

独立分区，因此考虑储存容量最大的废液储罐全部破裂，泄漏物料量按储罐最大容量 90% 计为 180m^3 。

注：储存相同物料的罐组按一个最大储罐计，装置物料量按存留最大物料量的一台反应器或中间储罐计。

V_2 —发生事故的储罐或装置的消防水量， m^3 ；

$$V_2 = \sum Q_{\text{消}} t_{\text{消}}$$

$Q_{\text{消}}$ —发生事故的储罐或装置的同时使用的消防设施给水流量， m^3/h ；

$t_{\text{消}}$ —消防设施对应的设计消防历时， h ；

厂区内主要防火重点区为甲类、丙类仓库、危废暂存库一、危废暂存库二。根据危废暂存库、甲类、丙类仓库容积，按室外消防用水量合计取 90L/s ，消防历时 2 小时考虑。则计算得 $V_2 = 0.09 \times 2 \times 3600 = 648\text{m}^3$ 。

V_3 —发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量， m^3 ；企业事故应急池周边设有 5 个合计 500m^3 的空铁罐，可用于事故状态下废水的暂存。

V_4 —发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量， m^3 ；发生事故时，全厂停产， $V_4 = 0$ 。

V_5 —发生事故时可能进入该收集系统的降雨量， m^3 。

$$V_5 = 10qF$$

q —降雨强度， mm ；按平均日降雨量；

$$q = q_a/n$$

q_a —年平均降雨量， mm 。取 1395mm 。

n —年平均降雨日数。取 158 天。

F —必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积， ha 。取厂区生产区的雨水收集面积约 2.5ha 。

$$V_5 = 10 \times 1395 / 158 \times 2.5 = 221\text{m}^3。$$

$$\text{则 } V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3)_{\text{max}} + V_4 + V_5 = (180 + 648 - 500) + 0 + 221 = 549\text{m}^3$$

企业设有了一个容积为 500m^3 的初期雨水池和 1000m^3 污水处理站事故应急池，一旦发生事故时，可利用事故应急池来收集事故废水，可满足事故防范的需求。因此无需再扩建事故应急池。

3、事故废水有效处置

待事故后，对事故废水进行检测分析，达到厂区综合废水处理站纳污标准则排入厂区废水处理站处理，不能满足厂区污水处理站进水水质则委托其它单位处理。

6.7.8.8 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，其中甲类、丙类仓库必须有符合《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；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》(GB18597-2001及2013年修改单)、《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。

6.7.8.9 废气事故排放环境风险预防措施

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、应定期对布袋除尘器等进行维护，及时清灰和更换滤袋。做好对炉体运行状况的检查和滤袋的维护，避免油雾、高温和低温对滤袋寿命的影响。除尘器清理下来的灰尘属于危险废物，应密闭收集、运输并按照危险废物进行处置。

3、湿式脱酸塔的废水应做到定期排放，避免吸收效率的降低。并且加强日常维护工作。

4、应针对余热锅炉、急冷塔、活性炭吸附、布袋除尘装置、湿式脱酸塔等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。

5、环保设施应配备备用设施，事故时及时切换。

6、配备应急电源，作为突然停电时车间通风用电供应。

7、废气处理设施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。

8、在生产过程中需要作业人员严格按照操作规程进行作业，加强各类控制仪表和报警系统的维护。

6.7.8.10 突发环境事件应急预案编制要求

本项目存在潜在的环境污染、火灾及爆炸等风险，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。

一、企业突发环境事件应急预案原则及要求

为了贯彻落实国家关于突发环境应急管理法律法规，确保国家财产和人民生命安全，提高企业防范和处置突发环境事件的能力，在突发环境事件发生时能及时、有序、高效、妥善地应对处理，以维护企业生产安全，保护职工生命与财产安全。在事故发生时，能够迅速有组织实施抢险救援，迅速采取有效措施，防止事故扩大，最大限度地降低事故损失。根据中华人民共和国环境保护部发布的《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)等相关要求，企业已编制《浙江春晖固废处理有限公司突发环境事件应急预案》，建立健全浙江春晖固废处理有限公司突发环境污染事件应急救援体系，确保在发生重大环境污染事件时，各项应急工作能够快速、高效、有序地启动和运行，最大限度减轻污染事故对环境造成的损失，保障公众生命健康和财产安全，保护环境。

根据本项目的环境风险应对企业现有《浙江春晖固废处理有限公司突发环境事件应急预案》进行完善。

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、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。

2、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。

3、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，配合兵团各级及其有关部门的应急处置工作。

4、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。

5、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。

6、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。

提出应急的人资源保障、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。

7、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。

8、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。

二、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，将响应级别分在如下三级：

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，使临近单位受到影响，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，并视情随时续报情况。

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，除所涉及的设施及其邻近设施的人员外，不需要额外撤离其他人员，或事故可以被第一反应人或本岗位当班人员控制，一般不需要外部援助得事故，在 II 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：

- (1)发生事件的具体地点；
- (2)事件类型(火灾、爆炸、中毒、泄漏等)；
- (3)涉及的设备、物料种类；
- (4)有无人员伤亡；
- (5)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，保持企业内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的畅通。

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它单位,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

根据公司危险废物的经营特点，建立事件状态下包括监测泄漏、压力集聚情况，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

