

检、环保监察等事务交涉等。本项目依托现有的实验室，配备专职化验分析技术人员，并配备废物特性鉴别及污水等常规指标监测和分析的仪器设备。

废物分析鉴别包括以下内容：

- ①物理性质：物理组成、容重、尺寸；
- ②工业分析：固定碳、灰分、挥发分、水分、灰熔点、低位热值；
- ③元素分析和有害物质含量；
- ④特性鉴别(腐蚀性、浸出毒性、急性毒性、易燃易爆性)；
- ⑤反应性；
- ⑥相容性。

建设单位已具备自身鉴别检验能力及专门的分析设备及人员，可对拟进场废物进行鉴别检验，并根据鉴别结果对危险废物进行分类。对于无法自行检验的项目（如急性毒性等），委托有资质单位检验。

危险废物采样和特性分析应符合《工业固体废物采样制样技术规范》(HJ/T20-1998)、《危险废物鉴别标准》(GB5085.1~GB5085.7-2007)等危险废物鉴别方法标准中的有关规定。鉴别结果记入分析报告，并对危险废物进行标识。

本项目处理的废物类别中可能涉及易燃易爆物质的废物有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、HW49其他废物及其他类别危废中夹带的易燃易爆物质等。易燃易爆入厂控制要求，经检测闪点小于60℃的液体，氧化剂，易燃固体，常温下与空气接触能缓慢氧化，积热不散引起自燃的甲乙类物品，储存在本项目甲类仓库中。

## 4.3 工艺方案选择

### 4.3.1 固废给料方式

固废进料分为两种方式。

给料方式一：由称重料斗、液压插板阀、仓底出料机、溜槽、无轴输送机和定量输送机组成。物料首先进入称重料斗后，通过液压站系统开启液压插板阀，启动接收料斗底部的出料机，将固体废料均匀定量的投入废料溜槽，通过溜槽将固体废料投入无轴输送机，并由无轴输送机将固体废料投入定量输送机中，最后由定量输送机将固体废料均匀定量地投入焚烧炉中焚烧。

给料方式二为SMP系统废料给料装置，由：破碎装置、混合装置、泵送装置、SMP泵管、定量输送机等组成。SMP系统是一种包含破碎、混合、泵送三

个主要环节的综合性预处理系统，可同时处置包括固态、液态、半固态在内的多种危险废物，且自动化程度较高。SMP 系统有效杜绝了预处理过程中物料与人的直接接触。运行过程中配备氮气保护系统，防止化学试剂类、废酸类危废在与其他物料混合的过程中发生反应，引起爆炸或产生有毒气体，安全系数高于其他有人工参与的预处理系统。废料进过破碎装置破碎后，进入混合装置与液态粘稠废料或配伍废料充分搅拌混合，再进入泵送装置，由泵送装置将混合后的废料通过 SMP 泵管投入至定量输送机中，最后由定量输送机将固体废料均匀定量地投入焚烧炉中焚烧。

本次工程暂不考虑 SMP 系统。

#### 4.3.2 焚烧系统总体要求

焚烧设施的建设，运营和污染控制管理主要遵循《危险废物焚烧污染控制标准》要求。危险废物焚烧处置前必须进行前处理或特殊处理，达到进炉的要求，危险废物在炉内燃烧均匀、完全；焚烧炉内温度应达到 1100℃ 以上，烟气停留时间应在 2.0 秒以上，燃烧效率大于 99.9%，焚毁去除率大于 99.99%，焚烧残渣的热灼减率小于 5%；焚烧设施必须有前处理系统、尾气净化系统、报警系统和应急处理装置。危险废物焚烧产生的残渣、烟气处理过程中产生的飞灰，须按危险废物进行妥善处置。

#### 4.3.3 焚烧炉选择

国内外用于危险废物焚烧的焚烧炉大致有炉排炉、两室炉、固定膛炉、流化床焚烧炉、多膛炉、回转窑焚烧炉、控气式焚烧炉和喷液式焚烧炉等。各种炉型适用情况见表 4.3-1。

表 4.3-1 适用各种废物的焚烧炉系统

| 废物种类        | 水泥窑 | 敞口窑 | 回转窑 | 多室炉 | 多膛炉 | 流化床 | 立窑 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 固体          | ★   | ★   | ★   | ★   | ★   | ★   | ★  |
| 粒状匀质固体      |     |     | ★   | ★   | ★   | ★   | ★  |
| 不规则大块度(板架等) |     | ★   | ★   | ★   |     |     | ★  |
| 低熔点废物(焦油等)  | ★   |     | ★   | ★   | ★   | ★   | ★  |
| 含易熔灰尘有机物    |     | ★   | ★   | ★   |     |     | ★  |
| 气体          |     |     | ★   |     |     |     | ★  |
| 有机汽态        |     |     | ★   | ★   |     |     | ★  |
| 液体          |     |     | ★   |     |     |     | ★  |
| 受有机物污染的水体   | ★   |     | ★   | ★   |     |     | ★  |
| 有机液体(包括卤化物) | ★   |     | ★   | ★   |     | ★   | ★  |
| 固体/液体       |     |     | ★   |     |     |     | ★  |

| 废物种类     | 水泥窑 | 敞口窑 | 回转窑 | 多室炉 | 多膛炉 | 流化床 | 立窑 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 含卤素有机物废物 | ★   |     | ★   | ★   |     | ★   | ★  |
| 含水/有机污泥  | ★   |     | ★   | ★   | ★   | ★   | ★  |

注：★表示适合采用。

①水泥窑内气相温度最高可达 2000℃，物料温度为 1450℃左右。物料从窑头至窑尾停留时间长达 40min，气相在温度为 950℃以上停留时间长达 8s。特有的高温环境和长停留时间使得危废中有机成分燃烧彻底，焚毁率基本达到 100%。窑内以悬浮状态均匀分布着高浓度 CaO、CaCO<sub>3</sub>等碱性物料，对酸性物质具有极强的吸附性。能有效避免酸性气体排放和二噁英析出。水泥窑处于负压状态运行，可有效避免烟气和粉尘外溢。

含氯危废入窑后，由于氯离子在熟料烧成系统中具有极高的挥发性，在窑内高温环境下几乎全部挥发，并随热烟气返回预热器冷却后附着在生料上，形成氯离子的循环富集，导致预热器中的生料氯离子浓度大幅度提高，促进预热器内壁结皮，易造成通风不良和预热器堵塞。处置危废过程中，窑系统内氯离子发生循环富集，逐渐渗透进入到耐火材料中，并冷凝固晶。结晶物越积越多，逐渐产生内部应力，引起耐火材料的腐蚀、开裂、剥落，最终导致结构破坏，停产检修，大大降低了设备的生命周期。

