

为获得酸性气体高的除效率而又不使 CaCl_2 产生吸潮而沉积，反应器出口的烟气温度控制在 160°C ，为确保石灰浆液中的大液滴的完全蒸发及烟气作用的时间，烟气在反应器中的滞留时间保持在不低于 16 秒。之后，挟带着飞灰及各种粉尘的烟气进入干法塔。

4、干式脱酸

石灰粉储存在石灰仓内，通过给料机、罗茨风机连续均匀地将石灰粉 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 喷入脱酸塔内， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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 。由于在急冷塔内喷入大量的水，汽化后变成水蒸气随烟气进入脱酸塔， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 吸收烟气中的水分后，反应速度加快。

干式脱酸塔是一种主要用于去除烟气中的气态污染物净化装置，是干法烟气净化系统的主要设备。脱酸塔以 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 粉为净化吸收剂，用空气输送。脱酸效率可达 70% 以上。

5、活性炭喷射

活性炭用来吸附烟气中的重金属、有机污染物等，活性炭的喷射点设在干式脱酸塔和布袋除尘器之间的烟气管道上，沿着烟气流动的方向喷入，随烟气一起进入后续的除尘器由布袋捕集下来。该系统需连续运行，以保证烟气排放达标。活性炭采用失重称，加药量 $1\sim 10\text{kg/h}$ 可调。设专业的活性炭贮仓 1 个，活性炭仓有效容积 5m^3 ，材质碳钢，设电动葫芦。贮仓设有防爆系统，贮仓顶部设除尘器，以收集卸料时的粉尘；贮仓底部设置进料管，活性炭由卡车运进厂里，然后经气体输送装置卸到贮仓。贮仓上还设有称重装置和高、低料位报警，以便及时了解贮仓里的活性炭使用情况，贮仓底部设置卸料螺旋，活性炭由卸料螺旋进入喷射器，然后在喷射风机的作用下喷入烟道中。

6、袋式除尘

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。

布袋除尘器采用压缩空气清灰，从滤袋背面吹出，使烟尘脱落至下部灰斗。除尘器采用 DCS 控制吹灰。

布袋除尘器的外壳带有保温材料，外表面温度小于 50℃。防止降温过度滤袋结露堵塞和避免除尘器外壳的腐蚀。布袋使用耐高温达 260℃ 的高温型材料 PTFE 覆膜，防止因系统工况的变化损坏布袋。

为防止布袋结露，下部灰斗设电加热装置。

7、湿法脱酸

烟气经干法脱酸及布袋除尘器除尘后，为确保能够达到国标排放准，烟气进入湿法脱酸系统，本工程采用两级脱酸系统，第一级为冷却洗涤塔，第二级为中和洗涤塔。

1) 冷却洗涤塔

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，通过循环液喷淋将排烟温度降至 72℃ 左右，循环液从下部排出进入冷却洗涤塔循环池。

对循环液的盐分、液位以及 PH 进行检测，盐分达到设定值（5%）后自动外排；通过液位补水（回用水）保证循环水量的同时降低盐分；通过 PH 检测值控制碱液投加量。

主要工艺设备包含冷却洗涤塔、洗涤循环泵、洗涤碱液补充泵等。

冷却洗涤塔循环池根据运行杂质沉淀情况，需定期清洗，以便保持循环水的清洁程度，设置 1 台移动排污泵定期将池内废水外排至现状废水处理站处理。

2) 中和洗涤塔

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，通过循环液喷淋将排烟温度降至 62℃ 左右，向循环液中喷入 30% 的工业烧碱，进入中和塔内与烟气中的酸性气体反应，烟气中酸性气体如 HCl、SO_x、HF、部分 NO_x 通过酸碱中和反应高效去除，同时烟尘亦被进一步去除。

洗涤塔出口设除雾器，通过除雾器的折流作用，从烟气流中去除液滴。设置清洗水箱，通过清洗水泵对除雾器的积盐进行冲洗清楚，减少塔体运行阻力。

对循环池的盐分、液位以及 PH 进行检测，盐分达到设定值后自动外排；通过液位补水（回用水）保证循环水量的同时降低盐分；通过 PH 检测值控制碱液

投加量。

主要工艺设备包含中和洗涤塔、中和循环泵、中和碱液补充泵等。

3) 碱液卸料及储存

本工程拟采购成品 30%浓度的 NaOH 溶液，碱液经罐车输送至厂区，经卸车泵卸料至焚烧线旁的碱液罐存放，由碱液输送泵送至湿法脱酸塔。

8、排放烟囱

排烟系统烟气经过净化及再加热后的烟气经引风机通过烟囱排入大气。本项新建烟囱 1 座，高为 50m，烟囱口内径为 1.2m，满足《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）中焚烧量不小于 2500kg/h 时排气筒高度不小于 50m 的要求。

9、在线监测系统

在线监测系统在烟气排放管道中设置红外线检测传入仪表显示。监测项目包括：炉温、HCl、HF、NO_x、CO、SO₂、O₂、烟尘、NH₃、烟气流速、烟气温度、烟气湿度、氧气含量、烟气压力等在内的烟气参数指标，与燃烧控制系统联网，控制燃烧工况。

4.5.2.4 热洁炉系统工艺

本项目设置热洁炉成套设备 1 套，处理能力为 2t/d（8h），对 25L、50L、200L 三种铁桶（经压制后，最大尺寸：高 400mm，直径 600mm）内部的油漆渣，精馏残渣等进行热解脱附。废包装类铁桶倒残、压缩在焚烧车间卸料区域进行，倒残进焚烧炉焚烧处理，压缩废气经收集后进入料坑废气处理系统处理。热洁炉系统具体包括包括自动进料装置、自动液压门、热洁炉及配套二燃室、换热喷淋装置（含除雾）、风机、回火装置、自动控制系统。

热解指在无氧条件下，在 100-600°C 的范围内加热危险废物，危险废物中的有机物质和挥发物热分解，产生可燃气体排出热洁炉。油漆废渣热解时的失重图见图 4.5-3，由图可知，通过热洁炉将温度控制在 250-420°C，油漆成分能得到有效去除。