组制定详细的包括监测范围，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制范围以内；
- 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、使用的其他应急情况、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。

表 6.7-19 本项目事故情况下的环境监测计划一览表

项目		环境监测计划
事故时水污染源监测方案	监测布点	本项目发生事故时，事故废水统一收集在厂区内的事故应急池内，不向外排放。
	监测项目	pH、COD、石油类、氨氮、汞、铅、镉、镍、六价铬
	监测频次	根据现场污染状况确定，如有需要可补充监测多次
事故时大气污染源监测	监测布点	(1)事故污染源监测：在事故排放点采样监测； (2)周边大气环境监测：依据事故发生时主导风向，在评价范

方案		围内下风向居民点
	监测项目	依据事故发生时主导风向，在下风向居民点监测大气环境中的颗粒物、CO、SO ₂ 、NO _x 、HCl、HF、Pb、As、Hg、Cd、Cr、二噁英等。
	监测频次	根据现场污染状况确定，密切注意大气污染物的浓度变化
事故时地下水污染源监测方案	监测布点	(1)事故地下水污染源监测：在事故排放点监测井附近； (2)周边敏感点地下水环境监测：在附近居民点水井处监测
	监测项目	水位、pH、氨氮、硝酸盐氮（以氮计）、亚硝酸盐氮（以氮计）、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、总大肠菌群、细菌总数、氯化物
	监测频次	根据现场污染状况确定，分析地下水污染的浓度变化
事故时土壤监测方案	监测布点	以事故地点为中心，按一定间隔的圆形布点采样，并根据污染物的特性不同深度采样，掌握污染物在土壤中的运移规律以及时空变化
	监测项目	GB36600 中的 45 项基本项目+土壤 pH、多氯联苯（总量）、二噁英类（总毒性当量）
	监测频次	根据现场污染状况确定，密切注意污染物的浓度变化

6.7.9 环境风险评价结论

本项目为危险废物焚烧处置项目，涉及的危险物质主要包括危废原料、二次危废、助燃剂(轻柴油)及辅料中的氢氧化钠。本项目主要危险单位包括危险废物收运、暂存、进料、焚烧单元、灰渣等二次污染物暂存单元、废水处理单元、废气处理单元。

本项目周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构总人数小于 5 万；湿法脱酸废水处理达标后回用不外排，其余废水经污水处理站处理达标后纳管排放；本项目评价范围内无地下水环境敏感保护目标。

技改（扩建）项目除危险废物运输过程发生的泄漏事故外，其他事故废水或废液均可有效得到收集处理，不直接进入周围地表水环境。危险废物运输过程避开饮用水水源保护区范围。本项目综合废水处理站调节池发生泄漏，COD、氯离子运移 3650 天最远运行 500m，污染晕不会到达与本项目距离最近的镇海村。因此，非正常排放时对周边敏感点地下水影响不大。本项目焚烧烟气事故排放情况下，各污染在起下风向不同距离及敏感点的浓度均较低，1 级、2 级大气毒性终点浓度最大影响范围为 0m，敏感点各污染物预测浓度均没超过评价标准，持续时间均为 0。

本项目自身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，与当地政府的应急预案相衔接，最大限度地降低环境风险，减少对周边环境的影响。

综上所述，在采取有效的预防措施和应急措施后，本项目环境风险水平可接受。

表 6.7-20 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	危废原料	氢氧化钠	轻柴油	二次危废				
		存在总量/t	3359.085	100	20	550.315				
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数 0 人				5km 范围内人口数 22994 人			
			每公里管段周边 200m 范围内人口数(最大)						/人	
		地表水	地表水功能敏感性	F1 □		F2 □		F3√		
			环境敏感目标分级	S2 □		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√	
风险预测与评价	大气	预测模型		SLAB√		AFTOX □			其他□	
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 0m							
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 0m							
	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 1d								
重点风险防范		1、危废运输选择合理路线, 分类收集运输, 合理安排运输计划, 严格按照								

范措施	交通要求行驶，加强危险废物运输管理，建立完备的应急方案。 2、危险废物暂存按照《危险废物贮存污染控制标准》、《危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范》(HJ/T176-2005)要求，做好贮存风险事故防范工作。 3、危废进料过程需保护进料口的通畅，防止废物搭桥堵塞，危险废物配伍过程中严禁不相容废物进入焚烧炉。 4、对焚烧系统运行状况进行动态监控，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。 5、火灾爆炸敏感区内的照明、电机等电力装置的选型设计，应严格按照《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)的要求进行。 6、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。 7、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必须按相关规范要求设置防渗措施。 8、定期检查及维护废气处理设施，加强日常值守和监控，一旦发现异常及时检修等。 9、突发环境事件应急预案与当地政府应急预案相衔接。
评价结论与建议	本项目除危险废物运输过程发生的泄漏事故外，其他的事故废水或废液均可有效得到收集处理，不直接进入周围地表水环境。危险废物运输过程避开饮用水水源保护区。当综合废水处理站调节池发生泄漏，COD、氯离子运移 3650 天最远运行 500m，污染晕不会到达与本项目距离最近的镇海村。因此，非正常排放时对周边敏感点地下水影响不大。本项目焚烧烟气事故排放情况下，各污染在起下风向不同距离及敏感点的浓度均较低，1 级、2 级大气毒性终点浓度最大影响范围为 0m，敏感点各污染物预测浓度均没超过评价标准，持续时间均为 0。 本项目自身建立完整的管理规程、防范措施，编制突发环境事件应急预案并配备应急装置，并与当地政府的应急预案相衔接，最大限度地降低环境风险，减少对周边环境的影响。在采取有效的预防措施和应急措施后，本项目环境风险水平可接受。
注：“口”为勾选项，“”为填写项	

