

华能（福建）能源开发有限公司  
福州分公司三期 2×660MW 机组  
锅炉掺烧污泥技改项目  
**环境影响报告书**  
(报批稿)

建设单位：华能（福建）能源开发有限公司福州分公司

评价单位：福建省环境保护设计院有限公司

二〇二二年二月

# 目 录

1	概述.....	1
1.1	项目背景.....	1
1.2	环境影响评价工作过程.....	2
1.3	分析判定相关情况.....	3
1.4	关注的主要环境问题.....	6
1.5	环境影响评价的主要结论.....	7
2	总则.....	9
2.1	编制依据.....	9
2.2	环境影响因素识别和评价因子筛选.....	12
2.3	环境功能区划和评价标准.....	15
2.4	评价等级和评价范围.....	27
2.5	评价工作内容和重点.....	33
2.6	环境保护目标.....	34
3	现有工程回顾.....	37
3.1	现有工程环评批复及其竣工环保验收情况.....	37
3.2	现有项目排污许可证制度执行情况.....	39
3.3	现有生产能力与主要装置.....	40
3.4	现有工程占地及平面布置.....	41
3.5	劳动定员及工作制度.....	43
3.6	现有工程生产工艺流程.....	43
3.7	现有工程主要原辅材料.....	45
3.8	现有工程用水情况.....	46
3.9	现有工程公用设施.....	48
3.10	现有工程主要污染物治理措施及产排情况.....	48
3.11	现有项目污染物排放汇总.....	64
3.12	现有项目存在主要环保问题.....	64
4	建设项目工程概况与工程分析.....	66
4.1	项目工程概况.....	66

4.2	项目工艺及掺烧可行性 .....	81
4.3	工程污染影响因素分析 .....	90
4.4	污染物排放量汇总及“三本账” .....	112
4.5	政策及规划符合性分析 .....	115
5	区域环境概况 .....	125
5.1	自然环境概况 .....	125
5.2	环境质量现状调查与评价 .....	128
6	环境影响预测评价 .....	166
6.1	施工期环境影响评价 .....	166
6.2	环境空气影响预测与评价 .....	171
6.3	地表水环境影响分析 .....	223
6.4	地下水环境影响分析 .....	223
6.5	噪声环境影响预测与评价 .....	229
6.6	固体废物环境影响分析 .....	235
6.7	生态环境影响分析 .....	238
6.8	土壤环境影响分析 .....	239
6.9	环境风险评价 .....	243
6.10	碳排放评价 .....	250
7	环境保护措施及可行性分析 .....	256
7.1	施工期环境保护措施 .....	256
7.2	营运期环境保护措施及可行性分析 .....	258
8	环境经济损益分析 .....	276
8.1	经济效益和社会效益 .....	276
8.2	环境经济损益分析 .....	277
9	环境管理与监测计划 .....	279
9.1	环境管理 .....	279
9.2	落实三同时制度及环保验收 .....	288
9.3	环境监测计划 .....	289
10	评价结论 .....	291

10.1	项目概况.....	291
10.2	环境现状评价结论.....	291
10.3	工程环境影响评价主要结论.....	292
10.4	总量控制.....	295
10.5	项目主要环保措施及竣工验收要求.....	296
10.6	工程建设的环境可行性分析结论.....	299
10.7	总结论.....	300

# 1 概述

## 1.1 项目背景

华能（福建）能源开发有限公司福州分公司（原华能福州电厂）位于福州市长乐区航城街道东安村 239 号，闽江的右岸。一期工程（1、2 号机组）2×350MW 燃煤发电机组，由日本三菱引进成套设备、技术，两台机组先后于 1988 年 9 月和 12 月投产发电；二期工程（3、4 号机组）2×350MW 燃煤发电机组，锅炉、汽轮发电机组分别由英国巴布科克公司和德国西门子公司制造，两台机组于 1999 年 9 月和 12 月投产；三期工程（5、6 号机组）2×660MW 国产超超临界燃煤发电机组，设备由哈尔滨锅炉厂、上海汽轮机有限公司和上海发电机有限公司供货，于 2011 年 5 月投入试运行。

2008 年 6 月，电厂完成对一、二期工程进行烟气脱硫技术改造，建设内容包括脱硫工艺系统、废水处理系统以及电气、仪表、自控系统等配套工程设施等；2010 年至 2012 年，完成对一、二期工程烟气脱硝技术改造，建设内容包括还原剂贮存与制备系统、脱硝反应器系统以及电气、热控系统等配套工程设施等。2016 年至 2017 年，完成对全厂机组的超低排放改造，采用“低氮燃烧器+SCR 脱硝+静电除尘+石灰石-石膏湿法脱硫系统”工艺，实现电厂锅炉烟气的超低排放。

伴随着我国城镇化率、城镇化水平的快速提高，我国城市污水处理能力不断提升，市政污泥产生量也不断增加，对污泥处置越来越受到重视。污泥因含有恶臭物质、有机腐质、细菌菌体、寄生虫卵和重金属等有害物质，是污水处理过程中形成的潜在二次污染物，若不及时进行无害化处理，对生态环境危害较大。为了贯彻落实习总书记能源发展战略思想，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，持续实施大气污染防治行动、加强固废和垃圾（污泥）处理的思想，积极响应国家能源局、环境保护部《关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》（国能发电力[2017]75 号），全面发挥好福州市环保标杆企业“排头兵”作用，利用清洁高效煤电机组的技术领先优势，华能（福建）能源开发有限公司福州分公司拟对现有三期 2×660MW 机组进行掺烧污泥技术改造，协同消纳福州市区及长乐区污水处理厂的污泥，以充分发挥存量机组在污泥减量化、无害化、资源化和规模化处置的作用。项目采用电厂锅炉掺烧污泥，既可以利用电厂原有的热烟气

或蒸汽作为干化热源，又可以利用已有的燃烧和污染物处理系统，节省处理污泥的投资和运行成本。

为科学、客观地评价项目建设期间及建成后对环境所造成的影响，按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等相关环保法规，该项目必须进行环境影响评价，从环保角度论证建设项目的可行性，因此，华能（福建）能源开发有限公司福州分公司于 2021 年 2 月 18 日委托福建省环境保护设计院有限公司进行项目的环境影响评价工作。接受委托后，我公司认真研究了该项目的有关材料，并进行实地踏勘和现场调研，收集和核实了有关材料，根据相关技术规定，开展了建设项目的环境影响评价工作，编制完成了《华能（福建）能源开发有限公司福州分公司三期 2×660MW 机组锅炉掺烧污泥技改项目环境影响报告书（报批稿）》，供建设单位上报生态环境主管部门审查，作为项目建设和环境管理的依据。

## 1.2 环境影响评价工作过程

### （1）准备阶段

2021 年 2 月 18 日华能（福建）能源开发有限公司福州分公司（下文简称华能福州分公司）委托福建省环境保护设计院有限公司编制华能（福建）能源开发有限公司福州分公司三期 2×660MW 机组锅炉掺烧污泥技改项目环境影响报告书。在认真研究了项目可行性研究报告及相关文件后，项目组开展了现场踏勘、初步工程分析，建设单位开展了第一次公众参与工作。

### （2）分析论证和环境影响预测分析评价阶段

根据现场调查情况，结合项目组所收集到的相关文件、资料，在进行污染源分析的基础上，利用计算机模型、类比等手段，对工程施工和运行过程中各环境要素所产生的环境影响进行分析、预测和评价，论证环保设施的可行性。通过与建设单位及其他相关单位进行了多次的研究、沟通及交流，形成报告书的主要结论。

### （3）编制完成环境影响报告书

对各环境要素的预测成果进行整理，对报告书中的重点内容进行重点研究论证，形成环境影响报告书，建设单位据此开展了第二次公众参与工作，编制完成

《华能（福建）能源开发有限公司福州分公司三期 2×660MW 机组锅炉掺烧污泥技改项目环境影响报告书》（送审本）。2022 年 1 月 25 日，福州市长乐生态环境局组织召开了本报告书的技术审查会，我司根据审查意见的要求，对报告进行修改完善，最终形成了报告的报批稿。

项目环评工作共分三个阶段，包括前期准备、调研和工作方案，分析论证和预测评价，环评文件编制三个阶段。评价的技术工作程序见图 1.2-1。

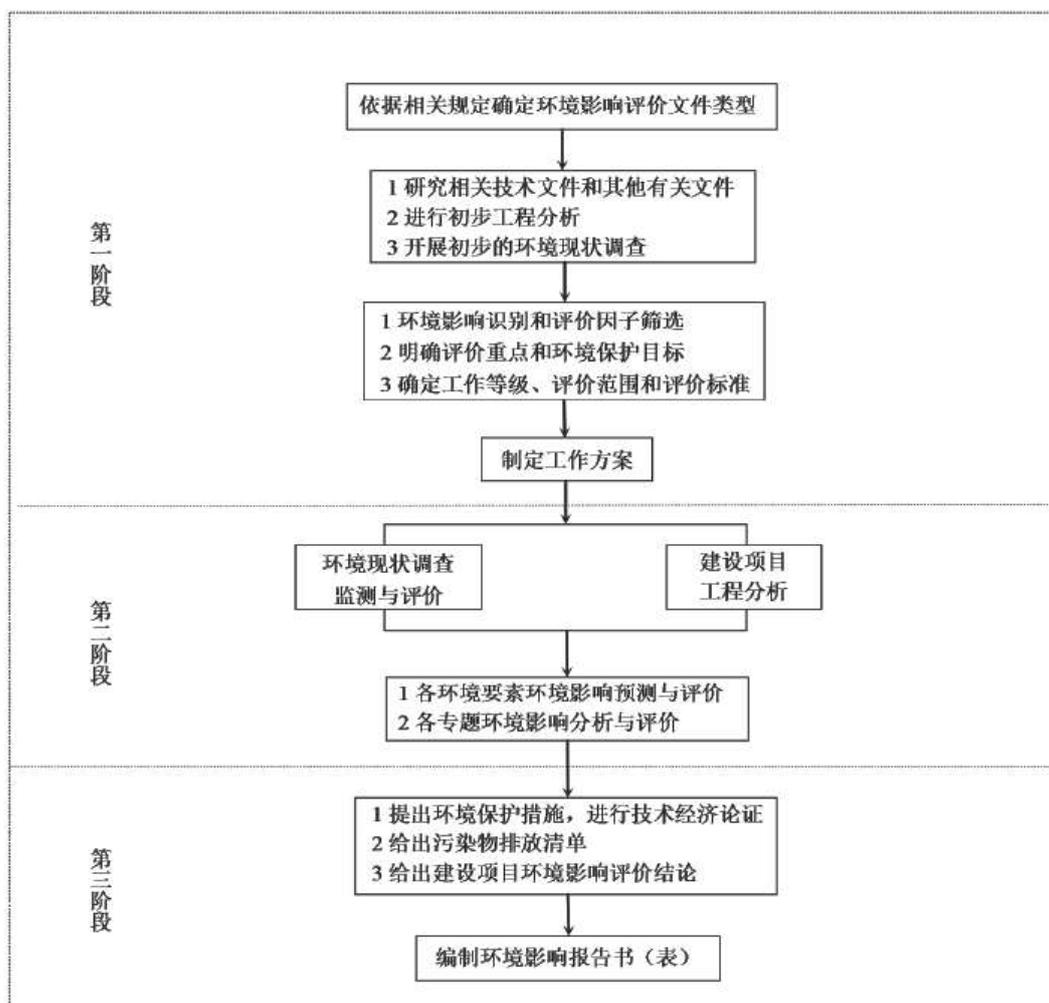


图 1.2-1 技术工作程序图

## 1.3 分析判定相关情况

### 1.3.1 产业政策符合性

本项目为电厂锅炉掺烧市政污泥和电厂内部废水处理站污泥项目，属于燃煤

耦合生物质发电项目，为《产业结构调整指导目录（2019 年本）》鼓励类第四项“电力”中的第 26 条“燃煤耦合生物质发电”的内容，同时也属于鼓励类“四十三、环境保护与资源节约综合利用 20、城镇垃圾、农村生活垃圾、农村生活污水、污泥及其他固体废弃物减量化、资源化、无害化处理和综合利用工程”的内容。因此，本项目建设符合国家产业政策。

### 1.3.2 选址、规划符合性分析

本技改项目位于华能（福建）能源开发有限公司福州分公司（原福州华能电厂）现有用地范围内，且项目属于《国家能源局 生态环境部关于燃煤耦合生物质发电技改试点项目建设的通知》（国能发电力[2018]53 号）中的燃煤耦合生物质发电技改试点项目名单中的项目，与《国家能源局 环境保护部关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》（国能发电力[2017]75 号）相符合。

根据《福州市马尾新城长乐沿江沿海走廊控制性详细规划》的近期建设规划，华能福州分公司用地属于工业用地，本次技改项目选址位于华能福州分公司现有用地范围内，占用的土地为工业用地，不另行新征用地，符合《福州市马尾新城长乐沿江沿海走廊控制性详细规划》的要求。

### 1.3.3 “三线一单”符合性分析

#### （1）生态保护红线

本项目位于华能（福建）能源开发有限公司现有用地范围内，对照《福州市“三线一单”》中的生态保护红线划定，本项目不在其划定的生态保护红线范围内，符合生态红线保护要求。详见图 1.3-1。

图 1.3-1 福州市生态保护红线陆海统筹范围图

## （2）环境质量底线

项目所在区域的环境质量底线为：环境空气质量目标为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单的二级标准；地表水环境质量目标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准；项目区域声环境质量目标为《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

本项目不新增废水，电厂内现有废水经现有污水处理设施处理后回用；项目掺烧锅炉烟气依托现有的烟气处理系统治理后后可实现达标排放；各类工业固体废物均可得到综合利用或有效处置。在采取本报告书提出的各项污染防治措施后，项目排放的污染物对区域环境质量影响不大，能达到各环境功能区划的要求。

## （3）资源利用上限

本项目位于华能（福建）能源开发有限公司福州分公司现有用地范围内，属于长乐闽江口工业区，电厂现有用水直接抽取闽江水，厂内用电自给。本技改项目建成运营后，可减少燃煤用量，不会新增消耗水、燃煤等资源，消耗的少量电能等相对区域资源利用总量较少，对项目区域资源供给能力影响较小。项目运营后的资源利用不会突破区域的资源利用上线。

## （4）生态环境准入清单

本项目为掺烧污泥发电（燃煤耦合生物质发电）技改项目，对照“全省生态环境总体准入要求”，本项目不属于全省陆域范围内空间布局约束的新建煤电项目，符合《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12 号）规定的“福建省生态环境总体准入要求（陆域）”，同时对照“福州市生态环境总体准入要求”，项目整体上符合《福州市人民政府关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》（榕政综〔2021〕178 号）规定的“福州市生态环境总体准入要求（陆域）”。

综上所述，项目选址和建设符合“三线一单”控制要求。

## 1.4 关注的主要环境问题

本项目为掺烧污泥发电（燃煤耦合生物质发电）项目，根据项目建设特点及类比调查分析，本项目主要环境问题：

（1）施工期：主要包括施工扬尘、施工噪声、施工废水和建筑垃圾等对周

围环境的影响。

（2）运营期：以废气污染及其防治措施为重点，同时兼顾土壤、地下水、固废等的环境影响。

## 1.5 环境影响评价的主要结论

### （1）水环境

本技改项目不产生生产废水，岗位职工由电厂抽调厂内现有员工进行生产管理，不新增员工，不新增生活污水，不会对周边的地表水环境产生新的影响。

### （2）大气环境

项目所在区域大气环境规划为二类功能区。根据环境现状监测结果，评价区域大气环境质量现状较好，符合二类大气环境功能区划，且具有一定的大气环境容量。

本项目主要大气污染物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、烟尘、Hg、Pb、Cd、As、HCl、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、二噁英等，经落实各项环保措施后不会对大气环境造成明显影响。三期机组技改后，需新增设置卫生防护距离为以污泥车间边界至四周 100m 的范围内，结合电厂原脱硝技术改造工程的环评及其批复要求，已在液氨罐区设置 600m 的卫生防护距离，即在以上 2 个距离内严禁建设居住区、学校、医院等对环境敏感性较强的建筑，经调查，项目污泥车间卫生防护距离均在电厂现有用地范围内，其周边 100m 范围内无居民点、医院、学校等敏感目标，同时根据《华能福州电厂 3 号锅炉脱硝技改工程竣工环境保护验收监测表》（福建省环境监测中心站，2013.1），液氨罐区 600 m 卫生防护距离内居民已搬迁。项目建设符合大气环境功能区划要求。

### （3）声环境

项目所在区域声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准，周边敏感点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。根据现场监测，该区域声环境现状较好，各监测值均能达标。本项目噪声源主要是设备噪声，采取噪声污染防治措施后对周围环境影响不大。电厂周边离项目最近的敏感点为东南侧的东安村，其与项目的最近距离为 450m（与电厂厂界的最近距离为 87m），项目产生的噪声对敏感点声环境几乎无影响，本项目建设符合声环境功能区划要求。

#### （4）固体废物

三期机组锅炉掺烧污泥后总烟气量变化不大，对现有锅炉烟气脱硫、脱硝系统影响较小，对于脱硫、脱硝和公用工程产生的固废量（脱硫废水污泥、废脱硝催化剂等）变化可忽略不计。同时由于本技改项目岗位职工由电厂抽调厂内现有员工进行生产管理，不新增员工，因此电厂内生活垃圾量没有发生变化。项目掺烧后的锅炉炉渣、脱硫石膏可按现有的处置方式，按照一般固废管理和处理，全部外售综合利用。飞灰应进行危废鉴别，如鉴别为一般固废，则外售综合利用，如鉴别为危废，则委托有危险废物处置资质单位进行处理。华能福州分公司在强化管理，做好固废的收集、贮存和清运工作，认真落实上述各项环保措施后，经处置后固废基本不会对环境造成二次污染，项目产生的固体废物对周边环境影响不大。

综上，华能（福建）能源开发有限公司福州分公司三期 2×660MW 机组锅炉掺烧污泥技改项目符合国家产业政策，符合行业及环境保护相关技术政策，项目选址可行，总平面布局基本合理。项目拟采用的污染防治措施经济合理，技术成熟可行，各污染物可实现达标排放，满足环境功能要求；项目潜在的环境风险属可接受水平；项目建设具有较好的环境效益和一定的经济效益，技改后三期机组的总量控制因子排放量未超过其已有的总量控制指标，建设单位在加强环境管理，严格遵守环保“三同时”制度，确保环保投入，认真落实本报告书所提出的各项环保对策措施和风险防控措施的前提下，从环境影响角度分析，项目建设可行。

## 2 总则

### 2.1 编制依据

#### 2.1.1 法律法规与相关政策

(1)《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起实施；

(2)《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订并实施；

(3)《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修订并实施；

(4)《中华人民共和国水污染防治法》，2017 年 6 月 27 日修订，2018 年 1 月 1 日实施；

(5)《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2018 年 12 月 29 日修订并实施；

(6)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月 29 日修订，2020 年 9 月 1 日实施；

(7)《中华人民共和国土壤污染防治法》，2018 年 8 月 31 日审议通过，2019 年 1 月 1 日起实施；

(8)《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月 2 日修订；

(9)《中华人民共和国水土保持法》，2010 年 12 月 25 日修订通过，2011 年 3 月 1 日实施；

(10)《中华人民共和国土地管理法》，2004 年 8 月修订；

(11)《中华人民共和国城乡规划法》（中华人民共和国主席令 74 号），2007 年 10 月 28 日通过，2008 年 1 月 1 日起实施；

(12)《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012 年 2 月 29 日修订；

(13)《中华人民共和国循环经济促进法》，2018 年 10 月 26 日修订并实施；

(14)《中华人民共和国节约能源法》，2018 年 10 月 26 日修订并实施；

(15)《建设项目环境保护管理条例》，（国务院 682 号令），2017 年 10 月 1 日起实施；

(16)《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部公告 2017 年第

43 号），2017 年 10 月 1 日实施；

（17）《国家危险废物名录（2021 年版）》（生态环境部令第 15 号），2021 年 1 月 1 日实施；

（18）《突发环境事件应急管理办法》，环境保护部第 34 号令，2015 年 6 月 5 日；

（19）《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发[2015]4 号）；

（20）《关于印发<企业突发环境事件风险评估指南（试行）>的通知》（环办[2014]34 号）；

（21）《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》（环境保护部，环发〔2013〕103 号），2013 年 11 月 14 日发布，自 2014 年 1 月 1 日起实施；

（22）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部 部令 第 4 号），自 2019 年 1 月 1 日起实施。

（23）《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策（试行）》（住房和城乡建设部、环境保护部、科学技术部印发，建城[2009]23 号），2009 年 2 月 18 日实施；

（24）《关于发布<城镇污水处理厂污泥处理处置污染防治最佳可行技术指南(试行)>的公告》（环境保护部公告 2010 年第 26 号），2010 年 3 月；

（25）《关于加强危险废物鉴别工作的通知》（环办固体函〔2021〕419 号）；

（26）《危险废物转移管理办法》（部令 第 23 号 2021 年 11 月 30 日）；

（27）《一般工业固体废物管理台账制定指南》（公告 2021 年第 82 号 2021 年 12 月 30 日）；

（28）《关于推进危险废物环境管理信息化有关工作的通知》（环办固体函〔2020〕733 号）。

### 2.1.2 地方法规、政策与相关规划

（1）《福建省环境保护条例》福建省人民代表大会常务委员会（2002 年 1 月 20 日，2012 年 3 月 31 日修订）；

（2）《福建省大气污染防治条例》（2019 年 1 月 1 日实施）；

- (3) 《福建省水污染防治条例》（2021 年 11 月 1 日实施）
- (4) 《福建省水土保持条例》（2014 年 7 月 1 日实施）；
- (5) 《福建省大气污染防治行动计划实施细则》（闽政办〔2014〕72 号）；
- (6) 《福建省水污染防治行动计划工作方案》（闽政〔2015〕26 号）；
- (7) 《福建省人民政府关于印发福建省土壤污染防治行动计划实施方案的通知》（闽政〔2016〕45 号）；
- (8) 《福建省环保厅贯彻环保部关于进一步推进建设项目环境监理工作的通知》（闽环发〔2012〕28 号（2012 年））；
- (9) 《福建省固体废物环境信息化应用管理规定（试行）》（2021 年 10 月）；
- (10) 《福建省生态功能区划》，福建省人民政府（2010 年 1 月）；
- (11) 《福州市大气污染防治行动计划实施细则》（榕政综〔2014〕27 号）；
- (12) 《福州市水污染防治行动计划工作方案》（榕政综〔2015〕390 号）；
- (13) 《福州市土壤污染防治行动计划实施方案》（榕政综〔2017〕36 号）。