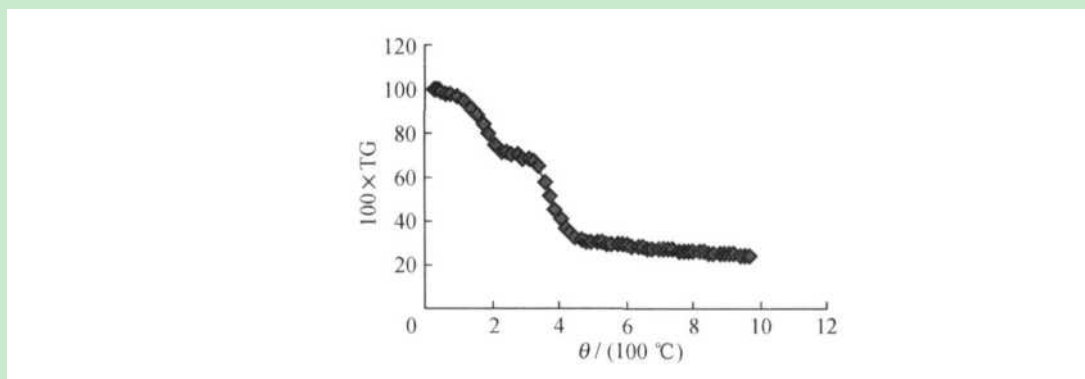


图 4.5-3 热解失重图

将压制后的油桶装载至小车上，之后至操作界面前，将装载车推入炉子内后，将炉门关闭，一键式启动（绿色“启动”按钮），设备自检无故障报警后，开始运行。热洁炉内设置夹层，柴油在该夹层内燃烧，燃烧明火不与废油漆桶直接接触，柴油在夹层内燃烧生产烟气。利用热气对流加热桶内的残渣，炉内不燃烧，控制氧气浓度在 0.8% 以下进行缺氧裂解，带有热量的烟气充分与物料接触，使油漆桶表面的涂层逐渐分解，此阶段温度变化范围为 250-420 $^\circ\text{C}$ ，桶内涂层有机物裂解成 H_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_6 、 CO 、 CO_2 和芳香烃、多环芳烃和烷烯烃等。此过程由 PLC 始终自动控制以保证分解物速度与浓度，以保证气体在进入二燃烧室时可以被完全处理。有机气体进入副燃烧室通过第二燃烧机明火燃烧处理（约在 600-900 $^\circ\text{C}$ 的表征温度环境）生成二氧化碳、水蒸气及微量碳化物。之后尾气通过换热器急速冷却进入一级喷淋塔进行洗涤降温，尾气在经过二级喷淋塔进行二次洗涤降温，经过双重三次急冷的尾气通过除雾器进行水汽分离，冷却除雾后的尾气由终端引风机接入焚烧系统二燃室系统中。

①主燃烧室：

通过主燃烧器对主燃烧室进行热对流加热，当工作温度通常情况下达到 260 $^\circ\text{C}$ （不同产品不同裂解温度），工件表面涂层开始裂解，系统会根据裂解速率自动判断，进行喷水控温，控制裂解速度，使裂解过程更加平稳安全，设备自带应急水箱，如遇到停水情况，系统会报警提示，并且使用应急水箱。当工作温度通常情况下升至设定温度（可由人机界面设定）后，主燃烧器停止工作，副燃烧器延时停机，裂解完毕，待尾气温度将至安全温度（可由人机界面设定）后，设备停机。

②副燃烧室：

从主燃烧室裂解的烟气通过副燃烧室进行二次燃烧，将绝大部分有机物燃

烧生成水和二氧化碳及微量废气。

③换热器：

高温燃烧的尾气通过接触换热器中盘管（内部不断有冷却水循环）的表面接触进行急速换热降温，之后进入喷淋塔。

④喷淋塔：

对换热器过来的尾气进行第洗涤冷却，可以起到去尘，除硫，脱硝的作用，并且是高温气体在 1s 内降至 250℃ 以下，避免风机由于高温导致损坏。

⑤除雾器：

将洗涤后的尾气进行水汽分离，减少潮湿气体进入后段。

4.5.2.5 废纺织袋及塑料桶处理工艺

本项目设置一条 500t/a 的废纺织袋及塑料桶清洗线。经检验储存、除渣倒残后废塑料桶进入后续清洗流程；废纺织袋中残渣残余量小，因此直接进入后续清洗过程。项目废纺织袋及塑料桶采用“人工冲洗+二级清洗+脱水”的处理方式，生产流程简述如下：

(1)分拣：废塑料包装桶按包装桶材质 PE、PP 分选分类存放，并根据装载对象将含挥发性物料的废桶直接堆放至焚烧车间卸料区域优先处置，含非挥发性物料的废桶堆放至危废间内暂存；

(2)收集残液：根据不同物料桶的分类结果，利用吸液设备或人工方式收集桶内残液。残液收集区位于焚烧车间卸料区域，残液进入焚烧炉焚烧，倒残过程产生的废气进入料坑废气处理系统处理。