7 环境保护措施及其经济技术论证

7.1 大气污染防治措施及建议

7.1.1 废气收集及处理系统

本项目焚烧尾气处理达标后经独立烟气在线监控后，通过新建的 50m 高的 DA008 排气筒排放。同时，本项目新增甲类、丙类仓库废气、污水站废气、农牧废弃物废气的处置设施，处理达标后经 DA009、DA0010、DA001、DA007 排气筒排放。企业废气收集及处理情况见图 7.1-1。

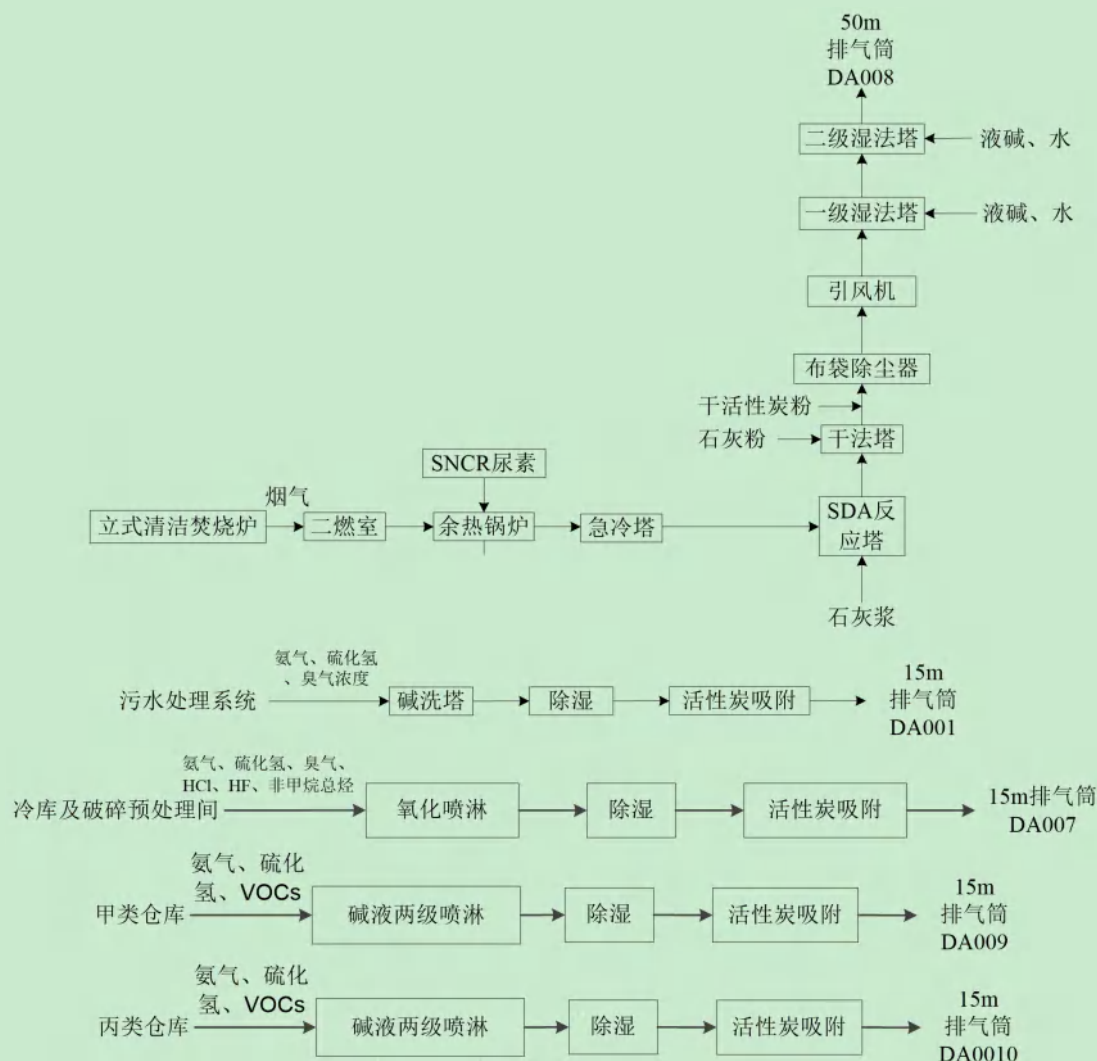


图 7.1-1 本项目废气收集及处理流程图

7.1.2 焚烧烟气污染防治措施

焚烧炉排放的废气主要是焚烧尾气。焚烧尾气中主要污染物为不完全燃烧产物、烟尘、酸性气体、二噁英等，不能用单独一种方法去除，为最大限度的

去除烟气中的有害成分，达到最佳效果。

本项目采用的高氟氯危废焚烧技术属于企业联合浙江大学、浙江三联环保科技股份有限公司等单位开发的高氟氯危废处置专利技术和专用焚烧系统设备，目前还没有已投运的同类工程。企业通过多样性精细化物料配伍技术与静态立炉焚烧相结合，焚烧炉焚烧尾气拟经“炉内脱酸+二燃室+SNCR 脱硝+余热锅炉+急冷塔+旋转喷雾反应塔（半干法）+干法脱酸塔+活性炭喷射+布袋除尘+二级湿法脱酸”工艺处理后通过 50m 排气筒排放。焚烧炉内喷石灰进行炉内脱酸（炉内脱酸效率约 20%~30%），采用非催化法还原法(SNCR)控制余热锅炉的 NO_x 浓度；急冷塔使烟气在 1s 内将迅速降至 200℃ 以下，可有效缩短烟气降温过程二噁英的再合成温度区间，最大程度控制二噁英生成；为去除烟气中的二氧化硫、氯化氢、氟化氢等酸性气体，在常规干法脱酸+湿法脱酸两级工艺的基础上新增炉内脱酸和半干法脱酸系统，同时采用特殊结构形式的干法塔，提高前端干法脱酸的效率；通过在烟道内喷射干活性炭粉进一步对重金属和二噁英类物质进行吸附，并配合布袋除尘最终达到去除重金属和二噁英的目的；布袋除尘器出口烟气进入两级碱法湿法塔，烟气被洗涤净化，并去除酸性气体、颗粒物等。