水泥生产属于传统生产型行业，危废处置属于新兴环保产业，行业间差异较大，水泥企业没有相关管理经验，缺乏对含氟氯危废焚烧产生的二次污染的控制措施，具有较大的安全、环境风险。危废用于水泥窑协同处置要以保证水泥质量不受影响为前提，危废的处置种类受到严格限制，入窑位置及添加量受到严格管控。对于含氟氯危废，入料氟含量要低于 0.5%，氯含量要低于 0.04%，处置能力十分有限。再加上一些无机危废热值较低，处置过程中起不到替代燃料的作用，甚至需要添加燃料助燃，导致运行成本升高，经济效益不明显，水泥企业处置危废积极性不高。除此之外，水泥窑协同处置在运行过程中也普遍存在结焦、设备腐蚀、二次污染严重、烟气治理不达标等问题，极大地限值了水泥窑协同处置在含氟氯危废处理方面的应用。

②炉排炉适合于大件和形状不规则的废物，多数情况下它是通过运动炉排的推动，使废物不断发生剪切，翻动，再通过干燥点火段、燃烬段，未经燃尽的废物不断暴露于火焰中，达到完全燃烧，炉渣经过排渣槽排出炉外。但排炉在危险

废物处理领域不是很广泛。根据调研发现，炉排炉焚烧危险废物在实际运行中由于炉渣成分复杂，某些成分会腐蚀炉排；运行中低熔点的含盐危废燃烧中产生的熔融物质也会影响炉排的连续运行。

③两室炉、固定膛炉、多膛炉等炉型各具特点，但在废物进料、出渣方式，炉内温度场等方面存在局限性，限制其在危险废物焚烧领域应用。

④流化床焚烧炉是能够用来处理固体、液体和气体废物的多用装置。流化床焚烧炉是由一个用耐火材料衬里的垂直容器和其中的惰性颗粒物组成。燃烧空气由焚烧炉底部的通风装置进入炉内，垂直上升通过一个分配盘进入流化床的颗粒层。流化床焚烧炉设备结构简单，温度稳定性好、容量大、炉内传热传质效率高，一直是工程热物理学科研究的热点。但流化床焚烧炉对物料粒度有较严格的要求（粒径小于 50mm），废物预处理工序复杂化，导致二次污染可能性增加；废物中某些低熔点物质会在流化床工作温度范围内呈熔融状态，与床料粘结成团，破坏流化状态；因此，多数设施在运转中皆须严格限定固体废物来源，在危险废物焚烧应用中受到一定限制。

⑤回转窑焚烧炉是一个圆筒形的有耐火砖衬里的外壳，其轴心的安装线与水平线略成角度。可用天然气、油或煤粉作燃料。通常窑体很长，使得燃烧区在整个焚烧炉中只占有一个很小的部分。大多数废物物料由燃料过程中产生的气体以及窑壁传输的热量加热的。

该系统由回转窑和一个二级燃烧室组成。可以向这种转窑中送入固体废物、重焦油沥青、污泥、废罐和液体废物。当固体废物向窑的下方移动时，其中的有机物质就被销毁了。回转窑可以用来处理夹带着任何液体的或大体积的固体废物。在这两种结构中，二级燃烧室能使挥发性的有机物和由气体中的悬浮颗粒所夹带的有机物完全燃烧。

回转窑的焚烧温度更高、过剩空气量大、窑内气流扰动大、被焚烧物料在炉内的停留时间长、热容量大等特点所以可以保证危险废物中的有机成分被完全破坏并维持稳定的运行。然而，由于危废种类复杂、收料种类不固定，国内大部分危废综合处置中心回转窑焚烧处置普遍存在物料配伍不合理、结焦、设备腐蚀、烟气不达标许多共性的运行问题

⑥静态立式清洁焚烧炉是圆筒状一段式固定型焚烧炉，在炉内安装有搅拌装置。在机器运转中，搅拌装置做水平旋转运动的同时，有空气从搅拌臂上的通气

孔中吹出。另外，在沿着炉壁切线方向，设置有回旋气体吹进口，从而使炉内的燃烧火焰形成旋转回流火焰状。

静态立式清洁焚烧炉采用了动静耦合技术，高腐蚀性部位炉体采用静态固定床，低腐蚀性部位采用动态旋转结构，焚烧炉内温度达  $850^{\circ}\text{C}$  以上，形成旋转燃烧状态，可燃气体在焚烧炉膛内被完全燃烧；焚烧后形成的炭化物在燃烧过程中逐渐向焚烧炉中心移动，完全焚烧后的灰烬经由多孔管喷出的空气得到冷却，从处于中心部位的灰烬排出口排出。通过先挥发、热解再焚烧的技术，优化焚烧炉内部结构参数，实现物料内部均匀、稳定动态供氧，使床层物料与热解挥发的有机气体在炉内实现充分、稳定燃烧，提升焚烧炉的整体稳定性与运行效率。

立式焚烧炉可以满足安全稳定运行，在实现含氟氯危废高配比绿色焚烧的基础上，减缓焚烧炉系统的腐蚀情况，延长了设备的使用寿命，并大幅度降低设备投资与运营成本。

综上所述，静态立式清洁焚烧炉是本项目较好的选择。

#### 4.3.4 烟气净化工艺

焚烧炉烟气中含有大量酸性气体、重金属、二噁英类等有毒有害成分，尾气排放之前必须进行处理。

##### 1、酸性气体净化工艺

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  $\text{SO}_2$ 、 $\text{HCl}$  等酸性气体并起中和反应，要有一个合适温度，约  $140^{\circ}\text{C}$  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。

干式洗气塔结合布袋除尘器组成的干式洗气工艺是尾气净化系统中较为常见的组合工艺，设备简单，维修容易，造价便宜，消石灰输送管线不易阻塞，但由于固体与气体的接触时间有限且传质效果不佳，常须超量加药，药剂的消耗量大，同其他两种方法相比，干法的整体去除效率也较低，对 HCl 去除率为 70~80%，SO<sub>2</sub> 去除率为 40~60%，产生的反应物及未反应物量亦较多，最终需要妥善处置。

### （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)<sub>2</sub>）为原料，制备成氢氧化钙（Ca(OH)<sub>2</sub>）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)<sub>2</sub> 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 30μm 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。

湿式洗气塔的最大优点为酸性气体的去除效率高，对 HCl 去除率为 98% 以上， $\text{SO}_2$  去除率为 85% 以上，并附带有去除高挥发性重金属物质（如汞）的潜力，若采用多级洗涤，去除效率更高。其缺点为造价较高，用电量及用水量亦较高。

#### （4）脱酸工艺的确定

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，须考虑多级脱酸工艺。

目前国内外危险废物焚烧领域较为常见的双级脱酸工艺主要为：干法（消石灰）+湿法（氢氧化钠）的双级脱酸工艺，干法（消石灰或  $\text{NaHCO}_3$ ）+半干法（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液或 NaOH 溶液）的双级脱酸工艺。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。