### 2.1.3 导则及技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则——总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则——大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (3) 《环境影响评价技术导则——地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则——地下水环境》（HJ610-2016）；
- (5) 《环境影响评价技术导则——声环境》（HJ2.4-2009）；
- (6) 《环境影响评价技术导则——生态影响》（HJ19-2011）；
- (7) 《环境影响评价技术导则——土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (9) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环保部 2017 年第 43 号）
- (10) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）。

### 2.1.4 项目文件

- (1) 《华能福州电厂三期 2×660MW 机组锅炉掺烧污泥可行性研究报告》，西安热工研究院有限公司，2020 年 6 月；

(2) 项目其他相关资料。

## 2.2 环境影响因素识别和评价因子筛选

### 2.2.1 环境影响因素识别

根据本项目建设和运行阶段工艺流程和污染物排放特征，以及项目所处地区环境状况，采用矩阵法对该项目可能产生的环境影响活动、及受该工程影响的环境要素进行识别，其结果见表 2.2-1。

表 2.2-1 环境影响因素识别表

环境影响资源程度 开发活动		自然环境				社会经济环境	
		环境空气	地表水	地下水	声环境	土壤环境	人群健康
施工期	废气排放	-1D					
	废水排放		-1D				
	噪声排放				-1D		
	固体废物		-1D				
运营期	废气排放	-2C				-1C	-1C
	废水排放						
	噪声排放				-1C		
	固体废物			-1C		-1C	-1C
	环境风险	-1Q	-1Q	-1Q		-1Q	-1Q
	社会经济						+1C

注：表中 D 表示短期，C 表示长期，Q 表示潜在的影响；“1”表示较小，“2”表示有一定影响，“3”表示较大。“-”表示负影响，“+”表示正影响；空白表示相互作用不明显。

从表 2.2-1 可以看出，项目施工期的影响主要包括施工废气（扬尘）、施工废水、施工噪声及施工固废（建筑垃圾）等对周边环境的影响，该影响较小，且是短期影响。项目运营期对环境的影响是多方面的，其中最主要的是项目生产废气等对周边大气环境的影响，其次是固体废物，运营期的影响则是长期的。

对环境的正影响则主要表现在社会经济环境，该项目建设过程中增加就业率，运营期污泥的处置有利于经济、社会、环境的发展。

### 2.2.2 评价因子

(1) 大气环境

①现状评价因子

根据《环境影响评价技术导则——大气环境》（HJ2.2-2018）的要求，通过分析项目大气污染物排放特征及所在地环境空气污染特征，选取 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO、O<sub>3</sub>、汞及其化合物、铅及其化合物、镉及其化合物、砷及其化合物、铬及其化合物、铜及其化合物、镍及其化合物、锑及其化合物、钴及其化合物、NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S、HCl、二噁英类、氟化物共 20 项作为环境空气质量现状评价因子。

#### ②影响预测因子

本项目选取 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、Hg、Pb、Cd、As、HCl、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、二噁英作为环境空气影响预测因子。

#### （2）地表水环境

现状评价因子：根据项目外排废水水质污染特征及《环境影响评价技术导则——地表水环境》（HJ2.3-2018）的要求，选取 pH、水温、溶解氧、BOD<sub>5</sub>、高锰酸盐指数、NH<sub>3</sub>-N、SS、总磷共 8 项指标作为地表水环境质量现状评价因子。

#### （3）地下水环境

根据《环境影响评价技术导则——地下水环境》（HJ610-2016）的要求，选取地下水环境质量现状评价因子如下：

常规因子：pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬(六价)、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量（COD<sub>Mn</sub>法）、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数。

特征因子：铜、锑、镍、钴、铊、多氯联苯、氯苯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯。

#### （4）声环境

##### ①现状评价因子

按《环境影响评价技术导则——声环境》（HJ2.4-2009）的要求，采用等效连续 A 声级作为声环境质量现状评价量。

##### ②预测因子

等效连续 A 声级。

#### （5）固体废物

固体废物影响分析以项目产生的一般工业固体废物、危险废物进行分析。

#### （6）土壤环境

①现状评价因子

选取铜、铅、镉、镍、砷、汞、六价铬、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、锑、钴、二噁英共 48 项作为土壤环境现状评价因子。

②影响分析

影响预测因子：Hg、Pb、Cd、As、二噁英。

根据环境影响识别结果，本项目评价因子筛选结果见表 2.2-2。

表 2.2-2 项目评价因子筛选结果一览表

类别	要素	评价因子
环境 质量 现状 评价	环境空气质量现状	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 、汞及其化合物、铅及其化合物、镉及其化合物、砷及其化合物、铬及其化合物、铜及其化合物、镍及其化合物、锑及其化合物、钴及其化合物、NH <sub>3</sub> 、H <sub>2</sub> S、HCl、二噁英类、氟化物
	地表水环境质量现状	pH、水温、溶解氧、BOD <sub>5</sub> 、高锰酸盐指数、NH <sub>3</sub> -N、SS、总磷
	地下水环境质量现状	pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氟化物、砷、汞、铬(六价)、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量（COD <sub>Mn</sub> 法）、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数、铜、锑、镍、钴、铊、多氯联苯、氯苯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯
	声环境质量现状	等效连续 A 声级
	土壤环境质量现状	铜、铅、镉、镍、砷、汞、六价铬、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、

类别	要素	评价因子	
		蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、镉、钴、二噁英	
环境影响 预测 与评价	运营 期	环境空气影响预测与评价	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、Hg、Pb、Cd、As、HCl、H <sub>2</sub> S、NH <sub>3</sub> 、二噁英
		地表水环境影响分析	定性分析
		地下水影响预测与评价	定性分析
		噪声环境影响预测与评价	等效连续 A 声级
		固体废物环境影响分析	固体废物
		土壤环境影响分析	Hg、Pb、Cd、As、二噁英

## 2.3 环境功能区划和评价标准

### 2.3.1 环境功能区划

#### 2.3.1.1 环境空气功能区划

根据《福州市人民政府关于印发福州市环境空气质量功能区划和福州市声环境功能区划的通知》（榕政综[2014]30号），除一类区以及一类区、二类区缓冲带以外的区域（包括居住、商业、工业混杂区以及新建的工业区、农村地区）为二类区。

本项目位于福州市长乐区东安村，项目所在位置属于“一类区以及一类区、二类区缓冲带以外的区域”，为二类区。环境空气功能区划图见图 2.3-1。

#### 2.3.1.2 地表水环境功能区划

本项目周边水体为项目北侧的闽江，根据《福州市地表水环境功能区划定方案》，项目北侧闽江水域属于“马尾水厂备用水源取水口下游 300m 至金刚腿断面”，水体主要功能为“渔业用水、工业用水”，环境功能类别为 III 类功能区。地表水环境功能区划图见图 2.3-2。

图 2.3-1 福州市环境空气功能区划图

图 2.3-2 福州市地表水环境功能区划图

### 2.3.1.3 生态环境功能区划

根据《福建省生态功能区划》，项目位于Ⅱ闽东南生态区，Ⅱ<sub>2</sub>闽东南沿海台丘平原与近岸海域生态亚区，编号为“5102”的福州外围城镇和城郊农业生态功能区，本技改项目为电厂锅炉掺烧污泥项目（属于燃煤耦合生物质发电项目），作为污泥的资源化、减量化的具体措施，符合循环经济和清洁生产，并且掺烧后废气依托现有厂区的烟气治理措施处理后可实现达标排放，因此符合该生态功能区的保护措施与发展方向的要求，具体要求详见表 2.3-1。

表 2.3-1 项目所在地的生态功能区划简表

生态功能分区单元			所在区域与面积	主要生态环境问题	生态环境敏感性	主要生态系统服务功能	保护措施与发展方向
生态区	生态亚区	生态功能区					
Ⅱ	Ⅱ <sub>2</sub>	5102	闽侯县中南部，长乐市全部，琅岐经济区全部，马尾区中北部，地理坐标 118°59'~120°04'E，25°41'~26°20'N，面积 1596.0 km <sup>2</sup> 。	乡镇企业污染、畜禽养殖污染和农业面源污染较严重，影响用水安全和闽江河口湿地的水生生态环境；城市和重点城镇环保设施建设滞后；非农建设不断侵占闽江湿地，影响闽江蓄洪、排洪以及河口湿地生态系统。	土壤侵蚀敏感与轻度敏感、酸雨轻度敏感与敏感、地质灾害轻度敏感与敏感	城镇生态环境、饮用水源保护、城郊农业生态环境、自然与人文景观保护	<b>建设生态城镇和生态工业区，发展循环经济和清洁生产，加快城镇环保设施建设，完善污水和垃圾处理系统，加强大气和水环境监控；</b> 发展优质高效的生态农业，建设无公害食品和绿色食品基地，控制农业面源污染和畜禽养殖污染；加强饮用水源地保护，确保水源地水质安全；继续植树造林，加强土壤侵蚀与石漠化敏感区、滨海风沙区的生态环境保育和采矿区的生态恢复；采用法律手段加强湿地保护。

图 2.3-3 福建省生态功能区划关系图

## 2.3.2 评价标准

### 2.3.2.1 环境质量标准

#### (1) 水环境质量标准

##### ①地表水

根据《福州市地表水环境功能区划定方案》，项目北侧闽江水域为“马尾水厂备用水源取水口下游 300 m 至金刚腿断面”水域范围内，水体主要功能为渔业用水、工业用水，环境功能类别为 III 类，水质执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准，具体标准见表 2.3-2。

**表 2.3-2 地表水环境质量标准限值 单位：mg/L（除 pH 值外）**

序号	项目	III类
1	pH	6~9
2	溶解氧≥	5
3	高锰酸盐指数≤	6
4	BOD <sub>5</sub> ≤	4
5	NH <sub>3</sub> -N≤	1.0
6	总磷（以 P 计）≤	0.2

##### ②地下水

本项目区地下水环境质量标准执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准，具体标准见表 2.3-3。

**表 2.3-3 地下水质量标准 单位：mg/L**

序号	指标	III类
1	pH（无量纲）	6.5≤pH≤8.5
2	氨氮（以 N 计）/（mg/L）	≤0.50
3	总硬度（以 CaCO <sub>3</sub> 计）/（mg/L）	≤450
4	挥发性酚类（以苯酚计）/（mg/L）	≤0.002
5	耗氧量（COD <sub>Mn</sub> 法，以 O <sub>2</sub> 计）/（mg/L）	≤3.0
6	硫酸盐/（mg/L）	≤250
7	硝酸盐（以 N 计）/（mg/L）	≤20.0
8	氯化物/（mg/L）	≤250
9	亚硝酸盐（以 N 计）/（mg/L）	≤1.00
10	氰化物/（mg/L）	≤0.05
11	溶解性总固体/（mg/L）	≤1000
12	总大肠菌群（MPN/ml 或 CFU/ml）	≤3.0

序号	指标	III类
13	菌落总数 (CFU/ml)	≤100
14	砷/ (mg/L)	≤0.01
15	汞/ (mg/L)	≤0.001
16	铬 (六价) / (mg/L)	≤0.05
17	铅/ (mg/L)	≤0.01
18	氟化物/ (mg/L)	≤1.0
19	镉/ (mg/L)	≤0.005
20	铁/ (mg/L)	≤0.3
21	锰/ (mg/L)	≤0.10
22	铜/ (mg/L)	≤1.0
23	铍/ (mg/L)	≤0.005
24	镍/ (mg/L)	≤0.02
25	钴/ (mg/L)	≤0.05
26	铊/ (mg/L)	≤0.0001
27	多氯联苯/ (μg/L)	≤0.5
28	氯苯/ (μg/L)	≤300
29	邻二氯苯/ (μg/L)	≤1000
30	对二氯苯/ (μg/L)	≤300
31	三氯苯/ (μg/L)	≤20

(2) 大气环境质量标准

本项目评价范围所在区域环境空气为二类功能区，大气环境执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其修改单的二级标准。其中 NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S 和氯化氢参照执行《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)中附录 D 的其他污染物空气质量浓度参考限值，二噁英参照日本环境厅中央环境审议会制定的年均浓度标准 (0.6pgTEQ/m<sup>3</sup>) 执行，具体标准详见表 2.3-4。

表 2.3-4 环境空气质量评价执行标准

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值		标准来源
			一级	二级	
1	SO <sub>2</sub>	年平均	20μg/m <sup>3</sup>	60μg/m <sup>3</sup>	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 及其修改单
		24 小时平均	50μg/m <sup>3</sup>	150μg/m <sup>3</sup>	
		1 小时平均	150μg/m <sup>3</sup>	500μg/m <sup>3</sup>	
2	NO <sub>2</sub>	年平均	40μg/m <sup>3</sup>	40μg/m <sup>3</sup>	
		24 小时平均	80μg/m <sup>3</sup>	80μg/m <sup>3</sup>	
		1 小时平均	200μg/m <sup>3</sup>	200μg/m <sup>3</sup>	
3	PM <sub>10</sub>	年平均	40μg/m <sup>3</sup>	70μg/m <sup>3</sup>	
		24 小时平均	50μg/m <sup>3</sup>	150μg/m <sup>3</sup>	

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值		标准来源
			一级	二级	
4	PM <sub>2.5</sub>	年平均	15μg/m <sup>3</sup>	35μg/m <sup>3</sup>	《环境影响评价技术导则 大气环境》 (HJ2.2-2018) 附录 D  日本环境厅中央环境 审议会制定的环境标 准
		24 小时平均	35μg/m <sup>3</sup>	75μg/m <sup>3</sup>	
5	CO	24 小时平均	4 mg/m <sup>3</sup>	4mg/m <sup>3</sup>	
		1 小时平均	10mg/m <sup>3</sup>	10mg/m <sup>3</sup>	
6	O <sub>3</sub>	日最大 8 小时平均	100μg/m <sup>3</sup>	160μg/m <sup>3</sup>	
		1 小时平均	160μg/m <sup>3</sup>	200μg/m <sup>3</sup>	
7	汞及其化合物	年平均	0.05μg/m <sup>3</sup>		
8	铅及其化合物	年平均	0.5μg/m <sup>3</sup>		
		季平均	1.0μg/m <sup>3</sup>		
9	镉及其化合物	年平均	0.005μg/m <sup>3</sup>		
10	砷及其化合物	年平均	0.006μg/m <sup>3</sup>		
11	氟化物	24 小时平均	7μg/m <sup>3</sup>		
		1 小时平均	20μg/m <sup>3</sup>		
12	NH <sub>3</sub>	1 小时平均	200μg/m <sup>3</sup>		
13	H <sub>2</sub> S	1 小时平均	10μg/m <sup>3</sup>		
14	HCl	24 小时平均	15μg/m <sup>3</sup>		
15		1 小时平均	50μg/m <sup>3</sup>		
16	二噁英类	年平均	0.6TEQpg/m <sup>3</sup>		

### (3) 声环境质量标准

本项目所在区域属于长乐闽江口工业区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准，周边居民区等敏感目标执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。具体标准详见表 2.3-5。

表 2.3-5 声环境质量标准 单位：dB(A)

类别	适用范围	昼间	夜间
2	以商业金融、集市贸易为主要功能，或者居住、商业、工业混杂，需要维护住宅安静的区域。	60	50
3	以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域	65	55

(4) 土壤环境质量标准

华能福州分公司内土壤环境执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地土壤污染风险筛选值限值要求，电厂周边的居住用地土壤环境执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地土壤污染风险筛选值限值要求，标准值详见表 2.3-6。电厂周边的农用地土壤环境执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 标准，标准值详见表 2.3-7。

表 2.3-6 建设用地土壤污染风险筛选值 单位：mg/kg

序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值	
			第一类用地	第二类用地
<b>基本项目</b>				
重金属和无机物				
1	砷	7440-38-2	20	60
2	镉	7440-43-9	20	65
3	铬（六价）	18540-29-9	3.0	5.7
4	铜	7440-50-8	2000	18000
5	铅	7439-92-1	400	800
6	汞	7439-97-6	8	38
7	镍	7440-02-0	150	900
挥发性有机物				
8	四氯化碳	56-23-5	0.9	2.8
9	氯仿	67-66-3	0.3	0.9
10	氯甲烷	74-87-3	12	37
11	1,1-二氯乙烷	75-34-3	3	9
12	1,2-二氯乙烷	107-06-2	0.52	5
13	1,1-二氯乙烯	75-35-4	12	66
14	顺-1,2-二氯乙烯	156-59-2	66	596
15	反-1,2-二氯乙烯	156-60-5	10	54
16	二氯甲烷	75-09-2	94	616
17	1,2-二氯丙烷	78-87-5	1	5
18	1,1,1,2-四氯乙烷	630-20-6	2.6	10
19	1,1,2,2-四氯乙烷	79-34-5	1.6	6.8
20	四氯乙烯	127-18-4	11	53
21	1,1,1-三氯乙烷	71-55-6	701	840
22	1,1,2-三氯乙烷	79-00-5	0.6	2.8
23	三氯乙烯	79-01-6	0.7	2.8

序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值	
			第一类用地	第二类用地
24	1,2,3-三氯丙烷	96-18-4	0.05	0.5
25	氯乙烯	75-01-4	0.12	0.43
26	苯	71-43-2	1	4
27	氯苯	108-90-7	68	270
28	1,2-二氯苯	95-50-1	560	560
29	1,4-二氯苯	106-46-7	5.6	20
30	乙苯	100-41-4	7.2	28
31	苯乙烯	100-42-5	1290	1290
32	甲苯	108-88-3	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	108-38-3, 106-42-3	163	570
34	邻二甲苯	95-47-6	222	640
半挥发性有机物				
35	硝基苯	98-95-3	34	76
36	苯胺	62-53-3	92	260
37	2-氯酚	95-57-8	250	2256
38	苯并[a]蒽	56-55-3	5.5	15
39	苯并[a]芘	50-32-8	0.55	1.5
40	苯并[b]荧蒽	205-99-2	5.5	15
41	苯并[k]荧蒽	207-08-9	55	151
42	蒽	218-01-9	490	1293
43	二苯并[a,h]蒽	53-70-3	0.55	1.5
44	茚并[1,2,3-cd]芘	193-39-5	5.5	15
45	萘	91-20-3	25	70
重金属和无机物				
46	镉	7440-36-0	20	180
47	钴	7440-48-4	20	70
48	二噁英类	-	1×10 <sup>-5</sup>	4×10 <sup>-5</sup>

表 2.3-7 农用地土壤污染风险筛选值 单位：mg/kg

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	250
		其他	50	50	200	200
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

注：①重金属和类重金属砷均按元素总量计。

②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。

### 2.3.2.2 污染物排放标准

#### (1) 废水

本技改项目不新增员工，由电厂分配现有员工进行管理，现在员工生活污水经厂区内现有生活污水处理设施处理后回用于脱硫制浆补水、煤场补水等，不排放。煤场含煤废水、工业废水、脱硫废水经现有的废水处理设施处理后回用，不外排。

#### (2) 废气

##### ①锅炉烟气

本项目依托华能福州分公司三期 2×660MW 机组锅炉进行污泥掺烧，污泥进入锅炉掺烧后，锅炉烟气经配套的脱硝、除尘、脱硫系统处理后，由现有的 210m 高的烟囱（三期烟囱）高空排放。

根据《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）及原国家环境保护部《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》（公告 2013 年第 14 号）相关要求，华能福州电厂锅炉烟气中烟尘、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物、烟气黑度执行《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）表 2 标准。具体标准详见表 2.3-8。

表 2.3-8 锅炉烟气污染物排放标准限值

序号	项目	排放限值	污染物排放监控位置	标准来源
1	烟尘	20 mg/m <sup>3</sup>	烟囱或烟道	《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）表
2	二氧化硫	50 mg/m <sup>3</sup>		

序号	项目	排放限值	污染物排放 监控位置	标准来源
3	氮氧化物（以 NO <sub>2</sub> 计）	100 mg/m <sup>3</sup>		2 标准
4	汞及其化合物	0.03 mg/m <sup>3</sup>		
5	烟气黑度 （林格曼黑度，级）	1	烟囱排放口	

由于目前国家尚未颁布火电厂掺烧污泥项目烟气中其他重金属、HCl 和二噁英等污染物排放标准，目前国内已审批项目的排放标准均参照执行《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）（例如福州市生态环境局关于《福州和特新能源有限公司年处理 15 万吨污泥项目环境影响报告书》的批复意见（榕融环评〔2022〕13 号）、南京市生态环境局关于大唐南京发电厂协同处置污泥掺烧项目环境影响报告书的批复（宁环建〔2019〕18 号）等），因此，本项目三期机组锅炉掺烧污泥后废气中其他重金属、HCl 和二噁英排放参照执行《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）及其修改单要求。

表 2.3-9 《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）

序号	污染物	排放限值	取值时间
1	HCl	60 mg/m <sup>3</sup>	1 小时均值
		50 mg/m <sup>3</sup>	24 小时均值
2	镉、铊及其化合物（以 Cd+Tl 计）	0.05 mg/m <sup>3</sup>	测定均值
3	锑、砷、铅、铬、钴、铜、锰、镍及其化合物 （以 Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni 计）	1.0 mg/m <sup>3</sup>	测定均值
4	二噁英	0.1 ngTEQ/m <sup>3</sup>	测定均值