企业通过控制投加的药剂的质量（如使用高质量的干活性炭粉）、用量，控制各工序废气的处理时间，加强焚烧炉烟气处理系统的管理和监控，以确保酸性气体、颗粒物、重金属和二噁英等得到了有效的控制和去除。

根据《浙江春晖固废处理有限公司年焚烧处理危险废物 1.5 万吨技改项目技术方案》（浙江菲达环保科技股份有限公司，2021.7），本项目焚烧烟气处理流程图和流程说明如下，该方案于 2021.7.17 通过专家评审论证（评审意见附件 16）。设计排放烟气量为 25500Nm³/h（标态干烟气量，11%氧量条件下）。

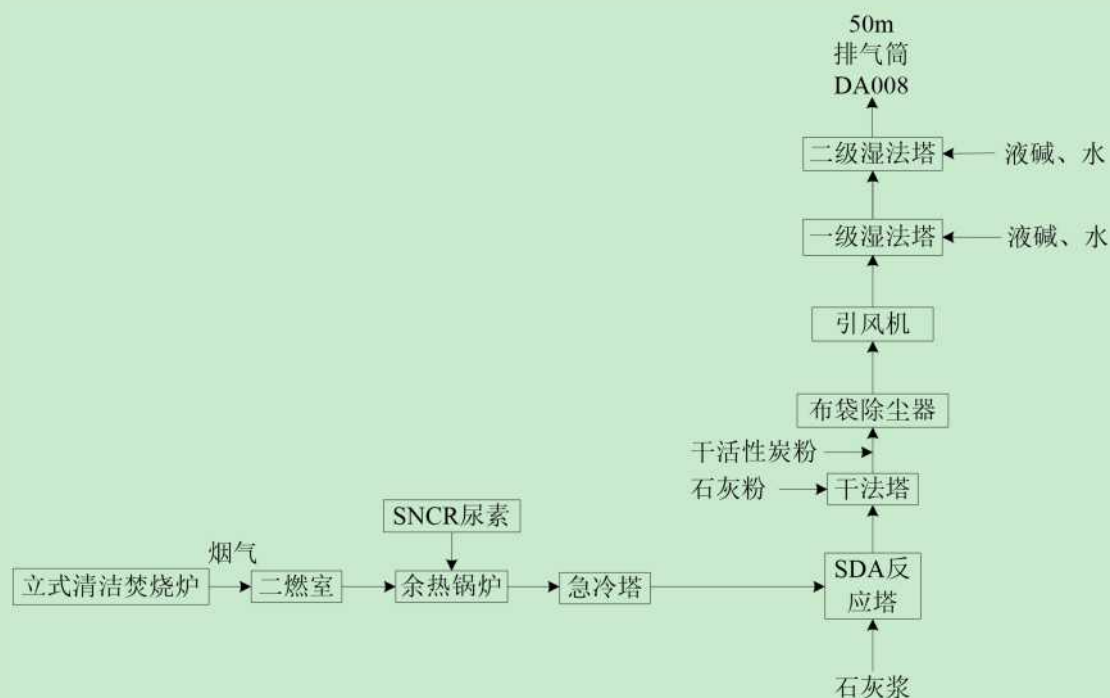


图 7.1-2 焚烧烟气处理流程图

焚烧炉内喷石灰进行炉内脱酸，在二燃室和余热锅炉之间的过渡烟道上设置了 SNCR 脱硝装置，使尿素中的 (NH_2) 基与 NO_x 发生还原反应，可将 NO_x 的排放浓度控制在 $240\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下；急冷塔使烟气在 1s 内将迅速降至 200°C 以下，可有效缩短烟气降温过程二噁英的再合成温度区间，最大程度控制二噁英生成；为去除烟气中的二氧化硫、氯化氢、氟化氢等酸性气体，在常规干法脱酸+湿法脱酸两级工艺的基础上新增炉内脱酸和半干法脱酸系统，提高前端脱酸的效率，效率可达 70-80%；然后利用粉末活性炭吸附二噁英和重金属，再用布袋除尘器去除烟尘，活性炭采用 200 目优质粉末活性炭，除尘器布袋采用覆膜催化高精滤袋材料，不仅可过滤更加细微的粉尘，同时对二噁英具有催化分解作用，确保尾气二噁英能够达到更高的排放标准；烟气再经湿法脱酸装置进一步去除酸性物质和烟尘。

