 号文“脱硝效率不低于 80%”的要求。

锅炉烟气脱硫效率：1#机组锅炉烟气脱硫系统脱硫效率为 98.59%，2#机组锅炉烟气脱硫系统脱硫效率为 98.91%，符合粤环函（2010）1274 号文“脱硫效率不低于 90%”的要求。

锅炉烟气综合除尘效率：1#机组锅炉烟气处理装置综合除尘效率为 99.98%，2#机组锅炉烟气处理装置综合除尘效率为 99.99%，符合粤环函（2010）1274 号文“综合除尘效率不低于 99.88%”的要求。

（2）委托检测

①2017 年第一季度

根据《华润电力（海丰）有限公司环境检测》（ZJ【2017-03】027 号），广州市中加环境检测技术有限公司于 2017 年 3 月 21 日至 22 日对华润电力（海丰）有限公司的废水、废气及厂界噪声排放情况进行检测，1#机组平均生产负荷 93.8%，2#机组平均生产负荷 96.0%。

废水：生活污水处理系统出口水质悬浮物 8mg/L、五日生化需氧量 1.7 mg/L、化学需氧量 11mg/L、动植物油 0.15mg/L、氨氮 1.81mg/L，五日生化需氧量、氨氮浓度满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）“城市绿化”限值要求；工业废水处理系统出口水质 pH 值为 6.80~6.82、悬浮物 5mg/L、化学需氧量 111mg/L、石油类未检出、氟化物 4.00mg/L、氨氮 1.19mg/L、总砷未检出、挥发酚未检出，pH 值、悬浮物浓度满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）限值要求；脱硫废水处理系统出口水质 pH 值为 6.5~9.0、悬浮物 26mg/L、氟化物 3.44mg/L、化学需氧量 12mg/L、总汞 1.19mg/L，硫化物、总砷、总铅、总镉、总铬、总镍、总锌均未检出，pH 值及悬浮物浓度满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）限值要求；含煤废水处理系统出口水质 pH 值为 8.05、悬浮物 16mg/L、氟化物 3.41mg/L，化学需氧量、石油类、总砷未检出，pH 值、悬浮物浓度满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）限值要求；循环水海水

取水口水温平均值 20.1℃、温排水厂内排放口水温平均值 22.2℃，平均温升 2.1℃，低于华润电力（海丰）有限公司环境影响报告书预测温升范围（7.5℃）。

废气：1#机组锅炉大气污染物排放浓度最大值分别为：汞及其化合物未检出、氨 0.30 mg/m³、烟气黑度<1 级（林格曼黑度），2#机组锅炉大气污染物排放浓度最大值分别为：汞及其化合物未检出、氨 0.47mg/m³、烟气黑度<1 级（林格曼黑度），汞及其化合物、烟气黑度满足《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）表 1 燃煤锅炉大气污染物排放浓度限值要求。

噪声：厂界噪声监测点昼间噪声等效声级范围为 58.3~61.5dB(A)，夜间噪声等效声级范围为 53.3~54.7dB(A)，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类功能区限值要求。

②2017 年第二季度

根据《华润电力（海丰）有限公司环境检测》（ZJ【2017-06】039 号），广州市中加环境检测技术有限公司于 2017 年 6 月 20 日至 21 日对华润电力（海丰）有限公司的废水、废气及厂界噪声排放情况进行检测，1#机组平均生产负荷 85.5%，2#机组平均生产负荷 89.3%。

废水：生活污水处理系统出口水质悬浮物 8mg/L、五日生化需氧量 5.1mg/L、化学需氧量 22mg/L、动植物油 1.60mg/L、氨氮 7.26mg/L，五日生化需氧量、氨氮浓度满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）“城市绿化”限值要求；工业废水处理系统出口水质 pH 值为 7.56~7.61、悬浮物未检出、化学需氧量 5mg/L、石油类 0.19mg/L、氟化物 3.06mg/L、氨氮 0.303mg/L、总砷 0.4mg/L、挥发酚未检出，pH 值、悬浮物浓度满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）限值要求；脱硫废水处理系统出口水质 pH 值为 7.31~7.33、悬浮物 18mg/L、氟化物 57.6mg/L、化学需氧量 266mg/L、硫化物 0.038mg/L、总砷 1.7mg/L、总汞 0.04mg/L、总镉 0.094mg/L、总镍 0.14mg/L、总锌 0.21mg/L，总铅、总铬均未检出，pH 值及悬浮物浓度满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）限值要求；含煤废水处理系统出口水质 pH 值为 7.19~7.22、悬浮物 18mg/L、化学需氧量 174mg/L、石油类 0.06mg/L、氟化物 47.4mg/L、总砷 1.6mg/L，pH 值、悬浮物浓度满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）限值要求；循环水海水取水口水温平均值 26.7℃、温排水厂内排放口水温平均值 29.6℃，平均温升

2.9℃，低于华润电力（海丰）有限公司环境影响报告书预测温升范围（7.5℃）。

废气：1#机组锅炉大气污染物排放浓度最大值分别为：汞及其化合物 0.002mg/m³、氨 0.21mg/m³、烟气黑度<1 级（林格曼黑度），2#机组锅炉大气污染物排放浓度最大值分别为：汞及其化合物 0.002mg/m³、氨 0.14mg/m³、烟气黑度<1 级（林格曼黑度），汞及其化合物、烟气黑度满足《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）表 1 燃煤锅炉大气污染物排放浓度限值要求。

噪声：厂界噪声监测点昼间噪声等效声级范围为 58.4~61.4dB(A)，夜间噪声等效声级范围为 53.5~54.6dB(A)，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类功能区限值要求。

无组织排放废气：氨、非甲烷总烃、颗粒物周界外浓度最高点分别为 0.075mg/m³、3.79mg/m³、未检出，颗粒物满足广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段标准要求。

③2017 年第三季度

根据《华润电力（海丰）有限公司环境检测》（ZJ【2017-09】194 号（1）），广州市中加环境检测技术有限公司于 2017 年 9 月 12 日至 13 日对华润电力（海丰）有限公司的废水、废气及厂界噪声排放情况进行检测，1#机组平均生产负荷 72.1%，2#机组平均生产负荷 72.9%。

废水：生活污水处理系统出口水质悬浮物 13mg/L、五日生化需氧量 6.1mg/L、化学需氧量 18mg/L、动植物油未检出、氨氮 11.1mg/L，五日生化需氧量、氨氮浓度满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）“城市绿化”限值要求；工业废水处理系统出口水质 pH 值为 7.39~7.43、悬浮物 27mg/L、化学需氧量 6mg/L、石油类 0.62mg/L、氟化物 0.13mg/L、氨氮 0.49mg/L、总砷 0.2mg/L、挥发酚未检出，pH 值、悬浮物浓度满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）限值要求；含煤废水处理系统出口水质 pH 值为 7.61~7.62、悬浮物 35mg/L、化学需氧量 13mg/L、石油类 0.63mg/L、氟化物 2.1mg/L、总砷未检出，pH 值、悬浮物浓度满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）限值要求；循环水海水取水口水温平均值 28.6℃、温排水厂内排放口水温平均值 29.9℃，平均温升 1.3℃，低于华润电力（海丰）有限公司环境影响报告书预测温升范围（7.5℃）。

废气：1#机组锅炉大气污染物排放浓度最大值分别为：汞及其化合物 0.006mg/m³、

氨 3.46mg/m³、烟气黑度<1 级（林格曼黑度），2#机组锅炉大气污染物排放浓度最大值分别为：汞及其化合物 0.003mg/m³、氨 0.83mg/m³、烟气黑度<1 级（林格曼黑度），汞及其化合物、烟气黑度满足《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）表 1 燃煤锅炉大气污染物排放浓度限值要求。

噪声：厂界噪声监测点昼间噪声等效声级范围为 59.2~61.5dB(A)，夜间噪声等效声级范围为 53.5~54.5dB(A)，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类功能区限值要求。

无组织排放废气：氨、非甲烷总烃、颗粒物周界外浓度最高点分别为 0.058mg/m³、2.25mg/m³、未检出，颗粒物满足广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段标准要求。

④2017 年第四季度

根据《华润电力（海丰）有限公司环境检测》（ZJ【2017-11】323 号（1）），广州市中加环境检测技术有限公司于 2017 年 11 月 29 日至 30 日对华润电力（海丰）有限公司的废水、废气及厂界噪声排放情况进行检测，1#机组平均生产负荷 83.4%，2#机组平均生产负荷 82.7%。

废水：生活污水处理系统出口水质悬浮物 8mg/L、五日生化需氧量 12.4mg/L、化学需氧量 46mg/L、动植物油未检出、氨氮 0.448mg/L，五日生化需氧量、氨氮浓度满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）“城市绿化”限值要求；工业废水处理系统出口水质 pH 值为 7.53~7.54、悬浮物 25mg/L、化学需氧量 5mg/L、石油类未检出、氟化物 0.11mg/L、氨氮 0.245mg/L、总砷未检出、挥发酚未检出，pH 值、悬浮物浓度满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）限值要求；含煤废水处理系统出口水质 pH 值为 7.61、悬浮物 12mg/L、化学需氧量 12mg/L、石油类未检出、氟化物 3.09mg/L、总砷未检出，pH 值、悬浮物浓度满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）限值要求；循环水海水取水口水温平均值 27.7℃、温排水厂内排放口水温平均值 30.5℃，平均温升 2.8℃，低于华润电力（海丰）有限公司环境影响报告书预测温升范围（7.5℃）。

废气：1#机组锅炉大气污染物排放浓度最大值分别为：汞及其化合物 0.004mg/m³、氨 0.45mg/m³、烟气黑度<1 级（林格曼黑度），2#机组锅炉大气污染物排放浓度最大值分别为：汞及其化合物 0.003mg/m³、氨 2.44mg/m³、烟气黑度<1 级（林格曼黑度），

汞及其化合物、烟气黑度满足《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011)表1燃煤锅炉大气污染物排放浓度限值要求。

噪声：厂界噪声监测点昼间噪声等效声级范围为59.6~60.7dB(A)，夜间噪声等效声级范围为53.4~54.3dB(A)，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3类功能区限值要求。

无组织排放废气：氨、非甲烷总烃、颗粒物周界外浓度最高点分别为0.56mg/m³、0.42mg/m³、0.55mg/m³，颗粒物满足广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段标准要求，氨满足《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表1厂界标准值中新扩改建二级标准要求。

四、现有工程排污许可及环境管理台账

华润电力(海丰)有限公司已取得汕尾市环境保护局下发的排污许可证，排污许可证有效期限为2017年6月12日至2020年6月11日，建设单位每月提交排污许可执行月报表，每月对废气处理设施运行情况、燃料分析、生产设施运行状况、监测信息、污水处理设施运行情况进行台账记录。

序号	报表名称	报表时间	提交时间	操作
1	2018年10月月报表	2018年10月	2018-11-07 11:16:59	查看详情
2	2018年09月月报表	2018年09月	2018-10-03 15:58:01	查看详情
3	2018年08月月报表	2018年08月	2018-09-04 16:23:14	查看详情
4	2018年07月月报表	2018年07月	2018-08-05 11:45:34	查看详情
5	2018年06月月报表	2018年06月	2018-07-03 14:50:26	查看详情
6	2018年05月月报表	2018年05月	2018-06-29 01:45:56	查看详情
7	2018年04月月报表	2018年04月	2018-06-29 01:45:49	查看详情
8	2018年03日日报表	2018年03日	2018-06-29 01:45:37	查看详情

图8 华润电力(海丰)有限公司排污许可证执行报告提交情况图

序号	台账区间	台账类型	台账提交时间	操作
0	2018-10-01 - 2018-10-31	废气处理设施运行情况记录	2018-11-07	重新上传 下载 删除
1	2018-10-01 - 2018-10-31	燃料分析记录	2018-11-07	重新上传 下载 删除
2	2018-10-01 - 2018-10-31	生产设施运行情况记录	2018-11-07	重新上传 下载 删除
3	2018-10-01 - 2018-10-31	监测信息记录	2018-11-07	重新上传 下载 删除
4	2018-10-01 - 2018-10-31	污水处理设施运行情况记录	2018-11-04	重新上传 下载 删除
5	2018-09-01 - 2018-09-30	污水处理设施运行情况记录	2018-10-08	重新上传 下载 删除
6	2018-09-01 - 2018-09-30	废气处理设施运行情况记录	2018-10-03	重新上传 下载 删除
7	2018-09-01 - 2018-09-30	燃料分析记录	2018-10-03	重新上传 下载 删除

图 9 华润电力（海丰）有限公司环境管理台账图

五、现有工程环境风险防范设施及环境投诉问题

（1）环境风险防范设施

现有工程环境风险防范设施及措施主要有：

①现有氨储罐区四周设实体围墙并挂有警示牌，设置了围堰、遮阳棚、防火堤、泄漏报警器和喷淋装置等；储槽装有溢流阀、逆止阀、紧急关断阀和安全阀，建有氨区事故应急废水收集池，应急废水可经提升泵进入厂内污水处理站处理后回用。

②脱硫设施配套建有一个容积为 4994 m³ 的脱硫事故浆液罐，防止脱硫塔出现事故时浆液溢流污染。在 GIS 电抗器区域设置一个容积为 65m³ 的事故油池，在主变区域设置 2 个容积均为 190m³ 的事故油池，事故废水收集后外委处理。

③事故灰场底部布设了复合土工膜，周边设置了截洪沟，灰场西边设置拦灰坝，中部设置排水沟，排水沟终点设置澄清池。

（2）环境投诉问题

华润海丰电厂自建厂运行以来严格落实各项环保措施，未出现过重大安全事故，尽量减轻对周边环境的影响。目前尚未接到过附近居民的环保投诉并且无环境投诉、违法或处罚记录，厂群关系良好。

（3）现有环境问题

参照《广东省打赢蓝天保卫战 2018 年工作方案》中 9.优化整合燃煤电厂：在保障供电安全的前提下，按照广东省能源结构调整计划，对超过机组设计寿命且不符合能效、环保、安全、质量等要求的燃煤机组实施淘汰替代，推进服役到期、服役时间

较长及位于城市建成区的燃煤电厂优化整合和淘汰。2018 年年底前关停广州发电厂等合计 92.5 万千瓦燃煤发电机组，2020 年年底前关停沙角 A 厂（3×21 万千瓦）、沙角 B 厂（2×35 万千瓦）等合计 143 万千瓦燃煤发电机组；积极推进广州旺隆电厂（2×10 万千瓦）、广州恒运电厂 6-7 号（2×21 万千瓦）、东莞沙角电厂其他机组（264 万千瓦）和东莞三联热电（13.5 和 15 万千瓦）等狮子洋周边煤电提前关停；18. 深化电厂污染减排。珠三角地区禁止新、扩建燃煤燃油火发电机组和企业自备电站。2020 年年底前全省公用煤电机组（含循环流化床和 W 型火焰锅炉发电机组）全面完成超低排放改造。合理安排电厂年度生产和检修计划，最大限度减少秋冬季电力行业污染物排放。污染天气应急期间，在保电网安全、保电力供应的前提下，安排污染区域内燃煤机组按照最小运行方式运行、错峰生产，优先安排区域外电厂顶峰生产。华润海丰电厂不属于关停电厂，并且采用低氮燃烧技术的锅炉，烟气经 SCR 脱硝装置、高效低温高频静电除尘器、石灰石-石膏湿法脱硫设施及湿法电除尘设施处理后，通过 240 米烟囱排入大气，经常规监测数据本项目废气污染物均达到相应标准要求。

依据国务院关于印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》的通知(国发〔2018〕22 号)及《中共广东省委办公厅 广东省人民政府办公厅关于印发〈广东省打好污染防治攻坚战三年行动计划（2018—2020 年）〉的通知》（粤办发〔2018〕29 号），华润海丰电厂现有工程选用先进设备及环保措施，严格按照国家及地方要求对现有工程进行管理，环保措施到位并且运行正常，常规检测数据达标，无环境问题，不需要整改。

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):

1、地理位置

汕尾市位于广东省东南沿海,在北纬 20°27'~23°28'和东经 114°54'~116°13'之间。东同揭阳市惠来县交界;西与惠州市惠东县接壤;北接河源市紫金县;南濒南海,与香港隔海相望。陆域界线南北最宽处 90km,东西最宽处 132km,总面积 5271km², (不含东沙群岛 1.8km²) 占全省总面积 2.93%。大陆岸线长 302km, 占全省岸线总长度 9%; 辖内海域有 93 个岛屿、10 个港口和 3 个海湖。汕尾市沿海 200m 等深线内属全市所辖海洋国土面积 2.38 万平方公里, 占全省海洋国土的 14%。