(3)内部冲洗：废塑料桶经倒残后与废纺织袋一起由人工用水进行内部冲洗。

(4)一级清洗：内部冲洗完毕后，废纺织袋及塑料桶进入清洗池 1 中进行一级清洗，清洗采用逆流方式，待清洗物料与水流运动方向相反。

(5)二级清洗：经清洗池 1 漂洗完成的废纺织袋及塑料桶进入清洗池 2 中进行二级逆流清洗。

(6)晾干：经清洗的废纺织袋及塑料桶晾干。

为减少废水量，可将清洗池 2 中的废水部分回用于清洗池 1，其中清洗池 2 需定期补充清水。

4.5.3 物料平衡分析

4.5.3.1 焚烧系统物料平衡

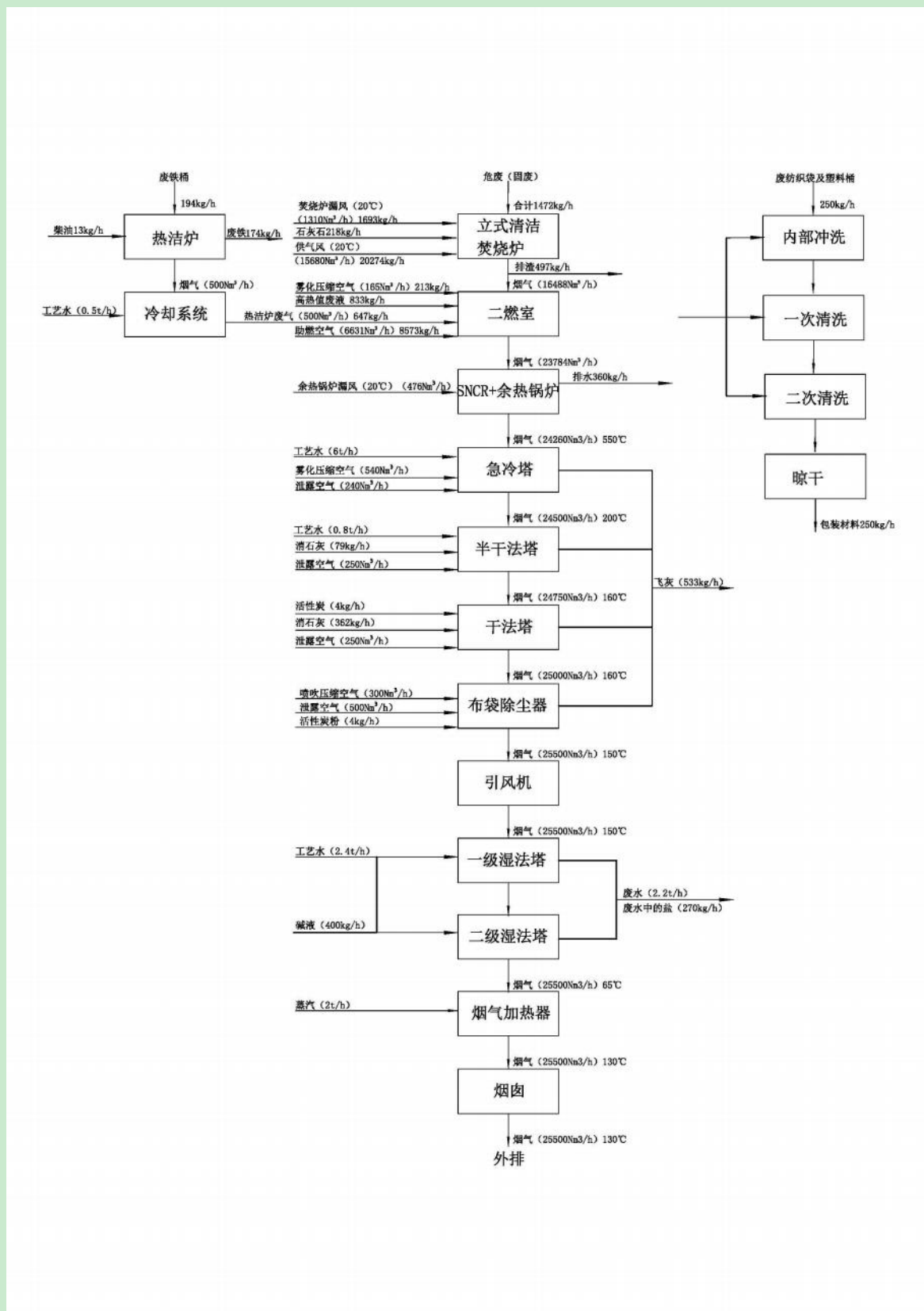


图 4.5-4 焚烧系统物料平衡图

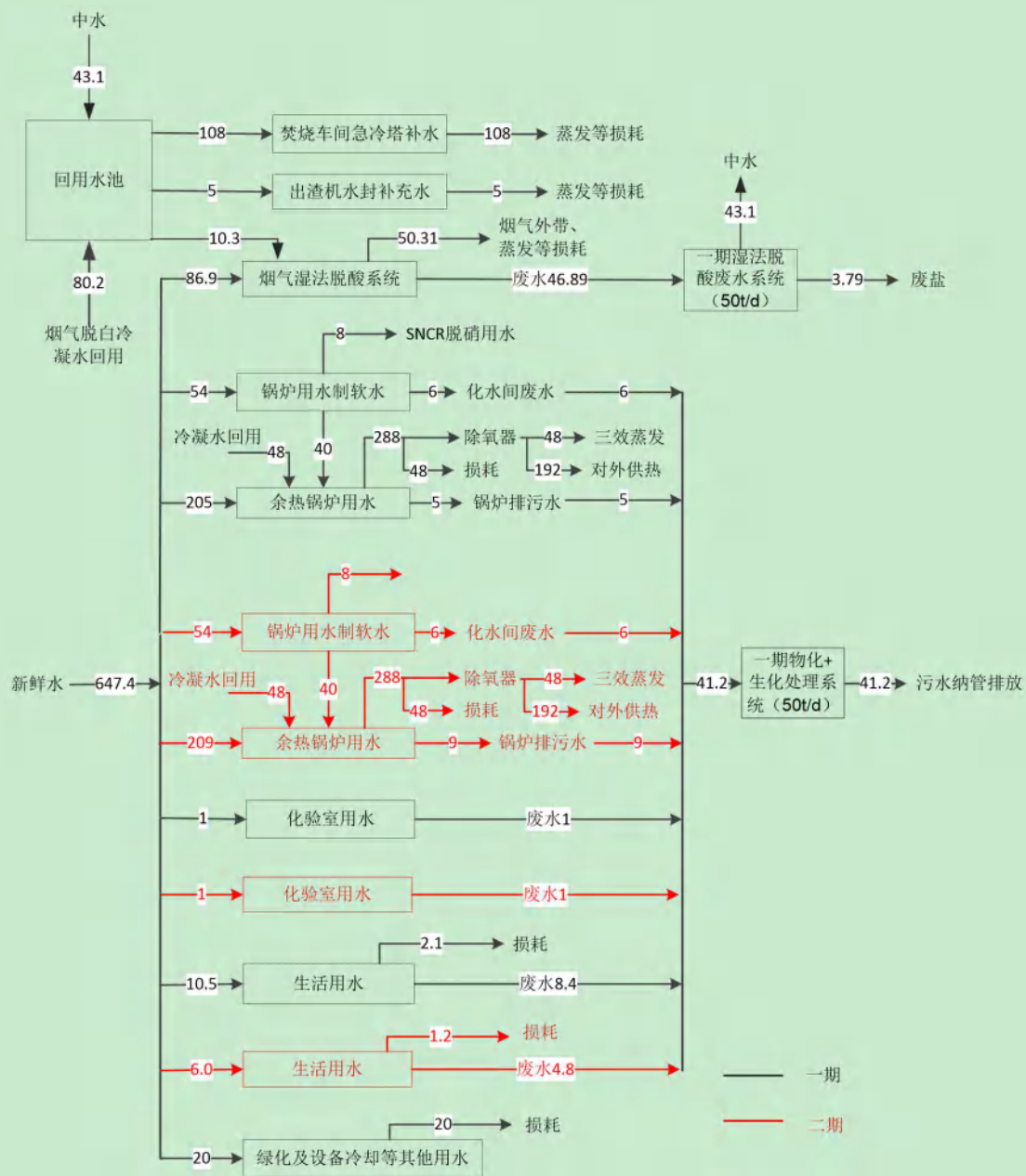
4.5.3.2 焚烧系统物料平衡



图 4.5-5 焚烧系统热平衡图

4.5.3.3 水平衡

企业水平衡见图 4.5-6。



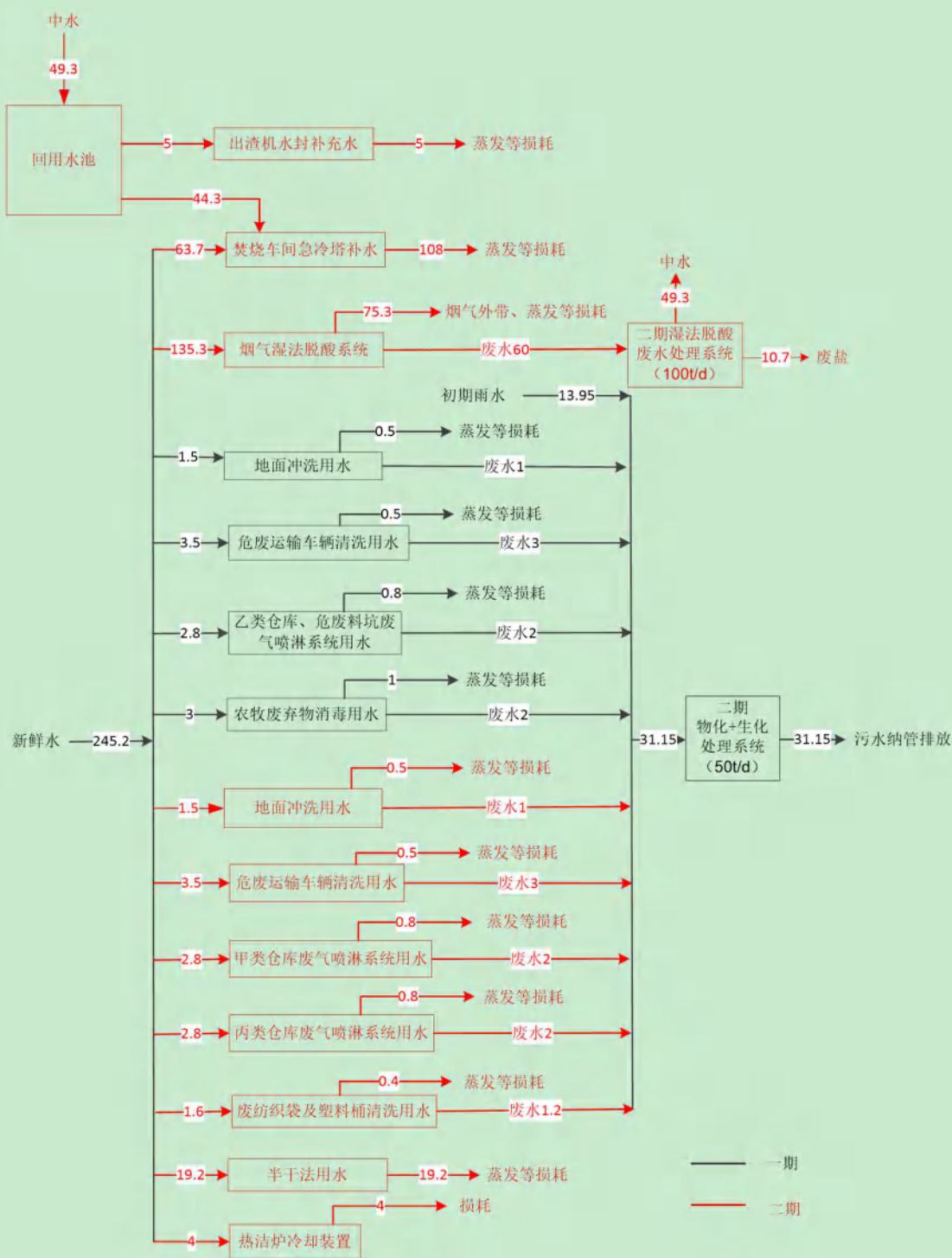


图 4.5-6 本项目水平衡图 单位 t/d

4.5.3.4 非金属元素平衡

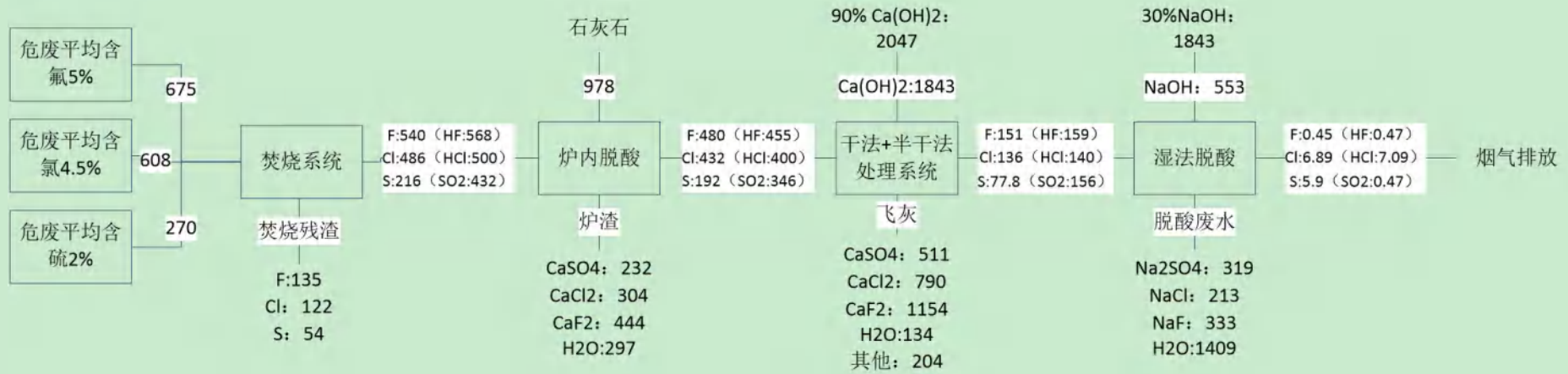


图 4.5-7 本项目非金属元素平衡图 单位 t/a

4.5.3.5 重金属元素平衡