1、烟尘治理措施评述

焚烧尾气中烟尘首先在急冷吸收塔去除颗粒较大部分，再经高效布袋除尘器去除粒径较小部分，最后经碱性洗涤塔进一步除尘。布袋除尘器是一种净化效率高且稳定的除尘设备，在正常情况下，对烟尘的去除率达 98% 以上。带着较细粒径粉尘的烟气继续进入布袋除尘器。烟气由外经过滤袋时，烟气中的粉尘被截留在滤袋外表面，从而得到净化，再经除尘器内文氏管进入上箱体，从

出口排出。附集在滤袋外表面的粉尘不断增加，使除尘器阻力增大，为使设备阻力维持在限定的范围内，必须定期消除附在滤袋表面的粉尘：由 DCS 控制定期按顺序触发各控制阀开启，使气包内压缩空气由喷吹管孔眼喷出进入滤袋，使滤袋在一瞬间急剧膨胀，并伴随着气流的反向作用，抖落粉尘。被抖落的粉尘落入灰斗，经螺旋出灰机排出。

2、酸性气体治理措施评述

项目拟采取“炉内脱酸+半干法+干法脱酸+活性炭吸附+袋式除尘+湿法脱酸”的组合工艺控制焚烧尾气中酸性气体排放。

烟气中酸性气体各系统的去除率设计如下：

1. 炉内脱酸约 20%-30%；
2. 半干法+干法：脱除 HF 和 HCL 约 60%-70%，脱除 SO_2 约 50%-60%；
3. 湿法塔：脱除 HCL 和 HF，不低于 98%；脱除 SO_2 ，不低于 90%。

其中半干法+干法的脱酸效率设计不低于 90%，考虑到温降和灰量的限制，加入的还原剂有限，脱除率相应会降低。

王雷根据吉布斯自由能最小原理利用 CHEMKIN 软件对不同温度下焚烧炉中氯的存在形式进行热力学模拟，结果表明，焚烧炉的温度高于 627°C 时，氯几乎全部以 HCl 形式存在。本项目一燃室温度 $\geq 850^\circ\text{C}$ ，二燃室温度 $\geq 1100^\circ\text{C}$ ，含氯固废产生的酸性气体主要为 HCl。含氟危废燃烧过程中绝大部分氟以气态形式析出，主要为 HF 和少量的 SiF_4 ， SiF_4 的析出主要集中在 $132.6^\circ\text{C}\sim 684.0^\circ\text{C}$ 之间， SiF_4 在高温下容易水解生成 HF。等经过二燃室和燃烬室后，HF 是排向后续烟道中的主要含氟气体形态。

酸性气体净化基本工艺主要分为干法、半干法和湿法三种。

（1）干式洗气法

干式除酸可以有两种方式。一种是干式反应塔，干性药剂和酸性气体在反应塔内进行反应，然后一部分未反应的药剂随气体进入除尘器内与酸进行反应。另一种是在进入除尘器前喷入干性药剂，药剂在除尘器内和酸性气体反应。

除酸的药剂大多采用消石灰（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ），让 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 微粒表面直接和酸气接触，产生化学中和反应，生成无害的中性盐颗粒，在除尘器里，反应产物连同烟气中粉尘和未参加反应的吸收剂一起被捕集下来，达到净化酸性气体的目的。为了提高反应速率，实际碱性固体的用量约为反应需求量的 3~4 倍，固体停留时

间至少需 1 秒以上。

消石灰吸附 SO_2 、 HCl 等酸性气体并起中和反应，要有一个合适温度，约 140°C 左右，而从余热锅炉出来的烟气温度往往高于这个温度，为增加反应塔的脱酸效率，需通过换热器或喷水调整烟气温度，一般采用喷水法来实现降温。

（2）半干式洗气法

半干法除酸一般采用氧化钙（ CaO ）或氢氧化钙（ Ca(OH)_2 ）为原料，制备成氢氧化钙（ Ca(OH)_2 ）溶液作为吸收剂。在烟气净化工艺流程中通常置于除尘设备之前，因为注入石灰浆后在反应塔中形成大量的颗粒物，必须由除尘器收集去除。由喷嘴或旋转喷雾器将 Ca(OH)_2 溶液喷入反应塔中，形成粒径极小的液滴。由于水分的挥发从而降低烟气的温度并提高其湿度，使酸性气体与石灰浆反应成为盐类，掉落至底部。烟气和石灰浆采用顺流或逆流设计，维持烟气与石灰浆微粒充分反应的接触时间，以获得高效率除酸。由于雾化效果佳（液滴的直径可低至 $30\mu\text{m}$ 左右），气、液接触面大，不仅可以有效降低气体的温度，中和酸性气体，并且石灰浆中的水分可在喷雾干燥塔内完全蒸发，不产生废水。

