

项目编号：u2736i

# 广州环科环保科技有限公司生活垃圾 焚烧飞灰资源化利用研究试验项目 环境影响报告书

建设单位：广州环科环保科技有限公司

环评编制单位：广州市环境保护科学研究院有限公司

二零二五年十一月



## 建设单位责任声明

我单位广州环科环保科技有限公司（统一社会信用代码91440101MA5CKQE57E）郑重声明：

一、我单位对广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目环境影响影响报告书（项目编号：u2736i，以下简称“报告书”）承担主体责任，并对报告书内容和结论负责。

二、在本项目环评编制过程中，我单位如实提供了该项目相关基础资料，加强组织管理，掌握环评工作进展，并已详细阅读和审核过报告书，确认报告书提出的污染防治、生态保护与环境风险防范措施，充分知悉、认可其内容和结论。

三、本项目符合生态环境法律法规、相关法定规划及管理政策要求，我单位将严格按照报告书及其批复文件确定的内容和规模建设，并在建设和运营过程严格落实报告书及其批复文件提出的防治污染、防止生态破坏的措施，落实环境环保投入和资金来源，确保相关污染物排放符合相关标准和总量控制要求。

四、本项目将按照《排污许可管理条例》、《固定污染源排污许可分类管理名录》有关规定，在启动生产设施或者发生实际排污之前申请取得排污许可证或者填报排污登记表。

五、本项目建设将严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度，并按规定接受生态环境主管部门日常监督检查。在正式投产前，我单位将对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，向社会公开验收结果。

建设单位（盖章）：广州环科环保科技有限公司

法定代表人（签字/盖章）

2021年11月12日



## 编制单位责任声明

我单位广州市环境保护科学研究院有限公司（统一社会信用代码91440100MAC62QHF7K）郑重声明：

一、我单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位。

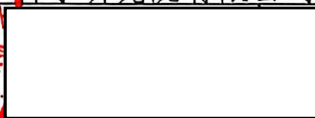
二、我单位受广州环科环保科技有限公司的委托，主持编制了广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目环境影响影响报告书（项目编号：u2736i，以下简称“报告书”）。在编制过程中，坚持公正、科学、诚信的原则，遵守有关环境影响评价法律法规、标准和技术规范等规定。

三、在编制过程中，我单位建立和实施了覆盖本项目环境影响评价全过程的质量控制制度，落实了环境影响评价工作程序，并在现场踏勘、现状监测、数据资料收集、环境影响预测等环节以及环境影响报告表编制审核阶段形成了可追溯的质量管理机制。

四、我单位对报告书的内容和结论承担直接责任，并对报告表内容的真实性、客观性、全面性、规范性负责。

编制单位（盖章）：广州市环境保护科学研究院有限公司

法定代表人（签字/签章）



2020年11月12日

# 委托书

广州市环境保护科学研究院有限公司：

根据《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》等有关环保法规的规定，广州环科环保科技有限公司委托贵单位承担广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目的环境影响评价工作。

特此委托。

委托单位（盖章）：广州环科环保科技有限公司

2025 年 5 月 27 日



# 建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 广州市环境保护科学研究院有限公司  
(统一社会信用代码 91440100MAC62QHF7K) 郑重  
承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，  
(属于/不属于) 该条第二款所列单位；本次在环境影响评价  
信用平台提交的由本单位主持编制的 广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目环境影响报  
告书（表） 基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘  
密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 凌维靖（环  
境影响评价工程师职业资格证书管理号 11354443508440437，  
信用编号 BH064202），主要编制人员包括 石杰（信用编号  
BH071690）、邓琪（信用编号 BH071686）、温荷馨（信用编  
号 BH066248）等 3 人，上述人员均为本单位全职人员；本单  
位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）  
编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信  
“黑名单”。

承诺单位(公章):



打印编号: 1756697252000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	u2736i		
建设项目名称	广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目		
建设项目类别	47--101危险废物（不含医疗废物）利用及处置		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	广州环科环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA5CKQE57E		
法定代表人（签章）	夏竟宾		
主要负责人（签字）	汪屈峰		
直接负责的主管人员（签字）	袁城		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	广州市环境保护科学研究院有限公司		
统一社会信用代码	91440100MAC62QHF7K		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
凌维靖	11354443508440437	BH064202	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
石杰	工程概况、工程分析、环境影响预测与评价、环境风险评价	BH071690	
温荷馨	环境现状调查与评价、环境管理与环境监测	BH066248	
凌维靖	概述、工程分析、总则、结论	BH064202	
邓琪	回顾性分析、环境保护措施及技术可行性论证、项目经济损益分析	BH071686	





持证人姓名:

Signature of the Bearer

凌维靖

管理号: 113544350840437  
File No.:

姓名:

Full Name

凌维靖

性别:

Sex

男

出生年月:

Date of Birth

1979年03月

专业类别:

Professional Type

有效期:

Approval Date

2021年05月29日



签发单位盖章:

Issued by

签发日期:

2021年09月20日

Issued on

仅用于《广州环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目》环评报告书



编号: S0112022001300G(1-1)

统一社会信用代码

91440100MAC62QH77K

# 营业执照

(副本)



扫描二维码登录  
“国家企业信用  
信息公示系统”  
了解更多登记、  
备案、许可、监  
管信息。

名

称 广州市环境保护科学研究院有限公司

类

型 有限责任公司(非自然人投资或控股的法人独资)

法定代表人 罗子章

经营范围

研究和试验发展(具体经营项目请登录国家企业信用信息公示系统查询,网址: <http://www.gsxt.gov.cn/>。依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动。)

注册资本 贰亿贰仟伍佰叁拾陆万捌仟柒佰零玖元壹角柒分(人民币)

成立日期 2022年12月08日

住所 广州市天河区天河南一路24号

仅用于《广州环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目》环评报告书

登记机关

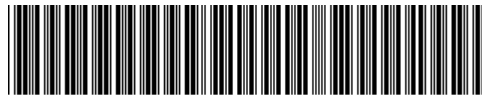


2025年10月15日

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过  
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制



202511076863789210

## 广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

姓名			凌维靖			证件号码			<div></div>								
参保险种情况																	
参保起止时间				单位				参保险种									
								养老	工伤	失业							
202501		-	202510	广州市:广州市环境保护科学研究院有限公司				10		10		10					
截止				2025-11-07 11:11				, 该参保人累计月数合计				实际缴费10个月, 缓缴0个月		实际缴费10个月, 缓缴0个月		实际缴费10个月, 缓缴0个月	

备注：

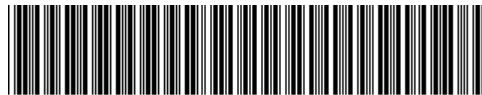
本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2025-11-07 11:11





202511072915690693

## 广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

姓名			石杰			证件号码			<div></div>								
参保险种情况																	
参保起止时间				单位				参保险种									
								养老	工伤	失业							
202501		-	202510	广州市:广州市环境保护科学研究院有限公司				10		10		10					
截止				2025-11-07 17:40				, 该参保人累计月数合计				实际缴费10个月, 缓缴0个月		实际缴费10个月, 缓缴0个月		实际缴费10个月, 缓缴0个月	

备注：

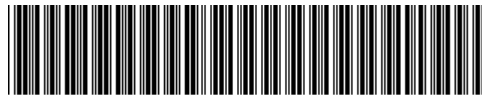
本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2025-11-07 17:40





202511072818281619

## 广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

姓名			邓琪			证件号码			<div></div>		
参保险种情况											
参保起止时间				单位				参保险种			
								养老	工伤	失业	
202501		-	202510		广州市:广州市环境保护科学研究院有限公司				10	10	10
截止				2025-11-07 17:35，该参保人累计月数合计				实际缴费10个月, 缓缴0个月	实际缴费10个月, 缓缴0个月	实际缴费10个月, 缓缴0个月	

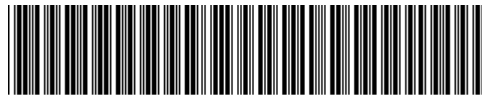
备注：

本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2025-11-07 17:35



202511071446049882

广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

姓名			温荷馨			证件号码										
参保险种情况																
参保起止时间			单位				参保险种									
							养老		工伤		失业					
202501	-	202510	广州市:广州市环境保护科学研究院有限公司				10		10		10					
截止			2025-11-07 13:00				, 该参保人累计月数合计				实际缴费10个月, 缓缴0个月		实际缴费10个月, 缓缴0个月		实际缴费10个月, 缓缴0个月	

备注：

本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2025-11-07 13:00

质量控制记录表

项目名称	广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目		
文件类型	<input checked="" type="checkbox"/> 环境影响报告书 <input type="checkbox"/> 环境影响报告表	项目编号	u2736i
编制主持人	凌维靖	主要编制人员	凌维靖、石杰、邓琪、温荷馨
初审（校核）意见	<p>1、强化飞灰包装、运输、贮存、转运以及投料过程的密闭措施的论证说明并完善相关描述；</p> <p>2、补充钠、钾和钙元素的物料平衡；补充各类中试参考数据来源；</p> <p>3、核实项目的生产设备数量，明确新增、利用及依托情况；</p> <p>4、核实大气估算模型筛选气象参数，完善大气评价等级判别内容；</p> <p>5、核对项目周边地表水系图；补充项目再生水回用的监测数据。</p> <p>审核人（签字） 2025年8月27日</p>		
审核意见	<p>1、完善项目周边水系图；</p> <p>2、核实本项目排气筒高度，并确定大气污染物排放标准是否需要限值50%执行。</p> <p>3、“三线一单”内容应补充与其他管控单元的相符性分析；</p> <p>4、补充与《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）等文件的相符性分析；</p> <p>5、核实噪声预测结果以及自查表的内容；</p> <p>6、本次风险物质跟现有的风险物质是不是在同一风险分区，如果是同一风险分区，其Q值</p> <p>审核人（签字） 2025年8月27日</p>		
审定意见	<p>项目无原则性问题，已审定通过，可报批。</p> <p>审核人（签字） 2025年10月27日</p>		

## 目 录

<b>1 总则</b>	<b>8</b>
1.1 编制依据	8
1.2 评价方法	12
1.3 评价工作重点	12
1.4 评价区域所属环境功能区	13
1.5 评价标准	22
1.6 评价工作等级、评价范围	31
1.7 环境保护目标	49
1.8 环境影响因素识别和评价因子筛选	56
1.9 项目建设合理性分析	57
<b>2 现有工程回顾性分析</b>	<b>84</b>
2.1 企业简介	84
2.2 现有工程工艺组成及污染源回顾性分析	95
<b>3 技改扩建工程概况</b>	<b>152</b>
3.1 技改扩建工程内容概况	152
3.2 总图布置与工程组成	155
3.3 广东省同类型项目的发展情况	173
3.4 技改扩建后原辅材料、资源能源消耗	176
3.5 原料飞灰基本情况	179
3.6 水洗脱氯后飞灰的污染控制要求	183
3.7 结晶盐及石膏质量及污染控制标准	185
3.8 试验各产物分区管控要求	188
<b>4 工程分析</b>	<b>192</b>
4.1 工艺流程及产物环节分析	192
4.2 物料平衡	207
4.3 水平衡	216
4.4 污染物源强分析	218
<b>5 环境质量现状调查与评价</b>	<b>233</b>
5.1 自然环境概况	233
5.2 环境空气质量现状调查与评价	235



5.3 地表水环境质量现状监测与评价 .....	258
5.4 地下水环境质量现状调查与评价 .....	263
5.5 声环境质量现状监测与评价 .....	292
5.6 土壤环境现状调查与评价 .....	293
5.7 区域污染源调查 .....	317
<b>6 环境影响预测与评价 .....</b>	<b>326</b>
6.1 环境空气影响预测与评价 .....	326
6.2 地表水环境影响分析 .....	344
6.3 地下水环境影响预测与评价 .....	349
6.4 声环境影响预测与评价 .....	357
6.5 固体废物环境影响分析 .....	363
6.6 土壤环境影响预测与评价 .....	379
6.7 生态环境影响分析 .....	387
<b>7 环境风险评价分析 .....</b>	<b>389</b>
7.1 风险调查 .....	389
7.2 环境风险潜势判断 .....	392
7.3 环境风险评价等级及评价范围 .....	400
7.4 建设项目环境敏感特征表 .....	401
7.5 环境风险识别 .....	402
7.6 风险事故情形分析 .....	405
7.7 源项分析 .....	408
7.8 风险预测与评价 .....	411
7.9 环境风险管理与防范措施 .....	421
7.10 环境风险应急预案 .....	433
7.11 风险评价结论 .....	440
<b>8 环境保护措施及技术可行性论证 .....</b>	<b>443</b>
8.1 大气环境保护措施及可行性分析 .....	443
8.2 水环境保护措施及可行性分析 .....	450
8.3 固体废物污染防治措施技术可行性分析 .....	453
8.4 声环境保护措施及其可行性分析 .....	457
8.5 地下水环境保护措施及可行性分析 .....	458
8.6 土壤污染防治措施 .....	464
<b>9 项目经济损益分析 .....</b>	<b>466</b>
9.1 社会效益分析 .....	466

9.2 经济、环境效益分析 .....	467
9.3 环保投资估算 .....	471
<b>10 环境管理与环境监测 .....</b>	<b>473</b>
10.1 环境管理机构和职责 .....	473
10.2 环境保护管理制度 .....	474
10.3 营运期环境监测计划与管理 .....	475
10.4 副产物跟踪监测计划与管理 .....	480
10.5 飞灰资源化利用研究试验项目监管方案 .....	482
10.6 环保“三同时”验收目标 .....	484
10.7 排污口规范化 .....	485
10.8 污染物排放清单及管理要求 .....	487
<b>11 结论 .....</b>	<b>489</b>
11.1 工程概况 .....	489
11.2 区域环境质量评价结论 .....	490
11.3 运营期环境影响评价结论 .....	491
11.4 环境风险评价 .....	493
11.5 环境影响经济损益分析 .....	493
11.6 环境管理与环境监测计划 .....	493
11.7 主要污染防治措施 .....	494
11.8 公众意见采纳情况 .....	495
11.9 综合结论 .....	496

## 概述

### 一、项目由来

近年来，国家出台了一系列政策鼓励支持生活垃圾焚烧飞灰资源化利用，以减少飞灰填埋量，推动“无废城市”建设。2023 年，生态环境部发布《危险废物重大工程建设总体实施方案》，明确提出建设区域性飞灰集中处置中心，推动“趋零填埋”目标，并在全国布局 20 个区域性特殊危险废物集中处置中心，其中 16 个以飞灰为主要处置对象。同年，国家发展改革委等部门联合印发《环境基础设施建设水平提升行动（2023—2025 年）》，要求加强对焚烧飞灰处置的全过程监管。2025 年 2 月，生态环境部进一步发布《关于进一步加强危险废物环境治理严密防控环境风险的指导意见》，明确提出到 2027 年逐步减少生活垃圾焚烧飞灰进入填埋场的数量，鼓励有条件的地区率先实现飞灰零填埋，并要求各地结合实际推动飞灰无害化预处理后综合利用。此外，浙江、江苏、上海等地已明确 2025 年将飞灰填埋比控制在 5% 以内，并通过专项资金支持、税收优惠、技术攻关等措施，推动飞灰资源化利用技术创新与产业化应用，如水泥窑协同处置、低温热解、水洗脱氯后制建材等技术逐步成熟，为飞灰资源化利用提供了政策保障和技术支撑。

随后，广东省积极响应国家“无废城市”建设与“双碳”目标要求，出台多项政策推动生活垃圾焚烧飞灰资源化利用，减少填埋依赖。2023 年发布的《广东省全域“无废城市”建设实施方案（2023—2025 年）》明确提出，到 2025 年全省危险废物填埋处置量占比显著下降，并要求珠三角地区率先实现生活垃圾焚烧飞灰“趋零填埋”。方案将飞灰资源化利用纳入重点工程，支持建设区域性飞灰协同处置中心，推广水泥窑协同处置、低温热解、水洗脱氯制建材等先进技术，推动飞灰转化为再生骨料、路基材料等资源化产品。同时，广州市在“无废城市”建设中出台了多项政策，推动生活垃圾焚烧飞灰的资源化利用。通过修订《广州市固体废物污染环境防治条例》，明确鼓励飞灰协同处置技术创新。对采用水泥窑协同、低温热解等资源化技术的企业，给予税收优惠和项目支持。

根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订）规定，“国家推行绿色发展方式，促进清洁生产和循环经济发展，采取有利于固体废物综合利用活动的经济、技术政策和措施，对固体废物实行充分回收和合理利用，提高资源利用效率，减少固体废物产生量”。根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）

规定，协同处置企业应根据水泥生产工艺特点，控制随物料入窑的氯和氟元素的投加量，以保证水泥的正常生产和熟料质量。具体为：入窑物料中氟元素含量不应大于 0.5%，氯元素含量不应大于 0.04%。2024 年颁布的《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T30760-2024）明确水泥生产企业在接收固体废物之前，应对固体废物进行鉴别和分析，确定固体废物是否适宜水泥窑协同处置，增加了对生活垃圾的鉴别和分析要求，提高了对固体废物性质的识别精度。

珠三角地区生活垃圾焚烧飞灰中的氯离子含量最高可达 20%。飞灰中过高的氯含量不仅限制了飞灰在水泥中的添加量，高含量的氯化物还会阻碍水泥水化过程，增加固化体中重金属的可溶性。另外，焚烧飞灰用于生产水泥产品时，由于飞灰中氯化物在水泥回转窑高温段挥发，然后在低温出口处冷凝而堵塞下游设备，会引起设备停产。因此，在进行水泥窑协同处置之前对飞灰进行脱氯预处理，一方面可以使生活垃圾焚烧飞灰中氯离子含量明显减低，从而增加水泥窑协同处置飞灰使用量，减少高氯化物含量产生的协同处置问题，能更好地解决垃圾焚烧飞灰的出路问题，另一方面，脱除的盐和石膏可以作为工业用途，实现废物资源化。据此，广州环科环保科技有限公司拟积极配合广州市“无废城市”建设目标，依托自身技术优势，利用厂区内原有的物化车间部分区域开展飞灰资源化利用中试试验，试验期为 2 个月。

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》和《建设项目环境保护管理条例》等有关法律法规。广州环科环保科技有限公司委托广州市环境保护科学研究院有限公司承担《广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目环境影响报告书》的编制工作，在接受委托后，环评课题组对项目的选址进行了现场踏勘，并根据建设单位提供的相关设计资料，编制了本项目环境影响报告书。

## 二、项目特点

本拟建项目主体工程由飞灰下料单元、飞灰洗涤单元、漂洗废水处理单元和蒸发结晶单元 4 部分组成，辅助工程为仓储单元，均依托现有项目进行技改扩建。主体工程方面，飞灰下料单元依托物化车间 4 楼现有电动葫芦吊运，新增进料斗及其除尘装置；飞灰洗涤单元借助 3 楼、4 楼现有的 3 套无机废液处理系统反应罐进行飞灰水洗，同时利用 3 套现有压滤机对洗涤后的飞灰压滤，首层各类滤液池用于水洗液暂存。漂洗废水处理单元依托物化车间 3、4 楼现有 3 套无机废液处理系统反应罐实现滤液重金属去除与



深度脱钙，同时利用 2 套现有压滤机进行污泥压滤，首层滤液池用于各环节待处理废水暂存。蒸发结晶单元依托首层户外现有的蒸发反应器等设备开展工作，需新增母液压滤分盐离心机。辅助工程中，原料仓库依托现有丙类暂存库首层指定区域，面积 2243.75m<sup>2</sup>，用于暂存飞灰原料；产品仓库同样依托该库，存放水洗后飞灰、工业结晶盐和石膏。

项目接收的飞灰通过危险废物运输车运输至厂内，暂存于现有危险废物仓库。随后利用叉车将袋装尘料运送至物化车间，由电梯运至四楼平台，利用电动葫芦将吨袋吊至反应罐进料料斗上方，通过下开口吨袋将飞灰直接放置于密闭倾斜料斗内部，从吨袋底部打开开口，使飞灰顺畅流入一级反应罐内与罐内液体混合。通过现有物化车间的无机反应罐三级水洗将飞灰脱氯、并经过现有压滤机压滤后，滤液经过深度除钙反应、蒸发浓缩分离出氯化钾和氯化钠工业盐和石膏。

本次试验的目的为获得后续量产相关参数，试验过程产生的水洗脱氯飞灰在被广东省固体废物环境监管平台注册登记的“豁免单位—水泥窑协同处置单位”接收处理前，应对水洗脱氯飞灰进行鉴别和分析，确定其是否满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485）和《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662）要求，进入水泥窑协同处置（处置过程豁免）。试验过程中产生的洗泥，其运输、贮存过程仍严格按照危险废物管理要求进行管理。

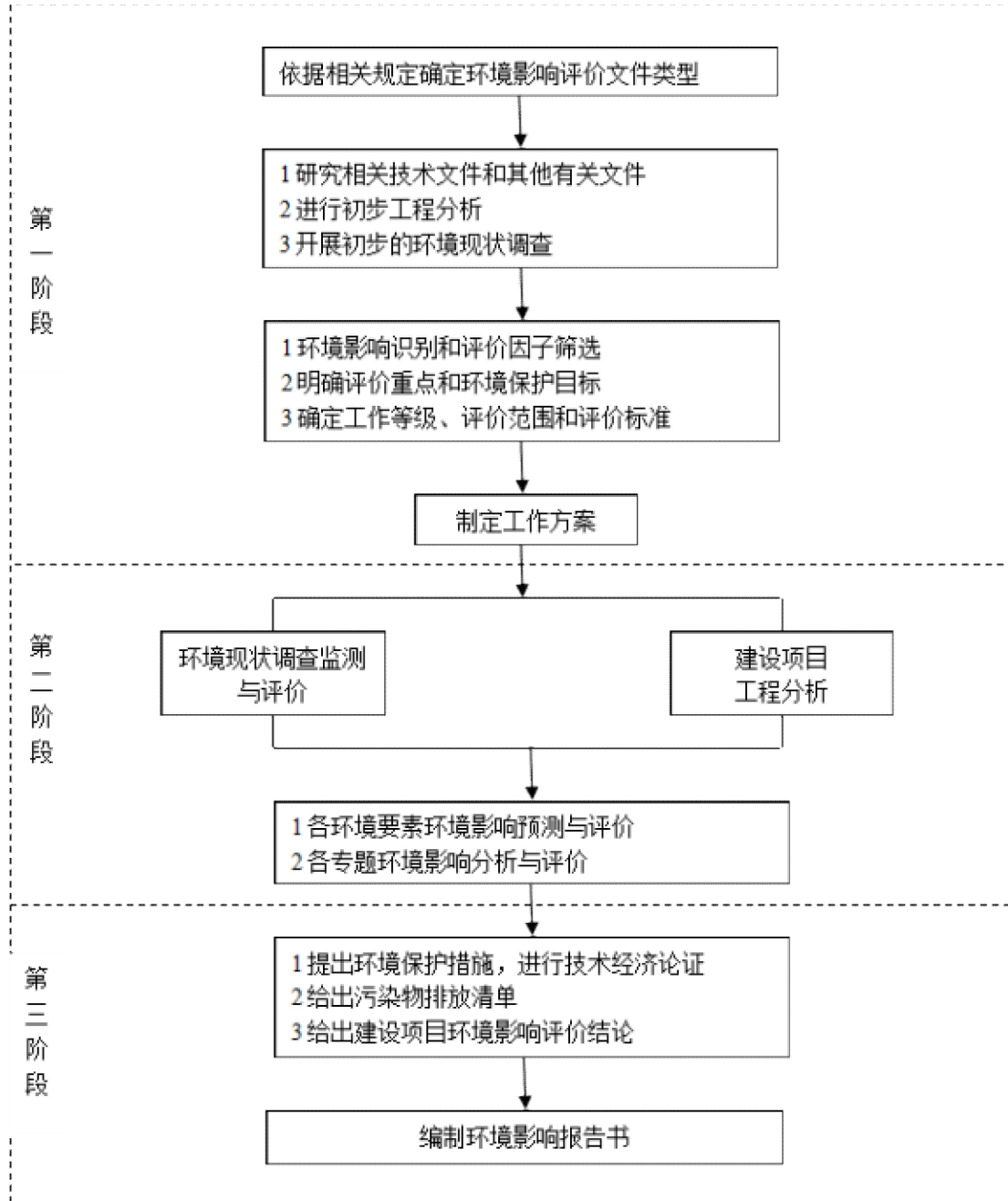
产生的结晶盐和石膏需首先按照《危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别》（GB5085.6-2007）、《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）进行危险废物属性鉴定，并判断是否满足《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》（T/CCAS010-2019）表 3 中的重金属和二噁英标准，确保其作为工业原料的环境安全性。若满足（GB5085.6-2007）、（GB5085.3-2007）中的任何一条标准，需按危险废物管理，若均不满足且符合（T/CCAS010-2019）表 3 要求，则可进一步开展以下资源化利用鉴定：根据副产物的实际工业用途对照《工业盐》（GB/T5462-2015）、《工业氯化钾》（GB/T7118-2008）和《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）等工业资源化利用相关产品国家标准，判断是否满足相关工业产品用途的要求。符合上述标准的结晶盐和石膏则可作相关产品用途的资源化利用。

本次项目除了新增进料斗、尘料下料斗除尘装置和母液压滤分盐离心机外，其他生产设备和污染物处理设备均利用物化车间现有设备进行，不改变现有项目主体设施及配套设施。

### 三、评价工作过程

环境影响评价工作一般分三个阶段，即调查分析和工作方案制定阶段，分析论证和预测评价阶段，环境影响评价书编制阶段。

评价工作程序见下图：



### 四、分析判定相关情况

#### 1.与产业政策的相符性分析

本项目为危险废物资源化利用工程，属于国民经济行业分类（GB/T4754-2017）中 N772 环境治理业-N7724 危险废物治理；属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）中第四十七、生态保护和环境治理业-101 危险废物（不含医疗废物）利用及处置。项目生产的产品和使用的原料均不属于《环境保护综合名录（2021 年版）》中所列的“高污染、高环境风险”产品。

拟建项目对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，项目为“四十二、环境保护与资源节约综合利用”的“6.危险废弃物处置：危险废物（医疗废物）无害化处置”，属于鼓励类。也不属于落后生产工艺装备或落后产品等淘汰类项目。

拟建项目对照《市场准入负面清单（2025 年版）》，本项目不属于禁止准入类，属于需许可准入类项目（83 未获得许可，不得从事污染物监测、贮存、处置等经营业务-危险废物经营许可证）。

## 2、与环境保护相关规划的相符性分析

根据分析，本项目与《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10 号）、《广州市人民政府办公厅关于印发广州市生态环境保护“十四五”规划的通知》（穗府办〔2022〕16 号）、《广州市城市环境总体规划（2014—2030 年）》等环境保护相关规划的条例相符，本项目符合相关法规、规章要求。

## 3、与固体废物处理规划及政策相符性分析

根据分析，本项目与《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）、《关于进一步加强危险废物环境治理严密防控环境风险的指导意见》（环固体〔2025〕10 号）、《关于加强危险废物鉴别工作的通知》（环办固体函〔2021〕419 号）、《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范（试行）》（HJ1134-2020）、《关于进一步加强危险废物规范化环境管理有关工作的通知》（环办固体〔2023〕17 号）等相关条例要求相符，本项目符合其相关规定。

## 4、与“三线一单”的相符性分析

根据《广州市生态环境分区管控方案（2024 年修订）》，项目位置属于黄埔区新龙镇西部一般管控单元（ZH44011230002），项目的建设符合广州市“三线一单”生态环境分区管控方案相关要求。

## 5.与《广州市黄埔区国土空间总体规划（2021—2035 年）》的相符性分析

拟建项目在现有项目物化车间内进行技改扩建，不需新增用地，现有项目位置属于工业用地，因此本项目用地符合区域的土地利用总体规划。

## 五、关注的主要环境问题及环境影响

本次评价根据项目建设的特点，关注的主要环境问题及环境影响为：

(1) 废水处理：针对水洗产生的高浓度盐水，先调节 pH 并加入硫化钠等药剂，去除钙、镁及部分重金属等杂质金属离子，接着加硫酸钠生成石膏实现钙资源化，再用碳酸钠深度脱钙，最后经蒸发结晶得到氯化钠和氯化钾工业盐，冷却水回用于水洗，全程无废水外排。同时，合理划分防渗区域，并采取严格防渗措施，防止污染土壤、地下水环境。

(2) 废气处理：

①进料斗粉尘：项目使用机械自动破袋的密闭料斗进行粉尘投料，首先利用叉车将袋装尘料运送至物化车间，由电梯运至四楼平台，随后用电动葫芦将吨袋吊至反应罐进料料斗上方，通过下开口吨袋将飞灰直接放置于加盖密闭倾斜料斗内部，通过自动割袋装置从吨袋底部打开开口，使飞灰顺畅流入微负压的一级反应罐内与罐内液体混合。同时通过进料口上方相连通的密闭废气收集罩负压抽风收集，收集后的粉尘经过新增的脉冲布袋除尘器处理达标后，通过 25m 排气筒（9#）高空排放。

②氨气：洗涤反应罐主要产生的废气为尘料洗涤时与水反应产生的少量氨气通过反应罐的废气收集及处理系统处理，废气经物化车间现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后达标高空排放。

③氯化氢：除重金属反应罐需要使用 30%盐酸调节 pH，使用的盐酸具有一定的挥发性，盐酸挥发后形成氯化氢。其挥发主要发生在盐酸投入反应罐后进行搅拌中和过程，废气通过反应罐的废气收集及处理系统处理，经物化车间现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后达标高空排放。

(3) 固废处理：试验产生的水洗脱氯飞灰，交由广东省固体废物环境监管平台注册的“豁免单位—水泥窑协同处置单位”处理，接收前须经危险废物鉴别，各项指标满足 GB30485 和 HJ662 要求，可进入水泥窑协同处理。产生的结晶盐和石膏需鉴定，符合 T/CCAS010-2019、GB/T5462-2015 等相关标准后可资源化利用；生活垃圾由环卫部门统一收集。

(4) 噪声防治：本次拟建项目新增设备所产生的噪声贡献值叠加现有背景值的影响极小，因此通过对新增设备进行基础减振、隔声和消声措施，可预测项目投产后各厂界噪声值均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准限值，符合声环境功

能区 3 类的要求。

(5) 风险防范措施：项目的主要环境风险单元包括飞灰储存、投放和水洗区域、逸散粉尘、水洗过程的氨气对大气的影 响；飞灰运输车辆运输过程中发生泄漏的对沿线地表水体的影响；废气废水处理设施故障废气废水事故排放的风险。设置应急事故池可以满足火灾爆炸产生的消防废水的控制要求；通过加强废气、废水处理设施的维护检修，并且发生环保设施故障时停止生产作业，在采取相应的风险防范措施和应急预案后，本项目的环境风险水平可接受。

经采取适当环保措施和环境风险防范措施后，本评价经过预测和分析，认为拟建项目的环境影响在可接受范围内。

## 六、环境影响评价主要结论

广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目符合国家及地方的产业政策以及所在区域相关规划的要求。项目在严格遵守国家及地方相关法律法规的要求，积极推行清洁生产，认真落实报告书中所提出的各项环境保护措施，在严格总量控制，并在遵循“三同时”的前提下，项目达标排放的各种污染物对周围环境影响较小，不改变区域环境功能属性，环境风险水平可接受。本项目的实施可以实现飞灰的资源化利用。因此，从环保角度分析，本项目的建设是可行的。

# 1 总则

## 1.1 编制依据

### 1.1.1 国家有关法律法规和部门规章

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行；
- (2) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日施行；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修正；
- (4) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日施行；
- (5) 《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；
- (6) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019 年 1 月 1 日施行；
- (7) 《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月 2 日修正；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》，2011 年 3 月 1 日起施行；
- (9) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修正；
- (10) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012 年 7 月 1 日施行；
- (11) 《中华人民共和国节约能源法》，2018 年 10 月 26 日修正；
- (12) 《中华人民共和国循环经济促进法》，2018 年 10 月 26 日修正；
- (13) 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕37 号）；
- (14) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17 号）；
- (15) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31 号）；
- (16) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 7 月 16 日修订；
- (17) 《关于进一步加强城市生活垃圾处理工作的意见》（国发〔2011〕9 号）；
- (18) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），2021 年 1 月 1 日施行；
- (19) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》；
- (20) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77 号）；
- (21) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98

号)；

(22) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第4号)；

(23) 《关于进一步加强危险废物环境治理严密防控环境风险的指导意见》；

(24) 《关于进一步加强危险废物规范化环境管理有关工作的通知》(环办固体〔2023〕17号)；

(25) 《水泥窑协同处置危险废物经营许可证审查指南(试行)》(生态环境部公告2017年第22号)；

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

### 1.1.2 地方法规性文件、政策

(1) 《广东省环境保护条例》，2019年11月29日修正；

(2) 《广东省大气污染防治条例》，2019年3月1日施行；

(3) 《广东省水污染防治条例》，2021年1月1日施行；

(4) 《广东省固体废物污染环境防治条例》(2022年11月30日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议修正版)；

(5) 《广东省环境保护厅关于印发南粤水更清行动计划(修订本)(2017—2020年)的通知》(粤环〔2017〕28号)；

(6) 《关于同意实施广东省地表水环境功能区划的批复》(粤府函〔2011〕29号)；

(7) 《广东省人民政府关于印发广东省水污染防治行动计划实施方案的通知》(粤府〔2015〕131号)；

(8) 《广东省人民政府关于印发广东省土壤污染防治行动计划实施方案的通知》(粤府〔2016〕145号)；

(9) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府〔2020〕71号)；

(10) 《关于印发广东省主体功能区规划的通知》(粤府〔2012〕120号)；

(11) 《关于印发广东省地表水环境功能区划的通知》(粤环〔2011〕14号)；

(12) 《广东省地下水功能区划》(粤水资源〔2009〕19号)；

(13) 《关于广东省主体功能区规划的配套环保政策》(粤环〔2014〕7号)；

(14) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》(粤环〔2021〕10号)；

(15) 《广东省生活垃圾处理“十四五”规划》(粤建城〔2021〕224号)；



- (16) 《广东省生态文明建设“十四五”规划》（粤府〔2021〕61号）；
- (17) 《广东省国土空间规划（2021—2035年）》（粤府〔2023〕105号）；
- (18) 《广东省环境保护规划纲要（2006~2020）》（粤府〔2006〕35号）；
- (19) 《广东省土壤与地下水污染防治“十四五”规划》（粤环〔2022〕8号）；
- (20) 《广东省人民政府关于广州市饮用水水源保护区区划规范优化方案的批复》（粤府函〔2020〕83号）；
- (21) 《广东省全域“无废城市”建设实施方案（2023—2025年）》；
- (22) 《广东省人民政府关于印发广东省空气质量持续改善行动方案的通知》；
- (23) 《广州市生态环境保护条例》，2022年6月5日施行；
- (24) 《广州市人民政府关于印发广州市城市环境总体规划（2022—2035年）的通知》（穗府〔2024〕9号）；
- (25) 《广州市国土空间总体规划（2021—2035年）》（国函〔2024〕137号）；
- (26) 《广州市人民政府关于印发广州市环境空气功能区区划（修订）的通知》（穗府〔2013〕17号）；
- (27) 《广州市声环境功能区区划（2024年修订版）》；
- (28) 《广州市生态环境局关于印发广州市水功能区调整方案（试行）的通知》（穗府规〔2022〕122号）；
- (29) 《广州市人民政府关于印发广州市生态环境分区管控方案（2024年修订）的通知》（穗府规〔2024〕4号）；
- (30) 《广州市环境管控单元准入清单（2024年修订）》（穗环〔2024〕139号）；
- (31) 《广州市人民政府关于印发广州市环境空气质量达标规划（2016—2025年）》（穗府〔2017〕25号）
- (32) 《广州市“无废城市”建设试点实施方案》（2022年5月）
- (33) 《广州市固体废物污染环境防治条例》；
- (34) 《广州市生态环境局关于印发审批环境影响报告书（表）的建设项目名录（2024年本）的通知》；
- (35) 《广州市人民政府办公厅关于印发广州市生态环境保护“十四五”规划的通知》（穗府办〔2022〕16号）；
- (36) 《广州市人民政府关于印发广州市部分乡镇及以下集中式饮用水水源保护区区划调整方案的通知》（穗府函〔2020〕222号）；

(37) 《广州市城市管理委员会关于印发广州市生活垃圾处理设施运营监管办法的通知》；

(38) 《广州市生态环境局关于发布广州市 2024 年危险废物利用处置设施建设投资引导性建议的公告》；

(39) 《广州市生态环境局关于印发危险废物鉴别工作指引的通知》（2022 年 3 月 24 日）。

### 1.1.3 技术导则和规范

- (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声环境》（HJ2.4-2021）；
- (5) 《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）；
- (6) 《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）；
- (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) 《固体废物处理处置工程技术导则》（HJ2035-2013）；
- (10) 《大气污染防治工程技术导则》（HJ2000-2010）；
- (11) 《水污染治理工程技术导则》（HJ2015-2012）；
- (12) 《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）；
- (13) 《危险废物处置工程技术导则》（HJ2042-2014）；
- (14) 《排污单位环境管理台账及排污许可证执行报告技术规范总则（试行）》（HJ944-2018）；
- (15) 《排污单位自行监测技术指南总则》（HJ819-2017）；
- (16) 《排污单位自行监测技术指南固体废物焚烧》（HJ1205-2021）；
- (17) 《排污许可证申请与核发技术规范工业固体废物（试行）（HJ1200—2021）》；
- (18) 《国家危险废物名录》（2025）；
- (19) 《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范（试行）》（HJ1134-2020）；
- (20) 《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）；
- (21) 《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》（GB5085.6—2007）；

- (22) 《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）；
- (23) 《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）

#### 1.1.4 行业技术规范

- (1) 《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）；
- (2) 《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）；
- (3) 《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T30760-2024）；
- (4) 《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》（T/CCAS010-2019）；
- (5) 《氯化钾》（GB/T6549-2011）；
- (6) 《工业氯化钾》（GB/T7118-2008）；
- (7) 《工业盐》（GB/T5462-2015）；
- (8) 《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）。

#### 1.1.5 其它有关编制依据

- (1) 建设单位提供的设计资料；
- (2) 项目委托书及合同书。

### 1.2 评价方法

(1) 污染源分析：立足于工程设计资料，并类比同技术项目情况进行系数法污染源分析。

(2) 环境现状评价：通过收集当地环境监测现有资料，结合现场勘察、现场监测结果，进行数据统计，客观、准确反映评价区域环境质量现状。

(3) 环境影响分析和评价：依据污染物的排放状况，运用推荐模型预测工程实施后的环境影响进行预测计算。根据预测计算结果，评估该项目投产前后排放的污染物对环境影响的程度及范围。

(4) 根据环境影响预测结果，提出相应的污染控制措施。力争通过本评价，实现项目技改扩建后对环境的影响最低，达到环境效益、社会效益和经济效益相统一。

### 1.3 评价工作重点

综合考虑拟建项目的污染源结构和周围环境特点，以工程分析确定污染源为基础，在预测中则以大气环境影响为工作重点，通过污染源产生环节分析、环境影响预测结果

和控制技术的调研提出切实可行的大气环境污染因素的控制措施建议。

## 1.4 评价区域所属环境功能区

### 1.4.1 环境空气功能区

#### (1) 环境空气质量标准

根据项目所处位置以及《广州市人民政府关于印发广州市环境空气功能区区划（修订）的通知》（穗府函〔2013〕17号），本项目与区域环境空气功能区划关系见图 1.4-1，从图上可以看出，本项目选址为二类环境空气质量功能区，大气评价范围涉及帽峰山一类环境空气质量功能区，一、二类区分别执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 修改单一、二级标准。

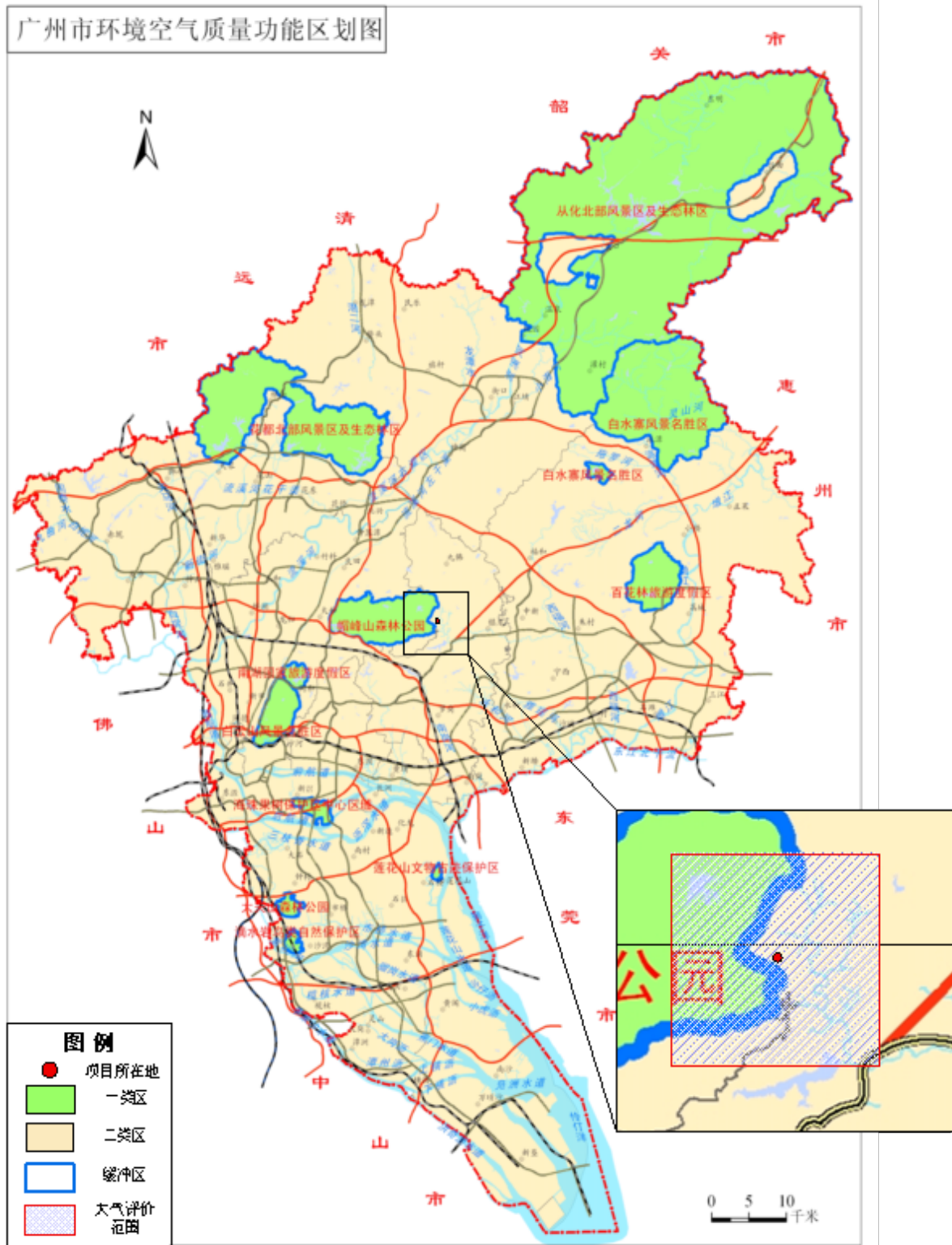


图 1.4-1 本项目与区域环境空气功能区划关系示意图

1.4.2 地表水环境功能区

项目生产废水经物化车间废水处理系统处理后，全部回用，不外排。本项目选址位于东江水系的金坑水上游流域，周边水体主要为潭洞水、兴丰坑和金坑水库，根据《广州市生态环境局关于印发广州市水环境区调整方案（试行）的通知》（穗环〔2022〕122



号），金坑水库主导功能为“工业、农业”，水质目标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类；兴丰坑、潭洞水主导功能为“工业、农业”，水质目标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类。项目选址周边 5km 范围内没有饮用水源保护区。

项目周边地表水体系见图 1.4-2，项目与饮用水源关系图见图 1.4-3。

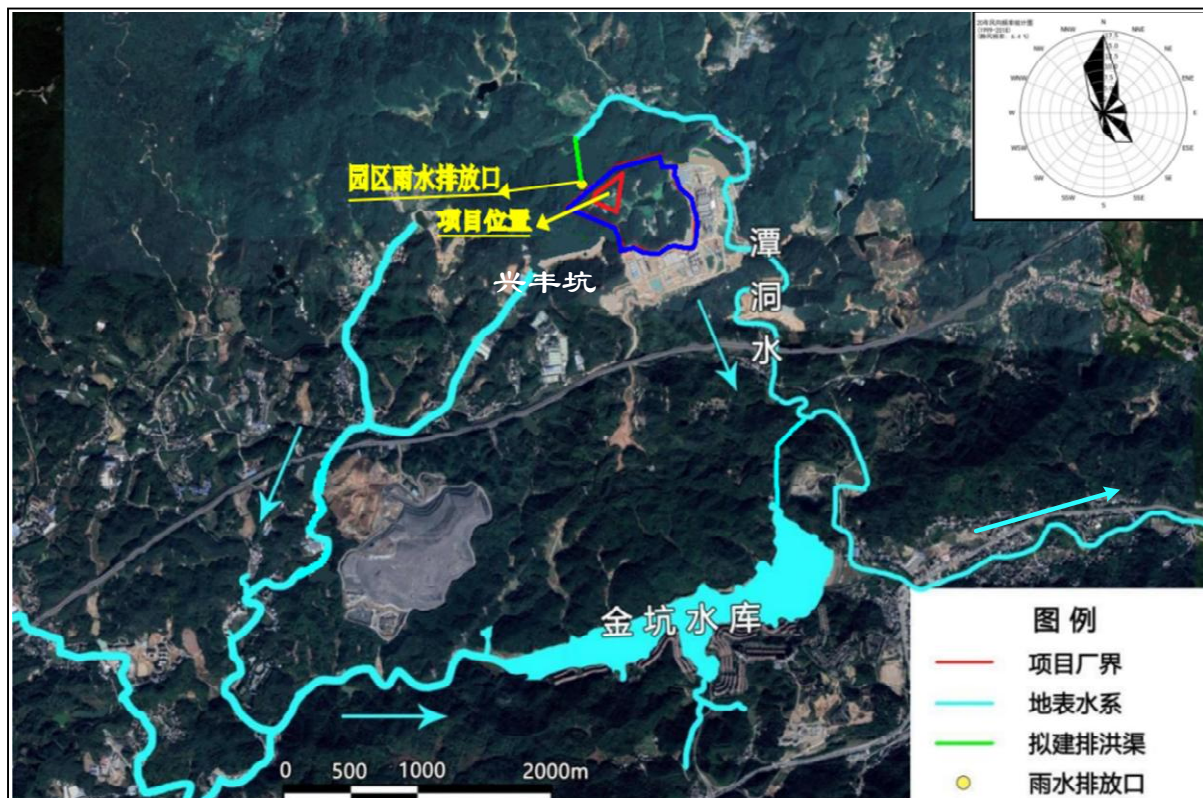


图 1.4-2 项目周边地表水系图

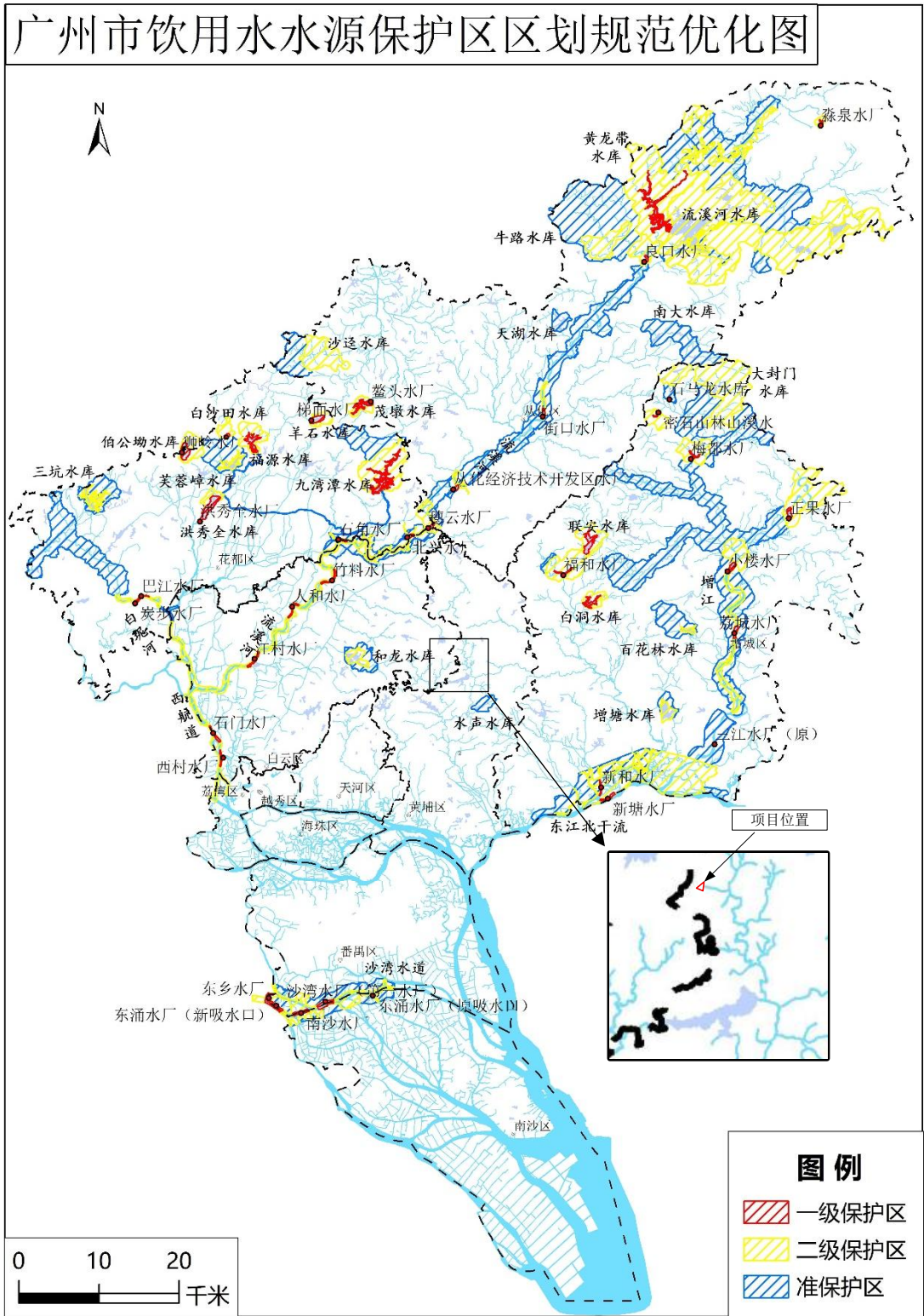


图 1.4-3 项目与饮用水源区关系分析示意图



### 1.4.3 地下水环境功能区

根据《广东省地下水功能区划》（广东省水利厅，2009年8月）对区域地下水功能区划的界定，本项目所在地位于 H074401002T02 珠江三角洲广州增城地下水水源涵养区，水质保护目标为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类，水位保护目标为“维持较高的地下水位”，见图 1.4-4。

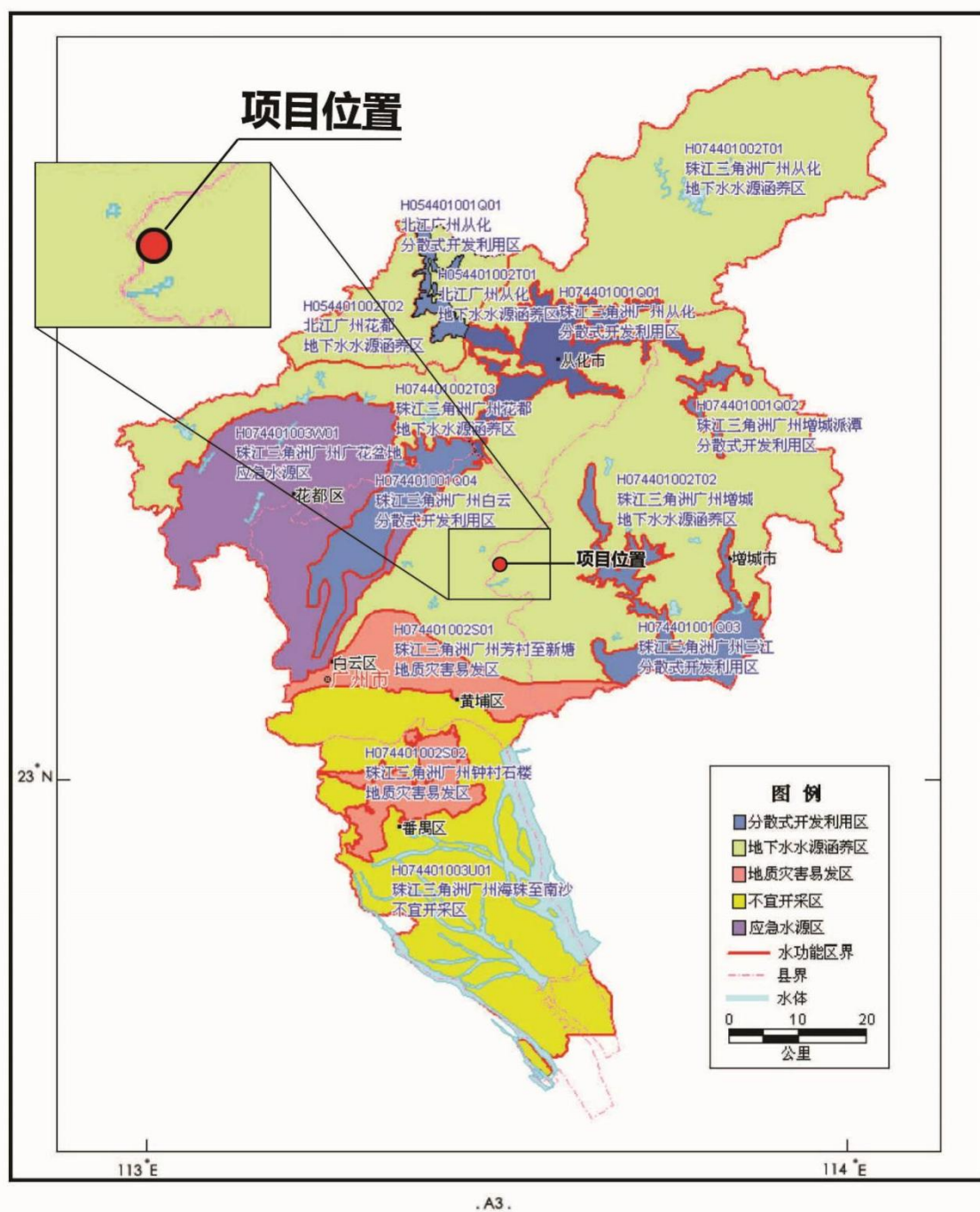


图 1.4-4 广州市浅层地下水功能区划图

#### 1.4.4 声环境功能区

根据《广州市人民政府办公厅关于印发广州市声环境功能区区划（2024年修订版）的通知》（穗府办〔2025〕2号），本项目选址位于福山循环经济产业园内，属于3类声环境功能区。

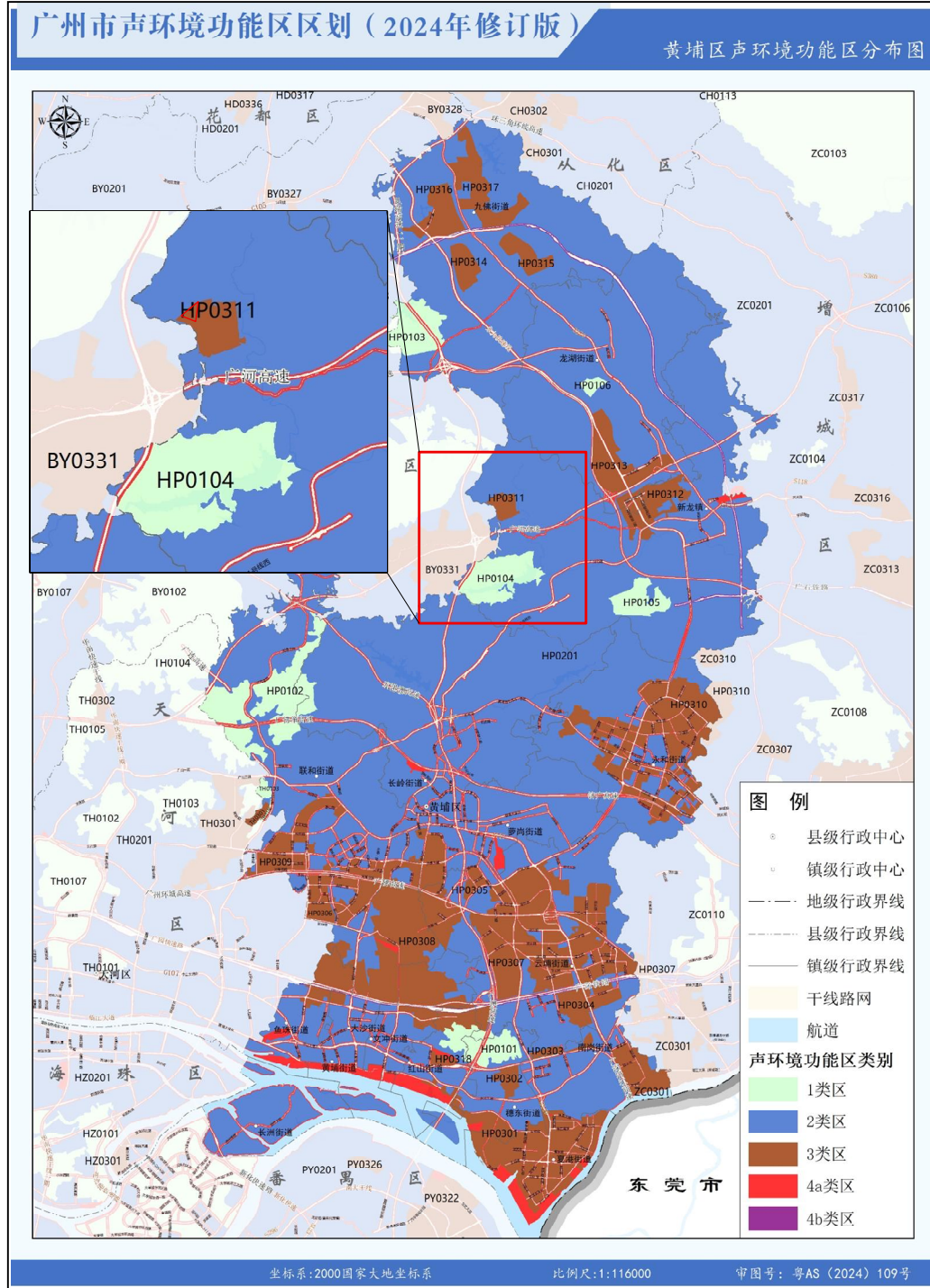


图 1.4-5 项目所在地声环境功能区划图

#### 1.4.5 生态环境功能区划

建设用地不占用自然保护区以及风景名胜等保护区和 Historical 文物古迹，项目选址符合《广州市生态环境分区管控方案（2024 年修订）》所属的黄埔区新龙镇西部一般管控单元（ZH44011230002）生态环境分区管控要求。项目与广州市生态环境分区管控方案分区位置关系，详见图 1.4-6。根据《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》（国函〔2023〕76 号），项目位于城镇开发边界，详见图 1.4-7。



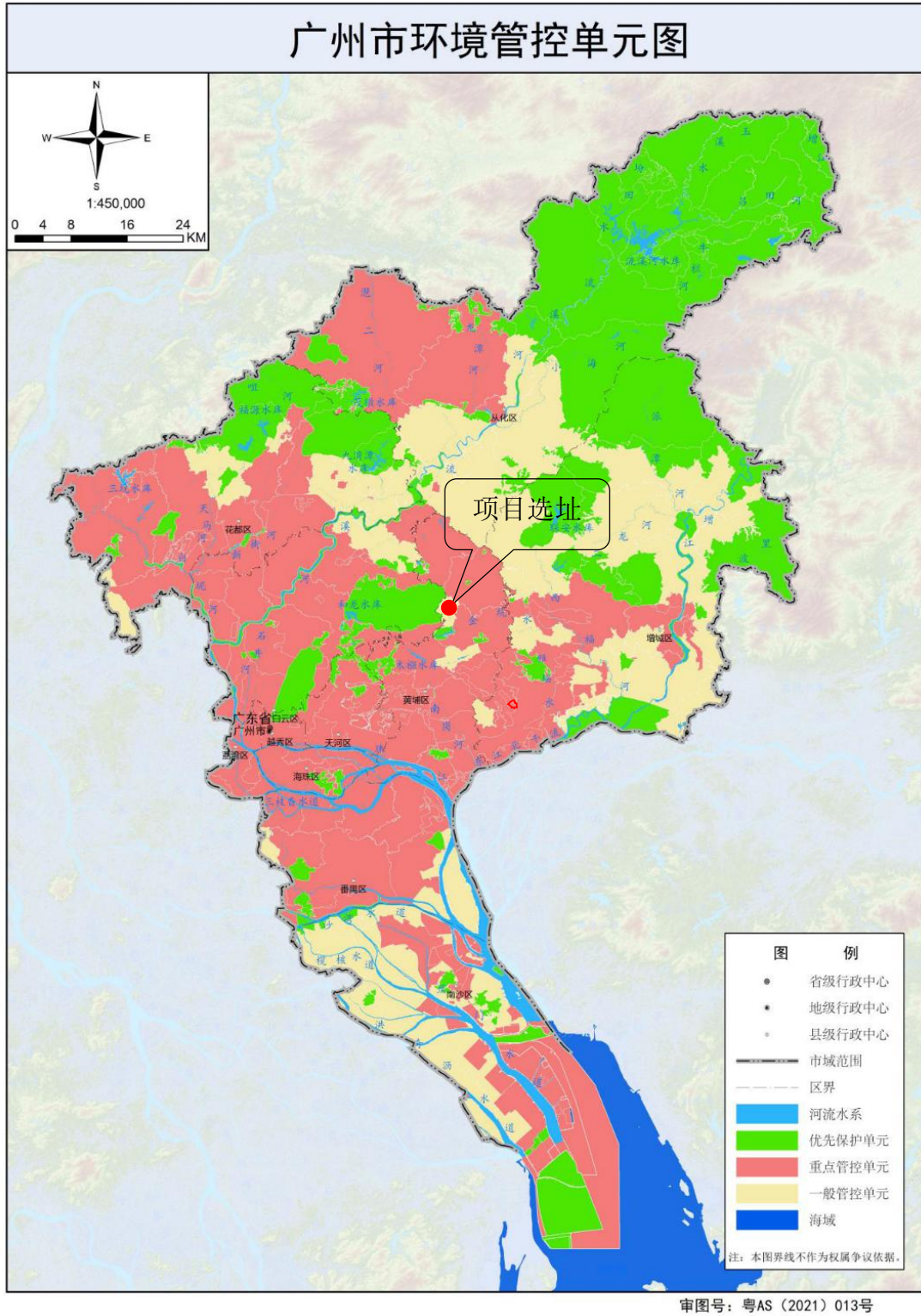


图 1.4-6 项目位置与广州市环境管控空间关系图

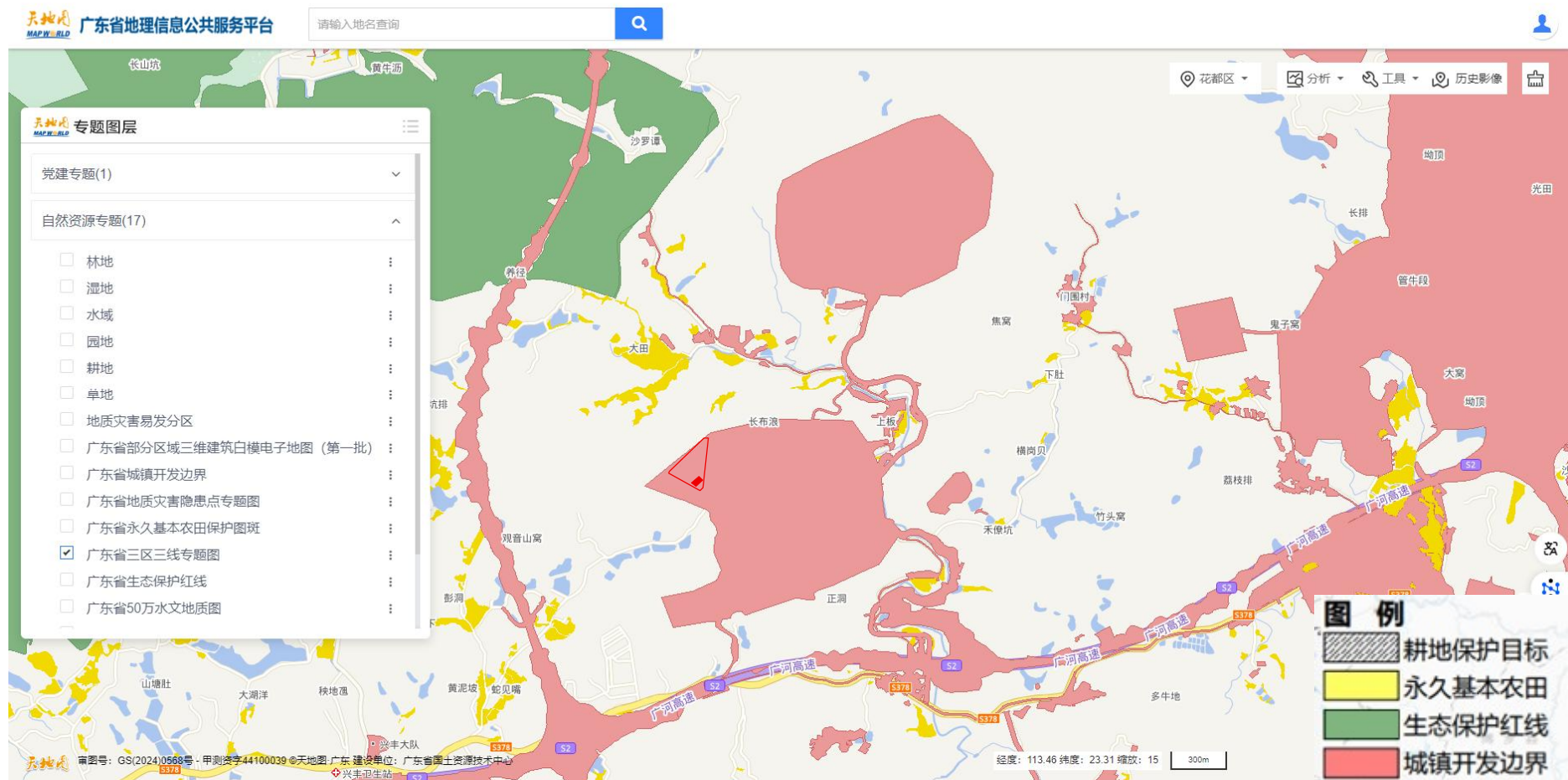


图 1.4-7 项目位置与《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》关系图

### 1.4.6 项目所在地环境功能区划

项目所在地环境功能区划汇总见下表。

表 1.4-1 本项目所属环境功能区表

编号	项目	属性
1	环境空气	项目位于环境空气二类功能区，评价范围涉及一类、二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其2018年修改单的一级、二级标准。
2	地表水环境	金坑水库主导功能为“工农”，水质目标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类；兴丰坑、潭洞水水体功能为“工、农”，水质目标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类。项目选址周边5km范围内没有饮用水源保护区。
3	地下水环境	珠江三角洲广州增城地下水水源涵养区（H0744010 02T02），地下水水质目标为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类，执行III类标准。
4	声环境	项目选址位于3类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准
5	是否饮用水源保护区	否
6	是否环境敏感区	否
7	是否自然保护区	否
8	是否森林公园	否
9	是否水土流失重点保护区	否
10	是否风景名胜區	否
11	是否基本农田保护区	否
12	是否三河、三湖、两控区	是，酸雨控制区
13	是否污水处理厂纳污范围	否

## 1.5 评价标准

### 1.5.1 环境质量评价标准

#### 1.5.1.1 环境空气质量标准

根据区域环境空气质量功能区划情况，本项目大气评价范围包含环境空气质量一类区和二类区，相应区域分别执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准、二级标准。

对于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）未作明确规定的指标，参照执行如下的环境质量标准，具体为：HCl、氨、硫化氢参照执行《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D；臭气浓度质量标准参照执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）恶臭污染物厂界标准值；甲硫醇质量标准参照执行《苏联居住区大气中有害物质的最大允许浓度》（CH245-71）居住区大气中甲硫醇的一次最高容许浓度；关于进一步加强生物质发电项目环境影响评价管理工作的通知，在国家尚未制定二噁英环境质量标准前，二噁英质量标准参照执行日本《二噁英对策特别措施法》设定的环境空气质量标准。具体执行的环境质量标准值见表 1.5-2。

表 1.5-1 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）

序号	指标	平均时间	GB3095-2012浓度限值		单位
			一级标准	二级标准	
1	SO <sub>2</sub>	年平均	20	60	μg/m <sup>3</sup>
		24小时平均	50	150	
		1小时平均	150	500	
2	NO <sub>2</sub>	年平均	40	40	
		24小时平均	80	80	
		1小时平均	200	200	
3	CO	24小时平均	4	4	mg/m <sup>3</sup>
		1小时平均	10	10	
4	O <sub>3</sub>	日最大8小时平均	100	160	μg/m <sup>3</sup>
		1小时平均	160	200	
5	PM <sub>10</sub>	年平均	40	70	
		24小时平均	50	150	
6	PM <sub>2.5</sub>	年平均	15	35	
		24小时平均	35	75	
7	NO <sub>x</sub>	年平均	50	50	
		24小时平均	100	100	
		1小时平均	250	250	
8	氟化物	24小时平均	7	7	
		1小时平均	20	20	
8	Hg	年平均	0.05	0.05	
9	Cd	年平均	0.005	0.005	
10	Pb	年平均	0.5	0.5	

序号	指标	平均时间	GB3095-2012浓度限值		单位
			一级标准	二级标准	
		季平均	1	1	
11	As	年平均	0.006	0.006	
12	六价铬	年平均	0.000025	0.000025	
14	锰及其化合物	日均值	10	10	
15	TSP	年平均	80	200	
		24小时平均	120	300	

表 1.5-2 其他评价因子参照环境质量标准

序号	指标	平均时间	浓度限值		单位	标准来源
1	HCl	1 小时平均	50		μg/m <sup>3</sup>	《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D
		日平均	15			
2	NH <sub>3</sub>	1小时平均	200			
3	H <sub>2</sub> S	1小时平均	10			
4	甲硫醇	一次	0.7			《苏联居住区大气中有害物质的最大允许浓度》（CH245-71）
5	臭气浓度	一次	10 （一级）	20 （二级）	无量纲	《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）
6	二噁英	年平均	0.6		pgTE Q/Nm <sup>3</sup>	日本《二噁英对策特别措施法》设定的环境空气质量标准

#### 1.5.1.2 地表水环境质量标准

根据区域地表水环境功能区划情况，本项目地表水调查评价范围内金坑水库和潭洞水、兴丰坑地表水体为IV类，分别对应执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类标准限值，具体标准见表 1.5-3。

表 1.5-3 地表水环境质量标准（GB3838-2002）mg/L（pH 值除外）

序号	标准值分类项目	IV类
1	水温（℃）	人为造成的环境水温变化：周平均最大温升≤1，周平均最大温降≤2
2	pH 值（无量纲）	6~9
3	溶解氧≥	3
4	化学需氧量（COD）≤	30
5	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）≤	6
6	高锰酸盐指数≤	10



7	氨氮 (NH <sub>3</sub> -N) ≤	1.5
8	总磷 (以 P 计) ≤	0.3 (湖、库 0.1)
9	总氮 (湖、库、以 N 计) ≤	1.5
10	铜 ≤	1.0
11	锌 ≤	2.0
12	砷 ≤	0.1
13	汞 ≤	0.001
14	镉 ≤	0.005
15	铬 (六价) ≤	0.05
16	铅 ≤	0.05
17	挥发酚 ≤	0.01
18	石油类 ≤	0.5
19	阴离子表面活性剂 ≤	0.3
20	粪大肠菌群 (个/L) ≤	20000

### 1.5.1.3 地下水环境质量标准

项目所在区域地下水水质保护目标为Ⅲ类，除二噁英参照执行《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）表 A.1 生活饮用水水质参考指标及限值中的二噁英（2,3,7,8-TCDD）的限值 0.00000003mg/L，即二噁英类执行 30pg-TEQ/L，其余指标地下水环境现状执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类标准，标准值见表 1.5-4。

表 1.5-4 地下水质量标准摘录（单位：mg/L）

序号	项目	Ⅲ类标准	序号	项目	Ⅲ类标准
1	pH（无量纲）	6.5~8.5	14	铁	≤0.3
2	总硬度	≤450	15	铅	≤0.01
3	溶解性总固体	≤1000	16	镉	≤0.005
4	氨氮	≤0.5	17	砷	≤0.01
5	亚硝酸盐氮	≤1.00	18	汞	≤0.001
6	硝酸盐氮	≤20	19	六价铬	≤0.05
7	氟化物	≤1.0	20	锰	≤0.1
8	氰化物	≤0.05	21	锌	≤1.0
9	氯化物	≤250	22	总大肠菌群 (MPN/100mL)	≤3.0
10	硫酸盐	≤250	23	细菌总数 (CFU/mL)	≤100
11	挥发酚类	≤0.002	24	耗氧量 (高锰酸盐指数)	≤3.0
12	铜	≤1.0	25	二噁英 (pgTEQ/L)	30
13	镍	≤0.02	/	/	/

#### 1.5.1.4 声环境质量标准

项目选址位于工业区，执行《声环境质量标准》（GB3096—2008）中3类标准，评价范围内无声环境保护目标，具体详见下表。

表 1.5-5 声环境质量评价标准

声功能区类别	昼间dB(A)	夜间dB(A)
3类	65	55

#### 1.5.1.5 土壤环境质量标准

项目选址及周边建设用地土壤执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018），详见表 1.5-6。

表 1.5-6 建设用地土壤环境质量评价执行标准（单位 mg/kg，pH 除外）

序号	污染物项目	筛选值（第一类用地）	筛选值(第二类用地)	执行标准
重金属和无机物				GB36600-2018
1	砷	20	60	
2	镉	20	65	
3	铬（六价）	3.0	5.7	
4	铜	2000	18000	
5	铅	400	800	
6	汞	8	38	
7	镍	150	900	
8	铊	/	/	
9	铍	15	29	
10	钡	/	/	
11	锌	/	/	
12	锰	/	/	
13	锡	/	/	
14	硒	/	/	
15	氯离子	/	/	
16	氟化物	/	/	
17	硫化物	/	/	
挥发性有机物				
18	四氯化碳	0.9	2.8	
19	氯仿	0.3	0.9	
20	氯甲烷	12	37	
21	1,1-二氯乙烷	3	9	
22	1,2-二氯乙烷	0.52	5	

序号	污染物项目	筛选值（第一类用地）	筛选值(第二类用地)	执行标准
23	1,1-二氯乙烯	12	66	
24	顺 1,2-二氯乙烯	66	596	
25	反 1,2-二氯乙烯	10	54	
26	二氯甲烷	94	616	
27	1,2-二氯丙烷	1	5	
28	1,1,1,2-四氯乙烷	2.6	10	
29	1,1,2,2-四氯乙烷	1.6	6.8	
30	四氯乙烯	11	53	
31	1,1,1-三氯乙烷	701	840	
32	1,1,2-三氯乙烷	0.6	2.8	
33	三氯乙烯	0.7	2.8	
34	1,2,3-三氯丙烷	0.05	0.5	
35	氯乙烯	0.12	0.43	
36	苯	1	4	
37	氯苯	68	270	
38	1,2-二氯苯	560	560	
39	1,4-二氯苯	5.6	20	
40	乙苯	7.2	28	
41	苯乙烯	1290	1290	
42	甲苯	1200	1200	
43	间二甲苯+对二甲苯	163	570	
44	邻二甲苯	222	640	
半挥发性有机物				
45	硝基苯	34	76	
46	苯胺	92	260	
47	2-氯酚	250	2256	
48	苯并[a]蒽	5.5	15	
49	苯并[a]芘	0.55	1.5	
50	苯并[b]荧蒽	5.5	15	
51	苯并[k]荧蒽	55	151	
52	蒽	490	1293	
53	二苯并[a,h]蒽	0.55	1.5	
54	茚并[1,2,3-cd]芘	5.5	15	
55	萘	25	70	
其他项目				
56	二噁英类 (总毒性当量)	1x10 <sup>-5</sup>	4x10 <sup>-5</sup>	

表 1.5-7 农用地土壤环境质量评价执行标准（单位 mg/kg，pH 除外）

序号	污染物项目		风险筛选值（mg/kg）			
			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
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	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300
序号	污染物项目		风险管控值（mg/kg）			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.7<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉		1.5	2.0	3.0	4.0
2	汞		2.0	2.5	4.0	6.0
3	砷		200	150	120	100
4	铅		400	500	700	1000
5	铬		800	850	1000	1300
注：①重金属和类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。						

## 1.5.2 排放标准

### 1.5.2.1 大气污染物排放标准

项目飞灰投料过程中产生的粉尘中的颗粒物、氯化氢、铅及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段二级标准表2新污染源大气污染物排放限值；氯化氢无组织排放执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段二级标准表2无组织排放监控浓度限值标准；水洗过程产生的NH<sub>3</sub>排放执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表2标准。

本项目排气筒高度均为25m，周边200m范围建筑高度均在20m以下。因此，满足《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)规定的排气筒高度不低于15m，

并且高出周围 200 m 范围内最高建筑 5 m 以上的要求，因此。排气筒的排放速率限值按照对应排放标准执行即可。

表 1.5-8 本项目大气污染物排放标准

排气筒	控制项目	排放浓度限值 (mg/m <sup>3</sup> )	排放速率 限值 (kg/h)	无组织排放监 控浓度限值 (mg/m <sup>3</sup> )	执行标准
	颗粒物	120	11.9	1.0	广东省地方标准《大 气污染物排放限值》 (DB44/27-2001)
	铅及其化合物	0.70	0.0135	0.006	
	汞及其化合物	0.010	4.6×10 <sup>-3</sup>	0.0012	
	镉及其化合物	0.85	0.155	0.040	
排气筒 3# (25m)	氯化氢	100	0.78	0.2	《恶臭污染物排放 标准》(GB14554-93)
	NH <sub>3</sub>	/	14	1.5	
	臭气浓度	/	6000 (无量 纲)	20	

1.5.2.2 中水回用标准

本项目生产废水经除钙除镁、重金属等杂质+石膏晶体析出+深度除钙+蒸发结晶冷凝处理后回用于飞灰漂洗，不外排；除氨废水通过进入项目现有的低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐-生化调节池-厌氧—两级AO-MBR-RO+DTRO 系统处理后，回用除臭系统补水。回用水质执行《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2024）表 1 中的洗涤用水，见表 1.5-9。

表 1.5-9 本项目回用水水质标准一览表

序号	控制项目	间冷开式循环冷却水补充 水、锅炉补给水、工艺用 水、产品用水	直流冷却水、洗涤用水
1	pH（无量纲）	6.0~9.0	
2	色度/度	20	
3	浊度/NTU	5	—
4	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ） /(mg/L)	10	
5	化学需氧量（COD）/(mg/L)	50	
6	氨氮（以 N 计）/(mg/L)	5 <sup>a</sup>	

序号	控制项目	间冷开式循环冷却水补充水、锅炉补给水、工艺用水、产品用水	直流冷却水、洗涤用水
7	总氮（以 N 计）/(mg/L)	15	
8	总磷（以 P 计）/(mg/L)	0.5	
9	阴离子表面活性剂/(mg/L)	0.5	
10	石油类/(mg/L)	1.0	
11	总碱度（以 CaCO <sub>3</sub> 计）/(mg/L)	350	
12	总硬度（以 CaCO <sub>3</sub> 计）/(mg/L)	450	
13	溶解性总固体/(mg/L)	1000	1500
14	氯化物/(mg/L)	250	400
15	硫酸盐（以 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 计）/(mg/L)	250	600
16	铁/(mg/L)	0.3	0.5
17	锰/(mg/L)	0.1	0.2
18	二氧化硅/(mg/L)	30	50
19	粪大肠菌群/(MPN/L)	1000	
20	总余氯 <sup>b</sup> (mg/L)	0.1~0.2	
注：“—”表示对此项无要求。			
<sup>a</sup> 用于间冷开式循环冷却水系统补充水，且换热器为铜合金材质时，氨氮指标应小于 1mg/L。			
<sup>b</sup> 与用户管道连接处再生水中总余氯值。			

### 1.5.2.3 噪声排放标准

营运期项目边界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）

3 类标准，标准限值见表 1.5-10。

表 1.5-10 运营期项目厂界噪声执行标准限值 dB(A)

《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）噪声限值	
昼间	夜间
65	55

### 1.5.3 其他相关评价标准

(1) 《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）；



- (2) 《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）；
- (3) 《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T30760-2024）；
- (4) 《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》（T/CCAS010-2019）
- (5) 《工业盐》（GB/T5462-2015）；
- (1) 《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）。

## 1.6 评价工作等级、评价范围

### 1.6.1 大气环境

#### (1) 评价等级依据

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），结合项目的污染源分析结果，利用本项目工程分析中的污染源，以及《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）中附录 A 推荐的估算模式（ARESCREEN）计算各污染源各污染物的最大地面浓度  $C_{\max}$  及其占标率（ $P_{\max}$ ）。

项目正常工况下大气污染源主要包括原料飞灰卸料粉尘、漂洗氨废气，主要污染物指标为颗粒物、氨。根据项目污染物初步调查结果，分别计算项目排放主要污染物最大地面空气质量浓度占标率  $P_i$ （第  $i$  个污染物），及第  $i$  个污染物的地面浓度达标准限值 10%时所对应的最远距离  $D_{10\%}$ 。其中  $P_i$  定义为：

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

式中： $P_i$ —第  $i$  个污染物的最大地面浓度占标率，%；

$C_i$ —采用估算模式计算出的第  $i$  个污染物的最大地面浓度， $\text{mg}/\text{m}^3$ ；

$C_{0i}$ —第  $i$  个污染物的环境空气质量标准， $\text{mg}/\text{m}^3$ 。

$C_{0i}$  一般选用 GB3095 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，使用章节 1.5.1 确定的各评价因子 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。

评价工作等级按表 1.6-1 的分级判据进行划分，如污染物  $i$  大于 1，取  $P_i$  值最大者（ $P_{\max}$ ）。

表 1.6-1 评价工作等级分级判据

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

同一项目有多个（两个以上，含两个）污染源排放同一种污染物时，则按各污染源分别确定其评价等级，并取评价级别最高者作为项目的评价等级。

## （2）估算模式选取参数

### ①模式参数

根据中国干湿地形划分，建设单位选址所在区域的湿度条件为“潮湿气候”，根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 B.6.1，当项目周边 3km 半径范围内一半以上面积属于城市建成区或者规划区时，选择城市，否则选择农村。本项目所在区域属于工业园区，项目周边 3km 范围内大部分面积属于丘陵地貌的山林地，所以本项目土地利用类型选择农村。本次大气影响评价所采用的地表特征参数见下表。

本项目估算模式预测所采用的模型参数见表 1.6-2。

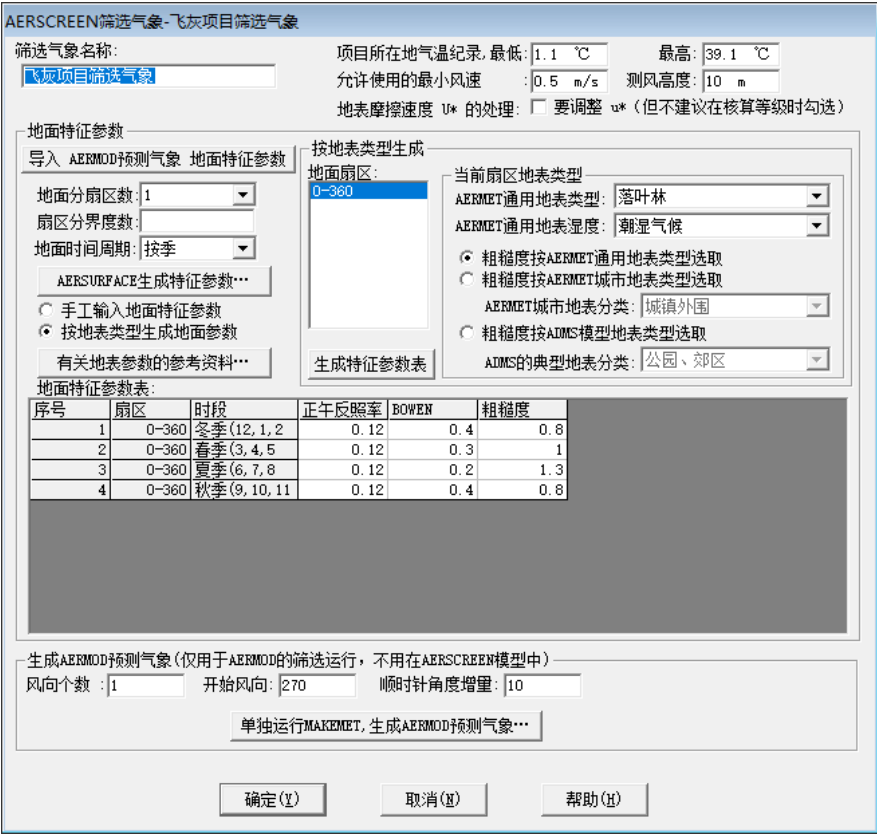
表 1.6-2 估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市选项时）	/
最高环境温度/°C		39.1
最低环境温度/°C		1.1
土地利用类型		落叶林
区域湿度条件		潮湿
是否考虑地形	考虑地形	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	地形数据分辨率/m	90
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
	岸线距离/km	/
	岸线方向/°	/

筛选气象：项目所在地的气温记录最低 1.1°C，最高 39.1°C，允许使用的最小风速默认为 0.5m/s，测风高度 10m，地表摩擦速度  $U^*$  不进行调整。

地面特征参数：不对地面分扇区；地面时间周期按季；AERMET 通用地表类型选为落叶林，具体见图 1.6-1；AERMET 通用地表湿度为潮湿气候；粗糙度按 AERMET 城市地表类型选取通用地表类型。

计算参数：计算起始距离由 10m 起开始计算。



注：考虑到广州市冬季时间较短，本次取值冬季地面特征参数由秋季数值代替。

图 1.6- 1 估算模型筛选气象截图

②全球定位及地形数据

以项目西北角为原点 (0,0),该点经纬度为 23.28452N, 113.50424E, 采用两点距离法进行定位。

地形数据来源于 <http://srtm.csi.cgiar.org/> 数据精度为 3 秒 (约 90m)，即东西向网格间距为 3(秒)、南北向网格间距为 3(秒)。本次地形读取范围为 50km\*50km，并在此范围外延 2 分，区域四个顶点的坐标 (经纬度 DD°MM'SS.SSSS") 为：

西北角 (113°15'33.8400"E)，东北角 (113°44'56.7600"E)

西南角 (23°03'31.1400"N)，东南角 (23°30'37.3320"N)。

东西向网格间距：3 (秒)，南北向网格间距：3 (秒)，高程最大值：750(m)。

③污染源强

本项目估算模式预测所采用的源强详见下表。

表 1.6-3 拟建项目点源参数表

污染源名称	排气筒底部中心坐标/m		排气筒底部海拔/m	排气筒高度/m	排气筒出口内径/m	烟气流量(Nm <sup>3</sup> /h)	烟气温度/°C	排放小时数	排放工况	污染物排放速率/(kg/h)						
	X	Y								PM <sub>10</sub>	NH <sub>3</sub>	HCl	Pb	Hg	Cd	As
9#	150	-25	205	25	0.35	4000	35	41.66	正常	0.023	/	/	1.01E-05	3.60E-07	2.09E-06	2.81E-06
3#	144	-19	205	25	0.5	10000	35	266.67	正常	/	0.013	/	/	/	/	/
3#	144	-19	205	25	0.5	10000	35	266.67	正常	/	/	0.004	/	/	/	/

表 1.6-4 项目面源参数表

名称	中心坐标/m		海拔/m	面源长度 (m)	面源宽度 (m)	面源有效排放高度 (m)	污染物排放速率 (kg/h)		
	X	Y					PM <sub>10</sub>	NH <sub>3</sub>	氯化氢
物化车间	95	-11	205	50	24	13	0.023	0.0018	/
						9	/	/	0.001

注：物化车间面源氨气有效排放高度取自 4 楼飞灰水洗反应罐、除重金属反应罐区域的窗户对外排放高度。氯化氢取自 3 楼药剂间的窗户对外排放高度



图 1.6-2 估算结果截图（小时浓度占标率）





图 1.6-3 估算结果截图（小时浓度值）

表 1.6-5 计算结果一览表

污染源	主要污染物	最大浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	Pi(%)	最大浓度的距离 (m)	D <sub>10%</sub> (m)
9#排放口	PM <sub>10</sub>	6.06E-03 0	1.35 0	771	0
	Pb	2.66E-06 0	0.09 0		0
	Hg	9.48E-08 0	0.03 0		0
	Cd	5.51E-07 0	1.84 0		0
	As	1.87E-08 0	0.05 0		0
3#排放口	NH <sub>3</sub>	2.96E-03 0	1.48 0	260	0
	HCl	9.11E-04 0	1.82 0		0
物化车间 4 楼	NH <sub>3</sub>	1.16E-03 0	0.58 0	27	0
	PM <sub>10</sub>	1.10E-03 0	3.29 0		0
物化车间 3 楼	HCl	6.45E-04 0	2.20 0	27	0

从上表可知，有组织排放源污染物最大占标率为  $1\% < P_{\max} = 1.84\% < 10\%$ ， $D_{10\%} = 0\text{m}$ ，无组织排放源污染物最大占标率  $1\% < P_{\max} = 3.29\% < 10\%$ ， $D_{10\%} = 0\text{m}$ 。根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）的评价等级确定原则，本评价大气环境影响评价等级定为二级。

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），大气环境二级评价项目以厂址为中心区域，边长 5km 的矩形范围为大气环境影响评价范围。

### 1.6.2 地表水环境

根据工程分析可知，正常情况下污水不排入外部水体，根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJT2.3-2018），本项目地表水环境影响评价等级为三级 B，主要评价内容包括：水污染控制和水环境影响减缓措施有效性分析；依托现有污水处理设施的环境可行性评价。

### 1.6.3 声环境

项目厂址属于 3 类功能区，项目主要噪声源经减振、降噪措施后对厂界的环境噪声贡献较小，根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021），确定本项目声环境影响评价等级为三级。

环境噪声的评价范围为：厂界（园区红线）外 200 米范围。

### 1.6.4 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目

属于污染影响型，建设规模为小型（ $<5\text{hm}^2$ ），建设项目占地主要为永久占地，项目周边存在耕地等土壤环境敏感目标，环境敏感程度为敏感。按照导则污染影响型工作等级划分表，项目土壤环境影响评价等级为一级。评价范围为项目占地以及占地外 1km 范围。

#### 1.6.5 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，本项目属于第 I 类建设项目。本项目选址位于 H074401002T02 珠江三角洲广州增城地下水水源涵养区，不位于集中式饮用水水源保护区、特殊地下水资源保护区；本项目选址不在于集中式饮用水水源保护区、特殊地下水资源保护区敏感区域，也不在集中式饮用水源准保护区以外的补给径流区、分散式饮用水源地等较敏感区域；根据现场调查及资料收集，项目周边区域均为市政供水，无须开采地下水作为饮用水源，项目所在区地下水环境敏感程度为不敏感。因此，按照《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）的等级划分依据，本项目地下水环境影响评价工作等级定为二级。

地下水调查评价范围为福山循环经济产业园最外侧分水岭为边界包含的范围，面积约  $5.85\text{km}^2$ 。

#### 1.6.6 生态环境

根据现场踏勘，项目附近未发现珍稀濒危物种，项目所处区域不存在文物古迹、自然保护区、风景名胜区、森林公园和物种丰富区等环境生态敏感区，选址符合《广州市生态环境分区管控方案（2024 年修订）》生态环境分区管控要求，拟建项目在原厂界范围内进行技改扩建。根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）6.1.8 符合生态环境分区管控要求且位于原厂界（或永久用地）范围内的污染影响类改扩建项目，可不确定评价等级，直接进行生态影响简单分析。

#### 1.6.7 环境风险评价

##### （1）P 的分级确定

分析建设项目生产、使用、储存过程中涉及的有毒有害、易燃易爆物质，参见附录 B 确定危险物质的临界量。定量分析危险物质数量与临界量的比值（Q）和所属行业及生产工艺特点（M），按附录 C 对危险物质及工艺系统危险性（P）等级进行判断。

## (2) 危险物质数量与临界量比值 (Q)

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；

当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值 Q：

$$Q = \sum q_i / Q_i$$

式中： $q_i$ ——每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_i$ ——每种危险物质的临界量，t。

当  $Q < 1$  时，该项目环境风险潜势为 I。

当  $Q \geq 1$  时，该 Q 值划分为： $1 \leq Q < 10$ ； $10 \leq Q < 100$ ； $Q \geq 100$ 。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 B 表 B.1、《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)所列的危险化学品定义及临界量的规定，对照本项目所使用的化学品进行危险性分类辨识，本项目全厂危险物质数量与临界量比值 Q 如下表所示，经计算，本项目  $Q = 168.70$ ， $Q \geq 100$ 。

表 1.6-6 危险物质数量与临界量比值（Q）

类别	废物类别	最大储存量			生产线在线量		Q 值	临界量	判定依据
		乙类仓库	丙类仓库	储罐区	物化车间	回转窑焚烧车间			
项目 现有 情况	HW02 医药废物	1.50	0.00	0.00	0.00	0.01	1.51	10	主要成分为醇、醛、酯、芳香族等，参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 CODCr 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液的临界量
	HW03 废药物、药品	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	HW04 农药废物	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	50	主要成分有机物类，由于大部分农药具有剧毒成分，参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 2）的临界量
	HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物	32.50	0.00	0.00	0.00	0.04	32.54	10	主要成分为醇、醛、酯、芳香族、硫化物等，参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 CODCr 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液的临界量
	HW08 废矿物油与含矿物油废物	0.00	17.50	0.00	0.00	0.02	17.52	10	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 CODCr 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液的临界量
	HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液	0.00	38.50	0.00	0.00	0.02	38.52	10	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 CODCr 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液的临界量
	HW11 精（蒸）馏残渣	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量



类别	废物类别	最大储存量			生产线在线量		Q 值	临界量	判定依据
		乙类仓库	丙类仓库	储罐区	物化车间	回转窑焚烧车间			
	HW12 染料、涂料废物	0.00	27.00	0.00	0.00	0.07	27.07	10	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 CODCr 浓度 $\geq$ 10000mg/L 的有机废液的临界量
	HW13 有机树脂类废物	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	HW16 感光材料废物	1.50	0.00	0.00	0.00	0.01	1.51	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	HW17 表面处理废物	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	HW34 废酸	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 2）的临界量
	HW35 废碱	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 2）的临界量
	HW49 其他废物	18.00	0.00	0.00	0.00	0.02	18.02	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	25%氨水	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	0.54	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	柴油	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	2500	参考（HJ169-2018）表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中油类物质的临界量
	98%浓硫酸	0.00	0.00	4.50	0.00	0.01	4.51	10	主要成分为硫酸，根据 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的硫酸的临界量
	小计	79.90	83.00	5.05	0.01	0.19	163.10	/	

类别	废物类别	最大储存量			生产线在线量		Q 值	临界量	判定依据
		乙类仓库	丙类仓库	储罐区	物化车间	回转窑焚烧车间			
改扩建项目	飞灰	0.00	0.20	0.00	0.01	0.00	0.21	100	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的危害水环境物质（急性毒性类别 1）临界量
	水洗脱氯飞灰	0.00	0.20	0.00	0.01	0.00	0.21	100	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的危害水环境物质（急性毒性类别 1）临界量
	铬及其化合物	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.25	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的铬及其化合物的临界量
	镍及其化合物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的镍及其化合物的临界量
	铜及其化合物	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.25	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的铜及其化合物的临界量
	汞	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.5	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的汞的临界量
	30%盐酸（折算 37%盐酸）	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	7.5	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 37%盐酸的临界量
	小计	0.00	0.47	0.00	0.08	0.00	0.55	/	/
	合计	79.90	83.47	5.05	0.09	0.19	168.70	/	/

### (3) 行业及生产工艺

分析项目所属行业及生产工艺特点,按照下表评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目,对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为 (1) $M>20$ ; (2) $10<M\leq 20$ ; (3) $5<M\leq 10$ ; (4) $M=5$ , 分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

**表 1.6-7 行业及生产工艺 (M)**

行业	评估依据	分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺(氯碱)、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解(裂化)工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套
	其他高温或高压,且涉及危险物质的工艺过程 a、危险物质贮存罐区	5/套(罐区)
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采(含净化),气库(不含加气站的气库),油库(不含加气站的油库)、油气管线 b(不含城镇燃气管线)	10
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5
a 高温指工艺温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ,高压指压力容器的设计压力(P) $\geq 10.0\text{MPa}$ ; b 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。		

根据项目工艺的危险性、处理物质及产物的危害性,行业类别属于“其他行业中的“涉及危险物质使用、贮存的项目”,分值为 5 分,评级为 M4。

### (4) 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级

根据危险物质数量与临界量比值(Q)和行业及生产工艺(M),按照工艺确定危险物质及工艺系统危险性等级(P),分别以 P1、P2、P3、P4 表示。

**表 1.6-8 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)**

危险物质数量与临界量比值(Q)	行业及生产工艺(M)			
	M1	M2	M3	M4
$Q\geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10\leq Q<100$	P1	P2	P3	P4

$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4
-----------------	----	----	----	----

根据前面所求 Q 值及 M 评级，本项目危险物质及工艺系统危险性（P）分级为 P3。

## 2、E 的分级确定

### （1）大气环境

依据环境敏感目标环境敏感性及其人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见下表所示。

表 1.6-9 大气环境敏感程度分级

分级	大气环境敏感性
E1	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，或其他需要特殊保护区域；或周边 500m 范围内人口总数大于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 200 人
E2	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人
E3	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人

根据调查，项目周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数约为 4.2 万人，大于 1 万人小于 5 万人，大气环境敏感程度属于 E2。

### （2）地表水环境

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点受纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 1.6-10，其中地表水功能敏感性分区和环境敏感目标分级分别见表 1.6-11 和表 1.6-12。

表 1.6-10 地表水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性
--------	----------

	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

本项目地表水功能敏感性分区为 F3，环境敏感目标分级为 S3，因此，地表水环境敏感程度分级为 E3。

表 1.6- 11 地表水功能敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为Ⅱ类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨国界的
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为Ⅲ类，或海水水质分类第二类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上述地区之外的其他地区

项目建成后全厂废水经自建污水处理设施处理达到《城市污水再生利用-工业用水水质》（GB/T19923-2024）中“冷却用水中的直流冷却水”及“工艺与产品用水”的严者回用生产环节，不外排。基于企业严格按照相关规范合理规划设计雨水收集管网和车间、暂存库废液导流沟、足够容积的事故应急池、日常加强相关控制闸阀及管道切换系统的维护管理，即可确保事故废水有效收集。但在不考虑事故应急池的情况下，项目废水泄漏可能会通过雨水管网排至潭洞水，潭洞水属Ⅳ类水体，则其地表水环境敏感特征为敏感 F3。

表 1.6- 12 环境敏感目标分级

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜區；或其他特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体的：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

泄漏的有毒有害物质泄漏进入潭洞水后，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内没有集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜區；或其他特殊重要保护区域，也没有水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景旅游区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域，故本项目地表水环境敏感程度为 S3 级。

### （3）地下水环境

依据地下水功能敏感性与包气带防污性能，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 1.6- 13。其中地下水功能敏感性分区和包气带防污性能分级分别见表 1.6- 14 和表 1.6- 15。当同一建设项目涉及两个 G 分区或 D 分级及以上时，取相对高值。



表 1.6- 13 地下水环境敏感程度分级

包气带防污功能	地下水功能敏感性		
	G1	G2	G3
D1	E1	E1	E2
D2	E1	E2	E3
D3	E2	E3	E3

项目地下水功能敏感性分级为 G3，包气带防污性能分级为 D2，因此，地下水环境敏感程度分级为 E3。

表 1.6- 14 地下水功能敏感性分级

敏感性	地下水环境敏感特征
敏感 G1	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区
较敏感 G2	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如热水、矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 a
不敏感 G3	上述地区之外的其他地区
a “环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区	

本项目位于福山循环经济产业园内，项目所在场地不在集中式饮用水水源准保护区及以外的补给径流区，不在特殊地下水资源保护区，不在集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区，不在分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如热水、矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区，项目地下水功能敏感性分级为 G3。

表 1.6- 15 包气带防污性能分级

分级	包气带岩土渗透性能
D3	$Mb \geq 1.0m, K \leq 1.0 \times 10^{-6} cm/s$ , 且分布连续、稳定
D2	$0.5m \leq Mb < 1.0m, K \leq 1.0 \times 10^{-6} cm/s$ , 且分布连续、稳定 $Mb \geq 1.0m, 1.0 \times 10^{-6} cm/s < K \leq 1.0 \times 10^{-4} cm/s$ , 且分布连续、稳定
D1	岩（土）层不满足上述“D2”和“D3”条件
Mb: 岩土层单层厚度。 K: 渗透系数。	

根据项目所在地的场地水文地质条件调查，项目所在区域包气带渗透系数为  $5.9 \times 10^{-4} cm/s$ 。因此，本项目包气带防污性能分级为 D2。

### 3、环境风险潜势分析

建设项目环境风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV<sup>+</sup>级。

根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照下表确定环境风险潜势。

表 1.6- 16 建设项目环境风险潜势分析

环境敏感程度（E）	危险物质及工艺系统危险性（P）			
	极度危害（P1）	高度危害（P2）	中度危害（P3）	轻度危害（P4）
环境高度敏感区（E1）	IV <sup>+</sup>	IV	III	III
环境中度敏感区（E2）	IV	III	III	II
环境低度敏感区（E3）	III	III	II	I
注：IV <sup>+</sup> 为极高环境风险				

本项目危险物质及工艺系统危险性（P）分级为 P3，大气环境敏感程度分级为 E2，地表水环境敏感程度分级为 E3，地下水环境敏感程度分级为 E3。因此，本项目大气环境风险潜势划分为 III 级，地表水环境风险潜势划分为 II 级，地下水环境风险潜势划分为 II 级。因此，本项目综合风险潜势为 III 级。

### 4、风险评价等级的确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级和简单分析。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地环境敏感性确定环境风险潜势，按照表 1 确定评价工作等级。风险潜势为 IV 及以上，进行一级评价；风险潜势为 III，进行二级评价；风险潜势为 II，进行三级评价；风险潜势为 I，可开展简单分析。

表 1.6- 17 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 a

本项目大气环境风险潜势划分为 III 级，地表水环境风险潜势划分为 II 级，地下水环境风险潜势划分为 II 级。因此，本项目大气风险评价等级为二级，地表水风险评价等级为三级，地下水风险评价等级为三级。

## 1.7 环境保护目标

根据相关资料与现场踏勘的情况，项目主要环境保护目标及对象主要为厂址附近的敏感点及地表水体，环境保护敏感目标与本项目的位关系见下表及图。

表 1.7-1 场址周围的环境保护目标

名称		所在镇街	坐标/m		保护对象	保护内容 (人)	环境功能区	相对厂址 方位	相对距离 /m
			X	Y					
福山村 (行政村)	福山村	黄埔区 新龙镇	1337	-1340	居住区	1046	环境空气二类区	SE(140)	1408
	窑前村		1428	-669	居住区		环境空气二类区	SE(114)	1165
	门围村		2212	-1473	居住区		环境空气二类区	NE(65)	2211
	岐山村		304	829	居住区		环境空气二类区	SE(8.9)	775
	库田村		1190	272	居住区		环境空气二类区	NE(74)	944
	石门围村		2314	1012	居住区		环境空气二类区	NE(64.5)	2075
	松林别院		2125	-2300	度假村	100	环境空气二类区	SE(138)	2692
福洞村 (行政村)	福洞村		3338	-770	居住区	2748	环境空气二类区	SE(101)	2839
	新屋		3642	-1029	居住区		环境空气二类区	SE(101)	3620
	福田		2889	-1178	居住区		环境空气二类区	SE(101)	3030
	罗屋		4442	-1023	居住区		环境空气二类区	SE(101)	4120
	荔枝排		3054	-191	居住区		环境空气二类区	SE(101)	2413
	菜塘		3559	155	居住区		环境空气二类区	SE(101)	3458
	福洞小学		4173	-918	学校	206	环境空气二类区	SE(101)	4190
金坑村 (行政村)	澳洲山庄		1604	-3284	居住区	80	环境空气二类区	SE(153)	3255
	御湖名邸		794	-3320	居住区	600	环境空气二类区	SE(167)	3106
	龙田		3462	-2220	居住区	3200	环境空气二类区	SE(127)	4011

名称		所在镇街	坐标/m		保护对象	保护内容 (人)	环境功能区	相对厂址 方位	相对距离 /m
			X	Y					
	朱屋		3560	-2587	居住区		环境空气二类区	SE(127)	4270
	邓屋		2616	-2365	居住区		环境空气二类区	SE(127)	3276
	黄埔		3023	-2685	居住区		环境空气二类区	SE(127)	3657
	金坑村		2012	-2866	居住区		环境空气二类区	SE(127)	3256
	上新村		2492	-3563	居住区		环境空气二类区	SE(127)	4250
	九龙围		2492	-3780	居住区		环境空气二类区	SE(127)	4450
	谷洞		954	-3898	居住区		环境空气二类区	SE(127)	3880
	宝石		1031	-3996	居住区		环境空气二类区	SE(127)	4018
兴丰村 (行政村)	兴丰村	白云区 太和镇	-2047	-1603	居住区	1800	环境空气一类区缓冲区	SW(236)	2378
	秧地村		-1031	-1703	居住区		环境空气一类区缓冲区	SW(214)	1827
	呈香塘		-1094	-1409	居住区		环境空气一类区缓冲区	SW(222)	1613
	兴丰生活区		-1533	-1894	居住区		环境空气二类区	SW(220)	1983
	坑口村		-1886	-658	居住区		环境空气一类区	SW(255)	1593
	彭洞村		-1313	-800	居住区		环境空气一类区	SW(242)	1486
	广州立行学校		-1771	-1745	学校	5000	环境空气二类区	SW(228)	2107
穗丰村 (行政村)	穗丰村		-4206	-2191	居住区	8008	环境空气一类区	SW(244)	4545
	坳下		-3345	-1783	居住区		环境空气一类区	SW(244)	3452

名称		所在镇街	坐标/m		保护对象	保护内容 (人)	环境功能区	相对厂址 方位	相对距离 /m
			X	Y					
	太水村		-2643	-2887	居住区		环境空气二类区	SW(218)	3780
	元潭顶		-3237	-3574	居住区		环境空气二类区	SW(219)	4884
	矮嶂		-4619	-1396	居住区		环境空气一类区	SW(254)	4560
	南山坑		-4040	-754	居住区		环境空气一类区	SW(259)	4206
	广州东华职业学院		-3355	-3202	学校	14000	环境空气二类区	SW(224)	4364
	穗丰村学校		-4299	-2242	学校	785	环境空气一类区缓冲区	SW(241)	4593
	穗丰幼儿园		-4390	-2330	学校	100	环境空气一类区缓冲区	SW(240)	4775
知识城投资嘉达·山与墅		龙湖街道	1487	3628	居住区	445	环境空气二类区	NE(28.3)	4313
龙狮璟珑府			1904	3378	居住区	2906	环境空气二类区	NE(34.3)	4224
越秀联投知识城居山涧			2196	2986	居住区	1053	环境空气二类区	NE(37.6)	4027
沙田村 (行政村)	独石村	白云区 钟落潭镇	-2217	2570	居住区	100	环境空气一类区	NW(317)	3087
华坑村 (行政村)	华坑村		-3737	2802	居住区	400	环境空气一类区	NW(312)	4693
帽峰山森林公园		白云区 钟落潭镇、太和镇	-3384	2300	省级森林公园	6671.07 公顷	环境空气一类区	SW(324)	974



表 1.7-2 场址周围的环境保护目标（基本农田）

序号	名称	区镇/街道	敏感因素	保护对象	面积	环境功能区	相对方位	相对距离 (m)
1.	永久基本农田 1#	白云区太和镇	地下水、土壤	永久基本农田	3995.53m <sup>2</sup>	环境空气二类区	西北	64.76
2.	永久基本农田 2#		地下水、土壤		5295.68m <sup>2</sup>	环境空气二类区	北	146
3.	永久基本农田 3#		地下水、土壤		6782.65m <sup>2</sup>	环境空气二类区	东北	499
4.	永久基本农田 4#		地下水、土壤		3672.29m <sup>2</sup>	环境空气二类区	东	905.35
5.	永久基本农田 5#		地下水、土壤		41410.98m <sup>2</sup>	环境空气二类区	西北	470
6.	永久基本农田 6#		地下水、土壤		7588.83m <sup>2</sup>	环境空气二类区	东北	400
7.	永久基本农田 7#		地下水、土壤		2085.75m <sup>2</sup>	环境空气二类区	西北	600
8.	永久基本农田 8#		地下水、土壤		6002.93m <sup>2</sup>	环境空气二类区	东北	560
9.	永久基本农田 9#		地下水、土壤		1272.03m <sup>2</sup>	环境空气二类区	东北	790
10.	永久基本农田 10#		地下水、土壤		7589.69m <sup>2</sup>	环境空气二类区	西北	780
11.	永久基本农田 11#		地下水、土壤		2518.54m <sup>2</sup>	环境空气二类区	东北	850
12.	永久基本农田 12#		地下水、土壤		1508.21m <sup>2</sup>	环境空气一类区缓冲区	西北	930
13.	永久基本农田 13#		地下水、土壤		3695.24m <sup>2</sup>	环境空气一类区缓冲区	西北	960
14.	永久基本农田 14#		地下水、土壤		33451.39m <sup>2</sup>	环境空气二类区	西北	330
15.	永久基本农田 15#		地下水、土壤		1937.06m <sup>2</sup>	环境空气二类区	西北	790
16.	永久基本农田 16#		地下水、土壤		1317.98m <sup>2</sup>	环境空气二类区	西北	590
17.	永久基本农田 17#		地下水、土壤		392.36m <sup>2</sup>	环境空气二类区	东	840



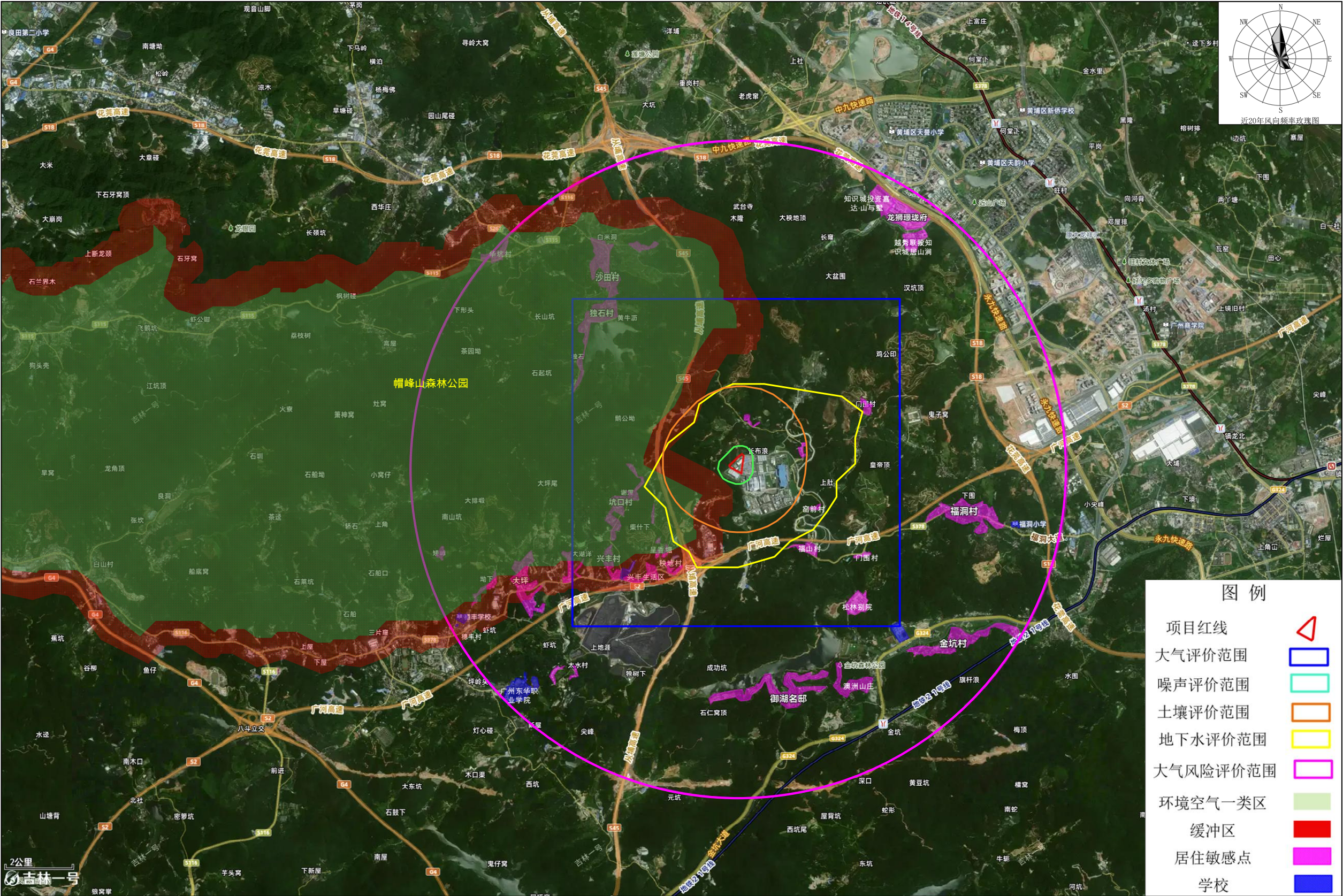


图 1.7-1 评价范围及敏感点分布图





图 1.7-2 土壤评价范围及土壤保护目标分布图

## 1.8 环境影响因素识别和评价因子筛选

评价因子在污染因子确定的基础上根据工程特点和环境特点及具体的评价要求筛选确定。营运期环境影响因素识别和评价因子筛选见表 1.8-1。

表 1.8-1 营运期环境影响因素识别和评价因子筛选

序号	类别	现状评价因子	影响评价因子	总量控制因子
1	大气	基本因子：NO <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 特征污染物因子：氟化物、氯化氢、铅、镉、汞、砷、铊、六价铬、锰及其化合物（MnO <sub>2</sub> ）、氨、硫化氢、臭气浓度、二噁英、非甲烷总烃、TVOC	PM <sub>10</sub> 、NH <sub>3</sub> 、Pb、Hg、Cd、As、二噁英	/
2	地表水	水温、pH、SS、DO、COD <sub>Cr</sub> 、高锰酸盐指数、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、总氮（水库）、总磷、粪大肠菌群、石油类、挥发酚、阴离子表面活性剂、铬（六价）、砷、镉、铅、汞、镍、锌、铜	定性分析	/
3	地下水	K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> 、CO <sub>3</sub> <sup>2+</sup> 、HCO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ; pH 值、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚类、氟化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数、铜、锌、铍、钡、镍、总铬、硒、铊、硫化物、二噁英类（PCDD/FS）	COD <sub>Mn</sub> 、氨氮、铅、汞、砷	/
4	噪声	LeqdB(A)	LeqdB(A)	/
5	土壤	pH 值、含水率、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、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]蒎、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒎、苯并[k]荧蒎、蒎、二苯并[a,h]蒎、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、二噁英类（PCDD/FS）、氟离子、氟化物、硫化物、铊、铍、硒、锌、钡、锰、锡	铬、汞、镉、砷、二噁英	/
6	环境风险	/	30%盐酸	/

## 1.9 项目建设合理性分析

### 1.9.1 产业政策的相符性分析

(1) 根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，项目为“四十二、环境保护与资源节约综合利用”的“6.危险废弃物处置：危险废物(医疗废物)无害化处置”，属于鼓励类。也不属于落后生产工艺装备或落后产品等淘汰类项目。

(2) 《市场准入负面清单(2025 年版)》，本项目不属于禁止准入类，属于需许可准入类项目(83 未获得许可，不得从事污染物监测、贮存、处置等经营业务-危险废物经营许可)。

综上所述，本项目符合国家产业政策的要求。

### 1.9.2 “三线一单”相符性分析

#### 1.9.2.1 与广东省“三线一单”生态环境分区管控方案相符性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府〔2020〕71 号)中生态环境分区管控要求如下：

##### (一) 全省总体管控要求。

——区域布局管控要求。优先保护生态空间，保育生态功能。持续深入推进产业、能源、交通运输结构调整。按照“一核一带一区”发展格局，调整优化产业集群发展空间布局，推动城市功能定位与产业集群发展协同匹配。积极推进电子信息、绿色石化、汽车制造、智能家电等十大战略性新兴产业集群转型升级，加快培育半导体与集成电路、高端装备制造、新能源、数字创意等十大战略性新兴产业集群规模化、集约化发展，全面提升产业集群绿色发展水平。推动工业项目入园集聚发展，引导重大产业向沿海等环境容量充足地区布局，新建化学制浆、电镀、印染、鞣革等项目入园集中管理。依法依规关停落后产能，全面实施产业绿色化改造，培育壮大循环经济。环境质量不达标区域，新建项目需符合环境质量改善要求。加快推进天然气产供储销体系建设，全面实施燃煤锅炉、工业炉窑清洁能源改造和工业园区集中供热，积极促进用热企业向园区集聚。优化调整交通运输结构，大力发展“公转铁、公转水”和多式联运，积极推进公路、水路等交通运输燃料清洁化，逐步推广新能源物流车辆，积极推动设立“绿色物流”片区。

——能源资源利用要求。积极发展先进核电、海上风电、天然气发电等清洁能源，逐步提高可再生能源与低碳清洁能源比例，建立现代化能源体系。科学推进能源消费总



量和强度“双控”，严格控制并逐步减少煤炭使用量，力争在全国范围内提前实现碳排放达峰。依法依规强化油品生产、流通、使用、贸易等全流程监管，减少直至杜绝非法劣质油品在全省流通和使用。贯彻落实“节水优先”方针，实行最严格水资源管理制度，把水资源作为刚性约束，以节约用水扩大发展空间。落实东江、西江、北江、韩江、鉴江等流域水资源分配方案，保障主要河流基本生态流量。强化自然岸线保护，优化岸线开发利用格局，建立岸线分类管控和长效管护机制，规范岸线开发秩序；除国家重大项目外，全面禁止围填海。落实单位土地面积投资强度、土地利用强度等建设用地控制性指标要求，提高土地利用效率。推动绿色矿山建设，提高矿产资源产出率。积极发展农业资源利用节约化、生产过程清洁化、废弃物利用资源化等生态循环农业模式。

——污染物排放管控要求。实施重点污染物总量控制，重点污染物排放总量指标优先向重大发展平台、重点建设项目、重点工业园区、战略性产业集群倾斜。加快建立以排污许可制为核心的固定污染源监管制度，聚焦重点行业 and 重点区域，强化环境监管执法。超过重点污染物排放总量控制指标或未完成环境质量改善目标的区域，对新建、改建、扩建项目重点污染物实施减量替代。重金属污染重点防控区域内，重点重金属排放总量只减不增；重金属污染物排放企业清洁生产逐步达到国际或国内先进水平。实施重点行业清洁生产改造，火电及钢铁行业企业大气污染物达到可核查、可监管的超低排放标准，水泥、石化、化工及有色金属冶炼等行业企业大气污染物达到特别排放限值要求。深入推进石化化工、溶剂使用及挥发性有机液体储运销的挥发性有机物减排，通过源头替代、过程控制和末端治理实施反应活性物质、有毒有害物质、恶臭物质的协同控制。严格落实船舶大气污染物排放控制区要求。优化调整供排水格局，禁止在地表水Ⅰ、Ⅱ类水域新建排污口，已建排污口不得增加污染物排放量。加大工业园区污染治理力度，加快完善污水集中处理设施及配套工程建设，建立健全配套管理政策和市场化运行机制，确保园区污水稳定达标排放。加快推进生活污水处理设施建设和提质增效，因地制宜治理农村面源污染，加强畜禽养殖废弃物资源化利用。强化陆海统筹，严控陆源污染物入海量。

——环境风险防控要求。加强东江、西江、北江和韩江等供水通道干流沿岸以及饮用水水源地、备用水源环境风险防控，强化地表水、地下水和土壤污染风险协同防控，建立完善突发环境事件应急管理体系。重点加强环境风险分级分类管理，建立全省环境

风险源在线监控预警系统，强化化工企业、涉重金属行业、工业园区和尾矿库等重点环境风险源的环境风险防控。实施农用地分类管理，依法划定特定农产品禁止生产区域，规范受污染建设用地地块再开发。全力避免因各类安全事故（事件）引发的次生环境风险事故（事件）。

（二）“一核一带一区”区域管控要求。

珠三角核心区。对标国际一流湾区，强化创新驱动和绿色引领，实施更严格的生态环境保护要求。

——区域布局管控要求。筑牢珠三角绿色生态屏障，加强区域生态绿核、珠江流域水生态系统、入海河口等生态保护，大力保护生物多样性。积极推动深圳前海、广州南沙、珠海横琴等区域重大战略平台发展；引导电子信息、汽车制造、先进材料等战略性新兴产业绿色转型升级发展，已有石化工业区控制规模，实现绿色化、智能化、集约化发展；加快发展半导体与集成电路、高端装备制造、前沿新材料、区块链与量子信息等战略性新兴产业。禁止新建、扩建燃煤燃油火发电机组和企业自备电站，推进现有服役期满及落后老旧的燃煤火电机组有序退出；原则上不再新建燃煤锅炉，逐步淘汰生物质锅炉、集中供热管网覆盖区域内的分散供热锅炉，逐步推动高污染燃料禁燃区全覆盖；禁止新建、扩建水泥、平板玻璃、化学制浆、生皮制革以及国家规划外的钢铁、原油加工等项目。推广应用低挥发性有机物原辅材料，严格限制新建生产和使用高挥发性有机物原辅材料的项目，鼓励建设挥发性有机物共性工厂。除金、银等贵金属，地热、矿泉水，以及建筑用石矿可适度开发外，限制其他矿种开采。

——能源资源利用要求。科学实施能源消费总量和强度“双控”，新建高能耗项目单位产品（产值）能耗达到国际国内先进水平，实现煤炭消费总量负增长。率先探索建立二氧化碳总量管理制度，加快实现碳排放达峰。依法依规科学合理优化调整储油库、加油站布局，加快充电桩、加气站、加氢站以及综合性能源补给站建设，积极推动机动车和非道路移动机械电动化（或实现清洁能源替代）。大力推进绿色港口和公用码头建设，提升岸电使用率；有序推动船舶、港作机械等“油改气”“油改电”，降低港口柴油使用比例。鼓励天然气企业对城市燃气公司和大工业用户直供，降低供气成本。推进工业节水减排，重点在高耗水行业开展节水改造，提高工业用水效率。加强江河湖库水量调度，保障生态流量。盘活存量建设用地，控制新增建设用地规模。



——污染物排放管控要求。在可核查、可监管的基础上，新建项目原则上实施氮氧化物等量替代，挥发性有机物两倍削减量替代。以臭氧生成潜势较大的行业企业为重点，推进挥发性有机物源头替代，全面加强无组织排放控制，深入实施精细化治理。现有每小时 35 蒸吨及以上的燃煤锅炉加快实施超低排放治理，每小时 35 蒸吨以下的燃煤锅炉加快完成清洁能源改造。实行水污染物排放的行业标杆管理，严格执行茅洲河、淡水河、石马河、汾江河等重点流域水污染物排放标准。重点水污染物未达到环境质量改善目标的区域内，对新建、改建、扩建项目实施减量替代。电镀专业园区、电镀企业严格执行广东省电镀水污染物排放限值。探索设立区域性城镇污水处理厂污染物排放标准，推动城镇生活污水处理设施提质增效。率先消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区。大力推进固体废物源头减量化、资源化利用和无害化处置，稳步推进“无废城市”试点建设。加强珠江口、大亚湾、广海湾、镇海湾等重点河口海湾陆源污染控制。

——环境风险防控要求。逐步构建城市多水源联网供水格局，建立完善突发环境事件应急管理体系。加强惠州大亚湾石化区、广州石化、珠海高栏港、珠西新材料集聚区等石化、化工重点园区环境风险防控，建立完善污染源在线监控系统，开展有毒有害气体监测，落实环境风险应急预案。提升危险废物监管能力，利用信息化手段，推进全过程跟踪管理；健全危险废物收集体系，推进危险废物利用处置能力结构优化。

### （三）环境管控单元总体管控要求。

优先保护单元，以维护生态系统功能为主，禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，严守生态环境底线，确保生态功能不降低。

——生态优先保护区。生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。

——水环境优先保护区。饮用水水源保护区全面加强水源涵养，强化源头控制，禁止新建排污口，严格防范水源污染风险，切实保障饮用水安全，一级保护区内禁止新建、

改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。饮用水水源准保护区内禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目。

——大气环境优先保护区。环境空气质量一类功能区实施严格保护，禁止新建、扩建大气污染物排放工业项目（国家和省规定不纳入环评管理的项目除外）。

相符性分析：

本次拟建项目为飞灰资源化综合利用项目。拟建项目在现有项目基础上进行技改扩建，不新增用地，现有项目选址不涉及广州市划定的生态保护红线，不涉及环境空气一类区，项目配套相应的环保措施及风险应急措施，项目产生的废水经处理后回用，不外排。项目的建设符合“方案”中大力推进固体废物源头减量化、资源化利用和无害化处置，稳步推进“无废城市”试点建设。综上所述，项目的建设符合广东省“三线一单”生态环境分区管控方案相关要求。

1.9.2.2 与《广州市生态环境局关于印发广州市环境管控单元准入清单（2024 年修订）的通知》《广州市生态环境分区管控方案（2024 年修订）》相符性分析。

根据《广州市生态环境局关于印发广州市环境管控单元准入清单（2024 年修订）的通知》《广州市生态环境分区管控方案（2024 年修订）》与项目相关内容如下：

#### （1）主要目标

到 2025 年，建立较为完善的“三线一单”生态环境分区管控体系，国土空间开发保护格局不断优化，生产生活方式绿色转型成效显著，能源资源利用效率全国领先，生态系统安全性稳定性显著增强，生态环境治理体系和治理能力现代化水平显著提高。提出生态保护红线及一般生态空间、环境质量底线、资源利用上线要求。到 2035 年，生态环境分区管控体系巩固完善，生态安全格局稳定，绿色生产生活方式基本形成，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，形成与高质量发展相适应的国土空间格局。

#### （2）环境管控单元划定

全市共划定环境管控单元 253 个，其中陆域环境管控单元 237 个。优先保护单元 84 个，面积 2365.58 平方公里，占全市陆域面积的 32.64%，主要为生态保护红线、一般生态空间、饮用水水源保护区和环境空气质量一类功能区等区域；重点管控单元 107 个，面积 3118.3 平方公里，占全市陆域面积的 43.02%，主要为人口集中、工业集聚、

环境质量超标的区域；一般管控单元 46 个，面积 1764.3 平方公里，占全市陆域面积的 24.34%，为优先保护单元和重点管控单元外的区域。

### （3）生态环境准入清单

对标国际一流湾区，强化创新驱动和绿色引领，以环境管控单元为基础，从区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控、环境风险防控等方面提出准入要求，建立生态环境准入清单管控体系。其中提出大力推进固体废物源头减量化、资源化利用和无害化处置，稳步推进“无废城市”试点建设。

#### 相符性分析：

项目为飞灰资源化综合利用项目，项目选址属于黄埔区新龙镇西部一般管控单元（ZH44011230002），具体与该管控区相关管控要求见下表，可以看出项目建设与相关管控要求相符。项目的建设可进一步推进广州市“无废城市”试点的建设。综上所述，项目的建设符合广州市生态环境分区管控方案相关要求。

表 1.9-1 拟建项目所在管控单元管控要求与项目建设相符性分析一览表

环境管控 单元编码	环境管控 单元名称	行政区划			管控单元 分类	要素细类
		省	市	区		
ZH44011230002	黄埔区新龙镇西部一般管控单元	广东省	广州市	黄埔区	一般管控单元	陆域环境管控单元、生态空间一般管控区、水环境一般管控区、大气环境布局敏感重点管控区、大气环境一般管控区、高污染燃料禁燃区
管控维度	管控要求					相符性
区域布局管控	<p>1-1.【产业/禁止类】严格落实单元内广州市第三资源热力电厂环境影响评价文件及批复的相关防护距离，在此范围内不得规划建设居民住宅、学校、医院等环境敏感建筑。</p> <p>1-2.【大气/限制类】大气环境布局敏感重点管控区内，应严格限制新建使用高挥发性有机物原辅材料项目，大力推进低 VOCs 含量原辅材料替代,全面加强无组织排放控制，实施 VOCs 重点企业分级管控。</p> <p>1-3.【大气/鼓励引导类】大气环境高排放重点管控区内，应强化达标监管，引导工业项目落地集聚发展，有序推进区域内行业企业提标改造。</p> <p>1-4.【土壤/禁止类】禁止在居民区和学校、医院、疗养院、养老院等单位周边新建、改建、扩建可能造成土壤污染的建设项目。</p>					<p>1-1.本地块目前不涉及广州市第三资源热力电厂用地。项目建设不涉及居民住宅、学校、医院等环境敏感建筑。</p> <p>1-2.本项目不使用高挥发性有机物原辅材料。</p> <p>1-3.地块位于大气环境高排放重点管控区。需强化自身达标排放监管，确保污染物稳定达标。同时顺应集聚发展导向，若区域有相关产业规划可积极融入。且应按要求有序推进提标改造，提升环保水平，以此符合该区域管控要求。</p> <p>1-4.不涉及。地块周边 1km 范围内无居民区和学校、医院、疗养院、养老院等单位。</p>
能源资源利用	<p>2-1.【水资源/综合类】促进再生水利用。完善再生水利用设施，工业生产、城市绿化、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工以及生态景观等用水，要优先使用再生水。</p> <p>2-2.【能源/综合类】控制煤炭、油品等高碳能源消费，大力发展太阳能、天然气、氢能等低碳能源，推动产业低碳</p>					<p>2-1.本项目属于生产过程采用三级逆流清洗工艺，项目采用三效蒸发结晶技术实现废水零排放，符合促进再生水利用要求。</p> <p>2-2.项目采用高效节能设备、推动产业低碳化发展。</p>

环境管控 单元编码	环境管控 单元名称	行政区划			管控单元 分类	要素细类
		省	市	区		
ZH44011230002	黄埔区新龙镇西部一般管控单元	广东省	广州市	黄埔区	一般管控单元	陆域环境管控单元、生态空间一般管控区、水环境一般管控区、大气环境布局敏感重点管控区、大气环境一般管控区、高污染燃料禁燃区
<b>管控维度</b>	<b>管控要求</b>					<b>相符性</b>
	化发展。减少建筑和交通领域碳排放，加速交通领域清洁能源替代。 2-3.【岸线/综合类】严格水域岸线用途管制，土地开发利用应按照有关法律法规和技术标准要求,留足河道、湖泊的管理和保护范围,非法挤占的应限期退出。					2-3.本项目用地不存在对周边水域岸线、河道、湖泊挤占的情况。
污染物排放管控	3-1.【大气/限制类】广州市第三资源热力电厂产生的废水经污水处理系统处理达标后全部回用，不外排;运营产生的废气排放、恶臭污染物厂界排放及炉渣综合处理厂颗粒物排放执行环境影响评价文件及批复的相关要求。					3-1、本地块目前不涉及广州市第三资源热力电厂用地。
环境风险防控	4-1.【土壤/综合类】单元内广州市第三资源热力电厂应严格落实环境风险防控和突发环境事件应急等相关要求，防范污染事故发生，防止污染地下水和土壤污染。					4-1.项目参照广州市第三资源热力电厂的环境风险防控和应急要求，确保自身运营不引发或加剧污染事故，特别是防止对地下水和土壤造成污染。