由于电厂内所有机组于 2016 年进行了超低排放改造，根据《关于印发〈煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020 年）〉的通知》（发改能源〔2014〕2093 号），东部地区（辽宁、北京、天津、河北、山东、上海、江苏、浙江、福建、广东、海南等 11 省市）新建燃煤发电机组大气污染物排放浓度基本达到燃气轮机组排放限值（即在基准氧含量 6%条件下，烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于 10、35、50 毫克/立方米），同时根据电厂排污许可证（证书编号：91350182MA35BFPE1J001P），项目营运期锅炉烟气中的烟尘、二氧化硫、氮氧化物的排放浓度承诺按上述排放限值进行控制。具体承诺排放浓度限值详见表 2.3-10。

**表 2.3-10 营运期电厂承诺锅炉烟气更加严格排放浓度限值**

序号	项目	排放限值 (mg/m <sup>3</sup> )	污染物排放 监控位置	浓度限值来源
1	烟尘	10	烟囱或烟道	《关于印发〈煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020年）〉的通知》（发改能源[2014]2093号）
2	二氧化硫	35		
3	氮氧化物 (以 NO <sub>2</sub> 计)	50		

②污泥仓恶臭废气

项目污泥仓无组织排放的恶臭废气执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的恶臭污染物厂界二级标准值，标准值见表 2.3-11。

**表 2.3-11 《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）新改扩建二级标准**

污染源种类	污染物名称	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
污泥仓恶臭	氨	厂界浓度 1.5
	硫化氢	厂界浓度 0.06

③施工期扬尘

本项目施工期产生的粉尘及扬尘，其排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中无组织排放监控浓度限值，标准值见表 2.3-12。

**表 2.3-12 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准**

污染物	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0

(3) 噪声

项目运营期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准，具体标准详见表 2.3-13。

**表 2.3-13 工业企业厂界环境噪声排放标准 单位：dB(A)**

厂界外声环境功能区类别	昼间	夜间
2 类	60	50

施工期场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准，具体标准详见表 2.3-14。

**表 2.3-14 建筑施工场界环境噪声排放限值 单位：dB(A)**

昼间	夜间
70	55

注：1、夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB（A）。

2、当场界距噪声敏感建筑物较近，其室外不满足测量条件时，可在噪声敏感建筑物室

内测量，并将表 2.3-14 中相应的限值减 10dB（A）作为评价依据。

### 2.3.2.3 其他标准

项目一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；危险废物按《国家危险废物名录（2021 年版）》、《危险废物鉴别标准》（GB5085-2007）认定，执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单的要求。

## 2.4 评价等级和评价范围

本项目各环境要素评价等级及范围见表 2.4-1。

表 2.4-1 评价等级及范围一览表

环境要素	评价等级	评价范围
大气	一级	以三期机组为中心区域，边长为 6km 的矩形区域
地表水	三级 B	/
地下水	三级	项目周边 6km <sup>2</sup> 范围区域
声环境	三级	项目厂界外 200m 范围区域
土壤	二级	以三期机组为中心区域，边长为 6km 的矩形区域
生态环境	简要分析	/

### 2.4.1 大气环境

根据项目工程分析和生产工艺特点，项目大气污染物主要为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、Hg、Pb、Cd、As、HCl、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、二噁英等，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），计算各污染物的最大地面浓度占标率 Pi（下标 i 为第 i 个污染物），Pi 的定义为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}} \times 100\%$$

式中：Pi——第 i 个污染物的最大地面空气质量浓度占标率，%；

C<sub>i</sub>——采用估算模式计算出的第 i 个污染物的最大 1h 地面空气质量浓度，mg/m<sup>3</sup>；

C<sub>0i</sub>——第 i 个污染物的环境空气质量浓度标准，ug/m<sup>3</sup>；

C<sub>0i</sub> 一般选用 GB 3095 中 1h 平均质量浓度的二级浓度限值，如项目位于一类环境空气功能区，应选择相应的一级浓度限值；对该标准中未包含的污

染物，使用各评价因子 1h 平均质量浓度限值。对仅有 8h 平均质量浓度限值、日平均质量浓度限值或年平均质量浓度限值的，可分别按 2 倍、3 倍、6 倍折算为 1h 平均质量浓度限值。

**表 2.4-2 大气评价级别判据**

评价工作等级	评价工作等级判据
一级	$P_{\max} \geq 10\%$
二级	$1\% \leq P_{\max} < 10\%$
三级	$P_{\max} < 1\%$

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)附录 B 中的规定，估算模型 AERSCREEN 的地表参数根据模型特点取项目周边 3km 范围内占地面积最大的土地利用类型来确定，根据调查，本项目周边 3km 范围内占地面积最大的土地利用类型为城市，具体详见表 2.4-3、图 2.4-1。

**表 2.4-3 项目周边 3km 范围内土地利用类型一览表**

序号	地表类型	占地面积 (km <sup>2</sup> )	土地利用类型占比
1	城市建成区	14.97	53.0%
2	落叶林	6.42	22.7%
3	农用地	0.62	2.2%
4	水面	6.24	22.1%



图 2.4-1 项目周边 3km 范围内土地利用类型图

表 2.4-4 估算模式计算参数列表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	城市
	人口数（城市选项时）	394 万
最高环境温度/°C		39.4
最低环境温度/°C		-1.8
土地利用类型		建设用地
区域湿度条件		潮湿气候
是否考虑地形	考虑地形	是
	地形数据分辨率/m	90
是否考虑岸线烟熏	考虑岸线烟熏	否
	岸线距离/km	/
	岸线方向/°	/

表 2.4-5 估算模式计算结果一览表

污染源		下风向最大地面浓度点				等级判定	
分类	污染物	最大落地浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	标准限值 C <sub>0</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	最大浓度占标率 P <sub>max</sub> (%)	D <sub>10%</sub> (m)		
点源	三期 烟囱 (锅炉 烟气)	SO <sub>2</sub>	0.0143	0.5	2.87	/	二级
		NO <sub>2</sub>	0.0266	0.2	13.31	2950	一级
		PM <sub>10</sub>	0.00228	0.45	0.51	/	三级
		PM <sub>2.5</sub>	0.00182	0.225	0.81	/	三级
		Hg	0.00000248	0.0003	0.83	/	三级
		Pb	0.00000253	0.003	0.08	/	三级
		Cd	0.000000098	0.00003	0.33	/	三级
		As	0.00000118	0.000036	3.27	/	三级
		HCl	0.0000399	0.05	0.08	/	三级
	二噁英	0.00000246	0.0036	0.07	/	三级	
面源	污泥 车间	NH <sub>3</sub>	0.0107	0.2	5.36	/	一级
		H <sub>2</sub> S	0.00307	0.01	30.74	50	一级

估算模式预测结果表明，本项目污染物的最大地面浓度占标率为：30.74%≥10%，最大 D<sub>10%</sub>为 NO<sub>2</sub> 落在 2950m。对照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），大气环境影响评价工作等级定为一级，评价范围为以三期机组厂址为中心区域，边长为 6km 的矩形区域。评价范围图见图 2.6-1。

### 2.4.2 地表水环境

本技改项目不新增废水，现有项目废水经厂区内污水处理系统处理后回用，

不外排。根据《环境影响评价技术导则—地面水环境》（HJ/T2.3-2018），本项目评价等级为三级 B。

**表 2.4-6 水污染影响型建设项目评价等级判定**

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q/（m <sup>3</sup> /d）；水污染物当量数 W/（无量纲）
一级	直接排放	Q≥20000 或 W≥600000
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	Q<200 且 W<6000
三级 B	间接排放	—

## 2.4.3 地下水

### 2.4.3.1 评价等级

本项目周边无集中式地下饮用水水源，无与地下水有关的其它保护区，地下水环境不敏感。

根据地下水环境影响评价项目类别划分，本技改项目属于“30 火力发电”，不涉及灰场，地下水评价项目类别为Ⅲ类。

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）地下水环境影响评价分级标准中的相关规定，本项目地下水环境影响评价工作等级为三级。

**表 2.4-7 地下水影响评价工作等级判定依据**

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

### 2.4.3.2 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中的查表法，确定本次地下水评价范围为项目周边 6km<sup>2</sup> 范围。

## 2.4.4 声环境

本次技改项目位于华能（福建）能源开发有限公司福州分公司的三期机组内，属于长乐闽江口工业区，声环境功能为 3 类区。电厂周边离三期机组最近的敏感

点为东南侧的东安村（人口约 456 人），其与三期机组的最近距离为 450m（与电厂厂界的最近距离为 87m），项目技改运营后，项目建设前后受项目噪声影响的人口基本不变。因此本项目噪声影响评价工作等级确定为三级。

### 2.4.5 生态环境

本项目位于华能（福建）能源开发有限公司福州分公司现有用地范围内，属于长乐闽江口工业区，不新征用地，主要在现有厂区三期机组内新增污泥存储输送系统、干化处理系统（干化一体机）、炉烟管道系统（含增压风机、锅炉接口）等。本项目为工业用地，建设占地不涉及特殊生态敏感区与重要生态敏感区，处于一般区域，本项目工程影响范围小于 20km<sup>2</sup>，对场址周围生态环境影响程度影响不大，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）中的评价工作分级原则，本项目生态环境影响不定评价等级，仅进行简要分析，重点分析对土壤环境的影响。

### 2.4.6 土壤

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）。对照导则附录 A 的表 A.1，本项目属于“火力发电（燃气发电除外）”项目，属于 II 类项目，项目占地面积约 0.0622hm<sup>2</sup>，属于小型项目，项目周边有居民区、耕地等敏感目标，土壤评价等级为二级。由于本项目为大气沉降途径影响项目，因此评价范围定为与大气环境影响评价范围一致，即以项目位置为中心区域，边长为 6km 的矩形区域。

表 2.4-8 污染影响型评价工作等级划分表

占地规模 评价工作等级 敏感程度	I 类			II 类			III 类		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	—
不敏感	一级	二级	二级	三级	三级	三级	三级	—	—

## 2.4.7 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）中关于根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势。

### （1）危险物质及工艺系统危险性（P）分级确定

本工程为利用现有火电厂锅炉掺烧城镇生活污水厂污泥。本次技改前后风险物质厂界内储存量、贮存场所均未发生变化。改扩建后全厂原辅材料涉及危险化学品主要是：0#柴油，液氨，盐酸溶液，氢氧化钠溶液，上述危险化学品存储均依托现有工程已建罐区内的储罐：液氨储罐（1个 100m<sup>3</sup>），燃油储罐（2个 1000m<sup>3</sup>、2个 220m<sup>3</sup>），盐酸储罐（2个 8m<sup>3</sup>、2个 16m<sup>3</sup>、1个 25m<sup>3</sup>，2个 50m<sup>3</sup>），氢氧化钠储罐（2个 8m<sup>3</sup>、2个 16m<sup>3</sup>、2个 50m<sup>3</sup>），运营期厂区内没有新增危险化学品储存量。按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本次技改不涉及附录 B（表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量）中危险化学品，因此 Q<1，该改扩建项目环境风险潜势为I。

### （2）评价等级确定

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本次环境风险评价仅做简单分析。见表 2.4-9。

表 2.4-9 建设项目环境风险评价工作等级划定

环境风险潜势	IV、IV <sup>+</sup>	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 <sup>a</sup>
a: 是相对详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明，详见附录 A。				

## 2.5 评价工作内容和重点

根据工程污染特征，结合有关环保管理的政策和要求，本次环评的内容及工作重点如下：

（1）结合“污染物排放总量控制”、“污染物达标排放”等原则进行工程分析，查清项目各类污染因子、排污源强、排放方式以及排放规律，确定评价等级，重点为污染物产生量及产生特点的分析，评述项目对环境的影响及存在的环境问题，预测项目污染物排放对周围环境的影响。

(2) 在进行工程分析以及环境影响评价的基础上, 进行污染防治对策研究, 提出切实可行的环保措施。

(3) 根据有关资料, 结合项目与法律法规、环境功能区划和产业政策的相关性、总量控制要求、污染物达标排放和环境质量达标等方面, 对项目建设可行性进行分析。

## 2.6 环境保护目标

本技改项目位于福州市长乐区航城街道东安村 239 号华能（福建）能源开发有限公司福州分公司（原华能福州电厂）三期机组内, 属于长乐闽江口工业区, 根据现场调查, 项目评价范围不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区。项目评价范围内主要环境保护目标见表 2.6-1、图 2.6-1。

表 2.6-1 主要环境保护目标一览表

编号	环境要素	保护目标	距厂界最近距离		人口 (户、人)	功能区划要求
			方位	水平距离 (m)		
1	环境空气	东安村	E	87	153 户、456 人	二类区: 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 及其 修改单的二级标准
		祥洲村	ESE	657	446 户、1565 人	
		霞洲村	SE	833	753 户、2527 人	
		五里洋	SSE	1450	540 户、1980 人	
		琴江村	NNE	1280	157 户、418 人	
		洋屿村	NNE	1590	850 户、2366 人	
		五竹村	ENE	2290	198 户、613 人	
		湖里村	S	1380	450 户、1300 人	
		后安村	NNE	2330	482 户、1714 人	
		双峰镇	NNW	1950	109 户、360 人	
		马尾城区	W	1900	3627 户、11034 人	
		营前街道	SSW	2120	2311 户、6582 人	
		长安村	SSW	2230	365 户、1195 人	
		洋野村	SSE	2270	1000 户、6000 人	
	长乐城区	SE	2400	3957 户、9605 人		
	岐头村	SW	2980	390 户、1228 人		
3	地表水环境	闽江	NW	与华能电厂紧邻		III 类水体: 《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) III 类水质标准
4	地下水	项目场地所在水文地质单元				《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) III 类标准
5	声环境	东安村	E	87	153 户、456 人	《声环境质量标准》

编号	环境要素	保护目标	距厂界最近距离		人口 (户、人)	功能区划要求
			方位	水平距离 (m)		
						(GB3096-2008) 3 类区
6	土壤		项目场地内及周边土壤环境			《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》 (GB36600-2018) 第二类用地筛选值； 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》 (GB15618-2018) 表 1 标准

图 2.6-1 项目评价范围及境敏感目标分布图

## 3 现有工程回顾

### 3.1 现有工程环评批复及其竣工环保验收情况

华能（福建）能源开发有限公司福州分公司（原华能福州电厂）位于福州市长乐区航城街道东安村 239 号，电厂始建于 1986 年，1994 年 6 月 30 日改制后，成为华能国际电力股份有限公司第一批全资电厂之一。电厂 6 台机组分为三期建设（一期工程为 1、2 号机组，二期工程为 3、4 号机组，三期工程为 5、6 号机组），总装机容量达到 2720MW。同时 1~4 号机组于 2008 年进行了烟气脱硫改造，于 2010 年、2012 年先后进行了脱硝技术改造，2016 年 1~6 号机组进行了超低排放改造。

一期工程（1、2 号机组）2×350MW 燃煤发电机组，引进日本三菱成套设备、技术，一期工程环评于 1988 年 7 月由福建省环境保护局批复，两台机组先后于 1988 年 9 月和 12 月投产发电，1992 年 4 月通过环保验收。

二期工程（3、4 号机组）2×350MW 燃煤发电机组，锅炉、汽轮发电机组分别由英国巴布科克公司和德国西门子公司制造，二期工程环评于 1995 年 5 月由国家环境保护总局批复，两台机组于 1999 年 9 月投产，2001 年 6 月通过环保验收。

三期工程（5、6 号机组）2×660MW 国产超超临界燃煤发电机组，设备由哈尔滨锅炉厂、上海汽轮机有限公司和上海发电机有限公司供货，三期工程环评于 2007 年 7 月由国家环境保护总局批复，2010 年，由于三期工程的环保设施发生变更，原环评批复的“采用石灰石—石膏湿法脱硫工艺并安装气气热交换器（GGH），采用低氮氧化物燃烧技术并预留烟气脱除氮氧化物装置空间”，变更为“取消烟气脱硫系统中的 GGH 和旁路烟道，增设 SCR 烟气脱除氮氧化物装置，将露天煤场改为全封闭圆形煤场，将现有五竹水灰场改造为干灰场”，该变更于 2010 年 7 月由国家环境保护部办公厅出函同意，三期工程分别于 2010 年 7 月和 2010 年 11 月投入试运行，2011 年 8 月通过环保验收。

一、二期烟气脱硫技改工程，建设内容包括脱硫工艺系统、废水处理系统以及电气、仪表、自控系统等配套工程设施，烟气处理量为  $4 \times 1270000 \text{Nm}^3/\text{h}$ ，工

程环评于 2007 年 7 月由福建省环境保护局批复，2008 年 6 月投入试运行，2008 年 10 月通过环保验收。

1~4 号锅炉脱硝技术改造工程，建设内容包括还原剂贮存与制备系统、脱硝反应器系统以及电气、热控系统等配套工程设施，烟气处理量为 4×1221507Nm<sup>3</sup>/h，工程于 2008 年 10 月由福建省环境保护局批复，其中 1、2 号锅炉脱硝技改工程于 2010 年 9 月投入试运行，2011 年 8 月通过环保验收；3 号锅炉脱硝技改工程于 2012 年 12 月投入试运行，2012 年 6 月通过环保验收；4 号锅炉脱硝技改工程于 2012 年 3 月投入试运行，2013 年 12 月通过环保验收。

1~6 号机组超低排放改造工程，采用“低氮燃烧器+SCR 脱硝+静电除尘+石灰石-石膏湿法脱硫系统”工艺对 1~6 号机组废气处理系统进行改造，先后于 2016 年、2017 年投入运行，其中 3、4 号机组于 2016 年 9 月通过环保验收，5 号机组于 2017 年 2 月通过环保验收，6 号机组于 2017 年 8 月通过环保验收；1、2 号机组于 2017 年 12 月通过环保验收。

现有工程环评批复及验收情况见表 3.1-1。

**表 3.1-1 项目现有工程环评批复及验收情况一览表**

序号	建设工程	主要建设内容	环评批复	环保验收
1	一期工程 (1、2 号机组)	2×350MW 燃煤发电机组，引进日本三菱成套设备、技术，两台机组先后于 1988 年 9 月和 12 月投产发电	1988 年 7 月，福建省环境保护局，闽环保[1988]监 026 号	1992 年 4 月，福建省环境保护局，闽环保[1992]监 035 号
2	二期工程 (3、4 号机组)	2×350MW 燃煤发电机组，锅炉、汽轮发电机组分别由英国巴布科克公司和德国西门子公司制造，两台机组分别于 1999 年 9 月和 12 月投产	1995 年 5 月，国家环境保护总局，环监[1995]292 号	2001 年 6 月，国家环境保护总局，环验[2001]034 号
3	三期工程 (5、6 号机组)、 三期工程环保 设施变更	2×660MW 国产超超临界燃煤发电机组，设备由哈尔滨锅炉厂、上海汽轮机有限公司和上海发电机有限公司供货，工程于 2009 年 3 月开工建设，2011 年 5 月投入试运行	2007 年 7 月，国家环境保护总局，环审[2007]300 号； 2010 年 7 月，环境保护部，环审变办字[2010]17 号	2011 年 8 月，环境保护部，环验[2011]208 号

序号	建设工程	主要建设内容	环评批复	环保验收
4	一、二期烟气脱硫技改工程	一、二期烟气脱硫技改工程，建设内容包括脱硫工艺系统、废水处理系统以及电气、仪表、自控系统等配套工程设施，烟气处理量为4×1270000 Nm <sup>3</sup> /h	2007年7月，福建省环境保护局	2008年10月，福建省环境保护局
5	1~4号锅炉脱硝技术改造工程	1~4号锅炉脱硝技术改造，建设内容包括还原剂贮存与制备系统、脱硝反应器系统以及电气、热控系统配套工程设施，烟气处理量为4×1221507Nm <sup>3</sup> /h	2008年10月，福建省环境保护局	1~2号锅炉：2011年12月，福州市环境保护局
				4号锅炉：2012年6月，福州市环境保护局
				3号锅炉：2013年2月，福州市环境保护局
6	1~6号机组超低排放改造	采用“低氮燃烧器+SCR脱硝+静电除尘+石灰石-石膏湿法脱硫系统”工艺对1~6号机组废气处理系统进行改造	/	1#机组：2017年12月，福州市环境保护局，榕环保综[2017]366号；
				2#机组：2017年12月，福州市环境保护局，榕环保综[2017]362号；
				3#机组：2016年9月，福州市环境保护局，榕环保综[2016]144号；
				4#机组：2016年9月，福州市环境保护局，榕环保综[2016]160号；
				5#机组：2017年2月，福州市环境保护局，榕环保综[2017]25号；
				6#机组：2017年8月，福州市环境保护局，榕环保综[2017]222号。

### 3.2 现有项目排污许可证制度执行情况

建设单位于2020年6月17日取得了由福州市长乐生态环境局颁发的排污许可证，证书编号：91350182MA35BFPE1J001P（附件3），建设单位已按照排污许可证制度对华能福州分公司进行管理。

### 3.3 现有生产能力与主要装置

现有工程年利用小时数以 5500h 计，近年生产电力表 3.3-1，各机组主要装置及基本情况见表 3.3-2。

表 3.3-1 现有工程近年生产电力一览表

名称	单位	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
发电量	万千瓦时	1037266.83	1248244.69	1103579.21	1216870.92
所有机组 总运行时间	小时	1993279	2424720	1928303	2308313

表 3.3-2 各机组主要装置及基本情况一览表

### 3.4 现有工程占地及平面布置

现有工程总占地面积 1420457.8m<sup>2</sup>，主要构筑物面积 63044.4m<sup>2</sup>。现有工程平面布置图见图 3.4-1。

图 3.4-1 现有工程平面布置图

### 3.5 劳动定员及工作制度

企业现有项目职工定员 561 人，生产实行五班三运转 24 小时工作制，年生产 365 天，各机组年利用小时 5500h。

### 3.6 现有工程生产工艺流程

华能福州分公司生产的主要原料为煤，燃煤通过船运经码头卸船机、输送皮带送至全封闭圆形煤场。煤场内原煤经堆取料机、输送皮带将燃煤送至磨煤机上方的煤斗，燃煤经磨煤机磨制成煤粉后用一次风将煤粉送入锅炉燃烧，作为能量转换工质的水在炉膛内被加热成高温高压的蒸汽，蒸汽推动汽轮机转动，汽轮机带动发电机旋转发出电能，经变压器升压后经输电线路送到电网，最终送到各用电客户中。