本项目焚烧处置的危险固废中含有不同比例重金属元素，是烟气中所含重金属的唯一来源，结合危险废物焚烧污染控制标准，主要关注铬、镉、汞、铅、砷、铜、镍几类重金属的平衡。

氟化物络合物、氯化物络合物的挥发性强，重金属排入烟气的量按重金属含量的 10%考虑。重金属进入炉渣、循环污水比例类比《肇庆市新荣昌环保股份有限公司危险废物焚烧无害化处置扩建项目环境影响报告书》：少量重金属进入炉渣，挥发率按 10%计，少量重金属（约 1%）进入脱酸废水，其余重金属进入飞灰，则进入飞灰的重金属约 79%。危废重金属含量受危废产生单位产品更新换代等影响，本报告采用同类型项目近期的危废配伍料重金属成分进行分析。根据乐山高能时代环境技术有限公司料坑配伍料的危废样品（危废来源主要为化工医药企业）分析单（2021.9.22）重金属成分进行重金属平衡，见图 4.5-8。

考虑到企业实际处置的危险固废来源具有不确定性，重金属实际排放量受入炉物料重金属含量的影响，根据某一次危废重金属含量检测结果进行物料平衡分析不具有代表性。因此，企业排放的重金属源强保守按《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）表 3 危险废物焚烧设施烟气污染物排放浓度限值进行核算，重金属平衡见图 4.5-9。由于本报告危废重金属含量非实测数据，与实际入炉危废重金属含量存在偏差，本报告的重金属平衡只是一个理论的平衡。