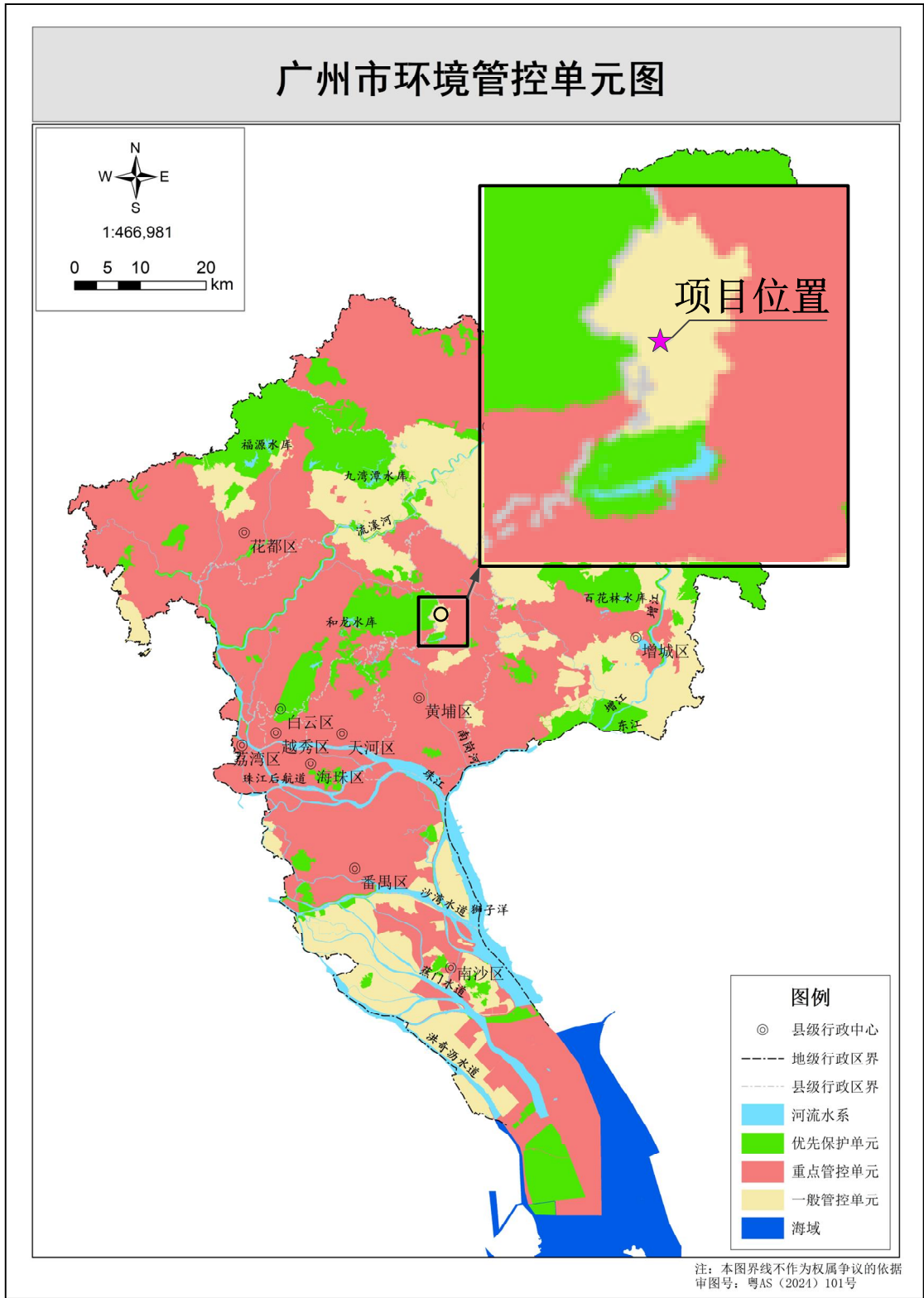


图 1.9-1 项目位置与广州市环境管控单元位置关系图



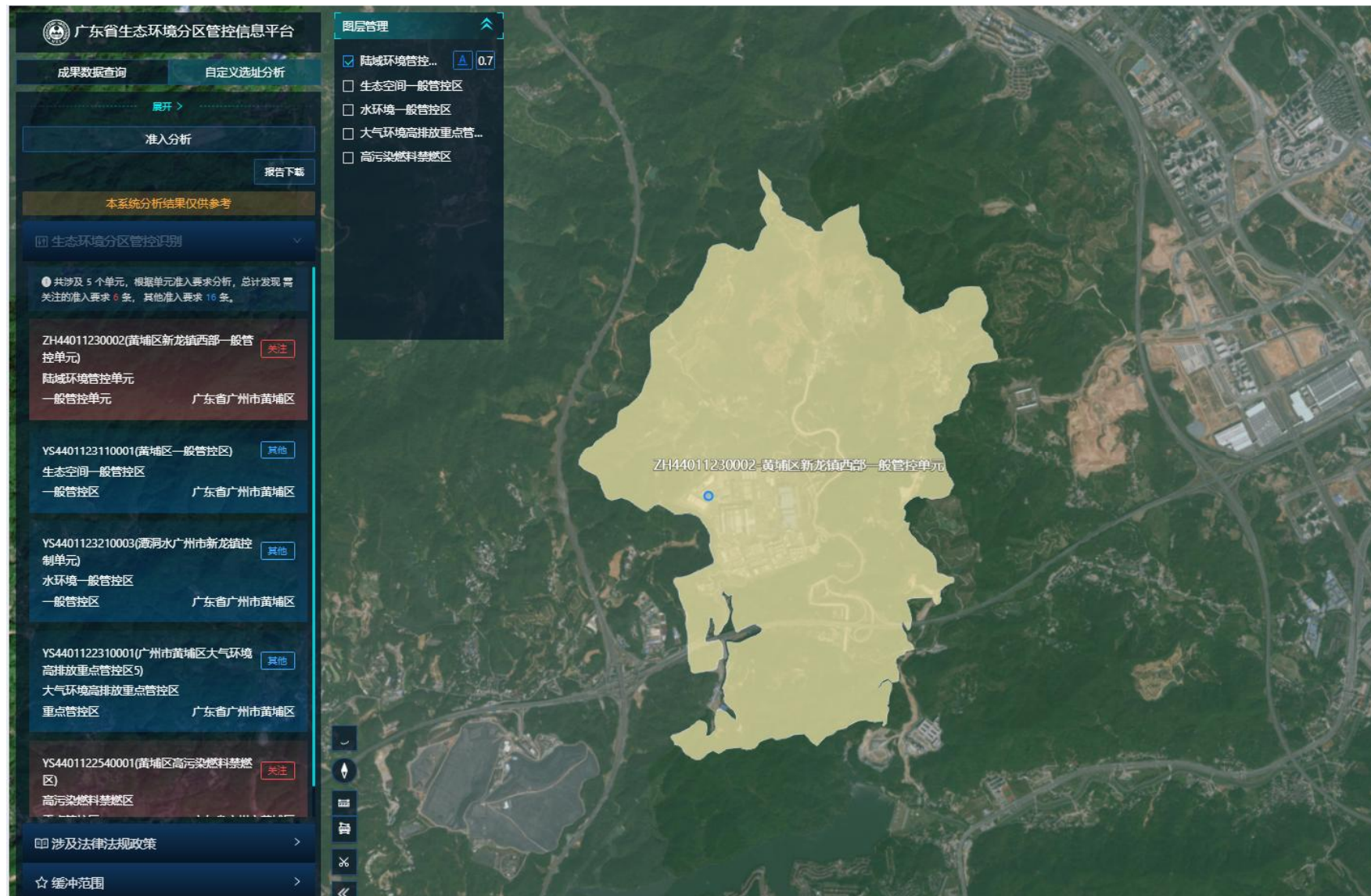


图 1.9-2 项目位于广东省“三线一单”平台陆域环境管控区关系截图



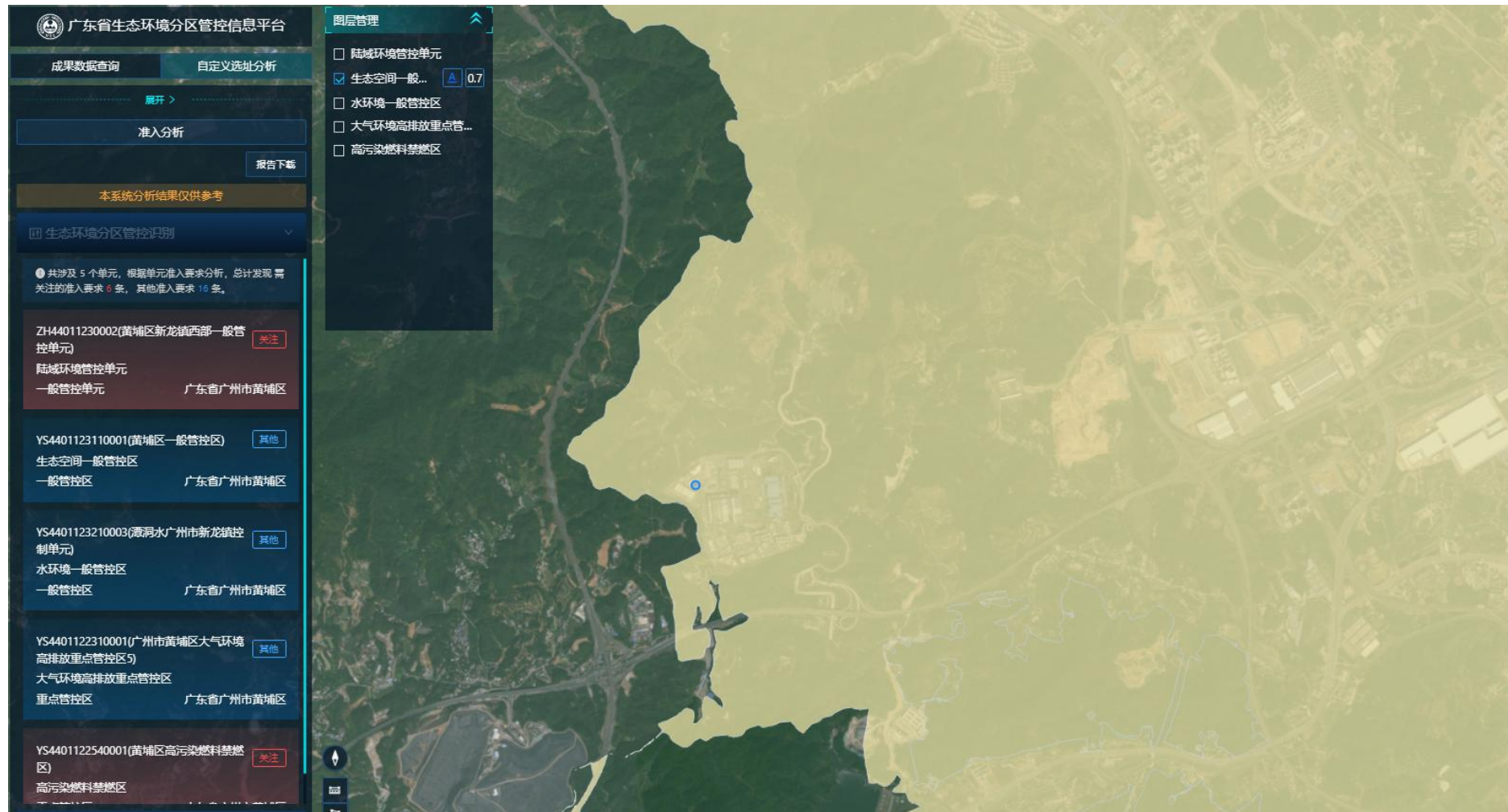


图 1.9-3 项目所在位置与广东省“三线一单”平台生态空间一般管控区关系截图



图 1.9-4 项目所在位置与广东省“三线一单”平台水环境一般管控区关系截图



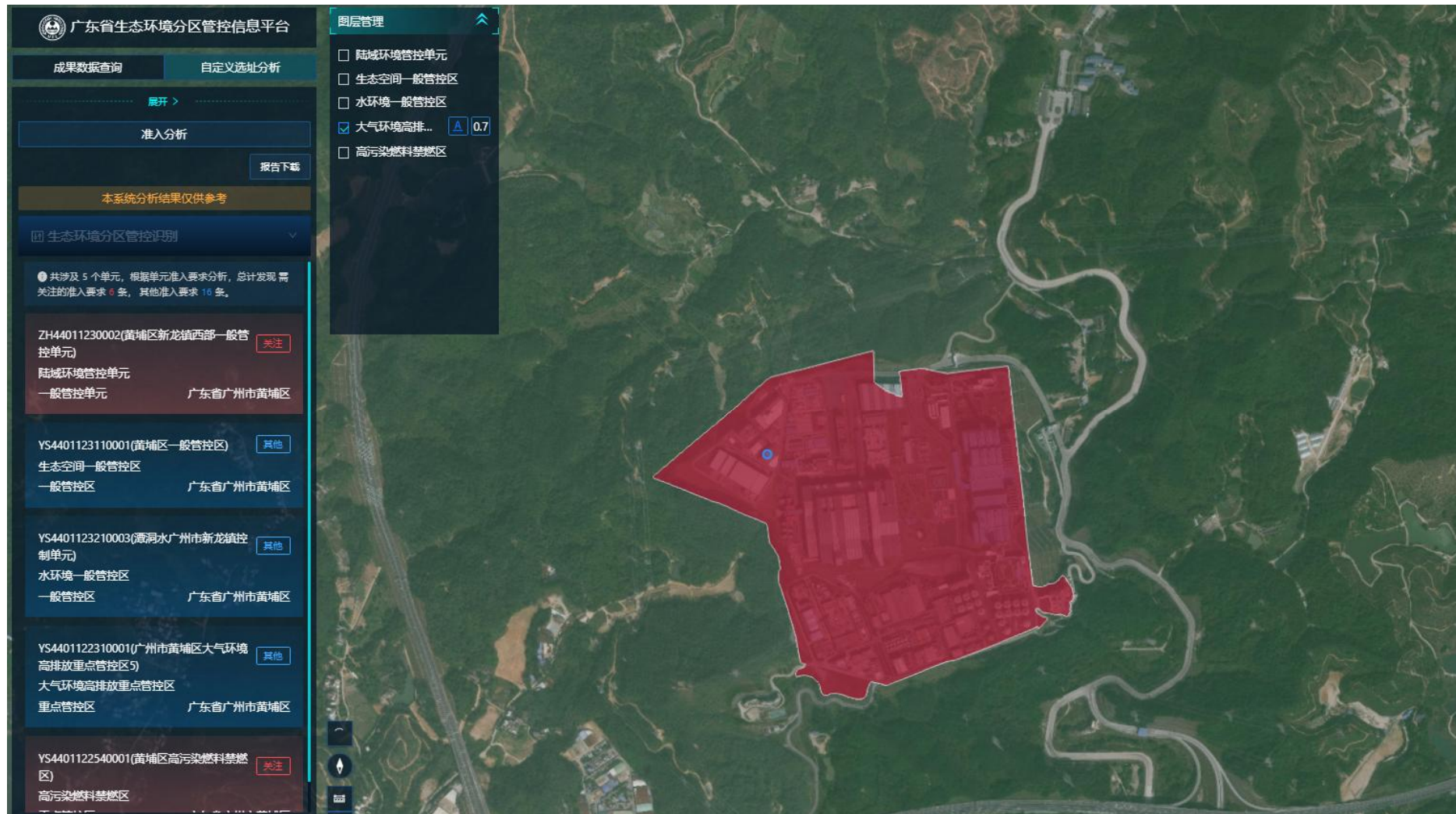


图 1.9-5 项目所在位置与广东省“三线一单”平台陆域大气环境高排重点管控区关系截图

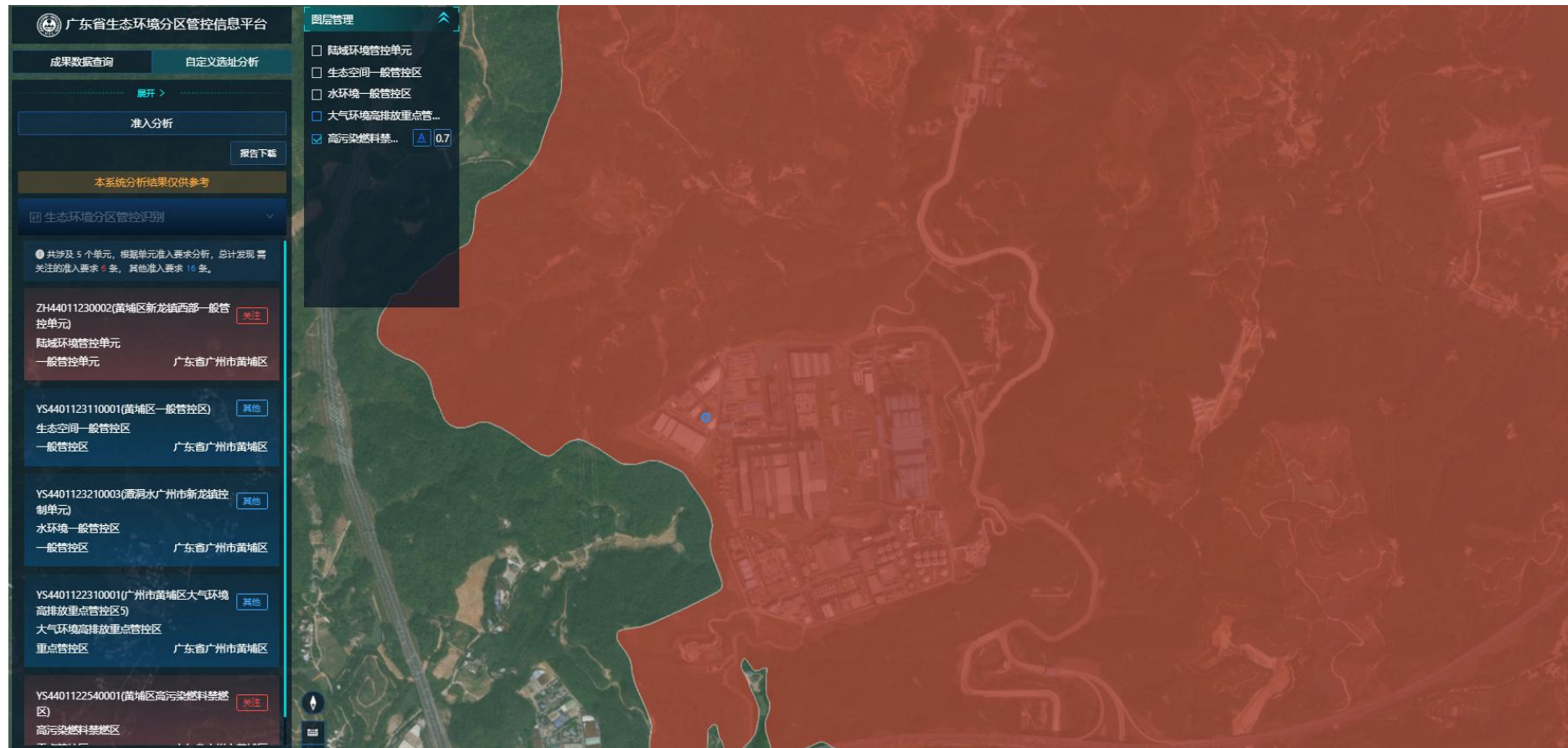


图 1.9-6 项目所在位置与广东省“三线一单”平台高污染燃料禁燃区关系截图



### 1.9.3 与《广州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》相符性分析

根据《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》（国函〔2023〕76 号），本项目属城镇开发区。《广州市国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》（穗规划资源字〔2023〕33 号）、《广州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》（穗府〔2024〕10 号）、《广州市黄埔区国土空间总体规划（2021—2035 年）》（穗府函〔2025〕28 号），本项目属城镇开发区，不占用生态保护红线区、基本农田，故本项目符合国土空间规划。

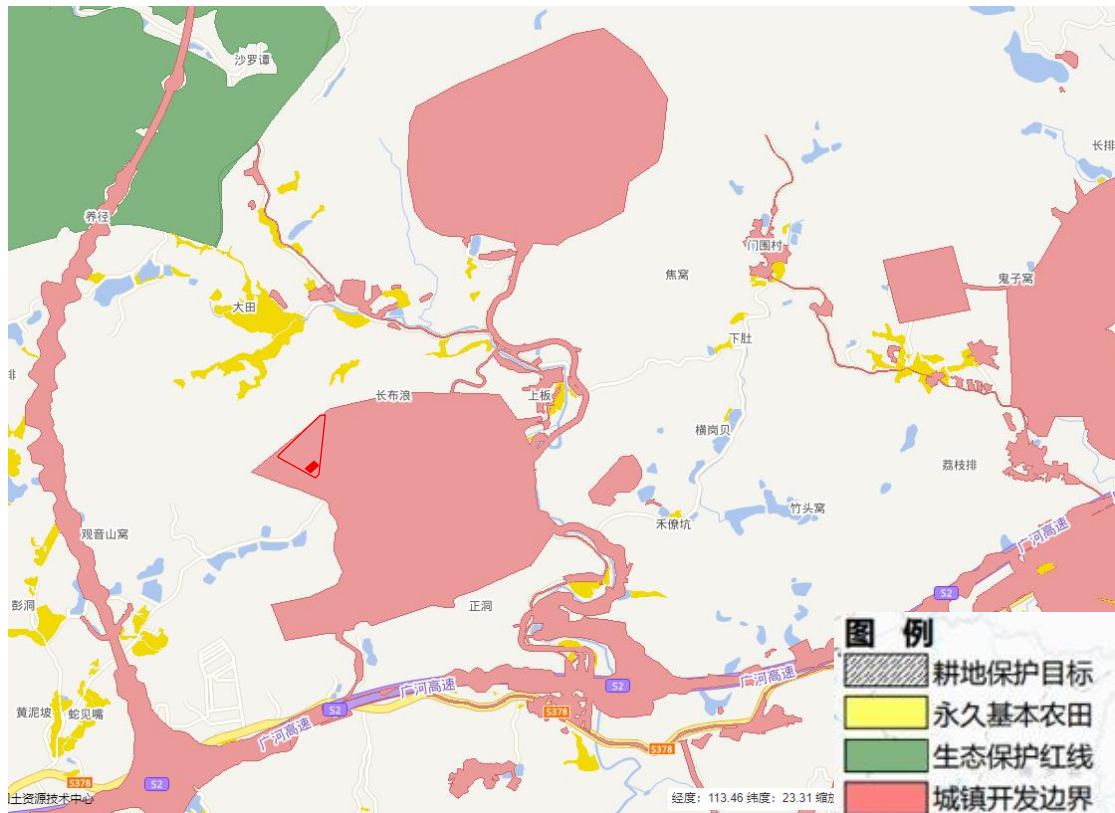


图 1.9-7 项目与广州市国土空间规划关系图

### 1.9.4 与《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）的相符性分析

根据《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）第 6 点飞灰水洗投料要求：“6.1（e）在飞灰处理过程中，应采取防止飞灰飘散和遗撒的措施。飞灰及其处理产物装卸、中转、投加等易产生粉尘的区域应密闭并配备布袋除尘器等高效除尘装置，排放废气中颗粒物应不超过 GB16297 规定的排放浓度限值。除尘装置收集的粉尘应返回飞灰贮存设施或处理处置工艺过程。”

6.2 飞灰处理产物用于水泥熟料生产时，应同时满足以下污染控制要求：

a) 水泥熟料生产过程的污染控制应符合 GB30485 和 HJ662 的要求。

b) 应控制飞灰处理产物中的重金属含量和飞灰处理产物的投加速率，使所生产的水泥熟料按照 GB/T30810 规定的方法测定的可浸出重金属含量不超过 GB/T30760-2024 中规定的限值。c) 飞灰处理产物中的氯含量应满足水泥熟料生产工艺控制的要求。

本次拟建项目采用下开口吨袋在加盖密闭料斗内部机械自动割袋投料的方式投料，形成完全密闭负压环境，有效减少粉尘逸散。投料过程产生的飞灰粉尘 100% 可以在密闭收集系统内被微负压吸收进入脉冲布袋除尘系统内，最后通过脉冲布袋除尘器处理（综合去除率 99%）达标后 25m 排气筒排放，收集后的飞灰粉尘重新回到投料系统；另外，本项目水洗后的飞灰用于水泥窑协同处理，属于规划中的 6.2 的生产情况，其飞灰处理产物中的氯、重金属含量须满足符合 GB30485 和 HJ662 的要求并经过有资质检测鉴定单位根据国家危险废物鉴别标准和鉴别方法进行认定并符合相关入炉标准，方可以水泥窑协同处置的方式进行危废处置。因此，本项目符合《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）6.1（e）、6.2 相关要求。

#### 1.9.5 与《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）的相符性分析

根据《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）第 5.2 条，利用固体废物生产的产物同时满足下述条件的，不作为固体废物管理，按照相应的产品管理：

a) 符合国家、地方制定或行业同行的被替代原料生产的产品质量标准；

b) 符合相关国家污染排放（控制）标准或技术规范要求，包括该产物生产过程中排放到环境中有害物质限值和该产物中有害物质的含量限值；

c) 有稳定、合理的市场需求。

本项目副产物结晶盐（氯化钠、氯化钾）需满足《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）第 5.2 条则可不作为固体废物管理：其一，经检测，其结晶盐纯度及杂质含量需符合《工业盐》（GB/T5462-2015）与《工业氯化钾》（GB/T7118-2008）相关质量标准，重金属等有害物质含量低于《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）限值，则满足被替代原料产品质量要求；其二，生产过程采用密闭系统与 MVR 蒸发技术，实现废水零排放，结晶盐中二噁英、重金属等污染物未检出或低于《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化

物》（T/CCAS010-2019）表 3 中的重金属和二噁英标准，符合污染排放要求；其三，结晶盐作为工业盐，已与相关化工企业签订意向协议，可替代部分进口原料，市场需求稳定合理。综上，满足上述规定，该副产物可不作为固体废物管理，实现资源化利用，符合《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）要求。

#### 1.9.6 与《关于进一步加强危险废物环境治理严密防控环境风险的指导意见》（环固体〔2025〕10 号）的相符性分析

2025 年 2 月，生态环境部发布《关于进一步加强危险废物环境治理严密防控环境风险的指导意见》，为生活垃圾焚烧飞灰处置指明新方向。文件明确提出到 2027 年逐步减少飞灰进入填埋场的数量，到 2030 年，危险废物全过程信息化监管体系进一步完善，全国危险废物填埋处置量占比控制在 10% 以内，并鼓励有条件的地区率先实现飞灰零填埋目标，推动行业从“末端处置”向“资源循环”转型。政策要求各地结合实际，强化飞灰无害化预处理技术攻关，通过水洗脱氯、低温热解、化学稳定化等工艺，降低飞灰中氯、重金属及二噁英含量，确保其满足综合利用标准；同时，鼓励将预处理后的飞灰用于生产环保建材（如免烧砖、透水混凝土）、路基材料或陶瓷玻璃原料等，提升资源化利用率。此外，文件强调加强全过程监管，要求企业严格落实污染控制标准，并推动跨区域协同处置机制建设，以破解区域处理能力不均衡难题，为飞灰绿色处置提供政策保障。

该项目符合国家减少飞灰填埋量、推动飞灰资源化利用的政策导向，有助于实现飞灰的无害化和资源化处理。

#### 1.9.7 与《危险废物污染防治技术政策》（环发〔2001〕199 号）的相符性分析

根据《危险废物污染防治技术政策》（环发〔2001〕199 号）的相关要求，危险废物的管理应遵循减量化、资源化和无害化的原则。其中，对于危险废物的资源化利用，政策明确指出：“已产生的危险废物应首先考虑回收利用，减少后续处理的负荷，回收利用过程应达到国家和地方有关规定的要求，避免二次污染。生产过程中产生的危险废物，应积极推行生产系统内的回收利用。生产系统内无法回收利用的危险废物，通过系统外的危险废物交换、物质转化、再加工、能量转化等措施实现回收利用。”此外，政策还强调：“各级政府应通过设立专项基金、政府补贴等经济政策和其他政策措施鼓励企业对已经产生的危险废物进行回收利用，实现危险废物的资源化。

本项目通过水洗工艺脱氯，分离氯盐，使飞灰可作为原辅材料再利用，减少危险废物处置量，实现资源化。同时，水洗工艺有效去除有害成分，配备污染防治措施，避免二次污染，符合无害化要求。因此，本项目符合《危险废物污染防治技术政策》（环发〔2001〕199号）要求，有望获政府支持，推动项目可持续发展。

#### 1.9.8 与《关于做好危险废物利用及处置项目环评审批管理工作的通知》（粤环函〔2019〕1133号）的相符性分析

根据《关于做好危险废物利用及处置项目环评审批管理工作的通知》（粤环函〔2019〕1133号）要求，各级生态环境部门需提前介入，与建设单位建立沟通机制，跟踪环评工作进展，指导环评文件编制，帮助识别并解决潜在环境问题，杜绝“未批先建”行为。同时，要严把环境准入关，严格审查环评文件，重点关注环境敏感点分布、特征污染物排放、污染防治措施可行性等，加快符合要求项目的审批。此外，还需有效防范和化解“邻避”问题，按要求开展环评信息公开和公众参与，加强宣传教育，配合做好环境社会风险防范与化解工作，督促企业落实污染防治和环境风险防范措施，建立区域环境风险防范和应急联动机制。

项目前期积极与生态环境部门沟通，确保环评文件编制规范，提前解决潜在环境问题，符合提前介入、主动服务的要求。采用的水洗脱氯技术可有效去除飞灰中有害成分，降低环境风险，且配备了完善的污染防治措施，避免二次污染，符合严把环境准入关及防范“邻避”问题的要求。因此，本项目与《关于做好危险废物利用及处置项目环评审批管理工作的通知》（粤环函〔2019〕1133号）要求高度相符。

#### 1.9.9 与《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）的相符性分析

本项目与《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）的相符性体现在全流程污染防控与规范要求的深度契合。首先，在收集与贮存环节，项目严格遵循 HJ2025 对密闭性、防渗性及标识管理的规定。项目飞灰采用上下小口双层专用集装吨袋封装，外层为 PVC 编织袋，内层为防渗漏 PE 覆膜。袋装飞灰由专门危险废物运输资质的物料公司从第三资源热力电厂运送至仓库，符合相关危险废物运输管理规定进行运输；贮存设施采用混凝土结构并铺设防渗膜，满足 GB18597 中“双层防渗+渗漏监测”要求，同时设置明显的危险废物标识与警示牌，



确保贮存过程符合规范中“防雨、防渗、防扬散”的核心原则。

针对水洗脱氯产生的含氯废水，项目采用三效蒸发结晶技术实现废水零排放，结晶盐（氯化钠、氯化钾）通过密封包装转运至合规工业盐利用单位，全过程符合 HJ2025 中“运输工具与废物相容性”及“应急预案”要求，防范运输事故风险。

此外，水洗设备采用耐磨防腐材质，设置浆液泄漏收集装置，防止设备故障导致污染物泄漏；贮存区设置应急收集池，可容纳 24 小时最大降雨量，满足规范中“事故应急缓冲能力”要求。通过上述措施，项目实现了从飞灰接收、水洗处理到副产物利用的全链条合规，为危险废物资源化提供了可复制的技术范式。

#### 1.9.10 与《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10 号）符合性分析

根据《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10 号）提出：“……**大力推进“无废城市”建设。**以“无废城市”“无废湾区”建设为抓手，健全固体废物综合管理制度。**提升固体废物处理处置能力。**……推动废旧物资循环利用，加快垃圾焚烧设施建设，城市生活垃圾日清运量超过 300 吨的地区，要加快发展以焚烧为主的垃圾处理方式，提高焚烧能力占比，有条件地区实现原生生活垃圾“零填埋”。推进污泥无害化处置设施建设，鼓励垃圾焚烧发电厂、燃煤电厂、水泥窑等协同处置方式处置污泥。推动建筑垃圾跨区域平衡处置，强化协作监管和信息共享。”

本次拟建项目依托自身技术优势，利用厂区内原有的物化车间部分区域开展飞灰资源化利用中试试验，项目的实施有利于推动生活垃圾焚烧飞灰资源化利用，实现飞灰零填埋。符合“规划”中提出推进“无废城市”的建设。本次拟建项目与《广东省生态环境保护“十四五”规划》的要求是相符的。

#### 1.9.11 与《广州市“无废城市”建设试点实施方案》（粤办函〔2021〕24 号）的相符性分析

表 1.9-2 项目与《广州市“无废城市”建设试点实施方案》相符性分析一览表

要求	项目情况	相符性
----	------	-----

目标		到 2023 年底，各试点城市在推行绿色工业、绿色生活、绿色农业，培育固体废物处置产业，推行固体废物多元共治等方面取得明显成效，工业固体废物和生活垃圾减量化资源化水平全面提升、危险废物全面安全管控、主要农业废弃物有效利用。无废试验区协同机制初步建立，区域联动不断加强、合作更加广泛深入。	本次拟建项目依托自身技术优势，利用厂区内原有的物化车间部分区域开展飞灰资源化利用中试试验，项目的实施有利于推动生活垃圾焚烧飞灰资源化利用，实现飞灰零填埋。符合“规划”中提出推进“无废城市”的建设。	符合
主要任务	（二）践行绿色生活方式，推动生活垃圾资源化利用。	（17）加快生活垃圾焚烧设施建设。……，实现原生垃圾“零填埋”，形成“焚烧为主、生化为辅、循环利用”的垃圾处理新格局。探索利用富余焚烧能力处理陈腐垃圾新路径。积极应用生活垃圾焚烧飞灰资源化利用新技术和新工艺，推进飞灰资源化利用试点示范持续提高广州市生活垃圾资源化利用率。	本项目利用飞灰水洗脱氯预处理工艺，使得飞灰符合水泥窑协同处理标准，用于水泥熟料生产，符合资源化利用的要求。	符合
	（五）加强危险废物管理能力建设，全面防控环境风险。	（42）优化危险废物处置能力建设。推进危险废物处置基地建设，实现市内危险废物产生和处置能力总体匹配，打造具有示范引领作用的环保产业示范基地、环保高新技术研发基地、环境教育与培训基地。充分利用水泥窑协同处置属于危险废物的污染土壤，拓宽豁免类危险废物的利用处置渠道。补齐医疗废物无害化处置能力短板，储备全市医疗废物应急处置资源。	本项目飞灰属于危险废物（HW18），水洗脱氯技术通过高效去除污染物，降低环境风险。项目采用密闭化、自动化工艺，减少二次污染，符合方案中危险废物规范化管理的要求。	符合

### 1.9.12 与《广州市人民政府关于印发广州市城市环境总体规划（2022—2035 年）的通知》的相符性分析

项目与《广州市人民政府关于印发广州市城市环境总体规划（2022—2035 年）的通知》（穗府〔2024〕9 号）相符性分析如下：

#### 1）与广州市生态保护红线的相符性分析

根据《广州市城市环境总体规划（2022—2035 年）》关于广州市生态保护红线划定相关描述：生态保护红线是区域生态安全的底线，按照《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然

资发〔2022〕142号）等文件相关要求进行管理。构建源头预防、过程控制、损害赔偿、责任追究的生态保护红线管理制度体系。①生态保护红线内实施强制性严格保护。生态保护红线内自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；自然保护地核心保护区外，严格禁止开发性、生产性建设活动，严格执行国家和省生态保护红线管控政策要求，遵从国家、省相关监督管理规定。②落实生态保护红线评价机制。按照相关要求组织开展评价，及时掌握生态保护红线生态功能状况及动态变化。

项目不在广州市生态保护红线范围（详见图 1.9-8）。因此，与《广州市城市环境总体规划（2022-2035 年）》中生态保护红线要求相符。

### 2）与广州市生态环境管控区的相符性分析

根据《广州市城市环境总体规划（2022—2035 年）》关于生态环境空间管控相关描述：①落实管控区管制要求。管控区内生态保护红线以外区域实施有条件开发，严格控制新建各类工业企业或扩大现有工业开发的规模和面积，避免集中连片城镇开发建设，控制围垦、采收、堤岸工程、景点建设等对河流、湖库、岛屿滨岸自然湿地的破坏，加强地质遗迹保护。区内建设大规模废水排放项目、排放含有毒有害物质的废水项目严格开展环境影响评价，工业废水未经许可不得向该区域排放。②加强管控区内污染治理和生态修复。管控区内生态保护红线以外区域新建项目的新增污染物按相关规定实施削减替代，逐步减少污染物排放。提高污染排放标准，区内现有村庄实施污水处理与垃圾无害化处理。推进生态公益林建设，改善林分结构，严格控制林木采伐和采矿等行为。开展自然岸线生态修复，提升岸线及滨水绿地的自然生态效益，提高水域生态系统稳定性。开展城镇间隔离绿带、农村林地、农田林网等建设，细化完善生态绿道体系，增强生态系统功能。

项目不在生态环境管控区（详见图 1.9-8）。因此，与《广州市城市环境总体规划（2022-2035 年）》中生态环境管控区要求相符。

### 3）与广州市大气环境管控区的相符性分析

根据《广州市城市环境总体规划（2022—2035 年）》在全市范围内划分三类大气环境管控区，包括环境空气功能区一类区、大气污染物重点控排区和大气污染物增量严控区。关于大气环境空间管控要求相关描述：①环境空气功能区一

类区，与广州市环境空气功能区区划修订成果保持一致。环境空气功能区一类区范围与广州市环境空气功能区区划保持动态衔接，管控要求遵照其管理规定。②大气污染物重点控排区，包括广州市工业产业区块一级控制线、省级及以上工业园区，以及大气环境重点排污单位。重点控排区根据产业区块主导产业，以及园区、排污单位产业性质和污染排放特征实施重点监管与减排。大气污染物重点控排区与工业产业区块一级控制线、省级及以上工业园区、大气环境重点排污单位等保持动态衔接。③大气污染物增量严控区域，包括空气传输上风向，以及大气污染物易聚集的区域。增量严控区内控制钢铁、建材、焦化、有色、石化、化工等项目的大气污染物排放量；落实涉挥发性有机物项目全过程治理，推进低挥发性有机物含量原辅材料替代，全面加强挥发性有机物无组织排放控制。

项目位于大气污染物重点控排区，位于工业产业区块（详见图 1.9-9）。项目在运行过程中能够严格控制污染物排放，确保废气达标排放，符合重点控排区强化污染物排放控制的要求。因此，与《广州市城市环境总体规划（2022-2035 年）》中生态环境管控区要求相符。

#### 4）与广州市水环境管控区的相符性分析

根据《广州市城市环境总体规划（2022—2035 年）》在全市范围内划分四类水环境管控区，包括饮用水水源保护管控区、重要水源涵养管控区、涉水生物多样性保护管控区、水污染治理及风险防范重点区。关于水环境空间管控要求相关描述：①饮用水水源保护管控区，为经正式批复的饮用水水源一级、二级及准保护区。饮用水水源保护管控区范围随饮用水水源保护区调整动态更新，管理要求遵照其管理规定。②重要水源涵养管控区，主要包括流溪河、玉溪水、牛栏河、莲麻河、增江、派潭河等上游河段两侧，以及联安水库、百花林水库、白洞水库等主要承担水源涵养功能的区域。加强水源涵养林建设，禁止破坏水源林、护岸林和与水源涵养相关植被等损害水源涵养能力的活动，强化生态系统修复。新建排放废水项目严格落实环境影响评价要求，现有工业废水排放须达到国家规定的标准；达不到标准的工业企业，须限期治理或搬迁。③涉水生物多样性保护管控区，主要包括流溪河光倒刺鲃国家级水产种质资源保护区、增江光倒刺鲃大刺鲃国家级水产种质资源保护区，花都湖和海珠湿地等湿地公园，鸭洞河、达溪水等河流，牛路水库、黄龙带水库等水库，通天蜡烛、良口等森林自然公园，以及南

部沿海滩涂、红树林等区域。切实保护涉水野生生物及其栖息环境，严格限制新设排污口，加强温排水总量控制，关闭直接影响珍稀水生生物保护的排污口，严格控制网箱养殖活动。温泉地热资源丰富的地区要进行合理开发。对可能存在水环境污染的文化旅游开发项目，按要求开展环境影响评价，加强事中事后监管。

④水污染治理及风险防范重点区，包括劣Ⅴ类的河涌汇水区、工业产业区块一级控制线和省级及以上工业园区。水污染治理及风险防范重点区与工业产业区块一级控制线、省级及以上工业园区等保持动态衔接。劣Ⅴ类的河涌汇水区加强城乡水环境协同治理，强化入河排污口排查整治，巩固城乡黑臭水体治理成效，推进河涌、流域水生态保护和修复。城区稳步推进雨污分流，全面提升污水收集水平。工业产业区块一级控制线和省级及以上工业园区严格落实生态环境分区管控及环境影响评价要求，严格主要水污染物排污总量控制。全面推进污水处理设施建设和污水管网排查整治，确保工业企业废水稳定达标排放。调整优化不同行业废水分质分类处理，加强第一类污染物、持久性有机污染物等水污染物污染控制，强化环境风险防范。

项目位于水污染治理及风险防范重点区（详见图 1.9-10）内。本项目采用三级逆流清洗，工艺生产废水采用三效蒸发结晶技术实现废水零排放。因此，项目与《广州市城市环境总体规划（2022-2035 年）》中水环境管控区要求相符。

5）与《广州市城市环境总体规划（2022—2035 年）》固体废物资源化利用和安全处置规划相符性分析

根据《广州市城市环境总体规划（2022—2035 年）》第七章开展环境系统治理第 34 条固体废物资源化利用和安全处置描述：有序推进“无废城市”建设。统筹城市发展与固体废物管理，强化制度、技术、市场、监管等保障体系建设，大力推进固体废物减量化、资源化、无害化，全面提升固体废物管理水平，推进“无废细胞”建设。

项目的技改扩建充分利用现有物化车间的生产设备和污染治理设施，对生活垃圾飞灰进行水洗脱氯处理，并通过三相蒸发工艺提取结晶盐成品，可有效推进“无废城市”的建设。总体符合广州市城市环境总体规划的需求。

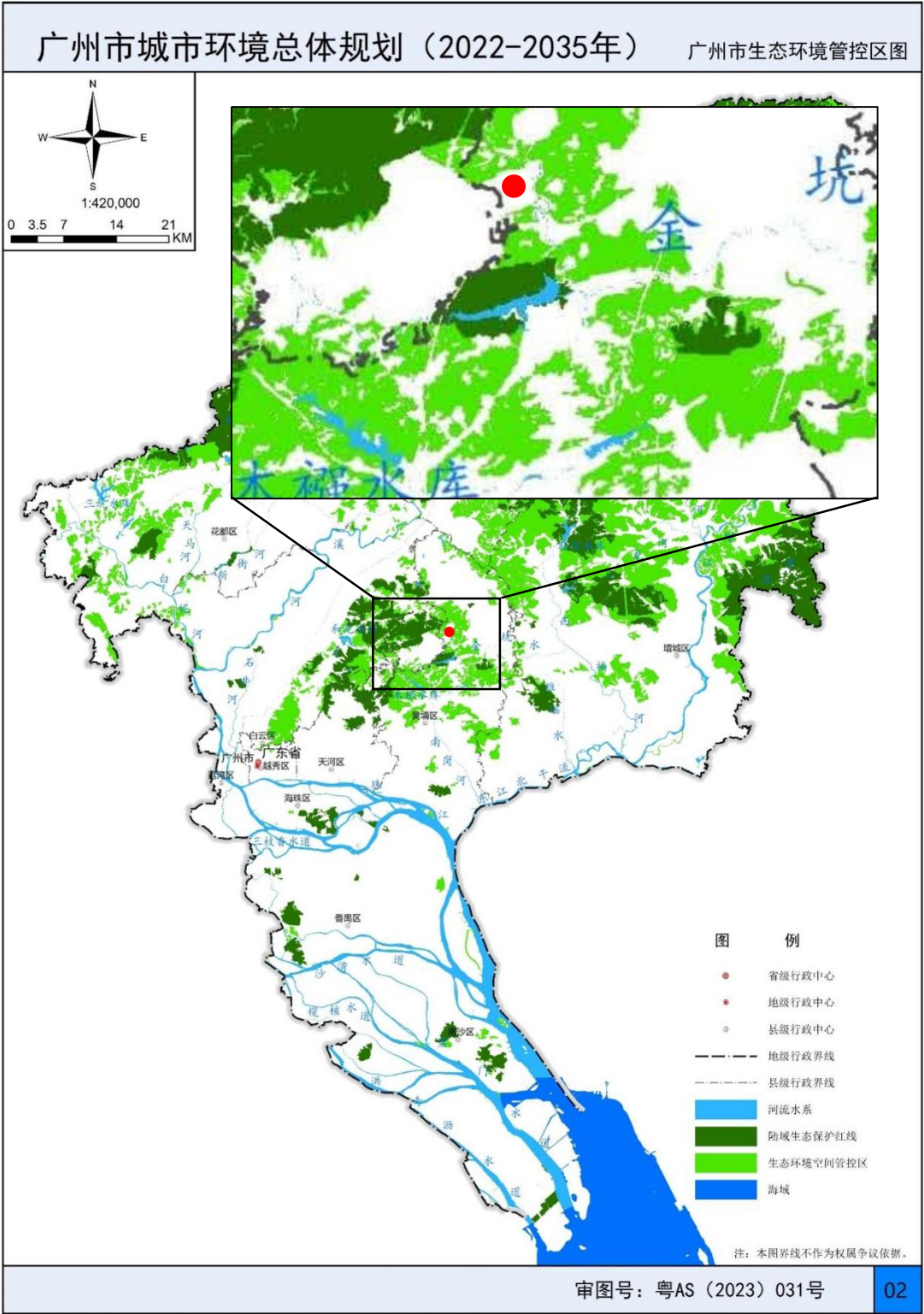


图 1.9-8 项目与广州市生态保护红线位置关系图



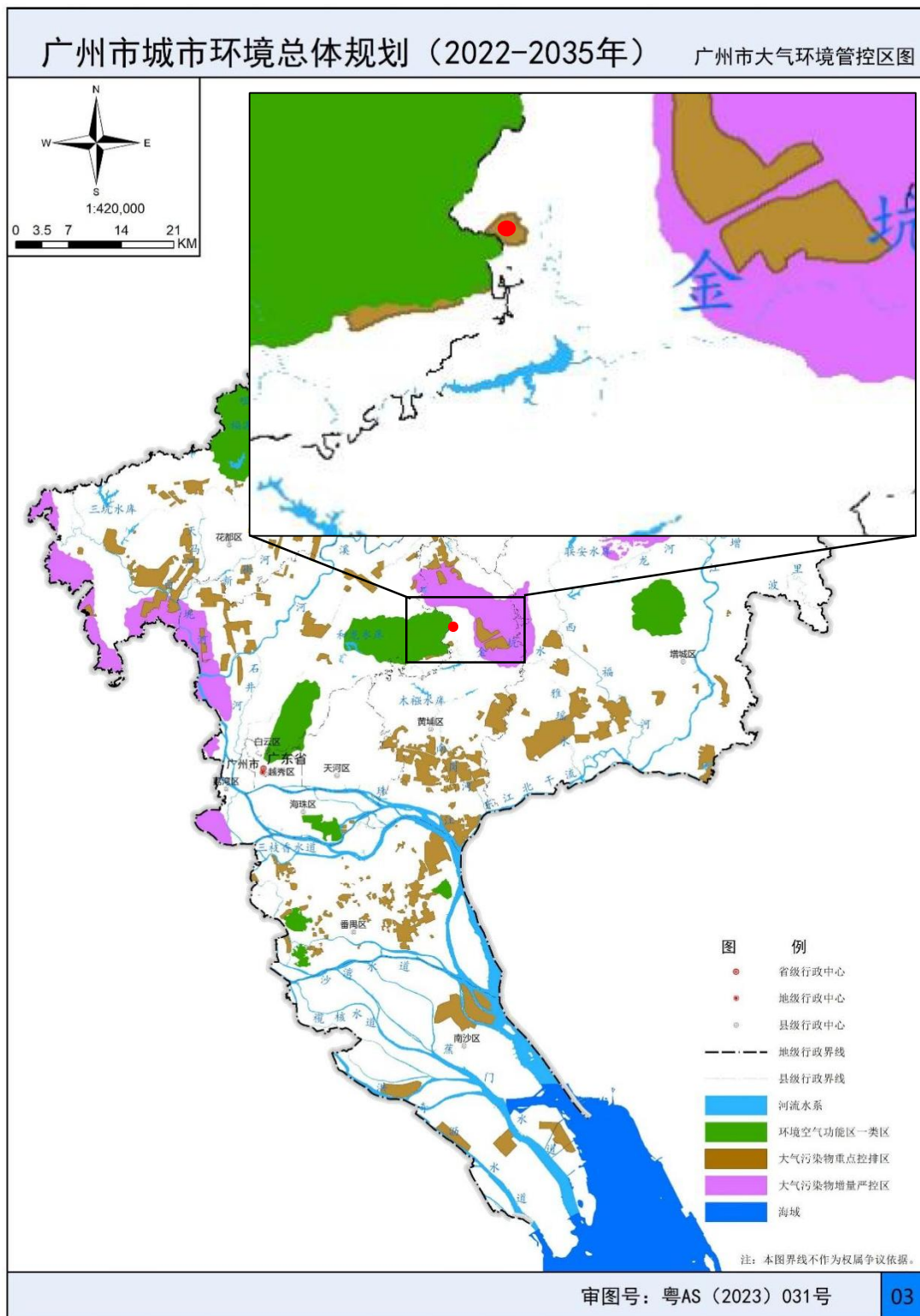


图 1.9-9 项目与广州市大气环境管控区位置关系图

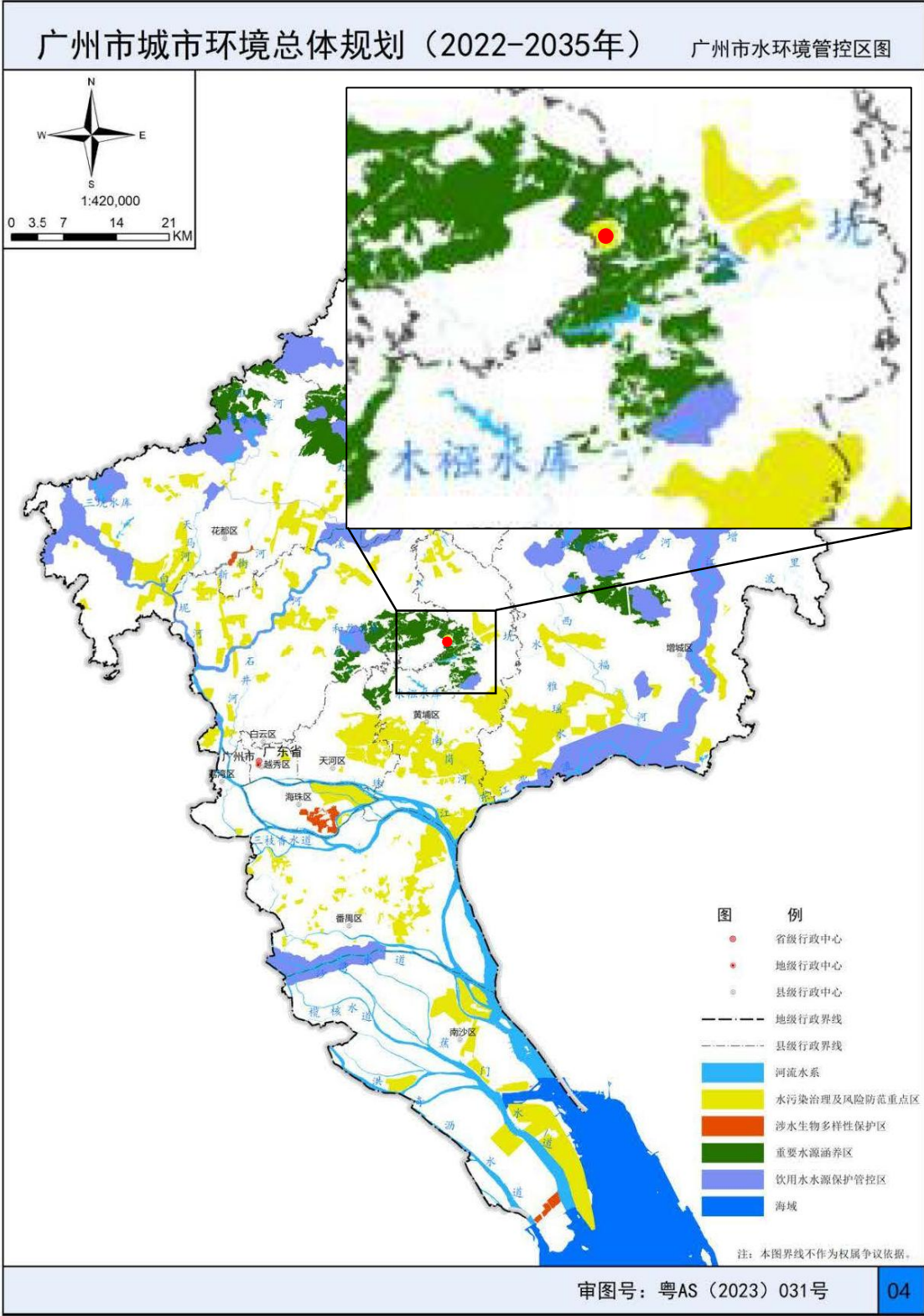


图 1.9-10 项目与广州市水环境管控区位置关系图

1.9.13 与《广州市生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

根据《广州市生态环境保护“十四五”规划》提出：“建设“无废城市”。构建绿色循环生产模式，加强产业链循环式组合，开展循环化工业园区改造、‘无废



园区’建设试点。……拓展市政污泥、河道淤泥资源化利用渠道，充分利用水泥制造业等工业窑炉协同处置污泥等固体废物。……完善 7 个循环经济产业园区建设，推进环卫收运网络与再生资源回收利用网络‘两网融合’。”。

本次拟建项目依托自身技术优势，利用厂区内原有的物化车间部分区域开展飞灰资源化利用中试试验，项目的实施有利于推动生活垃圾焚烧飞灰资源化利用，实现飞灰零填埋。符合“规划”中提出推进“无废城市”的建设。本次拟建项目与《广州市生态环境保护“十四五”规划》的要求是相符的。

#### 1.9.14 与《黄埔区、广州开发区生态环境保护“十四五”专项规划》相符性分析

根据《黄埔区、广州开发区生态环境保护“十四五”专项规划》，广州市黄埔区积极推动固体废物的资源化利用，特别是在“无废城市”建设过程中，强调工业固体废物的源头减量、资源化利用和无害化处置。本项目通过水洗脱盐等技术，将飞灰中的有害物质去除，使其能够作为替代原料用于水泥生产等，符合资源化利用的政策导向；在生态环境保护方面，黄埔区强调污染治理的有偿服务政策和排污许可制度，推动企业落实环境责任。飞灰水洗项目通过技术手段降低飞灰中的重金属和二噁英等有害物质的含量，减少了对环境的污染风险，符合黄埔区对污染治理的要求；黄埔区在“十四五”规划中明确提出要推动绿色低碳发展，减少固体废物的填埋。飞灰水洗项目通过资源化利用减少了飞灰的填埋量，降低了对土地资源的占用，符合绿色低碳发展的政策方向。

本次拟建项目依托自身技术优势，利用厂区内原有的物化车间部分区域开展飞灰资源化利用中试试验，项目的实施有利于推动生活垃圾焚烧飞灰资源化利用，实现飞灰零填埋。符合“规划”中提出推进“无废城市”的建设和飞灰资源化利用需求。本次拟建项目与《黄埔区、广州开发区生态环境保护“十四五”专项规划》的要求是相符的。

## 2 现有工程回顾性分析

### 2.1 企业简介

广州环科环保科技有限公司，成立于 2018 年 12 月，股东为科学城（广州）环保产业投资集团有限公司、广州环投控股有限公司、广州中科建禹环保有限公司。三家股东公司主营业务均有环境治理领域。

科学城（广州）环保产业投资集团有限公司是科学城（广州）投资集团有限公司下属全资子公司，科学城集团成立于 1984 年 8 月，注册资本为 26 亿元，前身是广州经济技术开发区建设开发总公司，2003 年改制为广州开发区建设发展集团有限公司，是广州开发区最早成立的国有企业之一，是广州市政府批准成立、广州开发区国资局授权经营的国有独资公司。三十多年来，科学城集团逐步发展壮大，形成以建筑业及城市更新房地产开发、新一代信息技术产业、资产及园区投资运营管理服务、环境治理及相关产业投资运营管理为主营业务的发展格局，凭借一流的专业水平和完备的管理体系，以专业的服务赢得了政府部门及合作伙伴的信任与认可，荣获“全国守合同重信用企业”称号。

广州环投控股有限公司是广州环保投资集团有限公司下属全资子公司，广州环保投资集团有限公司是广州市政府直属的全资国有企业，致力于环保领域的综合性业务，拥有城市固体废弃物收集、中转运输和终端处理全产业链，打造环卫一体化。广州中科建禹环保有限公司作为一家综合性环保集团公司，业务领域重点为污水处理、土壤修复、固废危废处理、废气治理等，服务范围覆盖工程咨询设计、研究开发、工程建设、设施运营、投融资运营等环保全产业链。

**表 2.1-1 现有项目环保手续履行情况**

项目名称	环保手续	完成时间	批文或证件号
广州东部工业固废处置项目	环评手续	2020 年 8 月 12 日	穗埔环影〔2020〕40 号
	排污许可证	2022 年 5 月 19 日	91440101MA5CKQE57E001V
	竣工环保验收	2023 年 6 月	/
	突发环境事件应急预案	2025 年 3 月 14 日	440112-2025-0051-M

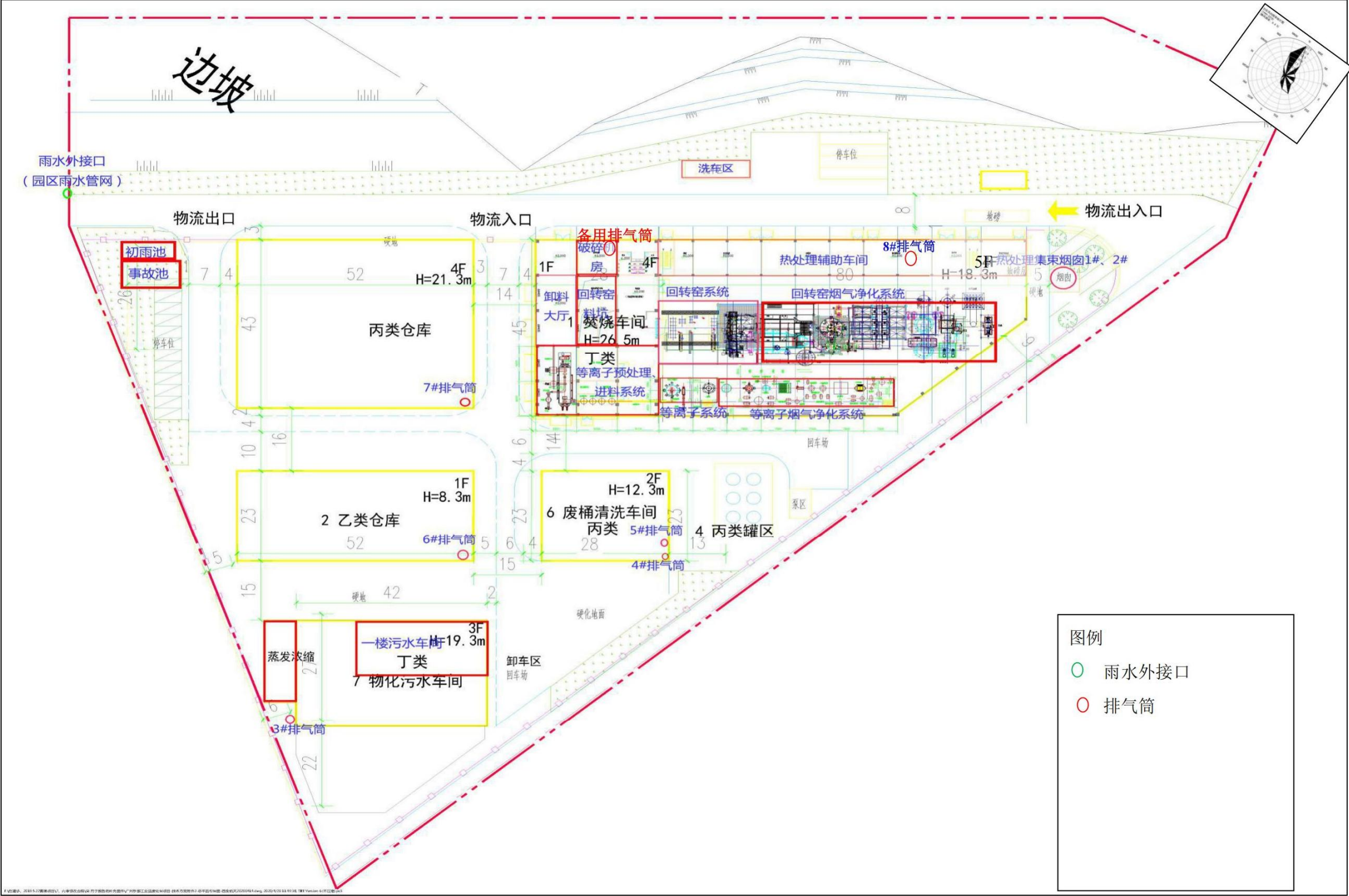


图 2.1-1 项目总平面布置图

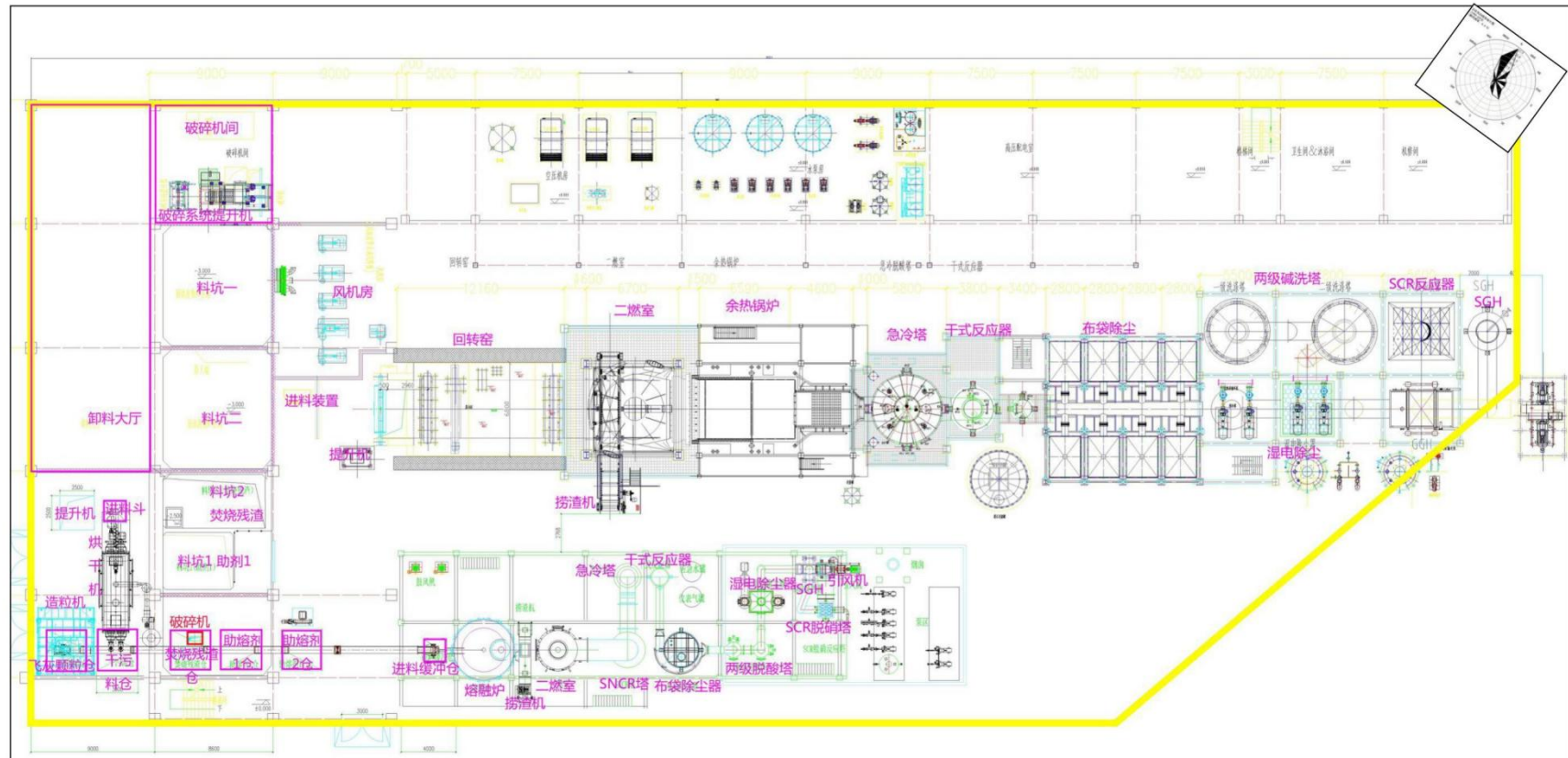
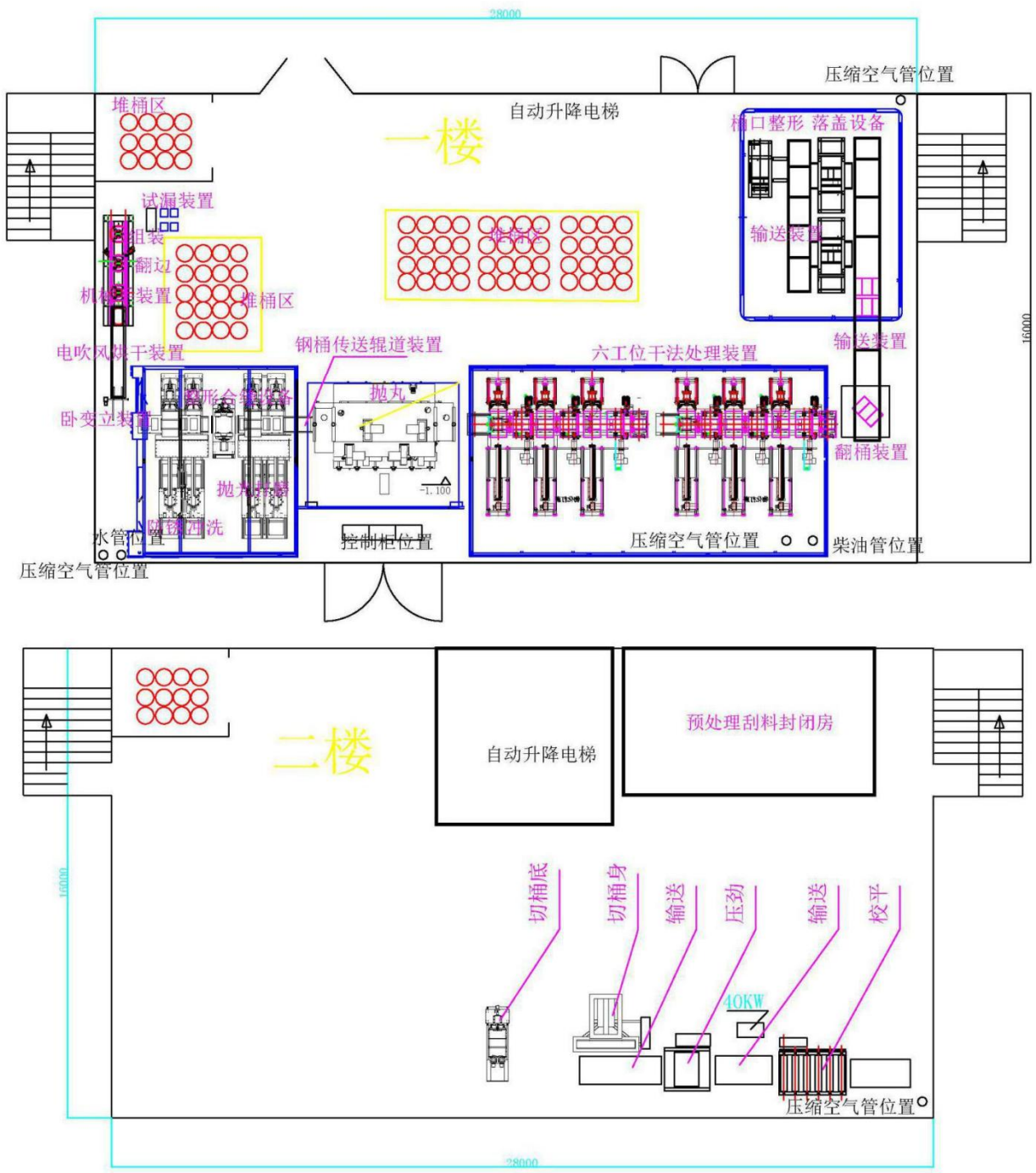


图 2.1-2 项目热处理间平面图





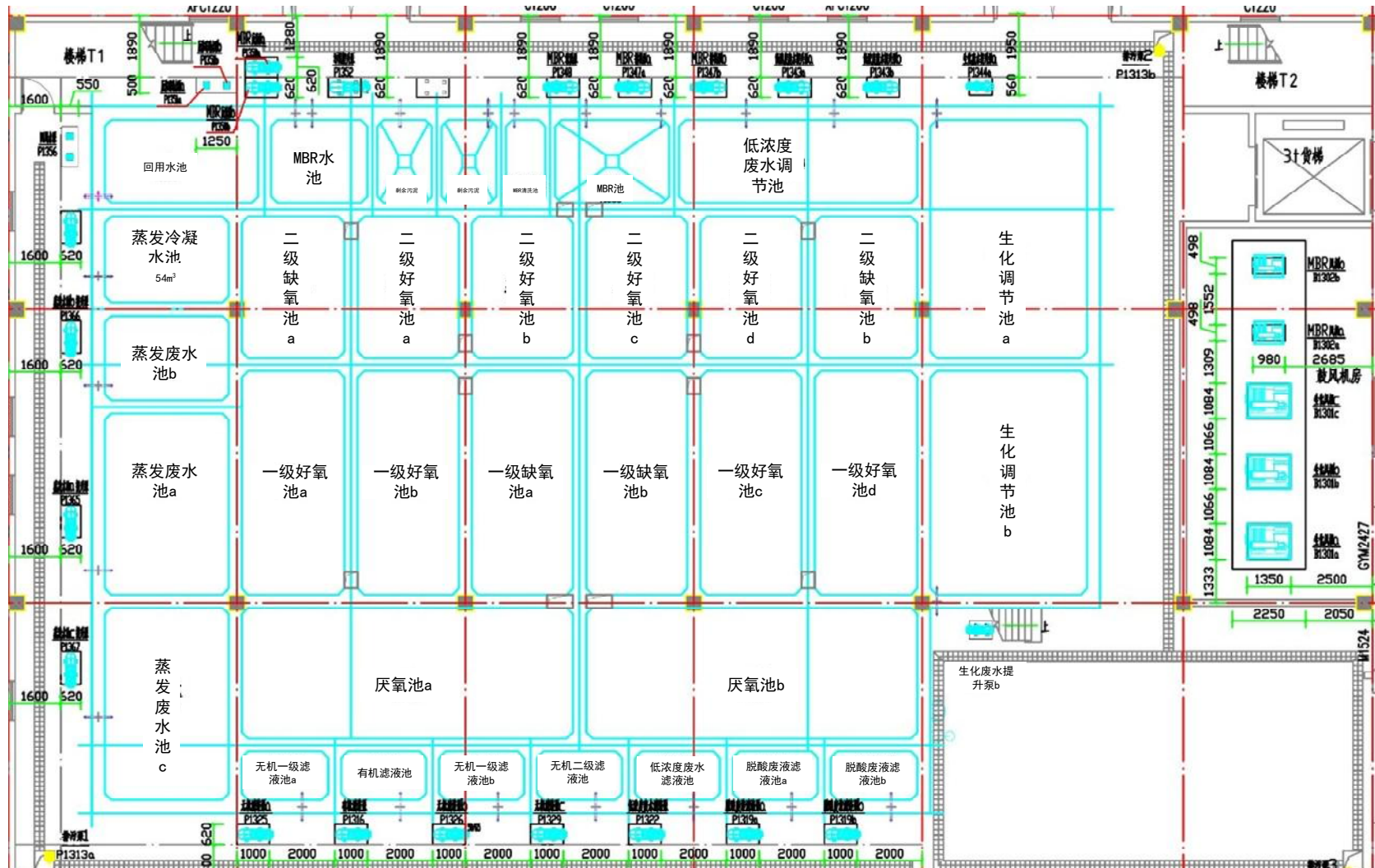


图 2.1-4 物化以及污水车间（一楼）

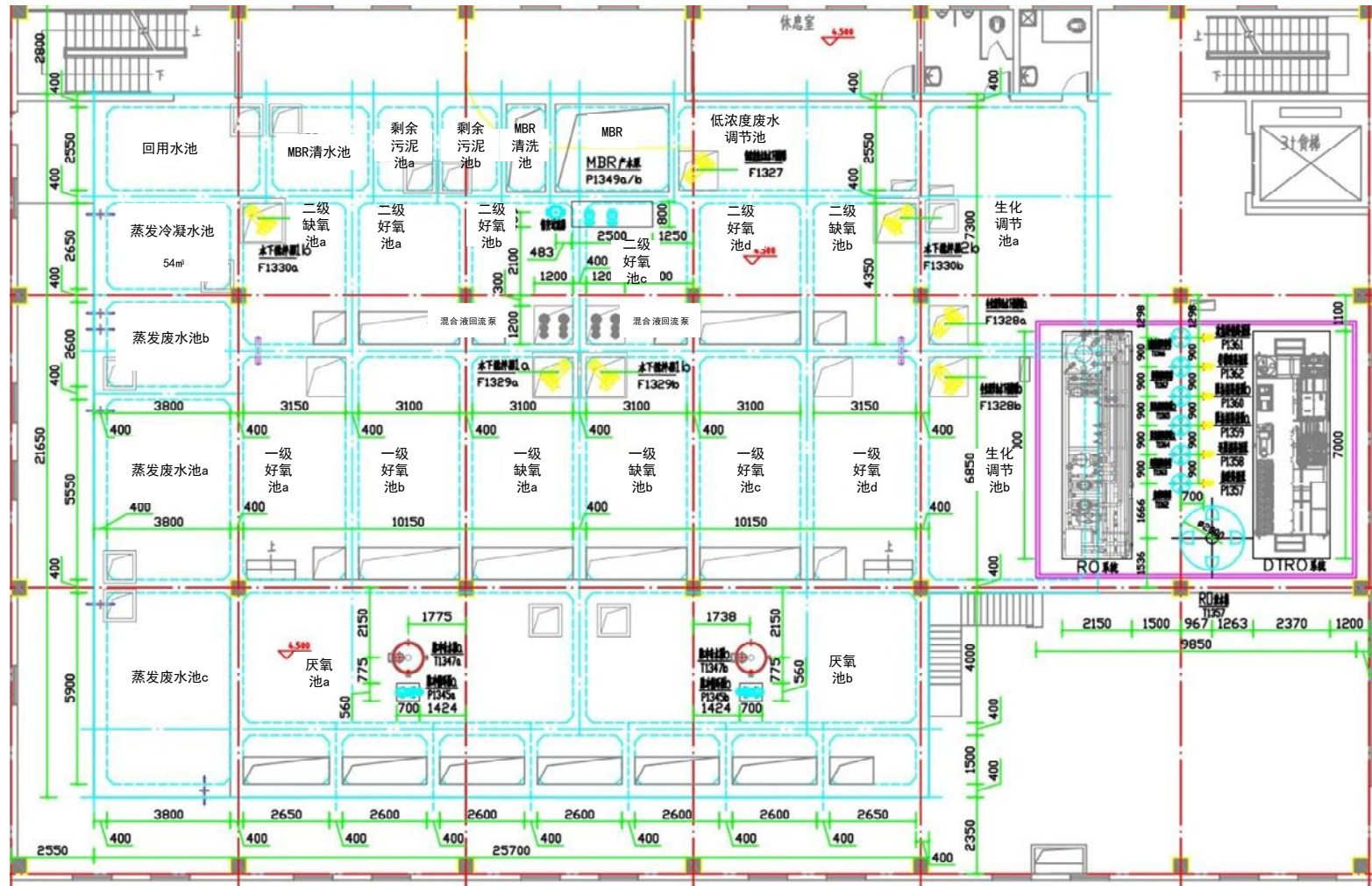


图 2.1-5 物化车间（二楼）



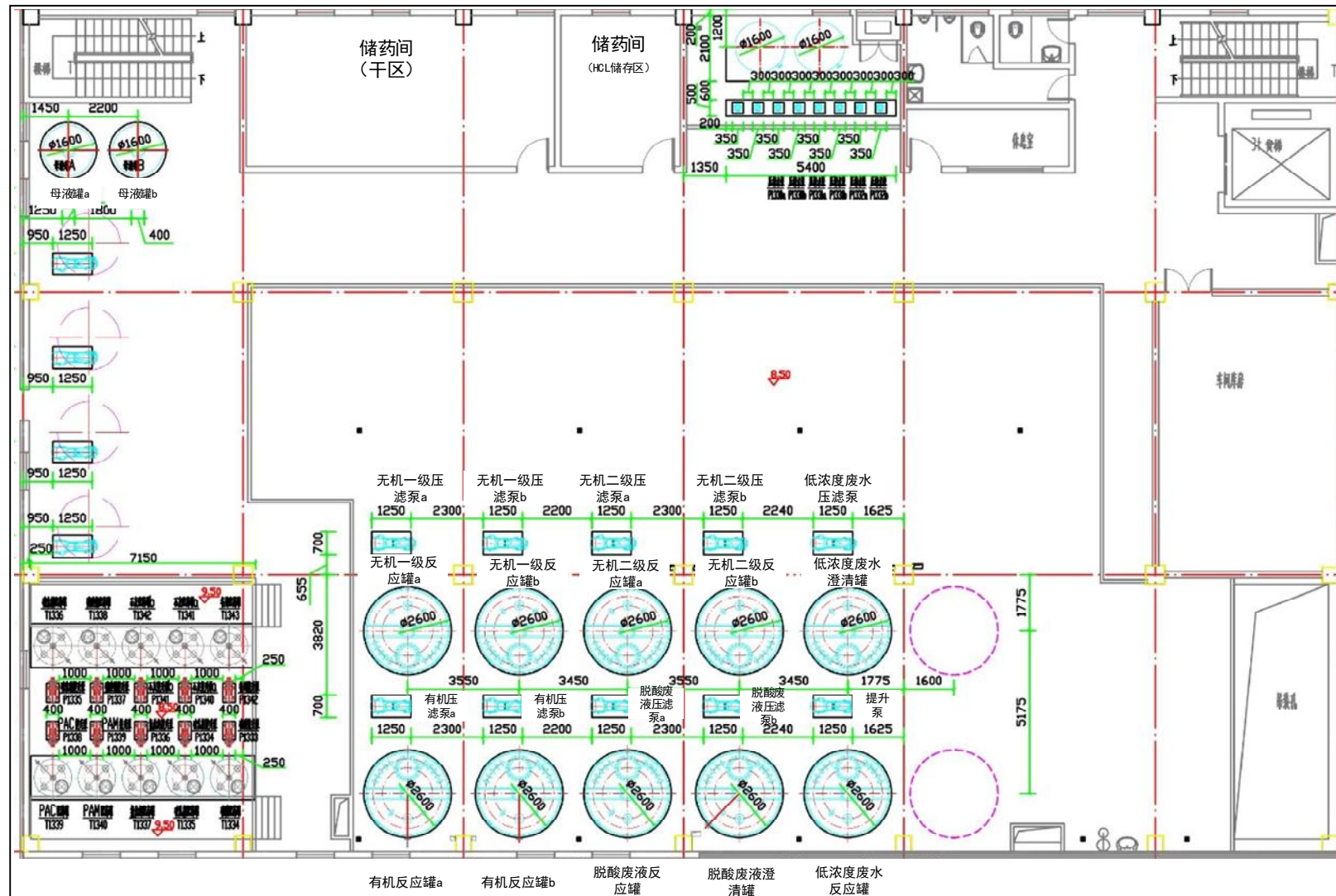


图 2.1-6 物化车间（三楼）

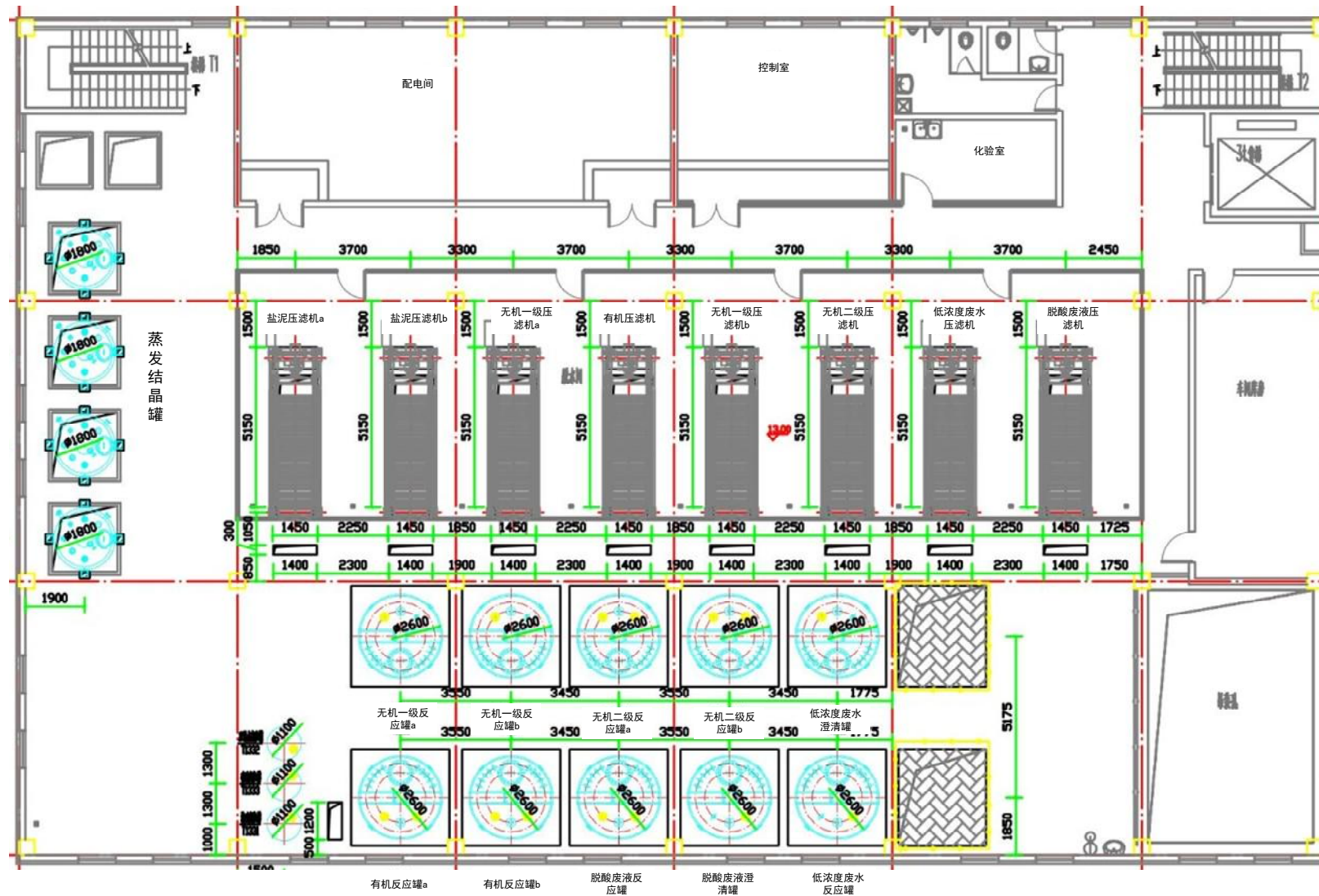


图 2.1-7 物化车间（四楼）

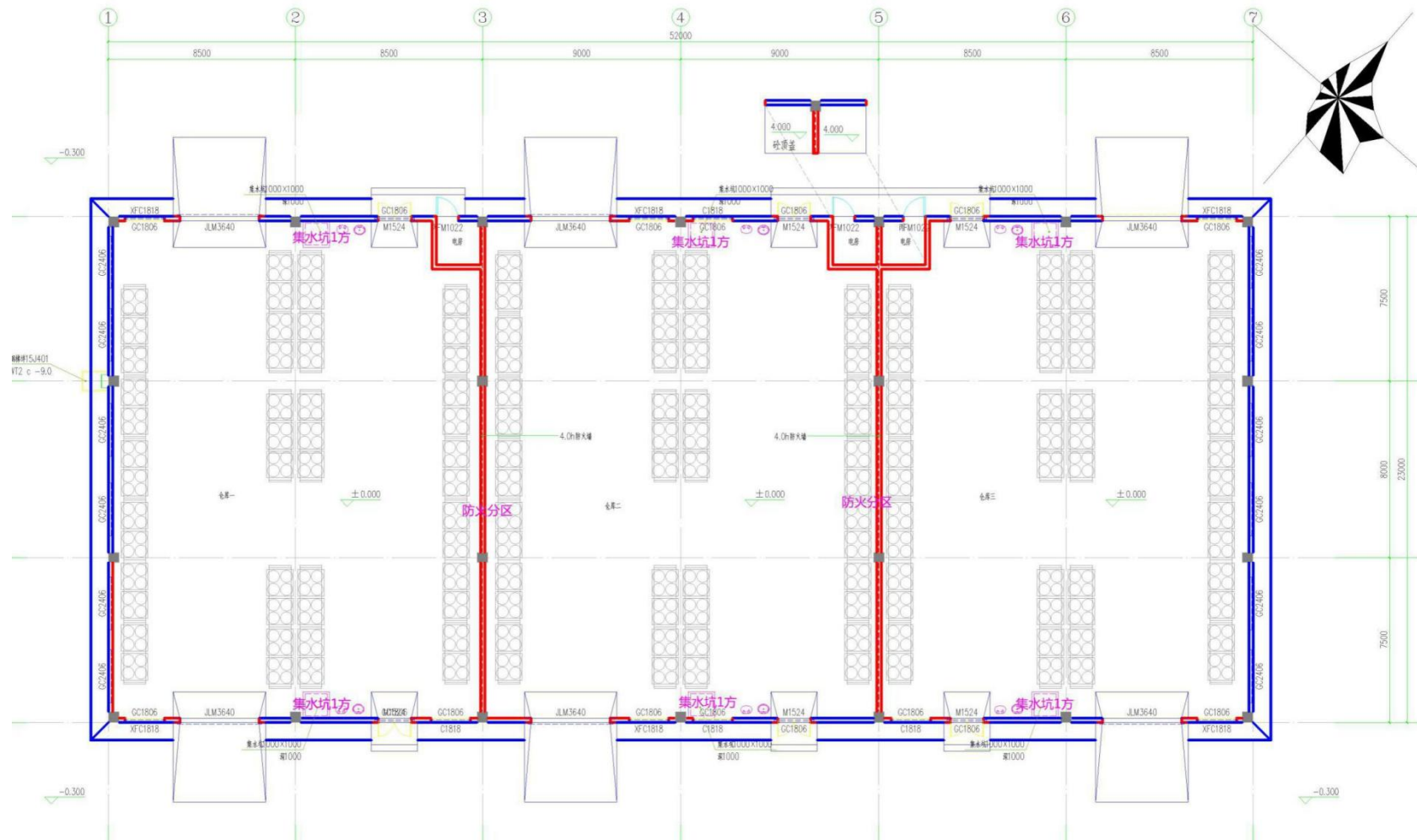


图 2.1-8 乙类暂存库车间平面图







图 2.1-10 丙类暂存库车间平面图 (2 层)



## 2.2 现有工程工艺组成及污染源回顾性分析

### 2.2.1 工程概况

(1) 项目名称：广州东部工业固废处置项目

(2) 建设单位：广州环科环保科技有限公司

(3) 项目性质：新建；

(4) 行业类别：危险废物治理（N7724）；

(5) 项目选址及占地：广州市黄埔区福山循环经济产业园内，使用面积 20698.41m<sup>2</sup>，构筑物占地面积 10514.99m<sup>2</sup>，中心坐标为 N23°17'15.19"E113°30'0.11"；

(6) 项目投资：总投资约 33963.85 万元，其中环保投资 6530 万元；

(7) 劳动定员和生产制度：本项目劳动定员 146 人，生产制度为每天三班，每班 8 小时/天，年工作天数 300 天，年操作小时约 7200 小时；

(8) 建设规模及组成

本项目拟处理处置外收危险废物 78000t/a，采用热处理、物化处理以及综合利用，涉及《国家危险废物名录》（2025 年版）的 HW02、HW03、HW04、HW06、HW08、HW09、HW11、HW12、HW13、HW16、HW17、HW34、HW35、HW45、HW49、HW50，16 大类外收危险废物，处理处置规模 7.8 万吨/年：包括 3 万吨/年回转窑焚烧处置规模、1 万吨/年等离子熔融处理规模、3 万吨/年物化处理规模、0.8 万吨/年综合利用规模。具体如下表：

表 2.2-1 企业危险废物核准经营范围、类别

许可证编号	核准经营范围、类别
440101220317	【收集、贮存、处置（焚烧）】医药废物（HW02 类中的 271-001~005-02、272-003-02、272-005-02、275-004-006-02、275-008-02、276-001~005-02）、废药物、药品（HW03 类）、农药废物（HW04 类中的 900-003-04）、废有机溶剂与含有机溶剂废物（HW06 类中的 900-401~402-06、900-404~405-06、900-407-06、900-409-06）、废矿物油与含矿物油废物（HW08 类中的 251-001~006-08、251-010~012-08、900-199~201-08、900-205-08、900-209-210-08、900-213~215-08、900-221-08、900-249-08）、油/水、烃/水混合物或乳化液（HW09 类中的

许可证编号	核准经营范围、类别
	<p>900-005~007-09)、精(蒸)馏残渣(HW11类中的251-013-11、252-001~005-11、252-007-11、252-009~013-11、252-016-11.451-001~003-11、261-007~035-11、261-100~111-11、261-113~136-11309-001-11、772-001-11、900-013-11)、染料、涂料废物(HW12类中的264-009-12、264-011~013-12、900-250~256-12、900-299-12)、有机树脂类废物(HW13类中的265-101~104-13、900-014~016-13、900-451-13)、感光材料废物(HW16类中的266-009~010-16、231-001~002-16、398-001-16、900-019-16)、其他废物(HW49类中的900-039-49、900-041~042-49900-047-49、900-999-49),共计30000吨/年。</p> <p>【收集、贮存、处置(等离子体熔融)】废有机溶剂与含有机溶剂废物(HW06类中的900-405-06)、废矿物油与含矿物油废物(HW08类中的071-001-08、251-002-003-08、251-006-08、900-199~200-08、900-210-08、900-221-08)有机树脂类废物(HW13类中的900-015-13)、表面处理废物(HW17类中的336-052-17、336-054~055-17、336-058-17、336-061-17、336-063~064-17、336-066-17)、其他废物(HW49类中的900-042-49、900-047-49、900-999-49900-039-49)、废催化剂(HW50类中的251-016~019-50、261-175-50、772-007-50),共计10000吨/年。</p> <p>【收集、贮存、处置(物化处理)】废有机溶剂与含有机溶剂废物(HW06类中的900-401~402-06)、废矿物油与含矿物油废物(HW08类中的251-001~002-08、900-249-08)、油/水、烃/水混合物或乳液(HW09类中的900-005~007-09)、感光材料废物(HW16类中的398-001-16、900-019-16)、表面处理废物(HW17类中的336-052-17、336-054~059-17、336-062~064-17336-066-17)、废酸(HW34类中的264-013-34、261-058-34、313-001-34、398-005-007-34、900-300~302-34、900304-305-34、900-308-34、900-349-34)废碱(HW35类中的251-015-35、261-059-35、193-003-35、900-350~356-35900-399-35),共计30000吨/年。</p> <p>【收集、贮存、利用】其他废物(HW49类中的900-041-49,仅限废包装桶)8000吨/年。</p>

许可证编号	核准经营范围、类别
	合计 78000 吨/年

项目配置 1 条回转窑焚烧线、1 条等离子熔融炉、2 套物化处理线、1 条处理废旧包装桶 8000t/a 的干法清洗线及其他辅助设施。

环保手续履行情况：

(1) 2020 年 8 月 12 日，广州东部工业固废处置项目取得广州市生态环境局审批的《关于广州东部工业固废处置项目环境影响报告书的批复》（穗埔环影〔2020〕40 号）。

(2) 2021 年 12 月，建设单位委托广东德宝环境技术研究有限公司编制的《广州东部工业固废处置项目非重大变动论证报告》通过了专家评审。

(3) 2023 年 6 月，广州东部工业固废处置项目完成竣工环保验收工作。

环境管理落实情况：

广州环科环保科技有限公司已委托编制了《广州环科环保科技有限公司环境风险评估报告》《广州环科环保科技有限公司突发环境事件应急预案》，并取得广州市生态环境局的登记备案，备案编号：440112-2025-0051-M。

## 2.2.2 工程组成和主要设施设备

垃圾焚烧一期工程主要工程组成见下表：

**表 2.2-2 项目工程组成**

工程类别		建设内容
主体工程	焚烧车间	1 条回转窑焚烧线与 1 条等离子熔融炉处置线处置危险废物。配套设施：卸料区、料坑、进料设备平台、破碎机房、检修间、空压机房、水泵房、破碎系统、行车进料系统、软化水制备系统、除氧系统、实验室等。
	物化污水车间	两套物化处理线：1 套 7500t/a 有机废液处理系统、1 套 22500t/a 无机废液处理系统。在一楼设置废水处理设施
	废桶清洗车间	1 条处理废旧包装桶 8000t/a 的干法清洗线
仓储工程	废物暂存库	2 个废物暂存库，包括占地面积 2236m <sup>2</sup> 的 1#丙类暂存库（含废物分拣区）和占地面积 1170.5m <sup>2</sup> 的 2#乙类暂存库

工程类别		建设内容
	储罐区	1 个储罐区，占地面积 414.4m <sup>2</sup> ，设有 6 个 30m <sup>3</sup> 储罐，分别为：1 个低热值废液罐、1 个中热值废液罐、1 个高热值废液罐、1 个柴油储罐、1 个碱液罐、1 个氨水罐
	物化罐区	在物化车间东南侧设 1 个物化储罐区，占地面积 483.4m <sup>2</sup> ，设有 22 个储罐用于储存物化处理线处理的液态危险废物，其中 19 个 56m <sup>3</sup> 储罐、1 个 25m <sup>3</sup> 双氧水储罐，1 个 24m <sup>3</sup> 硫酸储罐，1 个 30m <sup>3</sup> 液碱储罐。
	堆桶区	在废桶清洗车间东侧设置了 1 个堆桶区，用于堆放废桶及清洗后的桶，占地面积 215.25m <sup>2</sup>
公用工程	给排水	生产、生活及消防水源来自市政供水管网。项目产生的生产废水、初期雨水、生活污水进入项目自建污水处理站处理后全部回用。
	能源系统	设置双回路供电系统，由市政供电
	化学制水系统	设置一套化学制水系统，用于锅炉补充水以及设备冷却水
	消防水池	设置 1 个消防水池，有效容积 982m <sup>3</sup>
环保工程	热处理烟气净化系统	回转窑和等离子熔融炉废气分别经过“SNCR 脱硝+急冷吸收塔+干法脱酸塔+布袋除尘器+湿法脱酸+湿式电除尘+SGH+低温 SCR”烟气净化系统处理后汇入集合式烟囱排放，烟囱高度 90m
	物化废气处理系统	物化线以及污水处理设施产生的废气收集后经一套“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后由 25m 高排气筒排放
	洗桶废气	倒残液区和落盖区废气分别收集后引至一套“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后由 15m 高排气筒排放；抛丸、抛光废气分别收集后引至一套“布袋除尘器”处理后由 15m 高排气筒排放；废桶加热打磨工序废气收集后引至焚烧车间作为回转窑一次风。
	噪声治理	选用低噪声设备，采用消声、隔声、减震等措施
	污水处理站	热处理系统废水经三效蒸发系统（处理能力 120t/d）预处理后，冷凝水排入中间水池；物化线冷凝废水直接排入中间水池；其他生产废水和生活污水经混凝沉淀预处理后排入中间水池。 中间水池废水经 A <sup>2</sup> O+MBR+反渗透系统处理后全部回用，处理规模为 250t/d；反渗透系统产生的浓水送三效蒸发系统处理。
	固废处理	回转窑产生的炉渣和飞灰送入等离子熔融炉处理，等离子熔融处置线目前处于停产状态，焚烧产生的焚烧炉渣和飞灰均交由有资质单位处理处置；物化车间产生的浓缩液送焚烧车间处理，盐泥交由有资质单位处理处置

工程类别		建设内容
	应急事故池	1 座，有效容积 1256m <sup>3</sup>
	初期雨水池	1 座，有效容积 765m <sup>3</sup>

## 2.2.3 生产工艺

### 2.2.3.1 项目危险废物总处理方案

由于进厂危险废物的来源广泛、种类较多、来料无周期，项目采用分类处置方式。按照危险废物的性状及特性，分别采用回转窑焚烧、等离子熔炉处理、物化处理、综合利用等 4 种工艺进行处理处置。危险废物处理处置总体工艺流程为：废物接收—收集运输—化验鉴定—分类暂存—分类处理。分类处理过程中产生的二次危废根据其性质，或进入项目的焚烧车间处理，或委托有资质单位处理或进入等离子熔融系统进行处理。项目废水处理达标后部分回用至急冷塔，不外排。项目危险废物处理路线图见下图。

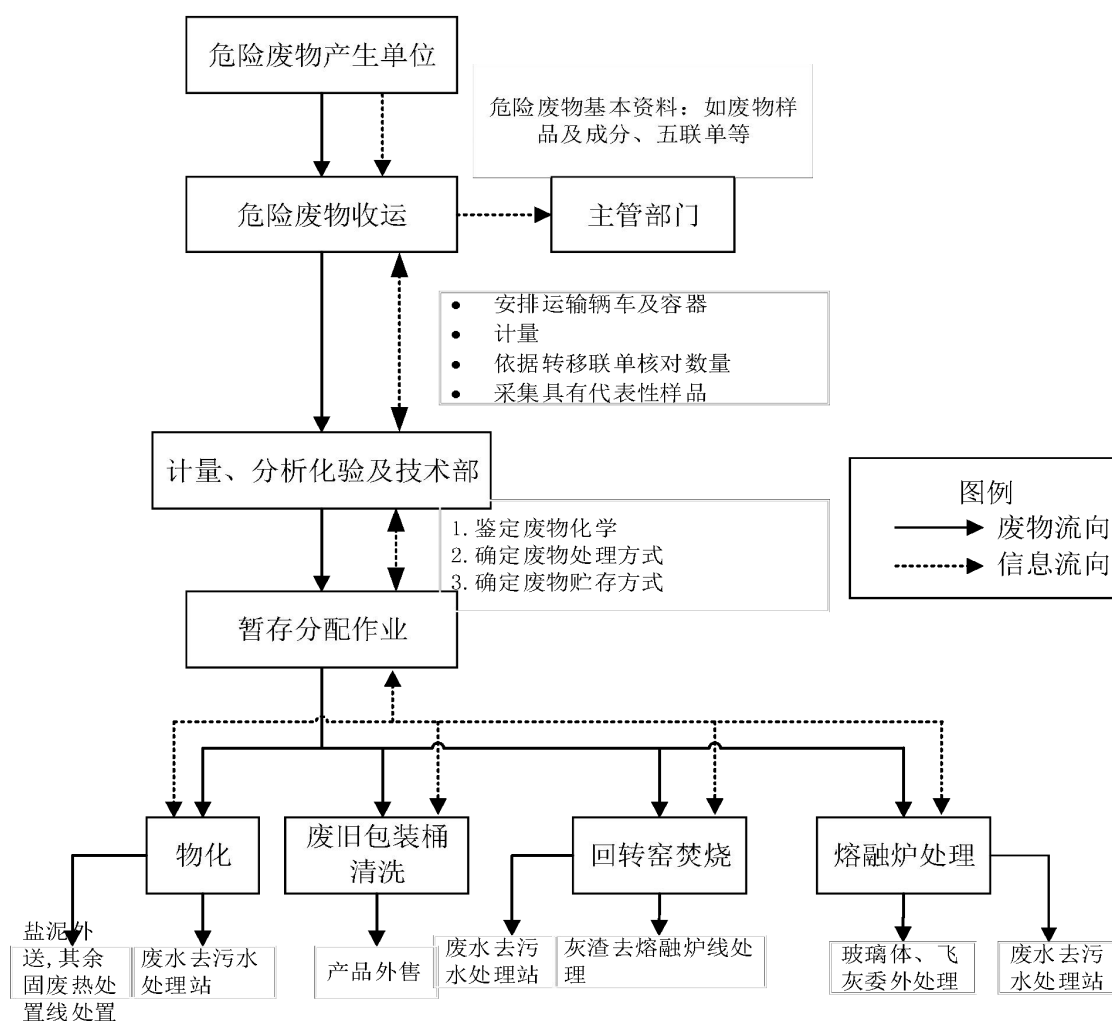




图 2.2-1 危险废物处理物流体系图

### 2.2.3.2 物化车间

物化车间包括无机废液物化工艺和有机废液物化工艺流程，具体如下：

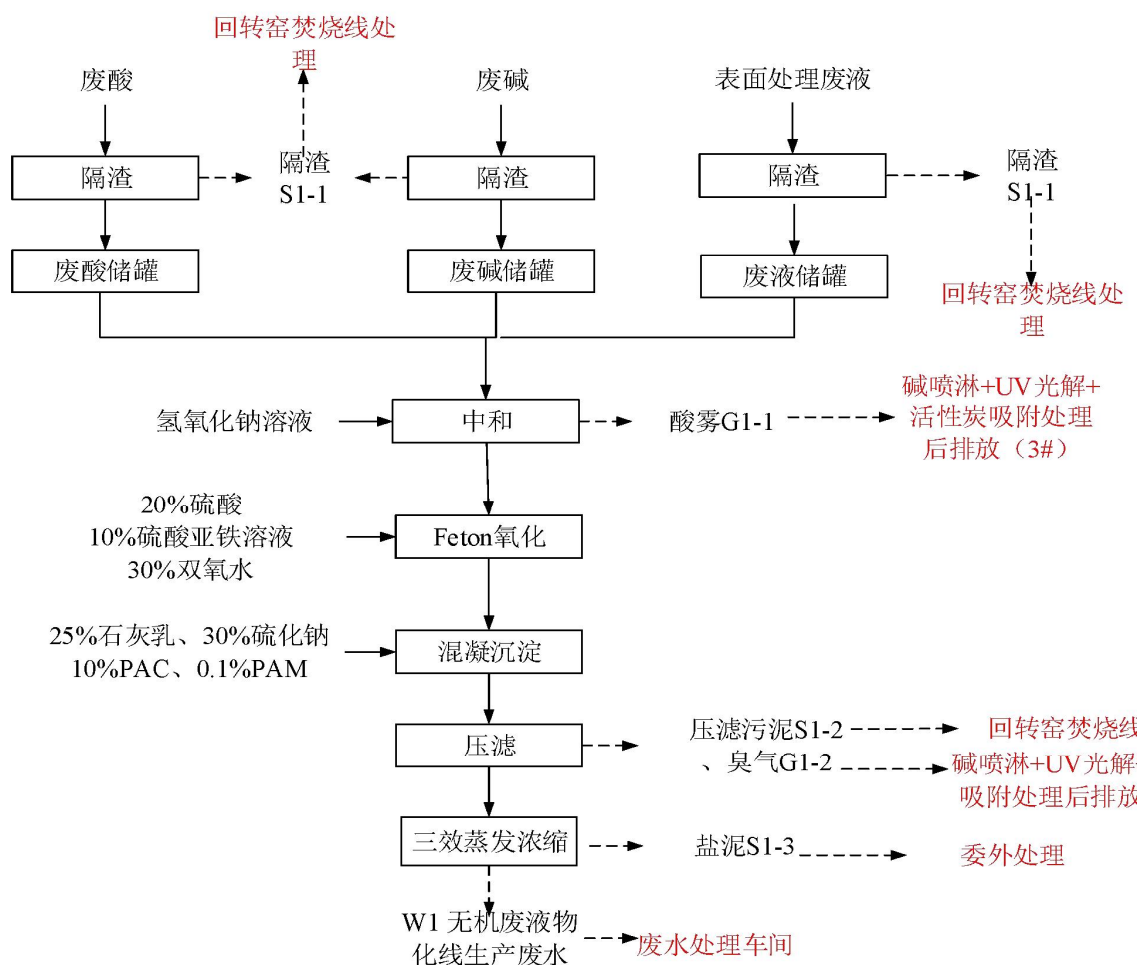


图 2.2-2 无机废液物化工艺流程图

无机废液主要包括废酸、废碱以及表面处理废液，废酸、废碱经槽车收集后，需对其进行检验，测定废酸、废碱的 pH，再分别输送到废酸储罐、废碱储罐中贮存。废酸废碱无害化处置线具体的工艺选择为优先考虑以废治废，即优先使用废碱来中和废酸，剩余的废酸再使用碱液进行中和，降低其腐蚀性，而后表面处理废液与中和后的废酸废碱进行均质，均质后的废液先采用芬顿氧化法去除 COD，然后再混凝沉淀法去除废水中重金属。其中产生的污泥滤渣送入焚烧车间处理，产生的废水中含有大量的盐类，进入蒸发系统脱除盐分，得到的蒸馏水进入污水处理系统。

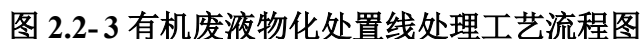


表 2.2-3 有机废液物化处置线处理工艺说明

102

	定的废液量后，先泵送至隔油系统，并在泵与反应罐之间设一个过滤器近期隔渣，开启搅拌机，充分搅拌后，关闭搅拌器。静置沉淀分层后，下部废水经管道排放至芬顿反应罐，顶部浮油、浮渣以及隔渣排放至专用浮渣贮槽（S2-1）从储罐均质后送焚烧车间处置。
芬顿氧化	废水泵送至芬顿反应罐，设备自动连续运行，调节流量计控制流量，利用计量泵先后泵入硫酸亚铁溶液和双氧水，在氧化反应槽上呼吸口设置套管将氧化过程产生的废气送入处理系统。
混凝沉淀	芬顿反应罐出水泵排放至混凝沉淀罐，开启搅拌器，开启阀门，从高位药剂槽向混凝沉淀槽中加入 30%石灰水、0.1%PAM、10%PAC，控制 pH 值为 6~9，搅拌速度为 70~90r/min，反应时间为 15~30min，进行混凝沉淀反应。
压滤、蒸发	废水经泵输送至压滤机，压滤产生的污泥贮存在污泥袋或污泥斗中，用叉车运输至焚烧车间进行焚烧处置，将滤液送至蒸发系统进行蒸发浓缩，浓缩过程产生的不凝气通过蒸发系统上的呼吸口设置套管将蒸发过程产生的不凝气送入处理系统。

### 2.2.3.3 焚烧车间

焚烧车间设置两条处置线，建设一条处置量为外部 30000t/a，内部二次危废 4599.75t/a，总处置能力为 34599.75t/a 的回转窑焚烧系统，另一条为年处置量外收 10000t/a 和内部处理回转窑产生炉渣飞灰 6288.6t/a，总处置能力为 16288.6t/a 的等离子熔融系统。

#### ①回转窑焚烧系统

回转窑焚烧系统包括危废预处理流程、热处理流程以及烟气净化流程。危废预处理流程包括危废的预处理和进料工序，分别为破碎+料坑混料+行车抓斗+进料系统；热处理流程为“回转窑+二燃室系统”；后续的烟气净化流程由 SNCR、急冷塔、活性炭吸附、布袋除尘、湿法脱酸、湿电除尘、SCR 及烟囱等组成。

#### A.危废预处理流程

## A、危废预处理流程

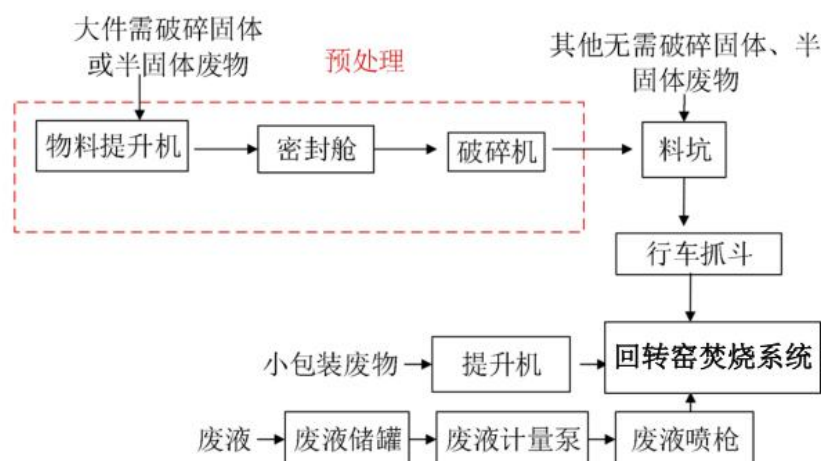


图 2.2-4 回转窑危废预处理流程图

**卸料：**在单独封闭的空间内进行，采取双闸门控制隔开，具体操作流程为：在料坑门关闭状态下，卸料大厅打开，车辆进入，车辆进入后卸料大厅门关闭，进行卸料；待卸料后料坑门关闭后方可打开卸料大厅门，车开出，再关闭卸料大厅门，防止室内气体外泄。

**破碎预处理：**根据日配伍方案，固体废物或半固体废物由叉车从暂存库送至卸料区。需破碎废物经破碎间提升机，提升机提到一定高度送至密封舱再利用液压进料至破碎系统经溜槽系统进入回转窑料坑。

**进料：**由于危险废物的多样性，进料必须具备较强的适应性，因此针对不同种类的物料，危险废物系统由以下几部分组成：固体废物采用抓斗进料、打包桶装废物用提升机进料、液体废物用泵送料。

## B.热处理流程以及烟气净化流程

回转窑焚烧系统的热处理流程由回转窑+二燃室组成，烟气净化流程包括余热锅炉（炉内 SNCR 脱硝）+急冷塔+干法塔+活性炭吸附+布袋除尘器+湿式洗涤塔+湿电除尘+GGH 加热器+SGH 换热器+SCR 脱硝系统组成。



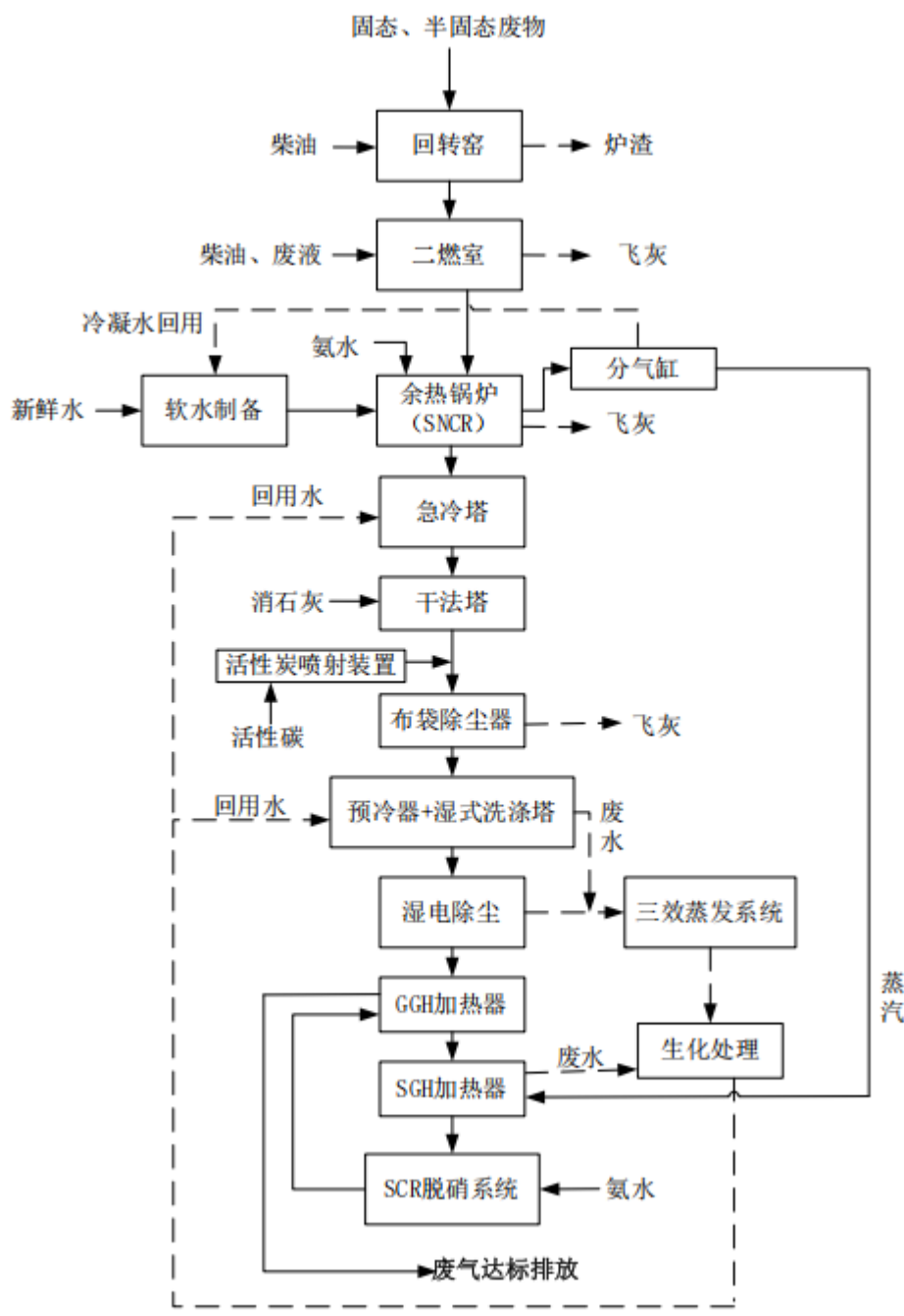


图 2.2-5 回转窑焚烧系统热处理+烟气净化工艺流程图

热处理工艺：由密闭的回转窑和二燃室组成，一般情况下，回转窑焚烧固体、半固体及膏状危险废物，低热值液体危废从窑头经雾化后喷入窑内燃烧，窑内焚烧温度一般 850~1000℃左右。高热值液体危险废物或辅助燃料作启动燃料使用。二燃室焚烧回转窑未燃尽的可燃气体、高热值液体危险废物或辅助燃料，二燃室焚烧温度>1100℃且烟气在>1100℃区域停留时间大于 2 秒。危险废物均由回转窑前端进入回转窑，固

体废物进料口、液体废物及混合进料口喷枪均布置在回转窑窑头部位。回转窑前端设有燃烧器和一次风，废物在回转窑连续旋转下，物料在窑内不停翻动、加热、干燥、分解和气化。首先投入辅助燃料燃烧器点火升温，当回转窑温度升至 750℃以上才可投入废液燃烧，回转窑及其整个焚烧系统均始终在负压状态下运行，当回转窑温度升至 850℃以上时投入固体废物焚烧，当固体废物形成熔融状态，沿着回转窑的倾斜角度和旋转方向缓慢移动，经 60min 左右的燃烧时间，熔融的流体从窑内流出，掉进水封刮板出渣机，经水淬冷却后，熔渣形成类玻璃状颗粒物，不会出现大块排渣。燃烧产生的烟气从窑尾进入二燃室再次升温燃烧，燃烧温度约在 1100~1250℃，烟气在二燃室的停留时间在 2 秒以上，确保进入焚烧系统的危险废物充分彻底地燃烧完全。为保障系统应急事故的发生时系统的安全，在二燃室顶部设置了紧急排放门（高 25m 内径 1200mm），当引风机出现故障时，二燃室顶部的紧急排放门会自动打开。焚烧系统采用柴油启动。正常操作时的耗油量主要取决于废物的热值，为保证焚烧炉的稳定运行，需要时要加入柴油作为辅助燃料。

烟气净化流程：包括余热锅炉（炉内 SNCR 脱硝）+急冷塔+干法塔（活性炭吸附）+布袋除尘器+湿式洗涤塔+湿电除尘+GGH 加热器+SGH 换热器+SCR 脱硝系统。

**表 2.2-4 焚烧车间烟气净化流程工艺说明**

流程	具体说明
余热锅炉 (炉内 SNCR 脱硝)	二燃室燃烧出口烟气设计温度为 1100℃以上，二燃室出口高温烟气进入余热锅炉，在烟气降温的同时与锅炉进行换热产生蒸汽，蒸汽从锅炉汽包排出，一部分经过热器过热后进入高温分汽缸进行蒸汽的分配使用，另一部分即从汽包引出饱和汽进入低温分汽缸以供使用；锅炉房上水先经软化水装置软化后进入软化水箱，除氧水泵将软化水箱中的软化水送入除氧器进行除氧，经除氧后的软化水再由锅炉给水泵送入锅炉。余热锅炉上进口处设置氨水喷头，通过在烟气中喷射氨水溶液与 NO <sub>x</sub> 反应脱硝（SNCR 法）。经过配置后的氨水溶液通过雾化泵提升进入喷嘴，喷嘴靠压力雾化喷入余热锅炉第一回程炉膛内，在 1100℃的环境下，烟气与喷入的雾化氨水溶液充分混合，烟气中 NO <sub>x</sub> 组分在 O <sub>2</sub> 的存在下与氨水发生还原反应，与此同时氨水溶液水分全部被烟气汽化并带走。
急冷塔	余热锅炉出口烟气经烟道从上方进入急冷塔，急冷塔上设置的旋转雾化喷头。在压缩空气的作用下，在喷头的内部，压缩空气与水经过若干次的打击，自来水被雾化成 0.08mm 左右的水滴，被雾化后的水滴与高温烟气充分换热，在短时间内迅速蒸发，带走热量。使得烟气温度在瞬间（0.8s）被降至 200℃。由于烟气在 200~500℃之间停留时间小于 1s，因此防止了二噁英的再合成；急冷塔预留氢氧化钠浓溶液喷入接口。

干法塔（干法脱酸）	经急冷塔降温后的烟气再进入干式反应器（脱酸），烟气温度由 190℃降到 175℃。干式脱酸是采用投加消石灰粉，并以很高的传质效率与烟气中的 SO <sub>2</sub> 等酸性物质混合反应，生成 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 、NaF 和 NaCl 等反应物，从而达到去除烟气中的酸性物质目的，消石灰粉储存在车间内。
活性炭吸附	在干式脱酸塔和袋式除尘器之间设置了活性炭喷射装置，烟气中的重金属类物质和可能残留的二噁英类物质被活性炭吸附，并在后续烟道和袋式除尘器滤袋表面发生持续性反应，随飞灰排出。用桶包装好的活性炭粉末运至厂内后，送至密闭贮罐内进行贮存，活性炭使用过程采用气力输送。
布袋除尘器	活性炭喷射装置出口烟气进入袋式除尘器，烟气中的粉尘、活性炭以及被其所吸附的污染物和反应物，均附着在滤袋外表面，通过滤袋的高效过滤作用，绝大部分粉尘被全部拦截，以飞灰的形式从灰斗处排出，净化后的烟气（约 165℃）从除尘器上部排出。 袋式除尘器采用脉冲自动清灰系统进行清灰，自动清灰系统通过 PLC 实现清灰全过程的自动控制。灰斗及排灰口设计，保证灰能自由流动排出灰斗。灰斗容量满足最大含尘量 8 小时满负荷运行的要求。
湿式洗涤塔（湿法脱酸）	湿法脱酸系统由两级塔组成，第一级成为洗涤塔或预冷塔，工作时把来自布袋除尘器的 165℃左右的烟气通过喷水的方式急速降到 80℃左右。烟气通过洗涤塔后进入碱洗塔，酸性气体成分主要在此塔内被吸附脱除。烟气继而进入碱洗塔，烟气中余下的 HCl、HF 以及 SO <sub>2</sub> 在上升过程中与从塔内上部喷淋装置喷淋出来的 NaOH 溶液混合接触反应，塔内共设置四层喷淋装置，每层喷淋装置由喷淋管道及喷嘴组成，整个喷淋覆盖率可达 300%，从而可以使烟气中的酸性气体充分吸收并反应。反应后的洗涤液循环喷入碱洗塔内，洗涤液回水的 pH 值自动监测，控制系统根据 pH 值的变化自动调节加药量，以保证碱洗塔的脱除效率。洗涤塔出口设置波纹板除雾器，通过该除雾器可从烟气流中去除所有液滴。
湿电除尘	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板/管，主要处理含水较高乃至饱和的湿气体，采用定期冲洗的方式，使粉尘随着冲刷液的流动而清除。
GGH 烟气—烟气加热器	烟气—烟气加热器（GGH）通过回收烟气中的显热来加热进入的烟气，提高烟气的温度，原烟气侧和净烟气侧的流动方向相反，通过这种设计实现高效的热交换。
SGH 蒸汽—烟气加热器	蒸汽—烟气加热器（SGH），加热洗涤后的烟气，以尽量减少烟囱出口的“白烟”现象。另外，后面的 SCR 处理工艺需要烟气处在较高的温度（190℃）以上，设置蒸汽—烟气加热器能使烟气达到所需的温度。
SCR 脱硝系统	主要包括氨水溶液喷枪、控制装置等。氨水溶液喷枪是喷射系统的核心也是整个 SCR 系统的关键部件。脱硝装置采用的喷枪，细雾平均粒子径 50μm 以下，能够加强氨水溶液与烟气混合的均匀性，从而加快氨水溶液与 NO <sub>x</sub> 之间的反应速度，提高脱硝效率。 SCR 需要催化剂。催化剂运行一段时间后，其活性会逐渐衰减，当不能满足设计值时，脱硝效率将会降低，氨的逃逸量将会增加，此时必须清洗或重新更换催化剂，一般催化剂的运行寿命为 5 年。

## ②等离子熔融系统

包括危废预处理流程、热处理流程以及烟气净化流程。危废预处理流程包括危废的预处理和进料工序，分别为破碎+料坑混料+行车抓斗+进料系统；热处理流程分别为“等离子熔融炉+二燃室系统”；后续的烟气处理原理相同，烟气净化流程由 SNCR、急冷塔、活性炭吸附、布袋除尘、湿法脱酸、湿电除尘、SCR 及烟囱等组成。

#### A.危废预处理流程

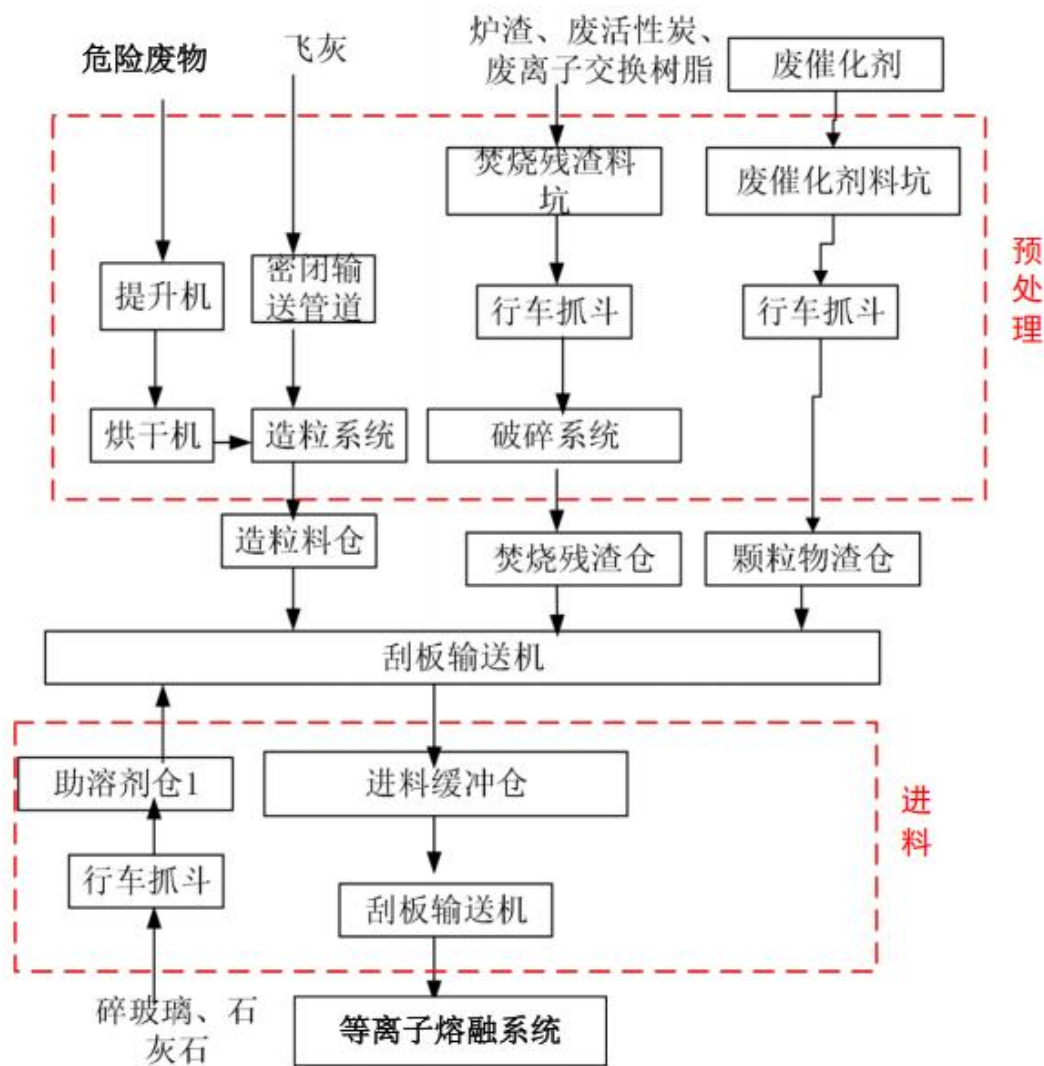


图 2.2-6 等离子熔融系统预处理流程图

废活性炭、废离子交换树脂、焚烧残渣破碎：废活性炭、废离子交换树脂、焚烧残渣通过叉车转运至焚烧残渣料坑进行暂存，料坑中的焚烧残渣通过行车抓斗至磁选机上料斗，进行磁选、破碎，在破碎机进口设有进料缓冲仓及振动给料机，振动给料机会过

滤掉小块物料直接进入焚烧残渣仓，大块的物料则会落入破碎机进行破碎，破碎后的粒径一般为 50mm，破碎后由下料斜槽送至炉渣料仓。

废催化剂：粒状危废（废催化剂）送至废催化剂坑，通过抓斗至废催化剂区颗粒物料仓。

湿污泥及飞灰造粒：污泥的来料方式为吨袋，在暂存库进行暂存，污泥干化机布置在卸料大厅二楼，吨袋来料之后，通过叉车转运至预处理系统，再通过电动葫芦提升至污泥干化机进料缓冲仓，料仓出口设双螺旋输送至圆盘干燥机内；热源（饱和蒸汽，由回转窑余热锅炉提供，每小时蒸汽量约 700~800kg/h，蒸汽温度 232℃）进入干燥机箱体及圆盘内和污泥进行传导式热交换，在此过程中，污泥中的水分受热蒸发形成蒸汽，完成污泥的干燥过程，含水率由 0%降低至 30%。干燥后污泥通过皮带送入造粒机造粒，同时转窑飞灰由气力密闭输送至飞灰料仓内，料仓出口设星形卸灰阀输送至造粒机造粒，造粒之后的物料粒径一般在 3~5mm。此过程全程采用密闭形式，造粒后的物料由下料斜槽送至造粒物仓。

## **B.热处理+烟气净化流程**

目前仅用回转窑已满足处置量，等离子熔融炉未启用（仅于 2023 年启用 22 天作为性能测试和验收用）。

等离子熔炉系统的热处理流程由等离子熔炉+二燃室组成，烟气净化流程包括 SNCR 脱硝反应塔+急冷塔+干法塔+活性炭吸附+布袋除尘器+湿式洗涤塔+湿电除尘+GGH 加热器+SGH 换热器+SCR 脱硝系统组成。

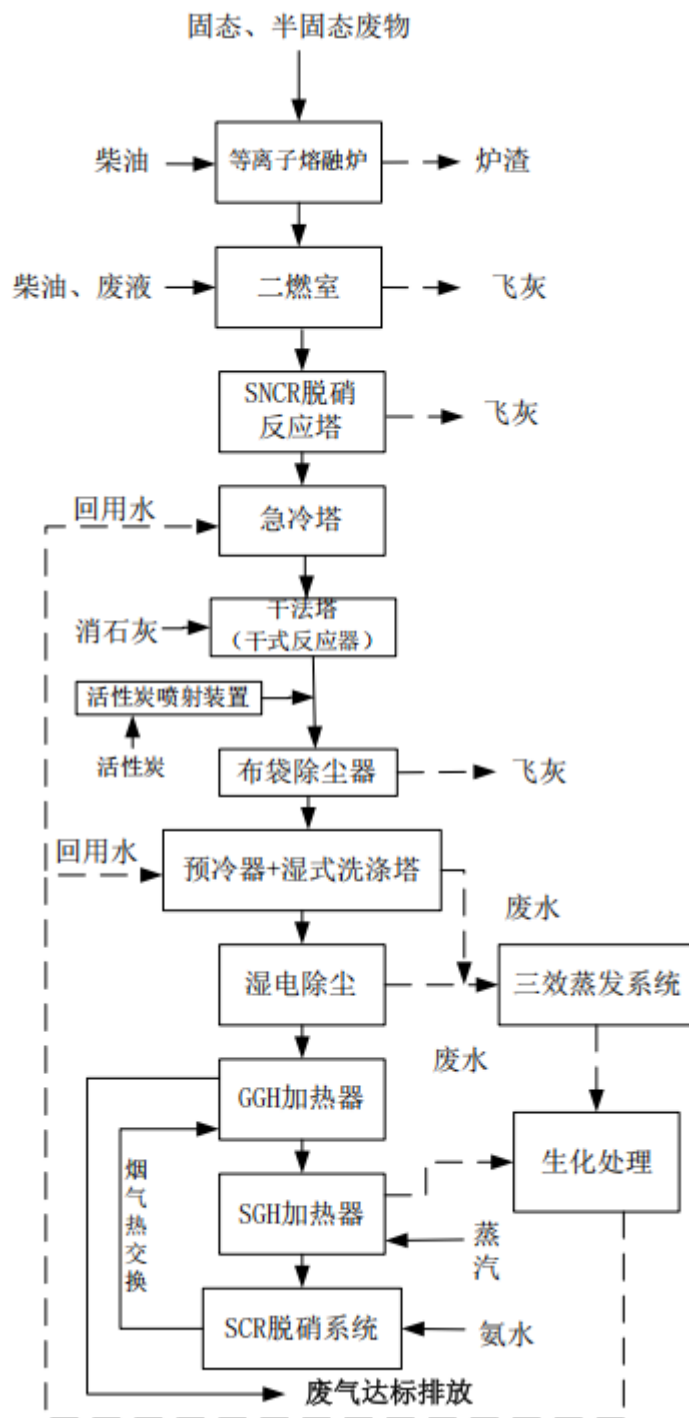


图 2.2-7 等离子熔融炉处置系统工艺流程及产污环节图

等离子熔融炉：进炉物料在熔融炉内有足够的能量（熔融炉温度约  $1500^{\circ}\text{C}$ ）和足够的反应时间形成熔融态物质。烟气温度可达到  $1100^{\circ}\text{C}$  以上的高温，使有机类废气基本燃尽，不但使废渣焚尽烧透，还从源头避开产生二噁英的工况区。

在反应过程中，需要添加适量辅料，如石灰石，玻璃碴等。石灰石的作用是增加熔浆的流动性同时起到一定的酸碱中和作用，钙的引入会与部分难熔金属形



成共熔物，降低难熔金属熔点，而且控制一定比例的硅钙铝的比例，有利于形成三相晶格，将重金属离子有效地包括在晶格中以形成良好的玻璃态渣。

二燃室：二燃室的作用主要是将等离子熔融炉过程中产生的合成气进一步燃烧分解，使之完全转化为  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{SO}_2$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{NO}_x$  等气体。二燃室设置 2 台辅助燃烧器，使用轻柴油（备用）作为燃料，当炉膛温度低于设定值时，燃烧器自动开启，当炉膛温度高于设定值时燃烧器自动关闭。

系统供风：在等离子炉内采用独立供风，废物被推送至等离子炉内，物料在等离子炉内进行缺氧还原性反应，仅需少量一次风。沿二燃室环向布置风箱，风管旋向布置，二次助燃空气风速为  $30\sim 50\text{m/s}$ ，在二次风的带动下，烟气呈螺旋上升，加强了烟气与空气的混合，延长了烟气在炉内的停留时间。燃室采用较高的二次助燃空气风速，使得二次助燃空气系统的阻力加大，因此二次助燃空气风机压头较高。

烟气净化流程：为确保烟气达标排放，烟气净化工艺采用 SNCR 脱硝反应塔+急冷塔+干法塔+活性炭吸附+布袋除尘器+湿式洗涤塔+湿电除尘+GGH 加热器+SGH 换热器+SCR 脱硝系统，详见表 2.2-10 焚烧车间烟气净化流程介绍。

#### 2.2.3.4 废桶清洗车间

废旧包装桶（HW49）年处理量 8000t/a，主要为处理装废机油、液压油类的 200L 铁桶、装树脂类的 200L 的废包装铁桶、装液态化工原料（丁酮、丁二醇、脂肪酸酯等）的废包装铁桶、装油漆类的 200L 铁桶，废包装桶的残液主要为有机类物质，不收装有剧毒物废包装桶。废包装桶处理过程不喷漆，产出产品符合《废金属包装容器再生技术规范》（咨询稿）中再生桶性能要求或钢板要求，一部分作为钢板卖掉，一部分去下游成品桶制造商，不作为成品桶外卖。