现有工程生产工艺流程图见图 3.6-1。

图 3.6-1 现有工程生产工艺流程图

### 3.7 现有工程主要原辅材料

#### 3.7.1 现有工程燃煤消耗量

根据电厂提供资料，华能福州分公司现有工程燃煤消耗量见表 3.7-1。现有工程燃煤煤质见表 3.7-2。

表 3.7-1 现有工程 2020 年燃煤消耗一览表

燃煤	单位	一期机组	二期机组	三期机组	合计
小时耗煤量	t/h	221.66	219.40	408.57	849.63
日耗煤量	t/d	5319.75	5265.53	9805.75	20391.03
年耗煤量	万 t/a	64.91	138.47	318.28	521.66

表 3.7-2 近 2 年现有工程燃煤煤质

项目		全水分	空气干燥基水分	挥发分	固定碳	灰分	低位发热量	全硫
符号		Mar	Mad	Vad	Fcad	Aad	Qnet,ar	St, ad
单位		%	%	%	%	%	MJ/kg	%
2019 年	1 季度	20.40	8.49	30.23	45.30	15.99	19.21	0.89
	2 季度	24.36	10.45	33.73	43.41	10.91	18.70	0.85
	3 季度	22.78	6.54	38.37	44.49	10.60	19.74	0.86
	4 季度	19.50	8.58	35.58	43.38	12.46	20.19	0.85
2020 年	1 季度	24.04	11.88	33.47	43.99	10.65	19.15	0.68
	2 季度	21.36	9.87	35.46	42.66	11.81	19.66	1.11
	3 季度	16.90	5.79	31.72	47.05	15.44	20.78	0.87
	4 季度	15.12	5.71	29.06	47.17	18.06	17.91	0.89
平均		20.56	8.41	33.45	44.68	13.24	19.42	0.87

#### 3.7.2 现有工程石灰石消耗量

根据电厂提供资料，华能福州分公司现有工程石灰石消耗量见表 3.7-3。

表 3.7-3 现有工程 2020 年石灰石消耗一览表

石灰石	单位	一期机组	二期机组	三期机组	合计
小时消耗量	t/h	5.71	5.69	9.97	21.37
日消耗量	t/d	137.02	136.61	239.31	512.95
年消耗量	t/a	16767.67	35830.72	77603.83	130202.22

### 3.7.3 现有工程液氨消耗量

根据电厂提供资料，华能福州分公司现有工程液氨消耗量见表 3.7-4。

表 3.7-4 现有工程 2020 年液氨消耗一览表

液氨	单位	一期机组	二期机组	三期机组	合计
小时消耗量	t/h	0.12	0.18	0.25	0.55
日消耗量	t/d	2.98	4.20	6.01	13.19
年消耗量	t/a	356.60	1092.01	1949.50	3398.11

### 3.8 现有工程用水情况

现有工程生产用水取闽江水，全厂补给水量为 536.5t/h。水平衡图见图 3.8-1。

图 3.8-1 现有工程水平衡图

### 3.9 现有工程公用设施

#### （1）储运系统

**码头：**一期建 2 万 t 级煤码头一个，配 2 台 1000t/h 桥式抓斗卸船机，码头设计通过能力为 355 万 t，二期扩建 2 万 t 级煤码头一个，配 2 台额定出力 1250t/h 的桥式抓斗起重机，码头设计通过能力为 340 万 t。一期煤码头和二期煤码头同时进行生产作业的情况下，一、二期煤码头年卸煤能力可达到 695 万吨。可满足项目一至三期工程的需求。

厂内燃煤运输采用输送皮带运输。

**煤场：**现有工程建有 1 个条形煤场及 3 个全封闭圆形煤场用于煤的贮存。条形煤场建于 1988 年，长 355m，宽 157m，面积 55735m<sup>2</sup>，设计存煤量 25 万 t，实际最大存煤量为 20 万 t，条形煤场已于 2016 年停用。1#、2#圆形封闭煤场建于 2010 年，3#圆形封闭煤场建于 2013 年，每个圆形封闭煤场内径为 Φ120 米，面积 11304m<sup>2</sup>，设计存储量为 18 万 t。

#### （2）给排水系统

现有工程水源为闽江，用水种类为地表水，在闽江筹歧渡口附近取水，厂址距取水口约 150m，取入的水进入电厂工业水系统。温排水口位于取水口下游约 100-250m。

现有工程采用雨水、污水分流制排水系统。

#### （3）供电

现有供电系统主要是低压配电系统供给生产使用。

### 3.10 现有工程主要污染物治理措施及产排情况

#### 3.10.1 废气

电厂有组织排放的废气主要是燃煤在锅炉内燃烧产生的烟气，主要污染物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 和烟尘。无组织排放源主要是煤输送、转运过程中产生的煤粉尘等。

##### （1）有组织废气处理措施

现有工程锅炉废气处理工艺为“低氮燃烧器+SCR 脱硝+静电除尘+石灰石-石膏湿法脱硫系统”。

①低氮燃烧技术及 SCR 脱硝装置

现有工程采用低氮燃烧技术，同步建设有 SCR 脱硝装置。

②高效静电除尘器

现有工程采用了四电场、五电场静电除尘器，其中一期工程（1#、2#机组）采用双室五电场静电除尘器、二期工程（3#、4#机组）采用双室四电场静电除尘器、三期工程（5#、6#机组）采用双室四电场静电除尘器。

③烟气脱硫

现有工程采用石灰石—石膏湿法烟气脱硫系统，使用石灰石作为塔内脱硫剂，电厂外购符合要求的石灰石，制成吸收浆液。SO<sub>2</sub> 吸收系统是烟气脱硫系统的核心，主要包括吸收塔、除雾器、浆液循环泵和氧化风机等设备。锅炉烟气经 SCR 脱硝装置、电除尘器、引风机、增压风机（其中 3#至 6#机组为引增合一风机）进入脱硫系统。

④高烟囱排放

现有工程采用 3 座 210m 高单管式烟囱排放经脱硝、除尘和脱硫净化后的烟气。

SCR 脱硝设施

静电除尘器

脱硫设施

烟囱排放口

图 3.10-1 现有工程主要废气处理设施

表 3.10-1 主要废气治理设施及设计指标一览表

位置	污染治理设施	处理风量 (万 m <sup>3</sup> /h)	设计效率 (%)	烟囱高度 (m)
1#、2# 机组	SCR 脱硝系统 (2 套)	254	87	210 (共用一根)
	双室五电场静电除尘器 (2 台)	254	99.89	
	石灰石-石膏湿法脱硫系统 (2 套)	254	98.9	
3#、4# 机组	SCR 脱硝系统 (2 套)	254	87.5	210 (共用一根)
	双室四电场静电除尘器 (2 台)	254	99.89; 99.86	
	石灰石-石膏湿法脱硫系统 (2 套)	254	98.9	
5#、6# 机组	SCR 脱硝系统 (2 套)	396.54	81.5	210 (共用一根)
	双室四电场静电除尘器 (2 台)	396.54	99.86	
	石灰石-石膏湿法脱硫系统 (2 套)	396.54	99.08	

**表 3.10-2 电厂烟囱设置情况一览表**

项目		一期工程 (2×350MW)	二期工程 (2×350MW)	三期工程 (2×660MW)
烟囱编号		1#	2#	3#
机组		1#、2#	3#、4#	5#、6#
烟囱	烟囱方式	混凝土烟囱	混凝土烟囱	混凝土烟囱
	几何高度 (m)	210	210	210
	出口内径 (m)	6.1	6.1	7.7

(2) 无组织废气处理措施

①贮煤场扬尘防治：贮煤场采用 3 座全封闭圆形煤场，现有的 1 个条形煤场已于 2016 年停用。

②煤输送、转运煤粉尘防治：各转运站、碎煤机落煤点采用封闭处理，卸煤段皮带为紧身封闭，上煤段皮带为栈桥结构封闭。每个转运站设置一台静电除尘设备，并在每个转运站的皮带入口处设置一套水喷淋抑尘设施。

③灰库装卸灰扬尘防治：干灰库设有喷淋装置；用密封型罐装自卸车运灰；每个灰库顶部均设有布袋式除尘器，灰库出口有干灰调湿装置；运灰道路采取定期喷水、限制车速、用清扫机及时清扫等措施。

(3) 废气污染物排放源强

①有组织排放

电厂各机组分别于 2016、2017 年通过超低排放改造竣工环保验收，其竣工环保验收监测数据见表 3.10-3。

**表 3.10-3 电厂超低排放改造竣工环保验收监测数据**

检测口	检测结果					
	日期	2017.11.14	2017.11.15	2017.11.16	2017.11.17	2017.11.18
1#机组	机组运行负荷 (MW)					
	平均烟气量 (m <sup>3</sup> /h)					
	平均含氧量 (%)					
	颗粒物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	颗粒物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	二氧化硫实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					

	二氧化硫排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	氮氧化物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	氮氧化物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
2#机组	检测结果					
	日期	2017.10.12	2017.10.13	2017.10.14	2017.10.15	2017.10.16
	机组运行负荷 (MW)					
	平均烟气量 (m <sup>3</sup> /h)					
	平均含氧量 (%)					
	颗粒物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	颗粒物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	二氧化硫实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	二氧化硫排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	氮氧化物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	氮氧化物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	3#机组	检测结果				
日期		2016.7.25	2016.7.26	2016.7.27	2016.7.28	2016.7.29
机组运行负荷 (MW)						
平均烟气量 (m <sup>3</sup> /h)						
平均含氧量 (%)						
颗粒物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						
颗粒物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						
二氧化硫实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						
二氧化硫排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						
氮氧化物实测浓度						

	(mg/m <sup>3</sup> )					
	氮氧化物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
4#机组	检测结果					
	日期	2016.8.8	2016.8.9	2016.8.10	2016.8.11	2016.8.12
	机组运行负荷 (MW)					
	平均烟气量 (m <sup>3</sup> /h)					
	平均含氧量 (%)					
	颗粒物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	颗粒物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	二氧化硫实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	二氧化硫排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	氮氧化物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	氮氧化物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	5#机组	检测结果				
日期		2016.12.19	2016.12.20	2016.12.21	2016.12.22	2016.12.23
机组运行负荷 (MW)						
平均烟气量 (m <sup>3</sup> /h)						
平均含氧量 (%)						
颗粒物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						
颗粒物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						
二氧化硫实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						
二氧化硫排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						
氮氧化物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						
氮氧化物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						

	检测结果					
	日期	2017.6.20	2017.6.21	2017.6.22	2017.6.23	2017.6.24
6#机组	机组运行负荷 (MW)					
	平均烟气量 (m <sup>3</sup> /h)					
	平均含氧量 (%)					
	颗粒物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	颗粒物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	二氧化硫实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	二氧化硫排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	氮氧化物实测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					
	氮氧化物排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )					

根据电厂在线监测数据（其中汞为监督性监测数据），现有工程各机组满负荷状态下锅炉烟气排放情况见表 3.10-4。

表 3.10-4 电厂现有工程有组织废气排放情况

项目	SO <sub>2</sub>			NO <sub>x</sub>			流量 (万 m <sup>3</sup> /h)	是否 达标	数据来源
	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	折算标态 浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放速率 (kg/h)	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	折算标态 浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放速率 (kg/h)			
1#锅炉								是	2020年 电厂 监测数据
2#锅炉								是	
3#锅炉								是	
4#锅炉								是	
5#锅炉								是	
6#锅炉								是	
项目	烟尘			Hg			流量 (万 m <sup>3</sup> /h)	是否 达标	数据来源
	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	折算标态 浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放速率 (kg/h)	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	折算标态 浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放速率 (kg/h)			
1#锅炉								是	2020年 电厂 监测数据
2#锅炉								是	
3#锅炉								是	
4#锅炉								是	

5#锅炉								是
6#锅炉								是

根据验收监测数据及电厂在线监测数据，电厂现有工程各污染物可实现达标排放，达到《关于印发〈煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020年）〉的通知》中的污染物排放限值要求。

②无组织排放

根据电厂现有工程 2020 年厂界颗粒物无组织排放例行监测结果表明：厂界颗粒物无组织排放监控点最大浓度监测值为 0.5864mg/m<sup>3</sup>，符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 标准。具体监测结果见表 3.10-5。

表 3.10-5 现有工程厂界颗粒物无组织排放例行监测结果

监测时间	监测点位	点位测定浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	备注
2020 年 1 月 3 日	1#厂界上风向（对照）		
	2#厂界下风向（监控）		
	3#厂界下风向（监控）		
	4#厂界下风向（监控）		
	5#厂界下风向（监控）		
2020 年 4 月 23 日	1#厂界上风向（对照）		
	2#厂界下风向（监控）		
	3#厂界下风向（监控）		
	4#厂界下风向（监控）		
	5#厂界下风向（监控）		
2020 年 7 月 6 日	1#厂界上风向（对照）		
	2#厂界下风向（监控）		
	3#厂界下风向（监控）		
	4#厂界下风向（监控）		
	5#厂界下风向（监控）		
2020 年 10 月 27 日	1#厂界上风向（对照）		
	2#厂界下风向（监控）		
	3#厂界下风向（监控）		
	4#厂界下风向（监控）		
	5#厂界下风向（监控）		
执行标准 GB16297-1996		1.0mg/m <sup>3</sup>	

③氨监控监测值

根据电厂现有工程 2020 年氨站边界氨无组织排放例行监测结果表明：氨站边界氨监控监测点最大浓度监测值为 0.33mg/m<sup>3</sup>，符合《恶臭污染物排放标准》

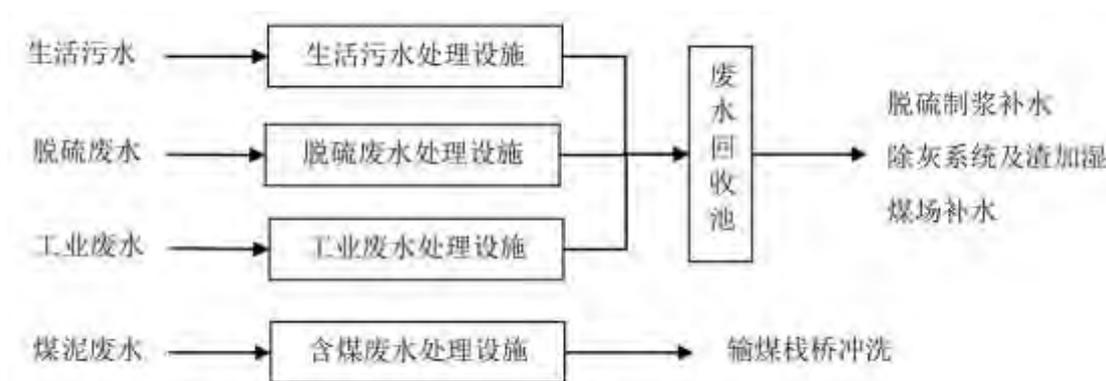
(GB14554-93) 表 2 中二级标准限值。具体监测结果见表 3.10-6。

**表 3.10-6 氨监控监测结果**

监测时间	监测点位	点位测定浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	备注
2020 年 1 月 13 日	1#氨站边界上风向 (对照)		天气多云, 东北风, 风速 0.7~1.5m/s。
	2#氨站边界下风向 (监控)		
	3#氨站边界下风向 (监控)		
	4#氨站边界下风向 (监控)		
2020 年 4 月 23 日	1#氨站边界上风向 (对照)		天气阴, 东北风, 风速 1.6~2.9m/s。
	2#氨站边界下风向 (监控)		
	3#氨站边界下风向 (监控)		
	4#氨站边界下风向 (监控)		
2020 年 7 月 6 日	1#氨站边界上风向 (对照)		天气晴, 东南风, 风速 1.2~1.8m/s。
	2#氨站边界下风向 (监控)		
	3#氨站边界下风向 (监控)		
	4#氨站边界下风向 (监控)		
2020 年 10 月 26 日	1#氨站边界上风向 (对照)		天气晴, 东北风, 风速 3.0m/s。
	2#氨站边界下风向 (监控)		
	3#氨站边界下风向 (监控)		
	4#氨站边界下风向 (监控)		
执行标准 GB14554-93		1.5mg/m <sup>3</sup>	

### 3.10.2 废水

现有工程全厂废水处理方式及流向见图 3.10-2 及表 3.10-7。



**图 3.10-2 现有工程废水处理设施及流向示意图**

**表 3.10-7 全厂污水处理方式及流向一览表**

名称	排放方式	产生量 m <sup>3</sup> /h	排放量 m <sup>3</sup> /h	主要污染 因子	处理方式	排水去向
----	------	--------------------------	--------------------------	------------	------	------

工业废水	间断	49.6	0	酸碱	中和、絮凝	脱硫制浆补水、除灰系统及渣加湿、煤场补水
脱硫废水	间断	8.3	0	重金属、悬浮物、氟化物	中和、有机硫去重金属、石灰乳去除氟化物、絮凝、澄清	
生活污水	间断	27.1	0	悬浮物、COD、BOD <sub>5</sub>	二级生化处理	煤场补水
含煤废水	间断	0.9	0	悬浮物	絮凝沉淀、过滤	输煤栈桥冲洗
温排水	连续	185812.9	185812.9	热、余氯	定期监测余氯含量，控制余氯≤0.2mg/L。	闽江

### (1) 工业废水

现有工程工业废水处理设施主要集中处理厂区各区域排放的混合废水。废水输送至废水贮池，在 pH 调节槽内加入盐酸或氢氧化钠调节废水的 pH 值，经 pH 调节槽调节后的废水进入絮凝槽，在絮凝槽加入絮凝剂，反应沉淀后上清液直接进入中和池进行 pH 值调整。在中和池内设有 pH 计，pH 值达到 6~9 的水进入废水回收池，用于脱硫制浆补水、除灰系统及渣加湿、煤场补水。一旦 PH 值超出 6~9，则系统自动关闭出水阀，废水回到废水贮存池进行再次处理。系统废水处理能力为 100m<sup>3</sup>/h，处理后的出水水质符合《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 一级排放标准的要求：pH 值 6~9、SS≤70mg/L、COD≤100mg/L、石油类≤5mg/L。工业废水处理工艺流程见图 3.10-3。

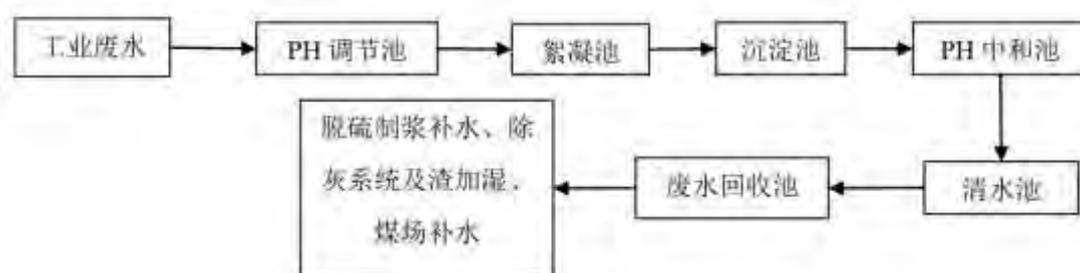


图 3.10-3 现有工程工业废水处理工艺流程图

### (2) 脱硫废水

现有工程脱硫废水采用中和、沉降、絮凝处理后，经澄清池浓缩、出水箱内 pH 调节，去除其中的重金属、部分悬浮物等，调节 pH 值至合格的范围后送至复用水系统。

在中和箱中，废水的 pH 值通过加入石灰浆调升至 9.2~9.5 范围，以便除去大部分重金属和氟化物；在反应箱中，通过加入有机硫化物进一步去除不能以氢

氧化物形式除去的重金属，在絮凝箱中，加絮凝剂等进行澄清处理后进入废水回收池，回用于脱硫制浆补水、除灰系统及渣加湿、煤场补水。系统设计处理能力为 50m<sup>3</sup>/h，处理后出水水质符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 标准及表 4 一级排放标准的要求：pH 值 6~9、SS≤70mg/L、COD≤100mg/L。脱硫废水处理工艺流程见图 3.10-4。

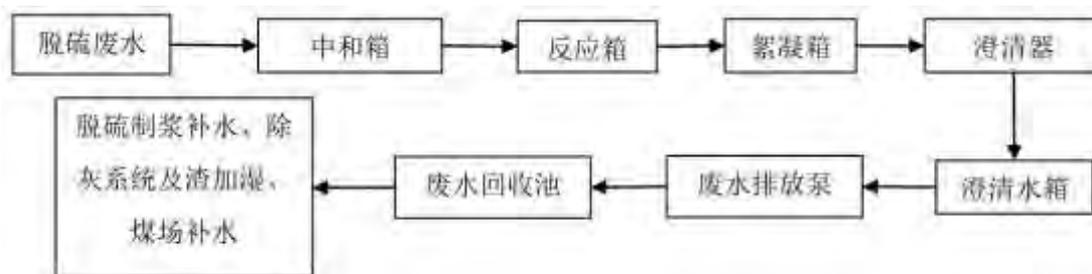


图 3.10-4 现有工程脱硫废水处理工艺流程图

### （3）含煤废水

现有工程含煤废水主要为煤场、码头等区域废水、输煤系统冲洗水，主要污染因子为悬浮物。采用澄清、过滤等工艺降低含煤废水中的浊度。处理后的排水用于冲洗栈桥等。系统设计处理能力为 25/h。含煤废水处理工艺流程见图 3.10-5。

