

多种工艺协同治理危险废物 焚烧烟气工程实例分析

钟婷姗

(浙江物华天宝能源环保有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要 本文以浙江衢州市某环保科技有限公司 100t/d 危险废物焚烧处理项目为例, 根据可焚烧废物的类别、危险废物化学组分及入炉焚烧配伍废物的特性要求, 尾气处理采用 SNCR 脱硝 + 烟气急冷 + 干法脱酸 (消石灰 + 小苏打) + 活性炭吸附 + 布袋除尘器 + 引风机 + 两级钠法洗涤脱酸 + 烟囱的组合方式。采用本工艺后可达到危险废物焚烧污染控制标准《GB18484-2019》中的相关排放要求, 且有些指标设计时远远优于国家标准中的限值要求。

关键词 危险废物焚烧 高氯高氟 协同烟气治理

中图分类号: X701

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)07-0064-03

1 工程概况

1.1 焚烧废物概况

浙江衢州市某公司焚烧处理的工业危险废物有固态、半固态、液态废物。

该项目设计危险废物日处理规模为 100t。设计焚烧废物的平均低位热值为 4200kcal/kg。废物入厂收集后, 首先进行理化分析, 经配伍后, 通过 SMP、小包装、散装破碎、医废进料系统送入回转窑内进行高温焚烧。焚烧后的烟气再进入二燃室, 再次进行 1100℃ 以及停留时间 3s 以上的高温焚烧。焚烧后的高温烟气进入余热锅炉回收余热, 烟气经余热锅炉进行余热利用后进入烟气净化系统进行脱酸、除尘处理。

1.2 烟气成分

项目设计中锅炉出口的烟气成分参数见表 1。

1.3 设计污染物排放指标

本工程危险废物焚烧炉大气污染物排放执行《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2019 二次征求意见稿)的要求, 其中二噁英类指标执行《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2014 征求意见稿)。

2 烟气净化系统工艺

烟气净化系统是整个危废焚烧工艺的重要组成部分, 该项目采用“SNCR 脱硝 + 烟气急冷 + 干法单元 + 布袋除尘 + 两级湿法脱酸减湿”的净化工艺 (见图 1)。

2.1 SNCR 脱硝系统

本项目将运用炉内选择性非催化还原法 (SNCR) 工艺, 在余热锅炉膜式壁第一回程处 (900℃~1050℃) 喷入 5%~10% 尿素溶液, 用 CFD 模拟锅炉内部流场,

根据烟气在余热锅炉内的分布优化喷枪布置, 提高还原剂与烟气的混合度, 选择双流体雾化喷嘴, 雾化颗粒 D32 约为 40~80μm, 确保达标排放。

SNCR 喷枪设计参数: 流量为 65L/h; 数量为 6 只; 喷嘴材质为哈氏合金; 喷枪材质为 316L。

2.1.1 保证 SNCR 脱硝效率的措施

1. 温度窗口的精准选择。投标方通过试验研究掌握了不同还原剂 NO_x 脱除效果与温度、停留时间等的关系, 再结合 CFD 模拟确定还原剂液滴在炉内的蒸发过程和运动轨迹, 从而选择最佳的喷射温度窗口和雾化细度, 保证最佳温度窗口的有效停留时间, 从而最大限度提高 SNCR 脱硝率, 提高还原剂利用率。

2. 先进的流场模拟技术和喷枪的合理布置。投标方的 SNCR 技术喷枪布置设计是据每台锅炉专门设计的: 首先采用 CFD 技术对炉内流场、温度场和烟气成分场进行模拟计算, 根据计算结果和 SNCR 最佳温度窗口、最佳停炉时间和雾化颗粒蒸发和运动轨迹的试验室结果确定喷枪的布置方式, 从而保证 SNCR 技术在每台锅炉上都能发挥最大效用。

3. 脱硝喷枪的技术要求。

(1) 选用特种钢材——材质具有耐酸、耐碱、耐高温 (最高耐温 1200℃)、耐磨损的特性, 经先进加工工艺制成, 具有使用寿命更长的特点。(2) 良好雾化效果——能够实现溶液瞬间雾化并完成还原反应, 确保高效脱硝, 能够满足锅炉在不同工况环境下的脱硝需要。(3) 停用防堵功能——喷枪设计停用防堵功能, 确保喷头在高温、高浓度粉尘、复、杂的气流环境中, 任何状态下不致堵塞。(4) 人性化设计——快装连接

表1 余热锅炉出口烟气排放中污染物浓度值

序号	名称	单位	设计工况	校核工况	备注
1	出口烟气流量(标湿, 实际氧)	Nm ³ /h	41032	35892	
2	出口烟气流量(标干, 11% 氧)	Nm ³ /h	35637	30557	极端情况
3	出口烟气温度	℃	~550	~550	极端温度 600℃
4	O ₂	%vol	8.98	7.31	
5	CO ₂	%vol	6.24	7.14	
6	H ₂ O	%vol	13.30	14.99	
7	HCl(标干, 11% 氧)	mg/Nm ³	5400	5400	
8	HF(标干, 11% 氧)	mg/Nm ³	1315	1315	
9	SO ₂ (标干, 11% 氧)	mg/Nm ³	4200	4200	
10	NO _x (标干, 11% 氧)	mg/Nm ³	280	280	
11	Dust(标干, 11% 氧)	g/Nm ³	6.3	6.3	