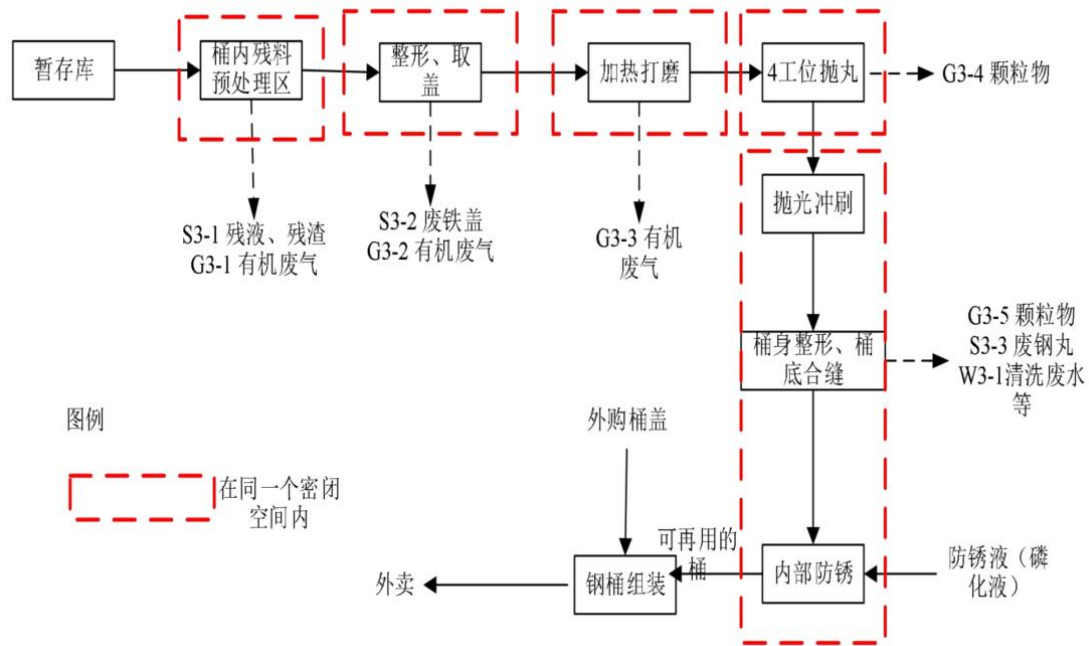


图 2.2-8 废桶清洗车间组装工艺流程图

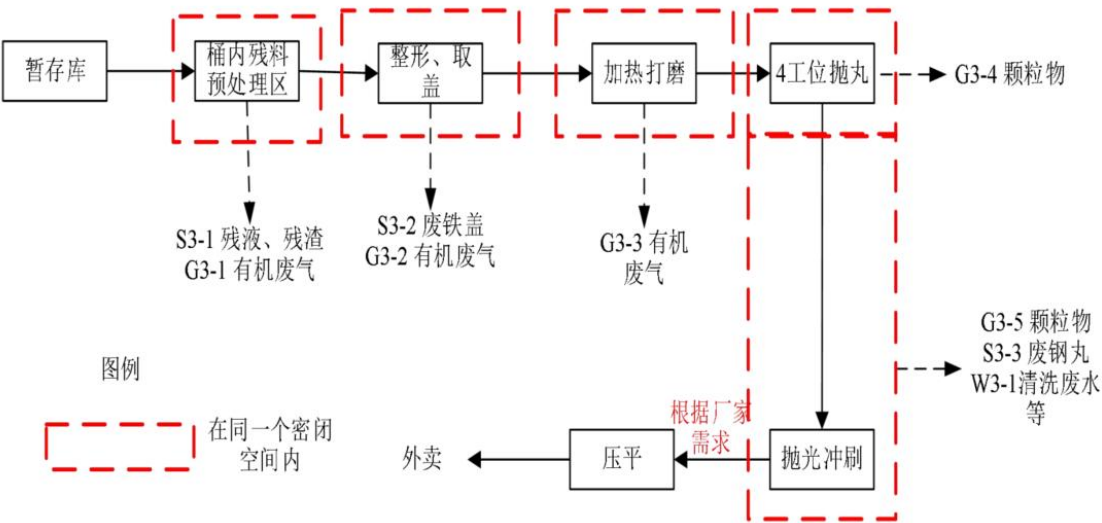


图 2.2-9 废桶清洗车间压平工艺流程图

工艺说明如下表所示。

表 2.2-5 废桶清洗车间工艺说明表

单元	功能说明
残料预处理区	<p>将处置的废包装桶输送至洗桶车间二楼单独设置的密闭预处理间内进行预处理。在密闭空间内，打开闭口桶桶盖，通过吸残装置对闭口桶内残料进行吸残，开口钢桶则通过人工进行刮料后，刮出的残料使用 200L 小桶放置后，送入回转窑焚烧处理。</p> <p>废桶预处理过程产生的残液以固体废物经收集后，分别存放至 200L 桶内密闭储存，至一定量后输送至焚烧系统进行处置。</p>
桶口整形、取盖	<p>闭口桶除杂完毕后，由自动设备输送至落盖系统内，通过自动落盖机，实施闭口桶的落盖工序，通过落盖处置系统内压盘和桶边的作用下，首先对桶盖进行整形以便后续落盖工序的正常进行。整形后的钢桶，在运转过程中桶的卷口缝隙中插入一把开缝刀，使卷口与桶身有间隙，然后再把拔刀插入间隙继续扩大间隙并拔压卷边，使卷边逐渐展开，实现对桶盖的剥离，并通过传输机构，将桶盖与桶身分别输送至下个工序。</p> <p>桶盖经收集后，因无利用价值，集中收集后作为危险固废输送至焚烧预处理单元进行处置；桶身则输送至后续的烘干打磨系统内继续处置。</p>
加温打磨	<p>被卸去桶盖（底）的钢桶，通过链条运输至全自动的多工位喷烧打磨系统上（打磨系统为一个密闭工作空间），分别对钢桶内壁进行喷烧烘干、打磨操作，系统通过对桶内喷烧时间的控制（设有自动喷柴油燃烧喷头，喷管四周缠绕钢刷，柴油使用量为每个桶约 0.5kg，每次喷烧时间不高于 15s，控制桶壁温度不高于 180℃），实现对桶内物料的软化，再使用钢刷对桶内壁进行旋转打磨，以实现去除桶内壁残余物料的目的。</p>
抛丸	<p>对钢桶进行表面抛丸（利用钢丸进行抛丸）处理，对钢桶内外表面进行抛丸处置。经喷烧打磨处理完毕内壁后，钢桶由链条传送系统自动传送至抛丸机内，通过抛丸系统对桶内、外壁进行抛丸处理。</p>
抛光冲刷	<p>抛丸后的钢桶将由机械自动输送至密闭的抛光房内进行抛光处理。钢桶抛光是将钢桶在抛丸之后的再次打磨，通过不同型号的钢刷的二次处理，可以使抛丸后的钢桶内部亮度更加均匀，并去除抛丸后钢桶底缝中存有的钢丸。</p>
整形、合缝	<p>对桶底桶缝进行压合，加强桶底底缝的缝合度，加强了翻新钢桶的质量强度。</p>
桶内防锈	<p>采用专用雾化磷化机对整形后的钢桶进行磷化防锈，磷化剂（三乙醇胺和亚硝酸钠配成磷化液）与钢桶内表面接触发生磷化反应，生成防锈膜，可极大提高再生钢质量。磷化液通过雾化喷入桶内，将桶内壁湿润，不产生废水。</p>

单元	功能说明
风干	采用电吹风设备，对除锈后的铁桶进行风干，进一步干燥铁桶内壁。热风机常开，在风温约温度 60℃的情况下风干 30s，铁桶到达该工位时被加热干燥。
桶内组装或压平	<p>根据下游厂家需求，可以对经过抛光冲刷后的桶身，通过专业机械设备将桶身沿横向与纵向进行切展，后输送至板材压板机进行压平，制成板材后，进行出售。对此部分桶身不进行整形、合缝以及内部防锈。</p> <p>桶内组装：防锈后的桶跟外购桶盖进行组装，组装后外卖</p>

## 2.2.4 生产工况简介

现有项目的服务主要为处理处置外收危险废物 78000t/a，采用热处理、物化处理以及综合利用，涉及《国家危险废物名录》16 大类，包括 HW02 医药废物、HW03 废药物、药品、HW04 农药废物、HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物 HW08 废矿物油与含矿物油废物、HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液、HW11 精（蒸）馏残渣、HW12 染料、涂料废物、HW13 有机树脂类废物、HW16 感光材料废物、HW17 表面处理废物、HW34 废酸、HW35 废碱、HW45 含有机卤化物废物、HW49 其他废物、HW50 废催化剂，近三年实际处理量如下表所示：

表 2.2-6 2022 年公司危废处置量（t/a）

废物类别	物化车间	焚烧车间		废桶清洗车间	合计
		等离子熔融系统	回转窑焚烧系统		
HW02 医药废物	0	0	5.1672	0	5.1672
HW03 废药物、药品	0	0	10.389	0	10.389
HW04 农药废物	0	0	6.105	0	6.105
HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物	0	0	40.439	0	40.439
HW08 废矿物油与含矿物油废物	0	0	210.908	0	210.908
HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液	0	0	95.572	0	95.572
HW11 精（蒸）馏残渣	0	0	82.963	0	82.963
HW12 染料、涂料废物	0	0	961.9539	0	961.9539
HW13 有机树脂类废物	0	0	142.853	0	142.853
HW16 感光材料废物	0	0	80.689	0	80.689
HW17 表面处理废物	200	0	482.18	0	682.18

HW34 废酸	5.5475	0	0.11	0	5.6575
HW35 废碱	9.0285	0	0	0	9.0285
HW49 其他废物		0	1155.05	0	1155.05
合计	214.576	0	3274.379	0	3488.955
总设计处理能力	30000	10000	30000	8000	78000
实际工况比	0.72%	0.00%	10.91%	0.00%	4.47%

表 2.2- 72023 年公司危废处置量 (t/a)

废物类别	物化车间	焚烧车间		废桶清洗 车间	合计
		等离子熔融 系统	回转窑焚烧 系统		
HW02 医药废物	0	0	421.3995	0	421.3995
HW03 废药物、药品	0	0	440.474	0	440.474
HW04 农药废物	0	0	69.95265	0	69.95265
HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物	107.5327	0	1063.808	0	1171.341
HW08 废矿物油与含矿物油废物	27.5346	0	1399.189	0	1426.724
HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液	199.4445	0	257.272	0	456.7165
HW11 精（蒸）馏残渣	0	0	367.785	0	367.785
HW12 染料、涂料废物	0	0	2921.733	0	2921.733
HW13 有机树脂类废物	0	0	1363.144	0	1363.144
HW16 感光材料废物	0.038	0	486.1984	0	486.2364
HW17 表面处理废物	502.7157	249.615	0	0	752.3307
HW34 废酸	111.0992	0	0	0	111.0992
HW35 废碱	119.5371	0	0	0	119.5371
HW49 其他废物	0	18.3085	3199.176	0	3217.485
合计	1067.902	267.9235	11990.134	0	13325.96
总设计处理能力	30000	10000	30000	8000	78000
实际工况比	3.56%	2.68%	39.97%	0.00%	17.08%

表 2.2- 82024 年公司危废处置量 (t/a)

废物类别	物化车间	焚烧车间		废桶清洗 车间	合计
		等离子熔融 系统	回转窑焚烧 系统		
HW02 医药废物	0	0	596.1254869	0	596.1254869
HW03 废药物、 药品	0	0	757.78378	0	757.78378

废物类别	物化车间	焚烧车间		废桶清洗车间	合计
		等离子熔融系统	回转窑焚烧系统		
HW04 农药废物	0	0	65.5481	0	65.5481
HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物	26.271	0	2574.79948	0	2601.07048
HW08 废矿物油与含矿物油废物	21.001	0	1503.04029	0	1524.04129
HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液	221.255	0	1230.3317	0	1451.5867
HW11 精（蒸）馏残渣	0	0	632.7705	0	632.7705
HW12 染料、涂料废物	0	0	5101.046465	0	5101.046465
HW13 有机树脂类废物	0	0	1576.64106	0	1576.64106
HW16 感光材料废物	0.175	0	2059.57019	0	2059.74519
HW17 表面处理废物	200.093	0	0	0	200.093
HW34 废酸	377.4265	0	0	0	377.4265
HW35 废碱	503.280059	0	0	0	503.280059
HW49 其他废物	0	0	6566.060914	0	6566.060914
合计	1349.501559	0	22663.71797	0	24013.21952
总设计处理能力	30000	10000	30000	8000	78000
实际工况比	4.50%	0.00%	75.55%	0.00%	30.79%

根据企业 2022~2024 年的物化车间、焚烧车间和废桶清洗车间的实际生产能力统计数据可知，企业物化车间的实际运营工况极低，2022~2024 年期间实际工况比均低于 5%；焚烧车间的回转窑焚烧系统生产负荷则发生较大的提升，从 2022 年的 10.91%提升到 2024 年的 75.55%，等离子熔融系统除 2023 年曾有短暂运行情况外，其余时间均处于停产状态；废桶清洗车间则一直处于停运状态。

## 2.2.5 主要污染物治理实施及排放达标性分析

### 2.2.5.1 废气污染物

#### （1）废气的产生及处理



公司废气的产生和治理排放方式如下表所示：

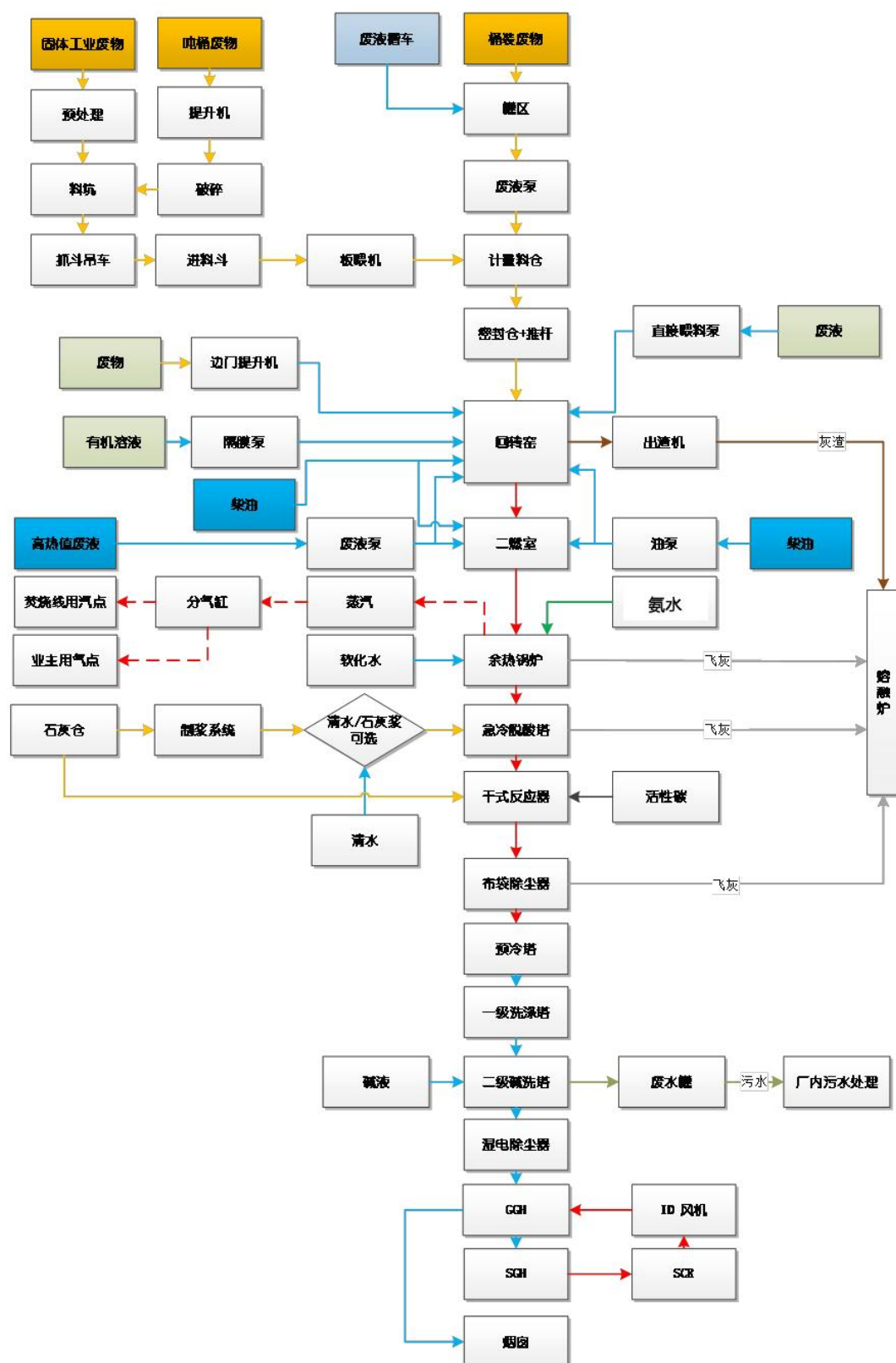
表 2.2-9 公司大气污染源列表

车间/项目	产污工序	污染物类型	收集方式	处理方式	排气筒编号
焚烧车间	回转窑焚烧系统	--	管道收集	SNCR 脱硝+半干急冷脱酸+活性炭吸附+布袋除尘+湿法脱酸+湿式电除尘+低温 SCR 脱硝	1#
	等离子熔融系统（注：于停用状态）	---	管道收集	SNCR 脱硝+半干急冷脱酸+活性炭吸附+布袋除尘+湿法脱酸+湿式电除尘+低温 SCR 脱硝	2#
乙类暂存库	暂存	有机废气、臭气	仓库负压抽风	碱喷淋+活性炭吸附塔吸附	6#
丙类暂存库	暂存	有机废气、臭气	仓库负压抽风	碱喷淋+活性炭吸附塔吸附	7#
物化车间	有机废液物化处理	有机废气	收集口管道收集	酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附	3#
	无机废液线	碱性、酸性气体	收集口管道收集		
	压滤间	有机废气、酸性气体、臭气	密闭空间负压抽风		
	废水处理间	臭气	密闭罩		
废桶清洗车间 （注：处于停用状态）	倒残过程	有机废气	密闭空间	碱液喷淋+UV 光解+活性炭吸附	4#
	落盖过程	有机废气	密闭空间		
	加温打磨	有机废气	密闭空间，作为焚烧系统供风	布袋除尘设备	5#
	抛丸	颗粒物	密闭空间		
实验室	实验过程	酸性气体	管道收集	碱喷淋塔	8#

## （2）废气的处理

### ①焚烧车间烟气净化处理流程

公司焚烧车间烟气净化处理工艺如下图所示。



注：由于市场原因，等离子熔融炉基本不启用，故焚烧产生的炉渣、飞灰交给有资质的单位处理。

图 2.2- 10 公司废气处理工艺流程示意图

为确保烟气达标排放，焚烧车间烟气净化工艺均采用“SNCR 脱硝+半干急冷脱酸+活性炭吸附+布袋除尘+湿法脱酸+湿式电除尘+低温 SCR 脱硝”的烟气净化工艺和技术。焚烧车间烟气净化流程说明如下表所示：

表 2.2- 10 焚烧车间烟气净化流程工艺说明

流程	具体说明
SNCR 脱硝	二燃室燃烧出口烟气设计温度为 1100℃以上，二燃室出口高温烟气进入余热锅炉，在烟气降温的同时与锅炉进行换热产生蒸汽，蒸汽从锅炉汽包排出，一部分经过热器过热后进入高温分汽缸进行蒸汽的分配使用，另一部分即从汽包引出饱和汽进入低温分汽缸以供使用；锅炉房上水先经软化水装置软化后进入软化水箱，除氧水泵将软化水箱中的软化水送入除氧器进行除氧，经除氧后的软化水再由锅炉给水泵送入锅炉。余热锅炉上进口处设置氨水喷头，通过在烟气中喷射氨水溶液与 NO <sub>x</sub> 反应脱硝（SNCR 法）。经过配置后的氨水溶液通过雾化泵提升进入喷嘴，喷嘴靠压力雾化喷入余热锅炉第一回程炉膛内，在 1100℃的环境下，烟气与喷入的雾化氨水溶液充分混合，烟气中 NO <sub>x</sub> 组分在 O <sub>2</sub> 的存在下与氨水发生还原反应，与此同时氨水溶液水分全部被烟气汽化并带走。
急冷塔	余热锅炉出口烟气经烟道从上方进入急冷塔，急冷塔上设置的旋转雾化喷头。在压缩空气的作用下，在喷头的内部，压缩空气与水经过若干次的打击，自来水被雾化成 0.08mm 左右的水滴，被雾化后的水滴与高温烟气充分换热，在短时间内迅速蒸发，带走热量。使得烟气温度在瞬间（0.8s）被降至 200℃。由于烟气在 200~500℃之间停留时间小于 1s，因此防止了二噁英的合成；急冷塔预留氢氧化钠浓溶液喷入接口。
干法塔（干法脱酸）	经急冷塔降温后的烟气再进入干式反应器（脱酸），烟气温度由 190℃降到 175℃。干式脱酸是采用投加消石灰粉，并以很高的传质效率与烟气中的 SO <sub>2</sub> 等酸性物质混合反应，生成 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 、NaF 和 NaCl 等反应物，从而达到去除烟气中的酸性物质目的，消石灰粉储存在车间内。
活性炭吸附	在干式脱酸塔和袋式除尘器之间设置了活性炭喷射装置，烟气中的重金属类物质和可能残留的二噁英类物质被活性炭吸附，并在后续烟道和袋式除尘器滤袋表面发生持续性反应，随飞灰排出。用桶包装好的活性炭粉末运至厂内后，送至密闭贮罐内进行贮存，活性炭使用过程采用气力输送。
布袋除尘器	活性炭喷射装置出口烟气进入袋式除尘器，烟气中的粉尘、活性炭以及被其所吸附的污染物和反应物，均附着在滤袋外表面，通过滤袋的高效过滤作用，绝大部分粉尘被全部拦截，以飞灰的形式从灰斗处排出，净化后的烟气（约 165℃）从除尘器上部排出。 袋式除尘器采用脉冲自动清灰系统进行清灰，自动清灰系统通过 PLC 实现清灰全过程的自动控制。灰斗及排灰口设计，保证灰能自由流动排出灰斗。灰斗容量满足最大含尘量 8 小时满负荷运行的要求。

湿式洗涤塔 (湿法脱酸)	湿法脱酸系统由两级塔组成，第一级成为洗涤塔或预冷塔，工作时把来自布袋除尘器的 165℃左右的烟气通过喷水的方式急速降到 80℃左右。烟气通过洗涤塔后进入碱洗塔，酸性气体成分主要在此塔内被吸附脱除。烟气继而进入碱洗塔，烟气中余下的 HCl、HF 以及 SO <sub>2</sub> 在上升过程中与从塔内上部喷淋装置喷淋出来的 NaOH 溶液混合接触反应，塔内共设置四层喷淋装置，每层喷淋装置由喷淋管道及喷嘴组成，整个喷淋覆盖率可达 300%，从而可以使烟气中的酸性气体充分吸收并反应。反应后的洗涤液循环喷入碱洗塔内，洗涤液回水的 pH 值自动监测，控制系统根据 pH 值的变化自动调节加药量，以保证碱洗塔的脱除效率。洗涤塔出口设置波纹板除雾器，通过该除雾器可从烟气流中去除所有液滴。
湿电除尘	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板/管，主要处理含水较高乃至饱和的湿气体，采用定期冲洗的方式，使粉尘随着冲刷液的流动而清除。
GGH 烟气—烟 气加热器	烟气—烟气加热器（GGH）通过回收烟气中的显热来加热进入的烟气，提高烟气的温度，原烟气侧和净烟气侧的流动方向相反，通过这种设计实现高效的热交换。
SGH 蒸汽—烟气 加热器	蒸汽—烟气加热器（SGH），加热洗涤后的烟气，以尽量减少烟囱出口的“白烟”现象。另外，后面的 SCR 处理工艺需要烟气处在较高的温度（190℃）以上，设置蒸汽—烟气加热器能使烟气达到所需的温度。
SCR 脱硝系统	主要包括氨水溶液喷枪、控制装置等。氨水溶液喷枪是喷射系统的核心也是整个 SCR 系统的关键部件。脱硝装置采用的喷枪，细雾平均粒径 50μm 以下，能够加强氨水溶液与烟气混合的均匀性，从而加快氨水溶液与 NO <sub>x</sub> 之间的反应速度，提高脱硝效率。 SCR 需要催化剂。催化剂运行一段时间后，其活性会逐渐衰减，当不能满足设计值时，脱硝效率将会降低，氨的逃逸量将会增加，此时必须清洗或重新更换催化剂，一般催化剂的运行寿命为 5 年。

其中，焚烧车间烟气二噁英治理措施如下：

（1）回转窑焚烧炉将采取以下措施减少二噁英的产生：a、通过炉前配伍，减少 PCDDs、PDDFs 物质及高含氯物质进入焚烧的危废中，根据《危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范》中对 Cl 含量的要求，保证入炉混合料含氯低于 5%。b、系统采用全过程动态模糊控制系统热平衡、各段空气系数配比、燃烧温度、滞留时间。在启停炉与炉温不足时采用自动控制系统确保启动助燃器达到既定炉温。二燃室的高温 and 一定氧含量条件下完全反应，防止烟气中二噁英等物质残存。c、燃烧室内设置有角度的二次空气进口及足够的容积，使可燃性气体旋转燃烧，提高烟气停留时间，并通过稳定的燃烧（全自动温度控制），控制二噁英分解达 99% 以上。配备焚烧炉自动控制系统，焚烧危险废物时，使二燃室焚烧温度严格控制在 1100℃ 以上，PCDD\PCDFs 等在 800℃ 以上就

能完全分解。当二燃室炉温低于所要求温度时，加助燃柴油使温度达到 1100℃以上，并控制焚烧炉内的 CO 浓度在 50ppm 下、O<sub>2</sub> 的浓度在 6%以上，烟气在燃烧室内停留时间在 2 秒以上，从而使易生成 PCDD\PCDFs 等物质能完全分解。d、固体废物经給料装置送入焚烧炉内燃烧，液体废物经加压泵喷入一次燃烧室雾化燃烧，燃烧产生的烟气则进入二燃室，在充分燃尽后依次进入余热锅炉和急冷塔，在急冷塔通过喷淋水雾将排出的烟气在 1s 内从 500℃左右急冷至 200℃以下，尽量防止烟气中出现二噁英的再合成。将经急冷后的烟气再喷入活性炭粉末和消石灰粉末，利用活性炭粉末和消石灰粉末吸附除去烟气中可能含的极少量再合成的二噁英以及烟气本身所含的重金属等有毒有害物质，再经布袋除尘处理装置+湿法处理装置处理后达标排放。

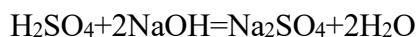
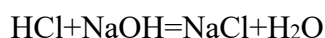
### ②仓库的有机废气、臭气处理流程

乙类暂存库以及丙类暂存库分别设一套碱喷淋+活性炭吸附塔吸附，分别经 15 米和 25m 高排气筒，排气筒编号分别为 6#、7#。

### ③物化车间废气处理流程

物化车间有机废液物化处理会产生有机废气，无机废液处理过程产生酸性气体，过滤间产生有机废气、酸性气体、臭气，废水处理间产生臭气，车间废气收集后经 1 套“碱液喷淋+UV 光解+活性炭吸附”装置进行处理，处理后由 1 条 25 米高排气筒达标排放，排气筒编号 3#。

碱液喷淋塔采用 5%~10%的氢氧化钠溶液作为吸收液，吸收时氯化氢、硫酸雾等酸性气体与吸收液发生如下反应：



HCl 吸收后转化为 NaCl，NaCl 在水中溶解度较大，通过控制吸收液体积，使一次反应的 NaCl 能完全溶解在水中，使吸收反应顺利进行。吸收液通过水泵泵入净化塔顶部，经由布水器和填料层回落至塔底溶液箱。如此反复循环使用，直至接近饱和吸收时再更换新的碱液。生产中挥发出来的酸雾通过离心风机出口正压引入净化塔进风段，气体经均风板向上流动至第一滤料层，与第一级喷嘴喷出的中和液接触反应。吸收后的废气继续向上流动至第二滤料层，与第二级喷嘴喷出的中和液接触，再次发生中和反应，然后通过旋流板，由塔顶烟囱排入大气。

碱喷淋+除雾+UV 光解+活性炭吸附技术较为成熟，在工程中得到广泛地应用。

#### ④废桶清洗车间废气处理流程（注：目前处于停用状态）

##### A.预处理以及落盖有机废气处理措施

废桶清洗车间预处理操作间（倒残、刮料）在洗桶车间二楼进行，采用局部排风+整体排风方式，预处理操作间设有排风系统，同时在操作工位设置吸风罩进行局部吸风；落盖过程在一楼进行，倒残后的桶利用输送带将桶输送至落盖操作间，落盖为机械化自动落盖，落盖设备前后均设有控制门，通过抽风系统使设备内为微负压状态。

上述两股废气收集后引至同一套碱喷淋+除雾+UV 光解+活性炭吸附处理后 15m 高排废气桶外排，收集效率 95%，设计处理效率为 90%。

##### B.加温打磨过程有机废气处理措施

废桶清洗车间在加温打磨过程中利用柴油点火作为热源，热源中心温度可达到 500 摄氏度以上，会产生有机废气，由于此部分废气热值较高，引至回转窑，作为回转窑的补风进行焚烧处理。

##### C.抛丸过程粉尘

废桶清洗车间利用钢丸进行抛丸，利用钢刷进行打磨，利用钢丸进行抛丸。抛丸、抛光股过程会产生金属粉尘，金属粉尘均在密闭操作空间内产生，操作空间前后均有设控制门，通过抽风系统使设备内为微负压状态，收集效率取 95%，废气通过车间顶部集气口引至布袋除尘器进行处理，处理效率取 90%。粉尘经脉冲式布袋除尘设备处理后 15m 高烟囱排放。脉冲式布袋除尘治理措施较为成熟，在工程中得到广泛地应用，措施可行。

#### ⑤实验室废气处理流程

实验室分析过程会产生实验室废气，主要为酸性气体（盐酸、硝酸），废气通过安全台的抽风系统引至楼顶经碱喷淋塔吸收后 25m 高排气筒（排气筒编号 8#）排放。

#### （3）大气污染物治理效果

根据我司 2023 年~2024 年的生产情况，由于等离子熔融炉和废桶清洗车间并没有实质性运行，因此确定我司实际大气污染物主要来自于以下几个污染源：

①回转窑焚烧线焚烧烟气处理排放口（1#）：监测数据来源于 2023 年 3 月~12 月、2024 年全年在数据线监测及日常委外监测报告。

②物化车间废气排放口（3#）、乙类暂存库废气排放口（6#），丙类暂存库废



气排放口（7#）、实验室废气排放口（8#）：监测数据来源于 2023 年 3 月~12 月、2024 年全年委托广州华鑫检测技术有限公司进行的大气污染物自行检测报告。

表 2.2-11 回转窑焚烧线 2023 年 3 月~2023 年 12 月在线监测数据统计结果一览表

内容	项目	平均小时 风量 (m³/h)	日均折算浓度 (mg/m³)					含氧量 (%)
			颗粒物	二氧化硫	氮氧化物	一氧化碳	氯化氢	
2023.03	最大值	25377	5.379	8.690	63.202	31.939	4.594	14.15
	最小值	17245	1.065	1.808	7.364	0.232	0.358	7.48
	平均值	22234	1.523	4.390	18.248	7.187	1.368	9.51
2023.06	最大值	24368	12.659	33.544	54.890	44.808	3.395	11.09
	最小值	18078	1.246	3.641	11.516	6.369	0.277	6.47
	平均值	21659	2.333	9.347	23.602	22.259	1.140	9.49
2023.07	最大值	23303	1.671	18.713	39.082	68.779	0.943	12.96
	最小值	20125	1.215	6.116	18.821	1.315	0.354	9.84
	平均值	21871	1.387	8.678	27.596	12.770	0.548	11.18
2023.10	最大值	24589	10.892	6.696	85.178	55.949	0.971	15.69
	最小值	14332	1.109	0.489	15.035	10.459	0.211	7.17
	平均值	22815	1.909	4.848	25.326	28.691	0.538	8.10
2023.11	最大值	23664	1.138	7.222	48.979	26.291	0.565	8.47
	最小值	21386	0.774	5.801	9.716	0.323	0.071	7.57
	平均值	22605	1.010	6.407	24.850	11.113	0.181	8.03
2023.12	最大值	24684	4.208	7.539	63.964	35.158	0.391	8.82
	最小值	20918	0.875	5.410	28.387	1.862	0.049	7.08
	平均值	22992	1.491	6.498	45.472	8.108	0.219	8.00
日均排放限值		/	20	80	250	80	50	/
达标情况		/	达标	达标	达标	达标	达标	/

备注：项目 2023 年 3 月为试生产阶段，2023 年 6 月完成竣工环保验收，正式投产，8 月、9 月停产检修。

表 2.2-12 回转窑焚烧线 2024 年全年在线监测数据统计结果一览表

内容	项目	平均小时 风量 (m³/h)	日均折算浓度 (mg/m³)					含氧量 (%)
			颗粒物	二氧化硫	氮氧化物	一氧化碳	氯化氢	
2024.01	最大值	33683	2.061	28.072	57.251	16.288	1.086	9.706
	最小值	16837	0.823	6.686	30.717	2.535	0.288	7.616
	平均值	22137	1.112	12.520	44.375	8.316	0.518	8.343
2024.04	最大值	33185	1.258	6.115	54.794	15.812	1.279	11.109
	最小值	16570	0.766	0.243	22.978	0.730	0.772	6.732

内容	项目	平均小时 风量 (m³/h)	日均折算浓度 (mg/m³)					含氧量 (%)
			颗粒物	二氧化硫	氮氧化物	一氧化碳	氯化氢	
	平均值	22786	0.870	1.545	40.232	6.419	0.939	8.349
2024.05	最大值	39314	1.140	11.502	70.841	17.338	1.083	12.005
	最小值	12495	0.679	0.423	30.438	0.207	0.137	7.954
	平均值	23519	0.851	4.146	49.493	3.056	0.645	10.261
2024.06	最大值	35981	1.729	11.065	53.936	6.208	0.959	11.965
	最小值	14776	0.587	3.696	24.153	0.930	0.216	6.987
	平均值	22044	1.321	5.065	34.196	2.628	0.466	7.609
2024.07	最大值	33646	1.767	11.017	57.805	6.042	0.993	8.024
	最小值	16695	1.180	4.076	24.802	0.765	0.309	6.855
	平均值	22977	1.346	5.954	38.320	2.668	0.527	7.418
2024.08	最大值	31384	1.648	11.461	67.973	4.737	0.884	8.472
	最小值	17966	1.320	5.551	45.897	1.376	0.408	7.094
	平均值	23196	1.472	7.786	55.790	2.876	0.585	7.802
2024.10	最大值	29998	5.437	5.215	42.153	6.335	1.666	8.056
	最小值	16912	1.127	3.319	13.029	1.696	0.646	6.012
	平均值	21063	2.561	4.180	30.082	4.093	0.852	7.438
2024.11	最大值	34272	1.129	11.282	62.553	4.465	1.781	8.279
	最小值	17366	0.865	4.007	32.668	0.669	0.155	6.445
	平均值	23052	1.004	6.978	45.350	2.534	0.894	7.563
2024.12	最大值	36851	1.260	9.129	64.097	4.761	0.699	8.746
	最小值	16976	0.994	3.400	42.520	0.119	0.194	7.445
	平均值	23522	1.107	5.406	55.787	1.487	0.472	8.000
日均排放限值		/	20	80	250	80	50	/
达标情况		/	达标	达标	达标	达标	达标	/

备注：2024 年 2 月、3 月、9 月，企业均处于停产状态。本次监测数据统计是在剔除设备标记、校准、维修、起炉，停炉、故障等情况下进行的统计，带\*数据属于有效超标数据。监测浓度数据已按照基准氧含量 11%进行折算。

由上表可知，现有项目回转窑焚烧线焚烧烟气处理排放口（1#）在 2023 年 3 月~2024 年 12 月，有组织排放的各大气污染物日均浓度监测值均能达标。

表 2.2-13 2023 年公司有组织废气监测情况

时间	检测 点位	项目		检测结果	标准 限值	是否 达标	
2023.3	回转窑 焚烧线 焚烧烟 气处理 后排放口 （1#）	标干流量		32238	/	/	
		汞及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	5.9×10 <sup>-3</sup>	0.04	达标	
			排放速率（kg/h）	1.9×10 <sup>-4</sup>	/	/	
		镉及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	1.9×10 <sup>-5</sup>	0.008	达标	
			排放速率（kg/h）	6.1×10 <sup>-7</sup>	/	/	
		砷及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	7×10 <sup>-4</sup>	0.03	达标	
			排放速率（kg/h）	2.3×10 <sup>-5</sup>	/	/	
		铅及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	5×10 <sup>-4</sup>	0.2	达标	
			排放速率（kg/h）	1.6×10 <sup>-5</sup>	/	/	
		铬及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	1.4×10 <sup>-3</sup>	0.4	达标	
			排放速率（kg/h）	4.5×10 <sup>-5</sup>	/	/	
		铊及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	2.4×10 <sup>-5</sup>	0.05	达标	
			排放速率（kg/h）	7.7×10 <sup>-7</sup>	/	/	
		锡及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	ND	/	/	
			排放速率（kg/h）	4.8×10 <sup>-6</sup>	/	/	
		锑及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	6.2×10 <sup>-4</sup>	/	/	
			排放速率（kg/h）	2.0×10 <sup>-5</sup>	/	/	
		铜及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	9×10 <sup>-4</sup>	/	/	
			排放速率（kg/h）	2.9×10 <sup>-5</sup>	/	/	
		锰及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	2.52×10 <sup>-3</sup>	/	/	
			排放速率（kg/h）	8.1×10 <sup>-5</sup>	/	/	
		镍及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	1.1×10 <sup>-3</sup>	/	/	
			排放速率（kg/h）	3.6×10 <sup>-5</sup>	/	/	
		钴及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	3.41×10 <sup>-4</sup>	/	/	
			排放速率（kg/h）	1.1×10 <sup>-5</sup>	/	/	
		锡+锑+铜+锰+镍+钴 及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	5.5×10 <sup>-3</sup>	0.4	达标	
			排放速率（kg/h）	1.8×10 <sup>-4</sup>	/	/	
			标干流量		8236	/	/
		总 VOCs	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）		3.21	30	达标
			排放速率（kg/h）		0.026	1.4	达标
		苯	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）		ND	1	达标
			排放速率（kg/h）		4.1×10 <sup>-5</sup>	0.2	达标

时间	检测 点位	项目		检测结果	标准 限值	是否 达标
		甲苯	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.49	/	/
			排放速率 (kg/h)	4.0×10 <sup>-3</sup>	/	/
		二甲苯	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.03	/	/
			排放速率 (kg/h)	2.5×10 <sup>-4</sup>	0.5	达标
		标干流量		8559	/	/
		氨	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.46	/	/
			排放速率 (kg/h)	3.9×10 <sup>-3</sup>	14	达标
		硫化氢	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	ND	/	/
			排放速率 (kg/h)	4.3×10 <sup>-5</sup>	0.9	达标
		臭气浓度 (无量纲)		851	6000	达标
		标干流量		8236	/	/
		硫酸雾	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	6.6	35	达标
			排放速率 (kg/h)	0.054	2.3	达标
		标干流量		8196	/	/
		氯化氢	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	7.5	100	达标
			排放速率 (kg/h)	0.061	0.39	达标
	乙类暂 存库废 气 6#排 放口	标干流量		17411	/	/
		总 VOCs	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	3.54	30	达标
			排放速率 (kg/h)	0.062	1.4	达标
		标干流量		18265	/	/
		氨	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.44	/	/
			排放速率 (kg/h)	8.0×10 <sup>-3</sup>	4.9	达标
		硫化氢	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	ND	/	/
			排放速率 (kg/h)	8.8×10 <sup>-5</sup>	0.33	达标
		臭气浓度 (无量纲)		977	2000	达标
	丙类暂 存库废 气 7#排 放口	标干流量		52632	/	/
		总 VOCs	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	3.73	30	达标
			排放速率 (kg/h)	0.2	1.45	达标
		标干流量		53910	/	/
		氨	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.4	/	/
			排放速率 (kg/h)	0.022	14	达标
		硫化氢	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	ND	/	/
			排放速率 (kg/h)	2.7×10 <sup>-4</sup>	0.9	达标

时间	检测 点位	项目		检测结果	标准 限值	是否 达标
		臭气浓度（无量纲）		630	6000	达标
	实验室 废气排 放口处理后 8#	标干流量		4223	/	/
		氯化氢	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	2.22	10	达标
			排放速率（kg/h）	9.4×10 <sup>-3</sup>	/	/

表 2.2-14 2024 年公司有组织废气监测情况

时间	检测 点位	项目		检测结果	标准 限值	是否 达标
2024.6	回转窑 焚烧线 焚烧烟 气处理 后排放口 (1#)	标干流量		27845	/	/
		汞及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	6.1×10 <sup>-3</sup>	0.04	达标
			排放速率（kg/h）	1.6×10 <sup>-4</sup>	/	/
		镉及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	2.9×10 <sup>-5</sup>	0.008	达标
			排放速率（kg/h）	7.5×10 <sup>-7</sup>	/	/
		砷及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	7×10 <sup>-4</sup>	0.03	达标
			排放速率（kg/h）	1.9×10 <sup>-5</sup>	/	/
		铅及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	14×10 <sup>-3</sup>	0.2	达标
			排放速率（kg/h）	3.6×10 <sup>-6</sup>	/	/
		铬及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	2.8×10 <sup>-3</sup>	0.4	达标
			排放速率（kg/h）	7.2×10 <sup>-5</sup>	/	/
		铊及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	3.7×10 <sup>-5</sup>	0.05	达标
			排放速率（kg/h）	9.7×10 <sup>-7</sup>	/	/
		锡及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	4×10 <sup>-4</sup>	/	/
			排放速率（kg/h）	1.1×10 <sup>-5</sup>	/	/
		锑及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	1.28×10 <sup>-3</sup>	/	/
			排放速率（kg/h）	3.3×10 <sup>-5</sup>	/	/
		铜及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	3.1×10 <sup>-3</sup>	/	/
			排放速率（kg/h）	8.1×10 <sup>-5</sup>	/	/
		锰及其化合物	排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	5.3×10 <sup>-3</sup>	/	/
			排放速率（kg/h）	1.4×10 <sup>-4</sup>	/	/

时间	检测 点位	项目		检测结果	标准 限值	是否 达标
		镍及其化合物	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	1.8×10 <sup>-3</sup>	/	/
			排放速率 (kg/h)	4.7×10 <sup>-5</sup>	/	/
		钴及其化合物	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	1.95×10 <sup>-4</sup>	/	/
			排放速率 (kg/h)	5.1×10 <sup>-6</sup>	/	/
		锡+锑+铜+锰+镍+钴 及其化合物	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.012	0.4	达标
			排放速率 (kg/h)	1.2×10 <sup>-4</sup>	/	/
	物化车 间废气 3#排 放口	标干流量		7740	/	/
		总 VOCs	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	2.33	30	达标
			排放速率 (kg/h)	0.018	1.4	达标
		苯	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	ND	1	达标
			排放速率 (kg/h)	3.9×10 <sup>-5</sup>	0.2	达标
		甲苯	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.06	/	/
			排放速率 (kg/h)	4.6×10 <sup>-4</sup>	/	/
		二甲苯	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.15	/	/
			排放速率 (kg/h)	1.2×10 <sup>-3</sup>	0.5	达标
		标干流量		7971	/	/
		氨	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	3.15	/	/
			排放速率 (kg/h)	0.025	14	达标
		硫化氢	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	ND	/	/
			排放速率 (kg/h)	4.0×10 <sup>-5</sup>	0.9	达标
		臭气浓度 (无量纲)		549	6000	达标
		标干流量		7740	/	/
		硫酸雾	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	ND	35	达标
			排放速率 (kg/h)	7.7×10 <sup>-4</sup>	2.3	达标
		标干流量		8196	/	/
		氯化氢	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	4.4	100	达标
			排放速率 (kg/h)	0.034	0.39	达标
		标干流量		15682	/	/



时间	检测 点位	项目		检测结果	标准 限值	是否 达标
	乙类暂 存库废 气 6#排 放口	总 VOCs	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	1.83	30	达标
			排放速率 (kg/h)	0.029	1.4	达标
		标干流量		16322	/	/
		氨	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	2.67	/	/
			排放速率 (kg/h)	0.044	4.9	达标
		硫化氢	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	ND	/	/
			排放速率 (kg/h)	8.2×10 <sup>-5</sup>	0.33	达标
		臭气浓度 (无量纲)		549	2000	达标
	丙类暂 存库废 气 7#排 放口	标干流量		47385	/	/
		总 VOCs	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	2.29	30	达标
			排放速率 (kg/h)	0.11	1.45	达标
		标干流量		47385	/	/
		氨	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	6.79	/	/
			排放速率 (kg/h)	0.32	14	达标
		硫化氢	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	ND	/	/
			排放速率 (kg/h)	2.4×10 <sup>-4</sup>	0.9	达标
		臭气浓度 (无量纲)		478	6000	达标
	实验室 废气排 放口处理 后 8#	标干流量		6629	/	/
		氯化氢	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	4.26	10	达标
			排放速率 (kg/h)	0.028	/	/

注：ND 表示结果未检出或低于检出限，其排放速率以检出限的 50%进行计算。

回转窑焚烧烟气达到《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）表 3 排放限值（焚烧量≥2500kg/h）要求；等离子熔融炉熔融烟气达到《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）表 3 排放限值（焚烧量为 300~2500kg/h）要求。

TVOC、苯、甲苯、二甲苯的排放标准达到《家具制造行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）第II时段排放限值要求；颗粒物、氯化氢、硫酸雾的排放浓度及排放速率达到《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）中第二时段二级排放限值要求；氨、硫化氢、臭气浓度的排放标准达到《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）要求。

根据 2023 年 3 月（报告编号：HX230989-2）委托广州华鑫检测技术有限公司进行大气污染物检测出具的检测报告，无组织废气监测结果如下表所示。

表 2.2-15 近年公司无组织废气监测情况

时间	项目	检测结果（单位：mg/m <sup>3</sup> ）				标准限值	是否达标
		上风向 A1	下风向 A2	下风向 A3	下风向 A4		
2023.3	硫酸雾	0.039	0.158	0.156	0.174	1.2	达标
	氯化氢	0.05	0.09	0.1	0.12	0.2	达标
	VOCs	0.28	0.36	0.41	0.33	2.0	达标
	总悬浮颗粒物	0.18	0.236	0.214	0.256	1.0	达标
	苯	ND	0.02	ND	ND	0.1	达标
	甲苯	ND	0.03	0.02	0.01	0.6	达标
	二甲苯	ND	ND	ND	ND	0.2	达标
	氨	0.075	0.24	0.226	0.231	1.5	达标
	硫化氢	ND	ND	ND	ND	0.06	达标
	臭气浓度（无量纲）	ND	12	12	13	20	达标
2024.6	硫酸雾	8×10 <sup>-3</sup>	0.022	0.022	0.021	1.2	达标
	氯化氢	ND	0.06	0.07	0.07	0.2	达标
	VOCs	0.2	0.52	0.42	0.35	2.0	达标
	总悬浮颗粒物	0.192	0.218	0.207	0.217	1.0	达标
	苯	ND	ND	ND	ND	0.1	达标
	甲苯	ND	ND	ND	ND	0.6	达标
	二甲苯	ND	0.02	0.01	0.01	0.2	达标
	氨	0.097	0.296	0.205	0.298	1.5	达标
	硫化氢	ND	ND	ND	ND	0.06	达标
	臭气浓度（无量纲）	ND	12	12	12	20	达标

注：ND 表示结果未检出或低于检出限，其排放速率以检出限的 50%进行计算。

VOCs、苯、甲苯、二甲苯：无组织废气排放标准达到《家具制造行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）表 2 无组织排放监控点浓度限值要求；

NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S、臭气浓度：无组织排放标准达到《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的新改扩建二级标准要求；

氯化氢、硫酸雾、颗粒物：无组织排放浓度达到《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要求。

根据企业 2023 年、2024 年排污许可证执行报告，厂内无组织废气监测结果如下表所示。

表 2.2-16 2023 年厂区内非甲烷总烃监测情况（单位：mg/m<sup>3</sup>）

生产设施/ 无组织排 放编号	污染物种类	许可排放浓 度限值 (mg/m <sup>3</sup> )	监测点位/ 设施	监测 时间	浓度监测结 果平均值 (mg/m <sup>3</sup> )	是否超标 及超标原 因
MF0107	非甲烷总烃	6	厂内 A5	20230326	0.38	否
	非甲烷总烃	6	厂内 A5	20230626	0.16	否
	非甲烷总烃	6	厂内 A5	20230920	0.40	否
	非甲烷总烃	6	厂内 A5	20231116	0.26	否

注：厂区内 NMHC 任何 1h 平均浓度的监测采用 HJ604、HJ1012 规定的方法，在 1h 内以等时间间隔采集 4 个样品计平均值。

表 2.2-17 2024 年厂区内非甲烷总烃监测情况（单位：mg/m<sup>3</sup>）

生产设施/ 无组织排 放编号	污染物种类	许可排放浓 度限值 (mg/m <sup>3</sup> )	监测点位/ 设施	监测 时间	浓度监测结 果(折标, 小 时浓度, mg/m <sup>3</sup> )	是否超标 及超标原 因
MF0107	挥发性有机物	6	厂内 A5	20240305	0.56	否
	挥发性有机物	6	厂内 A5	20240606	0.25	否
	挥发性有机物	6	厂内 A5	20240920	0.65	否
	挥发性有机物	6	厂内 A5	20241212	0.69	否

注：厂区内 NMHC 任何 1h 平均浓度的监测采用 HJ604、HJ1012 规定的方法，在 1h 内以等时间间隔采集 4 个样品计平均值。

厂内非甲烷总烃排放浓度达到《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）中附录 A 表 A.1 要求。

根据排污许可证执行年报，现有项目回转窑焚烧线焚烧烟气处理排放口（1#）2023年、2024年在线监测逐时统计实际季度和年排放量见下表所示。由于企业2023年3月为试生产阶段，2023年6月才完成竣工环保验收，因此回转窑焚烧线对危险固体废物的处理未能达到稳定运行，8月、9月还出现停产检修的情况，烟气污染物SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物均以2024年的排放量进行满负荷折算。

表 2.2-18 现有工程回转窑焚烧线焚烧烟气处理排放口（1#）执行年报排放量一览表

年份	时间	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	颗粒物
2023 年	第一季度	0.047	0.167	0.0148
	第二季度	0.08	0.193	0.0235
	第三季度	0.1085	0.3377	0.017
	第四季度	0.3279	1.762	0.0687
年度合计		0.5634	2.4597	0.124
许可排放量		25.624	38.54	4.28

注：排放量数据为在线监测逐时烟气污染物、烟气量监测数据计算统计值。

表 2.2-19 现有工程回转窑焚烧线焚烧烟气处理排放口（1#）执行年报排放量一览表

年份	时间	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	颗粒物
2024 年	第一季度	0.1698	0.6395	0.01589
	第二季度	0.1874	2.1431	0.0577
	第三季度	0.3092	2.1214	0.063
	第四季度	0.2928	2.4502	0.0722
年度合计		0.9592	7.3542	0.20879
许可排放量		25.624	38.54	4.28

注：排放量数据为在线监测逐时烟气污染物、烟气量监测数据计算统计值。

本报告利用回转窑焚烧线焚烧烟气处理排放口（1#）在线监测浓度年平均浓度、年平均小时烟气量及企业实际运行时间核算其实际年平均排放量。根据企业2024年回转窑焚烧线焚烧烟气处理排放口（1#）在线监测数据可知，其平均小时烟气量为22700m<sup>3</sup>/h，全年实际生产小时数为5045h，具体如下表所示。

表 2.2-20 现有项目需总量控制的污染物排放情况汇总

排放源	污染物	排放状况					排污许可证总量 t/a
		环评及批复		实际排放平均浓度	实际计算排放量	折算满负荷排放量	
		设计排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	排放量 t/a	mg/m <sup>3</sup>	t/a	t/a	
	颗粒物	10	4.28	1.823	0.209	0.331	4.28
	NO <sub>x</sub>	100	38.54	64.22	7.354	11.660	38.54

	SO <sub>2</sub>	100	25.624	8.374	0.959	1.521	25.624
--	-----------------	-----	--------	-------	-------	-------	--------

备注：实际年平均排放量（t/a）=年平均小时烟气量（t/a）\*实际排放平均浓度（mg/m<sup>3</sup>）\*年实际生产小时数（h）  
折算满符合排放量（t/a）=实际年平均排放量（t/a）\*8000(h)/年实际生产小时数（h）

由上表可看出现有项目总量控制大气污染物颗粒物、氮氧化物和二氧化硫的实际排放量能满足其环评批复及排污许可证排放量，总体说明其烟气治理设施运行稳定，去除能力具有保障性。

### 2.2.5.2 废水污染物

#### （1）废水的产生及处理

表 2.2-21 废水产生源调查表

排放部位	主要污染因子	排放方式		
		排放性质	处理方式	去向
物化车间生产废水	COD、SS	间歇	AO 处理设施处理	处理后达到回用标准后用到生产环节
余热锅炉排污水	COD、SS 和少量盐分	间歇	/	废水直接回用 回转窑焚烧处置线的捞渣机补充水，直接回用于等离子熔融炉处置线的水淬机补充水
制软水浓水	COD、SS 和盐分	间歇	三效蒸发系统	单独预处理后排向综合处理系统
焚烧车间烟气净化废水	括 COD、SS 和盐分、重金属	连续	三效蒸发系统	蒸发处理后经自建污水处理设施处理后回用至处置线
废桶清洗车间废水（目前停用）	pH、SS、COD	间歇	进入有机废物物化线处理	进入有机废物物化线处理后排向综合处理系统
办公生活污水	COD、BOD、SS、氨氮	连续	经絮凝沉淀预处理系统+生化系统+回用水系统进行深度处理	经预处理后经自建污水处理设施处理达到回用标准后用到生产环节
地面冲洗水	COD、BOD、SS、氨氮	间歇	经过预处理系统+生化系统+回用水系统处的进一步处理	经自建污水处理设施处理达到回用标准后用到生产环节

排放部位	主要污染因子	排放方式		
		排放性质	处理方式	去向
洗车废水	COD、BOD、氨氮、SS、铬、铅、镉	间歇	经过预处理系统+生化系统+回用水系统处的进一步处理	经自建污水处理设施处理达到回用标准后用到生产环节
初期雨水	COD、BOD、SS、氨氮	间歇	进废水絮凝沉淀预处理系统+生化系统+回用水系统进行进一步处理	经自建污水处理设施处理达到回用标准后用到生产环节
实验室废水	pH、SS、COD	间歇	/	实验室废液部分浓度较高，收集后进回转窑焚烧线进行焚烧；清洗试剂瓶产生的废水经自建污水处理设施处理达到回用标准后用到生产环节

## (2) 废水的处理

公司废水处理工艺如下图所示。



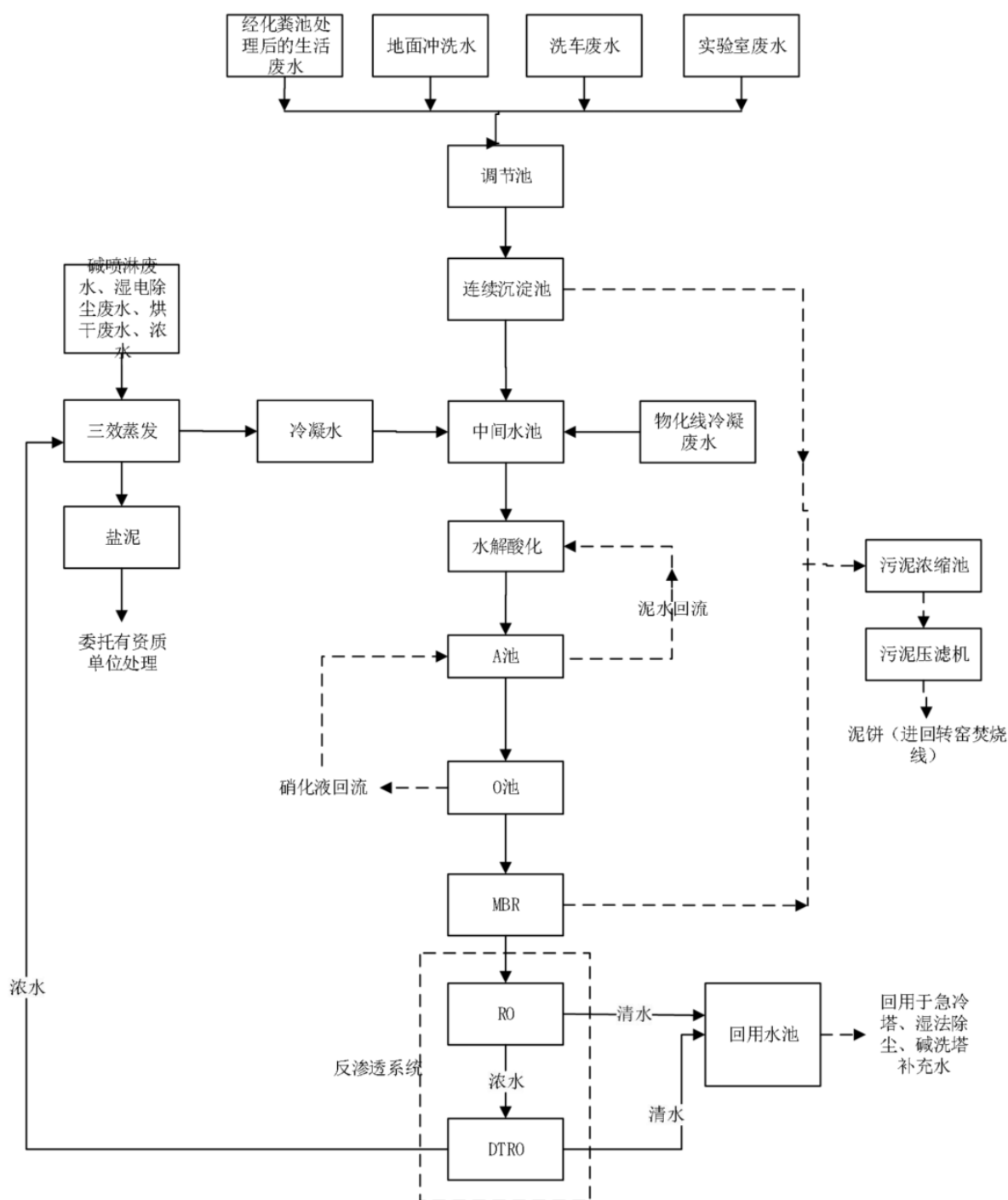


图 2.2-11 公司废水处理工艺流程示意图

公司设有一套废水处理系统，废水处理系统由预处理系统+生化系统+回用水系统组成。其中预处理系统处理工艺有絮凝沉淀以及三效蒸发工艺，生化系统为厌氧（水解酸化）+缺氧+好氧+MBR，回用水系统为反渗透系统（具体工艺为RO+DTRO）。本项目设计废水处理规模为 250t/d，三效蒸发设计处置量为 120t/d。

### 1.三效蒸发系统

三效蒸发即将第一个蒸发器产生的二次蒸汽再次当作加热源，引入另一个蒸发器，只要控制蒸发器内的压力和溶液沸点，使其适当降低，则可利用第一个蒸发器产生的二次蒸汽进行加热。此时，第一个蒸发器的冷凝处就是第二个蒸发器的加热处。这就是多效蒸发原理。每个蒸发器称为一效，通入生蒸汽的蒸发器为第一效，并由二次蒸汽通入方向依次为第二效、第三效等。

### 2.絮凝沉淀

预处理废水主要来自废乳化液废有机溶剂物化处理废水等，废水中  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  含量较高，采用絮凝沉降去除部分有机物后，废水中  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  含量大幅度减少，可生化性提高，进入生化处理系统。

### 3.生化系统

废水生化处理工艺采用“水解酸化+（A-O）+MBR”生化处理工艺。

在首段设计为水解酸化池，采用厌氧工艺，有效提高生物的新陈代谢，主要是进行磷的释放，使污水中 P 的浓度升高，溶解性有机物被细胞吸收而使污水中 BOD 浓度下降。

由于危废项目的有机废水的生化性比较差，B/C 比较低，生化处理单元设置水解酸化池，该池内设置高效生物填料，利用厌氧或兼性菌在水解和酸化阶段的作用，将污水中悬浮性有机固体和难生物降解的大分子物质水解成溶解性有机物和易生物降解的小分子物质，从而提高废水的可生化性。项目水解酸化池由底部的布水装置自下而上通过污泥层上升至反应器顶部的过程实现水解酸化、去除悬浮物等功能。

经水解酸化后的污水进入缺氧池，废水在缺氧条件下，将回流硝化液中的硝态氮利用反硝化菌的作用，进行反硝化反应，达到生物脱氮的作用。

好氧池采用高孔隙率、表面积大的高效生物填料，有利于生物膜的附着生长。水中的有机物被生物膜上微生物吸附、氧化分解，同时利用生物硝化及好氧微生物的有机物降解作用，从而实现去除氨氮和含碳有机物的作用。

经过 A/O 后，废水进入 MBR 膜池，膜生物反应器（MBR）取代传统二沉池，通过膜的高效截留，使 MBR 反应系统内维持较高的微生物量，通过污泥回流泵回流高浓度的污泥，MBR 系统具有耐冲击负荷，污泥龄长，膜分离使污水中的大分子难降解成分在生物反应器内有足够的停留时间，大大提高了难降解有机物的降解效率。

#### 4.反渗透系统

反渗透系统采用 RO+DTRO 工艺，其中 RO 产生的浓水进到 DTRO 进行反渗透，整个系统的回用水率将进一步提高。

反渗透系统中的 DTRO 高压反渗透膜是实现淡水和杂质分离的核心元件，由高分子材料制成，而芳香族聚酰胺具有优异的化学性能被选为碟片式膜片的材质。废水在进水泵增压获得初步压力并经过保安过滤器过滤后即进入高压泵提供压力，循环泵提供较大流量以满足 DTRO 膜面的流速要求，液体在碟片式流道正/反“S”向流通，液体中的小分子颗粒物、溶解态的离子等被截留在浓水侧，透过的淡水被收集起来成为清洁的过滤液。

#### （3）水污染物治理效果

项目生产废水、生活污水、初期雨水经收集、处理达到《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2024）中“冷却用水中的直流冷却水”和“工艺与产品用水”的较严值后回用于生产，不外排。

表 2.2-22 2023 年废水处理设施处理回用水水质一览表

检测项目	单位	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	回用标准
pH 值	无量纲	8.13	8.02	7.65	7.58	7.36	8.06	6.82	7.76	7.96	8.15	8.18	8.22	6.5~8.5
COD <sub>cr</sub>	mg/L	14.8	8.88	29.6	53.3	29.6	41.4	41.4	17.8	31.6	17.8	17.8	44.7	60
氨氮	mg/L	5.31	6.34	4.6	6.12	1.02	0.05	5.98	0.37	1.9	9.5	4.8	5.3	10
总磷	mg/L	0.02	0.004	0.09	0.01	0	0	0.03	0.03	0.08	0.04	0.02	0.01	1

表 2.2-23 2024 年废水处理设施处理回用水水质一览表

检测项目	单位	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	回用标准
pH 值	无量纲	8.01	停产	停产	1.97	8.35	7.66	6.93	6.85	停产	7.12	7.73	7.83	6.5~8.5
COD <sub>cr</sub>	mg/L	42.1			17.9	17	24	36.3	46.8		43.7	41.6	51.3	60
氨氮	mg/L	4.3			7.4	2.5	2.6	0.86	0.5		8.2	8.9	4.5	10
总磷	mg/L	0.03			0.02	0.04	0.02	0.34	0.06		0.08	0.08	0.13	1

2.2.5.3 噪声

(1) 噪声的产生与防护

主要噪声源有：焚烧系统鼓风机、引风机、空压机、余热锅炉、破碎机、物化车间反应罐、搅拌机、储罐区输送泵、污水处理系统各类水泵等。

采取的噪声防治措施具体如下：

- 1.从噪声源入手，在采购设备时选择低噪声设备；
- 2.在鼓风机、引风机进出口装设软管，在吸气口和排气口安装消声器；
- 3.鼓风机、各类泵、风机等尽量安装在厂房内，并采取加隔声罩、消声器、减振、车间隔音等减振降噪措施；
- 4.对水泵、风机安装隔声罩，并在风机、水泵、离心机与基础之间安装减振器；
- 5.管路系统噪声控制：合理设计和布置管线，设计管道时尽量选用较大管径以降低流速，减少管道拐弯、交叉和变径，管线支承架设要牢固，在靠近振源的管线处设置波纹膨胀节或其他软接头，隔绝固体声传播，在管线穿过墙体时最好采用弹性连接；在管道外壁敷设阻尼隔声层；
- 6.加强噪声设备的维护管理，避免因不正常运行所导致的噪声增大；
- 7.加强厂内绿化，在厂界四周设置绿化带以起到降噪的作用。

(2) 噪声排放情况

根据 2023 年 9 月（报告编号：HX235839-3）、2024 年 6 月（报告编号：HX242823-4）委托广州华鑫检测技术有限公司进行大气污染物检测出具的检测报告，公司近年厂界噪声监测情况如下表。

表 2.2- 24 厂界噪声监测情况（单位：dB(A)）

时间	检测点位	结果		标准限值		是否达标
		昼间	夜间	昼间	夜间	
2023.03	厂界东边界外 1 米 N1	55	46	65	55	达标
	厂界南边界外 1 米 N2	55	46			达标
	厂界西边界外 1 米 N3	56	45			达标
	厂界北边界外 1 米 N4	56	44			达标
2024.06	厂界东边界外 1 米 N1	53	44	65	55	达标
	厂界南边界外 1 米 N2	55	45			达标

时间	检测点位	结果		标准限值		是否达标
		昼间	夜间	昼间	夜间	
	厂界西边界外 1 米 N3	56	47			达标
	厂界北边界外 1 米 N4	57	44			达标
2024.11	厂界东边界外 1 米 N1	57	47	65	55	达标
	厂界南边界外 1 米 N2	58	44			达标
	厂界西边界外 1 米 N3	55	49			达标
	厂界北边界外 1 米 N4	57	49			达标
2024.3	厂界东边界外 1 米 N1	54	44	65	55	达标
	厂界南边界外 1 米 N2	56	46			达标
	厂界西边界外 1 米 N3	57	45			达标
	厂界北边界外 1 米 N4	55	47			达标
2024.6	厂界东边界外 1 米 N1	54	45	65	55	达标
	厂界南边界外 1 米 N2	53	43			达标
	厂界西边界外 1 米 N3	53	44			达标
	厂界北边界外 1 米 N4	55	42			达标
2024.9	厂界东边界外 1 米 N1	54	44	65	55	达标
	厂界南边界外 1 米 N2	53	42			达标
	厂界西边界外 1 米 N3	56	44			达标
	厂界北边界外 1 米 N4	52	46			达标
2024.12	厂界东边界外 1 米 N1	58	47	65	55	达标
	厂界南边界外 1 米 N2	58	47			达标
	厂界西边界外 1 米 N3	58	46			达标
	厂界北边界外 1 米 N4	58	45			达标

从上表可知，项目厂界噪声监测数据均能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准。

2.2.5.4 固体废物

（1）危废的产生

公司近年来危险废物情况如下。



表 2.2-25 公司 2023 年危废情况一览表（单位：吨）

类别	名称	代码	主要成分	入库量	厂内利用	厂内处置	委托利用	委托处置
危险废物	浓缩液	900-013-11	有机质、盐	203.6335	0	203.6745	0	0
	焚烧炉渣	772-003-18	二氧化硅、金色氧化物	2133.9835	0	92.881	0	2212.47
	焚烧飞灰	772-003-18	二氧化硅、金色氧化物	748.4401	0	0	0	622.05
	火烧铁	772-003-18	金属、金属氧化物	111.429	0	0	70.66	0
	盐泥	772-006-49	金属盐	38.8395	0	0	0	43.955
	压滤污泥	900-041-49	有机质、盐	70.65	0	82.694	0	0
	废弃包装桶	900-041-49	金属铁	508.8049	0.01	0	0	501.5349
	废桶盖	900-041-49	金属铁	7.142	0	0	0	7.142
	废机油	900-249-08	废机油	0.3	0	0.3	0	0
	废活性炭	900-039-49	废活性炭	10	0	10	0	0
	残渣	900-999-49	有机质、盐	9.8935	0	9.8935	0	0
	废包装袋、废抹布、废活性炭、废布袋等	900-041-49	废包装袋、废抹布、废活性炭、废布袋	0.297	0	0.297	0	0
	实验室废液	900-047-49	废酸、废碱、有机液体	0.139	0	0.139	0	0

表 2.2- 26 公司 2024 年危废情况一览表（单位：吨）

类别	名称	代码	主要成分	入库量	厂内利用	厂内处置	委托利用	委托处置
危险废物	浓缩液	900-013-11	有机质、盐	90.3775	0	90.3775	0	0
	焚烧炉渣	772-003-18	二氧化硅、金色氧化物	3813.0165	0	0	0	3813.0165
	焚烧飞灰	772-003-18	二氧化硅、金色氧化物	1082.7879	0	0	0	1082.7879
	火烧铁	772-003-18	金属、金属氧化物	242.01	0	0	242.01	0
	盐泥	772-006-49	金属盐	19.4785	0	0	0	16.42
	压滤污泥	900-041-49	有机质、盐	153.022	0	153.022	0	0
	废弃包装桶	900-041-49	金属铁	841.8035	0	0	843.1275	0
	废桶盖	900-041-49	金属铁	0	0	0	0	0
	废机油	900-249-08	废机油	0	0	0	0	0
	废活性炭	900-039-49	废活性炭	5.82	0	0	0	5.82
	残渣	900-999-49	有机质、盐	0	0	0	0	0
	废包装袋、废抹布、废活性炭、废布袋等	900-041-49	废包装袋、废抹布、废活性炭、废布袋	1.421	0	1.421	0	0
	实验室废液	900-047-49	废酸、废碱、有机液体	0	0	0	0	0

## (2) 固废与危废的贮存

公司危废暂存场所符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中“贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物。”的污染控制要求，配备完善的的安全管理与应急措施。

### 2.2.6 环境风险防范相关内容

为提高工业固废处置工程环境风险防范和处置突发环境事件的能力，建设单位已委托编制了《广州环科环保科技有限公司突发环境事件应急预案》，并取得广州市生态环境局的登记备案，备案编号：440112-2025-0051-M。广州环科环保科技有限公司正式投产运营至今尚没有出现过环境风险事故，主要环境防控措施如下：

#### (1) 防渗防漏措施的有效性

在防渗防漏方面，各生产装置车间、罐区等均采用水泥硬化地面并做防渗处理，储存腐蚀性介质的储罐围堰地面也进行防腐处理，有效防止了污染物下渗和腐蚀。仓库、车间内设导流沟和集水坑，确保泄漏物料能有序排入集水坑，再转移至事故应急池，避免进入雨水管网。针对不同区域，如间物化车间储罐区设区事故池，丙类储罐区设大容积围堰，进一步保障了泄漏液体的堵截。

#### (2) 事故废水截留措施的有效性

公司建有 765m<sup>3</sup>初雨池，雨水管网系统设置切换阀，日常关闭，初期雨水收集后，后期雨水排入市政管网；事故时切换阀门，收集事故消防废水。厂区还设置砂包等应急物资，园区设有雨水截断阀，具备雨水截断能力。

尤为关键的是，厂区内设有 1256m<sup>3</sup>事故应急池，大于最不利状态下所需容积，且有专人负责阀门切换，保证消防、事故废水及雨水排入应急池。事故状态下，利用雨水截断阀堵塞雨水排放口，通过砂包围堰、抽水泵等将事故废水引入应急池，待处置后转运。

这些措施形成了一套完整、严密的截流体系，从源头到末端，从日常管理到事故应急，全方位、多层次地保障了初期雨水、泄漏物和受污染消防水不流入外环境，有效降低了环境风险，符合相关设计规范和管理要求，切实可行且效果良好。

#### (3) 毒性气体泄露监控预警措施的有效性

公司在料坑、丙类罐区、乙类仓库、物化车间设置有可燃性/有毒气体检测报警仪，防止爆炸性气体富集。公司可燃/有毒气体泄漏检测报警装置具备信息远传、连续记录、事故预警、信息储存等功能。企业可燃性气体报警系统符合 GB50493-2009 的要求。企业现有可燃性气体报警仪设置情况具体见下表：

**表 2.2-26 可燃/有毒气体报警仪分布表**

序号	检测报警	数量	安装位置	备注
1	可燃/有毒气体探测器	5	焚烧车间料坑	/
2	可燃气体探测器	6	丙类罐区	/
3	可燃气体探测器	24	乙类仓库	/
4	可燃气体探测器	5	物化车间	/
5	可燃气体探测器	2	废桶清洗车间	/

## 2.2.7 现有项目排污许可及危险废物管理情况分析

现有项目于 2022 年 5 月 19 日首次成功申领排污许可证（编号：91440101MA5CKQE57E001V），由广州开发区行政审批局核发，许可证中已确定需要安装在线监测系统的废气排放口（1#、2#）均已安装在线监测系统并与广州市生态环境局黄埔区分局联网，实现数据的实时监控。2023 年 1 月 31 日、2023 年 12 月 15 日和 2025 年 5 月 19 日公司法定代表人发生变更、公司注册地址发生变更特申请排污许可证变更手续。根据现有项目 2022 年~2024 年排污许可执行报告可知，除了 2023 年 6 月 21 日、29 日因系统故障紧急维修出现有组织废气污染物超标时段小时均值，其余时间均能符合《排污许可证》所限定的限值，未出现超标排放情况。

广州环科环保科技有限公司严格执行《危险废物转移联单管理办法（2022 版）》，建立了每日记录危险废物类别、产生部位、数量及最终去向的运行登记制度。所有转移均使用合法联单，并将联单原件或电子档案保存完整，转移单位均持有有效的危险废物经营/处置许可证，未出现违规转移、泄漏或其他环境事故。按《排污许可管理办法（试行）》和《危险废物转移联单管理办法》要求，公司实施定期环境监测（废气、废水、噪声等），监测数据每季度向广州市生态环境局报送，并在全国排污许可证管理信息平

台公开端公开，确保公众知情。

项目自建设以来未收到环保投诉或行政处罚，环境管理措施已在《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）《广州市环境保护危险废物处理处置建设项目环评文件审批原则（试行）》对应条款中得到验证，全部符合要求。

#### 2.2.8 项目建设情况与环评批复要求落实情况分析

现有项目与环评批复要求的相符性分析见下表。

表 2.2- 22 现有项目与环评批复要求的相符性分析

类别	环评批复中与项目相关要求内容		相符性分析
关于广州东部工业固废处置项目环境影响报告书的批复  穗埔环影（2020）40号  2020年8月12日	生产内容	广州东部工业固废处置项目选址于新龙镇福山村库田社福山循环经济产业园西北部地块建设，占地面积约 30 亩（规划有关数据以规划部门文件为准），处理处置列入《国家危险废物名录》（2016 年版）的 HW02、HW03、HW04、HW06、HW08、HW09、HW11、HW12、HW13、HW16、HW17、HW34、HW35、HW45、HW49HW50，共 16 大类外收危险废物，处理处置规模 7.8 万吨/年包括 3 万吨/年回转窑焚烧处置规模、1 万吨/年等离子熔融处理规模、3 万吨/年物化处理规模、0.8 万吨/年综合利用规模。	基本相符。建设规模及组成：本项目的投资、建设地点、建设性质、项目红线、建设规模等基本工程内容的实际建设情况与环评阶段设计情况一致。比对《国家危险废物名录》2016 年版本（环评阶段）与 2021 年版本（建设运营），项目总处理类别减少 1 类，为 HW45（代码为 900-036-45），量为 100t/a。将此部分合并至 HW06 中（代码为 900-405-06），变更原因为版本更新导致的部分代码发生变动。该项调整获得了生态环境主管部门的核准，并颁发了危险废物经营许可证。
	要求	（一）废水治理措施和要求 1.项目生产废水、生活污水、初期雨水经收集、处理达到《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2024）中“冷却用水中的直流冷却水”和“工艺与产品用水”的较严值后回用于生产，不外排。 2.合理划分防渗区域，并采取严格防渗措施，防止污染土壤、地下水环境。	相符。1、污水处理系统出水水质均达到《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2024）中“冷却用水中的直流冷却水”和“工艺与产品用水”的较严值后回用于回转窑线、等离子熔融炉处置线烟气处理的急冷塔用水、湿电除尘补充水，不外排。2、根据建设项目可能泄漏至地面区域污染物的性质和生产单元的构筑方式，将建设场地划分为重点防渗区和简易防渗区，本项目地下水重点防渗区如各种生产车间、暂存库、污水处理站等严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的有关要求进行防控。简易防渗区采用一般地面硬化方式进行防渗。
		（二）废气治理措施和要求 1.回转窑焚烧废气应经“SNCR 脱硝+急冷+干法脱酸+活性炭吸附+布袋	相符。在回转窑处置线烟气设置 1 套“SNCR 脱硝+半干急冷脱酸+活性炭吸附+布袋除尘+湿法脱酸+湿式电除尘+



类别	环评批复中与项目相关要求内容	相符性分析
	除尘器+湿法脱酸+湿式电除尘+SCR 低温脱硝+烟气加热”系统处理达到《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）表 3 中焚烧容量>2500kgh 相应排放限值要求（烟尘、一氧化碳、二氧化硫、氟化氢、氯化氢、氮氧化物二噁英类以及汞、镉、铅等重金属及其化合物等污染物按《报告书》提出的设计排放限值执行）后引向高空排放，设排气筒 1 根，高度应不低于 90 米。	低温 SCR 脱硝+烟气加热”系统，处理达标后的烟气通过 1 根 90m 高的烟囱 1#排放口排放。实际建设与环评一致，烟气排放标准达到《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）表 3 中焚烧容量>2500kgh 相应排放限值要求标准。
	2.等离子熔融炉废气应经“SNCR 脱硝+急冷+干法脱酸+活性炭吸附+布袋除尘器+湿法脱酸+湿式电除尘+SCR 低温脱硝+烟气加热”系统处理达到《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）表 3 中焚烧容量为 300~2500kgh 相应排放限值要求（烟尘、一氧化碳、二氧化硫、氟化氢、氯化氢、氮氧化物、二噁英类以及铬、锡、锑、铜、锰及其化合物等污染物按《报告书》提出的设计排放限值执行）后引向高空排放，设排气筒 1 根，高度应不低于 90 米。	相符。等离子熔融炉处置线设 1 套“SNCR 脱硝+半干急冷脱酸+活性炭吸附+布袋除尘+湿法脱酸+湿式电除尘+SGH+低温 SCR 脱硝”系统，处理达标后的烟气通过 1 根 90m 高的烟囱 2#排放口排放。实际建设与环评对比增加了 SGH 作为烟气加热方式。烟气排放标准执行设计标准。1#烟囱与 2#烟囱为集束烟囱。
	3.物化车间废气应集中收集经碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附处理后引至楼顶高空排放，硫化氢、氨、臭气浓度执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 标准，苯、甲苯、二甲苯、总 VOCs 参照执行《家具制造行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）表 1 第二时段要求（不满足“高出周围 200 米半径范围内建筑 5 米以上”的排气筒，排放速率按限值的 50%执行），氯化氢、硫酸雾执行《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准（不满足“高出周围 200 米半径范围内建筑 5 米以上”的排气筒，排放速率按限值的 50%执行），设排气筒 1 根，高度应不低于 25 米；	相符。物化车间有机废液处理线产生的有机废气、无机废液处理线产生的酸雾废气、污水车间生化过程产生的臭气、压滤过程产生的臭气分别收集后引至 1 套“碱液喷淋+UV 光解+活性炭吸附”装置进行处理，处理后由 1 条 25m 高排气筒达标排放（3#排放口）。实际建设与环评一致，烟气排放标准执行《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准、《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）排放标准值及《家具制造行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）第II时段排放限值。
	4.洗桶预处理、落盖产生的有机废气应集中收集经碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附处处理后引至楼顶高空排放，总 VOCs 参照执行《家具制造行	相符。废旧包装桶清洗车间洗桶线倒残液、落盖产生的两股有机废气单独收集后引至同一个酸碱喷淋+UV 光解+活

类别	环评批复中与项目相关要求内容	相符性分析
	业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）表 1 第二时段要求（不满足“高出周围 200 米半径范围内建筑 5 米以上”的排气筒，排放速率按限值的 50%执行），设排气筒 1 根，高度应不低于 15 米。	性炭吸附后经 15m 高排气筒排放（4#排放口）。实际建设与环评一致，烟气排放标准执行《家具制造行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）第 I 时段排放限值。
	5.洗桶车间抛光、打磨过程产生的颗粒物应集中收集经布袋除尘器处理达到广东省标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准（不满足“高出周围 200 米半径范围内建筑 5 米以上”的排气筒，排放速率按限值的 50%执行）后引至楼顶高空排放。设排气筒 1 根，高度应不低于 15 米。	相符。抛光、打磨过程产生两股废气单独收集后引至同一套脉冲式布袋除尘设备处理后 15m 高排气筒排放（5#排放口），加温打磨产生的废气收集后作为助燃风进入回转窑处理。实际建设与环评一致，烟气排放标准执行《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段排放标准。
	6.乙类仓库废气应集中收集经碱喷淋+活性炭吸附处理后引至楼顶高空排放，硫化氢、氨、臭气浓度执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 标准，总 VOCs 参照执行《家具制造行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）表 1 第二时段要求（不满足“高出周围 200 米半径范围内建筑 5 米以上”的排气筒，排放速率按限值的 50%执行），设排气筒 1 根，高度应不低于 15 米。	相符。乙类暂存库以及丙类暂存库分别设一套碱喷淋+UV+活性炭吸附塔吸附，分别经 15m 和 25m 高排气筒排放（分别为 6#及 7#排放口）；实际建设与环评相比增加了 UV 光解工艺，属于工艺优化措施。烟气排放标准执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）排放标准值、《家具制造行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）第II时段排放限值。
	7.丙类仓库废气应集中收集经碱喷淋+活性炭吸附处理后引至楼顶高空排放，硫化氢、氨、臭气浓度执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 标准，总 VOCs 参照执行《家具制造行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）表 1 第二时段要求（不满足“高出周围 200 米半径范围内建筑 5 米以上”的排气筒，排放速率按限值的 50%执行），设排气筒 1 根，高度应不低于 25 米。	
	8.实验室产生的氯化氢应集中收集经碱喷淋处理达到广东省标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段级标准（不满足“高出周围 200 米半径范围内建筑 5 米以上”的排气筒，排放速率按限值的 50%执行）后引至楼顶高空排放。设排气筒 1 根，高度应不低于 25 米。	相符。实验室分析过程产生的废气，通过安全台的抽风系统引至楼顶经套碱喷淋+活性炭设施处理后经 25m 高排气筒排放（8#排放口）。实际建设与环评相比增加了活性炭吸附工艺，属于工艺优化措施。烟气排放标准执行《大气

类别	环评批复中与项目相关要求内容		相符性分析
			污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级排放标准。
		（三）噪声治理措施和要求 噪声设备应合理布局，并进行隔声、减振、消声、吸声综合处理。项目边界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准。	相符。根据日常监测，项目厂界噪声能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类声功能区标准（现已调整为3类声功能区）。
		（四）固体废弃物处理措施和要求 1.无机物化处理过程和废水处理过程产生的盐泥、等离子熔融炉处置线产生的飞灰、废铅酸蓄电池等危险废物应按有关规定进行收集，委托具有相应危险废物经营许可证资质的单位进行集中处理，确保上述危险废物按规定要求依法安全处置。应按规定按时完成固体废物申报登记。危险废物暂存场应按照国家《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求进行设置。	相符。回转窑处置线产生的焚烧炉渣和焚烧飞灰交由本项目等离子熔融炉处置线进行处置；项目固体废物等离子熔融渣经检测符合 GB/T41015-2021《固体废物玻璃化处理产物技术要求》标准限值要求，不属于危险废物，可按 GB/T41015-2021《固体废物玻璃化处理产物技术要求》5.3应用技术要求处理；等离子熔融炉处置线产生的飞灰、无机物化处理过程产生的盐泥以及废水处理过程产生的盐泥为危险废物，收集后委托有资质单位（韶关东江环保再生资源发展有限公司、湛江市粤绿环保科技有限公司）进行处理处置；物化系统产生的隔渣、油泥、压滤污泥、浓缩液和废气处置过程产生的废活性炭、废布袋、废离子交换树脂、废水污泥以及实验过程产生的废液进项目回转窑处置线进行焚烧处理；废催化剂进等离子体熔融系统进行处理；项目运行过程废机油、废润滑油及其相应废包装桶、沾染危险废物劳保用品（手套、抹布等）、环境污染治理设施所使用药剂、酸碱的包装物、设备设施日常翻新维护的废油漆桶等相关危险废物收集后暂存在乙类暂存库或丙类暂存库，集中收集后作为危险废物输送至焚烧预处理单元进行处置；项目厂内叉车和应急电房产生的废铅酸蓄
		2.等离子熔融炉处置线产生的熔融渣暂按危险废物进行管理，委托有资质单位处理处置，鉴别后按鉴定结果处理	
		3.应实行生活垃圾分类处理，并集中委托环卫作业单位清运	

类别	环评批复中与项目相关要求内容		相符性分析
			电池，收集后委托有资质单位（韶关东江环保再生资源发展有限公司、湛江市粤绿环保科技有限公司）进行处理处置。办公、生活垃圾由市政环卫负责收集清运。
		<p>（五）风险防范及事故处理措施</p> <p>应制定并落实有效的环境风险防范措施和应急预案，建立健全环境事故应急体系及与福山循环经济产业园内其他项目的应急联动机制，加强环境应急响应的监督管理，按照相关规范合理设置足够容积的事故应急池，有效防范污染事故发生。加强雨污分流设施管理，加强初期雨水、后期雨水、事故废水的阀门切换的管理，并落实相应的应急管理措施，确保外排雨水不对受纳水体造成影响。</p>	相符。项目建立了与福山循环经济产业园内其他项目的环境事故应急体系，设一个 765m <sup>3</sup> 的初期雨水池及 1256m <sup>3</sup> 的事故应急池，超过了环评中要求设一个 300m <sup>3</sup> 的初期雨水池及 1200m <sup>3</sup> 的事故应急池的要求。
		四、应按《报告书》论证结果设置一定的防护距离，并配合政府及有关部门做好防护距离内用地的规划工作，严禁建设学校、居民住宅等环境敏感对象。	相符。项目的环境防护距离为 400m。距离项目地块最近的敏感点为岐山村与生产车间和危废暂存库最近距离为 500m。据调查，该环境防护距离包络线范围现无长期居民点、医院、学校等环境保护目标，防护距离满足规范要求。
		五、该项目污染物排放总量按《报告书》要求进行控制。污染物排放总量控制指标如下：颗粒物 4.28 吨/年、二氧化硫 25.624 吨/年、氮氧化物 38.54 吨/年。	相符。根据项目在线监测及日常委托监测，项目实际运营均满足环评报告及其批复提出的总量控制要求。

### 2.2.9 存在的问题及情况说明

广州东部工业固废处置项目工程验收至今尚未出现因污染物排放超标扰民事故，目前各项环保设施运行稳定，从日常监测结果可以看出，控制污染物的能力效果明显，没有因出现环境违法行为受到环保部门的处罚。

### 3 技改扩建工程概况

#### 3.1 技改扩建工程内容概况

##### 3.1.1 技改扩建内容概况

(1) 项目名称：广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目

(2) 建设单位：广州环科环保科技有限公司

(3) 项目类别及属性：本次拟建项目为危险废物资源化利用工程，属于国民经济行业分类（GB/T4754-2017）中 N772 环境治理业-N7724 危险废物治理；属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）中第四十七、生态保护和环境治理业-101 危险废物（不含医疗废物）利用及处置。

(4) 建设性质：技改扩建

(5) 建设地点：广州市黄埔区新龙镇福山村福山循环经济产业园广州环科环保科技有限公司内。项目中心经纬度：东经 113°30'20.03"，北纬 23°17'03.19"，项目场址为现有项目的物化车间内部，现有项目红线外 300m 之内没有居民集中居住点等环境保护目标。

(6) 建设内容及目的：本项目属于试验类项目，项目利用厂区内原有的物化车间部分区域从事飞灰资源化利用试验，试验期为 2 个月，预计试验 200 吨飞灰，试验期在物化车间原有部分现有生产设施和污染物治理设施的基础上进行设备改造，试验结束将恢复现有生产原状。项目试验目的是为获得后续量产相关生产工艺参数，若本实验成功，可为后续量产实现飞灰无害化与资源化做好前期准备。

(7) 投资总额：本次拟建项目投资概算总金额约为 170 万元。

(8) 工作制度：本次技改扩建不需要增加工作人员，使用原来的工作人员即可。飞灰总试验量为 200 吨，试验期为 2 个月，计划每天试验量为 6 吨，每天 1 个批次，试验时间为 8 小时/批次，试验过程实际总时间为 266.67 小时。

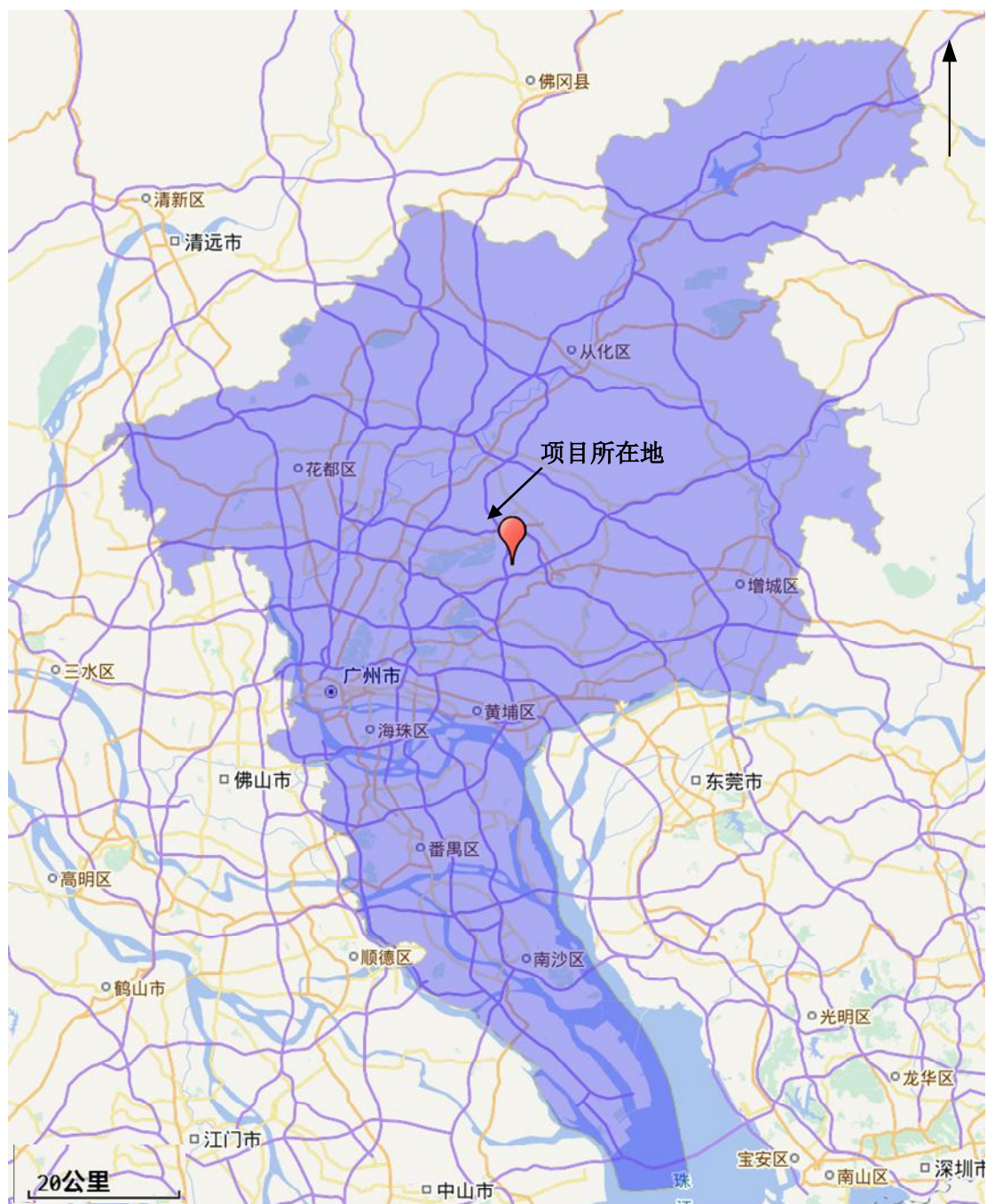


图 3.1-1 项目地理位置示意图

### 3.1.2 拟建项目选址及总图、主体工程车间平面布置

拟建项目位于广州环科环保科技有限公司厂内，厂区除西北侧为林地外，其余两侧（南侧、东北侧）均为规划为福山循环经济产业园二期用地。厂区四至情况见下图。

拟建项目主要是在现有项目地块上进行，不需要新增地块，对现有项目的物化车间部分管线进行改造，并在此基础上新增反应罐进料口料斗及废气收集装置，形成一条试验期为 2 个月的飞灰资源化利用试验线。物化车间其他工艺及厂区布置保持不变。具体总图布置详见图 3.1-3～图 3.1-4。





处理。

本次项目除了新增进料斗、尘料下料斗除尘装置和母液压滤分盐离心机外，其他生产设备和污染物处理设备均利用物化车间现有设备进行，不改变现有项目主体设施及配套设施。

#### 3.1.4 人员配置及工作时数

拟建项目不需新增劳动定员，使用原来的工作人员（146 人）即可，需要调配劳动人员 15 人，生产制度均为每天一班，工作 8 小时/天，总试验天数 33.33 天，总操作小时约 266.67 小时。

### 3.2 总图布置与工程组成

#### 3.2.1 总平面布置

拟建项目主要是在现有项目用地内进行，不需要新增地块，除新增进料斗、尘料下料斗除尘装置和母液压滤分盐离心机外，均是利用现有物化车间现有生产设备和污染治理设施进行，在此组建一条试验期为 2 个月，预计试验量为 200 吨的飞灰资源化利用试验线。本实验的组成单元包括：飞灰存储及下料单元、飞灰洗涤单元和蒸发结晶单元；其他工艺及厂区布置保持不变。拟建项目具体在现有项目总平面布置图布置情况详见图 3.1-3。

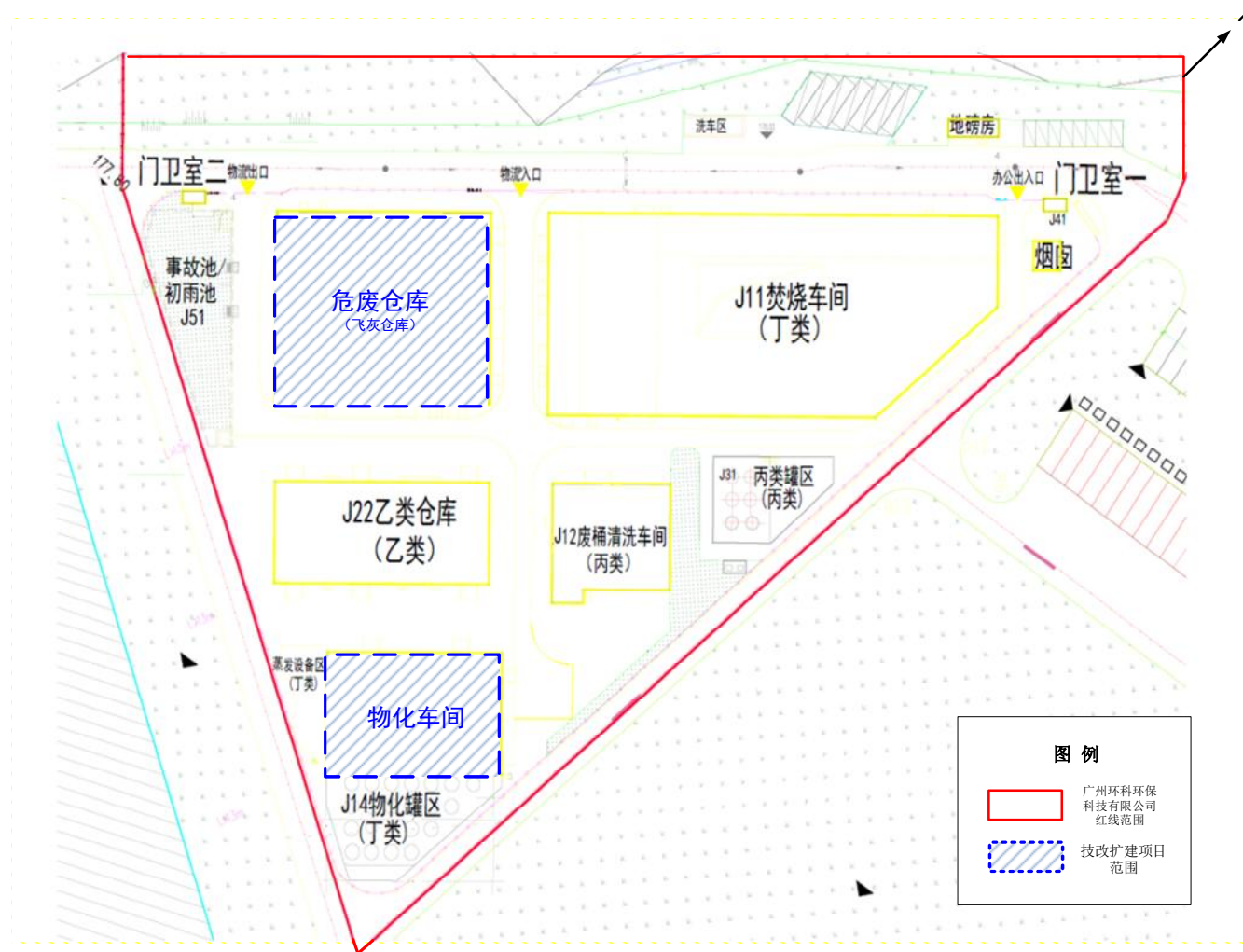


图 3.2-1 拟建项目布置情况图



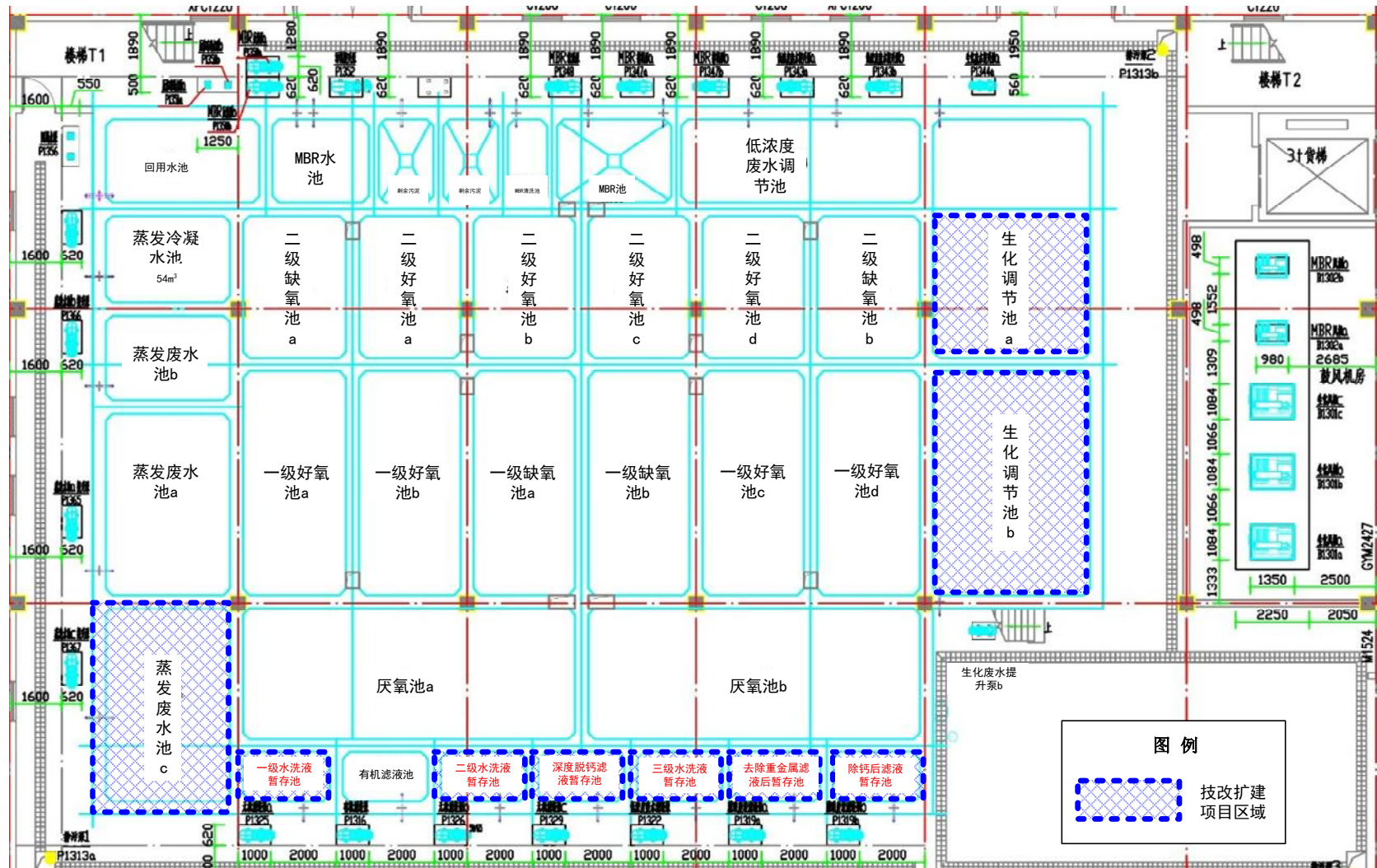


图 3.2-2 拟建项目在物化车间（1 楼）平面布置图





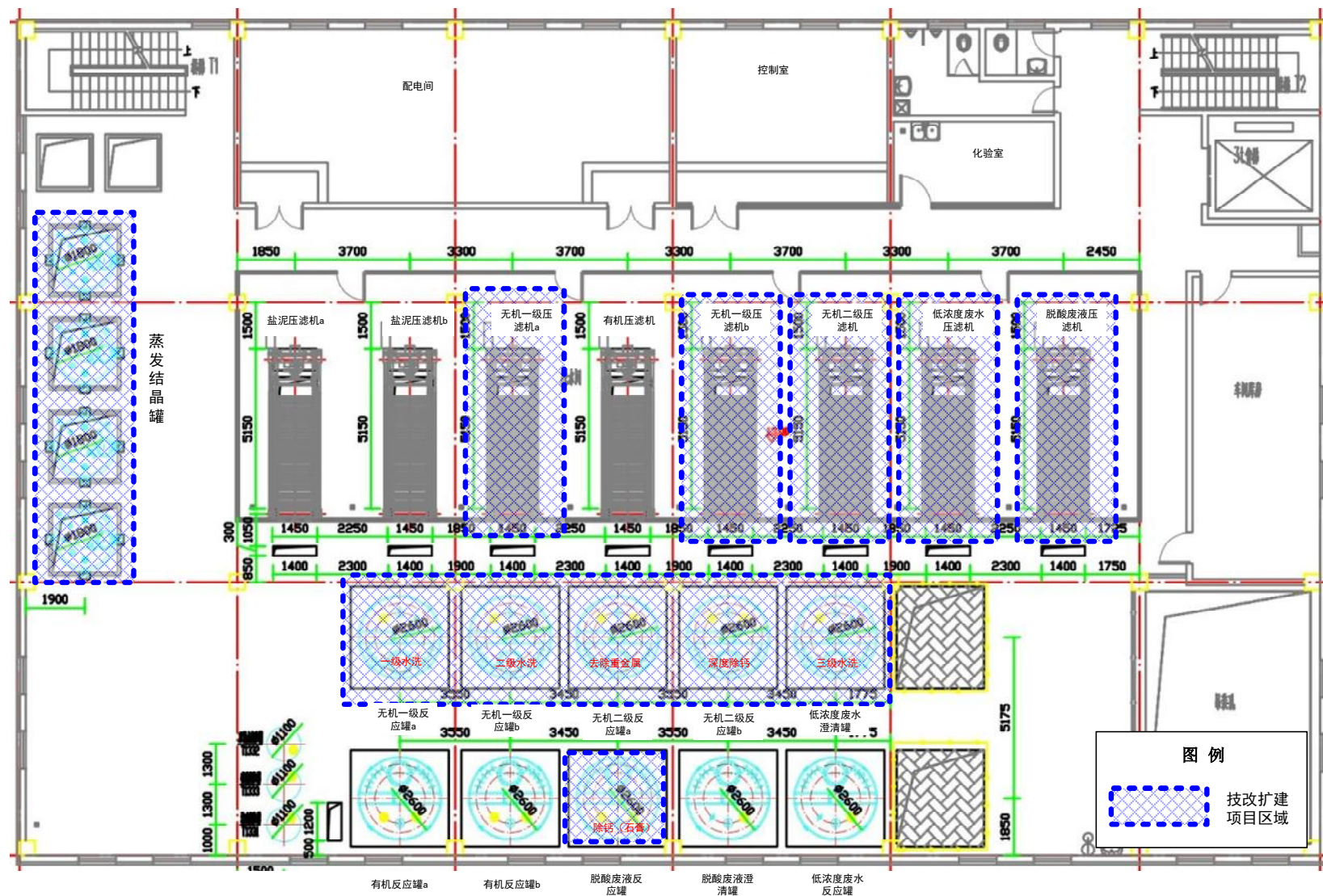


图 3.2-4 拟建项目在物化车间（4 楼）平面布置图

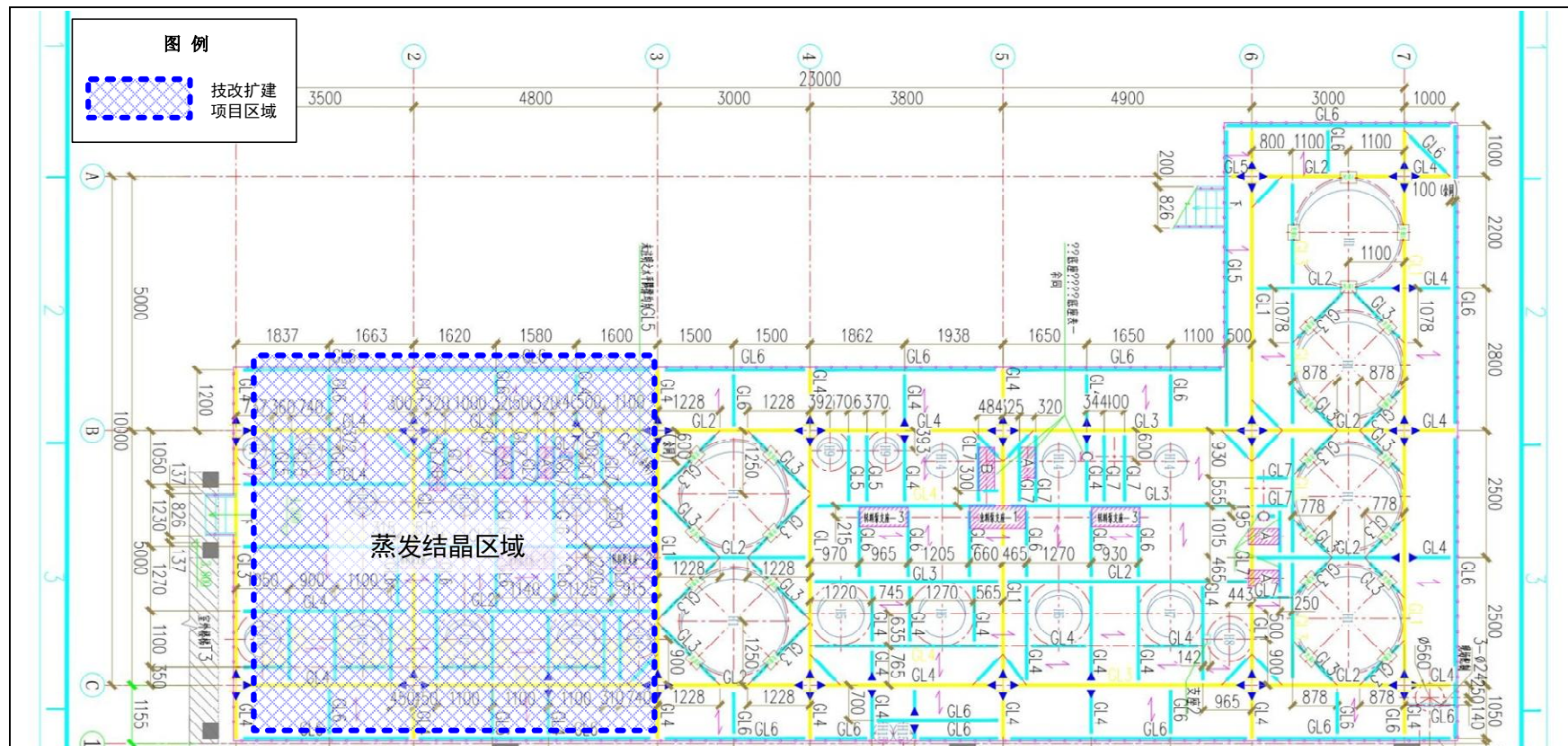


图 3.2-5 拟建项目在物化车间（户外地面）蒸发结晶区域平面布置图



### 3.2.2 技改扩建工程组成

项目主体工程、辅助工程、公用工程和环保工程等均依托现有项目，具体见表 3.2-1；技改扩建前后总体工程变化情况见表 3.2-2，拟建项目与现有项目相互依托关系及可行性分析见章节 3.2.3。

表 3.2-1 技改扩建工程组成一览表

工程类别		建设内容、规模及主要参数
主体工程	飞灰下料单元	依托物化车间 4 楼现有电动葫芦进行吊运，新增飞灰下料斗装置 3 套
	飞灰洗涤单元	依托物化车间 3 楼、4 楼现有 6 套无机废液处理系统的反应罐（ $V=25\text{m}^3$ ）进行飞灰水洗，5 套压滤机（过滤面积 $80\text{m}^2$ ）对洗涤后的飞灰进行压滤，首层的各类滤液池（ $V=26\text{m}^3$ ）进行水洗液暂存（具体见表 3.2-3）
	漂洗废水处理单元	依托物化车间 3 楼、4 楼现有物化车间的低浓度废水滤液池、无机二级反应罐、脱酸废水滤液池、脱酸废水反应罐和压滤机等设备，能够有效实现滤液的重金属去除和深度脱钙处理。
	蒸发结晶单元	依托物化车间首层户外现有的 1 套蒸发反应器（ $5\text{t/h}$ ）、1 套原液池（ $V=150\text{m}^3$ ）、2 套结晶釜（ $V=4\text{m}^3$ ）、2 套母液罐（ $V=3\text{m}^3$ ）、2 套潜水泵（ $20\text{m}^3/\text{h}$ ）和 1 套蒸馏水池（ $V=402\text{m}^3$ ）
辅助工程	原料仓库	依托现有丙类暂存库首层指定区域，占地面积 $2243.75\text{m}^2$ ，用于暂存飞灰原料。
	产品仓库	依托现有丙类暂存库，占地面积 $2243.75\text{m}^2$ ，用于暂存水洗后飞灰及工业结晶盐和石膏。
公用工程	给排水工程	给水：生产、生活及消防用水水源采用园区自来水管网。 排水：生产废水（高浓度盐水）经药剂沉淀去除钙、镁及部分重金属等杂质金属离子，最后蒸发结晶产生副产物工业用盐，蒸发冷却水回用到水洗工序循环使用，生产废水零排放。
	供热工程	依托项目回转窑余热锅炉产生蒸汽供热
	供电工程	依托物化车间双回路供电系统，由市政供电
	消防设施	依托厂区现有的 1 个消防水池，有效容积 $982\text{m}^3$
环保工程	废气治理	①进料斗粉尘：飞灰采用下开口吨袋在加盖密闭料斗机械自动割袋投料的方式投料，投料过程产生的飞灰粉尘 100%可以在密闭收集系统内被微负压吸收进入脉冲布袋除尘器系统内，处理（去除率 99.00%）达标后经 $25\text{m}$ 排气筒高空排放。收集到的颗粒物达到一定量后，用小口吨袋装返回水洗反应系统，实现资源回收利用。 ②氨气：洗涤反应罐主要产生的废气为尘料洗涤时与水反应产生的少量氨气废气通过反应罐的负压废气收集系统收集，经物化车间现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后达标高空排放。 ③氯化氢：项目需要使用 30%盐酸对除重金属反应罐调节 pH，使用的盐酸具有一定的挥发性，废气通过反应罐的负压废气收集系统收集，经物化车间现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后达标高空排放。
	废水治理	针对水洗产生的一级漂洗废水，先调节 pH 并加入硫化钠等药剂，去除钙、镁及部分重金属等杂质金属离子，接着加硫酸钠生成石膏实现钙资源化，再用碳酸钠深度脱钙，最后经蒸发结晶得到氯化钠和氯化钾工业盐，冷却水回用于水洗，全程无废水外排。
	噪声治理	依托现有物化车间的消声、降噪和减振措施。
	固体废物处理	试验产生的水洗脱氯飞灰，交由广东省固体废物环境监管平台注册的“豁免单位—水泥窑协同处置单位”处理，接收前须经危险废物鉴别，各项指标满足 GB30485

		和 HJ662 要求，可进入水泥窑协同处理。飞灰包装袋未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用，而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置。
--	--	---

表 3.2-2 技改扩建前后工程组成一览表

项目		技改扩建前	技改扩建后	变化情况
主体工程	焚烧车间	1 条回转窑焚烧线与 1 条等离子熔融炉处置线处置危险废物。配套设置：卸料区、料坑、进料设备平台、破碎机房、检修间、空压机房、水泵房、破碎系统、行车进料系统、软化水制备系统、除氧系统、实验室等。	1 条回转窑焚烧线与 1 条等离子熔融炉处置线处置危险废物。配套设置：卸料区、料坑、进料设备平台、破碎机房、检修间、空压机房、水泵房、破碎系统、行车进料系统、软化水制备系统、除氧系统、实验室等。	无变化
	物化车间	两套物化处理线：1 套 7500t/a 有机废液处理系统、1 套 22500t/a 无机废液处理系统。目前物化车间 2022 年~2024 年实际工况比均低于 5%(具体见章节 2.2.4)。	1 套 7500t/a 有机废液处理系统、1 套 22500t/a 无机废液处理系统。本拟建项目在现有 1 套物化反应罐新增飞灰进料斗，蒸发结晶区域新增母液压滤分盐离心机，其余设备数量不变。	本项目由飞灰下料单元、飞灰洗涤单元、漂洗废水处理单元和蒸发结晶单元 4 部分组成，除飞灰进料斗和母液压滤分盐离心机外，其余设备均依托现有物化车间设备运行。飞灰洗涤单元借助 3 楼、4 楼现有的 3 套无机废液处理系统反应罐进行飞灰水洗，同时利用 3 套现有压滤机对洗涤后的飞灰压滤，首层各类滤液池用于水洗液暂存。漂洗废水处理单元依托物化车间 3、4 楼现有 3 套无机废液处理系统反应罐实现滤液重金属去除与深度脱钙，同时利用 2 套现有压滤机进行污泥压滤，首层滤液池用于各环节待处理废水暂存。蒸发结晶单元依托首层户外现有的蒸发反应器等设备开展工作，需新增母液压滤分盐离心机。目前物化车间还有 95%的生产负荷富余，因此本试验项目运行不会影响现有无机废液处理系统的正常运行。
	废桶清洗车间	1 条处理废旧包装桶 8000t/a 的干法清洗线	1 条处理废旧包装桶 8000t/a 的干法清洗线	无变化

项目		技改扩建前	技改扩建后	变化情况
仓储工程	废物暂存仓	2 个废物暂存库，包括占地面积 2236m <sup>2</sup> 、仓储量为 3354t 的 1#丙类暂存库（含废物暂存库废物分拣区）和占地面积 1170.5m <sup>2</sup> 的 2#乙类暂存库。	2 个废物暂存库，包括占地面积 2236m <sup>2</sup> 、仓储量为 3354t 的 1#丙类暂存库（含废物暂存库废物分拣区）和占地面积 1170.5m <sup>2</sup> 的 2#乙类暂存库	拟建项目需依托丙类仓库暂存原飞灰及水洗脱氯产物。其中，原飞灰及水洗脱氯飞灰最大存储量为 207 吨，结晶盐最大存储量为 103 吨，总最大存储量为 310 吨，占丙类暂存仓总存储能力的 9.24%。目前现有项目在丙类仓库的最大存储量为 830 吨，占总储存容量的 24.75%，因此有足够空间供拟建项目使用。
	储罐区	1 个储罐区，占地面积 459.91m <sup>2</sup> ，设有 6 个 30m <sup>3</sup> 储罐，分别为：储罐区 1 个低热值废液罐、1 个中热值废液罐、1 个高热值废液罐、1 个柴油储罐、1 个碱液罐、1 个氨水罐	1 个储罐区，占地面积 459.91m <sup>2</sup> ，设有 6 个 30m <sup>3</sup> 储罐，分别为：储罐区 1 个低热值废液罐、1 个中热值废液罐、1 个高热值废液罐、1 个柴油储罐、1 个碱液罐、1 个氨水罐	无变化
	物化罐区	在物化车间东南侧设 1 个物化储罐区，占地面积 483.4m <sup>2</sup> ，设有 22 个储罐用于储存物化处理线处理的液态危险废物，其中 19 个 56m <sup>3</sup> 储罐、1 个 25m <sup>3</sup> 双氧水储罐，1 个 24m <sup>3</sup> 硫酸储罐，1 个 30m <sup>3</sup> 液碱储罐。	在物化车间东南侧设 1 个物化储罐区，占地面积 483.4m <sup>2</sup> ，设有 22 个储罐用于储存物化处理线处理的液态危险废物，其中 19 个 56m <sup>3</sup> 储罐、1 个 25m <sup>3</sup> 双氧水储罐，1 个 24m <sup>3</sup> 硫酸储罐，1 个 30m <sup>3</sup> 液碱储罐。	无变化
	堆桶区	在废桶清洗车间东侧设置了 1 个堆桶区，用于堆放废桶及清洗后堆桶区的桶，占地面积 215.25m <sup>2</sup>	在废桶清洗车间东侧设置了 1 个堆桶区，用于堆放废桶及清洗后堆桶区的桶，占地面积 215.25m <sup>2</sup>	无变化
公用工程	给排水	生产、生活及消防水源来自市政供水管网。项目产生的生产废水、初期雨水、生活污水进入项目自建污水处理站处理后全部回用。	生产、生活及消防水源来自市政供水管网。项目产生的生产废水、初期雨水、生活污水进入项目自建污水处理站处理后全部回用。	无变化
	能源系统	设置双回路供电系统，由市政供电	设置双回路供电系统，由市政供电	无变化
	化学制水系统	设置一套化学制水系统，用于锅炉补充水以及设备冷却水	设置一套化学制水系统，用于锅炉补充水以及设备冷却水	无变化
	消防水池	设置 1 个消防水池，有效容积 982m <sup>3</sup>	设置 1 个消防水池，有效容积 982m <sup>3</sup>	无变化

项目		技改扩建前	技改扩建后	变化情况
环保工程	热处理烟气净化系统	回转窑和等离子熔融炉废气分别经过“SNCR 脱硝+急冷吸收塔+干法脱酸塔+布袋除尘器+湿法脱酸+湿式电除尘+SGH+低温 SCR”烟气净化系统处理后汇入集合式烟囱排放，烟囱高度 90m	回转窑和等离子熔融炉废气分别经过“SNCR 脱硝+急冷吸收塔+干法脱酸塔+布袋除尘器+湿法脱酸+湿式电除尘+SGH+低温 SCR”烟气净化系统处理后汇入集合式烟囱排放，烟囱高度 90m	无变化
	物化废气处理系统	物化线以及污水处理设施产生的废气收集后经一套“碱液喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后由 25m 高排气筒排放	物化线以及污水处理设施产生的废气收集后经一套“碱液喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后由 25m 高排气筒排放；拟建项目新增进料斗粉尘集气罩、“布袋除尘”系统和布袋除尘器排放口。	拟建项目新增进料斗粉尘集气罩 1 个、布袋除尘系统 1 个及其排放口 1 个
	洗桶废气	倒残液区和落盖区废气分别收集后引至一套“碱液喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后由 15m 高排气筒排放；抛丸、抛光废气分别收集后引至一套“布袋除尘器”处理后由 15m 高排气筒排放；废桶加热打磨工序废气收集后引至焚烧车间作为回转窑一次风。	倒残液区和落盖区废气分别收集后引至一套“碱液喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后由 15m 高排气筒排放；抛丸、抛光废气分别收集后引至一套“布袋除尘器”处理后由 15m 高排气筒排放；废桶加热打磨工序废气收集后引至焚烧车间作为回转窑一次风。	无变化
	噪声治理	选用低噪声设备，采用消声、隔声、减震等措施	选用低噪声设备，采用消声、隔声、减震等措施	无变化
	污水处理站	热处理系统废水经三效蒸发系统（处理能力 120t/d）预处理后，冷凝水排入中间水池；物化线冷凝废水直接排入中间水池；其他生产废水和生活污水经混凝沉淀预处理后排入中间水池。中间水池废水经 A <sup>2</sup> O+MBR+反渗透系统处理后全部回用，处理规模为 250t/d；反渗透系统产生的浓水送三效蒸发系统处理。。	热处理系统废水经三效蒸发系统（处理能力 120t/d）预处理后，冷凝水排入中间水池；物化线冷凝废水直接排入中间水池；其他生产废水和生活污水经混凝沉淀预处理后排入中间水池。中间水池废水 A <sup>2</sup> O+MBR+反渗透系统处理后全部回用，处理规模为 250t/d；反渗透系统产生的浓水送三效蒸发系统处理。	无变化

项目		技改扩建前	技改扩建后	变化情况
	固废处理	回转窑产生的炉渣和飞灰送入等离子熔融炉处理，等离子熔融处置线目前处于停产状态，焚烧产生的焚烧炉渣和飞灰均交由有资质单位处理处置；物化车间产生的浓缩液送焚烧车间处理，盐泥交由有资质单位处理处置	回转窑产生的炉渣和飞灰送入等离子熔融炉处理，等离子熔融处置线目前处于停产状态，焚烧产生的焚烧炉渣和飞灰均交由有资质单位处理处置；物化车间产生的浓缩液送焚烧车间处理，盐泥交由有资质单位处理处置	无变化
	应急事故池	1 座，有效容积 1256m <sup>3</sup>	1 座，有效容积 1256m <sup>3</sup>	无变化
	初期雨水池	1 座，有效容积 765m <sup>3</sup>	1 座，有效容积 765m <sup>3</sup>	无变化

### 3.2.3 拟建项目与现有项目相互依托关系及可行性

#### (1) 主体工程处理规模依托可行性

本项目由飞灰下料单元、飞灰洗涤单元、漂洗废水处理单元和蒸发结晶单元 4 部分组成,除飞灰进料斗和母液压滤分盐离心机外,其余设备均依托现有物化车间设备运行。飞灰洗涤单元借助 3 楼、4 楼现有的 3 套无机废液处理系统反应罐进行飞灰水洗,同时利用 3 套现有压滤机对洗涤后的飞灰压滤,首层各类滤液池用于水洗液暂存。漂洗废水处理单元依托物化车间 3、4 楼现有 3 套无机废液处理系统反应罐实现滤液重金属去除与深度脱钙,同时利用 2 套现有压滤机进行污泥压滤,首层滤液池用于各环节待处理废水暂存。蒸发结晶单元依托首层户外现有的蒸发反应器等设备开展工作,需新增母液压滤分盐离心机。

根据企业 2022~2024 年的物化车间的实际生产能力统计数据可知,企业物化车间的实际运营工况极低,2022~2024 年期间实际工况比均低于 5%。因此,从处理规模来看现有物化车间的无机废液处理系统(22500t/a)完全可以满足飞灰资源化利用试验线的需求。飞灰资源化利用试验线的试验量为 200 吨,远低于无机废液处理系统的处理能力,因此在处理规模上是完全可行的,技改扩建后现有项目固体废物处理规模保持不变。

#### (2) 设备适用性分析

从处理设备来看,现有物化车间配置了 1 套 7500t/a 有机废液处理系统和 1 套 22500t/a 无机废液处理系统,具备较强的处理能力。拟建项目计划在现有车间内组建一条试验期为 2 个月、试验量为 200 吨的飞灰资源化利用试验线,主要新增设备包括进料斗、飞灰下料斗除尘装置、布袋除尘系统和母液压滤分盐离心机,其余设备均利用现有设施。此外,现有物化车间的设备和污染治理设施较为完善,新增设备与现有设备的兼容性较好,可以有效保障试验线的正常运行。飞灰储存单元、飞灰洗涤单元和蒸发结晶单元均依托现有设备进行,新增设备的安装和调试工作量较小,对现有生产影响较小。具体分析如下:

##### 1) 飞灰洗涤单元适用性分析

现有反应罐(6 套 25m<sup>3</sup>罐体)采用耐酸防腐材质,可适配水洗脱氯的强碱性或中性环境(pH 调控需求),有效应对飞灰中氯盐(如 NaCl、KCl、CaCl<sub>2</sub>)的溶解与反应。



其搅拌与控温功能可直接用于飞灰浆液的混合与传质强化，确保氯离子高效脱除（脱氯率 $>95\%$ ）；现有压滤机（过滤面积  $80\text{ m}^2/\text{台}$ ）的厢式结构与高压过滤设计（ $>1.0\text{MPa}$ ），可精准控制脱氯飞灰含水率至 $\leq 40\%$ 。同时，其密闭性可阻隔飞灰粉尘逸散，避免二次污染。

现有设备可无缝衔接三级逆流洗涤工艺：一级反应罐处理高氯飞灰浆液，二级/三级罐依次将清洗后的滤液送至上一级清洗反应罐回用，实现滤液梯级循环与新鲜水减量（液固比可降至  $0.73:1$ ）。压滤机在各段间完成飞灰浆料的脱水转运，形成“水洗一压滤一回用”闭路循环，显著降低废水产生量。

反应罐的碱性环境（ $\text{pH}>10$ ）可抑制重金属溶出（如  $\text{Pb}$ 、 $\text{Cd}$ ），结合压滤后飞灰的固相截留，确保二噁英等难溶物不迁移至水相。滤液中的重金属离子可依托现有物化车间废水系统深度处理。

## 2) 滤液除重金属、深度脱钙处理单元适用性分析

一级漂洗滤液依托现有物化车间的低浓度废水滤液池、无机二级反应罐、脱酸废水滤液池、脱酸废水反应罐和压滤机等设备，能够有效实现滤液的重金属去除和深度脱钙处理。现有设备具备良好的兼容性和扩展性，能够满足不同化学药剂的投加需求，如硫酸钠、氯化亚铁和碳酸钠等，确保化学反应的高效进行。

在重金属去除阶段，无机二级反应罐 A 可调节  $\text{pH}$  值并投加硫化钠和氯化亚铁，通过沉淀和絮凝作用去除重金属离子，分离后的污泥可返回一级水洗罐循环利用。在除钙和深度脱钙阶段，反应罐可分别投加硫酸钠和碳酸钠，生成硫酸钙和碳酸钙沉淀，实现钙离子的有效去除。压滤机则用于固液分离，确保净化后的滤液进入蒸发结晶设施进行后续处理。

综上所述，现有物化车间设备能够满足滤液除重金属和深度脱钙的工艺需求，具备高效、稳定和资源循环利用的优势，适用于废水净化和资源化利用的全过程。

## 3) 蒸发结晶单元适配性分析

现有物化车间的蒸发结晶系统在工艺设计和功能上完全适配技改扩建水洗脱氯工艺滤液的处理需求。该系统采用成熟的三效蒸发结晶与冷却结晶相结合工艺技术，核心工艺包括预处理、蒸发浓缩、结晶分盐和冷凝水回用。针对技改扩建水洗脱氯工艺产生的高盐、高氯离子滤液，现有预处理单元（如过滤、软化除杂）能有效去除钙镁离子和

悬浮物，防止设备结垢和腐蚀；蒸发段通过热能循环将滤液浓缩至过饱和状态，结合结晶釜的分步控温功能，实现氯化钠与氯化钾的分质结晶，产出工业盐资源化产品，同时冷凝水经蒸馏水池回收后可回用于水洗工序，达成近零排放。系统设计冗余度高，例如原液池和蒸馏水池提供充足缓冲容量，应对水质波动，而结晶单元的分级处理能力可灵活匹配滤液的高盐特性，无需改造即能稳定运行。此工艺已在类似飞灰水洗项目中验证成功，通过闭路循环和盐分资源化，彻底解决脱氯滤液的盐分富集问题。因此，现有蒸发结晶系统在工艺兼容性、风险控制和环境效益上均能满足技改扩建需求。

### （3）储运工程依托可行性

在储存容量方面，飞灰资源化利用试验线预计试验量 200 吨，试验期 2 个月，需依托丙类仓库暂存原飞灰及水洗脱氯产物。其中，原飞灰及水洗脱氯飞灰最大存储量为 207 吨，结晶盐最大存储量为 103 吨，总最大存储量为 310 吨，占丙类暂存仓总存储能力的 9.24%。本项目丙类暂存库占地 2243.75m<sup>2</sup>，项目一楼 50%用于分拣，50%占地用于存放项目产生的二次危废灰渣等，共设置 3 层货架，以系数 0.6 折算有效库容，则可存储约 673.8t 的二次危废，则可以暂存约 25 天的二次危废产生量。项目 2 楼~4 楼主要用来存储丙类危废，共设置 1005 个三层货架，共 3828 货位，每个货位按 0.7 吨/货位计算，则项目丙类暂存库 2~4 楼可存储约 2680t 的危险废物。按照丙类废物日最大产生量 78.78t/d 进行计算，暂存 15 天的量约为 1182t，因此仍有 1498t 的储存余量供拟建项目的飞灰和副产物储存使用。

从储存危险废物（飞灰含重金属等有害物质）的适配要求来看，丙类暂存库具备防渗漏、防腐蚀、防淋溶、防流失措施。首先，仓库内部具有泄漏液体渗漏装置，泄漏物、受污染的消防水（溢）流入雨水和清浄下水系统通过导流系统进入事故应急池，无对外泄漏风险；其次，仓库顶部具备防水、防晒功能，可防止雨水渗透和阳光直射导致的飞灰性质变化；再次，仓库具备独立、密闭、上锁防盗的条件，而且飞灰采用双层专用集装吨袋封装，符合飞灰密闭贮存管理的要求；最后，丙类仓库配置有“碱液喷淋+UV 光解+活性炭吸附”组合废气处理系统，可处理飞灰贮存过程中几乎可忽略的粉尘逸散废气，其排放颗粒物不会超过 GB16297 规定的排放浓度限值要求，因此丙类仓库符合暂存飞灰危险废物的条件。

### （4）环保工程依托可行性

### 1) 废气

拟建项目洗涤反应罐、除钙反应罐会与水反应产生少量氨气，废气需经物化车间现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后排放。现有物化车间的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”工艺体系与技改扩建水洗脱氯过程产生的氨气特性高度适配。首先，氨气（ $\text{NH}_3$ ）作为碱性气体，易溶于酸液形成铵盐。现有酸喷淋塔（采用稀硫酸或盐酸）可高效中和溶解氨气，效果显著。残余微量氨气及可能伴随的有机胺类物质，可被 UV 光解的高能紫外线裂解为  $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  等无害小分子；活性炭则通过物理吸附进一步截留未被完全分解的极性物质，形成双重保险。现有废气处理工艺通过阶梯式净化机制（酸碱溶解→光化学分解→吸附截留）完全覆盖拟建项目氨气处理需求。

### 2) 废水

拟建项目产生的废水为水洗脱氯后的高浓度含盐废水，该废水经过现有物化车间的无机二级反应罐 a（净化）、脱酸废水反应罐（除钙）和二级反应罐 b（深度除钙）后，进入三效蒸发系统进行蒸发结晶。蒸发冷却水回用到三级水洗反应罐工序循环使用，实现生产废水零排放。除氨废水通过进入项目现有的低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐-生化调节池-厌氧—两级 AO-MBR-RO+DTRO 系统处理后，进入回用水池。

本次拟建项目依托现有物化车间建设，不新增占地面积，技改扩建前后项目初期雨水量没有发生变化，因此拟建项目可依托现有的初期雨水池。厂内初期雨水经过专用管道排至初期雨水池，15 分钟后雨水可切换溢流排入厂区雨水管。初期雨水通过排水泵排入厂区污水管道，最终排至厂区生产废水处理系统集中处理。

### 3) 噪声

现有工程已采取了基础减振、消声器、厂房隔声等措施降低噪声影响，厂界噪声可达标排放；拟建项目新增设备对噪声的贡献值极小，对现有噪声的叠加增量可忽略，现有的噪声防治措施可满足拟建项目需求。

### 4) 固废

根据工程分析，拟建项目产生的水洗脱氯后飞灰氯饼和试验不达标的副产物属危险废物，暂存于现有丙类暂存库的危废暂存间内。现有工程已建设有危废暂存间，满足现有工程的危废暂存需求，危废经暂存后委托资质单位处置，拟建项目实施后除上述危险废物外，其余危险废物产生量不会增加，现有的危废间可满足拟建项目实施后危险废物

处理的需求。

3.2.4 拟建项目设备清单

拟建项目除进料斗、飞灰下料斗除尘装置、布袋除尘系统和母液压滤分盐离心机外，其余主要设备均依托现有工程，无新增设备。生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目设备一览表见下表所示。

表 3.2-3 拟建项目新增及依托设备清单

序号	技改扩建设备	规格	单位	数量	备注
飞灰存储及下料单元					
1					
2					
3					
4					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

序号	技改扩建设备	规格	单位	数量	备注
11		过滤面积 80			依托物化车间 2、4 楼
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

### 3.2.5 拟建项目公用辅助工程

拟建项目无新增建设内容，公用及辅助工程均依托现有工程。

## 3.3 广东省同类型项目的发展情况

目前，广东省是我国生活垃圾焚烧规模最大的省份之一，以 2024 年广州市为例，年产飞灰 23.74 万吨，填埋容量趋紧，迫切需要资源化、无害化处理。近年来，省内陆续启动多座飞灰水洗示范项目，形成了较为完整的产业链。

惠宏科技在云浮已建设运营 20 万吨/年飞灰水洗项目，目前已达设计负荷（600t/d）的 78.48%，水灰比 1.5: 1、钾盐产比 7%、配套废水处理系统实现废水零排放，关键技术指标处于业内领先水平。

高州市京兰环保项目总投资 1.54 亿元，年处理规模 5 万吨，采用“低温热解+梯级逆流水洗+蒸发结晶分盐”工艺，预计 2026 年进入调试。

阳春海螺环保在阳江阳春等地建设的飞灰水洗线，总投资 1.94 亿元，年处理规模 5 万吨，采用“水洗脱盐+蒸发结晶+水泥窑协同处理”工艺，预计三级逆流漂洗可将氯洗出率控制在 90%- 95%，出水氯含量低于 1%，并通过蒸发结晶回收氯化钠、氯化钾等副产品，实现资源化利用。