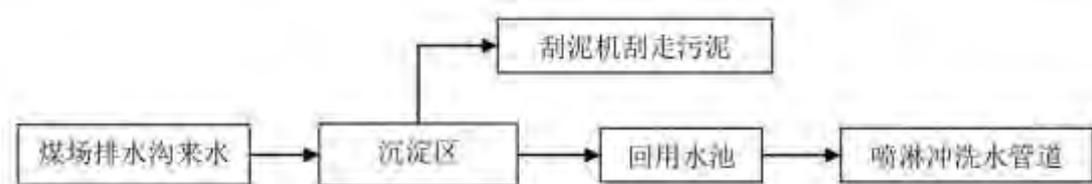


图 3.10-5 现有工程含煤废水处理工艺流程示意图

### （4）生活污水

现有工程生活污水处理设施主要集中处理厂区内生活污水，采用二级生化处理工艺，以生物接触氧化为核心，经初沉、厌氧、好氧、二沉、消毒等工艺流程。污水处理达标后进入废水回收池，回用于脱硫制浆补水、除灰系统及渣加湿、煤场补水。生活污水处理系统设计处理能力为 16m<sup>3</sup>/h，处理后出水水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 一级标准的要求：pH6~9、SS≤70mg/L、COD≤100mg/L。生活污水处理工艺流程见图 3.10-6。

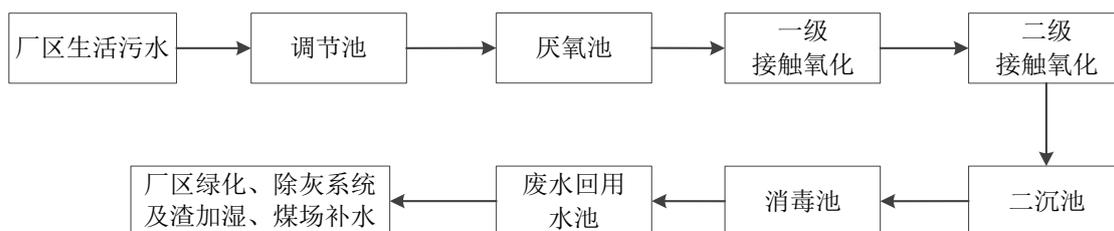


图 3.10-6 现有工程生活污水处理工艺流程示意图

(5) 温排水

现有工程采用闽江水直流冷却，排水口位于取水口下游约 150-250m。

工业废水处理设施

生活污水处理设施

图 3.10-7 现有工程主要废水处理设施

(6) 废水污染源强

根据华能福州分公司 2020 年监督性监测数据，现有工程各股废水水质如下：

①生活污水处理设施出口废水：生活污水处理设施出口水质均符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级标准的要求。

表 3.10-8 2020 年生活污水监督性监测结果一览表 单位：mg/L

监测日期	监测指标				
	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	氨氮	动植物油
2020.01.13					
2020.04.17					
2020.08.17					
2020.11.19					
GB8978-1996 一级标准	100	20	70	15	10

注：ND 表示未检出

②脱硫废水处理设施出口废水：脱硫废水处理设施出口水质均符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 标准和表 4 中一级标准的要求。

表 3.10-9 2020 年脱硫废水监督性监测结果一览表 单位：mg/L

监测日期	监测指标						
	pH	SS	氟化物	硫化物	总砷	总铅	总汞
2020.01.13	7.11						
2020.04.17	7.13						
2020.08.17	7.01						
2020.11.19	7.08						

GB8978-1996 一级标准及第一 类污染物排放标 准	6~9	70	10	1.0	0.5	1.0	0.05
--	-----	----	----	-----	-----	-----	------

注：ND 表示未检出

③工业废水处理设施出口废水：工业废水处理设施出口水质均符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 一级排放标准的要求。

**表 3.10-10 2020 年工业废水监督性监测结果一览表 单位：mg/L**

监测日期	监测指标			
	pH	SS	COD	石油类
2020.01.13				
2020.02.18				
2020.03.20				
2020.04.17				
2020.05.18				
2020.06.11				
2020.07.07				
2020.08.17				
2020.09.22				
2020.10.21				
2020.11.19				
2020.12.08				
GB8978-1996 一级标准	6~9	70	100	5

注：ND 表示未检出。

### 3.10.3 噪声

根据厦门鉴科检测技术有限公司于 2021 年 5 月 14 日至 15 日对现有项目厂界噪声的监测结果表明，现有项目的各厂界噪声监测值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类区排放限值。监测结果见表 3.10-11。

**表 3.10-11 现有项目厂界噪声监测结果一览表**

检测日期	编号	点位名称	检测结果 L <sub>Aeq</sub>	
			昼间/dB (A)	夜间/dB (A)
2021.05.14	N1	厂界北侧外 1m		
	N2	厂界东北侧外 1m		
	N3	厂界东侧外 1m		

	N4	厂界东南侧外 1m		
	N5	厂界南侧外 1m		
2021.05.15	N1	厂界北侧外 1m		
	N2	厂界东北侧外 1m		
	N3	厂界东侧外 1m		
	N4	厂界东南侧外 1m		
	N5	厂界南侧外 1m		
标准限值			≤65	≤55
达标情况			达标	达标

### 3.10.4 固体废物

#### (1) 固体废物类型

现有工程固体废物分为一般工业固废、危险废物及生活垃圾。一般工业固体废物主要为灰渣、脱硫石膏、废水处理系统产生的污泥等，危险废物主要包括：

①废催化剂（钒钛系）（HW50）：锅炉烟气催化脱硝过程产生的废催化剂。

②废矿物油（HW08）：包含变压器老化检修产生的废变压器油、机械设备老化检修产生的废润滑油、液压设备老化检修产生的废液压油，该类危险废物一般 4 至 5 年产生一次。

③废磷酸酯抗燃油（HW37）：由汽轮机电液控制系统检修产生的废磷酸酯抗燃油。

④废铅酸蓄电池（HW31）：后备电源老化更换产生废铅酸蓄池，该类危险废物一般 10 年产生一次。

#### (2) 固体废物临时贮存情况

现有工程固体废物临时贮存设施包括灰库、渣仓、石膏库及临时危废仓库。电厂产生的固体废物经收集并临时贮存后，外运综合利用，其中危险废物委托有危险废物处置资质单位处理。临时贮存设施具体情况详见表 3.10-12，具体位置详见图 3.10-8。

表 3.10-12 现有工程固体废物临时贮存设施一览表

序号	固废名称	临时贮存设施	容积 (m <sup>3</sup> )	备注
1	飞灰	一期细灰库	1176	位于圆形煤仓西北侧
		一期粗灰库	1176	

		一期分选细灰库	147	
		一期分选粗灰库	147	
		二期细灰库	1882	位于圆形煤仓西北侧
		二期粗灰库	1882	
		二期分选细灰库	400	
		二期分选粗灰库	400	
		三期原灰库	3400	位于圆形煤仓东北侧
		三期粗灰库	3400	
		三期细灰库	3400	
2	炉渣	1号炉渣仓	120	位于1#锅炉东南侧
		2号炉渣仓	120	位于2#锅炉西北侧
		3号炉渣仓	120	位于3#锅炉东南侧
		4号炉渣仓	120	位于4#锅炉西北侧
		5号炉渣仓	210	位于5#锅炉西北侧
		6号炉渣仓	210	位于6#锅炉东南侧
3	脱硫石膏	石膏库	11000	位于二期机组西南侧
4	危险废物	临时危废仓库	面积 396m <sup>2</sup>	位于三期机组东北侧

### (3) 固体废物产生量及处置情况

根据电厂提供的台账数据, 现有工程固体废物产生及处置情况见表 3.10-13。

图 3.10-8 固体废物临时贮存设施分布图

表 3.10-13 现有工程固体废物产生及处置情况一览表

序号	类别	污染物名称	固废代码 /危废代码	全厂产生量 (t/a)	三期机组 产生量 (t/a)	处置去向	
1	一般 固废	飞灰	441-001-63			外售给福建省军航贸易有限公司、福州益恒鑫贸易有限公司综合利用	
2		炉渣	441-001-64			外售给福州市长乐区山海鑫贸易有限公司综合利用	
3		脱硫石膏	441-001-65			外售给长乐旭航建材贸易有限公司综合利用	
4		脱硫废水污泥	441-001-61			条形煤场临时堆存（条形煤场已于 2016 年停止储煤）	
5		工业废水污泥	441-001-61			条形煤场临时堆存（条形煤场已于 2016 年停止储煤）	
6	危险 废物	废催化剂（钒钛系）	772-007-50			委托安徽思凯瑞环保科技有限公司处理	
7		废矿 物油	废变压器油	900-220-08			委托有危险废物处置资质单位处理*2
			废润滑油	900-217-08			
			废液压油	900-218-08			
8		废磷酸酯抗燃油	900-033-37			委托有危险废物处置资质单位处理*2	
9		废铅酸蓄电池	900-052-31			委托有危险废物处置资质单位处理*2	
10	生活 垃圾	生活垃圾	/		/	委托环卫部门清运	

\*注：因此类危废产废周期较长，电厂目前正在走招标程序确定委托处理的危废处置单位。

### 3.11 现有项目污染物排放汇总

现有项目废水经电厂内污水处理设施处理后回用，不外排。现有项目废气及固体废物排放情况见表 3.11-1。

表 3.11-1 现有项目污染物排放量汇总表

类别	污染物	产生量 (t/a)	*排放量 (t/a)
废气	SO <sub>2</sub>		
	NO <sub>x</sub>		
	烟尘		
	汞		
固体废物	一般工业固体废物		
	危险废物		
	生活垃圾		

\*注：项目现有工程污染物排放量根据锅炉满负荷状态下的在线数据，按 5500h 利用小时数进行计算。

### 3.12 现有项目存在主要环保问题

#### 3.12.1.1 现有工程环保问题及解决方案

根据现场踏勘，厂内污水处理系统产生的污泥，临时贮存在条形煤场内，条形煤场已于 2016 年停用。目前条形煤场为非水泥硬化地面且为露天构筑物，不适宜作为厂内污水处理系统污泥的临时贮存场所。

针对以上问题，本评价建议电厂采取整改措施，将污泥转移至圆形煤场临时堆存，待本项目污泥储仓建成后，转移至污泥储仓内，进入三期机组掺烧处理。同时项目三期机组技改掺烧污泥后产生的脱硫废水污泥，根据《污染源源强核算技术指南 火电》（HJ888-2018），需进行危废鉴别，鉴别前暂按危废进行收集管理，如鉴别为危废，则委托有危险废物处置资质单位进行处理，如鉴别为一般固废，则送入厂内三期机组锅炉掺烧。

#### 3.12.1.2 现有工程被投诉情况

2020 年 5 月 7 日，电厂接到福州市长乐生态环境局通知：生态环境部接到投诉，投诉电厂 1 号机组 5 月 5 日自 0 时起排放超标。电厂及时进行自查，主要原因为 1 号机组启动阶段，脱硝系统受烟温限制不能全时段投运，具体如下：

根据《火电行业排污许可证申请与核发技术规范》第六条达标排放判定方法

中废气排放的特殊情况，“NO<sub>x</sub>的稳定运行达标判定期为机组启动后出力达到额定的 50%开始到机组解列前出力降到额定的 50%为止。在此期间外的启动和停机时段内的排放数据可不作为火电机组 NO<sub>x</sub> 达标判定依据。其中，启动时间原则上并网后不得超过 4 小时。”电厂 1 号机组 5 月 4 日 18:33 锅炉点火，5 月 5 日 11:14:04 发电机并网，5 月 5 日 0-13 时氮氧化物排放浓度小时均值连续超标 14 小时，其中 5 月 5 日 0-10 时共 11 小时超标时段为并网前时段，5 月 5 日 11-13 时共 3 小时超标时段为并网后时段，1 号机组 5 月 5 日脱硝系统并网后未投运时长为 2.13h，未超过 4 个小时，因此，该数据可不作为 NO<sub>x</sub> 达标判定依据。

电厂及时将 5 月 5 日机组启动及氮氧化物超排原因向长乐生态环境局进行了解释，投诉方接受了电厂关于 1 号机组启动阶段脱硝系统受烟温限制不能全时段投运的说法。

## 4 建设项目工程概况与工程分析

### 4.1 项目工程概况

#### 4.1.1 项目基本情况

(1) 项目名称：华能（福建）能源开发有限公司福州分公司三期 2×660MW 机组锅炉掺烧污泥技改项目

(2) 建设单位：华能（福建）能源开发有限公司福州分公司

(3) 建设规模：日掺烧污泥 300t/d

(4) 建设地点：福州市长乐区航城街道东安村 239 号三期机组

(5) 经济指标：本技改项目总投资 3700 万元，其中环保投资 130 万元，占项目投资的 3.51%，项目技改投产后，年净利润 1181.13 万元

(6) 建设性质：技术改造

(7) 建设期：1 年

#### 4.1.2 建设地点及平面布置

(1) 建设地点

本次技改工程位于福州市长乐区航城街道东安村 239 号华能福州分公司现有厂区内，三期机组 5#、6#锅炉。

(2) 平面布置

本次锅炉掺烧污泥工程建设内容包括污泥存储输送系统、干化处理系统（干化一体机）、炉烟管道系统（含增压风机、锅炉接口），占地区域分为一体机区域、污泥接收及存储区域、增压风机区域。工程工艺设备的布置尽可能的靠近主设备，以达到节能、节约用地的目的。

①一体机区域

本期项目配套 2 台污泥干化处理一体机，布置在 6#锅炉除尘器扩建端 5#输煤栈桥 Z-21 轴南侧下方，每个一体机占地 8m×20m，一体机区域总占地面积为 320m<sup>2</sup>。

②污泥接收及存储区域

污泥接收及存储区域主要为污泥车间，包括2个地下污泥储仓（每套污泥仓的规格为8m×4.7m×4m，底部设置输送机，地下埋深6m），布置在6号锅炉除尘器扩建端侧5#输煤栈桥Z-21轴北侧下方，地下一层，地上二层，占地面积为294.5m<sup>2</sup>。

### ③增压风机区域

增压风机布置在6#锅炉扩建端侧，共设2个增压风机，分别配套2个锅炉，单个设备占地约5.3m×2.6m，占地面积为27.6m<sup>2</sup>。

### ④炉烟管道系统

本项目配置2套一体化处理机，通过炉烟管道分别与5、6号机组锅炉连通。为保证系统安全，一体机与炉烟管道一对一单元制运行，不设联络管备用。炉烟管道系统主要包括高温炉烟管道、中温炉烟管道、中/高温炉烟汇合炉烟管道（一体机入口炉烟管道）、一体机出口炉烟管道、增压风机出口炉烟管道等。

高温炉烟取自锅炉后烟井后侧墙靠近炉膛中心处，高温炉烟单口抽取，与来自省煤器出口右侧烟道的中温炉烟（中温炉烟采用单口抽取）管道汇合，进入高/中温炉烟汇合炉烟管道。来自5、6号锅炉的高/中温炉烟汇合炉烟管道分别进入2套一体化处理机入口，一体化干燥处理机出口炉烟管道从一体化干燥处理机出口连接至增压风机。增压风机出口炉烟管道去往污泥燃烧器，每台炉有2只污泥燃烧器，布置在锅炉主燃烧器1、3号角最上层（OFA层）。

建设位置示意图见图4.1-1，项目平面布置图见图4.1-2、剖面布置图见图4.1-3。

图 4.1-1 锅炉掺烧污泥工程建设位置示意图

图 4.1-2 项目平面布置图

图 4.1-3 项目剖面布置图

### 4.1.3 处置方案和处置规模

本次锅炉掺烧污泥工程利用现有 5#、6#锅炉的热烟气，将含水率 60%的污泥直接干化成含水率 20%的污泥并粉碎后，送入 5#、6#锅炉的炉膛进行掺烧，处理规模为 300t/d，掺烧比例为 2.16%。

本工程处置方案和规模详见表 4.1-1。

**表 4.1-1 本工程污泥处置规模方案一览表**

处置对象	5#锅炉			6#锅炉			合计	
	掺烧比例、规模			掺烧比例、规模				
	污泥处理量		掺烧比例	污泥处理量		掺烧比例	污泥处理量	
	t/d	t/a	%	t/d	t/a	%	t/d	t/a
含水率 60%污泥	150	34375	2.16	150	34375	2.16	300	68750

注：①掺烧比例按掺烧污泥占总燃煤量的比例计，5#、6#现有单台锅炉燃煤量为 159.14 万 t/a。  
②本项目日掺烧污泥量为 300t/d，年掺烧污泥量以机组利用小时数 5500h 进行估算。

### 4.1.4 建设项目工程组成

本项目工程组成及依托情况见表 4.1-2。

**表 4.1-2 本项目工程组成及依托情况一览表**

类别	工程名称	工程内容	备注
主体工程	锅炉	2 台 660MW 机组（5#、6#）	依托现有
贮运工程	湿污泥储存仓	2 个 150m <sup>3</sup> （8m×4.7m×4m）	新建
	污泥存储系统	污泥储仓顶部布置臭气抽取口，通过臭气管道连接至增压风机入口，利用增压风机入口产生的负压抽取污泥仓中的臭气；污泥车间采用机械通风，设置排气扇，排气扇每小时换气 6 次以上，排风量为 18000m <sup>3</sup> /h。	
	污泥输送系统	上料及输送系统	每套污泥储仓配置 1 套污泥输送系统，包含滑架、双螺旋输送机、刮板输送机、单螺旋输送机以及配套的液压油站和润滑系统。
辅助工程	电控系统	在污泥储存间上部设 1 座电控楼，设置高压变频器间、低压 MCC 配电间、6kV 配电室和热控间。	新建
	污泥干化系统	设置 2 台一体化干燥处理机。一体化处理机主要分为回转干燥段和粉碎输送段。回转干燥段：污泥等固体废弃物在该设备内进行干燥、粉碎。	新建

类别	工程名称		工程内容	备注
			粉碎输送段：对较粗物料进行进一步粉碎，同时使一体化处理机建立负压状态并对物料进行输送。	
	循环冷却水		/	依托现有
	除灰渣系统	除渣系统	通过刮板捞渣机直接输送至锅炉房侧的渣仓顶部。	依托现有
		除灰系统	除灰系统采用干灰正压浓相气力输送，在除尘器每个灰斗下设一台输灰器将飞灰输送至灰库。	依托现有
	烟囱		5#、6#机组共用一根 210m 高烟囱，内径 7.7m	依托现有
公用工程	排水系统		本项目无新增劳动定员，现有人员的生活污水由厂内污水处理设施处理后回用，不外排。	依托现有
环保工程	废气处理	污泥暂存废气	污泥储存仓恶臭废气经负压收集后，分别输送至 5、6 号锅炉炉膛焚烧。	新建
		锅炉废气	低氮燃烧+SCR 脱硝+静电除尘+石灰石-石膏湿法脱硫+210m 烟囱。	依托现有
		污泥干化尾气	污泥干化过程产生的尾气经炉烟管道从一体化处理机出口连接至增压风机，进入污泥燃烧器。	新建
	废水治理		①工业废水：集中至工业废水处理设施处理，经“调节+絮凝+沉淀+中和”处理后回用。 ②脱硫废水：集中至脱硫废水处理设施处理，经“中和+絮凝+沉淀”处理后回用。 ③含煤废水：经“沉淀+过滤”处理后回用。 ④生活污水：经二级生化处理后回用。	依托现有
	噪声治理		墙体隔声、基础减振、消音器等	新建

## 4.1.5 污泥来源及污泥特性分析

### 4.1.5.1 污泥来源

根据建设单位提供资料，本工程拟掺烧的污泥来源为 5 家城镇生活污水处理厂和本项目厂内污水处理污泥，具体企业信息及污泥预计量详见表 4.1-3。

表 4.1-3 拟掺烧污泥来源企业一览表

序号	企业名称	行业	企业位置	污水处理工艺	*本项目接收污泥量 (t/d)
1	福建海峡环保集团股份有限公司 (福州洋里污水处理厂)	生活污水厂	福州市晋安区鼓山镇洋里路	一期：氧化沟处理工艺； 二期：氧化沟处理工艺； 三期：生物脱氮除磷 AAO 工艺； 四期：MBR 处理工艺。	160
2	福州创源同方水务有限公司 (福州市连坂污水处理厂)	生活污水厂	福州市仓山区城门镇连坂村	生物脱氮除磷 AAO 工艺	85
3	福州澳星同方净水业有限公司 (福州大学城污水处理厂)	生活污水厂	福州市闽侯县上街镇马保村	氧化沟处理工艺	20
4	长乐亚新污水处理有限公司 (长乐城区污水处理厂)	生活污水厂	福州市长乐区航城镇霞洲村太平港以西	粗细格栅+旋流沉砂池+CASS 池+紫外消毒池	20
5	福建侯官海峡环保有限公司 (闽侯县城关污水处理厂)	生活污水厂	福州市闽侯县甘蔗街道洽浦村	氧化沟处理工艺	14
6	华能福州分公司 (本项目)	燃煤电厂	福州市长乐区航城街道东安村	pH 调节池+絮凝沉淀池+pH 中和池	1
合计		/	/	/	300

\*注：污泥产量为电厂向各产泥企业收集的资料数据。

#### 4.1.5.2 污泥特性

污泥中一般都含有较多的有机物，我国城市污泥中碳水化合物（淀粉、糖类、纤维等）含量高，而脂肪及蛋白质含量较低。污泥中除了含有较高的有机质及无机营养物质，也含有很多重金属元素等有害物质。

本评价对污泥掺烧量较大的4家城镇生活污水处理厂污泥、华能电厂污泥进行取样检测（其中福州市洋里污水处理厂为收集的常规污泥监测报告）。拟掺烧的污水处理厂的污泥主要成分分析及工业分析结果见表4.1-4。掺烧污泥主要成分分析及工业分析结果见表4.1-5。