## 2、 $\text{NO}_x$ 控制工艺

危险废物焚烧过程中， $\text{NO}_x$  主要有三个来源：①废物自身具有的有机和无机含氮化合物在焚烧过程中与  $\text{O}_2$  发生反应生成  $\text{NO}_x$ ；②助燃空气中的  $\text{N}_2$  在高温条件下被氧化生成  $\text{NO}_x$ ；③助燃燃料（如天然气、柴油等）燃烧生成  $\text{NO}_x$ 。

通过加强控制手段抑制  $\text{NO}_x$  的形成或者将已经生成的  $\text{NO}_x$  还原成为  $\text{N}_2$  分子，是减少焚烧炉尾气  $\text{NO}_x$  排放最为有效的手段。目前应用非常广泛的控制技术主要包括三类：焚烧控制、选择性非催化还原技术（SNCR）、选择性催化还原技术（SCR）。

#### （1）焚烧控制

通过控制焚烧过程的工艺参数降低  $\text{NO}_x$  的烟气排放浓度。主要有：

a) 降低焚烧区域的温度。一般研究认为，在  $1400^\circ\text{C}$  以上，空气中的  $\text{N}_2$  即与  $\text{O}_2$  反应生成  $\text{NO}_x$ 。通过控制焚烧区域的最高温度低于  $1400^\circ\text{C}$ ，并且减少“局部过度燃烧”的情况发生，即可控制这部分  $\text{NO}_x$  的生成。若入炉废物中某些高热值燃料集中在某一区域燃烧造成该区域的局部温度可能超过  $1400^\circ\text{C}$ ，从而增加  $\text{NO}_x$  的生成量，一般通过合理的废物配伍就可避免此类情形发生。

b) 降低  $\text{O}_2$  浓度。通过调节助燃空气分布方式，降低高温区  $\text{O}_2$  浓度，从而

有效减少  $\text{N}_2$  和  $\text{O}_2$  的高温反应，是一种非常经济有效的方式。

c) 创造反应条件使  $\text{NO}_x$  还原为  $\text{N}_2$ 。

#### (2) 选择性非催化还原法 (SNCR)

在焚烧炉内注射化学物质，如氨和尿素，在焚烧温度为  $750^\circ\text{C}\sim 900^\circ\text{C}$  的区域， $\text{NO}_x$  与氨或尿素反应被还原为  $\text{N}_2$ 。尿素分解成为  $\text{NH}_3$  后参与反应，没有反应完全的  $\text{NH}_3$  与烟气中的  $\text{HCl}$  反应生成  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ，烟气中残留的  $\text{NH}_3$  小于  $8\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。SNCR 不需要催化剂，但其还原反应所需的温度比 SCR 法高得多，因此 SNCR 需设置在焚烧炉膛内或炉膛与余热锅炉之间的过渡烟道内完成。

#### (3) 选择性催化还原法 (SCR)

这是一种后燃烧控制技术。在催化剂作用下，通过注射氨或尿素 ( $\text{NH}_3/\text{NO}=1:1$ ，摩尔比)，使  $\text{NO}_x$  被催化还原为  $\text{N}_2$ ，催化剂一般为  $\text{TiO}_2\text{-V}_2\text{O}_5$ 。

#### (4) 脱硝工艺的确定

就  $\text{NO}_x$  的去除效果而言，SCR 对  $\text{NO}_x$  的去除率达到了 85% 以上；先进的焚烧控制技术可以达到 60~70% 的去除率；而 SNCR 对  $\text{NO}_x$  的去除率也可达到 40~60% 左右。

就副产物和其他污染物而言，SNCR 和 SCR 均产生  $\text{NH}_3$  逃逸污染问题。SCR 释放的  $\text{NH}_3$  (大约  $2.5\text{mg}/\text{Nm}^3$ ) 要低于 SNCR 系统 (大约  $8\text{mg}/\text{Nm}^3$ )。

综合对国内同类型危废焚烧工程的调研结果，建设单位和设计单位确定本项目采用通过控制焚烧过程的工艺参数+SNCR 脱硝工艺来降低  $\text{NO}_x$  的烟气排放浓度。

### 3、重金属及二噁英控制工艺

#### (1) 重金属控制

焚烧炉排放尾气中重金属浓度的高低，与废物组成、性质、重金属存在形式、焚烧炉的操作及空气污染控制方式等有密切关系。烟气中重金属主要以气态或吸附态形式存在。气化温度较高的重金属及其化合物在烟气处理系统降温过程中凝结成粒状物质，然后被除尘设备收集去除；气化温度较低的重金属元素无法充分凝结，但飞灰表面的催化作用可能使其转化成气化温度较高、较易凝结的金属氧化物或氯化物，从而被除尘设备收集去除；仍以气态存在的重金属物质，将被吸附于飞灰上或被喷入的活性炭粉末吸附而被除尘设备一并收集去除。



活性炭粉末不仅可以吸附烟气中呈气态的重金属元素及其化合物,而且可以吸附一部分布袋除尘器无法捕集的超细粉尘以及吸附在这些粉尘上的重金属而被除尘设备一并收集去除。

已有焚烧厂的实际运行结果表明:布袋除尘器与湿式洗气塔并用时,对重金属的去除效果均非常好。

## (2) 二噁英控制

目前常用的二噁英去除工艺是采用活性炭喷射吸附加袋式除尘器。袋式除尘器也对二噁英类有较好的去除效果。活性炭粉末喷入装置设置在除尘器前的管道上,干态活性炭以气动形式通过喷射风机喷射入除尘器前的管道中,通过在滤袋上和烟气的接触进行吸附去除重金属和二噁英类物质。

对二噁英类物质的控制措施还包括以下几个方面:

a、使废物充分燃烧;

b、控制烟气在炉膛内的停留时间和温度。研究表明,当炉内燃烧温度达到 700℃ 以上,烟气停留时间不低于 0.5s,可实现二噁英的分解,从工程角度考虑将控制条件设定为炉膛温度达到 1100℃ 时,烟气停留时间不低于 2s,可确保二噁英的高温分解。

c、控制烟气进入除尘器入口的温度低于 200℃。当进入除尘器的烟气温度为 140~160℃ 时,对二噁英类的去除率可达 99% 以上。

## (3) 去除工艺选择

综上所述,本项目选用“活性炭喷射+布袋除尘”作为重金属及二噁英的去除工艺。

## 4、烟尘控制

早期的焚烧厂的除尘设备多应用静电除尘器或者袋式除尘器。随着环保要求的日益严格,静电除尘器因不能满足脱除二噁英等有机物的需要,现在已基本不再采用作为危废焚烧厂的烟尘处理装置。国内外袋式除尘器已有相当多的运行业绩,运行可靠,本项目选择袋式除尘器。