2011 年 2 月 18 日, 广东省委、省政府批复《深汕(尾)特别合作区基本框架方案》, 正式设立深汕特别合作区。深汕特别合作区位于汕尾市海丰县, 与惠州市惠东县接壤, 合作区包括鹅埠、小漠、鲘门、赤石四镇, 总面积 468.3 平方公里, 规划控制面积约 200 平方公里。

建设项目位于深汕特别合作区华润海丰电厂内。项目中心地理坐标北纬 22°45'10.54", 东经 115°2'39.31"。距华润电厂厂址最近敏感点——厂址西侧的大澳村 1270m。项目具体位置详见附图 1, 周边关系见附图 2。

2、地形地貌

深汕合作区北部为山脉, 南部为红海湾畔, 背山面海, 属丘陵地形。境内属华夏陆台的一部分, 山脉走向也为东北—西南的华夏式走向, 土母质主要有花岗岩、砂页岩、滨海沉积、河流沉积的细砂粘土。地耐力一般在每平方米 10-13 吨之间。海岸类型有平滑沙和岩岸。

项目所在华润海丰电厂位于小漠镇的东南部, 孤肚海东北侧, 南蛇山东南的临海丘陵上的 3 个凸出岸线的小山包(山顶标高在 40~50m 之间)及其前方浅滩上。华润海丰电厂厂址北面靠山, 西面为浅滩, 东、南面临南海。厂址所在区域地形有浅滩、沙丘及山峰, 地势起伏, 厂址所在山包最高处标高约 95.8m, 邻近山峰南蛇山山顶标高在 211m 左右。在厂址西面孤肚海北侧为长宽约为 3km×1.5km 的临海冲积台地, 地势平坦, 沙丘标高在 3~6m 之间, 西南面乌山山势较陡, 山顶标高约 310m。

3、气候特征

深汕合作区属亚热带海洋性气候，阳光充足，气候温和，雨量充沛，风力强劲。年平均降雨量为 2382.8mm，年平均气温为 22℃，无霜期 358 天，四季如春。常年的主导风向为：冬春两季是东北偏北风，频率 15%，平均风速 3m/s；夏秋两季是西南风，频率 10%，平均风速 3.3m/s，四季平均风速 2.8m/s，静风频率 17%。

4、流域水文

深汕特别合作区属韩江流域，径流丰富，地表水系发达。合作区域内河道主要包括赤石河、大安河、明热河及南门河，均属赤石河水系。赤石河发源于白马山，至小漠沙坡度止。全长 36 公里，流域总面积 382 平方公里。大安河为赤石河一级支流，主河道长 22 公里，集雨面积 139.1 平方公里。明热河为赤石河一级支流，发源于禾镰石，河流从水底山到汤湖村，往下至冰粮埔，右侧有发源于陈摇肚山的明溪水注入，然后至三江楼汇入主流。明热河主河道长 22 公里，集雨面积 108 平方公里。南门河为赤石河一级支流，主河道长 16.0 公里，集雨面积 70.6 平方公里。

5、植被、生物多样性

深汕特别合作区自然资源丰富，素有“鱼米之乡”之称。本县植被属亚热带季风常绿植被。常见的乔木种类有 38 科 114 种，主要有鸭脚木、黄桐、红荷花、荷木、黄牛木等；红树林有 9 科 11 种，主要是桐花树、白骨壤等。主要农产品有优质稻、番薯、大豆、花生、甘蔗、荷兰豆、莲藕、沙姜等；林果有荔枝、菠萝、龙眼、芒果、梅、李、柑、甘蔗等；主要海产品有马鲛、带鱼、龙虾、贝壳等；有海岸滩涂 3340 公顷、渔塘水库 6660 公顷，可供开发养殖鲍鱼、翡翠贻贝、花蛤、对虾、蟹、蚝、甲鱼、鲩、鲤、珍珠等。海丰矿藏种类较多。主要有锡精矿、钨矿、水晶矿、绿柱石等；建筑石料、沙、花岗岩和陶瓷粘土等蕴藏量丰富。

6、红海湾

红海湾位于汕尾市城区、海丰县和惠东县，东起遮浪，西至大星山门第石；沿岸有汕尾、马宫等多出渔港。海岸线长约 139km，海岸半月形，口宽 65km、10m 等深线海域面积 3 万 ha，滩涂面积 2130ha。海域范围内有考洲洋、小膜港、鲛门港、后澳湾、长沙湾、马宫港、品清湖、田寮湖等小海湾。海湾内主要岛群有遮浪岩、小岛、菜屿、龟龄岛、江牡岛、芒屿、盐洲岛等。红海湾气候属亚热带海洋性气候，

海区内有黄岗河、丽江、大液河、园墩河等小河径流流入，只有在长沙湾一带海水盐度季节性变化明显，基余海域盐度变幅均较小，一般在 23.00~34.00 之间。海水温度月平均变幅在 15.4~27.6℃之间。潮汐不规则半日潮，平均潮差 1.1m，海水透明度 0.5~9.5m，海水溶解氧 4.97~9.62mg/L，海水 PH 值 8.1~9.42。海岸类型以岩礁及沙质海岸为主，岬角沙堤相间分布，海岸遮蔽程度小。

环境质量状况

建设项目所在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):

1、项目所在地环境功能属性

项目所在地环境功能属性如下表所示。

表 17 项目所在地环境功能属性一览表

序号	功能区分类	类别
1	地表水环境功能区	本项目所在区域的地表水体为人工水渠, 根据《汕尾市环境保护规划纲要 2008~2020 年》, 其水环境功能属于未划定, 其实际功能为养殖取排水和防洪。
2	大气环境功能区	根据《汕尾市环境保护规划纲要 2008~2020 年》(现状), 本项目所在区域属二类环境空气质量功能区。
3	海洋功能区	根据《广东省海洋功能区划(2011—2020 年)》, 项目所在海域的海洋功能区划为小漠工业与城镇用海区, 项目附近海域功能区划有红海湾农渔业区、考洲洋农渔业区、鲘门旅游休闲娱乐区和百安半岛旅游休闲娱乐区。
4	近岸海域环境功能区	根据《汕尾市环境保护规划纲要 2008-2020 年》(调整方案), 项目所在近岸海域属于三类海水功能区。
5	声环境功能区	根据《汕尾市环境保护规划纲要 2008~2020 年》(调整方案), 项目所经区域未划分声环境功能区。本项目所在区域规划为工业用地, 参照深汕特别合作区农林水务和环境保护局对《中电环保华润深汕污泥处理处置项目(一期)》环境影响评价执行标准的复函, 按照 3 类声环境功能区进行管理。
6	地下水环境功能区	根据《广东省地下水功能区划(2009 年)》, 本项目所在区域属韩江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区, 地下水保护目标为 III 类。
7	生态功能区	根据《汕尾市环境保护规划纲要 2008~2020 年》, 项目所在区域属于城市-农业经济生态区
8	是否基本农田保护区	否
9	是否风景名胜保护区	否
10	是否水库库区	否
11	是否属于环境保护区	否
12	是否在“饮用水源保护区”内	否
13	是否在市政污水处理厂的集水范围	否

2、环境空气质量现状

依据《中电环保华润深汕污泥处理处置项目(一期)环境影响报告书》(2017 年 8 月)监测数据, 监测点位为小漠镇、元新村(元宵围)、澳仔沟、叶舟山、华润海丰电厂, 监测点 PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、CO、O₃ 现状监测因子的小时、日均浓度超标率为 0, NH₃ 的小时浓度范围为 0.007~0.027mg/m³, 超标率为 0, 均符

合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的二级标准，区域环境空气质量状况良好。

表 18 环境空气质量监测结果与统计评价表

监测因子	监测点名称	小时浓度			日均浓度 (O ₃ 为日最大 8 小时平均浓度)		
		浓度范围 (μg/m ³)	最大值占标率 (%)	超标率 (%)	浓度范围 (μg/m ³)	最大值占标率 (%)	超标率 (%)
PM ₁₀	华润海丰电厂	/	/	/	42~58	0.39	0
	小漠镇	/	/	/	38~52	0.35	0
	元新村 (元宵围)	/	/	/	34~48	0.32	0
	澳仔沟	/	/	/	39~54	0.36	0
	叶舟山	/	/	/	38~54	0.36	0
PM _{2.5}	华润海丰电厂	/	/	/	23~35	0.47	0
	小漠镇	/	/	/	21~28	0.37	0
	元新村 (元宵围)	/	/	/	20~27	0.36	0
	澳仔沟	/	/	/	23~32	0.43	0
	叶舟山	/	/	/	22~32	0.43	0
SO ₂	华润海丰电厂	9~26	0.052	0	11~20	0.133	0
	小漠镇	7~20	0.04	0	8~15	0.1	0
	元新村 (元宵围)	7~20	0.04	0	10~14	0.093	0
	澳仔沟	8~22	0.044	0	10~16	0.107	0
	叶舟山	7~20	0.04	0	9~14	0.093	0
NO ₂	华润海丰电厂	15~34	0.17	0	17~26	0.325	0
	小漠镇	14~27	0.135	0	15~21	0.263	0
	元新村 (元宵围)	15~22	0.11	0	16~21	0.263	0
	澳仔沟	15~26	0.13	0	17~21	0.263	0
	叶舟山	15~27	0.135	0	16~21	0.263	0
O ₃	华润海丰电厂	45~105	0.525	0	82~97	0.606	0
	小漠镇	36~99	0.495	0	81~88	0.55	0
	元新村 (元宵围)	35~100	0.5	0	81~88	0.55	0
	澳仔沟	38~103	0.515	0	82~96	0.6	0
	叶舟山	35~102	0.51	0	82~90	0.563	0
NH ₃	华润海丰电厂	0.007~0.027 mg/m ³	0.035~0.135	0	/	/	/

3、地下水环境质量现状

依据《中电环保华润深汕污泥处理处置项目 (一期) 环境影响报告书》(2017 年 8 月及 2018 年 3 月) 中监测数据, 监测点位为澳仔沟、沙浦心、叶舟山, 区域地下水 pH 值、高锰酸钾盐指数、总硬度、溶解性总固体、氨氮标准指数分别为 0.060~0.400、0.433~0.880、0.209~0.409、0.146~0.658、0.02~0.182, 地下水各监测点的各项监测因子均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类标准。

表 19 地下水监测与评价结果 单位: mg/L (pH 值除外)

监测因子	监测值			标准值	评价结果 $S_{i,j}$		
	澳仔沟	沙浦心	叶舟山		澳仔沟	沙浦心	叶舟山
钾	3.47	21.2	0.14	—	—	—	—
钠	10.1	3.64	145	—	—	—	—
钙	35.4	56.7	1.49	—	—	—	—
镁	2.16	1.38	15.2	—	—	—	—
CO ₃ ²⁻	未检出	11	177	—	—	—	—
HCO ₃ ⁻	97.4	未检出	未检出	—	—	—	—
氯化物	8.86	4.58	214	250	0.035	0.018	0.856
硫酸盐	7.26	3.47	49.0	250	0.029	0.014	0.196
pH	7.09	7.4	7.6	6.5~8.5	0.060	0.267	0.4
氨氮	0.091	未检出	未检出	0.5	0.182	0.02	0.02
硝酸盐(以 N 计)	0.89	0.253	未检出	20	0.045	0.0127	0.0004
亚硝酸盐(以 N 计)	0.007	未检出	未检出	1.0	0.007	0.0005	0.0005
挥发酚	未检出	未检出	未检出	0.002	0.075	0.075	0.075
氰化物	未检出	未检出	未检出	0.05	0.020	0.02	0.02
砷	0.0012	0.001	0.002	0.01	0.12	0.1	0.2
汞	未检出	0.0002	0.0001	0.001	0.050	0.2	0.1
六价铬	未检出	未检出	未检出	0.05	0.040	0.04	0.04
总硬度(以 CaCO ₃ 计)	94.1	162	184	450	0.209	0.36	0.409
铅	未检出	未检出	未检出	0.01	0.125	0.125	0.125
氟化物	未检出	0.46	0.41	1.0	0.050	0.46	0.41
镉	未检出	未检出	未检出	0.005	0.05	0.05	0.05
铁	未检出	0.0451	未检出	0.3	0.008	0.150	0.008
锰	未检出	0.0005	0.0023	0.1	0.003	0.005	0.023
溶解性总固体	146	346	658	1000	0.146	0.346	0.658
高锰酸盐指数	2.64	1.3	2.2	3.0	0.880	0.433	0.733
总大肠菌群 (MPN/100mL)	未检出	未检出	未检出	3.0	/	/	/
细菌总数 (CFU/mL)	25	未检出	未检出	100	0.250	/	/

4、声环境质量现状

依据《华润电力(海丰)有限公司环境检测》(ZJ[2017-06]039号)(2017年6月20日)中厂界噪声监测数据,监测为华润电力(海丰)有限公司北厂界3个监测点位,西厂界2个监测点位,监测结果如表20所示。

表 20 声环境现状监测结果 单位：dB(A)

监测点	位 置	监测值				标准值	
		昼间	达标情况	夜间	达标情况	昼间	夜间
1#	北厂界 1#	61.2	达标	54.1	达标	65	55
2#	北厂界 2#	58.8	达标	53.5	达标	65	55
3#	北厂界 3#	58.4	达标	53.5	达标	65	55
4#	西厂界 4#	61.4	达标	54.6	达标	65	55
5#	西厂界 5#	59.0	达标	53.8	达标	65	55

从表中可以看出，项目厂界噪声昼间值为 58.4~61.4dB(A)、夜间值为 53.5~54.6dB(A)，均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 3 类标准要求。

5、海水环境质量现状

依据《广东省近岸海域海水水质监测信息(第三期)》中红海湾域内监测数据，区域海水 pH 值 8.05~8.28、悬浮物 1.9~2.5mg/L、溶解氧 7.48~8.70mg/L、氨氮 0.063~0.071mg/L、硝酸盐氮 0.024~0.035mg/L、亚硝酸盐氮 0.002~0.003mg/L、活性磷酸盐 0.002mg/L、铜 0.0015~0.0016mg/L、铅 0.0006mg/L、锌 0.0056~0.0076mg/L，化学需氧量、汞、镉、砷及石油类均未检出，红海湾海水监测点的各项监测因子均满足《海水水质标准》(GB3097-1997) 的二类标准。

表 21 地下水监测与评价结果 单位：mg/L (pH 值除外)

监测因子	监测值		标准值	评价结果 $S_{i,j}$	
	GD1501	GD1505		GD1501	GD1505
pH	8.28	8.05	7.8~8.5	0.85	0.7
悬浮物	2.5	1.9	10	0.25	0.19
粪大肠菌群(个/L)	/	250	2000	/	0.125
溶解氧	7.48	8.70	5	0.12	0.38
化学需氧量	未检出	未检出	3	/	/
氨氮	0.063	0.071	/	/	/
硝酸盐氮	0.024	0.035	/	/	/
亚硝酸盐氮	0.003	未检出	/	/	/
无机氮	0.089	0.107	0.3	0.30	0.36
活性磷酸盐	0.002	未检出	0.03	0.07	/
汞	未检出	未检出	0.0002	/	/
镉	未检出	未检出	0.005	/	/
铅	0.0006	未检出	0.005	/	/
砷	未检出	未检出	0.030	/	/
铜	0.0016	0.0015	0.010	0.16	0.15
锌	0.0056	0.0076	0.050	0.11	0.15
石油类	未检出	未检出	0.05	/	/
非离子氨	0.0065	0.0048	0.02	0.33	0.24
盐度	33	32	/	/	/

主要环境保护目标（列出名单及保护级别）：

评价区域内没有重点文物、自然保护区、珍稀动植物等重点保护目标，根据该项目周围环境状况，确定该项目环境保护目标，具体情况见表 22。

表 22 主要环境保护目标与保护级别

环境要素	保护对象	相对方位	与项目位置距离(m)	保护目标	保护级别
环境空气 (含风险)	小漠镇	NNW	2400	不改变其功能区等级	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级
	元宵围村	NW	2560		
	新圩	NWW	2635		
	澳仔沟	W	1420		
	沙浦心	W	1830		
	叶舟山	W	2380		
地下水	评价范围内地下水	—	—	—	《地下水质量标准》 (GB/14848-2017) III类
声环境	华润海丰电厂厂界外 200m	—	—	不改变其功能区等级	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 3 类
海水	红海湾	—	—	—	《海水水质标准》 (GB3097-1997) 三类标准