**表 4.1-4 污水处理厂及华能福州分公司污泥成分分析及工业分析一览表**

检测指标 \ 污泥来源	福州市连坂 污水处理厂	福州大学城 污水处理厂	长乐城区 污水处理厂	福州洋里 污水处理厂	华能福州 分公司污泥
pH（无量纲）					
铜（mg/kg）					
镍（mg/kg）					
锌（mg/kg）					
铅（mg/kg）					
镉（mg/kg）					
铬（mg/kg）					
汞（mg/kg）					
砷（mg/kg）					
氯化物（mg/kg）					
氟化物（mg/kg）					
总磷（mg/kg）					
钙（mg/kg）					
镁（mg/kg）					
钾（mg/kg）					
铈（mg/kg）					
锰（mg/kg）					
铊（mg/kg）					
钴（mg/kg）					
全水分（%）					
空气干燥基水分（%）					
收到基灰分（%）					
收到基挥发分（%）					
收到基固定碳（%）					
收到基全硫（%）					

污泥来源 检测指标	福州市连坂 污水处理厂	福州大学城 污水处理厂	长乐城区 污水处理厂	福州洋里 污水处理厂	华能福州 分公司污泥
收到基氢 (%)					
收到基氮 (%)					
收到基碳 (%)					
收到基氧 (%)					
收到基高位 发热量 (MJ/kg)					
收到基低位 发热量 (MJ/kg)					

表 4.1-5 本工程掺烧污泥主要成分及工业分析结果汇总

检测项目	符号	单位	检测数值	折算平均值*
pH	/	无量纲		
铜	Cu	mg/kg		
镍	Ni	mg/kg		
锌	Zn	mg/kg		
铅	Pb	mg/kg		
镉	Cd	mg/kg		
铬	Cr	mg/kg		
汞	Hg	mg/kg		
砷	As	mg/kg		
氯化物	Cl <sup>-</sup>	mg/kg		
氟化物	F <sup>-</sup>	mg/kg		
总磷	P	mg/kg		
钙	Ca	mg/kg		
镁	Mg	mg/kg		
钾	K	mg/kg		
锑	Sb	mg/kg		
锰	Mn	mg/kg		
铊	Tl	mg/kg		
钴	Co	mg/kg		
全水分	M <sub>t</sub>	%		
空气干燥基水分	M <sub>ad</sub>	%		
收到基灰分	A <sub>ar</sub>	%		
收到基挥发分	V <sub>ar</sub>	%		
收到基固定碳	FC <sub>ar</sub>	%		
收到基全硫	S <sub>ar</sub>	%		
收到基氢	H <sub>ar</sub>	%		
收到基氮	N <sub>ar</sub>	%		

检测项目	符号	单位	检测数值	折算平均值*
收到基碳	C <sub>ar</sub>	%		
收到基氧	O <sub>ar</sub>	%		
收到基高位发热量	Q <sub>gr,ar</sub>	MJ/kg		
收到基低位发热量	Q <sub>net,ar</sub>	MJ/kg		

\*注：以加权平均值的方式来折算，即根据各污水厂污泥及华能电厂废水处理站污泥掺烧量的比重，来折算平均值。

#### 4.1.5.3 掺烧污泥泥质要求

国内目前尚未发布施行有关燃煤电厂掺烧污泥的进厂泥质标准，本项目进厂污泥全部为城镇生活污水处理厂污泥，因此本项目按《城镇污水处理厂污泥泥质》（GB 24188-2009）标准控制项目入厂污泥，泥质控制指标及限值见表 4.1-6。

根据《关于污（废）水处理设施产生污泥危险特性鉴别有关意见的函》（环函[2010]129）中规定“一、单纯用于处理城镇生活污水的公共污水处理厂，其产生的污泥通常情况下不具有危险特性，可作为一般固体废物管理”，本项目拟进场掺烧污泥全部为城镇生活污水处理厂污泥，属于一般固废。

同时本项目不接收危险废物，入厂掺烧污泥必须为一般固废。

表 4.1-6 泥质控制指标及限值 单位：mg/kg

序号	控制指标	限值
1	总镉	<20
2	总汞	<25
3	总铅	<1000
4	总铬	<1000
5	总砷	<75
6	总铜	<1500
7	总镍	<200
8	总锌	<4000
9	矿物油	<3000
10	挥发酚	<40
11	总氰化物	<10

#### 4.1.6 掺烧方案

根据工程可行性研究报告，华能电厂三期机组单台锅炉满负荷入炉燃煤量为 6945t/d，每台锅炉拟掺烧污泥 150t/d，污泥掺烧量与燃煤比例为 2.16%，未超过《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南（试行）》中入炉污泥的掺入量不宜超

过燃煤量的 8% 的规定。

### 4.1.7 主要生产设备

本项目主要新增生产设备详见表 4.1-7。

表 4.1-7 本项目主要新增设备一览表

序号	设备名称	规格、材质	单位	数量
<b>一、前置干燥炭化系统</b>				
1	一体化处理机	铭牌出力 150t/d，最大出力 200t/d	套	2
2	一体化处理机变频器及其装置	220kW	套	2
<b>二、炉烟管道及污泥燃烧器系统</b>				
1	热炉烟管道	φ1000x6mm，材质 12Cr1MoV	套	2
2	冷炉烟管道	φ900x6mm，材质 Q345B	套	2
3	热炉烟管道弯头	DN1000，材质 12Cr1MoV，龟甲网防磨	套	2
4	冷炉烟管道弯头	DN900，材质 Q345B，龟甲网防磨	套	2
5	管道支吊架	/	套	2
6	热炉烟管道膨胀节	DN1000	套	2
7	冷炉烟管道膨胀节	DN900	套	2
8	高温耐磨风门	/	套	2
9	污泥燃烧器	/	套	4
10	增压风机	/	套	2
<b>三、污泥接收及存储系统</b>				
1	污泥储仓设备	有效容积约 150m <sup>3</sup> ，匹配 1 套一体化处理机，含液压滑架、液压盖板	套	1
2	污泥储仓间钢混厂房	/	套	1
3	螺旋输送机	/	套	3
4	综合液压油站	/	套	1
5	地磅（含地磅房）	100t	套	1
6	除臭系统	/	套	1
<b>四、热控及电气系统</b>				
1	增压风机变频器	/	套	2
2	DCS 控制系统	/	套	1
3	动力柜	/	套	1
4	执行器	/	套	1
5	热控测点及热控附件	/	套	1
6	照明及暖通系统	/	套	1

### 4.1.8 原辅材料消耗

根据西安西热锅炉环保工程有限公司提供的《华能福州电厂掺烧污泥项目节能情况说明》（见附件 19），项目技改后每天掺烧 300t 污泥（含水率约 60%），可使三期机组节约标准煤约 8.17t/d。按每吨原煤相当于 0.7143 吨标煤进行换算，则掺烧后可节约燃煤量为 11.44t/d（2622t/a）。

技改后电厂 5 号、6 号锅炉原辅材料消耗量见表 4.1-8。技改前后 5 号、6 号锅炉燃料成分变化情况见表 4.1-9。

表 4.1-8 技改后原辅材料消耗量一览表

序号	材料名称	技改后消耗量	技改前消耗量	备注
1	煤	318.02 万 t/a	318.28 万 t/a	2 台锅炉同时运行
2	污泥	6.88 万 t/a	/	含水率 60%
3	水	165.47 万 t/a	165.47 万 t/a	/
4	石灰石	13.02 万 t/a	13.02 万 t/a	/
5	液氨	3398t/a	3398t/a	/

表 4.1-9 技改后燃料主要成分变化情况一览表

序号	成分	技改前			技改后
		设计煤种	校核煤种	现有煤种	混合燃料
1	收到基水分（%）				
2	收到基灰分（%）				
3	收到基挥发分（%）				
4	收到基固定碳（%）				
5	收到基全硫（%）				
6	收到基低位发热量（MJ/kg）				

### 4.1.9 公辅工程

#### 4.1.9.1 给排水

##### （1）给水

电厂供水系统包括冷却水系统、工业用水系统、消防给水系统和生活用水系统。生活用水及消防给水系统取自自来水管网，冷却水系统、工业用水系统取自闽江水，取水量为 496.6t/h。

##### （2）排水

电厂采取“清污分流、雨污分流”的原则设计，根据水质的不同分类处理，

除确需外排的循环冷却水外，所有废水经处理后全部回用。

厂区采用分流制排水系统。按照全厂水务管理和水量平衡设计，根据排水水质及其处理特点设置了独立的排水系统，即生活污水排水系统、雨水排水系统及生产废水排水系统。雨水采用自流排水，通过雨水沟排至闽江；各生产区生产废水集中至厂区工业废水处理站处理达标后，脱硫废水经脱硫废水处理设施处理达标后，生活污水经生活污水处理设施处理达标后，回收至废水回收池。废水回收池内的回用水用于脱硫制浆补水、除灰系统及渣加湿、煤场补水等。含煤废水经沉淀、过滤后复用，用于冲洗输煤栈桥。

厂区工业废水处理设施设计处理能力为 100m<sup>3</sup>/h，脱硫废水处理设施设计处理能力为 50m<sup>3</sup>/h，含煤废水处理设施设计处理能力为 50m<sup>3</sup>/h，生活污水处理系统设计处理能力为 16m<sup>3</sup>/h。雨水建有单独的排水系统，部分冷却水通过温排水口排入闽江。

#### 4.1.9.2 供配电系统

##### （1）6kV 配电系统

本次污泥掺烧项目 6kV 电源分别取自 5 号机组 6kV B 段和 6 号机组 6kV B 段，5 号机组和 6 号机组各新增 1 台 6kV 真空断路器柜作为馈线电源，同原有 6kV 开关柜并柜。污泥仓区域新设一污泥 6kV A/B 段设置联络开关，新建 6kV 开关柜布置在新建 6kV 配电间。

##### （2）380V 配电系统

本工程在污泥区域设两段 380V PC/MCC 母线，即污泥 PC/MCC A 段和污泥 PC/MCC B 段，三相四线制系统，两段母线联络，互为备用，新增两台 6300kVA 低压干式变压器，两台低压干式变电源引自新增污泥 6kV 段高压开关柜。给污泥仓区域所有新增设备供电。

本工程新增 2 台 220kW 粉碎输出段电机，变频控制，变频器布置在新建低压配电室内，电源取自新建 PC/MCC A/B 段。

#### 4.1.9.3 污泥储仓负压系统

本工程将污泥储仓建造在密闭车间内，以与外界隔离，于污泥储仓顶部布置臭气抽取口，通过臭气管道连接至增压风机入口，利用增压风机入口产生的负压

抽取污泥储仓内的臭气。抽气管道直径 DN400，管道采用 20 号钢。

#### 4.1.9.4 控制系统

本工程控制系统包括数据采集系统、顺序控制系统和连锁保护等。

##### （1）DCS 人机接口设备的配置

本次污泥掺烧系统接入新增独立 DCS 系统，通过新增 DCS 操作员站进行监控。设置 3 台操作员站，5、6 号炉各布置 1 台操作员站，就地布置 1 台操作员站作为备用；就地设工程师站 1 台，服务器 2 台，设服务器柜，电源、网络均为冗余配置。

##### （2）数据采集系统

数据采集系统完成数据采集、数据处理、操作显示、画面显示等任务，该系统检测的主要参数有：干燥段、输送段、增压风机、除臭系统的运行状态，各远控执行机构运行状态，以及系统中各主要温度、压力、流量和电气系统等运行参数。模拟量调节系统通过各设备频率、开度等调节手段，达到对温度、压力的调节，满足工艺要求。

##### （3）顺序控制系统

该系统的主要功能是实现运行人员通过操作员站对功能组的相关一组设备进行顺序启、停操作，该系统同时考虑了整个系统和相关设备的连锁和保护。

##### （4）连锁保护

连锁保护是为了保护污泥掺烧系统的安全稳定运行，而在逻辑中采取的保护措施。

#### 4.1.10 污泥收运方案

根据《关于加强城镇污水处理厂污泥污染防治工作的通知》（环办[2010]157号），从事污泥运输的单位应当具有相关的道路货物运营资质，禁止个人和没有获得相关运营资质的单位从事污泥运输。污泥运输应委托具有相应运输资质的单位进行运输，整个过程采用全封闭运输车辆，严禁跑冒滴漏。与运输单位的合同中制定惩罚措施，预防运输过程中抛洒滴漏的发生，不允许发生滴漏的污泥运输车进入公司。运输线路避开限行时间和路段，绕行敏感区域。运输车辆安装 GPS 装置，随时可监控车辆行驶情况。对污泥运输、贮存过程进行管理，并制定落实

污泥环境管理的规章制度、工作流程和要求，设置专门的管理部门或专（兼）职人员，严格按照《关于加强城镇污水处理厂污泥污染防治工作的通知》（环办[2010]157号）相关要求，确保污泥妥善处理处置，严禁擅自倾倒、堆放和遗撒。

污泥处理处置实行全过程管理，并根据《关于加强城镇污水处理厂污泥污染防治工作的通知》（环办[2010]157号），要求建立污泥管理台账和转移联单制度。污水处理厂污泥处理处置单位应当建立污泥管理台账，详细记录污泥产生量、转移量、处理处置量及其去向等情况，定期向所在地县级以上地方生态环境部门报告。制定严格的污泥泥质管理监管制度，厂内定期对污泥理化性质进行检测，并定期及不定期对所接收的污泥进行抽样检测，分析其理化性质及重金属含量，进厂掺烧污泥性质需满足《城镇污水处理厂污泥泥质》（GB 24188-2009）的规定，对于污泥泥质未能达到进厂标准的污水处理厂暂停接受，并采用通过书面形式通知其整改，待污泥泥质达标后方可接收。

本项目不得掺烧危险废物，污水处理厂应建立污泥管理台账和申报登记制度，并对台账内容、申报信息的真实性、准确性和完整性负责。

湿污泥采用污泥专用密闭汽车运至厂内，经称重计量后至污泥暂存仓卸料。污泥运输车采用后门开启方式卸料。

## 4.2 项目工艺及掺烧可行性

### 4.2.1 三期 5#、6#锅炉情况

#### 4.2.1.1 锅炉概述

华能福州分公司 5#、6#锅炉为哈尔滨锅炉厂有限责任公司生产的 HG-2042/26.15-YM3 超超临界参数、墙式切圆燃烧、一次中间再热、单炉膛、平衡通风、固态排渣Ⅱ型变压直流锅炉。锅炉主要设计参数见表 4.2-1。

水冷壁采用带内螺纹的垂直管圈布置型式，水冷壁结构分为上下两段，中间带有二级混合器的中间集箱。

过热器为辐射对流型受热面，采用四级布置，即低温过热器、分隔屏过热器、屏式过热器和末级过热器。再热器分为两级，即低温再热器和末级再热器。其中，低温再热器和低温过热器分别布置于尾部烟道的前、后竖井中，均为逆流布置。在上炉膛、折烟角和水平烟道内分别布置了分隔屏过热器、屏式过热器、末级过

热器和末级再热器。采用煤水比作为主要汽温调节手段，并配合三级喷水减温作为主蒸汽温度的细调节。再热蒸汽温度的调节以烟气挡板为主，并辅以摆动燃烧器调节，喷水减温仅用作事故减温。

表 4.2-1 锅炉主要设计参数一览表

项目	单位	数值	
过热蒸汽流量	t/h		
过热器出口蒸汽压力	MPa		
过热器出口蒸汽温度	°C		
再热蒸汽流量	t/h		
再热器进口蒸汽压力	MPa		
再热器出口蒸汽压力	MPa		
再热器进口蒸汽温度	°C		
再热器出口蒸汽温度	°C		
省煤器进口给水温度	°C		
排烟温度（修正前）	°C		
排烟温度（修正后）	°C		
省煤器出口空气过剩系数	/		
空气预热器入口一次风温	°C		
空气预热器入口二次风温	°C		
热效率	干烟气热损失	%	
	氢燃烧和燃料中水分引起的热损	%	
	空气中水分热损失	%	
	未燃尽碳热损失	%	
	辐射及对流热损失	%	
	未计入热损失	%	
	制造厂裕量	%	
	设计锅炉效率	%	
	保证热效率	%	

#### 4.2.1.2 制粉及燃烧系统

5、6 号机组锅炉采用中速磨冷一次风机直吹式制粉系统，每台炉配 6 台磨煤机（型号 MPS200HP-II），5 运 1 备用。设计煤粉细度为 R90=18%，煤粉均匀系数 n=1.0。

5、6 号机组锅炉采用 CUF 墙式切圆燃烧大风箱结构。整个燃烧器与水冷壁

固定连接，并随水冷壁一起向下膨胀，燃烧器共 4 组，布置于水冷壁四面墙上，形成一个大切圆。结构上为全摆动燃烧器( $\pm 20^\circ$ )，燃烧器共 6 层煤粉喷口，每层与 1 台磨煤机相配，以此来改变燃烧中心区的位置，调节炉膛内各辐射受热面的吸热量，从而调节再热汽温。位于主燃烧器上方的 4 层燃烬风燃烧器，具有补充后期燃烧所需空气、保证煤粉粒子的完全燃尽及实现在炉膛垂直方向的分级燃烧，降低炉内温度水平，抑制燃料型及热力型  $\text{NO}_x$  生成的作用，

2016 年为了实现机组的超净排放，配合进行了低氮燃烧系统改造。为了降低燃烧的效率及降低  $\text{NO}_x$  的排放，原浓煤粉风仓及其上下的 DUMMY 风仓合并为一个风仓，并且采用 M-PM 燃烧器，在原有主燃烧器风箱内装设新设计的二次风喷口，按照改造后风量分配将原二次风喷口重新设计更换；将原 AUX-2 风室拆除更换为 DUMMY 风室进行封堵；原淡煤粉风室改为 AUX-3 喷口；同时，原来的三层油风室及 A 层等离子点火装置进行利旧，不作改动；原有 4 层燃烬风燃烧器整体更换为 6 层的燃烬风燃烧器。

本次技改为充分利用 5、6 号锅炉高温燃烧条件，在炉膛两个对角 OFA 喷口内布置污泥燃烧器，干化粉碎污泥的一体化机出口管道在锅炉燃烧器区域一分为二，分别接到布置在两个对角燃烧器 OFA 喷口的 2 只污泥燃烧器，物料全部通过污泥燃烧器送入炉膛燃烧。污泥燃烧器布置示意图见图 4.2-1。

图 4.2-1 污泥燃烧器布置示意图

## 4.2.2 工艺流程

本项目采用污泥前置干燥炭化处理技术工艺。

污泥被运输车辆送到现场后，卸料至密闭的储料仓中，利用螺旋等输送装置，将污泥从储料仓中输送到一体化干燥处理机内，其中螺旋输送装置、一体化干燥处理机均为密闭装置；一体化干燥处理机抽取锅炉尾部烟气，对一体化干燥处理机内的污泥进行干燥处理，并粉碎形成粉末；污泥粉末和污泥干燥烟气随高温炉烟通过管道从污泥燃烧器等位置送入炉膛，进行高温燃烧；污泥燃烧烟气随锅炉烟气依次进入锅炉脱硝、除尘和脱硫装置，经达标后通过烟囱排入大气。污泥处理工艺流程图见图 4.2-2。整体掺烧工艺流程图见图 4.2-4。干化一体机物料及气

体走向见图 4.2-3。

根据设计单位提供资料，本项目污泥干燥机采用的是华能自主知识产权的污泥一体化处理机，其分为前半部分回转干燥段（类似钢球磨煤机）、后半部分粉碎输送段（类似风扇磨煤机）。污泥在一体化处理机中进行干燥粉末化，将污泥含水率从 60%降至 20%左右后进行粉碎（时长约 5 分钟），干燥粉末粒径达到设计要求（R90 大概在 10%左右）后直接送入炉膛焚烧。

图 4.2-2 污泥处理工艺流程示意图

图 4.2-3 干化一体机物料气体走向示意图

产污环节分析：

①污泥的接收、储存、输送、干燥过程产生的污染物主要是污泥臭气和设备运转噪声，污泥臭气中主要污染因子为  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  等。

②污泥掺烧过程产生的污染物主要为锅炉烟气，主要污染因子为烟尘、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{HCl}$ 、二噁英以及汞、镉、砷、铅、铬等重金属。以及锅炉燃烧产生的炉渣，烟气治理措施产生的飞灰、脱硫石膏和废催化剂。

图 4.2-4 污泥掺烧工艺流程示意图

## （1）污泥存储输送

### ①污泥存储输送系统

本期工程设计 2 套容积为 150m<sup>3</sup> 的地下污泥储存仓，每套污泥仓的规格为 8m×4.7m×4m（底部设置输送机，地下埋深 6m），用于接收及储存 60% 含水率污泥。每套污泥储仓配置 1 套污泥输送系统，包含滑架、双螺旋输送机、刮板输送机、单螺旋输送机以及配套的液压油和润滑系统。为保证污泥能顺利下料，每套污泥储存仓内部设置 3 套滑架，底部布置 3 套双螺旋输送机，3 套双螺旋输送机的给料口同时与刮板输送机相连接，污泥通过刮板机爬坡跨越厂内道路后，再通过水平布置的单螺旋输送机直接输送至一体机内进行干燥炭化。

污泥储仓为全密闭设置，仅在储仓上侧布置有两个污泥卸料口以及卸料格栅和液压密封盖板，允许污泥运输车自卸料，卸料完毕后，液压密封盖板盖上，使储仓在运行过程中保持密闭状态。污泥储仓上方建设污泥车间，污泥车间采用卷帘门进行密封，内部布置照明、通风等设施，主要采取排气扇机械通风，疏散污泥车卸料过程逸散的臭气，排气扇每小时换气 6 次以上，排风量为 18000m<sup>3</sup>/h。

### ②除臭系统

项目将污泥储仓设置成密闭状态，以与外界隔离，于污泥仓顶部布置臭气抽取口，通过臭气管道连接至增压风机入口，利用增压风机入口产生的负压抽取污泥仓中的臭气。臭气经增压风机抽取后，送入锅炉炉膛燃烧。