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。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。根据不同重金属的理化性质特点，危险固废中的重金属在焚烧处置过程的去向分布也不同，建议企业对危废产生单位的危废重金属成分进行调查分析，对进厂危废重金属成分进行检测分析，加强进炉物料重金属含量的控制，进而控制废气中重金属排放量。企业须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，以确保重金属的去除率。

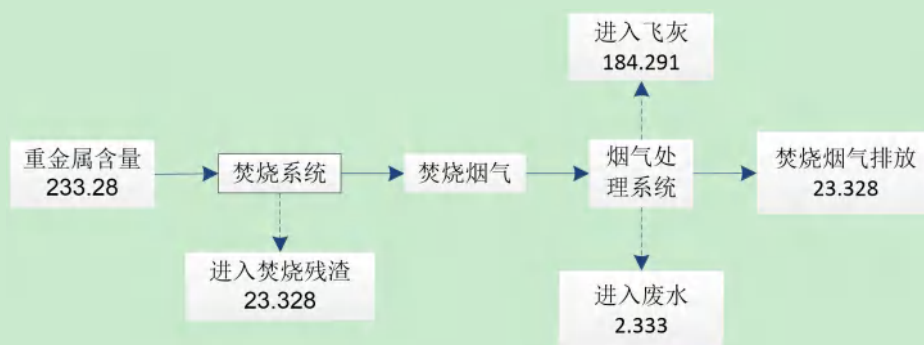


图 4.5-8 重金属平衡图 (重金属成分类比同类型项目) (kg/a)

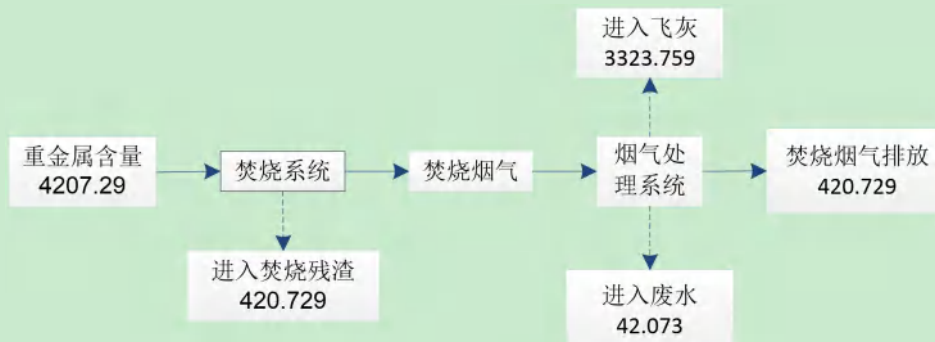


图 4.5-9 重金属平衡图 (根据排放限值核算重金属排放量) (kg/a)

4.6 污染源强

4.6.1 废气

主要废气源强包括：焚烧炉烟气和甲类仓库废气、丙类仓库废气、污水处理站废气。

4.6.1.1 焚烧烟气

1、焚烧炉系统污染物产生和排放情况

焚烧炉系统废气排放主要是危废焚烧后产生的烟气，焚烧烟气污染物排放具有不稳定、不均衡性，污染物视焚烧废物和焚烧条件而定，主要有酸性组分（SO₂、NO_x、HCl、HF）、CO、烟尘、挥发性重金属，二噁英类物质等。

各污染物组分来源分析如下：

a、酸性气体

HCl：固废中主要含氯有机物焚烧热分解产生，如 PVC 塑料、含氯消毒或漂白的废弃废物。

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℃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。

HF：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。

SO_2 ：主要来自固废中含硫化合物的热分解和氧化。

NO_x ：主要来自含氮化合物的热分解和氧化燃烧，少量来自空气成分中氮的热力燃烧产生。

CO：一部分来自固废碳化物的热分解，另一部分来自不完全燃烧，固废燃烧效率越高，排气 CO 含量就越少。

b、烟尘

焚烧烟气中的烟尘是焚烧过程中产生的微小颗粒性物质，主要是被燃烧空气和烟气吹起的小颗粒灰分；未充分燃烧的碳等可燃物；因高温而挥发的盐类和重金属等在烟气冷却处理过程中又冷凝或发生化学反应而产生的物质。

c、重金属

危废焚烧烟气中的金属化合物一般由固废中所含有的金属氧化物和盐类所组成，这些金属物来源于危废中的油漆、化学溶剂、废油、油墨等。根据国内外危废焚烧厂的经验，重金属涉及镉、砷、锑、铬、铅、铁、汞、铜、镍等。

d、二噁英类物质

二噁英类化合物是指能与芳香烃受体 Ah-R 结合并能导致一系列生物化学效应的一大类化合物的总称。主要包括 75 种多氯代二苯并-对-二噁英 (PCDDs) 和 135 种多氯代二苯并呋喃 (PCDFs)。其中，PCDDs 和 PCDFs 统称为二噁英。此外还包括多氯联苯 (PCBs) 和氯代二苯醚等。目前已知所有二噁英类化合物中，毒性最为明显的是 7 种 PCDDs，10 种 PCDFs 和 12 种 PCBs，其中以 2, 3, 7, 8-TCDD 的毒性最大。

在焚烧过程中二噁英及呋喃类物质产生主要来自三方面：废物本身成份、炉内形成、炉外低温再合成。

废物本身成份：各类废物如杀虫剂、除草剂、防腐剂、农药、喷漆等有机溶剂及其它工业废弃物，可能含有 PCDDs/PCDFs，其中以塑料类含量较高，由于 PCDDs/PCDFs 的破坏分解温度并不高（750-800℃），若能保持良好的燃烧状况，由废物本身所夹带的 PCDDs/PCDFs 物质，经焚烧后大部分应已破坏分解。根据欧洲各国的研究，危险废物中塑料含量与焚烧炉烟道气中二噁英类含量并无直接的统计关联性。

炉内形成：废物化学成分中 C、H、O、N、S、Cl 等元素，在焚烧过程中可能先形成部分不完全燃烧的碳氢化合物（C_xH_y），当 C_xH_y 因炉内燃烧状况不良（如氧气不足，缺乏充分混合及炉温太低等因素）而未及时分解为 CO₂ 和 H₂O 时，可能与废物中的氯化物结合形成二噁英，氯苯及氯酚等物质。其中氯苯及氯酚的破坏分解温度高出约 100℃ 左右，如炉内燃烧状况不良，尤其在二次燃烧段内混合程度不够或停留时间太短，更不易将其除去，因此可能成为炉外低温合成二噁英的前驱物质。