## 5、烟气处理工艺的确定

综上所述,本项目采用的烟气处理工艺为: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。

#### 4.3.5 进料系统

进料系统是焚烧系统的重要环节。进料系统是否完善将决定着焚烧废物种类、焚烧是否安全、设备寿命、尾气处理可靠等等。根据危险废物的形态和特点以及焚烧炉进料的入炉要求，对固体废物、半固体废物（膏状废物）、液体废物、特殊废物应分别进料，并分别进行计量。固体废物因尺寸不同，大件废物还应破碎。本项目进料系统设置如下：

- ①固体废物的破碎和混合预处理系统
- ②液体废物的分类储存和混合预处理系统
- ③桶装废物进料系统
- ④其他形态废物进料系统

农牧废弃物不同于其它危险固废，农牧废弃物含水量高，热值相对其它危险固废要低，因此原则上都应进行破碎预处理，提高焚烧效果，农牧废弃物的破碎设在专门破碎车间内，在冷冻状态下，利用破碎机铰刀将农牧固废一般破碎成 30mm~40mm 左右的碎肉块，同时也要视农牧废弃物的情况，对于体型较大难焚毁的病害动物尸体可以设置更小的破碎规格。

#### 4.3.6 辅助工用系统

焚烧炉主工艺是一个复杂的系统，为保证焚烧炉的正常运行，必要的辅助系统应尽量优化和可靠，辅助系统如下：

①压缩空气系统：采用螺杆式空压机，配备冷冻干燥和过滤满足工艺仪表用气的需要。

②辅助燃油系统：采用 0 号轻柴油作为点火和辅助燃烧用油，燃烧器具有控制性能好，工作稳定，点火可靠的优点。

③软水处理系统：化学水处理主要用于余热锅炉的蒸汽用水以及 SNCR 系统用水。根据锅炉水质要求标准，采用钠离子交换系统可满足要求。为确保钠离子交换树脂的寿命，需对原水进行除 Cl<sup>-</sup>装置。为防止余热锅炉低温腐蚀，采用热力除氧系统。

④工艺冷却水系统：转动设备冷却水、换热设备冷却水设置全厂闭式循环冷却水系统（水源为自来水），保证夏天水温≤40℃。

⑤动力气体系统：危险废物焚烧不同于常规的焚烧系统。出于安全和可靠性要求和考虑，设置氮气保护系统。

## 4.4 主要原辅材料及生产设备

### 4.4.1 主要原辅材料

本项目原辅料消耗见表 4.4-1，其中石灰石、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、液碱使用量由非金属元素平衡计算得到。

表 4.4-1 本项目原辅料情况表

| 序号 | 主要原辅材料                   | 消耗量(t/a)  | 规格  | 储存方式 | 正常工况下异味 | 是否为三致物质 | 备注             |
|----|--------------------------|-----------|-----|------|---------|---------|----------------|
| 1  | 石灰石                      | 978       | /   | 料仓   | 否       | 否       | 炉内脱酸消耗         |
| 2  | $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | 2047      | 90% | 料仓   | 否       | 否       | 半干法+干法脱酸消耗     |
| 3  | 干活性炭粉                    | 18.53     | /   | 袋装   | 否       | 否       | 200 目优质，烟气系统消耗 |
| 4  | 尿素                       | 77.2      | /   | 袋装   | 否       | 否       | SNCR 脱硝        |
| 5  | 柴油                       | 57.9      | /   | 罐装   | 否       | 否       | 焚烧炉辅助燃料        |
| 6  | 液碱                       | 1843.044  | 30% | 罐装   | 否       | 否       | 湿法脱酸消耗、污水处理站   |
| 7  | 硫酸                       | 0.089     | 30% | 罐装   | 否       | 否       | 污水处理站          |
| 8  | 硫酸亚铁                     | 17.714    | /   | 袋装   | 否       | 否       | 污水处理站          |
| 9  | 双氧水                      | 70.856    | /   | 罐装   | 否       | 否       | 污水处理站          |
| 10 | PAM                      | 3.209     | /   | 袋装   | 否       | 否       | 污水处理站          |
| 11 | PAC                      | 4.507     | /   | 袋装   | 否       | 否       | 污水处理站          |
| 12 | 氢氧化钙                     | 0.156     | /   | 罐装   | 否       | 否       | 污水处理站          |
| 13 | 次氯酸钠                     | 0.122     | /   | 罐装   | 否       | 否       | 污水处理站          |
| 14 | 水                        | 6.78 万    | /   | /    | /       | /       | /              |
| 15 | 电                        | 600 万 kwh | /   | /    | /       | /       | /              |

### 4.4.2 主要生产设备

本项目主要生产设备清单见表 4.4-2。

表 4.4-2 本项目主要生产设备清单情况表

| 主要生产单元 | 主要工艺  | 设备名称    | 型号及规格                              | 单位 | 数量 |
|--------|-------|---------|------------------------------------|----|----|
| 料斗系统   | 进料系统  | 称重料斗    | LD-12                              | 只  | 2  |
|        |       | 液压插板阀   | YBF1000                            | 只  | 4  |
|        |       | 仓底出料机   | WLS-500                            | 台  | 2  |
|        |       | 溜槽      | LC-1700                            | 件  | 2  |
|        |       | 无轴输送机   | WLS-420                            | 台  | 1  |
|        |       | 无轴输送机   | WLS-420                            | 台  | 1  |
|        |       | 定量输送机   | SL-SS-325                          | 台  | 4  |
| 焚烧系统   | 焚烧炉系统 | 立式清洁焚烧炉 | $\phi 5800 \times 12000 \text{mm}$ | 套  | 1  |
|        |       | 防爆燃烧器   | 发热量：10 万卡/h                        | 套  | 1  |