## （2）一体化干燥处理机

本项目共配置 2 套一体化处理机，单套一体化处理机配置 1 套回转干燥段、1 套粉碎输送段。污泥在回转干燥段进行干燥、粉碎，在粉碎输送段对较粗物料进行进一步粉碎和输送。一体化处理机设计进口烟气温度 520℃，出口烟气温度 200℃。

## （3）炉烟管道系统

本项目配置 2 套一体化处理机，通过炉烟管道分别与 5、6 号机组锅炉连通。为保证系统安全，一体机与炉烟管道一对一单元制运行，不设联络管备用。炉烟管道系统主要包括高温炉烟管道、中温炉烟管道、中/高温炉烟汇合炉烟管道（一体机入口炉烟管道）、一体机出口炉烟管道、增压风机出口炉烟管道等。

高温炉烟取自锅炉后烟井后侧墙靠近炉膛中心处，高温炉烟单口抽取，与来

自省煤器出口右侧烟道的中温炉烟（中温炉烟采用单口抽取）管道汇合，进入高/中温炉烟汇合炉烟管道。来自 5、6 号锅炉的高/中温炉烟汇合炉烟管道分别进入 2 套一体化处理机入口，一体化干燥处理机出口炉烟管道从一体化干燥处理机出口连接至增压风机。增压风机出口炉烟管道去往污泥燃烧器，每台炉有 2 只污泥燃烧器，布置在锅炉主燃烧器 1、3 号角最上层（OFA 层）。

#### 4.2.3 本项目依托电厂锅炉处置污泥方案的可行性

本工程依托现有 1945.6t/h 煤粉锅炉（电厂三期共 2 台煤粉锅炉，蒸汽流量共 3891.2t/h）进行生活污水厂污泥及华能福州分公司废水处理污泥掺烧处置，根据工程可行性研究报告，污泥掺烧对电厂三期机组的锅炉工况影响如下：

##### （1）燃料变化

本项目技改后，5 号、6 号锅炉燃料由单一燃料（煤）变成混合燃料（煤、污泥），其燃料主要成分的变化见表 4.1-9。由表 4.1-9 可以看出，混合燃料的收到基水分、灰分、挥发分、固定碳、全硫等成分与现有煤种的成分相差不大，不会对锅炉的稳定运行产生影响。

##### （2）掺烧污泥对锅炉燃烧的影响

本次采用的污泥掺烧方案为污泥前置干燥炭化处置技术，该技术以燃煤电站锅炉为基础，通过抽取锅炉尾部高温炉烟在一体化处理机中放热对污泥等废弃物进行干燥及粉末化，干燥粉末化的污泥粉末、臭气随炉烟一块送入锅炉炉膛燃烧，燃烧产物通过尾部烟气净化设备净化达标排放。炉烟携带的污泥粉末、臭气从锅炉 SOFA 风最上层送入炉膛焚烧，该位置远离锅炉主燃烧器区，对锅炉主燃烧器区燃烧稳定性没有影响。

##### （3）锅炉汽水参数变化影响

本工程拟掺烧污泥干化采用前置干燥炭化技术，其处置污泥在炉膛内建立了烟气再循环，同时污泥还带入了部分水分，这些都会导致锅炉总烟气量增加，炉膛温度降低，从而减少了锅炉炉膛的吸热，增加锅炉对流受热面的吸热。

对本项目而言，单台锅炉的湿污泥掺烧量为 6.25t/h，660MW 额定负荷工况下等同于锅炉入炉煤水量只增加 3.75t/h（按 60% 含水率计算），相当于烟气量增加不到 0.5%，总体对锅炉汽水参数的影响很小。

掺烧污泥本身挥发分含量很高，很容易燃烧，灰分占的比例较小。同时掺入的比例很小，与锅炉入炉煤量比较，每天 150t 湿污泥掺烧量只占满负荷入炉煤量 2.16%左右，占 330MW 负荷下入炉煤量的 4.53%，折算污泥掺烧带入灰分相当于燃煤灰分增加 0.56%和 1.19%，基本处在煤质波动范围内，因此掺烧污泥不会造成受热面积灰的影响。

#### （4）锅炉风烟系统变化影响

本工程锅炉掺烧污泥后由于水分增加导致系统烟气量增加不足 0.5%，相应引风机电耗增加不足 0.5%，增加的量较小。前置干燥炭化系统利用一体化机自身动力抽取锅炉炉烟，不对锅炉风烟系统出力带来额外负担。由于污泥掺烧比例及热值低，使得掺烧污泥后入炉煤量的减少量占原入炉煤量的比例仅为 0.22%，同时污泥送入位置位于 SOFA 风喷口最上层，远离主燃烧器区，因此对锅炉燃煤的配风参数基本没有影响。在保证送入炉膛空气量相同的情况下，氧量绝对值降低 0.083%，该变化可通过调节送风机出力来保证锅炉的运行氧量。

同时循环炉烟占锅炉总炉烟比例为 2%（循环炉烟量约 30000m<sup>3</sup>/h，进入炉膛循环炉烟温度 150℃），喷入炉膛后锅炉炉膛温度降低约为 23~25℃（掺烧前炉膛温度 1300~1400℃，掺烧后炉膛温度 1277~1375℃），该温度降低有限，由于该位置炉膛内主要以未燃尽的 CO 气体以及污泥粉末（主要是易燃尽的有机物，固定碳含量低），炉温略微降低，基本不影响可燃物的燃尽。

因此，锅炉掺烧污泥后对原有风烟系统影响较小。

#### （5）对锅炉效率影响

本工程锅炉掺烧污泥后，由于污泥水分带入对炉膛燃烧温度有所影响，但由于污泥燃烧器安装在燃尽风区域，并且污泥处理量仅为 6.25t/h，对锅炉整体燃烧影响较小。锅炉入炉煤质为极易燃尽的高挥发分烟煤，因此掺烧污泥后对锅炉燃烧实际影响很小，锅炉飞灰可燃物不会产生大的变化。

#### （6）对发电量的影响

根据西安西热锅炉环保工程有限公司提供的《华能福州电厂掺烧污泥项目节能情况说明》（见附件 19），项目技改后每天掺烧 300t 污泥（含水率约 60%），可使三期机组节约标准煤约 8.17t/d。按每吨原煤相当于 0.7143 吨标煤进行换算，则掺烧后可节约燃煤量为 11.44t/d（2622t/a）。因此项目掺烧污泥可以节约部分

燃煤，在相同燃煤使用量的情况下，发电量略微增加。

#### （7）对超低排放的影响

根据电厂提供的资料，电厂三期机组前期超低排放改造工艺主要为低氮燃烧、脱销提效、除尘提效、脱硫提效。

**低氮燃烧：**用 MPM 燃烧器+SOFA 燃烧器取代原有的 PM 燃烧器+MACT 燃烧器，即将燃烧器由浓煤粉风室改为 MPM 燃烧器，淡煤粉风室更改为二次风室，原浓煤粉风仓与上下方的空气风仓合并为一个风仓，更换 B、C、D、E、F 层原膨胀节后的煤粉管道。

**脱销提效：**原有 2 层催化剂基础上，新增加 1 层催化剂，并增加备用层吹灰器。

**除尘提效：**改造第一、四电场高频电源，并进行小分区供电改造；将第一电场高频电源拆至第三电场使用。将吸收塔内除雾器更换为管式除尘除雾器，更换烟道除雾器，实现脱硫协同除尘。

**脱硫提效：**拆除原有四层喷淋层，重新布置喷淋层，并加装旋汇耦合器。改造后为一层旋汇耦合器+四层喷淋层+管式除尘除雾器+一级烟道除雾器配置，吸收塔抬升 8.8 米，净烟道同步抬升。配套改造浆液循环泵、氧化风机、侧进式搅拌器等设备。

从以上超低排放改造工艺可知，其主要是采用更换燃烧器及加装、更换烟气处理装置，实现了低氮燃烧及污染物去除效率的提升，整体上与燃料的关系不大。且根据前面表述，项目掺烧污泥后，对锅炉燃烧、汽水参数、风烟系统及锅炉效率的影响较小，且根据试掺烧污染物排放监测数据，各污染物排放均达到超低排放要求，因此，整体上项目掺烧污泥后，不会对超低排放造成大的影响。

#### （8）对二噁英排放的影响

本项目依托华能电厂三期机组的 2 台 1945.6t/h 超超临界煤粉锅炉，锅炉的容量较大，掺烧的污泥量不大，占燃煤量的比例仅为 2.16%，不会对锅炉正常运行造成明显的改变。锅炉炉膛温度 1300℃ 以上，炉膛烟气停留时间可达 3s，均可满足《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB 18485-2014）及其修改单中对生活垃圾焚烧炉的技术性能指标要求（即炉膛内焚烧温度 $\geq 850^{\circ}\text{C}$ ，炉膛内烟气停留时间 $\geq 2\text{S}$ ），能够较好地分解二噁英，污染物排放均能达到国家排放标准。

因此，华能福州分公司三期机组锅炉处置污泥方案从工艺角度上可行。

### 4.3 工程污染影响因素分析

本项目实施后，华能福州分公司三期机组主要产污环节见表 4.3-1。

表 4.3-1 项目技改后主要产污环节及治理措施一览表

污染物		技改后处理和处置措施	备注
废气	燃煤烟气	2×1945.6t/h 煤粉锅炉 低氮燃烧+SCR 脱硝+静电除尘+石灰石-石膏湿法脱硫+210m 烟囱	三期机组
	污泥储仓恶臭气体	采取污泥仓密闭，负压抽取废气送入锅炉炉膛燃烧	三期机组
	污泥干燥废气	干化一体机内密闭干燥，干燥废气经增压风机送入锅炉炉膛燃烧	三期机组
	燃煤装卸粉尘	已建 3 座全封闭圆形煤场，加强操作管理，尽量降低煤炭的装卸高度，设置喷雾抑尘装置等措施 燃煤各转运站、碎煤机落煤点采用封闭处理，卸煤段皮带为紧身封闭，上煤段皮带为栈桥结构封闭。每个转运站设置一台静电除尘设备，并在每个转运站的皮带入口处设置一套水喷淋抑尘设施	全厂共用，本次技改后，影响不变
废水	工业废水	经中和、絮凝沉淀后，回用于脱硫制浆补水、除灰系统及渣加湿、煤场补水	全厂共用，本次技改后，影响不变
	脱硫废水	经中和、有机硫去重金属、石灰乳去除氟化物、絮凝、澄清后，回用于脱硫制浆补水、除灰系统及渣加湿、煤场补水	全厂共用，本次技改后，影响不变
	含煤废水	经絮凝沉淀、过滤后，回用于输煤栈桥冲洗	全厂共用，本次技改后，影响不变
	生活污水	经二级生化处理后，回用于脱硫制浆补水、除灰系统及渣加湿、煤场补水	全厂共用，本次技改后，影响不变
噪声	增压风机设备噪声	安装隔声罩，风机进出口安装消声器，风机底座加装减振垫	三期机组
	汽轮发电机组噪声	已做好汽轮机房的隔声减振措施	三期机组
	一体干燥处理机噪声	安装隔声及减振装置	三期机组
固废	飞灰	经鉴别后再妥善处理。如鉴别为一般固废，则外售综合利用，如鉴别为危废，则委托有危险废物处置资质单位进行处理。	三期机组
	炉渣	外售综合利用	本次技改后，该影响变化较小
	脱硫石膏	外售综合利用	本次技改后，该影响变化较小

### 4.3.1 废气

项目营运期产生的废气为污泥储仓和污泥车间卸料过程产生的恶臭气体、污泥干化产生的污泥干燥烟气及锅炉烟气。其中储料仓恶臭气体采取密闭、负压收集后，送入锅炉燃烧，污泥干燥烟气与干燥粉碎后的污泥一起送入炉膛燃烧，因此，项目外排废气主要为污泥车间内污泥运输车卸料过程逸散的无组织恶臭气体及锅炉烟气。

#### 4.3.1.1 有组织废气

营运期的有组织废气主要为锅炉烟气。

##### (1) 锅炉烟气组分

污泥和煤在燃烧时将污泥中的所有可燃物质在燃烧过程中变为高温气体，使一些物质发生了化学变化，锅炉煤中掺烧污泥后，燃烧烟气中的物质可分为以下几类：

**烟尘：**烟尘主要包括燃烧烟气中所夹带的不可燃物质及燃烧产物。

**酸性气体：**污泥中的氯与燃烧的碳氢化合物的氢离子作用形成氯化氢，污泥中的硫与氮的氧化将形成二氧化碳、二氧化硫和氮氧化物。酸性气体主要包括二氧化硫、氯化氢和氮氧化物。

**重金属：**烟气中重金属一般由污泥中所含有的金属氧化物和盐类所组成。根据同类型污泥及生活垃圾焚烧厂的经验，这些重金属一般由镉、铬、铅和汞等。

**微量有机化合物：**微量有机化合物有二噁英等。

二噁英类化合物是指那些能与芳香烃受体 Ah-R 结合并能导致一系列生物化学效应的一大类化合物的总称。

##### 1) 二噁英类的特性

二噁英类在标准状态下呈固态，熔点约为 303~305℃。二噁英类极难溶于水，在常温情况下其溶解度在水中仅为  $7.2 \times 10^{-6} \text{mg/L}$ 。二噁英类在 705℃ 以下时是相当稳定的，高于此温度即开始分解。另外，二噁英类的蒸气压很低，在标准状态下低于  $1.33 \times 10^{-8} \text{Pa}$ ，这么低的蒸气压说明二噁英类在一般环境温度下不易从表面挥发。

##### 2) 二噁英类的毒性

二噁英类的毒性与异构体结构有很大关系，各异构体浓度的综合毒性评价方法一般以 TCDDs 为基准。利用 TCDDs 的毒性当量（TEQ）来表示各异构体的毒性，称之为毒性当量因子[TEF]，其他异构体的毒性以相对毒性进行评价，本项目二噁英类污染物排放限值控制为 0.1ngTEQ/m<sup>3</sup>。

### 3) 二噁英类形成机理

在焚烧过程和化学反应中二噁英类是由苯环与氧、氯等组成的芳香族化合物，其中毒性最强的为 2、3、7、8 四氯联苯(2、3、7、8PCDD)。

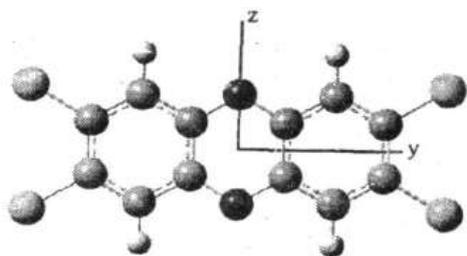


图 4.3-1 2、3、7、8 PCDD 稳定构型

二噁英类形成机理如下：

#### ①高温合成

即高温气相生成 PCDD 在污泥进入炉内初期干燥阶段，除水份外含碳氢成分的低沸点有机物挥发后与空气中的氧反应生成水和二氧化碳，形成暂时缺氧状况，使部分有机物同氯化氢（HCl）反应，生成 PCDD。

#### ②从头合成

在低温（250~350℃）条件下大分子碳（残碳）与飞灰基质中的有机或无机氯生成 PCDD。残碳氧化时，有 65%~75%转变为一氧化碳，约 1%转为氯苯转变为 PCDD，飞灰中碳的气化率越高，PCDD 的生成量也越大。

#### ③前驱物合成

完全燃烧及飞灰表面的不均匀催化反应可形成多种有机气相前驱物，如多氯苯酚和二苯醚，再由这些前驱物生成 PCDD。高温燃烧产生含铝硅酸盐的原始飞灰中含有不挥发过渡金属和残碳。飞灰颗粒形成了大的吸附表面。飞灰颗粒在出炉膛冷却的同时，颗粒表面上的不完全燃烧产物之间，不完全燃烧产物与其它前驱物之间发生多种表面反应，另一方面与不挥发金属及其盐发生多种缩合反应，生成表面活性氯化物，再经过多种复杂的有机反应生成吸附在飞灰颗粒表面上的 PCDD。

## (2) 污染源强

根据《污染源源强核算技术指南 火电》（HJ888-2018），采用实测法（企业在线监测数据）和物料衡算法，对企业三期机组 5 号、6 号（单台蒸汽流量 1945.6t/h）煤粉锅炉掺烧污泥后烟气中主要污染物的产生和排放情况进行分析、评价。

### ① 锅炉烟气量

根据王罗春主编的《污泥干化与焚烧技术》（2009 年），污泥焚烧过程每吨污泥产生的烟气量一般为 4500~6000m<sup>3</sup>，本次评价取中间值 5250m<sup>3</sup>/t。本项目技改后 5#、6#每台锅炉掺烧污泥量为 6.25t/h（150t/d），则每台锅炉污泥焚烧产生的烟气量为 32812.5m<sup>3</sup>/h。根据电厂在线监测数据，技改前 5#锅炉、6#锅炉满负荷运行时的烟气量分别为 1998300m<sup>3</sup>/h、2115000m<sup>3</sup>/h，则技改掺烧后 5#锅炉、6#锅炉满负荷运行时的烟气量分别为 2031112.5m<sup>3</sup>/h、2147812.5m<sup>3</sup>/h。

### ② 烟尘

项目污泥燃烧产生烟尘量按如下公式计算：

$$M_a = B_g \times \left( \frac{A_{ar}}{100} + \frac{q_4 Q_{net,ar}}{100 \times 33870} \right) \times \alpha_{fh}$$

式中：

$M_A$ ——核算时段内烟尘产生量，t；

$B_g$ ——核算时段内锅炉燃料耗量，t；

$A_{ar}$ ——收到基灰分的质量分数，%，根据污泥检测结果计算为 23.70%，具体见表 4.1-5；

$q_4$ ——锅炉机械不完全燃烧热损失，%，固态排渣煤粉炉一般为 0.5%~4%，本次评价取 4%；

$Q_{net,ar}$ ——收到基低位发热量，kJ/kg；

$\alpha_{fh}$ ——锅炉烟气带出的飞灰份额，煤粉炉取 0.9。

根据公式计算，5#、6#每台锅炉污泥燃烧产生的烟尘量为 1349.13kg/h。根据电厂在线监测数据，技改前 5#锅炉、6#锅炉满负荷运行时的烟尘产生量分别为 25313.33 kg/h、26333.33 kg/h，则技改掺烧后 5#锅炉、6#锅炉满负荷运行时的烟尘产生量分别为 26662.47kg/h、27682.47kg/h。三期机组的 5#、6#锅炉烟气采用静电除尘器进行除尘，并进入湿式脱硫系统再次除尘后，一起进入 210m 高的烟

囱排放，根据电厂的在线监测数据统计，其综合除尘效率约为 99.97%，则技改后三期机组的烟尘排放量为 16.30kg/h，排放浓度为 3.89mg/m<sup>3</sup>。

### ③SO<sub>2</sub>

SO<sub>2</sub> 主要来源为污泥中含硫及燃煤中含硫，其中项目掺烧污泥的收到基含硫量为 0.26%（根据污泥检测数据计算，见表 4.1-5），根据 SO<sub>2</sub> 产生量计算公式：

$$M_{SO_2} = 2B_g \times \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \times \frac{S_{ar}}{100} \times K$$

式中：

M<sub>SO<sub>2</sub></sub>——核算时段内二氧化硫产生量，t；

B<sub>g</sub>——核算时段内锅炉燃料耗量，t；

q<sub>4</sub>——锅炉机械不完全燃烧热损失，%，固态排渣煤粉炉一般为 0.5%~4%，本次评价取 4%；

S<sub>ar</sub>——收到基硫的质量分数，%；

K——燃料中的硫燃烧后氧化成二氧化硫的份额，煤粉炉取 0.9。

根据公式计算，5#、6#每台锅炉污泥燃烧产生的 SO<sub>2</sub> 量为 28.08kg/h。根据电厂在线监测数据，技改前 5#锅炉、6#锅炉满负荷运行时的 SO<sub>2</sub> 产生量分别为 2373kg/h、2689.55kg/h，则技改掺烧后 5#锅炉、6#锅炉满负荷运行时的 SO<sub>2</sub> 产生量分别为 2401.08kg/h、2717.36kg/h。三期机组的 5#、6#锅炉烟气采用“石灰石-石膏湿法脱硫系统”进行脱硫后，一起进入 210m 高的烟囱排放，根据电厂的在线监测数据统计，其脱硫效率约为 98%，则技改后三期机组的 SO<sub>2</sub> 排放量为 102.37kg/h，排放浓度为 24.50mg/m<sup>3</sup>。

### ④NO<sub>x</sub>

项目掺烧污泥的收到基含氮量为 1.06%（根据污泥检测数据计算，见表 4.1-5），根据 NO<sub>x</sub> 产生量计算公式：

$$G_{NO_x} = 1.63 \times 10^3 \times B \times (\beta \times n + 10^{-6} \times V_y \times C_{NO_x})$$

式中：

G<sub>NO<sub>x</sub></sub>——单台锅炉氮氧化物排放量（kg/h）；

B——锅炉耗燃料量（t/h）；

β——燃烧时氮向燃料型 NO 的转变率（%），与燃料含氮量 n 有关，一般层燃炉取 25%~50%，粉煤炉取 20%~25%（本技改项目锅炉为粉煤炉，取中间值

22.5%）；

$n$ ——燃料中氮的含量（质量分数）（%）；

$V_y$ ——燃烧生成的烟气量（ $m^3/kg$ ）；

$C_{NO_x}$ ——燃烧时生成的温度型 NO 的浓度（ $mg/m^3$ ），一般取  $93.8mg/m^3$ 。

根据公式计算，三期机组 5#、6#锅炉污泥燃烧产生的  $NO_x$  量均为  $29.31kg/h$ 。根据电厂在线监测数据，技改前 5#、6#锅炉满负荷运行时的  $NO_x$  产生量分别为  $483.83kg/h$ 、 $485.88kg/h$ ，则技改掺烧后 5#、6#锅炉满负荷运行时的  $NO_x$  产生量分别为  $513.15kg/h$ 、 $515.20kg/h$ 。锅炉烟气采用 SCR 进行脱硝后，一起进入 210m 高的烟囱排放，根据电厂的在线监测数据统计，其脱硝效率约为 81.5%，则技改后三期机组的  $NO_x$  排放量为  $190.24kg/h$ ，排放浓度为  $45.52mg/m^3$ 。