评价适用标准

1、环境空气质量：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准，NH₃执行《工业企业设计卫生标准》（TJ36-1979）居住区大气中有害物质的最高允许浓度。

2、地下水环境：执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。

3、声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的3类标准。

4、海水环境：执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的三类标准。

表 23 项目执行环境质量标准

类别	项目	标准值	标准名称	
地下水环境	pH	6.5~8.5	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准	
	总硬度	450mg/L		
	耗氧量（COD _{Mn} 法，以 O ₂ 计）	3.0mg/L		
	溶解性总固体	1000mg/L		
	氨氮	0.5mg/L		
	硝酸盐（以 N 计）	20mg/L		
	亚硝酸盐（以 N 计）	1.00mg/L		
	氯化物	250mg/L		
	硫酸盐	250mg/L		
	总大肠菌群	3.0MPN ^b /100mL		
细菌总数	100CFU/mL			
环境空气	SO ₂	年平均	60μg/m ³	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准
		24 小时平均	150μg/m ³	
		1 小时平均	500μg/m ³	
	NO ₂	年平均	40μg/m ³	
		24 小时平均	80μg/m ³	
		1 小时平均	200μg/m ³	
	CO	24 小时平均	4mg/m ³	
		1 小时平均	10mg/m ³	
	O ₃	日最大 8 小时评价	160μg/m ³	
		1 小时平均	200μg/m ³	
	PM ₁₀	年平均	70μg/m ³	
		24 小时平均	150μg/m ³	
	PM _{2.5}	年平均	35μg/m ³	
24 小时平均		75μg/m ³		
NH ₃	一次值	0.20mg/m ³	《工业企业设计卫生标准》（TJ36—1979）居住区大气中有害物质的最高允许浓度	
声环境	LeqdB(A)	昼间≤65dB(A) 夜间≤55dB(A)	《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准	
海水环境	pH	6.8~8.8	《海水水质标准》（GB3097-1997）三类标准	
	悬浮物质	人为增加的量≤100mg/L		
	溶解氧	>4mg/L		
	COD _{Mn}	≤4		
	无机氮	≤0.40		
	活性磷酸盐	≤0.030		
石油类	≤0.30			

环境
质量
标准

污 染 物 排 放 标 准	<p>1、废气：施工期扬尘排放执行广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放限值；营运期 NH₃ 执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 厂界标准值中新扩改建二级标准；SO₂、NO_x、烟尘执行《火电厂污染物排放标准》（GB13223-2011）表 2 标准。</p> <p>2、废水：施工期生活污水经厂区污水处理站处理后满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）城市绿化用水标准后回用于厂区绿化；营运期工业废水处理后回用于脱硫系统补充水，达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）限值要求，生活污水处理后回用于厂区绿化，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）城市绿化用水标准；</p> <p>3、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）；营运期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准；</p> <p>4、一般工业固废处置执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）（2013 修改单）中的相关规定；危险固废执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其 2013 修改单（公告 2013 年第 36 号）的相关规定。</p>
---------------------------------	--

污 染 物 排 放 标 准

表 24 评价标准一览表

项目	评价因子	标准值		来源
施 工 期 废 水	pH	6.0~9.0		《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）城市绿化用水标准
	悬浮物	/		
	色度	30 mg/L		
	五日生化需氧量	20 mg/L		
	铁	/		
	锰	/		
	总硬度	/		
	溶解性总固体	1000 mg/L		
	氨氮	20 mg/L		
	阴离子表面活性剂	1.0 mg/L		
营 运 期 废 水	/	GB/T19923-2005 洗涤用水	GB/T18920-2002 城市绿化	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）洗涤用水标准和《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）城市绿化用水标准
	pH	6.5~9.0	6.0~9.0	
	悬浮物	30	/	
	色度	30 mg/L	30 mg/L	
	五日生化需氧量	30 mg/L	20 mg/L	
	铁	0.3 mg/L	/	
	锰	0.1 mg/L	/	
	总硬度	450 mg/L	/	
	溶解性总固体	1000 mg/L	1000 mg/L	
氨氮	/	20 mg/L		
	阴离子表面活性剂	/	1.0 mg/L	
施 工 期 废 气	颗粒物	1.0mg/m ³		广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二段无组织排放限值
	CO	8.0mg/m ³		
	NOx	0.12mg/m ³		
营 运 期 废 气	NH ₃	厂界 1.5mg/m ³		《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 厂界标准值中新扩改建二级标准
	烟尘	20mg/m ³		《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）表 2 标准
	SO ₂	50mg/m ³		
	NOx	100mg/m ³		
施 工 期 噪 声	等效声级	昼间 70dB(A); 夜间 55dB(A)		《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
营 运 期 厂 界 噪 声	L _{Aeq}	昼间 65dB(A); 夜间 55dB(A)		《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准

总量控制指标

根据《广东省环境保护“十三五”规划》的规定,广东省对化学需氧量(COD)、氨氮(NH₃-N)、烟尘、二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)、沿海城市总氮、挥发性有机物、重点行业重点重金属等七种主要污染物实行排放总量控制计划管理。

现有工程总量控制指标烟尘 476.1t/a、SO₂ 3609.6t/a、NO_x 2938t/a。技改后全厂总量控制指标:烟尘 475.375t/a、SO₂ 3604.140t/a、NO_x 2933.975t/a; 总量削减量为:烟尘 0.725t/a、SO₂ 5.460t/a、NO_x 4.025t/a。

表 25 技改前后总量变化情况一览表

项目	烟尘 (t/a)	SO ₂ (t/a)	NO _x (t/a)
现有工程	476.1	3609.6	2938
技改后全厂	475.375	3604.140	2933.975
削减量	0.725	5.460	4.025

建设项目工程分析

工艺流程简述（图示）：

技改项目营运期总体工艺流程及产污节点如下图所示：

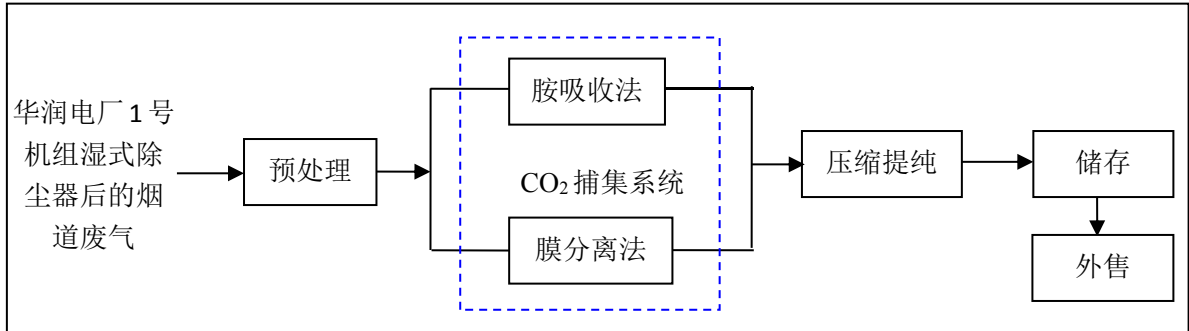


图 10 技改项目总体工艺流程图

总体工艺流程简述：

本项目利用电厂 1 号机组湿式除尘器后的烟气提取 CO₂，压缩提纯为液态后储存于厂区内，外售至工业企业。碳捕集系统由胺吸收法捕集系统和膜分离法碳捕集系统组成，两套系统并联运行同时捕集 CO₂。经碳捕集装置补捕集的 CO₂ 再经压缩提纯，之后经管道送至 CO₂ 储罐内储存待售。未被捕集的烟气返回电厂#1 机组烟道排放。

（1）预处理工艺流程及产污节点

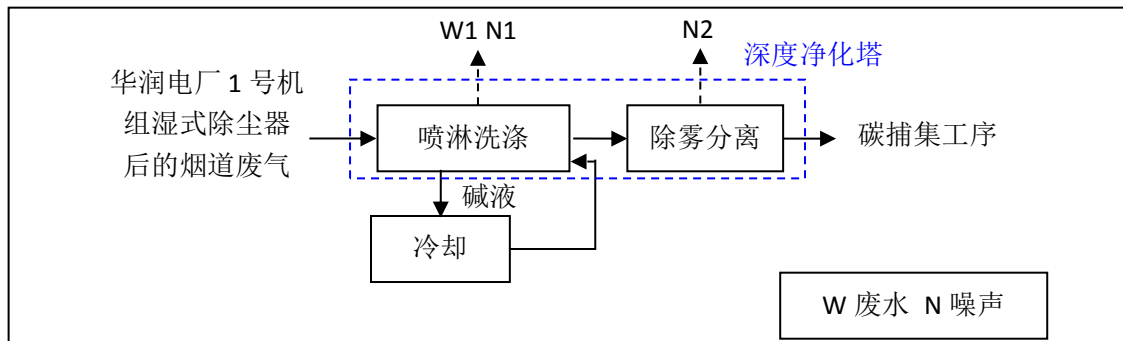


图 11 预处理工艺流程图

工艺流程简述：

烟气从电厂 1 号机组的湿式除尘器后的烟道经引风机引出后送入预处理系统，预处理系统主要设备为深度净化塔，烟气从深度净化塔底部进入，在深度净化塔里自下往上流动，与喷流而下的碱液逆向接触以除去烟气中二氧化硫、三氧化硫、烟尘及部分氮氧化物等，烟气由 60℃ 降温至 40℃，之后经过塔顶的高效除雾分离器后出深度净化塔，进入碳捕集系统。深度净化塔排出的喷淋洗涤液返回换热器降温后循环使用，

喷淋洗涤废水定期排入华润电厂工业废水处理系统处理。

预处理系统入口及出口烟气成分见表 26

表 26 预处理系统入口及出口烟气成分一览表

序号	项目	单位	入口数值	出口数值
1	烟气量	Nm ³ /h	20000	20000
2	烟气温度	℃	≤60	≤40
3	压力	Pa		5800
4	烟气浓度	mg/Nm ³	≤5	≤5
5	SO ₂ 浓度	mg/Nm ³	≤35	≤10
6	NO _x 浓度	mg/Nm ³	≤50	≤50
7	O ₂ 浓度	%	4.45	4.45
8	CO ₂	%	12.37%	12.37%
9	N ₂	%	74.86~75%	74.86~75%
10	H ₂ O	%	8%	8%
11	铅	mg/Nm ³	<0.001	<0.001
12	镍	mg/Nm ³	0.013~0.028	0.013~0.028
13	铜	mg/Nm ³	<0.003	<0.003
14	锌	mg/Nm ³	2.01~3.14	2.01~3.14
15	镉	mg/Nm ³	<0.001	<0.001
16	氨气	mg/Nm ³	0.76~1.33	0.76~1.33
17	SO ₃ 浓度	mg/Nm ³	≤10	≤5

(2) 胺法 CO₂ 捕集系统工艺流程及产污节点

①胺法 CO₂

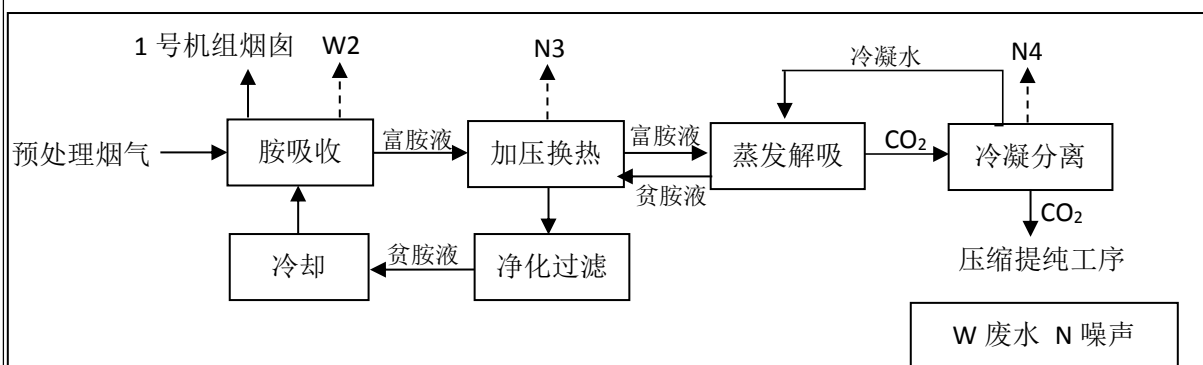
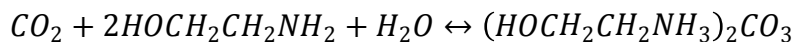


图 12 胺法 CO₂ 捕集系统工艺流程图

反应原理：

胺法吸收 CO₂ 的原理是酸碱中和反应：乙醇胺每个分子有一个羟基和一个胺基，羟基能降低化合物蒸汽压，增加在水中的溶解度，胺基在水溶液中提供所需的碱度，促进其对酸性气体的吸收，弱酸（CO₂）和弱碱（有机胺）在常温常压下易反应生成

可溶于水的乙醇胺碳酸盐，随着温度变化这一反应是可逆的：一般在 38℃ 形成盐，CO₂ 被吸收；在 110℃ 反应逆向进行放出 CO₂。CO₂ 吸收过程为放热反应，CO₂ 解吸为吸热反应，有机胺吸收 CO₂ 的反应方程式如下：



工艺流程简述：

从预处理系统出来的烟气温度的 40℃，压力 4kPaG，进入胺吸收法碳捕集装置，胺吸收工序于吸收塔中进行：烟气从吸收塔底部进入，自下而上通过吸收塔；贫胺溶液从吸收塔上部进入，自上而下通过吸收塔。逆向流动的胺液和烟气在常压吸收塔内充分接触，烟气中的 CO₂ 被吸收而进入液相反应生成乙醇胺碳酸盐，脱除 CO₂ 的烟气从吸收塔顶部引出，回至 1 号机组烟气管线处理。

吸收了 CO₂ 的胺溶液称富胺液，吸收塔底部流出的富胺液经 CO₂ 富胺液泵加压至 0.629MPaG 后，进入贫富液换热器，与解吸塔底部流出的贫胺液换热，升温至 117℃ 的富胺液在压力调节阀的控制下，稳定压力，从解吸塔上部进入塔内。塔底的富胺液经蒸汽加热至 148℃，将二氧化碳从富胺液中解吸出来。解吸塔中的贫胺液经贫富液换热器降温后经过滤并且冷却（水循环冷却系统）至 35℃ 以下后进吸收塔内循环使用。

解吸塔顶部排出的 CO₂ 气体经塔顶冷凝器冷凝出水蒸气后，进入回流液收集罐分离出游离的水，分离器顶部引出的 CO₂ 在压力调节阀的控制下送至下游的二氧化碳压缩提纯装置，回流液收集罐底部的冷凝水经回流泵加压后返回解吸塔。

② 贫胺液净化过滤

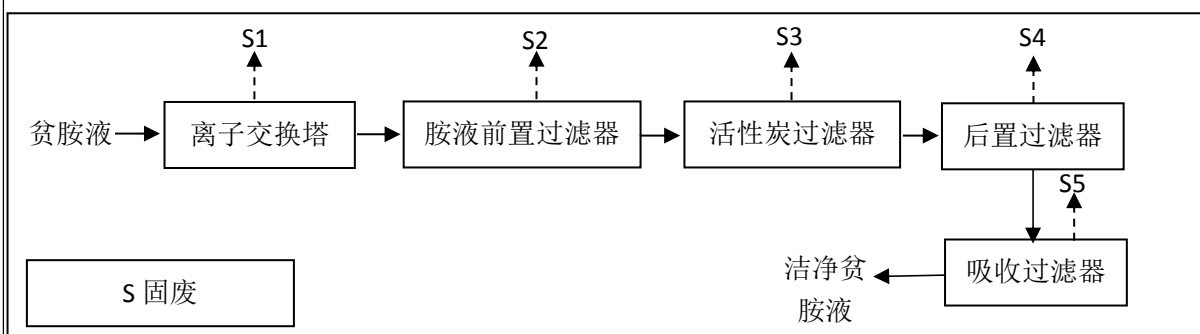


图 13 贫胺液净化过滤工艺流程图

工艺流程简述：贫胺液循环一段时间后需进行再生处理，贫胺液先后经过离子交换塔、胺液前置过滤器、活性炭过滤器、胺液后置过滤器以及吸收过滤器后即成为洁净贫胺液，储存于贫胺罐中以便胺法 CO₂ 捕集系统使用。