| 主要生产单元 | 主要工艺       | 设备名称    | 型号及规格                                | 单位 | 数量 |
|--------|------------|---------|--------------------------------------|----|----|
|        |            | 焚烧炉燃烧器  | 发热量：80~100 万卡/h                      | 套  | 2  |
|        |            | 焚烧炉一次风机 | 风量：21000Nm <sup>3</sup> /h，风压：4500Pa | 台  | 1  |
|        |            | 焚烧炉二次风机 | 风量：6000Nm <sup>3</sup> /h，风压：2500Pa  | 台  | 1  |
|        | 二燃室系统      | 二次燃烧室   | φ4900*13000mm                        | 套  | 2  |
|        |            | 二燃室燃烧器  | 发热量：400~450 万卡/h                     | 台  | 2  |
|        |            | 二燃室一次风机 | 风量：8500Nm <sup>3</sup> /h，风压：3500Pa  | 台  | 1  |
|        |            | 二燃室二次风机 | 风量：4000Nm <sup>3</sup> /h，风压：7000Pa  | 台  | 1  |
|        |            | 废液喷枪    | RCDD-500                             | 把  | 2  |
|        |            |         |                                      |    |    |
|        | 排渣系统       | 炉底排渣机   | GB-500                               | 台  | 1  |
|        |            | 水浴排渣机   | GB-500                               | 台  | 1  |
|        |            | 磁选机     | RCDD-500                             | 台  | 1  |
|        |            | 气动排灰阀   | QBF500                               | 台  | 2  |
|        |            | 操作平台    | /                                    | 套  | 1  |
| 烟气处理系统 | 余热锅炉系统     | 锅炉      | 锅炉额定蒸发量：12t/h                        | 套  | 1  |
|        | SNCR 系统    | 尿素输送泵   | 1.0m <sup>3</sup> /h                 | 套  | 1  |
|        |            | 除盐水泵    | 1.5m <sup>3</sup> /h                 | 套  | 1  |
|        |            | 尿素喷枪    | 0~0.5m <sup>3</sup> /h               | 套  | 4  |
|        | 急冷塔系统      | 急冷塔     | Φ=4m，H=10m                           | 套  | 1  |
|        |            | 喷枪      | 流量：2-3t/h                            | 只  | 3  |
|        |            | 急冷水泵    | 流量：8t/h                              | 套  | 2  |
|        | 活性炭存储及输送系统 | 活性炭仓    | 有效容积：1m <sup>3</sup>                 | 套  | 1  |
|        |            | 出料装置    | 星型卸料阀、称重斗+螺旋给料机                      | 套  | 1  |
|        |            | 喷射风机    | 风量：120Nm <sup>3</sup> /h；压力：58.8kPa； | 台  | 1  |
|        |            | 活性炭喷射器  | /                                    | 套  | 1  |
|        | 石灰制浆系统     | 料仓      | 有效容积：100m <sup>3</sup>               | 套  | 1  |
|        |            | 石灰浆配制槽  | 容量：5m <sup>3</sup> ；                 | 台  | 2  |
|        |            | 石灰浆储存槽  | 容量：10m <sup>3</sup>                  | 台  | 1  |
|        |            | 石灰浆泵    | 流量：5m <sup>3</sup> /h；压力：0.75MPa     | 台  | 2  |
|        |            | 工艺水泵    | 流量 Q：8m <sup>3</sup> /h；扬程 H：80m     | 台  | 2  |
|        |            | 工艺水箱    | 容量：12m <sup>3</sup>                  | 套  | 1  |
|        | 半干法及干法系统   | 半干法反应塔  | 内径：7m                                | 套  | 1  |
|        |            | 电加热     | 功率：15kW                              | 套  | 1  |
|        |            | 旋转雾化器   | 功率：55KW                              | 台  | 2  |
|        |            | 干法系统    | /                                    | 套  | 1  |
|        | 布袋除尘系统     | 滤袋      | Φ165×6600                            | 套  | 1  |
|        | 湿式脱硫塔系统    | 1#脱酸塔   | 规格：DN2400*10m                        | 套  | 1  |
|        |            | 喷淋层     | /                                    | 层  | 2  |
|        |            | 喷淋管     | /                                    | 套  | 2  |
|        |            | 循环泵     | 流量 120m <sup>3</sup> /h，扬程 20m，      | 台  | 2  |
|        |            | 2#脱酸塔   | 规格：DN2400*15m                        | 套  | 1  |
|        |            | 托盘分布器   | /                                    | 层  | 1  |
|        |            | 喷淋层     | /                                    | 层  | 2  |
|        |            | 喷淋管     | /                                    | 套  | 2  |
|        |            | 循环泵     | 流量 120m <sup>3</sup> /h，扬程 20m，      | 台  | 2  |
|        |            | 除雾器     |                                      | 套  | 1  |

| 主要生产单元      | 主要工艺   | 设备名称                       | 型号及规格                               | 单位 | 数量 |
|-------------|--------|----------------------------|-------------------------------------|----|----|
|             |        | 其他配套设备                     | 测量仪表：热电阻、液位计、在线 PH 计、在线密度计、就地隔膜压力表等 | 套  | 1  |
|             | 其他配套系统 | 含蒸汽加热器、钢支架、操作平台、管道阀门、仪器仪表等 | /                                   | 套  | 1  |
| 废包装类铁桶处理系统  | 打包机    | 立式打包机                      | 950mm×1650mm×1450mm                 | 台  | 1  |
|             | 热洁炉系统  | 热洁炉                        | BDG-16                              | 台  | 1  |
|             |        | 自动机车                       | AUT-3                               | 台  | 1  |
|             |        | 燃烧机                        | FS10                                | 台  | 2  |
|             | 冷却系统   | 喷淋塔                        | KST15                               | 台  | 2  |
|             |        | 水泵                         | 0.75、1.1                            | 台  | 5  |
|             |        | 冷却盘管                       | 1500*Φ465                           | 节  | 若干 |
|             |        | 除雾层                        | 1000*500*50                         | 层  | 3  |
|             |        | 过滤板                        | 1000*1000*80                        | 层  | 2  |
|             | 风机系统   | 风机                         | 5.5KW                               | 台  | 1  |
|             | 控制系统   | CPU、HMI、断路器、继电器、开关电源等      | /                                   | 套  | 1  |
| 废纺织袋及塑料桶清洗线 | 清洗     | 清洗机                        | /                                   | 台  | 1  |
|             | 清洗     | 不锈钢水槽                      | /                                   | 台  | 1  |