下表是目前广东已投产和处于投产前期审批阶段的项目情况：

表 3.3-1 广东省内飞灰资源化项目市场情况表

序号	项目名称	项目单位	项目地址	规模 (万吨/年)	工艺	飞灰去向	投资 (亿元)	运距 (公里)	建设计划
1	云浮惠东飞灰水洗项目	广东惠东科技有限公司	云浮云安	20	逆流漂洗+蒸发结晶+水泥窑协同	中材天山(云浮)水泥有限公司	2	160	已投产
2	广东京兰环保飞灰无害化资源化综合利用项目	广东京兰环保科技有限公司	茂名高州	5	低温热解+水洗脱盐+蒸发结晶分盐	水稳材料、加气砖、混凝土掺合料	1.54	380	2025 年 6 月动工，2026 年 3 月完工
3	清远海螺环保 25 万吨飞灰资源化利用项目	清远海螺环保	清远清远	10+15	水洗脱盐+蒸发结晶+水泥窑协同	广东清新水泥有限公司 3 条 5000 t/d (厂区内部同)	1.8 (一期)	160	预计前期策划+建设需 2 年
4	花都飞灰资源化利用项目(越堡水泥)	广州市越堡水泥有限公司	广州花都	5	水洗脱盐+蒸发结晶+水泥窑协同	越堡水泥+珠江水泥两条水泥窑共 10500 t/d (厂区内协同)	1.3	50	—
5	广西垃圾焚烧飞灰集中处置中心	广西梧州环投	广西梧州	10+20	一期 10 万吨水洗+低温热解+蒸发结晶	梧州周边水泥窑协同处置, 低值建材就近消纳	2.4 (一期)	310	预计 2026 年开工, 2027 年建成一期
6	阳春水泥窑协同处置飞灰项目	阳春海螺环保	阳江阳春	5	水洗脱盐+蒸发结晶+水泥窑协同	阳春海螺水泥 12000 t/d 熟料生产线协同处置	1.94	240	环评已通过, 寻求合作伙伴
7	云浮市壹业环保科技有限公司资源化利用项目	云浮市壹业环保	云浮郁南	5	碳化解毒+水洗脱盐+水泥窑协同	中材天山(云浮)水泥有限公司	3.07	260	环评已通过, 暂缓启动飞灰项目



8	梅州市塔牌集岭鑫达 5 万吨飞灰和 4 万吨铝灰渣资源化项目	梅州市塔牌集岭鑫达公司	梅州蕉岭	5	水洗脱盐+蒸发结晶+水泥窑协同	梅州市塔牌集团蕉岭鑫达旋窑水泥有限公司	1.15	420	—
9	江门市垃圾焚烧飞灰资源化利用项目	上海康恒环境修复有限公司	江门鹤山	6	低温热分解+水洗脱盐+蒸发结晶	周边建材制造单位(混凝土砌块、免烧蒸压砖)	1.79	130	编制可研中, 寻求合作伙伴
10	佛山瀚蓝飞灰资源化项目	瀚蓝环境	佛山南海	5	水洗脱盐+蒸发结晶+水泥窑协同(待定)	待定	—	—	已有规划, 方案未公开

### 3.4 技改扩建后原辅材料、资源能源消耗

#### 3.4.1 原辅材料消耗及贮存

##### (1) 原辅材料消耗及贮存

根据相关设计资料，本项目所用的原辅材料消耗及贮存情况见表 3.3-1。

表 3.4-1 本项目原辅材料一览表

序号	名称	用量 (t)	最大储存量 (t)	备注
1	垃圾焚烧飞灰	200	20	利用叉车将袋装尘料运送至物化车间，由电梯运至四楼平台，随后用电动葫芦将吨袋吊至反应罐进料料斗上方，通过下开口吨袋将飞灰直接放置于密闭倾斜料斗内部，从吨袋底部打开开口，使飞灰顺畅流入一级反应罐内与罐内液体混合。
2	30%盐酸	1.13	0.6	25L 桶装，放置在药剂间
3	无水碳酸钠	0.465	0.5	固态袋装，存放在物化车间内，通过人工投加
4	无水硫酸钠	37.75	2	
5	硫化钠	1.6	0.5	
6	氯化亚铁	0.01	0.05	
7	PAM	0.006	0.05	

##### (2) 主要原辅材料理化性质

主要原辅料的理化性质如下表：

表 3.4-2 盐酸理化性质一览表

CAS 号	7647-01-0		
分子式	HCl	外观与性状	呈透明无色或黄色，具有刺激性气味和强腐蚀性
分子量	36.46	溶解性	易溶于水、乙醇、乙醚和油等
主要用途	主要用于稀有金属湿法冶金、有机合成、漂染工业、金属加工、食品工业、无机药品及有机药物的生产等		
健康危害	侵入途径：皮肤接触、眼睛接触、吸入、食入健康危害：接触蒸汽或烟雾，可引起急性中毒，出现眼结膜炎，鼻及口腔粘膜有灼烧感，鼻出血、齿龈出血，气管炎等。误服进而引起消化道灼伤、溃疡形成，有可能引起胃穿孔、腹膜炎等。眼和皮肤接触可致灼伤，长期接触，引起慢性鼻炎、慢性支气管炎、牙齿酸蚀症及皮肤损害。		

毒理学数据及危险特性	毒理学资料：LD50:900mg/kg（兔经口）；LC50:3124ppm，1 小时（大鼠吸入）； 危险特性：能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气。与碱发生中和反应，并放出大量的热。具有强腐蚀性。环境危害：对环境有危害，对水体和土壤可造成污染。
------------	--

表 3.4-3 碳酸钠理化性质一览表

CAS 号	497-19-8		
分子式	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	外观与性状	常温下为白色无味的粉末或颗粒
分子量	105.99	溶解性	易溶于水和甘油
主要用途	主要用于平板玻璃、玻璃制品和陶瓷釉的生产，还广泛运用于生活洗涤、酸类中和以及食品加工等		
健康危害	侵入途径：皮肤接触、眼睛接触、吸入、食入。 健康危害：本品具有弱刺激性和弱腐蚀性。直接接触可引起皮肤和眼灼伤。生产中可吸入粉尘和烟雾可引起呼吸道刺激和结膜炎，还可有鼻黏膜溃疡、萎缩及鼻中隔穿孔。长时间接触该品溶液可发生湿疹、皮炎、鸡眼状溃疡和皮肤松弛。接触该品的作业工人呼吸器官病发病率升高。误服可造成消化道灼伤、黏膜糜烂、出血、休克。		
毒理学数据及危险特性	毒理学资料：LD50:4090mg/kg（大鼠经口）；LC50:2300mg/m <sup>3</sup> ，2 小时（大鼠吸入）；危险特性：本品不燃，具有腐蚀性、刺激性。		

表 3.4-4 硫酸钠理化性质一览表

CAS 号	497-19-8		
分子式	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	外观与性状	无水硫酸钠是一种白色结晶性粉末或颗粒。
分子量	142.05	溶解性	易溶于水，微溶于乙醇
主要用途	化学分析：常用于干燥剂，可以吸收水分。 工业生产：用于制造硫酸钠、硫酸钾等化学品。 实验室：作为化学试剂，用于各种实验。		
健康危害	急性毒性：硫酸钠的急性毒性相对较低，口服 LD50 为 3250~4300mg/kg（大鼠），经皮 LD50>16000mg/kg（兔子）。但如果大量摄入或长时间接触，仍可能引起不适。 皮肤刺激：长时间接触硫酸钠可能对皮肤产生轻微短暂刺激。在某些情况下，反复或长期与皮肤接触可能导致皮炎。 呼吸道刺激：吸入硫酸钠粉尘可能引起呼吸道不适。 眼部刺激：硫酸钠可能引起眼部暂时不适。		
毒理学数据及危险特性	LD50>2000mg/kg（大鼠，雌性）。 LC50>2.4mg/L（大鼠，4 小时暴露）。 在大鼠的 90 天重复暴露试验中，经口（灌胃）剂量为 0、100、300、1000mg/kg，未观察到剂量（NOEL）为 1000mg/kg		

表 3.4-5 硫化钠理化性质一览表

CAS 号	1313-82-2		
分子式	Na <sub>2</sub> S	外观与性状	纯品为无色结晶粉末，工业硫化钠呈粉

			红色、棕红色、土黄色
分子量	78.04	溶解性	易溶于水、乙醇、乙醚和油等
主要用途	普遍运用于石油开采、造纸、水处理、纺织、医药、农业等行业		
健康危害	侵入途径：皮肤接触、眼睛接触、吸入、食入 健康危害：本品在胃肠道中能分解出硫化氢，口服后能引起硫化氢中毒。对皮肤和眼睛有腐蚀作用。		
毒理学数据及危险特性	毒理学资料：LD50:820mg/kg（小鼠经口）；LD50:950mg/kg（大鼠静注）；危险特性：结晶硫化钠为强碱性腐蚀品，受撞击或急速加热可发生爆，遇酸分解，放出剧毒的易燃气体。		

表 3.4-6 氯化亚铁理化性质一览表

CAS 号	7758-94-3		
分子式	FeCl <sub>2</sub>	外观与性状	白色或灰绿色结晶
分子量	126.75	溶解性	易溶于水、甲醇、乙醇，微溶于丙酮及苯，不溶于乙醚
主要用途	用作水处理净化剂、还原剂、无铅汽油助剂、媒染剂和还原剂、冶金、医药制造等		
健康危害	侵入途径：皮肤接触、眼睛接触、吸入、食入 健康危害：反复或高浓度暴露会引起体内积聚大量的铁，从而损害肝；本品会刺激鼻腔和咽喉；接触可引起皮肤灼伤，反复接触会引起眼睛变色，本品有腐蚀性。		
毒理学数据及危险特性	毒理学资料：LD50:450mg/kg（小鼠经口）；危险特性：具有腐蚀性，不可燃烧，火场产生有毒含铁化合物和氯化物烟雾。		

### 3.4.2 能源消耗情况

本拟建项目的飞灰水洗脱氯试验中，能源消耗主要集中在飞灰水洗脱氯工序、废水净化处理工序和蒸发浓缩工序。项目试验 200 吨飞灰，试验期为 2 个月（约 60 天），每天运行 12 小时。飞灰水洗脱氯工序涉及多个反应罐、压滤机及泵类设备，主要消耗电能。主要设备总功率为 30kW，每天运行 12 小时，电耗为 360kWh/天，总电耗为 21,600kWh。废水净化处理工序包括泵、搅拌机和过滤设备，总功率约为 15kW，每天运行 12 小时，电耗为 180kWh/天，总电耗为 10,800kWh。蒸发浓缩工序主要消耗热能，通常使用天然气或电能。蒸发设备使用天然气，热功率为 100kW，每天运行 12 小时，天然气消耗量为 4.164m<sup>3</sup>/天，总消耗量为 249.84m<sup>3</sup>。此外，新增废气治理设施布袋除尘系统，预计功率约 5kW，每天运行 12 小时，电耗为 60kWh/天，总电耗为 3,600kWh。综上所述，在 2 个月的试验期内，处理 200 吨飞灰的项目预计总电耗约为 36,000kWh，

天然气消耗量为 249.84m<sup>3</sup>。

### 3.5 原料飞灰基本情况

#### 3.5.1 飞灰来源和性质

本项目全部的飞灰均来源福山循环经济产业园内的广州市第三资源热力电厂的吨包装固废尘料。

根据《国家危险废物名录》，生活垃圾焚烧飞灰属于危险废物，废物类别属于焚烧处置残渣（代号 HW18），废物代码 772-002-18，危险特性为“T”（毒性）。生活垃圾飞灰的具体性质如下：

##### （1）理化性质

垃圾焚烧飞灰是含水率极低的微细粉末状尘粒，呈浅灰或土黄色，一般含水率在 5.0% 以下，在潮湿气氛下由于吸水，含水率会有所提高，灼热减率为 3.0%~5.0%。

##### ①密度

焚烧飞灰的堆积密度一般在 0.5~1.0g/cm<sup>3</sup> 范围内，特别易受含水率的影响，密度随含水率的增大而增大，振实密度为 0.8~1.2g/cm<sup>3</sup>，真密度一般大于 2.8~3.2g/cm<sup>3</sup>。

##### ②比表面积和孔隙度

焚烧飞灰具有颗粒小，比表面积大的特点，试验测定的焚烧飞灰比表面积范围约为 4.8~13.7m<sup>2</sup>/g。焚烧飞灰的孔隙度较大，一般在 30%~50% 范围内。

##### ③粒径分布

重金属在烟气净化过程中主要通过吸附作用吸附在飞灰表面，飞灰中小颗粒多，表面积大，利于重金属的吸附。焚烧飞灰的大部分质量集中在粒径 20~125μm。

##### ④飞灰成分

构成焚烧飞灰的主要元素有 Si、Ca、Al、Fe、Na、Cl 等。其中以 CaO 含量较高，另外飞灰中还存在高含量的碱金属如 Al、Fe、Mg、Na 等，这使得飞灰具有较强的酸缓冲能力。飞灰的烧失量为 6% 左右，说明飞灰中的碳和硫含量较低，生活垃圾燃烧充分。

本项目采用广州市第三资源热力电厂生活垃圾燃烧后产生的飞灰，其具体成分及含量情况，详见下表。

表 3.5-1 广州市第三资源热力电厂飞灰成分表 (%)

样品名称	广州市第三资源热力电厂 (本拟建项目采用飞灰)
含水率	0.10
氯	27.9
钠	4.03
钾	3.35
钙	27.50
硫	2.08
硅	1.64
铝	0.72
镁	0.72
铁	0.48
氟	0.16
重金属	0.407
其它成分	31.543

\*注：飞灰成分较复杂，其他成分还包括无机矿物质  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{CaSO}_4$ 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ，未完全燃烧的有机物（如碳氢化合物烃类）、其他无机物（如氧化锌  $\text{ZnO}$ ）、氧化铜  $\text{CuO}$ 、氯化物、硫化物等），本次检测未能完全覆盖其他成分

### ⑤酸中和容量

飞灰中的 Ca、Na、Mg、K、Al 等碱性物质含量较高，使得飞灰具有很大的酸中和容量 (ANC)。飞灰的 ANC 含量可以抵抗环境中的酸性物质，只有当酸性物质逐渐破坏 ANC 后，飞灰中的重金属才会被浸出。

### (2) 飞灰中重金属含量

生活垃圾焚烧飞灰因其重金属浸出毒性较大而被归为危险废物。在焚烧过程中，物质挥发性会影响焚烧废物中重金属的释放程度，进而影响金属在炉渣和飞灰中的最终分配比例。沸点低的易挥发元素如 Pb、Cd 等元素常常在飞灰中富集，而 Ni 等难挥发的元素则滞留于底渣中，由于飞灰粒径小，外表面积大，通常携带这类难挥发的重金属主要靠飞灰颗粒的携带完成。

查阅相关文献等资料（《垃圾焚烧飞灰中重金属的存在方式及形成机理》，王伟等，城市环境与城市生态，2003 年；《不同粒径垃圾焚烧飞灰重金属形态分布比较研究》，叶秀雅等，环境工程学报，2012 年），研究表明，飞灰中重金属大多以金属氧化物的形式存在，少部分以硫酸盐，碳酸盐，氯化物的形式存在。

垃圾焚烧飞灰中氯离子含量较高，而氯离子可以通过影响金属元素的形态进而影响其挥发性，对于含有大量厨余废物、PVC 塑料等含氯物质的焚烧废物，燃烧产生的氯化作用十分明显。生活垃圾存在的氯可以与金属结合生成氯化物，改变其挥发性，金属 Zn、Cr、Ni 氯化物沸点要大大低于对应的单质元素和氧化物，使其更加容易在焚烧过程中挥发出来，从而增加这些低挥发性金属在飞灰中的含量，所以氯元素的含量也可能是飞灰中重金属含量较高的一个原因。

表 3.5-2 飞灰中重金属含量

样品名称	检出限	广州市第三资源热力电厂 (本拟建项目采用飞灰)				单位
		样品 1	样品 2	样品 3	最大值	
汞	0.002	13.0	0.114	15.8	15.8	mg/kg
铜	0.4	318	307	266	318	mg/kg
锌	1.2	2910	2920	2380	2920	mg/kg
铅	1.4	433	444	389	444	mg/kg
镉	0.1	91.6	91.2	76.2	91.6	mg/kg
铍	0.4	ND	ND	ND	0	mg/kg
钡	3.6	300	274	317	317	mg/kg
镍	0.4	12.6	12.0	14.8	14.8	mg/kg
砷	0.5	107	123	114	123	mg/kg
铬	0.5	72.2	64.6	77.8	77.8	mg/kg
六价铬	2	7.16	6.44	8.86	8.86	mg/kg
硒	0.6	5.2	5.7	5.2	5.7	mg/kg

### (3) 飞灰中二噁英含量

现有研究表明，生活垃圾焚烧过程中二噁英生成主要来源于尾部合成，合成的二噁英部分通过大气排放，大部分被脱除下来为飞灰所吸附，飞灰中的二噁英含量与焚烧物、焚烧温度、停留时间、混合状况以及烟气处理系统等息息相关。建设单位对本项目典型飞灰二噁英含量进行了检测，二噁英含量为 0.084-0.130TEQ $\mu$ g/kg，详见表 3.4-3。

表 3.5-3 飞灰中二噁英含量检测结果

序号	样品编号	单位	检测值
1	GF01250615001	TEQ $\mu$ g/kg	0.130
2	GF01250615002	TEQ $\mu$ g/kg	0.084
3	GF01250615003	TEQ $\mu$ g/kg	0.120



4	最大值	TEQ $\mu\text{g/kg}$	0.130
---	-----	----------------------	-------

### 3.5.2 飞灰运转

在飞灰处理的全过程中，为有效防止粉尘飘散和固体废物逸散，各环节应实施严格的密闭化管控与防尘措施。

#### 一、运输环节密闭化管控

飞灰应采用覆膜基布吨袋包装，内衬膜需完整密封，确保渗透系 $\leq 10^{-10}\text{cm/s}$ ，缝制工艺“热熔封口+双道缝线”增强密封性，以保障吨袋在运输过程中的稳固性。装车前严格检查吨袋完整性，破损袋拒收返厂。运输采用厢式货车全密闭运输，车厢缝隙处加装密封条，运输限速 40km/h，并规避大风天气，定期对轮胎及车身洒水抑尘。此外，随车配备泄漏应急包，以应对突发散落情况，确保现场立即封锁，污染物得到及时吸附回收。

#### 二、丙类仓库高标准防逸散

仓库地面铺设 2mm 厚 HDPE 膜，墙面采用金刚砂混凝土+环氧地坪漆，形成双重防渗屏障。吨袋堆高不超过 2 层，间距保持 $\geq 0.5\text{m}$ 。丙类仓库内部安装负压通风装置，在装卸区顶部设置吸风口，将含尘空气抽至“碱喷淋+UV+活性炭吸附塔吸附”，减少因吨袋破损等非正常工况下的粉尘无组织逸散发生。

#### 三、转运过程扬尘抑制

叉车转运采用封闭式料斗装载吨袋，转运通道地面硬化并定期洒水，抑尘效率达 74%。严禁大风天气室外作业，轻装轻卸以减少落差，进一步降低扬尘风险。货运电梯轿厢加装防泄漏托盘，四壁设置可拆卸式挡板，运输后立即清洁厢体，将残留飞灰收集至专用容器。

#### 四、吊装及投料精准防尘

电动葫芦吊运时，吨袋离地 10cm 暂停检查吊具稳定性，吊运高度控制在障碍物 30cm 以上，禁止斜吊、超载或人员滞留下方。倾斜料斗顶部设随动式密封帘幕，吨袋下料时帘幕自动闭合，阻断粉尘外溢。料斗连接的反应罐内部进行抽风，形成微负压，粉尘可顺利流畅进入反应罐，进一步减少粉尘向外逸散。

### 3.5.3 飞灰贮存

垃圾焚烧飞灰暂存的设计、安全防护、污染防治应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）和《危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范》（HJ/T176-2005）修改版的相关要求，并标有明确的安全警告和用途。

本项目依托现有丙类暂存库，占地面积 2243.75m<sup>2</sup>，用于暂存飞灰原料。仓储量为 3354t。为 4 层建筑，各层为一独立防火分区，各层面积约<2236m<sup>2</sup>。

建设单位对原料仓库地面及裙角进行防渗、防酸、耐腐蚀处理，同时设立有隔离设施、报警装置和防风、防晒和防雨设施，防渗层设置至少 1m 厚黏土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯等其他人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s。

同时，建设单位需做好危险废物情况的记录，记录上需注明飞灰的名称、来源、数量、特性和入库日期、存放库位、出库日期和产生单位名称。

## 3.6 水洗脱氯后飞灰的污染控制要求

### （1）《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）

《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）中的 6.2 飞灰处理产物用于水泥熟料生产时，应同时满足以下污染控制要求：

a) 水泥熟料生产过程的污染控制应符合 GB30485 和 HJ662 的要求；

b) 应控制飞灰处理产物中的重金属含量和飞灰处理产物的投加速率，使所生产的水泥熟料按照 GB/T30810 规定的方法测定的可浸出重金属含量不超过 GB/T30760-2024 中规定的限值；

c) 飞灰处理产物中的氯含量应满足水泥熟料生产工艺控制的要求。

### （2）《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB\_T30760-2024）

a) 根据 GB/T30760-2024 中的 4.1，禁止在水泥窑中协同处置以下废物：

- ① 放射性废物；
- ② 具有传染性、爆炸性及反应性废物；
- ③ 未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品；
- ④ 含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关；
- ⑤ 有钙焙烧工艺生产铬盐过程中产生的铬渣
- ⑥ 石棉类废物；
- ⑦ 未知特性和未经鉴定的固体废物。

b) 根据 GB/T30760-2024 中的 4.2, 拟处置的固体废物应按照 GB34330、GB5085.7 进行鉴别, 工业固体废物按照 HJ/T20 进行采样, 记录并报告详细的采样信息; 生活垃圾按照 CJ/T313 进行采样, 记录并报告详细的采样信息; 危险废物按照 HJ298-2019 进行采样, 记录并报告详细的采样信息。

### (3) 《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB30485-2013)

根据 GB30485 中的 5.2 要求入窑固体废物应具有相对稳定的化学组成和物理特性, 其重金属以及氯、氟、硫等有害元素的含量及投加量应满足 HJ662 的要求。

### (4) 《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》(HJ662-2013)

a) 根据 HJ662 中的 6.6.7, 入窑物料 (包括常规原料、燃料和固体废物) 中重金属的最大允许投加量不应大于表 1 所列限值, 对于单位为 mg/kg-cem 的重金属, 最大允许投加量还包括磨制水泥时由混合材带入的重金属。

表 3.6-1 重金属最大允许投加量限值

重金属	单位	重金属的最大允许投加量 <sup>o</sup>	
汞（Hg）	mg/kg-cli	0.23	
铊+镉+铅+15×砷 (Tl+Cd+Pb+15×As)		230	
铍+铬+10×锡+50×锑+铜+锰+镍+钒 (Be+Cr+10Sn+50Sb+Cu+Mn+Ni+V)		1150	
总铬（Cr）	mg/kg-cem	320	
六价铬（Cr <sup>6+</sup> ）		10 <sup>a</sup>	
锌（Zn）		37760	
锰（Mn）		3350	
镍（Ni）		640	
钼（Mo）		310	
砷（As）		4280	
镉（Cd）		40	
铅（Pb）		1590	
铜（Cu）		7920	
汞（Hg）		4 <sup>b</sup>	
a 计入窑物料中的总铬和混合材中的六价铬。			
b 仅计入混合材中的汞。			

b) 根据 HJ662 中的 6.6.8, 协同处置企业应根据水泥生产工艺特点, 控制随物料入窑的氯 (Cl) 和氟 (F) 元素的投加量, 以保证水泥的正常生产和熟料质量符合国家标准

准。入窑物料中氟元素含量不应大于 0.5%，氯元素含量不应大于 0.04%。

c) 根据 HJ662 中的 6.6.9，协同处置企业应控制物料中硫元素的投加量。通过配料系统投加的物料中硫化物硫与有机硫总含量不应大于 0.014%；从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量不应大于 3000mg/kg-cli。

### 3.7 结晶盐及石膏质量及污染控制标准

#### (1) 污染控制标准

产生的结晶盐和石膏需首先按照《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》（GB5085.6-2007）、《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）进行危险废物属性鉴定，并判断是否满足《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》（T/CCAS010-2019）表 3 中的重金属和二噁英标准，确保其作为工业原料的环境安全性。若满足（GB5085.6-2007）、（GB5085.3-2007）中的任何一条标准，需按危险废物管理，若均不满足且符合（T/CCAS010-2019）表 3 要求，则可进一步开展以下资源化利用鉴定。

表 3.7-1（GB5085.6—2007）有毒有害物质限值一览表

检测类别	检测项目	标准限值
持久性致癌物质	二噁英	$\geq 15 \text{TEQ} \mu\text{g/kg}$
附录 A 剧毒物质	氯化汞	附录 A 中的一种或一种以上剧毒物质的总含量 $\geq 0.1\%$
附录 B 有毒物质	氟化铝	附录 B 中的一种或一种以上有毒物质的总含量 $> 3\%$
	氟化钠	
	氟化铅	
	氟化锌	
附录 C 致癌性物质	氯化镉	附录 C 中的一种或一种以上致癌性物质的总含量 $\geq 0.1\%$
	硫酸镉	
	三氧化铬	
附录 D 致突变性物质	铬酸钠	附录 D 中的一种或一种以上致突变性物质的总含量 $\geq 0.1\%$
	氟化镉	
附录 E 生殖毒性物质	铬酸铅	附录 E 中的一种或一种以上生殖毒性物质的总含

表 3.7-2（GB5085.3-2007）浸出毒性限值一览表

检测类别	检测项目	标准限值
	铜	$< 100 \text{mg/L}$

浸出重金属	锌	<100mg/L
	铅	<5mg/L
	镉	<1mg/L
	总铬	<15mg/L
	铬（六价）	<5mg/L
	铍	<0.02mg/L
	钡	<100mg/L
	镍	<5mg/L
	砷	<5mg/L
	硒	<1mg/L
	汞	<0.1mg/L
无机氟化物 （不包括氟化钙）		<100mg/L

表 3.7-3 《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》TCCAS010-2019 表 3 标准

项目	指标
铅≤	25mg/kg
镉≤	2.5mg/kg
铬≤	15mg/kg
汞≤	0.15mg/kg
砷≤	5mg/kg
水洗氯化物的二噁英含量（TEQ）≤	0.1μg/kg
水洗氯化钾的二噁英含量（TEQ）≤	0.1μg/kg

## （2）产品质量标准

根据副产物的实际工业用途对照《工业盐》（GB/T5462-2015）、《工业氯化钾》（GB/T7118-2008）和《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）等工业资源化利用相关产品国家标准，判断是否满足相关工业产品用途的要求。因此，符合国家及行业现行工业资源化利用产品标准（包括但不限于下述标准）的结晶盐和石膏，可作为相关产品用途进行资源化利用。

表 3.7-4 《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》TCCAS010-2019 表 1 标准

项目	指标（单位为 g/100g）		
	优等品	一等品	合格品
氯化钠与氧化钾总量≥	95.0	93.3	90.0

项目	指标（单位为 g/100g）		
	优等品	一等品	合格品
水分 $\leq$	3.5	4.0	6.0
水不溶物 $\leq$	0.1	0.2	0.4
钙镁离子总量 $\leq$	0.5	0.7	1.0
硫酸根离子 $\leq$	0.7	1.0	2.5

表 3.7-5 《工业盐》（GB/T5462-2015）标准

项目	指标								
	精制工业盐						日晒工业盐		
	工业干盐			工业湿盐					
	优级	一级	二级	优级	一级	二级	优级	一级	二级
氯化钠/(g/100g)≥	99.1	98.5	97.5	96.0	95.0	93.3	96.2	94.8	92.0
水分/(g/100g)≤	0.30	0.50	0.80	3.00	3.50	4.00	2.80	3.80	6.00
水不溶物 /(g/100g)≤	0.05	0.10	0.20	0.05	0.10	0.20	0.20	0.30	0.40
钙镁离子总量 /(g/100g)≤	0.25	0.40	0.60	0.30	0.50	0.70	0.30	0.40	0.60
硫酸根离子 /(g/100g)≤	0.30	0.50	0.90	0.50	0.70	1.00	0.50	0.70	1.00

表 3.7-6 《工业氯化钾》（GB/T7118-2008）

项目		化学指标		
		优级	一级	二级
氯化钾/(g/100g)	$\geq$	93.0	90.0	88.0
氯化钠/(g/100g)	$\leq$	1.75	2.60	3.60
钙、镁离子总量/(g/100g)	$\leq$	0.27	0.38	0.45
硫酸根/(g/100g)	$\leq$	0.20	0.35	0.65
水不溶物/(g/100g)	$\leq$	0.05	0.10	0.15
水分/(g/100g)	$\leq$	4.73	6.57	7.15

表 3.7-7 《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》TCCAS010-2019 表 2 标准

项目	指标（单位为 g/100g）		
	优等品	一等品	合格品
氧化钾	62.0	60.0	58.0
水分≤	2.0	2.0	2.0
水不溶物≤	0.1	0.3	0.5
钙镁离子总量≤	0.3	0.5	1.2
氯化钠≤	1.2	2.0	4.9

表 3.7-8 副产品石膏质量指标

指标名称	《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）
附着水（湿基）	买卖双方协商
氯离子（干基）	≤0.5%
石膏品味	≥75%
pH 值	≥5

### 3.8 试验各产物分区管控要求

#### 1、总体分区管控思路

对实验产生的水洗脱氯飞灰、结晶盐（氯化钾、氯化钠）和石膏均需先进行“取样-分析-鉴别”，依据《危险废物鉴别标准- 毒性物质含量鉴别》（GB5085.6- 2007）和《危险废物鉴别标准- 浸出毒性鉴别》（GB5085.3- 2007）判断是否属于危险废物；若不属于危险废物，再依据《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》（T/CCAS010- 2019）表 3 的重金属、二噁英限值以及相应的工业产品国家标准（《工业盐》GB/T5462- 2015、《工业氯化钾》GB/T7118- 2008、《用于水泥中的工业副产石膏》GB/T21371- 2019）进行资源化利用判定。整个过程必须在广东省固体废物环境监管平台登记的“豁免单位- 水泥窑协同处置单位”完成接收- 验证- 备案后方可进入水泥窑协同处置流程。

#### 2、具体分区管控标准要求

根据不同污染物鉴别、管控标准和国家工业产品标准，对不同类型的试验产物进行分步骤、分区域管理，具体落实如下：



表 3.8-1 水洗脱氯飞灰管控要求

项目	控制要求	依据
危险废物鉴别	若检测到 GB5085.6-2007 附录 A-E 中任一剧毒、有毒、致癌、致突变或生殖毒性物质累计含量超过对应阈值，或 GB5085.3-2007 浸出毒性超过限值，则按《危险废物管理条例》列为危险废物，实行专用容器、封闭堆存、专车运输、危险废物登记备案。	GB5085.6-2007、 GB5085.3-2007
非危险废物	当上述两项均不满足时，进一步比对 T/CCAS010-2019 表 3（重金属 $\leq 25 \text{ mg/kg}$ （Pb）， $\leq 2.5 \text{ mg/kg}$ （Cd）等；二噁英 $\leq 100 \text{ TEQ ng/kg}$ 等）；若符合，则视为协同处置固体废物预处理产品，可直接送至“豁免单位”进行免除处理。	T/CCAS010-2019 表 3
进入水泥窑	必须满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485）可溶性氯含量不超过 1%，入窑物料中氟元素含量不应大于 0.5%，氯元素含量不应大于 0.04%。；并符合《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662）对设施技术、监测频次的规定。	GB30485、HJ662
储存-运输	采用防潮、防泄漏的钢桶或密闭塑料容器；标识“水洗脱氯飞灰-协同处置-非危险废物”或“危险废物-含氯飞灰”。运输车辆须配备危险废物专用防渗垫层（若为危险废物），并在运输途中实时监测泄漏风险。	GB5085.6-2007、 GB5085.3-2007

表 3.8-2 结晶盐（氯化钠、氯化钾）管控要求

项目	控制要求	依据
危险废物鉴别	同飞灰，先按 GB5085.6-2007、GB5085.3-2007 判定；若为危险废物，执行《危险废物贮存污染控制标准》及《危险废物运输管理办法》。	GB5085.6-2007、 GB5085.3-2007
非危险废物	在满足 T/CCAS010-2019 表 3 重金属、二噁英限值后，分别对照《工业盐》GB/T5462-2015（氯化钠）和《工业氯化钾》GB/T7118-2008（氯化钾）的理化指标、I 类/II 类质量等级进行核查。符合后可作为工业盐/工业氯化钾 供给化工、造纸、道路除冰等行业。	T/CCAS010-2019、 GB/T5462-2015、 GB/T7118-2008
质量等级	-I 类：氯含量 $\geq 99\%$ ，水分 $\leq 0.5\%$ ，重金属 $< 0.1 \text{ mg/kg}$ ；-II 类：氯含量 $\geq 95\%$ ，水分 $\leq 1.0\%$ ，重金属 $< 0.5 \text{ mg/kg}$ 。	T/CCAS010-2019（表 3）
储存-运输	采用防潮防锈的钢桶或聚乙烯容器；外包装标明“工业盐-符合 GB/T5462-2015（氯化钠）/GB/T7118-2008（氯化钾）”。若为危险废物，则需使用专用防渗车、配备泄漏应急装置。	GB/T5462-2015、 GB/T7118-2008

表 3.8-3 石膏管控要求

项目	控制要求	依据
危险废物鉴别	同上，先按 GB5085.6-2007、GB5085.3-2007 判定；若为危险废物，执行危险废物管理。	GB5085.6-2007、GB5085.3-2007
非危险废物	当不满足危险废物标准且符合 T/CCAS010-2019 表 3（石膏类重金属、二噁英限值）时，进一步对照《用于水泥中的工业副产石膏》GB/T21371-2019 的矿物组成（硫酸钙 $\geq 75\%$ ）及杂质限值（如氯化物、重金属）进行核查。符合后可作为 二次石膏 投入水泥熟料或石膏板生产。	T/CCAS010-2019、GB/T21371-2019
质量等级	- 优等品：硫酸钙 $\geq 80\%$ ，水分 $\leq 0.5\%$ ，重金属 $< 0.1 \text{ mg/kg}$ ； - 合格品：硫酸钙 $\geq 75\%$ ，水分 $\leq 1.0\%$ ，重金属 $< 0.5 \text{ mg/kg}$ 。	T/CCAS010-2019（表 3）
储存-运输	采用防潮、耐压的纸袋或塑料袋，外包装注明“工业石膏-符合 GB/T21371-2019”。若为危险废物，则需使用防渗集装箱并配备泄漏应急预案。	GB/T21371-2019

### 3、具体分区处置要求

根据检测结果，将产物分为以下三类：

表 3.8-4 不同分区的处置管理要求

分区	判断标准	处置要求
A 区（危险废物）	符合 GB5085.6、GB5085.3 中任一危险废物标准	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 进入危险废物登记系统；</li> <li>- 使用专用容器、专车运输；</li> <li>- 贮存场需符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）的防渗、防火、防泄漏要求。</li> </ul>
B 区（资源化利用产品）	符合相应工业产品标准（如 GB/T5462- 2015、GB/T7118- 2008、GB/T21371- 2019）	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 标识为“工业盐/氯化钾/石膏”等；</li> <li>- 可直接供给下游企业，需提供质量合格证明。</li> </ul>
C 区（待复核）	检测结果介于危险废物与资源化产品标准之间（如部分重金属略超限）	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 需进行二次检测或工艺改进后重新评估；</li> <li>- 复核通过前，暂按危险废物管理。</li> </ul>

### 4、小结

通过先行的危险废物鉴别（GB5085.6-2007、GB5085.3-2007），再依据 T/CCAS010-2019 表 3 与相应的工业产品标准（GB/T5462- 2015、GB/T7118- 2008、GB/T21371- 2019），可以将实验产生的三类产物分别划分为危险废物区、资源化利用区与待复核

区，并在储存-运输-接收-备案全链条中落实对应的技术、标识与监管要求，确保进入水泥窑协同处置过程的环境安全与合规性。

## 4 工程分析

#### 4.1 工艺流程及产物环节分析

本项目生活垃圾焚烧飞灰水洗脱盐预处理、滤液去除重金属和蒸发结晶工艺产污环节见下图：

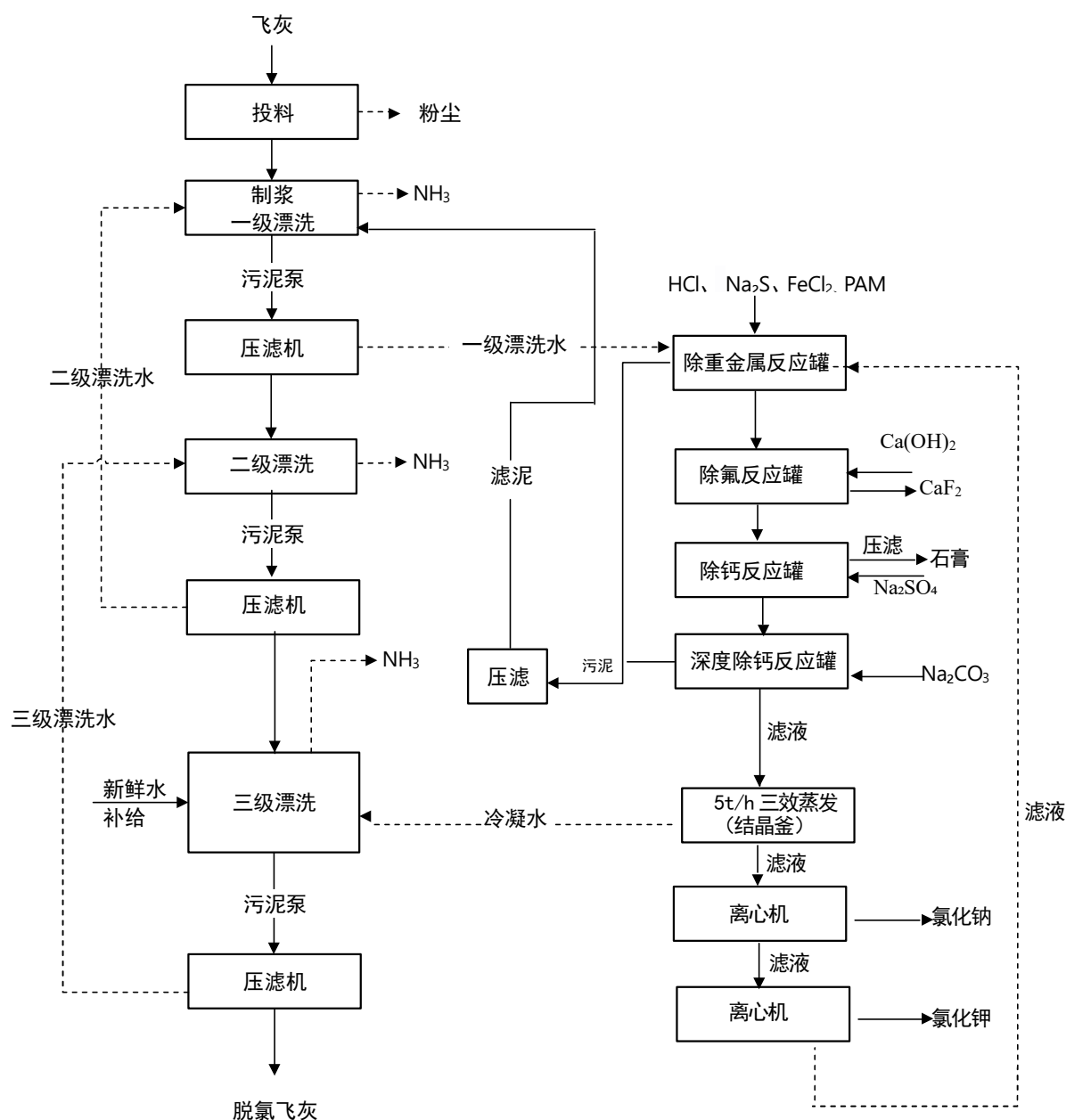


图 4.1-1 拟建项目工艺流程及产物环节图

#### 4.1.1 飞灰贮存及运转工序

##### (1) 飞灰包装

包装：本项目主要采用全密封双层袋装飞灰方式储存，袋装飞灰采用上下小口双层专用集装吨袋，外层为PVC编织袋，内层为防渗漏PE覆膜。外层PVC编织袋：采用高强度、耐磨材料，确保运输和储存过程中袋体不易破损，同时形成第一道物理屏障，防止飞灰因外力摩擦或刮蹭而泄漏。内层PE覆膜：具备优异防渗漏性能，形成第二道密封层，即使外层出现微小破损，内层仍可有效阻隔飞灰与外界接触，避免粉尘逸散。吨袋采用上下小口结构，减少装料和卸料时的开口面积，降低飞灰暴露风险。装料后可通过热熔、捆扎或专用封口装置彻底密封开口，确保袋内飞灰与外界完全隔离。

##### (2) 飞灰运输、贮存

袋装飞灰由专门危险废物运输资质的物料公司从第三资源热力电厂运送至仓库，符合相关危险废物运输管理规定进行运输，袋装飞灰运输至厂内卸下后，贮存在占地面积为2243.75m<sup>2</sup>的丙类仓库内，仓储量为3354t，为4层建筑，各层为一独立防火分区，各层面积约<2236m<sup>2</sup>。本项目试验期2个月，需依托丙类仓库暂存原飞灰及水洗脱氯产物。其中，原飞灰及水洗脱氯飞灰最大存储量为207吨，结晶盐最大存储量为103吨，总最大存储量为310吨，平均每日的处理量为5.17吨，现有项目还有1498t储存空间余量，满足《危险废物处置工程技术导则》（HJ2042-2014）中“设施的贮存能力应不低于处置设施15日的处理量”的要求，同时也符合固体废物污染环境防治法中“贮存危险废物不得超过一年”的要求。由于飞灰试验量和最大储存量相对较低，采用全密封双层袋装，基本不产生粉尘。在正常工况下，可暂时依托丙类仓库现有“碱喷淋+UV+活性炭吸附塔吸附废气”废气处理系统进行处理，无需额外增加处理设施，既有效降低了成本，又充分符合环保要求。

##### (3) 飞灰运转

暂存于丙类仓库的袋装飞灰，首先利用叉车将其运送至物化车间，由电梯运至四楼平台。叉车转运采用封闭式料斗装载吨袋，转运通道地面硬化并定期洒水，达到抑尘效果。同时，严禁大风天气室外作业，轻装轻卸以减少落差，进一步降低扬尘风险。货运电梯轿厢加装防泄漏托盘，四壁设置可拆卸式挡板，运输后立即清洁厢体，将残留飞灰收集至专用容器。

综上所述，本项目飞灰采用全密封双层袋装包装储存方式，袋装飞灰通过上下小口双层专用集装吨袋进行封装，外层PVC编织袋耐磨防破损，内层PE覆膜防渗漏。运输

由有资质公司按规程操作。贮存于丙类仓库，试验量和最大储存量低，基本不产尘，可依托现有废气处理系统。转运时，叉车用封闭式料斗装载，通道硬化洒水抑尘，电梯轿厢加装防泄漏设施，防止泄漏。因此，正常工况下飞灰转运过程的粉尘逸散量可忽略不计。

#### 4.1.2 飞灰水洗工序

##### (1) 飞灰水洗

本项目飞灰水洗脱氯的水洗阶段属于物理水洗分离过程，通过水的物理作用，将飞灰中的氯化物（如氯化钠、氯化钾等）从飞灰表面分离出来。

##### ①水洗机理

飞灰中氯元素主要以氯化物（氯化钠、氯化钾、氯化钙、氯化镁、氯化亚铁等氯盐）的形式存在，而常温下除了  $\text{AgCl}$ 、 $\text{HgCl}$  不溶于水， $\text{PbCl}_2$  微溶于水外，其余氯化物均易溶于水。常温下氯化钠、氯化钾、氯化钙、氯化镁、氯化亚铁的溶解度分别为 35.9g/100g 水、34g/100g 水、74.5g/100g 水、54.8g/100g 水、92g/100g 水。

飞灰中氯元素主要以氯化物（如氯化钠、氯化钾、氯化钙、氯化镁、氯化亚铁等）的形式存在，而常温下除  $\text{AgCl}$ 、 $\text{HgCl}$  不溶于水、 $\text{PbCl}_2$  微溶于水外，其余氯化物均易溶于水。根据检测结果，飞灰中氯元素含量平均值为 27.27%，1t 飞灰中含氯约 272.7kg。根据理论计算，常温下 1t 水可溶解氯化钠 359kg（以溶解度较低的氯化钠计算），即可溶解氯约 218kg。因此，从理论机理上讲，采用 1:3 的灰水比进行水洗，完全可以将飞灰中的可溶的氯盐溶解去除。

本项目设置三级逆流漂洗，在最后一级除首次清洗需要加入新鲜水进行漂洗，后续均可以通过三效蒸发的冷凝水进行补水；二级漂洗后灰中剩余盐能够进一步溶解到清水中，并且通过逐级逆流漂洗，在一级漂洗后，浓盐水泵入无机二级反应罐 a 进行净化，待后续进行处理回收工业盐（ $\text{NaCl}$ 、 $\text{KCl}$ ）和石膏。

考虑到实际过程中飞灰中氯元素洗出受各种因素的影响，以及飞灰中存在其他难溶于水的含氯化合物，本项目可通过采取控制各级漂洗搅拌速率、加水量及停留时间等参数，可控制飞灰中氯元素的洗出率达 90%~95% 甚至更高，保证水洗后的飞灰含氯率在 1% 以下（折干保证值）。

##### ②工艺流程

投料：飞灰转运到达物化车间 4 楼后，用电动葫芦将吨袋吊至反应罐进料料斗上方，

通过下开口吨袋将飞灰直接放置于加盖密闭倾斜料斗内部，通过机械自动割袋装置从吨袋底部打开开口，使飞灰顺畅流入微负压的一级反应罐内与罐内液体混合。同时通过进料口上方相连通的密闭废气收集罩负压抽风收集，收集后的粉尘经过新增的脉冲布袋除尘处理达标后，通过 25m 排气筒（9#）高空排放。由于这种采用下开口吨袋在密闭料斗投料的方式，形成完全密闭负压环境，有效阻止粉尘逸散，投料过程产生的飞灰粉尘 100%可以在密闭收集系统内被微负压吸收进入布袋除尘系统内，最后通过脉冲布袋除尘处理（处理效率 99.00%）达标后 25m 排气筒排放，收集后的飞灰粉尘重新回到投料系统。

水洗：飞灰从进料斗中加入无机一级反应罐 a，按照 3:1 的水固比例进行第一次水洗，一级水洗后通过无机压滤泵 a 将无机一级反应罐中的浆液泵入压滤机进行脱水，滤液（一级水洗液）进入无机一级滤液池 a 进行下一步净化处理，脱水后的滤渣人工卸泥装袋后运至物化车间四楼使用电动葫芦吊至无机一级反应罐 b 进行二级水洗，水洗完后的浆液泵至无机一级压滤机 b 进行压滤，滤液（二次水洗液）泵至无机一级反应罐 a 回用，二次压滤后的滤渣人工卸泥装袋后投入低浓度废水澄清罐，由蒸发制盐系统中产生的蒸馏水补水进行三级水洗，三级水洗后浆液经泵送进入低浓度废水压滤机进行固液分离，滤液（三次水洗液）回用至无机一级反应罐 b 进行二次水洗，水洗后飞灰暂存至仓库，并将严格按照危险废物管理要求进行水泥窑协同处理。

根据 GB30485 中的 5.2 要求入窑固体废物应具有相对稳定的化学组成和物理特性，其重金属以及氯、氟、硫等有害元素的含量及投加量应满足 HJ662 的要求。按照要求，项目方与云浮光嘉海环保科技有限公司签订危险废物委托处置合同。

云浮光嘉海环保科技有限公司联合中材罗定水泥有限公司于 2025 年 4 月 8 日获得广东省生态环境厅核发的《云浮光嘉海环保科技有限公司、中材罗定水泥有限公司联合申请危险废物经营许可证》（粤环审〔2025〕56 号），处置单位拥有处理焚烧处置残渣（HW18 类中 772-002-18 不包括未水洗脱盐飞灰）、772-003-18 不包括无水洗预处理飞灰）、772-004~005-18）的资质。因此，本拟建项目的水洗飞灰属于 HW18 类中 772-002-18（不包括未水洗脱盐飞灰），进入水泥窑系统处置过程豁免，不按危险废物管理，其余过程（贮存、运输）仍按照危险废物管理。

合同约定项目方提供的水洗飞灰需要经过有资质检测鉴定单位根据国家危险废物鉴别标准和鉴别方法进行认定并符合以下标准（表 4.1-1），方可以水泥窑协同处置的方式进行危废处置。因此，建议建设单位在具备开展危险特性鉴别条件下，尽快在委托



转移处置前完成相关危废鉴别工作。

表 4.1-1 拟接收方对水洗飞灰中有害元素及重金属含量指标表

有害元素		重金属			
项目	含量（%）	项目	含量（mg/kg）	项目	含量（mg/kg）
氯离子	<3	锰（Mn）	<10000	镍（Ni）	<10000
碱含量	<5	锌（Zn）	<15000	铜（Cu）	<10000
硫含量	<5	铬（Cr）	<2000	砷（As）	<1000
氟离子	<5	铅（Pb）	<5000	镉（Cd）	<100
汞（Hg）	--	钼（Mo）	--	六价铬（Cr <sup>6+</sup> ）	--

另外根据常威等人《垃圾焚烧飞灰水洗脱氯及重金属浸出特性研究》的研究结果显示，水洗过程对重金属的溶出效率并不明显，除了 Pb 的析出率可以达到 4%~7%，Zn、Cr、Cu、Ni、Cd 析出率在 0.1%~0.2%之间；另外，肖海平等人在《水泥窑协同处置生活垃圾焚烧飞灰过程中二噁英的迁移和降解特性》中的研究发现，水洗工艺对二噁英的降解作用微乎其微，99.97%的二噁英仍残留在水洗后的飞灰中，因此，根据原飞灰中氯元素、二噁英及主要重金属的含量，可以推算出水洗后飞灰的氯元素、二噁英及主要重金属含量见表 4.1-2。

表 4.1-2 水洗后飞灰氯元素、二噁英及重金属含量估算一览表

序号	项目	单位	原飞灰 (干基含量)	水洗后飞灰 (干基含量)	接收标准	去除效率
1	Pb	mg/kg	444	755	<5000	4.43%
2	Zn	mg/kg	2920	5194	<15000	0.02%
3	Cr	mg/kg	77.8	138	<2000	0.17%
4	Cu	mg/kg	318	565	<10000	0.10%
5	Ni	mg/kg	14.8	26.27	<10000	0.23%
6	Cd	mg/kg	91.6	162.89	--	0.05%
7	Hg	mg/kg	15.8	27.87	--	0.86%
8	六价铬	mg/kg	8.86	15.75	--	0.06%
9	氯元素	%	27.9	0.99	<3	98.00%
10	二噁英	TEQng/kg	130	231.22	--	0.03%

根据上表可知，飞灰经过水洗后，重金属和二噁英的干基含量升高，主要是由于水洗过程中可溶性物质（如氯化物、盐类等）被去除，导致飞灰干基质量减少，而重金属和二噁英属于难溶性物质，大部分仍残留在水洗飞灰中，因此出现富集的情况。

对照表 4.1-1，水洗后飞灰中氯元素、二噁英及主要重金属均达到接收标准；另外，

原飞灰中硫、氟离子含量分别为 2.08%和 0.16%，已低于接收标准值，因此水洗后硫、氟离子含量也在可接收指标范围内。

#### 4.1.3 漂洗废水处理工序

##### (1) 水洗脱盐分离机理

根据相关文献和飞灰成分分析，成分中  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  以及主要以氧化物形式存在的重金属氧化物也不溶于水，氯化物除  $\text{AgCl}$ 、 $\text{HgCl}$  不溶于水，少量与阴离子结合的金属离子大部分氯离子（氯化钠、氯化钾、氯化锌、氯化铜、氯化钙、氯化镁等）均可溶于水中，因此为了获取石膏、氯化钠和氯化钾盐，需去除其他杂质金属离子（钙、镁、部分重金属等），因此分步对杂质金属离子进行去除，首先调节 pH，加入硫化钠、氯化亚铁和 PAM 絮凝剂，实现杂质的去除与固液分离；其次加入硫酸钠，生成不溶于水的硫酸钙晶体（石膏产物），从而实现钙的资源化利用；接着，加入碳酸钠（ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ）进行脱钙深度处理，去除残留的钙离子。最后再经蒸发结晶得到氯化钠氯化钾副产品，分离出的盐达到产品要求。

在蒸发结晶的过程中，氯化钠和氯化钾的富集具有排他性，其他杂质随离心母液重新回到除重金属反应罐进一步处理，最终随污泥进入水洗飞灰中。本项目废水零排放，重金属不会随废水排放到外环境中，重金属最终仍残留在水洗飞灰中。

##### (2) 工艺流程

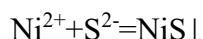
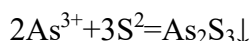
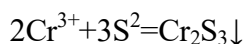
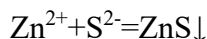
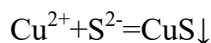
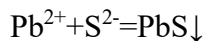
为控制废水中的污染物，增加资源的综合回收利用，项目依托现有物化车间一套物化处理系统和一套蒸发结晶设施。洗脱废水经除重金属反应罐、除钙反应罐、深度除钙反应罐、物化处理设施处理后，进入蒸发结晶设施进行结晶。结晶冷凝水回用于三级漂洗罐飞灰漂洗，沉淀产生的石膏和结晶产生的副产物外售。

具体水洗液处理工艺流程如下：

**除重金属反应罐：**在水洗净化阶段，一级水洗废水经泵入无机二级反应罐 A 后，通过调节 pH 至 7.5 左右，加入硫化钠、氯化亚铁和 PAM 絮凝剂，实现杂质的去除与固液分离。由于重金属离子与硫离子有很强的亲和力，生成重金属硫化物的溶度积比其他金属沉淀物的溶度积要小，如硫化锌、硫化铜、硫化铅、硫化汞和硫化镉的溶度积分别是  $2.93 \times 10^{-25}$ 、 $1.27 \times 10^{-36}$ 、 $9.04 \times 10^{-29}$ 、 $6.44 \times 10^{-53}$  和  $1.40 \times 10^{-29}$ ，稳定性要强，所以  $\text{Na}_2\text{S}$  也是目前应用比较广泛的一种重金属稳定化药剂。根据金属硫化物溶度积的大小，硫化物沉淀析出的次序由易至难依次为： $\text{Hg}^+$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{As}^{3+}$ 、 $\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 。 $\text{Na}_2\text{S}$

与重金属的反应可在较宽的 pH 范围内进行，但是为了避免环境的二次污染，用  $\text{Na}_2\text{S}$  沉淀时，pH 应保持在 8 以上，以防产生  $\text{H}_2\text{S}$  气体，这一条件完全符合飞灰水洗液的 pH 范围。

反应方程式如下：



硫化钠与废水中的金属离子反应生成金属硫化物沉淀，而氯化亚铁作为絮凝剂，促进金属氢氧化物的形成，增强絮凝效果。PAM 则进一步稳定絮体，使其更容易沉降。在固液分离阶段，通过压滤机将污泥从滤液中分离，污泥返回至一级水洗罐，实现资源的循环利用。整个过程通过化学反应和物理分离相结合，有效去除废水中的有害物质，确保出水达到下一步除钙镁的要求。

**除氟反应罐：**废水经前序处理后进入除氟反应罐，同步投加熟石灰  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，提供钙离子 ( $\text{Ca}^{2+}$ )。启动搅拌装置，让废水与药剂充分混合，氟离子 ( $\text{F}^-$ ) 和钙离子反应生成氟化钙 ( $\text{CaF}_2$ ) 沉淀，反应式可表示为： $2\text{F}^- + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaF}_2 \downarrow + 2\text{OH}^-$ 。反应时间依废水流量、氟离子浓度而定，通常 30-60 分钟。反应完成后，含氟化钙沉淀的浆液排出，经压滤机固液分离，压滤后污泥作为危险废物，委托第三方有资质单位处理。

**除钙反应罐：**废水中的钙离子 ( $\text{Ca}^{2+}$ ) 与硫酸钠中的硫酸根离子 ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 结合，按照化学计量比反应，生成不溶于水的硫酸钙晶体，从而实现钙的去除。反应式可表示为： $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{CaSO}_4 \downarrow$ 。由于硫酸钙的溶解度较低，反应后形成的沉淀物能够有效分离出废水中的钙离子，达到净化目的。随后，通过压滤机对反应后的浆液进行固液分离，将石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 从废水中分离出来，作为副产品外售。脱钙后的滤液则进入后续处理系统，进一步去除其他杂质，最终实现废水的资源化利用。

**深度除钙反应罐：**在脱酸废水处理过程中，废水滤液池 b 中的脱钙废水泵入无机二级反应罐 b 后，加入碳酸钠 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 进行脱钙处理。碳酸钠与废水中的钙离子 ( $\text{Ca}^{2+}$ ) 发生化学反应，生成难溶于水的碳酸钙 ( $\text{CaCO}_3$ ) 沉淀，反应式为： $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$ 。由于碳酸钙的溶解度较低，反应后形成的沉淀能够有效去除废水中的钙离子，从而实现废水的净化。

#### 4.1.4 蒸发结晶分离工序

##### (1) 工艺原理:

**蒸发结晶器:** 主要功能是蒸发水分、浓缩结晶盐分。采用三效强制循环蒸发结晶器, 工作原理是利用蒸汽, 通过蒸汽加热利用前一效产生的二次蒸汽作为后续效的热源, 饱和蒸汽先进入一效加热器作为一效蒸发器的加热热源, 一效产生的二次蒸汽进入二效加热器作为二效蒸发器的热源, 二效二次蒸汽作为第三效的蒸发热源。从而大幅降低新鲜蒸汽的消耗。核心设备包括换热器、分离器、强制循环泵。蒸发结晶器可以根据不同的蒸发溶液进行温度调节, 结晶盐氯化钠和氯化钾通过控制蒸发温度分布获得, 其中氯化钠的蒸发温度约为  $100^{\circ}\text{C}$ , 氯化钾的冷却结晶温度约为  $55^{\circ}\text{C}$ 。蒸发结晶器产生的冷凝水经过冷凝水预热器后进行回用。本项目拟采用的蒸发结晶器换热器材质为 TA2, 处理能力  $5\text{m}^3/\text{h}$ 。

**离心:** 主要功能是离心分离晶体, 结晶的盐通过干燥器干燥得到副产物结晶盐。离心母液返回净化废水池处理。本项目拟采用的离心机新增的母液压滤分盐离心机, 离心机接触物料材质 TA2。

##### (2) 工艺流程:

本项目拟选用三效强制循环蒸发结晶分离氯化钠(副产盐), 蒸发母液冷却结晶获得分离氯化钾(副产钾)的工艺, 主要工艺流程见下图。

深度除钙反应罐压滤后的滤液首先进入预热器与蒸发结晶产生的冷凝水换热, 利用蒸馏水预热使得料液升温, 然后送入降膜蒸发器蒸发提高浓度, 再送入氯化钠结晶器中进一步蒸发并结晶析出氯化钠, 盐浆料在蒸发器的盐脚排出, 通过排料泵转入离心机离心分离, 再经过干燥得到氯化钠; 盐母液从蒸发结晶中排出, 依次送至一级冷却结晶器、二级冷却结晶器, 冷却降温结晶析出氯化钾, 氯化钾浆料通过排料泵转入离心机离心分离, 再经过干燥得到氯化钾, 为提高氯化钠和氯化钾的提取率, 析出氯化钾的母液需重新返回盐蒸发结晶器中, 当氯化钾母液中的杂质及 COD 影响操作及氯化钠、氯化钾产品质量时需要排出系统, 回到净化废水池进行处理。

##### (3) 工艺技术特点

①采用三效强制循环蒸发工艺, 利用前一效产生的二次蒸汽作为后续效的热源, 从而大幅降低新鲜蒸汽的消耗;

②利用氯化钠-氯化钾-水不同温度下水盐体系相图分析, 制定采用蒸发结晶+冷却结晶的方式分离氯化钠和氯化钾。

③设置预热器，合理利用冷凝水余热，降低蒸汽消耗；

④设置强制循环，避免在加热面上沸腾的产品形成结垢或产生结晶；

⑤蒸发器均设置高清摄像头采集蒸发液面处沸腾情况，直观且及时观察蒸发器内沸腾情况，快速处理起泡、翻液等紧急情况；

⑥物料在加热器内不蒸发，不会发生浓度变化，在分离器中闪蒸后浓度才会升高，盐分析出后在晶种上生长，因此不会附着在热交换面引起热交换面结垢；

⑦蒸发器换热器立式安装，防止积料而造成堵管。换热管材质选择 TA2，耐腐蚀、换热效率高、不易结垢。

⑧循环泵根据流体在换热管内流动状态、传热效率、阻力计算等要求，由工艺人员提出的技术条件而加工，为 FC 蒸发器专用的轴流泵。其特点为大流量、小扬程、低转速，可有效减少晶体的二次成核，增大结晶粒度，减少盐、钾的含水率；

分离器直径按照工艺人员科学计算得到，保证气液分离更充分，分离室主体有非常充分的液/气分离面积和分离高度，并且除雾系统有自动清垢设施，最大程度地减少雾沫夹带，可以保证长时期蒸发量和出水水质稳定，提高冷凝水品质；

⑩整套设备结构紧凑，占地面积小，布局简单流畅；采用 PLC 控制系统，自动化程度高，需要的操作人员少。

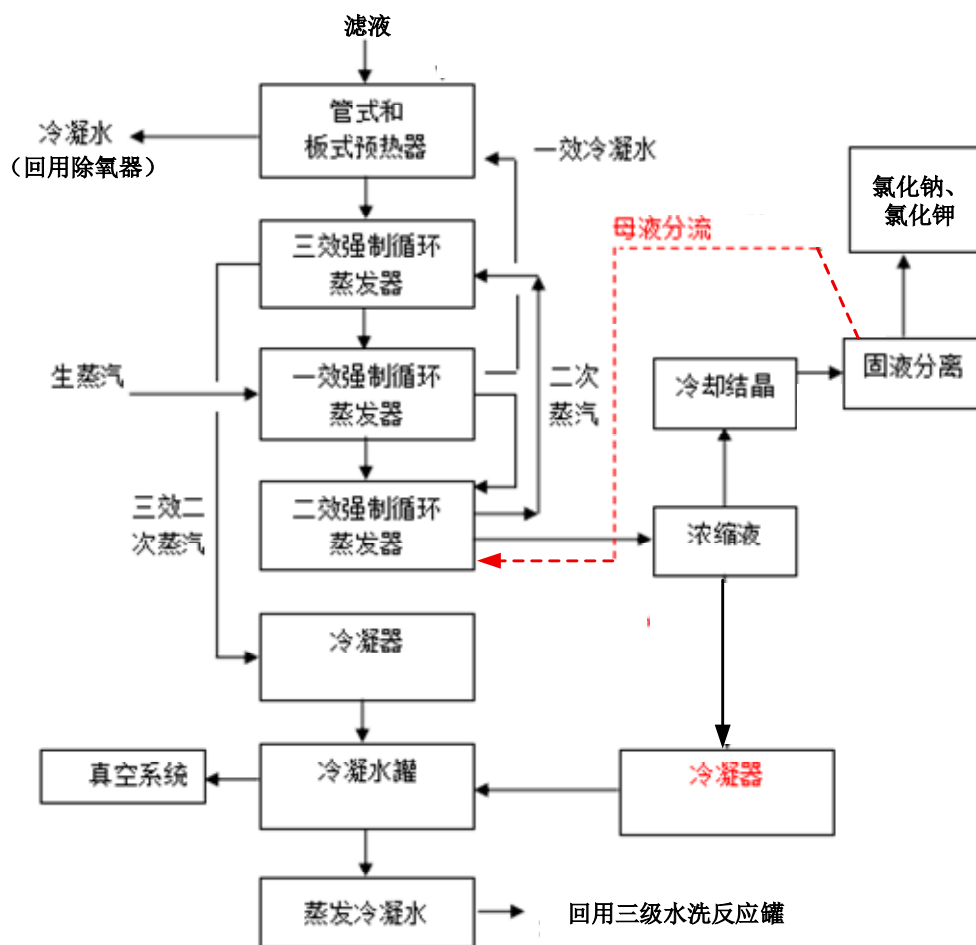


图 4.1-2 三效蒸发结晶工艺流程图

#### 4.1.5 副产物质量控制及性质判定

### (1) 质量控制

## ● 结晶盐

为保证结晶盐的产品质量，本项目在结晶盐生产过程中将严格按照制定的运行操作流程：

### ①结晶盐制备前准备

- 1) 检查辅助系统情况, 包括冷却循环水供应和供电情况等;
- 2) 检查系统情况, 包括各工艺管路, 阀门的关启情况, 各设备状况等, 物料循环回路和进料阀门处于全开, 出料阀处于关闭状态;
- 3) 检查系统电气控制情况, 包括控制中心的运行情况, 各控制仪表情况, 机械动力设备进行手工盘车, 应无阻滞和异响;
- 4) 检查原料供应情况, 在装置连续运行时, 用量需满足装置连续进料的要求。

### ②结晶盐制备

1) 开启压缩空气、轴封水和冷却循环水阀，排尽管路内冷凝水；通电，合上需要启动设备的开关。

2) 启动进料泵，将原液输送至装置内，并使液位达到启动要求后，将进料泵、进料阀、转料阀切换成自动状态，开启蒸汽调节阀。

3) 启动强制循环泵运行。

4) 开启蒸发结晶器冷却水阀，开启补水阀。

5) 系统由预热阶段进入蒸发阶段不需要人为干预，当系统达到蒸发状态时注意开启进料泵与阀门维持系统的液位。

6) 记录运行和系统的各个参数，包括蒸发设备压力、温度、液位等。

### ③结晶盐制备结束

1) 关闭进料阀门；

2) 关闭外界蒸汽补充阀门，停止进蒸汽；

3) 关闭真空泵和真空液泵，打开真空阀门；

4) 停止循环泵循环；

5) 排空物料，系统注水清洗；

6) 打开排空阀排空清洗液；

7) 冷凝水无液位后停止冷凝水泵；

8) 关闭冷却水和压缩空气；

9) 停止操作系统，关闭电源。通过上述生产过程制取的结晶盐，需要达到一定的质量标准。本项目将根据产品质量标准，定期开展质量检测，保障生产的结晶盐达到相关质量和污染控制标准。

## ● 石膏

为确保石膏的质量符合《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）标准，需在生产过程中严格控制反应条件，包括硫酸钠的投加量、反应时间及pH值等参数，以保证石膏的纯度和结晶形态。最终，石膏的氯离子含量应不大于0.5%，石膏品位（以工业副产石膏和无水石膏的总量表示）应不小于75%，并满足水泥性能要求。通过上述质量控制措施，可确保副产品石膏达到国家标准，实现资源的高效利用和环境的可持续发展。在实际操作中，还需对反应池的搅拌效率、温度控制、反应停留时间等关键参数进行优化，以提高反应速率和石膏的生成率。同时，应定期对反应池进行维护和清洁，防止结垢和堵塞，确保系统的稳定运行。在石膏的分离和脱水过程中，压滤机的运行状态和滤布的清洁度也



直接影响石膏的品质和产量。因此，应加强对压滤设备的维护和管理，确保其正常运行。此外，还需对石膏的最终产品进行取样检测，包括化学成分分析、物理性能测试等，以确保其符合相关标准和客户需求。

## (2) 副产物性质判断

根据《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）第 5.2 条，利用固体废物生产的产物同时满足下述条件的，不作为固体废物管理，按照相应的产品管理：

- a) 符合国家、地方制定或行业同行的被替代原料生产的产品质量标准；
- b) 符合相关国家污染排放（控制）标准或技术规范要求，包括该产物生产过程中排放到环境中有害物质限值和该产物中有害物质的含量限值；
- c) 有稳定、合理的市场需求。

## (3) 成分分析

参照《广东惠宏科技有限公司 20 万吨/年水泥窑协同处置飞灰使用水洗工艺脱盐预处理项目环境影响报告书》中试试验结果，蒸发产生的结晶氯化钠能够达到《工业盐》（GB/T5462-2015）中精制干盐二级标准；参照《云浮市喜业环保科技有限公司资源化利用项目（铝灰渣 8 万吨年、飞灰 15 万吨年）环境影响报告书》设计单位-北京中洁蓝环保科技有限公司提供的生活垃圾飞灰水洗工程案例检测数据，氯化钾盐可达到《工业氯化钾》（GB/T7118-2008）二级标准；参照《湖州市 50000 吨/年垃圾飞灰无害化处置资源化利用项目》，氯化物结晶盐中的二噁英和重金属指标可以达到《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》（TCCAS010-2019）表 3 标准；副产品石膏质量指标满足《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）合格品标准，详见表 4.1-3~表 4.1-5。

表 4.1-3 同类型项目中试水洗氯化物检测结果一览表

检测项目	检测结果	限值（T/CCAS010-2019）	合格情况
氯化钠和氯化钾总量 g/100g	96.67	≥90.0	合格
水分 g/100g	0.97	≤6.0	合格
水不溶物 g/100g	0.18	≤0.4	合格
钙 g/100g	0.014	≤1.0	合格
镁 g/100g	0.011		
硫酸根 g/100g	0.25	≤2.5	合格
铅 mg/kg	0.79	≤25	合格
铬 mg/kg	<1.16	≤15	合格

检测项目	检测结果	限值 (T/CCAS010-2019)	合格情况
汞 mg/kg	<0.002	≤0.15	合格
砷 mg/kg	0.024	≤5	合格
镉 mg/kg	≤0.090	≤2.5	合格

数据来源：《潮州市 50000 吨/年垃圾飞灰无害化处置资源化利用项目》

表 4.1-4 同类型项目中试结晶氯化钠盐检测结果一览表

序号	项目	中试氯化钠结晶盐结果	GB/T5462-2015 精制干盐二级标准	是否合格
1	氯化钠 (NaCl) / (g/100g)	98.38	≥97.5	是
2	水分 / (g/100g)	0.5	≤0.8	是
3	水不溶物 / (g/100g)	/	≤0.2	是
4	钙和镁离子 / (g/100g)	未检出	≤0.6	是
5	硫酸根离子 / (g/100g)	未检出	≤0.9	是

数据来源：《广东惠宏科技有限公司 20 万吨/年水泥窑协同处置飞灰使用水洗工艺脱盐预处理项目环境影响报告书》

表 4.1-5 同类型项目中试结晶氯化钾盐检测结果一览表

序号	项目	检测结果	GB/T7118-2008 中二级标准	是否合格
1	氯化钾 (KCl) / (g/100g)	96	88	是
2	氯化钠 (NaCl) / (g/100g)	0.07	3.6	是
3	钙、镁总量 / (g/100g)	0.01	0.45	是
4	硫酸根离子 / (g/100g)	0.23	0.65	是
5	水不溶物 / (g/100g)	<0.01	0.15	是
6	水分 / (g/100g)	2.7	7.15	是

注：检测单位为国家盐产品质量监督检验中心，检测报告编号为 2017916，数据来源：《云浮市喜业环保科技有限公司资源化利用项目（铝灰渣 8 万吨年、飞灰 15 万吨年）环境影响报告书》。

另外参考《广东惠宏科技有限公司 20 万吨/年水泥窑协同处置飞灰使用水洗工艺脱盐预处理项目环境影响报告书》，对结晶盐的重金属及二噁英进行了浸出毒性分析，检测结果表明结晶盐二噁英及重金属含量均非常低，远低于《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》（GB5085.6-2007）和《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）中的标准限值，详见表 4.1-6。

表 4.1-6 同类项目再生工业盐检测结果分析表

序号	检测类别	检测项目	鉴别标准判定限值	监测结果
1	二噁英	二噁英	≥15TEQng/kg	0.65nTEQg/kg (5 个样品中最大值)
		铜	>100mg/L	<0.01mg/L (5 个样品中最大值)

2	浸出重金属	锌	>100mg/L	<0.006mg/L (5 个样品中最大值)
		铅	>5mg/L	<0.05mg/L (5 个样品中最大值)
		镉	>1mg/L	<0.003mg/L (5 个样品中最大值)
		总铬	>15mg/L	<0.01mg/L (5 个样品中最大值)
		铍	>0.02mg/L	<0.0003mg/L (5 个样品中最大值)
		钡	>100mg/L	0.116mg/L (5 个样品中最大值)
		镍	>5mg/L	2.97mg/L (5 个样品中最大值)
		砷	>5mg/L	<0.0001mg/L (5 个样品中最大值)
		硒	>1mg/L	<0.0002mg/L (5 个样品中最大值)
		汞	>0.1mg/L	$8.52 \times 10^{-4}$ mg/L (5 个样品中最大值)

数据来源：《广东惠宏科技有限公司 20 万吨/年水泥窑协同处置飞灰使用水洗工艺脱盐预处理项目环境影响报告书》

## ②达标排放

本项目水洗产生的高浓度盐水，先调节 pH 并加入硫化钠等药剂，去除钙、镁及部分重金属等杂质金属离子，接着加硫酸钠生成石膏实现钙资源化，再用碳酸钠深度脱钙，最后经蒸发结晶得到氯化钠和氯化钾工业盐，冷却水回用于水洗，全程无废水外排；飞灰投料产生的粉尘、飞灰漂洗产生的氨气废气分别经布袋除尘、现有物化车间的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”废气处理系统处理后，能够达到广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准表 2 新污染源大气污染物排放限值及《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）要求；营运期厂界噪声能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准要求；危险废物储存场所满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求。

因此本项目各类污染物排放符合相关国家污染物排放（控制）标准。

## ③市场需求

项目拟与广东南方碱业股份有限公司、云浮光嘉海中环保科技有限公司签订了意向合作协议书（见附件），项目产生的结晶盐氯化钠、氯化钾作为产品销售至广东南方碱业股份有限公司，石膏作为产品销售至云浮光嘉海中环保科技有限公司，具有稳定、合理的市场需求。

综上所述，水洗脱氯过程经过合理的水灰比和三级逆流清洗，可以确保脱氯飞灰的

氯含量达到水泥窑协同处理标准，经过多级除钙除镁除重金属等，从工艺上可以保证石膏的有效沉淀析出，确保去除蒸发结晶产生的氯化钠和氯化钾的杂质，并且经同类型项目建设单位各类测试实验结果可知，氯化钠和氯化钾结晶盐成分分别能够达到国家及行业现行工业资源化利用产品标准。项目产生的结晶盐氯化钠、氯化钾和石膏作为副产品拟销售至相关意向单位，具有稳定、合理的市场需求（详见附件 9，工业盐销售意向合作协议）。

因此，根据《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017），如项目副产物经鉴定符合对应的国家及行业现行工业资源化利用产品标准，则上述副产物不属于固体废物范畴，按照相应的产品管理，产品有可靠的销售途径和用户需求。

#### ④质量达标管控措施及管控要求

产生的结晶盐和石膏需进行鉴定，须鉴定是否满足《工业盐（氯化钠）》（GB/T5462-2015）、《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》（T/CCAS010-2019）和《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）质量标准及《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）、《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》（GB5085.6-2007）和《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）相关污染物防控标准。

上述检测需委托有危险废物鉴定资质的质量检验机构进行全项检验，检验合格后方可出厂。产品出厂时应附有合格证明，注明产品名称（类别）、生产单位、生产日期、等级、标准编号。上述产品符合相关标准后，则可流通市场进行资源化利用。

#### 4.1.6 主要污染工序

本项目主要污染工序及污染因子见表 4.1-7。

表 4.1-7 本项目主要产污工序一览表

污染物类型	生产工序	主要污染因子	处理措施及排放去向
废水	一级漂洗	重金属离子、盐分、SS	经水处理后蒸发结晶，结晶冷凝水回用于三级漂洗罐
	二级漂洗		进入一级漂洗罐
	三级漂洗		进入二级漂洗罐
废气	袋装飞灰投料	粉尘	经布袋收尘处理后由新增 25m9#排气筒排放
	一次漂洗	NH <sub>3</sub>	经物化车间现有“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”废气处理系统处理后，由 3#排气筒排放，产生的少量稀氨水进入“低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐—生化调节池—厌氧—两
	二次漂洗		
	三次漂洗		

污染物类型	生产工序	主要污染因子	处理措施及排放去向
			级 AO-MBR-RO+DTRO 系统', 最终进入回用水池
固废	飞灰预处理	生活垃圾飞灰	水洗后飞灰
	飞灰漂洗废水处理	污泥	进入一级飞灰反应罐漂洗
	投加硫酸钠沉淀析出	石膏	副产品石膏
	蒸发结晶	结晶工业盐	副产品氯化钠、氯化钾
	蒸发离心	离心液	回净化废水池重新处理
	废包装袋	飞灰包装袋	未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用, 而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置
	除氟反应	氟化钙污泥	委托第三方有资质单位处置
噪声	生产设施	等效声级 Leq	/

## 4.2 物料平衡

### (1) 总物料平衡

本项目投入物料有垃圾焚烧飞灰 200t、新鲜水约 146t 以及水处理过程中的药剂（碳酸钠、硫酸钠、硫化钠、氯化亚铁等），产出的物料包括水洗后飞灰（含水率 40%）约 187t、石膏（含水率 40%）约 109t、结晶盐（含水率 12%）102t 以及少量废气排放、蒸发损耗。

### (2) 氯元素平衡

投入物料中含氯的物料有垃圾焚烧飞灰，盐酸和氯化亚铁，产出的物料含氯的物料有水洗后飞灰和结晶盐。根据建设单位检测，本项目垃圾焚烧飞灰的氯含量为 27.9%，水洗后飞灰（含水率 40%）含氯约 0.60%，氯元素干基含量为 0.99%。

### (3) 二噁英平衡

二噁英类物质极性小，极难溶于水。而在苯、甲苯、二甲苯等有机溶剂中的溶解度则可达 0.05%~0.18%。二噁英具有很强的热稳定性，熔点为 303~305℃，高于 750℃即开始分解，800℃时 2s 内可完全分解。二噁英在高温、强酸、强碱、氧化剂作用下都相当稳定。这是水洗工艺具有可行性的技术基础。

从上述分析可以看出，二噁英不溶于水，只能吸附于水中的悬浮物中，所以只要将水中的悬浮物去除，水中基本就不会存在二噁英，根据同类型项目结晶盐成分分析，二噁英含量约为 0.05TEQng/kg，含量极低，本项目试验副产物结晶盐 102t，则结晶盐中二噁英含量为  $5.11 \times 10^{-9}$ kg；同理，石膏中的二噁英含量极低，约为 0.048TEQng/kg，则石膏

中二噁英含量为  $5.29 \times 10^{-9} \text{kg}$ ；另外少量二噁英随着粉尘的排放排入大气中，本项目垃圾焚烧飞灰二噁英含量为  $0.084 \sim 0.130 \text{TEQ}\mu\text{g/kg}$ ，本次评价以较大值  $0.130 \text{TEQ}\mu\text{g/kg}$  计，项目粉尘排放量为  $0.95 \text{kg}$ ，则随粉尘排入大气中的二噁英量为  $0.1248 \text{TEQ}\mu\text{g}$ 。

因此，根据物料平衡，除极微量二噁英进入结晶盐和大气环境中外，其余绝大部分二噁英则进入水洗后飞灰中，经估算，水洗后飞灰二噁英干基含量为  $0.231 \text{TEQ}\mu\text{g/kg}$ ，即绝大部分的二噁英仍然存在于飞灰中，进入环境中的为极微量，分析结果表明，累积效应不明显。

#### (4) 铅元素平衡

项目没有生产废水排放，极微量铅随粉尘排入废气中粉尘年排放量  $0.95 \text{kg}$ ，铅含量  $422 \text{mg}$ ，本项目铅主要存在于水洗前后的飞灰中。根据建设单位检测，本项目垃圾焚烧飞灰铅含量为  $444 \text{mg/kg}$ ，经估算，水洗后飞灰中铅干基含量为  $755 \text{mg/kg}$ 。

#### (5) 汞元素平衡

项目没有生产废水排放，极微量汞随粉尘排入废气中（粉尘年排放量  $0.95 \text{kg}$ ，汞含量  $15 \text{mg}$ ），本项目汞主要存在于水洗前后的飞灰中。根据建设单位检测，本项目垃圾焚烧飞灰汞含量为  $15.8 \text{mg/kg}$ ，经估算，水洗后飞灰中汞干基含量为  $27.87 \text{mg/kg}$ 。

#### (6) 镉元素平衡

项目没有生产废水排放，极微量镉随粉尘排入废气中（粉尘年排放量  $0.95 \text{kg}$ ，镉含量  $87.1 \text{mg}$ ），本项目镉主要存在于水洗前后的飞灰中。根据建设单位检测，本项目垃圾焚烧飞灰汞含量为  $91.6 \text{mg/kg}$ ，经估算，水洗后飞灰中镉干基含量为  $162.89 \text{mg/kg}$ 。

#### (7) 铬元素平衡

项目没有生产废水排放，极微量铬随粉尘排入废气中（粉尘年排放量  $0.95 \text{kg}$ ，铬含量  $73.9 \text{mg}$ ），本项目铬主要存在于水洗前后的飞灰中。根据建设单位检测，本项目垃圾焚烧飞灰铬含量为  $77.8 \text{mg/kg}$ ，经估算，水洗后飞灰中铬干基含量为  $138 \text{mg/kg}$ 。

#### (8) 镍元素平衡

项目没有生产废水排放，极微量镍随粉尘排入废气中（粉尘年排放量  $0.95 \text{kg}$ ，镍含量  $14.21 \text{mg}$ ），本项目镍主要存在于水洗前后的飞灰中。根据建设单位检测，本项目垃圾焚烧飞灰镍含量为  $14.8 \text{mg/kg}$ ，经估算，水洗后飞灰中镍干基含量为  $26.27 \text{mg/kg}$ 。

#### (9) 重金属去向分析

根据相关文献，垃圾飞灰中重金属大多以金属氧化物的形式存在，少部分以硫酸盐，碳酸盐，氯化物的形式存在。铅主要以氯化铅（ $\text{PbCl}_2$ ）、碳酸铅（ $\text{PbCO}_3$ ）、氧化铅（ $\text{PbO}$ ）的形式存在，均难溶于水，溶度积分别为  $1.6 \times 10^{-5}$ 、 $7.4 \times 10^{-14}$ 、 $1.2 \times 10^{-15}$ ；镉主要以氧

化镉 ( $\text{CdO}$ ) 和氯化镉 ( $\text{CdCl}_2$ ) 的形式存在, 难溶于水, 溶度积为  $2.5 \times 10^{-29}$ ; 铬主要以三氧化二铬 ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) 的形式存在, 难溶于水, 溶度积为  $6.3 \times 10^{-5}$ ; 镍主要以氧化镍 ( $\text{NiO}$ ) 的形式存在, 难溶于水, 溶度积为  $5.9 \times 10^{-8}$ 。因此可知, 飞灰在水洗过程中, 大部分的重金属不会洗出, 仍留在水洗飞灰中。

而根据水处理工艺, 部分溶于水中的重金属通过碳酸钠和硫化钠沉淀后, 返回水洗工艺中, 因此根据工艺机理及物料平衡分析, 本项目重金属除极微量随粉尘排入废气中, 重金属绝大部分仍存在于水洗后飞灰中, 最终进入水泥窑无害化协同处置。

本项目总物料平衡详见表 4.2-1, 图 4.2-4, 钠元素平衡详见图 4.2-1, 钙元素平衡详见图 4.2-2, 钾元素平衡详见图 4.2-3, 氯元素平衡详见图 4.2-5, 各重金属元素平衡详见图 4.2-6, 二噁英平衡见图 4.2-7。



表 4.2-1 本项目物料平衡一览表（一）

项目	总物料		水		氯		二噁英		汞		铅		镉		铬	
	物料名称	t	含量	t	含量	t	含量 TEQμg/kg	kg	含量 mg/kg	kg	含量 mg/kg	kg	含量 mg/kg	kg	含量 mg/kg	kg
投入	垃圾焚烧飞灰															
	30%盐酸															
	无水碳酸钠															
	无水硫酸钠															
	硫化钠															
	氯化亚铁															
	PAM															
	水															
	合计															
产出	水洗飞灰															
	硫酸钙															
	结晶盐															
	废气排放及蒸发损耗															
	合计															

飞灰水洗前、后平衡各成分计算过程如下：

1、飞灰中成分计算：

① 飞灰中水含量： $200\text{t} \times 0.10\% = 0.2\text{t}$ ；

② 飞灰中氯含量： $200\text{t} \times 27.9\% = 55.8\text{t}$ ；

③ 飞灰中二噁英含量： $200\text{t} \times 0.13\text{TEQ}\mu\text{g}/\text{kg} = 2.60\text{E-}05\text{kg}$ ；

④ 飞灰中重金属含量：汞含量  $200\text{t} \times 15.8\text{mg}/\text{kg} = 3.16\text{kg}$ 、铅含量  $200\text{t} \times 444\text{mg}/\text{kg} = 88.8\text{kg}$ 、镉含量  $200\text{t} \times 91.6\text{mg}/\text{kg} = 18.32\text{kg}$ 、铬含量  $200\text{t} \times 77.8\text{mg}/\text{kg} = 15.56\text{kg}$ ；

⑤ 飞灰中钠、钙、钾元素含量：钠含量  $200\text{t} \times 4.03\% = 8.06\text{t}$ 、钙含量  $200\text{t} \times 27.50\% = 55\text{t}$ 、钾含量  $200\text{t} \times 3.35\% = 6.7\text{t}$ 。

2、水洗飞灰成分计算：

① 水洗飞灰中水含量： $187.35\text{t} \times 40\% = 74.94\text{t}$ ；

② 水洗飞灰中氯含量： $187.35\text{t} \times 0.60\% = 1.12\text{t}$ ；

③ 水洗飞灰中二噁英含量： $187.35\text{t} \times 0.139\text{TEQ}\mu\text{g}/\text{kg} = 2.60\text{E-}05\text{kg}$ ；

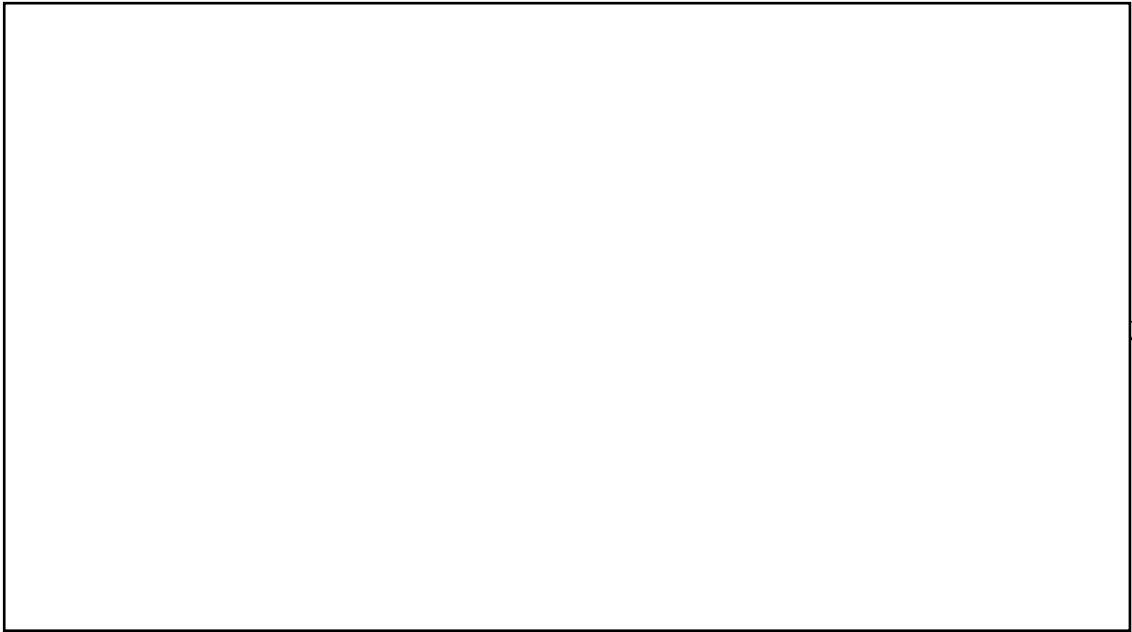
④ 水洗飞灰中重金属含量：汞含量  $187.35\text{t} \times 16.713\text{mg}/\text{kg} = 3.131\text{kg}$ 、铅含量  $187.35\text{t} \times 452.775\text{mg}/\text{kg} = 84.83\text{kg}$ 、镉含量  $187.35\text{t} \times 97.735\text{mg}/\text{kg} = 18.31\text{kg}$ 、铬含量  $187.35\text{t} \times 82.867\text{mg}/\text{kg} = 15.53\text{kg}$ ；

⑤ 水洗飞灰中钠、钙、钾元素含量：钠含量  $187.35\text{t} \times 0.084\% = 0.157\text{t}$ 、钙含量  $187.35\text{t} \times 22.73\% = 42.614\text{t}$ 、钾含量  $187.35\text{t} \times 0.08\% = 0.15\text{t}$ 。

表 4.2-2 本项目物料平衡一览表（二）

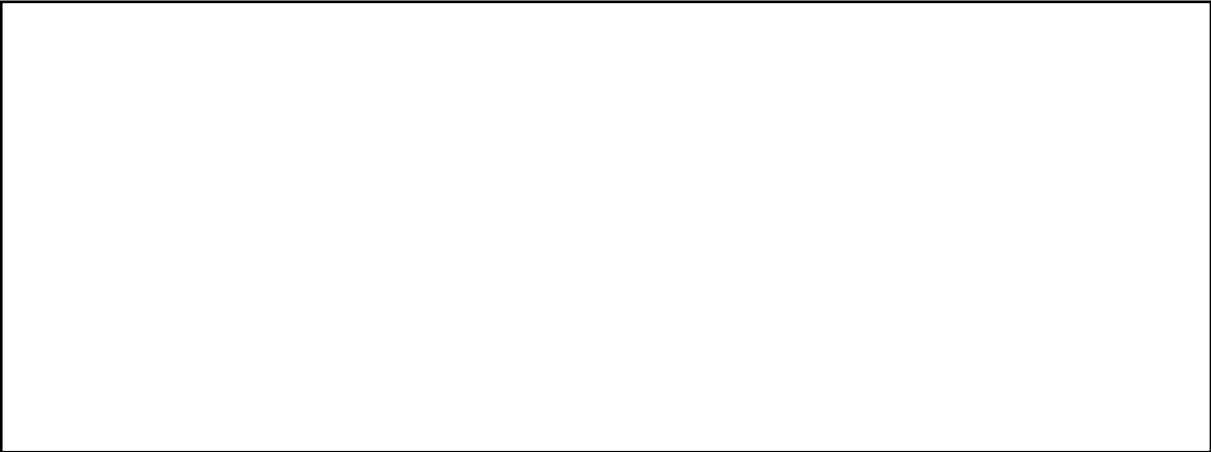
项目	总物料		钠		钙		钾	
	物料名称	t	含量	t	含量	t	含量	t
投入	垃圾焚烧飞灰	200	4.03%	8.06	27.50%	55	3.35%	6.7
	30%盐酸							
	无水碳酸钠							
	无水硫酸钠							
	硫化钠							
	氯化亚铁							
	PAM							
	新鲜水							
	合计							
产出	水洗飞灰							
	硫酸钙							
	结晶盐							

	废气排放及蒸发损耗	17.27	/	/	/	/	/	/
	合计	415.54	/	30.428	/	55.00	/	6.7



排放

图 4.2- 1 本项目钠元素平衡图



排放

图 4.2- 2 本项目钙元素平衡图

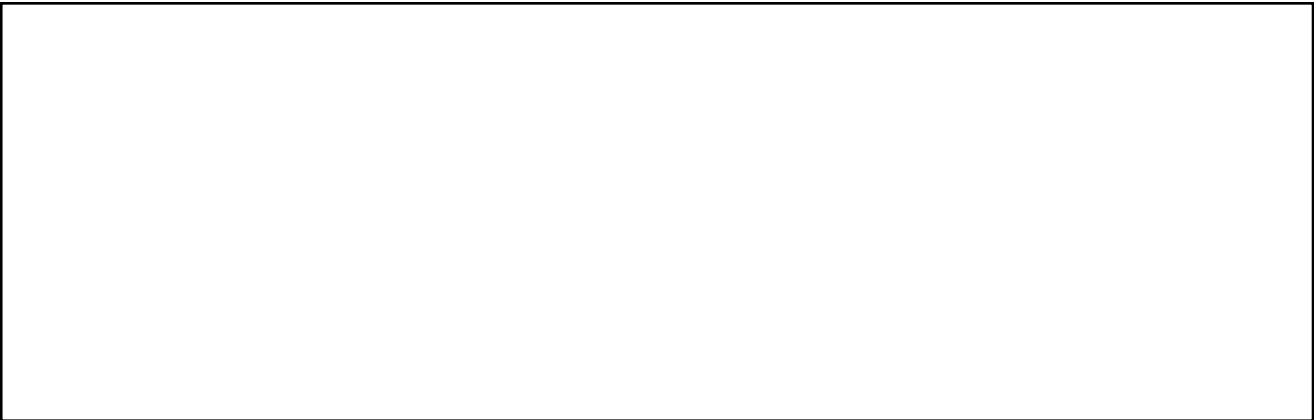


图 4.2- 3 本项目钾元素平衡图



图 4.2-4 本项目总物料平衡图



水洗飞灰结晶盐

图 4.2-5 本项目氯元素平衡图

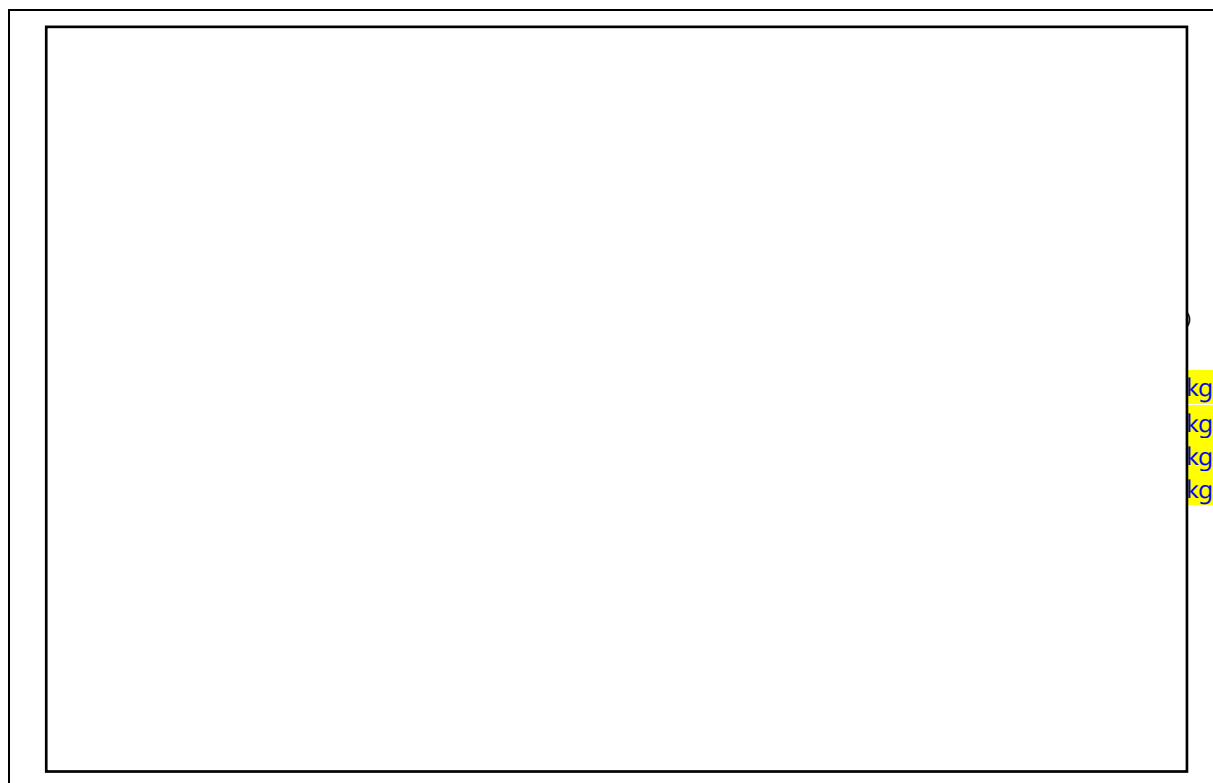


图 4.2-6 本项目主要有毒有害重金属元素平衡图

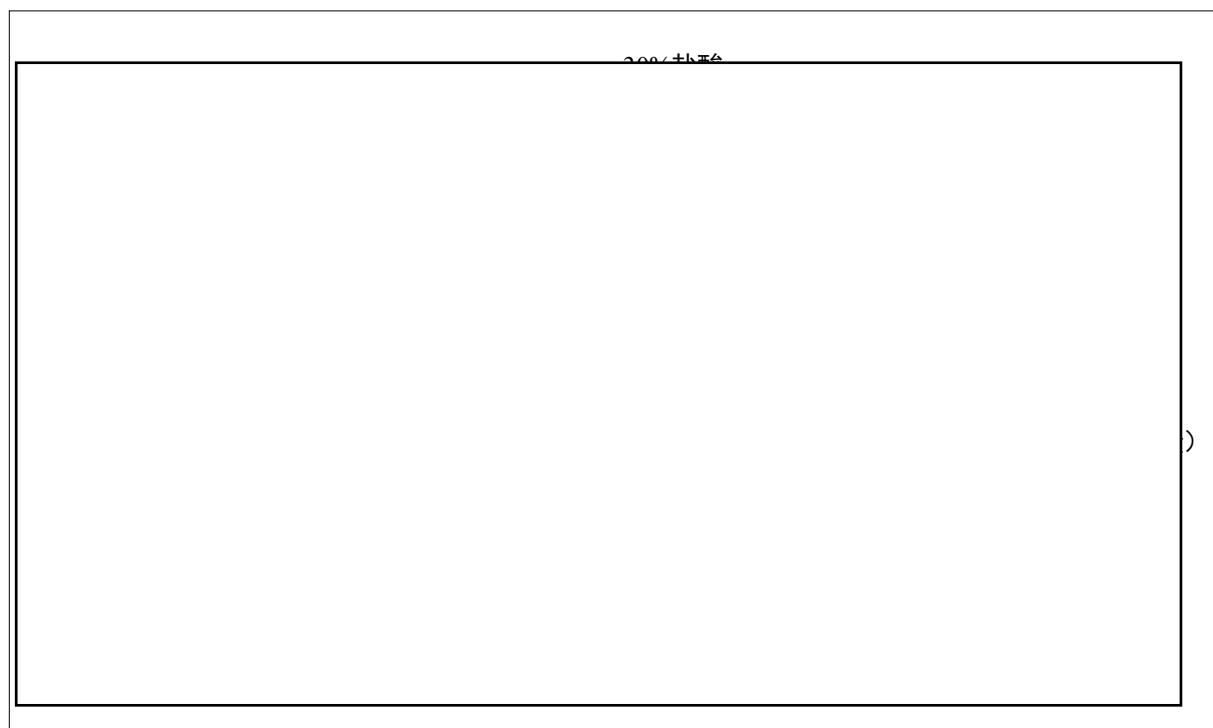


图 4.2-7 本项目二噁英平衡图





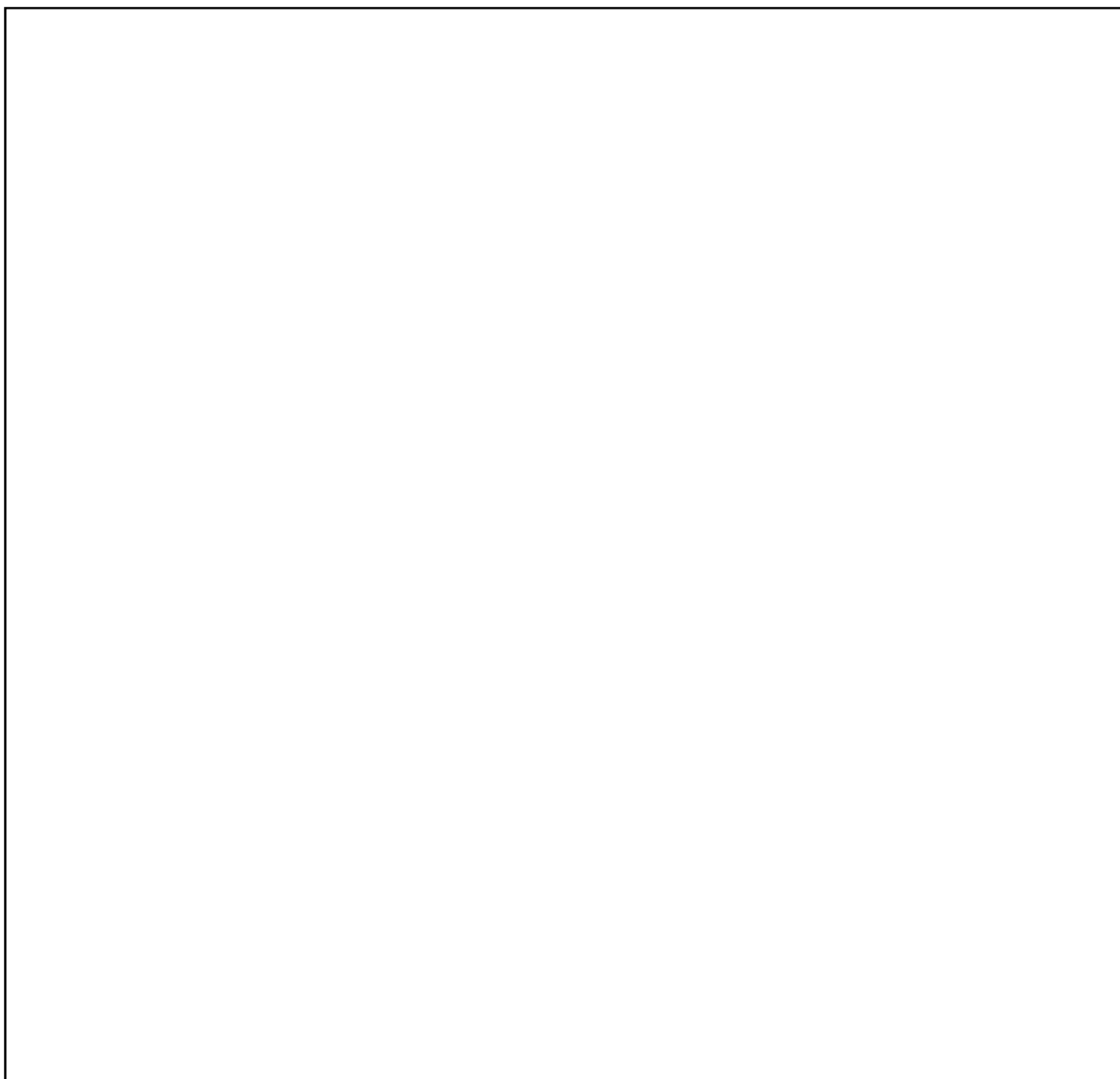


图 4.3- 1 本项目飞灰水洗水平衡图（单位 t/d）



图 4.3- 2 本项目飞灰水洗水平衡图（单位 t/d）

## (2) 本项目全厂水平衡

### ①生产用排水

项目飞灰漂洗废水经混凝沉淀、蒸发、冷凝后回用至三级漂洗水池，生产用水循环使用，仅需定期补充部分损耗水量  $4.40\text{m}^3/\text{d}$ ，无生产废水外排。

### ②喷淋废水

项目废气治理洗涤塔废酸碱液循环使用，循环过程有蒸发等损耗约  $0.009\text{m}^3/\text{d}$ ，因此需补充新鲜水  $0.009\text{m}^3/\text{d}$ ；同时定期排放  $0.012\text{m}^3/\text{d}$  废液进入物化车间现有污水处理系统处理，废水通过进入项目现有的低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐-生化调节池-厌氧—两级 AO-MBR-RO+DTRO 系统处理后，进入回用水池，回用酸碱废液洗涤塔补水。

综上所述，本项目新鲜水用量为  $4.409\text{m}^3/\text{d}$ 。

## 4.4 污染物源强分析

### 4.4.1 废水污染源强分析

#### (1) 生产废水

本项目飞灰漂洗废水经沉淀、蒸发、冷凝后回用至三级漂洗水池，生产用水循环使用，仅需定期补充部分损耗水量，无生产废水外排，一级漂洗废水产生量约  $14.07\text{t}/\text{d}$ ，即共计  $469.03\text{t}$ 。

本项目飞灰试验数据均来源于广东省内同类型生活垃圾焚烧发电厂的实际运行案例，其飞灰成分特性（如氯含量、重金属种类及分布）与本项目原料相似度接近。同时，项目采用的水洗脱氯工艺参数（包括液固比、洗涤级数、温度控制等）与《20 万吨/年水泥窑协同处置飞灰水洗脱盐预处理项目环评报告书》中工艺条件基本吻合。基于上述工艺同源性及原料相似性，本项目废水监测数据可参照该环评报告中的实测结果，参考《20 万吨年水泥窑协同处置飞灰使用水洗工艺脱盐预处理项目环评报告书》（委托嘉兴中科检测技术服务有限公司于 2019 年 12 月 2 日对漂洗废水进行采样检测）中试一级漂洗废水的检测数据，本项目漂洗废水水质详见下表：

表 4.4-1 漂洗废水水质检测结果一览表

序号	检测项目	水样实测浓度 (mg/L)
1	pH	11.6
2	化学需氧量	540
3	氨氮	24.2
4	SS	7

5	铬	0.058
6	镍	0.014
7	铜	0.134
8	砷	0.0705
9	镉	0.02
10	铅	8.38
11	汞	0.058
12	六价铬	0.002

## (2) 喷淋系统稀氨水

项目依托现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”在处理氨气时，利用稀硫酸与氨气发生化学反应，将氨气迅速转化为硫酸铵溶液。因此吸收塔会产生少量稀氨水。稀氨水进入“低浓度废水调节池-低浓度废水反应罐-生化调节池-厌氧-两级AO-MBR-RO+DTRO 系统”处理流程。废气治理系统产生的稀氨水经过上述处理后可循环使用，回用除臭系统补水，总产生量约 0.4m<sup>3</sup>，定期进入厂区废水处理站处理后回用，不对外排放。

本项目主要废水污染物源强见表 4.4-2。

表 4.4-2 本项目主要废水污染物源强一览表

废水类型	指标	废水量	COD	SS	氨氮	铬	镍	铜	砷	镉	铅	汞
漂洗废水	产生浓度 (mg/L)	469.03	540	7	24.2	0.058	0.014	0.134	0.0705	0.02	8.38	0.058
	产生量 (t)		0.2533	0.0033	0.0114	2.72E-05	6.57E-06	6.29E-05	3.31E-05	9.38E-06	0.0039	2.72E-05
废气喷淋废水	产生浓度 (mg/L)	0.4	/	/	612	/	/	/	/	/	/	/
	产生量 (t)		0	0	0.0002	0	0	0	0	0	0	0
生产废水合计	产生量 (t)	469.43	0.2533	0.0033	0.0116	2.72E-05	6.57E-06	6.29E-05	3.31E-05	9.38E-06	0.0039	2.72E-05
	排放量 (t)	生产废水经厂内废水处理站处理后循环使用，不外排										

#### 4.4.2 废气污染源强分析

本项目废气主要来自原料飞灰投料产生的粉尘、飞灰漂洗产生的氨气。

##### (1) 仓储粉尘

本项目飞灰采用覆膜基布吨袋包装，内衬膜需完整密封，确保渗透系 $\leq 10^{-10} \text{cm/s}$ ，缝制工艺“热熔封口+双道缝线”增强密封性，以保障吨袋在运输过程中的稳固性。仓库内吨袋堆叠不超过2层，底层垫木托盘分散压力；叉车搬运过程轻放轻摆，搬运时起升速度 $\leq 0.3 \text{m/s}$ ，避免振动导致密封失效。因此，本项目飞灰仓储单元的密封装载措施完善，正常工况下，仓储过程中粉尘逸散可能性极低、逸散量可视为零。若发生非正常工况的吨袋破损泄漏，也可以通过丙类仓库内部安装负压通风装置，将含尘空气抽至“碱喷淋+UV+活性炭吸附塔吸附”，减少因吨袋破损等非正常工况下的粉尘无组织逸散发生。

##### (2) 投料粉尘

项目使用机械自动破袋的密闭料斗进行粉尘投料，首先利用叉车将袋装尘料运送至物化车间，由电梯运至四楼平台，随后用电动葫芦将吨袋吊至反应罐进料料斗上方，通过下开口吨袋将飞灰直接放置于加盖密闭倾斜料斗内部，通过自动割袋装置从吨袋底部打开开口，使飞灰顺畅流入微负压的一级反应罐内与罐内液体混合。同时通过进料口上方相连通的密闭废气收集罩负压抽风收集，收集后的粉尘经过新增的脉冲布袋除尘器处理达标后，通过25m排气筒（9#）高空排放。

由于这种采用下开口吨袋在密闭料斗投料的方式，形成完全密闭负压环境，有效减少粉尘逸散，投料过程产生的飞灰粉尘99.0%可以在密闭收集系统内被微负压吸收进入脉冲布袋除尘器系统内。

参照《污染源核算技术指南火电》（HJ888-2018）中附录B，袋式除尘器的除尘效率为99.50%~99.99%；根据广东省广州市、深圳市、东莞市、佛山市及惠州市等地区多家生活垃圾焚烧发电厂的验收监测报告及环保公开数据，采用布袋除尘工艺的粉尘去除效率普遍稳定在98.5%~99.95%之间；结合类比《广东国粤韶关综合利用发电新建项目竣工环境保护验收监测报告》的除尘效率，本评价脉冲布袋除尘的除尘效率取99.00%，能够满足国家对烟气中烟尘的排放要求。因此，收集后的粉尘通过脉冲布袋除尘器处理达标后25m排气筒排放，收集后的飞灰粉尘重新回到投料系统。由于粉尘在密闭收集系统内被微负压吸收进入脉冲布袋除尘器系统内，因此飞灰粉尘收集效率视为99.0%，脉冲布袋除尘器除尘效率以99.00%计算。

参考《逸散性工业粉尘控制技术》，拟建项目采用吨袋投料至密闭料斗，粉尘逸散系数可控制在 0.02kg/t~0.48kg/t 之间，本评价取最大值 0.48kg/t 计，本项目袋装飞灰投料量为 200t/a，则袋装投料粉尘产生量约为 96kg，收集效率为 99.0%。根据建设单位设计，袋装原料飞灰试验期每天投料工作时间为 1.25 小时，抽风机风量设计为 4000m<sup>3</sup>/h。则袋装飞灰投料粉尘产排情况见下表：

表 4.4-3 袋装飞灰投料粉尘产排情况一览表

排气筒编号	产生情况						处理措施		排放情况			
	产生源	风量 m <sup>3</sup> /h	污染物	产生浓度 mg/m <sup>3</sup>	产生速率 kg/h	产生量 kg	去除效率	处理措施	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	排放速率 kg/h	排放量 kg	排放标准
9#	物化车间	4000	粉尘	570.24	2.281	95.04	99%	布袋除尘	5.70	0.023	0.950	≤11.9kg/h ≤120mg/m <sup>3</sup>
无组织		/	粉尘	/	0.023	1.728	/	/	/	0.023	1.728	1.0mg/m <sup>3</sup>

经收集处理后，飞灰投料等过程排放的粉尘可以满足广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准。

### （3）NH<sub>3</sub>

由于飞灰水溶液呈强碱性，飞灰中的铵离子溶解在水中形成较高浓度的游离氨，会自由挥发到空气中形成氨气。

根据国内相关飞灰成分研究表明（Recovery of ammonia and sulfate from waste streams and bioenergy production via bipolar bioelectrodialysis，作者 Yifeng Zhang\* Irini Angelidaki），中国垃圾焚烧飞灰的 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>含量通常在 50–300mg/kg 即 0.05–0.3kg/t 飞灰，福山项目采用先进脱硝系统，氨逃逸率较低，因此本次评价低铵飞灰值 0.05kg/t。项目试验飞灰量为 200t，因此可计算试验飞灰的 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>含量 10kg。按照飞灰中残留铵盐与碱剂的反应方程式（NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>→NH<sub>3</sub>）可知，每 1molNH<sub>4</sub><sup>+</sup>对应产生 1molNH<sub>3</sub>。已知 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的摩尔质量是 18g/mol，NH<sub>3</sub>的摩尔质量是 17g/mol，因此可计算得到水洗反应液体中会产生 NH<sub>3</sub>9.44kg。在实际的操作环境中，游离氨浓度增加、温度升高、氨水摩尔分数增大，均会促进氨气逃逸。本项目按照最不利情况，即假设 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>全部转化为 NH<sub>3</sub>，且 100%以氨气形式逃逸进行估算，则水洗过程氨气逃逸量为 9.44kg。

由于水洗反应在负压密闭反应罐内进行，因此氨气的收集效率可达到 95%，收集的氨气通过现有物化车间的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理。根据建设单位 2022 年的竣工环境保护验收检测报告（报告编号：HX227650-1），处理效率为 62.03%。处

理达标后的废气通过现有物化车间楼顶 25m 高的 3#排气筒排放，氨气产排情况见表 4.4-4。

表 4.4-4 水洗反应罐废气产排情况一览表

排气筒编号	产生情况						处理措施		排放情况			
	产生源	风量 m <sup>3</sup> /h	污染物	产生浓度 mg/m <sup>3</sup>	产生速率 kg/h	产生量 kg	去除效率	处理措施	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	排放速率 kg/h	排放量 kg	排放标准
3#	漂洗	4000	氨	8.411	0.034	8.972	62%	酸喷淋塔	0.341	0.013	3.407	≤14kg/h
无组织	物化车间	/	氨	/	0.0018	0.472	/	/	/	0.0018	0.472	1.5mg/m <sup>3</sup>

注：现有“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”废气处理系统，处理前反应罐区收集风量为 4000m<sup>3</sup>/h，生化处理区域风量为 4000m<sup>3</sup>/h，储罐区风量为 2000m<sup>3</sup>/h，末端排放口排风量为 10000m<sup>3</sup>/h

经收集处理后，NH<sub>3</sub> 排放可以满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的二级标准。

#### （4）氯化氢

项目需要使用 30%盐酸对除重金属反应罐调节 pH，使其 pH 由碱性调节到中性。30%盐酸采用 25L 密封塑料桶储存于物化车间的 3 楼的储药间内，预计使用量为 1.13t。使用的盐酸具有一定的挥发性，盐酸挥发后形成氯化氢。由于 30%盐酸通过计量泵输送缓慢滴加，无快速倾倒敞开口挥发过程，因此其挥发主要发生在盐酸投入反应罐后进行搅拌中和的过程，其在反应罐搅拌过程的挥发量采用马克公式进行计算：

$$Q = K \cdot \frac{P \cdot F \cdot \sqrt{V}}{R \cdot T} \cdot M$$

$Q$ ——挥发速率，g/s

$P$ ——物质在液面上的饱和蒸气压，取 54.48mmHg

$F$ ——液面面积，取 3.14m<sup>2</sup>

$V$ ——风速，取 0.1m/s

$M$ ——物质的摩尔质量，g/mol

$T$ ——温度，K

$K$ ——经验系数，取 0.001

$R$ ——气体常数，取 8.314J/(mol·K)

采用上述公式计算，计算得到盐酸在搅拌反应罐体中的挥发量为 22.34g/h。根据业主提供的生产情况估算，本试验每批次需要投加盐酸 1 次，试验期盐酸中和挥发的总时长约为 10h，因此试验期总挥发量为 0.223kg。由于除重金属反应在负压密闭反应罐内进行，因此氯化



氢的收集效率可达到 95%，收集的氯化氢通过现有物化车间的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理。根据建设单位 2022 年的竣工环境保护验收检测报告（报告编号：HX227650-1），处理效率为 83.40%。处理达标后的废气通过现有物化车间楼顶 25m 高的 3#排气筒排放，氯化氢产排情况见表 4.4-5。

表 4.4-5 氯化氢废气产排情况一览表

排气筒编号	产生情况						处理措施		排放情况			
	产生源	风量 m <sup>3</sup> /h	污染物	产生 浓度 mg/m <sup>3</sup>	产生 速率 kg/h	产生量 kg	去除 效率	处理 措施	排放 浓度 mg/m <sup>3</sup>	排放 速率 kg/h	排放量 kg	排放标准
3#	除重金属	4000	氯化氢	5.306	0.021	5.660	83.4%	碱喷淋塔	0.352	0.004	0.940	≤0.78kg/h ≤100mg/m <sup>3</sup>
无组织	物化车间	/	氯化氢	/	0.001	0.298	/	/	/	0.001	0.298	0.2mg/m <sup>3</sup>

注：现有“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”废气处理系统，处理前反应罐区收集风量为 4000m<sup>3</sup>/h，生化处理区域风量为 4000m<sup>3</sup>/h，储罐区风量为 2000m<sup>3</sup>/h，末端排放口排风量为 10000m<sup>3</sup>/h

#### 4.4.3 噪声污染源强

本项目噪声源主要为污泥泵、螺旋泵、压滤机、提升泵、离心机、皮带输送机、结晶蒸发器和布袋除尘器（新增），各设备正常运行时的噪声源强参照同类设备类比确定，噪声值约为 60~95dB（A），本次评价列举设备中产噪较大的设备进行分析，主要生产设置噪声源强见表 4.4-6。

表 4.4-6 本项目主要噪声源强

序号	噪声源	离噪声源距离（m）	声源特征	噪声源强（dB（A））
1	污泥泵（依托）	1	间断	65~75
2	螺旋泵（依托）	1	连续	60~70
3	压滤机（依托）	1	连续	60~70
4	提升泵（依托）	1	间断	70~80
5	离心机（新增）	1	连续	65~75
6	布袋除尘器（新增）	1	连续	75~95
7	结晶蒸发器（依托）	1	连续	65~75

#### 4.4.4 固体废物

##### （1）固体废物分析

根据工艺流程及产污环节分析，本项目部分工序会产生固体物质，如漂洗后的飞灰，飞灰漂洗废水处理过程产生污泥，蒸发结晶产生结晶盐，滤液除钙沉淀析出的石膏、除

氟污泥及废包装袋。

#### ①漂洗过程产生的污泥

飞灰漂洗废水处理过程中产生的除氟、脱钙、脱重金属，其中脱钙、脱重金属污泥经压滤后直接进入一级漂洗罐，回用于生产过程中，无需在厂内暂存，最终形成水洗后飞灰。虽然该水处理污泥含重金属，但是该污泥不经过贮存和堆积，在现场直接返回到二级漂洗罐生产过程中，因此根据《固体废物鉴别标准通则》，废水处理污泥不作为固体废物管理。另外，除氟过程产生的  $\text{CaF}_2$  则经压滤后，作为危险废物由第三方有资质单位回收处理。

#### ②蒸发结晶盐

根据前文分析，本项目蒸发结晶盐（102.27t）不属于危险废物，并且有良好的利用价值，满足产品要求，可作为工业盐产品出售，根据《固体废物鉴别标准通则》，本项目蒸发结晶盐不作为固体废物管理。

#### ③沉淀析出石膏

根据前文分析，本项目投加硫酸钠沉淀析出的石膏（108.65t）不属于危险废物，并且有良好的利用价值，满足产品要求，可作为石膏产品出售，根据《固体废物鉴别标准通则》，本项目石膏产品不作为固体废物管理。

### （2）危险废物的处理

#### ①水洗脱氯后飞灰

本项目主要目的就是将垃圾焚烧飞灰进行水洗脱氯，得到水洗后飞灰 187.35t，水洗脱盐后飞灰交水泥窑协同处置，就本项目而言水洗脱氯后的飞灰属于主产物。根据《国家危险废物名录》（2025 年）满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485）和《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662）进入水泥窑协同处置的，其水泥窑协同处置过程可豁免，不按危险废物管理。但就从环境保护的角度而言，本项目水洗后的飞灰仍属于危险废物，即 HW18 焚烧处置残渣（772-002-18），在厂内的暂存和对外的运输过程仍按照危险废物管理。

#### ②废包装袋

项目飞灰卸料及辅料包装产生的废包装袋约 0.1kg，属于危险废物 HW49 其他废物（900-041-49），在厂内暂存后，飞灰包装袋未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用，而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置。

#### ③氟化钙污泥

本项目飞灰中氟元素的含量为 0.16%，按照项目 200 吨飞灰的试验量进行计算，则试验期内项目共产生氟化钙污泥 0.66 吨，属于危险废物 HW49 其他废物（772-006-49），需要委托第三方有资质单位处理。

表 4.4-7 本项目危险废物产生情况一览表

序号	固废来源	固废类型	产生环节	固废性质	主要成分及污染物	产生量 (t)	暂存位置	处理处置措施
1	水洗脱氯飞灰	飞灰	飞灰漂洗	HW18 焚烧处置残渣	重金属等	187.35	丙类 仓库	水泥窑协同处置
2	运输、中转、贮存	废包装袋	袋装飞灰卸料及辅料使用	HW49 其他废物	飞灰、化学品	0.0001		飞灰包装袋未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用，而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置
3	漂洗废水处理过程	氟化钙污泥	除氟反应	HW49 其他废物	氟化钙	0.66		委托第三方有资质单位处置
危险废物产生量合计						188.01	/	/

## 4.4.5 项目污染源强汇总

表 4.4-8 本项目主要污染物源强汇总表（单位：t）

类别		污染物	产生量	削减量	排放量	环保措施及排放去向	
废气	有组织排放废气	粉尘	9.50E-02	9.41E-02	9.50E-04	飞灰投料等粉尘经布袋除尘器处理；	
		汞及其化合物	1.50E-06	1.49E-06	1.50E-08		
		铅及其化合物	4.22E-05	4.18E-05	4.22E-07		
		镉及其化合物	8.71E-06	8.62E-06	8.71E-08		
		铬及其化合物	7.39E-06	7.32E-06	7.39E-08		
		砷及其化合物	1.17E-05	1.16E-05	1.17E-07		
		六价铬	8.42E-07	8.34E-07	8.42E-09		
		氨	8.97E-03	5.57E-03	3.41E-03		漂洗废气经物化车间现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理
		氯化氢	2.12E-04	1.77E-04	3.52E-05		
	无组织排放废气	氯化氢	1.12E-05	/	1.12E-05	通过车间及建筑物无组织排放	
		氨	4.72E-04	/	4.72E-04		
		粉尘	1.73E-03	/	1.73E-03		
废水	生产废水	废水量	469.43	469.43	0	生产废水经厂内废水处理站处理后循环使用，不外排	
		COD	0.2533	0.2533	0		
		SS	0.0033	0.0033	0		
		氨氮	0.0116	0.0116	0		
		铬	2.72E-05	2.72E-05	0		
		镍	6.57E-06	6.57E-06	0		
		铜	6.29E-05	6.29E-05	0		
		砷	3.31E-05	3.31E-05	0		
		镉	9.38E-06	9.38E-06	0		
		铅	0.0039	0.0039	0		
		汞	2.72E-05	2.72E-05	0		
固体废物	水洗飞灰稳定物		187.35	187.35	0	水洗飞灰交水泥窑协同处置	
	飞灰包装袋、辅料包装袋		0.001	0.001	0	未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用，而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置	

类别	污染物	产生量	削减量	排放量	环保措施及排放去向
	一般工业固体废物	0	0	0	交相关单位资源循环利用
噪声	噪声主要来自生产车间噪声（输送机、离心机、泵类等），其源强约 60~95dB（A），各设备均布置于厂房内，采取消声、隔声、减震并经厂房隔声等措施，其噪声源强约 60~65（A）。				

#### 4.4.6 污染物统计及总量控制

根据上文对项目技改扩建后污染物产排量分析，整个生产过程的漂洗废水通过三级逆流清洗循环利用，废水经过去除重金属、蒸发结晶后，冷凝水回用于三级水洗过程，不会增加废水排放量；废气新增污染物颗粒物排放量、氨气在现有项目基础上略微上调；拟建项目新增产噪设备对总体环境噪声贡献较小，几乎可以忽略不计；固体废物新增了水洗后飞灰、含飞灰的废包装袋和氟化钙污泥。项目技改扩建前营运期污染物统计结果，废水、废气污染物按污染物在线监测数据和第三方监测报告统计，固体废物按照一般固体废物和危险固体废物简单进行统计，具体见表 4.4-9。扩建项目三本账见表 4.4-10 所示。

表 4.4-9 技改扩建前厂区营运期污染物最大排放量汇总

项目	主要污染物			实际排放量
现有广州东部工业固废处置项目	废水	生产废水	万 t/a	0
	废气	氮氧化物	t/a	7.3542
		二氧化硫	t/a	0.9592
		颗粒物	t/a	0.2089
		氯化氢	t/a	0.6609
		一氧化碳	t/a	0.1237
		铅及其化合物	t/a	$2.85 \times 10^{-4}$
		砷及其化合物	t/a	$1.50 \times 10^{-4}$
		汞及其化合物	t/a	$1.27 \times 10^{-3}$
		铊及其化合物	t/a	$7.68 \times 10^{-6}$
		镉及其化合物	t/a	$5.94 \times 10^{-6}$
		铬及其化合物	t/a	$5.70 \times 10^{-4}$
		锡、锑、铜、锰、镍、钴及其化合物	t/a	$9.50 \times 10^{-4}$
		二噁英	μgTEQ/a	16.267
		苯	t/a	$3.09 \times 10^{-4}$
		二甲苯	t/a	$9.5 \times 10^{-3}$
		甲苯	t/a	$3.64 \times 10^{-3}$
		挥发性有机物	t/a	1.243
		硫化氢	t/a	$2.87 \times 10^{-3}$
		硫酸雾	t/a	$6.1 \times 10^{-3}$
		氨（氨气）	t/a	3.081

		氟化物	t/a	0.356
	噪声	设备噪声 55~70dB (A)		
	固废	危险固体废物	万 t/a	0 (产生量 6249.7369)
		一般固体废物	万 t/a	0 (产生量 29.2)



表 4.4- 10 污染物三本账

污 染 物		现有工程排放量		拟建项目新增排放量	总体工程（已建+拟建）			
		实际排放量	许可排放量		“以新带老” 削减量	预测排放总 量	排放增减量	
废水量（万吨/年）		废水	0	/	0	0	0	
废气	吨/年	氮氧化物	7.354	38.540	0	0	7.354	0
		二氧化硫	0.959	25.624	0	0	0.959	0
		颗粒物	0.209	4.28	9.50E-04	0	0.210	9.50E-04
		氯化氢	0.661	/	0	0	0.661	0
		一氧化碳	0.124	/	0	0	0.124	0
		铅及其化合物	2.85E-04	/	4.22E-07	0	2.85E-04	4.22E-07
		砷及其化合物	1.50E-04	/	1.17E-07	0	1.50E-04	1.17E-07
		汞及其化合物	1.27E-03	/	1.50E-08	0	1.27E-03	1.50E-08
		铊及其化合物	7.68E-06	/	0	0	7.68E-06	0
		镉及其化合物	5.94E-06	/	8.71E-08	0	6.03E-06	8.71E-08
		铬及其化合物	5.70E-04	/	8.42E-09	0	5.70E-04	8.42E-09
		锡、锑、铜、锰、镍、 钴及其化合物	9.50E-04	/	0	0	9.50E-04	0
		二噁英	16.267	/	0	0	0	0

污染物			现有工程排放量		拟建项目新增排放量	总体工程（已建+拟建）		
			实际排放量	许可排放量		“以新带老” 削减量	预测排放总量	排放增减量
		苯	3.09E-04	/	0	0	3.09E-04	0
		二甲苯	9.5E-03	/	0	0	9.50E-03	0
		甲苯	3.64E-03	/	0	0	3.64E-03	0
		挥发性有机物	1.243	/	0	0	1.243	0
		硫化氢	2.87E-03	/	0	0	2.87E-03	0
		硫酸雾	6.1E-03	/	0	0	6.10E-03	0
		氨（氨气）	3.081	/	3.88E-03	0	3.0849	3.88E-03
		氟化物	0.356	/	0	0	0.356	0
一般工业固体废物	万吨/年	生活垃圾	0	/	0	0	43.8	0
危险废物	万吨/年	水洗飞灰稳定物	0	/	0	0	0	0
	吨/年	飞灰包装袋	0	/	0	0	0	0
	吨/年	其他危险废物	0	/	0	0	0	0

## 5 环境质量现状调查与评价

### 5.1 自然环境概况

#### 5.1.1 地理位置

广州地处中国南部、广东省中南部、珠江三角洲中北缘，是西江、北江、东江三江汇合处，濒临中国南海，东连博罗、龙门两县，西邻三水、南海和顺德，北靠清远市区和佛冈县及新丰县，南接东莞市和中山市，隔海与香港、澳门相望，是海上丝绸之路的起点之一，是中国的“南大门”，是广佛都市圈、粤港澳都市圈、珠三角都市圈的核心城市。

广州位于 E112°57'至 E114°3'，N22°26'至 N23°56'。市中心位于 N23°06'32"，E113°15'53"，是京广、广深、广茂和广梅汕和武广铁路的交汇点和华南民用航空交通中心，与全国各地的联系极为密切，因此，广州有中国“南大门”之称。

项目选址于广州市黄埔区新龙镇福山村福山循环经济产业园内。

#### 5.1.2 地形地貌

广州属于丘陵地带，地势东北高、西南低，背山面海，北部是森林集中的丘陵山区，最高峰为北部从化市与龙门县交界处的天堂顶，海拔为 1210 米，东北部为中低山地，有被称为“市肺”的白云山；中部是丘陵盆地，南部为沿海冲积平原，为珠江三角洲的组成部分。

广州市的东北部是海拔 400 米~500 米的中低山地，一般坡度在 20 度~25 度以上，成土母质以花岗岩和砂页岩为主。这类土地是重要的水源涵养林基地，宜发展生态林和水电。在增城区、从化区、花都区以及市区东部、北部均有分布海拔 400 米~500 米以下的丘陵地，垂直地带内的坡地主要分布在地、盆谷地和平原之间，成土母质主要由砂页岩、花岗岩和变质岩构成。这类土地可作为用材林和经济林生长基地。岗台地是相对高程 80 米以下，坡度小于 15 度的缓坡地或低平坡地，主要分布在增城区、从化区和白云、黄埔两区，番禺区、花都区、天河区亦有零星分布，成土母质以堆积红土、红色岩系和砂页岩为主。这类土地可开发利用为农用地，也很适宜种水果、经济林或牧草。珠江三角洲平原，流溪河冲积的广花平原，番禺和南沙沿海地带主要为冲积、海积平原。

土层深厚，土地肥沃，是广州市粮食、甘蔗、蔬菜的主要生产基地。主要分布在南沙区南沙、万顷沙、新垦镇沿海一带为滩涂。

### 5.1.3 气候特征

广州地处亚热带沿海，北回归线从中南部穿过，属海洋性亚热带季风气候，以温暖多雨、光热充足、夏季长、霜期短为特征。全年平均气温 20-22 摄氏度，是中国年平均温差最小的大城市之一。一年中最热的月份是 7 月，月平均气温达 28.7℃。最冷月为 1 月份，月平均气温为 9~16℃。平均相对湿度 77%，市区年降雨量约为 1720 毫米。全年中，4 至 6 月为雨季，7 至 9 月天气炎热，多台风，10 月、11 月和 3 月气温适中，12 至 2 月为阴凉的冬季。

### 5.1.4 水文

广州市地处南方丰水区，境内河流水系发达，大小河流（涌）众多，水域面积广阔，集雨面积在 100 平方千米以上的河流有 22 条，河宽 5 米以上的河流 1368 条，总长 5597.36 千米，河道密度达到 0.75 千米/平方千米，构成独特的岭南水乡文化特色。

广州市水资源的主要特点是本地水资源较少，过境水资源相对丰富。全市水域面积 7.44 万公顷，占全市土地面积的 10%，主要河流有北江、东江北干流及增江、流溪河、白坭河、珠江广州河段、市桥水道、沙湾水道等，北江、东江流经广州市汇合珠江入海。本地平均水资源总量 79.79 亿立方米，其中，地表水 78.81 亿立方米，地下水 14.87 亿立方米。以本地水资源量计，每平方公里有 106.01 万立方米，人均 1139 立方米，是全国人均水资源占有量的二分之一。过境客水资源量 1860.24 亿立方米，是本地水资源总量的 23 倍。客水资源主要集中在南部网河区 and 增城市，其中由西江、北江分流进入广州市区的客水资源量达 1591.5 亿立方米，由东江分流进入东江北干流的客水资源量为 142.03 亿立方米，增江上游来水量 28.28 亿立方米。南部河网区处于潮汐影响区域，径流量大，潮流作用也很强。珠江的虎门、蕉门、洪奇沥三大口门在广州市南部入伶仃洋出南海，年涨潮量 2710 亿立方米，年落潮量 4088 亿立方米，与三大口门的年径流量 1377 亿立方米比较，每年潮流可带来大量的水量，部分是可以被利用的淡水资源。

### 5.1.5 土壤与植被

黄埔地区土壤类型有水稻土和赤红壤 2 个土类，分为育型水稻土、潜育型水稻土和赤红壤 3 个亚类，再分为宽谷冲积土田、三角洲沉积土田、泥肉田、反酸田、花岗岩（片麻岩）赤红壤和花岗岩（片麻岩）赤红地 6 个属，下分为砂泥田、泥骨田、泥肉田、反

酸田、薄有机质层厚层花岗岩赤红壤、厚有机质层厚层花岗岩赤红壤和赤红砂泥地 8 个土种。植被以荔枝、龙眼、芒果等果木以及小叶榕、大叶榕等行道树为主。

5.2 环境空气质量现状调查与评价

5.2.1 空气质量达标区判定

本项目选址位于广州市黄埔区新龙镇福山村福山循环经济产业园内,属于环境空气质量二类区, 本评价基准年为 2023 年。本节引用广州市生态环境局官网 (<http://sthjj.gz.gov.cn>) 中公报的《2023 年广州市生态环境状况公报》, 以判定项目所在区域是否属于达标区, 监测结果统计见表 5.2-1 及表 5.2-2。