(3) 膜 CO₂ 捕集系统工艺流程及产污节点

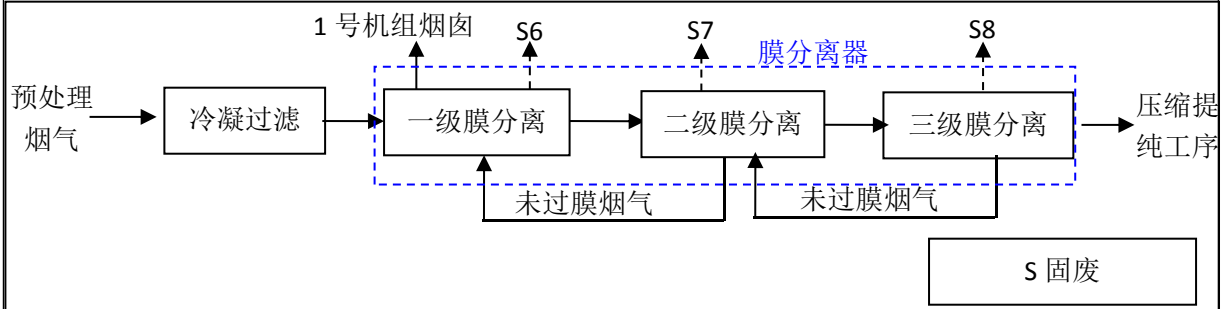


图 14 膜法 CO₂ 捕集系统工艺流程图

工艺流程简述：膜法气体分离技术基本原理是混合物通过高分子膜时，由于各种气体在膜中的溶解度和扩散系数的不同，导致不同气体在膜中相对渗透速率有差异。在驱动力——膜两侧压力差作用下，渗透速率相对快的气体，如二氧化碳、水蒸汽、二氧化硫、氮氧化物等优先透过膜而被富集；而渗透速率相对较慢的气体，如氮气、氩气等气体则在膜的滞流侧被富集，从而将烟气中的一部分其他气体去除，提高二氧化碳浓度。

从预处理系统出来的烟气经冷凝过滤后进入膜分离器进行气体分离。膜分离器由数支膜组件组成。烟气经三级膜分离后，含二氧化碳、水蒸汽、二氧化硫、氮氧化物在膜的渗透侧，之后进入压缩提纯系统。未透过膜组件的截留气体返回 1 号机组烟囱排空。

经胺吸收法和膜法捕集 CO₂ 后的气体特征见表 27：

表 27 CO₂ 捕集系统出口烟气成分一览表

序号	项目	单位	胺吸收法	膜法
1	体积流量	Nm ³ /h	1183	360
2	烟气温度	°C	40	40
3	压力	kPa	193	100.8
5	SO ₂ 浓度	mg/Nm ³	微量	15
6	NO _x 浓度	mg/Nm ³	微量	40
7	O ₂ 浓度	%	微量	微量
8	CO ₂	%	95	95
9	N ₂	%	微量	微量
10	H ₂ O	%	4.9	微量

(4) 压缩提纯工艺流程及产污节点

冷却水循环系统

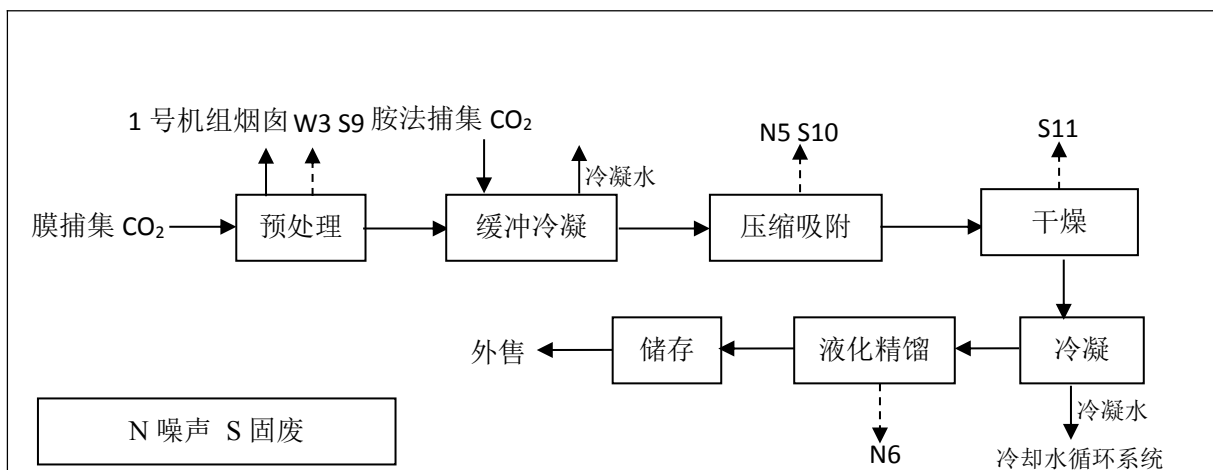


图 15 压缩提纯工艺流程图

工艺流程简述：

①膜捕集 CO₂ 预处理：从膜法捕集装置出来的气体通往碱洗塔，碱液采用 NaOH 溶液去除 SO₂；再经脱硝塔利用活性炭吸附剂除去 NO_x，预处理效果：气体中 SO₂ 体积比 ≤ 1.0 × 10⁻⁶、NO_x 体积比 ≤ 5.0 × 10⁻⁶，不达标的气体返回 1 号机组烟囱排空；

②缓冲冷凝：膜捕集 CO₂ 预处理后与从胺法捕集装置来的 CO₂ 首先汇合进入缓冲罐，经冷却器（中压氨冷器）分离 CO₂ 气流中携带的水分，冷凝水收集至冷却水循环系统；

③压缩吸附：初步分离水分后进入 CO₂ 气体压缩机进行压缩，压缩后的原料气经过吸附器，用于进一步脱除 SO₂ 与 NO_x 等杂质；

④干燥：经压缩吸附后的气体进干燥器精除水；

⑤冷凝：除水后干燥的 CO₂ 气体通过冷凝器（低压氨冷器）进一步分离 CO₂ 气流中携带的水分，冷凝水收集至冷却水循环系统；

⑥液化精馏：降温后的 CO₂ 气体进入换热器换热后，进入液化器进行液化。液化器中，压缩气体与液氨进行换热，二氧化碳冷凝并进入精馏塔进行精馏。原料气中的不凝气体（少量 O₂、N₂、CO 等）向上蒸发，通过塔顶的压力控制阀排放。塔底的二氧化碳液体进入再沸器，经过再沸器气氨的加热后，液体中不纯的不凝气体再次蒸发至精馏塔，并通过精馏后不凝气体经塔顶排放，再沸器中的二氧化碳液体作为产品进入储槽；

⑦输送储存：液体二氧化碳经管道输入二氧化碳真空储罐，后续通过离心泵将储罐内液体二氧化碳产品输入槽车进行分销或使用。

表 28 本项目排污节点一览表

污染物类型	序号	来源	主要污染物	排放方式	排放去向	
废水	W1	喷淋洗涤废水	pH、SS	间歇	进电厂工业废水处理系统，处理后回用于脱硫系统补充水	
	W2	吸收塔冲洗废水	COD、氨氮、SS	间歇		
	W3	碱洗塔冲洗废水	pH、SS	间歇		
	W4	生活污水	COD、氨氮、SS	间歇	进电厂生活污水处理系统，处理后回用于绿化	
废气	G1	液氨储罐	NH ₃	连续	无组织排入外环境	
噪声	N1~N6	压缩机、干燥器、冷却器、换热器、泵类及风机等设备	噪声	连续	减震、消音、厂房隔声后排入外环境	
固废	S1	贫胺液净化过滤	离子交换	废离子交换树脂	间歇	暂存于危废间，委托有资质单位定期清运处置
	S3		过滤	废活性炭	间歇	
	S2S4S5			滤芯	间歇	
	S9	压缩提纯	预处理	废活性炭	间歇	
	S6~S8	膜 CO ₂ 捕集系统		废高分子膜	间歇	原厂家更换后回收再利用
	S10	压缩吸附		废吸附剂（废活性炭）	间歇	暂存于危废间，委托有资质单位定期清运处置
	S11	干燥过程		废干燥剂	间歇	由环卫部门清理
	S12	办公生活		生活垃圾	间歇	

主要污染工序及污染物：

1、施工期

项目施工期间的环境影响问题包括施工废气、废水、施工噪声以及施工固体废弃物等。

(1) 施工废气：施工前期的土建施工过程产生的扬尘、机械设备运行时产生的尾气。

(2) 施工废水：施工人员产生的生活污水。其主要污染物为 COD、氨氮、SS。

(3) 噪声：施工建筑机械及运输车辆产生的噪声。

(4) 固体废弃物：施工期间产生的固体废物主要为施工产生的弃土、建筑垃圾和施工人员的生活垃圾。

2、营运期

技改项目营运期主要污染工序及污染物如下：

(1) 废气：

技改项目不设置食堂，依托电厂食堂，废气主要为液氨储罐产生的少量氨气，液氨储罐为压力容器，没有呼吸阀，只有安全阀（超压排），正常储存没有氨气排放，底

部一般有排污阀，因此只考虑装卸过程产生的极少量废气。

装卸过程挥发产生的氨排放形式为无组织排放，排放量参照以下公式计算：

$$LW=4.188 \times 10^{-7} \times M \times P \times KN \times KC$$

式中：LW—损失量（kg/m³投入量）；

M—储罐物质分子量，取值 M=17.04；

P—项目安全阀定压 1.05P 操作，取值 P=1.05；

KN—周转因子（无量纲），取值按年周转次数（K）确定：（K≤36，KN=1；36≤K≤220，KN=11.467×K^{-0.7026}；K≥220，KN=0.26），本项目 K=1，因此 KN=1；

KC—产品因子取 1；

经计算 LW=7.49×10⁻⁶（kg/m³投入量），因此本项目液氨装卸过程中挥发产生的氨气量为 0.004t/a。

技改项目在捕集 CO₂ 的同时会对 1 号机组烟气中 SO₂、NO_x 及烟尘产生削减，削减量来自两个途径：工艺过程中的吸收量和产品带走量，工艺流程中对 SO₂、NO_x 及烟尘的去除效率以及产品（液态 CO₂）中 SO₂、NO_x 的含量见表 29。

表 29 烟气主要污染物削减量一览表

工艺流程	去除效率		
	SO ₂	NO _x	烟尘
预处理（碱液喷淋）	90%	0	90%
胺法 CO ₂ 捕集	0	0	90%
压缩提纯过程膜捕集 CO ₂ 预处理（碱液喷淋+活性炭吸附）	90%	80%	90%
压缩提纯过程压缩吸附工序	90%	80%	80%
产品	含量（10 ⁻⁶ (V/V)）		
	SO ₂	NO _x	烟尘
CO ₂ （20000t/a）	1.0	5.0	0
总削减量（t/a）	5.460	4.025	0.725

（2）废水：

技改项目废水主要为预处理过程定期排放的喷淋洗涤废水、二氧化碳压缩提纯碱洗塔冲洗废水、胺法捕集过程吸收塔冲洗废水及生活污水。

生活污水产生量为 1.3m³/d，生活污水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮，浓度分别为 350 mg/L、200mg/L、220 mg/L、30 mg/L；碱洗塔冲洗废水及喷淋洗涤废水产生量分别为 9.6m³/d、3.8m³/d，废水中主要污染物为 pH、SS，浓度为 SS100mg/L；

胺法捕集过程吸收塔冲洗废水产生量为 3.4m³/d，废水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮，浓度分别为 250 mg/L、75mg/L、200mg/L、20mg/L。

(3) 噪声：

技改项目噪声主要来自压缩机、干燥器、冷却器、换热器、泵类及风机等设备运行时产生的噪声，噪声源强在 70~95dB（A）之间。

(4) 固废：

技改项目产生固体废物包括一般工业固废：干燥工序产生的废干燥剂（氧化铝、分子筛）、膜分离法工艺过程中产生的废高分子膜；职工日常生活垃圾；危险废物：贫胺液净化过滤产生的废离子交换树脂、废活性炭及滤芯、压缩提纯系统预处理工艺产生的废活性炭、压缩吸附工序产生的废吸附剂（废活性炭），废活性炭、废离子交换树脂及滤芯为危险废物，属 HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物中 900-406-06 工业生产中作为清洗剂和萃取剂使用后废弃的其他列入《危险化学品目录》的有机溶剂再生处理过程中产生的废活性炭及其他过滤吸附介质。

①技改项目职工为 20 人，生活垃圾产生量按照每人每天 0.5kg 计算，则生活垃圾产生量为 10kg/d，即 3.3t/a；

②有机胺溶液再生产产生的废离子交换树脂及滤芯的更换周期为 2 年，每次更换量均为 0.5t，则废离子交换树脂及滤芯的产生量分别为 0.5t/2a、0.5t/2a；

③废活性炭的更换周期为 1.5 年，每次更换量为 1.27t，则废活性炭的产生量为 1.27t/a；

④废高分子膜每 3~5 年更换一次，每次更换量为 2t，则废高分子膜的产生量约为 2t/4a；

⑤废干燥剂（氧化铝、分子筛）的更换周期为 3 年，每次更换量分别为 0.54t、1.09t，则氧化铝、分子筛的产生量分别为 0.54t/3a、1.09t/3a。

(5) 项目“三本帐”

技改前后污染物变化情况详见下表 30。

表 30 技改前后厂区污染物实际排放量统计表 单位：t/a

类别	污染工序	污染物名称	现有工程排放量	技改项目排放量	技改后全厂排放量	以新带老削减量	增减变化量
废水	生活污水	COD	0	0	0	0	0
		BOD ₅	0	0	0	0	0
		SS	0	0	0	0	0
		氨氮	0	0	0	0	0
	喷淋洗涤废水、碱洗塔及吸收塔冲洗废水	COD	0	0	0	0	0
		BOD ₅	0	0	0	0	0
		SS	0	0	0	0	0
		氨氮	0	0	0	0	0
废气	1号及2号机组烟气	颗粒物	476.1	-0.725	475.375	0.725	-0.725
		SO ₂	3609.6	-5.460	3604.140	5.460	-5.460
		NO _x	2938	-4.025	2933.975	4.025	-4.025
	液氨储罐	NH ₃	8.694	0.004	8.698	0	+0.004
固废			0	0	0	0	0

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 期	施工扬尘	颗粒物	少量	少量	
		机械尾气	CO、NO _x 、HC			
	运营 期	液氨储罐	NH ₃	---, 0.004t/a	---, 0.004t/a	
水污 染物	施工 期	生活污水 (6.0m ³ /d)	COD	350mg/L; 0.002t/d	0 mg/L; 0 t/a	
			BOD ₅	200mg/L; 0.0012t/a		
			SS	220mg/L; 0.0013t/a		
			氨氮	30mg/L; 0.0002t/a		
	运营 期	生活污水 (429m ³ /a)	COD	350mg/L; 0.219t/a	0 mg/L; 0 t/a	
			BOD ₅	200mg/L; 0.125t/a		
			SS	220mg/L; 0.138t/a		
			氨氮	30mg/L; 0.019t/a		
		喷淋洗涤废水 (1254m ³ /a)	pH	---	0 mg/L; 0 t/a	
			SS	100mg/L; 0.003t/a		
		碱洗塔冲洗废水 (3168m ³ /a)	pH	---		
			SS	100mg/L; 0.003t/a		
		吸收塔冲洗废水 (1122m ³ /a)	COD	250mg/L; 0.116t/a		
			BOD ₅	75mg/L; 0.035t/a		
SS	200mg/L; 0.092t/a					
氨氮	20mg/L; 0.011t/a					
固体 废物	施工 期	建筑过程	建筑垃圾	---		0t/a
		民工生活	生活垃圾	0.01t/d		
	运营 期	生产过程	生活办公	生活垃圾	3.3t/a	0t/a
			废离子交换树脂	0.5t/2a		
			废活性炭	1.27t/1.5a		
			滤芯	0.5t/2a		
			废高分子膜	2t/4a		
			废干燥剂	1.63t/3a		
噪 声	施工 期	建筑施工机械设备及运输建筑材料的车辆产生的噪声。通过类比调查, 施工设备声级在 75dB(A)-90dB(A)之间				
	运营 期	本项目运营期噪声主要来自压缩机、干燥器、冷却器、换热器、泵类及风机等设备运行时产生的噪声, 噪声源强在 70~95dB(A) 之间。				
其 他	胺法 CO ₂ 捕集区、CO ₂ 液化及纯化户外区、CO ₂ 压缩提纯与冰机房区地面、危废间由下至上铺设 300mm 厚的黏土层+10~15cm 水泥硬化+环氧树脂 (渗透系数≤10 ⁻¹⁰ cm/s); 预处理区、膜分离 CO ₂ 捕集区、CO ₂ 充装铺设 300mm 粘土层压实平整, 上部抗渗混凝土, 厚度不小于 100 mm, 防渗层防渗系数 ≤10 ⁻⁷ cm/s; 厂区道路、电控楼、展厅等地面采取三合土铺底, 再在上层铺水泥进行硬化。 液氨罐区 (冰机房内) 及贫胺罐区 (胺法 CO ₂ 捕集区南侧) 设置围堰					
主要生态影响 (不够时可附另页) 项目位于广东省汕尾市海丰县小漠镇澳仔村, 评价区域内无天然珍稀野生植物和野生动物, 占地为工业用地, 现状为工业生态系统, 项目建成后不会改变区域陆地生态系统功能。						