半干式反应塔内未反应完全的石灰，可随烟气进入除尘器，若除尘设备采用袋式除尘器，部分未反应物将附着于滤袋上与通过滤袋的酸性气体再次反应，使脱酸效率进一步提高，相应提高了石灰浆的利用率。

本法最大的特性是结合了干式法与湿式法的优点，构造简单，投资低，压差小，能源消耗少，液体使用量远较湿系统低；较干式法的去除效率高，也免除了湿式法产生经过多废水的问题；操作温度高于气体饱和温度，尾气不产生雾状水蒸汽团。但是喷嘴易堵塞，塔内壁容易为固体化学物质附着及堆积，设计和操作中要很好控制加水量。

（3）湿式洗气法

湿法脱酸采用洗涤塔形式。洗涤塔是对流操作的填料吸收塔，经除尘器去除颗粒物的尾气降到饱和温度，再与向下流动的碱性溶液不断地在填料空隙及表面接触、反应，使尾气中的污染气体被有效吸收。洗涤塔设置在除尘器的下游，以防止粒状污染物阻塞喷嘴而影响其正常操作。同时湿式洗涤塔不能设置在袋式除尘器上游，因为高湿度之饱和烟气将造成粒状物堵塞滤布，气体无法通过滤布。湿法洗涤塔产生的废水经浓缩后，污泥进入除尘器前设置的干燥塔内进行干燥以干态形式排出。湿式洗涤塔所使用的碱液通常为 NaOH ，而较少用石灰浆液

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 以避免结垢。

考虑到本项目收集的危险废物中氟、氯等元素的含量相对较高，仅依靠单级脱酸较难满足要求，根据本项目对脱酸效率的要求，本项目脱酸采用炉内脱酸+半干法+干法+湿法脱酸的处理方案。

从急冷塔出来的烟气接入 SDA 反应器。SDA 反应器顶部通道设有导流板，可使烟气呈螺旋状向下运动。旋转雾化器位于喷雾反应器上部，从石灰浆配制系统来的石灰浆进入旋转雾化器，由于雾化器的高速旋转（转速 13500rpm），石灰浆被雾化成平均约 $50\mu\text{m}$ 的微小液滴，该液滴与呈螺旋状向下运动的烟气形成顺流，并被巨大的烟气流裹带着向下运动，在此过程中，石灰浆与烟气中的酸性气体 HCl 、 HF 、 SO_2 等发生反应。在反应过程的第一阶段，气—液接触发生中和反应，石灰浆液滴中的水分得到蒸发，同时烟气得到冷却；第二阶段，气—固接触进一步中和并获得干燥的固态反应物 CaCl_2 、 CaF_2 、 CaSO_3 及 CaSO_4 等。该冷却过程还使二噁英类和重金属产生凝结。由于烟气呈螺旋状快速转动，石灰浆不会喷射到反应器壁上，从而使器壁保持干燥，不致结垢。反应生成物落入反应器锥体，由锥体底部排出。为防止反应生成物吸潮沉积，锥体部分设有电伴热装置，在系统冷态启动及锥体温度偏低时加热保温。

之后，挟带着飞灰及各种粉尘的烟气进入干法塔。与喷入的吸收剂在反应器充分混合反应。烟气夹带 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 粉在向上流动的过程中， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和烟气中的 SO_2 、 SO_3 、 HCl 和 HF 等发生化学反应，生成 CaSO_3 、 CaSO_4 、 CaCl_2 、 CaF_2 等。同时烟气中有 CO_2 存在，还会消耗一部分 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成 CaCO_3 。消石灰通过输送风机输送至烟道内，且消石灰仓出料口设置圆盘给料机，给料机的转速采用变频控制，调节输送的消石灰的量。产生的 CaSO_3 、 CaSO_4 、 CaCl_2 、 CaF_2 等盐类通过布袋除尘器滤除。

布袋除尘后的烟气进入湿法脱酸工段，湿法脱酸的原理是通过湿式洗涤塔多级喷淋碱液洗涤烟气，使烟气中的 SO_2 和 HCl 与碱性循环液中和，喷入过量的碱液确保循环液的 pH 值在一定范围内，达到最佳脱酸效果。本项目采用两级脱酸系统，第一级为冷却洗涤塔，第二级为中和洗涤塔。

除尘器排出的烟气从上部进入冷却洗涤塔，洗涤塔设计为空塔、顺流形式，冷却洗涤塔排出的烟气从下部进入中和洗涤塔，中和塔设计为填料、逆流形式。中和剂采用氢氧化钠溶液，循环使用，通过补充碱液可保持中和液的碱性特征，

以维持一定的酸性气体去除率。经处理后的酸性气体排放浓度 $\text{HF} \leq 4\text{mg/m}^3$ 、 $\text{HCl} \leq 60\text{mg/m}^3$ 、 $\text{SO}_2 \leq 100\text{mg/m}^3$ ， HCl 及 HF 的去除率大于 98%， SO_2 的去除率大于 97%，可以保证焚烧尾气达标排放。综上所述，项目采用的治理措施对酸性气体的去除是有效的。