表 5.2-1 广州市 2023 年广州市环境空气主要污染物浓度与综合指数  
单位: 微克/立方米 (一氧化碳: 毫克/立方米)

统计时段	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	二氧化氮	二氧化硫	臭氧	一氧化碳	综合指数
2023 年	23	41	29	6	159	0.9	3.28
标准	35	70	40	60	160	4.0	/
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/

由上表可见, 2023 年广州市环境空气 6 项指标中, 项目所在区域属于达标区。

5.2.2 基本污染物环境质量现状

项目所在区域基本污染物环境质量现状引用评价范围内的两个常年常规监测点 2023 年全年的监测数据以了解项目评价区域基本污染物环境质量现状, 其中“帽峰山”监测点 (站点代码 1355A) 是位于帽峰山森林公园一类区的常年常规监测点, “九龙镇镇龙”监测点 (站点代码 1353A) 是位于二类区的国控监测点, 各子站监测结果统计表 5.2-5。

表 5.2-2“帽峰山森林公园”监测点 (站点代码 1355A) 2023 年监测数据  
单位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CO 为  $\text{mg}/\text{m}^3$ )

监测子站	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	日期
帽峰山森林公园	4	14	0.6	61	28	23	20230101
帽峰山森林公园	5	13	0.6	60	34	29	20230102
帽峰山森林公园	4	12	0.6	64	25	32	20230103
帽峰山森林公园	4	15	0.6	55	36	39	20230104
帽峰山森林公园	4	16	0.7	51	35	34	20230105
帽峰山森林公园	5	14	0.6	71	33	27	20230106
帽峰山森林公园	5	12	0.6	81	33	26	20230107
帽峰山森林公园	15	18	0.6	80	38	29	20230108
帽峰山森林公园	3	18	0.6	41	32	28	20230109
帽峰山森林公园	3	16	0.5	29	5	5	20230110
帽峰山森林公园	3	11	0.3	27	7	6	20230111
帽峰山森林公园	3	15	0.4	26	14	12	20230112

监测子站	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	日期
帽峰山森林公园	3	22	0.4	31	16	11	20230113
帽峰山森林公园	3	19	0.3	34	16	8	20230114
帽峰山森林公园	3	15	0.6	41	17	8	20230115
帽峰山森林公园	3	10	0.7	38	8	4	20230116
帽峰山森林公园	3	8	0.7	48	22	12	20230117
帽峰山森林公园	4	8	0.7	59	38	19	20230118
帽峰山森林公园	4	7	0.9	62	38	24	20230119
帽峰山森林公园	5	7	0.9	68	39	24	20230120
帽峰山森林公园	4	7	0.9	65	37	24	20230121
帽峰山森林公园	7	13	1	60	64	47	20230122
帽峰山森林公园	6	9	0.9	48	60	47	20230123
帽峰山森林公园	5	7	1	55	57	41	20230124
帽峰山森林公园	4	6	0.9	74	78	39	20230125
帽峰山森林公园	4	7	0.5	52	73	41	20230126
帽峰山森林公园	5	7	0.5	67	56	32	20230127
帽峰山森林公园	6	4	0.5	88	68	28	20230128
帽峰山森林公园	5	2	0.5	82	61	26	20230129
帽峰山森林公园	6	6	0.6	88	47	24	20230130
帽峰山森林公园	6	15	0.7	91	47	27	20230131
帽峰山森林公园	6	21	0.7	72	41	20	20230201
帽峰山森林公园	6	23	0.5	59	37	16	20230202
帽峰山森林公园	6	23	0.5	43	48	23	20230203
帽峰山森林公园	5	24	0.8	38	83	53	20230204
帽峰山森林公园	4	17	0.9	19	45	33	20230205
帽峰山森林公园	4	14	0.8	12	18	13	20230206
帽峰山森林公园	5	18	0.8	18	28	18	20230207
帽峰山森林公园	5	22	0.8	28	27	17	20230208
帽峰山森林公园	6	37	0.6	43	28	15	20230209
帽峰山森林公园	5	28	0.8	13	35	19	20230210
帽峰山森林公园	4	21	1.1	29	22	12	20230211
帽峰山森林公园	5	19	0.7	47	20	10	20230212
帽峰山森林公园	6	22	0.7	24	22	11	20230213
帽峰山森林公园	5	15	1	36	15	6	20230214
帽峰山森林公园	5	8	1.2	79	18	10	20230215
帽峰山森林公园	5	8	1.1	91	31	20	20230216
帽峰山森林公园	5	14	1.1	86	42	29	20230217
帽峰山森林公园	6	19	0.9	130	43	29	20230218
帽峰山森林公园	7	21	0.8	101	44	20	20230219
帽峰山森林公园	8	12	0.9	105	51	32	20230220
帽峰山森林公园	7	13	1	123	57	36	20230221
帽峰山森林公园	8	24	0.9	94	60	33	20230222
帽峰山森林公园	9	37	0.5	104	68	34	20230223
帽峰山森林公园	9	33	0.6	158	84	45	20230224
帽峰山森林公园	9	18	0.7	78	59	39	20230225
帽峰山森林公园	6	13	0.6	91	38	26	20230226
帽峰山森林公园	7	16	0.6	112	54	35	20230227
帽峰山森林公园	8	35	0.7	92	58	33	20230228
帽峰山森林公园	8	35	0.6	135	61	30	20230301

监测子站	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	日期
帽峰山森林公园	8	23	0.7	132	72	42	20230302
帽峰山森林公园	7	29	0.7	129	78	49	20230303
帽峰山森林公园	8	35	0.8	109	88	52	20230304
帽峰山森林公园	7	27	0.7	124	63	41	20230305
帽峰山森林公园	8	35	0.6	146	63	32	20230306
帽峰山森林公园	10	39	0.5	112	67	28	20230307
帽峰山森林公园	8	50	0.6	76	58	24	20230308
帽峰山森林公园	8	46	0.6	92	63	31	20230309
帽峰山森林公园	12	37	0.7	142	69	37	20230310
帽峰山森林公园	9	35	0.6	127	59	29	20230311
帽峰山森林公园	6	27	0.6	79	53	25	20230312
帽峰山森林公园	6	17	0.7	113	91	27	20230313
帽峰山森林公园	7	22	0.8	109	123	33	20230314
帽峰山森林公园	7	40	0.8	102	91	35	20230315
帽峰山森林公园	6	37	0.5	118	67	32	20230316
帽峰山森林公园	8	41	0.4	88	60	28	20230317
帽峰山森林公园	7	37	0.4	82	59	30	20230318
帽峰山森林公园	8	29	0.4	85	54	30	20230319
帽峰山森林公园	9	26	0.4	65	37	17	20230320
帽峰山森林公园	7	27	0.3	46	33	13	20230321
帽峰山森林公园	5	28	0.3	23	35	18	20230322
帽峰山森林公园	6	28	0.4	29	43	21	20230323
帽峰山森林公园	6	23	0.4	34	32	14	20230324
帽峰山森林公园	5	27	0.5	14	25	13	20230325
帽峰山森林公园	4	20	0.8	37	11	6	20230326
帽峰山森林公园	4	13	0.8	39	10	5	20230327
帽峰山森林公园	5	17	0.8	34	13	8	20230328
帽峰山森林公园	5	21	0.9	21	12	8	20230329
帽峰山森林公园	5	23	0.9	17	9	6	20230330
帽峰山森林公园	4	22	0.9	18	11	7	20230331
帽峰山森林公园	4	24	0.9	36	7	5	20230401
帽峰山森林公园	4	22	0.8	46	24	16	20230402
帽峰山森林公园	5	23	0.7	77	29	17	20230403
帽峰山森林公园	5	24	0.7	65	31	16	20230404
帽峰山森林公园	5	24	0.7	30	27	16	20230405
帽峰山森林公园	4	18	0.7	32	24	13	20230406
帽峰山森林公园	5	12	0.8	74	14	7	20230407
帽峰山森林公园	5	12	0.8	94	44	19	20230408
帽峰山森林公园	6	11	0.9	72	70	31	20230409
帽峰山森林公园	6	28	1	80	63	34	20230410
帽峰山森林公园	6	46	1	48	52	24	20230411
帽峰山森林公园	6	33	1	57	41	19	20230412
帽峰山森林公园	7	40	1	64	48	23	20230413
帽峰山森林公园	7	37	1	50	54	26	20230414
帽峰山森林公园	6	32	0.7	57	61	30	20230415
帽峰山森林公园	6	14	0.6	117	32	18	20230416
帽峰山森林公园	7	25	0.6	132	51	27	20230417
帽峰山森林公园	3	29	0.8	60	45	25	20230418



监测子站	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	日期
帽峰山森林公园	3	26	0.6	54	33	18	20230419
帽峰山森林公园	2	20	0.7	86	27	15	20230420
帽峰山森林公园	2	27	0.7	76	35	18	20230421
帽峰山森林公园	1	18	0.6	79	27	15	20230422
帽峰山森林公园	2	17	0.6	70	37	19	20230423
帽峰山森林公园	3	21	0.6	44	38	19	20230424
帽峰山森林公园	1	18	0.8	26	18	9	20230425
帽峰山森林公园	2	13	0.9	58	11	5	20230426
帽峰山森林公园	2	14	0.8	92	22	12	20230427
帽峰山森林公园	4	26	0.8	90	39	21	20230428
帽峰山森林公园	3	22	0.7	55	29	13	20230429
帽峰山森林公园	2	13	0.4	89	26	9	20230430
帽峰山森林公园	2	13	0.4	80	58	23	20230501
帽峰山森林公园	3	19	0.5	122	54	23	20230502
帽峰山森林公园	4	26	0.4	54	44	19	20230503
帽峰山森林公园	4	20	0.3	60	26	12	20230504
帽峰山森林公园	4	19	0.3	48	26	12	20230505
帽峰山森林公园	3	23	0.3	30	26	12	20230506
帽峰山森林公园	4	24	0.4	36	47	26	20230507
帽峰山森林公园	1	10	0.6	67	28	20	20230508
帽峰山森林公园	1	13	0.6	52	34	23	20230509
帽峰山森林公园	2	20	0.6	93	42	24	20230510
帽峰山森林公园	3	28	0.5	78	46	21	20230511
帽峰山森林公园	1	13	0.5	61	19	9	20230512
帽峰山森林公园	1	12	0.6	36	20	10	20230513
帽峰山森林公园	2	25	0.7	38	39	22	20230514
帽峰山森林公园	2	17	0.6	103	36	22	20230515
帽峰山森林公园	3	22	0.6	106	47	28	20230516
帽峰山森林公园	3	24	0.4	66	22	11	20230517
帽峰山森林公园	2	21	0.4	78	36	17	20230518
帽峰山森林公园	2	11	0.4	113	36	21	20230519
帽峰山森林公园	2	20	0.4	67	48	28	20230520
帽峰山森林公园	3	16	0.4	68	37	19	20230521
帽峰山森林公园	2	15	0.4	72	30	15	20230522
帽峰山森林公园	2	15	0.7	56	29	14	20230523
帽峰山森林公园	2	27	0.8	55	26	13	20230524
帽峰山森林公园	4	14	0.8	74	26	14	20230525
帽峰山森林公园	5	17	0.8	48	31	17	20230526
帽峰山森林公园	6	22	0.5	75	31	14	20230527
帽峰山森林公园	7	25	0.5	67	37	18	20230528
帽峰山森林公园	6	22	0.6	108	41	19	20230529
帽峰山森林公园	6	26	0.7	124	61	37	20230530
帽峰山森林公园	7	18	0.6	94	43	27	20230531
帽峰山森林公园	7	21	0.7	108	41	26	20230601
帽峰山森林公园	7	26	0.8	143	42	27	20230602
帽峰山森林公园	8	26	0.7	105	39	24	20230603
帽峰山森林公园	7	20	0.5	78	28	16	20230604
帽峰山森林公园	7	16	0.4	59	21	11	20230605

监测子站	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	日期
帽峰山森林公园	6	16	0.4	46	22	11	20230606
帽峰山森林公园	6	16	0.4	49	13	6	20230607
帽峰山森林公园	6	17	0.4	48	15	7	20230608
帽峰山森林公园	6	18	0.4	51	16	7	20230609
帽峰山森林公园	7	17	0.4	67	17	8	20230610
帽峰山森林公园	7	10	0.4	61	18	7	20230611
帽峰山森林公园	8	18	0.5	84	27	12	20230612
帽峰山森林公园	8	23	0.6	98	31	17	20230613
帽峰山森林公园	8	16	0.6	81	32	20	20230614
帽峰山森林公园	7	11	0.6	68	20	10	20230615
帽峰山森林公园	7	14	0.5	53	21	11	20230616
帽峰山森林公园	8	20	0.5	47	14	9	20230617
帽峰山森林公园	8	21	0.5	28	13	7	20230618
帽峰山森林公园	8	21	0.4	37	16	7	20230619
帽峰山森林公园	8	20	0.5	56	22	11	20230620
帽峰山森林公园	8	18	0.4	65	24	12	20230621
帽峰山森林公园	9	18	0.4	62	25	11	20230622
帽峰山森林公园	8	13	0.4	45	22	9	20230623
帽峰山森林公园	6	18	0.4	36	17	8	20230624
帽峰山森林公园	6	21	0.4	30	22	11	20230625
帽峰山森林公园	6	16	0.3	45	21	10	20230626
帽峰山森林公园	6	11	0.3	76	17	8	20230627
帽峰山森林公园	6	16	0.3	52	20	9	20230628
帽峰山森林公园	6	16	0.3	68	22	9	20230629
帽峰山森林公园	7	16	0.3	72	25	13	20230630
帽峰山森林公园	7	20	0.3	53	22	12	20230701
帽峰山森林公园	7	24	0.4	29	21	10	20230702
帽峰山森林公园	7	22	0.4	42	16	7	20230703
帽峰山森林公园	7	20	0.4	38	16	7	20230704
帽峰山森林公园	7	25	0.4	50	21	9	20230705
帽峰山森林公园	7	14	0.3	52	21	8	20230706
帽峰山森林公园	7	13	0.3	47	20	9	20230707
帽峰山森林公园	8	15	0.4	59	26	14	20230708
帽峰山森林公园	8	17	0.4	53	23	9	20230709
帽峰山森林公园	8	15	0.4	59	22	9	20230710
帽峰山森林公园	9	17	0.4	66	21	9	20230711
帽峰山森林公园	8	17	0.4	67	21	7	20230712
帽峰山森林公园	9	17	0.4	77	22	9	20230713
帽峰山森林公园	9	20	0.4	90	25	12	20230714
帽峰山森林公园	8	16	0.5	152	38	23	20230715
帽峰山森林公园	7	16	0.5	74	36	23	20230716
帽峰山森林公园	6	7	0.3	46	12	7	20230717
帽峰山森林公园	5	7	0.3	59	10	4	20230718
帽峰山森林公园	6	11	0.3	59	16	8	20230719
帽峰山森林公园	6	14	0.3	56	15	9	20230720
帽峰山森林公园	8	23	0.3	64	21	10	20230721
帽峰山森林公园	8	24	0.4	50	25	13	20230722
帽峰山森林公园	8	18	0.4	65	19	8	20230723

监测子站	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	日期
帽峰山森林公园	7	16	0.3	58	19	7	20230724
帽峰山森林公园	7	21	0.3	67	20	9	20230725
帽峰山森林公园	7	11	0.3	113	29	20	20230726
帽峰山森林公园	9	10	0.4	71	29	21	20230727
帽峰山森林公园	8	9	0.3	57	19	12	20230728
帽峰山森林公园	8	13	0.3	91	22	14	20230729
帽峰山森林公园	7	17	0.4	53	23	15	20230730
帽峰山森林公园	7	14	0.2	56	16	8	20230731
帽峰山森林公园	8	17	0.3	62	20	9	20230801
帽峰山森林公园	8	19	0.3	78	27	15	20230802
帽峰山森林公园	9	20	0.4	94	32	20	20230803
帽峰山森林公园	9	20	0.3	58	23	13	20230804
帽峰山森林公园	8	16	0.3	60	20	12	20230805
帽峰山森林公园	7	14	0.3	66	38	14	20230806
帽峰山森林公园	8	15	0.3	61	38	13	20230807
帽峰山森林公园	8	18	0.3	58	29	12	20230808
帽峰山森林公园	9	22	0.3	58	28	13	20230809
帽峰山森林公园	8	18	0.4	50	32	17	20230810
帽峰山森林公园	7	12	0.3	83	18	10	20230811
帽峰山森林公园	7	16	0.4	64	20	11	20230812
帽峰山森林公园	8	23	0.4	61	26	12	20230813
帽峰山森林公园	8	20	0.4	81	29	14	20230814
帽峰山森林公园	7	15	0.3	46	22	12	20230815
帽峰山森林公园	6	21	0.4	58	32	17	20230816
帽峰山森林公园	7	23	0.5	34	36	19	20230817
帽峰山森林公园	6	27	0.5	44	33	18	20230818
帽峰山森林公园	6	24	0.7	94	41	25	20230819
帽峰山森林公园	7	19	0.6	99	29	18	20230820
帽峰山森林公园	7	23	0.5	38	19	9	20230821
帽峰山森林公园	6	15	0.5	65	18	8	20230822
帽峰山森林公园	8	21	0.5	26	20	12	20230823
帽峰山森林公园	7	13	0.4	19	20	11	20230824
帽峰山森林公园	6	15	0.4	37	17	8	20230825
帽峰山森林公园	6	21	0.5	41	24	12	20230826
帽峰山森林公园	7	25	0.5	52	23	15	20230827
帽峰山森林公园	7	20	0.4	54	19	12	20230828
帽峰山森林公园	7	12	0.4	59	13	9	20230829
帽峰山森林公园	7	10	0.5	70	14	10	20230830
帽峰山森林公园	8	9	0.5	69	16	11	20230831
帽峰山森林公园	8	9	0.4	58	15	12	20230901
帽峰山森林公园	7	7	0.3	52	13	10	20230902
帽峰山森林公园	7	8	0.3	42	12	8	20230903
帽峰山森林公园	7	9	0.3	63	23	17	20230904
帽峰山森林公园	7	10	0.3	64	24	18	20230905
帽峰山森林公园	7	12	0.4	42	26	21	20230906
帽峰山森林公园	6	11	0.3	26	8	5	20230907
帽峰山森林公园	5	9	0.2	59	4	2	20230908
帽峰山森林公园	5	9	0.2	49	13	8	20230909

监测子站	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	日期
帽峰山森林公园	5	14	0.2	62	14	10	20230910
帽峰山森林公园	6	16	0.2	42	12	8	20230911
帽峰山森林公园	6	15	0.2	47	13	8	20230912
帽峰山森林公园	6	15	0.4	38	13	9	20230913
帽峰山森林公园	6	14	0.4	27	15	8	20230914
帽峰山森林公园	5	14	0.4	29	11	5	20230915
帽峰山森林公园	5	11	0.4	45	9	5	20230916
帽峰山森林公园	6	12	0.4	46	14	9	20230917
帽峰山森林公园	6	19	0.4	60	21	12	20230918
帽峰山森林公园	7	26	0.5	57	26	13	20230919
帽峰山森林公园	7	23	0.4	76	25	15	20230920
帽峰山森林公园	7	25	0.5	78	31	20	20230921
帽峰山森林公园	8	26	0.5	89	41	27	20230922
帽峰山森林公园	8	22	0.6	85	38	27	20230923
帽峰山森林公园	7	18	0.5	54	28	17	20230924
帽峰山森林公园	7	15	0.4	49	22	11	20230925
帽峰山森林公园	7	13	0.4	66	22	12	20230926
帽峰山森林公园	6	20	0.6	67	26	16	20230927
帽峰山森林公园	6	20	0.5	69	33	22	20230928
帽峰山森林公园	6	19	0.5	62	28	20	20230929
帽峰山森林公园	6	14	0.5	76	22	17	20230930
帽峰山森林公园	6	12	0.5	62	25	21	20231001
帽峰山森林公园	6	12	0.6	83	21	17	20231002
帽峰山森林公园	5	10	0.6	74	20	14	20231003
帽峰山森林公园	6	12	0.6	108	36	28	20231004
帽峰山森林公园	6	10	0.6	69	28	25	20231005
帽峰山森林公园	6	10	0.5	103	20	14	20231006
帽峰山森林公园	6	10	0.5	78	18	12	20231007
帽峰山森林公园	6	10	0.5	57	7	6	20231008
帽峰山森林公园	6	9	0.4	51	6	5	20231009
帽峰山森林公园	5	10	0.4	44	7	6	20231010
帽峰山森林公园	6	10	0.3	56	10	6	20231011
帽峰山森林公园	6	12	0.4	61	24	15	20231012
帽峰山森林公园	6	10	0.3	68	22	17	20231013
帽峰山森林公园	7	11	0.3	83	30	25	20231014
帽峰山森林公园	7	12	0.5	89	40	35	20231015
帽峰山森林公园	6	11	0.5	87	36	29	20231016
帽峰山森林公园	7	11	0.4	97	30	25	20231017
帽峰山森林公园	7	11	0.4	94	28	25	20231018
帽峰山森林公园	6	11	0.4	75	28	23	20231019
帽峰山森林公园	6	14	0.4	35	23	16	20231020
帽峰山森林公园	6	11	0.3	68	11	6	20231021
帽峰山森林公园	6	12	0.3	58	12	10	20231022
帽峰山森林公园	6	12	0.4	27	17	16	20231023
帽峰山森林公园	6	9	0.4	64	9	20	20231024
帽峰山森林公园	7	25	0.5	114	41	31	20231025
帽峰山森林公园	7	28	0.6	116	54	37	20231026
帽峰山森林公园	8	30	0.7	114	50	31	20231027

监测子站	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	日期
帽峰山森林公园	8	21	0.8	69	44	30	20231028
帽峰山森林公园	7	16	0.8	48	43	23	20231029
帽峰山森林公园	8	15	0.9	66	47	23	20231030
帽峰山森林公园	7	14	0.9	91	34	22	20231031
帽峰山森林公园	8	18	0.9	105	33	22	20231101
帽峰山森林公园	8	25	1	118	42	24	20231102
帽峰山森林公园	7	27	1	119	69	33	20231103
帽峰山森林公园	9	36	0.7	128	82	42	20231104
帽峰山森林公园	9	30	0.6	100	57	27	20231105
帽峰山森林公园	9	23	0.5	101	30	16	20231106
帽峰山森林公园	8	19	0.5	101	20	11	20231107
帽峰山森林公园	10	29	0.7	51	57	32	20231108
帽峰山森林公园	9	30	0.8	98	89	40	20231109
帽峰山森林公园	8	26	0.7	64	64	25	20231110
帽峰山森林公园	8	18	0.6	25	50	19	20231111
帽峰山森林公园	7	15	0.6	39	22	7	20231112
帽峰山森林公园	7	11	0.5	54	16	5	20231113
帽峰山森林公园	8	12	0.6	66	20	11	20231114
帽峰山森林公园	9	15	0.7	58	24	17	20231115
帽峰山森林公园	9	14	0.7	55	29	19	20231116
帽峰山森林公园	8	11	0.5	96	31	12	20231117
帽峰山森林公园	8	10	0.4	88	59	19	20231118
帽峰山森林公园	9	11	0.4	90	54	21	20231119
帽峰山森林公园	9	13	0.5	100	54	24	20231120
帽峰山森林公园	9	16	0.5	112	53	27	20231121
帽峰山森林公园	9	28	0.6	120	55	31	20231122
帽峰山森林公园	9	23	0.6	144	51	33	20231123
帽峰山森林公园	9	17	0.6	124	53	36	20231124
帽峰山森林公园	9	20	0.7	117	59	37	20231125
帽峰山森林公园	9	16	0.5	106	62	39	20231126
帽峰山森林公园	11	12	0.6	112	59	41	20231127
帽峰山森林公园	10	13	0.5	109	48	36	20231128
帽峰山森林公园	8	19	0.5	73	53	33	20231129
帽峰山森林公园	9	21	0.6	70	56	36	20231130
帽峰山森林公园	8	13	0.5	84	42	25	20231201
帽峰山森林公园	9	15	0.5	81	39	23	20231202
帽峰山森林公园	10	17	0.6	70	38	23	20231203
帽峰山森林公园	9	16	0.6	43	27	25	20231204
帽峰山森林公园	9	18	0.8	52	26	18	20231205
帽峰山森林公园	9	17	0.8	34	26	16	20231206
帽峰山森林公园	9	14	0.6	83	22	13	20231207
帽峰山森林公园	9	15	0.4	96	26	16	20231208
帽峰山森林公园	11	53	0.6	73	68	33	20231209
帽峰山森林公园	10	38	0.6	80	58	22	20231210
帽峰山森林公园	8	28	0.5	62	44	18	20231211
帽峰山森林公园	7	21	0.5	62	42	23	20231212
帽峰山森林公园	7	20	0.7	25	29	15	20231213
帽峰山森林公园	7	26	0.7	49	49	26	20231214

监测子站	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	日期
帽峰山森林公园	8	36	0.7	62	67	33	20231215
帽峰山森林公园	8	33	0.7	35	33	13	20231216
帽峰山森林公园	6	11	0.6	46	25	6	20231217
帽峰山森林公园	7	12	0.6	25	25	13	20231218
帽峰山森林公园	7	13	0.6	24	11	7	20231219
帽峰山森林公园	6	11	0.6	47	9	6	20231220
帽峰山森林公园	7	9	0.6	54	19	17	20231221
帽峰山森林公园	8	8	0.5	91	38	30	20231222
帽峰山森林公园	9	10	0.4	74	43	28	20231223
帽峰山森林公园	9	12	0.5	85	46	25	20231224
帽峰山森林公园	10	11	0.5	88	34	18	20231225
帽峰山森林公园	10	13	0.5	80	32	18	20231226
帽峰山森林公园	11	18	0.6	91	37	23	20231227
帽峰山森林公园	11	20	0.5	92	42	27	20231228
帽峰山森林公园	11	14	0.4	91	41	25	20231229
帽峰山森林公园	10	34	0.5	42	71	39	20231230
帽峰山森林公园	10	18	0.5	30	48	31	20231231

表 5.2-3“九龙镇镇龙”监测点（站点代码 1353A）2023 年监测数据

单位：μg/m<sup>3</sup>（CO 为 mg/m<sup>3</sup>）

监测子站	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	日期
九龙镇镇龙	4	17	0.7	62	31	23	20230101
九龙镇镇龙	5	21	0.7	54	40	28	20230102
九龙镇镇龙	5	13	0.7	66	36	27	20230103
九龙镇镇龙	4	16	0.8	46	41	33	20230104
九龙镇镇龙	5	33	0.8	38	50	34	20230105
九龙镇镇龙	5	32	0.8	54	44	29	20230106
九龙镇镇龙	5	19	0.7	70	40	27	20230107
九龙镇镇龙	5	39	0.6	34	58	33	20230108
九龙镇镇龙	4	30	0.7	30	41	30	20230109
九龙镇镇龙	4	19	0.7	27	7	5	20230110
九龙镇镇龙	3	15	0.6	24	10	7	20230111
九龙镇镇龙	3	25	0.6	9	18	15	20230112
九龙镇镇龙	3	26	0.6	23	22	15	20230113
九龙镇镇龙	3	27	0.6	23	15	10	20230114
九龙镇镇龙	3	23	0.9	37	19	14	20230115
九龙镇镇龙	3	10	1	39	12	7	20230116
九龙镇镇龙	3	7	0.9	48	26	15	20230117
九龙镇镇龙	4	8	0.9	62	37	22	20230118
九龙镇镇龙	5	10	1	66	41	27	20230119
九龙镇镇龙	5	9	1	64	41	28	20230120
九龙镇镇龙	5	10	0.7	59	42	32	20230121
九龙镇镇龙	11	11	0.8	55	84	69	20230122
九龙镇镇龙	7	13	0.7	34	93	81	20230123
九龙镇镇龙	5	8	0.9	56	65	54	20230124
九龙镇镇龙	4	5	0.7	72	71	41	20230125
九龙镇镇龙	4	8	0.8	51	73	46	20230126
九龙镇镇龙	4	8	0.8	66	56	37	20230127

九龙镇镇龙	5	6	0.7	87	64	32	20230128
九龙镇镇龙	4	10	0.7	72	58	29	20230129
九龙镇镇龙	4	15	0.7	65	49	30	20230130
九龙镇镇龙	5	32	0.8	57	50	33	20230131
九龙镇镇龙	5	28	0.8	79	45	26	20230201
九龙镇镇龙	5	36	0.7	75	52	30	20230202
九龙镇镇龙	5	37	0.6	30	52	29	20230203
九龙镇镇龙	5	32	0.9	34	89	59	20230204
九龙镇镇龙	4	22	0.9	14	43	34	20230205
九龙镇镇龙	4	21	0.9	18	29	23	20230206
九龙镇镇龙	4	27	0.9	17	38	28	20230207
九龙镇镇龙	4	29	1	28	33	22	20230208
九龙镇镇龙	4	38	0.7	45	38	21	20230209
九龙镇镇龙	5	37	0.8	10	47	27	20230210
九龙镇镇龙	4	27	1	46	29	18	20230211
九龙镇镇龙	5	29	0.7	42	29	14	20230212
九龙镇镇龙	5	28	0.6	20	28	13	20230213
九龙镇镇龙	5	20	0.8	32	17	9	20230214
九龙镇镇龙	5	10	0.9	68	18	11	20230215
九龙镇镇龙	5	15	0.7	79	32	22	20230216
九龙镇镇龙	5	42	0.8	50	58	33	20230217
九龙镇镇龙	5	48	0.7	92	71	37	20230218
九龙镇镇龙	5	50	0.7	62	71	37	20230219
九龙镇镇龙	6	17	0.8	90	55	36	20230220
九龙镇镇龙	6	25	0.8	82	63	41	20230221
九龙镇镇龙	6	36	0.7	81	70	37	20230222
九龙镇镇龙	6	49	0.7	77	90	41	20230223
九龙镇镇龙	6	60	0.7	59	100	49	20230224
九龙镇镇龙	6	19	0.7	70	64	43	20230225
九龙镇镇龙	5	12	0.7	80	36	29	20230226
九龙镇镇龙	5	33	0.7	68	68	44	20230227
九龙镇镇龙	6	53	0.7	65	86	45	20230228
九龙镇镇龙	5	63	0.7	114	97	45	20230301
九龙镇镇龙	6	54	0.8	85	98	52	20230302
九龙镇镇龙	5	55	0.8	86	99	57	20230303
九龙镇镇龙	7	60	0.9	82	114	60	20230304
九龙镇镇龙	6	51	0.8	74	91	49	20230305
九龙镇镇龙	6	59	0.7	78	97	48	20230306
九龙镇镇龙	6	66	0.6	67	96	43	20230307
九龙镇镇龙	6	76	0.6	41	97	39	20230308
九龙镇镇龙	5	67	0.7	84	94	41	20230309
九龙镇镇龙	5	63	0.7	105	96	48	20230310
九龙镇镇龙	5	61	0.6	66	81	40	20230311
九龙镇镇龙	6	43	0.6	52	65	30	20230312
九龙镇镇龙	5	16	0.6	111	87	32	20230313
九龙镇镇龙	6	36	0.6	60	134	40	20230314
九龙镇镇龙	6	52	0.6	80	96	37	20230315
九龙镇镇龙	5	57	0.7	81	90	45	20230316
九龙镇镇龙	6	56	0.6	77	80	39	20230317

九龙镇镇龙	6	53	0.6	74	82	43	20230318
九龙镇镇龙	6	37	0.5	75	63	34	20230319
九龙镇镇龙	5	34	0.5	59	47	21	20230320
九龙镇镇龙	5	37	0.5	36	45	20	20230321
九龙镇镇龙	5	39	0.5	17	46	24	20230322
九龙镇镇龙	6	34	0.5	28	50	26	20230323
九龙镇镇龙	6	29	0.4	27	38	19	20230324
九龙镇镇龙	4	30	0.6	11	24	14	20230325
九龙镇镇龙	4	26	0.7	27	14	9	20230326
九龙镇镇龙	4	16	0.6	28	9	6	20230327
九龙镇镇龙	4	22	0.6	19	15	11	20230328
九龙镇镇龙	4	25	0.7	9	16	11	20230329
九龙镇镇龙	4	29	0.8	5	15	11	20230330
九龙镇镇龙	4	29	0.9	7	16	12	20230331
九龙镇镇龙	4	24	0.7	27	13	8	20230401
九龙镇镇龙	4	33	0.7	30	32	20	20230402
九龙镇镇龙	5	30	0.6	66	40	24	20230403
九龙镇镇龙	5	30	0.6	44	42	21	20230404
九龙镇镇龙	5	34	0.6	17	38	20	20230405
九龙镇镇龙	4	21	0.6	43	22	12	20230406
九龙镇镇龙	5	15	0.6	61	16	10	20230407
九龙镇镇龙	5	13	0.6	76	40	19	20230408
九龙镇镇龙	6	17	0.5	72	68	32	20230409
九龙镇镇龙	5	40	0.6	51	78	38	20230410
九龙镇镇龙	5	55	0.7	34	77	36	20230411
九龙镇镇龙	6	52	0.7	63	69	30	20230412
九龙镇镇龙	7	61	0.7	61	81	39	20230413
九龙镇镇龙	6	58	0.7	25	57	28	20230414
九龙镇镇龙	6	48	0.7	51	74	36	20230415
九龙镇镇龙	6	27	0.7	98	44	24	20230416
九龙镇镇龙	6	40	0.7	126	63	30	20230417
九龙镇镇龙	6	33	0.6	63	57	29	20230418
九龙镇镇龙	5	33	0.6	44	42	23	20230419
九龙镇镇龙	5	38	0.7	74	38	23	20230420
九龙镇镇龙	5	32	0.7	71	38	21	20230421
九龙镇镇龙	5	29	0.7	72	41	18	20230422
九龙镇镇龙	5	24	0.6	66	49	24	20230423
九龙镇镇龙	5	29	0.7	50	53	26	20230424
九龙镇镇龙	5	25	0.9	16	24	13	20230425
九龙镇镇龙	5	22	0.9	40	18	10	20230426
九龙镇镇龙	5	24	0.8	91	30	17	20230427
九龙镇镇龙	6	38	0.6	86	53	27	20230428
九龙镇镇龙	6	38	0.6	26	41	18	20230429
九龙镇镇龙	5	16	0.5	85	32	13	20230430
九龙镇镇龙	6	21	0.5	65	68	27	20230501
九龙镇镇龙	6	25	0.6	110	59	24	20230502
九龙镇镇龙	6	40	0.5	53	64	24	20230503
九龙镇镇龙	5	26	0.4	51	41	17	20230504
九龙镇镇龙	6	26	0.4	42	37	16	20230505



九龙镇镇龙	5	26	0.4	35	37	14	20230506
九龙镇镇龙	6	32	0.5	31	36	14	20230507
九龙镇镇龙	5	13	0.6	55	18	11	20230508
九龙镇镇龙	5	19	0.6	52	33	23	20230509
九龙镇镇龙	5	31	0.6	90	51	27	20230510
九龙镇镇龙	6	40	0.6	71	55	23	20230511
九龙镇镇龙	5	23	0.6	61	23	12	20230512
九龙镇镇龙	5	24	0.8	32	23	15	20230513
九龙镇镇龙	5	34	0.7	33	46	28	20230514
九龙镇镇龙	5	33	0.7	80	50	29	20230515
九龙镇镇龙	6	44	0.7	86	63	34	20230516
九龙镇镇龙	6	35	0.6	54	32	14	20230517
九龙镇镇龙	5	32	0.6	69	40	19	20230518
九龙镇镇龙	5	19	0.6	115	42	24	20230519
九龙镇镇龙	5	29	0.6	55	51	32	20230520
九龙镇镇龙	5	21	0.5	54	41	21	20230521
九龙镇镇龙	6	21	0.5	67	39	19	20230522
九龙镇镇龙	5	18	0.7	52	35	19	20230523
九龙镇镇龙	5	18	0.9	59	26	15	20230524
九龙镇镇龙	5	28	0.9	69	28	15	20230525
九龙镇镇龙	5	26	0.8	63	37	19	20230526
九龙镇镇龙	5	26	0.4	74	40	19	20230527
九龙镇镇龙	5	26	0.4	65	46	22	20230528
九龙镇镇龙	5	32	0.7	85	51	23	20230529
九龙镇镇龙	5	43	0.8	82	76	40	20230530
九龙镇镇龙	6	31	0.8	68	62	34	20230531
九龙镇镇龙	5	26	0.7	85	52	28	20230601
九龙镇镇龙	5	35	0.9	88	60	31	20230602
九龙镇镇龙	5	24	0.9	122	51	28	20230603
九龙镇镇龙	5	20	0.7	69	41	20	20230604
九龙镇镇龙	5	20	0.5	39	29	13	20230605
九龙镇镇龙	5	22	0.6	33	30	14	20230606
九龙镇镇龙	5	18	0.6	34	19	9	20230607
九龙镇镇龙	5	21	0.6	38	20	11	20230608
九龙镇镇龙	5	22	0.6	49	20	11	20230609
九龙镇镇龙	5	22	0.6	63	19	11	20230610
九龙镇镇龙	5	15	0.6	51	19	11	20230611
九龙镇镇龙	5	23	0.7	56	42	21	20230612
九龙镇镇龙	5	25	0.7	85	41	21	20230613
九龙镇镇龙	5	17	0.7	89	32	22	20230614
九龙镇镇龙	5	11	0.8	67	21	14	20230615
九龙镇镇龙	5	15	0.8	47	22	13	20230616
九龙镇镇龙	5	31	0.7	32	23	12	20230617
九龙镇镇龙	5	24	0.7	19	18	9	20230618
九龙镇镇龙	5	24	0.7	25	22	11	20230619
九龙镇镇龙	5	29	0.7	45	32	15	20230620
九龙镇镇龙	5	24	0.7	61	32	14	20230621
九龙镇镇龙	5	23	0.7	52	32	13	20230622
九龙镇镇龙	5	16	0.7	39	26	10	20230623

九龙镇镇龙	5	23	0.5	21	26	10	20230624
九龙镇镇龙	5	23	0.5	36	27	13	20230625
九龙镇镇龙	5	18	0.5	45	25	12	20230626
九龙镇镇龙	5	18	0.5	64	21	10	20230627
九龙镇镇龙	5	30	0.6	38	28	13	20230628
九龙镇镇龙	5	25	0.6	58	27	12	20230629
九龙镇镇龙	5	27	0.6	64	33	18	20230630
九龙镇镇龙	5	27	0.7	40	32	17	20230701
九龙镇镇龙	5	30	0.6	26	33	16	20230702
九龙镇镇龙	5	28	0.6	40	25	13	20230703
九龙镇镇龙	4	25	0.6	24	21	10	20230704
九龙镇镇龙	5	27	0.6	58	26	12	20230705
九龙镇镇龙	5	21	0.6	46	29	12	20230706
九龙镇镇龙	5	17	0.6	44	27	10	20230707
九龙镇镇龙	6	22	0.6	53	41	19	20230708
九龙镇镇龙	6	22	0.7	47	30	13	20230709
九龙镇镇龙	6	21	0.8	53	27	10	20230710
九龙镇镇龙	6	23	0.9	57	29	10	20230711
九龙镇镇龙	6	22	0.8	62	30	10	20230712
九龙镇镇龙	6	22	0.8	74	29	13	20230713
九龙镇镇龙	6	30	0.9	70	36	18	20230714
九龙镇镇龙	6	30	0.9	76	52	26	20230715
九龙镇镇龙	6	24	0.7	60	47	25	20230716
九龙镇镇龙	5	8	0.7	40	13	6	20230717
九龙镇镇龙	5	9	0.7	48	15	7	20230718
九龙镇镇龙	5	17	0.8	44	21	10	20230719
九龙镇镇龙	5	20	0.8	49	22	10	20230720
九龙镇镇龙	5	25	0.8	62	33	14	20230721
九龙镇镇龙	6	30	0.6	45	38	17	20230722
九龙镇镇龙	6	30	0.5	53	38	16	20230723
九龙镇镇龙	6	26	0.5	55	31	14	20230724
九龙镇镇龙	6	31	0.5	48	38	15	20230725
九龙镇镇龙	6	23	0.5	76	45	22	20230726
九龙镇镇龙	6	13	0.6	60	36	22	20230727
九龙镇镇龙	6	11	0.5	58	22	12	20230728
九龙镇镇龙	6	22	0.6	77	36	17	20230729
九龙镇镇龙	6	21	0.6	54	34	17	20230730
九龙镇镇龙	6	16	0.5	46	21	10	20230731
九龙镇镇龙	6	21	0.6	56	26	13	20230801
九龙镇镇龙	6	17	0.6	91	32	18	20230802
九龙镇镇龙	6	26	0.6	68	42	25	20230803
九龙镇镇龙	6	25	0.6	50	31	16	20230804
九龙镇镇龙	6	28	0.6	26	33	11	20230805
九龙镇镇龙	6	25	0.7	5	35	10	20230806
九龙镇镇龙	4	29	0.7	39	38	14	20230807
九龙镇镇龙	4	22	0.7	55	24	10	20230808
九龙镇镇龙	5	33	0.7	33	40	15	20230809
九龙镇镇龙	5	25	0.6	30	29	13	20230810
九龙镇镇龙	5	19	0.6	74	19	10	20230811

九龙镇镇龙	5	27	0.7	51	30	17	20230812
九龙镇镇龙	5	29	0.7	50	33	18	20230813
九龙镇镇龙	5	27	0.5	50	34	18	20230814
九龙镇镇龙	5	21	0.5	38	26	14	20230815
九龙镇镇龙	5	24	0.6	45	33	18	20230816
九龙镇镇龙	5	25	0.6	25	44	24	20230817
九龙镇镇龙	5	27	0.6	41	34	18	20230818
九龙镇镇龙	5	31	0.7	80	43	30	20230819
九龙镇镇龙	6	24	0.5	94	27	17	20230820
九龙镇镇龙	6	27	0.5	44	27	15	20230821
九龙镇镇龙	6	25	0.4	49	22	10	20230822
九龙镇镇龙	6	33	0.5	25	35	17	20230823
九龙镇镇龙	6	21	0.4	39	27	14	20230824
九龙镇镇龙	6	21	0.4	33	22	10	20230825
九龙镇镇龙	6	34	0.6	40	35	17	20230826
九龙镇镇龙	6	28	0.5	51	32	16	20230827
九龙镇镇龙	6	25	0.4	51	32	15	20230828
九龙镇镇龙	6	14	0.5	63	22	11	20230829
九龙镇镇龙	6	9	0.6	65	23	14	20230830
九龙镇镇龙	6	6	0.6	66	16	10	20230831
九龙镇镇龙	7	7	0.6	56	19	11	20230901
九龙镇镇龙	7	6	0.4	43	19	12	20230902
九龙镇镇龙	6	9	0.4	34	16	10	20230903
九龙镇镇龙	7	11	0.5	56	28	19	20230904
九龙镇镇龙	8	11	0.4	63	27	19	20230905
九龙镇镇龙	8	17	0.5	37	36	23	20230906
九龙镇镇龙	7	17	0.4	17	13	7	20230907
九龙镇镇龙	7	14	0.4	43	8	6	20230908
九龙镇镇龙	7	14	0.4	41	18	12	20230909
九龙镇镇龙	7	18	0.4	56	21	13	20230910
九龙镇镇龙	7	18	0.4	40	20	11	20230911
九龙镇镇龙	7	20	0.4	41	20	11	20230912
九龙镇镇龙	7	18	0.4	38	21	10	20230913
九龙镇镇龙	7	18	0.4	29	21	10	20230914
九龙镇镇龙	7	20	0.4	22	15	8	20230915
九龙镇镇龙	4	14	0.4	42	13	7	20230916
九龙镇镇龙	4	18	0.4	45	21	12	20230917
九龙镇镇龙	4	26	0.5	62	34	18	20230918
九龙镇镇龙	5	31	0.5	76	41	21	20230919
九龙镇镇龙	4	37	0.5	55	40	20	20230920
九龙镇镇龙	4	39	0.5	72	50	25	20230921
九龙镇镇龙	4	40	0.5	66	57	29	20230922
九龙镇镇龙	4	33	0.5	65	53	30	20230923
九龙镇镇龙	4	23	0.4	59	36	21	20230924
九龙镇镇龙	4	20	0.3	65	27	14	20230925
九龙镇镇龙	4	20	0.4	57	27	13	20230926
九龙镇镇龙	5	27	0.6	51	37	19	20230927
九龙镇镇龙	5	29	0.6	50	42	24	20230928
九龙镇镇龙	5	22	0.6	57	31	20	20230929

九龙镇镇龙	4	14	0.6	44	33	22	20230930
九龙镇镇龙	5	14	0.6	58	34	20	20231001
九龙镇镇龙	5	12	0.6	77	25	16	20231002
九龙镇镇龙	5	14	0.6	64	24	14	20231003
九龙镇镇龙	5	18	0.7	64	41	25	20231004
九龙镇镇龙	5	10	0.7	68	33	23	20231005
九龙镇镇龙	5	7	0.6	98	20	13	20231006
九龙镇镇龙	5	6	0.6	75	19	10	20231007
九龙镇镇龙	5	6	0.6	58	7	4	20231008
九龙镇镇龙	5	8	0.6	44	8	4	20231009
九龙镇镇龙	5	9	0.6	38	10	5	20231010
九龙镇镇龙	5	9	0.6	49	10	6	20231011
九龙镇镇龙	5	12	0.6	59	20	15	20231012
九龙镇镇龙	5	15	0.6	62	25	18	20231013
九龙镇镇龙	5	13	0.6	74	35	24	20231014
九龙镇镇龙	5	15	0.7	78	50	35	20231015
九龙镇镇龙	5	23	0.7	63	52	34	20231016
九龙镇镇龙	5	28	0.6	68	52	30	20231017
九龙镇镇龙	5	18	0.6	86	41	26	20231018
九龙镇镇龙	5	18	0.6	55	35	26	20231019
九龙镇镇龙	5	15	0.6	38	27	22	20231020
九龙镇镇龙	5	10	0.6	61	14	9	20231021
九龙镇镇龙	5	13	0.6	49	17	12	20231022
九龙镇镇龙	5	22	0.6	43	28	19	20231023
九龙镇镇龙	5	24	0.6	52	33	19	20231024
九龙镇镇龙	5	37	0.6	100	57	27	20231025
九龙镇镇龙	5	52	0.8	102	81	43	20231026
九龙镇镇龙	5	56	0.8	107	89	51	20231027
九龙镇镇龙	5	28	0.7	46	59	37	20231028
九龙镇镇龙	5	29	0.7	33	47	31	20231029
九龙镇镇龙	6	26	0.7	49	44	30	20231030
九龙镇镇龙	5	25	0.6	61	41	28	20231031
九龙镇镇龙	5	34	0.6	70	51	28	20231101
九龙镇镇龙	5	38	0.6	96	63	32	20231102
九龙镇镇龙	5	47	0.6	113	72	36	20231103
九龙镇镇龙	5	51	0.7	116	86	46	20231104
九龙镇镇龙	5	47	0.6	86	75	43	20231105
九龙镇镇龙	5	39	0.6	64	62	31	20231106
九龙镇镇龙	5	18	0.5	81	31	16	20231107
九龙镇镇龙	6	34	0.7	55	62	34	20231108
九龙镇镇龙	5	42	0.7	82	77	42	20231109
九龙镇镇龙	5	39	0.5	56	65	33	20231110
九龙镇镇龙	5	26	0.5	17	44	23	20231111
九龙镇镇龙	5	12	0.5	39	12	7	20231112
九龙镇镇龙	5	9	0.5	40	10	6	20231113
九龙镇镇龙	5	11	0.5	46	14	11	20231114
九龙镇镇龙	5	18	0.6	45	26	18	20231115
九龙镇镇龙	7	25	0.7	44	37	23	20231116
九龙镇镇龙	6	13	0.6	69	33	16	20231117

九龙镇镇龙	5	27	0.4	50	65	22	20231118
九龙镇镇龙	6	40	0.5	44	70	24	20231119
九龙镇镇龙	6	46	0.6	49	76	23	20231120
九龙镇镇龙	7	44	0.7	59	84	37	20231121
九龙镇镇龙	6	50	0.7	61	83	40	20231122
九龙镇镇龙	6	52	0.7	82	87	43	20231123
九龙镇镇龙	6	53	0.8	64	94	48	20231124
九龙镇镇龙	7	42	0.7	70	83	43	20231125
九龙镇镇龙	7	38	0.7	56	80	47	20231126
九龙镇镇龙	7	39	0.8	69	90	52	20231127
九龙镇镇龙	7	34	0.7	54	71	44	20231128
九龙镇镇龙	6	45	0.7	44	89	43	20231129
九龙镇镇龙	7	34	0.8	60	68	41	20231130
九龙镇镇龙	6	13	0.7	70	41	26	20231201
九龙镇镇龙	6	14	0.7	68	43	26	20231202
九龙镇镇龙	8	25	0.7	50	53	29	20231203
九龙镇镇龙	7	31	0.7	25	59	34	20231204
九龙镇镇龙	7	28	0.8	33	41	23	20231205
九龙镇镇龙	7	33	0.8	22	45	22	20231206
九龙镇镇龙	6	30	0.7	39	36	20	20231207
九龙镇镇龙	7	42	0.6	54	67	26	20231208
九龙镇镇龙	7	73	0.8	59	101	48	20231209
九龙镇镇龙	7	60	0.7	65	83	41	20231210
九龙镇镇龙	6	47	0.6	39	56	25	20231211
九龙镇镇龙	6	45	0.8	39	73	35	20231212
九龙镇镇龙	6	22	0.8	24	35	20	20231213
九龙镇镇龙	6	34	0.8	35	60	34	20231214
九龙镇镇龙	6	53	0.9	59	85	44	20231215
九龙镇镇龙	6	44	0.9	28	56	26	20231216
九龙镇镇龙	5	11	0.8	35	24	14	20231217
九龙镇镇龙	6	15	0.7	13	31	22	20231218
九龙镇镇龙	6	21	0.8	16	22	14	20231219
九龙镇镇龙	5	14	0.7	43	15	9	20231220
九龙镇镇龙	6	10	0.7	42	23	17	20231221
九龙镇镇龙	6	10	0.6	76	44	29	20231222
九龙镇镇龙	6	12	0.6	66	43	27	20231223
九龙镇镇龙	7	16	0.6	68	38	26	20231224
九龙镇镇龙	6	20	0.5	58	35	22	20231225
九龙镇镇龙	6	46	0.6	35	63	29	20231226
九龙镇镇龙	6	56	0.7	38	88	38	20231227
九龙镇镇龙	7	59	0.7	39	92	40	20231228
九龙镇镇龙	7	54	0.7	46	82	38	20231229
九龙镇镇龙	6	62	0.8	25	97	47	20231230
九龙镇镇龙	5	53	0.9	45	69	47	20231231

表 5.2-4 基本污染物环境空气质量现状评价表

点位名称	污染物	评价指标	评价标准 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	现状浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	占标率 (%)	达标情况
------	-----	------	--------------------------------------	--------------------------------------	------------	------

九龙镇镇龙	SO <sub>2</sub>	98%位数日平均质量浓度	150	7	4.67	达标
		年平均浓度	60	5.35	8.92	达标
	NO <sub>2</sub>	98%位数日平均质量浓度	80	61	76.25	达标
		年平均浓度	40	27.49	68.73	达标
	PM <sub>10</sub>	95%位数日平均质量浓度	150	90	60.00	达标
		年平均浓度	70	43.48	62.11	达标
	PM <sub>2.5</sub>	95%位数日平均质量浓度	75	46	61.33	达标
		年平均浓度	35	23.32	66.63	达标
	CO (mg/m <sup>3</sup> )	95%位数日平均质量浓度	4	0.9	22.50	达标
	O <sub>3</sub>	90%位数 8h 平均质量浓度	160	177	110.63	超标
帽峰山	SO <sub>2</sub>	98%位数日平均质量浓度	50	10	20.00	达标
		年平均浓度	20	6.41	32.05	达标
	NO <sub>2</sub>	98%位数日平均质量浓度	80	39	48.75	达标
		年平均浓度	40	18.53	46.33	达标
	PM <sub>10</sub>	95%位数日平均质量浓度	50	68	136.00	超标
		年平均浓度	40	33.67	84.18	达标
	PM <sub>2.5</sub>	95%位数日平均质量浓度	35	37	105.71	超标
		年平均浓度	15	18.92	126.13	超标
	CO (mg/m <sup>3</sup> )	95%位数日平均质量浓度	4	0.9	22.50	达标
	O <sub>3</sub>	90%位数 8h 平均质量浓度	100	173	173.00	超标

注：年平均浓度超标频率表示全年日均浓度的超标频率；百分位数超标频率表示对应百分位内日均浓度的超标频率。

表 5.2-4 可见，二类区监测点“九龙镇镇龙”O<sub>3</sub> 出现超标现象，未能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，一类区监测点“帽峰山”的 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 和 O<sub>3</sub> 均出现超标现象，未能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准。其余监测因子均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）相应标准。

### 5.2.3 特征污染物环境质量现状

#### 5.2.3.1 监测点布设和监测项目

本项目引用《福山循环经济产业园生活垃圾应急综合处理项目医疗废物协同处置设施扩建工程》环评期间的监测数据，其中二噁英类和铊由益铭检测技术服务（青岛）有限公司于 2023 年 5 月 8—5 月 15 日进行监测；其他检测项目由广州市环美机电检测技

术有限公司于 2023 年 5 月 8 日—5 月 15 日进行监测,采样时间满足监测技术规范要求。具体监测、调查内容见表 5.2-5, 监测点位置见图 5.2-1。

表 5.2-5 环境空气监测点位及监测项目一览表

序号	具体位置	方位	测点性质	监测因子	备注
G1	项目选址	/	二类区	氟化物、氯化氢、铅、镉、汞、砷、铊、六价铬、锰及其化合物 (MnO <sub>2</sub> )、氨、硫化氢、臭气浓度、二噁英、非甲烷总烃、TVOC	委托监测
G2	帽峰山-沙罗潭	北	一类区		

### 5.2.3.2 监测及分析方法

监测分析方法均按原国家环保总局编制的《空气和废气监测分析方法》《环境监测技术规范》(大气部分)进行采样、分析,方法列见下表。

表 5.2-6 环境空气监测及分析方法

检测类型	检测因子	检测方法	检出限	检测设备名称/型号
环境空气	总悬浮颗粒物	《环境空气总悬浮颗粒物的测定重量法》HJ1263-2022	7μg/m <sup>3</sup>	电子天平/AUW120D 型
	臭气浓度	《环境空气和废气臭气的测定三点比较式臭袋法》HJ1262-2022	10 (无量纲)	臭气采样真空瓶
	硫化氢	《空气和废气监测分析方法》(第四版增补版)国家环境保护总局 2003 年亚甲基蓝分光光度法 (B) 3.1.11 (2)	0.001mg/m <sup>3</sup>	可见分光光度计/722S 型
	氨	《环境空气和废气氨的测定纳氏试剂分光光度法》HJ533-2009	0.01mg/m <sup>3</sup>	紫外可见分光光度计/752N 型
	氟化物	《环境空气氟化物的测定滤膜采样/氟离子选择电极法》HJ955-2018	0.5μg/m <sup>3</sup>	离子计/PXSJ-216
			0.06μg/m <sup>3</sup>	
	铅	《环境空气铅的测定火焰原子吸收分光光度法》GB/T15264-1994 及其修改单(生态环境部公告 2018 年第 31 号)	5×10 <sup>-4</sup> mg/m <sup>3</sup>	原子吸收分光光度计/AA-6300C 型
	镉	《空气和废气监测分析方法》(第四版增补版)国家环境保护总局 2003 年原子吸收分光光度法 (B) 3.2.12	3×10 <sup>-6</sup> mg/m <sup>3</sup>	原子吸收分光光度计/AA-6300C 型
	汞	《空气和废气监测分析方法》(第四版增补版)国家环境保护总局 (2003 年)原子荧光分光光度法(B) 5.3.7.2	0.1ng/m <sup>3</sup>	冷原子吸收测汞仪器/F732-VJ 型
	砷	《环境空气和废气颗粒物中砷、硒、铋、锑的测定原子荧光法》HJ1133-2020	0.2ng/m <sup>3</sup>	原子荧光光谱仪/AFS-230E

检测类型	检测因子	检测方法	检出限	检测设备名称/型号
	六价铬	《空气和废气监测分析方法》（第四版增补版）国家环境保护总局2003年二苯碳酰二肼分光光度法（B）3.2.8	$4 \times 10^{-5} \text{mg/m}^3$	可见分光光度计 /722S 型
	锰	《空气和废气监测分析方法》（第四版增补版）国家环境保护总局2003年原子吸收分光光度法（B）3.2.12	$0.2 \times 10^{-3} \text{mg/m}^3$	原子吸收分光光度计/AA-6300C 型
	非甲烷总烃	《环境空气总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定直接进样-气相色谱法》HJ604-2017	$0.07 \text{mg/m}^3$	气相色谱仪 /GC-2014C 型
	氯化氢	离子色谱法 HJ549-2016	$0.02 \text{mg/m}^3$	离子色谱仪 CIC-D100
	TVOC	固体吸附-热解吸-气相色谱质谱法 GB/T18883-2022 附录 D	$0.0003 \text{mg/m}^3$	气相色谱质谱联用仪 GCMS-QP2010 UltraSystem
	空气采样	《环境空气质量手工监测技术规范》HJ194-2017 及其修改单	/	空气/智能 TSP 综合采样器（02 代）/崂应 2050 型
	二噁英类	环境空气和废气二噁英类的测定同位素稀释高分辨气相色谱-高分辨质谱法 HJ77.2-2008	/	环境空气有机物采样器 ZR-3950 气相色谱-双聚焦高分辨磁质谱 DFS
	铊（铊及其化合物）	空气和废气颗粒物中铅等金属元素的测定电感耦合等离子体质谱法 HJ657-2013	$0.03 \text{ng/m}^3$	ICP-MS7900



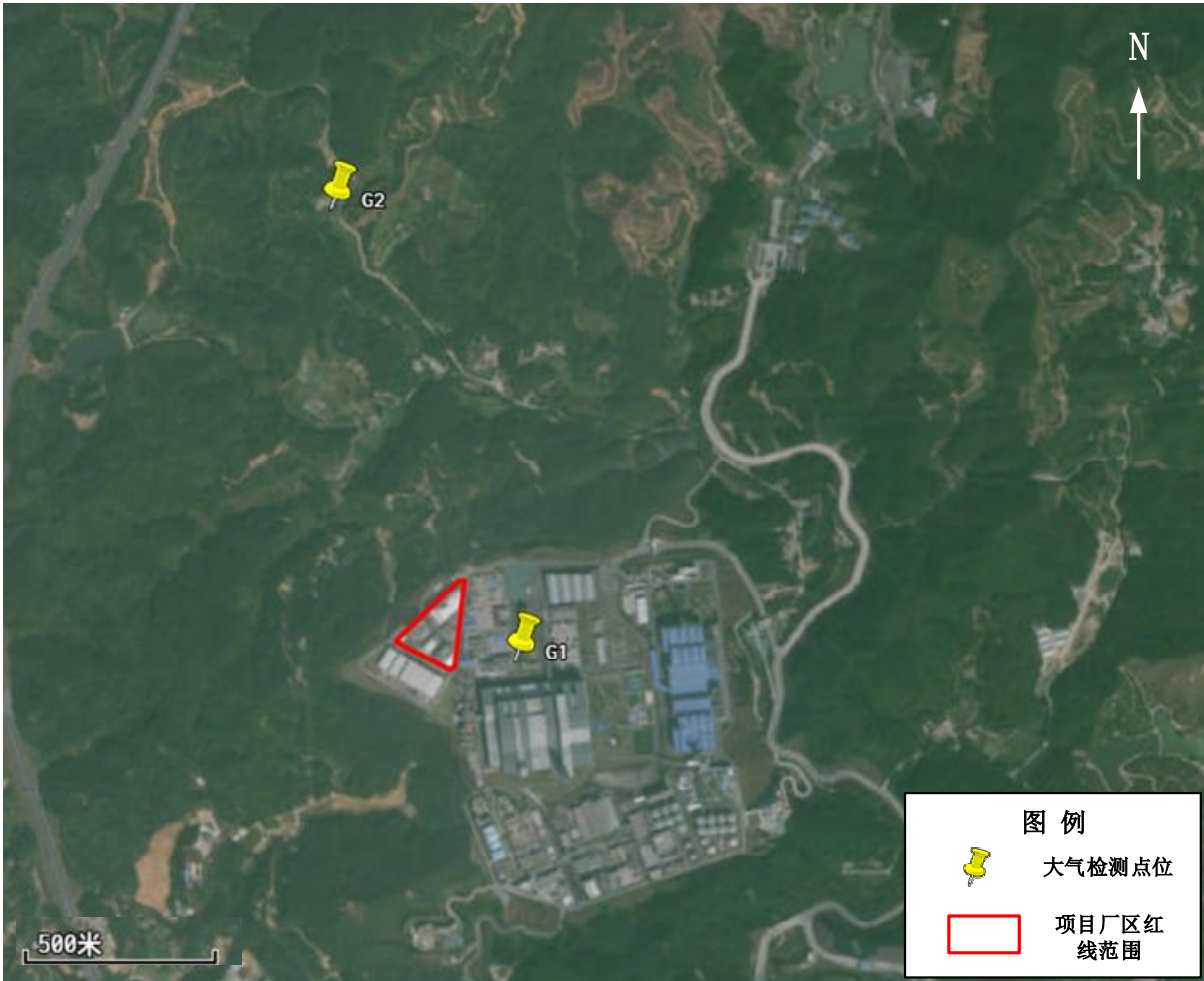


图 5.2-1 大气监测点位分布图

5.2.3.3 采样时间与频率

小时样：氯化氢、氨、硫化氢、非甲烷总烃，连续监测 7 天。

8 小时样：TVOC，连续监测 7 天。

日均样：氯化氢、铅、镉、汞、砷、铊、六价铬、锰及其化合物（MnO<sub>2</sub>）、TSP，连续监测 7 天。

一次样：二噁英、臭气浓度，连续监测 7 天。

5.2.3.4 监测期间气候资料统计

监测期间气候资料统计见下表。

表 5.2-7 监测期间各测点气象条件

采样点位置	采样日期	监测时间	天气状况	风向	风速(m/s)	气温(℃)	气压(kPa)
G1	5 月 8 日	02:00-03:00	晴	东	1.0	20.4	100.4
		08:00-09:00	晴	东	1.0	23.5	100.6
		14:00-15:00	晴	东	1.1	26.1	100.7
		20:00-21:00	晴	东	1.0	24.7	100.5
		日均值	晴	东	1.0	23.5	100.6

采样点位置	采样日期	监测时间	天气状况	风向	风速(m/s)	气温(°C)	气压(kPa)
	5月9日	02:00-03:00	晴	东	1.2	24.7	100.9
		08:00-09:00	晴	东	1.1	21.9	101.2
		14:00-15:00	晴	东	1.3	24.9	101.0
		20:00-21:00	晴	东	1.2	22.8	101.0
		日均值	晴	东	1.1	23.3	100.5
	5月10日	02:00-03:00	晴	东	1.0	23.3	100.7
		08:00-09:00	晴	东南	1.4	23.6	100.8
		14:00-15:00	晴	东南	1.3	26.9	100.6
		20:00-21:00	晴	东南	1.5	24.9	100.9
		日均值	晴	东	1.0	23.3	100.7
	5月11日	02:00-03:00	晴	东	1.3	21.1	101.0
		08:00-09:00	晴	东	1.3	24.7	100.9
		14:00-15:00	晴	东	1.2	28.6	100.7
		20:00-21:00	晴	东	1.4	26.8	100.9
		日均值	晴	东	1.0	23.1	100.4
	5月12日	02:00-03:00	晴	东	1.3	22.8	100.4
		08:00-09:00	晴	东	1.4	23.4	100.9
		14:00-15:00	晴	东	1.1	27.2	100.7
		20:00-21:00	晴	东	1.3	24.6	101.3
		日均值	晴	东	1.1	22.8	100.4
	5月13日	02:00-03:00	晴	东	1.3	21.4	101.1
		08:00-09:00	晴	东	1.3	23.5	100.7
		14:00-15:00	晴	东	1.1	26.3	100.2
		20:00-21:00	晴	东	1.2	23.1	100.8
		日均值	晴	东	1.2	22.9	100.5
	5月14日	02:00-03:00	晴	南	1.1	21.3	100.7
		08:00-09:00	晴	南	1.3	23.6	100.7
		14:00-15:00	晴	南	1.2	26.7	100.2
		20:00-21:00	晴	南	1.3	24.1	100.8
		日均值	晴	南	1.1	23.2	100.6
G2	5月8日	02:00-03:00	晴	东	1.0	20.4	100.4
		08:00-09:00	晴	东	1.0	23.8	100.6
		14:00-15:00	晴	东	1.0	26.5	100.5
		20:00-21:00	晴	东	1.0	24.2	100.5
		日均值	晴	东	1.0	23.5	100.6
	5月9日	02:00-03:00	晴	东	1.2	22.9	99.9
		08:00-09:00	晴	东	1.3	22.5	99.8
		14:00-15:00	晴	东	1.3	25.1	99.2
		20:00-21:00	晴	东	1.2	23.7	100.1
		日均值	晴	东	1.1	24.3	100.5
	5月10日	02:00-03:00	晴	东南	1.2	24.7	99.3
		08:00-09:00	晴	东南	1.3	24.8	99.8
		14:00-15:00	晴	东南	1.4	27.1	99.6
		20:00-21:00	晴	东南	1.2	23.9	100.2
		日均值	晴	东	1.0	24.3	100.6
	5月11日	02:00-03:00	晴	东南	1.3	20.7	101.1
		08:00-09:00	晴	东南	1.3	23.6	99.8

采样点位置	采样日期	监测时间	天气状况	风向	风速(m/s)	气温(°C)	气压(kPa)
		14:00-15:00	晴	东南	1.5	28.4	99.5
		20:00-21:00	晴	东南	1.3	24.1	100.1
		日均值	晴	东	0.9	25.0	100.7
	5月12日	02:00-03:00	晴	东南	1.3	25.3	98.7
		08:00-09:00	晴	东南	1.3	24.6	98.5
		14:00-15:00	晴	东南	1.4	26.9	98.2
		20:00-21:00	晴	东南	1.4	24.1	99.3
		日均值	晴	南	0.9	23.5	100.6
	5月13日	02:00-03:00	晴	东	1.3	24.1	99.7
		08:00-09:00	晴	东	1.2	21.9	100.1
		14:00-15:00	晴	东	1.4	26.1	99.0
		20:00-21:00	晴	东	1.3	23.7	100.0
		日均值	晴	东	1.1	24.8	100.5
	5月14日	02:00-03:00	晴	东	1.3	21.2	100.1
		08:00-09:00	晴	东	1.3	21.7	99.9
		14:00-15:00	晴	东	1.2	24.8	99.4
		20:00-21:00	晴	东	1.3	22.8	100.0
		日均值	晴	东	1.1	26.0	100.8

#### 5.2.3.5 统计结果及分析评价

特征污染物指标监测统计结果及最大占标率、超标率分析结果见表 5.2-8。由监测结果可以看出，项目选址及一类区位置特征污染物均能达到相应环境空气质量标准。

表 5.2-8 特征污染物监测统计结果及分析表

监测点	污染物	平均时间	监测浓度范围 (mg/m <sup>3</sup> )	评价标准 (mg/m <sup>3</sup> )	最大浓度 占标率%	超标 率	达标 情况
G1	TSP	日均值	0.105~0.121	0.3	40%	0	达标
	HCl	1 小时均值	0.02L	0.05	20%	0	达标
	氨	1 小时均值	0.01L	0.2	3%	0	达标
	硫化氢	1 小时均值	0.001L	0.01	5%	0	达标
	臭气浓度 (无量纲)	一次值	10L	20	25%	0	达标
	氟化物	1 小时均值	0.001~0.0016	0.02	8%	0	达标
	铅	日均值	0.0005L	0.001	25%	0	达标
	镉	日均值	0.000003L	0.00001	15%	0	达标
	汞	日均值	0.0000001L	0.0001	0.05%	0	达标
	砷	日均值	0.0000002L	0.000012	0.833%	0	达标
	六价铬	日均值	0.00004L	0.00000005	40%	0	达标
	锰	日均值	0.0002L	0.01	1%	0	达标
	铊	日均值	0.00000003L	/	/	/	达标
	非甲烷总 烃	1 小时均值	1.01~1.2	2	60%	0	达标
	TVOC	8 小时均值	0.0026~0.0388	0.6	6%	0	达标
	二噁英类 (pgTEQ /m <sup>3</sup> )	一次值	0.0074~0.022	0.6	3.67%	0	达标
G2	TSP	日均值	0.103~0.107	0.12	89.167%	0	达标
	HCl	1 小时均值	0.02L	0.05	20%	0	达标
	氨	1 小时均值	0.01L	0.2	3%	0	达标
	硫化氢	1 小时均值	0.001L	0.01	5%	0	达标
	臭气浓度 (无量纲)	一次值	10L	20	25%	0	达标
	氟化物	1 小时均值	0.0011~0.0018	0.02	9%	0	达标
	铅	日均值	0.0005L	0.001	25%	0	达标
	镉	日均值	0.000003L	0.00001	15%	0	达标
	汞	日均值	0.0000001L	0.0001	0.05%	0	达标
	砷	日均值	0.0000002L	0.000012	0.833%	0	达标
	六价铬	日均值	0.00000004L	0.00000005	40%	0	达标
	锰	日均值	0.0002L	0.01	1%	0	达标
	铊	日均值	0.00000003L	/	/	/	达标
	非甲烷总 烃	1 小时均值	0.29~0.44	1	44%	0	达标
	TVOC	8 小时均值	0.002~0.071	0.6	12%	0	达标
	二噁英类 (pgTEQ /m <sup>3</sup> )	一次值	0.0074~0.0082	0.6	1.37%	0	达标

注：“L”为未检出，按其检出限一半进行评价。

#### 5.2.4 环境空气质量现状监测与评价小结

根据广州市生态环境局发布《2023年广州市环境质量状况公报》信息，可知项目所在的黄埔区及评价范围内涉及的白云区区域除了臭氧浓度超标，其余5项指标均达到二级标准。

二类区监测点“九龙镇镇龙”2023年的 $O_3$ 出现超标现象，未能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，一类区监测点“帽峰山”2023年的 $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$ 和 $O_3$ 均出现超标现象，未能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准。

本次评价区域内引用的G1、G2大气环境监测点结果显示，各项特征污染物均能达标。

### 5.3 地表水环境质量现状监测与评价

本项目所在区域的地表水质量现状调查引用广州环投福山环保能源有限公司于2023年4月10日委托监测周边地表水的监测数据，采样时间满足监测技术规范要求。

#### 5.3.1 监测断面布设

本次地表水环境质量调查在潭洞水、金坑水库、兴丰坑共设置5个地表水水质监测点W1~W5，监测点位置及监测项目见表5.3-1和图5.3-1。

表 5.3-1 地表水监测点位及监测项目一览表

编号	监测点	监测项目
W1	兴丰坑（IV类）	水温、pH、SS、DO、 $COD_{Cr}$ 、高锰酸盐指数、 $BOD_5$ 、氨氮、总氮（水库）、总磷、粪大肠菌群、石油类、挥发酚、阴离子表面活性剂、铬（六价）、砷、镉、铅、汞、镍、锌、铜
W2	金坑水库东（IV类）	
W3	金坑水库西（IV类）	
W4	潭洞水下游 1000m（IV类）	pH、SS、DO、 $COD_{Cr}$ 、 $BOD_5$ 、氨氮、总氮、总磷、石油类
W5	潭洞水上游 500m（IV类）	

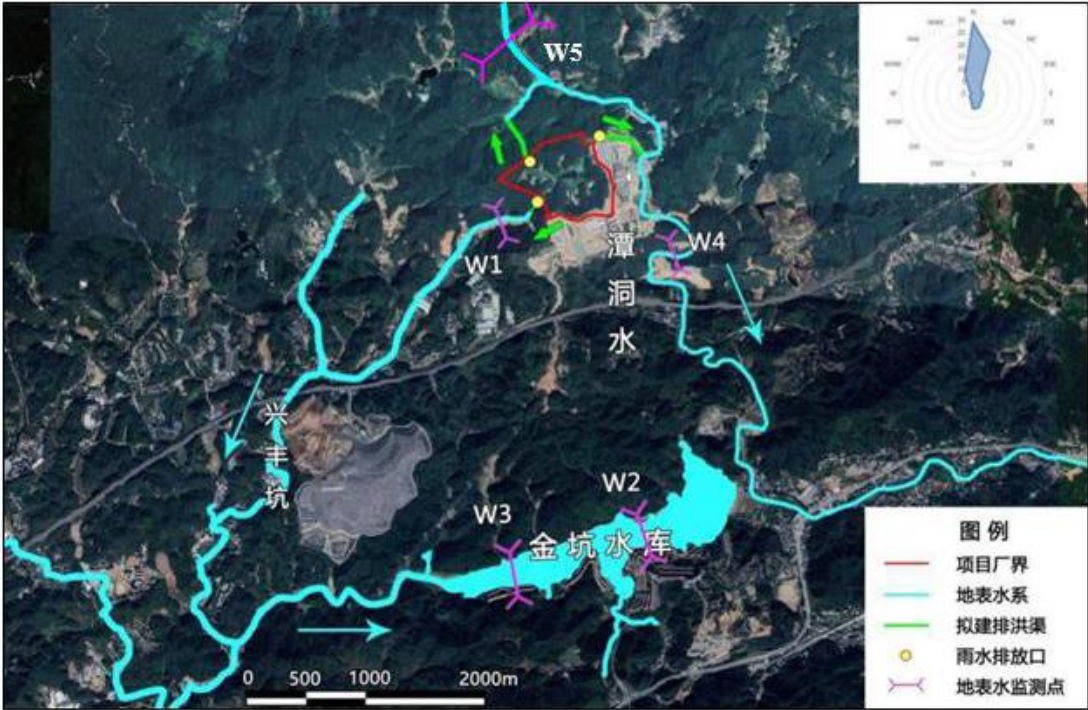


图 5.3-1 地表水监测布点图

5.3.2 评价标准与评价方法

(1) 评价标准

金坑水库和潭洞水均执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准，兴丰坑执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准具体标准值见表 5.3-2。

表 5.3-2 地表水环境质量标准（单位：mg/L，水温、pH、粪大肠菌群除外）

序号	标准值分类项目	IV类
1	水温（℃）	人为造成的环境水温变化：周平均最大温升≤1，周平均最大温降≤2
2	pH 值（无量纲）	6~9
3	溶解氧≥	3
4	化学需氧量（COD）≤	30
5	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）≤	6
6	高锰酸盐指数≤	10
7	氨氮（NH <sub>3</sub> -N）≤	1.50.5
8	总磷（以 P 计）≤	0.3（湖、库 0.1）
9	总氮（湖、库、以 N 计）≤	1.5
10	铜≤	1.0
11	锌≤	2.0
12	砷≤	0.1
13	汞≤	0.001
14	镉≤	0.005
15	铬（六价）≤	0.05
16	铅≤	0.05
17	挥发酚≤	0.01

18	石油类 $\leq$	0.5
19	阴离子表面活性剂 $\leq$	0.3
20	粪大肠菌群（个/L） $\leq$	20000

表 5.3-3 检测方法、使用仪器及检出限

检测项目	检测方法	使用仪器	检出限或检测范围
水温	《水质水温的测定温度计或颠倒温度计测定法》GB/T13195-1991	温度计	/
pH 值	《水质 pH 值的测定玻璃电极法》GB 6920-1986	离子计 PXSJ-216	0-14 无量纲
SS	《水质悬浮物的测定重量法》GB 11901-1989	电子天平 FA505N	4mg/L
DO	《水质溶解氧的测定电化学探头法》HJ506-2009	溶解氧测定仪 JBSJ-605F	/
CODCr	《水质化学需氧量的测定重铬酸盐法》HJ828-2017	50ml 滴定管	4mg/L
BOD5	《水质五日生化需氧量（BOD5）的测定稀释与接种法》HJ505-2009	溶解氧测定仪 JBSJ-605F	0.5mg/L
氨氮	《水质氨氮的测定纳氏试剂分光光度法》HJ535-2009	紫外可见分光光度计 Agilent8453	0.025mg/L
总磷	《水质总磷的测定钼酸铵分光光度法》GB/T11893-1989	紫外可见分光光度计 Agilent8453	0.01mg/L
总氮	《水质总氮的测定碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》HJ636-2012	紫外可见分光光度计 Agilent8453	0.05mg/L
LAS	《水质阴离子表面活性剂的测定亚甲蓝分光光度法》GB/T7494-1987	紫外可见分光光度计 Agilent8453	0.05mg/L
高锰酸盐指数	《水质高锰酸盐指数的测定》GB 11892-1989	50ml 滴定管	0.5mg/L
挥发酚	《水质挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》HJ503-2009	紫外可见分光光度计 Agilent8453	0.0003mg/L
硫化物	《水质硫化物的测定亚甲基蓝分光光度法》HJ1226-2021	紫外可见分光光度计 Agilent8453	0.005mg/L
石油类	《水质石油类的测定紫外分光光度法（试行）》HJ970-2018	紫外可见分光光度计 Agilent8453	0.01mg/L
汞	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》HJ694-2014	原子荧光光度计 AF-610E	0.04 $\mu$ g/L
Cd	《水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法》GB/T7475-1987	石墨炉/火焰原子吸收 分光光度计 WFX-130A	0.05mg/L
Pb	《水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法》GB/T7475-1987	石墨炉/火焰原子吸收 分光光度计 WFX-130A	0.09 $\mu$ g/L
As	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》HJ694-2014	原子荧光光谱仪 AF-610E	0.3 $\mu$ g/L
Cr <sup>6+</sup>	《水质六价铬的测定二苯碳酰二肼分光光度法》GB/T7467-1987	紫外可见分光光度计 Agilent8453	0.004mg/L
Ni	《水质镍的测定火焰原子吸收分光光度法》GB/T11912-1989	石墨炉/火焰原子吸收 分光光度计 WFX-130A	0.06 $\mu$ g/L
粪大肠菌群	《水质粪大肠菌群的测定多管发酵法》	培养箱	20MPN/L

检测项目	检测方法	使用仪器	检出限或检测范围
	HJ347.2-2018	LRH-250	

## (2) 评价方法

评价方法采用单项水质参数评价方法进行评价，其通用计算式为：

一般性水质因子（随着浓度增加而水质变差的水质因子）的指数计算公式如下： $S_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{si}}$

式中： $S_{ij}$ ——评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{ij}$ ——评价因子 i 的在第 j 点的实测统计代表值，mg/L；

$C_{si}$ ——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

溶解氧（DO）的标准指数为：

$$S_{DO_j} = \frac{DO_s}{DO_f}, DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DO_j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s}, DO_j \geq DO_s$$

式中： $S_{DO_j}$ ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$DO_j$ ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

$DO_s$ ——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

$DO_f$ ——饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流， $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ；对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ；

S——实用盐度符号，量纲为 1；

T——水温，℃。

pH 标准指数计算式为：

$$S_{PH_j} = \frac{7.0 - PH_j}{7.0 - PH_{sd}}, PH_j \leq 7.0$$

$$S_{PH_j} = \frac{PH_j - 7.0}{PH_{su} - 7.0}, PH_j > 7.0$$

式中： $PH_j$ ——第 j 点的 pH 监测值；

$PH_{sd}$ ——评价标准中规定的 pH 值下限；

$PH_{su}$ ——评价标准中规定的 pH 值上限。

水质参数的标准指数 > 1，表明该水质参数超过了规定的水质标准限值，已不能满足水质功能要求。水质参数的标准指数越大，则水质超标越严重。



### 5.3.3 监测统计结果及分析

各监测断面的水质监测结果及标准指数统计分析分别见表 5.3-4~表 5.3-7。

表 5.3-4 水质监测结果 a（单位：mg/L，水温、pH、粪大肠菌群除外）

检测项目	W1 地表水监测点	W2 地表水监测点	W3 地表水监测点
	2023-4-10		
pH 值	7	7.8	7.9
水温	22.7	20.4	20.5
溶解氧	7.19	8.97	9.01
高锰酸盐指数	3.9	3.2	3
化学需氧量 (COD <sub>Cr</sub> )	15	11	10
五日生化需氧量	3.5	2.7	2.6
氨氮	0.656	0.423	0.486
总磷 (以 P 计)	0.1	0.03	0.05
总氮 (以 N 计)	0.92	4.38	4.11
铜	0.00245	0.00195	0.0026
锌	0.0501	0.0281	0.0306
砷	0.0007	0.0005	0.0003(L)
汞	0.00004(L)	0.00004(L)	0.00004(L)
镍	0.00072	0.001	0.0012
镉	0.00009	0.00006	0.00005(L)
铬 (六价)	0.004(L)	0.004(L)	0.004(L)
铅	0.00634	0.00174	0.00165
挥发酚	0.0003(L)	0.0003(L)	0.0003(L)
石油类	0.01(L)	0.01(L)	0.01(L)
阴离子表面活性剂	0.05(L)	0.05(L)	0.05(L)
悬浮物	4	4(L)	4(L)
粪大肠菌群	1.3×10 <sup>3</sup>	未检出	2.3×10 <sup>2</sup>

表 5.3-5 水质监测结果 b（单位：mg/L，水温、pH、粪大肠菌群除外）

检测项目	W4 地表水监测点	W5 地表水监测点
	2023-4-10	
pH 值	8	8.1
溶解氧	8.47	8.74
化学需氧量 (COD <sub>Cr</sub> )	7	5
五日生化需氧量	2.1	1.9
氨氮	0.381	0.195
总磷 (以 P 计)	0.08	0.06
总氮 (以 N 计)	4.13	4.09
石油类	0.01(L)	0.01(L)
悬浮物	4(L)	4(L)

表 5.3-6 水质标准指数统计结果 a

检测项目	W1 地表水监测点	W2 地表水监测点	W3 地表水监测点
pH 值	0	0.4	0.45
水温	/	/	/
溶解氧	0.254	0.005	0.005
高锰酸盐指数	0.39	0.32	0.3

检测项目	W1 地表水监测点	W2 地表水监测点	W3 地表水监测点
化学需氧量 (COD <sub>Cr</sub> )	0.5	0.37	0.33
五日生化需氧量	0.12	0.09	0.09
氨氮	0.437	0.282	0.324
总磷 (以 P 计)	0.33	0.3	0.5
总氮 (以 N 计)	0.61	<b>2.92</b>	<b>2.74</b>
铜	0.00245	0.00195	0.0026
锌	0.02505	0.01405	0.0153
砷	0.007	0.005	0.0015
汞	0.02	0.02	0.02
镍	0.036	0.05	0.06
镉	0.018	0.012	0.005
铬 (六价)	0.04	0.04	0.04
铅	0.1268	0.0348	0.033
挥发酚	0.015	0.015	0.015
石油类	0.01	0.01	0.01
阴离子表面活性剂	0.083	0.083	0.083
悬浮物	/	/	/
粪大肠菌群	0.065	/	0.0115

表 5.3-7 水质标准指数统计结果 b

检测项目	W4 地表水监测点	W5 地表水监测点
pH 值	0.50	0.55
溶解氧	/	/
化学需氧量 (COD <sub>Cr</sub> )	0.23	0.17
五日生化需氧量	0.35	0.32
氨氮	0.25	0.13
总磷 (以 P 计)	0.27	0.2
总氮 (以 N 计)	<b>2.75</b>	<b>2.73</b>
石油类	0.01	0.01
悬浮物	/	/

### 5.3.4 地表水环境质量现状评价小结

从监测结果可以看出,潭洞水和金坑水库中的总氮出现超标现象,根据调查金坑水库水质超标与上游来水水质较差有关,主要污染源是上游兴丰、穗丰地区的农业及生活面源;潭洞水水质超标的主要污染源来自上游农村生活和农业面源。

## 5.4 地下水环境质量现状调查与评价

### 5.4.1 勘查区域水文地质概况

根据建设单位提供的《广州东部工业固废处置项目工程详细勘察阶段岩土工程勘察报告》,勘测共布置 48 个钻孔,编号 SK01~SK48。勘探线间距按 20~25m 布置,勘探点间距按 20~25m 布置。取土试样勘探点不少于勘探点总数的 1/3,取土试样和原位测试勘探点不少于勘探点总数的 1/2,勘探点布置详细见图 5.4-1。

#### 5.4.1.1 勘查区地质条件

根据项目岩土工程勘测报告，项目评价区域的地下水水文地质状况如下：

##### 1.地形地貌

本项目场地原始地貌为丘陵，微地貌单元由低丘、丘间洼地组成，地势起伏较大。目前，场地已经开挖整平。经过场地平整后地势平缓，地面高程约为 177.00~178.30m。本次勘测期间，场地西侧丘间洼地正在场坪回填施工，地势较低，地面高程 163.0~170.0m。

##### 2.地层岩性

根据本次钻孔揭露，场地岩土层较复杂，覆盖层自上而下分别为第四系人工填土层（Q4ml）素填土，冲洪积层（Q4al+pl）粉质黏土、砾砂，残积层（Qel）砂质黏性土，下伏基岩为燕山期（ $\gamma 5$ ）花岗岩。

##### 3.场地工程地质分层及特征

按从上往下的顺序将各岩土层特征描述如下。

###### （1）人工填土层（Q4ml）

素填土（层①）：黄褐色、灰黄色等，湿，多呈中密状，局部稍密或密实。主要由坡积粉质黏土、砂质黏性土及全~中等风化花岗岩组成，不均匀夹强或中等风化花岗碎石或块石，块径 2~10cm，大者超过 50cm，含量约 0%~20%，堆填时间小于 1 年，未完成自重固结。该层场地大部分钻孔有揭露，揭露层厚 0.20m~27.90m；层顶面高程 149.10m~176.80m，层底面高程 174.78m~178.47m。

###### （2）冲洪积层（Q4al+pl）

粉质黏土（层②1）：黄褐色，可塑状态，土质不均，主要成分为黏粒，含少量砂粒，黏性一般，干强度中等。该层在场地内局部位置有揭露。

砾砂（层②2）：褐黄色，饱和，稍密，主要矿物成分为石英，级配较好，颗粒呈次棱角状，混多量的黏粒，冲洪积成因。该层场地局部位置有揭露，揭露厚度为 1.10m~3.10m，层底面高程为 147.18m~153.78m，层顶面高程为 150.28m~154.88m。

###### （3）残积层（Qel）

砂质黏性土（层③）：褐黄色，稍湿，硬塑，局部呈可塑状，由花岗岩风化残积而成，结构已全部破坏，以粉黏粒为主，含较多石英颗粒，残积成因。该层场地部分位置有揭露，揭露厚度为 1.00m~14.00m，层底面高程为 144.18m~172.67m，层顶面高程为

147.18m~175.97m。

(4) 基岩 (γ5)

全风化花岗岩 (层④1)：灰白色，岩石风化完全，原岩结构已基本破坏，但尚可辨认，具有微弱残余结构强度，岩芯呈土柱状，遇水易软化、崩解。该层场地部分位置有揭露，揭露厚度为 1.20m~20.90m，层底面高程为 146.28m~173.60m，层顶面高程为 150.58m~176.00m。

强风化花岗岩 (层④2)：灰白色、红褐色，原岩结构大部分破坏，风化裂隙极发育，岩芯大多呈土状，局部多呈半岩半土状，部分为风化碎块状，遇水易软化、崩解。该层场地广泛分布，揭露厚度为 1.30m~18.10m，层底面高程为 132.58m~173.73m，层顶面高程为 144.18m~175.03m。

中等风化花岗岩 (层④3)：灰白色、浅灰色，中粗粒结构，块状构造，矿物成分主要为长石、石英、黑云母，风化裂隙及构造裂隙较发育，裂隙面具铁染呈褐色，岩芯多呈块状，局部短柱状。该层未揭穿，在场地广泛分布，揭露厚度为 0.80m~7.00m，层底面高程为 134.31m~172.03m，层顶面高程为 139.81m~176.80m。

微等风化花岗岩 (层④4)：青灰色、灰色，中粗粒结构，块状构造，矿物成分主要为长石、石英、黑云母，节理裂隙较发育，裂隙面偶见铁染呈褐色，岩芯多呈短柱状，局部块状、长柱状。该层未揭穿，在场地广泛分布，揭露厚度为 2.00m~5.20m，层底面高程为 140.16m~167.73m，层顶面高程为 144.66m~172.03m。

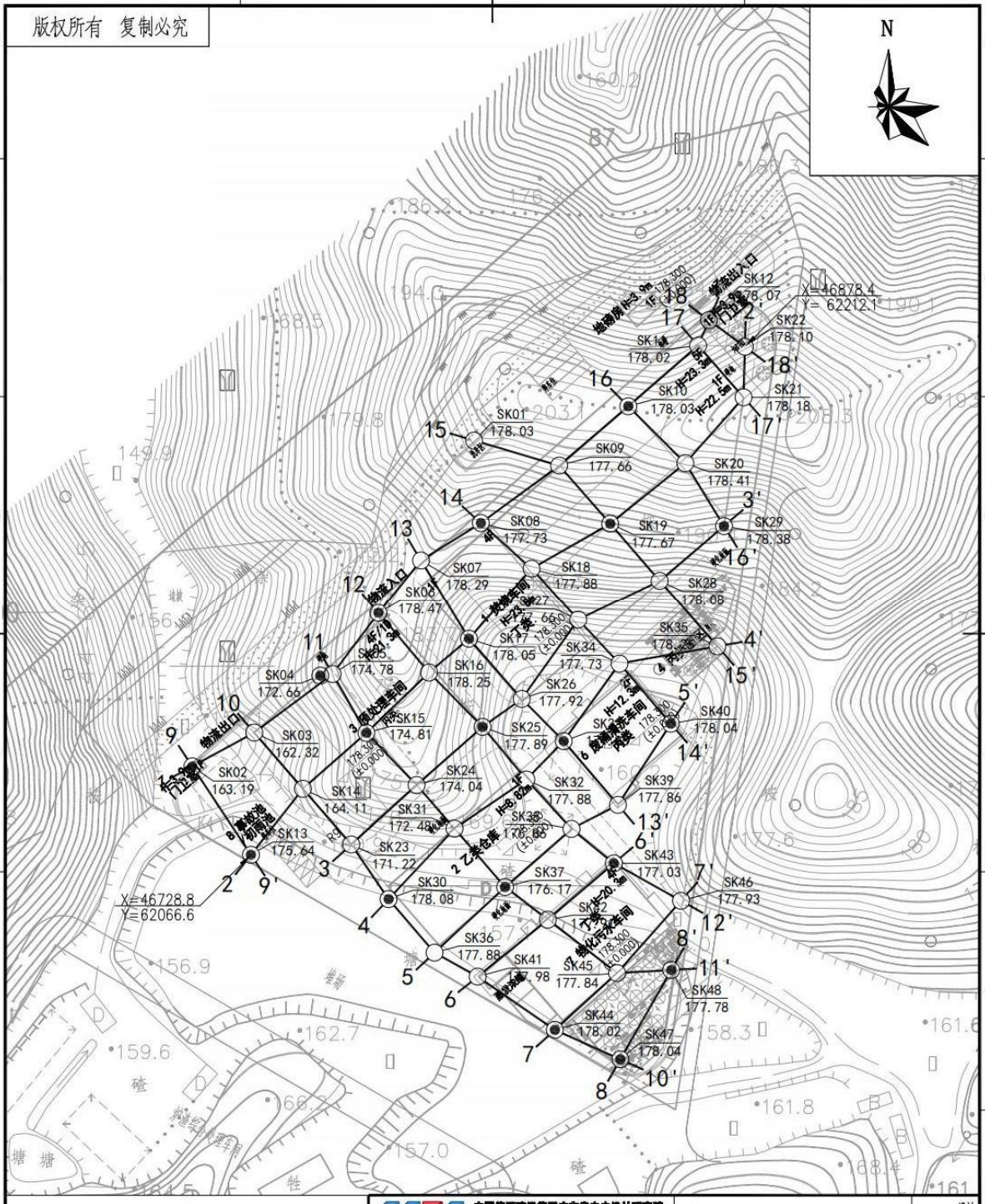


图 5.4-1 项目场地钻孔平面布置图



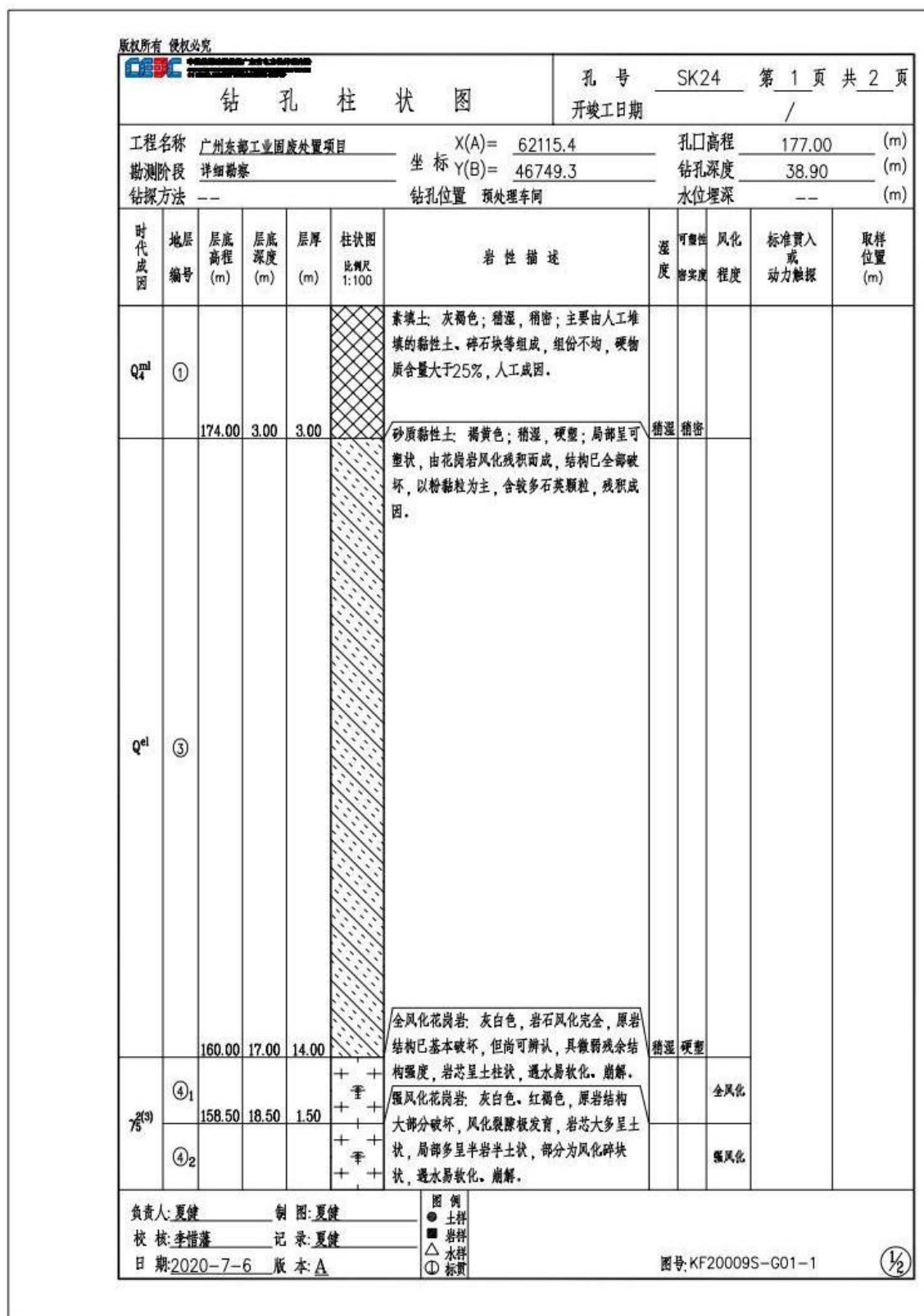


图 5.4-2 钻孔柱状图 (SK24 第一页)

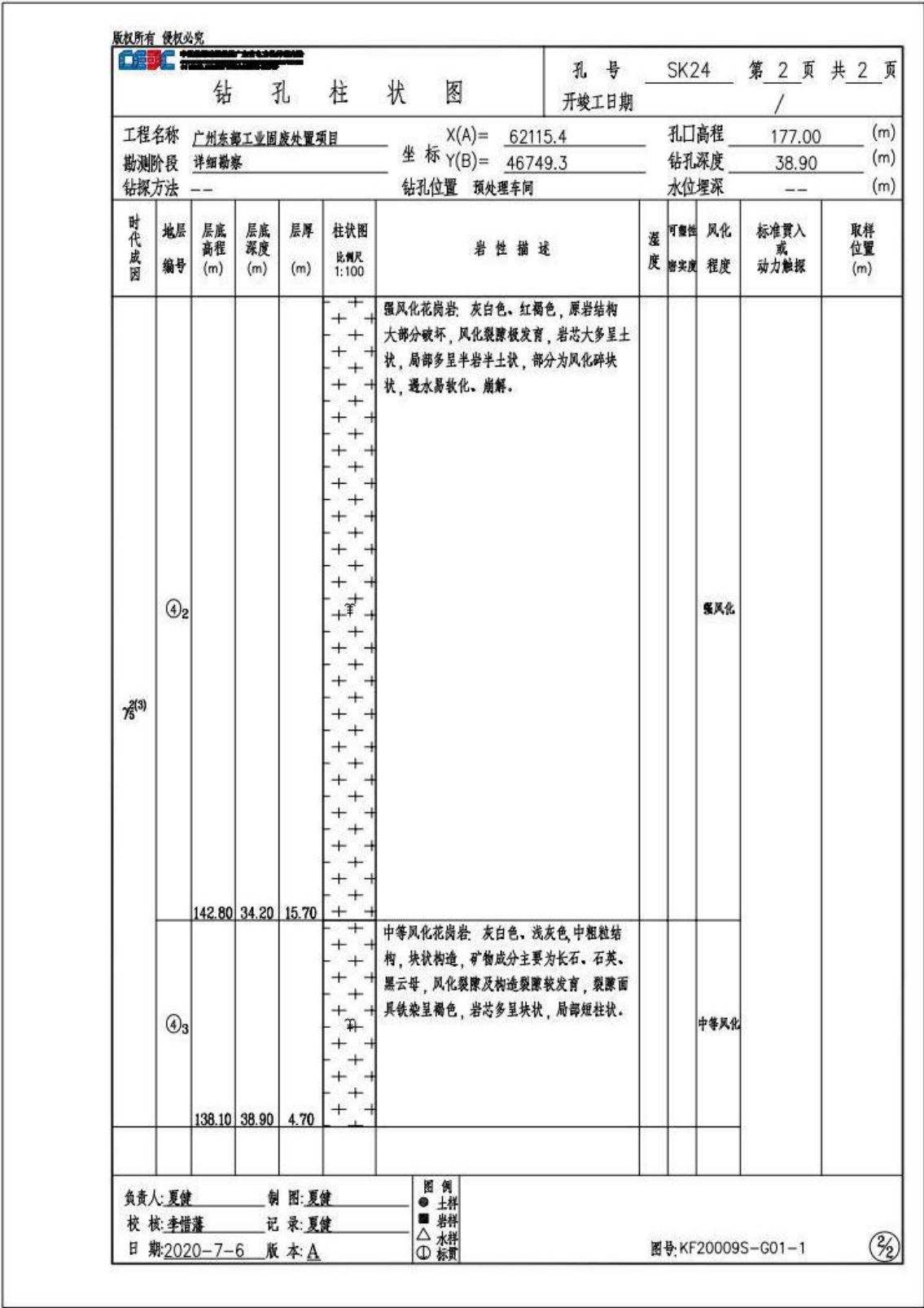


图 5.4-3 钻孔柱状图（SK24 第二页）

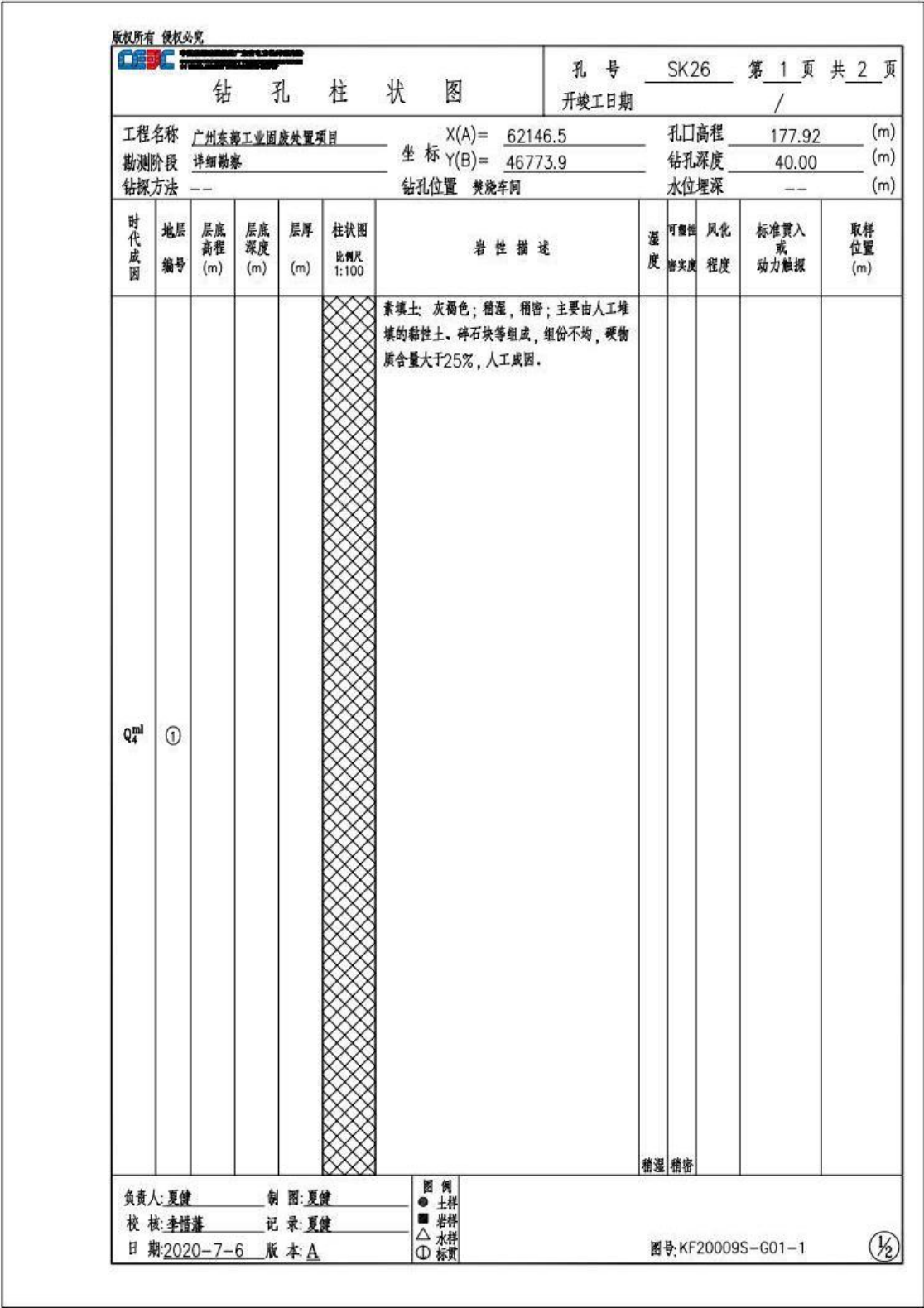


图 5.4-4 钻孔柱状图（SK26 第一页）



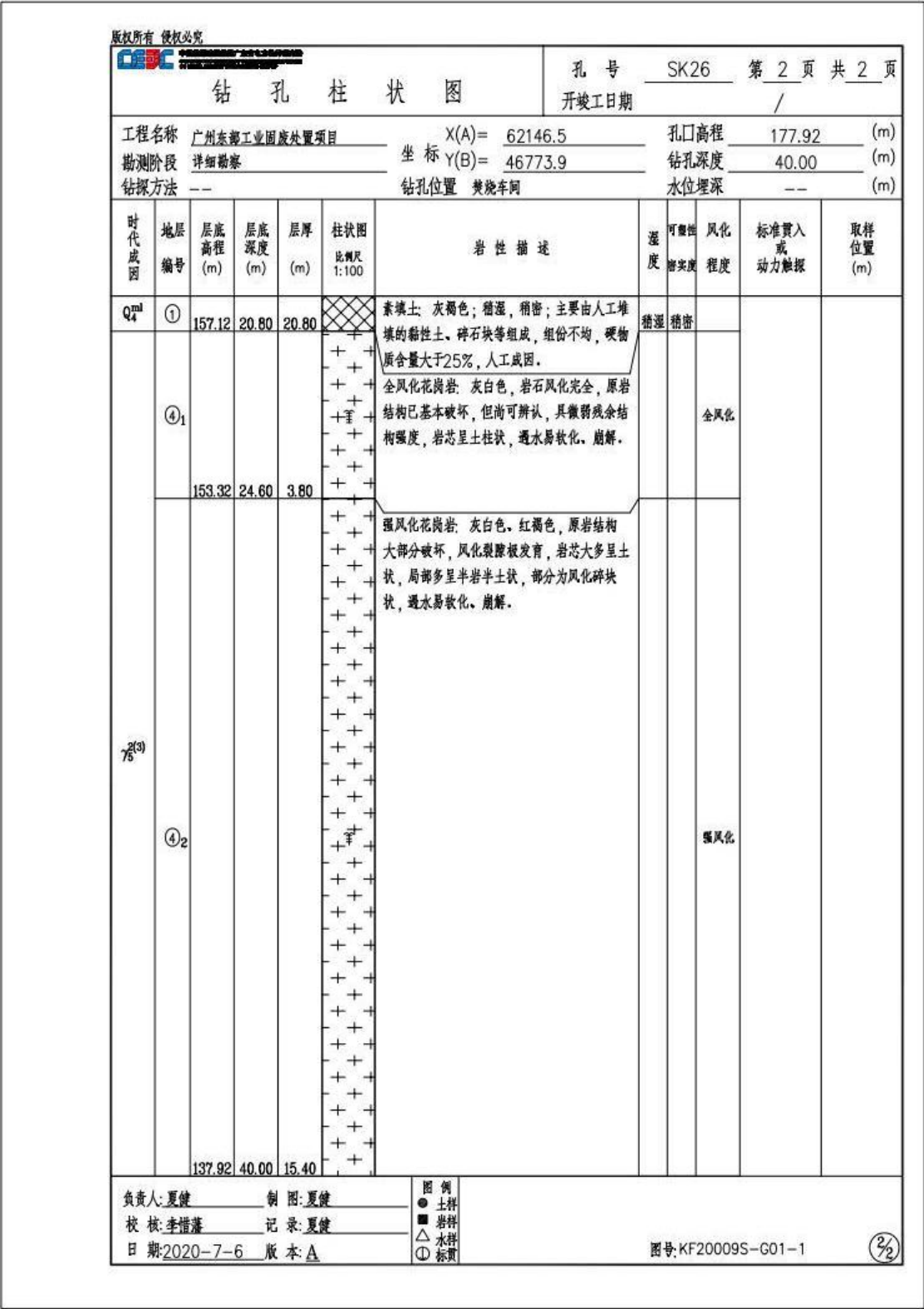


图 5.4- 5 钻孔柱状图（SK26 第二页）

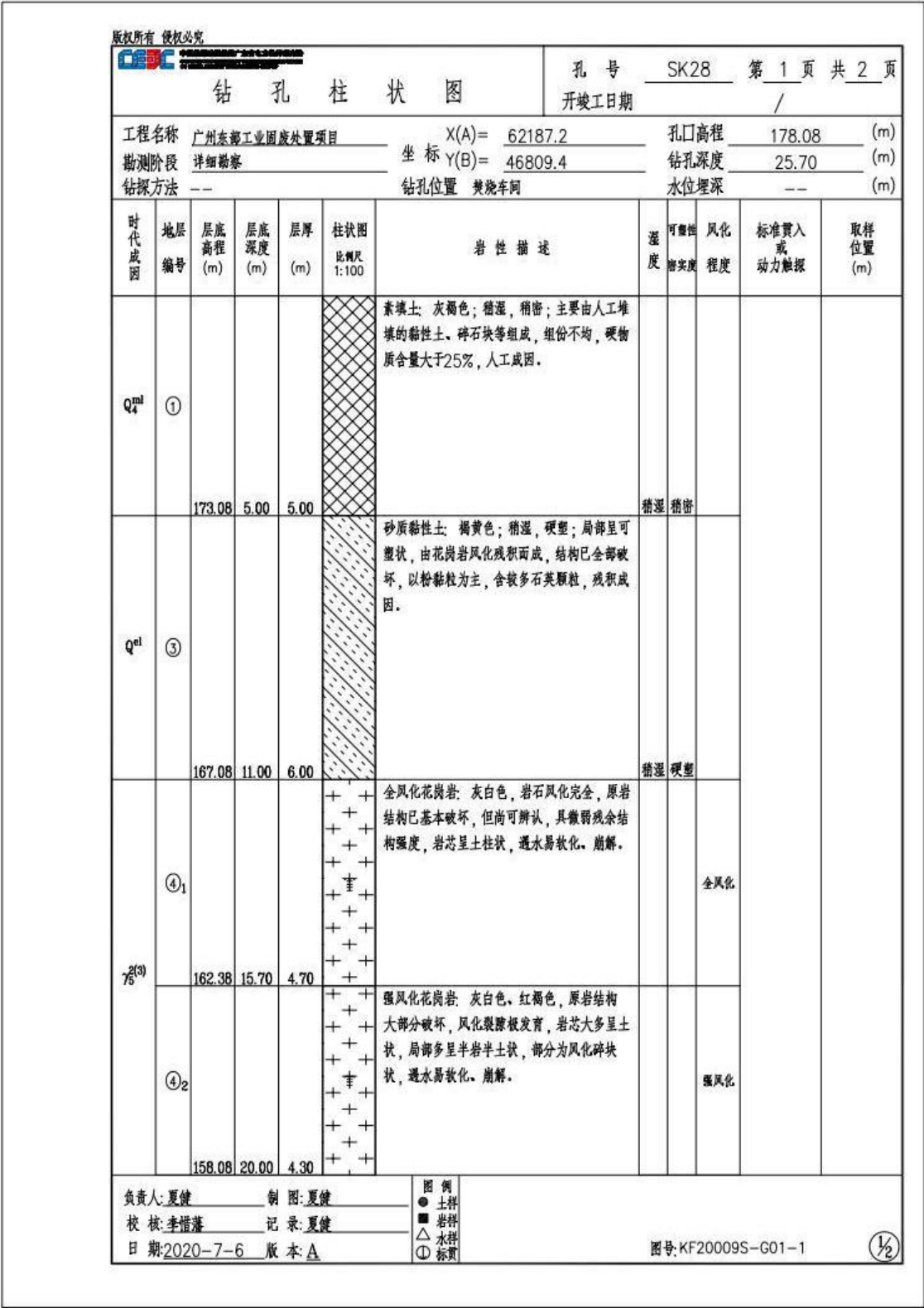


图 5.4-6 钻孔柱状图 (SK28 第一页)

图 5.4-7 钻孔柱状图 (SK28 第二页)



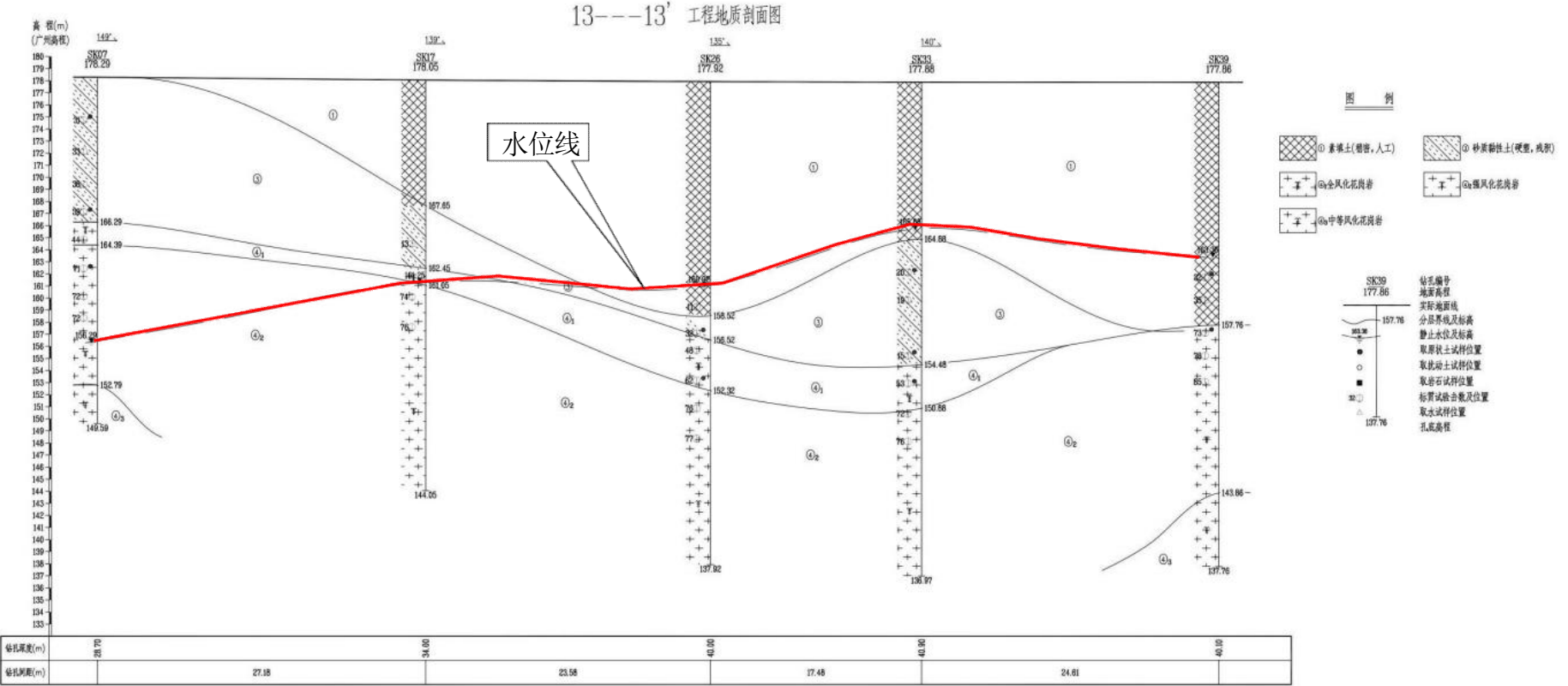


图 5.4-9 工程地质剖面图 (13~13')





理密集带、破碎带及断裂中，主要接受上部孔隙水的垂直渗透补给及场地地势较高处基岩裂隙水的侧向补给，向深部或侧向裂隙发育处排泄。全~强风化、中等风化因裂隙发育且裂隙连通性好，水量较丰富。微风化基岩裂隙较发育，但裂隙多为闭合状，水量较贫乏。

## 2.包气带

包气带为地面以下潜水面以上的地带，根据本项目岩土勘察报告，场地地下水埋藏深，实测了 19 个钻孔水位（其余钻孔未观测有），水位埋深 1.3m~24.8m，雨季预计地下水位会有所上升，根据区域水文地质调查结果及周边场地的工程经验，场地地下水位年变化幅度约为 2m。场地内天然包气带岩土层主要为覆盖于地表的粉质黏土，根据土工实验，其孔隙率为 40.9%~44.0%，粉质黏土渗透系数取  $K=0.06\text{m/d}$  ( $6.94\times 10^{-5}\text{cm/s}$ )，属于弱透水层。根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）划分标准，本场地包气带岩土层单层厚度  $M_b\geq 1.0\text{m}$ ，渗透系数介于  $10^{-7}\text{cm/s}<K\leq 10^{-4}\text{cm/s}$  之间，且分布连续、稳定，确定本场地包气带岩土的防污性能中等。

## 3.地下水补径排条件

评价区地下水按含水介质类型（含水层的空隙性质）不同可分为第四系浅部土层中的孔隙水和深部基岩裂隙水。

（1）第四系孔隙水（潜水、承压水）：第四系潜水主要位于浅部的淤泥、粉质黏层中，水量贫乏；第四系承压水主要位于第四系碎石层中，含水量较丰富。场地第四系孔隙水补给来源主要通过大气降水垂直渗透补给，其排泄方式主要通过地面蒸发、植物蒸腾的形式进入大气，该层厚度在 0~15.5m 之间，主要成分为砂质粘性土，渗透系数取  $K=0.1\text{m/d}$  ( $1.16\times 10^{-4}\text{cm/s}$ )，其不利于地下水的储存，为季节性储水的含水层（上层滞水），枯水期基本无水。

（2）基岩裂隙水（承压水）：场地内基岩裂隙水主要赋存于基岩风化裂隙中，主要分布在深部强风化岩、中风化和微风化带中。强风化岩带中裂隙多被花岗岩风化矿物及化学沉淀充填，使其导水性降低，中、微风化带的富水性受岩石的裂隙发育程度及连通性影响。该层主要由全风化花岗岩、强风化花岗岩、中风化花岗岩和微风化花岗岩组成，本次钻探揭露厚度为 5~30.1m，平均厚度为 12.47m，渗透系数为  $K=0.1\sim 20\text{m/d}$  ( $1.16\times 10^{-4}\sim 2.3\times 10^{-3}\text{cm/s}$ )，是项目区内主要含水层，项目场地地下水随地形自高往低处径流，总体流向为自北向南。



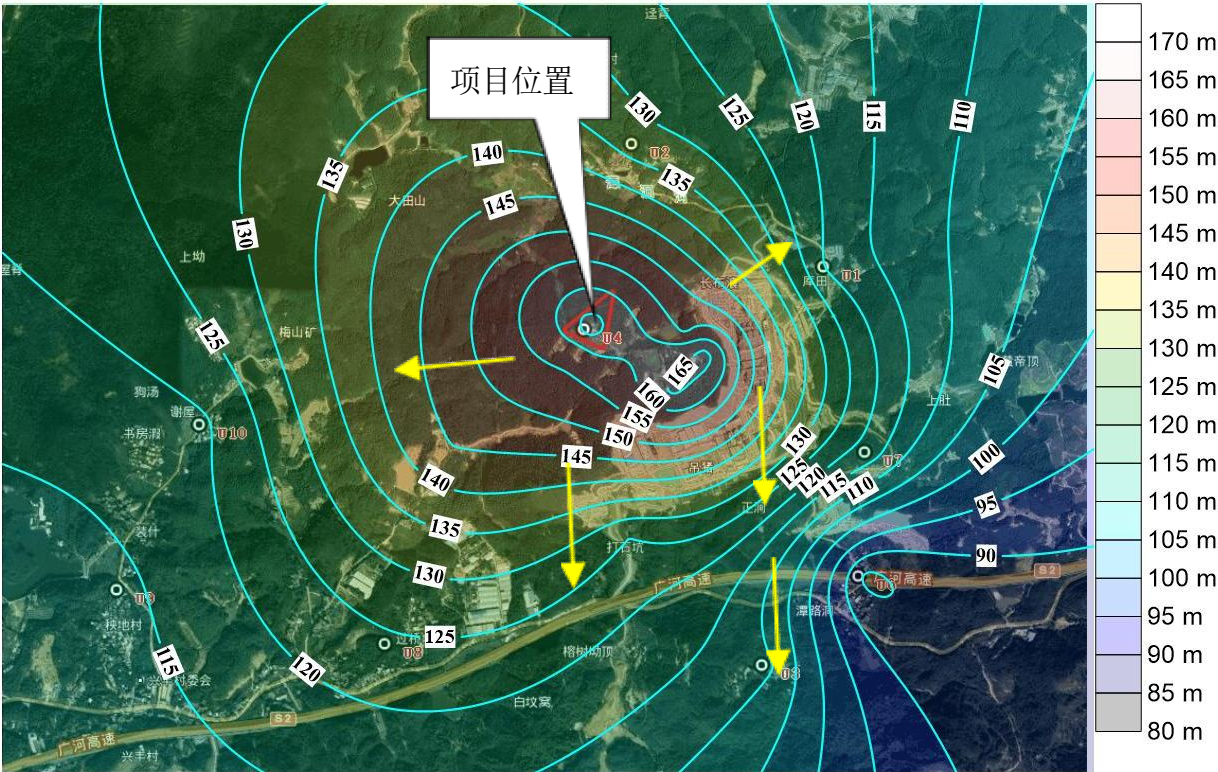


图 5.4- 11 地下水等水位线图及流向

5.4.1.3 地下水利用现状

结合现场调查，本项目区无大规模的抽排地下水工程，周边农田灌溉使用地表水；项目场地及周边居民点采用市政管网统一供水作为饮用水源，少量民井仅用作日常生产冲洗之用，对地下水的开采利用较少。

5.4.2 地下水环境质量现状调查

5.4.2.1 监测布点

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），本次地下水环境质量现状评价共设置 9 个监测点（U1、U2、U3、U4、U6、U7、U8、U9、U10），以及引用《福山循环经济产业园生活垃圾应急综合处理项目环境影响报告书》的地下水监测数据（U3’和 U5’）分析区域地下水环境质量现状。详见表 5.4-1 和图 5.4-12、图 5.4-13。

表 5.4-1 地下水环境现状监测点布置情况表

监测点序号	具体位置	坐标（经纬度）	点位性质	监测项目
U1	库田	113°30'34"E,23°17'21"N	东北	水位、水质
U2	岐山村	113°30'6"E,23°17'39"N	北	水位、水质
U3	小山背	113°30'25"E,23°16'23"N	东南	水位、水质



广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目环境影响报告书

监测点序号	具体位置	坐标（经纬度）	点位性质	监测项目
U4	项目现有地下水监测井	113°30'21"E,23°17'02"N	/	水位、水质
U5	潭路洞	113°30'39"E,23°16'36"N	东南	水位
U6	瓦窑前	113°30'40"E,23°16'54"N	东南	水位
U7	秧村	113°29'30"E,23°16'26"N	西南	水位
U8	秧地村	113°28'51"E,23°16'34"N	西南	水位
U9	石仔坪	113°29'3"E,23°16'58"N	西	水位
U10	上肚	113°31'06"E,23°16'56"N	东	水位
U11	厂区内部	113°30'20"E, 23°17'06"N	/	包气带水质
U3'	福山循环经济产业园渗滤液处理站调节池边	113°30'25"E,23°16'53"N	东南	水位、水质
U5'	福山循环经济产业园生活垃圾处理设施拟建项目厂界外下山道界	113°30'39"E,23°17'03"N	东	水位、水质

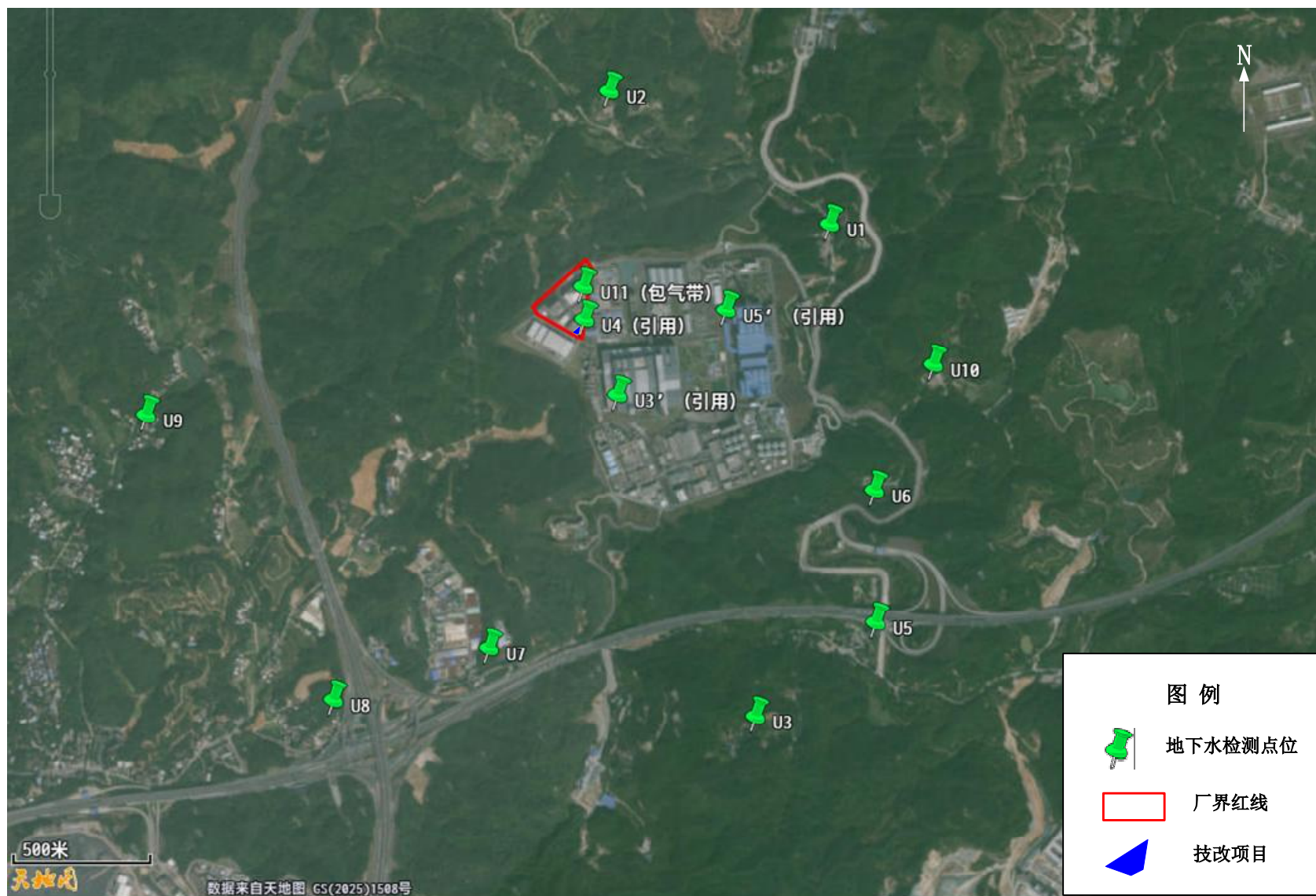


图 5.4-12 地下水现状监测布点图 (a)



图 5.4-13 地下水现状监测布点图 (b)

#### 5.4.2.2 监测项目

##### 1. 地下水水位、水质监测

水质监测项目： $K^+Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $CO_3^{2+}$ 、 $HCO_3^-$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ ；

基本监测项目：pH值、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数。

特征监测项目：铜、锌、铍、钡、镍、总铬、硒、铊、硫化物、二噁英类（PCDD/FS）

水位监测包括埋深和标高。

##### 2. 包气带监测

包气带监测项目：选取采样深度位于项目区包气带内的柱状土壤监测点 U11 于 0~20cm（表层污染物富集层）取一个样品，对样品进行浸溶试验，测试分析浸溶液成分砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、铊、锰、氯离子、氟化物、硫化物、二噁英类（PCDD/FS）。

### 5.4.2.3 监测时间与频次

委托监测：U1~U3、U5~U11 委托广州天祺检测技术有限公司于 2025 年 9 月 16 日监测 1 天，每天监测 1 次。

引用监测：

①U4 引用广州环科环保科技有限公司 2024 年 6 月 6 日委托广州华鑫检测技术有限公司检测的自行监测数据（报告编号：HX242823-1）。

②U3'和 U5'引用《福山循环经济产业园生活垃圾处理设施拟建项目环境影响报告书》中的监测数据，监测时间为 2024 年 10 月 21 日，监测单位为中检标测（北京）国际检验监测研究院华南分院。

### 5.4.2.4 评价标准

项目所在地地下水水质执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅲ类标准。

### 5.4.2.5 监测分析方法

表 5.4-2 地下水监测分析方法

检测类别	检测项目	分析方法名称及标准号	主要仪器	检出限/检测范围
地下水	K <sup>+</sup>	《水质钾和钠的测定火焰原子吸收分光光度法》 GB11904-89	原子吸收分光光度计	0.05mg/L
	Na <sup>+</sup>			0.01mg/L
	Ca <sup>2+</sup>	《水质钙和镁的测定原子吸收分光光度法》 GB11905-89	原子吸收分光光度计	0.02mg/L
	Mg <sup>2+</sup>			0.002mg/L
	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	《地下水水质分析方法第 49 部分：碳酸根、重碳酸根和氢氧根离子的测定滴定法》 DZ/T0064.49-2021	/	5mg/L
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			5mg/L
	Cl <sup>-</sup>	《水质无机阴离子（F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ）的测定离子色谱法》 HJ84-2016	离子色谱仪	0.007mg/L
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			0.018mg/L
	pH 值	《水质 pH 值的测定电极法》 HJ1147-2020	pH 计	/
	氨氮	《水质氨氮的测定纳氏试剂分光光度法》 HJ535-2009	紫外可见分光光度计	0.025mg/L
	亚硝酸盐	《生活饮用水标准检验方法第 5 部分：无机非金属指标》 GB/T5750.5-2023（12.1）	紫外可见分光光度计	0.001mg/L
	硝酸盐	《生活饮用水标准检验方法第 5 部分：无机非金属指标》 GB/T5750.5-2023（8.3）	紫外可见分光光度计	0.5mg/L
	挥发酚	《水质挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》 HJ503-2009	紫外可见分光光度计	0.0003mg/L
	氰化物	《水质氰化物的测定容量法和分光光度法》 HJ484-2009	紫外可见分光光度计	0.004mg/L
	砷	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》 HJ698-2019	原子荧光光度计	0.3μg/L

检测类别	检测项目	分析方法名称及标准号	主要仪器	检出限/检测范围
	汞	光法》HJ694-2014		0.04μg/L
	硒			0.4μg/L
	六价铬	《水质六价铬的测定二苯碳酰二肼分光光度法》GB7467-87	紫外可见分光光度计	0.004mg/L
	总硬度	《水质钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》GB7477-1987	/	5mg/L
	氟化物	《生活饮用水标准检验方法第 5 部分：无机非金属指标》GB/T5750.5-2023（6.2）	精密酸度计	0.2mg/L
	铁	《水质铁、锰的测定火焰原子吸收分光光度法》GB11911-1989	原子吸收分光光度计	0.03mg/L
	锰			0.01mg/L
	溶解性固体	《生活饮用水标准检验方法第 4 部分：感官性状和物理指标》GB/T5750.4-2023(11.1)	十万分之一电子天平	/
地下水	高锰酸盐指数	《水质高锰酸盐指数的测定》GB11892-89	/	0.5mg/L
	硫酸盐	《生活饮用水标准检验方法第 5 部分：无机非金属指标》GB/T5750.5-2023（4.2）	紫外可见分光光度计	5mg/L
	氯化物	《生活饮用水标准检验方法第 5 部分：无机非金属指标》GB/T5750.5-2023（5.2）	/	1.0mg/L
	总大肠菌群	《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）国家环境保护总局 2002 年多管发酵法（B）5.2.5（1）	恒温恒湿培养箱	2MPN/100mL
	细菌总数	《水质细菌总数的测定平皿计数法》HJ1000-2018	恒温恒湿培养箱	/
	锌	《水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法》GB7475-87 第一部分	原子吸收分光光度计	0.05mg/L
	铜			0.05mg/L
	铊	《水质 65 种元素的测定电感耦合等离子体质谱法》HJ700-2014	电感耦合等离子体质谱仪（ICP-MS）	0.02μg/L
	铍			0.04μg/L
	钡			0.20μg/L
	铅			0.09μg/L
	镉			0.05μg/L
	镍			0.06μg/L
	总铬	《水质总铬的测定第一篇高锰酸钾氧化一二苯碳酸二肼分光光度法》GB7466-1987	紫外可见分光光度计	0.004mg/L
	硫化物	《水质硫化物的测定亚甲基蓝分光光度法》HJ1226-2021	紫外可见分光光度计	0.01mg/L
包气带	砷	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》HJ694-2014	原子荧光光度计	0.3μg/L
	汞			0.04μg/L
	六价铬	《水质六价铬的测定二苯碳酰二肼分光光度法》GB7467-87	紫外可见分光光度计	0.004mg/L

检测类别	检测项目	分析方法名称及标准号	主要仪器	检出限/检测范围
	铜	《水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法》GB7475-87 第一部分	原子吸收分光光度计	0.05mg/L
	铅	《水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法》GB/T7475-1987（第二部分）	原子吸收分光光度计	10μg/L
	镉			1μg/L
	镍	《水质 65 种元素的测定电感耦合等离子体质谱法》HJ700-2014	电感耦合等离子体质谱仪（ICP-MS）	0.06μg/L
	铈			0.02μg/L
	锰	《水质铁、锰的测定火焰原子吸收分光光度法》GB11911-1989	原子吸收分光光度计	0.01mg/L
	Cl <sup>-</sup>	《水质无机阴离子（F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ）的测定离子色谱法》HJ84-2016	离子色谱仪	0.007mg/L
	氟化物	《生活饮用水标准检验方法第 5 部分：无机非金属指标》GB/T5750.5-2023（6.2）	精密酸度计	0.2mg/L
	硫化物	《水质硫化物的测定亚甲基蓝分光光度法》HJ1226-2021	紫外可见分光光度计	0.01mg/L

#### 5.4.2.6 监测结果统计

地下水水位调查结果见表 5.4-3，水质现状监测结果见表 5.4-4、表 5.4-5。

表 5.4-3 地下水水位监测结果单位：m

检测项目	检测结果											
	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U3'	U5'
水位埋深（m）	13	10	17	10.1	7	10	11	5.4	12.5	7.5	3.8	8.2

表 5.4-4 地下水环境质量现状监测结果（引用）

检测项目	单位	检测结果			标准限值
		U4	U3'	U5'	
pH 值	无量纲	8.4	6.9	6.9	6.5~8.5
水温	℃	/	24.7	25.6	3
溶解性总固体	mg/L	144	116	557	1000
耗氧量（高锰酸盐数）	mg/L	1.9	1.42	0.15	3.0
氨氮	mg/L	0.471	0.432	0.035	0.5
硝酸盐氮	mg/L	1.54	0.87	7.15	20.0
亚硝酸盐氮	mg/L	ND	0.009	0.073	1.0
总硬度	mg/L	99.8	50	120	450