环境影响分析

施工期环境影响分析：

1 环境空气影响分析

①扬尘

施工中使用的建筑原材料，如水泥、沙子等运输会产生大量扬尘。扬尘使大气中总悬浮颗粒物骤增，并随风迁移到其它地方，严重影响周围的大气环境及过往行人的健康等。采取相应的管理措施如：施工过程中若遇天气干燥起风情况，应对易产生扬尘的路段和堆料场等表面洒水，防止二次扬尘产生；施工现场应采取围挡作业；施工单位应对附近道路实行保洁制度。经采取以上措施后，可有效地减少扬尘量的产生，从而减轻对大气环境的影响。

②机械尾气

施工机械和施工期运输车辆的动力燃料多为柴油，施工机械废气主要污染物为氮氧化物、二氧化硫、一氧化碳、碳氢化合物等，该类大气污染物属于分散的点源排放，排放量由使用车辆、机械和设备的性能、数量以及作业率决定。总体来说由于其产生量少，排放点分散，其排放时间有限，因此不会对周围环境造成显著影响。但施工单位在施工过程中还是应该尽量使用符合国家现行有关标准规定的、低污染排放的车辆和设备，并注意日常设备的检修和维护，保证设备在正常工况条件下运转。

2 噪声影响分析

施工期噪声源主要有建筑施工机械设备及运输建筑材料的车辆产生的噪声。通过类比调查，施工设备声级在 75dB(A)-90dB(A)之间。通过制订出详细的施工计划，合理安排施工进度，布局高噪声设备，选用低噪声机械设备，按噪声衰减模式进行预测，施工期厂界噪声满足《建筑施工场地环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。且该项目距居民区较远，施工噪声对周围环境影响较小。

3 固体废物影响分析

施工期将产生弃土、建筑垃圾及施工人员的生活垃圾。

①弃土

本项目开挖的土石方全部用于厂内回填，不产生弃土排放。

②建筑垃圾

施工期建筑垃圾主要包括施工中的下脚料，如废弃的堆土、砖瓦、混凝土块等，同时还包括少量废油漆、废油漆桶等。

建筑垃圾在不能得到及时清运的情况下，其中的弃土、砖瓦沙石、混凝土碎块等无机成分的影响主要表现为：在旱季，受季风的作用，垃圾中的比重较轻的（例如塑料袋、水泥袋碎片）和粒径稍小的尘埃随风扬起污染附近区域的大气环境和环境卫生。在雨季，随暴雨和地表径流的冲刷，泥沙将堵塞下水管涵、污染附近的水体等。这种影响将比较现实和比较经常，因而应引起足够重视。本项目施工期建筑垃圾全部外运至指定受纳厂处理处置。

建筑垃圾中的有机成分，如废油漆、涂料等，受雨水作用进入水体后将对水质造成一定程度的污染，应按要求进行包装、标识及贮存，执行《危险废物贮存污染控制标准》，禁止将有毒有害废弃物用作土方回填，应与弃土等固体废弃物分开处理，收集后交有资质的单位处理，并尽可能综合利用。运输过程中，车斗要用帆布或车斗盖盖住渣体，防止在运输过程中物料散落导致污染沿线道路环境。若按照上述措施实行后，施工期建筑垃圾不会对环境造成大的不利影响。

③生活垃圾

施工期工人的生活垃圾产生量 10kg/d。生活垃圾统一收集由环卫部门及时清运。经处理后施工期的固体废物对环境的影响不明显。

4 废水影响分析

施工期废水主要来自施工人员生活污水、施工机械清洗废水和雨季时场地地表径流。施工现场不设宿舍、食堂、洗浴、厕所等生活设施，吃饭、住宿、厕所等依托电厂。

施工阶段工作人员约为 20 人，根据《广东省用水定额》（DB44/T1461-2014），施工人员生活用水标准按 80L/（人·d）计，则总生活用水为 1.6m³/d，污水排放系数取 0.8，则施工期施工人员产生的生活污水量约为 1.28t/d。本项目施工期计划为 5 个月，每个月平均施工时间按 25 天计，则整个施工期施工人员生活污水产生量约为 160t。施工生活污水一般不含有毒物质，但有机物含量较高，本评价参照《排水工程》（下册）中常浓度生活污水水质（即 SS220mg/L，BOD₅ 150mg/L，CODCr 300mg/L，NH₃-N 25mg/L，动植物油：30mg/L）进行计算。生活污水经电厂生活污水处理系统处理，满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）

城市绿化用水标准，回用于厂区绿化用水。施工营地建立沉淀池处理含泥沙量比较大的地表径流、施工机械清洗废水，建议废水经沉淀、中和、油水分离处理后回用于工地洒水抑尘。

综上所述，经采取合理的治理措施后，可有效地降低施工期对环境的影响，且该影响为暂时性的，随施工期的结束而消失。

营运期环境影响分析：

1、环境空气影响分析

技改项目利用电厂 1 号机组湿式除尘器后的烟气提取 CO₂，压缩提纯为液态后储存于厂区内，外售至工业企业。年捕集及利用 CO₂ 约为 20000t，大大降低了向环境空气中排放的 CO₂ 量，有利于降低温室气体的排放，改善大气环境及全球气候温室效应现状。技改项目取气为除尘系统处理后的烟气，对现有工程的废气处理效率无影响，烟气经过预处理后其中的 SO₂、NO_x 及烟尘的含量降低，对区域环境空气质量的改善产生积极影响。

技改项目不设置食堂，依托电厂食堂，项目建成后电厂食堂不新增灶头，食堂油烟的排放浓度不变。液氨储罐产生的少量氨气，厂区无组织排放，排放量为 0.004t/a、排放速率为 0.0005kg/h，叠加技现有工程液氨挥发速率 0.101kg/h，经预测厂界浓度为 0.278mg/m³，满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 厂界标准值中新扩改建二级标准（1.0mg/m³）要求；距厂区最近环境敏感点澳仔沟处的贡献浓度值为 0.01055mg/m³，满足《工业企业设计卫生标准》（TJ36—1979）居住区大气中有害物质的最高允许浓度：0.20mg/m³，对周围环境空气影响较小。

2、地表水环境影响分析

技改项目废水主要为预处理过程定期排放的喷淋洗涤废水、二氧化碳压缩提纯碱洗塔冲洗废水、胺法捕集过程吸收塔冲洗废水及生活污水。

生活污水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮，生活污水依托电厂生活污水处理系统，生活污水处理系统工艺流程见图 3，处理后污染物浓度分别为：COD 15mg/L、BOD₅ 2mg/L、SS 22mg/L、氨氮 0.3mg/L，满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）城市绿化用水标准，回用于厂区绿化用水。

喷淋洗涤废水及碱洗塔冲洗废水中主要污染物为 pH、SS，胺法捕集过程吸收塔冲洗废水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮，生产废水依托电厂工业废水

处理系统，工业废水处理系统工艺流程见图 4，处理后污染物浓度分别为：COD 88mg/L、BOD₅ 26mg/L、SS 20mg/L、氨氮 7mg/L，满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923- 2005）洗涤用水标准，回用于脱硫系统补充水。

因此，技改后全厂废水均不外排，对周边水环境影响较小。

3、声环境影响分析

技改项目噪声主要来自压缩机、干燥器、冷却器、换热器、泵类及风机等设备运行时产生的噪声，噪声源强在 70~95dB（A）之间。根据《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2009）对室内及室外声源的预测方法。

选择室外点声源对厂界噪声预测点贡献值预测模式，具体模式如下：

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

式中：L_A(r)——距声源 r 米处的 A 声级；

L_{Aref}(r₀)——参考位置 r₀ 米处的 A 声级；

A_{div}——声波几何发散引起的 A 声级衰减量；

A_{bar}——声屏障引起的 A 声级衰减量；

A_{atm}——空气吸收引起的 A 声级衰减量；

A_{exc}——附加衰减量。

①几何发散

对于室外点声源，不考虑其指向性，几何发散衰减计算公式为：

$$L_A(r)=L_A(r_0)-20Lg(r/r_0)$$

②遮挡物引起的衰减

遮挡物引起的衰减，只考虑各声源所在厂房围护结构的屏蔽效应。

③空气吸收引起的衰减

空气吸收引起的衰减按下式计算：

$$A_{atm}=\alpha(r-r_0)/1000$$

式中：

r——预测点距声源的距离，m；

r₀——参考点距声源的距离，m；

α——每 1000m 空气吸收系数。

④附加衰减

附加衰减包括声波传播过程中由于云、雾、温度梯度、风及地面效应引起的声能量衰减，本次评价中忽略不计。

(2) 室内点声源对厂界噪声预测点贡献值预测模式

室内声源首先换算为等效室外声源，再按各类声源模式计算。

①首先计算出某个室内声源靠近围护结构处的倍频带声压级：

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

式中： $L_{oct,1}$ 为某个室内声源在靠近围护结构处产生的倍频带声压级， $L_{w\ oct}$ 为某个声源的倍频带声功率级， r_1 为室内某个声源与靠近围护结构处的距离， R 为房间常数， Q 为方向性因子。

②计算出所有室内声源的靠近围护结构处产生的总倍频带声压级：

$$L_{oct,1}(T) = 10\lg\left[\sum_{i=1}^N 10^{0.1L_{oct,1(i)}}\right]$$

③计算出室外靠近围护结构处的声压级：

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

式中： TL_{oct} 为围护结构倍频带隔声损失，厂房内的噪声与围护结构距离较近，整个厂房实际起着一个大隔声罩的作用。在本次预测中，利用实测结果，确定以 20dB(A) 作为厂房围护的隔声量。

④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 $L_{w\ oct}$ ；

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

式中： S 为透声面积， m^2 。

⑤等效室外声源的位置为围护结构的位置，其倍频带声功率级为 $L_{w\ oct}$ ，根据厂房结构(门、窗)和预测点的位置关系，计算预测点处的声级。

假设窗户的宽度为 a ，高度为 b ，窗户个数为 n ；预测点距墙中心的距离为 r 。预测点的声级按照下述公式进行预测：

$$L_r = L_{\text{室外}} \quad \left(r \leq \frac{a}{\pi}\right)$$

$$L_r = L_{\text{室外}} - 10 \lg \frac{\pi r}{a} \quad \left(\frac{b}{\pi} > r \geq \frac{a}{\pi}\right)$$

$$L_r = L_{\text{室外}} - 10 \lg \frac{b}{a} - 20 \lg \frac{\pi r}{b} \quad \left(r \geq \frac{b}{\pi}\right)$$

根据上述预测模式计算，噪声预测结果见表 31。

表 31 噪声预测结果单位：dB (A)

序号	预测点名称	昼间				夜间			
		贡献值	现状值	叠加值	标准值	贡献值	现状值	叠加值	标准值
1	北厂界 1#	25.6	61.2	61.22	65	23.6	54.1	54.11	55
2	北厂界 2#	24.8	58.8	58.81	65	23.7	53.5	53.51	55
3	北厂界 3#	24.6	58.4	58.41	65	23.7	53.5	53.51	55
4	西厂界 4#	22.5	61.4	61.40	65	23.5	54.6	54.60	55
5	西厂界 5#	21.1	59.0	59.00	65	23.8	53.8	53.82	55

从上表可以看出，建设项目厂界昼间、夜间噪声贡献值均可达到《工业企业厂界噪声排放标准》(GB12348-2008) 3 类标准，叠加现状噪声后，厂界昼间和夜间满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 3 类标准要求。

因此，技改项目噪声对周围声环境影响较小。

4、固体废物影响分析

技改项目产生固体废物包括职工日常生活垃圾；贫胺液净化过滤产生的废离子交换树脂、废活性炭及滤芯；膜分离法工艺过程中产生的废高分子膜；压缩提纯系统预处理工艺产生的废活性炭；压缩吸附工序产生的废吸附剂（废活性炭）及干燥工序产生的废干燥剂（氧化铝、分子筛）。

生活垃圾及废干燥剂（氧化铝、分子筛）收集后由环卫部门定时清运；废高分子膜由原厂家更换后回收再利用。废活性炭、废离子交换树脂及滤芯为危险废物，属 HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物中 900-406-06 工业生产中作为清洗剂和萃取剂使用后废弃的其他列入《危险化学品目录》的有机溶剂再生处理过程中产生的废活性炭及其他过滤吸附介质，暂存于危险废物暂存间并委托有资质单位定期清运处置。

暂存间建造及危险废物厂内暂存须满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及其修改单（公告 2013 年第 36 号）要求：

①基础必须防渗，危废暂存间地面底部铺设 300mm 粘土层压实平整，上部 HDPE-GCL 复合防渗系统(2mm 厚的高密度聚乙烯膜、300g/m² 土工织物膨润土垫)，上部抗渗混凝土，厚度不小于 100 mm（渗透系数≤10⁻¹⁰cm/s）；

②危险废物存放要防风、防雨、防晒；

- ③不能兼容的危险废物不能堆放在一起；
- ④危险废物贮存区设置危险废物贮存标志；
- ⑤地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容；
- ⑥用以存放装载液体、半固体危险废物容器的地方，必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙等危险废物堆放贮存要求。

因此，技改项目运营期产生的固体废物均得到妥善处置，不会对当地环境造成不利影响。

5、环境风险分析

本项目环境风险分析依据《二氧化碳捕集、利用与封存环境风险评估技术指南（试行）》（环境保护部办公厅，2016年6月21日）及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）。

（1）风险识别

①风险识别范围

风险识别的内容主要包括两大部分，即生产过程所涉及物质风险识别和生产设施风险识别。

a、本项目生产设施风险识别范围为主要生产装置、储运系统、环保设施及辅助生产设施。主要有：胺法 CO₂ 捕集区、CO₂ 压缩与冰机房区、CO₂ 液化及纯化户外区、CO₂ 充装和储存区、液氨及乙醇胺储罐区。

b、根据本项目所使用的主要原辅料、最终产品以及生产过程排放的“三废”污染物情况，确定生产过程中所涉及物质风险识别范围为 CO₂、液氨、有机胺等。

②物质风险识别

风险识别是对项目所涉及的原料、辅料、产品及生产过程排放的“三废”污染物等，凡属于有毒物质（极度危害、高度危害）、强反应或爆炸物、易燃物的均需说明其物理化学和毒理学性质、危险性类别、加工量、贮量及运输量等，并按其危险性或毒理性结合相应的评价阈值进行分类排队，筛选出风险评价因子。

将本项目涉及到的物质根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）附录 A 中的物质危险性标准及《二氧化碳捕集、利用与封存环境风险评估技术指南（试行）》（环境保护部办公厅，2016年6月21日）进行分析，物质危险性标准见表 29。