3、二噁英治理措施评述

项目采取以下措施控制二噁英的产生和排放：

(1) 燃烧控制

在废物焚烧炉中产生的二噁英，可在很大程度上通过氧化使之分解，即通过有效的炉内燃烧加以控制。在之后的冷却过程中，当温度在 $300 \sim 500^\circ\text{C}$ 范围时，由于烟气中的碳粒子和作为催化剂的重金属又会促使其再合成，因此，控制二噁英及其再合成的最佳方法是做到尽可能使废物在炉内得到完全燃烧，烟气在一定温度以上停留一定时间，并在烟气冷却过程中防止二噁英再合成。对烟气冷却必须考虑的是：要尽量减少在有助于二噁英合成的温度范围内烟气的停留时间。

本项目采用高温二燃室，涡流通过高温燃烧区，滞留时间为 >2 秒；气化后，残渣通过高温富氧灰化，残存可燃烟气在回转窑和二燃室完成完全燃烧，在此阶段变成大于 1100°C 的富氧灼烧炉，从而保证整个过程完全燃烧的贯彻始终。而且完全燃烧后的高温烟气从 500°C - 200°C 在 1s 内通过急冷中和除尘装置急冷，防止二噁英类的再次合成。本项目遵循了“3T”原则，即 **Temperature**（温度）：二燃室炉内高温保持（ 1100°C 以上）。**Time**（时间）：充足的滞后时间，2 秒以上。**Turbulence**（涡流）：燃烧气体的有效混合/发散。实践资料表明，通过良好的燃烧控制，可使废物中的原生二噁英 99.99% 得以分解。实践经验表明， CO 浓度与二噁英浓度有一定的相关性。在炉中烟气要和二级空气充分混和（搅拌），需要通过设计来调整空气速度、空气量和注入位置，减少 CO 产生，以减少二噁英的生成。

(2) 设置污染防治设备

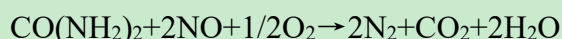
除了焚烧技术控制二噁英类外，本项目在后置的污染防治设备中，采用急冷塔、干法脱酸、活性炭吸附及布袋除尘器来控制微量的二噁英类。首先采用急冷技术，控制二噁英类在该温度区域的再合成。此外，国外研究报告显示 PCDD 、 PCDF 及其有机污染物、重金属均倾向与烟气中微小粒状物结合，半干法脱酸可

冷却烟气以使有害有机污染物凝结于飞灰上，布袋除尘器在收集粒状污染物的同时，也能去除该有机污染物。国内类似研究结果表明：布袋除尘器在去除焚烧烟气中飞灰的同时，可以去除绝大部分吸附在飞灰颗粒上的二噁英类；将活性炭粉通过喷射器喷入烟道内与烟气进行混合，达到吸附净化烟气中微量重金属和二噁英类物质的目的；吸收废气污染物的吸收剂在布袋除尘器袋壁上沉积，形成滤饼，使沉积的吸收剂继续吸收烟气中气态污染物。将两种方法结合起来，能够有效的去除烟气中吸附在飞灰上的二噁英类和气相二噁英类。

4、NO_x 治理措施评述

本项目采用静态立式焚烧炉，通过降低一次供氧浓度，物料热解在床层形成还原性气氛，不仅能够抑制燃料型 NO_x 的生成，同时区域内的还原性组分还会将部分生成的 NO_x 还原为 N₂，此外燃烧区域内的温度水平也得到降低，减少了热力型 NO_x 的生成量。

同时为了控制 NO_x 的排放，在余热锅炉喷射尿素溶液（SNCR 脱硝）。选择性非催化还原（SNCR）是指无催化剂的作用下，在适合脱硝反应的“温度窗口”内喷入还原剂将烟气中的氮氧化物还原为无害的氮气和水。该技术一般采用炉内喷氨、尿素作为还原剂还原 NO_x。还原剂只和烟气中的 NO_x 反应，一般不与氧反应，该技术不采用催化剂，所以这种方法被称为选择性非催化还原法（SNCR）。由于该工艺不用催化剂，因此必须在高温区加入还原剂。SNCR 脱硝工艺是燃烧后的脱硝过程，主要反应为：



稀释后的还原剂在适合的反应温度窗前均匀的分配在烟气中，根据不同喷射形式和喷射系统的任务，还原剂液滴将被均匀的分布在反应区域的截面上。喷射系统的设计是基于还原反应在合适的温度范围内进行反应而设计的，未参加反应的还原剂导致氨逃逸。

通过本项目的 SNCR 脱硝系统，保守估计，NO_x 总去除率最少可达 40~60%，排放浓度满足可标准要求。

5、重金属治理措施评述

对于进入焚烧炉的重金属，经高温燃烧后，按各种重金属的不同挥发性，一部分进入灰渣中，一部分进入气体中。当废气经热回收大气污染防治设备冷却后，大部分重金属(如铅和镉等在 300℃ 以下是以固体存在的)被凝聚于飞灰并