检测项目	单位	检测结果			标准限值
		U4	U3'	U5'	
六价铬*	mg/L	ND	ND	ND	0.05
氟化物	mg/L	0.09	0.28	0.32	1.0
氯化物	mg/L	12.1	32.4	140	250
挥发酚	mg/L	ND	0.0006	0.0009	0.002
氰化物*	mg/L	ND	ND	ND	0.05
总大肠菌群	MPN/100mL	<2	150	36	3
菌落总数	CFU/mL	87	5900	100	100
碳酸根	mg/L	/	ND	ND	/
碳酸氢根	mg/L	/	22	179	/
硫酸盐	mg/L	/	ND	136	250
铜	mg/L	/	ND	ND	1
锌	mg/L	/	ND	ND	1
铅	mg/L	$2.8 \times 10^{-4}$	ND	ND	0.01
镉	mg/L	$6 \times 10^{-5}$	ND	ND	0.005
镍	mg/L	$1.84 \times 10^{-3}$	ND	ND	0.02
铁	mg/L	0.04	0.37	ND	0.3
汞	mg/L	ND	0.00007	0.00006	0.001
砷	mg/L	$1.16 \times 10^{-3}$	0.0077	0.0004	0.01
钾	mg/L	/	5.58	15.1	/
钠	mg/L	/	5.31	126	200
钙	mg/L	/	16.4	37.7	/
镁	mg/L	/	1.09	3.88	/
锰	mg/L	0.04	0.44	ND	0.1
备注：“ND”表示检测结果低于方法检出限。					

表 5.4-5 地下水环境质量现状监测结果（补充监测）

监测日期		2025.08.01			标准限值
检测项目	单位	检测结果			
		U1 库田	U2 岐山村	U3 小山背	
K <sup>+</sup>	mg/L	3.71	3.56	3.34	/
Na <sup>+</sup>	mg/L	4.83	4.97	4.12	200
Ca <sup>2+</sup>	mg/L	55.6	52.4	56.5	/
Mg <sup>2+</sup>	mg/L	3.41	3.50	3.84	/



监测日期		2025.08.01			标准限值
检测项目	单位	检测结果			
		U1 库田	U2 岐山村	U3 小山背	
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	ND	ND	ND	/
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	158	181	176	/
Cl <sup>-</sup>	mg/L	16.3	12.3	9.27	/
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	8.54	9.22	9.09	/
pH 值	无量纲	6.8	7.3	7.0	6.5~8.5
氨氮	mg/L	0.458	0.352	0.404	0.5
硝酸盐氮	mg/L	0.93	0.77	0.86	20
亚硝酸盐氮	mg/L	0.045	0.051	0.048	1
挥发酚	mg/L	ND	ND	ND	0.002
氰化物	mg/L	ND	ND	ND	0.05
砷	μg/L	ND	ND	ND	0.01
汞	μg/L	ND	ND	ND	0.001
六价铬	mg/L	ND	ND	ND	0.05
总硬度	mg/L	129	156	138	450
铅	μg/L	ND	ND	ND	0.01
氟化物	mg/L	1.22	1.13	1.19	1
镉	μg/L	ND	ND	ND	0.005
铁	mg/L	ND	ND	ND	0.3
锰	mg/L	ND	ND	ND	0.1
溶解性总固体	mg/L	651	597	483	1000
高锰酸盐指数	mg/L	2.6	2.1	2.4	3
硫酸盐	mg/L	22	28	20	250
氯化物	mg/L	15.8	13.6	15.1	250
总大肠菌群	MPN/100 mL	ND	ND	ND	3
细菌总数	CFU/mL	55	60	45	100
锌	mg/L	ND	ND	ND	1
铜	mg/L	ND	ND	ND	1



监测日期		2025.08.01			标准限值
检测项目	单位	检测结果			
		U1 库田	U2 岐山村	U3 小山背	
铊	μg/L	ND	ND	ND	0.0001
铍	μg/L	ND	ND	ND	0.002
钡	μg/L	ND	ND	ND	0.70
镍	μg/L	ND	ND	ND	0.02
总铬	mg/L	ND	ND	ND	/
硒	μg/L	ND	ND	ND	0.01
硫化物	mg/L	ND	ND	ND	0.02
二噁英	TEQ(pg/L)	0.13	0.13	0.13	30
备注：“ND”表示检测结果低于检出限。					

#### 5.4.2.7 地下水水质现状评价

##### (1) 评价标准

根据《广东省地下水功能区划》，本项目所在区域地下水水质保护目标为Ⅲ类，执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类标准，评价标准见表 1.5-4。

##### (2) 评价方法

本次评价以地下水水质监测资料为基础，采用单因子标准指数法进行评价。具体评价方法如下：

①对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算公式：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}};$$

式中： $P_i$ —第*i*个水质因子的标准指数，无量纲；

$C_i$ —第*i*个水质因子的监测浓度值，mg/L；

$C_{si}$ —第*i*个水质因子的标准浓度值，mg/L。

②对于评价标准为区间值的水质因子（如 $pH$  值），其标准指数计算公式：

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH \leq 7 \text{ 时};$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH > 7 \text{ 时};$$

式中:  $P_{pH}$  —  $pH$  的标准指数, 无量纲;

$pH$  —  $pH$  监测值;

$pH_{su}$  — 标准值中  $pH$  的上限值;

$pH_{sd}$  — 标准值中  $pH$  的下限值。

地下水水质标准指数  $> 1$ , 表明该水质因子已超过了规定的水质标准; 指数值越大, 该水质因子超标越严重。

### (3) 评价结果

各监测点的单因子标准指数计算结果详见表 5.4-6、表 5.4-7。

表 5.4-6 地下水水质单因子指数评价结果 (引用)

检测项目	指标检测单位	水质单因子指数 (无量纲)		
		U4	U3'	U5'
pH 值	无量纲	0.933	0.200	0.200
水温	°C	/	/	/
溶解性总固体	mg/L	0.144	0.116	0.557
耗氧量 (高锰酸盐指数)	mg/L	0.633	0.473	0.050
氨氮	mg/L	0.942	0.864	0.070
硝酸盐氮	mg/L	0.077	0.044	0.358
亚硝酸盐氮	mg/L	0.001	0.009	0.073
总硬度	mg/L	0.222	0.111	0.267
六价铬	mg/L	0.040	0.040	0.040
氟化物	mg/L	0.090	0.280	0.320
氯化物	mg/L	0.048	0.130	0.560
挥发酚	mg/L	0.075	0.300	0.450
氰化物	mg/L	0.040	0.040	0.040
总大肠菌群	MPN/100mL	0.333	<b>50.000</b>	<b>12.000</b>
菌落总数	CFU/mL	0.870	<b>59.000</b>	<b>1.000</b>
碳酸根	mg/L	/	/	/
碳酸氢根	mg/L	/	/	/
硫酸盐	mg/L	/	0.010	0.544
铜	mg/L	/	0.025	0.025
锌	mg/L	/	0.025	0.025
铅	mg/L	0.028	0.005	0.005
镉	mg/L	0.012	0.005	0.005
镍	mg/L	0.092	0.002	0.002

检测项目	指标检测单位	水质单因子指数（无量纲）		
		U4	U3'	U5'
铁	mg/L	0.133	<b>1.233</b>	<b>1.233</b>
汞	mg/L	0.020	0.070	0.060
砷	mg/L	0.116	0.770	0.040
钾	mg/L	/	/	/
钠	mg/L	/	0.027	0.630
钙	mg/L	/	/	/
镁	mg/L	/	/	/
锰	mg/L	0.400	<b>4.400</b>	0.050
注：低于检出限项目，按其检出限一半进行评价。				

表 5.4-7 地下水水质单因子指数评价结果（补充监测）

检测项目	指标检测单位	水质单因子指数（无量纲）		
		U1 库田	U2 岐山村	U3 小山背
pH 值	无量纲	0.400	0.200	0.000
氨氮	mg/L	0.916	0.704	0.808
硝酸盐氮	mg/L	0.047	0.039	0.043
亚硝酸盐氮	mg/L	0.045	0.051	0.048
挥发酚	mg/L	0.075	0.075	0.075
氰化物	mg/L	0.040	0.040	0.040
砷	μg/L	0.015	0.015	0.015
汞	μg/L	0.020	0.020	0.020
六价铬	mg/L	0.040	0.040	0.040
总硬度	mg/L	0.287	0.347	0.307
铅	μg/L	0.005	0.005	0.005
氟化物	mg/L	<b>1.220</b>	<b>1.130</b>	<b>1.190</b>
镉	μg/L	0.005	0.005	0.005
铁	mg/L	0.050	0.050	0.050
锰	mg/L	0.500	0.500	0.500
溶解性总固体	mg/L	0.651	0.597	0.483
高锰酸盐指数	mg/L	0.867	0.700	0.800
硫酸盐	mg/L	0.088	0.112	0.080
氯化物	mg/L	0.063	0.054	0.060
总大肠菌群	MPN/100mL	0.333	0.333	0.333
细菌总数	CFU/mL	0.550	0.600	0.450
锌	mg/L	0.025	0.025	0.025

检测项目	指标检测单位	水质单因子指数（无量纲）		
		U1 库田	U2 岐山村	U3 小山背
铜	mg/L	0.025	0.025	0.025
铊	μg/L	0.100	0.100	0.100
铍	μg/L	0.010	0.010	0.010
钡	μg/L	0.000	0.000	0.000
镍	μg/L	0.002	0.002	0.002
总铬	mg/L	0.040	0.040	0.040
硒	μg/L	0.020	0.020	0.020
硫化物	mg/L	0.250	0.250	0.250
二噁英	TEQ(pg/L)	0.004	0.004	0.004

由上表的评价结果可见：本次地下水监测中除菌落总数、总大肠菌群、铁、锰、氟化物超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类标准外，其他监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类标准要求。

本次地下水监测中，菌落总数和总大肠菌群超标可能与周边村落的生活废水下渗有关，参考《珠江三角洲地区地下水锰的分布特征及其成因》（中国地质科学院水文地质环境地质研究所-梁国玲、孙继朝、黄冠星、荆继红、刘景涛、陈玺、张玉玺，广东省地质调查院-杜海燕，2009年8月），锰超标应为受区域地下水背景值的影响。

根据历史监测数据《广州东部固体资源再生中心（萝岗福山循环经济产业园）项目环境影响报告书》中2014年1月6日地下水现状监测结果显示氨氮、铁、菌落总数、总大肠菌群均有不同程度超过地下水质量Ⅲ类水标准；《福山循环经济产业园生活垃圾应急综合处理项目环境影响报告书》中2019年3月21日、30日地下水现状监测结果显示pH值、氨氮、锰、菌落总数和总大肠菌群共5项指标超过地下水质量Ⅲ类水标准。

同时，对比2019年3月U1库田村、U2岐山村、U3小山背村地下水历史监测数据，氟化物均未检出，本次监测氟化物出现超标情况，具体原因暂不明确，可能与周边各类工业活动、农业活动有关，有待进一步调查。

对比历史监测数据本次地下水监测中菌落总数、总大肠菌群、铁、锰四项超标因子属于背景长期超标因子，区域地下水环境质量较差。

表 5.4-8 地下水化学类型分析

检测项目	单位	检测结果				
		U1 库田	U2 岐山村	U3 小山背	YU1 产业园	YU2 产业园
K <sup>+</sup>	mg/L	3.71	3.56	3.34	5.58	15.1
Na <sup>+</sup>	mg/L	4.83	4.97	4.12	5.31	<b>126</b>
Ca <sup>2+</sup>	mg/L	<b>55.6</b>	<b>52.4</b>	<b>56.5</b>	<b>16.4</b>	37.7
Mg <sup>2+</sup>	mg/L	3.41	3.5	3.84	1.09	3.88
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	<b>158</b>	<b>181</b>	<b>176</b>	22	<b>179</b>
Cl <sup>-</sup>	mg/L	16.3	12.3	9.27	<b>32.4</b>	140
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	8.54	9.22	9.09	2.5	136
水化学类型		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Na <sup>+</sup>

根据地下水水质分析，U1 库田村、U2 岐山村、U3 小山背村样本阴离子以 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 为主，阳离子以 Ca<sup>2+</sup> 为主，按舒卡列夫分类法分类，该评价区域的地下水化学类型属于 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Ca<sup>2+</sup> 型水（重碳酸钙型水），这种类型的地下水一般水质较好，常为淡水，适合饮用和农业灌溉等；位于福山循环产业园内的 U3'、U5' 样本阴离子以 Cl<sup>-</sup> 为主，阳离子以 Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup> 为主，按舒卡列夫分类法分类，该评价区域的地下水化学类型属于 Cl<sup>-</sup>-Na<sup>+</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Na<sup>+</sup> 型水（重碳酸钠型水），其中 U5' 可能受到一定程度的人类活动影响，矿化度相对较高（Na<sup>+</sup>>100mg/L），在某些情况下可能不适合直接饮用，需要进一步处理。

#### 5.4.2.8 包气带污染现状分析

在本项目内部点位 U11 进行包气带现状监测，监测结果见表 5.4-9、监测点位见图 5.4-13。该点位位于废桶清洗车间与丙类罐区之间的绿化带上，根据监测数据，显示项目区内场地包气带氟化物出现了超标情况，与本项目周边村庄地下水氟化物超标情况一致，需要进一步调查确认具体原因。

表 5.4-9 包气带水质单因子指数评价结果

监测日期		2025.08.01
检测项目	单位	检测结果

		U11 厂区内
Cl <sup>-</sup>	mg/L	15.8
砷	μg/L	ND
汞	μg/L	ND
六价铬	mg/L	ND
铅	μg/L	ND
氟化物	mg/L	1.36
镉	μg/L	ND
锰	mg/L	ND
铜	mg/L	ND
铊	μg/L	ND
镍	μg/L	ND
硫化物	mg/L	ND
二噁英	pgTEQ/L	9.8
备注：“ND”表示检测结果低于检出限。		

#### 5.4.3 监测结果评价

本次地下水监测显示，部分指标超标，其中菌落总数、总大肠菌群、铁、锰、氟化物超过Ⅲ类标准，菌落总数和总大肠菌群超标或与周边村落生活废水下渗有关，铁、锰超标属区域背景长期问题，氟化物超标原因暂不明确，可能与周边工业、农业活动有关。历史监测数据对比显示，菌落总数等四项超标因子长期存在，区域地下水环境质量较差。按舒卡列夫分类法，U1、U2、U3 地下水属  $\text{HCO}_3^-$ - $\text{Ca}^{2+}$ 型水，水质较好；U3'、U5'属  $\text{Cl}^-$ - $\text{Na}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ - $\text{Na}^+$ 型水，U5'矿化度较高，可能受人类活动影响，不适合直接饮用。此外，项目内部点位 U11 包气带氟化物超标，与周边村庄情况一致，需进一步调查原因。

5.5 声环境质量现状监测与评价

5.5.1 监测点布设

由于本项目噪声评价范围内不存在环境敏感点，因此本项目声环境监测数据引用广州华鑫检测技术有限公司在本项目 2023 年 9 月（报告编号：HX235839-3）、2024 年 6 月（报告编号：HX242823-4）的厂界噪声监测数据，详见表 5.5-1，见图 5.5-1。

表 5.5-1 噪声监测点布设一览表

序号	监测点位置	检测项目	检测频次
N1	厂界东边界外 1 米 N1	Lep	昼、夜间 1 天，共检测 2 天
N2	厂界南边界外 1 米 N2		
N3	厂界西边界外 1 米 N3		
N3	厂界北边界外 1 米 N4		

5.5.2 监测方法及频率

按照工业企业厂界环境噪声排放标准（GB12348-2008），采用噪声检测仪器对每个测点的昼间、夜间分别监测等效连续声级 Leq。



图 5.5-1 声环境监测点位分布图

5.5.3 监测结果及声环境评价

监测单位：广州华鑫检测技术有限公司。

厂址所在地范围属于噪声 3 类功能区，建设项目区内及厂界噪声，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

声环境评价采用直接对照标准法进行评价，分析各测点的噪声值是否存在超标现象，分析结果见表 5.5-2。

表 5.5-2 噪声监测结果 单位：dB(A)

编号	点位	监测时段	2023 年 9 月 20 日	2024 年 6 月 6 日	执行标准	达标情况
N1	厂界东边	昼间	54	54	65	达标
		夜间	44	45	55	达标
N2	厂界南边	昼间	53	53	65	达标
		夜间	42	43	55	达标
N3	厂界西边	昼间	56	53	65	达标
		夜间	44	44	55	达标
N4	厂界北边	昼间	52	55	65	达标
		夜间	46	42	55	达标

表 5.5-2 统计分析数据表明：监测期间，项目厂区四周边界监测点位的声环境监测值均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准要求，声环境质量良好，能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应评价标准要求。

5.6 土壤环境现状调查与评价

5.6.1 监测布点

为了解项目所在地土壤环境质量，本次委托广州天祺检测技术有限公司进行土壤理化性质、常规因子和特征因子的监测，监测时间为 2025 年 7 月 18、7 月 31 日。土壤监测点位见图 5.2-1。

表 5.6-1 土壤现状监测点情况表

序号	类型	采样层数	点位名称	执行标准
占地范围外				
BT1	表层样	1 层， 0~0.2m	村庄用地 (主导风向上风向)	GB36600-2018 第一类用地筛选值
BT2			灌木林地 (主导风向下风向)	GB15618-2018 其他用地筛选值
BT3			基本农田 (次主导风向下风向)	GB15618-2018 水田筛选值
BT4			村庄用地 (次主导风向下风向)	GB36600-2018 第一类用地筛选值
占地范围内				



序号		类型	采样层数	点位名称	执行标准
BT5		表层样	1 层， 0~0.2m	乙类仓库旁绿地	GB36600-2018 第二类用地筛选值
BT6				焚烧车间旁绿地	
BT7	BT7-1	柱状样点	0~0.5m	事故池/初期雨水池旁	
	BT7-2		0.5~1.5m		
	BT7-3		1.5m~3m		
BT8	BT8-1	柱状样点	0~0.5m	丙类罐区旁	
	BT8-2		0.5~1.5m		
	BT8-3		1.5m~3m		
BT9	BT9-1	柱状样点	0~0.5m	物化车间储罐区旁	
	BT9-2		0.5~1.5m		
	BT9-3		1.5m~3m		
BT10	BT10-1	柱状样点	0~0.5m	废桶清洗车间旁	
	BT10-2		0.5~1.5m		
	BT10-3		1.5m~3m		
BT11	BT11-1	柱状样点	0~0.5m	洗车区旁绿地	
	BT11-2		0.5~1.5m		
	BT11-3		1.5m~3m		

<sup>a</sup>表层采样应在 0~0.2m 取样。

<sup>b</sup>柱状样通常在 0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m 分别取样，可根据基础埋深、土体构型适当调整。



图 5.6-1 土壤监测点位分布图（整体）



图 5.6-2 土壤监测点位分布图（内部）

5.6.2 监测项目

理化性质:pH、含水率。

常规项目（基本项 45 项）：

①重金属及无机物（7 项）：铅、镉、砷、汞、铜、镍、六价铬；

②)VOCs(27 项)：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；

③SVOCs(11 项)：硝基苯、2-氯苯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、苯胺。

附加项（特征污染物）：

二噁英类（PCDD/FS）、氯离子、氟化物、硫化物、铊、铍、硒、锌、钡、锰、锡。

### 5.6.3 土壤理化特性调查

根据国家土壤信息服务平台（<http://www.soilinfo.cn/map>）中国 1 公里系统分类土壤图对项目所在地土壤类型进行调查，项目除了 BT4 村庄用地属于赤红壤，其余占地范围内及外部监测点位土壤类型为南方水稻田。



图 5.6-3 土壤类型调查图

经调查厂区内土壤类型相对简单，土壤理化性质见表 5.6-4~表 5.6-6。

表 5.6-2 土壤理化特性调查表（BT1~BT3）

采样时间：2025 年 8 月 1 日				
点位名称及经纬度		BT1 (E:113.50676838°,N:23.29111113°)	BT2 (E:113.50658708°,N:23.27805033°)	BT3 (E:113.50148275°,N:23.28770176°)
层次		0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m
现场 调查	颜色	黄棕	黄棕	浅棕
	结构	中壤土	轻壤土	重壤土
	质地	团块	片状	团粒
	砂砾含量（%）	60	70	30
	其他异物	中量植物根系	多量植物根系	中量植物根系
实验 测定	氧化还原电位（mV）	6.88	6.34	6.62
	pH 值（无量纲）	5.6	4.9	6.4
	阴离子交换量（cmol/kg）	508	688	477
	饱和导水率/(mm/min)	3.74	4.19	4.35
	土壤容重/（g/m³）	0.92	0.86	1.03
	孔隙度（%）	43	37	46

表 5.6-3 土壤理化特性调查表（BT4~BT6）

采样时间：2025 年 8 月 1 日				
点位名称及经纬度		BT4 (E:113.49926108°,N:23.27937869°)	BT5 (E:113.50501324°,N:23.28418425°)	BT6 (E:113.50506945°,N:23.28533249°)
层次		0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m
现场 调查	颜色	浅棕	红棕	红棕
	结构	重壤土	中壤土	轻壤土
	质地	团粒	团块	片状
	砂砾含量（%）	30	70	70
	其他异物	中量植物根系	根密集	多量植物根系
实验 测定	氧化还原电位（mV）	6.66	6.63	6.91
	pH 值（无量纲）	5.5	4.9	4.6
	阴离子交换量（cmol/kg）	602	707	719
	饱和导水率/(mm/min)	4.28	5.18	5.26
	土壤容重/（g/m <sup>3</sup> ）	1.05	1.11	1.18
	孔隙度（%）	54	51	44

表 5.6-4 土壤理化特性调查表（BT7、BT8）

采样时间：2025 年 7 月 18 日							
点位名称及经纬度		BT7(E:113.50461368°,N:23.28438261°)			BT8(E:113.50584719°,N:23.28480522°)		
层次		0-0.5m	0.5-1.5m	1.5-3.0m	0-0.5m	0.5-1.5m	1.5-3.0m
现场 调查	颜色	黄棕、浅棕	浅棕	浅棕	红棕	浅棕	暗棕
	结构	团块	片状	团粒	团块	团块	团块
	质地	中壤土	轻壤土	砂壤土	中壤土	轻壤土	轻壤土
	砂砾含量（%）	60	70	80	60	70	70
	其他异物	根密集	少量植物根系	无根系	多量植物根系	无根系	无根系
实验 测定	氧化还原电位（mV）	6.72	6.83	6.15	6.44	6.45	6.70
	pH 值（无量纲）	7.4	6.3	7.8	5.3	6.1	6.8
	阴离子交换量（cmol/kg）	626	508	517	646	529	511
	饱和导水率/(mm/min)	3.61	3.26	3.48	6.29	5.80	5.23
	土壤容重/（g/m <sup>3</sup> ）	1.16	0.88	1.23	0.93	1.04	1.21
	孔隙度（%）	55	61	52	63	50	46



表 5.6-5 土壤理化特性调查表（BT9、BT10）

采样时间：2025 年 7 月 18 日							
点位名称及经纬度		BT9(E:113.50554778°,N:23.28390416°)			BT10(E:113.50581510°,N:23.28453177°)		
层次		0-0.5m	0.5-1.5m	1.5-3.0m	0-0.5m	0.5-1.5m	1.5-3.0m
现场调查	颜色	黄棕、灰	灰	黄棕、灰	黄棕	暗栗	暗栗
	结构	团粒	团粒	团粒	团块	团粒	团粒
	质地	砂土	砂土	砂壤土	中壤土	砂土	砂土
	砂砾含量（%）	90	90	80	60	90	90
	其他异物	根密集	无根系	无根系	中量植物根系	无根系	无根系
实验测定	氧化还原电位（mV）	6.08	6.02	6.76	6.70	6.91	6.58
	pH 值（无量纲）	5.4	4.3	5.7	8.1	8.3	7.5
	阴离子交换量（cmol/kg）	594	467	483	649	423	447
	饱和导水率/(mm/min)	4.11	3.20	3.68	4.71	4.79	4.88
	土壤容重/（g/m <sup>3</sup> ）	1.26	1.01	1.07	1.33	1.39	1.22
	孔隙度（%）	46	57	52	35	41	39




表 5.6-6 土壤理化特性调查表（BT11）

采样时间：2025 年 7 月 18 日				
点位名称及经纬度		BT11(E:113.50555727°,N:23.28588673°)		
层次		0-0.5m	0.5-1.5m	1.5-3.0m
现场调查	颜色	黄棕	灰	灰
	结构	团粒	团粒	团粒
	质地	砂壤土	砂土	砂土
	砂砾含量（%）	80	90	90
	其他异物	多量植物根系	无根系	无根系
实验测定	氧化还原电位（mV）	6.28	6.16	6.94
	pH 值（无量纲）	4.5	5.8	5.1
	阴离子交换量（cmol/kg）	711	429	438
	饱和导水率/(mm/min)	6.11	5.98	5.73
	土壤容重/（g/m³）	0.99	1.01	1.06
	孔隙度（%）	67	48	55

表 5.6-7 土体构型（土壤剖面）

点位	土壤剖面照片	层次
BT7		0~50cm
		50~150cm
		150~300cm
BT8		0~50cm
		50~150cm
		150~300cm



点位	土壤剖面照片	层次
BT9		0~50cm
		50~150cm
		150~300cm
BT10		0~50cm
		50~150cm
		150~300cm
BT11		0~50cm
		50~150cm
		150~300cm

5.6.4 检测方法、检出限及使用仪器

表 5.6- 8 检测方法、检出限及使用仪器（常规项目）

检测项目	分析方法	分析仪器/型号/设备编号	检出限
土壤监测项目			
氯甲烷	《土壤和沉积物挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法》HJ605-2011	气相色谱分析仪-质谱仪 福立 9000 & CRYSTAL9000MS/TQ-S06 601 & TQ-S06501	1.0µg/kg
氯乙烯			1.0µg/kg
1,1-二氯乙烯			1.0µg/kg
二氯甲烷			1.5µg/kg

检测项目	分析方法	分析仪器/型号/设备编号	检出限
反-1,2-二氯 乙烯			1.4μg/kg
1,1-二氯乙烷			1.2μg/kg
顺-1,2-二氯 乙烯			1.3μg/kg
氯仿			1.1μg/kg
1,1,1-三氯乙 烷			1.3μg/kg
四氯化碳			1.3μg/kg
苯			1.9μg/kg
1,2-二氯乙烷			1.3μg/kg
三氯乙烯			1.2μg/kg
1,2-二氯丙烷			1.1μg/kg
甲苯			1.3μg/kg
1,1,2-三氯乙 烷			1.2μg/kg
四氯乙烯			1.4μg/kg
氯苯			1.2μg/kg
1,1,1,2-四氯 乙烷			1.2μg/kg
乙苯			1.2μg/kg
间二甲苯+对 二甲苯			1.2μg/kg
邻二甲苯			1.5μg/kg
苯乙烯			1.1μg/kg
1,1,2,2-四氯 乙烷			1.1μg/kg
1,2,3-三氯丙 烷			1.2μg/kg
1,4-二氯苯			1.5μg/kg
1,2-二氯苯			1.5μg/kg
硝基苯	《土壤和沉积物半挥发性 有机物的测定气相色谱-质 谱法》HJ834-2017	气相色谱仪-质谱仪 Trace1300-ISQ7000TQ-S01 901-TQ-S02101	0.09mg/kg
苯胺			0.04mg/kg
2-氯酚			0.06mg/kg
苯并[a]蒽			0.1mg/kg
苯并[a]芘			0.1mg/kg
苯并[b]荧蒽			0.2mg/kg
苯并[k]荧蒽			0.1mg/kg

检测项目	分析方法	分析仪器/型号/设备编号	检出限
蒽			0.1mg/kg
二苯并[a,h]蒽			0.1mg/kg
茚并[1,2,3-cd]芘			0.1mg/kg
苯			0.09mg/kg

表 5.6-9 检测方法、检出限及使用仪器（理化性质、特征污染物项目）

检测类别	检测项目	分析方法名称及标准号	主要仪器	检出限/检测范围
土壤	砷	《土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 2 部分：土壤中总砷的测定》 GB/T22105.2-2008	原子吸收分光光度计	0.01mg/kg
	汞	《土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 1 部分：土壤中总汞的测定》 GB/T22105.1-2008		0.002mg/kg
	铜	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法》 HJ491-2019	原子吸收分光光度计	1mg/kg
	镍			3mg/kg
	铅			10mg/kg
	镉	《土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法》GB/T17141-1997	原子吸收分光光度计	0.01mg/kg
	六价铬	《土壤和沉积物六价铬的测定碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》 HJ1082-2019	原子吸收分光光度计	0.5mg/kg
	氯离子	《土壤检测第 17 部分：土壤氯离子含量的测定》NY/T1121.17-2006	/	/
	氟化物	《土壤水溶性氟化物和总氟化物的测定离子选择电极法》HJ873-2017	氟离子计	63mg/kg
	硫化物	《土壤和沉积物硫化物的测定亚甲基蓝分光光度法》HJ833-2017	紫外可见分光光度计	0.04mg/kg
	铊	《土壤和沉积物铊的测定石墨炉原子吸收分光光度法》HJ1080-2019	原子吸收分光光度计	0.1mg/kg
	铍	《土壤和沉积物铍的测定石墨炉原子吸收分光光度法》HJ737-2015	原子吸收分光光度计	0.03mg/kg
	钡	《土壤和沉积物 19 种金属元素总量的测定电感耦合等离子体质谱法》 HJ1315-2023	电感耦合等离子体质谱仪（ICP-MS）	1mg/kg
	锌	《土壤和沉积物 12 种金属元素的测定王水提取-电感耦合等离子体质谱法》 HJ803-2016	电感耦合等离子体质谱仪（ICP-MS）	7mg/kg
	锰			0.7mg/kg
	pH 值	《土壤 pH 值的测定电位法》 HJ962-2018	pH 计	/

检测类别	检测项目	分析方法名称及标准号	主要仪器	检出限/检测范围
	阳离子交换量	《土壤阳离子交换量的测定三氯化六氨合钴浸提-分光光度法》HJ889-2017	紫外可见分光光度计	0.8cmol+/kg
	饱和导水率	《森林土壤渗滤率的测定》LYT1218-1999	/	/
	土壤容重	《土壤容重的测定》NYT1121.4-2006	/	0.01g/cm <sup>3</sup>
	孔隙度	《森林土壤水分-物理性质的测定》LY/T1215-1999	/	/
	锡	《电感耦合等离子体发射光谱分析方法通则》JY/T0567-2020	电感耦合等离子体发射光谱仪	0.08mg/kg
	硒	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》HJ694-2014	原子荧光光度计	0.4μg/L

### 5.6.5 土壤监测结果及评价分析

各监测点位土壤监测结果及评价结果见下表所示。

表 5.6- 10 建设用地（第一类用地）监测及评价结果一览表

采样时间：2025 年 7 月 31 日，分析时间：2025 年 8 月 1 日							
监测项目	检测单位	检测结果				标准限值	达标情况
		BT1	BT4	BT5	BT6		
		0~20cm	0~20cm	0~20cm	0~20cm		
四氯化碳	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.9	达标
氯仿	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.3	达标
氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	12	达标
1,1-二氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	3	达标
1,2-二氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.52	达标
1,1-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	12	达标
顺-1,2-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	66	达标
反-1,2-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	10	达标
二氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	94	达标
1,2-二氯丙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	1	达标
1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	2.6	达标
1,1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	1.6	达标
四氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	11	达标
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	701	达标
1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.6	达标
三氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.7	达标
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.05	达标

采样时间：2025 年 7 月 31 日，分析时间：2025 年 8 月 1 日							
监测项目	检测单位	检测结果				标准 限值	达标 情况
		BT1	BT4	BT5	BT6		
		0~20cm	0~20cm	0~20cm	0~20cm		
氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.12	达标
苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	1	达标
氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	68	达标
1,2-二氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	560	达标
1,4-二氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	5.6	达标
乙苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	7.2	达标
苯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	1290	达标
甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	1200	达标
间二甲苯+对二甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	163	达标
邻二甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	222	达标
硝基苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	34	达标
苯胺	mg/kg	ND	ND	ND	ND	92	达标
2-氯酚	mg/kg	ND	ND	ND	ND	250	达标
苯并[a]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	5.5	达标
苯并[a]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.55	达标
苯并[b]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	5.5	达标
苯并[k]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	55	达标
蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	490	达标
二苯并[a,h]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.55	达标
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	5.5	达标
蔡	mg/kg	ND	ND	ND	ND	25	达标
砷	mg/kg	3.35	5.65	5.92	6.99	20	达标
汞	mg/kg	0.068	0.121	0.113	0.109	8	达标
铜	mg/kg	44	42	47	39	2000	达标
镍	mg/kg	38	74	85	52	150	达标
铅	mg/kg	46.3	19.1	18.8	23.7	400	达标
镉	mg/kg	0.14	0.06	0.06	0.05	20	达标
六价铬	mg/kg	ND	ND	ND	ND	3	达标
氯离子	mg/kg	ND	ND	ND	ND	/	/
氟化物	mg/kg	ND	ND	ND	ND	/	/
硫化物	mg/kg	ND	ND	ND	ND	/	/
铊	mg/kg	ND	ND	ND	ND	/	/
铍	mg/kg	ND	ND	ND	ND	15	达标
钡	mg/kg	ND	ND	ND	ND	/	/
锌	mg/kg	167	202	131	145	/	/
锰	mg/kg	ND	ND	ND	ND	/	/

采样时间：2025 年 7 月 31 日，分析时间：2025 年 8 月 1 日							
监测项目	检测单位	检测结果				标准 限值	达标 情况
		BT1	BT4	BT5	BT6		
		0~20cm	0~20cm	0~20cm	0~20cm		
pH 值	无量纲	6.88	6.66	6.63	6.91	/	/
含水率	%	15.7	13.2	14.1	14.3	/	/
锡	mg/kg	0.071	0.093	0.092	0.084	/	/
硒	mg/kg	0.51	0.68	0.52	0.83	/	/
二噁英	ngTEQ/kg	0.61	1.0	0.20	3.8	10	达标

表 5.6- 11 建设用地（第二类用地）监测及评价结果一览表（BT7、BT8）

采样时间：2025 年 7 月 18 日，分析时间：2025 年 7 月 19 日									
监测项目	检测单位	BT7			BT8			标准 限值	达标 情况
		0-50cm	50-150cm	150-300cm	0-50cm	50-150cm	150-300cm		
四氯化碳	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
氯仿	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	达标
氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	37	达标
1,1-二氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9	达标
1,2-二氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	达标
1,1-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	66	达标
顺-1,2-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	596	达标
反-1,2-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	54	达标
二氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	616	达标
1,2-二氯丙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	达标
1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10	达标
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.8	达标
四氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	53	达标
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	840	达标
1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
三氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.43	达标
苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	达标
氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	270	达标
1,2-二氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	560	达标
1,4-二氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	20	达标

采样时间：2025 年 7 月 18 日，分析时间：2025 年 7 月 19 日									
监测项目	检测单位	BT7			BT8			标准 限值	达标 情况
		0-50cm	50-150cm	150-300cm	0-50cm	50-150cm	150-300cm		
乙苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	28	达标
苯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1290	达标
甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1200	达标
间二甲苯+对二甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	570	达标
邻二甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	640	达标
硝基苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	76	达标
苯胺	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	260	达标
2-氯酚	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2256	达标
苯并[a]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
苯并[a]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
苯并[b]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
苯并[k]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	151	达标
蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1293	达标
二苯并[a,h]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
萘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70	达标
砷	mg/kg	6.44	5.43	6.1	2.8	2.89	3.66	60	达标
汞	mg/kg	0.21	0.082	0.199	0.214	0.108	0.121	38	达标
铜	mg/kg	54	44	56	23	53	39	18000	达标
镍	mg/kg	55	83	52	54	76	42	900	达标
铅	mg/kg	13.7	17.8	53.5	25.9	26.1	11.3	800	达标
镉	mg/kg	0.08	0.17	0.11	0.07	0.07	0.06	65	达标
六价铬	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.7	达标



采样时间：2025 年 7 月 18 日，分析时间：2025 年 7 月 19 日									
监测项目	检测单位	BT7			BT8			标准 限值	达标 情况
		0-50cm	50-150cm	150-300cm	0-50cm	50-150cm	150-300cm		
氯离子	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
氟化物	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
硫化物	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
铊	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
铍	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	29	达标
钡	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
锌	mg/kg	132	130	141	104	116	106	/	/
锰	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
pH 值	无量纲	6.72	6.83	6.15	6.44	6.45	6.7	/	/
含水率	%	14.3	14.3	16.7	15.7	17.9	14.2	/	/
锡	mg/kg	0.096	0.088	0.086	0.066	0.058	0.061	/	/
硒	mg/kg	0.87	0.92	0.89	0.78	0.75	0.74	/	/
二噁英	ngTEQ/kg	1.8	0.49	0.85	0.20	0.76	0.92	40	达标

表 5.6- 12 建设用地（第二类用地）监测及评价结果一览表（BT9、BT10）

采样时间：2025 年 7 月 18 日，分析时间：2025 年 7 月 19 日									
监测项目	检测单位	BT9			BT10			标准 限值	达标 情况
		0-50cm	50-150cm	150-300cm	0-50cm	50-150cm	150-300cm		
四氯化碳	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
氯仿	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	达标
氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	37	达标
1,1-二氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9	达标
1,2-二氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	达标
1,1-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	66	达标
顺-1,2-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	596	达标
反-1,2-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	54	达标
二氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	616	达标
1,2-二氯丙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	达标
1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10	达标
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.8	达标
四氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	53	达标
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	840	达标
1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
三氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.43	达标
苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	达标
氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	270	达标
1,2-二氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	560	达标

采样时间：2025 年 7 月 18 日，分析时间：2025 年 7 月 19 日									
监测项目	检测单位	BT9			BT10			标准 限值	达标 情况
		0-50cm	50-150cm	150-300cm	0-50cm	50-150cm	150-300cm		
1,4-二氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	20	达标
乙苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	28	达标
苯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1290	达标
甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1200	达标
间二甲苯+对二甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	570	达标
邻二甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	640	达标
硝基苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	76	达标
苯胺	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	260	达标
2-氯酚	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2256	达标
苯并[a]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
苯并[a]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
苯并[b]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
苯并[k]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	151	达标
蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1293	达标
二苯并[a,h]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
萘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70	达标
砷	mg/kg	6.02	5.96	5.18	4.80	5.32	5.11	60	达标
汞	mg/kg	0.054	0.050	0.061	0.205	0.161	0.091	38	达标
铜	mg/kg	40	30	39	58	49	60	18000	达标
镍	mg/kg	34	40	42	48	76	89	900	达标
铅	mg/kg	40.3	10.8	23.6	25.3	35.1	25.0	800	达标

采样时间：2025 年 7 月 18 日，分析时间：2025 年 7 月 19 日									
监测项目	检测单位	BT9			BT10			标准 限值	达标 情况
		0-50cm	50-150cm	150-300cm	0-50cm	50-150cm	150-300cm		
镉	mg/kg	0.08	0.05	0.04	0.05	0.03	0.03	65	达标
六价铬	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.7	达标
氯离子	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
氟化物	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
硫化物	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
铊	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
铍	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	29	达标
钡	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
锌	mg/kg	116	122	150	155	134	182	/	/
锰	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
pH 值	无量纲	6.08	6.02	6.76	6.70	6.91	6.58	/	/
含水率	%	17.0	14.9	15.8	15.1	17.8	14.4	/	/
锡	mg/kg	0.174	0.126	0.138	0.137	0.116	0.143	/	/
硒	mg/kg	0.75	0.73	0.71	0.66	0.61	0.58	/	/
二噁英	ngTEQ/kg	1.2	2.2	5.6	0.42	0.45	0.033	40	达标

表 5.6- 13 建设用地（第二类用地）监测及评价结果一览表（BT11）

采样时间：2025 年 7 月 18 日，分析时间：2025 年 7 月 19 日						
监测项目	检测单位	BT11			标准 限值	达标 情况
		0-50cm	50-150cm	150-300cm		
四氯化碳	mg/kg	ND	ND	ND	2.8	达标
氯仿	mg/kg	ND	ND	ND	0.9	达标
氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	37	达标
1,1-二氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	9	达标
1,2-二氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	5	达标
1,1-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	66	达标
顺-1,2-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	596	达标
反-1,2-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	54	达标
二氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	616	达标
1,2-二氯丙烷	mg/kg	ND	ND	ND	5	达标
1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	10	达标
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	6.8	达标
四氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	53	达标
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	840	达标
1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	2.8	达标
三氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	2.8	达标
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	ND	ND	ND	0.5	达标
氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	0.43	达标
苯	mg/kg	ND	ND	ND	4	达标
氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	270	达标
1,2-二氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	560	达标
1,4-二氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	20	达标
乙苯	mg/kg	ND	ND	ND	28	达标
苯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	1290	达标
甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	1200	达标
间二甲苯+对二甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	570	达标
邻二甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	640	达标
硝基苯	mg/kg	ND	ND	ND	76	达标
苯胺	mg/kg	ND	ND	ND	260	达标
2-氯酚	mg/kg	ND	ND	ND	2256	达标
苯并[a]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	15	达标
苯并[a]芘	mg/kg	ND	ND	ND	1.5	达标
苯并[b]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	15	达标
苯并[k]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	151	达标
蒽	mg/kg	ND	ND	ND	1293	达标
二苯并[a,h]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	1.5	达标
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	ND	ND	ND	15	达标
萘	mg/kg	ND	ND	ND	70	达标
砷	mg/kg	5.68	4.18	4.20	60	达标
汞	mg/kg	0.100	0.160	0.077	38	达标

采样时间：2025 年 7 月 18 日，分析时间：2025 年 7 月 19 日						
监测项目	检测单位	BT11			标准 限值	达标 情况
		0-50cm	50-150cm	150-300cm		
铜	mg/kg	48	32	24	18000	达标
镍	mg/kg	50	75	80	900	达标
铅	mg/kg	46.6	29.1	27.8	800	达标
镉	mg/kg	0.06	0.09	0.08	65	达标
六价铬	mg/kg	ND	ND	ND	5.7	达标
氯离子	mg/kg	ND	ND	ND	/	/
氟化物	mg/kg	ND	ND	ND	/	/
硫化物	mg/kg	ND	ND	ND	/	/
铊	mg/kg	ND	ND	ND	/	/
铍	mg/kg	ND	ND	ND	29	达标
钡	mg/kg	ND	ND	ND	/	/
锌	mg/kg	124	114	122	/	/
锰	mg/kg	ND	ND	ND	/	/
pH 值	无量纲	6.28	6.16	6.94	/	/
含水率	%	17.1	15.2	16.5	/	/
锡	mg/kg	0.046	0.048	0.051	/	/
硒	mg/kg	0.63	0.61	0.59	/	/
二噁英	ngTEQ/kg	0.24	0.027	0.032	40	达标

表 5.6- 14 农用地监测因子监测及评价结果一览表

采样时间：2025 年 7 月 31 日，分析时间：2025 年 8 月 1 日					
风险筛选值（mg/kg）					
监测项目	BT2	标准限值 (5.5<pH≤6.5) 其他	BT3	标准限值 (6.5<pH≤7.5) 水田	达标 情况
	0~0.2m		0~0.2m		
pH 值（无量纲）	6.34	/	6.62	/	/
氯离子	ND	/	ND	/	/
总氟化物	ND	/	ND	/	/
硫化物	ND	/	ND	/	/
总砷	4.45	40	5.47	25	达标
总汞	0.056	1.8	0.134	0.6	达标
镉	0.16	0.3	0.14	0.6	达标
六价铬	ND	/	ND	/	/
铜	45	50	40	100	达标
铅	34.4	150	35.0	140	达标
锌	166	200	122	250	达标
镍	60	70	44	100	达标
铊	ND	/	ND	/	/
铍	ND	/	ND	/	/
钡	ND	/	ND	/	/

采样时间：2025 年 7 月 31 日，分析时间：2025 年 8 月 1 日					
风险筛选值 (mg/kg)					
监测项目	BT2	标准限值 (5.5<pH≤6.5) 其他	BT3	标准限值 (6.5<pH≤7.5) 水田	达标 情况
	0~0.2m		0~0.2m		
锰	ND	/	ND	/	/
锡	0.066	/	0.063	/	/
硒	0.94	/	0.77	/	/
二噁英类 (ngTEQ/kg)	1.0	/	0.20	/	/

### (1)BT1、BT4、BT5、BT6 建设用地（第一类用地）监测结果评价

理化性质方面，四个点位 pH 值范围 6.63~6.91，接近中性，含水率 13.2%~15.7%，湿度适中；氯离子、氟化物、硫化物均未检出，锌、锰等元素含量处于自然背景值范围，无显著污染风险。

挥发性有机物监测的 28 项指标（含四氯化碳、苯系物、二噁英等）全部未检出，且远低于标准限值。其中，二噁英检测值 0.20~3.8ngTEQ/kg，虽接近部分限值但仍在安全范围，表明土壤未受挥发性有机物污染。

重金属监测中，砷、汞、铜、铅、镉等 9 项指标均达标，但镍在 BT4、BT5 点位含量（74~85mg/kg）相对接近限值（150mg/kg），铅在 BT1 点位（46.3mg/kg）略高于其他点位，需关注长期累积风险；六价铬、铊、铍均未检出，无稀有金属。

### (2)BT7~BT11 建设用地（第二类用地）监测结果评价

第二类建设用地（BT7~BT11）的监测显示，土壤环境质量总体良好。理化性质方面，各点位 pH 值在 6.02~6.94 之间，接近中性，含水率 14.2%~17.9%，湿度适中；氯离子、氟化物、硫化物均未检出，锌、锰等元素处于自然背景值范围，无显著盐分或硫污染风险。

挥发性有机物监测的 28 项指标（含四氯化碳、苯系物等）在所有点位均未检出，且远低于标准限值，表明土壤未受挥发性有机物污染。

重金属方面，砷、汞、铜、镍、铅、镉等指标均达标，其中镍在部分点位（如 BT8 的 50~150cm 层）含量较高，但未超限值，铅在 BT7 的 150~300cm 层达 53.5mg/kg，仍低于 800mg/kg 的标准，六价铬、铊、铍均未检出，无稀有金属污染风险。

二噁英检测值在 0.027~5.6ngTEQ/kg 之间，均低于 40ngTEQ/kg 的限值，虽 BT9 的 150~300cm 层达 5.6ngTEQ/kg，但风险可控。综合来看，土壤环境质量符

合第二类用地要求，挥发性有机物与多数重金属风险低

### (3) BT2、BT3 农用地监测结果评价

理化性质上，BT2 与 BT3 点位 pH 值分别为 6.34、6.62，处于适宜农作物生长范围，且氯离子、总氟化物、硫化物均未检出，表明土壤基本理化性质稳定，未受明显不良因素干扰。

重金属方面，总砷、总汞、镉等指标在两处点位均低于对应风险筛选值且达标，说明土壤未遭受重金属显著污染，对周边生态环境及农产品安全威胁较小。

二噁英类物质，BT2 点位为 1.0ngTEQ/kg，BT3 点位为 0.20ngTEQ/kg，虽暂无明确标准判定，但含量处于较低水平，表述该区域受二噁英污染程度轻。

综合来看，该农用地监测点位环境质量状况良好，各项指标基本符合农业生产环境要求，对周边生态环境的不利影响极小。

### (4) 小结

综上所述，本次监测点位建设用地的监测指标均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类、第二类用地筛选值，农用地的监测指标均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）风险筛选值，项目周边土壤环境质量良好。

## 5.7 区域污染源调查

本项目位于福山循环经济产业园内，区域内的污染源包括园区自行投资建设的垃圾焚烧发电设施、生物质联合厌氧制沼发电、污水处理系统、炉渣和飞灰处理设施等、涵盖福山循环经济产业园投资建设的垃圾焚烧一、二期工程项目，广州东部固体资源再生中心（福山循环经济产业园）污水处理厂一期工程项目、广州东部固体资源再生中心废弃物食用油脂处理项目等；园区外的污染源主要是广州市兴丰填埋场、广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心（一期）项目、广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心（二期）项目（已批在建项目）等。

### （1）园区内项目

①福山循环经济产业园投资建设的垃圾焚烧一、二期工程、生物质综合处理厂一期工程、污水处理厂一期工程、生物质综合处理厂二期工程、污水处理厂二



期工程、废油脂处理项目、医疗废物处理项目、生活垃圾处理设施拟建项目。

②广州东部固体资源再生中心（福山循环经济产业园）污水处理厂一期工程  
设计污水处理规模为高浓度污水处理系统规模2250m<sup>3</sup>/d，低浓度污水处理系统  
1000m<sup>3</sup>/d，排放主要大气污染物为氨、硫化氢等恶臭污染物。

③广州东部固体资源再生中心（福山循环经济产业园）生物质综合处理厂二  
期和污水处理厂二期工程设计处理规模为餐饮垃圾1200t/d，禽畜尸体60t/d，污水  
处理规模为高浓度污水1400m<sup>3</sup>/d，浓缩液700t/d。排放主要大气污染物为恶臭污  
染物、挥发性有机物。

③广州东部固体资源再生中心废弃物食用油脂处理项目设计处理规模为废  
弃食用油脂120t/d，主要大气污染物为氨、硫化氢、甲硫醇、VOCs（非甲烷总烃）。

④福山循环经济产业园生活垃圾应急综合处理项目医疗废物协同处置设施  
建设5条10t/d（最大处理规模为15t/d）的医疗废物高温蒸汽消毒灭菌生产线及  
1条10t/d的医疗废物热解焚烧线，主要大气污染物为氨、硫化氢、挥发性有机  
物、二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、氟化氢、氯化氢、重金属及二噁英。

⑤广州东部工业固废处置项目处置危险废物78000t/a，采用热处理、物化处  
理以及综合利用，涉及《国家危险废物名录》（2016）16大类。热处置线外收  
危险废物4万t/a，建设一条组织量为外部3万t/a，内部二次危废4511.25t/a的  
回转窑处理系统以及一条处置外部危险废物1万t/a、内部灰渣6288.6t/a的等离  
子熔融炉处理系统。主要大气排放污染物有烟尘、二氧化硫、氮氧化物、重金属、  
二噁英等。

⑥广州东部固体资源再生中心（福山循环经济产业园）生物质综合处理厂一  
期工程设计处理餐厨垃圾400t/d、厨余垃圾600t/d、死禽畜尸体40t/d、粪便1000t/d，  
排放主要大气污染物有恶臭污染物、挥发性有机物。

## （2）园区外部项目

离项目选址西南方约2.26km处的广州市兴丰生活垃圾卫生填埋场、广州市兴  
丰应急填埋场以及广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心，目前均在运  
营中。

①广州市兴丰生活垃圾卫生填埋场现阶段已填满中期覆盖，年排放废水  
60.79万t，运营期间会产生臭气对本项目周边环境空气造成影响。

②广州市兴丰应急填埋场现阶段填埋规模约4600t/d，年排放废水16.91万t，运营期间会产生臭气对本项目周边环境空气造成影响。

③广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心（一期）项目主要接受重金属污染土壤24万吨/年、有机污染土壤3.75万吨/年和重金属—有机复合污染土壤11.253.75万吨/年，接收土方总量为39万吨/年。运营期主要大气污染物为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、二噁英、VOCs。

④广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心（二期）项目将一期有机暂存间改建为化学氧化处理和常温解吸车间（增加化学氧化处理规模为8万吨/年，常温解吸处理规模为1万吨/年）；通过增加ALLU斗设备将现有固化稳定化处理规模由30万吨/年增加至33万吨/年。目建成后，各类土壤修复工艺合计设备处理规模由一期的52万吨/年提升至64万吨/年，对应全厂最大污染土壤处理量由39万吨/年提升至61.5万吨/年（其中含重金属污染土37.5万吨/年、含有机污染土24万吨/年）。运营期主要大气污染物为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、二噁英、VOCs。

表5.7-1项目周边污染源调查一览表（点源）

项目	污染源名称	排放参数				污染物源强（kg/h）															备注
		烟囱高度m	内径m	烟气量m <sup>3</sup> /h	温度℃	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	HCl	Pb+Sb+As+Cr+Co+Cu+Mn+Ni	Hg	Cd+Tl	二噁英类（mg/h）	VOCs	苯	甲苯	二甲苯	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	甲硫醇	
生物质综合处理厂一期	P1	25	1.5	36968	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.031	0.0016		已投产
	P2	30	1.5	23687	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.021	0.0012		
	P3	25	1.5	27853	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.023	0.0014		
	P4	25	1.2	8036	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.0066	0.00033		
	P5	30	1.2	40072	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.034	0.0095		
	P6	25	1.0	36769	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.029	0.0016		
	P7	30	1.2	59482	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.048	0.0022		
	P8	25	0.35	4100	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.0038	0.00015		
污水处理厂一期	P1	15	0.9	75795	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.024	0.00142		

项目	污染源名称	排放参数				污染源强 (kg/h)															备注
		烟囱高度 m	内径 m	烟气量 m³/h	温度℃	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	HCl	Pb+Sb+As +Cr+Co+Cu+Mn+Ni	Hg	Cd+Tl	二噁英类 (mg/h)	VOCs	苯	甲苯	二甲苯	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	甲硫醇	
生物质综合处理厂二期及污水处理厂二期	P1	21.5	2.2	320000	25	/	/	/	/	/	/	/	/	0.319	/	/	/	0.046	0.008	0.00003	已投产
	P2	22	1.8	100000	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.017	0.004	0.00001	
	P3	15	1.2	45000	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.005	0.0006	/	

项目	污染源名称	排放参数				污染物源强 (kg/h)															备注
		烟囱高度 m	内径 m	烟气量 m³/h	温度℃	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	HCl	Pb+Sb+As +Cr+Co+Cu+Mn+Ni	Hg	Cd+Tl	二噁英类 (mg/h)	VOCs	苯	甲苯	二甲苯	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	甲硫醇	
废弃食用油脂处理项目	P1	28.8	1.8	100000	25	/	/	/	/	/	/	/	/	0.132	/	/	/	0.037	0.007	0.00002	已投产
医疗废物处理项目	P1	15	1	30000	25	/	/	0.204	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.003	0.0003	/	已批在建
	P2	15	1	24000	25	/	/	0.136	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.002	0.0002	/	
	P3	65	0.6	6272	130	0.63	1.57	0.19	0.38	0.003	0.0003	0.0003	0.003	/	/	/	/	/	/	/	

项目	污染源名称	排放参数				污染源强 (kg/h)															备注
		烟囱高度 m	内径 m	烟气量 m³/h	温度℃	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	HCl	Pb+Sb+As +Cr+Co+Cu+Mn+Ni	Hg	Cd+Tl	二噁英类 (mg/h)	VOCs	苯	甲苯	二甲苯	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	甲硫醇	
广州市兴丰生活垃圾卫生填埋场	沼气发电1	15	0.4	18402	15	1.84	8.25	0.18	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	已投产
	沼气发电2	15	0.4	18402	15	3.84	17.28	0.38	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心	01	15	1.0	35000	25	/	/	0.057	/	/	/	/	/	0.0005	/	/	/	/	/	/	已投产
	02	15	1.0	30000	25	/	/	0.0188	/	/	/	/	/	0.0005	/	/	/	/	/	/	
	03	25	1.2	60000	25	1.300	1.9838	0.1134	/	/	/	/	0.000096	0.1031	/	/	/	/	/	/	
	04	15	1.0	35000	25	/	/	0.0371	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	05	15	1.0	35000	25	/	/	0.0127	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

表5.7-2项目周边污染源调查一览表（面源）

项目	污染源名称	排放参数（m）	污染物源强（kg/h）										备注
			PM <sub>10</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	甲硫醇	HCl	VOCs	硫酸雾	苯	甲苯	二甲苯	
生物质综合处理厂一期	生产区	26×22.5×5	/	0.01255	0.001404	/	/	/	/	/	/	/	已投产
污水处理一期	生产区	10×5.5×2.5	/	0.00118	0.000132	/	/	/	/	/	/	/	已投产
生物质综合处理厂二期和污水处理厂二期	餐饮垃圾处理综合车间	86.7×101.44×12	/	0.164	0.028	0.00009	/	0.375	/	/	/	/	已投产
	死禽畜处理车间	55.4×24×9.5	/	0.062	0.013	0.00003	/	/	/	/	/	/	
	污水处理站	169.2×19.7×10	/	0.01	0.0012	/	/	/	/	/	/	/	
废油脂处理项目	生产车间	56×26×6.5	/	0.083	0.015	/	/	/	/	/	/	/	已投产

项目	污染源名称	排放参数 (m)	污染物源强 (kg/h)										备注
			PM <sub>10</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	甲硫醇	HCl	VOCs	硫酸雾	苯	甲苯	二甲苯	
医废处理项目	生产车间	84.9×28×2.5	/	0.003	0.0002	/	/	/	/	/	/	/	已批 在建
广州市兴丰生活垃圾填埋场（含卫生、应急填埋场及土壤集中治理项目）	填埋场区面源	816×499×5	1.8858	0.72	0.047	/	/	0.0003	/	/	/	/	已投 产
	渗滤液调节池面源	200×100×10	/	0.0858	0.0096	/	/	/	/	/	/	/	



## 6 环境影响预测与评价

### 6.1 环境空气影响预测与评价

本次评价采用广州国家基本气象站（区站号：59287，经纬度：113.4833°E，23.2167°N，海拔 70.7m，距离项目约 8.8km）的 2004—2023 年统计气象资料和 2023 年连续一年的逐时、逐次的常规气象观测资料，作为预测所需的气象资料。

表 6.1-1 广州气象站近 20 年的主要气候资料统计表

统计项目		统计值	极值出现时间	极值
多年平均气温（℃）		22.4	/	/
累年极端最高气温（℃）		37.7	2004-07-01	39.1
累年极端最低气温（℃）		3.3	2021-1-1	1.1
多年平均气压（hPa）		1006.1	/	/
多年平均相对湿度（%）		76.3	/	/
多年平均降雨量（mm）		2009.1	2018-6-8	2937.6
灾害天气统计	多年平均沙暴日数（d）	0.0		
	多年平均雷暴日数（d）	77.6		
	多年平均冰雹日数（d）	0.1		
	多年平均大风日数（d）	2.8		
多年实测极大风速（m/s）、相应风向		27.7	2018-09-16	27.7NE
多年平均风速（m/s）		2		
多年主导风向、风向频率（%）		N		

（1）气象站风观测数据统计

①风向特征

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如下图所示，广州气象站主要风向为 N 风向，占到全年 22.0%左右。

表 6.1-2 广州气象站年风向频率统计（单位%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
频率	22.0	8.5	4.9	4.8	5.1	4.7	8.8	7.0	4.9	2.2	1.4	1.0	1.2	1.8	5.7	14.1	1.9

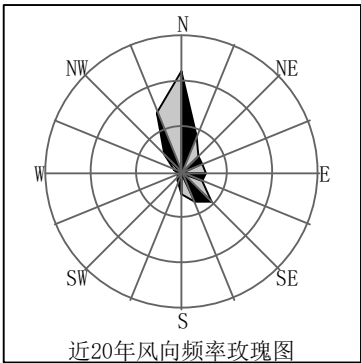


图 6.1-1 气象站风向玫瑰图（统计年限：2004—2023 年）

②月平均风速

广州气象站月平均风速如表 6.1-3，12 月平均风速最大（2.3 米/秒），8、9 月风速最小（1.7 米/秒）。

表 6.1-3 广州气象站月平均风速统计（单位 m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均风速	2.2	2.1	2	1.9	1.9	1.9	2	1.7	1.7	2	2	2.3

6.1.1 区域气象资料分析

根据广州气象站 2023 年气象资料，对 2023 年逐日地面常规观测资料进行分析，结果如下：

（1）温度

广州气象站 2023 年月平均气温变化情况见下表。

表 6.1-4 广州气象站 2023 年气温平均月变化表（℃）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
温度（℃）	13.93	17.19	19.28	22.58	26.03	28.20	29.61	28.44	27.30	23.85	19.97	15.13

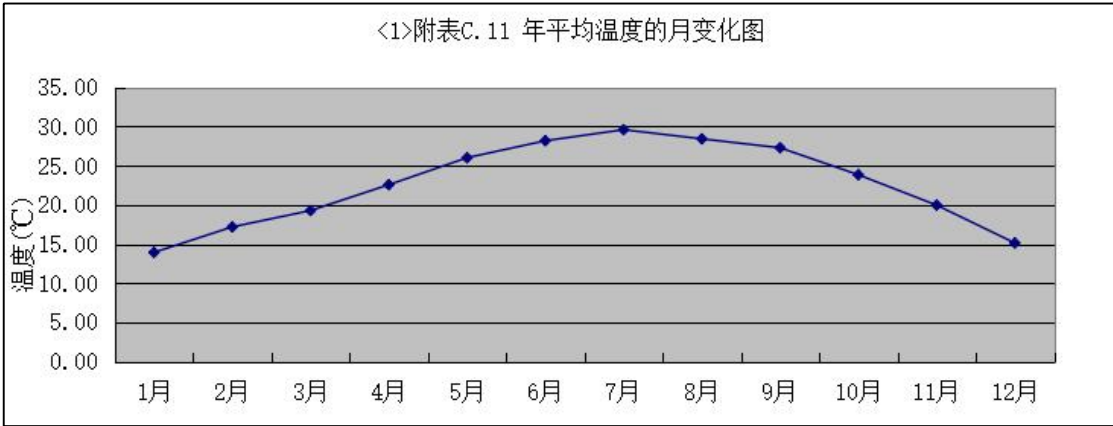


图 6.1-2 广州 2023 年平均温度的月变化图

(2) 风速

广州气象站 2023 年平均风速随月份的变化情况见下表，年平均风速变化曲线见下图。

表 6.1-5 广州气象站 2023 年风速平均月变化表

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
风速 (m/s)	2.49	2.08	2.07	1.93	2.02	1.64	2.16	1.52	1.59	2.06	2.00	2.27

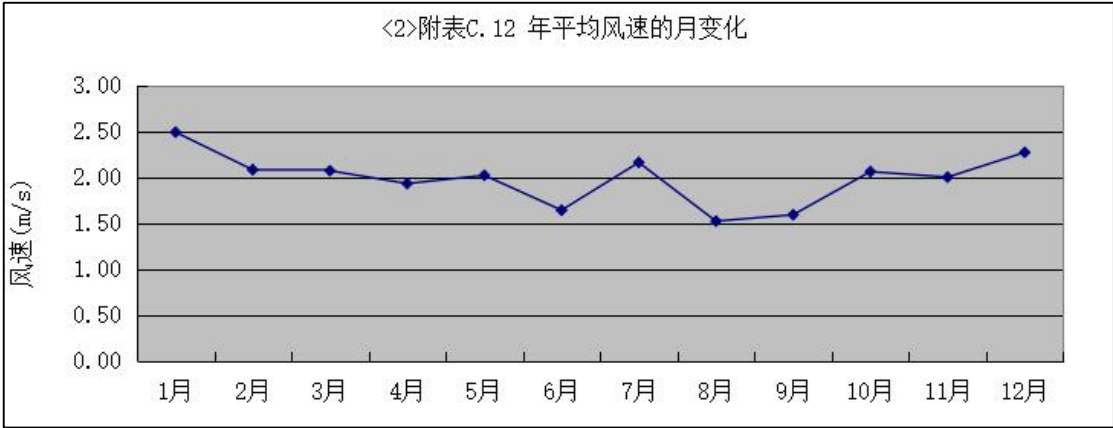


图 6.1-3 广州 2023 年平均风速的月变化图

广州气象站 2023 年季小时平均风速日变化情况见下表。季小时平均风速日变化曲线见下图。

表 6.1-6 广州气象站 2023 年季小时风速的日变化表

风速 (m/s) \ 小时 (h)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
春季	1.82	1.73	1.73	1.70	1.70	1.66	1.65	1.63	1.78	1.91	2.08	2.19
夏季	1.67	1.63	1.63	1.59	1.59	1.57	1.55	1.52	1.63	1.71	1.83	1.89
秋季	1.79	1.78	1.78	1.77	1.80	1.77	1.77	1.76	1.83	1.90	1.99	2.05
冬季	2.15	2.11	2.11	2.09	2.10	2.07	2.05	2.03	2.15	2.25	2.39	2.48
风速 (m/s) \ 小时 (h)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
春季	2.34	2.48	2.43	2.37	2.34	2.27	2.23	2.17	2.10	2.02	1.97	1.88
夏季	2.00	2.08	2.05	1.99	1.97	1.90	1.87	1.82	1.81	1.77	1.78	1.68
秋季	2.13	2.20	2.14	2.06	2.01	1.92	1.86	1.78	1.79	1.76	1.78	1.77
冬季	2.60	2.70	2.64	2.55	2.51	2.41	2.36	2.28	2.25	2.20	2.20	2.18

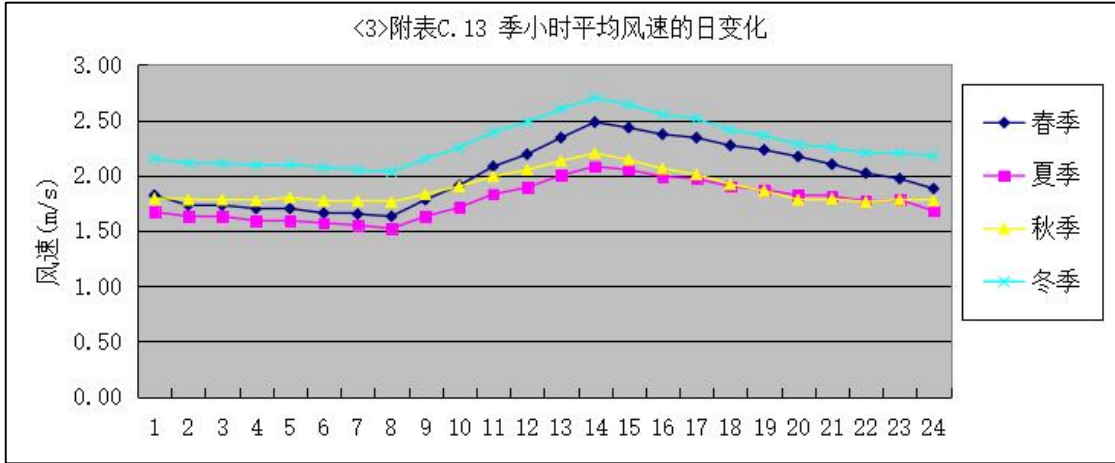


图 6.1-4 广州季小时平均风速的日变化图

(3) 风向和风频

年均风频月变化见表 6.1-7，年均风频的季变化及年均风频见表 6.1-8。

表 6.1-7 广州气象站 2023 年平均风频月变化表

风频 (%) \ 风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
一月	23.66	0.94	0.81	4.30	2.42	5.65	2.15	3.63	5.24	1.48	4.03	2.55	3.36	3.90	9.95	25.94	0.00
二月	17.71	1.79	1.19	2.53	3.13	4.91	4.02	5.06	7.74	2.68	5.21	3.27	6.10	6.85	8.33	19.49	0.00
三月	14.65	0.94	1.48	2.55	2.55	3.49	5.24	11.16	11.69	2.55	3.23	2.42	4.17	3.90	4.70	25.27	0.00
四月	7.36	1.53	1.81	3.33	9.44	8.75	13.19	16.39	6.11	2.64	2.78	2.50	3.33	4.44	3.75	12.64	0.00
五月	6.99	2.02	1.88	4.44	6.05	6.45	9.81	20.97	12.23	3.09	2.55	2.55	2.15	4.44	5.24	9.14	0.00
六月	3.75	2.08	4.31	7.50	10.28	9.31	9.03	10.28	12.64	4.31	4.03	3.19	5.69	2.92	4.31	6.39	0.00
七月	5.65	2.28	2.96	3.90	9.41	5.11	8.20	12.23	19.22	5.51	2.15	2.42	4.03	2.69	3.36	10.89	0.00
八月	8.47	1.48	2.02	4.17	6.59	5.51	4.44	8.47	9.68	6.85	5.78	5.65	7.66	5.91	4.30	13.04	0.00
九月	9.58	1.94	2.64	4.17	7.64	6.39	4.31	2.64	5.14	3.19	3.47	3.89	5.28	6.39	11.39	21.94	0.00
十月	24.46	2.42	1.34	4.44	2.55	4.17	1.61	2.15	3.90	1.75	4.03	1.88	3.63	2.82	4.17	34.68	0.00
十一月	23.61	0.42	0.69	2.78	1.11	2.78	0.97	2.50	4.44	2.08	3.47	2.92	4.31	5.56	7.08	35.28	0.00
十二月	19.89	0.40	1.21	3.76	1.88	4.30	0.81	3.09	5.65	1.75	3.76	2.42	4.03	4.30	5.78	36.96	0.00

表 6.1-8 年平均风频季变化及年均风频统计表

风频 (%) \ 风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春季	9.69	1.49	1.72	3.44	5.98	6.20	9.38	16.17	10.05	2.76	2.85	2.49	3.22	4.26	4.57	15.72	0.00
夏季	5.98	1.95	3.08	5.16	8.74	6.61	7.20	10.33	13.86	5.57	3.99	3.76	5.80	3.85	3.99	10.14	0.00
秋季	19.28	1.60	1.56	3.80	3.75	4.44	2.29	2.43	4.49	2.34	3.66	2.88	4.40	4.90	7.51	30.68	0.00
冬季	20.51	1.02	1.06	3.56	2.45	4.95	2.27	3.89	6.16	1.94	4.31	2.73	4.44	4.95	8.01	27.73	0.00
全年	13.81	1.52	1.86	4.00	5.25	5.56	5.31	8.24	8.66	3.16	3.70	2.97	4.46	4.49	6.00	21.00	0.00

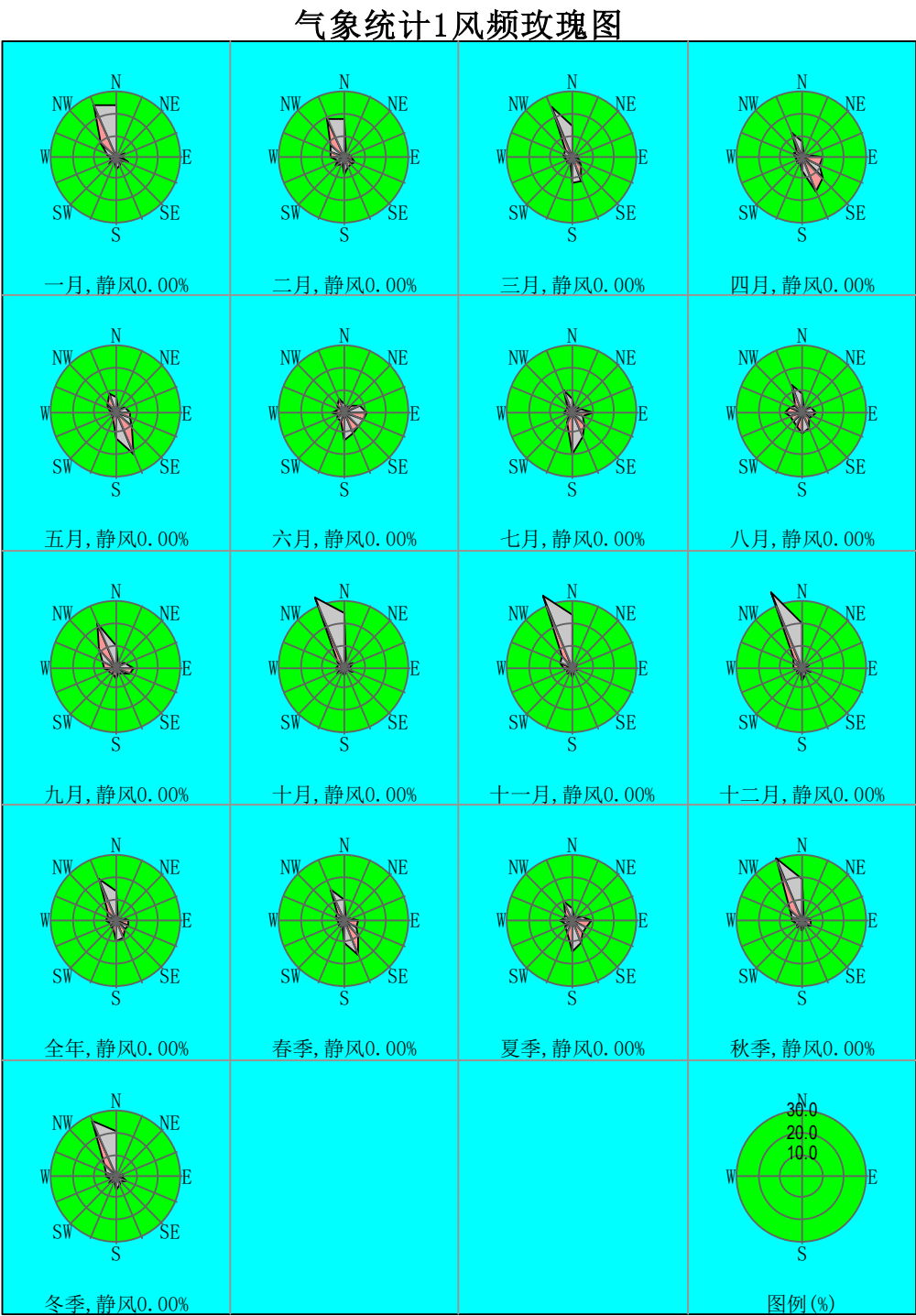


图 6.1-5 广州气象站 2023 年各月、季及年均风频玫瑰图

6.1.2 大气评价因子及污染物源强

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），按 HJ2.1 或 HJ130 的要求识别大气环境影响因素，并筛选出大气环境影响评价因子。大气环境影响评价因子主要为项目在正常工况下排放的基本污染物及其他污染物。根据工程分析，项目改扩建后主要大气污染源包括飞灰投料过程产生的粉尘和水洗脱氯反应

罐产生的氨气，以及漂洗废水去除重金属调节 pH 产生的氯化氢挥发性气体，经过相应的废气处理设施后分别由物化车间顶层的 9#（粉尘）、3#排放口（氨、氯化氢）在 25m 的高空有组织排放；另外，还有物化车间 4 层飞灰水洗反应罐、氨气和除重金属反应罐的氯化氢的无组织排放。本改扩建项目大气环境影响评价等级判定选取点源排气筒 9#、3#及面源物化车间进行估算判断，评价因子为  $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{NH}_3$ 、Pb、Hg、Cd、As、二噁英，评价标准见下表 6.1-9。

表 6.1-9 评价因子及评价标准

评价因子	平均时段	标准值 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	标准来源
$\text{PM}_{10}$	1 小时 平均	450	根据 GB3095-2012 表 1 的颗粒物（粒径小于等于 $10\mu\text{m}$ ）24 小时平均值的 3 倍计算
$\text{NH}_3$		200	《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D
HCl		50	《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D
Pb		3.0	根据 GB3095-2012 表 2 的 Pb 年平均值的 6 倍计算
Hg		0.30	根据 GB3095-2012 表 A.1 的 Hg 年平均值的 6 倍计算
Cd		0.03	根据 GB3095-2012 表 A.1 的 Cd 年平均值的 6 倍计算
As		0.036	根据 GB3095-2012 表 A.1 的 As 年平均值的 6 倍计算
二噁英		0.0000036	根据日本《二噁英对策特别措施法》的二噁英年平均值的 6 倍计算

注：根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），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。

按照工程分析中得出的改扩建后大气污染源强结果，作为本次环评估算模型计算的依据，相关污染排放参数见表 6.1-10、表 6.1-11。

表 6.1-10 点源参数表

污染源名称	排气筒底部中心坐标/m		排气筒底部海拔/m	排气筒高度/m	排气筒出口内径/m	烟气流量(Nm <sup>3</sup> /h)	烟气温度/°C	排放小时数	排放工况	污染物排放速率/(kg/h)							
	X	Y								PM <sub>10</sub>	NH <sub>3</sub>	HCl	Pb	Hg	Cd	As	二噁英
9#	150	-25	205	25	0.35	4000	35	41.66	正常	0.023	/	/	1.01E-05	3.60E-07	2.09E-06	2.81E-06	2.97E-12
3#	144	-19	205	25	0.5	10000	35	266.67	正常	/	0.013	/	/	/	/	/	/
3#	144	-19	205	25	0.5	10000	35	266.67	正常	/	/	0.004	/	/	/	/	/

表 6.1-11 项目面源参数表

名称	中心坐标/m		海拔/m	面源长度 (m)	面源宽度 (m)	面源有效排放高度 (m)	污染物排放速率 (kg/h)		
	X	Y					PM <sub>10</sub>	NH <sub>3</sub>	氯化氢
物化车间	95	-11	205	50	24	13	0.023	0.0018	/
						9	/	/	0.001

注：物化车间面源氨气有效排放高度取自 4 楼飞灰水洗反应罐、除重金属反应罐区域的窗户对外排放高度。氯化氢取自 3 楼药剂间的窗户对外排放高度



### 6.1.3 预测模型及预测参数的选取

#### (1) 预测模式

根据《环境影响技术导则》(HJ2.2-2018)，采用大气估算模式 AERSCREEN 估算在排放源下风向主要污染物的落地浓度分布情况。估算模型预测以项目西北角为原点 (0,0)，该点经纬度为 23.28452N, 113.50424E，采用两点距离法进行定位。以正东方向为 X 轴正方向，正北方为 Y 轴正方向，建立本次大气预测坐标系。

#### (2) 预测参数设置

表 6.1-12 估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数 (城市选项时)	/
最高环境温度/°C		39.1
最低环境温度/°C		1.1
土地利用类型		落叶林
区域湿度条件		潮湿
是否考虑地形	考虑地形	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	地形数据分辨率/m	90
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
	岸线距离/km	/
	岸线方向/°	/

筛选气象：项目所在地的气温记录最低 1.1°C，最高 39.1°C，允许使用的最小风速默认为 0.5m/s，测风高度 10m，地表摩擦速度  $U^*$  不进行调整。

地面特征参数：不对地面分扇区；地面时间周期按季；AERMET 通用地表类型选为落叶林，具体见；AERMET 通用地表湿度为潮湿气候；粗糙度按 AERMET 城市地表类型选取通用地表类型。

计算参数：计算起始距离由 10m 起开始计算。

表 6.1-13 估算模式地表参数选取

序号	扇区	时段	正午反照率	BOWEN	粗糙度
1	0-360	冬季 (12、1、2 月)	0.12	0.4	0.8
2	0-360	春季 (3、4、5 月)	0.12	0.3	1
3	0-360	夏季 (6、7、8 月)	0.12	0.2	1.3
4	0-360	秋季 (9、10、11 月)	0.12	0.4	0.8

地形参数：本次评价使用的地形数据通过 AERMOD 软件从 <http://srtm.csi.cgiar.org/> 网站下载，东西向网格间距：3 (秒)；南北向网格间距：3 (秒)；数据分辨率符合导则要求。高程最小值：-65(m)、高程最大值：750(m)。

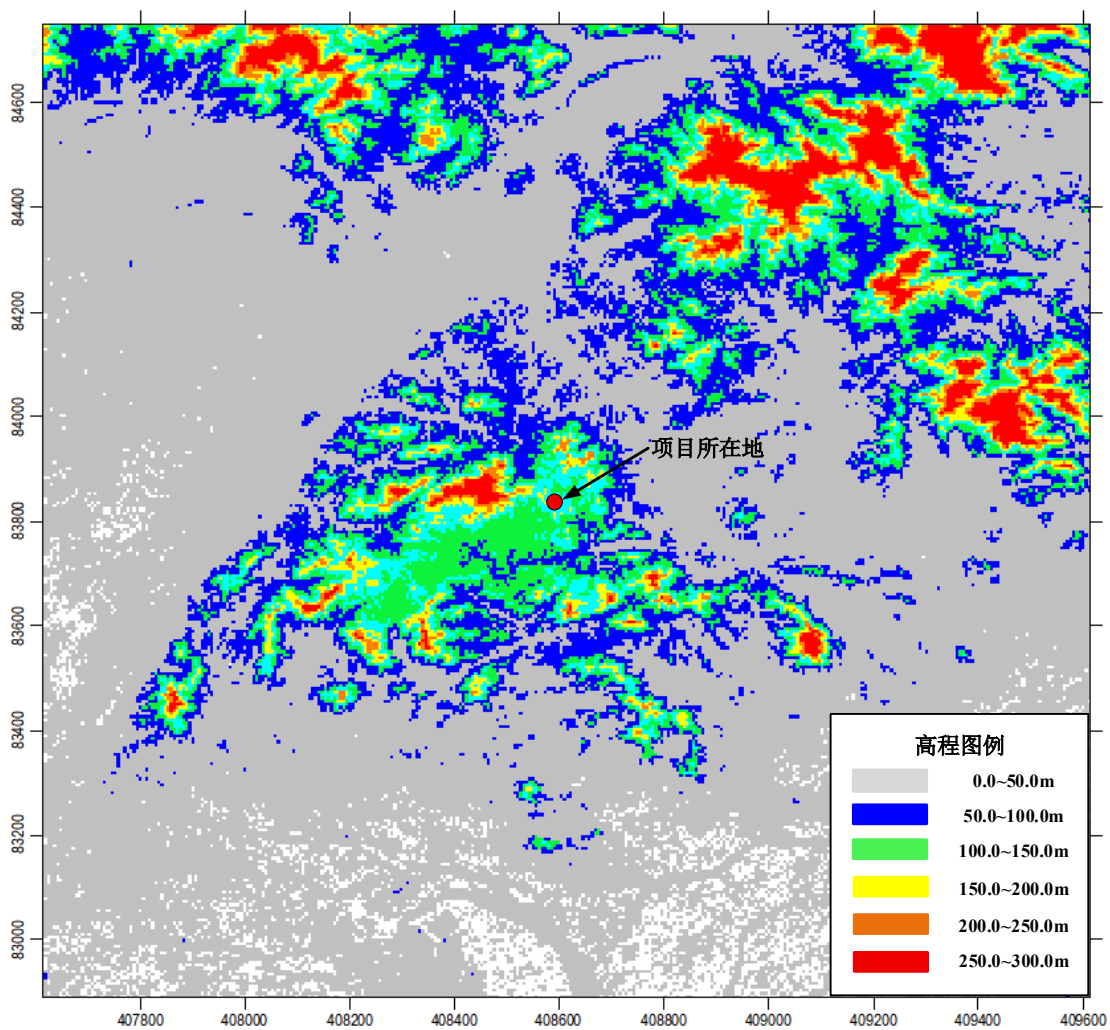


图 6.1-6 项目所在区域地形等高线示意图

### 6.1.4 估算模式预测结果

表 6.1- 14 污染源估算模型计算结果表（排气筒 9#）

下风向距离 /m	排气筒 9#											
	PM <sub>10</sub>		Pb		Hg		Cd		砷		二噁英	
	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%
10	1.11E-04	0.02	4.86E-08	0	1.73E-09	0	1.01E-08	0.03	3.41E-10	0	1.43E-14	0
50	2.37E-03	0.53	1.04E-06	0.03	3.72E-08	0.01	2.16E-07	0.72	7.31E-09	0.02	3.06E-13	0.01
100	2.13E-03	0.47	9.36E-07	0.03	3.34E-08	0.01	1.94E-07	0.65	6.56E-09	0.02	2.75E-13	0.01
200	9.35E-04	0.21	4.11E-07	0.01	1.46E-08	0	8.50E-08	0.28	2.88E-09	0.01	1.21E-13	0
300	6.98E-04	0.16	3.07E-07	0.01	1.09E-08	0	6.35E-08	0.21	2.15E-09	0.01	9.02E-14	0
500	5.51E-04	0.12	2.42E-07	0.01	8.62E-09	0	5.00E-08	0.17	1.69E-09	0	7.11E-14	0
750	4.34E-03	0.96	1.91E-06	0.06	6.80E-08	0.02	3.95E-07	1.32	1.34E-08	0.04	5.61E-13	0.02
1000	4.54E-04	0.1	1.99E-07	0.01	7.11E-09	0	4.13E-08	0.14	1.4E-09	0	5.86E-14	0
1500	3.25E-04	0.07	1.43E-07	0	5.09E-09	0	2.96E-08	0.1	1.00E-09	0	4.20E-14	0
2500	2.22E-04	0.05	9.76E-08	0	3.48E-09	0	2.02E-08	0.07	6.84E-10	0	2.87E-14	0
下风向最大 质量浓度及 占标率%	6.06E-03	1.35	2.66E-06	0.09	9.48E-08	0.03	5.51E-07	1.84	1.87E-08	0.05	7.82E-13	0.02

下风向距离 /m	排气筒 9#											
	PM <sub>10</sub>		Pb		Hg		Cd		砷		二噁英	
	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%
最大质量浓度出现距离 /m	771		771		771		771		771		771	
D10%最远距离/m	/		/		/		/		/		/	
评价等级	二级		三级		三级		二级		三级		三级	

表 6.1- 15 污染源估算模型计算结果表（排气筒 3#）

下风向距离 /m	排气筒 3#			
	氨		氯化氢	
	预测质量浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%
10	4.41E-06	0	1.36E-06	0.00
50	2.40E-04	0.12	7.40E-05	0.15
100	2.88E-04	0.14	8.85E-05	0.18
200	4.11E-04	0.21	1.27E-04	0.25
300	2.78E-04	0.14	8.55E-05	0.17
500	1.88E-04	0.09	5.77E-05	0.12
750	2.44E-03	1.22	7.50E-04	1.50
1000	2.37E-04	0.12	7.29E-05	0.15
1500	1.47E-04	0.07	4.51E-05	0.09
2500	3.03E-04	0.15	9.31E-05	0.19
下风向最大 质量浓度及 占标率%	2.96E-03	1.48	9.11E-04	1.82
最大质量浓 度出现距离 /m	771		771	
D10%最远距 离/m	/		/	
评价等级	二级		二级	

表 6.1- 16 污染源估算模型计算结果表（面源）

下风向距离/m	物化车间 4 楼				物化车间 3 楼	
	氨		PM <sub>10</sub>		氯化氢	
	预测质量浓 度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量 浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质 量浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标 率%
10	8.90E-04	0.44	1.14E-02	2.53	8.95E-04	1.79
25	1.15E-03	0.57	1.47E-02	3.26	1.09E-03	2.19
100	5.92E-04	0.3	7.57E-03	1.68	6.19E-04	1.24

下风向距离/m	物化车间 4 楼				物化车间 3 楼	
	氨		PM <sub>10</sub>		氯化氢	
	预测质量浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%	预测质量浓度/ (mg/m <sup>3</sup> )	占标率%
500	2.30E-04	0.12	2.94E-03	0.65	2.16E-04	0.43
1000	1.43E-04	0.07	1.83E-03	0.41	1.10E-04	0.22
2500	6.90E-05	0.03	8.82E-04	0.20	3.78E-05	0.08
下风向最大质量浓度及占标率%	1.16E-03	0.58	1.48E-02	3.29	1.10E-03	2.20
最大质量浓度出现距离/m	26		26		27	
D10%最远距离/m	/		/		/	
评价等级	三级		二级		二级	

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），同一项目有多个污染源（两个及以上）时，则按各污染源分别确定评价等级，并取评价等级最高者作为项目的评价等级。采用（HJ2.2-2018）要求的 AERSCREEN 模式估算，本项目各个污染源的大气环境影响评价等级均为二级，因此本项目大气环境影响评价等级定为二级，二级评价项目不进行进一步预测与评价，只对污染物排放量进行核算。

#### 6.1.5 大气环境影响分析

##### （1）飞灰水洗投料过程产生的粉尘

根据章节 4.4.2 废气的源强分析可知，本项目在飞灰水洗投料过程会在投料料斗中产生投料粉尘。针对飞灰水洗投料过程产生的粉尘污染问题，采用“密闭+脉冲布袋”技术进行综合治理。根据《逸散性工业粉尘控制技术》要求，项目通过密闭料斗+负压抽风系统实现粉尘源头控制，将吨袋飞灰卸料过程置于微负压密闭环境中，使粉尘逸散系数控制在 0.02~0.48kg/t 范围内。在此基础上，含尘气体进入脉冲布袋除尘器，利用纤维滤袋拦截微细颗粒，结合脉冲喷吹实现高效清灰。经处理后，粉尘浓度由原始 570mg/m<sup>3</sup>降至 5.70mg/m<sup>3</sup>，排放速率为 0.023kg/h，完全满足《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准（排放浓

度 $\leq 120\text{mg/m}^3$ 、排放速率 $\leq 11.9\text{kg/h}$ ）。

另外，通过除尘系统收集的飞灰，重新回到投料系统。因此，本项目通过源头密闭、过程收集和末端深度处理的三级防控体系，粉尘外溢率趋近于零，因此本项目外排粉尘对周边环境空气的影响较小。

### （2）飞灰漂洗反应罐产生的氨气

本项目飞灰水洗过程中产生的氨气主要来源于飞灰中铵离子（ $\text{NH}_4^+$ ）的溶解与挥发。根据

《Recovery of ammonia and sulfate from waste streams and bioenergy production via bipolar bioelectrodialysis》研究，中国垃圾焚烧飞灰的  $\text{NH}_4^+$  含量通常为  $50\text{--}300\text{mg/kg}$ （即  $0.05\text{--}0.3\text{kg/t}$  飞灰），本项目采用低铵飞灰（ $0.05\text{kg/t}$ ），试验飞灰量  $200\text{t/a}$ ， $\text{NH}_4^+$  总量为  $10\text{kg}$ 。结合反应方程式（ $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3$ ），每  $1\text{mol NH}_4^+$  对应  $1\text{mol NH}_3$ ，经计算水洗液中  $\text{NH}_3$  理论产量为  $9.44\text{kg}$ ，按照最不利情况，即假设  $\text{NH}_4^+$  全部转化为  $\text{NH}_3$ ，且  $100\%$  以氨气形式逃逸进行估算，实际氨气产生量为  $9.44\text{kg}$ 。

由于氨气产生量较低（ $9.44\text{kg}$ ），且水洗反应在负压密闭反应罐内进行，收集效率可达  $95\%$ 。收集后的氨气通过“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”工艺处理，其中酸碱喷淋塔利用氨易溶于水的特性（1 体积水溶解约 700 体积氨）进行逆流吸收，再通过 UV 光解和活性炭吸附进一步去除残留污染物。该工艺处理效率可达  $90\%$  以上，最终排放浓度  $0.341\text{mg/m}^3$ ，远低于《恶臭污染物排放标准》

（GB14554-93）表 2 中  $14\text{kg/h}$  的限值。因此，本项目外排氨气对周边环境空气的影响较小。

### （3）重金属去除反应罐产生的氯化氢

项目使用  $30\%$  盐酸调节除重金属反应罐 pH，过程中会有氯化氢挥发。由于反应在负压密闭反应罐内开展，氯化氢收集效率较高。收集后的氯化氢通过“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”组合工艺进行处理，该处理工艺较为成熟，对氯化氢的处理效率可行，处理达标后的废气经  $25\text{m}$  高度的 3#排气筒排放。

从整体情况来看，有组织排放方面，项目针对氯化氢废气采取了针对性的处理措施，经过处理后，废气中氯化氢的浓度、排放速率等指标能够满足广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准要求。

无组织排放方面，确保桶盖密封良好，避免盐酸与空气接触，同时在药剂间

内设置局部排风系统，将挥发的盐酸气体及时排出，防止其在密闭空间内积累；定期检查盐酸桶的密封性，防止因老化或损坏导致泄漏，防止无组织排放对环境和人员健康造成潜在影响。通过合理的生产操作管理以及车间的密闭性等措施，无组织排放的氯化氢量较少，其排放浓度也远低于相关标准限值。综上所述，在正常工况下，项目对氯化氢废气的控制措施有效，对周边环境空气质量产生的不良影响较小。

#### 6.1.6 大气环境防护距离的确定

通过 AERSCREEN 模型筛选计算，项目无组织排放的氨气浓度预测值及占标率均较低，能够满足相关厂界无组织排放监控点浓度限值要求，无需设置大气环境防护距离。

#### 6.1.7 大气污染物排放量核算

表 6.1-17 大气污染物有组织排放量核算表

序号	排放口编号	污染物	核算排放浓度 (mg/m³)	核算排放速率 (kg/h)	核算年排放量 (t/a)
主要排放口					
/	/	/	/	/	/
一般排放口					
1	排放口 9#	颗粒物	5.7024	0.0228096	9.50E-07
2		铅及其化合物	2.53E-03	1.01E-05	4.22E-07
3		汞及其化合物	9.01E-05	3.60E-07	1.50E-08
4		镉及其化合物	5.22E-04	2.09E-06	8.71E-08
5		砷及其化合物	7.01E-04	2.81E-06	1.17E-07
6		二噁英	7.41E-10	2.97E-12	1.24E-13
7	排放口 3#	氨	0.340675278	1.28E-02	1.50E-11
8		氯化氢	0.352	3.52E-03	9.40E-04
一般排放口合计		颗粒物	5.7024	0.0228096	9.504E-07
		铅及其化合物	2.53E-03	1.01E-05	4.22E-07
		汞及其化合物	9.01E-05	3.60E-07	1.50E-08
		镉及其化合物	5.22E-04	2.09E-06	8.71E-08
		砷及其化合物	7.01E-04	2.81E-06	1.17E-07
		二噁英	7.41E-10	2.97E-12	1.24E-13
		氨	3.41E-01	1.28E-02	1.50E-11
		氯化氢	0.352	3.52E-03	9.40E-04



序号	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)
有组织排放总计					
有组织排放总计		颗粒物	5.70	2.28E-02	9.50E-07
		铅及其化合物	2.53E-03	1.01E-05	4.22E-07
		汞及其化合物	9.01E-05	3.60E-07	1.50E-08
		镉及其化合物	5.22E-04	2.09E-06	8.71E-08
		砷及其化合物	7.01E-04	2.81E-06	1.17E-07
		二噁英	7.41E-10	2.97E-12	1.24E-13
		氨	3.41E-01	1.28E-02	1.50E-11
		氯化氢	0.352	3.52E-03	9.40E-04

表 6.1- 18 项目大气污染物无组织排放量核算表

序号	产污环节	污染物	主要污染防治措施	国家或地方污染物排放标准		总排放量 (t)
				标准名称	浓度限值/ (μg/m³)	
1	漂洗	氨	加强通风	《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）：1500		4.72E-04
2	投料	颗粒物	加强通风	广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准表 2		1.73E-03
3	漂洗废水去除 重金属	氯化氢	加强通风	广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准表 2:200		2.98E-04
无组织排放总计						
无组织排放总计			氨		4.72E-04	
			颗粒物		1.73E-03	
			氯化氢		2.98E-04	

表 6.1- 19 项目大气污染物年排放量核算表

序号	污染物	年排放量 (t)
1	颗粒物	1.73E-03
2	铅及其化合物	4.22E-07
3	汞及其化合物	1.50E-08
4	镉及其化合物	8.71E-08
5	砷及其化合物	1.17E-07
6	二噁英	1.24E-13
7	氨	4.72E-04

序号	污染物	年排放量 (t)
8	氯化氢	1.24E-03

表 6.1-20 建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input checked="" type="checkbox"/>			三级 <input type="checkbox"/>		
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>		边长5~50km <input type="checkbox"/>			边长=5km <input type="checkbox"/>		
评价因子	SO <sub>2</sub> +NO <sub>x</sub> 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>			500~2000t/a <input type="checkbox"/>			<500t/a <input type="checkbox"/>	
	评价因子	基本污染物 (SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、CO、O <sub>3</sub> ) 其他污染物Pb、Hg、Cd、As、NH <sub>3</sub> 、氯化氢、二噁英类)				包括二次PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/> 不包括二次PM <sub>2.5</sub> <input checked="" type="checkbox"/>			
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>		附录D <input checked="" type="checkbox"/>		其他标准 <input checked="" type="checkbox"/>	
现状评价	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input type="checkbox"/>			一类区和二类区 <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价基准年	(2023) 年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>			主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>			现状补充监测 <input checked="" type="checkbox"/>	
	现状评价	达标区 <input type="checkbox"/>				不达标区 <input checked="" type="checkbox"/>			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 本项目非正常排放源 <input type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>		拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>		其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>		区域污染源 <input type="checkbox"/>	
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD <input checked="" type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AEDT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>	
	预测范围	边长≥50km <input type="checkbox"/>			边长5~50km <input checked="" type="checkbox"/>			边长=5km <input type="checkbox"/>	
	预测因子	预测因子 (PM <sub>10</sub> 、Pb、Hg、Cd、As、NH <sub>3</sub> 、氯化氢、二噁英类)				包括二次PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/> 不包括二次PM <sub>2.5</sub> <input checked="" type="checkbox"/>			
	正常排放短期浓度贡献值	本项目最大占标率≤100% <input checked="" type="checkbox"/>					本项目最大占标率>100% <input type="checkbox"/>		
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	本项目最大占标率≤10% <input type="checkbox"/>				本项目最大占标率>10% <input type="checkbox"/>		
		二类区	本项目最大占标率≤30% <input checked="" type="checkbox"/>				本项目最大占标率>30% <input type="checkbox"/>		
	非正常排放1h浓度贡献值	非正常持续时长 ( ) h				非正常占标率≤100% <input type="checkbox"/>		非正常占标率>100% <input type="checkbox"/>	
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	叠加达标 <input type="checkbox"/>				叠加不达标 <input type="checkbox"/>			
	区域环境质量的整体变化情况	k≤-20% <input type="checkbox"/>				k>-20% <input type="checkbox"/>			
环境监测计划	污染源监测	监测因子:(颗粒物、Pb、Cd、Hg、As、二噁英、NH <sub>3</sub> )			有组织废气监测 <input checked="" type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input checked="" type="checkbox"/>			无监测 <input type="checkbox"/>	
	环境质量监测	监测因子:( )			监测点位数 ( )			无监测 <input checked="" type="checkbox"/>	
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/>							
	大气环境防护距离	距 ( ) 厂界最远 ( ) m							
	污染源年排放量	颗粒物: (1.73E-03) t/a		铅及其化合物: (4.22E-07) t/a			汞及其化合物: (1.50E-08) t/a		

		镉及其化合物： (8.71E-08) t/a	砷及其化合物： (1.17E-07)t/a	二噁英： (1.24E-13) t/a
		氯化氢： (4.72E-04)t/a	氨： (1.24E-03) t/a	
注：“□”为勾选项，填“√”；“（ ）”为内容填写项				

## 6.1.8 结论

综上所述可知，项目改扩建后废气污染源主要包括飞灰水洗投料过程产生的粉尘、飞灰漂洗反应罐产生的氨气以及漂洗废水去除重金属调节 pH 产生的氯化氢挥发性气体。对于投料粉尘，采用“密闭+脉冲布袋”技术治理，通过密闭料斗与负压抽风系统控制源头，再经脉冲布袋除尘，粉尘浓度大幅降低，排放满足广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）中的第二时段二级标准，且收集的飞灰可重新利用，粉尘外溢率趋近于零，对周边环境空气影响较小。对于漂洗反应产生的氨气和漂洗废水去除重金属调节 pH 产生的氯化氢，氨气和氯化氢产生量较低，在负压密闭反应罐内收集后，经“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”工艺处理，污染物排放速率远低于《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）和广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准。

建设单位通过采取有效的污染防治措施确保相关污染物达标排放后，不会对周围环境产生明显的影响。

## 6.2 地表水环境影响分析

### 6.2.1 地表水环境影响评价等级

根据工程分析，本项目生产废水主要为飞灰漂洗废水和氨喷淋废水。飞灰漂洗废水经沉淀、蒸发、冷凝后回用至三级漂洗水池，生产用水循环使用，仅需定期补充部分损耗水量，无生产废水外排；氨气经洗涤塔废酸碱液循环使用，总产生量约 0.4m<sup>3</sup>，定期进入厂区废水处理站处理后回用，不对外排放。因此，本拟建项目废水为零排放。根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目地表水环境影响评价工作等级为三级 B。

### 6.2.2 地表水环境影响评价内容

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018）中 8.1，水污染

影响型三级 B 评价主要进行水污染控制和水环境影响减缓措施有效性进行评价、污水处理达标情况分析。

### 1.水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价

#### (1) 污水处理设施规模可行性分析

从处理规模来看,现有物化车间的无机废液处理系统(22500t/a)完全可以满足飞灰资源化利用试验线的需求。飞灰资源化利用试验线的试验量为 200 吨,其每天产生的一级漂洗废水小于 20t/d,远低于无机废液处理系统的处理能力,因此在处理规模上是完全可行的。

另外,氨气喷淋废液总产生量为 0.4m<sup>3</sup>,产生量极少,完全可以依托现有项目的废水处理系统处理(设计处理规模 250m<sup>3</sup>/d),产生的影响可忽略。

#### (2) 污水处理设施工艺及依托设备可行性分析

漂洗滤液依托物化车间现有的低浓度废水滤液池、无机二级反应罐、脱酸废水滤液池、脱酸废水反应罐、压滤机等设备作为载体,通过向反应罐分别投加硫化钠、氯化亚铁、硫酸钠和碳酸钠等化学药剂,去除滤液中的重金属离子并深度脱钙,净化后的滤液进入蒸发结晶设施进行工业盐结晶。

在废水净化过程中,首先通过一级水洗废水泵入无机二级反应罐 A,调节 pH 至 7.5 左右,加入硫化钠、氯化亚铁和 PAM 絮凝剂。硫化钠与金属离子反应生成沉淀,氯化亚铁和 PAM 促进絮凝,实现杂质去除与固液分离。分离后的污泥返回一级水洗罐,滤液进入下一步处理。在除钙反应池中,废水中的钙离子与硫酸钠反应生成硫酸钙晶体沉淀( $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{CaSO}_4 \downarrow$ ),通过压滤机分离石膏副产品,脱钙后的滤液进入后续处理。深度除钙阶段,脱钙废水泵入无机二级反应罐 B,加入碳酸钠( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )与钙离子反应生成碳酸钙沉淀( $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$ ),进一步去除钙离子。整个过程结合化学反应和物理分离,有效去除有害物质,实现废水净化和资源化利用。

一级漂洗滤液依托现有物化车间的低浓度废水滤液池、无机二级反应罐、脱酸废水滤液池、脱酸废水反应罐和压滤机等设备,能够有效实现滤液的重金属去除和深度脱钙处理。现有设备具备良好的兼容性和扩展性,能够满足不同化学药剂的投加需求,如硫酸钠、氯化亚铁和碳酸钠等,确保化学反应的高效进行。

在重金属去除阶段，无机二级反应罐 A 可调节 pH 值并投加硫化钠和氯化亚铁，通过沉淀和絮凝作用去除重金属离子，分离后的污泥可返回一级水洗罐循环利用。在除钙和深度脱钙阶段，反应罐可分别投加硫酸钠和碳酸钠，生成硫酸钙和碳酸钙沉淀，实现钙离子的有效去除。压滤机则用于固液分离，确保净化后的滤液进入蒸发结晶设施进行后续处理。

综上所述，现有物化车间设备能够满足滤液除重金属和深度脱钙的工艺需求，具备高效、稳定和资源循环利用的优势，适用于废水净化和资源化利用的全过程。

## 2. 污水处理达标分析

现有物化车间的废水处理系统通过多级化学沉淀和固液分离工艺，可有效去除一级漂洗滤液中的重金属离子和钙离子。在重金属去除阶段，通过向无机二级反应罐 A 投加硫化钠和氯化亚铁，结合 PAM 絮凝剂的作用，废水中的重金属离子能够与硫化钠反应生成不溶性硫化物沉淀，同时氯化亚铁促进金属氢氧化物的形成，进一步增强絮凝效果。这一过程可有效去除废水中的重金属离子，使回用水中的重金属含量远低于洗涤用水标准限值。在除钙和深度脱钙阶段，分别通过硫酸钠和碳酸钠与钙离子反应生成硫酸钙和碳酸钙沉淀，结合压滤机的固液分离作用，能够有效去除废水中的钙离子，这一处理过程可确保回用水的硬度指标符合洗涤用水的要求，避免因钙离子过高导致的洗涤效果不佳。压滤机分离环节可高效截留沉淀污泥，结合蒸发结晶降低溶解性固体，使  $SS \leq 20\text{mg/L}$ （低于标准限值  $30\text{mg/L}$ ），符合洗涤用水防堵塞要求；硫化钠沉淀和碳酸盐脱钙能同步降低总溶解性固体（TDS）和离子浓度，确保  $TDS \leq 1000\text{mg/L}$ ；工艺全程为物化处理，无有机污染物积累，BOD 和  $\text{NH}_3\text{-N}$  低于洗涤用水限值。因此，一级漂洗废水经过上述废水处理工艺，最后进入蒸发结晶获取的冷凝水能满足《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2024）表 1 中的洗涤用水标准，回用于三级漂洗用水。

氨气喷淋废液进入项目现有的低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐—生化调节池—厌氧—两级 AO-MBR-RO+DTRO 系统处理，处理出水回用除臭系统补水。现有废水处理系统正常运行，因此出水可达到《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2024）表 1 中的洗涤用水标准。

6.2.3 地表水环境影响评价结论

本项目一级漂洗废水经过多级重金属离子去除并深度脱钙，最后进入蒸发结晶获取的冷凝水能满足《城市污水再生利用工业用水水质》（GBT19923-2024）表 1 中的洗涤用水标准，回用于三级漂洗用水。氨气喷淋废液进入项目现有的低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐-生化调节池-厌氧—两级AO-MBR-RO+DTRO 系统处理，出水可达到《城市污水再生利用工业用水水质》（GBT19923-2024）表 1 中的洗涤用水和工艺与产品用水的更严者。本项目废水不外排，对周边地表水环境不会造成影响。

现有项目内建有765m<sup>3</sup>的初雨池，厂区内雨水管网系统设置切换阀，日常情况下切换阀处于关闭状态。初期雨水（前15分钟）经过雨水管道收集进入初期雨水收集池，收集池达到一定液位以后，通过切换雨水管网系统，使后期雨水（15分钟后）排入市政雨水管网。事故情况下，事故消防废水流至厂区地面，立即切换雨水阀门，收集事故消防废水，并将雨水管网收集的废水引入事故应急池。

拟建项目的废水处理站排放管与事故应急池连通，当废水处理设施发生故障时，废水处理站废水排入事故应急池暂存，现有项目已设置总容积为 1256m<sup>3</sup>的事故应急池，因此可以满足本项目非正常工况下废水暂存的需要。本项目非正常工况下的废水是不会对周边地表水造成影响的。

表 6.2-1 地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目	
影响识别	影响类型	水污染影响型☑；水文要素影响型□	
	水环境保护目标	饮用水水源保护区□；饮用水取水□；涉水的自然保护区□；重要湿地□；重点保护与珍稀水生生物的栖息地□；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体□；涉水的风景名胜區□；其他□	
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型
		直接排放□；间接排放□；其他☑	水温□；径流□；水域面积□
影响因子	持久性污染物□；有毒有害污染物□；非持久性污染物□；pH 值□；热污染□；富营养化□；其他☑	水温□；水位（水深）□；流速□；流量□；其他□	
评价等级		水污染影响型	水文要素影响型
		一级□；二级□；三级 A□；三级 B☑	一级□；二级□；三级□
现状调查	区域污染源	调查项目	
		已建□；在建□；拟建□；其他□	拟替代的污染源□
		数据来源	
		排污许可证□；环评□；环保验收□；既有实测□；现场监测□；入河排放口数据□；其他□	

受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源	
	丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		生态环境保护主管部门 <input type="checkbox"/> ; 补充监测 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	
区域水资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ; 开发量 40%以下 <input type="checkbox"/> ; 开发量 40%以上 <input type="checkbox"/>			
水文情势调查	调查时期		数据来源	
	丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input type="checkbox"/> ; 补充监测 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	
补充监测	监测时期	监测因子	监测断面或点位	
	丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>	(水温、pH、SS、DO、COD <sub>Cr</sub> 、高锰酸盐指数、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、总氮水库)、总磷、粪大肠菌群、石油类、挥发酚、阴离子表面活性剂、铬六价)、砷、镉、铅、汞、镍、锌、铜)	监测断面或点位个数(5)个	
现状评价	评价范围	河流: 长度 ( ) km; 湖库、河口及近岸海域: 面积 ( ) km <sup>2</sup>		
	评价因子	(水温、pH、SS、DO、COD <sub>Cr</sub> 、高锰酸盐指数、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、总氮水库)、总磷、粪大肠菌群、石油类、挥发酚、阴离子表面活性剂、铬六价)、砷、镉、铅、汞、镍、锌、铜)		
	评价标准	河流、湖库、河口: I类 <input type="checkbox"/> ; II类 <input type="checkbox"/> ; III类 <input type="checkbox"/> ; IV类 <input checked="" type="checkbox"/> ; V类 <input type="checkbox"/> 近岸海域: 第一类 <input type="checkbox"/> ; 第二类 <input type="checkbox"/> ; 第三类 <input type="checkbox"/> ; 第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准 ( )		
	评价时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况 <input type="checkbox"/> : 达标 <input type="checkbox"/> ; 不达标 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况 <input type="checkbox"/> : 达标 <input type="checkbox"/> ; 不达标 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况 <input type="checkbox"/> : 达标 <input type="checkbox"/> ; 不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况 <input type="checkbox"/> : 达标 <input type="checkbox"/> ; 不达标 <input checked="" type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input type="checkbox"/> 流域(区域)水资源(包括水能资源)与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 <input type="checkbox"/>		达标区 <input type="checkbox"/> 不达标区 <input checked="" type="checkbox"/>
影响预测	预测范围	河流: 长度 ( ) km; 湖库、河口及近岸海域: 面积 ( ) km <sup>2</sup>		
	预测因子	( )		
	预测时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		
		设计水文条件 <input type="checkbox"/>		
	预测情景	建设期 <input type="checkbox"/> ; 生产运行期 <input type="checkbox"/> ; 服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input type="checkbox"/> ; 非正常工况 <input type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input type="checkbox"/> 区(流)域环境质量改善目标要求情景 <input type="checkbox"/>		
	预测方法	数值解 <input type="checkbox"/> ; 解析解 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		

影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标□；替代削减源□				
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求□ 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标□ 满足水环境保护目标水域水环境质量要求□ 水环境控制单元或断面水质达标□ 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求□ 满足区（流）域水环境质量改善目标要求□ 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价□ 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价□满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求□				
	污染源排放量核算	污染物名称		排放量/（t/a）		排放浓度/（mg/L）
		（）		（）		（）
	替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）
		（）	（）	（）	（）	（）
	生态流量确定	生态流量：一般水期（）m <sup>3</sup> /s；鱼类繁殖期（）m <sup>3</sup> /s；其他（）m <sup>3</sup> /s 生态水位：一般水期（）m；鱼类繁殖期（）m；其他（）m				
防治措施	环保措施	污水处理设施□；水文减缓设施□；生态流量保障设施□；区域削减□；依托其他工程措施☑；其他□				
	监测计划		环境质量		污染源	
		监测方式	手动□；自动□；无监测□		手动□；自动□；无监测□	
		监测点位	（）		（）	
		监测因子	（）		（）	
	污染物排放清单	☑				
	评价结论	可以接受☑；不可以接受□				
注：“□”为勾选项，可√；“（）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。						

## 6.3 地下水环境影响预测与评价

### 6.3.1 正常工况下项目废水对地下水环境的影响

本次拟建项目无新增土建工程和生产设备，主厂房、废水处理设施均保持与现有工程一致，拟建项目对地下水环境的影响与技改扩建前一致。现有项目已设置完善的污水处理系统对产生的各类废水进行处理，经深度处理后的出水进行生产回用，正常情况下废水不外排。飞灰储存仓库和物化车间场地均采取了相应的防渗措施，可以有效避免废水渗漏污染地下水。因此，正常工况下项目废水不会



对区域地下水环境产生不良的影响。

### 6.3.2 非正常工况项目对地下水环境影响分析

非正常工况对地下水环境的影响主要是考虑事故导致设备破损从而导致废水渗/泄漏时携带的污染物质下渗进入含水层中可能会对地下水产生影响。

根据项目生产设施布局，最容易发生事故工况下防渗层破损污水下渗会造成地下水污染的设施为物化车间一楼的储存高浓度含盐废水的一级水洗液暂存池（现有无机一级滤液池 a），因此本评价重点将一级水洗液暂存池污水下渗作为预测情景。

#### （1）预测源强

根据项目特点，结合工程分析的相关资料，为定量评价可能的地下水影响，选取如下有代表性的场景进行预测评价。预测污染物源强如下：

根据工程分析，本项目生产废水中的主要污染物为 COD、氨氮及重金属等，根据污染物浓度及产生量，选择产生量较大的 COD、氨氮、铅、铬及砷作为评价预测因子，其中 COD<sub>Mn</sub> 浓度为 150mg/L（地下水评价工作中常用 COD<sub>Mn</sub> 作为评价指标，根据 COD<sub>Cr</sub> 和 COD<sub>Mn</sub> 的经验关系，认为 COD<sub>Cr</sub> 与 2.65 倍 COD<sub>Mn</sub> 等效，本项目废水中 COD<sub>Cr</sub> 为 540mg/L，因此 COD<sub>Mn</sub> 为 203.77mg/L），氨氮浓度为 24.2mg/L，铅浓度为 330mg/L、铬浓度为 0.7mg/L 和砷浓度为 0.0705mg/L，生产废水产生量为 670m<sup>3</sup>/d，根据建设单位设计，废水处理站废水浓度最高的构筑物为一级水洗液暂存池，有效容积为 26m<sup>3</sup>。

由于一级水洗液暂存池底部位于地下，当发生渗漏事故时不易及时发现。因此，本次预测假设考虑最不利条件下，防渗层破损，一级漂洗废水全部进入地下水中，且概化为瞬时注入，注入量一级水洗液暂存池的废水量为 26m<sup>3</sup>。废水泄漏污染源强见下表。

表 6.3-1 废水泄漏污染源强一览表

污染物	废水量	COD <sub>Mn</sub>	氨氮	铅	汞	砷
浓度	26m <sup>3</sup>	203.77	24.2	8.38	0.058	0.0705
泄漏量/kg		5.298	0.629	0.218	1.51E-03	1.83E-03

## (2) 预测模型

采用《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)推荐的一维稳定流一维水动力弥散问题中的计算公式进行估算,概化条件为一维半无限长多孔介质柱体,一端为定浓度边界,预测时不考虑水流的源汇项,亦不考虑污染物在含水层中的吸附、挥发、生物化学反应等情况,当作保守性污染物考虑。一维连续污染物迁移预测方程为:

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \frac{x-ut}{2\sqrt{D_L t}} \right) + \frac{1}{2} e^{\frac{ux}{D_L}} \operatorname{erfc} \left( \frac{x+ut}{2\sqrt{D_L t}} \right)$$

$$u = K \times I \times n$$

式中:

x—距注入点的距离, m;

t—时间, d;

C(x, t)—t时刻 x 处的示踪剂浓度, g/L;

u—水流速度, m/d;

D<sub>L</sub>—纵向弥散系数, m<sup>2</sup>/d;

erfc( )—余误差函数;

K—渗透系数(m/d);

n—有效孔隙度;

I—水力坡度。

## (2) 参数取值

### ①污染源强

事故工况下地下水污染源主要为一级漂洗废水,选取 COD、NH<sub>3</sub>-N、Cd、Pb、Hg 作为预测因子,污染物浓度取值如下: COD540mg/L、NH<sub>3</sub>-N24.2mg/L、Pb8.38mg/L、Hg0.058mg/L、As0.0705mg/L。

### ②渗透系数

根据区域水文地质调查,从场地岩土历史勘察结果可见,在选用未受人为活动影响且较有代表性的勘察钻孔进行分析,场地内天然包气带岩土层主要为覆盖于地表的粉质黏土地。根据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)

附录 B 水文地质参数经验值表，表 B.1 渗透系数经验值表，岩土岩性轻亚黏土、亚黏土，综合经验取值  $K=0.06\text{m/d}$ 。

### ③水力坡度

厂区污废水发生渗漏后主要由东南向西北径流，根据地下水流向和渗漏点的位置，根据历史地勘数据，项目区地下水水位坡降约为  $(161.65-157.95)/365 \approx 0.01$ ，本评价地下水水力坡度近似取为水位坡降，即水力坡度近似取 0.01。

### ④弥散系数

参考类似场地水文地质经验值核算，取值  $1\text{m}^2/\text{d}$ ；

### ⑤有效孔隙度

根据场地土工试验结果，约为 0.43；

表 6.3-2 计算参数取值一览表

渗透系数 K (m/d)	水力坡度 I	水流速度 u (m/d)	纵向弥散系数 DL (m <sup>2</sup> /d)	污染源强 (mg/L)				
				CODM <sub>n</sub>	氨氮	Pb	Hg	As
0.06	0.01	0.0024	1	203.77	24.2	8.38	0.058	0.075

### (3) 预测结果分析：

在一级水洗液暂存池防渗层出现破损或破裂，一级漂洗废水发生渗漏的非正常状况下，废水持续排出 100 天、1 年、1000 天、5 年、10 年和 20 年后，COD、氨氮、Pb、Hg 和 As 在地下水环境中的最大迁移扩散距离估算结果见下表及图所示。

考虑在非正常情况下渗滤液泄漏的情况，预测结果表明，随着时间的增加，污废水发生渗漏的量会逐渐增加，渗漏进入含水层中的污染物的迁移扩散距离也越来越大。根据预测结果，污染物迁移距离短，高浓度集中在近源区 ( $<50\text{m}$ )，远距离浓度接近 0。由于泄漏点距离东北面厂界距离约 150m，污染物到达下游厂界需要 1 年时间才能达到，20 年都无法达到下游最近敏感点 ( $d_{\text{敏感点}}=738\text{m}$ )。20 年后，COD 在地下水环境中的最大迁移扩散距离约为 700m，氨氮在地下水环境中的最大迁移扩散距离约为 600m，Pb 的最大迁移扩散距离约为 600m，Hg 的最大迁移扩散距离约为 300m，泄漏点下游方向 700m 范围内无环境敏感点。

现有项目已按照防渗要求做好各类漂洗废液暂存池体、事故池、污废水输送管道等区域的防腐、防渗措施，营运期须定期检查防渗层及管道的破损情况，发

现破损部分须及时进行修补。项目营运期间，需加强管理和监督检查，杜绝非正常工况的发生，避免污染物渗漏对地下水环境造成不良影响。

表 6.3-3 非正常工况下 COD 浓度变化预测结果表（单位：mg/L）

时间 距离 (m)	100天	1年	1000天	5年	10年	20年
10	98.765	144.876	168.021	183.312	191.052	192.012
50	0.079	17.24	80.012	129.456	160.876	178.896
100	0	0.001	10.456	54.076	104.256	144.312
200	0	0	0.002	2.481	26.616	78.156
300	0	0	0	0	0.854	31.896
400	0	0	0	0	0	8.056
500	0	0	0	0	0	0.854
600	0	0	0	0	0	0.041
700	0	0	0	0	0	0
800	0	0	0	0	0	0
900	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0
超标范围	0~42.0m	0~68.0m	0~110.0m	0~165.0m	0~280.0m	0~480.0m

表 6.3-4 非正常工况下 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化预测结果表（单位：mg/L）

时间 距离 (m)	100天	1年	1000天	5年	10年	20年
10	11.756	17.244	19.991	21.796	22.716	22.837
50	0.009	2.051	9.516	15.403	19.147	21.283
100	0	<0.001	1.243	6.43	12.4	17.169
200	0	0	<0.001	0.295	3.166	9.294
300	0	0	0	<0.001	0.102	3.793
400	0	0	0	0	<0.001	0.958
500	0	0	0	0	0	0.102
600	0	0	0	0	0	0.005
700	0	0	0	0	0	<0.001
800	0	0	0	0	0	0
900	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0
超标范围	0~45.0m	0~65.0m	0~135.0m	0~185.0m	0~290.0m	0~420.0m

表 6.3-5 非正常工况下 Pb 浓度变化预测结果表（单位：mg/L）

时间 距离 (m)	100天	1年	1000天	5年	10年	20年
10	4.079	5.981	6.934	7.561	7.88	7.916
50	0.003	0.712	3.3	5.342	6.641	7.383
100	0	<0.001	0.431	2.23	4.302	5.956
200	0	0	<0.001	0.102	1.098	3.224
300	0	0	0	<0.001	0.035	1.316
400	0	0	0	0	<0.001	0.332
500	0	0	0	0	0	0.035
600	0	0	0	0	0	0.002
700	0	0	0	0	0	<0.001
800	0	0	0	0	0	0
900	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0
超标范围	0~42.8m	0~87.3m	0~138.5m	0~262.7m	0~396.8m	0~527.8m

表 6.3-6 非正常工况下 Hg 浓度变化预测结果表（单位：mg/L）

时间 距离 (m)	100天	1年	1000天	5年	10年	20年
10	0.028	0.041	0.048	0.052	0.054	0.055
50	<0.001	0.005	0.023	0.037	0.046	0.051
100	0	<0.001	0.003	0.015	0.03	0.041
200	0	0	<0.001	0.001	0.008	0.022
300	0	0	0	<0.001	<0.001	0.009
400	0	0	0	0	<0.001	0.002
500	0	0	0	0	0	<0.001
600	0	0	0	0	0	<0.001
700	0	0	0	0	0	<0.001
800	0	0	0	0	0	<0.001
900	0	0	0	0	0	<0.001
1000	0	0	0	0	0	<0.001
超标范围	0~35.1m	0~73.6m	0~116.9m	0~221.4m	0~334.6m	0~459m

表 6.3-7 非正常工况下 As 浓度变化预测结果表（单位：mg/L）

时间 距离 (m)	100天	1年	1000天	5年	10年	20年
10	0.0352	0.0516	0.0598	0.0652	0.0680	0.0683
50	0	0.0061	0.0285	0.0461	0.0573	0.0637
100	0	0	0.0037	0.0193	0.0371	0.0514

200	0	0	0	0.0009	0.0095	0.0278
300	0	0	0	0	0.0003	0.0114
400	0	0	0	0	0	0.0029
500	0	0	0	0	0	0.0003
600	0	0	0	0	0	<0.001
700	0	0	0	0	0	<0.001
800	0	0	0	0	0	<0.001
900	0	0	0	0	0	<0.001
1000	0	0	0	0	0	<0.001
超标范围	0~30m	0~50m	0~80m	0~130m	0~220m	0~380m

表 6.3-8 事故状况下下游厂界位置预测污染物浓度（单位：mg/L）

污染物	位置	距离（m）	污染物到达时间（d）	污染物浓度（mg/L）
COD	下游厂界	150	1825	0.52
氨氮	下游厂界	150	1760	0.12
Pb	下游厂界	150	1314	0.0062
Hg	下游厂界	150	1168	0.00042
As	下游厂界	150	1063	0.0015

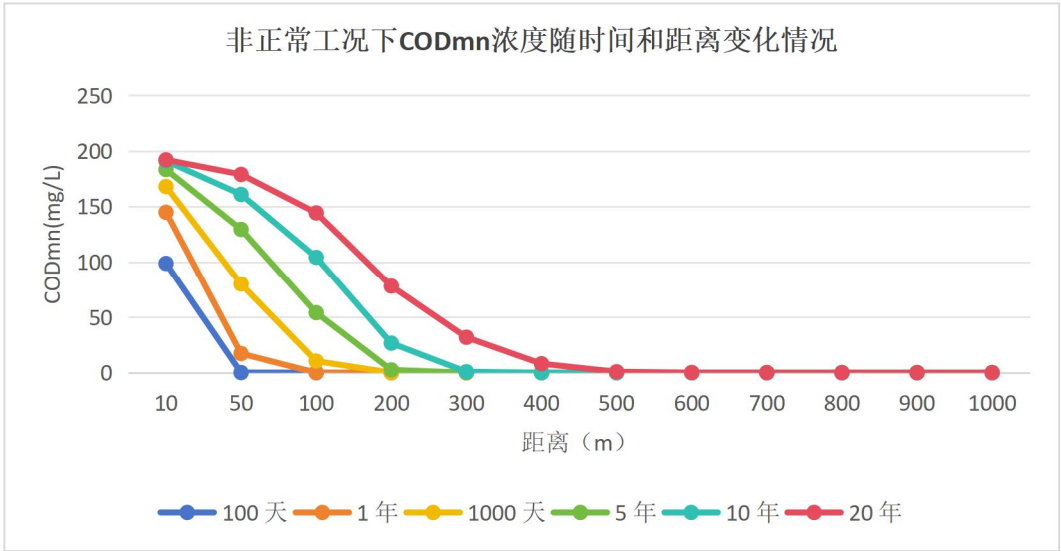


图 6.3-1 污染物 COD 浓度随时间变化图

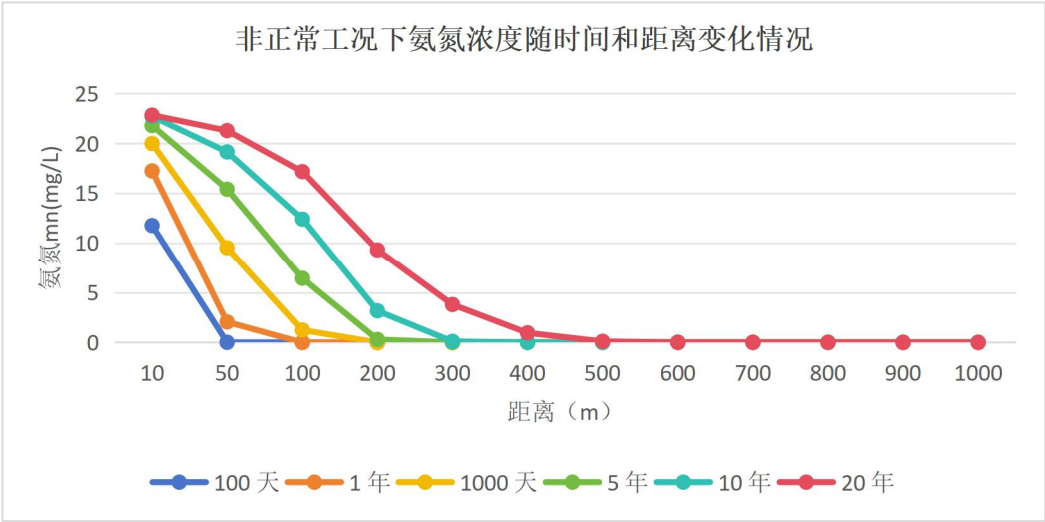


图 6.3-2 污染物 NH<sub>3</sub>-N 浓度随时间变化图

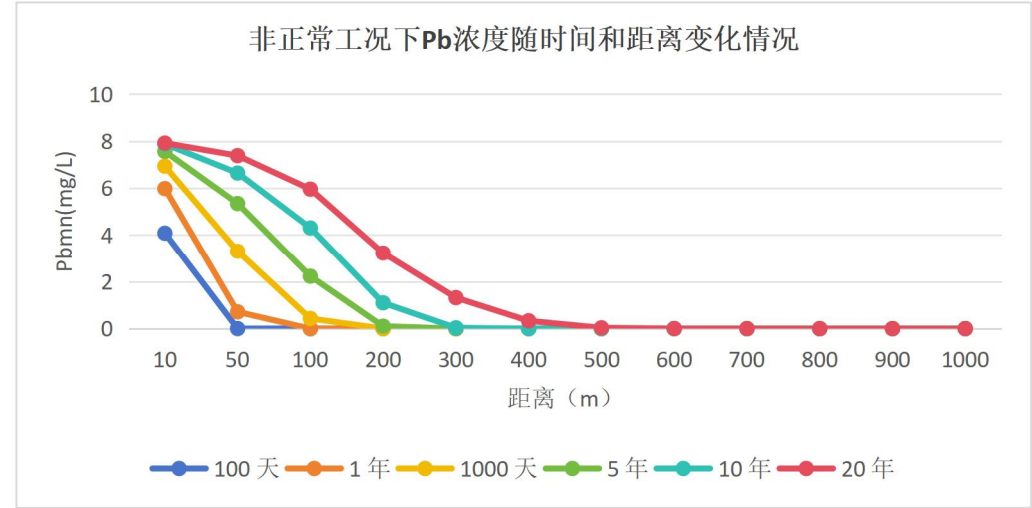


图 6.3-3 污染物 Pb 浓度随时间变化图

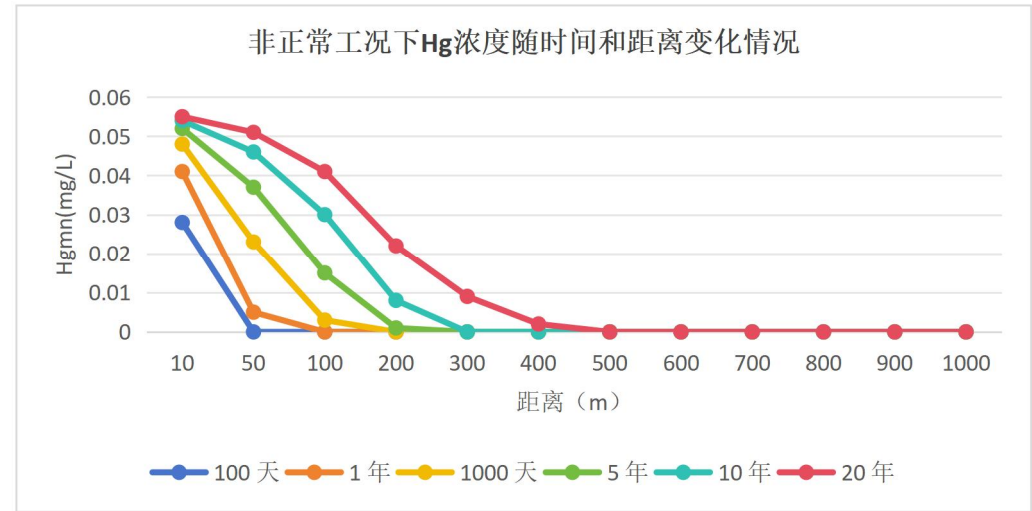


图 6.3-4 污染物 Hg 浓度随时间变化图

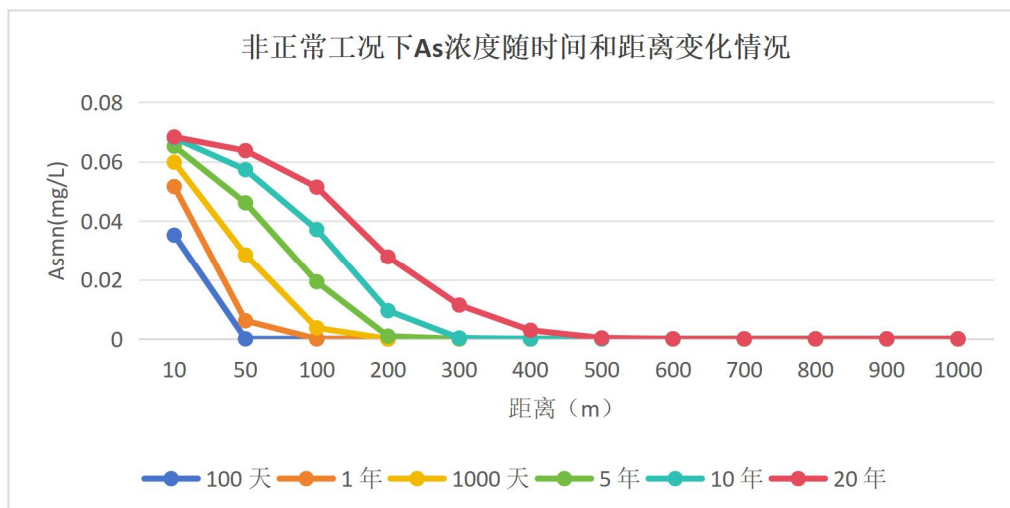


图 6.3-5 污染物 As 浓度随时间变化图

### 6.3.3 地下水环境影响评价结论

预测结果显示，随着时间推移，污染物迁移扩散距离增大，但高浓度集中在近源区（<50m），远距离浓度趋近于 0。污染物到达下游厂界需较长时间，20 年都无法到达下游最近敏感点，且到达下游厂界时浓度极低，远低于相关标准限值。同时，现有项目已采取有效的防腐、防渗措施，营运期还会加强管理和监督检查。综合来看，在严格落实防渗措施和加强管理的前提下，非正常工况下废水泄漏对地下水环境造成不良影响的风险较低，项目地下水环境安全具有一定保障。

## 6.4 声环境影响预测与评价

现状设备噪声的贡献值在四周厂界噪声监测中已经体现出来，根据厂界四周的监测结果显示，四周厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准的要求。本评价不对现状设备噪声进行预测，仅对新增设备噪声进行影响预测。

### 6.4.1 主要噪声源强

本项目噪声源主要为污泥泵、螺旋泵、压滤机、提升泵、离心机、皮带输送机、结晶蒸发器和布袋除尘器，其中离心机和布袋除尘器为新增设备，各设备正常运行时的噪声源强参照同类设备类比确定，噪声值约为 60~95dB（A），主要生



产设置噪声源强见表 6.4-1 经过厂区现有隔声、消声、减震措施后，各类设备的噪声源强可以削减 20dB (A)。

表 6.4-1 改扩建项目新增设备噪声源强

序号	噪声源	离噪声源距离 (m)	声源特征	噪声源强 dB(A)	经过降噪后噪声 dB(A)
1	离心机 (新增)	1	连续	65~75	45~55
2	布袋除尘器 (新增)	1	连续	75-95	55-75

#### 6.4.2 噪声预测模型

根据项目的噪声排放特点，结合《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021)的要求，预测模式采用“B.1.1 工业噪声预测计算模型”。根据项目噪声源的特征，主要噪声源到接收点的距离超过噪声源最大几何尺寸的 2 倍，各噪声源可近似作为点声源处理。