表 32 物质危险性标准

		LD ₅₀ (大鼠经口)/(mg/kg)	LD ₅₀ (大鼠经皮)/(mg/kg)	LC ₅₀ (小鼠吸入,4h)/(mg/L)
有毒物质	1	<5	<1	<0.01
	2	5<LD ₅₀ <25	10<LD ₅₀ <50	0.1<LC ₅₀ <0.5
	3	25<LD ₅₀ <200	50<LD ₅₀ <400	0.5<LC ₅₀ <2
易燃物质	1	可燃气体：在常压下以气态存在并与空气混合形成可燃混合物；其沸点（常压下）是 20℃或 20℃以下的物质		
	2	易燃液体：闪点低于 21℃，沸点高于 20℃的物质		
	3	可燃液体：闪点低于 55℃，压力下保持液态，在实际操作条件下（如高温高压）可以引起重大事故的物质		
爆炸性物质	在火焰影响下可以爆炸，或者对冲击、摩擦比硝基苯更为敏感的物质			

本项目所涉及物料中液氨具有潜在的中毒、火灾及爆炸危险性，并且属于《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）和《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）规定的物质。此外，乙醇胺属于腐蚀性、有毒液体，存在着因管理不善或其他因素引起泄露的可能性；CO₂ 储存量较大，发生的突发性泄漏会导致的局地生态环境破坏和对周边人群健康的威胁。风险物质理化性质见表 33、表 34、表 35。

表 33 乙醇胺理化特性表

标识	中文名：2-氨基乙醇；乙醇胺；2-羟基乙胺		危险货物编号：82504			
	英文名：Monoethanolamine；2-Aminoethanol		UN 编号：2491			
	分子式：C ₂ H ₇ NO	分子量：61.08	CAS 号：141-43-5			
理化性质	外观与性状	无色液体，有氨的气味。				
	熔点（℃）	10.5	相对密度(水=1)	1.02	相对密度(空气=1)	2.11
	沸点（℃）	170.5	饱和蒸气压（kPa）		0.80/60℃	
	溶解性	与水混溶，微溶于苯，可混溶于乙醇、四氯化碳、氯仿。				
毒性及健康危害	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收。				
	毒性	LD ₅₀ ：2050mg/kg(大鼠经口)；1000mg/kg(兔经皮)； LC ₅₀ ：2120mg/m ³ ，4 小时(大鼠吸入)				
	健康危害	蒸气对眼、鼻有刺激性。眼接触液状本品，造成眼损害；皮肤接触引起刺痛和灼伤。口服损害口腔和消化道。				
	急救方法	皮肤接触：脱去污染的衣着，立即用流动清水彻底冲洗。 眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗至少 15 分钟。或用 3%硼酸溶液冲洗。立即就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。必要时进行人工呼吸。就医。 食入：误服者立即漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。				
燃烧爆炸危险	燃烧性	可燃	燃烧分解物	一氧化碳、二氧化碳、氧化氮。		
	闪点(℃)	93	爆炸上限（v%）	/		
	引燃温度(℃)	/	爆炸下限（v%）	/		
	危险特性	遇明火、高热可燃。遇乙酸、乙酸酐、丙烯酸、丙烯腈、氯磺酸、环氧氯丙烷、氯化氢、氟化氢、硝酸、硫酸、乙酸乙烯等剧烈反应。对铜、铜的化合物、铜合金和橡胶有腐蚀性。				

性	储运条件 与泄漏处理	<p>储运条件：储存于阴凉、通风的仓间内，远离火种、热源；防止阳光直射。包装必须密封，切勿受潮；应与氧化剂、酸类分开存放。搬运时应轻装轻卸，防止包装和容器损坏。</p> <p>泄漏处理：疏散泄漏污染区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，建议应急处理人员戴好防毒面具，穿化学防护服。不要直接接触泄漏物，在确保安全情况下堵漏。用沙土或其它不燃性吸附剂混合吸收，然后收集运至废物处理场所处置。也可以用大量水冲洗，经稀释的洗水放入废水系统。如大量泄漏，利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害处理后废弃。</p>
----------	---------------	---

表 34 液氨理化特性表

液氨		
标识	中文名：液氨	英文名：ammonia Liquefied
	分子式：NH ₃	分子量：17.03 UN 编号：1005
	危险性类别：有毒气	CAS 号：7664-41-7
理化性质	外观与性状：无色透明液体，特殊刺激气味	闪点（℃）：—
	沸点（℃）：-33.5	相对密度：0.82
	溶解性：易溶于水、乙醇、乙醚。能溶解碱金属和碱土金属、硝酸及亚硝酸盐、碘化物、溴化物、氰化物硫氰化物等。	
燃爆危险性	燃烧性：易燃	爆炸极限（%）：15.7~27.4
	危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物。遇明火、高热可引起燃烧爆炸。与氟、氯等接触会发生强烈的化学反应。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。有害燃烧产物：氧化氮、氨。	
毒性	LD50（大鼠经口）：350mg/kg LC50（小鼠吸入）：1390mg/m ³	
健康危害	低浓度氨对粘膜有刺激作用，高浓度可造成组织溶解坏死。滴入皮肤，会冻伤和腐蚀。接触眼睛可使眼结膜水肿，角膜溃疡、虹膜炎、晶体混浊甚至角膜穿孔。 急性中毒：轻度者出现流泪、咽痛、声音嘶哑、咳嗽等；眼结膜、鼻粘膜、咽部充血、水肿。严重者可发生中毒性肺水肿，或有呼吸窘迫综合症，患者剧烈咳嗽、咳大量粉红色泡沫痰、呼吸窘迫、昏迷、休克等。可发生喉头肿或支气管粘膜坏死脱落窒息。高浓度氨可引起发射性呼吸停止。	
急救措施	皮肤接触：立即脱去被污染的衣着，用 2% 硼酸液或大量流动清水彻底冲洗。就医。 眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水冲洗至少 15 分钟。就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医	
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即进行隔离 150 米，严格限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防毒服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。高浓度泄漏区，喷含盐酸的雾状水中和、稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至水洗塔或与塔相连的通风橱内。储罐区最好设稀酸喷洒设施。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。	
储运	运输注意事项：采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、酸类、卤素、食用化学品、等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，禁止在居民区和人	

口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放；
 储存注意事项：储存于阴凉、通风的有毒气体专用库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、酸类、卤素、食用化学品分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备；

表 35 CO₂理化特性表

物质名称:	二氧化碳	英文名称:	carbon dioxide
危险类别:	第 2.2 类不燃气体	危险货物编号: 2209	UN 编号: 1013
物化特性			
熔点 (°C):	-56.6 (527kPa)	沸点 (°C):	-78.5 (升华)
溶解性:	溶于水、烃类等多数有机溶剂	相对密度: (空气等于 1)	1.53
饱和蒸气压 (kPa):	1013.25 (-39°C)	燃烧热:	无意义
临界温度 (°C)	31	相对密度: (水等于 1)	1.56 (-79°C)
外观与气味:	无色无臭气体		
火灾爆炸危险数据			
闪点 (°C):	无意义	爆炸极限 (%):	无意义
引燃温度:	无意义	临界温度 (°C):	31
临界压力 (MPa):	7.39	燃烧性:	本品不燃
危险特性:	若遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险。		
健康危害数据			
侵入途径:	皮肤接触、眼睛接触、吸入		
急性毒性:	LD50 无资料, LC50 无资料		
健康危害:			
<p>在低浓度时, 对呼吸中枢呈兴奋作用, 高浓度时则产生抑制甚至麻痹作用。中毒机制中还兼有缺氧的因素。急性中毒: 人进入高浓度二氧化碳环境, 在几秒钟内迅速昏迷倒下, 反射消失、瞳孔扩大或缩小、大小便失禁、呕吐等, 更严重者出现呼吸停止及休克, 甚至死亡。固态(干冰)和液态二氧化碳在常压下迅速汽化, 能造成-80~-43℃低温, 引起皮肤和眼睛严重的冻伤。慢性影响: 经常接触较高浓度的二氧化碳者, 可有头晕、头痛、失眠、易兴奋、无力等神经功能紊乱等。</p>			
泄漏紧急处理:			
<p>迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并进行隔离, 严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器, 穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风, 加速扩散。漏气容器要妥善处理, 修复、检验后再用。</p>			
运输及储存注意事项:			
<p>采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放, 并将瓶口朝同一方向, 不可交叉; 高度不得超过车辆的防护栏板, 并用三角木垫卡牢, 防止滚动。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输, 防止日光曝晒。铁路运输时要禁止溜放。</p> <p>储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与易(可)燃物分开存放, 切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备。</p>			
急救措施			
皮肤接触:	若有冻伤, 就医治疗。		
眼睛接触:	若有冻伤, 就医治疗。		
吸入:	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医。		

综上所述, 本项目风险物质为液氨、乙醇胺及 CO₂。

③重大危险源识别

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)液氨的临界量为10t。本项目液氨存放于储罐内,最大储存量为1.2吨,小于10t。

重大危险源的辨识指标有两种情况:

a、单元内存在的危险物质为一品种,则该物质的数量即为单元内危险物质的总量,若等于或超过相应的临界量,则定为重大危险源。

b、单元内存在危险物质为多品种时,则按下式计算,若满足下式,定为重大危险源。

$$q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n\geq 1;$$

式中 q_1 、 q_2 ...、 q_n 为每种危险物质实际存在量。

Q_1 、 Q_2 ... Q_n 为与各危险物质相对应的生产场所或储存区的临界量。

因此,本项目不构成重大危险源,评价内容主要进行风险识别和事故影响简要分析,同时提出防范、减缓和应急措施。

④风险单元识别

根据本项目实际情况,本项目风险单元包括生产设施单元、物料储存单元以及物料运输单元。

a、生产设施:胺法 CO_2 捕集过程中乙醇胺输送管道、泵类、阀门等发生故障导致有机胺泄漏、 CO_2 压缩提纯过程液氨制冷系统管道、泵类、阀门等发生故障导致液氨泄漏;

b、物料储存:液氨储罐或贫胺罐出现故障情况下,造成物料泄漏,液氨易挥发为有毒氨气并且与空气混合能形成爆炸性混合物,当达到爆炸极限,可引发火灾爆炸事故,又会作为中间物质引发其它物质火灾或爆炸,造成更大的财产破坏与环境污染、乙醇胺泄漏后下渗污染地下水; CO_2 储罐损坏,其为无毒、非污染性气体,若发生泄漏,会引起周围急速低温、造成缺氧环境;

c、项目原料及液态 CO_2 在运输过程仍然存在风险,运输过程的交通事故造成运输车辆的罐体破裂、阀门损坏等造成泄漏,另外阀门关闭不严造成泄漏的情况也有发生。

(2) 环境风险类型识别

根据以上分析，本项目主要风险类型包括火灾、爆炸、泄漏三种。

(3) 事故分析

a、生产过程事故影响分析

胺法 CO₂ 捕集过程中贫胺液与富胺液均经管道在吸收塔、解吸塔以及贫胺罐内循环；CO₂ 压缩提纯过程制冷系统液氨经管道在预冷器、压缩机及冷凝器等设备内循环，输送管道及设备破裂、泵及阀门等故障均会导致物料泄漏，本项目设备及管道选用符合国家标准的产品，安装有相应检测仪表及阀门，严格按照要求安装施工，操作人员经培训上岗，事故发生后可立即发现并进行处理。

b、物料储存事故影响分析

液氨储罐、贫胺罐及 CO₂ 储罐出现故障情况下，造成物料泄漏，在乙醇胺储罐区、液氨罐区设置围堰并进行防渗，物料泄漏后于围堰内暂存，收集后回用或是送至厂区污水处理站进行处理，以免造成地表漫流以及下渗污染地下水；同时，液氨储罐周围配备冷却水喷淋系统、储罐区配备必要的防毒面具，并配备灭火器等消防器材，以防液氨泄漏造成空气污染或是引发火灾爆炸；安装 CO₂ 环境背景监测系统，连续监测环境风险物质的泄漏与排放，在做好应急措施的情况下发生泄漏事故时不会对周围环境及居民造成明显影响。

c、运输过程事故影响分析

项目原料及液态 CO₂ 在运输过程中由于交通事故造成运输车辆的罐体破裂、阀门损坏等会造成物料泄漏，另外阀门关闭不严造成泄漏的情况也有发生。加强运输监管，从事运输的车辆、容器等，必须符合国家标准的要求，运送车辆应配备应急物品和器材，严禁与不相容物混装混运，运输人员进行技能培训和安全意识培训。企业应做好运输事故应急预案的编制及演练。在做好上述防范措施的前提下，发现事故的概率较小，并且发生泄漏事故时可及时发现并处理不会对周围环境及居民造成明显影响。

d、事故次生环境影响分析

技改项目风险事故的次生环境影响主要为液氨泄漏后水喷淋产生的喷淋废水，液氨泄漏挥发为有毒引发火灾爆炸事故后对火灾进行灭火过程产生的消防水。华润

海丰电厂现有工程设 4000m³ 的事故废水池 1 座，可满足上述废水的暂存，确保发生火灾情况下，生产区、原料罐区均设有通往事故废水池的管道，喷淋及消防废水可收集至事故废水池不外排，发生事故后上报当地环境保护局，收集的废水按专家组意见监测及无害化处置。

(4) 风险管理及防范措施

本项目在装置的平面布置中，将根据工艺流程、生产特点及火灾危险性，结合设备布置情况精心安排，设备之间留有足够的安全间距，同时保留装置区周围的环状消防通道和装置区内的安全通道，以利于消防安全和紧急疏散。对危险源实施监控，并建立档案，制定切实可行的化学事故应急救援预案，定期演练并根据实际情况及时修定。成立化学事故应急救援专业队伍，配备应急救援人员和必要的应急救援器材、设备，并定期检查，以防失效。从设计的源头入手，通过优化工艺设计和实施工艺改造，保证设备的安、平、稳操作和提高事故处理的有效性；将各级安全措施纳入工艺流程控制图，并入全厂 DCS 系统，建立各级连锁、报警及自动控制系系统。

①CO₂ 捕集过程

依据《二氧化碳捕集、利用与封存环境风险评估技术指南（试行）》（环境保护部办公厅，2016 年 6 月 21 日），制定本项目 CO₂ 捕集过程中厂区的环境风险防范措施，见表 36。

表 36 环境风险防范措施

环节	主要措施
捕集环节	安装环境背景监测系统，连续监测环境风险物质的泄漏与排放。
	做好与环境风险物质相关的运输、贮存、处置等相关设备防腐工作，制定防腐措施，定期检测腐蚀情况。
	明确捕集的二氧化碳纯度，掌握含有的杂质成分和比例。
运输环节	针对二氧化碳突发性和缓慢性泄漏，制定详细的工程补救措施和管理措施，并根据风险水平上报管理部门登记管理。
	与人口密集区、资源开采区、环境敏感区等确定合理的环境防护距离，并确保运输的安全防护工作。
	制定与运输相关设备的防腐措施，定期检测腐蚀情况。
其他	制定管道压力监测计划。
	建议企业根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）中相关防火规定，合理布局制冷系统总平面布置图。
	配备性能完好的设备，日常加强设备维护，确保设备完好，避免跑、冒、滴、漏、渗现象。尽量减少厂内物料的储存量，不得构成重大危险源。
	液氨、贫胺及 CO ₂ 储罐选用结构形式符合储存介质要求，液氨及 CO ₂ 储罐为压

力容器，必须定期检验，储罐应放在阴凉通风处，远离火种、热源，防止日光直射。
液氨及贫胺罐区设置高度适宜的围堰，并进行防渗，在四周设废水收集沟，收集沟与电厂事故水池相连，确保发生事故时消防废水或泄漏的液体可完全被收集处理，不造成漫流。
液氨的运输委托有资质单位进行。

②液氨

a、氨是乙类易燃气体，在适当压力下液化成液氨，储存于储罐中，在储存、运输、使用等环节，应当采取必要的防火措施，防止发生泄漏爆炸事故。

b、运输槽车运送时要灌装适量，不能超压超量运输，运输车辆应避开高温时段，防止曝晒，同时要保护好附件阀门及液位表。

c、氨压缩机应增设精滤油器前后压差过大等停机保护装置，吸气、排气、润滑油系统和曲轴箱应设压力表或真空压力表，排气管出口处应设止逆阀，螺杆式压缩机吸气管处应增设止逆阀，出水管应设断水停机保护装置，吸排气口及润滑油系统应设温度计及排气温度过高停机保护装置，螺杆式压缩机应增设油温过高停机保护装置，排气侧和吸气侧之间应有安全阀，应设事故紧急停机按钮。

氨压缩机房的事故排风机应采用防爆型电动机，当制冷系统发生意外事故而被切断供电电源时，应能保证事故排风机的可靠供电，事故排风机的过载保护宜作用于信号报警系统而不直接停排风机。事故排风机的控制按钮箱应在氨压缩机房门外侧的墙内暗装。