## 4.5 焚烧处置工艺及产污分析

### 4.5.1 工艺流程及产污环节

本项目建设规模与处置方案见图 4.5-1，固废焚烧处置工艺流程及产污环节见图 4.5-2。

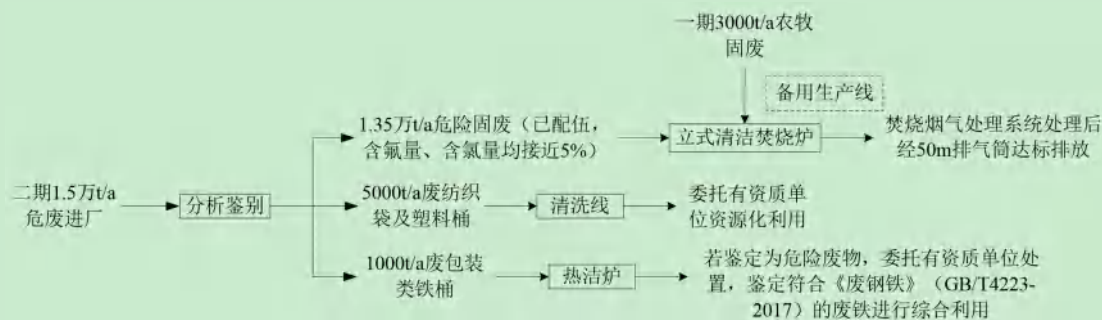


图 4.5-1 项目建设规模与处置方案



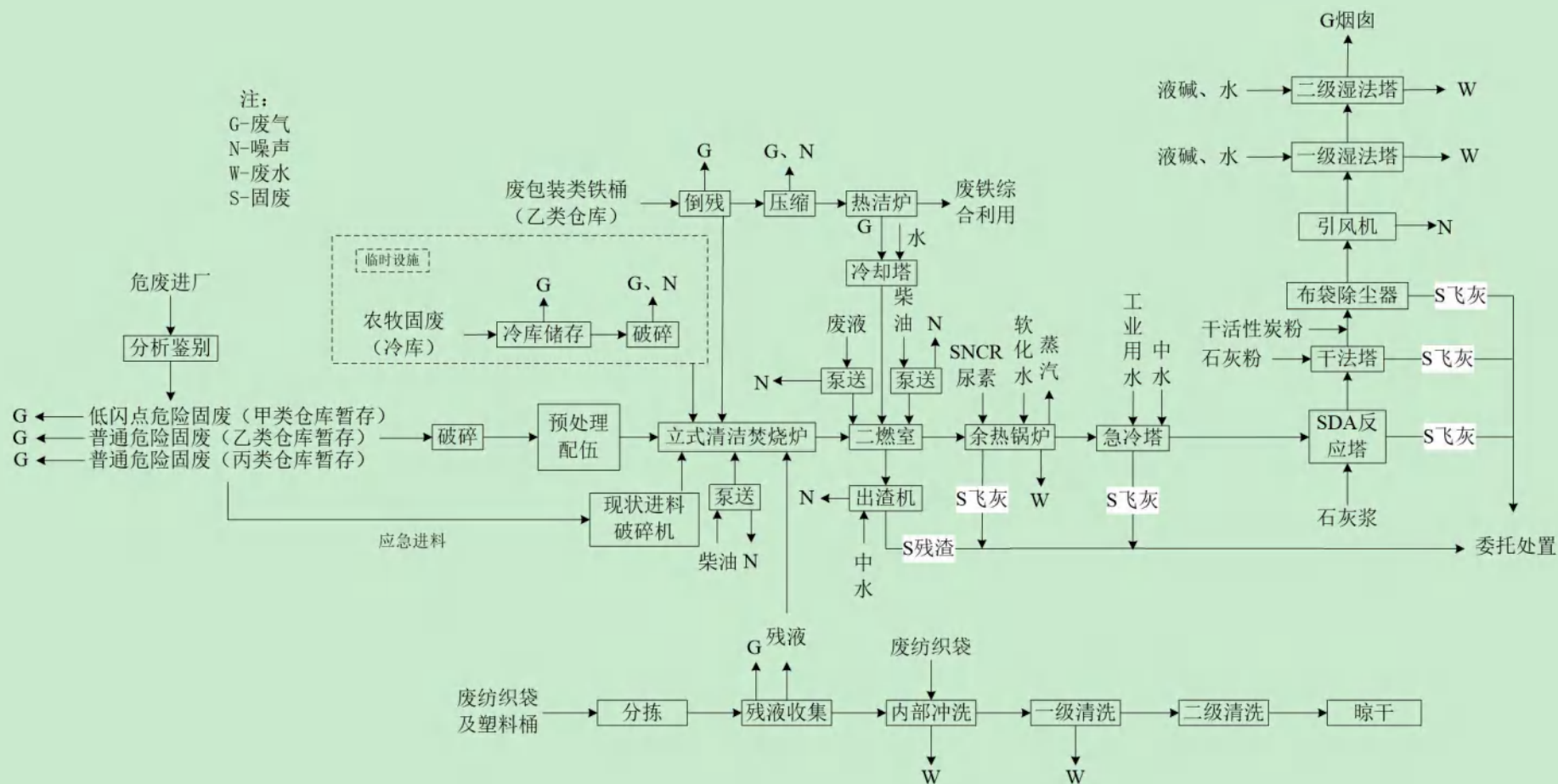


图 4.5-2 本项目固废焚烧处置工艺流程图

## 产污环节：

### 1、废气

(1) 静态立式焚烧炉焚烧产生的废气。主要有酸性组分 ( $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HF}$ )、 $\text{CO}$ 、烟尘、挥发性重金属，二噁英类物质等。

(2) 废包装类铁桶压缩废气。

(3) 废纺织袋及塑料桶倒残产生的废气。

(4) 焚烧危废暂存库与焚烧配伍区 (料坑及破碎) 排放的  $\text{NH}_4$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{VOCs}$ 。

### 2、废水

(1) 余热锅炉产生的排污水。

(2) 烟气湿法脱酸系统采用两级脱酸系统，采用 30% 氢氧化钠溶液进行喷淋。在循环喷淋过程中，循环碱液池会因为吸收烟气中的酸性组分 ( $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HF}$ ) 及循环水的循环损耗，导致循环水的盐度越来越高，当碱液盐浓度达到一个临界值，经过单独设置的“物化处理+三效蒸发结晶除盐”工艺处理后作为中水回用于急冷塔用水以及焚烧炉窑出渣水封系统的用水。

### 3、固废

焚烧处理系统产生固体废物包括：焚烧炉渣、飞灰、盐渣。

(1) 焚烧炉渣：静态立式焚烧炉和二燃室在燃烧过程中会形成炉渣。

(2) 飞灰：主要来自余热锅炉底沉降收集的飞灰、急冷塔经水雾喷淋进行沉降底部排出的飞灰、SDA 反应塔喷洒石灰浆底部排出的飞灰、干法塔喷入石灰粉产生的飞灰及布袋除尘器底部排出的飞灰。

(3) 盐渣：湿法脱酸产生的高盐废水经三效蒸发结晶除盐产生的废盐渣。由于采用 30% 的氢氧化钠进行喷淋，则湿法脱酸废水三效蒸发后产生的盐主要为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaF}$  等。

(4) 其他：焚烧设备布袋除尘过程中会产生废布袋、日常检修过程产生的废机械油、废气处理产生的废活性炭等。

### 4、噪声

噪声包括静态立式焚烧炉、鼓风机、引风机、泵等设备工作噪声。

## 4.5.2 工艺流程及简述

### 4.5.2.1 预处理与配伍

#### 1、预处理系统

焚烧处理废物配伍以达到使焚烧系统能稳定达标运行为原则，首先应使焚烧废物搭配到比较稳定的热值范围内，按此热值设定辅助燃料和助燃空气的量；其次将需处置的固态、半固态和液态废物按比例加入，保证焚烧均匀。除剧毒、含砷类的物料不适合进入本焚烧系统外，性质特殊的个别废物可以暂存于小桶内，根据焚烧炉的运行工况，与大宗相容废物混合后送入焚烧炉，或用小桶包装单独送入焚烧炉。搭配过程中严禁不相容废物进入焚烧炉，避免不相容废物混合后产生不良后果。