##### (1) 室外声源

已知靠近声源某一参考位置处的声级时，单个室外的点声源在预测点产生的声级贡献值计算基本公式为：

$$L_p(r)=L_p(r_0)-A$$

$$A=A_{div}+A_{atm}+A_{gr}+A_{bar}+A_{misc}$$

式中： $L_p(r)$ --预测点 (r) 处的倍频带声压级，dB；

$L_p(r_0)$ --靠近声源处  $r_0$  点的倍频带声压，dB；

$A$ --倍频带衰减，dB；

$A_{div}$ --几何发散引起的倍频带衰减，dB； $A_{atm}$ --大气吸收引起的倍频带衰减，dB；

$A_{gr}$ --地面效应引起的倍频带衰减，dB； $A_{bar}$ --声屏障引起的倍频带衰减，dB；

$A_{misc}$ --其他多方面效应引起的倍频带衰减，dB。

为保守起见，本次预测仅考虑声波几何发散衰减，公式简化如下：

$$L_p(r) = L_p(r_0) - 20 \lg \left( \frac{r}{r_0} \right)$$

##### (2) 室内声源

对室内噪声源采用等效室外声源声功率级法进行计算。设靠近开口处（或窗户）室内、室外某倍频带的声压级分别为  $L_{p1}$  和  $L_{p2}$ 。若声源所在室内声场为近似扩散声场，则室外的倍频带声压级可按下式近似求出：

$$L_{p2} = L_{p1} - (TL + 6)$$

式中：TL-隔墙（或窗户）倍频带的隔声量，dB。

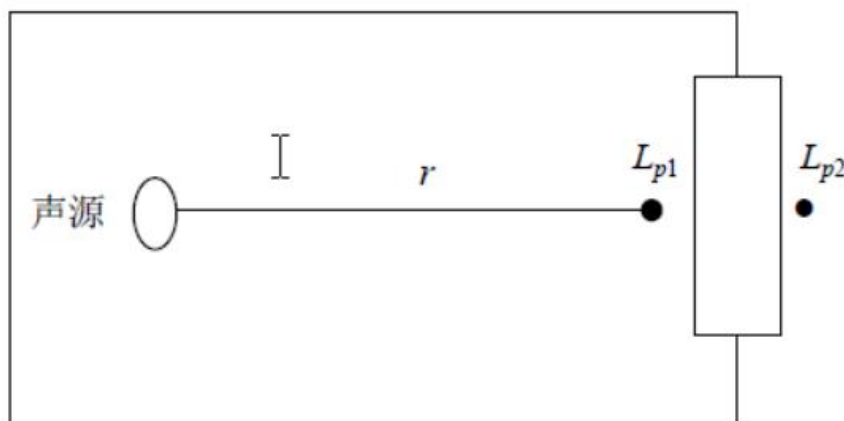


图 6.4-1 室内声源等效为室外声源图例

也可按照下式计算某一室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级：

$$L_{p1} = L_w + 10 \lg \left( \frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

式中：Q--指向性因数；通常对无指向性声源，当声源放在房间中心时， $Q=1$ ；当入在一面墙的中心时， $Q=2$ ；当放在两面墙夹角处时， $Q=4$ ；当放在三面墙夹角处时， $Q=8$ ；

R——房间常数； $R=Sa/(1-a)$ ，

S——为房间内表面面积， $m^2$ ；

a——为平均吸声系数；

r——声源到靠近围护结构某点处的距离，m。

所有室内声源在围护结构处产生的 i 倍频带叠加声压级的计算：

$$L_{pli}(T) = 10 \lg \left( \sum_{j=1}^N 10^{0.1L_{plj}} \right)$$

式中： $L_{pl,i}(T)$ ——靠近围护结构处室内 N 个声源 i 倍频带的叠加声压级，dB；

$L_{p1,j}$ ——室内  $j$  声源  $i$  倍频带的声压级, dB;

$N$ ——室内声源总数;

在室内近似为扩散声场时,按下式计算出靠近室外围护结构处的声压级:

$$L_{p2i}(T) = L_{p1i}(T) - (TL_i + 6)$$

式中:  $L_{p2i}(T)$  ——靠近围护结构处室外  $N$  个声源  $i$  倍频带的叠加声压级, dB;

$TL_i$ ——围护结构  $i$  倍频带的隔声量, dB;

将室外声源的声压级和透过面积换算成等效的室外声源,计算出中心位置于透声面积 ( $S$ ) 处的等效声源的倍频带声功率级,见下式:

$$L_s = L_p(T) + 10 \lg S$$

然后按室外声源预测方法计算预测点处的 A 声级。

### (3) 计算总声压级

#### ①多声源声压级的叠加

对两个以上多个声源同时存在时,多源叠加计算总源强,采用如下公式:

$$L_{eqg} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \left( \sum_{i=1}^N t_i 10^{0.1 L_{Ai}} + \sum_{j=1}^M t_j 10^{0.1 L_{Aj}} \right) \right]$$

式中:  $L_{eqg}$ ——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值, dB;

$LA_i$ ——第  $i$  个室外声源在预测点产生的 A 声级, dB;

$LA_j$ ——第  $j$  个等效室外声源在预测点产生的 A, dB;  $t_j$ ——在  $T$  时间内  $j$  声源工作时间, S;

$t_i$ ——在  $T$  时间内  $i$  声源工作时间, S;

$T$ ——用于计算等效声级的时间, S;

$N$ ——室外声源个数;

$M$ ——等效室外声源个数。

#### ②预测点的噪声预测值

为预测项目噪声源对周围声环境的影响情况,首先预测噪声源随距离的衰减,然后将噪声源产生的噪声值与区域噪声背景值叠加,即可以预测不同距离的噪声值。叠加公式为:

$$L_{eq} = 10 \lg(10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}})$$

式中：Leq——预测等效声级，dB；

Leqg——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB；

Leqb——预测点的背景值，dB。

#### 6.4.3 噪声预测结果

根据厂区平面布置，以及各车间设备布局，预测改扩建主要生产设备均投入运行时，同时采取消声、隔音、减振等噪声治理措施，并考虑项目车间墙体隔声，隔声效果取20dB(A)，同时估算距离衰减后各厂界的噪声预测值。项目设备昼间运行，夜间不生产，本次预测以改扩建后新增噪声源同时运行的情景考虑。

根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021)声环境影响评价 C.3.1 中明确：预测厂界(场界、边界)噪声，给出厂界(场界、边界)噪声的最大值及位置。结合上述公式及模型参数，预测出本项目新增设备声源至厂界四周的噪声贡献值，具体结果详见下表。

表 6.4-2 工业企业厂界噪声预测结果与达标分析表单位：dB(A)

序号	噪声检测点位	噪声现状值		噪声贡献值		噪声预测值		噪声标准		超标和达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	厂区 N1 东边界外 1m 处	54	45	37.0	37.0	54.1	45.6	65	55	达标	达标
2	厂区南边 N2 界外 1m 处	55	45	40.7	40.7	55.2	46.4	65	55	达标	达标
3	厂区西边 N3 界外 1m 处	56	47	37.3	37.3	56.1	47.4	65	55	达标	达标
4	厂区北边 N4 界外 1m 处	57	44	31.0	31.0	57.0	44.2	65	55	达标	达标

注：现状值取监测点的监测最大值。

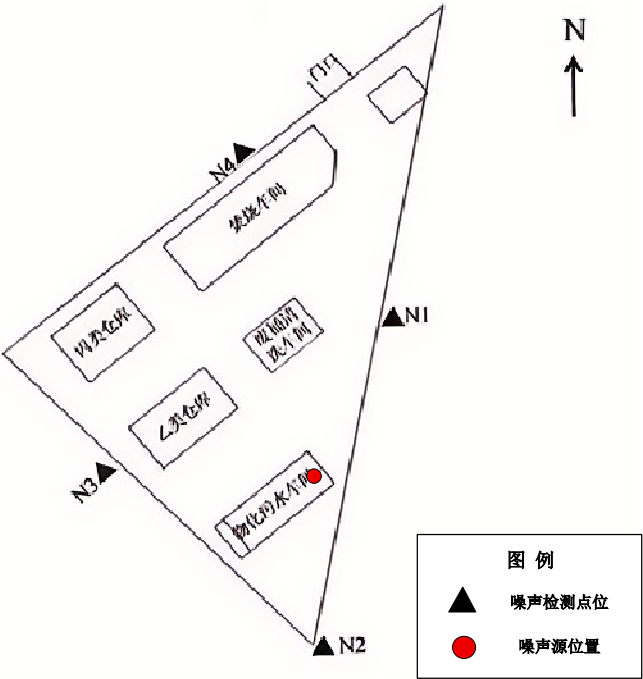


图 6.4-2 项目噪声现状监测布点示意图

6.4.4 噪声预测结果

通过对项目运营后的多个声源对环境的贡献值分布情况进行预测可知，项目投产后，各厂界噪声昼间声环境预测值均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准限值，符合声环境功能区3类的要求。综上所述，采取相应的环保措施后，项目噪声对周边声环境造成的影响不大。

表 6.4-3 声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级 与范围	评价等级	一级□二级□三级☑					
	评价范围	200m☑大于 200m□小于 200m□					
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级☑最大 A 声级□计权等效连续感觉噪声级□					
评价标准	评价标准	国家标准☑地方标准□国外标准□					
现状评价	环境功能区	0 类区□	1 类区⑦	2 类区⑦	3 类区☑	4a 类区□	4b 类区□
	评价年度	初期□	近期☑		中期□		远期□
	现状调查方法	现场实测法☑现场实测加模型算法□收集资料□					

	现状评价	达标百分比	100%	
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测 <input checked="" type="checkbox"/> 已有资料 <input type="checkbox"/> 研究成果 <input type="checkbox"/>		
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>		
	预测范围	200m <input type="checkbox"/> 大于 200m <input type="checkbox"/> 小于 200m <input checked="" type="checkbox"/>		
	预测因子	等效连续 A 声级 <input checked="" type="checkbox"/> 最大 A 声级 <input type="checkbox"/> 计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>		
	厂界噪声贡献值	达标 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标 <input type="checkbox"/>		
	声环境保护目标处噪声值	达标 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标 <input type="checkbox"/>		
环境监测计划	排放监测	厂界监测 <input checked="" type="checkbox"/> 固定位置监测自动监测 <input type="checkbox"/> 手动监测 <input checked="" type="checkbox"/> 无监测 <input type="checkbox"/>		
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（ ）	监测点位数（0）	无监测 <input checked="" type="checkbox"/>
评价结论	环境影响	可行 <input checked="" type="checkbox"/> 不可行 <input type="checkbox"/>		
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。				

## 6.5 固体废物环境影响分析

### 6.5.1 固体废物产生与处置情况

根据前文分析，本项目产生的固体物质主要为漂洗后的飞灰，飞灰漂洗废水处理过程产生污泥，蒸发结晶产生结晶盐，滤液除钙沉淀析出的石膏以及飞灰的储运包装袋。其中飞灰漂洗废水处理过程产生污泥，蒸发结晶产生结晶盐，滤液除钙沉淀析出的石膏均不作为固体废物处理；漂洗后的飞灰【HW18 焚烧处置残渣】（772-002-18），飞灰卸料及辅料包装产生的废包装袋【HW49 其他废物】（900-041-49）属于危险废物，除氟污泥【HW49 其他废物】，严格按照危险废物处理。现整理全厂固体废物产生与处置情况如下：

表 6.5-1 固体废物产生及处置情况一览表 (t/a)

类别	名称	代码	主要成分	入库量	厂内利用	厂内处置	委托利用	委托处置
现有项目	浓缩液	900-013-11	有机质、盐	90.3775	0	90.3775	0	0
	焚烧炉渣	772-003-18	二氧化硅、金色氧化物	3813.0165	0	0	0	3813.0165
	焚烧飞灰	772-003-18	二氧化硅、金色氧化物	1082.7879	0	0	0	1082.7879
	火烧铁	772-003-18	金属、金属氧化物	242.01	0	0	242.01	0
	盐泥	772-006-49	金属盐	19.4785	0	0	0	16.42
	压滤污泥	900-041-49	有机质、盐	153.022	0	153.022	0	0
	废弃包装桶	900-041-49	金属铁	841.8035	0	0	843.1275	0
	废桶盖	900-041-49	金属铁	0	0	0	0	0
	废机油	900-249-08	废机油	0	0	0	0	0
	废活性炭	900-039-49	废活性炭	5.82	0	0	0	5.82
	残渣	900-999-49	有机质、盐	0	0	0	0	0
	废包装袋、废抹布、废活性炭、废布袋等	900-041-49	废包装袋、废抹布、废活性炭、废布袋	1.421	0	1.421	0	0
	实验室废液	900-047-49	废酸、废碱、有机液体	0	0	0	0	0
	办公生活垃圾	一般固体废物	废纸、食物残渣	环卫收集处理				
拟建项目	水洗脱氯飞灰	772-002-18	二噁英、重金属等	0	0	0	0	187.35
	废包装袋	900-041-49	含有飞灰	0	0	0	0	0.0001

	氟化钙污泥	772-006-49	氟化钙	0	0	0	0	0.66
--	-------	------------	-----	---	---	---	---	------



### 6.5.2 危险废物储存的环境影响分析

现有项目运营期产生的危险废物分类收集打包贮存，回转窑、等离子熔融炉、物化系统产生的危险废物收集后按照特性均采用密闭袋装暂存于丙类暂存库或乙类暂存库。乙类、丙类暂存库严格按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597—2023)进行建设与维护，保证各危险废物能得到妥善地贮存，不渗漏，不逸散。经采取上述措施后，本项目运营期产生的危险废物暂存于厂区内对周边环境的影响程度较小。

本项目依托现有丙类仓库暂存，占地面积 2243.75m<sup>2</sup>，用于暂存飞灰原料。仓储量为 3354t。为 4 层建筑，各层为一独立防火分区，各层面积约<2236m<sup>2</sup>。暂存仓地面及裙角已进行防渗、防酸、耐腐蚀处理，同时设立有隔离设施、报警装置和防风、防晒和防雨设施，防渗层设置至少 1m 厚黏土层（渗透系数≤10<sup>-7</sup>cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯等其他人工材料，渗透系数≤10<sup>-10</sup>cm/s。同时，现有丙类仓库配套有“碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”废气处理系统，可保证其颗粒物排放浓度不超过《大气污染物综合排放标准》（GB16297）规定的限值。

现有项目的丙类暂存库暂用于暂存不属于甲类以及乙类的危险废物及项目产生且自行处置的二次固废，根据本项目接收的废物情况，涉及到丙类废物主要为 HW11、HW13、HW16、HW17、HW49、HW50，日最大产生量为 78.78t/d，项目产生的二次危废量约 27t/d 需暂存在丙类仓。本项目丙类暂存库占地 2243.75m<sup>2</sup>，项目一楼 50%用于分拣，50%占地用于存放项目产生的二次危废灰渣等，共设置 3 层货架，以系数 0.6 折算有效库容，则可存储约 673.8t 的二次危废，则可以暂存约 25 天的二次危废产生量。项目 2 楼~4 楼主要用来存储丙类危废，共设置 1005 个三层货架，共 3828 货位，每个货位按 0.7 吨/货位计算，则项目丙类暂存库 2~4 楼可存储约 2680t 的危险废物。按照丙类废物日最大产生量 78.78t/d 进行计算，暂存 15 天的量约为 1182t，因此仍有 1498t 的储存余量供拟建项目的飞灰和副产物储存使用。本项目试验期 2 个月，需依托丙类仓库暂存原飞灰及水洗脱氯产物。其中，原飞灰及水洗脱氯飞灰最大存储量为 207 吨，结晶盐最大存储量为 103 吨，总最大存储量为 310 吨，因此符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597—2023）中废物储存能力>15 天的要求，项目丙类暂存库储存能力满足大于处理设施 15 天处理量的要求。

按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023），结合区域环境条件，分析本项目危险废物暂存场选址的可行性。具体如下表。

表 6.5-2 与《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相符性分析表

序号	文件要求	本项目情况	符合性
一	总体要求		
1	产生、收集、贮存、利用、处置危险废物的单位应建造危险废物贮存设施或设置贮存场所，并根据需要选择贮存设施类型。	建设单位属于危险废物经营许可单位，项目按照标准和规范要求，已配置危废仓库用于储存飞灰。	相符
2	贮存危险废物应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和环境风险等因素，确定贮存设施或场所类型和规模。	项目按照危险废物类别和废物代码分类以及形态，设置丙类仓库储存飞灰此类别危险废物，贮存设施的贮存能力满足要求。	相符
3	贮存危险废物应根据危险废物的类别、形态、物理化学性质和污染防治要求进行分类贮存，且应避免危险废物与不相容的物质或材料接触。	项目按照危险废物类别和废物代码分类贮存，袋装飞灰采用双层吨袋封装、水洗脱氯飞灰采用密闭桶装分类存放到危废仓库的指定区域。	相符
4	贮存危险废物应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取措施减少渗滤液及其衍生废物、渗漏的液态废物（简称渗滤液）、粉尘、VOCs、酸雾、有毒有害大气污染物和刺激性气味气体等污染物的产生，防止其污染环境。	项目存放危险废物的丙类仓库为水泥地面，设有防渗涂层，可避免雨水淋漓产生渗滤液。	相符
5	危险废物贮存过程中产生的液态废物和固体废物应分类收集，按环境管理要求妥善处理。	项目处置的飞灰和产生的危险废物均分类收集，分区存放，符合环境管理要求。	相符
6	贮存设施或场所、容器和包装物应按 HJ1276 要求设置危险废物贮存设施或场所标志、危险废物贮存分区标志和危险废物标签等危险废物识别标志。	丙类仓库已设置标识和危废识别标志。	相符
7	HJ1259 规定的危险废物环境重点监管单位，应采用电子地磅、电子标签、电子管理台账等技术手段对危险废物贮存过程进行信息化管理，确保数据完整、真实、准确；采用视频监控的应确保监控画面清晰，视频记录保存时间至少为 3 个月。	建设单位属于危险废物环境重点监管单位，项目按照标准和规范要求，设置信息化管理等措施。	相符
8	贮存设施退役时，所有者或运营者应依	建设项目尚未计划贮存设施退役。	相符

序号	文件要求	本项目情况	符合性
	法履行环境保护责任，退役前应妥善处理处置贮存设施内剩余的危险废物，并对贮存设施进行清理，消除污染；还应依据土壤污染防治相关法律法规履行场地环境风险防控责任。		
9	在常温常压下易爆、易燃及排出有毒气体的危险废物应进行预处理，使之稳定后贮存，否则应按易爆、易燃危险品贮存。	建设项目没有易爆、易燃及排出有毒气体的危险废物贮存。	相符
10	危险废物贮存除应满足环境保护相关要求外，还应执行国家安全生产、职业健康、交通运输、消防等主管部门的相关要求。	建设单位已取得安全生产、职业健康、交通运输、消防等主管部门的许可，符合法律法规和标准的相关要求。	相符
二	贮存设施选址要求		
1	贮存设施选址应满足生态环境保护法律法规、规划和“三线一单”生态环境分区管控的要求，建设项目应依法进行环境影响评价。	本项目的建设，符合生态环境保护法律法规、规划和“三线一单”生态环境分区管控的要求，本次技改工程依法进行环境影响评价。	相符
2	集中贮存设施不应选在生态保护红线区域、永久基本农田和其他需要特别保护的区域内，不应建在溶洞区或易遭受洪水、滑坡、泥石流、潮汐等严重自然灾害影响的地区。	项目位于福山循环经济产业园内，不属于生态保护红线区域、永久基本农田和其他需要特别保护的区域内，不在溶洞区或易遭受洪水、滑坡、泥石流、潮汐等严重自然灾害影响的地区	相符
3	贮存设施不应选在江河、湖泊、运河、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地和岸坡，以及法律法规规定禁止贮存危险废物的其他地点。	项目位于福山循环经济产业园，不在潭洞水、兴丰坑最高水位线以下的滩地和岸坡。项目所在工业园区，可以贮存危险废物。	相符
4	贮存设施场址的位置以及其与周围环境敏感目标的距离应依据环境影响评价文件确定。	本项目设置厂界外 400 米包络线范围为环境防护距离，在环境防护距离内没有环境敏感目标。	相符
三	贮存设施污染控制要求		
1	贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物。	项目存放危险废物的丙类仓库地面为水泥地面，设有防渗涂层，可避免雨水淋漓产生渗滤液。	相符
2	贮存设施应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求	项目按照危险废物类别和废物代码分类以及形态，设置丙类仓库储存	相符

序号	文件要求	本项目情况	符合性
	设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合。	飞灰此类别危险废物，贮存设施的贮存能力满足要求。	
3	贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。	项目按照相关法律法规和技术规范等要求，设置分区防渗措施。重点防渗区包括各生产车间及其配套的物化车间、暂存库、丙类储罐区，污水处理站，初雨池、事故池、洗车区及雨污水收集管网等。重点防渗区地面、围堰、墙体采用水泥建造，地面和围堰设置防渗涂层，饱和渗透系数 $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$ ，表面无裂缝。	相符
4	贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数不大于 $10^{-7}\text{cm/s}$ ），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 $10^{-10}\text{cm/s}$ ），或其他防渗性能等效的材料。	项目丙类仓库的地面、围堰、墙体采用水泥建造，地面和围堰设置防渗涂层，饱和渗透系数 $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$ 。	相符
5	同一贮存设施宜采用相同的防渗、防腐工艺（包括防渗、防腐结构或材料），防渗、防腐材料应覆盖所有可能与废物及其渗滤液、泄漏液等接触的构筑物表面；采用不同防渗、防腐工艺应分别建设贮存分区。	项目按照相关法律法规和技术规范等要求，设置分区防渗措施。重点防渗区包括各生产车间及其配套的物化车间、暂存库、丙类储罐区，污水处理站，初雨池、事故池、洗车区及雨污水收集管网等。重点防渗区地面、围堰、墙体采用水泥建造，地面和围堰设置防渗涂层，饱和渗透系数 $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$ ，表面无裂缝。	相符
6	贮存设施应采取技术和管理措施防止无关人员进入。	建设单位制定了管理措施，无关人员不得进入厂区内。	相符
7	贮存库内不同贮存分区之间应采取隔离措施。隔离措施可根据危险废物特性采用过道、隔板或隔墙等方式。	项目按照危险废物类别和废物代码分类贮存，袋装飞灰采用双层吨袋封装、水洗脱氯飞灰采用密闭桶装并分区存放到危废仓的指定区域，不同区域采用过道隔离。	相符

序号	文件要求	本项目情况	符合性
8	在贮存库内或通过贮存分区方式贮存液态危险废物的，应具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不应低于对应贮存区域最大液态废物容器容积或液态废物总储量 1/10（二者取较大者）；用于贮存可能产生渗滤液的危险废物的贮存库或贮存分区应设计渗滤液收集设施，收集设施容积应满足渗滤液的收集要求。	项目不产生液态危险废物，项目丙类仓库内设有导流设施，连通厂区内的事故应急池。项目设置 1256m <sup>3</sup> 的事故应急池，满足要求。	相符
9	贮存易产生粉尘、VOCs、酸雾、有毒有害大气污染物和刺激性气味气体的危险废物贮存库，应设置气体收集装置和气体净化设施；气体净化设施的排气筒高度应符合 GB16297 要求。	本项目飞灰用覆膜吨袋包装，内衬密封，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s，热熔+双缝线加固。仓库堆叠 $\leq 2$ 层，轻装轻放。正常工况粉尘零逸散，非正常工况启用负压通风+碱喷淋+UV+活性炭吸附，减少无组织排放。	相符
四	容器和包装物污染控制要求		
1	容器和包装物材质、内衬应与盛装的危险废物相容。	项目处置的生活垃圾飞灰采用密封吨袋贮存，水洗后的飞灰采用密闭桶装，包装容器和危险废物相容。	相符
2	针对不同类别、形态、物理化学性质的危险废物，其容器和包装物应满足相应的防渗、防漏、防腐和强度等要求。	项目采用上下小口双层专用集装吨袋，外层为 PVC 编织袋，内层为防渗漏 PE 覆膜，密闭桶为 HDPE 高密度聚乙烯为材质，满足相应的防渗、防漏、防腐和强度等要求。	相符
3	硬质容器和包装物及其支护结构堆叠码放时不应有明显变形，无破损泄漏。	项目采用的密闭桶属于硬质容器，没有明显变形，无破损泄漏。	相符
4	柔性容器和包装物堆叠码放时应封口严密，无破损泄漏。	密封袋属于柔性容器，堆叠码放时封口严密，无破损泄漏。	相符
5	使用容器盛装液态、半固态危险废物时，容器内部应留有适当的空间，以适应因温度变化等可能引发的收缩和膨胀，防止其导致容器渗漏或永久变形。	本项目不产生液态危险废物	项目
6	容器和包装物外表面应保持清洁。	项目危废贮存库、容器和包装物均保持清洁。	相符
五	贮存过程污染控制要求		
1	在常温常压下不易水解、不易挥发的固态危险废物可分类堆放贮存，其他固态危险废物应装入容器或包装物内贮存。	项目处置的生活垃圾焚烧飞灰采用密封吨袋方式贮存，水洗后的飞灰、采用密闭桶装。	相符

序号	文件要求	本项目情况	符合性
2	液态危险废物应装入容器内贮存，或直接采用贮存池、贮存罐区贮存。	本项目不产生液态危险废物	相符
3	半固态危险废物应装入容器或包装袋内贮存，或直接采用贮存池贮存。	项目不产生半固态危险废物	相符
4	具有热塑性的危险废物应装入容器或包装袋内进行贮存。	废包装袋采用桶装	相符
5	易产生粉尘、VOCs、酸雾、有毒有害大气污染物和刺激性气味气体的危险废物应装入闭口容器或包装物内贮存。	本项目飞灰用覆膜吨袋包装，内衬密封，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s，热熔+双缝线加固，可有效防止粉尘逸散。	相符
6	危险废物贮存过程中易产生粉尘等无组织排放的，应采取抑尘等有效措施。	本项目飞灰用覆膜吨袋包装，内衬密封，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s，热熔+双缝线加固，可有效防止粉尘逸散。	相符
7	危险废物存入贮存设施前应对危险废物类别和特性与危险废物标签等危险废物识别标志的一致性进行核验，不一致的或类别、特性不明的不应存入。	建设单位属于危险废物环境重点监管单位，项目按照标准和规范要求，设置危险废物入厂出厂的管理措施。	相符
8	应定期检查危险废物的贮存状况，及时清理贮存设施地面，更换破损泄漏的危险废物贮存容器和包装物，保证堆存危险废物的防雨、防风、防扬尘等设施功能完好。	建设单位属于危险废物环境重点监管单位，项目按照标准和规范要求，定期对贮存设施进行检查维护。	相符
9	作业设备及车辆等结束作业离开贮存设施时，应对其残留的危险废物进行清理，清理的废物或清洗废水应收集处理。	项目厂区内设置洗车池，保证残留的危险废物清理干净。洗车池废水排入污水处理站处理。	相符
10	贮存设施运行期间，应按国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存。	建设单位属于危险废物环境重点监管单位，按国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存。	相符
11	贮存设施所有者或运营者应建立贮存设施环境管理制度、管理人员岗位职责制度、设施运行操作制度、人员岗位培训制度等。	建设单位属于危险废物经营单位，已设置环境管理制度、管理人员岗位职责制度、设施运行操作制度、人员岗位培训制度等。	相符
12	贮存设施所有者或运营者应依据国家土壤和地下水污染防治的有关规定，结合贮存设施特点建立土壤和地下水污染隐患排查制度，并定期开展隐患排查；发现隐患应及时采取措施消除隐患，并建立档案。	建设单位按照环评文件提出的土壤和地下水监测方案，定期开展监测，排查隐患，并建立档案。	相符
13	贮存设施所有者或运营者应建立贮存设施全部档案，包括设计、施工、验收、	建设单位已按照要求，建立贮存设施全部档案，包括设计、施工、验	相符

序号	文件要求	本项目情况	符合性
	运行、监测和环境应急等，应按国家有关档案管理的法律法规进行整理和归档。	收、运行、监测和环境应急等，并按国家有关档案管理的法律法规进行整理和归档。	
六	污染物排放控制要求		
1	贮存设施产生的废水（包括贮存设施、作业设备、车辆等清洗废水，贮存罐区积存雨水，贮存事故废水等）应进行收集处理，废水排放应符合 GB8978 规定的要求。	项目厂区内设置洗车池，洗车池废水经厂内污水处理系统处理后回用，不外排。	
2	贮存设施产生的废气（含无组织废气）的排放应符合 GB16297 和 GB37822 规定的要求。	本项目飞灰用覆膜吨袋包装，内衬密封，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s，热熔+双缝线加固，不易产生粉尘。	相符
3	贮存设施产生的恶臭气体的排放应符合 GB14554 规定的要求。	项目危废贮存库、容器和包装物均每日清洁，控制恶臭气体的产生。	
4	贮存设施内产生以及清理的固体废物应按固体废物分类管理要求妥善处理。	项目贮存生活垃圾焚烧飞灰的废包装物，属于危险废物，按照危险废物的管理要求，分类贮存并委托有资质的单位处理。	相符
5	贮存设施排放的环境噪声应符合 GB12348 规定的要求。	项目厂界噪声达标	相符
七	环境监测要求		
1	贮存设施的环境监测应纳入主体设施的环境监测计划。	项目严格按照环评文件和排污许可证规定的环境监测计划实施。	相符
2	贮存设施所有者或运营者应依据《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国土壤污染防治法》等有关法律、《排污许可管理条例》等行政法规和 HJ819、HJ1250 等规定制订监测方案，对贮存设施污染物排放状况开展自行监测，保存原始监测记录，并公布监测结果。	项目按照相关法律法规要求填报排污许可证，并按照排污许可证要求开展自行监测，并提交台账至排污许可证网站公示。	相符
3	贮存设施废水污染物排放的监测方法和监测指标应符合国家相关标准要求。	项目贮存设施不产生废水	相符
4	HJ1259 规定的危险废物环境重点监管单位贮存设施地下水环境监测点布设应符合 HJ164 要求，监测因子应根据贮存废物的特性选择具有代表性且能表征危险废物特性的指标，地下水监测因子分析方	项目严格按照环评文件和排污许可证规定的监测计划开展地下水监测。	相符

序号	文件要求	本项目情况	符合性
	法按照 GB/T14848 执行。		
5	配有收集净化系统的贮存设施大气污染物排放的监测采样应按 GB/T16157、HJ/T397、HJ732 的规定执行。	项目严格按照环评文件和排污许可证规定的监测计划开展大气污染源监测。	相符
6	贮存设施无组织气体排放监测因子应根据贮存废物的特性选择具有代表性且能表征危险废物特性的指标；采样点布设、采样及监测方法可按 HJ/T55 的规定执行，VOCs 的无组织排放监测还应符合 GB37822 的规定。	项目严格按照环评文件和排污许可证规定的监测计划开展无组织废气监测。	相符
7	贮存设施恶臭气体的排放检测应符合 GB14554、HJ905 的规定。	丙类车间已按照 GB14554、HJ905 规定要求进行日常自行监测	相符
八	环境应急要求		
1	贮存设施所有者或运营者应按照国家有关规定编制突发环境事件应急预案，定期开展必要的培训和环境应急演练，并做好培训、演练记录。	现有项目已编制突发环境事件应急预案，并在环境保护主管部门备案，并且定期开展培训和环境应急演练，并做培训、演练记录。	相符
2	贮存设施所有者或运营者应配备满足其突发环境事件应急要求的应急人员、装备和物资，并应设置应急照明系统。	项目按照突发环境事件应急预案配备满足突发环境事件应急要求的应急人员、装备和物资，并应设置应急照明系统。	相符
3	相关部门发布自然灾害或恶劣天气预警后，贮存设施所有者或运营者应启动相应防控措施，若有必要可将危险废物转移至其他具有防护条件的地点贮存。	建设单位会根据突发环境事件应急预案的要求进行应急防控措施。	相符

根据表 6.5-2，项目危险废物贮存设施的选址、设施污染控制、容器和包装物污染控制、贮存过程污染控制、环境管理要求和环境监测要求，均按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的相关要求进行，并满足相关技术规范的要求。

### （3）危险废物贮存过程中对环境空气、地表水、地下水、土壤以及环境敏感保护目标可能造成的影响分析

项目处置和产生的危险废物存放在丙类仓库，按防雨、防风、防渗设计建设，正常情况下不会对环境空气、地表水、地下水、土壤以及环境敏感保护目标造成影响。非正常情况下，如仓库顶棚破漏等造成雨水进入等情况，会产生淋滤水，



对地表水、地下水、土壤造成一定的影响。

现厂区已在位于项目储罐区南侧设置有 1256m<sup>3</sup> 的事故应急池。因此，厂区已有的事故应急池的容积可以在突发事故时接纳其产生的消防废水，采用导流渠、抽排泵等设施，尽量将产生的废水引入事故应急池中，不令其外泄。所以事故水收集池完全可以满足事故水收集的需要。同时，建设单位应加强废水收集管理，确保污水处理车间稳定运行，防止事故排放发生并对环境产生影响。

### 6.5.3 危险废物运输过程的环境影响分析

危险废物在运输途中，因包装不当或者运输车况不佳、驾驶员违章以及其他意外事故等，可能造成危险废物倾倒、流失等，使环境受到污染或人员受到伤害。严格按危险废物的种类进行收集、包装是降低危险废物运输过程环境影响的关键。建设单位将严格按照相关要求收集、包装，根据危险废物的具体成分，用符合国家标准的专门容器分类收集，并粘贴符合标准的标签。各类包装容器或包装袋由建设单位负责提供，以避免因危险废物移出者包装不当而加大运输风险。

本项目的袋装飞灰主要采用全密封双层袋装飞灰方式储存，袋装飞灰采用上下小口双层专用集装吨袋，外层为 PVC 编织袋，内层为防渗漏 PE 覆膜，可有效抑制危险废物在运输过程中腐蚀、挥发、溢出、渗漏。项目产生的水洗脱氯飞灰为密闭桶装，材质为 HDPE 高分子聚乙烯，具有耐蠕变、抗磨损、耐老化、适应性强等特点，具有耐酸碱等特性。危险废物转运过程全部通过密封吨袋或密闭桶装转移，基本实现了废物与外界隔离，达到安全、环境保护的目的。同时危险废物运输选用厢式货车等，同时本项目厂内配有洗车池，要求危险废物车辆卸货后立即清洗干净，进一步减少污染的可能。

危险废物的运输委托有资质的第三方运输公司对危险废物进行运输，危险废物运输车辆的行驶严格按照当地公安部门与交通部门协定的行驶路线和行驶时段行驶，所有运输车辆按固定的行走路线运输，车辆安装定位设施，车辆的运输情况反馈回处置中心的信息平台，显示车辆所在的位置、车况等，由信息中心向车辆发送指令。司机配备专用的移动式通讯工具，一旦发生紧急事故，可以及时就地报警。

本项目已经定制了合理、完善的废物收运计划，选择最佳的废物收运时间，运输线路尽量避开人口密集区域、交通拥堵道路和水源保护区。同时制定的固定

运输路线力求最短、对沿路影响最小，避免转运过程中产生二次污染。本项目运输路线主要通过高速公路和省道运输，在正常运输过程中对沿线敏感区的影响不大。

综上所述，本项目通过采取上述收集运输措施，在危险废物运输过程的环境影响是可接受的。

#### 6.5.4 危险废物去向及处理处置可行性分析

本项目需要委外处置的污染物如下表所示：

表 6.5-3 项目委外处理危险废物统计表（单位：t/a）

序号	危险废物名称	危废类别	危废代码	产生量(t/a)	处置方式	危废资质单位	许可证号	核准处理量
1	水洗后飞灰	HW18	772-002-18	187.35	具有危险废物经营许可证的单位处置	云浮光嘉海环保科技有限公司	445381240511	【收集、贮存、处置（水泥窑协同）】医药废物（HW02 类中 271-001~005-02、272-001-02、272-003-02、272-005-02、276-001~005-02），废药物、药品（HW03 类中 900-002-03），废有机溶剂与含有机溶剂废物（HW06 类中 900-405-06、900-407-06、900-409-06），废矿物油与含矿物油废物（HW08 类中 071-001~002-08、072-001-08、251-001~004-08、251-006-08、251-010~012-08、900-199~200-08 不包括废矿物油）、900-204~205-08、900-209~210-08、900-213-08、900-215-08、900-221-08、900-249-08 不包括废包装金属桶），油/水、烃/水混合物或乳化液（HW09 类中 900-005~007-09），精（蒸）馏残渣（HW11 类中 251-013-11、252-001~005-11、252-007-11、252-009~013-11、252-016~017-11、451-001~003-11、261-007~008-11、261-012~014-11、261-016-11、261-019~025-11、261-027~028-11、261-100-11、261-105~111-11、261-125~136-11、309-001-11、772-001-11、900-013-11），染料、涂料废物（HW12 类中 264-002~006-12、264-008~009-12、264-011~012-12、900-250~256-12、900-299-12），有机树脂类废物（HW13 类中 265-101~104-13、900-014~016-13），感光材料废物（HW16 类中 266-009~010-16、231-001~002-16、398-001-16、900-019-16），表面处理废物（HW17 类中 336-050~052-17、336-054~064-17、336-066~069-17、

								336-100~101-17, 仅限废水处理污泥), 焚烧处置残渣 (HW18 类中 772-002-18 不包括未水洗脱盐飞灰)、772-003-18 不包括无水洗预处理飞灰)、772-004~005-18), 含铬废物 (HW21 类中 193-001~002-21、261-044-21、261-137-21、314-001~002-21、336-100-21、398-002-21), 含铜废物 (HW22 类中 304-001-22、398-005-22、398-051-22, 不包括蚀刻废液), 含锌废物 (HW23 类中 312-001-23、900-021-23, 仅限废水处理污泥), 含镍废物 (HW46 类中 384-005-46), 有色金属采选和冶炼废物 (HW48 类 091-001-48、321-003-48、321-005-48、321-007-48、321-011-48、321-023~026-48、321-034-48、321-027~029-48 不包括粉尘)、323-001-48), 其他废物 (HW49 类中 900-039-49、900-042-49、900-046-49), 废催化剂 (HW50 类中 251-016~019-50、271-006-50、276-006-50, 含贵金属除外), 共计 10 万吨/年
2	废包装袋	HW49	900-041-49	0.0001	未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用, 而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置。	第三方有资质危废处置单位	/	/
3	氟化钙污泥	HW49	772-006-49	0.66	委托第三方有资质单位处理	第三方有资质危废处置单位	/	/

由上表可知，本项目委托处置危险废物的单位均有足够的处理能力接收本项目委托处理的危险废物，本项目危险废物交由相应危废资质单位处理处置是可行的。由于危废资质企业剩余处理量属于内部数据，不对外公布，暂无法取得，而且剩余处理量每年的数据均实时更新，属于市场行为。

#### 6.5.5 危险废物集中贮存、处置设施环境防护距离设置

根据现有工程环境影响报告书及批复（穗埔环影〔2020〕40号），现有工程设置的环境防护距离为现有工程厂界外400m包络线范围。

本次技改工程依据《危险废物贮存污染物控制标准》（GB18597-2023）“5.4 贮存设施厂址的位置以及其与周围环境敏感目标的距离应根据环境影响评价文件确定”，结合现有工程环境防护距离、大气环境防护距离、环境风险计算结果，综合确定环境防护距离。项目改扩建工程建设完成后，全厂环境防护距离设置如表5.7-6。

表 5.7-6 项目与环境敏感目标之间环境防护距离的确定

环境要素	环境敏感目标	防护距离确定依据	防护距离的确定
环境空气	环境空气评价范围内长期居住的人群	依据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），根据大气环境影响预测结果，本项目所排放的大气污染物短期贡献浓度未超过环境质量浓度限值，无需设置大气环境防护距离 危险废物的运输和处置利用，不会影响评价范围内长期居住人群的生活，项目选址符合 GB18597 和 18484 的要求 本项目选址满足生态环境保护法律法规、规划和“三线一单”生态环境分区管控的要求	无需设置大气环境防护距离
地表水	项目所在流域水体潭洞水、兴丰坑	项目生产废水分类收集分类处理后全部回用，不外排。本项目不会对地表水造成明显不利影响。厂区内设置消防池、风险事故池和初期雨水池，在发生事故时可将事故废水完全收集。	无须设置与地表水体之间的环境防护距离。
土壤	评价范围内农用地	根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）预测结果综合分析可知，项目排放的大气污染物对评价范围内的农用地所造成的浓度增值较小，叠加本底值后达到相关土壤质量标准。	不需要设置与农用地之间的环境防护距离。

环境要素	环境敏感目标	防护距离确定依据	防护距离的确定
地下水、声环境、生态环境	评价范围内没有地下水、声环境、生态环境的环境敏感目标	/	/
环境风险	环境风险评价范围内长期居住的人群	根据风险评价预测结果，在最不利气象条件下，盐酸泄漏事故下风向有毒有害物质浓度预测结果没有超出毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2；事故在所有敏感点处的预测浓度均不超过毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2。	不需要设置与环境风险单元之间的环境防护距离
其他	长期居住的人群	现有工程环境影响报告书及批复（穗埔环影〔2020〕40 号）	现有工程设置的环境防护距离为现有工程厂界外 400m 包络线范围
综合	根据现有工程环境防护距离、本次改扩建后大气环境防护距离、环境风险计算结果综合考虑，本项目改扩建工程建设完成后，全厂环境防护距离设置为厂界外 400m 包络线范围。		

### 6.5.6 固体废物环境影响分析结论

本项目严格遵守《危险废物贮存污染物控制标准》（GB18597-2023）、《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）、《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）等规定，项目的固体废物处置设施和贮存设施选址合理，在采用合理可行的固体废物污染防治措施和管理措施后，项目产生的固体废物对周围环境影响较小。

## 6.6 土壤环境影响预测与评价

### 6.6.1 土壤污染途径

本项目对土壤的主要污染途径为：重金属、二噁英大气污染物质通过干、湿沉降进入土壤；各种类型固体废弃物的有害成分通过地表径流和雨水淋溶方式进入土壤；一些污染物质在生物地球化学作用下在土壤中的富集。正常情况下，本项目对土壤的主要影响途径为干湿沉降。

污染物进入土壤后会发生一系列的物理、化学和生物学过程。污染物在土壤中的主要迁移和转化过程包括：扩散、浓缩、吸附、降解、淋溶、径流迁移、植物吸收和生物迁移、沉淀溶解、氧化还原造成的污染物形态变化。

本项目排放的重金属会在土壤中积累，导致土壤理化性质改变，肥力下降，并有可能通过作物进入食物链，影响人群健康；二噁英类有机物沉降至土壤上，如果暴露在阳光下，几天后就会分解；但如果埋在土壤中，有可能污染土壤。

项目厂区设置了应急事故池，地面采取一般防渗和重点防渗，污水漫流出厂区及废水垂直入渗的发生概率极小，根据现有项目长期运营情况，均未发生过废水漫流出厂外或废水渗漏。因此本评价不考虑地面漫流及垂直入渗影响，主要考虑大气沉降对土壤环境影响。

表 6.6-1 项目土壤环境影响类型与影响途径表

不同时段	污染影响型			
	地面漫流	大气沉降	垂直渗入	其他
建设期	/	/	/	/
运营期	/	√	/	/

表 6.6-2 污染影响型建设项目土壤环境影响源及影响因子识别表

污染源	工艺流程/节点	污染途径	全部污染物指标 a	预测因子	备注 b
物化车间	飞灰水洗过程	大气沉降	颗粒物、汞、镉、砷、镍、铅、二噁英	汞、镉、铅、砷、二噁英类	间断排放；城镇村用地、林业用地、基本农田
a 根据工程分析结果填写。					
b 应描述污染源特征，如连续、间断、正常、事故等；涉及大气沉降途径的，应识别建设项目周边的土壤环境敏感目标。					

## 6.6.2 项目周边用地类型调查

根据《环境影响评级技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），一级评价的评价范围为项目占地范围内及占地范围外 1km 范围内。

根据土壤信息平台（<http://www.soilinfo.cn/map>）中国 1:400 万土壤类型图，项目土壤评价范围内土壤类型分布见图 6.6-3，可见评价范围内土壤类型为赤红壤和南方水稻土；根据《广州市黄埔区国土空间总体规划（2021—2035 年）》，本项目区域土地利用规划图（见图 6.6-1）可以看出评价范围内用地类型主要为城镇村用地区、林业用地区、基本农田、一般农地区、交通用地区。该范围内的主要土壤敏感目标为基本农田、林业用地区、城镇村用地。

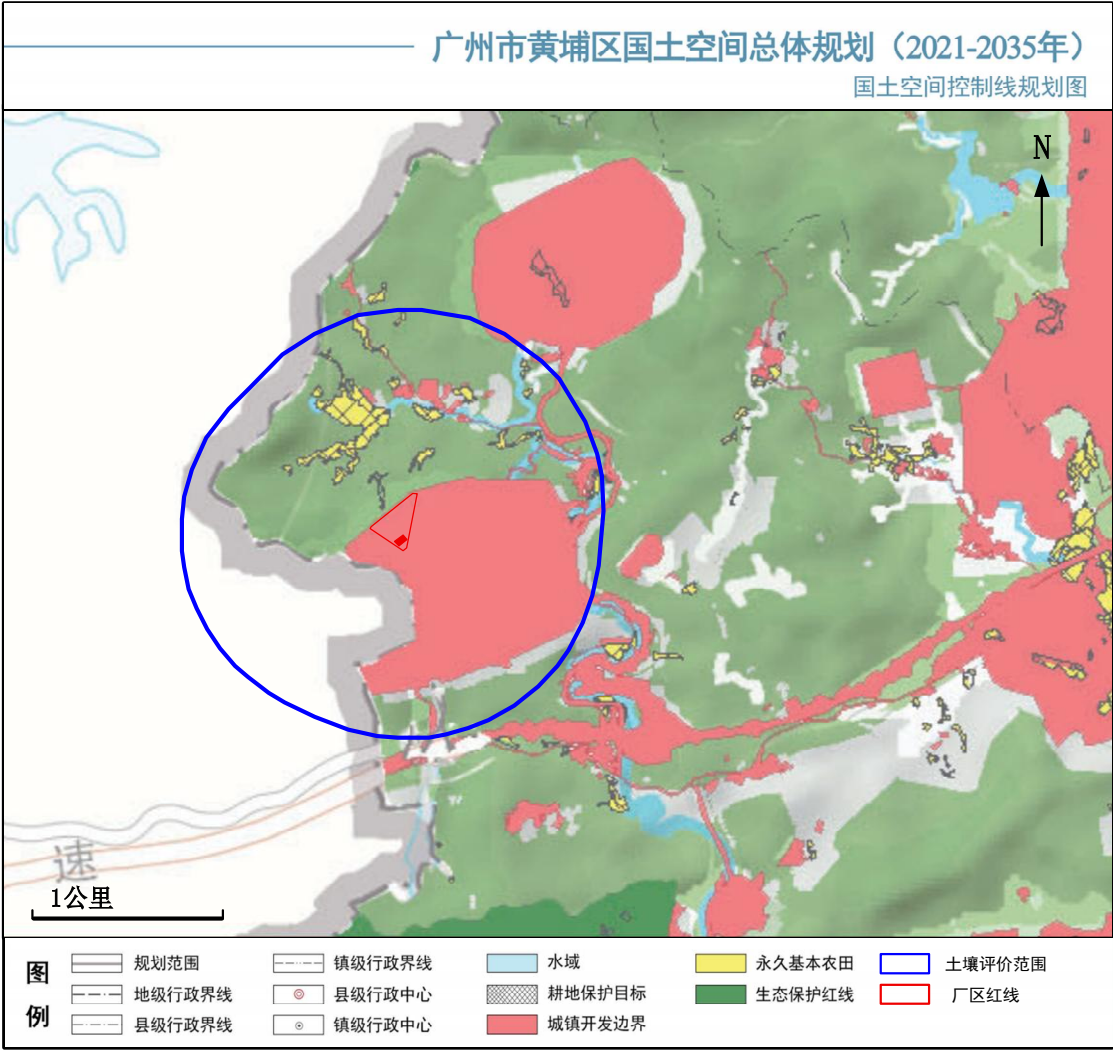


图 6.6-1 项目区域国土空间总体规划图

6.6.3 预测与评价因子

由于项目排放的废气中含有汞、镉、铅、砷等重金属及二噁英，重金属及二噁英随排放废气进入环境空气中，最后沉降在周围的土壤从而进入土壤环境，有可能对土壤环境中的重金属及二噁英含量产生影响。因此本次土壤环境影响评价重点针对项目运营期废气中重金属（本次评价选择汞、镉、铅、砷）及二噁英对周边土壤环境的累积影响。





图 6.6-2 土壤评价范围及土壤保护目标分布图

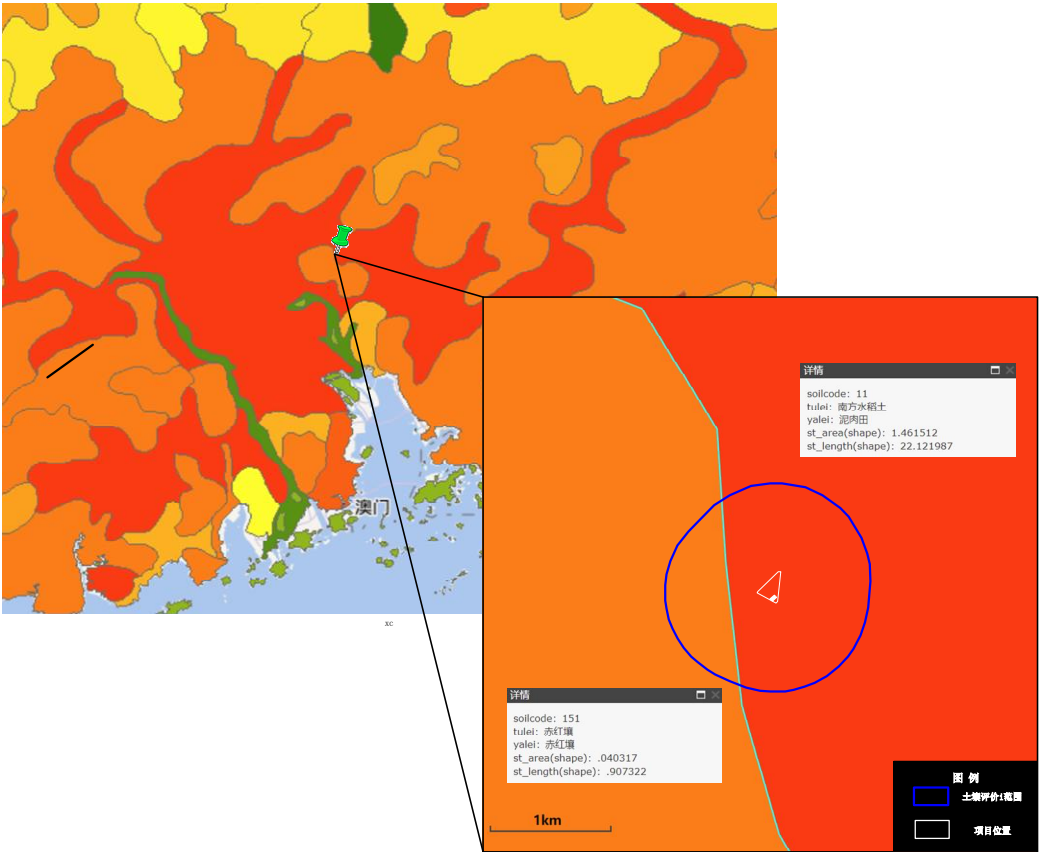


图 6.6-3 项目区域土壤类型分布图（中国 1:400 万土壤类型图）

#### 6.6.4 预测方法

本评价采用《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 E 的预测方法。

本次评价拟选取汞、镉、铅、砷、二噁英作为评价因子，预测其通过多年沉降后对区域土壤环境质量的影响。

##### （1）预测方法

##### 1) 单位质量土壤中某种物质的增量

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 E.1 方法一，单位质量土壤中某种物质的增量的计算公式如下所示。

$$\Delta S = n(I_s - L_s - R_s) / (p_b \times A \times D) \quad (\text{公式一})$$

式中：

$\Delta S$ ——单位质量表层土壤中某种物质的增量，g/kg；

$I_s$ ——预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质的输入量，g；

$L_s$ ——预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经淋溶排出的量，g；

参考有关研究资料，二噁英类、Hg、Pb 在土壤中一般不易被自然淋溶迁移，综合考虑作物富集、土壤侵蚀和土壤渗漏等流失途径，本评价不考虑这部分淋溶排出量。

$R_s$ ——预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经径流排出的量，g；

本评价不考虑随径流排出的量。

$p_b$ ——表层土壤容重，kg/m<sup>3</sup>；本次评价取 1450kg/m<sup>3</sup>

$A$ ——预测评价范围；本次评价取 1000\*1000m<sup>2</sup>。

$D$ ——表层土壤深度，m；

据有关研究表明，在污染土壤中，重金属和二噁英进入土壤后，由于土壤对它们的固定作用，不易向下迁移，多集中分布在表层，根据土壤理化性质调查结果，本次评价取 0.2m。

$n$ ——持续年份，a。

##### 2) 单位质量土壤中某种物质的预测值

单位质量土壤中某种物质的预测值可根据其增量叠加现状值进行计算，如公式二。

$$S=S_b+\Delta S \text{ (公式二)}$$

式中：

$S_b$ ——单位质量土壤中某种物质的现状值，g/kg；

$S$ ——单位质量土壤中某种物质的预测值，g/kg。

### 3) 单位质量土壤中某种物质的输入量

铅、镉、汞、砷、二噁英进入土壤环境主要表现为累积效应。铅、镉、汞、砷、二噁英对土壤的累积影响采用土壤污染物累计模式计算：

$$I_s=C \times V \times T \times A \text{ (公式三)}$$

式中：

$C$ ——污染物年平均最大落地浓度，g/m<sup>3</sup>，一般来说，大气中颗粒物沉降量中通过降雨的湿沉降约为80%~90%，干沉降只占10%~20%。项目颗粒物污染物在大气预测模型中未考虑总沉积（湿沉降和干沉降），保守考虑，将源强中表层土壤中某种物质的输入量 $I_s$ 中 $C$ 的取值为最大落地浓度；

$V$ ——污染物沉降速率，m/s；由于项目排放的重金属和二噁英粒度较细，粒度小于1μm，沉降速率取值为0.1cm/s（即0.001m/s）；

$T$ ——年内污染物沉降时间，s；项目生产制度取60天（266.67小时）。

## 6.6.5 预测结果与评价

物质的输入量和不同时间段单位质量表层土壤中污染物的最大增量见表6.6-3和表6.6-4。

表 6.6-3 预测评价范围内运营期表层土壤中某种物质的输入量（ $I_s$ ）单位：mg

物质	Pb	Hg	Cd	As	二噁英
年输入量 $I_s$	12856.320	459.821	6220.800	8.92E+01	3.79E-03

表 6.6-4 运营期单位质量表层土壤中污染物的最大增量（ $\Delta S$ ）单位：mg/kg

物质 时间	Pb	Hg	Cd	As	二噁英
20 天	1.48E-05	5.29E-07	7.15E-06	1.02E-07	4.36E-12

物质 时间	Pb	Hg	Cd	As	二噁英
40 天	2.96E-05	1.06E-06	1.43E-05	2.05E-07	8.71E-12
60 天	4.43E-05	1.59E-06	2.15E-05	3.07E-07	1.31E-11

通过叠加现状背景值，可知项目运营期污染物排放对周边土壤累积影响见表 6.6-5~表 6.6-8。

**表 6.6-5 建设用地（第一类用地）运营期土壤中污染物的预测值（S）单位：mg/kg**

物质	Pb	Hg	Cd	As	二噁英
现状值（Sb）	46.300	0.121	0.140	6.990	3.80E-06
20 天预测值	46.300	0.121	0.140	6.990	3.80E-06
40 天预测值	46.301	0.121	0.140	6.990	3.80E-06
60 天预测值	46.301	0.121	0.140	6.990	3.80E-06
建设用地标准	400	8	20	20	1.00E-05

注：采用多个建设用地（第一类用地）监测点位的最大值作为建设用地（第一类用地）现状值（Sb）

**表 6.6-6 建设用地（第二类用地）运营期土壤中污染物的预测值（S）单位：mg/kg**

物质	Pb	Hg	Cd	As	二噁英
现状值（Sb）	46.600	0.214	0.080	6.440	5.60E-06
20 天预测值	46.600	0.214	0.080	6.440	5.60E-06
40 天预测值	46.601	0.214	0.080	6.440	5.60E-06
60 天预测值	46.601	0.214	0.080	6.440	5.60E-06
建设用地标准	800	38	65	60	4.00E-05

注：采用多个建设用地（第二类用地）监测点位的最大值作为建设用地（第二类用地）现状值（Sb）

**表 6.6-7 农用地（其他）运营期土壤中污染物的预测值（S）单位：mg/kg**

物质	监测点位	现状值 (Sb)	20 天预测值	40 天预测值	60 天预测值	执行标准 (风险筛选值)
Pb	BT2	34.400	34.400	34.401	34.401	150
Hg		0.056	0.056	0.056	0.056	1.8

Cd		0.160	0.160	0.160	0.160	0.3
As		4.450	4.450	4.450	4.450	4.45
二噁英		1.00E-06	1.0001E-06	1.0002E-06	1.0003E-06	/

表 6.6-8 农用地（水田）运营期土壤中污染物的预测值（S）单位：mg/kg

物质	监测点位	现状值 (Sb)	20 天预测值	40 天预测值	60 天预测值	执行标准 (风险筛选值)
Pb	BT3	35.000	35.000	35.001	35.001	140
Hg		0.134	0.134	0.134	0.134	0.6
Cd		0.140	0.140	0.140	0.140	0.6
As		5.470	5.470	5.470	5.470	25
二噁英		2.00E-07	2.001E-07	2.002E-07	2.003E-07	/

由表 6.6-5~表 6.6-8 的预测评价结果可知，建设项目运营期在 20 天、40 天、60 天阶段，建设用地（第一类用地）土壤环境各评价因子均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地筛选值标准；建设用地（第二类用地）土壤环境各评价因子均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地筛选值标准；农用地的各评价因子均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的风险筛选值，项目正常运作情况下不会对周围土壤环境产生明显影响。

表 6.6-9 土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况	备注
影响识别	影响类型	污染影响型☑；生态影响型□；两种兼有□	
	土地利用类型	建设用地☑；农用地☑；未利用地□	土地利用类型图
	占地规模	(35509.63)m <sup>2</sup>	
	敏感目标信息	具体见表 1.7-2	
	影响途径	大气沉降☑；地面漫流□；垂直入渗□；地下水位□；其他（）	
	全部污染物	/	
	特征因子	/	

	所属土壤环境影响评价项目类别	I类 <input checked="" type="checkbox"/> ;II类 <input type="checkbox"/> ;III类 <input type="checkbox"/> ;IV类 <input type="checkbox"/>				
	敏感程度	敏感 <input checked="" type="checkbox"/> ; 较敏感 <input type="checkbox"/> ; 不敏感⑦				
	评价工作等级	一级 <input checked="" type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 <input type="checkbox"/>				
现状调查内容	资料收集	a) <input checked="" type="checkbox"/> ;b) <input checked="" type="checkbox"/> ;c) <input checked="" type="checkbox"/> ;d) <input checked="" type="checkbox"/>				
	理化特性	见表 5.6-2~表 5.6-6			同附录 C	
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	点位布置图
		表层样点数	2	4	/	
		柱状样点数	5	/	/	
	现状监测因子	pH、GB36600-2018 基本因子 45 项、 附加项（特征污染物）：氯离子、氟化物、硫化物、二噁英				
	评价因子	pH、GB36600-2018 基本因子 45 项、 附加项（特征污染物）：氯离子、氟化物、硫化物、二噁英				
	评价标准	GB15618 <input checked="" type="checkbox"/> ; GB36600 <input checked="" type="checkbox"/> ; 表 D.1 <input type="checkbox"/> ; 表 D.2 <input type="checkbox"/> ; 其他 ( )				
现状评价结论	达到相应标准					
影响预测	预测因子	Hg、Cd、Cr(VI)、Pb、二噁英				
	预测方法	附录 E <input checked="" type="checkbox"/> ; 附录 F <input type="checkbox"/> ; 其他 ( )				
	预测分析内容	影响范围（占地范围外 1km 范围内） 影响程度 ( )				
	预测结论	达标结论：a) <input type="checkbox"/> ; b) <input type="checkbox"/> ; c) <input type="checkbox"/> 不达标结论：a) <input type="checkbox"/> ; b) <input type="checkbox"/>				
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障 <input checked="" type="checkbox"/> ; 源头控制 <input checked="" type="checkbox"/> ; 过程防控 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 ( )				
	跟踪监测	监测点数	监测指标	监测频次		
		3	GB36600 中 45 项、pH 值、氯离子、氟化物、硫化物、二噁英	表层土壤 1 次/年 深层土壤 1 次/三年		
	信息公开指标	监测点位及监测值				
	评价结论	严格采取环评提出的措施，影响可接受				

## 6.7 生态环境影响分析

本次拟建项目在现有项目基础上进行技改扩建，无新增用地，无土建内容。

现有工程厂区内已完成绿化及植被种植，项目实施后不会对现场厂区内的生态环境产生影响。

## 7 环境风险评价分析

项目运营过程中，由于自然或人为因素所造成的环境污染、人身伤害或财产损失的事故，属于风险事故。本项目涉及的存储材料基本上属于具有易燃、易爆和有毒、有害、腐蚀性等特性。这些物质可能通过运输、储存、使用乃至废弃物处置等多种途径进入环境，以各种形式对生态环境和人体健康造成危害。根据环境风险评价相关技术要求，本评价将对生产过程中可能发生的事故风险进行环境影响分析，提出防范及应急措施，力求将环境风险降至最低。

### 7.1 风险调查

#### 7.1.1 建设项目风险源调查

##### 7.1.1.1 危险物质数量和分布

调查建设项目的危险物质，确定各功能单元的储量，调查结果如下表所示。



表 7.1-1 各单元危险物质调查识别情况一览表（单位：吨）

类别	废物类别	最大储存量			生产线在线量		总量
		乙类仓库	丙类仓库	储罐区	物化车间	回转窑焚烧车间	
现有项目 情况	HW02 医药废物	15.00	0	0	0	0.083	15.08
	HW03 废药物、药品	15.00	0	0	0	0.105	15.11
	HW04 农药废物	5.00	0	0	0	0.009	5.01
	HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物	325.00	0.00	0	0.004	0.358	325.36
	HW08 废矿物油与含矿物油废物	0.00	175.00	0	0.003	0.209	175.21
	HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液	0.00	385.00	0	0.031	0.171	385.20
	HW11 精（蒸）馏残渣	25.00	0	0	0	0.088	25.09
	HW12 染料、涂料废物	0.00	270.00	0	0	0.708	270.71
	HW13 有机树脂类废物	150.00	0	0	0	0.219	150.22
	HW16 感光材料废物	75.00	0	0	0	0.286	75.29
	HW17 表面处理废物	375.00	0	0	0.028	0	375.03
	HW34 废酸	375.00	0	0	0.052	0	375.05
	HW35 废碱	375.00	0	0	0.070	0	375.07
	HW49 其他废物	900.00	0	0	0	0.912	900.91
	25%氨水	0	0	27	0.045	0	27.05
	柴油	0	0	25	0.042	0	25.04

类别	废物类别		最大储存量			生产线在线量		总量
			乙类仓库	丙类仓库	储罐区	物化车间	回转窑焚烧车间	
	98%浓硫酸		0	0	45	0	0.075	45.08
改扩建项目	飞灰		0	20	0	0.833	0	20.83
	水洗脱氯飞灰		0	20	0	0.833	0	20.83
	飞灰一级漂洗滤液	铬及其化合物	0	3.11E-03	0	1.51E-06	0	3.11E-03
		镍及其化合物	0	5.92E-04	0	3.64E-07	0	5.92E-04
		铜及其化合物	0	1.27E-02	0	3.48E-06	0	1.27E-02
		汞	0	6.32E-04	0	1.51E-06	0	6.34E-04
	30%盐酸（折算 37%盐酸）		0	0.00	0	0.49	0	0.49

### 7.1.1.2 生产工艺的特点

本项目为危险废物综合利用项目，属于《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C 表 C.1 中的其他行业，生产过程中涉及危险物质使用、贮存。

### 7.1.2 环境敏感目标的调查

项目大气风险评价范围为 5km，环境风险目标重点考虑 5km 范围内的大气环境敏感点。评价范围内环境风险敏感目标主要为大气环境风险保护目标为项目周边 5km 范围内的敏感目标，水环境风险评价范围主要为雨水排放口下游 10km 范围内水域。

## 7.2 环境风险潜势判断

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），应根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性（P）及其所在地的环境敏感程度（E），结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，确定环境风险潜势。

### 7.2.1 P 的分级确定

#### （1）危险物质数量与临界量比值（Q）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C，“计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。”“当存在多种危险物质时”，物质总量与其临界量比值（Q）计算公式如下：

$$Q=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n$$

式中： $q_1$ 、 $q_2$ ...， $q_n$ ——为每种危险物质的最大存在总量，t。

$Q_1$ 、 $Q_2$ ...， $Q_n$ ——为每种危险物质的临界量，t。

当  $Q < 1$  时，该项目环境风险潜势为 I；

当  $Q \geq 1$  时，将 Q 值划分为：（1） $Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ 。

经计算，本项目  $Q = 168.70$ ， $Q \geq 100$ 。

表 7.2-1 本项目环境风险物质数量与临界量比值 (Q)

类别	环境风险物质类别	最大储存量			生产线在线量		Q 值	临界量	判定依据
		乙类仓库	丙类仓库	储罐区	物化车间	回转窑焚烧车间			
项目 现有 情况	HW02 医药废物	1.50	0.00	0.00	0.00	0.01	1.51	10	主要成分为醇、醛、酯、芳香族等，参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 CODCr 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液的临界量
	HW03 废药物、药品	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	HW04 农药废物	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	50	主要成分有机物类，由于大部分农药具有剧毒成分，参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 2）的临界量
	HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物	32.50	0.00	0.00	0.00	0.04	32.54	10	主要成分为醇、醛、酯、芳香族、硫化物等，参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 CODCr 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液的临界量
	HW08 废矿物油与含矿物油废物	0.00	17.50	0.00	0.00	0.02	17.52	10	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 CODCr 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液的临界量
	HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液	0.00	38.50	0.00	0.00	0.02	38.52	10	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 CODCr 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液的临界量
	HW11 精（蒸）馏残渣	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	HW12 染料、涂料废物	0.00	27.00	0.00	0.00	0.07	27.07	10	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 CODCr 浓度 $\geq 10000\text{mg/L}$ 的有机废液的临界量

类别	环境风险物质类别	最大储存量			生产线在线量		Q 值	临界量	判定依据
		乙类仓库	丙类仓库	储罐区	物化车间	回转窑焚烧车间			
	HW13 有机树脂类废物	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	HW16 感光材料废物	1.50	0.00	0.00	0.00	0.01	1.51	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	HW17 表面处理废物	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	HW34 废酸	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	50	参考 HJ/T169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 2）的临界量
	HW35 废碱	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	50	参考 HJ/T169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 2）的临界量
	HW49 其他废物	18.00	0.00	0.00	0.00	0.02	18.02	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	25%氨水	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	0.54	50	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的健康危险急性毒性物质（类别 3）的临界量
	柴油	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	2500	参考（HJ169-2018）表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中油类物质的临界量
	98%浓硫酸	0.00	0.00	4.50	0.00	0.01	4.51	10	主要成分为硫酸，根据 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的硫酸的临界量

类别	环境风险物质类别	最大储存量			生产线在线量		Q 值	临界量	判定依据
		乙类仓库	丙类仓库	储罐区	物化车间	回转窑焚烧车间			
小计		79.90	83.00	5.05	0.01	0.19	163.10	/	
改扩建项目	飞灰	0.00	0.20	0.00	0.01	0.00	0.21	100	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的危害水环境物质（急性毒性类别 1）临界量
	水洗脱氯飞灰	0.00	0.20	0.00	0.01	0.00	0.21	100	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.2 中的危害水环境物质（急性毒性类别 1）临界量
	铬及其化合物	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.25	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的铬及其化合物的临界量
	镍及其化合物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的镍及其化合物的临界量
	铜及其化合物	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.25	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的铜及其化合物的临界量
	汞	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.5	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的汞的临界量
	30%盐酸 （折算 37%盐酸）	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	7.5	参考 HJ169-2018 中附录 B 表 B.1 中的 37%盐酸的临界量
小计		0.00	0.47	0.00	0.08	0.00	0.55	/	/
合计		79.90	83.47	5.05	0.09	0.19	168.70	/	/

## (2) 行业及生产工艺

分析项目所属行业及生产工艺特点,按照下表评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目,对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为 (1) $M>20$ ; (2) $10<M\leq 20$ ; (3) $5<M\leq 10$ ; (4) $M=5$ , 分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

表 7.2-2 行业及生产工艺 (M)

行业	评估依据	分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺(氯碱)、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解(裂化)工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套
	其他高温或高压,且涉及危险物质的工艺过程 a、危险物质贮存罐区	5/套(罐区)
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采(含净化),气库(不含加气站的气库),油库(不含加气站的油库)、油气管线 b(不含城镇燃气管线)	10
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5
a 高温指工艺温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ,高压指压力容器的设计压力(P) $\geq 10.0\text{MPa}$ ; b 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。		

根据项目工艺的危险性、处理物质及产物的危害性,行业类别属于“其他行业中的“涉及危险物质使用、贮存的项目”,分值为 5 分,评级为 M4。

## (1) 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级

根据危险物质数量与临界量比值(Q)和行业及生产工艺(M),按照下表确定危险物质及工艺系统危险性等级(P),分别以 P1、P2、P3、P4 表示。

表 7.2-3 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)

危险物质数量与临界量比值(Q)	行业及生产工艺(M)			
	M1	M2	M3	M4
$Q\geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10\leq Q<100$	P1	P2	P3	P4

$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4
-----------------	----	----	----	----

根据前面所求 Q 值及 M 评级，本项目危险物质及工艺系统危险性（P）分级为 P3。

### 7.2.2 E 的分级确定

分析项目的危险物质在事故情形下的环境影响途径，如大气、地表水、地下水等，按照导则附录 D 对建设项目各要素环境敏感程度（E）等级进行判断。

#### （1）大气环境敏感程度

依据环境敏感目标环境敏感性及其人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见下表。根据调查，项目周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数约为 4.2 万人，大于 1 万人小于 5 万人，大气环境敏感程度属于 E2。

表 7.2-4 大气环境敏感程度分级

分级	大气环境敏感性
E1	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，或其他需要特殊保护区域；或周边 500m 范围内人口总数大于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 200 人
E2	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人
E3	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人

#### （2）地表水环境敏感程度

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点受纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 7.2-5。其中地表水功能敏感性分区和环境敏感目标分级分别见表 7.2-6 和表 7.2-7。

表 7.2-5 地表水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	F1	F2	F3



S1	E1	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

表 7.2-6 地表水功能敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为Ⅱ类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨国界的
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为Ⅲ类，或海水水质分类第二类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上述地区之外的其他地区

表 7.2-7 环境敏感目标分级

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜區；或其他特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体的：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

项目建成后全厂废水经自建污水处理设施处理达到《城市污水再生利用-工业用水水质》（GB/T19923-2005）中“冷却用水中的直流冷却水”标准回用生产环节，不外排。基于企业严格按照相关规范合理规划设计雨水收集管网和车间、暂存库废液导流沟、足够容积的事故应急池、日常加强相关控制闸阀及管道切换系统的维护管理，即可确保事

故废水有效收集。但在不考虑事故应急池的情况下，项目废水泄漏可能会通过雨水管网排至潭洞水，潭洞水属IV类水体，则其地表水环境敏感特征为敏感 F3；排放点下游 10km 范围不包含敏感保护目标，因此其环境敏感目标分级为 S3。综上所述，项目地表水环境敏感程度为 E3。

### (3) 地下水环境敏感程度

依据地下水功能敏感性与包气带防污性能，地下水环境敏感程度共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区。其中地下水功能敏感性分区和包气带防污性能分级分别见下表。项目评价范围内不涉及 G1 和 G2 地下水环境敏感特征，按 G3 不敏感考虑。根据前述的地勘资料显示，包气带防污性能属于 D2。综上，项目地下水环境敏感程度为 E3。

**表 7.2-8 地下水环境敏感程度分级**

包气带防污功能	地下水功能敏感性		
	G1	G2	G3
D1	E1	E1	E2
D2	E1	E2	E3
D3	E2	E3	E3

**表 7.2-9 地下水功能敏感性分区**

敏感性	地下水环境敏感特征
敏感 G1	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区
较敏感 G2	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如热水、矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 a
不敏感 G3	上述地区之外的其他地区
a “环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区	

**表 7.2-10 包气带防污性能分级**

分级	包气带岩土渗透性能
----	-----------

D3	$Mb \geq 1.0m, K \leq 1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ , 且分布连续、稳定
D2	$0.5m \leq Mb < 1.0m, K \leq 1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ , 且分布连续、稳定 $Mb \geq 1.0m, 1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s} < K \leq 1.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ , 且分布连续、稳定
D1	岩（土）层不满足上述“D2”和“D3”条件
Mb: 岩土层单层厚度。 K: 渗透系数。	

### 7.2.3 建设项目环境风险潜势判断

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）相关规定，建设项目环境风险潜势划分为I、II、III、IV+级。具体划分依据见下表。

表 7.2-11 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度（E）	危险物质及工艺系统危险性（P）			
	极度危害（P1）	高度危害（P2）	中度危害（P3）	轻度危害（P4）
环境高度敏感区（E1）	IV+	IV	III	III
环境中度敏感区（E2）	IV	III	III	II
环境低度敏感区（E3）	III	III	II	I
注：IV+为极高环境风险				

综合前述章节所得结论，项目大气环境、地表水环境、地下水环境的环境风险潜势等级及环境风险潜势综合等级具体如下表所示。环境风险潜势综合等级最高级取III级。

表 7.2-12 本项目环境风险潜势初判一览表

环境要素	环境敏感程度（E）	危险物质及工艺系统危险性（P）	环境风险潜势
大气	E2	P3	III
地表水	E3		II
地下水	E3		II

## 7.3 环境风险评价等级及评价范围

### 7.3.1 评价工作等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。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，按表 7.3-1 确定评价工作等级。本项目大气环境、地表

水环境、地下水环境的环境风险评价工作等级见表 7.3-2，因此项目环境风险潜势综合评价工作等级为二级。

表 7.3-1 评价工作级别

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 a

a 是相对于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。

表 7.3-2 项目各环境要素环境风险评价等级一览表

环境要素	环境风险潜势	环境风险评价等级
大气环境	III	二级
地表水环境	II	三级
地下水环境	II	三级
项目环境风险评价等级为二级		

### 7.3.2 评价范围

#### 1、大气环境风险评价范围

项目大气环境风险评价等级为二级，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），大气环境风险评价范围为厂界外延 5km 范围。

#### 2、地表水环境风险评价范围

项目地表水环境风险评价等级为三级，仅定性分析说明地表水环境影响后果，不设地表水环境风险评价范围。

#### 3、地下水环境风险评价范围

项目地下水环境风险评价等级为三级，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）及《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），地下水环境风险评价范围与地下水评价范围一致。

各环境要素（大气、地下水）环境风险评价范围见图 1.7-1。

## 7.4 建设项目环境敏感特征表

本项目环境敏感特征表见下表。

表 7.4-1 建设项目环境敏感特征表

类别	环境敏感特征					
环境空气	厂址周边 5km 范围内					
	序号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
	详见表 1.7- 1					
	厂址周边 500m 范围内人口数小计					350 人
	厂址周边 5km 范围内人口数小计					42577 人
	大气环境敏感程度 E 值					E2
地表水	受纳水体					
	序号	受纳水体名称	排放点水域环境功能		24h 内流经范围/km	
	1	潭洞水	IV		/	
	2	金坑水库	IV		/	
	地表水环境敏感程度 E 值					E3
地下水	序号	环境敏感区名称	环境敏感特征	水质目标	包气带防污性能	与下游厂界距离/m
	1	无	/	III	K=6.94×10 <sup>-5</sup> cm/s Mb≥1.0m	/
	地下水环境敏感程度 E 值					E3

## 7.5 环境风险识别

### 7.5.1 物质危险性识别

根据项目物料性质,现有项目的危险物质类别包括:储存在乙类、丙类仓库的各类危险废物、储罐区中的氨水、柴油和浓硫酸储罐以及焚烧车间、物化车间在线的危险物质。根据表 7.2-1 可知,现有项目与改扩建项目相关的风险单元主要是丙类仓库和物化车间,除此以外,改扩建项目还存在在运输、存放、处理处置设施运行、环保设施运行过程中的飞灰泄漏、物化车间药剂间盐酸泄漏、漂洗废水泄漏污染地下水等环境风险。

#### 1、各类危险废物

现有项目焚烧、物化处置危险废物包括 HW02 医药废物、HW03 废药物、药品、HW04 农药废物、HW06 废有机溶剂、含有机溶剂废物、HW08 废矿物油与含矿物油废物、HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液、HW11 精（蒸）馏残渣、HW12 染料、涂料废物、HW13 有机树脂废物、HW45 含有机卤化物废物、HW49 其他废物、HW16 感光材料废物、HW17（表面处理废物）、HW50（废催化剂）等，上述危险废物多具易燃性（I）和毒性（T），少量具有腐蚀性（C）和反应性（R），主要有害成分包括醇、醛、酯、酯类、芳香族、氮化物、硫化物、卤化物、有毒金属及化合物、苯酚等。

## 2、原飞灰、水洗脱氯后飞灰

原飞灰和水洗脱氯后飞灰含有二噁英，二噁英英文名字"Dioxin"。二噁英包括 75 种多氯代二苯并二噁英和 135 种多氯代二苯并呋喃。其中以 2、3、7、8 位氯取代的异构体毒性最大,称为 TCDD。二噁英极具亲脂性及化学稳定性，700℃以上才开始分解。在二氯苯中的溶解度为 14000mg，这决定了它们可以通过食物链中的脂质发生转移和生物富集。二噁英在土壤中降解的半衰期为 12 年,在空气中光化学分解的半衰期为 8.3 天在人体内的半衰期平均为 7 年。在环境中的二英常以混合物形式存在且毒性不同，在评价其对健康影响时，并非含量简单相加，而是用毒性当量含量这一指标评价二噁英对环境及人体健康的影响。上述物质存在运输、储存泄漏风险。

## 3、漂洗废水

水洗脱氯飞灰的漂洗废水中含铬、镍、铜、汞等物质，环境风险显著。铬（尤其是六价铬）具有强致癌性，易通过食物链富集，损害肝肾及神经系统；镍可致癌并引发呼吸道疾病；铜过量会毒害水生生物，破坏生态平衡；汞则通过血脑屏障损伤神经系统，引发水俣病等公害病。这些重金属在水体中难降解，易随废水渗透污染土壤和地下水，长期积累将导致生态系统退化，并通过食物链威胁人类健康，需严格管控废水处理与排放。

## 4、30%盐酸

盐酸存于物化车间的药剂间，存在一定的环境风险。其强腐蚀性易致设备受损，蒸气泄漏会危害人员健康，引发眼鼻刺激、呼吸道损伤及消化道灼伤等严重后果。储存间空间有限加剧风险聚集，一旦泄漏，盐酸将迅速扩散，通过裂缝等污染土壤与地下水，对生态环境造成长期破坏。同时，盐酸与金属等接触可能产生氢气等易燃物，增加火灾爆炸风险。因此，必须严格管理，加强通风、监控与应急措施，确保人员安全与环境免受侵害。

## 7.5.2 生产系统危险性识别

根据拟建设工程和现有工程内容可知，项目的生产系统危险性识别如下表所示。

表 7.5-1 项目主要的生产系统危险性识别表

项目性质	危险单元	生产系统	主要危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
现有项目	焚烧车间	回转窑焚烧系统、等离子熔融炉处理系统	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、颗粒物、CO、HCl、氟化物、汞、铅、镉、二噁英类等	事故性排放；火灾、爆炸事故二次污染；破碎机运行的火灾	大气	以厂区边界外延 5km 范围内的住宅、学校等环境敏感点
	物化处理车间	废液处理过程	高盐废水、VOCs、氨、硫化氢、HCl 等	废气处理工艺出现故障或事故；废水事故排放	大气、地表水、地下水、土壤	
	丙类、乙类暂存库	暂存危险废物	危险废物、VOCs、氨、硫化氢等	危废暂存过程中的风险事故，如泄漏、火灾等；危险废物进料过程中的风险事故		
	丙类储罐区	暂存液体危险废物	危险废物、VOCs 等	危废暂存过程中的风险事故，如泄漏、火灾等；危险废物进料过程中的风险事故		
	运输道路	运输车辆	危险废物	车辆运输过程中的泄漏事故	大气、地表水、地下水、土壤	运输道路两侧的住宅、学校、地表水体等环境敏感点
	污水处理车设施	废水处理设施；污水输送管网；事故应急池等	废水	泄漏	地表水、地下水、土壤	周边地下水、土壤等
	危废进料过程	废液输送管道	危险废物	泄漏	大气、地表水、地下水、土壤	周边地下水、土壤等
拟建项目	运输过程	运输车辆	飞灰	泄漏	地表水、地下水、土壤	周边地下水、土壤等

项目性质	危险单元	生产系统	主要危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
	贮存过程	丙类仓库	飞灰	粉尘逸散	大气	环境空气
	漂洗处理	物化车间漂洗废水暂存池	铬及其化合物、镍及其化合物、铜及其化合物和汞	泄漏	地下水、土壤	周边地下水、土壤等
	储存过程	物化车间药剂间	30%HCl	泄漏	大气	环境空气

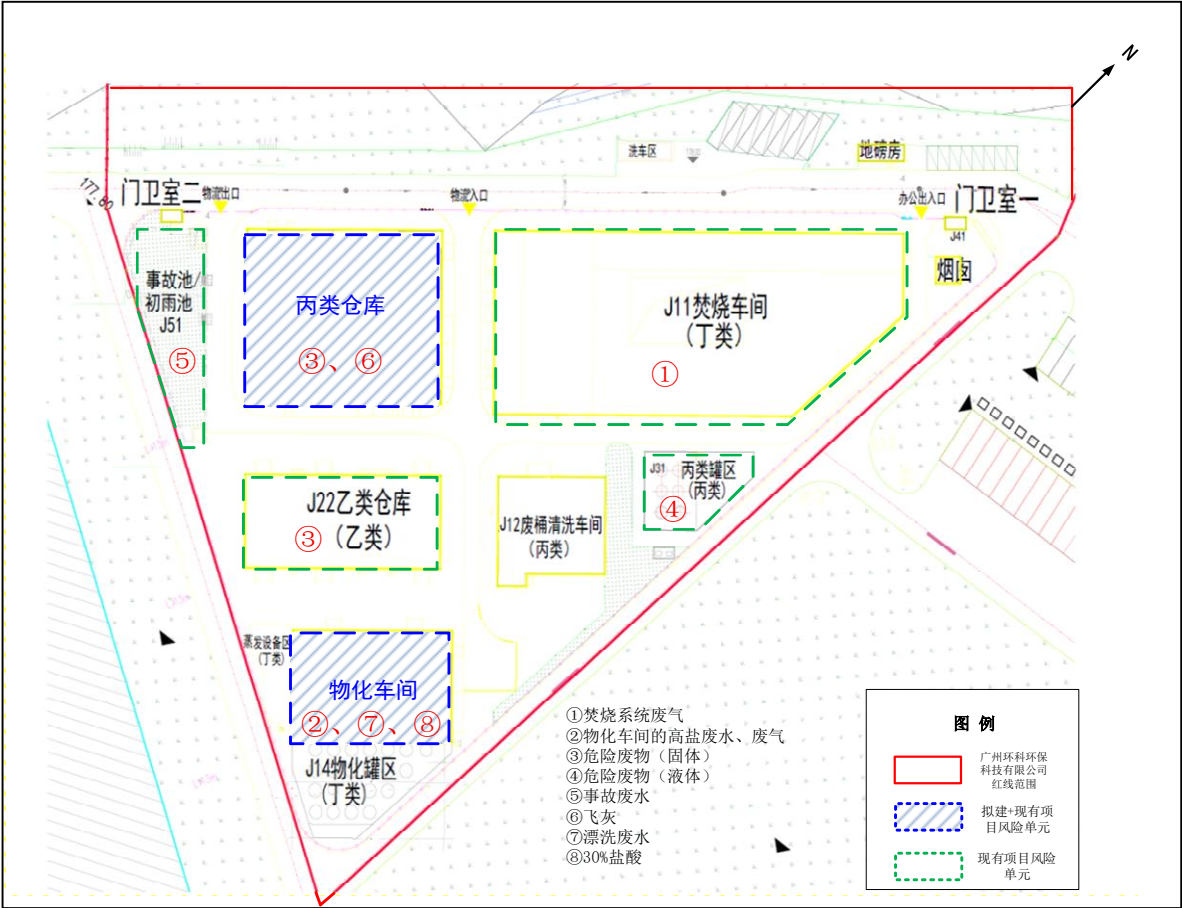


图 7.5-1 项目环境风险单元分布图

7.6 风险事故情形分析

7.6.1 风险事故情形分析

回顾现有项目的风险源情况，地表水方面，有运输、暂存等环节泄漏及火灾消防废



水、生产废水事故排放，正常可收集，异常由雨水系统送处理，废水设施事故时生产废水暂存调节池；地下水方面，高盐废水池等破损会使污水、废矿物油下渗；大气方面，回转窑紧急停车会导致烟气直排，储罐区高热值废液泄漏遇火源会引发火灾爆炸产生次生污染物。

本章节主要根据拟建项目物料性质进行风险事故情形分析，本项目生产过程中潜在的环境风险主要是在运输、存放、处理处置设施运行、环保设施运行过程中的飞灰泄漏，分属于生产、贮运、环保等系统，各功能系统中潜在的危险性分析如下。

### **(1) 危险废物收运过程情形分析**

危险废物收集、运输过程的风险因素主要来源于人为因素、车辆因素、客观因素和装运因素。

#### **①人为因素**

人为因素主要由驾驶员、押运员、装卸管理人员的违规工作引起。没有按照规范要求对危险废物进行包装、收集，甚至装卸人员违反操作规程野蛮装卸，极易引起危险废物在运输过程中发生泄漏；在运输过程中疲劳驾驶、盲目开快车、强行会车、超车、酒后驾车等极易引起撞车、翻车事故。

#### **②车辆因素**

危险废物运输车辆的安全状况是引起事故的一个重要因素，车辆技术状况的好坏，是危险废物安全运输的基础，如果车况不好会严重影响行车安全，导致事故发生。

#### **③客观因素**

客观因素是指道路状况、天气状况等。如当危险废物运输车辆通过地面不平整的道路时会剧烈震动，可能使车辆机件损坏，使危险废物包装容器之间发生碰撞而损坏；在泥泞的道路上，在山道、弯道较多的路段容易发生侧滑而引发事故；大雨天、大雾天或冰雪天会因为视线不清、路滑造成车辆碰撞或撞车而引发事故。

#### **④装运因素**

飞灰运输过程中，若包装和装运不规范，极易导致飞灰泄漏，造成严重的环境风险。例如，若未采用专用运输车辆或未进行密闭包装，运输途中可能发生包装破损、撒漏，导致飞灰进入土壤或水体，污染环境并威胁公众健康。此外，飞灰中富含重金属、二噁英等有害物质，一旦泄漏，将对土壤、地下水及周边生态系统造成长期影响。因此，必须严格按照相关规范进行运输，确保包装完好、运输过程密闭，以最大限度降低飞灰泄漏的风险。

## （2）危险物质暂存过程泄漏情形分析

在飞灰暂存过程中，导致飞灰对外泄漏的环境风险主要体现在以下几个方面：

①飞灰在暂存过程中若未采取有效的密闭措施，容易发生无组织排放。例如，飞灰暂存仓废气收集管道若存在设备老化、密封不严或操作不当等问题，可能导致飞灰泄漏并扩散至大气中，对周边空气质量造成影响。

②飞灰在暂存过程中若未设置防渗措施，可能通过雨水冲刷进入土壤和地下水系统，造成土壤和水体污染。例如，飞灰中含有重金属（如铅、镉、汞等）和有害化学物质，若泄漏至土壤中，可能通过渗透作用进入地下水，进而影响周边水体和生态系统。此外，飞灰在暂存库中若未进行硬化处理，雨水冲刷可能导致飞灰洒落，进一步加剧污染风险。这种污染不仅影响环境质量，还可能对农业和饮用水安全构成威胁。

③暂存过程中的管理不规范同样可能导致泄漏风险。例如，部分项目因容量不足或管理不到位，导致飞灰在未完成水洗脱氯处理的情况下临时堆存，甚至存放在地面未硬化的场地内，存在较大的环境隐患。此外，若未建立完善的危险废物管理台账、未按规定申报转移联单，也容易导致飞灰管理失控，增加泄漏风险。这些问题不仅违反了环保法规，也增加了突发环境事件的可能性，如飞灰泄漏引发的土壤、地下水污染或大气扩散事件。

④在物化车间药剂间，25L 密封塑料桶内的 30%盐酸发生泄漏。盐酸具有强腐蚀性和挥发性，泄漏后，酸性液体迅速在地面扩散，腐蚀接触到的设备、地面等，缩短其使用寿命。挥发出的氯化氢气体在空气中形成酸雾，刺激人员呼吸道、眼睛等，危害人体健康。若酸雾扩散至车间外，会对周边大气环境造成污染，影响附近植被生长。同时，泄漏的盐酸可能随雨水冲刷进入排水系统，若未有效拦截，会流入地表水体，导致水体酸化，破坏水生生态系统，影响水生生物生存，对周边环境及人员安全构成威胁，需立即采取应急处理措施。

## （3）工艺过程发生泄漏情形分析

飞灰漂洗工艺过程的危险性主要体现在处理装置损坏后有毒物质发生泄漏、泄漏物质暴露与人体接触等，包括：①管道和配件本身质量原因产生的裂痕、砂眼所产生的渗漏；②管道连接安装操作不规范、技术不熟练造成的渗漏；③管道预留孔穿越建筑楼面所引起的渗漏。管道破损造成废液渗漏隐蔽性较高，较难察觉。管道破损后，渗漏废液将会对渗漏点的土壤和浅层地下水产生直接的危害。

## （4）环保措施运行过程中环境风险情形分析

本项目的环保措施主要针对飞灰漂洗产生的废气以及生产废水，环保措施运行过程中的危险性包括操作不当及处理控制系统失效。

在飞灰水洗过程中，环保措施失效可能引发严重环境风险。首先，废水处理系统若运行不畅，可能导致未处理废水外排，造成土壤和水体污染，重金属等有害物质可能渗入地下水，威胁饮用水安全。其次，废气处理系统故障可能导致氨气等有害气体逸散，污染空气，影响周边居民健康。此外，环保设施一旦失效，可能引发连锁反应，如废水泄漏扩散至土壤和水体，或废气长期滞留，加剧环境危害。因此，必须加强设备维护与管理，确保环保措施有效运行，降低环境风险。

### 7.6.2 最大可信事故

现有项目主要针对回转窑焚烧烟气事故排放和高热值废液储罐泄漏事故进行了最大可信事故预测分析，预测结果表明高热值废液储罐着火火灾事故排放情况下产生的CO影响最大，其最大影响范围为140m。根据调查可知，本项目周边140m影响范围均无环境敏感目标，因此可以认为上述情况下排放废气对周边区域无不良影响。同时，项目运营至今未发生该类型的突发环境风险事故，因此本次评价拟对与本项目相关的风险单元进行进一步分析。

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中的定义，最大可信事故指：是基于经验统计分析，在一定可能性区间内发生的事故中，造成环境危害最严重的事故。根据上述风险事故情形分析，与拟建项目相关的风险事故中，危险废物收运中的人为、车辆、客观及装运因素虽可能引发飞灰泄漏，但可通过规范操作、加强车辆维护、改善运输条件等有效防控，发生概率极低。危险物质暂存时，飞灰无组织排放、防渗缺失、管理不规范等问题，能借助完善密闭措施、设置防渗层、强化管理等手段降低风险。工艺过程中，飞灰漂洗储存池体、管道等渗漏，可通过设置防渗层、选用优质配件、规范安装操作等预防。环保措施运行过程，废水、废气处理系统故障，能依靠加强设备维护与管理避免。

而30%盐酸泄漏后，酸性液体扩散腐蚀设备地面，挥发出的氯化氢气体形成酸雾扩散到大气，影响人体健康最直接，故其是拟建项目对环境造成最大影响的最大可信事故。

## 7.7 源项分析

### 7.7.1 风险物质泄漏计算

#### （1）25L 密封塑料桶的物质泄漏量

本次评价根据原辅料用量及物料的毒理性，选择 30%盐酸作为代表，估算泄漏事故源强。考虑到在泄漏事故发生后由于药剂间内部设置了一定的混凝土地面，在泄漏事故发生后泄漏物不会进入废水收集系统及雨水收集系统。因此，不会造成水环境污染事故，但因在风力蒸发作用下，会挥发至大气中，产生大气环境影响。综合考虑物料的理化性质、挥发性、毒性有害性，泄漏时间设定为 30 分钟，即事故持续时间为 30 分钟。

液体泄漏速度  $Q_L$  用伯努利方程计算：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中： $Q_L$  ——液体泄漏速度，kg/s

$C_d$  ——液体泄漏系数，此值常用 0.6~0.64，本次取 0.62

$A$  ——裂口面积， $m^2$

$\rho$  ——液体密度， $kg/m^3$

$P$  ——容器内压力，Pa，

$P_0$  ——环境压力，Pa

$g$  ——重力加速度

$h$  ——裂口之上液位高度，m

本项目 30%盐酸为常压储存状态，盐酸储存容器最不利情况为裂口位于桶底，此时根据上式计算出的本项目 30%盐酸泄漏速率见下表。

表 7.7-1 本项目储存容器泄漏事故时的泄漏速率计算一览表

泄漏物	裂口面积 $m^2$	液体密度 $kg/m^3$	容器内压力 Pa	环境压力 Pa	裂口之上液 位高度 m	液体泄漏速 度 kg/s	最大释放或 泄漏量 kg
30%盐酸	0.00000314	1154	101325	101325	0.45	0.0067	12.02

## (2) 泄漏液体蒸发量

由于项目液体储存容器为常温常压储存，考虑极端条件下的影响，原料储存温度取年最高温度  $38.6^\circ C$ ，30%盐酸的沸点为  $84^\circ C$ ，30%盐酸沸点高于  $38.6^\circ C$ ，因此不考虑闪蒸蒸发量和热量蒸发量。

本项目 30%盐酸储存容器泄漏事故属于常压液体储罐泄漏，这种情形不会发生闪蒸和热量蒸发，只发生质量蒸发。

泄漏后的 30%盐酸会迅速在泄漏液收集区域内形成液池，液池面积将恒定为围堰区面积不变，从而使质量蒸发速率也保持恒定，此时的质量蒸发速率  $Q$  按下式计算：

$$Q = \frac{\alpha \times p \times M}{R \times T_0} \times u^{\frac{2-n}{2+n}} \times r^{\frac{4+n}{2+n}}$$

式中：Q ——质量蒸发速率，kg/s

$\alpha$ ,  $n$  ——大气稳定度系数，取值见表 7.7-2。

$p$  ——液体表面蒸汽压，Pa

$M$  ——分子量，kg/mol

$R$  ——气体常数，8.314J/mol·K

$T_0$  ——环境温度，K，本次取 298K

$u$  ——风速，m/s

$r$  ——液池等效半径，m

表 7.7-2 液池蒸发模式参数

稳定度条件	$n$	$\alpha$
不稳定 (A, B)	0.20	$3.846 \times 10^{-3}$
中性 (C, D)	0.25	$4.685 \times 10^{-3}$
稳定 (E, F)	0.30	$5.285 \times 10^{-3}$

本项目最不利气象条件取 F 稳定度，风速为 1.5m/s，温度 25℃，相对湿度 50%。则根据上式计算出的本项目 30%盐酸泄漏后的质量蒸发速率见下表。

表 7.7-3 本项目原料储罐泄漏事故的质量蒸发速率计算一览表

指标	大气稳定度	液体表面蒸汽压	分子量	环境温度	风速	液池等效半径	质量蒸发速率	蒸发量
单位	——	Pa	kg/mol	K	m/s	m	kg/s	kg
30%盐酸	最不利气象条件 F	4332	0.03646	298	1.5	0.8	0.0003	0.539

本项目原料泄漏事故泄漏蒸发速率及蒸发量情况见下表。

表 7.7-4 本项目原料泄漏事故泄漏蒸发速率及蒸发量表

泄漏物质	闪蒸蒸发速率 kg/s	热量蒸发速率 kg/s	质量蒸发速率 kg/s	总蒸发速率 kg/s	蒸发时间 min	总蒸发量 kg
30%盐酸	/	/	0.0003	0.0003	30	0.539

## 7.8 风险预测与评价

### 7.8.1 环境风险预测

#### 7.8.1.1 大气风险预测

##### 1) 泄漏气体排放方式判定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），判定连续排放还是瞬时排放，可以通过排放时间  $T_d$  和污染物到达最近的受体点（网格点或敏感点）的时间  $T$  确定。 $T=2X/U_r$  式中： $X$ —事故发生地与计算点的距离，本次取泄漏发生地到网格点的距离 10m； $U_r$ —10m 高处风速。假设风速和风向在  $T$  时段内保持不变。本次取风速为 1.5m/s。当  $T_d>T$  时，可被认为是连续排放的；当  $T_d\leq T$  时，可被认为是瞬时排放的。通过计算得出  $T=13.33s=0.22min$ 。而本次评价确定泄漏事故排放时间  $T_d$  为 30min，因此， $T_d>T$ ，为连续排放。

连续排放，理查德森数计算如下：

$$Ri = \frac{\left[ \frac{g(Q/\rho_{rel})}{D_{rel}} \times \left( \frac{\rho_{rel}-\rho_a}{\rho_a} \right) \right]^{\frac{1}{3}}}{U_r}$$

式中： $\rho_{rel}$  ——排放物质进入大气的初始密度， $kg/m^3$ ；

$\rho_a$  ——环境空气密度， $kg/m^3$ ， $1.29kg/m^3$ ；

$Q$  ——连续排放烟羽的排放速率， $kg/s$ ；

$D_{rel}$  ——初始的烟团宽度，即源直径， $m$ ；

$U_r$  ——10m 高处风速， $m/s$ 。

表 7.8-1 泄漏事故预测情景预测模式选择

物质	气象条件	$\rho_{rel}$ 排放物质进入大气的初始密度 $kg/m^3$	$\rho_a$ 环境空气密度 $kg/m^3$	$Q$ 排放速率 $kg/s$	$D_{rel}$ 源直径 $m$	$U_r$ 风速 $m/s$	$Ri$ 理查德森数	判别标准	气体类型	预测模式
----	------	-------------------------------------	--------------------------	-----------------	-------------------	----------------	------------	------	------	------

盐酸	最不利	1.64	1.29	0.0003	6	1.5	0.03	<1/6	轻质气体	AFTOX
----	-----	------	------	--------	---	-----	------	------	------	-------

## (2) 模型选择

本项目所在地地形平坦，根据风险导则附录 G，轻质气体推荐模型为 AFTOX 模型。AFTOX 模型适用于平坦地形下中性气体和轻质气体排放以及液池蒸发气体的扩散模拟。

## (3) 预测范围与计算点

- a. 本项目预测范围取距建设项目边界 5km 的范围。
- b. 计算点距离风险源 5000m 范围内设置 10m 的间距。

## (4) 主要参数

本项目为二级评价，选取最不利气象条件进行后果预测，最不利气象条件取 F 类稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%。大气风险预测模型主要参数详见下表。

表 7.8-2 大气风险预测模型主要参数

参数类型	选项	参数
盐酸泄漏事故基本情况	事故经度	<u>113.50548900°E</u>
	事故纬度	<u>23.28421978°N</u>
	事故类型	30%盐酸塑料桶泄漏
气象参数	气象条件类型	最不利气象
	风速 (m/s)	1.5
	相对温度 (°C)	25
	相对湿度 (%)	50
	稳定度	F
其他参数	测风处地表粗糙度 (cm)	100
	事故处地表粗糙度 (cm)	100
	事故处所在地表类型和干燥度	水泥地/干

## (5) 大气毒性终点值选取

根据风险导则附录 H 表 H.1 选择盐酸的毒性终点值，具体见下表。其中 1 级为当大气中危险物质浓度低于该限值时，绝大多数人员暴露 1h 不会对生命造成威胁，当超过该限值时，有可能对人群造成生命威胁；2 级为当大气中危险物质浓度低于该限值时，

暴露 1h 一般不会对人体造成不可逆的伤害，或出现的症状一般不会损伤该个体采取有效防护措施的能力。

表 7.8-3 毒性终点浓度值

序号	物质名称	毒性终点浓度-1/ (mg/m <sup>3</sup> )	毒性终点浓度-2/ (mg/m <sup>3</sup> )
1	盐酸	150	33

#### (6) 预测结果

事故排放预测选取了最不利气象条件，预测在最不利条件下泄漏事故状态下污染物下风向的轴线浓度，预测结果如下：

表 7.8-4 泄漏事故下风向轴线浓度预测结果（AFTOX 模型）

距离	AFTOX 模型	
	30%盐酸	
	最不利气象	
	出现时间 min	高峰浓度 mg/m <sup>3</sup>
10	0.11	23.436
20	0.22	10.926
30	0.33	6.807
40	0.44	4.674
50	0.56	3.417
60	0.67	2.615
70	0.78	2.072
80	0.89	1.687
90	1.00	1.404
100	1.11	1.188
110	1.22	1.021
120	1.33	0.888
130	1.44	0.781
140	1.56	0.692
150	1.67	0.619
160	1.78	0.557
170	1.89	0.505
180	2.00	0.459
190	2.11	0.420
200	2.22	0.386
210	2.33	0.357
220	2.44	0.330



距离	AFTOX 模型	
	30%盐酸	
	最不利气象	
	出现时间 min	高峰浓度 mg/m <sup>3</sup>
230	2.56	0.307
240	2.67	0.286
250	2.78	0.267
260	2.89	0.251
270	3.00	0.235
280	3.11	0.222
290	3.22	0.209
300	3.33	0.198
310	3.44	0.187
320	3.56	0.178
330	3.67	0.169
340	3.78	0.161
350	3.89	0.153
360	4.00	0.146
370	4.11	0.139
380	4.22	0.133
390	4.33	0.128
400	4.44	0.122
410	4.56	0.118
420	4.67	0.113
430	4.78	0.109
440	4.89	0.104
450	5.00	0.101
460	5.11	0.097
470	5.22	0.094
480	5.33	0.090
490	5.44	0.087
500	5.56	0.084
510	5.67	0.082
520	5.78	0.079
530	5.89	0.077
540	6.00	0.074
550	6.11	0.072
560	6.22	0.070
570	6.33	0.068
580	6.44	0.066
590	6.56	0.064

距离	AFTOX 模型	
	30%盐酸	
	最不利气象	
	出现时间 min	高峰浓度 mg/m <sup>3</sup>
600	6.67	0.062
610	6.78	0.061
620	6.89	0.059
630	7.00	0.057
640	7.11	0.056
650	7.22	0.054
660	7.33	0.053
670	7.44	0.052
680	7.56	0.050
690	7.67	0.049
700	7.78	0.048
710	7.89	0.047
720	8.00	0.046
730	8.11	0.045
740	8.22	0.044
750	8.33	0.043
760	8.44	0.042
770	8.56	0.041
780	8.67	0.040
790	8.78	0.039
800	8.89	0.038
810	9.00	0.038
820	9.11	0.037
830	9.22	0.036
840	9.33	0.035
850	9.44	0.035
860	9.56	0.034
870	9.67	0.033
880	9.78	0.033
890	9.89	0.032
900	10.00	0.032
910	10.11	0.031
920	10.22	0.030
930	10.33	0.030
940	10.44	0.029
950	10.56	0.029
960	10.67	0.028

距离	AFTOX 模型	
	30%盐酸	
	最不利气象	
	出现时间 min	高峰浓度 mg/m <sup>3</sup>
970	10.78	0.028
980	10.89	0.027
990	11.00	0.027
1000	11.11	0.026
2000	22.22	0.009
3000	42.33	0.005
4000	56.44	0.004
5000	69.56	0.003

根据盐酸泄漏下风向轴线浓度预测结果，盐酸泄漏事故下风向有毒有害物质浓度预测结果没有超出毒性终点浓度-1和毒性终点浓度-2。由此可以判断，盐酸泄漏事故的下风向有毒有害物质浓度在可接受水平内，对周边环境和公众健康的直接危害有限，环境风险可控。

各敏感点事故后危险物质浓度随时间变化情况如下，预测敏感点事故后果时把敏感点考虑为事故发生处下风向，其距离为敏感点与事故发生处的直线距离。

表 7.8-5 最不利气象条件下 30%盐酸泄漏事故敏感点随时间变化情况 mg/m<sup>3</sup>

序号	名称	最大浓度 时间 (min)	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	40min	45min	50min	55min	60min
1	福山村	4.96E-38 15	0	0	4.96E-38	4.96E-38	4.96E-38	4.96E-38	0	0	0	0	0	0
2	窑前村	0.00E+00 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	门围村	0.00E+00 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	松林别院	1.38E-39 25	0	0	0	0	1.38E-39	1.38E-39	0	0	0	0	0	0
5	秧地村	1.58E-29 15	0	0	1.58E-29	1.58E-29	1.58E-29	1.58E-29	1.57E-29	1.57E-29	1.09E-29	0	0	0
6	呈香塘	2.80E-45 15	0	0	2.80E-45	2.80E-45	2.80E-45	2.80E-45	0	0	0	0	0	0
7	兴丰生活区	1.04E-37 20	0	0	0	1.04E-37	1.04E-37	1.04E-37	0	0	0	0	0	0
8	兴丰村	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	坑口村	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	彭洞村	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	独石村	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	岐山村	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	大陂头村	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	石门围村	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	广州立行学校 (白云校区)	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	帽峰山森林公园	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	知识城投资嘉 达·山与墅	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	库田村	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	福洞村	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

序号	名称	最大浓度 时间 (min)	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	40min	45min	50min	55min	60min
20	金坑村	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	福洞小学	0.00E+00 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	澳洲山庄	5.29E-17 40	0	0	0	0	0	0	4.58E-17	5.29E-17	5.29E-17	5.29E-17	5.29E-17	4.80E-17
23	御湖名邸	6.19E-04 45	0	0	0	0	0	0	3.94E-04	6.16E-04	6.19E-04	6.19E-04	6.19E-04	6.04E-04
24	穗丰村	0.00E+00 45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	广州东华职业学院	0.00E+00 45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	穗丰村学校	0.00E+00 45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	穗丰幼儿园	0.00E+00 45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

根据敏感点预测结果，盐酸泄漏事故在所有敏感点处的预测浓度均不超过毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2。

表 7.8-6 事故源项及最不利气象条件下事故后果基本信息表

代表性风险事故情形描述		30%盐酸泄漏事故				
环境风险类型		物质泄漏				
泄漏设备类型		常压储罐	操作温度/℃	25	操作压力/Mpa	0.105000
泄漏危险物质		30%盐酸	最大存在量/t	0.49	泄漏孔径/mm	20
泄漏速率/(kg/s)		0.0067	泄漏时间/min	30	泄漏量/kg	12.02
容器裂口之上液位高度/m		0.45	泄漏液体蒸发/kg	0.539	泄漏频率	$1.00 \times 10^{-4}/a$
危险物质	大气环境影响					
30%盐酸	指标	浓度值/mg/m <sup>3</sup>	最远影响距离/m	到达时间/min		
	大气毒性终点浓度-1	150	/	/		
	大气毒性终点浓度-2	33	/	/		
	敏感目标名称	超标时间/min	超标持续时间/min	最大浓度/mg/m <sup>3</sup>  出现时刻/min		
	/	/	/	/		

在发生泄漏事故条件下，盐酸泄漏事故排放有毒有害物质在所有敏感点处的预测浓度均不超过毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2。因此，不再开展大气伤害概率计算。

#### (7) 大气风险评价小结

根据预测结果，在最不利气象条件下，盐酸泄漏事故下风向有毒有害物质浓度预测结果没有超出毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2；事故在所有敏感点处的预测浓度均不超过毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2。因此，盐酸泄漏事故的下风向有毒有害物质浓度在可接受水平内，对周边环境和公众健康的直接危害有限，环境风险可控。

#### 7.8.1.2 有害有毒物质在地表水的运移扩散

##### (1) 生产废水对地表水的影响分析

本项目生产废水（高浓度盐水）经药剂沉淀去除钙、镁及部分重金属等杂质金属离子，最后蒸发结晶产生副产物工业用盐，蒸发冷却水回用到水洗工序循环使用，生产废水零排放，不会从本项目直接进入外环境水体中，造成周边地表水的污染。

项目的废水处理站排放管与事故应急池连通，当废水处理设施发生故障时，废水处理站废水排入事故应急池暂存，现有项目已设置总容积为1256m<sup>3</sup>的事故应急池，因此可以满足本项目非正常工况下废水暂存的需要。本项目非正常工况下的废水是不会对周边地表水造成影响的。

##### (2) 化学品泄漏对地表水的环境影响分析

厂区现有项目储罐区均设置了围堰，围堰收集量保证单罐最大容量全部泄漏得到有效收集。当化学品泄漏后将泄漏化学品储存在围堰内。项目风险物质发生泄漏，基本可以把泄漏物质控制在厂区内，不进入水环境。

### （3）火灾爆炸事故消防废水对地表水的环境影响分析

现有项目储罐或管道发生火灾爆炸时，立即启动消防水系统对周围可能受影响的储罐进行降温，同时启动泡沫消防系统对着火的储罐灌入泡沫，迅速将罐内化学品与空气中的氧隔离，火灾事故即可得到有效处理，因此波及周围储罐的继发事故发生的可能性较低，但事故并非绝对无发生的可能性，只是发生概率相当小。

可燃性化学品着火燃烧或爆炸时，需要进行消防灭火，因此产生一定的消防污水。这些污水含大量化学物质，而这些化学物质本身具有一定的毒性，排入水体后对水体水质、水生生物造成一定影响。

厂区已建有总容积为 1256m<sup>3</sup> 的事故应急池，可满足事故废水的收集和暂存。本项目事故废水是不会对周边地表水造成影响的。

#### 7.8.1.3 有毒有害物质在地下水中的运移扩散

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）项目重点防渗区包括各生产车间及其配套的物化车间、暂存库、丙类储罐区，污水处理站，初雨池、事故池、洗车区及雨污水收集管网等，一般防渗区包括停车场、生活垃圾临时堆放点，简单防渗区包括门卫房等区域。

重点防治区防渗技术按照《危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范》及《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）要求已做好了地下水防渗处理措施。正常生产时物化车间、暂存库、丙类储罐区，污水处理站等有毒有害物质不会下渗到地下水中。本项目在确保各项防渗措施得以落实、加强维护和厂区环境管理的前提下，正常工况下对地下水基本无渗漏，污染较小。

## 7.9 环境风险管理与防范措施

### 7.9.1 现有项目的风险防范措施

现有项目环境风险主要是各种危险废物的贮存或使用时可能发生的非正常泄漏等事故以及污染防治设施非正常使用引起的环境污染。对于环境风险防范除了成立事故应急处理部门，对使用和操作人员进行培训等外，还应针对各个风险环节，制订相应的防范措施或应急计划。

#### 7.9.1.1 危废收运过程风险防范措施

在收集和运输危险废物过程中，需严格防范泄漏及重大交通事故，具体措施为：分类收集包装时严格按照《危险废物收集、贮存、运输技术规范》进行密封包装，在明显位置粘贴危险废物包装标签，将包装好的危险废物平坦放置于运输车辆货厢内，禁止堆叠、超载运输，严禁混合具有反应性的不相容废物或性质不明的废物，装载后检查货物稳定性并确认货厢锁好；采用由专业资质单位设计制造的危险废物专用运输工具，车辆要有明显标志和危险符号，持有注明废物来源、性质和运往地点的运输许可证，在车辆前后及两侧设置警示标识；出车前严格检查车况、GPS 及应急设备，确保其适用于拟运送废物；制定合理收运计划，选择最佳运输时间和优化路线，避开高峰期及敏感区并减少车速；定期培训运送人员以提高风险意识，举行应急演练，且运输车辆不得搭载无关人员；严格遵循转移联单制度，不收集许可范围外危废，与环保部门密切联系，事故后及时上报；制定应急保障措施，配备必要设备，及时收集泄漏废液、清扫固态危废，用石灰、沙土掩盖液态危废；合理安排运输频次，恶劣天气先贮藏，小雨天气小心驾驶，运输车要限速行驶，在路况不佳及敏感水体区域小心驾驶以防止污染水体。

#### 7.9.1.2 危废暂存过程风险防范措施

项目应依据危险废物特性与数量，按《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)等规范做好贮存风险事故防范。危险废物贮存场所须设符合《环境保护图形标志-固体废物贮存(处置)厂》(GB15562.2-1995)的专用标志，废液储罐区与车间暂存区要按类别建专用贮存设施，地面与裙脚用坚固防渗、与废物不相容材料建造，容积不低于堵截最大容器储量或总储量的五分之一，具有耐腐蚀无裂隙硬化地面。贮存场基础设 2 毫米厚高密度聚乙烯等人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}\text{cm/s}$ ，防液体泄漏渗地。在贮存场、



车间外设径流疏导系统，废液装卸等区域设应急围堰和收集池。检查储罐结构材料与物料、储存条件适配，定期外检，设高液位报警等安全措施，对焊缝等泄漏采取对策。厂区内设截断阀门，泄漏时关闭外排途径。

#### 7.9.1.3 危废装卸过程风险防范措施

在装卸物料时，要严格按章操作，尽量避免事故的发生；装卸区设围堰以防止液体物料直接流入路面或水道，围堰应比堰区地面高出 150~200mm，并设有排水设施，排水设施内应设阀门控制体系，以便于在发生泄漏事故时通过阀门调控，将有害废液引向事故池，围堰内地面应坡向排水设施，坡度不宜小于 3%，围堰内应有硬化地面并同样设置防渗材料。

#### 7.9.1.4 危废进料过程风险防范措施

1、对废液输送管道流量进行监控，定期排查废液输送管道是否存在跑冒滴漏；废液进入废液储罐前必须进行相容性实验，保证混合时不会因为不相容性而产生意外。

2、项目应确定危险废物焚烧处置时的配伍原则，确定入炉掺配的原则，根据废物的状态、产生量和燃烧热值进行入炉的搭配，明确废物的高位热值和低位热值，设计合理的废物配伍方案，给出可以直接入炉的废物以及可以进行组合后入炉的废物。危险废物配伍过程中严禁不相容废物进入焚烧炉或等离子熔融炉，避免不相容废物混合后产生不良后果。

3、保护进料口的通畅，防止废物搭桥堵塞，使用吨桶、吨袋应与进料口尺寸配套，以便顺利进入焚烧炉；尽量利用回转窑的自动上料装置，减少手动进料的比率；并定期对进料人员进行培训，使其熟悉焚烧设施的进料装置和工艺。

#### 7.9.1.5 危废处置过程风险防范措施

(1)回转窑系统、等离子体处理系统需确保有足够的危废贮存量实现连续 24 小时稳定运行，实践证明，焚烧炉在点火、熄火时排放出来的二噁英比连续稳定焚烧时排放的量要高得多；确保有足够的废物量，实现焚烧炉连续不间断焚烧是确保稳定焚烧的重要条件，也是减少二噁英排放量的重要措施。

(2)确保热处理烟气在 850℃以上温度稳定运行，保证急冷室的降温效果，为减少二噁英的污染事故危害，必须确保焚烧炉出口烟气温度稳定在 850℃以上，烟气在二燃室停留时间至少为 2 秒。烟气中的氯代芳香烃易在 250~400℃温度下在飞灰表面生成二噁

英，因此在烟气排出焚烧炉在急冷室应小于 1 秒的时间内由 600℃降至 200℃以下，以减少二英在飞灰中的富集。

(3)尾气净化系统应经常检查，定期维修和更换老化设备，保证尾气处理系统的有效运作。尾气处理后气体排放应设置监测系统，保证尾气达标排放。定期检查焚烧系统各管道的畅通性，防止堵塞引发爆炸、爆燃现象。

(4)对生产车间运行状况进行动态监控，控制室在危险废物处理处置过程中需保证有技术人员值班，以便对突发情况做出正确的处理。

#### 7.9.1.6 火灾、爆炸事故风险防范措施

(1) 定期对设备进行安全检测，检测内容、时间、人员应有记录保存。安全检测应根据安全性、危险性设定检测频次。此外，在装置区内的运营设备、电气装置都应满足防火防爆的要求。日常运营时，必须严控明火接触易燃物料。

(2) 在厂区雨水管网集中汇入园区雨水管网的节点上安装可靠的隔断措施，可在灭火时将此隔断措施关闭，防止消防废水进入园区雨水管网，经阀门切换进入事故池；

(3)在厂区边界预先准备适量的沙包，在厂区灭火时堵住厂界围墙有泄漏的地方，防止消防废水向场外泄漏；

(4)根据《建筑设计防火规范（GB50016-2014）》等规范，合理消防应急系统，配置消防设施设备。

#### 7.9.1.7 地表水环境风险防范措施

本项目事故废水环境防范措施按“单元-厂区-园区”建立环境风险防控体系,具体如下:

##### 一、单元环境风险防控

##### 1、危废暂存单元泄漏事故风险防范措施

(1)乙类暂存库:室内首层设置集水坑，发生消防事故时，事故水通过地面坡度汇集到集水坑内，由污水管接至事故池，平时常闭的事故池进水管阀门开启，事故水进入事故池，后续由提升泵把池内事故水抽送至污水处理设施处理。

(2)丙类暂存库:室内首层设置集水坑，二至四层设地漏，发生消防事故时，事故水通过地漏、首层排水沟汇集到集水坑内，由污水管接至事故池，平时常闭的事故池进水管阀门开启，事故水进入事故池，后续由提升泵把池内事

污水抽送至污水处理设施处理。(3)丙类罐区:排水系统上有控制启闭的阀门,平时处于关闭状态。1)任何时候罐区内一旦发生事故泄漏,泄漏的含可燃液体的污水经罐区围堰内地面汇集后进入集水坑,由人工抽取集水坑和围堰内的污水专门运送处理,此时排水管道的阀门处于初始关闭状态。

2)任何时候罐区内一旦发生消防事故,事故水经罐区围堰内地面汇集后进入集水坑,此时打开排水管道阀门,手动操作。污水经厂区污水管道收集后排入事故池,排空后阀门需手动调回关闭状态。

(4)物化罐区:设置酸性事故池和碱性事故池,分别收集物化罐区事故废水,经各自设置的泵送系统泵至备用罐或物化处理系统进行处理。

## 2、危险进料单元的泄漏事故风险防范措施

储罐区的废液由输送管道输送至焚烧车间,本项目在废液输送管道沿线设置的导流沟收集事故废液,并引至事故应急池。

## 二、厂区、园区环境风险防控

本项目事故废水包括主要为废水处理装置事故废水、泄漏物料、消防废水、事故雨水三种,为了防止三种废水事故排放污染周边环境,将建立“三级”防控体系。

### 1、一级防控措施:集水坑、罐区事故池、围堰

暂存库、车间内设置室内集水坑,保证生产装置区内泄漏物料通过地面坡度或排水沟导流排入集水坑,再转移至事故应急池,不会进入雨水管网:针对间物化车间储罐区事故情况,室内设有一个罐区事故池,罐区事故池废液经专管连接至厂区事故应急池;丙类储罐区设有围堰,大于储罐区内最大罐体的容积,可保证泄漏液体被堵截于围堰内。

### 2、二级防控措施:截留设施、事故应急池、污水处理设施

厂区内雨水管网系统设置切换阀,日常情况下切换阀处于关闭状态。初期雨水经过雨水管道收集进入初期雨水收集池,收集时间超过 15min 以后,通过切换雨水管网系统,使后期雨水(15 分钟后)排入园区雨水管网。事故情况下,事故消防废水流至厂区地面,立即切换雨水阀门,收集事故消防废水,并将雨水管网收集的废水引入事故应急池。因此在出现事故废水时可保证将风险物质截留于厂内,大幅降低水污染环境风险。

厂区内设有 1 个能满足本项目事故废水的收集要求事故应急池,要做好日常管理及维护措施,有专人负责阀门切换,保证消防废水、事故废水、事故雨水排入事故应急池。

本项目污水处理设施作为末端事故缓冲设施,将事故应急池收集事故废水排入污水处理设施处理达标后回用于工序,将污染物控制在厂区内,防止事故废水造成环境污染。

### 3、三级防控措施:依托园区(二期)事故应急池

本项目位于福山循环经济产业园内,依托园区雨水管网。三级防控体系必须与福山循环经济产业园建立联动机制,实现厂内与园区环境风险防控设施及管理有效联动,有效防控环境风险。园区可提供项目应急电能应对风险事故:当项目出现重特大事故时,厂区内设置的事故应急池容量已无法容纳事故废水,可使用福山循环经济产业园事故应急池收集事故废水;当福山循环经济产业园也出现重特大事故时,园区可将事故废水利用罐车转移至本项目事故应急池,达到互相共享事故应急措施,共同应对风险事故,避免了对周围潭洞水、金坑水库造成污染。

### 4、应急管理措施

加强雨污分流设施管理。本项目设有1个雨水排放口,并在雨水排放口前均设有切换阀(截留阀),日常情况下切换阀均处于关闭状态,设有专员定时对切换阀进行检查,仅仅在雨期完成初期雨水收集并确保无泄漏物质情况下才打开切换阀排放雨水;加强污水收集、处理系统的检修和维护,因此在出现事故废水外泄时可保证将风险物质截留于厂内,大幅降低水污染环境风险。项目与福山循环经济产业园建立联动机制。当发生事故时,及时通知园区风险管理人员,启动现场处置工作方案,请求支援,将场内和园区的雨水切换阀关闭,将事故废水收集至场内事故池,若特大事故时事故废水可将事故废水利用罐车转移至园区事故应急池内。

项目主要区域事故废水收集系统和设施详见下图。



427

### 三、事故应急池的设置

根据《化工建设项目环境保护设计规范》（GB50483-2009）的规定，对一般的新建、扩建、改建和技术改造的建设项目，其应急事故水池容积应按以下公式计算。

$$V_{\text{总}}=(V_1+V_2-V_3)_{\text{max}}+V_4+V_5$$

注： $(V_1+V_2-V_3)_{\text{max}}$  是指对收集系统范围内不同罐组或装置分别计算  $V_1+V_2-V_3$ ，取其中最大值。

$V_1$ --收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量， $\text{m}^3$ 。选择丙类暂存库发生火灾为事故状态，由于丙类暂存库中仅存放极少量液体，且丙类暂存库配套有集水坑收集，所以不考虑暂存库泄漏液体进入事故应急池。则  $V_1=0$ 。

$V_2$ --发生事故的储罐或装置的消防水量， $\text{m}^3$ 。

根据《消防给水及消防栓系统技术规范》（GB50974-2014）的规定，比对了丙类暂存库、乙类暂存库、物化车间、丙类罐区、焚烧车间、洗桶车间的消防水量，本工程消防用水量按全厂消防用水量最大的一座建筑物（丙类暂存库）计算，包括：室内、室外消火栓系统和自动喷水灭火系统的合计用水量。各项消防用水指标详见下表。

表 7.9-1 丙类暂存库消防用水指标表

序号	消防系统名称	用水量标准 (L/s)	持续喷水时间 (h)	一次灭火用水量 ( $\text{m}^3$ )	备注
1	室外消火栓系统	35	3	378	由消防水池供给
2	室内消火栓系统	20	3	216	由消防水池供给
3	自动喷水系统	91	1	327.6	由消防水池供给
合计最大一次灭火消防用水量		/	/	921.6	/

计算可知，全厂最大消防用水单体为“丙类暂存库”，一次消防用水量为  $921.6\text{m}^3$ ，则  $V_2=921.6$ 。

$V_3$ --发生事故时可以转移到其他储存或处理设施的物料量， $\text{m}^3$

本项目不考虑， $V_3=0$ 。

$V_4$ --发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量， $\text{m}^3$

本项目不考虑， $V_4=0$ 。

$V_5$ --发生事故时可能进入该收集系统的降雨量， $\text{m}^3$ 。

根据工程分析计算结果可知，厂区降雨量为  $266\text{m}$ ，则  $V_5=266\text{m}^3$ ； $V_{\text{总}}$

$= (V_1 + V_2 - V_3)_{\max} + V_4 + V_5 = (0 + 921.6 - 0) + 0 + 266 = 1187.6 \text{ m}^3$ ，即本项目应急事故水池容积应  $> 1187.6 \text{ m}^3$ 。根据建设单位提供资料，厂区内设有 1 个  $1256 \text{ m}^3$  事故应急池，能满足本项目事故废水的收集要求。

#### 四、应对事故废水的应急响应机制

本项目距离最近地表水为北面的 470m 潭洞水和南面 2850m 的金坑水库，福山工业园（包括本项目）与潭洞水相对位置的高程较高，但北面有山林阻隔项目位于福山循环经济产业园内水位西北部位置，东面为广州东部再生中心扩建项目和广州东部再生中心项目，项目与东面的潭洞水之间也有建筑物阻隔。同时为进一步防止事故废水外排，项目应建立事故废水外排至厂外的应急响应机制。

1、各车间、暂存库安装监控器，指定专人负责，厂内重要岗位、交通要道值班室已设置声光报警通信系统：一般事故采用手机、电话、对讲机和警示灯重大事故采用手机、警铃、警报器和警示灯，使其快速发现事故废水排放，从源头遏制风险事故排放发生。

2、事故发生时，中控室的负责人可在 1 分钟内发现事故，发出警报，并在 10 分钟内响应做好风险应急措施，立即切断废水外排通道，同时启动切换阀切换到事故应急池，在足够的反应时间内将事故废水截留在厂内，将消防废水、污染雨水等事故废水全部截纳于事故应急池，确保事故废水不外排。同时与福山循环经济产业园的联动机制，将福山工业园雨水管网切换至园区的事故应急池，双重截流措施，

综上所述，各车间、暂存库拟设置导排系统，将可能泄漏的物料导排至集水坑内暂存；储罐区及装卸区按照相关规范设置了围堰，根据工程分析可知围堰满足收集 25 年一遇暴雨 24h 降雨量的要求，经上述围堰收集的泄漏物料，可导流至事故应急池。此外，操作员在接到生产事故警报时必须立即将全厂雨水总排口排放切换至事故应急池，杜绝事故废水经雨水管网外排。

##### 7.9.1.8 地下水环境风险防范措施

本项目地下环境风险防范措施采取源头控制、分区防渗措施、地下水环境监测与管理措施等，其中危险废物暂存仓、废液储罐区必须有符合《环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）的专用标志；参考《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597—2023）、《环



境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）等要求设置防渗措施。

#### 7.9.1.9 废气事故排放环境风险防范措施

- 1、制定严格的工艺操作规程，加强监督和管理，提高职工安全意识和环保意识。对炉体、管道、阀门、接口处都要定期检查，严禁跑、冒、滴、漏现象的发生。
- 2、应针对余热锅炉、活性炭吸附、布袋除尘装置等设备制定相应的维护和检修操作规程，定期组织员工培训学习，加强日常值守和监控，一旦发现异常及时检修。
- 3、环保设施应配备备用设施，事故时及时切换。
- 4、配备应急电源，作为突然停电时车间通风用电供应。
- 5、废气净化设施采用计算机自动控制和视频监控设备，随时监控污染物浓度，一旦发现隐患及时解决。
- 6、员工交接班时必须对通排风系统的使用状况进行交接，做到故障当天发现当天处理:此外还需对车间环境状况加强管理。

#### 7.9.2 拟建项目的风险防范措施

##### 1、运输过程中的风险防范措施

在飞灰处理的全过程中，为有效防止粉尘飘散和固体废物逸散，各环节应实施严格的密闭化管控与防尘措施。

##### （1）运输环节密闭化管控

飞灰应采用覆膜基布吨袋包装，内衬膜需完整密封，确保渗透系 $\leq 10^{-10}$ cm/s，缝制工艺“热熔封口+双道缝线”增强密封性，以保障吨袋在运输过程中的稳固性。装车前严格检查吨袋完整性，破损袋拒收返厂。运输采用厢式货车全密闭运输，车厢缝隙处加装密封条，运输限速 40km/h，并规避大风天气，定期对轮胎及车身洒水抑尘。此外，随车配备泄漏应急包，以应对突发散落情况，确保现场立即封锁，污染物得到及时吸附回收。

##### （2）丙类仓库高标准防逸散

仓库地面铺设 2mm 厚 HDPE 膜，墙面采用金刚砂混凝土+环氧地坪漆，形成双重防渗屏障。吨袋堆高不超过 2 层，间距保持 $\geq 0.5$ m，非作业面及时覆盖防尘布，减少粉尘扩散。

##### （3）转运过程扬尘抑制

叉车转运采用封闭式料斗装载吨袋，转运通道地面硬化并定期洒水，抑尘效率达74%。严禁大风天气室外作业，轻装轻卸以减少落差，进一步降低扬尘风险。货运电梯轿厢加装防泄漏托盘，四壁设置可拆卸式挡板，运输后立即清洁厢体，将残留飞灰收集至专用容器。

#### （4）吊装及投料精准防尘

电动葫芦吊运时，吨袋离地10cm暂停检查吊具稳定性，吊运高度控制在障碍物30cm以上，禁止斜吊、超载或人员滞留下方。倾斜料斗顶部设随动式密封帘幕，吨袋下料时帘幕自动闭合，阻断粉尘外溢。料斗连接的反应罐内部进行抽风，形成微负压，粉尘可顺利流畅进入反应罐，进一步减少粉尘向外逸散。

## 2、贮存过程的风险防范措施

### （1）加强密闭管理，防止无组织排放

飞灰作为危险废物，其在暂存过程中若未采取有效的密闭措施，极易发生无组织排放。为此，应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）和《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）的要求，对飞灰暂存仓进行密闭处理，并设置废气收集系统，确保飞灰在输送、储存和装卸过程中不泄漏至大气中。同时，应定期检查设备密封性，特别是接口、焊缝、垫片、铆钉或螺栓等关键部位，及时发现并修复泄漏隐患，防止因设备老化或操作不当导致的飞灰扩散。

### （2）实施防渗措施，防止土壤和地下水污染

飞灰中含有重金属（如铅、镉、汞等）和有害化学物质，若未采取防渗措施，雨水冲刷可能导致飞灰进入土壤和地下水系统，造成严重的环境污染。因此，应确保飞灰暂存库具备良好的防渗性能，如采用硬化地面、设置防渗层和渗滤液收集系统，防止飞灰随雨水渗透至地下。此外，应建立地下水监测井，定期监测地下水质量，一旦发现异常，应立即采取应急措施，防止污染扩散。对于未硬化的暂存场地，应进行地面硬化处理，防止飞灰散落并被雨水冲刷进入水体。

### （3）规范管理流程，防止管理失控

飞灰暂存过程中的管理不规范是导致泄漏风险的重要因素。应建立完善的危险废物管理台账，详细记录飞灰的来源、数量、特性、入库日期、存放位置、出库日期及处理单位等信息，确保飞灰的全过程可追溯。同时，应严格执行《危险废物转移联单管理办

法》，确保飞灰的转移、处置过程符合规定，防止因管理不到位导致的飞灰临时堆存或非法倾倒。此外，应加强对飞灰运输过程的监管，确保运输车辆密封良好，防止在运输过程中因侧翻、破损或操作不当导致飞灰外泄。对于未完成水洗脱氯处理的飞灰，应避免临时堆存，防止其对环境造成潜在威胁。

(4) 为防范物化车间药剂间内 25L 密封塑料桶中 30% 盐酸的泄漏风险，需采取以下环境风险防范措施：首先，桶体应选用耐酸腐蚀的专用塑料材质，并定期检查桶身密封性及老化情况，发现裂纹或变形立即更换；储存区域需设置独立通风系统，保持空气流通，防止挥发气体聚集，同时配备酸雾吸收装置降低空气酸度。其次，药剂间地面应铺设防渗防腐地坪，设置围堰或集液槽，泄漏时可快速收集酸液，避免扩散至排水系统；桶体存放需采用防倾倒支架或双层托盘，防止碰撞倾覆。此外，现场应配置中和剂（如碳酸氢钠）、吸附材料及应急冲洗设备，确保泄漏时能第一时间中和处理。最后，建立严格的库存管理制度，控制单桶存放量，定期开展泄漏应急演练，强化人员操作规范及应急处置能力，全方位降低盐酸泄漏的环境风险。

### 3、生产过程中防止泄漏的风险防范措施

为防止飞灰水洗过程一级漂洗废水暂存池体发生隐性泄漏，应从源头控制、结构防护、监测预警及日常管理等方面入手，采取系统性防范措施。首先，池体应选用符合环保要求的高质量防渗材料，如 HDPE 膜或膨润土毯，确保池体底部及侧壁具备良好的抗渗性能。同时，池体结构应合理，避免因地质沉降或施工缺陷导致的结构损伤。对于位于建筑一楼底层的池体，应特别注意地基稳定性，必要时进行加固处理，防止因地面沉降引发池体破裂。

其次，应加强池体的日常维护与检查。定期组织专业人员对池体进行全面检查，包括池底、池壁、连接管道及密封接口等部位，及时发现并修补裂缝、老化或松动等问题。同时，应建立详细的维护记录，确保每次检查和维修都有据可查。此外，应保持池体周边环境整洁，避免杂物堆积影响观察和检测。

再次，应设置有效的防渗漏监测系统。建议在池体底部和关键部位安装渗漏检测设备，如电导率传感器、压力传感器或红外热成像仪，实现对池体状态的实时监控。一旦发现异常，系统应能自动报警并触发预警机制，以便管理人员及时采取应对措施。同时，应配备应急收集设施，如围堰、吸水材料和应急排水管道，以防止泄漏废水扩散至周边

环境。

最后，应优化废水处理流程，减少废水在池体中的滞留时间，降低因长期浸泡导致的池体腐蚀风险。同时，应加强与环保部门的沟通协调，确保废水处理符合国家相关法规和标准，从整体上提升环境安全水平。

#### 4、污染治理设施失效的风险防范措施

为防止飞灰水洗过程中氨气酸洗系统失效及废水处理系统故障引发的环境风险，应从源头控制、设备维护、应急响应和监测管理等方面入手，采取系统性防范措施。首先，在设计阶段应确保酸洗系统具备良好的稳定性和可靠性，选用耐腐蚀、耐高温的材料，并设置多重安全保障机制，如高液位报警、自动切断阀等，以防止因设备故障导致氨气泄漏。同时，废水处理系统应配备冗余设计，关键设备应设置备用件，定期进行检修和维护，确保其在异常工况下仍能正常运行。