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

综上所述，焚烧炉烟气中主要污染物为酸性组份（SO₂、NO₂、HCl、HF 等）、少量重金属、二噁英类。

2、焚烧烟气主要污染治理措施

本项目烟气净化采用“炉内脱酸+二燃室+余热锅炉 SNCR 脱硝+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。焚烧炉内喷石灰进行炉内脱酸，采用非催化法还原(SNCR 法)控制余热锅炉的 NO_x。烟气在急冷塔中急冷降温，出口烟气温度低于 200℃，有效降低二噁英的生成；旋转喷雾反应塔和干法塔用于去除烟气中的酸性气体和重金属；布袋除尘器可有效拦截烟气中的悬浮颗粒物；两级洗涤塔可有效控制和去除酸性气体、颗粒物。烟气经处理后通过 50m 排气筒排放。

3、焚烧烟气执行标准及设计排放浓度

本项目焚烧处理装置规模为 70t/d，按全天 24 小时平均小时处理能力为 2917kg，因此项目焚烧烟气排放执行标准满足《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）中 $\geq 2500\text{kg/h}$ 规模标准执行。项目同时将作为企业“3000t/a 农牧废弃物处理项目”的备用生产线，根据《病死及病害动物无害化处理技术规范》（农医发[2017]25 号）要求，农牧废弃物的焚烧烟气排放控制同时应满足 GB16297-1996 标准要求，因此项目焚烧烟气排放执行标准按同时满足《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）中 $\geq 2500\text{kg/h}$ 规模标准和 GB16297-1996 二级标准最严标准执行。

本项目焚烧烟气污染物排放执行标准和的设计排放浓度详见表 2.6-8。

4、本项目焚烧烟气污染物源强分析

本报告对焚烧炉的烟气污染物源强主要通过类比调查、设计参数与理论结合计算确定，其中污染物排放量按“表 2.6-8”中设计达标排放浓度值核算。根据企业提供项目设计物料平衡，二燃室出口烟气量为 $23784\text{Nm}^3/\text{h}$ （标态干烟气量，6~10%氧量条件下），设计排放烟气量为 $25500\text{Nm}^3/\text{h}$ （标态干烟气量，11%氧量条件下）。

①SO₂

本项目以焚烧处置危险废物为主，进场危废中的含硫组分在焚烧后转化为 SO₂（极少量 SO₃）随烟气排出。根据入炉危废组分中硫的含量，可计算出其燃烧后转化为 SO₂ 的量。入炉危废设计最大值含硫率约为 2%（按可释放量计），SO₂ 转换率按 80%计，经理论计算 SO₂ 产生浓度约为 $3921\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，焚烧炉 SO₂ 产生量为 $93.26\text{kg}/\text{h}$ （ $432\text{t}/\text{a}$ ）。采用炉内脱酸+半干法+干法+湿法脱酸工艺，SO₂ 总去除率一般大于 97%，保守分析排放浓度按 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 计，则焚烧炉 SO₂ 排放量为 $2.55\text{kg}/\text{h}$ （ $11.81\text{t}/\text{a}$ ）。

②烟尘

企业设计配伍料危废的灰分含量 17%，本项目进焚烧炉的危废量为 $13500\text{t}/\text{a}$ ，烟气中烟尘占灰分量取 15%，焚烧炉烟尘产生量为 $344.25\text{t}/\text{a}$ （ $74.32\text{kg}/\text{h}$ ），烟尘产生浓度约为 $3124.8\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。采用布袋除尘+湿法洗涤工艺，烟尘去除率大于 98%，排放浓度按 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 计，则焚烧炉烟尘排放量为 $0.765\text{kg}/\text{h}$ （ $3.54\text{t}/\text{a}$ ）。

③氮氧化物

焚烧排气中的 NO_x ，是危废中的含氮成分经过高温与空气中的氧化合而成，燃烧排气中的 NO_x 是以 NO 和 NO_2 为主。根据同类工程以及《上虞振兴固废处理有限公司年处理危险固废 9000 吨改扩建项目》未脱硝状态下的烟气排放监测情况类调查， NO_x 产生浓度保守为 $450\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，则焚烧炉 NO_x 产生量为 $10.7\text{kg}/\text{h}$ ($49.58\text{t}/\text{a}$)。本项目采用 SNCR 炉内脱硝工艺， NO_x 去除率可达 40~60%，排放浓度按达标排放浓度 $240\text{mg}/\text{Nm}^3$ 计，则焚烧炉 NO_x 排放量为 $6.12\text{kg}/\text{h}$ ($28.35\text{t}/\text{a}$)。

④HCl

焚烧固废中的含氯成分焚烧后生成 HCl 随烟气排出。HCl 具有腐蚀性，在吸入一定量的情况下，对人体健康也有损害。根据现状危废成分调查，入炉废物中 Cl 的平均含量约为 4.5%，转化率按 80% 计，HCl 产生浓度约 $4536\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，焚烧炉 HCl 产生量为 $96.84\text{kg}/\text{h}$ ($500\text{t}/\text{a}$)。采用炉内脱酸+半干法+干法+湿法脱酸工艺，HCl 去除率大于 98.7%，排放浓度按 $60\text{mg}/\text{Nm}^3$ 计，则焚烧炉 HCl 排放量为 $1.53\text{kg}/\text{h}$ ($7.09\text{t}/\text{a}$)。

⑤HF

主要根据设计进厂处置危废成分，入炉废物中 F 的平均含量约为 5%，转化率按 80% 计，则 HF 产生浓度约为 $5160\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，焚烧炉 HF 产生量为 $122.7\text{kg}/\text{h}$ ($568.42\text{t}/\text{a}$)，HF 去除率大于 98%，排放浓度按 $4.0\text{mg}/\text{Nm}^3$ 计，则焚烧炉 HF 排放量为 $0.102\text{kg}/\text{h}$ ($0.47\text{t}/\text{a}$)。

⑥重金属

含重金属气溶胶是危废焚烧过程中将会产生的气态污染物，本项目焚烧处置的危险固废以化工行业产生危险废物为主，重金属含量均较低，本环评主要根据重金属平衡分析核算源强。

⑦二噁英

本项目设计烟气出口按达标排放浓度 $0.1\text{ngTEQ}/\text{Nm}^3$ 计，估算焚烧炉二噁英排放量为 $2550\text{ngTEQ}/\text{h}$ ($0.0118\text{gTEQ}/\text{a}$)。

⑧CO

本工程 CO 排放浓度按达标排放浓度 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 计，估算本项目 CO 排放量为 $2.55\text{kg}/\text{h}$ ($11.81\text{t}/\text{a}$)。

⑨ NH_3

SNCR 脱硝中 NH_3 逃逸浓度按 $8\text{mg}/\text{Nm}^3$ 计，则 NH_3 逃逸量为 $0.203\text{kg}/\text{h}$ ($0.94\text{t}/\text{a}$)。