## 2、配伍

焚烧车间作为危险废物最终的处理场所，其处理工艺和配套设备都不同程度的具有一定的危险性，所以进入车间的废物原则上应该完全符合焚烧车间的设备安全运行的需要，同时，尽量满足车间工艺的要求。但是，入厂的废物种类繁多、体积包装各异、性质极为不稳定，为了确保焚烧炉的安全运行和焚烧工况的稳定以及人员、设备、环境的安全，所以在实际运营中，进入焚烧车间的废物，特别是进入料坑的废物必须要提前进行废物的分类、分拣和配伍，此项工作可以在配伍预处理间进行。

本项目配伍操作设在焚烧车间内专门设置进料配伍（坑），如：粘稠液体、半固体、腐蚀性较大废物以及挥发性较大废物，主要采取：木屑或其他粉末废物吸附、废物加热、人工破碎、分包分装等方式进行配伍预处理，人工配伍后的固废进入配伍料坑。

### （1）固体废物

焚烧进料适宜的热值范围为：4187KJ/kg～50242KJ/kg，设计配伍热值17155KJ/kg（4100kcal/kg）。氯、氟化合物燃烧后会产生腐蚀性较强的氯化氢及氟化氢等气体，会加重设备腐蚀和烟气处理的负荷，并破坏耐火砖的接合面。将高浓度氟氯危险废物原料，通过配伍混合制成进炉焚烧原料，配伍后的焚烧原料含氯量控制在5%左右、含氟量控制在4.5%、硫含量控制在2%左右。物料配伍后pH控制在6-8范围之内，对pH过高或过低的物料事先进行预处理预调pH。性质特殊的个别废物或粘度较大的半固体废物可以暂存于小桶内，根据焚烧炉的运行工况，与大宗其他较为稳定的废物混合后送入焚烧炉，或用小桶包装单独送入焚烧炉。

散装固体废物经确定主配伍的固体废物后，将主配伍的固体废物放入料坑中，将其他需要配合的物料同样放入料坑中，用抓斗吊车将其在料坑内反复混合，使废物的性质、热值均匀。大块固体废物经破碎车间封闭式破碎机破碎后进入破碎料坑，根据需要和其他固废进一步配伍后进行燃烧，提高燃烧效果。

由于固态废物的形态各异，根据焚烧炉进料粒度的要求，固体废物进料不能超过  $400\text{mm}\times 400\text{mm}\times 600\text{mm}$ ，最佳粒度不希望超过  $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 200\text{mm}$ ，这样有利于焚烧和混合，同时可避免大量的破碎工作。一般超过最佳规格的废物首先进入破碎机进行破碎，破碎机选用剪切式破碎机，破碎能力为  $5\text{t/h}$  左右，对各类包装桶、包装袋等均具有较好破碎效果。设计采用提升机将废物送至破碎机上部的进料斗，经破碎后的废物进入破碎料坑中，与其他废物配伍后再进入卸料坑自动上料送入窑头。破碎及自动喂料装置带有密封门以及氮气置换装置。整个过程是在 DCS 的控制下自动进行的，进料的量是根据一燃室的温度和一次风的风量大小连锁控制的，同时也可以通过人工设定进料量和每次进料的时间间隔来自自动控制。

## （2）液态废物

焚烧液体由于热值差别大，所以，对热值低于  $25000\text{kJ/kg}$  的液体进入立窑，高于  $25000\text{kJ/kg}$  的液体进入二燃室，可替代部分二燃室的辅助燃油，节约能源，降低成本。从液体的成分和性质分析，进入焚烧炉内的液体  $4<\text{pH}<10$ ，否则对系统的安全有影响。故液体进料系统是所有废物进料系统中最复杂的。

产废企业产生的废液通过吨桶包装，经分析满足入厂要求后送入甲类仓库。待需要时可通过窑头废液直接进料系统入炉焚烧。由于废液的性质复杂更容易发生各种化学反应，其危险性甚至远大于固体废物。废液的预处理应本着安全、稳定的原则，不同种类废液在相混合之前必须进行相容性实验，试验样品在充分搅拌后静置不少于 24 小时的前提下，达到：目测无发烟、无汽包、无聚合、无凝固；手摸无放热。

对拟配伍物料进行检测，确保配伍的安全性和入炉特征因子的可控性后，将吨桶装废液送入料坑或预处理车间进行拌料，用于调整物料的形态，方便入炉焚烧。在入炉焚烧前，高热值废液进行均质处理后作为替代燃料，低热值废液则直接喷入立窑内焚烧。

## （3）桶装废物

炉前设计有专门的桶装废物进料口，自动进料。直接进入焚烧炉桶装废物不宜超过 25L，并具有良好的化学稳定性，通常桶装进料的废物是半固态，很难与固体废物混合均匀，也不宜与固体废物同一进料口进料。桶装废物先采样，并做快速 pH、闪点和放射性测试，符合要求后，送入焚烧炉。桶装进料装置布置在炉前，通过垂直提升机将桶装废物自动送入炉前溜槽内，桶装废物进料口在炉前溜槽的侧面，并有双气动门密封，进料时将自动开启。桶装废物因体积大，通常为 $\Phi 350\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，焚烧时间长，进料时间间隔一般为 1~2 桶/小时。根据储存流程，运送来的多数危险废物一般要求均为密封桶装，卸车后进行必要的验视以及进行必要的抽样检测后，记录危险废物来源厂家、危险废物种类、重量等信息后可进入现有危险废物储存仓库分类储存，危险废物的储存为常温储存，而且大部分危险废物入炉焚烧前一般不需要进行预处理，主要还是做好危险废物的配伍，制定合理的配伍菜单，保证入炉废物热值、含氯、含氟等条件的稳定即可入炉焚烧。

#### （4）农牧废弃物

##### 1）接收储存

农牧废物和其它危险废物在危险特性上有一定的区别，主要这些以动物尸体为主的农牧废物可能感染一些病菌类危险因素，因此农牧废弃物接收是通过专门物流通道经车辆清洗消毒后进入到农牧固体接收区，再进入冷库存放，存放温度 $-10^{\circ}\text{C}$ 。

##### 2）配伍焚烧

农牧废弃物主要是病害动物尸体，相比危险固废成分相对简单，热值变化幅度也相对较小，一般在 $2500 \sim 3000\text{Kcal/kg}$ ，有害元素含量低，因此配伍主要考虑和其它危险固废一起配伍后的综合热值和元素的稳定，但农牧废弃物含水量相对较高，必须要经过必要的破碎预处理以提高焚烧效果方可满足入炉焚烧要求。项目日常焚烧农牧固废平均处理量约 $13.95\text{t/d}$ ，根据生产安排，从冷库取当天处理量的农牧固废放入破碎机内，利用破碎机铰刀将农牧固废破碎成 $30 \sim 40\text{mm}$ 左右的碎肉块，必要的破碎有利于提高焚烧效率，破碎后的碎肉块投入农牧固废料上料坑经柱塞泵提升进入立式静态焚烧炉和其它危险固废一起焚烧。另外破碎过程会有解冻现象产生一些血水，这部分血水有机质污染浓度较高，直接落入进料斗或地面利用底层铺木屑进行吸收后随动物尸体肉块一起入炉焚烧，日常消毒清