其次，应加强氨气的收集与处理。飞灰水洗分离池（罐）应采用密封处理，并通过负压密闭系统将产生的含氨废气引至相应的污染防治设施进行处理，确保达标排放；此外，废水处理过程中产生的含氨废气也应采取加盖密封收集措施，通过集气罩和密闭管道引至处理装置，提高废气收集效率，减少无组织排放；再次，应建立完善的监测与预警系统，对酸洗系统和废水处理系统的运行状态进行实时监控，及时发现异常情况并启动应急预案。例如，可设置氨气浓度在线检测仪，一旦检测到氨气浓度超标，立即触发报警并启动应急处理程序。

最后，应制定详细的事故应急预案，明确应急处置流程、责任人及所需物资，确保在发生氨气泄漏或废水处理故障时，能够迅速、有效地控制污染源，防止污染物扩散至周边环境。通过以上措施，可有效防范飞灰水洗过程中氨气酸洗系统失效及废水处理系统故障带来的环境风险。

### 7.10 环境风险应急预案

本项目存在潜在的飞灰运输和贮存过程逸散、漂洗废液渗漏等风险，在采取了较完善的风险防范措施后，风险事故的概率会降低，但不会为零。根据《中华人民共和国环保法》（2014 修订）、《国家突发环境事件应急预案》（国办函〔2014〕119 号）、《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）、《企

业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）、《企业事业单位突发环境事件应急预案评审工作指南（试行）》（环办应急〔2018〕8号）等要求，企业必须编制企业突发环境事件应急预案，以便在发生风险事故时，能以最快的速度发挥最大效能，有序的实施救援，尽快控制事态的发展，降低事故造成的危害，减少事故造成的损失。

结合现有项目已编制的突发环境事件应急预案(备案编号为 440112-2025-0051-M)，对本项目的风险应急预案提出如下要求，待项目建成后由运营单位根据实际情况安排落实。

#### 7.10.1 企业突发环境事件应急预案原则及要求

本项目的企业突发环境事件应急预案编制应包括预案适用范围、环境事件分类与分级、组织机构与职责、监控和预警、应急响应、应急保障、善后处置、预案管理和演练等内容，且结合企业实际，定期修编企业的突发环境事件应急预案。企业突发环境事件应急预案编制要求如下：

##### （1）环境风险事故应急预案程序

环境风险事故应急预案的具体内容及要求见表 7.11-1，应急处理流程见图 7.11-1。

表 7.11-1 突发事故应急预案内容及要求

序号	项目	内容及要求
1	应急计划区	危险目标：项目周边的基本农田及居住敏感点
2	应急组织机构、人员	企业、地区应急组织机构、人员
3	预案分级响应条件	规定预案的级别及分级响应程序
4	应急救援保障	应急设施，设备与器材等
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式和交通保障、管制
6	应急环境监测、抢险、救援及控制措施	有专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数和后果进行评估，为指挥部门提供决策依据
7	应急检测、防护措施、清除泄漏措施和器材	事故现场、邻近区域、控制防火区域，控制和清除污染措施及相应设备
8	人员紧急撤离、疏散，应急剂量控制、撤离组织计划	事故现场、企业邻近区域、受事故影响的区域人员及公众对毒物应急剂量控制规定，撤离组织计划及救护，医疗救护与公众健康
9	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序；事故现场善后处理，恢复措施；邻近区域接触事故警戒及善后恢复措施
10	应急培训计划	应急计划制定后，定期安排人员培训与演练
11	公众教育和信息	对公参邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息

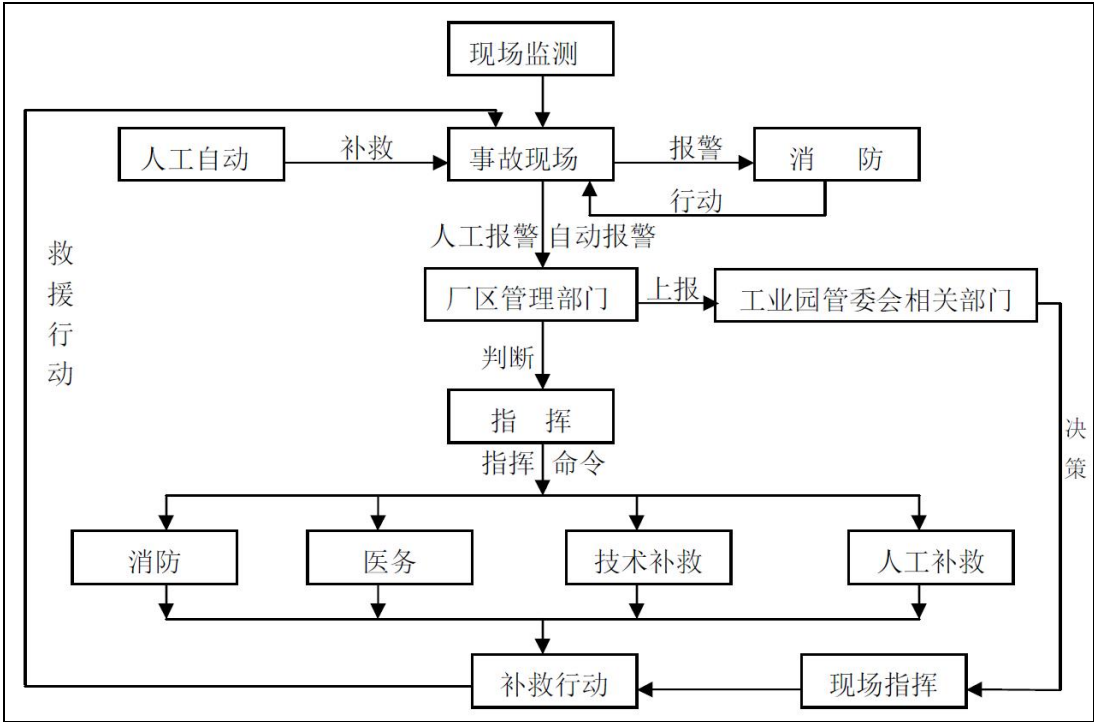


图 7.11-1 事故应急处置程序示意图

(2) 预案适用范围

说明应急预案适用的范围，以及可能发生突发环境事件的类型。

(3) 环境事件分类与分级

按照事件严重程度，突发环境事件分为特别重大、重大、较大和一般四级。

(4) 组织机构与职责

①内部应急组织机构与职责：

为应对突发环境事件，企业可成立应急指挥中心，建立应急组织机构，对突发环境事件的预警和处置等进行统一指挥协调。明确总指挥、副总指挥及相应职责。

发生突发环境事件时成立现场应急指挥部，现场应急指挥部可由企业应急指挥中心兼任，也可由应急指挥中心根据现场具体情况确定其现场指挥部的组成。

根据可能发生的突发环境事件类型和应急工作需要，应急组织机构设置相应的应急响应工作组，并明确各组的工作任务和职责。

对易发生突发环境事件的工段或部门，需明确该工段或部门的负责人为现场应急负责人，负责事发时的先期处置。各小组成员相对固定，在启动应急预案时，随时待命。

企业具有专（兼）职应急救援队伍时，明确其在应急组织机构中的职能。企业具有相应环境监测能力时，应建立应急监测组；涉及化学品危害较大、处置复杂、专业性强的，可建立专家组。

说明各级应急指挥之间的关系，明确协调机制、应急行动、资源调配、应急避险等响应程序。

## ②外部指挥与协调

企业建立与上级主管部门及所在地环境保护主管部门之间的应急联动机制，统筹配置应急救援组织机构、队伍、装备和物资，共享区域应急资源，提高共同应对突发环境事件的能力和水平。

当发生突发环境事件时，参考《突发环境事件信息报告办法》规定，企业设置专人负责联络汇报，配合相关部门的应急处置工作。

## （5）监控和预警

### ①监控

列出企业采取的监控措施及落实情况，如环境安全管理制度、环境安全隐患排查治理制度、重点岗位巡检制度、重要设施（包括交通、通信、供水、供电、供气、报警、监控等）检测维护制度、环境风险评估制度、日常监测制度、应急培训制度、信息报告制度、应急救援物资储备供给制度和救援队伍建设管理制度、应急演练制度等。

### ②预警

企业根据实际情况设定发布预警的条件，明确预警分级及预警解除条件。

## （6）应急响应

企业根据发生突发环境事件的危害程度、影响范围和企业对事件的可控能力，结合事件分级，对突发环境事件进行响应分级。制定应急响应程序、明确应急终止条件、程序等。

### ①应急保障

应急终止后对现场污染物进行后续处理，对应急仪器设备进行维护、保养，恢复企业设备（施）的正常运转，进行撤点、撤离和交接程序，逐步恢复企业的正常生产秩序。提出应急终止后进行受灾人员的安置工作及损失赔偿等善后工作内容。

提出应急的资源保障、资金保障、物资保障、医疗卫生保障、交通运输保障、通信与信息保障等内容。

## ②善后处置

提出组织制订补助、补偿、抚慰、抚恤、安置和环境恢复等善后工作方案。

## ③预案管理和演练

应明确企业环境应急预案的演习和训练的内容、范围、频次等，并进行演练过程的记录和演习的评价、总结与追踪。

### 7.10.2 响应分级程序

企业突发环境事件应急预案应体现分级响应、区域联动原则，并与地方政府突发环境事件应急预案相衔接。响应分级程序具体如下：

#### （1）响应分级

根据事故的影响范围和可控性，将响应级别分为如下三级：

##### I级响应（社会应急）：完全紧急状态

事故范围扩大，难以控制，超出了本单位的范围，使邻近单位受到影响，或产生连锁反应，影响事故现场之外的周围地区，需要外部力量，如政府派出专家、资源进行支援，或危害严重，对生命和财产构成极端威胁，可能需要大范围撤离的事故。

在I级完全紧急状态下，公司必须在第一时间内向政府有关部门或其他外部应急/救援力量报警，请求支援；并根据应急预案或外部的有关指示采取先期应急措施。

##### II级（企业应急）：有限的紧急状态

较大范围的事故，限制在单位内的现场周边地区或只有有限的扩散范围，影响到相邻的生产单元；或较大威胁的事故，该事故对生命和财产构成潜在威胁，周边区域的人员需要有限撤离。

在II级有限的紧急状态下，需要调度公司应急队伍进行应急处置；在第一时间内向安环部及公司高层管理人员报警；必要时向外部应急/救援力量请求援助，并视情况随时续报。

##### III级（预警应急）：潜在的紧急状态

事故限制在单位内的小区域范围内，不立即对生命财产构成威胁，除所涉及的设施及邻近设施的人员外，不需要额外撤离其他人员，或事故可以被第一反映人或本岗位当



班人员控制，一般不需要外部援助的事故，在Ⅲ级潜在的紧急状态下，可完全依靠岗位或公司自身应急能力处理。

## （2）响应程序

### ①报警程序

1.企业员工或操作人员在发现发生事件或紧急情况下，应立即向当班班长报告或立即拨打保安室报警电话，并同时报告企业主要负责人。

2.报警人员报警内容应包括：

- a.发生事件的具体地点；
- b.事件类型（火灾、爆炸、中毒、泄漏等）；
- c.涉及的设备、物料种类；
- d.有无人员伤亡；
- e.事件严重程度。

3.值班人员接到报警后，立即通知应急总指挥，由总指挥确定是否启动相应的应急救援预案，并同时上报上级主管部门。

4.总指挥通过报警系统通知各应急救援组和企业内人员，让他们了解企业内发生的事件或紧急情况，动员应急人员立即采取行动，并提醒其他无关人员采取进入安全避难地点、转移到安全地点或撤离企业等防护行动。

5.通讯联络组要立即投入工作，保持企业指挥中心与各应急救援组织的通讯联络畅通，同时，要保持与外部相关机构的联络畅通。

6.总指挥根据事件性质应做好公众防护行动的准备工作，以便在紧急情况下为政府提供建议。

## （3）现场处置工作方案

现场处置工作方案应明确以下内容：

- ①危险区隔离、安全区设定、切断污染源所采取的技术措施及操作程序；
- ②控制污染扩散和消除污染的紧急措施；
- ③控制污染事件扩大或恶化（如确保不发生大范围污染，不重新发生或传播到其他单位，不扩大中毒人员数量）的措施；
- ④污染事件可能扩大后的应急措施，有关现场应急过程记录的规定；

#### ⑤废物的安全转移等。

现场应急处置行动方案应当经专家评估，避免因前期应急行动不当导致事件扩大或引发新的污染事件。例如，受限空间的应急救援方案，应当考虑设置检测设备和通风设施，以及个体防护装备，防止有毒气体危害应急工作人员。

现场应急处置工作的重点包括：

①迅速控制污染源，防止污染事件继续扩大。

②采取拦截、收容、隔离、固化、启动备用设备和电源等措施，及时处置污染物，消除事件危害。

#### （4）应急监测

根据公司危险物质的使用特点，建立事故状态下包括监测泄漏、压力积聚情况，气体发生的情况，阀门、管道或其他装置的破裂情况，以及污染物的排放情况等在内的监测方案，以确定选择合适的应急装备和个人防护设施。

环境监测方案还包括事件现场和环境敏感区域的监测方案，并由应急监测组制定，包括监测范围，采样布点方式，监测标准、方法、频次及程序，采用的仪器和药剂等。环境监测组在制定监测方案时主要考虑以下因素：事件可能出现的污染物类型；监测仪器设备，建议优先采用可现场快速检测的便携式检测仪器设备；应急监测方法可选择既定的方法，或从应急监测分析方法库查得的方法；监测的布点，可根据污染物的源规模、扩散速度、发生地的气象和地域特点等参数，模型计算预测污染物的扩散范围，并科学地布设相应数量的监测点位；

应急环境监测响应程序为：接受应急监测任务，启动应急监测响应预案；了解现场情况，确定应急监测方法，准备监测器材、试剂和防护用品，同时做好实验室分析的准备；实施现场监测，快速报告结果；实施跟踪监测，及时报告结果；进行深入的综合分析，编写总结报告上报。

#### （5）应急终止

①应急终止应满足以下条件：

- a.事件现场得到控制，污染或危险已经解除；
- b.监测表明，污染因子已降至规定限值范围以内；
- c.事件造成的危害已经基本消除且无继发的可能；

d.现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要;

e.采取了必要的防护措施以保护公众的安全健康免受再次危害,事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。

## ②后期工作

各救援组组长将事件抢险的详情、参与的救援队伍、事件现场的恢复等情况向总指挥报告。

## ③通知相关部门、周边社区及人员

总指挥或政府应急指挥中心宣布事件应急救援工作结束后,由通讯联络组人员负责通知本单位相关部门、周边社区及人员事件危险已解除。

## 7.11 风险评价结论

现有项目环境风险类型主要有回转窑焚烧系统废气事故性排放,物化处理车间废水事故排放,乙类暂存库、丙类储罐区的泄漏和火灾,污水处理设施泄漏等。拟建项目环境风险类型主要为运输、存放、处理处置过程中的飞灰泄漏、物化车间药剂间盐酸泄漏、漂洗废水泄漏污染地下水等环境风险。

现有项目主要针对回转窑焚烧烟气事故排放和高热值废液储罐泄漏事故进行了最大可信事故预测分析,预测结果表明高热值废液储罐着火火灾事故排放情况下产生的CO影响最大,其最大影响范围为140m。根据调查可知,本项目周边140m影响范围均无环境敏感目标,因此可以认为上述情况下排放废气对周边区域无不良影响。同时,本次评价对与本项目相关的30%盐酸泄漏事故进行进一步的预测分析,根据预测结果,在最不利气象条件下,盐酸泄漏事故下风向有毒有害物质浓度预测结果没有超出毒性终点浓度-1和毒性终点浓度-2;事故在所有敏感点处的预测浓度均不超过毒性终点浓度-1和毒性终点浓度-2。因此,盐酸泄漏事故的下风向有毒有害物质浓度在可接受水平内,对周边环境和公众健康的直接危害有限,环境风险可控。

针对本项目的环境风险事故采取以下环境风险防范措施:a、企业严格按照相关规范合理规划设计,要做好日常管理及维护措施,有专人负责阀门切换,保证消防废水、事故废水、事故雨水排入事故应急池。b、地下环境风险防范措施采取源头控制、分区防渗措施、地下水环境监测与管理措施等。

c、制定严格的工艺操作规程，加强监督和管理，提高职工安全意识和环保意识，对炉体、管道、阀门、接口处都要定期检查，严禁跑、冒、滴、漏现象的发生，避免废气事故排放。

本项目从危险废物处理处置全过程制定了环境风险防范措施，涵盖了危废收运、暂存、进料、焚烧，以及飞灰在运输和贮存过程、盐酸储存过程中防止泄漏的安全管理对策，落实厂区的防漏防渗措施，可有效防止事故发生及减轻其危害，项目的风险影响处于可接受范围内。建立完善的管理规程、防范措施，编制突发环境事件应急预案并配备应急装置，最大限度地降低环境风险，减少对周边环境的影响。

在建设过程中应落实报告书中提出的环境风险防范措施，做好应急预案，杜绝生产事故及原料泄漏事故发生，将环境风险控制在可接受范围。本项目环境风险可以接受，环境风险防范措施基本可行。

表 7.11-1 环境风险评价自查表

工作内容		完成情况				
风险调查	危险物质	名称	飞灰	水洗脱氯飞灰		飞灰一级漂洗滤液
		存在总量	20	20		26
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数/350 人		5km 范围内人口数/42577 人	
			每公里管段周边 200m 范围内人口数（最大）			
		地表水	地表水功能敏感性	F1□	F2□	F3☑
			环境敏感目标分级	S1□	S2□	S3☑
		地下水	地下水功能敏感性	G1□	G2□	G3☑
			包气带防污性能	D1□	D2☑	D3□
	物质及工艺系统危险性	Q 值	Q<1□	1≤Q<10□	10≤Q<100□	Q>100☑
		M 值	M1□	M2□	M3□	M4☑
P 值		P1□	P2□	P3☑	P4□	
环境敏感程度	大气	E1□	E2☑		E3□	
	地表水	E1□	E2□		E3☑	
	地下水	E1□	E2□		E3☑	
环境风险潜势	IV+□	IV□	III□	II□	I☑	
评价等级	一级□	二级□		三级☑	简单分析□	
风险识别	物质危险性		有毒有害☑		易燃易爆☑	
	环境风险类型		泄漏☑		火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放☑	
	影响途径	大气☑	地表水☑		地下水☑	
事故情形分析	源强设定方法		计算法☑		经验估算法□	其他估算法□
风险	大气	预测模型		SLAB☑		AFTOX□ 其他□

预测与评价		预测结果	大气毒性终点浓度 mg/m <sup>3</sup> ，最大影响范围/m
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 _/_m
	地表水	最近环境敏感目标 _/_，到达时间 _/_ h	
	地下水	下游厂区边界到达时间 _/_ d	
最近环境敏感目标 _/_，到达时间 _/_ d			
重点风险防范措施	1.加强现场管理，严格执行各项环保制度。		
	2.加强环境风险预防及应急教育。		
	3.运输采用覆膜基布吨袋包装，厢式货车全密闭运输，限速且避大风天，定期洒水抑尘，随车配应急包。丙类仓库高标准防逸散，转运通道硬化洒水，货运电梯加装托盘。吊装及投料精准防尘，设密封帘幕、微负压等。		
	4.贮存过程加强密闭管理，设废气收集系统；实施防渗措施，建立监测井；规范管理流程，建立台账、执行转移联单，加强运输监管。		
评价结论与建议	5.生产过程从源头、结构、监测、管理等方面防止一级漂洗废水泄漏，优化废水处理流程。		
	6.定期对废水处理设施及管道等进行检查，出现裂缝或者渗漏情况，要立刻将废水进行转移储存，并进行维修。		
通过加强公司管理，做好防范措施等，其环境风险是可防控的			

注：“□”为勾选项；“\_\_\_\_\_”为填写项

## 8 环境保护措施及技术可行性论证

### 8.1 大气环境保护措施及可行性分析

#### 8.1.1 飞灰贮存和运输措施

##### (1) 飞灰贮存

本项目试验期 2 个月，需依托丙类仓库暂存原飞灰及水洗脱氯产物。其中，原飞灰及水洗脱氯飞灰最大存储量为 207 吨，结晶盐最大存储量为 103 吨，总最大存储量为 310 吨。

本项目采用袋装飞灰储存方式，袋装飞灰通过上下小口双层专用集装吨袋进行封装，外层为 PVC 编织袋，内层为防渗漏 PE 覆膜，有效减少飞灰在运输和储存过程中的粉尘逸散，因此该过程的粉尘逸散量可忽略不计。若发生非正常工况的吨袋破损泄漏，也可以通过丙类仓库内部安装负压通风装置，将含尘空气抽至“碱喷淋+UV+活性炭吸附塔吸附”，减少因吨袋破损等非正常工况下的粉尘无组织逸散发生。。

##### (2) 飞灰运转

项目使用机械自动破袋的密闭料斗进行粉尘投料，首先利用叉车将袋装尘料运送至物化车间，由电梯运至四楼平台。由于叉车转运采用封闭式料斗装载吨袋，转运通道地面硬化并定期洒水，达到抑尘效果。同时，严禁大风天气室外作业，轻装轻卸以减少落差，进一步降低扬尘风险。货运电梯轿厢加装防泄漏托盘，四壁设置可拆卸式挡板，运输后立即清洁厢体，将残留飞灰收集至专用容器。因此飞灰转运过程的粉尘逸散量可忽略不计。

#### 8.1.1.1 技术可行性分析

##### (一) 包装材料与方式

本项目采用上下小口双层专用集装吨袋储存袋装飞灰，外层为 PVC 编织袋，内层为防渗漏 PE 覆膜。这种包装设计具有多方面的优势，从技术层面保证了飞灰在运输和储存过程中的安全性与稳定性。

PVC 编织袋具有较高的强度和耐磨性，能够承受飞灰的重量以及运输过程中的摩

擦和碰撞，有效防止包装破损导致飞灰泄漏。内层的防渗漏 PE 覆膜则起到了关键的防渗作用，可避免飞灰中的有害物质渗透到外部环境，减少对土壤和水体的污染风险。双层包装结构相互配合，形成了一道可靠的防护屏障，大大降低了飞灰在运输和储存过程中的粉尘逸散可能性，使得该过程的粉尘逸散量可忽略不计，从源头上控制了污染物的排放。

## （二）运输管理

本项目拟收集处理第三资源热力电厂生活垃圾焚烧后的飞灰，收运点与本项目直线距离在 500m 范围内，均在福山循环经济产业园内，不会途经饮用水源保护区、学校、医院、居民区等环境敏感点。同时，袋装飞灰由具备专门危险废物运输资质的物料公司从第三资源热力电厂运送至仓库，且严格符合相关危险废物运输管理规定。专业的运输公司具备丰富的危险废物运输经验和完善的运输管理制度，能够确保飞灰在运输过程中的安全。

运输车辆通常经过特殊设计和改装，具备防泄漏、防遗撒等功能，并配备必要的应急处理设备和物资。运输过程中，还会对车辆进行实时监控和跟踪，确保运输路线合理、运输时间可控。严格的运输管理措施有效避免了飞灰在运输过程中发生泄漏、丢失等事故，保障了运输过程的安全性和环保性。

## （三）仓库储存条件

现有项目的丙类暂存库暂用于暂存不属于甲类以及乙类的危险废物及项目产生且自行处置的二次固废，根据本项目接收的废物情况，涉及丙类废物主要为 HW11、HW13、HW16、HW17、HW49、HW50，日最大产生量为 78.78t/d，项目产生的二次危废量约 27t/d 需暂存在丙类仓。本项目丙类暂存库占地 2243.75m<sup>2</sup>，项目一楼 50%用于分拣，50%占地用于存放项目产生的二次危废灰渣等，共设置 3 层货架，以系数 0.6 折算有效库容，则可存储约 673.8t 的二次危废，则可以暂存约 25 天的二次危废产生量。项目 2 楼~4 楼主要用来存储丙类危废，共设置 1005 个三层货架，共 3828 货位，每个货位按 0.7 吨/货位计算，则项目丙类暂存库 2~4 楼可存储约 2680t 的危险废物。按照丙类废物日最大产生量 78.78t/d 进行计算，暂存 15 天的量约为 1182t，因此仍有 1498t 的储存余量供拟建项目的飞灰和副产物储存使用。本项目试验期 2 个月，需依托丙类仓库暂存原飞灰及水洗脱氯产物。其中，原飞灰及水洗脱氯飞灰最大存储量为 207 吨，结晶盐最大存储量为 103 吨，总最大存储量为 310 吨，因此符合《危险废物贮存污染控制标准》中废物储存能力>15 天的要求，项目丙类暂存库储存能力满足大于处理设施 15 天处理量的要求。

#### （四）转运设备与通道

项目使用叉车将袋装尘料运送至物化车间，并由电梯运至四楼平台。叉车转运采用封闭式料斗装载吨袋，这种设计能够有效防止飞灰在转运过程中从吨袋中泄漏出来。封闭式料斗形成了一个相对密封的空间，减少了粉尘与外界空气的接触，从而降低了粉尘逸散的可能性。

转运通道地面硬化并定期洒水，硬化地面能够减少地面扬尘的产生，而定期洒水则可以增加空气湿度，使粉尘颗粒沉降，进一步达到抑尘效果。同时，严禁大风天气室外作业，轻装轻卸以减少落差，这些措施从操作规范和环境条件控制方面降低了扬尘风险。

#### （五）电梯防护措施

货运电梯轿厢加装防泄漏托盘，四壁设置可拆卸式挡板，运输后立即清洁厢体，将残留飞灰收集至专用容器。防泄漏托盘能够承接可能在运输过程中泄漏的少量飞灰，防止其滴落到电梯轿厢底部造成污染。可拆卸式挡板可以根据需要进行安装和拆卸，方便对电梯轿厢进行清洁和维护。

运输后立即清洁厢体并将残留飞灰收集至专用容器，能够及时清除电梯内的飞灰，避免飞灰积聚产生二次污染。这些防护措施确保了飞灰在电梯运输过程中的安全性，使得飞灰转运过程的粉尘逸散量可忽略不计。

综上所述，本项目飞灰的贮存措施和运转措施在技术上是可行的。通过合理的包装、严格的运输管理、规范的仓库储存以及完善的转运设备和防护措施，能够有效控制飞灰在贮存和运转过程中的粉尘逸散，保障环境安全，同时降低运营成本，符合环保和经济效益的双重要求。

### 8.1.2 废气处理措施

#### （1）粉尘处理措施

项目使用机械自动破袋的密闭料斗进行粉尘投料，首先利用叉车将袋装尘料运送至物化车间，由电梯运至四楼平台，随后用电动葫芦将吨袋吊至反应罐进料料斗上方，通过下开口吨袋将飞灰直接放置于密闭倾斜料斗内部，从吨袋底部打开开口，使飞灰顺畅流入微负压的一级反应罐内与罐内液体混合。同时通过进料口上方相连通的密闭废气收集罩负压抽风收集，收集后的粉尘经过新增的脉冲布袋除尘器处理达标后，通过 25m 排气筒（9#）高空排放。

#### （2）氨气处理措施



项目对飞灰进行水洗过程会产生氨气，水洗反应在负压密闭反应罐内进行，因此氨气的收集效率可达到 95%，收集的氨气通过现有物化车间的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理，处理达标后的废气通过现有物化车间楼顶 25m 高的 3#排气筒排放。少量无组织挥发的氨气，通过加强车间通风的方式，加速车间与外环境空气的交换，使车间氨气浓度满足标准要求。

#### 8.1.2.1 粉尘废气净化技术可行性分析

在本项目的原料飞灰卸料过程中，不可避免地会产生大量粉尘。这些粉尘若未经有效处理直接排放，不仅会对周边环境造成严重污染，影响空气质量，还可能对操作人员的身体健康产生危害。因此，采用科学合理的粉尘处理技术至关重要。经过综合考量，本项目选用脉冲布袋除尘器处理工艺，该工艺在粉尘治理领域具有显著优势，能够高效地实现粉尘的捕集与净化，确保废气达标排放。

脉冲布袋除尘器（PBF）在工业粉尘治理中展现出显著的技术优势与应用价值，成为满足严格排放标准的关键设备。其核心原理是通过纤维滤袋拦截粉尘，并利用脉冲喷吹系统实现高效清灰：含尘气体进入滤袋时，粉尘因惯性、扩散、筛分等效应被阻留在滤袋表面，净化后的气体通过滤袋排出；当滤袋表面粉尘积累到一定程度时，压缩空气通过脉冲喷吹装置瞬间释放，形成反向气流，清除滤袋表面积灰，恢复过滤性能。该技术对微细粉尘（如  $PM_{10}$  及以下颗粒）的去除效率可达 99.00% 以上，排放浓度可稳定控制在  $10mg/m^3$  以下，尤其适用于炼钢、火电等对超低排放要求严格的领域。

本项目采用脉冲布袋除尘器（PBF）处理投料粉尘，完全符合《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范（HJ1134-2020）》要求。规范明确，飞灰处理易产尘环节须密闭并配备高效除尘装置，PBF 通过滤袋过滤与脉冲清灰，可高效捕集粉尘，杜绝无组织排放，满足密闭作业需求。其出口粉尘浓度稳定低于  $8mg/m^3$ ，远优于 GB16297 排放限值，覆膜滤料对  $PM_{2.5}$  截留率超 99.0%，精准控制颗粒物排放。同时，设备采用耐高温、防腐设计，适配水洗脱氯高温高湿及腐蚀性工况，保障长期稳定运行，避免二次污染，全面符合规范对工艺安全性与稳定性的技术要求。

根据《污染源强核算技术指南火电》（HJ888-2018）中附录 B，袋式除尘器的除尘效率为 99.50%~99.99%。本项目采用脉冲布袋除尘器工艺，经过精心设计与优化，除尘效率可达 99.00%。经过该工艺处理后的含尘废气，能够达到广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准要求。脉冲布袋除尘器技术作为一种成熟可靠的除尘技术，在国内外众多工业项目中得到了广泛应用和验证。其具有处

理效率高、运行稳定、维护方便等优点，能够有效地解决本项目原料飞灰卸料过程中产生的粉尘污染问题。因此，本项目采用脉冲布袋除尘器工艺处理飞灰粉尘是切实可行的，将为项目的环境保护和可持续发展提供有力保障。

#### 8.1.2.2 含氨、氯化氢废气净化技术可行性分析

##### （一）技术原理与工艺流程

##### ①氨气、氯化氢的收集

飞灰水洗环节是整个含氨废气处理流程的起始关键步骤，在负压密闭反应罐内进行操作。由于飞灰水溶液呈强碱性，飞灰中的铵离子溶解形成游离氨，在弱碱性条件下挥发，得益于反应罐的负压密闭特性，氨气不会随意逸散至周围环境，而是通过由引风机和集气罩组成的密闭收集系统进行收集。由于本项目反应罐密闭，其顶部排空阀与抽风管采用套管相连，参考《广东省工业源挥发性有机物减排量核算方法》（2023 年修订版）表 3.3-2 废气收集集气效率参考值，收集效率可达 95%；同时，因除重金属反应也在负压密闭反应罐内进行，氯化氢的收集效率同样可达 95%。这种密闭收集方式与传统的开放式水洗工艺相比优势显著，极大减少了氨气的逸散，有效降低了无组织排放风险，为后续处理及达标排放创造了良好条件。收集到的氯化氢和氨气中的氯化氢部分被引入现有物化车间的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理系统，在酸碱喷淋环节，利用碱液与氯化氢发生中和反应，将其转化为盐溶液，去除率可达 90%以上，后续的 UV 光解和活性炭吸附环节进一步对残留的氯化氢进行处理，确保最终排放气体达标。处理达标后的废气通过现有物化车间楼顶 25m 高的 3#排气筒排放，严格将氨气、氯化氢浓度控制在限值范围内。

##### ②氨气、氯化氢处理系统

由于本项目整套反应系统均为密闭相连，因此收集到的氨气和氯化氢均被引入现有物化车间的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理系统。在这个多级处理系统中，针对氨气和氯化氢的处理有序开展，每一环节都发挥着独特而重要的作用。

对于氨气处理，酸碱喷淋塔是第一道防线。它利用稀硫酸与氨气发生化学反应，将氨气迅速转化为硫酸铵溶液。这一过程不仅实现了氨的回收，而且氨气的去除率可达 60%以上，一定程度降低了氨气浓度。生成的硫酸铵溶液可以进一步回收利用，实现了资源的再利用。

而氯化氢在酸碱喷淋环节，则是利用碱液与之发生中和反应，转化为盐溶液，此环节对氯化氢的去除率可达 80%以上。也就是说，在酸碱喷淋塔中，氨气和氯化氢分别与相应的反应物进行化学反应，实现初步的净化与转化。

经过酸碱喷淋处理后，进入 UV 光解环节。该环节是对残留微量氨气以及氯化氢处理后可能残留的其他有害物质的进一步深度处理。通过高能紫外线的照射，氨气分子被分解为无害的物质，如氮气和水蒸气等；同时，也能对氯化氢处理后残留的微量物质进行分解破坏。这一过程进一步提高了整体净化效率，确保后续处理环节的负荷减轻，为最终达标排放提供了有力保障。

活性炭吸附作为整个处理系统的最后一道防线，具有强大的吸附能力。它能够吸附经过前两级处理后仍可能存在的微量氨气、氯化氢以及其他可能的异味物质，确保最终排放气体满足广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准要求。经过这一系列处理后的达标废气，通过 25m 高的 3#排气筒排放，严格将氨气、氯化氢浓度控制在限值范围内，有效避免了对大气环境的污染。

### ③废水回用处理流程

吸收塔产生的少量稀氨水进入“低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐-生化调节池-厌氧—两级 AO-MBR-RO+DTRO 系统”处理流程。

在低浓度废水调节池中，对稀氨水的流量、浓度等参数进行均匀调节，为后续处理创造稳定条件。接着进入低浓度废水反应罐，通过添加适量的化学药剂，进行初步的化学反应，去除部分氨氮和其他杂质。

生化调节池为微生物的生长和代谢提供适宜的环境，通过调节废水的酸碱度、温度等参数，促进微生物对氨氮的分解和转化。厌氧处理阶段，利用厌氧微生物在无氧条件下对有机物进行分解，产生沼气等能源物质，同时进一步降低氨氮含量。

两级 AO（厌氧—好氧）工艺是生化处理的核心环节。在厌氧段，微生物将有机物转化为小分子物质；在好氧段，好氧微生物利用氧气将氨氮进一步氧化为硝酸盐氮，实现氨氮的高效去除。MBR（膜生物反应器）技术结合了生物处理和膜分离的优点，通过膜的高效截留作用，使微生物留在反应器内，提高了生物处理的效率和出水水质。

RO（反渗透）和 DTRO（碟管式反渗透）系统则是对经过生化处理后的水进行深度浓缩和净化。通过膜分离技术，将水中的氨氮和其他杂质进一步分离，浓缩回收氨水。回收的氨水可用于除臭系统补水，实现了水资源的循环利用。这种处理方式不仅减少了

废水排放，降低了对环境的压力，还减少了化学品消耗和运行成本，具有良好的经济效益和环境效益。

## （二）技术可行性分析

### 1.收集效率高

飞灰水洗过程和漂洗废水除重金属过程均在密闭负压罐中进行，其顶部排空阀与抽风管采用套管相连，而且氨气和氯化氢的挥发量较小，因此收集效率可达 95%以上。相比传统开放式水洗工艺，密闭系统可显著减少氨气和氯化氢逸散，降低无组织排放风险。

### 2.氨气处理技术成熟

“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”是目前工业废气处理中广泛应用的技术组合，具有良好的氨气和氯化氢去除能力。酸碱喷淋可有效吸收氨气和氯化氢，分别生成硫酸铵和盐溶液，氨气去除率可达 90%以上，氯化氢去除率可达 90%以上；UV 光解可进一步分解微量氨气和氯化氢，提高净化效率；活性炭吸附则作为最后一道防线，确保排放气体达标。

### 3.废水回用技术可行

稀氨水的处理采用“低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐-生化调节池-厌氧—两级 AO-MBR-RO+DTRO 系统”工艺，该系统通过生化处理去除氨氮，再经膜分离技术浓缩回收氨水，实现废水的资源化利用。该工艺在多个工业废水处理项目中得到验证，如广东同畅环境科技有限公司采用类似工艺处理氨氮废水，氨氮去除率高达 99.99%。此外，回用的氨水可用于除臭系统补水，减少新鲜水的使用，降低运营成本。

### 4.无组织排放控制有效

对于少量未被收集的氨气和氯化氢，应采取相关措施强化无组织排放控制。首先，优化车间通风系统设计，采用机械送排风结合自然通风的方式，合理布置进风口与排风口位置，形成稳定的气流组织，加速车间内空气与外界的交流，有效稀释并排出氨气和氯化氢，确保厂界氨气浓度满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）要求，厂界氯化氢浓度满足广东省地方标准《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要求。其次，加强车间设备密封性管理，对涉及氨气和氯化氢的生产设备、管道连接处等进行定期检查与维护，采用高质量密封材料，减少气体泄漏点。同时，在车间内设置局部排风装置，针对可能产生氨气和氯化氢泄漏的重点区域进行精准抽吸，进一步提高气体收集效率，降低无组织排放量，减少对周边环境的影响。

## 8.2 水环境保护措施及可行性分析

### 8.2.1 废水处理措施

#### (1) 飞灰一级漂洗废水处理措施

本项目飞灰一级漂洗废水经沉淀除重金属、深度除钙、蒸发冷凝后回用至三级漂洗水池，因此本项目生产废水可循环使用，仅需定期补充部分损耗水量，无生产废水外排。具体如下：

1) 一级水洗废水首先被泵入无机二级反应罐 A。在此，通过调节 pH 至 7.5 左右，为后续反应创造适宜条件。随后加入硫化钠、氯化亚铁和 PAM 絮凝剂，硫化钠使废水中的重金属离子生成硫化物沉淀，由于重金属离子与硫离子亲和力强，生成的硫化物溶度积小、稳定性高，能有效去除重金属。氯化亚铁则促进金属氢氧化物的形成，增强絮凝效果，PAM 进一步稳定絮体，使其更易沉降。最后通过压滤机进行固液分离，分离出的污泥返回一级水洗罐，实现资源循环利用，净化后的废水进入下一处理环节。

2) 净化后的废水流入除钙反应池，废水中的钙离子与加入的硫酸钠中的硫酸根离子发生反应，生成不溶于水的硫酸钙晶体。利用硫酸钙溶解度低的特性，通过压滤机将石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 从废水中分离出来，作为副产品外售，既实现了钙的资源化利用，又进一步净化了废水。

3) 脱钙废水接着被泵入无机二级反应罐 b，加入碳酸钠，碳酸钠与废水中的钙离子反应生成难溶于水的碳酸钙沉淀，进一步降低废水中的钙离子含量，确保废水达到更高的净化标准。

4) 蒸发结晶处理：深度除钙反应池压滤后的滤液经预热、蒸发、结晶、离心、干燥等步骤，分步获得氯化钠和氯化钾副产品。离心母液返回净化废水池继续处理，结晶冷凝水则回用于飞灰漂洗，实现水资源的最大化循环利用。

#### (2) 喷淋系统稀氨水处理措施

项目依托现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”在处理氨气时，利用稀硫酸与氨气发生化学反应，将氨气迅速转化为硫酸铵溶液。因此吸收塔会产生少量稀氨水。稀氨水进入“低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐-生化调节池-厌氧—两级 AO-MBR-RO+DTRO 系统”处理流程。

在低浓度废水调节池中，对稀氨水的流量、浓度等参数进行均匀调节，为后续处理创造稳定条件。接着进入低浓度废水反应罐，通过添加适量的化学药剂，进行初步的化学反应，去除部分氨氮和其他杂质。

生化调节池为微生物的生长和代谢提供适宜的环境，通过调节废水的酸碱度、温度等参数，促进微生物对氨氮的分解和转化。厌氧处理阶段，利用厌氧微生物在无氧条件下对有机物进行分解，产生沼气等能源物质，同时进一步降低氨氮含量。

两级 AO（厌氧—好氧）工艺是生化处理的核心环节。在厌氧段，微生物将有机物转化为小分子物质；在好氧段，好氧微生物利用氧气将氨氮进一步氧化为硝酸盐氮，实现氨氮的高效去除。MBR（膜生物反应器）技术结合了生物处理和膜分离的优点，通过膜的高效截留作用，使微生物留在反应器内，提高了生物处理的效率和出水水质。

RO（反渗透）和 DTRO（碟管式反渗透）系统则是对经过生化处理后的水进行深度浓缩和净化。通过膜分离技术，将水中的氨氮和其他杂质进一步分离，浓缩回收氨水。回收的氨水可用于除臭系统补水，实现了水资源的循环利用。

## 8.2.2 技术可行性分析

### 8.2.2.1 飞灰一级漂洗废水处理技术可行性分析

飞灰一级漂洗废水成分复杂，含有重金属、钙等多种污染物，因此采用上述多级处理与资源化回用技术，从理论到实践均展现出高度可行性，为解决飞灰废水处理难题提供了可靠方案。

在净化废水池处理阶段，首先将废水 pH 调节至 7.5 左右，为后续化学反应营造了适宜环境。加入硫化钠后，它能与废水中的重金属离子迅速反应，生成极难溶的硫化物沉淀，例如硫化铜、硫化铅等，这些硫化物的溶度积极小，使得重金属能够被高效地从废水中分离出来。氯化亚铁的加入促进了金属氢氧化物的形成，进一步增强了重金属的去除效果。而 PAM 作为高分子絮凝剂，能够吸附并桥联沉淀颗粒，增强絮体的稳定性，让沉淀更易于通过压滤机进行固液分离。这一系列化学沉淀与絮凝技术广泛应用于电镀、冶金等行业废水处理，积累了丰富的实践经验，工艺参数明确，操作简便，对于飞灰废水中的重金属去除效果显著，能够确保出水水质达到相关标准要求。

分步除钙工艺则具有很强的针对性。在除钙反应池中，硫酸钠与废水中的钙离子发生反应，生成硫酸钙晶体。由于硫酸钙的溶解度相对较低，通过压滤机可以有效地将石膏（硫酸钙晶体）从废水中分离出来，作为副产品外售，实现了钙资源的初步回收利用。

而深度除钙反应池进一步投加碳酸钠，碳酸钠与剩余的钙离子反应生成更难溶的碳酸钙沉淀，实现了钙离子的深度去除。这种分步除钙的策略十分科学，可以根据废水中钙含量的实际情况，灵活调整药剂的投加量，确保钙离子浓度能够满足后续蒸发结晶工序的要求，有效避免了蒸发器结垢等问题，保障了整个处理系统的稳定运行。

蒸发结晶技术是本项目实现资源化与零排放的关键环节。采用三效蒸发结晶与冷却结晶相结合工艺，通过蒸汽压缩机提高二次蒸汽的热焓，实现了热能的高效循环利用，大大降低了能耗。该技术还能够精确控制蒸发和结晶的温度，分步获得高纯度的氯化钠和氯化钾副产品，其纯度符合工业标准，可以直接外售，创造了可观的经济效益。同时，蒸发冷凝水经过处理后回用于飞灰漂洗工序，实现了水资源的闭环利用，真正达到了废水零排放的目标。此技术已在多个工业废水处理项目中成功应用，技术成熟可靠，为飞灰废水的处理提供了有力的技术支撑。

此外，该处理系统还具备较强的抗干扰能力。化学沉淀法对废水 pH、药剂投加量等参数的容忍度较高，即使废水水质出现一定波动，也不会对处理效果产生显著影响。蒸发结晶系统配备了在线监测和自动调节装置，能够实时监测结晶盐的品质，并根据监测结果自动调整工艺参数，确保结晶盐的品质稳定。同时，在设备选型上，充分考虑了废水的腐蚀性和处理工艺的要求，选用了耐腐蚀、性能稳定的设备，并且设备的维护简便，能够保障处理系统的长期稳定运行。

综上所述，本项目采用的飞灰一级漂洗废水处理措施技术成熟、针对性强、资源化程度高、抗干扰能力强，具有显著的经济和环境效益，技术上是完全可行的。

#### 8.2.2.2 喷淋系统稀氨水处理技术可行性分析

本项目依托现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”装置来处理氨气，从技术原理到实际应用层面，均具有较高的可行性。在氨气吸收转化环节，利用稀硫酸与氨气发生化学反应生成硫酸铵溶液，这一过程基于经典的酸碱中和反应原理。该反应具有反应迅速、转化彻底的显著特点，能够高效地将气态的氨气转化为液态的硫酸铵，不仅实现了氨气的固定与收集，还避免了氨气的二次污染，在化工、环保等众多领域已得到广泛且成熟的应用，拥有坚实的理论基础和丰富的实践经验作为支撑。在吸收过程中产生的少量稀氨水，依托现有项目的污水处理系统处理。

稀氨水首先进入低浓度废水调节池，在此对废水的流量、浓度等关键参数进行均匀调节。这一步骤是废水处理中不可或缺的常规操作，能够有效消除废水水质和水量的波动，为后续处理单元创造稳定、适宜的运行条件，保障整个处理系统的稳定性和可靠性。

随后，稀氨水流入低浓度废水反应罐，通过添加适量的化学药剂进行初步的化学反应。根据稀氨水中所含的氨氮及其他杂质成分，选择合适的化学药剂并准确控制投加量，可以针对性地去除部分氨氮和其他杂质，起到良好的预处理效果，为后续的生化处理减轻负担，降低处理难度和成本。

生化处理阶段是整个流程的核心部分，包含多个相互关联且协同作用的环节。生化调节池为微生物的生长和代谢提供了适宜的环境，通过精确调节废水的酸碱度、温度等参数，能够促进微生物的活性，使其更有效地对氨氮进行分解和转化。厌氧处理阶段则利用厌氧微生物在无氧条件下对有机物进行分解，不仅进一步降低了氨氮含量，还能产生沼气等能源物质，实现了污染物的资源化利用，既达到了环保目的，又具有一定的经济效益。两级 AO（厌氧—好氧）工艺作为生化处理的核心环节，发挥着至关重要的作用。在厌氧段，微生物将大分子有机物转化为小分子物质，为后续的好氧处理创造有利条件；在好氧段，好氧微生物利用氧气将氨氮进一步氧化为硝酸盐氮，实现了氨氮的高效去除。MBR（膜生物反应器）技术巧妙地结合了生物处理和膜分离的优点，通过膜的高效截留作用，使微生物留在反应器内，提高了生物处理的效率和出水水质，确保出水能够满足后续处理的要求。

经过生化处理后的水进入 RO（反渗透）和 DTRO（碟管式反渗透）系统进行深度浓缩和净化。这两种膜分离技术具有分离效率高、操作简便等优点，能够进一步将水中的氨氮和其他杂质分离出来，实现水质的深度净化。同时，通过浓缩回收氨水，可将其回用于除臭系统补水，实现了水资源的循环利用，减少了水资源的浪费和废水的排放，符合可持续发展的理念。综上所述，本项目所采用的氨气处理及稀氨水后续处理流程技术成熟、合理可行。

### 8.3 固体废物污染防治措施技术可行性分析

本项目部分工序产生固体物质：飞灰漂洗废水处理污泥经压滤后直接回用于生产，不作为固体废物管理；蒸发结晶盐和沉淀析出石膏均不属危废，有利用价值，可作产品出售，不按固体废物管理。水洗后飞灰交水泥窑协同处置可豁免，但从环保角度仍属危废，厂内暂存和运输按危废管理；飞灰卸料及辅料包装产生的约 0.1kg 废包装袋属危废，未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用，而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置。氟化钙污泥压滤后委托第三方有资质单位处理。



### 8.3.1 水洗后飞灰处置措施技术可行性分析

水洗后飞灰处置采用水泥窑协同处置技术具有充分的技术可行性。从技术原理上看，水泥窑协同处置依托水泥回转窑内的高温（可达 1450°C 以上）与碱性环境优势显著。高温能使飞灰中的有机物彻底分解，二噁英等有害物质分解率高达 99.99% 以上；碱性条件则促使重金属如铅、镉等形成稳定化合物，固化于水泥熟料晶格中，极大降低了重金属浸出风险，从根源上避免了二次污染。

该技术的成熟度也经过广泛验证。在全球范围内，水泥窑协同处置技术已得到大规模应用，国内众多水泥企业同样积累了成熟的处置经验。以某大型水泥企业为例，其引入先进的水泥窑协同处置系统后，年处理水洗后飞灰数万吨。多年来，各项污染物排放指标稳定达标，水泥产品质量不仅未受负面影响，部分性能如早期强度还因飞灰中部分成分的掺入而得到改善，这充分彰显了该技术的可靠性与稳定性。

本项目的水洗工艺与水泥窑协同处置技术高度适配。水洗能有效脱除飞灰中的氯盐等可溶性物质，降低氯含量，避免了水泥窑协同处置过程中因氯含量过高引发的结皮、堵塞等问题，提高了水泥窑的运行稳定性与处置效率。而且，水洗后的飞灰粒度均匀，更利于在水泥窑内均匀分布和充分反应，进一步提升了处置效果。

在环保合规性方面，经水泥窑协同处置后的水洗后飞灰，重金属浸出浓度远低于相关环保标准限值，二噁英等有害物质排放也严格符合环境要求。同时，整个处置过程可实现自动化监控，能确保各项污染物排放实时达标，完全满足环保部门的监管要求。综合多方面因素，采用水泥窑协同处置水洗后飞灰技术切实可行。

### 8.3.2 厂内其他固废处置

项目飞灰卸料及辅料包装产生的废包装袋约 0.1kg，属于危险废物 HW49 其他废物（900-041-49），在厂内暂存后，未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用，而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置。除氟反应产生的氟化钙污泥委托第三方有资质单位处理。

### 8.3.3 危险废物暂存间暂存能力

本项目依托现有丙类暂存库用于贮存垃圾焚烧飞灰原料，其贮存能力可从空间容量、设施条件及管理要求等多方面进行综合评估。

从空间容量来看，该暂存库占地面积达 2243.75m<sup>2</sup>，为 4 层建筑且各层为独立防火分区，各层面积约 < 2236m<sup>2</sup>，仓储量设计为 3354t。在合理规划各层存储空间，充分利

用垂直和水平空间的情况下，此面积和层数足够为最大贮存量均为 20t 的飞灰和水洗后飞灰提供足够的存放位置，满足当前仓储量的需求，且在短期内若飞灰产生量有一定波动，也有一定的弹性空间来应对。

设施条件方面，建设单位对丙类仓库已进行了全面且专业的处理。地面及裙角采取防渗、防酸、耐腐蚀措施，能有效防止飞灰中的有害物质渗漏对土壤和地下水造成污染；防渗层设置科学合理，无论是 1m 厚黏土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$ ），还是 2mm 厚高密度聚乙烯等其他人工材料（渗透系数 $\leq 10^{-10}\text{cm/s}$ ），都达到了高标准防渗要求。同时，隔离设施、报警装置以及防风、防晒和防雨设施的配备，为飞灰的安全贮存提供了全方位保障，减少了外界因素对飞灰的影响，进一步确保了贮存能力和贮存质量。

在管理要求上，建设单位做好危险废物情况记录，详细注明飞灰的各项信息，包括名称、来源、数量等，这有助于实现对飞灰的精准管理和动态监控，避免因管理混乱导致的贮存能力浪费或不足，保障了暂存仓长期稳定的贮存能力。综上所述，该危险废物暂存仓在多方面满足要求，具备可靠的贮存能力。

#### 8.3.4 危险废物暂存管理要求

水洗后飞灰的贮存管理是飞灰处理过程中的关键环节，其管理要求应严格遵循国家及地方相关标准，确保环境安全和资源化利用的顺利进行。首先，水洗后的飞灰仍属于危险废物（HW18 焚烧处置残渣），其贮存应符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597—2023）的要求，包括防扬尘、防雨、防渗（漏）等措施，不得露天堆存。同时，贮存设施应具备良好的密封性，防止飞灰在运输和贮存过程中发生飘散和遗撒，避免对环境 and 人体健康造成二次污染。

①在具体操作中，水洗后的飞灰应采用密封包装或置于密封容器内，或使用封闭槽罐车进行散装运输；

②贮存场所应设置专用标志，并配备必要的防震、防火、换气、空气净化等应急安全设备，以应对突发情况；

③HJ1259 规定的危险废物环境重点监管单位，应采用电子地磅、电子标签、电子管理台账等技术手段对危险废物贮存过程进行信息化管理，确保数据完整、真实、准确；采用视频监控的应确保监控画面清晰，视频记录保存时间至少为 3 个月。；

④完善维护制度，定期检查维护导流渠等设施，定期对危险废物包装容器进行检查，发现有损坏可能或异常，应及时采取必要措施，以保障正常运行。

⑤做好危险废物情况记录，记录须注明危废名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、存放库位、废物出库日期及接收单位名称。记录单和货单在危险废物回取后应保留 10 年。

### 8.3.5 危险废物转运要求

根据《危险废物转移管理办法》（生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号）的有关规定，在危险废物外运至处置单位时必须严格遵守以下要求：

① 危险废物移出人、危险废物承运人、危险废物接受人（以下分别简称移出人、承运人和接受人）在危险废物转移过程中应当采取防扬散、防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施，不得擅自倾倒、堆放、丢弃、遗撒危险废物，并对所造成的环境污染及生态破坏依法承担责任；

② 移出人对承运人或者接受人的主体资格和技术能力进行核实，依法签订书面合同，并在合同中约定运输、贮存、利用、处置危险废物的污染防治要求及相关责任；

③ 移出人应当按照国家有关要求开展危险废物鉴别。禁止将危险废物以副产品等名义提供或者委托给无危险废物经营许可证的单位或者其他生产经营者从事收集、贮存、利用、处置活动；

④ 移出人每转移一车（船或者其他运输工具）次同类危险废物，应当填写、运行一份危险废物转移联单；每车（船或者其他运输工具）次转移多类危险废物的，可以填写、运行一份危险废物转移联单，也可以每一类危险废物填写、运行一份危险废物转移联单。

⑤ 承运人核实危险废物转移联单，没有转移联单的，应当拒绝运输；按照危险废物污染防治和危险货物运输相关规定运输危险废物，记录运输轨迹，防范危险废物丢失、包装破损、泄漏或者发生突发环境事件；

⑥ 危险废物转移联单实行全国统一编号，编号由十四位阿拉伯数字组成。第一至四位数字为年份代码；第五、六位数字为移出地省级行政区划代码；第七、八位数字为移出地设区的市级行政区划代码；其余六位数字以移出地设区的市级行政区域为单位进行流水编号。

⑦ 危险废物托运人应当按照国家危险货物相关标准确定危险废物对应危险货物的类别、项别、编号等，并委托具备相应危险货物运输资质的单位承运危险废物，依法签订运输合同。

⑧ 危险废物托运人采用包装方式运输危险废物的，应当妥善包装，并按照国家有关标准在外包装上设置相应的识别标志。

⑨ 装载危险废物时，托运人应当核实承运人、运输工具及收运人员是否具有相应经营范围的有效危险货物运输许可证件，以及待转移的危险废物识别标志中的相关信息与危险废物转移联单是否相符；不相符的，应当不予装载。装载采用包装方式运输的危险废物的，应当确保将包装完好的危险废物交付承运人。

⑩ 危险废物电子转移联单数据应当在信息系统中至少保存十年。

## 8.4 声环境保护措施及其可行性分析

本次拟建项目无新增土建工程，新增生产设备包括离心机和布袋除尘器，其余生产设施均保持与现有工程一致。本次技改扩建后，项目对周边声环境影响与技改扩建前基本保持一致。

现有项目主要噪声源为：焚烧系统鼓风机、引风机、空压机、余热锅炉、破碎机、物化车间反应罐、搅拌机、储罐区输送泵、污水处理系统各类水泵等，其噪声值约在85dB（A）左右。经过厂区现有隔声、消声、减震措施后，各类设备的噪声源强可以削减20dB（A）。本项目依托现有车间的隔声降噪措施，减少噪声对周边环境的影响，本项目已对主要设备噪声源采取隔声、消声、减震等措施，尽可能降低噪声的影响。具体已采取的措施如下所列：

- （1）从噪声源入手，在采购设备时选择低噪声设备；
- （2）在结晶蒸发器的基座安装橡胶减振垫或弹簧减振器，减少设备运行时的振动传递，降低噪声传播；
- （3）在结晶蒸发器的进气口和出气口安装消声器，消声器内壁贴附吸声材料，减少气流噪声；
- （4）在布袋除尘器的风机和管道连接处安装橡胶软连接和减振垫，减少振动传递；
- （5）对布袋除尘器的外壳进行隔声处理，安装隔声覆盖物，如隔声板或隔声罩，减少噪声外传；
- （6）在布袋除尘器的风机出口安装消声器，消声器与风机出口的软管紧密连接，内壁贴附吸声材料；
- （7）管路系统噪声控制：合理设计和布置管线，设计管道时尽量选用较大管径以

降低流速，减少管道拐弯、交叉和变径，管线支承架设要牢固，在靠近振源的管线处设置波纹膨胀节或其他软接头，隔绝固体声传播，在管线穿过墙体时最好采用弹性连接；在管道外壁敷设阻尼隔声层：

（8）加强噪声设备的维护管理，避免因不正常运行所导致的噪声增大；

（9）加强厂内绿化，在厂界四周设置绿化带以起到降噪的作用，同时可在围墙上种植爬山虎之类的藤本植物，从而使噪声最大限度地随距离自然衰减。

根据现有项目日常委外监测结果，项目厂界噪声均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的3类标准限值要求，现有的声环境保护措施有效。

## 8.5 地下水环境保护措施及可行性分析

### 8.5.1 地下水防治基本要求

针对项目可能发生的地下水污染，地下水污染防治措施按照“源头控制、末端防治、污染监控、应急响应”相结合的原则，从污染物的产生、入渗、扩散、应急响应全阶段进行控制。

#### （1）源头控制措施

主要包括在工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应措施，防止和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度：飞灰下料单元应采用密闭负压设计，配置联锁控制与报警装置，强化物料泄漏防控，定期开展设备密封性检查并建立隐患整改机制。飞灰洗涤单元需依托现有反应设施优化洗涤工艺，确保重金属充分溶解，压滤环节应选用高精度耐腐蚀滤材并定期维护。漂洗废水处理单元须通过精准投药控制水质稳定，污泥压滤前应开展工艺试验确定最佳参数，最大限度减少渗滤液产生。

#### （2）末端控制措施

首层滤液池、污泥暂存区采用“HDPE膜+混凝土”复合防渗层，池壁设置导流槽连接应急收集池；反应罐区、压滤机周边铺设防渗地坪并设环形排水沟，防止事故废水漫流。同时，优化车间排水系统，将含重金属废水管道与雨水管网物理隔离，通过阀门锁定和标识管理杜绝误接。。

#### （3）污染监控体系

实施覆盖生产区的地下水污染监控系统，建立完善的监测制度，配备先进的检测仪

器和设备，科学合理设置地下水监控井，及时发现污染、控制污染。

#### (4) 应急响应措施

包括一旦发现地下水污染事故，立即启动应急预案、采取应急措施控制地下水污染，并使污染得到治理。

### 8.5.2 防治措施

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），本项目地下水污染防治措施包括源头控制措施及分区防控措施，具体如下：

#### 8.5.2.1 源头防治措施

源头控制措施是《中华人民共和国水污染防治法》的基本要求，坚持预防为主，防治结合，综合治理的原则，通过减少废水的排放，从源头上减少地下水污染源的产生，是符合地下水水污染防治的基本措施。

(1) 依托现有物化车间无机废液处理系统管道时，应确保管道日常维护符合规范要求，管道维修更换优先选用耐腐蚀、抗老化的优质管材及阀门；管道接口与设备连接处采用柔性密封设计，阀门安装需稳固可靠，通过定期巡检维护减少“跑、冒、滴、漏”风险。管道布局应遵循“可视化优先”原则，尽可能采用地上明敷方式，便于及时发现泄漏并采取处置措施，避免埋地管道隐蔽泄漏导致的地下水污染隐患；

(2) 沿用现有项目要求，各处置线上的各种罐均采用既耐酸又耐碱的优质材质，并置于地上；

(3) 项目飞灰（危险废物）、辅料（化学品）位于室内暂存库或储罐暂存，严禁露天堆放；

(4) 已建造径流疏导系统，保证能防止 25 年一遇的暴雨不会流到原料（危险废物）、辅料（化学品）等暂存区；

(5) 飞灰应采用覆膜基布吨袋包装，内衬膜需完整密封，确保渗透系 $\leq 10^{-10}\text{cm/s}$ ，缝制工艺“热熔封口+双道缝线”增强密封性；

(6) 各类辅料（化学品）储罐采用既耐酸又耐碱的材质储罐，罐内壁涂有防腐保护层，外壁喷涂环氧防腐漆；

(7) 污水管道已地上敷设；选用耐腐蚀的材质，管道阀门设专用防渗管沟，管沟上设活动观察顶盖，以便出现渗漏问题及时发现解决，减少“跑、冒、滴、漏”。

### 8.5.2.2 分区防治及防渗技术要求

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），并结合各生产功能单元可能产生污染的地区，全厂项目区划分为重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区，并按要求进行地表防渗，本项目位于厂区的重点防渗区。

根据本项目岩土勘察报告，场地地下水埋藏深，实测了 19 个钻孔水位（其余钻孔未观测有），水位埋深 1.3m~24.8m，雨季预计地下水位会有所上升，根据区域水文地质调查结果及周边场地的工程经验，场地地下水位年变化幅度约为 2m。场地内天然包气带岩土层主要为覆盖于地表的粉质黏土，根据土工实验，其孔隙率为 40.9%~44.0%，渗透系数取  $K=0.06\text{m/d}$  ( $6.94\times 10^{-5}\text{cm/s}$ )，属于弱透水层。根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）划分标准，本场地包气带岩土层单层厚度  $Mb\geq 1.0\text{m}$ ，渗透系数介于  $10^{-6}\text{cm/s}<K\leq 10^{-4}\text{cm/s}$  之间，且分布连续、稳定，确定本场地包气带岩土的防污性能中等。

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）项目重点防渗区包括各生产车间及其配套的物化车间、暂存库、丙类储罐区，污水处理站，初雨池、事故池、洗车区及雨污水收集管网等，一般防渗区包括停车场、生活垃圾临时堆放点，简单防渗区包括门卫房等区域。

重点防治区防渗技术按照《危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范》及《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）要求做好防渗，重点防治区防渗技术要求为等效粘土防渗层至少  $Mb\geq 6.0$  米， $K\leq 1\times 10^{-7}$  厘米/秒或参照 GB18598 执行；一般防渗区防渗要求为等效粘土防渗层至少  $Mb\geq 1.5$  米， $K\leq 1\times 10^{-7}$  厘米/秒或参照 GB16889 执行；简单防渗区防渗技术要求为一般地面硬化。

本项目地下水分区防治图见图 8.5-1。

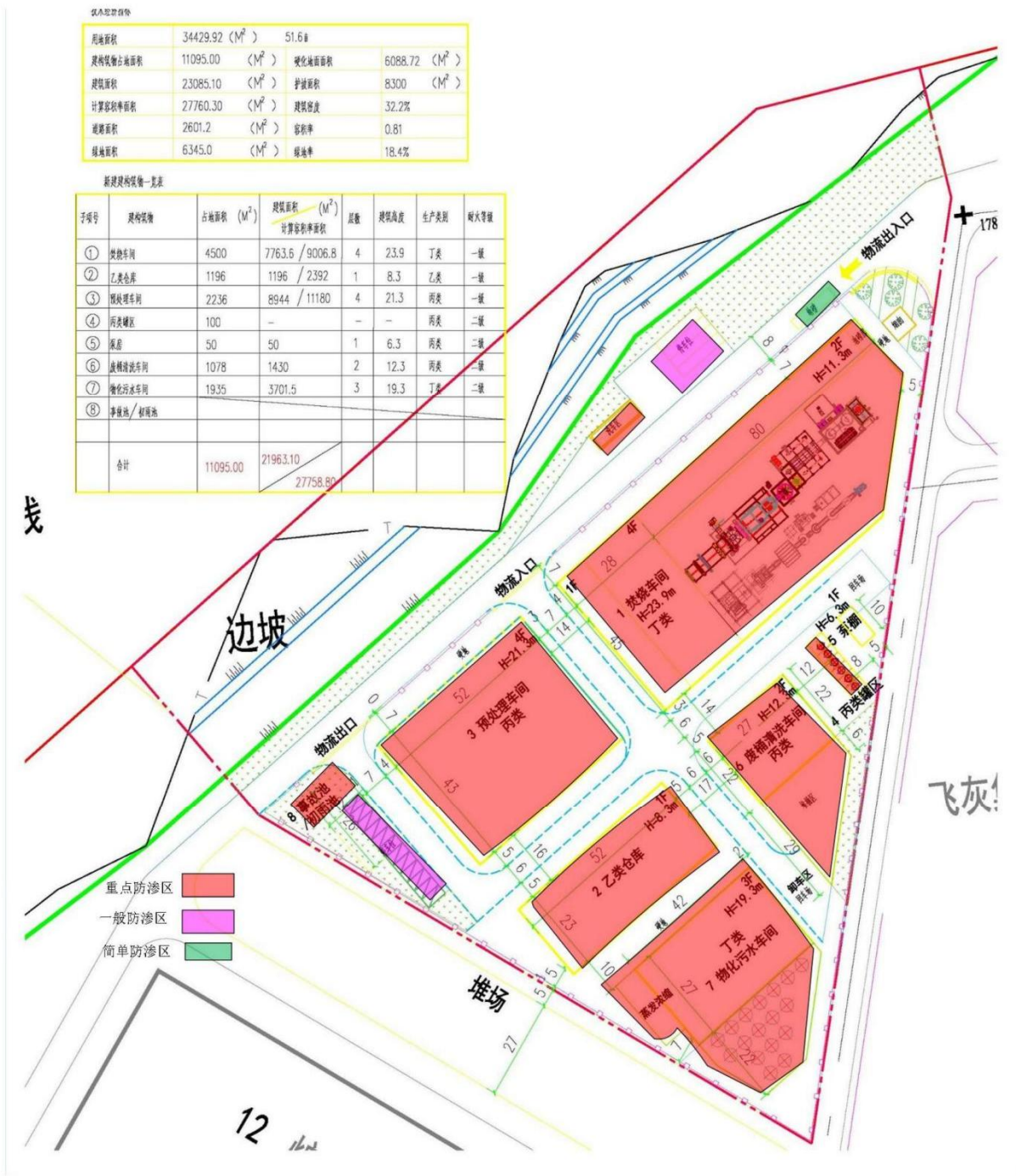


图 8.5-1 地下水防渗分区图



### 8.5.2.3 分区防渗措施

根据环境影响评价和预测结果和地下水分区防治原则并结合项目的特点,项目地下水防渗措施主要集中在①污水处理站、丙类暂存库、物化处理车间,主要措施包括以下三个方面:

#### (1) 废水防渗漏措施

一般情况下,废水渗漏主要考虑废水容纳构筑物底部破损渗漏和排水管道渗漏两个方面。

项目事故应急池、初期雨水池、污水处理站暂存水池严格按照规范采用 32.5 级以上的普通硅酸盐水泥,并且水泥用量不大于  $360\text{kg/m}^3$ ,水灰比不大于 0.55,抗渗标号根据水头与钢筋混凝土壁厚度比值分别采用 S6、S8。因此,项目废水容纳构筑物底部破损渗漏对地下水产生影响的情况是可以避免的。

对于排水管道渗漏的情况,主要由以下三个方面造成:①排水管和配件本身质量原因产生的裂痕、砂眼所产生的渗漏;②管道连接安装操作不规范、技术不熟练造成的渗漏;③管道预留孔穿越建筑楼面所引起的渗漏。针对以上三种常见的排水管道渗漏情况,建设单位需严格挑选施工单位,在排水管道安装前认真做好管道外观检测和通水试验,一旦发现管壁过薄、内壁粗糙有裂痕、砂眼较多的管道应予以清退;加强施工过程中的监督,根据管径尺寸、设置固定垂直、水平支架、避免管道偏心、变形而渗水,地下埋管应设砖墩支撑,回填土时应两侧同时回填避免管道侧向变形,回填土前必须先做通水试验;尽量采用 PVC 管,避免采用铁管等易受地下水腐蚀的管道。只要在施工过程中加强监督,采用优良品质的管道,在实际生产过程中及时做好排查工作,排水管道渗漏对地下水产生影响是可以避免的。

#### (2) 储罐区防渗漏措施

项目罐区地面防渗方案采用粘土防渗、混凝土防渗、HDPE 膜防渗和钠基膨润土防水毯防渗。根据项目厂区岩土层分布情况,罐区人工防渗采用混凝土防渗,综合考虑抗渗钢筋混凝土,强度等级不应小于 C20,水灰比不宜大于 0.50,平均厚度不宜小于 100mm,抗渗混凝土地面应设置缩缝和变形缝,接缝处做防渗处理。此外,罐区地基宜采用原土压实,垫层采用中粗砂、碎石或混凝土垫层。在防火堤内应该设置排水沟,在事

故情况下收集废水进污水处理站处理。罐区防渗措施应考虑整个防火堤范围。在采取以上措施的情况下，项目罐区运营过程不会对周边土壤、地下水水质产生不良的影响。

### **(3) 暂存库、物化处理车间防渗措施**

严格按照《危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范》（HJ/T176-2005）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的有关要求进行防渗。

- 1) 危险废物贮存场所必须有符合《环境保护图形标志—固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）的专用标志；
- 2) 不相容的危险废物必须分开存放，并设有隔离间隔；
- 3) 应建有堵截泄漏的裙角，地面与裙角要用兼顾防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容；
- 4) 必须有泄漏液体收集装置及气体导出口和气体净化装置；
- 5) 应有安全照明和观察窗口，并应设有应急防护设施；
- 6) 应有隔离设施、报警装置和防风、防晒、防雨设施以及消防设施；
- 7) 墙面、棚面应防吸附，用于存放装载液体、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；
- 8) 库房应设置备用通风系统和电视监视装置；
- 9) 贮存库容量的设计应考虑工艺运行要求并应满足设备大修（一般以 15 天为宜）和废物配伍焚烧的要求；

### **8.5.3 地下水环境监测与管理**

①加强企业生产、操作、储存、处置等场所的管理，建立一套从领导到班组的层层负责管理体系。企业环境保护管理部门指派专人负责防止地下水污染的管理工作。

②应定期对污染防治区的生产装置、储罐、法兰、阀门、管道等进行检查；对操作腐蚀性介质的设备进行复核、检测，避免由于腐蚀而产生设备泄漏事故。

③根据项目所在地环境水文地质条件和建设项目的污染特征制定跟踪监测计划，确定跟踪监测点数量，位置，监测因子、监测频率等，地下水跟踪监测计划详见章节 10.3。

#### **④应急响应**

制定地下水污染应急响应预案，发生地下水污染事故时，能以最快的速度发挥最大的

效能，有序地实施救援，尽快控制事态的发展，降低事故对地下水的污染。

## 8.6 土壤污染防治措施

在飞灰水洗脱氯项目的推进过程中，现有工程及拟建项目对土壤可能造成的污染风险，主要集中在项目运行阶段。飞灰中含有的重金属、氯盐等有害物质，在水洗脱氯过程中若管理不善，极有可能通过废气沉降、污水渗漏等途径进入土壤，进而破坏土壤的生态平衡，影响农作物的生长和品质，甚至通过食物链威胁人体健康。为此，现有工程严格遵循“源头控制、过程防控、跟踪监测”相结合的综合防治原则，构建了一套严密且科学的土壤污染防治体系。

### （1）源头控制措施

源头控制是土壤污染防治的第一道防线，其核心在于尽可能减少污染物的产生和排放。本拟建项目废气是主要的污染物传播途径之一，其中飞灰粉尘和氨气是重点关注对象。现有工程为此采取了一系列合理可行的废气处理防范措施。针对飞灰粉尘，安装了高效的袋式除尘器，其过滤精度高，能够有效捕集微小颗粒，确保排放的废气中粉尘含量远低于国家环保标准。对于氨气，则采用了先进的吸收塔处理技术，通过特定的吸收液将氨气转化为无害的铵盐，从而大幅减少了废气中污染物的排放量，从源头上降低了大气沉降对土壤的污染风险。

### （2）过程防控

过程防控是土壤污染防治的关键环节，旨在通过一系列措施降低污染物在项目运行过程中对土壤的影响。现有工程在厂区四周及部分区域进行了绿化工程，种植了人工景观树木和植被。这些绿色植物不仅能够美化环境，更重要的是它们具有一定的吸附作用。树叶表面的绒毛和气孔可以吸附空气中的飞灰粉尘和有害气体，减轻大气沉降对土壤的污染。同时，植被的根系还能固定土壤，防止水土流失，进一步保护土壤结构。

对于污水处理站、丙类暂存库、物化处理车间等重点防渗区，现有工程采取了重点防渗措施。在污水处理站，池体底部和四周铺设了高密度的防渗膜，并浇筑了防渗混凝土，形成了双重防渗屏障。丙类暂存库和物化处理车间则采用了环氧地坪漆进行防渗处理，同时设置了导流槽和集水井，确保泄漏的污水能够及时收集和处理，大大降低了污水入渗污染土壤的可能性。

### （3）跟踪监测

跟踪监测是土壤污染防治的重要保障，通过建立完善的土壤环境监测管理体系，能够及时发现项目运行中出现对土壤环境的不利影响因素。现有工程制定了详细的土壤环境监测计划，明确了监测点位、监测指标和监测频率。在厂区周边和重点区域设置了多个监测点，定期对土壤进行采样分析，检测土壤中的重金属、氯盐、二噁英等污染物含量，以及土壤的酸碱度、含水率等物理化学性质。

一旦发现监测数据异常，能够迅速启动应急响应机制，深入调查污染原因，并采取针对性的治理措施。同时，监测数据还为土壤污染治理措施的制定和治理方案的实施提供了重要的基础资料，有助于科学、有效地开展土壤污染修复工作，确保土壤环境质量持续改善。

## 9 项目经济损益分析

环境影响经济损益分析是针对建设项目的性质和当地的具体情况，确定环境影响因子，从而对项目环境影响范围内的环境影响总体作出经济评价。根据理论发展多年的实践经验，任何项目工程都不可能对所有环境影响因子做出经济评价，因此，环境影响经济损益分析的重点，主要是对工程的主要影响因子做出投资和经济损益的评价，即项目的环境保护措施投资估算和经济效益、环境效益和社会效益。

项目的开发建设必然会对拟建地和周围环境产生一定的不利影响。在开发建设中采取必要的环境保护措施可以部分地减缓工程建设对环境所造成的不利影响和经济损失。本章通过对该项目的社会、经济、环境效益的分析，对该项目的环境经济损益状况作简要分析。

### 9.1 社会效益分析

本项目属于生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目，具有重要的社会环境效益。

生活垃圾焚烧飞灰属于危险废物，含有大量重金属等有害物质，若处理不当，会对土壤造成持久性污染，破坏土壤结构和肥力，影响农作物生长与食品安全；有害物质还会随雨水冲刷进入水体，威胁水生生物生存和水资源安全；同时，飞灰中的细颗粒物易飘散至空气中，危害公众呼吸健康，是“无废城市”建设中的重点治理对象。

本项目开展资源化利用研究，通过科学试验探索出有效的飞灰处理途径，可将飞灰转化为可再利用资源，实现危险废物的减量化和资源化，从源头上降低其对环境的潜在危害，减少环境污染风险，助力改善区域生态环境质量，契合“无废城市”减量化、资源化、无害化的原则。

此外，项目在公司现有物化车间内进行，不新增用地，且不增加工作人员，避免了资源浪费和额外环境影响；周边 300m 无居民等保护目标，降低了项目实施对周边社会环境的影响，保障了社会的和谐稳定。综上所述，本项目对推动“无废城市”建设、提升社会环境福祉具有积极意义。

## 9.2 经济、环境效益分析

### 9.2.1 飞灰贮存和运输措施经济、环境效益分析

#### (1) 经济效益分析

在飞灰贮存上，采用上下小口双层专用集装吨袋，虽前期采购包装袋有一定成本，但PVC编织袋与防渗漏PE覆膜组合，耐用性强，可多次使用，分摊到每次使用成本较低。仓库为现有丙类仓库，仅需按规范进行适当改造，如设置独立防火分区等，改造费用相对新建仓库大幅降低。且合理规划仓储量，避免过度建设造成资源闲置浪费，减少了土地和建设成本。

飞灰运转过程中，使用叉车和电梯进行转运，这些设备为厂内现有资源，无需额外购置。叉车采用封闭式料斗，仅需进行简单改装，成本不高。电梯加装防泄漏托盘和可拆卸式挡板，材料和安装费用也在可控范围。转运通道地面硬化是基础建设的一部分，定期洒水成本可忽略不计。

#### (2) 环境效益分析

有效的贮存和运转措施减少了飞灰粉尘逸散，降低了对环境的污染，避免了因环境污染可能面临的高额罚款和治理成本。同时，良好的环境表现有助于提升企业形象，增强市场竞争力，为企业带来潜在的经济效益。

由于粉尘产生量低，可依托现有废气处理系统，无需额外增加处理设施，节省了设备购置、运行和维护费用。而且合理的运转流程和防护措施，减少了飞灰泄漏和损耗，提高了飞灰的回收利用率，降低了原材料的浪费，进一步节约了成本。

综合来看，本项目飞灰贮存与运转措施在成本投入上较为合理，通过有效利用现有资源、合理规划和简单改装，控制了成本支出。在效益产出上，既避免了环境风险带来的经济损失，又提高了资源利用效率，具有良好的经济可行性，符合企业降低成本、提高效益的发展目标。

### 9.2.2 废气处理设施的经济、环境效益分析

#### (1) 经济效益分析

在粉尘处理方面，除尘装置和密闭式收集装置虽前期需投入设备采购、安装及调试费用，但所选滤料耐用，后期维护成本低，且除尘效率高，减少了因粉尘排放不达标可

能面临的风险，长期来看综合成本可控。同时，新增脉冲布袋除尘器及相关配套设施，与整体项目规模适配，不会造成过度投资。

含氨废气处理中，利用现有物化车间的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理系统，无需大规模新建处理设施，节省了大量建设成本。仅需投入少量用于设备维护、药剂购买的费用，如酸碱喷淋所需的稀硫酸、活性炭更换等，成本相对较低。废水回用处理流程虽涉及多个环节，但均依托现有废水处理设施，无须额外投资，且通过资源回收利用降低了部分成本。

## （2）环境效益分析

从环境效益看，有效的粉尘和含氨废气处理，避免了大气污染，保护了周边生态环境，提升了企业社会形象，有助于企业获得政府政策支持和市场认可，带来潜在的经济效益。

粉尘处理达标减少了粉尘损耗，提高了飞灰利用率；含氨废气处理中氨的回收以及废水回用处理实现的水资源循环利用，降低了原材料和新鲜水的使用成本。而且，稳定运行的处理系统避免了因废气排放超标导致的停产整顿等损失，保障了生产的连续性。综合来看，本项目粉尘与含氨废气净化技术在经济上具有可行性，投入产出比合理，能为企业带来良好的综合效益。

### 9.2.3 废水处理设施的经济、环境效益分析

#### （1）经济效益分析

对于飞灰一级漂洗废水处理，其核心的三效蒸发结晶与冷却结晶系统依托现有项目已建系统，仅需增加母液压滤分盐离心机。现有系统已分摊了大部分设备购置、厂房建设及安装调试等初始投资成本，新增离心机费用相对较低，预计仅需数十万元，大幅降低了前期资金投入。运行成本方面，该技术凭借蒸汽压缩机提高二次蒸汽热焓，实现热能高效循环利用，能耗较传统多效蒸发降低 30%~50%，长期来看可节省大量能源费用。同时，该系统能分步获得高纯度氯化钠和氯化钾副产品，纯度符合工业标准，可直接外售。按当前市场价格估算，年处理一定规模废水，副产品收益可达数百万元，能有效覆盖运行成本并创造可观利润。

另外，稀氨水的处理也是依托现有项目的已建废水处理系统，仅需承担少量因稀氨

水进入而增加的药剂费用即可。

综合来看，本项目充分利用现有废水处理系统，以较低的新增投入实现了稀氨水与飞灰漂洗废水的有效处理和资源回收，在降低运行成本的同时创造了额外收益，投资回报率高，经济可行性显著，具有良好的发展前景和推广价值。

## **(2) 环境效益分析**

### **1.减少废水排放污染**

飞灰一级漂洗废水中含有大量的重金属、盐分等有害物质，如果未经有效处理直接排放，会对周边的土壤、水体等环境要素造成严重污染。土壤一旦受到污染，其肥力会下降，影响农作物的生长和品质，进而威胁到食品安全；水体污染则会导致水质恶化，影响水生生物的生存和繁殖，破坏水生态系统平衡。本项目采用三效蒸发结晶与冷却结晶相结合工艺系统对飞灰一级漂洗废水进行处理，能够高效去除废水中的有害物质，使处理后的废水达到排放标准或实现回用，大大减少了废水对环境的污染风险，保护了周边生态环境的安全和稳定。

喷淋系统稀氨水中含有氨氮等污染物，若随意排放，会使水体富营养化，引发藻类大量繁殖，消耗水中的溶解氧，导致水生生物缺氧死亡，破坏水生态平衡。本项目依托现有废水处理系统对稀氨水进行处理，能够有效去除氨氮等污染物，避免其对水体环境造成不良影响，维护了水生态系统的健康。

### **2.降低能源消耗与碳排放**

三效蒸发结晶与冷却结晶相结合工艺技术在飞灰一级漂洗废水处理中的应用，通过蒸汽压缩机提高二次蒸汽热焓，实现热能的高效循环利用，相比传统多效蒸发技术，能耗大幅降低 30%~50%。能源消耗的减少意味着对煤炭、天然气等化石能源的需求降低，从而减少了因能源开采、运输和使用过程中产生的污染物排放，如二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等。二氧化碳是导致全球气候变暖的主要温室气体，减少其排放对于缓解气候变化具有重要意义；二氧化硫和氮氧化物则是形成酸雨的主要物质，减少它们的排放可以有效保护土壤、水体和森林等生态系统免受酸雨的危害。因此，本项目采用上述技术不仅降低了自身的运行成本，还为环境保护做出了积极贡献。

### **3.促进资源循环利用**

三效蒸发结晶与冷却结晶系统在处理飞灰一级漂洗废水的过程中，能够分步获得高



纯度的氯化钠和氯化钾副产品。这些副产品可以作为工业原料直接外售，实现了废弃物中资源的有效回收和再利用。资源循环利用不仅可以减少对自然资源的开采，保护自然生态环境，还能降低工业生产对原材料的依赖，提高资源利用效率。例如，氯化钠和氯化钾是化工、农业等行业的重要原料，通过回收利用废水中的这些物质，可以减少对矿产资源的开采，降低开采过程中对土地、植被和水资源的破坏，同时减少了开采和加工过程中产生的环境污染。

#### 9.2.4 地下水处理设施的经济、环境效益分析

由于项目在已建并进行了相关分区防渗工程的厂区地块内建设，因此对于地下水的防渗投入方面，无须额外进行大额投资，但应做好日常防渗措施的维护工作，加强渗漏排查。

项目采取上述措施可有效地防止地下水受到污染，采取的地下水污染防治措施在技术及经济、环境上是可行的。

#### 9.2.5 噪声防治设施的经济、环境效益分析

本次拟建项目无新增土建工程，新增生产设备包括离心机和布袋除尘器，其余生产设施均保持与现有工程一致。本次技改扩建后，项目对周边声环境影响与技改扩建前基本保持一致。经过厂区现有隔声、消声、减震措施后，各类设备的噪声源强可以削减 20dB (A)因此本项目依托现有车间的隔声降噪措施，减少噪声对周边环境的影响，无须进行额外的投资。

根据现有项目日常委外监测结果，项目厂界噪声均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的 3 类标准限值要求，现有的声环境保护措施有效。

#### 9.2.6 土壤防治设施的经济、环境效益分析

##### （1）经济效益分析

本项目土壤防治设施充分利用现有工程资源，无需额外大规模投资，带来显著经济效益。源头控制方面，现有的袋式除尘器和吸收塔处理技术本就是为整体生产流程配套建设，在防治土壤污染中继续发挥作用，无需为土壤防治单独采购新设备，节省了设备购置成本。过程防控方面，厂区已有的绿化工程在美化环境的同时，自然承担起吸附飞灰粉尘、固定土壤的任务，无需专门为土壤防治重新规划绿化区域与植被种植。重点防渗区所采用的防渗膜、防渗混凝土、环氧地坪漆等材料及施工方式，也是基于现有工程

防渗需求建设，避免了重复建设投入。

(2) 环境效益分析

项目周边 1 公里范围分布有基本农田，土壤防治设施的环境效益极为关键。源头控制措施有效减少了飞灰粉尘和氨气等污染物排放，降低了大气沉降携带污染物进入土壤的概率，避免了重金属、氯盐等有害物质在农田土壤中积累，保障了基本农田土壤质量，为农作物生长提供了健康的环境基础，确保农产品质量安全。过程防控中，绿化工程不仅吸附空气中的污染物，其根系还能稳固农田周边土壤，减少水土流失，防止土壤肥力下降。重点防渗措施确保污水处理站等区域的污水不渗漏，避免了污水中的有害物质污染周边农田土壤和地下水，保护了基本农田的生态平衡。跟踪监测体系实时掌握土壤环境变化，一旦发现异常能及时处理，防止土壤污染扩散，切实守护了项目周边基本农田的生态环境，对区域农业可持续发展和粮食安全具有重要意义。

9.3 环保投资估算

根据建设单位介绍、项目申请报告以及本报告的论述，本项目环保设施投资的明细情况具体见表 9.3-1。

表 9.3-1 环保设施投资一览表

时段	污染源	工程或费用名称	合计 (万元)
施工期	/	由于项目基础建设均依托现有项目，因此不产生费用	/
运营期	废水	依托现有项目设备	/
	废气	叉车封闭式料斗改造	2.5
		电梯加装泄漏托盘和可拆卸式挡板	2.0
		脉冲布袋除尘器设备采购、安装及调试费用，25m 高排气筒	25
		加装投料粉尘密闭收集系统（与投料斗相通）	8.0
		对脉冲布袋除尘器加装消声、减振措施	2.0
		飞灰密封吨袋采购费用	1.0
		废气污染物处理设施的投加药剂、更换活性炭等维护费用	2.0
		厂区日常绿化、洒水	1.0
	地下水和土壤防治	日常防渗措施的维护工作以及加强渗漏排查相关的人力和物力成本	1.5
	固体废物处置	水洗脱氯飞灰等危险废物的处置费用	10

	监测	满足环境管理要求的定期跟踪监测费用	10.0
合计			65

根据项目建设方提供的投资概算资料，扩建项目总投资约 170 万元。环保设施投资达 65 万元，由此可计算出本项目环保设施投资约占总投资额的 38.23%。由于本试验项目可将飞灰转化为可再利用资源，实现危险废物的减量化和资源化，从源头上降低其对环境的潜在危害，减少环境污染风险，因此考虑本项目具有可观的环境效益，其环保投资比例是可以接受的。

## 10 环境管理与环境监测

### 10.1 环境管理机构 and 职责

为有效保护环境和防止污染事故的发生，厂区应设专职环境保护管理机构和专职环境管理人员，主要负责项目施工期和运营期环境保护方面的日常管理和污染产排监测、突发性环境污染事故以及协调和解决与环保部门及周围公众关系的环境管理工作。

厂区环保工作需接受市、区、镇环境保护部门的监督管理。厂区除机构建设要搞好外，还要在分管环保的负责人领导下，建立各部门间相互协调、分工负责、互相配合的综合环境管理体系。各生产车间应设立兼职的环保员，将环境的专业管理与群众管理有机地结合起来。

在建设期，该机构负责办理、监督施工时的环境事宜；同时监督项目环保措施的设计、施工和实施。在营运期间，该机构管理本项目的环境管理工作，负责解决营运中出现的环境问题。

本项目环境保护机构的职责主要包括以下几方面：

(1) 建立健全环境保护工作规章制度，明确环保责任制及奖惩办法；确定厂区的环境目标管理，对恶臭污染物处理、污水处理、餐厨垃圾、死禽畜尸体无害化处理的各车间、部门及操作岗位进行监督与考核。

(2) 在项目建设期间搞好环保设施的“三同时”及施工现场的环境保护工作：建立环保档案，包括环评报告、环保工程验收报告、污染源监测报告、环保设备及运行记录、固体废物的转移记录，以及其他环境统计资料。定期编制环境保护报表和年度环境保护工作报告，提交给上级和当地环境主管部门。

(3) 加强环境管理人员、环境监测人员以及兼职环保员工的业务培训，组织职工的环保活动，搞好环境宣传。

(4) 搞好环保设施与生产主体设备的协调管理，使污染防治设施的配备与生产主体设备相适应，并与主体设备同时运行及检修，污染防治设施出现故障时，环境管理机构应立即与生产部门共同采取措施，严防污染扩大；负责污染事故的处理。

(5) 配合搞好废物的综合利用、固体废物监督、清洁生产以及污染物排放总量控制。

## 10.2 环境保护管理制度

### 10.2.1 施工期

鉴于本项目不涉及前期施工，建设单位应聚焦运营期环境管理，严格落实环保“三同时”制度，确保污染防治设施与主体工程同步投用。在招标运营服务单位时，需将环保要求纳入合同条款，明确废水、废气、噪声等污染控制标准及应急处置措施，要求服务单位制定环保操作规程并定期培训人员，主动接受环保部门监督检查，保障各项环保措施持续有效执行。

### 10.2.2 运营期

项目的环保工作应作为日常工作的重要环节，把环保工作贯穿到项目管理的各个部门，环保工作要合理布置、统一安排，既要重视污染的末端治理，又要重视生产全过程控制；既要重视污染源削减，又要重视废物的综合利用，使环境污染防患于未然，贯彻以防为主、防治结合的方针，推行清洁生产与审计项目的日常环境管理需结合国家有关环保法律法规以及各级环保主管部门的规章制度、管理条例，建立相应的环保管理制度，主要内容有：

#### （1）严格执行建设项目“三同时”制度

在项目筹备、实施、建设阶段，严格执行建设项目环境影响评价的制度，并按照国家法律法规要求，严格执行“三同时”制度，确保污染防治设施和主体工程“同时设计”，和主体工程“同时施工”，做到与项目生产“同时投产使用”。

#### （2）严格执行排污许可制度

建设单位应及时按照《排污许可证申请与核发技术规范总则》（HJ942-2018）规范重新申领排污许可证并向社会公示，确保实际排放的污染物种类、浓度和排放量等不超过许可范围，并定期、如实向环保部门报告排污许可证执行情况。

#### （4）建立污染治理设施管理制度

保证处理设施能够长期、稳定、有效地进行处理运行。净化设施的操作管理与生产经营活动一起纳入日常管理工作的范畴，落实责任人，操作人员、维修人员、运行经费、设备的备品备件和其他原辅材料。制定各级岗位责任制，编制操作规程，建立管理台账。

#### （5）建立运行记录台账制度

企业自行监测数据妥善保存，记入台账。对原辅材料的使用量记入台账并保存备查。定期检查应急除臭活性炭情况，并及时更换活性炭，记录更换日期及更换量。

### 10.3 营运期环境监测计划与管理

营运期环境监测是从保护环境与人群健康出发，针对本项目周边的环境特殊性，设置经常性的环境监测点与监测项目，掌握营运过程中的环境质量动向，提高环保效益，积累日常环境质量资料。

本项目应按照《排污许可证申请与核发技术规范总则》（HJ942-2018）、《排污许可证申请与核发技术规范工业固体废物和危险废物治理》（HJ1033-2019）、《环境监测管理办法》等有关规定，建立企业监测制度，制定监测方案，并向当地环保行政主管部门和行业主管部门备案。对污染物排放状况及其周边环境质量的影响开展自行监测，保存原始监测记录，并公布监测结果。

根据《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）中 7.3 飞灰处理和处置设施污染物监测频次要求如下：

- a) 飞灰处理过程产生废水的监测频次应为至少每个季度 1 次；
- b) 飞灰及其处理产物的贮存设施废气直接排放的，监测频次应为至少每个季度 1 次；
- c) 飞灰处理过程废气中颗粒物的监测频次应为至少每个月 1 次；
- d) 飞灰低温热分解、高温烧结和高温熔融处理设施废气中颗粒物和重金属的监测频次应为至少每个月 1 次，二噁英类的监测频次应为至少每年 1 次；
- e) 飞灰处理产物用于水泥熟料生产过程废气污染物的监测频次应符合 GB30485 的要求。

表 10.3-1 飞灰处理和处置设施污染物监测频次要求和相符性判断表

序号	监测频次要求	项目情况
1	飞灰处理过程中产生废水的监测频次应为至少每个季度 1 次；	项目生产废水不外排，无须监测
2	飞灰处理过程废气中颗粒物的监测频次应为至少每个月 1 次	本项目飞灰处理过程废气由 9#排气筒排放，建议每个月监测 1 次
3	飞灰低温热分解、高温烧结和高温熔融处理设施废气中颗粒物和重金属的监测频次应为至少每个月 1 次，二噁英类的监测频次应为至少每年 1 次	本项目不属于此情况
4	飞灰处理产物用于水泥熟料生产过程废气污染物的监测频次应符合 GB30485 的要求	本项目不属于此情况

### 10.3.1 竣工验收监测

根据相关法律法规的要求以及国家、省、市以及地方的环保要求，竣工验收监测计划主要从以下几个方面入手：

(1) 各种资料手续是否完整。

(2) 各处理装置的实际处理能力是否具备竣工验收条件，如项目分期建设则“三同时”验收也相应分期进行。

(3) 按照“三同时”要求，各项环保设施是否安装到位，运转是否正常。

(4) 现场监测：包括对废气、废水、噪声等处理情况的测试，进而分析各种环保设施的处理效果；通过对污染物的实际排放浓度和排放速率与相应的标准进行对比，判断污染物是否达标排放；通过污染物的实际排放浓度和烟气流量测算各污染物的排放总量，分析判断其是否满足总量控制的要求；对周围环境敏感点的环境质量进行验证；厂界无组织废气最大落地浓度的监测等。各监测布点应按相关标准要求执行，监测因子应覆盖项目所有污染因子。

(5) 环境管理的检查：包括对各种环境管理制度、固体废物（废液）的处置情况是否有完善的风险应急措施和应急计划、各排污口是否规范化等其他非测试性管理制度的落实情况。

(6) 对环境敏感点环境质量的验证，大气保护距离的落实情况等。

(7) 现场检查：检查各种设施是否按照“三同时”要求落实到位、各项环保设施的施工质量是否满足要求、各项环保设施是否满足正常运转条件等，厂区是否实现“清污分流”“雨污分流”。

(8) 是否有完善的风险应急措施和应急计划。

(9) 竣工验收结论与建议。

### 10.3.2 污染源监测计划

根据《排污单位自行监测技术指南总则》（HJ819-2017）、《排污单位自行监测技术指南工业固体废物和危险废物治理》（HJ1250-2022）等文件规定，建议企业污染结合本项目的特点，营运期的环境监测可与跟踪评价有机结合，以营运期的常规监测作为跟踪评价的基础数据。营运期监测及跟踪评价的要点具体见表 10.3-2。

表 10.3-2 运营期污染源监测及跟踪评价要求一览表

污染源	监测点位	监测项目	监测形式	监测频率	执行标准
废气污染物	飞灰投料粉尘排放口 9#	颗粒物	自行监测	1 次/月	飞灰投料过程产生的粉尘中的颗粒物执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准表 2 新污染源大气污染物排放限值
	飞灰水洗氨气排放口 3#	氨、氯化氢	自行监测	1 次/月	氨气排放执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 标准；氯化氢执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准表 2 新污染源大气污染物排放限值
	厂界	氨、颗粒物、氯化氢	自行监测	1 次/月	氨无组织排放执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）厂界监控点浓度限值；颗粒物执行《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；氯化氢无组织排放执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准表 2 无组织排放监控浓度限值标准
厂界噪声	项目红线东、南、西、北 厂界各 1 采样点	等效连续 A 声级	自行监测	1 次/月，每次监测 1 天，昼间进行	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准

注：由于本项目运营期仅为 2 个月，因此监测频次斟酌缩短为每月一次。



### 10.3.3 环境质量跟踪监测计划

结合《排污单位自行监测技术指南总则》（HJ819-2017）、《工业企业土壤和地下水自行监测技术指南（试行）》（HJ1209-2021）等文件规定，建议企业制定环境质量监测计划进行回顾性环境质量监测，详见表 10.3-3 所示。

表 10.3-3 周边环境质量监测计划一览表

目标环境	监测点位	监测指标	监测内容	监测频次
环境空气	岐山村（A1）、福山村（A2）	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、氨、铅、镉、汞、砷、总铬、六价铬、二噁英、氯化氢	污染物浓度、气象条件	1 次/年
地下水环境	项目场内监测井（U1）、上游监测井岐山村（U2）、潭路洞（U3）	pH 值、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、镍、溶解性总固体、耗氧量（COD <sub>mm</sub> ）、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、菌落总数等	污染物浓度、水位	一类单元 1 次/半年，二类单元 1 次/年
土壤环境	厂区物化车间附近（S1）、飞灰贮存仓库附近（S2）的绿化地带	GB36600 中 45 项、pH 值、氯离子、氟化物、硫化物、二噁英	污染物浓度	表层土壤 1 次/年 深层土壤 1 次/三年
	岐山村（S3）			

备注：建议项目停产后按照现有环评要求落实项目周边环境质量监测



图 10.3-1 运营期环境质量监测布点图

### 10.3.4 环境监测计划的实施与档案管理

对于企业自行监测、委托监测以及生态环境局飞行监测等各种监测项目均应建立台账记录，以满足企业自查及环保监管的需要。

根据上述监测计划和内容，所有项目的监测分析方法均按照相关的环境监测规范执行，污染源监测应委托有资质的监测单位。

企业对自身污染源及污染物排放实行例行监测，控制污染是企业的重要环保职责。企业应及时对获得的监测数据进行技术分析、分类存档和科学管理，为企业选择环境污染防治途径和措施提供必要的依据；同时这也是企业的环保资料统计上报、查阅和目标管理等必须做的环保工作。

## 10.4 副产物跟踪监测计划与管理

### 10.4.1 副产物监测要求

副产物的监测计划按照鉴别情况而定，如果副产物鉴别为产品，则氯化钠、氯化钾和石膏按照其对应的国家及行业现行工业资源化利用产品标准要求开展型式检验及出厂检验；如副产品未鉴别为产品，则按照《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）和《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）中 7.4 等要求进行监测，具体如下：

根据《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）中 8.1 条规定，固体废物再生利用企业应定期对固体废物再生利用产品进行采样监测，监测频次应满足以下要求：当首次再生利用某种危险废物时，针对再生利用产品中的特征污染物监测频次不低于每天 1 次；连续一周监测结果均不超出环境风险评价结果时，在该危险废物来源及投加量稳定的前提下，频次可减为每周 1 次；若在此期间监测结果出现异常或危险废物来源发生变化或再生利用中断超过半年以上，则监测频次重新调整为每天 1 次，依次重复。

根据《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）中 7.4 飞灰处理设施所有者应对飞灰处理产物定期进行采样监测，并应符合以下要求：

- a) 飞灰处理产物用于水泥熟料生产，对熟料的监测频次应符合 GB30760 的要求。
- b) 飞灰处理产物用于 6.3 条规定的其他利用方式的，飞灰处理产物（除高温烧结产物和高温熔融产物外）中重金属浸出浓度和可溶性氯含量监测频次应不少于每日 1 次，

二噁英类的监测频次应不少于每季度 1 次；高温烧结产物、高温熔融处理产物中重金属浸出浓度和可溶性氯含量监测频次应不少于每周 1 次，二噁英类的监测频次应不少于每 6 个月 1 次。

c) 飞灰处理产物进入生活垃圾填埋场进行填埋处置的，飞灰处理产物中重金属浸出浓度监测频次应不少于每日 1 次，飞灰处理产物中二噁英类的监测频次应不少于每 6 个月 1 次。

本项目水洗后飞灰的滤液经沉淀析出的硫酸钙、浓缩、结晶后得到工业氯盐（如氯化钠、氯化钾）产物属于 7.4（b）中的除高温烧结产物和高温熔融产物外的情况，因此按照《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）7.4 的要求从严执行，产物中的重金属浸出浓度和可溶性氯含量监测频次应不少于每日 1 次，二噁英类的监测频次应原则上不少于每季度 1 次，但因本项目运营时间较短，调整为每月 1 次。

#### 10.4.2 副产物监测方案

根据副产物的鉴别情况，建议建设单位产品监测计划详见表 10.4-1。结合项目的实际情况，建设单位可在实际营运过程中进一步完善此监测计划并加以实施。

表 10.4-1 试验项目副产物监测计划

序号	副产物名称		监测指标	监测频次	产品质量及污染控制标准
1	氯化钠	鉴别为产品	氯化钠、水分、水不溶物、钙镁离子总量、硫酸根等	按 GB/T5462-2015 要求开展型式检验及出厂检验	按照相关产品标准，例如《工业盐》（GB/T5462-2015）
		未鉴别为产品	铜、锌、铅、镉、总铬、铬（六价）、铍、钡、镍、砷、硒、汞、	不少于每日 1 次	《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）7.4 要求
			可溶性氯含量		
			二噁英	不少于每季度 1 次	
			无机氟化物（不包括氟化钙）	参照《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）中 8.1 条*	《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）
2	氯化钾	鉴别为产	①氧化钾、水分、水不溶物、钙镁离子总量、氯化钠； ②铅（Pb）、镉（Cd）、	按 TCCAS010-2019、GB7118-2008 等要求开展型式检验及出厂检验	例如《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》（TCCAS010-2019）、

序号	副产物名称		监测指标	监测频次	产品质量及污染控制标准
		品	总铬（Cr）、总汞（以 Hg 计）、总砷（以 As 计）、二噁英含量		《工业氯化钾》（GB7118-2008）
		未鉴别为产品	铜、锌、铅、镉、总铬、铬（六价）、铍、钡、镍、砷、硒、汞、可溶性氯含量	不少于每日 1 次	《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）7.4 要求
			二噁英	不少于每季度 1 次	
			无机氟化物（不包括氟化钙）	参照《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）中 8.1 条*	《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）
3	石膏	鉴别为产品	氯离子（干基）、石膏品味、pH 值、放射性物质	按照（GB/T21371-2019）要求开展型式检验及出厂检验	《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）
		未鉴别为产品	铜、锌、铅、镉、总铬、铬（六价）、铍、钡、镍、砷、硒、汞、可溶性氯含量	不少于每日 1 次	《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》（HJ1134-2020）7.4 要求
			二噁英	不少于每季度 1 次	
			无机氟化物（不包括氟化钙）	参照《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）中 8.1 条*	《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）

注：\*根据《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）中 8.1 条：当首次再生利用某种危险废物时，针对再生利用产品中的特征污染物监测频次不低于每天 1 次；连续一周监测结果均不超出环境风险评价结果时，在该危险废物来源及投加量稳定的前提下，频次可减为每周 1 次；连续两个月监测结果均不超出环境风险评价结果时，频次可减为每月 1 次，若在此期间监测结果出现异常或危险废物来源发生变化或再生利用中断超过半年以上，则监测频次重新调整为每天 1 次，依次重复。

## 10.5 飞灰资源化利用研究试验项目监管方案

为全面控制飞灰资源化利用研究试验项目运行状况，企业拟制定飞灰资源化利用研究试验项目监管方案，主要对原料入厂、污染物排放、产品质量等过程进行监管。

### 10.5.1 原料入厂控制

飞灰水洗资源化项目利用处置的危险废物属于 772-002-18 代码的飞灰。企业拟制订

《危险废物分析管理制度》和《广东省危险废物经营情况记录簿》等规章制度，在接收危险废物前，要求产生单位提供可以证明危险废物类别的相关证明材料并进行审核，确定在本项目经营许可范围内后，对该单位危险废物进行取样分析，检测指标包括含氯量、水溶性盐、重金属等，待分析结果出来后，确定是否接收该单位的危险废物，对于接收的危险废物需要对相关材料进行归档存档。

#### 10.5.2 污染物排放控制

企业拟制定《环境监测制度》，定期对飞灰暂存仓废气排放口和水洗车间（现有物化车间）废气排放口的颗粒物指标开展监测，确保其达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表2新污染源大气污染物二级排放限值；对水洗车间废气排放口的氨指标开展监测，确保其达到《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表2标准；

飞灰水洗脱氯后的废水虽经沉淀、蒸发、冷凝后回用于三级漂洗水池，实现生产用水循环利用且无外排，但仍需建立严格的水质管控体系以保障系统稳定运行。首先，循环水中盐分、重金属等污染物会随蒸发过程不断浓缩，若未及时监控，可能导致管道腐蚀、设备结垢或喷嘴堵塞，进而引发生产中断或维修成本激增。其次，水质波动直接影响飞灰清洗效果——氯离子或悬浮物超标会降低产品纯度，影响后续资源化利用价值；而微生物滋生或有机物积累则可能产生异味或泡沫，干扰工艺控制。此外，尽管无直接外排，循环系统仍存在隐性环境风险，如蒸发散失的盐分可能形成气溶胶污染，或泄漏渗滤液污染土壤，需通过水质监测确保系统封闭性。为此，建议制定分级监控方案：每日检测pH、电导率、氯离子等基础指标，每周分析硬度、COD及重金属含量，关键工位安装在线传感器实现实时预警。当水质接近临界值时，立即启动旁路处理（如反渗透除盐）或部分置换新水，防止污染物突破系统耐受阈值。同时，建立水质数据台账，结合生产负荷动态调整蒸发、冷凝参数，优化药剂投加量，在保障水质达标的前提下最大限度减少新鲜水补给。

#### 10.5.3 产品质量控制

飞灰水洗资源化项目产生的脱氯飞灰拟进行水泥窑协同处理，产生的结晶盐和石膏需进行鉴定，鉴定是否满足《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》

（T/CCAS010-2019）、《工业盐（氯化钠）》（GB/T5462-2015）和《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）及《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范（试行）》（HJ1134-2020）、《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）相关污染

物防控标准，符合标准的结晶盐和石膏则可资源化利用。企业需依据上述标准，制定《产品监测制度》，对产品中的可溶性氯含量、水分、水不溶物、有毒有害物质（重金属、二噁英）浸出指标开展定期监测。

## 10.6 环保“三同时”验收目标

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令第682号）、《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》（国环规环评〔2017〕4号），建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，建设项目竣工后，应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收。

本项目在竣工后，建设单位应当按照环境保护行政主管部门规定的标准和程序，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

如项目建成申报竣工验收时，国家及地方环保标准发生变更，应根据验收时国家及地方的各类标准提出具体的补充与调整要求。

根据项目所在区域的特性和项目对环境可能造成的影响，本项目应在正式生产前进行“三同时”的环保验收工作，项目“三同时”竣工验收一览表见表 10.6-1。

表 10.6-1 项目“三同时”竣工验收一览表

序号	污染源	处理措施内容	预期效果	完成时间
废气治理	1 飞灰投料粉尘 排放口 9#	配套脉冲布袋除尘器 处理工艺，由一个 25m 高排气筒排放	颗粒物 执行《大气污染物排放限值》 （DB44/27-2001）中第二段二级 排放限值。	与主体工程同时设计、同时施工、同时建成
	2 飞灰水洗氨气、 氯化氢排放口 3#	依托现有项目物化车间“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”组合 处理工艺，由一个 25m 高排气筒排放	氨气排放执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 标准；氯化氢执行《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）中第二段二级排放限值	



废水处理	3	一级漂洗废水	现有物化车间的低浓度废水滤液池、无机二级反应罐、脱酸废水滤液池、脱酸废水反应罐和压滤机等设备，通过投加各类沉淀剂，能够有效实现滤液的重金属去除和深度脱钙处理。	本项目飞灰漂洗废水经沉淀、蒸发、冷凝后回用至三级漂洗水池，生产用水循环使用，仅需定期补充部分损耗水量，无生产废水外排	
噪声防治设施	4	产噪设备	选用低噪设备和机械：进行消声、减振、隔声；场区周围种植树木，减少噪声传播	降低噪声，厂界噪声达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准。	
固体废物防治措施	5	氟化钙污泥	委托第三方有资质单位处理	固体废物妥善处置，不会对周边环境造成影响。	
	6	水洗脱氯飞灰	进入水泥窑协同处置		
	7	飞灰废包装袋	未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用，而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置。		

## 10.7 排污口规范化

根据国家标准《环境保护图形标志-排放口（源）》、国家环境保护部《排污口规范化整治要求（试行）》和《广东省污染源排污口规范化设置导则》（粤环〔2008〕42号）的技术要求，企业所有排放口，包括水、气、声、固体废物，必须按照“便于计量监测、便于日常现场监督检查”的原则和规范化要求，设置与之相对应的环境保护图形标志牌，绘制企业排污口分布图，同时对重点污染物排放口安装流量计，对治理设施安装运行监控装置。排污口的规范化要符合国家标准的有关要求。

### （1）废气排放口



有组织排放废气的排气筒高度应符合大气污染物排放标准的有关规定。无组织排放有毒有害气体的，应加装引风装置进行收集、处理，并设置采样点。排气筒（烟囱）应设置便于采样、监测的采样口和采样监测平台。有净化设施的，应在其进出口分别设置采样口及采样监测平台。采样孔、点数目和位置应按《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》（GB/T16157-1996）和《污染源监测技术规范》的规定设置。设置永久采样孔，并在采样孔的正下方约 1m 处设置不小于 3m<sup>2</sup> 的带护栏的安全监测平台，并设置永久电源（220V）以便放置采样设备进行采样操作

#### （2）废水排放口

本项目废水均不外排，仅排放雨水。项目雨水排口需按照要求设置满足采样监测要求的采样井或采样渠。

#### （3）固定噪声源

按规定对固定噪声源进行治理，并在边界噪声敏感点及对外界影响最大处设置标志牌。

#### （4）固体废物临时堆放场

产生或临时存放固体废物的单位的固体废物贮存处置场所应符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）或《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求。

#### （5）排污口标志牌设置与制作

一切排污者的排污口（源）和固体废物贮存、处置场所，必须按照国家标准《环境保护图形标志》（GB15562.1-1995、GB15562.2-1995）的规定，设置与之相适应的环境保护图形标志牌。

环境保护图形标志牌应设置在距排污口（源）及固体废物贮存（处置）场所或采样点较近且醒目处，并能长久保留。设置高度一般为：环境保护图形标志牌上缘距离地面 2m。

一般性污染物排污口（源）或固体废物贮存、处置场所，设置提示性环境保护图形标志牌。排放剧毒、致癌物及对人体有严重危害物质的排污口（源）或危险废物贮存、处置场所，设置警告性环境保护图形标志牌。

## 10.8 污染物排放清单及管理要求

根据本次环评工程分析内容，本项目污染物排放清单，见表 10.8-1。

表 10.8-1 污染物排放清单及管理要求

污染源			排放方式	治理措施	污染物	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放速率 (kg/h)	排放量 (kg)	执行标准
废气	有组织	飞灰投料粉尘排放口 9#	间歇排放	配套脉冲布袋除尘器处理工艺，由一个 25m 高排气筒排放	颗粒物	5.76	0.023	0.960	广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准表 2 新污染源大气污染物排放限值
		飞灰水洗氨气排放口 3#	连续排放	依托现有项目物化车间“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”组合处理工艺，由一个 25m 高排气筒排放	氨	0.0646	0.001	0.646	《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 标准
			间歇排放		氯化氢	0.531	0.002	0.021	《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准表 2 新污染源大气污染物排放限值
	无组织	物化车间	连续排放	水洗反应在负压密闭反应罐内进行，氨气的收集效率可达到 95%，未能收集的部分以无组织形式排放。	氨	/	0.0005	0.34	执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 标准
		物化车间	间歇排放	用于调节净化废水池的 30%盐酸，在转移投加过程	氯化氢	/	0.001	0.011	广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）

污染源			排放方式	治理措施	污染物	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放速率 (kg/h)	排放量 (kg)	执行标准
				中会有少量无组织挥发					无组织排放监控浓度限值
噪声	各类新增生产设备		间歇	减振、隔声措施	LeqdB(A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准噪声限值			
固体废物	氟化钙污泥		间歇	经压滤后委托第三方有资质单位处理		无害化处理			
	水洗脱氯飞灰		间歇	进入水泥窑协同处置		无害化处理			
	飞灰废包装袋		间歇	未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用，而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置		无害化处理			

## 11 结论

### 11.1 工程概况

#### 11.1.1 项目的名称、建设性质及工期安排

(1) 项目名称：广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目

(2) 建设单位：广州环科环保科技有限公司

(3) 项目类别及属性：本次拟建项目为危险废物资源化利用工程，属于国民经济行业分类（GB/T4754-2017）中 N772 环境治理业-N7724 危险废物治理；属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）中第四十七、生态保护和环境治理业-101 危险废物（不含医疗废物）利用及处置。

(4) 建设性质：技改扩建

(5) 建设地点：广州市黄埔区新龙镇福山村福山循环经济产业园广州环科环保科技有限公司内。项目中心经纬度：东经 113°30'20.03"，北纬 23°17'03.19"，项目场址为现有项目的物化车间内部，现有项目红线外 300m 之内没有居民集中居住点等环境保护目标。

(6) 技改扩建建设内容：项目利用厂区内原有的物化车间部分区域从事飞灰资源化利用试验，试验期为 2 个月，预计试验 200 吨飞灰，试验期在物化车间原有部分现有生产设施和污染物治理设施的基础上，新增设备改造，试验结束将恢复现有生产原状。

(7) 投资总额：本次拟建项目投资概算总金额约为 170 万元。

(8) 工作制度：本次技改扩建不需要增加工作人员，使用原来的工作人员即可。飞灰总试验量为 200 吨，试验期为 2 个月，计划每天试验量为 6 吨，每天 1 个批次，试验时间为 8 小时/批次，试验过程实际总时间为 266.67 小时。

#### 11.1.2 场址现状

拟建项目位于广州环科环保科技有限公司厂内，厂区除西北侧为林地外，其余两侧（南侧、东北侧）均为规划为福山循环经济产业园二期用地。

拟建项目主要是在现有项目地块上进行，不需要新增地块，对现有项目的物化车间部分管线进行改造，并在此基础上新增反应罐进料口料斗及废气收集装置，形成一条试验期为 2 个月的飞灰资源化利用试验线。物化车间其他工艺及厂区布置保持不变。

### 11.1.3 技改扩建内容

飞灰通过危险废物运输车运输至厂内，暂存于现有危险废物仓库。随后利用叉车将袋装尘料运送至物化车间，由电梯运至四楼平台，利用电动葫芦将吨袋吊至反应罐进料料斗上方，通过下开口吨袋将飞灰直接放置于密闭倾斜料斗内部，从吨袋底部打开开口，使飞灰顺畅流入一级反应罐内与罐内液体混合。通过现有物化车间的无机反应罐三级水洗将飞灰脱氯、并经过现有压滤机压滤后，滤液经过深度除钙反应沉淀析出石膏、蒸发浓缩分离出氯化钾、氯化钠工业盐。本次试验的目的为获得后续量产相关参数，试验过程产生的水洗脱氯飞灰在被广东省固体废物环境监管平台注册登记的“豁免单位—水泥窑协同处置单位”接收处理前，应经危险废物鉴别各项危险特性技术指标满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485）和《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662）要求，进入水泥窑协同处置（水泥窑系统处置过程豁免，不按危险废物管理，其余过程仍按照危险废物管理）；产生的结晶盐和石膏需进行鉴定，鉴定是否满足《水泥窑协同处置飞灰预处理产品水洗氯化物》（T/CCAS010-2019）、《工业盐（氯化钠）》（GB/T5462-2015）和《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2019）及相关污染物防控标准。符合标准的结晶盐和石膏则可资源化利用，试验过程中产生的洗泥将严格按照危险废物管理要求进行水泥窑协同处理。

本次项目除了新增进料斗、尘料下料斗除尘装置和母液压滤分盐离心机外，其他生产设备和污染物处理设备均利用物化车间现有设备进行，不改变现有项目主体设施及配套设施。

## 11.2 区域环境质量评价结论

（1）根据生态环境主管部门发布的《2023 年广州市生态环境状况公报》，广州市为环境空气达标区。根据 2023“帽峰山”监测点（站点代码 1355A）及“九龙镇镇龙”监测点（站点代码 1353A）监测数据，各项基本污染物除一类区  $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$ 、 $O_3$  以及二类区  $O_3$  超标外，其余基本污染物均能达标。补充监测调查期间，评价区域特征污染物 HCl、Hg、Cd、Pb、二噁英类及恶臭污染物氨、臭气浓度均可达到相应评价标准限值要求。

环境空气质量总体良好。

(2) 根据调查, 潭洞水和金坑水库中的总氮出现超标现象, 根据调查金坑水库水质超标与上游来水水质较差有关, 主要污染源是上游兴丰、穗丰地区的农业及生活面源; 潭洞水水质超标的主要污染源来自上游农村生活和农业面源。周边地表水环境质量情况一般。

(3) 监测期间, 项目厂区四周边界以及厂区内的其他配套设施监测点位的声环境监测值均能达到《声环境质量标准》(GB3096-2008) 3 类标准要求, 声环境质量良好, 能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 相应评价标准要求。

(4) 本次地下水监测显示部分指标超标, 其中菌落总数、总大肠菌群、铁、锰、氟化物超过Ⅲ类标准, 菌落总数和总大肠菌群超标或与周边村落生活废水下渗有关, 铁、锰超标属区域背景长期问题, 氟化物超标原因暂不明确, 可能与周边工业、农业活动有关。历史监测数据对比显示, 菌落总数等四项超标因子长期存在, 区域地下水环境质量较差。按舒卡列夫分类法, U1、U2、U3 地下水属  $\text{HCO}_3^-$ - $\text{Ca}^{2+}$  型水, 水质较好; U3'、U5' 属  $\text{Cl}^-$ - $\text{Na}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ - $\text{Na}^+$  型水, U5' 矿化度较高, 可能受人类活动影响, 不适合直接饮用。此外, 项目内部点位 U11 包气带氟化物超标, 与周边村庄情况一致, 需进一步调查原因。

(5) 根据监测结果显示, 本次监测点位建设用地的监测指标均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 第一类、第二类用地筛选值, 农用地的监测指标均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018) 风险筛选值, 项目周边土壤环境质量良好。

## 11.3 运营期环境影响评价结论

### 11.3.1 水环境影响评价结论

本项目一级漂洗废水经过多级重金属离子去除并深度脱钙, 最后进入蒸发结晶获取的冷凝水能满足《城市污水再生利用工业用水水质》(GBT19923-2024) 表 1 中的洗涤用水标准, 回用于三级漂洗用水。氨气喷淋废液进入项目现有的低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐-生化调节池-厌氧—两级 AO-MBR-RO+DTRO 系统处理, 出水可达到《城市污水再生利用工业用水水质》(GBT19923-2024) 表 1 中的洗涤用水和工艺与产品用水的更严者。本项目废水不外排, 对周边地表水环境不会造成影响。

### 11.3.2 环境空气影响评价结论

综上所述可知，项目改扩建后废气污染源主要包括飞灰水洗投料过程产生的粉尘、飞灰漂洗反应罐产生的氨气以及漂洗废水去除重金属调节 pH 产生的氯化氢挥发性气体。对于投料粉尘，采用“密闭+脉冲布袋”技术治理，通过密闭料斗与负压抽风系统控制源头，再经脉冲布袋两级除尘，粉尘浓度大幅降低，排放满足广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）中的第二时段二级标准，且收集的飞灰可重新利用，粉尘外溢率趋近于零，对周边环境空气影响较小。对于漂洗反应产生的氨气和漂洗废水去除重金属调节 pH 产生的氯化氢，氨气和氯化氢产生量较低，在负压密闭反应罐内收集后，经“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”工艺处理，污染物排放速率远低于《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）和广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准。

建设单位通过采取有效的污染防治措施确保相关污染物达标排放后，不会对周围环境产生明显的影响。

### 11.3.3 声环境影响评价结论

通过对项目运营后的多个声源对环境的贡献值分布情况进行预测可知，项目投产后，各厂界噪声昼间声环境预测值均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准限值，符合声环境功能区 3 类的要求。综上所述，采取相应的环保措施后，项目噪声对周边声环境造成的影响不大。

### 11.3.4 地下水环境影响分析

预测结果显示，随着时间推移，污染物迁移扩散距离增大，但高浓度集中在近源区（<50m），远距离浓度趋近于 0。污染物到达下游厂界需较长时间，20 年都无法到达下游最近敏感点，且到达下游厂界时浓度极低，远低于相关标准限值。同时，现有项目已采取有效的防腐、防渗措施，营运期还会加强管理和监督检查。综合来看，在严格落实防渗措施和加强管理的前提下，非正常工况下废水泄漏对地下水环境造成不良影响的风险较低，项目地下水环境安全具有一定保障。

### 11.3.5 固体废物环境影响分析

本项目严格遵守《危险废物贮存污染物控制标准》（GB18597-2023）、《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）、《危险废物收集、贮存、运输技术规范》

（HJ2025-2012）等规定，项目的固体废物处置设施和贮存设施选址合理，在采用合理可行的固体废物污染防治措施和管理措施后，项目产生的固体废物对周围环境影响较小。

#### 11.3.6 土壤环境影响分析

根据预测结果显示，本项目排放的重金属以及二噁英经大气沉降作用在土壤中叠加土壤现状监测值后 20 天、40 天、60 天累积量均小于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值和《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的风险筛选值。可见，项目在正常运营 30 年内排放的大气污染物对土壤环境影响在可接受范围内。

#### 11.3.7 生态环境影响分析评价

本次拟建项目在现有项目基础上进行技改扩建，无新增用地，无土建内容。现有工程厂区内已完成绿化及植被种植，项目实施后不会对现场厂区内的生态环境产生影响。

### 11.4 环境风险评价

本项目建设和运行期间可能发生的飞灰在运输和贮存过程的泄漏，生产过程的一级漂洗废水渗漏、废水及废气事故排放，可能导致附近大气、地表水、地下水环境污染，现提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

在建设过程中应落实报告书中提出的环境风险防范措施，做好应急预案，杜绝生产事故及原料泄漏事故发生，将环境风险控制在可接受范围。本项目环境风险可以接受，环境风险防范措施基本可行。

### 11.5 环境影响经济损益分析

本项目开展资源化利用研究，通过科学试验探索出有效的飞灰处理途径，可将飞灰转化为可再利用资源，实现危险废物的减量化和资源化，从源头上降低其对环境的潜在危害，减少环境污染风险。从环境经济损益的角度分析，本项目的建设是可行的。

### 11.6 环境管理与环境监测计划

为有效保护环境和防止污染事故的发生，报告提出了一系列环境管理与监测措施，



包括建立专职环保机构，明确环保责任制，落实“三同时”与排污许可制度，确保环保设施与主体工程同步运行。制定营运期环境监测计划，定期监测废气、废水、噪声及环境质量。同时，强化产品监测，确保再生利用产品达标。此外，还提出了环保设施验收、排污口规范化及污染物排放清单管理等要求，确保项目营运期间环境监测与跟踪评价制度的有效落实。

## 11.7 主要污染防治措施

### 11.7.1 废气处理设施

(1) 进料斗粉尘：飞灰采用下开口吨袋在加盖密闭料斗内自动割袋投料的方式投料，投料过程产生的飞灰粉尘 100%可以在密闭收集系统内被微负压吸收进入脉冲布袋除尘器系统内，处理达到广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准后经 25m 排气筒 9#高空排放。收集到的颗粒物达到一定量后，用小口吨袋装返回水洗反应系统，实现资源回收利用。

(2) 氨气：洗涤反应罐主要产生的废气为尘料洗涤时与水反应产生的少量氨气，废气通过反应罐的负压废气收集系统收集，由物化车间现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后达到《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 标准后经 25m 排气筒 3#高空排放。

(3) 氯化氢：项目需要使用 30%盐酸对除重金属反应罐调节 pH，使用的盐酸具有一定的挥发性，废气通过反应罐的负压废气收集系统收集，由物化车间现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”处理后达到《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准后经 25m 排气筒 3#高空排放。

### 11.7.2 废水处理设施

#### (1) 飞灰一级漂洗废水处理措施

本项目飞灰一级漂洗废水经沉淀除重金属、深度除钙、蒸发冷凝后回用至三级漂洗水池，生产用水循环使用，仅需定期补充部分损耗水量，无生产废水外排。

#### (2) 喷淋系统稀氨水处理措施

项目依托现有的“酸碱喷淋+UV 光解+活性炭吸附”在处理氨气时，利用稀硫酸与氨气发生化学反应，将氨气迅速转化为硫酸铵溶液。因此吸收塔会产生少量稀氨水。稀氨水进入“低浓度废水调节池—低浓度废水反应罐-生化调节池-厌氧—两级 AO-MBR-RO+DTRO 系统”处理后，回用除臭系统补水，无生产废水外排。

### 11.7.3 噪声污染防治

本项目通过多种措施降低噪声污染：采购低噪声设备；在鼓风机、引风机等设备进出口安装软管和消声器；将设备安装在厂房内，加装隔声罩、减振器等；合理设计管路，减少管道拐弯和变径，敷设阻尼隔声层；加强设备维护管理，避免不正常运行导致噪声增大；通过厂内绿化带和围墙种植藤本植物，通过上述措施进一步降低噪声对周边环境的影响。

### 11.7.4 固体废物处理处置

试验产生的水洗脱氯飞灰，交由广东省固体废物环境监管平台注册的“豁免单位—水泥窑协同处置单位”处理，接收前须经危险废物鉴别，各项指标满足 GB30485 和 HJ662 要求，可进入水泥窑协同处理。飞灰包装袋未损坏的包装袋可由原料供应商回收再利用，而破损的包装袋则需交由有资质的单位进行处置。

### 11.7.5 地下水污染防治

现有项目已划定防渗分区，并达到相应防渗要求。重点防渗区如污水处理站、丙类暂存库、物化处理车间等，防渗能力与《危险废物填埋场污染控制标准》（GB18598-2001）第 6.5.1 条等效；一般防渗区厂区停车区域等防渗能力与《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）第 6.3.1 条等效；简单防渗区如地磅区域等采用一般地面硬化处理。在采取上述的防腐防渗措施后，可有效避免各类相关构筑物对地下水造成不利的影响。

## 11.8 公众意见采纳情况

项目首次环评信息公示采用网络平台进行，项目于 2025 年 6 月 3 日在广州环科环保科技有限公司新闻中心版块（建设单位官网）发布首次公示。项目环境影响报告书征求意见稿形成后，建设单位于 2025 年 8 月 26 日—2025 年 9 月 8 日对外发布第二次环境影响评价信息公示，第二次通过广州环科环保科技有限公司新闻中心版块（建设单位官网）、当地主流报刊《新快报》（2025 年 8 月 26 日、27 日分别开展两次登报公示）

和附近敏感点居民区等形式公示。

两次公示期间，均未收到公众反馈意见。

## 11.9 综合结论

广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验项目符合国家及地方的产业政策以及所在区域相关规划的要求。项目在严格遵守国家及地方相关法律法规的要求，积极推行清洁生产，认真落实报告书中所提出的各项环境保护措施，在严格总量控制，并遵循“三同时”的前提下，项目达标排放的各种污染物对周围环境影响较小，不改变区域环境功能属性，环境风险水平可接受。本项目的实施可以实现飞灰的资源化利用。因此，从环保角度分析，本项目的建设是可行的。





建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表单位（盖章）：		广州环科环保科技有限公司				填表人（签字）：				项目经办人（签字）：											
建 设 项 目	项目名称		广州环科环保科技有限公司生活垃圾焚烧飞灰资源化利用研究试验				建设内容		开展飞灰资源化利用试验，依托厂区内现有物化车间部分区域和设备从事飞灰水洗脱氯试验。												
	项目代码		2505-440116-04-05-223003																		
	环评信用平台项目编号		u2736i																		
	建设地点		广州市黄埔区新龙镇福山村福山循环经济产业园广州环科环保科技有限公司内				建设规模		试验期为2个月，预计试验200吨飞灰。												
	项目建设周期（月）		2.0				计划开工时间		2026年1月												
	环境影响评价行业类别		101危险废物（不含医疗废物）利用及处置				预计投产时间		2026年1月												
	建设性质		改扩建				国民经济行业类型及代码		N7724-危险废物治理												
	现有工程排污许可证或排污登记表编号（改、扩建项目）		91440101MA5CKQE57E001V		现有工程排污许可管理类别（改、扩建项目）		重点管理		项目申请类别		新申报项目										
	规划环评开展情况		无				规划环评文件名														
	规划环评审查机关						规划环评审查意见文号														
	建设地点中心坐标（非线性工程）		经度		113.505438		纬度		23.284240		占地面积（平方米）		10515		环评文件类别		环境影响报告书				
	建设地点坐标（线性工程）		起点经度				起点纬度				终点经度				终点纬度				工程长度（千米）		
总投资（万元）		170.00				环保投资（万元）		75.00		所占比例（%）		44.12									
建 设 单 位	单位名称		广州环科环保科技有限公司		法定代表人		夏竞宾		环评编制单位	单位名称		广州市环境保护科学研究院有限公司		统一社会信用代码		91440100MAC62QHF7K					
			主要负责人		汪屈峰		编制主持人			姓名		凌维靖		联系电话		020-8362254					
	统一社会信用代码（组织机构代码）		91440101MA5CKQE57E		联系电话		020-82079879			信用编号		BH064202									
										职业资格证书管理号		11354443508440437									
	通讯地址		广州市黄埔区新龙镇福山村福山循环经济产业园广州环科环保科技有限公司				通讯地址			广州市天河区天河南一路24号											
污 染 物 排 放 量	污染物		现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）						区域削减量来源（国家、省级审批项目）								
			①排放量（吨/年）		②许可排放量（吨/年）		③预测排放量（吨/年）		④“以新带老”削减量（吨/年）		⑤区域平衡替代本工程削减量（吨/年）				⑥预测排放总量（吨/年）		⑦排放增减量（吨/年）				
	废水	废水量（万吨/年）		0.000		/		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000					
		COD		0.000		/		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000					
		氨氮		0.000		/		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000					
		总磷		0.000		/		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000					
	废气	废气量（万标立方米/年）																			
		氮氧化物		7.354		38.540		0.000		0.000		0.000		7.354		0.000					
		二氧化硫		0.959		25.624		0.000		0.000		0.000		0.959		0.000					
		颗粒物		0.209		4.280		0.003		0.000		0.000		0.212		0.003					
		氯化氢		0.661		/		0.001		0.000		0.000		0.662		0.001					
		一氧化碳		0.124		/		0.000		0.000		0.000		0.124		0.000					
		铅及其化合物		0.000		/		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000					
		砷及其化合物		0.000		/		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000					
		汞及其化合物		0.001		/		0.000		0.000		0.000		0.001		0.000					
		铊及其化合物		0.000		/		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000					
		镉及其化合物		0.000		/		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000					
		铬及其化合物		0.001		/		0.000		0.000		0.000		0.001		0.000					
		锡、锑、铜、锰、镍、钴及其化合物		0.001		/		0.000		0.000		0.000		0.001		0.000					
		二噁英（μg TEQ/a）		16.267		/		0.000		0.000		0.000		16.267		0.000					
		苯		0.000		/		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000					
		二甲苯		0.010		/		0.000		0.000		0.000		0.010		0.000					
		甲苯		0.004		/		0.000		0.000		0.000		0.004		0.000					



		挥发性有机物	1.243	/	0.000	0.000	0.000	1.243	0.000					
		硫化氢	0.003	/	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000					
		硫酸雾	0.006	/	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000					
		氨（氨气）	3.081	/	0.004	0.000	0.000	3.085	0.004					
		氟化物	0.356	/	0.000	0.000	0.000	0.356	0.000					
项目涉及法律法规规定的保护区情况		影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施				
		生态保护目标								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）				
		生态保护红线								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）				
		自然保护区								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）				
		饮用水水源保护区（地表）								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）				
		饮用水水源保护区（地下）								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）				
		风景名胜區								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）				
其他								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
主要原料及燃料信息	主要原料								主要燃料					
	序号	名称	年最大使用量	计量单位	有毒有害物质及含量（%）				序号	名称	灰分（%）	硫分（%）	年最大使用量	计量单位
	1	垃圾焚烧飞灰	200	吨										
	2	30%盐酸	1.13	吨										
	3	无水碳酸钠	0.465	吨										
	4	无水硫酸钠	37.75	吨										
	5	硫化钠	1.6	吨										
	6	氯化亚铁	0.01	吨										
	7	PAM	0.006	吨										
大气污染治理与排放信息	有组织排放（主要排放口）	序号（编号）	排放口名称	排气筒高度（米）	污染防治设施工艺			生产设施		污染物排放				
					序号（编号）	名称	污染防治设施处理效率	序号（编号）	名称	污染物种类	排放浓度（毫克/立方米）	排放速率（千克/小时）	排放量（千克/年）	排放标准名称
		DA002	物化车间排气筒3#	25	TA002	酸碱喷淋+UV光解+活性炭	氨气62.03%、氯化氢83.40%			氨	0.341	0.013	3.407	《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表2恶臭污染物排放标准值
										氯化氢	0.352	0.004	0.94	《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准
	DA009	飞灰投料粉尘排放口9#	25		脉冲式布袋除尘	99%			颗粒物	5.7	0.023	0.95		
	无组织排放	序号	无组织排放源名称							污染物排放				
										污染物种类	排放浓度（毫克/立方米）	排放标准名称		
		1	物化车间面源颗粒物有效排放高度取自4楼飞灰水洗反应罐投料区域							颗粒物	/	《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 《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		
			物化车间3楼药剂间							氯化氢	/			
	2	物化车间4楼飞灰水洗反应罐、除重金属反应罐区域							氨	/	《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）厂界监控点浓度限值			
水污染治理与排放	车间或生产设施排放口	序号（编号）	排放口名称	1	污染防治设施工艺			排放去向		污染物排放				
					序号（编号）	名称	污染治理设施处理水量（吨/小时）			污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称	
	总排放口（间接排	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺		污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳污水处理厂		受纳污水处理厂排放标准名称	污染物排放				
							名称	编号		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称	