氨压缩机房应设事故排风装置，换气次数不应小于 12 次/小时，排风机应用防爆型。

d、氨泵：氨泵排液管上应设止逆阀，排液总管上应设旁通泄压阀。

e、低压循环贮液器、氨液分离器和中间冷却器应设超高液位报警装置及正常液位自控装置。低压贮液器应设超高液位报警装置。

f、氨储存罐区应设氨检漏报警仪，有完善的岗位责任制和操作规程并严格执行。

g、在重要排放点有针对性地设置有一定能力的污染物处理应急手段。如采用活性炭吸附泄漏的液氨；冷冻站、储罐区配备必要的防毒面具，并配备部分、防毒面具、防护手套、护目镜、氧气呼吸器、防护衣等个人防护用品。

h、储存氨的容器为压力容器，必须定期检验，储罐应放在阴凉通风的室内，

远离火种、热源，防止日光直射；储存氨的容器与性质相抵触的酸类危险物品分开储存。

应当注意氨压缩机房、储罐的防火要求，按《建筑设计防火规范》要求采用一、二级耐火等级的建筑，足够的泄漏容积，氨压缩机房及储罐设有紧急泄压装置及可供抢救时喷水雾的消火栓。

(5) 环境风险事件的应急措施

技改项目环境风险事件的应急措施见表 37：

表 37 环境风险事件的应急措施

主要措施	具体要求
制定应急预案	在开展突发环境事件风险评估和应急资源调查的基础上制定突发环境事件应急预案，并按照分类分级管理的原则，报县级以上环境保护主管部门备案。确保应急预案制定满足以下要求：符合国家相关法律、法规、规章、标准和编制指南等规定；符合本地区、本部门、本单位突发环境事件应急工作实际；建立在环境敏感点分析基础上，与环境风险分析和突发环境事件应急能力相适应；应急人员职责分工明确、责任落实到位；预防措施和应急程序明确具体、操作性强；应急保障措施明确，并能满足本地区、本单位应急工作要求；预案基本要素完整，附件信息正确；与相关应急预案相衔接。
建立应急指挥体系	成立领导小组并安排专职人员负责应急，定期开展应急演练，撰写演练评估报告，分析存在问题，并根据演练情况及时修改完善应急预案。事故发生后应立即报告相关部门，并确保事故发生后的紧急上报体系畅通有序。
做好信息公开	针对二氧化碳运输路线、管线、利用地点的分布，向社会公示安全指南，避免在管道区域范围内建设施工。设置危险警报监测器及时发出特征污染物和二氧化碳的泄漏警报。按照有关规定，采取便于公众知晓和查询的方式公开项目环境风险防范工作开展情况、突发环境事件应急预案及演练情况、突发环境事件发生及处置情况，以及落实整改要求情况等环境信息。
做好人员培训	将应急培训纳入单位工作计划，对从业人员定期进行突发环境事件应急知识和技能培训，并建立培训档案，如实记录培训的时间、内容、参加人员等信息。
人员疏散撤离	出现突发环境事件时，应当立即启动突发环境事件应急预案，采取切断或者控制污染源以及其他防止危害扩大的必要措施，及时通报可能受到危害的单位和居民，组织人员疏散撤离，并向事发地县级以上环境保护主管部门报告，接受调查处理。
开展应急监测	制定应急监测计划，包括对地下水、地表水、大气等的监测。及时向本级人民政府和上级环境保护主管部门报告监测结果
事故现场处理	应急处置期间，企业事业单位应当服从统一指挥，全面、准确地提供本单位与应急处置相关的技术资料，协助维护应急现场秩序，保护与突发环境事件相关的各项证据。

针对技改项目涉及到的《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2004)和

《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)规定的物质即液氨发生泄漏、火灾及爆炸的应急处置措施如下：

①各工作小组立即做好个人防护：现场如有防护面具或呼吸器、防护服和防护眼镜等个人防护装备，应立即佩戴上。现场如无防护装备，应迅速将身边能利用的衣服、毛巾、口罩等用水浸湿后，捂住口鼻，以免吸入有毒气体。尽可能戴上手套，穿上雨衣、雨鞋等，或用衣物遮住裸露的皮肤。

②警戒疏散组负责组织撤离事故现场：发生事故时，切勿惊慌失措，应遵循现场应急救援人员的指挥，迅速撤离现场；或者立即判断泄漏源与风向，朝逆风向远离事故源迅速撤离。

③医疗保障组负责清点人员：到达安全地点后，应清点人员是否已全部撤出，身体衣服已受污染的人员应立即进行全身洗消。要及时脱去被污染的衣服，用流动的水冲洗身体，特别是接触强腐蚀溶剂或曾经裸露的部分。

④设备抢修组与消防抢救组负责现场应急处理：

a、应急处理人员必须佩戴防毒面具、自吸式呼吸器及穿好防化服进入现场，应尽可能切断泄漏源，想办法将罐内的溶剂转移到其他贮罐或经由紧急排泄阀稀释排泄。

b、如果泄漏溶剂无法收集，要防止泄漏物流入下水道、排洪沟等限制性空间。采用喷淋手段将泄漏的高腐蚀性溶剂覆盖起来，防止燃烧。同时用大量喷雾状水对泄漏点进行喷射，稀释溶剂。

c、应急处理过程中要对现场进行隔离，严格限制人员出入。

d、现场指挥应密切注意各种危险征兆，如溶剂泄漏无法控制或引生次生火灾时，现场指挥必须适时做出准确判断，及时下达撤退命令。现场人员看到或听到事先规定的撤退信号后，应迅速撤退至安全地带。

⑤善后处理组负责事故后期处置：

a、事故得到完全控制后，消防抢救组对事故现场进行彻底的清洗，冲洗水排入污水系统处理。

b、灾后废弃物质要得到安全处置，需要按照危险废物进行管理。

c、将收集的泄漏物运至废物处理场所处置。

针对重大环境风险物资液氨，当氨区在线的有毒有害物质监测装置报警，应急监测组立即组织化验人员在氨区取样化验，确定超标倍数，设备抢修组同时赶赴氨区查明泄漏之处，如泄露无法控制，则启动水喷淋系统，事故废水通过围堰及收集池收集后可通过槽车或泵输送至工业废水处理系统集中处置。

(6) 技改项目与华润电厂风险措施联动

华润海丰电厂现有突发环境事件应急预案由 1 个综合应急预案及 5 个专项应急处置预案组成，专项应急处置预案包括氨泄漏事故应急处置预案、脱硝系统异常事件应急处置预案、除灰及脱硫系统异常事件应急处置预案、危险化学品泄漏应急处置预案、油料泄露事件应急处置预案。突发环境事件管理机构包括应急领导小组、应急救援办公室、应急工作组、支持保障机构和专家咨询组；其中，应急工作组包括设备抢修组、消防抢救组、警戒疏散组、应急监测组 4 个小组；支持保障机构包括医疗保障组、物质保障组、善后处理组 3 个小组。公司制定了环境安全管理制度，应急组织架构完善，贮备了较为充足的应急物资，公司组建紧急应变中心，专门负责公司应急演练，每年 2 次对各现场处置预案进行演练，不定期联合消防大队进行消防年度联合演习，对公司现存环境风险隐患进行了排查并制订了整改措施。公司突发环境事件风险可控，应急处置能力较强。

建立技改项目与电厂的环境风险处置联动机制：将本项目应急预案列入华润海丰电厂氨泄漏事故应急处置预案，列入综合应急预案，同时编制有关本项目的专项应急处置预案；由电厂调配风险管理人员，并入突发环境事件管理机构中；统一进行风险应急培训和应急演练，建立上下对应、相互衔接的应急预案体系。

同时，做到与地方政府预案的有效衔接，做到本项目风险事故应急预案与深汕特别合作区风险管理体系联动。如产生非正常排放、火灾、爆炸等事故时，公司风险管理员必须立刻将风险事故详情报告合作区风险管理小组，取得合作区风险管理小组的支持，将风险事故对周围环境的影响降至最低。

(7) 结论建议

本项目不构成重大危险源，风险事故主要为液氨及 CO₂ 储罐、贫胺罐、设备和

管道的泄漏等事故。项目通过采取加强管理，制定切实有效的环境风险事故防范措施和环境风险事故应急预案，建立环境风险事故报警系统体系等风险防范措施，可有效减少环境风险事故对环境造成的影响，项目建设从环境风险角度是可行的。

6、防渗措施

根据厂区各功能区布设相应的防渗措施，具体防渗方案如下：

(1) 重点防渗区：

胺法 CO₂ 捕集区、CO₂ 液化及纯化户外区、CO₂ 压缩提纯与冰机房区及危险废物暂存间底部铺设 300mm 粘土层压实平整，上部 HDPE-GCL 复合防渗系统(2mm 厚的高密度聚乙烯膜、300g/m² 土工织物膨润土垫)，上部抗渗混凝土，厚度不小于 100 mm (渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s)。

(2) 一般防渗区：

预处理区、膜分离 CO₂ 捕集区、CO₂ 充装储存区铺设 300mm 粘土层压实平整，上部抗渗混凝土，厚度不小于 100 mm，防渗层防渗系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s，可有效防腐防渗，防止泄露物料对地下水的污染。

(3) 简单防渗区：

厂区道路、电控楼、展厅等地面采取三合土铺底，再在上层铺水泥进行硬化。

7、项目依托工程可行性分析

(1) 公用工程

①给排水

技改项目建成后全厂小时取用海水量为 258680.3m³/h (夏季 258743.4m³/h)，新增取用海水量 6.3m³/h，约占现有取用海水量的 0.002%；项目建成后循环冷却水取自海水淡化系统，全厂小时温排水量不变。

根据《广东华润海丰电厂“上大压小”新建工程环境影响报告书》，温排水对海洋生态环境的影响分析结论：“电厂温排水影响范围不大，电厂一期装机容量条件下，夏季大、中、小潮的 4℃全潮最大温升面积不超过 0.2km²，1℃全潮最大温升面积不超过 10km²。1℃等温线处于 420B 海域内，没有扩展到红海湾的一、二类海域，所以温升满足一、二类海域水质标准要求。各环境敏感目标所在海区温升增值小于

1℃，满足二类海域海水水质标准的要求。”

本项目建成后，不新增温排水量，基本不会加大温排水影响范围，对海洋生态系统基本无影响。因此技改项目依托电厂供水系统可行。

②供热

本碳捕集测试平台的 CO₂ 捕集系统需要消耗蒸汽，压缩与纯化系统不需要消耗蒸汽，技改项目所需蒸汽为 27720m³/a，按照最大蒸汽耗量考虑，折合蒸汽需求流量为每秒 0.97 公斤。以百万机组的 2 抽蒸汽（绝对压力 6.63bar，温度 291.5℃，焓值 3042.6kJ/kg）作为供汽气源，考虑减温减压过程，提供 2.10kg/s 的 2 抽蒸汽即可满足此两部分的蒸汽需求，损失的发电功率为 0.6MW，相当于 1000MW 机组出力的 0.06%以内，抽汽对机组的运行影响很小，可以忽略。在经济性方面，按照 0.4 元/kWh 的电价进行核算，百万机组损失为 0.576 万元每天（经济分析中已经考虑该成本），影响很小，可以忽略。

（2）环保工程

①生活污水处理系统

生活污水依托电厂生活污水处理系统，处理后回用于绿化。本项目生活污水产生量为 1.3m³/d(0.05m³/h)；根据电厂提供资料，生活污水处理系统规模为 2×10m³/h，电厂现有生活污水产生量 5m³/h，尚余有 15m³/h 处理能力，可处理本项目生活污水。

②工业废水处理系统

技改项目工业废水依托电厂工业废水处理系统，处理后回用于脱硫系统补充水。本项目工业废水产生量为 16.8m³/d(0.7 m³/h)，主要污染物分别为：COD、BOD₅、SS、NH₃-N、pH。

根据电厂提供资料，工业废水处理系统规模为 100t/h，电厂现有工业废水产生量 18m³/h，尚余有 82m³/h 处理能力，可处理技改项目工业废水。

电厂的工业废水主要来源于锅炉定排水、空预器冲洗排水、凝结水处理排水、化学水处理系统排水、设备冲洗水、厂房地面冲洗水、海水淡化设施清洗废水、经油水分离器处理的含油污水等，电厂目前采用的处理方案为：化学水处理系统排水收集进入工业废水处理系统中和池；其他工业废水经收集进入工业废水箱，经曝气、

氧化反应、调整 pH、絮凝沉淀、中和后进入回用水池回用于脱硫系统补充水。技改项目喷淋洗涤废水及碱洗塔冲洗废水主要污染物为 SS、pH、吸收塔冲洗废水主要污染物为 COD、SS、NH₃-N，因工艺使用的碱液及乙醇胺溶液浓度较低，所以其冲洗废水中污染物浓度比较低，经调节、曝气、氧化反应及絮凝沉淀处理后即可满足回用要求。因此本项目生产废水处理可依托现有废水处理设施，且废水回用具有可行性。

③事故废水池

依据《建筑设计防火规范》，厂区内同一时间火灾次数为 1 次，火灾持续时间为 6h，最大消防用水量为 11.5L/s，计算得出消防水量为 248.4m³；技改项目储罐总容积为 184.2m³，工业废水产生总量为 16.8m³/d，华润海丰电厂现有 4000m³事故废水池 1 座，足以容纳本项目发生风险事故：泄漏、火灾、爆炸所产生的废水或消防废水。

9、环境管理与环境监测计划

(1) 环境管理

①管理要求

建设项目环境管理是指工程在施工期、运营期执行和遵守国家、省、市的有关环保法律、法规、政策和标准，对企业的生产实行有效监控，及时掌握和了解污染治理与控制措施的执行效果，以及周围地区环境质量变化，及时调整工程运行方式和环境保护措施，并接受地方环境主管部门的环境监督，最终达到保护环境的目的，取得更好的综合环境效益。

针对本项目特点，环境管理工作应体现以下原则：

- a、认真落实环境保护的各项措施，保证环境功效。
- b、加强全体职工的环境保护意识，使专业管理和群众监护相结合。
- c、控制污染要坚持预防为主、管治结合、综合治理的方针，以取得最好的环境效益。

根据《建设项目环境保护设计规定》项目应设置环境保护管理机构，负责组织、落实、监督本项目的环保工作。评价建议设立安全环保科，配备 1~2 名专职人员

负责场区内的污染治理和环境监测管理工作，并制定各种维护管理制度，进行定期的检查和监督，以保证环保设施的正常运行。环保专职人员应进行环保知识岗位培训，对具体设备操作应进行学习，经考核合格后，方许上岗。

②污染物排放清单

项目污染物排放清单及环境管理要求见表 38。

表 38 污染物排放清单

污染源	污染物	排放浓度	排放速率	排放量	
废水	生活污水	SS	/	/	0
		COD	/	/	0
		BOD	/	/	0
		氨氮	/	/	0
	喷淋洗涤废水、碱洗塔及吸收塔冲洗废水	COD	/	/	0
		BOD ₅	/	/	0
		SS	/	/	0
		氨氮	/	/	0
废气	返 1 号组烟卤烟气	烟尘	9.07mg/m ³	29.964kg/h	237.325t/a
		SO ₂	68.7mg/m ³	227.188kg/h	1799.34t/a
		NO _x	55.9mg/m ³	184.970kg/h	1464.975t/a
	液氨储罐	NH ₃	/	0.0005kg/h	0.004t/a
噪声	生产设备	噪声	75~90dB(A)		
固废	贫胺液净化过滤	废离子交换树脂	/	/	0（综合利用）
		废活性炭	/	/	0（综合利用）
		滤芯	/	/	0（综合利用）
	压缩提纯膜 CO ₂ 捕集系统	废活性炭	/	/	0（综合利用）
		废高分子膜	/	/	0（综合利用）
	压缩吸附	废活性炭	/	/	0（综合利用）
	干燥过程	废干燥剂	/	/	0（综合利用）
	生活办公	生活垃圾	/	/	0（环卫部门处理）

(2) 环境监测计划

根据项目的排污特点，对主要污染源设置常规监测点，制定监测计划，具体见表。监测工作可委托当地环境监测部门协助进行。

针对项目特点，监测内容、项目及频率建议见表。

表 39 污染源监测计划一览表

污染源	监测项目	监测点位	监测频率
废气	氨	厂界	1次/年
噪声	等效连续 A 声级	厂界	1次/季

10、环保投资

根据《建设项目环境保护设计规定》中的有关要求，建设项目环保设施主要由以下部分组成：污染防治和环境保护所需的设施和装置；生产工艺需要、又为环境保护服务的设施；为保证生产有良好的环境所采取的防尘、绿化措施等。