洗废水则作为废水处理，控制入炉焚烧固废含水率。

病害动物的产生规律受季节、疫情等条件影响有一定波动，特别在疫情爆发期间农牧废弃物可能在短时间内集中产生，若发生疫情，将启用应急焚烧方式，根据疫情期间病害动物的处置需求，增加农牧废弃物的配伍比例，甚至最不利情况下可单独焚烧农牧废弃物，避免出现农牧废弃物胀库不能收容储存的情况根据建设单位之前的焚烧处置经验，在单独焚烧农牧废弃物期间，焚烧炉最大处置量在日常正常负荷的 70% 左右，约 50 吨/天，在单独焚烧农牧废弃物期间，通过掺加 20% 左右生物质成型燃料保证一定的疏松度，并配合喷轻柴油辅助焚烧以保证正常焚烧工艺温度。

#### 4.5.2.2 焚烧系统

固废焚烧系统工艺由固废给料装置、立式清洁焚烧炉本体、二次燃烧室、点火及辅助燃烧系统、燃烧空气风机系统、排渣系统等组成。

##### 1、固废进料

由称重料斗、液压插板阀、仓底出料机、溜槽、无轴输送机和定量输送机组成；物料首先进入称重料斗后，通过液压站系统开启液压插板阀，启动接收料斗底部的出料机，将固体废料均匀定量的投入废料溜槽，通过溜槽将固体废料投入无轴输送机，并由无轴输送机将固体废料投入定量输送机中，最后由定量输送机将固体废料均匀定量地投入焚烧炉中焚烧。

当本项目进料系统故障时，采用现状破碎机用于应急进料。

##### 2、立式清洁焚烧炉

立式清洁焚烧炉是圆筒状一段式固定型焚烧炉，在炉内安装有选择装置。在机器运转中，选择装置做水平旋转运动的同时，一次风从搅拌臂上的通气孔中吹出。另外，在沿着炉壁切线方向，设置有二次风吹进口，从而使炉内的燃烧火焰形成旋转回流火焰状。焚烧炉主要构造部件如下：①由耐火材料构成的炉体；②炉床，承载一定厚度的物料和灰渣；③提供送风与物料搅拌作用的选择装置；④一次风装置；⑤二次风装置；⑥点火及辅助燃烧系统；⑦传动装置等部件组成。

##### 3、二燃室

二燃室外壳为钢结构，内壁由优质耐火材料制成，钢板与耐火材料之间衬有保温隔热材料，使热量不易外传。进入二燃室室内的烟气中含有的可燃气体

和微粒在燃烧器火焰和二次供氧的帮助下进一步燃烧，使二燃室温度维持在 1100℃ 以上，保证烟气中所含的有害物质充分燃烬。

为保障系统应急事故发生时系统的安全，在二次燃烧室出口处进行温度控制，该温度测量值直接反映出焚烧炉的焚烧状况，是炉膛温度辅助燃烧连锁保护的判断条件。二燃室焚烧炉应始终保持在一定的负压状态，通过调节进料量、调节助燃空气供给、调节焚烧工况等合理控制燃烧，进行负压调节。可以通过供风风机的频率控制，来调节供风量。

二燃室顶部应设有紧急排放烟囱，实施定压排放，当后道烟气设备装置出现故障时，可以通过二燃室顶端的烟气排空装置，进行应急排放。

#### 4、排渣系统

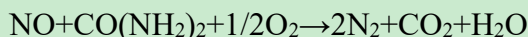
由立式焚烧炉排渣口排出的炉渣进入炉底排渣机，由炉底排渣机排入水浴排渣机，二燃室产生的灰渣通过气动排渣阀也排入水浴排渣中，水冷却后的灰渣由水浴排渣机排出，排出后的灰渣经过磁选机将其中的金属物和非金属物分类收集。

##### 4.5.2.3 烟气净化及排放系统

经过比选，本项目采用目前较为成熟的“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”的组合工艺烟气净化工艺，烟气最后经加热后通过烟囱排入大气。其烟气净化工段的设计详见如下：

##### 1、SNCR

在余热锅炉的第一回程内设置脱氮装置。脱氮工艺采用非催化法还原(SNCR 法)控制  $\text{NO}_x$ 。尿素为还原剂，尿素经过减压后喷入余热锅炉第一回程内，烟气在喷嘴下方区域与氨气充分混合，烟气中  $\text{NO}_x$  组分被还原。主要工艺设备为尿素超细粉制备系统和喷射系统，喷嘴采用耐高温材质。尿素还原  $\text{NO}_x$  的反应式为：



##### 2、急冷塔

采用顺流式急冷塔，高温烟气从急冷塔顶部进入，急冷塔顶部喷入急冷水，与烟气直接接触使烟气温度急速下降，从 550℃ 骤冷至 200℃ 以下，烟气急冷时

间小于 1s，可以避开二噁英再合成的温度段，从而达到抑制二噁英再生成的目的。烟气在急冷的过程中，除了降温，还有洗涤、除尘的作用。

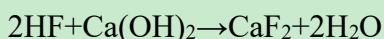
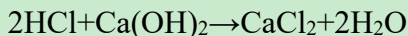
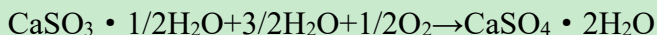
急冷水的雾化通过急冷泵实现。雾化系统由雾化泵、喷枪、水路系统、气路系统、温度监测系统等组成。急冷喷枪采用气液两相喷嘴，喷出细小的雾化水到烟气中。喷枪有两路输入：一路为水、另一路为压缩空气。为了提高系统运行的稳定性，设置 3 支急冷喷枪。喷枪配有保护套管及保护风防止烟气对喷枪造成腐蚀。急冷水采用自来水，急冷泵站采用一体式；急冷和压缩空气管路控制仪表及调节阀、控制系统布置在急冷塔平台。

急冷塔的入口和出口均安装温度传感器（一体化热电阻）。入口的温度传感器用于监视来自上游的烟气温度；出口温度传感器是系统控制和监测经过降温冷却后的烟气的温度。保证急冷塔出口烟温在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 范围内浮动。

### 3、旋转喷雾反应塔

从急冷塔来的温度为  $220^{\circ}\text{C}$  的烟气从喷雾反应器顶部的水平烟道进入，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  $13500\text{rpm}$ ），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  $\text{HCl}$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{SO}_2$  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  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{CaF}_2$ 、 $\text{CaSO}_3$  及  $\text{CaSO}_4$  等。

反应式为：



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。