(3) 焚烧炉烟气污染物源强汇总

根据以上分析，焚烧炉排烟状况见表 4.6-1，正常工况下主要污染物的源强见表 4.6-2。本项目作为 $3000\text{t}/\text{a}$ 农牧废弃物的备用生产线，一期项目已核算 $3000\text{t}/\text{a}$ 农牧废弃物焚烧的污染物排放量，本项目不再重复统计，由表 4.6-2 可知，本项目排放的焚烧烟气满足《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2020)、《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)。

表 4.6-1 焚烧炉排烟状况

项目		符号	单位	数值
烟囱	烟囱形式	单筒烟囱		
	几何高度	Hs	m	50
	单筒出口内径	D	m	1.2
	标干烟气量	V	Nm^3/h	25500
	烟囱出口烟气温度	T	$^{\circ}\text{C}$	130
	排烟速率		m/s	9.25

表 4.6-2 本项目焚烧炉废气排放源强

序号	污染物名称	产生量 t/a	设计排放浓度	小时最大排 放速率 kg/h	年排放量 t/a
1	烟尘	330.50	$30\text{mg}/\text{m}^3$	0.77	3.54
2	CO	-	$100\text{mg}/\text{m}^3$	2.55	11.81
3	HCl	500	$60\text{mg}/\text{m}^3$	1.53	7.09
4	NO_x	49.58	$240\text{mg}/\text{m}^3$	6.12	28.35
5	SO_2	432	$100\text{mg}/\text{m}^3$	2.55	11.81
6	HF	568.42	$4.0\text{mg}/\text{m}^3$	0.102	0.47
7	二噁英类	-	$0.1\text{ngTEQ}/\text{Nm}^3$	$2550\text{ngTEQ}/\text{h}$	$0.0118\text{gTEQ}/\text{a}$
8	Pb	-	$0.5\text{mg}/\text{m}^3$	0.013	$59.058\text{kg}/\text{a}$
9	As	-	$0.5\text{mg}/\text{m}^3$	0.013	$59.058\text{kg}/\text{a}$
10	Cd	-	$0.05\text{mg}/\text{m}^3$	0.0013	$5.9058\text{kg}/\text{a}$
11	Hg	-	$0.012\text{mg}/\text{m}^3$	3.1×10^{-4}	$1.4174\text{kg}/\text{a}$
12	Cr	-	$0.5\text{mg}/\text{m}^3$	0.013	$59.058\text{kg}/\text{a}$
13	Sn+Sb+Cu+Mn+Ni+Co	-	$2.0\text{mg}/\text{m}^3$	0.051	$236.232\text{kg}/\text{a}$
14	NH_3	-	$8\text{mg}/\text{m}^3$	0.203	0.94

注：考虑到今后处置的危险固废来源具有不确定性，短时入炉固废重金属元素含量可能存在波动因素，除氨以外，其余污染物小时源强、年排放量保守按达标排放浓度核算。

4.6.1.2 污水处理站恶臭废气

厂区内污泥暂存间、污水处理站均会产生少量的臭气，其产生系数一般可通过单位时间内单位面积散发量表征。类比城市污水污泥处理厂污泥处置间及生化处理池，氨和硫化氢产生系数分别取 $0.020\text{mg/s}\cdot\text{m}^2$ 、 $0.040\text{mg/s}\cdot\text{m}^2$ 及 $0.836\times 10^{-4}\text{mg/s}\cdot\text{m}^2$ 、 $2.600\times 10^{-4}\text{mg/s}\cdot\text{m}^2$ 。本环评要求对污泥暂存间（占地面积约 30m^2 ）、一期污水站相关构筑物（过滤池、调节反应池、预沉池、絮凝池、厌氧水解池、好氧生化池、二沉池、消毒池等，占地面积约 101.88m^2 ）及二期污水站相关构筑物（原水箱、铁碳微电解池、芬顿氧化沉淀池、水解酸化池、中间水池、高效氧化塔反应器、缺氧池、好氧池、二沉池、污泥浓缩池等，占地面积约 156m^2 ）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（ $\text{NaOH}+\text{NaClO}$ ）+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 $7000\text{m}^3/\text{h}$ 计，废气收集效率按 90% 计，净化效率按 80% 计，由此可计算得该股废气源强如下。

表 4.6-3 污泥暂存间及污水站废气源强

污染物		产生情况		有组织排放			无组织排放		排放量 t/a
		产生量 t/a	产生速率 kg/h	排放量 t/a	排放速率 kg/h	排放浓度 mg/m^3	排放量 t/a	排放速率 kg/h	
污泥暂存间	NH_3	0.0189	0.0022	0.0034	0.0004	0.0555	0.0019	0.0002	0.0053
	H_2S	0.0378	0.0043	0.0068	0.0008	0.1111	0.0038	0.0004	0.0106
处理站	NH_3	0.0007	0.00008	0.00012	0.00001	0.0020	0.00007	0.000008	0.0002
	H_2S	0.0021	0.0002	0.0004	0.00004	0.0062	0.0002	0.00002	0.0006
合计	NH_3	0.0196	0.0022	0.0035	0.0004	0.0403	0.0020	0.0002	0.0055
	H_2S	0.0400	0.0046	0.0072	0.0008	0.0821	0.0040	0.0005	0.0112

4.6.1.3 热洁炉废气

热洁炉废气风量为 $500\text{m}^3/\text{h}$ ，经热洁炉配套二燃室焚烧后的废气主要成分为二氧化碳、水蒸气及微量碳化物，进入焚烧系统二燃室进一步处理，二燃室出口烟气量为 $23784\text{Nm}^3/\text{h}$ （标态干烟气量，11%氧量条件下）。

4.6.1.4 废包装材料预处理废气

废包装类铁桶、废塑料桶倒残进本项目焚烧炉焚烧。废包装类铁桶压缩产生的废气进入料坑废气处理系统处理。

4.6.1.5 农牧废弃物预处理废气

农牧废弃物卸料、洗车均在农牧预处理间进行，该车间密闭，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，同时参考现有项目固体废物的分类、分拣及农牧固废的破碎和配伍料坑排放口废气检测报告（普洛赛斯：报告编号：2020H030637、报告编号：2020H050582）中各污染物排放浓度最大值（氨 1.71mg/m³、氯化氢 2.93mg/m³、硫化氢 0.038mg/m³、氟化物 0.311mg/m³、非甲烷总烃 5.38mg/m³）作为排放浓度对废气源强进行核算。