建设项目主要环保设施包括内容及投资情况见表 40。

表 40 建设项目环保设施及投资情况一览表

类别	污染源	环保设施	投资 (万元)
废水	生活污水	依托电厂生活污水处理系统，处理后回用于绿化	/
	喷淋洗涤废水及吸收塔冲洗废水	依托电厂工业废水处理系统，处理后回用于脱硫系统补充水	/
废气	1#机组烟气	胺吸收法碳捕集装置	4007
		膜法碳捕集装置	2381
		烟气预处理装置	521
		二氧化碳压缩提纯装置	794
		配套设备及设施	804
噪声	压缩机、干燥器、冷却器、换热器、泵类及风机等设备	设备减振、消声装置、厂房隔声	4
固废	废离子交换树脂、滤芯、废活性炭	暂存于危废间，委托有资质单位定期清运处置	5
	废高分子膜	原厂家更换后回收再利用	/
	废干燥剂	设置固定储存区域，由环卫部门清运	1
	生活垃圾	生活垃圾设置垃圾箱，由环卫部门清运	
防渗	胺法 CO ₂ 捕集区、CO ₂ 液化及纯化户外区、CO ₂ 压缩提纯与冰机房区及危险废物暂存间	底部铺设 300mm 粘土层压实平整，上部 HDPE-GCL 复合防渗系统(2mm 厚的高密度聚乙烯膜、300g/m ² 土工织物膨润土垫)，上部抗渗混凝土，厚度不小于 100 mm	6
	预处理区、膜分离 CO ₂ 捕集区、CO ₂ 充装储存区	铺设 300mm 粘土层压实平整，上部抗渗混凝土，厚度不小于 100 mm	
	厂区道路、电控楼、展厅等	地面采取三合土铺底，再在上层铺水泥进行硬化	
风险	——	突发环境事件应急预案、CO ₂ 背景监测系统、氨检漏报警装置、液氨罐区及乙醇胺罐区设置围堰、设备防腐措施、液氨罐区设冷却水喷淋系统	8
合计	——	——	8531

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	预期防治效果	
大气 污染物	施工期	施工扬尘	颗粒物	洒水抑尘、设置围挡	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-20017) 第二时段无组织排放限值	
		机械尾气	CO、NO _x 、HC	注意设备的检修和维护、保证设备正常运转		
	运营期	液氨储罐	NH ₃	---	《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 表1 厂界标准值中新改扩建二级标准	
		返1号组烟囱烟气	SO ₂ 、NO _x 、烟尘	---	《火电厂污染物排放标准》(GB13223-2011) 表2 标准	
水 污染物	施工期	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	泼洒道路抑尘	不外排	
		施工废水	SS、石油类	建议经沉淀、中和、油水分离处理	不外排	
	运营期	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	华润电厂生活污水处理系统	不外排，处理后回用于绿化	
		喷淋洗涤废水、碱洗塔及吸收塔冲洗废水	pH、COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	华润电厂工业废水处理系统	不外排，处理后回用于脱硫系统补水	
固体 废物	施工期	建筑过程	建筑垃圾	回收部分综合利用；废土运至管理部门指定的地点进行处置	妥善处置	
		民工生活	生活垃圾	环卫部门定时清运		
	运营期	日常生活	生活垃圾			暂存于危废间，委托有资质单位定期清运处置
		生产过程	废干燥剂（氧化铝）	原厂家回收后再利用		
			废高分子膜			
			废活性炭			
			废离子交换树脂			
滤芯						
噪声	施工期	制订出详细的施工计划，合理安排施工进度，布局高噪声设备，选用低噪声机械设备等措施后厂界噪声满足《建筑施工场地环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 要求。				

	运营期	选购低噪声设备，经厂房隔声，基础减震，加装消音器等措施后厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3类标准要求。		
内容类型	排放源	污染物名称	防治措施	预期防治效果
其他	<p>胺法 CO₂ 捕集区、CO₂ 液化及纯化户外区、CO₂ 压缩提纯与冰机房区、危废间地面由下至上铺设 300mm 厚的黏土层+10~15cm 水泥硬化+环氧树脂（渗透系数≤10⁻¹⁰cm/s）；预处理区、膜分离 CO₂ 捕集区、CO₂ 充装铺设 300mm 粘土层压实平整，上部抗渗混凝土，厚度不小于 100 mm，防渗层防渗系数≤10⁻⁷cm/s；厂区道路、电控楼、展厅等地面采取三合土铺底，再在上层铺水泥进行硬化。</p> <p>液氨罐区（冰机房内）及贫胺罐区（胺法 CO₂ 捕集区南侧）设置围堰</p>			
生态保护措施及预期效果：				
<p>本项目利用工业用地进行建设，项目建成后采取厂区道路硬化，合理布置绿化，对生态环境基本无影响。</p>				

建设项目环境保护“三同时”验收内容：

根据建设项目环境管保护办法，环境污染防治设施必须与新建项目同时设计、同时施工、同时投入运行，在工程完成后，应对环境保护设施进行验收。建设项目环境保护“三同时”验收一览表见表 41。

表 41 建设项目环境保护“三同时”验收一览表

项目	环保措施	验收指标	验收标准	
废气	液氨储罐	—	厂界 1.5mg/m ³	《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表 1 厂界标准值新扩改建二级标准
	返 1 号组烟囱烟气	—	烟尘≤20mg/m ³ ; SO ₂ ≤50mg/m ³ NO _x ≤100mg/m ³	《火电厂污染物排放标准》(GB13223-2011)表 2 标准
废水	生活污水	依托华润电厂生活污水处理系统	pH:6.0~9.0 BOD ₅ ≤20mg/L 氨氮≤20mg/L 阴离子表面活性剂≤1.0mg/L	《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002)城市绿化用水标准(回用于绿化)
	喷淋洗涤废水、碱洗塔及吸收塔冲洗废水	依托华润电厂工业废水处理系统	pH:6.5~9.0 BOD ₅ ≤30mg/L SS≤30mg/L	《城市污水再生利用工业用水水质》(GB/T19923- 2005)洗涤用水标准(回用脱硫系统补充水)
噪声	压缩机、干燥器、冷却器、换热器、泵类及风机等设备	厂房隔声，基础减震，加装消音器	厂界噪声： 昼间≤65dB(A) 夜间≤55dB(A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 3 类标准
固体废物	废离子交换树脂、滤芯、废活性炭	暂存于危废间，委托有资质单位定期清运处置	固废妥善处置	固废妥善处置
	废高分子膜	原厂家更换后回收再利用		
	废干燥剂、生活垃圾	环卫部门定时清运		
防渗	胺法 CO ₂ 捕集区、CO ₂ 液化及纯化户外区、CO ₂ 压缩提纯与冰机房区及危险废物暂存间	底部铺设 300mm 粘土层压实平整，上部 HDPE-GCL 复合防渗系统(2mm 厚的高密度聚乙烯膜、300g/m ² 土工织物膨润土垫)，上部抗渗混凝土，厚度不小于 100 mm	渗透系数≤10 ⁻¹⁰ cm/s	防止对地下水污染
	预处理区、膜分离 CO ₂ 捕集区、CO ₂ 充装储存区	底部铺设 300mm 粘土层压实平整，上部抗渗混凝土，厚度不小于 100 mm	渗透系数≤10 ⁻⁷ cm/s	
	厂区道路、电控楼、展厅等	地面采取三合土铺底，上层铺水泥硬化	—	
环境风险	突发环境事件应急预案、CO ₂ 背景监测系统、氨检漏报警装置、液氨罐区及乙醇胺罐区设置围堰、设备防腐措施、液氨罐区设冷却水喷淋系统。		—	—

结论与建议

一、结论

1、项目概况

(1) 项目名称：华润海丰电厂 CCUS 碳捕集项目

(2) 建设单位：华润电力（海丰）有限公司

(3) 建设性质：技改

(4) 建设规模：二氧化碳捕集能力约 20000t/a。

(5) 建设地点：技改项目选址位于广东省汕尾市海丰县小漠镇澳仔村华润海丰电厂厂区内，厂址中心坐标为东经 115°2'40.5"，北纬 22°45'12.6"。华润电厂北侧为旺公山，西侧、东侧及南侧为红海湾（南海），技改项目碳捕集区位于电厂#1 机吸收塔脱硫设施东侧、碳储存区位于圆形煤场东侧、办公及展厅区位于电厂南侧。

(6) 建设内容：技改项目主要包括烟气预处理系统，胺吸收法和膜分离法二氧化碳捕集系统和压缩提纯、储存系统以及配套的电气、热控、土建、结构、暖通、消防、电控楼、压缩机房和展厅等辅助系统或设施。

(7) 项目投资：项目总投资 8531 万元，其中环保投资 8531 万元，占总投资的 100%。

(8) 项目占地：项目总占地 2000m²。

(9) 劳动定员及工作制度：技改项目新增劳动定员 20 人，生产制度采用三班运转制，每班 8 小时，年工作 330 天。

2、环境质量现状评价结论

(1) 环境空气质量现状

依据《中电环保华润深汕污泥处理处置项目（一期）环境影响报告书》（2017 年 8 月）监测数据，监测点位小漠镇、元新村（元宵围）、澳仔沟、叶舟山、华润海丰电厂的 PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、CO、O₃ 现状监测因子的小时、日均浓度以及 NH₃ 的小时浓度超标率为 0，均符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的二级标准，区域环境空气质量状况良好。

(2) 地下水环境质量现状

依据《中电环保华润深汕污泥处理处置项目（一期）环境影响报告书》（2017

年 8 月及 2018 年 3 月) 中监测数据, 监测点位澳仔沟、沙浦心、叶舟山的地下水 pH 值、高锰酸钾盐指数、总硬度、溶解性总固体、氨氮标准指数等各项监测因子均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准。

(3) 声环境质量现状

依据《华润电力(海丰)有限公司环境检测》(ZJ[2017-06]039号)中厂界噪声监测数据, 华润电力(海丰)有限公司北厂界及西厂界噪声昼间及夜间值均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中3类标准要求。

(4) 海水环境质量现状

依据《广东省近岸海域海水水质监测信息(第三期)》中红海湾域内监测数据, 区域海水 pH、悬浮物、溶解氧、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、活性磷酸盐、铜、铅、锌检出, 化学需氧量、汞、镉、砷及石油类未检出, 监测点的各项监测因子均满足《海水水质标准》(GB3097-1997)的三类标准。

3、环境影响评价结论

(1) 环境空气影响分析结论

本项目利用电厂1号机组湿式除尘器后的烟气提取 CO₂, 压缩提纯为液态后储存于厂区内, 外售至工业企业, 年捕集及利用 CO₂ 约为 20000t, 大大降低了向环境空气中排放的 CO₂ 量, 有利于降低温室气体的排放, 改善大气环境及全球气候温室效应现状。技改工程取气为除尘系统处理后的烟气, 对现有工程的废气处理效率无影响, 烟气经过预处理后其中的 SO₂、NO_x 及烟尘的含量降低, 对区域环境空气质量的改善产生积极影响。

技改工程不设置食堂, 依托电厂食堂, 建成后电厂食堂不新增灶头, 食堂油烟的排放浓度不变。废气主要为液氨储罐产生的少量氨气, 厂区无组织排放。

(2) 水环境影响分析结论

本项目废水主要为预处理过程中深度净化塔定期排出的喷淋洗涤废水、二氧化碳压缩提纯碱洗塔冲洗废水、胺法捕集过程吸收塔冲洗废水以及职工生活污水。生活污水依托电厂生活污水处理系统, 处理后回用于厂区绿化用水; 喷淋洗涤废水、二氧化碳压缩提纯碱洗塔冲洗废水及胺法捕集过程吸收塔冲洗废水依托电厂工业废水处理系统, 处理后回用于脱硫系统补充水。

因此，本项目废水不外排，对周边水环境影响较小。

（3）声环境影响分析结论

技改项目噪声主要来自压缩机、干燥器、冷却器、换热器、泵类及风机等设备运行时产生的噪声，噪声源强在 70~95dB（A）之间。选购低噪声设备，经厂房隔声，基础减震，加装消音器等措施后厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准要求。

因此，本项目噪声对周围声环境影响较小。

（4）固废环境影响分析结论

技改工程产生固体废物包括职工日常生活垃圾、贫胺液净化过滤产生的废离子交换树脂、废活性炭及滤芯、膜分离法工艺过程中产生的废高分子膜、压缩提纯系统预处理工艺产生的废活性炭、压缩吸附工序产生的废吸附剂（废活性炭）及干燥工序产生的废干燥剂（氧化铝、分子筛）。生活垃圾及废干燥剂（氧化铝、分子筛）收集后由环卫部门定时清运；废高分子膜由原厂家更换后回收再利用；废活性炭、废离子交换树脂及滤芯暂存于危险废物暂存间并委托有资质单位定期清运处置。

综上，固体废物得到妥善处置，不会对当地环境造成不利影响。

（5）环境风险分析

技改项目不构成重大危险源，风险事故主要为液氨泄漏、火灾及爆炸，乙醇胺泄漏，CO₂ 储罐泄漏等事故。技改项目通过采取设置 CO₂ 背景监测系统、氨检漏报警装置、液氨罐区及乙醇胺罐区设置围堰、设备防腐等措施，加强管理，制定切实有效的环境风险事故防范措施和环境风险事故应急预案，建立环境风险事故报警系统体系并建立技改项目与电厂的环境风险处置联动机制等风险防范措施，可有效减少环境风险事故对环境造成的影响，项目建设从环境风险角度可行。

（6）防渗

胺法 CO₂ 捕集区、CO₂ 液化及纯化户外区、CO₂ 压缩提纯与冰机房区及危险废物暂存间底部铺设 300mm 粘土层压实平整，上部 HDPE-GCL 复合防渗系统(2mm 厚的高密度聚乙烯膜、300g/m² 土工织物膨润土垫)，上部抗渗混凝土，厚度不小于 100 mm（渗透系数≤10⁻¹⁰cm/s）；预处理区、膜分离 CO₂ 捕集区、CO₂ 充装储存区地

面铺设 300mm 粘土层压实平整，上部抗渗混凝土，厚度不小于 100 mm，防渗层防渗系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s，可有效防腐防渗，防止泄露物料对地下水的污染；厂区道路、电控楼、展厅等地面采取三合土铺底，再在上层铺水泥进行硬化。

4、产业政策符合性分析结论

本项目为碳捕集项目，根据国家发改委《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2016 年修正），本项目属于其中的鼓励类“第三十八大类 环境保护与资源节约综合利用 第 39 条‘碳捕获、存储及利用技术装备’”，属于国家鼓励建设的项目，符合国家产业政策。

5、总量控制分析结论

现有工程总量控制指标 COD:0t/a、NH₃-N:0t/a、SO₂:3609.6t/a、NO_x:2938t/a、颗粒物：476.1t/a。技改后全厂总量控制指标：COD：0t/a、NH₃-N:0t/a、SO₂:3604.140t/a、NO_x: 2933.975t/a、颗粒物: 475.375t/a；削减总量指标：COD:t/a、NH₃-N:t/a、SO₂: 5.460t/a、NO_x: 4.025t/a、颗粒物: 0.725t/a。

6、项目选址可行性分析结论

项目选址于深汕特别合作区内的华润海丰电厂内，电厂位于广东省汕尾市海丰县小漠镇澳仔村，用地属于工业用地，符合国家现行的土地使用政策。项目附近无自然保护区、风景名胜区、集中式生活饮用水源地等环境敏感区。建设区内电力、交通等基础设施配套状况良好。因此技改项目选址合理。

7、项目可行性结论

技改项目建设符合国家产业政策，选址可行。项目周围环境质量良好，在满足环评提出的各项要求和污染防治措施及落实环保“三同时”的基础上，项目运行期污染物可以做到“达标排放”，不会改变区域环境质量功能，对环境影响较小。从环境保护的角度分析，该项目的建设可行。

二、建议

- (1) 认真执行“三同时”制度，确保各项环保措施落到实处；
- (2) 加强对环保设施的运行管理，做到定期检查，及时发现问题及时解决，保证各类环保设施的正常运行。

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：

经办人：

日

公 章

年 月