#### ⑤汞

项目掺烧污泥的汞含量为  $2.18\mu g/g$ （根据污泥检测数据计算，见表 4.1-5），根据  $NO_x$  产生量计算公式：

$$M_{Hg} = B_g \times m_{Hgr} \times 10^{-6}$$

式中：

$M_{Hg}$ ——核算时段内汞及其化合物排放量（以汞计），t；

$B_g$ ——核算时段内锅炉燃料耗量，t；

$m_{Hgar}$ ——收到基汞的含量， $\mu g/g$ 。

根据公式计算，三期机组 5#、6#锅炉污泥燃烧产生的 Hg 量均为  $0.0136kg/h$ 。根据电厂在线监测数据，技改前 5#、6#锅炉满负荷运行时的 Hg 产生量分别为  $0.03kg/h$ 、 $0.0315kg/h$ ，则技改掺烧后 5#、6#锅炉满负荷运行时的  $NO_x$  产生量分别为  $0.044kg/h$ 、 $0.045kg/h$ 。

根据《<火电厂大气污染物排放标准>编制说明》和《建设项目环境影响技术评估指南》里关于汞的控制分析如下：“汞的脱除优先考虑采用高效除尘、烟气脱硫和脱硝协同控制的技术路线。采用电除尘器或布袋除尘器后加装烟气脱硫装置，平均脱除效率在 75%（电除尘器为 50%，烟气脱硫为 50%），若加上 SCR 装置可达 90%”。本项目采用 SCR+静电除尘+石灰石-石膏湿法脱硫系统对汞的综合脱除效率按 80%计。则技改后三期机组的 Hg 排放量为  $0.09kg/h$ ，排放浓度为  $0.004mg/m^3$ 。

## ⑥二噁英

二噁英类化合物是指能与芳香烃受体 Ah-R 结合并能导致一系列生物化学效应的一大类化合物的总称。主要包括 75 种多氯代二苯并-对-二恶英 (PCDDs) 和 135 种多氯代二苯并呋喃 (PCDFs)。其中, PCDDs 和 PCDFs 统称为二噁英。此外还包括多氯联苯 (PCBs) 和氯代二苯醚等。目前已知所有二噁英类化合物中, 毒性最为明显的是 7 种 PCDDs, 10 种 PCDFs 和 12 种 PCBs, 其中以 2,3,7,8-TCDD 的毒性最大。二噁英类由于难溶于水却很容易溶解于脂肪而在生物体内积累, 并难以排出, 生物降解能力差; 具有很低的蒸汽压, 使该物质在一般环境温度下不容易从表面挥发; 在 700℃ 下具有热稳定性, 高于此温度即开始分解。这三种特性决定了二噁英在环境中的去向: 二噁英进入生物体, 并经过食物链积累, 而造成传递性、累积性中毒。

二噁英的生成机理相当复杂, 至今为止国内外的研究成果还不足以完全说明问题, 目前已知的生成途径可能有:

a、原料本身成分: 本项目掺烧污泥含氯元素, 可能含有能产生二噁英的有机物 PCDDs/PCDFs、含氯前体物等, 前体物包括聚氯乙烯、氯代苯、五氯苯酚等, 在燃烧中前体物分子通过重排、自由基缩合、脱氯或其他分子反应等过程会生成二噁英, 这部分二噁英在高温燃烧条件下大部分也会被分解。

b、炉内形成: 污泥和燃煤中化学成分中 C、H、O、N、S、Cl 等元素, 在烧结过程中可能先形成部分不完全燃烧的碳氢化合物 (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>), 当 C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> 因炉内燃烧状况不良 (如氧气不足, 缺乏充分混合及炉温太低等因素) 而未及时分解为 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 时, 可能与燃料中的氯化物结合形成二噁英、氯苯及氯酚等物质。其中氯苯及氯酚的破坏分解温度高出约 100℃ 左右, 如炉内燃烧状况不良, 停留时间太短, 更不易将其除去, 因此, 可能成为炉外低温合成二噁英的前驱物质。

c、炉外低温再合成: 由于不完全燃烧, 氯苯及氯酚等前驱物质随废气自燃烧室排出进入后续环节, 可能被废气中的碳元素所吸附, 并在特定的温度范围 (250~400℃, 300℃ 时最显著), 在灰分颗粒所构成的活性接触面上, 被金属氯化物催化反应生成二噁英。此种再合成反应的发生, 除了需具备前述的特定温度范围内由飞灰所提供的碳元素 (飞灰中碳的气化率越高, 二噁英类的生成量越大)、催化物质、活性接触面及前驱物质外, 废气中氧含量、水份含量也是再合

成的重要角色。

由于华能福州分公司三期机组目前可实现短期试掺烧未干化污泥，本次评价二噁英采用实测数据进行污染源估算。2021 年 11 月 17 日，华能福州分公司对三期 6 号机组在接近满负荷状态下对试掺烧污泥工况进行烟气污染物排放监测，掺烧污泥来源为 5 家城镇生活污水处理厂及华能福州分公司厂内污水处理污泥，并完全依照设计方案的泥量及比例进行试掺烧，掺烧污泥量为 150t/d（掺烧比例为 2.16%）。根据监测结果，试烧期间 6# 机组的二噁英排放浓度均值为 0.0012ngTEQ/m<sup>3</sup>，采取的烟气处理措施为“低氮燃烧器+SCR 脱硝+静电除尘+石灰石-石膏湿法脱硫系统”，对二噁英综合去除效率取值 60%，则二噁英产生浓度估算为 0.003ngTEQ/m<sup>3</sup>。

#### ⑦其他重金属

根据相关文献《焚烧污泥重金属迁移的研究进展》（沈伯雄等，电站系统工程第 24 卷第 1 期，2008 年），污泥焚烧形成灰渣和飞灰两部分，污泥经过焚烧后，大部分重金属元素 Cu、Cr 残留在灰渣中，Pb、Cd、Ni 部分残留在灰渣中，而 As、Hg 等则大量富集在飞灰中。浙江大学张岩等研究污泥焚烧过程重金属排放特性时表明（《污泥焚烧过程中重金属排放特性试验研究》（电站系统工程第 21 卷第 3 期，2005 年）），焚烧温度 900℃时，Cd 的挥发量达到 59.22%，Cu 的挥发量达 28%左右，Pb 的挥发量为 26.59%，Ni 的挥发量为 12.45%，Cr 的挥发量为 10.05%。本次评价根据各金属元素的物理性质，按上述迁移规律，对项目烟气中的金属污染物的迁移分配进行估算，具体见表 4.3-2。

表 4.3-2 项目掺烧后重金属污染物迁移分配情况一览表

序号	重金属	炉渣中比例（%）	烟气中比例（%）
1	镉（Cd）	41	59
2	铊（Tl）	75	25
3	锑（Sb）	75	25
4	砷（As）	40	60
5	铅（Pb）	73	27
6	铬（Cr）	90	10
7	钴（Co）	90	10
8	铜（Cu）	72	28
9	锰（Mn）	80	20
10	镍（Ni）	88	12

鉴于各重金属在废气中主要吸附在颗粒物中以烟尘形式存在，经烟气净化处理过程中重金属的去除率理论上与除尘效率一致，即可达 99.97%，本次评价重金属去除效率取 99.9%。经估算，本项目技改掺烧污泥后，三期机组锅炉烟气中重金属产生量见表 4.3-3。

**表 4.3-3 三期机组掺烧污泥后锅炉烟气中重金属产排量一览表**

序号	金属元素	污泥中含量 (mg/kg)	掺烧污泥量 (t/h)	产生量 (kg/h)	去除效率 (%)	排放量 (kg/h)
1	镉 (Cd)	0.95	12.5	0.701	99.9	0.00070
2	铊 (Tl)	0.08	12.5	0.025	99.9	0.00002
3	锑 (Sb)	1.6	12.5	0.500	99.9	0.00050
4	砷 (As)	11.22	12.5	8.415	99.9	0.00841
5	铅 (Pb)	53.57	12.5	18.080	99.9	0.01808
6	铬 (Cr)	141.57	12.5	17.696	99.9	0.01770
7	钴 (Co)	2.28	12.5	0.285	99.9	0.00028
8	铜 (Cu)	149.59	12.5	52.357	99.9	0.05236
9	锰 (Mn)	430.17	12.5	107.543	99.9	0.10754
10	镍 (Ni)	35.28	12.5	5.292	99.9	0.00529

本项目技改掺烧污泥后三期机组锅炉烟气中各污染物产排情况见表 4.3-4。

表 4.3-4 三期机组掺烧污泥后锅炉烟气中污染物产排情况一览表

污染源名称	烟气量 (m³/h)	污染物名称	核算方法	产生状况		治理措施	去除率%	排放状况				执行标准	排放源参数			排放时长 (h/a)
				速率 (kg/h)	产生量 (t/a)			速率 (kg/h)	排放量 (t/a)	排放浓度 (mg/m³)	*折算浓度 (mg/m³)	浓度 (mg/m³)	高度 (m)	直径 (m)	温度 (°C)	
三期机组掺烧污泥后锅炉烟气 (三期烟囱)	4178925	烟尘	实测法+物料衡算法	54345	298897	低氮燃烧+SCR 脱硝+静电除尘+石灰石-石膏湿法脱硫	99.97	16.30	90	3.90	3.47	20	210	7.7	52	5500
		SO <sub>2</sub>		5119	28153		98	102.37	563	24.50	21.77	50				
		NO <sub>x</sub>		1028	5656		81.5	190.24	1046	45.52	40.45	100				
		HCl	物料衡算法	2.85	15.68		90	0.285	1.568	0.068	0.04042	50				
		Hg	实测法+物料衡算法	0.09	0.49		80	0.01775	0.09763	0.00425	0.00377	0.03				
		Cd	物料衡算法	0.70	3.85		99.9	0.00070	0.00385	0.00017	0.000099	0.05 (合计)				
		Tl		0.03	0.14		99.9	0.00002	0.00014	0.00001	0.000004					
		Sb		0.50	2.75		99.9	0.00050	0.00275	0.00012	0.000071	1.0 (合计)				
		As		8.42	46.28		99.9	0.00841	0.04628	0.00201	0.001193					
		Pb		18.08	99.44		99.9	0.01808	0.09944	0.00433	0.002563					
		Cr		17.70	97.33		99.9	0.01770	0.09733	0.00423	0.002509					
		Co		0.29	1.57		99.9	0.00028	0.00157	0.00007	0.000040					
		Cu		52.36	287.96		99.9	0.05236	0.28796	0.01253	0.007422					
		Mn		107.54	591.48		99.9	0.10754	0.59148	0.02573	0.015246					
		Ni		5.29	29.11		99.9	0.00529	0.02911	0.00127	0.000750					
二噁英类	实测法	0.0439	0.2413	60	0.0176	0.0965	0.0042	0.00298	0.1							
		mgTEQ/h	gTEQ/a		mgTEQ/h	gTEQ/a	ngTEQ/m³	ngTEQ/m³	ngTEQ/m³							

\*注：折算浓度取现状污染源在线监测含氧量值进行计算，其中二噁英取试烧监测期间的平均含氧量进行计算。

### 4.3.1.2 无组织废气

项目螺旋输送装置、一体化干燥处理机均为密闭装置，且烟气管道等均为密闭的，污泥储仓为地下密闭储仓，其卸料口盖板在运行过程中也均处于关闭状态，使污泥储仓整体处于密闭状态。本工程在污泥储仓顶部布置臭气抽取口，通过臭气管道连接至增压风机入口，利用增压风机入口产生的负压抽取污泥接收过程中的臭气，送入三期机组的 5#、6#锅炉焚烧。同时污泥输送、干化及破碎均在密闭设备内进行。因此正常情况下，通过采取上述措施后，整个生产过程基本上没有污泥恶臭的无组织排放。但在污泥运输车进入污泥车间卸料过程中，会产生少量恶臭物质以无组织形式向环境空气逸散，恶臭气体主要成分为 H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub> 等。

广州市环境保护科学研究院对广州市大坦沙污水处理厂污泥脱水机房内主要恶臭污染物浓度进行了现场实测，并通过计算确定了污泥恶臭污染物的产生源强为 NH<sub>3</sub>: 0.72g/h·t 污泥、H<sub>2</sub>S: 0.208g/h·t 污泥。本项目运输车辆污泥载重 15t，每车卸料时长约 20 分钟，经类比计算，卸料过程产生的恶臭污染物 NH<sub>3</sub>: 0.0108kg/h、H<sub>2</sub>S: 0.0031kg/h。根据项目设计资料，污泥卸料过程产生的无组织恶臭气体，通过污泥车间设置排气扇(每小时换气 6 次以上，排风量为 18000m<sup>3</sup>/h)进行机械通风。则污泥车间恶臭气体的无组织排放量为 NH<sub>3</sub>: 0.0108kg/h、H<sub>2</sub>S: 0.0031kg/h。

本项目无组织污染源强见表 4.3-5。

表 4.3-5 项目无组织排放源强

序号	项目	污染物	产生速率 (kg/h)	排放速率 (kg/h)	排放量 (t/a)	面源参数		
						长 (m)	宽 (m)	高 (m)
1	污泥车间	NH <sub>3</sub>	0.0108	0.0108	0.0163	19	15.5	11
2		H <sub>2</sub> S	0.0031	0.0031	0.0047			

### 4.3.1.3 交通运输移动源

本项目主要为运输污泥（68750t/a）产生的交通流量，车型按 15t 计，平均每年需约 4584 辆次。汽车运输主要排放污染物为机动车尾气，主要污染物为 NO<sub>x</sub>、CO、THC（烃类）和烟尘等，其中 NO<sub>x</sub> 和 CO 排放浓度较高。汽车尾气污染源强可采用下式计算：

$$Q_j = \sum_{i=1}^3 3600 A_i E_{ij}$$

式中：Q<sub>j</sub>——j 类气态污染物排放源强度，g/（s·km）；

A<sub>i</sub>——i 型车预测年的小时交通量，辆/h；

E<sub>ij</sub>——汽车专用公路运行工况下 i 型车 j 类排放物在预测年的单车排放因子推荐值，g/（辆·km）。

我国已于 2018 年 1 月 1 日起执行 GB18352.3-2013 中的 V 阶段排放标准。本次评价以该标准限值作为单车排放系数进行分析，并估算出本项目交通移动源大气污染物排放量，详见表 4.3-6。

表 4.3-6 本项目交通移动源排放量

种类	增加交通流量 (辆/a)	*运输路线长度 (km/次)	NO <sub>x</sub>		CO	
			排放标准限值 (g/辆·km)	排放量 (t/a)	排放标准限值 (g/辆·km)	排放量 (t/a)
污泥	4584	4	0.28	0.0051	0.74	0.0135

\*备注：运输路线长度主要计算厂内运输距离及厂前疏港路的长度。

#### 4.3.1.4 非正常排放

项目非正常工况主要包括点火启动、停炉熄火、低负荷运行或设备故障导致脱硝系统不能投运，设备故障造成静电除尘器某通道供电小区停运，设备故障造成喷淋层减少等。本评价根据《污染源源强核算技术指南 火电》(HJ888-2018)，计算非正常工况下项目各环保措施的去除效率。

##### ①脱硝效率

点火启动、停炉熄火导致脱硝系统不能投运，低负荷运行或设备故障导致脱硝系统不能投运，脱硝效率按 0 来考虑。

##### ②除尘效率

本项目电除尘器每炉配 2 个通道，设备故障造成某通道供电小区停运，按下式计算受损通道的除尘效率，与正常通道除尘效率加权平均后计算除尘器的除尘效率。

$$\eta_c = 1 - \prod \left( 1 - \frac{\eta_i}{100} \right)$$

式中：

$\eta_c$ ——每通道除尘效率，%；

$i$ ——每通道电场数量，火电厂常为 3~5，本项目有 4 个电场。

$\eta_i$ ——每通道第  $i$  电场除尘效率，%，可取性能测试实测值或设计值，无数据时正常运行可取 70%。

根据计算，当设备故障造成某通道供电小区停运时，本项目非正常工况下的除尘效率为 98.58%。

### ③脱硫效率

湿法脱硫设备故障造成喷淋层减少，可按下式计算受损脱硫塔的脱硫效率。

$$\eta_s = 1 - \prod_i \left( 1 - \frac{\eta_i}{100} \right)$$

式中：

$\eta_s$ ——脱硫效率，%；

$i$ ——脱硫塔运行喷淋层数，火电厂常为 3~5，每层托盘相当于 1 层喷淋层；本项目有 4 个喷淋层。

$\eta_i$ ——第  $i$  喷淋层脱硫效率，%，可取性能测试实测值或设计值，无数据时正常运行可取 50%。

根据计算，当湿法脱硫设备故障造成某个喷淋层减少时，本项目非正常工况下的脱硫效率为 87.5%。

本项目出现非正常工况每次时长按 4h，一年按 2 次计算。本项目掺烧锅炉后，非正常工况排放源强见表 4.3-7。

表 4.3-7 三期机组锅炉掺烧后非正常工况下烟囱排放污染物源强

项目	污染物	产生速率 (kg/h)	产生量 (kg/a)	去除效率 (%)	排放速率 (kg/h)	排放量 (kg/a)	烟气量 (m³/h)	排放参数			排放 时间 (h/a)			
								高度 (m)	直径 (m)	温度 (°C)				
点火启动、停炉熄火、 低负荷运行或设备故障 导致脱硝系统不能投运	NOx	1028	8224	0	1028	8224	4178925	210	7.7	52	8 (4×2)			
湿法脱硫设备故障 造成某个喷淋层减少	SO <sub>2</sub>	5119	40952	87	665.47	5323.76	4178925				8 (4×2)			
	HCl	2.85	22.8	88	0.342	2.736								
设备故障造成静电除尘器 某通道供电小区停运	烟尘	54345	434760	98	1086.9	8695.2	4178925				210	7.7	52	8 (4×2)
	Hg	0.09	0.72	78	0.0198	0.1584								
	Cd	0.70	5.6	98	0.014	0.112								
	Tl	0.03	0.24	98	0.0006	0.0048								
	Sb	0.50	4	98	0.01	0.08								
	As	8.42	67.36	98	0.1684	1.3472								
	Pb	18.08	144.64	98	0.3616	2.8928								
	Cr	17.70	141.6	98	0.354	2.832								
	Co	0.29	2.32	98	0.0058	0.0464								
	Cu	52.36	418.88	98	1.0472	8.3776								
	Mn	107.54	860.32	98	2.1508	17.2064								
	Ni	5.29	42.32	98	0.1058	0.8464								
*二噁英类		0.0439	0.3512	59	0.0180	0.1440								
		mgTEQ/h	mgTEQ/a		mgTEQ/h	mgTEQ/a								

\*注：二噁英、Hg 的去除效率根据静电除尘的降低效率进行折算，HCl 的去除效率根据脱硫塔的降低效率进行折算。

### 4.3.1.5 废气污染物排放量核算

#### (1) 有组织废气

表 4.3-8 三期机组大气污染物有组织排放量核算表

序号	污染源名称	排放口编号	污染物	核算排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	核算排放速率 (kg/h)	核算年排放量 (t/a)	排放口参数
1	三期机组 锅炉烟气 (三期 烟囱)	DA005 DA006	烟尘	3.90	16.30	90	H210m, Φ7.7m, T52°C
			SO <sub>2</sub>	24.50	102.37	563	
			NO <sub>x</sub>	45.52	190.24	1046	
			HCl	0.068	0.285	1.568	
			Hg	0.00425	0.01775	0.09763	
			Cd	0.00017	0.00070	0.00385	
			Tl	0.00001	0.00002	0.00014	
			Sb	0.00012	0.00050	0.00275	
			As	0.00201	0.00841	0.04628	
			Pb	0.00433	0.01808	0.09944	
			Cr	0.00423	0.01770	0.09733	
			Co	0.00007	0.00028	0.00157	
			Cu	0.01253	0.05236	0.28796	
			Mn	0.02573	0.10754	0.59148	
			Ni	0.00127	0.00529	0.02911	
			二噁英类	0.0042	0.0176	0.0965	
	ngTEQ/m <sup>3</sup>	mgTEQ/h	gTEQ/a				

#### (2) 无组织废气

表 4.3-9 本技改项目大气污染物无组织排放量核算表

序号	产污单元	污染物	核算年排放量 (t/a)	排放参数		
				长度 (m)	宽度 (m)	高度 (m)
1	污泥仓	NH <sub>3</sub>	0.0163	19	15.5	11
		H <sub>2</sub> S	0.0047			

(3) 非正常排放量核算

表 4.3-10 本技改项目污染源非正常排放量核算表

序号	污染源	非正常原因	污染物	非正常排放浓度 / (mg/m <sup>3</sup> )	非正常排放速率 / (kg/h)	单次持续时间 /h	年发生频次 /次	应对措施
1	三期机组 掺烧污泥 后锅炉烟气 (三期烟囱)	点火启动、停炉熄火、 低负荷运行或设备故障 导致脱硝系统不能投运	NOx	246.00	1028	4	2	停机检修
2		湿法脱硫设备故障	SO <sub>2</sub>	159.24	665.47			
3		造成某个喷淋层减少	HCl	0.0818	0.342			
4		设备故障造成静电除尘器 某通道供电小区停运	烟尘	260.09	1086.9			
5			Hg	0.0047	0.0198			
6			Cd	0.0034	0.014			
7			Tl	0.00014	0.0006			
8			Sb	0.0024	0.01			
9			As	0.0403	0.1684			
10			Pb	0.0865	0.3616			
11			Cr	0.0847	0.354			
12			Co	0.0014	0.0058			
13			Cu	0.2506	1.0472			
14			Mn	0.5147	2.1508			
15			Ni	0.0253	0.1058			
16			二噁	0.0043	0.0180			
	英类		ng/m <sup>3</sup>	mgTEQ/h				