通过除尘设备除去。汞等饱和蒸汽压较高的重金属则大部分存在于废气中，虽然在废物焚烧炉中汞以金属气的形式存在，但通过气体冷却过程，排气中的汞可与 HCl 反应，80-90% 转化为 HgCl_2 ，并且炉内温度越高，HCl 浓度越高，向 HgCl_2 的转化率越高， HgCl_2 为水溶性化合物，可采用湿式洗烟设备予以除去。在袋式除尘器前喷射活性炭可加强吸附作用，烟气中的重金属在布袋表面截留进一步吸附去除，重金属富集在飞灰中，能够满足排放标准。

7.1.3 技术经济可行性分析

1、技术可行性分析

本工程采用“炉内脱酸+二燃室+SNCR 脱硝+余热锅炉+急冷塔+旋转喷雾反应塔（半干法）+干法脱酸塔+活性炭喷射+布袋除尘+二级湿法脱酸”的组合工艺治理焚烧炉烟气，可以有效的除去粉尘、酸性气体、二噁英、重金属和 NO_x 。净化后烟气中各污染物的排放浓度小于《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2020) 限值。废气各污染物处理效率见下表。总体而言，本项目焚烧烟气治理措施可行的。

表 7.1-2 废气污染处理效率汇总表（单位：%）

污染物	烟尘	HCl	NO_x	SO_2	HF	二噁英类	重金属
处理效率（	≥ 98	≥ 98	40~60	≥ 97	≥ 98	99.99	90

2、经济可行性分析

本项目建成运营后，每处理一吨危险废物收取处理费用约 4150 元，预计年产值可达 6225 万元。该烟气处理工艺运行成本约 485.57 元/吨废物，年运行成本费用约 728.355 万元，占年产值总额的 11.7%。所以，本项目烟气处理工艺从经济上是可行的。

7.1.4 贮存仓库、污水处理站、农牧废弃物预处理间废气控制措施

对于工业固废贮存和预处理、配伍过程中易挥发组分散发的气体，本项目废气采取如下治理措施：

1. 甲类、丙类仓库废气治理措施

本项目分别新增甲类仓库、丙类仓库各一座。甲类、丙类仓库废气主要来自进场危废自身散发的有机气体及硫化氢、氨等。新增甲类、丙类仓库内均设置多个集气口进行集中抽排风保证仓库内的微负压，均设 $5000\text{m}^3/\text{h}$ 废气收集风量，抽出的废气分别通过“负压收集系统+碱液两级喷淋+活性炭吸附”收集、处理后，经 15m 排气筒排放。硫化氢、氨、非甲烷总烃的处理效率约 80%。

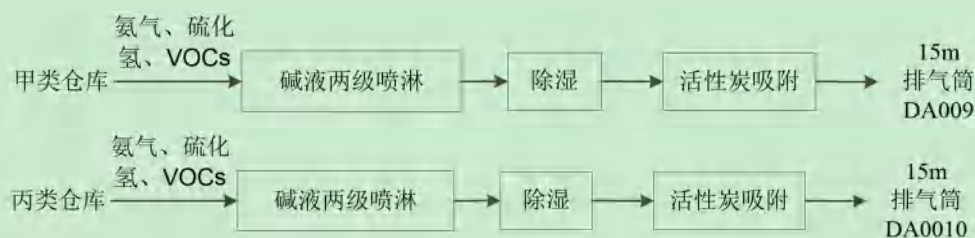


图 7.1-3 甲类、丙类仓库废气处理流程图

2. 污水处理站废气治理措施

污水处理站污水处理过程产生的恶臭气味自由挥发给周边环境带来大气污染，影响周边环境。为了有效地阻止污水产生臭气自由向大气中挥发，消除对周边环境的影响，要求对污泥暂存间、一期和二期污水站相关构筑物进行加盖和整体抽风，臭气经收集后引至一套“负压收集系统+碱洗塔（NaOH+NaClO）+活性炭吸附”收集处理，尾气由1根15m高排气筒排放，设计总风量按7000m³/h计，废气收集效率按90%计，净化效率按80%计。废塑料桶压缩废气经收集后由污水处理站废气处理系统进行处理。

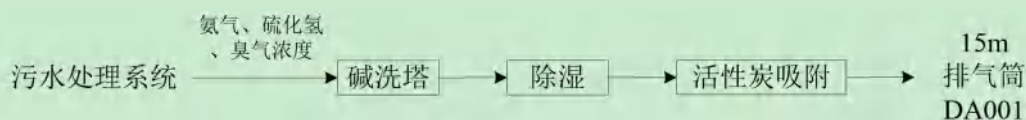


图 7.1-4 污水站废气处理流程图

3. 农牧废弃物预处理间废气

农牧废弃物洗车和卸料等均在农牧废弃物预处理间进行，该车间密闭，采取负压收集废气，设置除臭风管，将除臭风接入专门氧化喷淋（加氧化消毒剂）+活性炭吸附两级处理后通过15m排气筒排放。设计小时换气12次，风量25000m³/h。废气收集效率按95%计，净化效率按80%计。



图 7.1-5 农牧废弃物恶臭废气处理流程图

7.1.5 排气筒设置的合理性分析

本项目焚烧装置处理能力折算小时焚烧量约为2917kg/h，焚烧尾气经处理达标后通过一根50m的新建排气筒排放。根据《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）表2焚烧炉排气筒要求，焚烧量在≥2500kg/h范围的焚烧装置排气筒最低允许高度50m，本项目满足排放标准要求。