表 4.6-4 农牧废弃物预处理废气

污染物	产生情况		有组织排放			无组织排放		排放量 t/a
	产生量 t/a	产生速率 kg/h	排放量 t/a	排放速率 kg/h	排放浓度 mg/m ³	排放量 t/a	排放速率 kg/h	
氨	1.959	0.224	0.372	0.043	1.700	0.098	0.011	0.470
氯化氢	3.377	0.386	0.642	0.073	2.930	0.169	0.019	0.811
硫化氢	0.044	0.005	0.008	0.001	0.038	0.002	0.0003	0.011
氟化物	0.358	0.041	0.068	0.008	0.311	0.018	0.002	0.086
非甲烷总烃	6.201	0.708	1.178	0.135	5.380	0.310	0.035	1.488

4.6.1.6 甲类、丙类仓库废气污染物

本项目其他废气主要是危险废物暂存废气，主要为硫化氢、氨等的恶臭废气以及非甲烷总烃为代表的有机废气。甲类仓库、丙类仓库分别设单独废气收集处理系统，均设 5000m³/h 废气收集风量，抽出的废气分别经碱液两级喷淋+活性炭吸附后通过 15m 排气筒达标排放；结合已建年焚烧处理危险固废 1.5 万吨项目日常监测报告（普洛赛斯检字第 2020H080292 号）类比，主要其它废气污染物经收集处理后的有组织废气污染源强核算如下：

表 4.6-5 甲类、丙类仓库污染源强

污染源	污染物	有组织			无组织		总排放量 t/a
		排放浓度 mg/m ³	排放速率 kg/h	排放量 t/a	排放量 kg/h	排放量 t/a	
甲类仓库	H ₂ S	0.015	7.50×10 ⁻⁵	0.001	9.69×10 ⁻⁶	5×10 ⁻⁵	0.00105
	NH ₃	1.743	8.72×10 ⁻³	0.076	7.36×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻³	0.0798
	非甲烷总烃	4.79	0.02395	0.21	2.03×10 ⁻³	0.0105	0.2205
丙类仓库	H ₂ S	0.015	7.50×10 ⁻⁵	0.001	9.69×10 ⁻⁶	5×10 ⁻⁵	0.00105
	NH ₃	1.743	8.72×10 ⁻³	0.076	7.36×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻³	0.0798
	非甲烷总烃	4.79	0.02395	0.21	2.03×10 ⁻³	0.0105	0.2205

4.6.2 废水

4.6.2.1 焚烧系统废水

本项目焚烧系统废水包括湿法脱酸系统废水、化水车间废水、余热锅炉排污

废水、焚烧车间地面冲洗废水等。根据重金属物料平衡，少量重金属（约 1%）进入脱酸废水。焚烧系统废水产生情况见表 4.6-6。

表 4.6-6 焚烧系统废水产生情况

序号	废水名称	污染物产生状况			
		废水产生量 (m ³ /a)	主要污染物	浓度(mg/L)	产生量 (t/a)
1	脱酸废水	11580	COD	600	6.948
			氯化物	120000	1389.6
			氟化物	300	3.474
			TN	5	0.0579
			总镍	0.0179	0.000207
			总铅	0.0206	0.000238
			总汞	0.0000	0.00000006
			总镉	0.0034	0.000039
			总铬	0.0611	0.000708
			总砷	0.000023	0.000000268
			总铜	0.0194	0.0002247
2	化水车间废水	1158	COD	300	0.347
3	余热锅炉排污水	1737	COD	200	0.347
4	地面冲洗废水	193	COD	600	0.116
			SS	400	0.077

4.6.2.2 公用工程废水

公用工程废水主要是职工生活污水、车辆冲洗水、化验室废水、消毒废水等。生活污水来自于职工食堂、厕所生产的污水。本项目新增劳动定员 40 人，厂区内设有食堂，按每人每天用水 150L，污水排放量按用水量的 0.8 计，则生活污水产生量 4.8m³/d，1440m³/a。

危险废物运输车辆需要定期清洗，产生清洗废水量约 3t/d，579t/a。

化验室废水产生量约 1t/d，193t/a。

公用工程废水污染物源强分析表 4.6-7。

表 4.6-7 公用工程废水污染物源强分析

序号	废水名称	污染物产生状况			
		废水产生量(m ³ /a)	主要污染物	浓度 (mg/L)	产生量 (t/a)
1	生活污水	1440	COD	350	0.504
			氨氮	35	0.0504
2	车辆清洗废水	579	COD	600	0.347
			SS	400	0.232

3	化验室废水	193	COD	600	0.116
---	-------	-----	-----	-----	-------

4.6.2.3 废气喷淋系统废水

(1) 甲类仓库

项目危废甲类仓库产生的废气经微负压收集后通过碱液+活性炭吸附处理，喷淋系统采用循环方式喷淋，定期一星期左右轮流更换一次喷淋液，所有废气喷淋系统整体更换一次产生废水量 15 吨左右，一年 40 次，废水年产生量约 600t/a，废水水质 pH8~10，COD_{Cr} 约 20000mg/L。

(2) 丙类仓库

项目危废丙类仓库产生的废气经微负压收集后通过碱液+活性炭吸附处理，喷淋系统采用循环方式喷淋，定期一星期左右轮流更换一次喷淋液，所有废气喷淋系统整体更换一次产生废水量 15 吨左右，一年 40 次，废水年产生量约 600t/a，废水水质 pH8~10，COD_{Cr} 约 10000mg/L。

4.6.2.4 废纺织袋及塑料桶清洗废水

废塑料桶处置线先进行内部冲洗，再由清洗机清洗一次，采用氢氧化钠溶液作为清洗剂(清洗机配一个 1m³ 循环水池，除渣后循环使用)，循环水预计每两天约更换 1 次，更换水量按水池容积的 80% 计约 0.8m³/次，则该股废水产生量约 100t/a。随后的一次漂洗工序(用水量 0.1m³/h)废水产生量约 200t/a(年工作时间按 250d 计，日最大工作时间按 8h 计)。该股废水中主要污染物为 COD_{Cr}、石油类等。根据同类企业生产情况(如嘉兴德达资源循环利用有限公司、海宁恒创再生物资有限公司等)，内部冲洗废水中 COD_{Cr} 一般在 8000~10000mg/L 之间(本环评按 10000mg/L 取值)，石油类一般在 2000mg/L 左右，氨氮按 100mg/L 考虑；一级清洗废水浓度相对较低，COD_{Cr}、氨氮和石油类浓度分别按 1000mg/L、40mg/L、200mg/L 考虑。

表 4.6-8 废纺织袋及塑料桶清洗废水污染物产生情况

工序	废水量(t/a)	污染物	产生浓度 (mg/L)	产生量(t/a)
内部冲洗	100	COD	10000	1
		氨氮	100	0.01
		石油类	2000	0.2
前道清洗	200	COD	1000	0.2
		氨氮	40	0.008
		石油类	200	0.04
清洗废水(混合)	300	COD	4000	1.2
		氨氮	60	0.018
		石油类	800	0.24