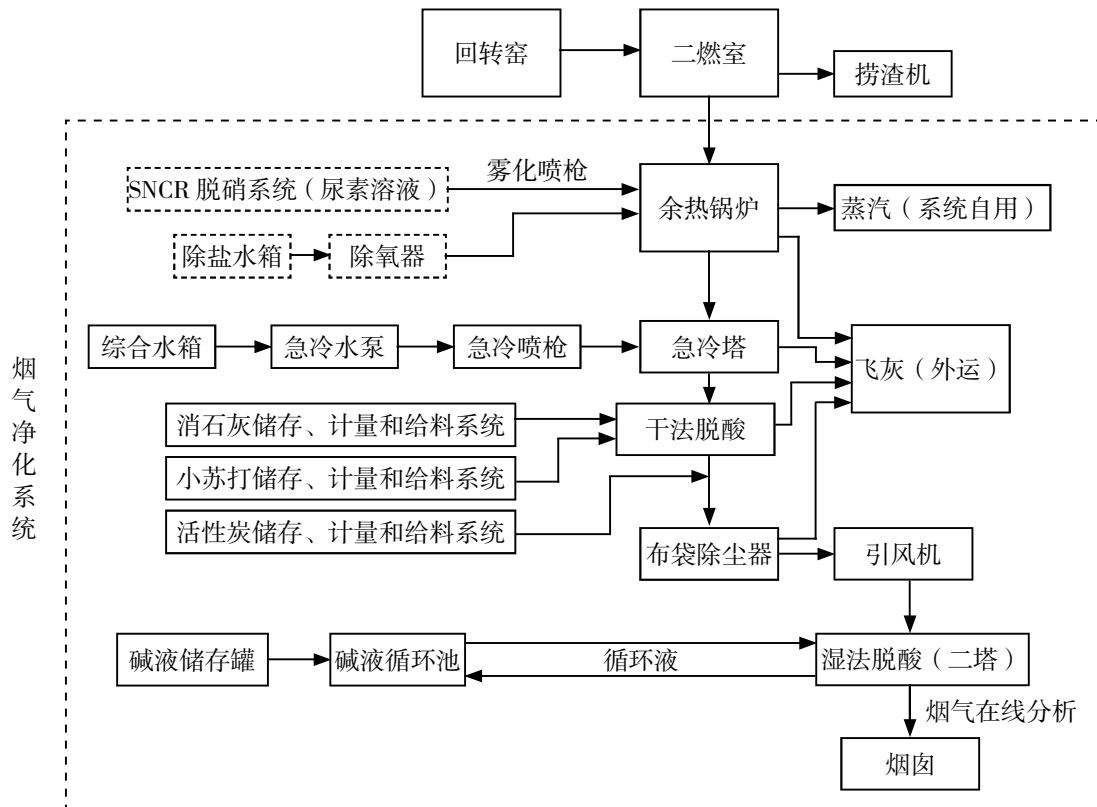


图1 某环保公司危险废物焚烧处理项目烟气净化工艺流程示意图

设置, 安装、检修方便, 运行安全可靠。

2.1.2 SNCR 系统的运行对锅炉运行的影响及相应的措施

尿素溶液滴露对锅炉产生腐蚀。本系统采取以下措施防止尿素溶液滴漏对锅炉产生影响:

1. 在喷枪下方的水冷壁上设置防腐套管, 防止

喷枪启停时部分尿素溶液滴漏在水冷壁上对水冷壁产生腐蚀。

2. 炉前尿素溶液管路上设置排空系统, SNCR 停运时排空管内的尿素溶液。

3. 运行操作上防范, 在 SNCR 尿素溶液停运时, 建议适当地开启少量压缩空气, 既可以防止尿素溶液

滴漏又可以冷却喷枪保护喷枪不堵塞。

2.2 烟气急冷塔

根据《危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范》，烟气从余热锅炉出口进入急冷系统温度在550℃左右，而二噁英类物质在200~500℃温度区间会再次生成。为了缩短烟气在该温度段的停留时间，尽量避免二噁英再生成，所以系统设置了急冷系统。即设计急冷系统入口烟气温度为550℃，出口烟气温度为200℃以下，烟气冷却时间小于1s，烟气流速为2m/s。

2.3 干法脱酸系统

在急冷塔后设置干法脱酸系统，采用一级干法反应器，同时投加消石灰和小苏打。约为190℃的急冷后烟气自下而上进入干法反应器。本系统的干法反应器为立式结构，进口设置了导流板，使烟气均匀地进入反应器内进行脱酸反应；下侧内部设有文丘里管，烟气与消石灰在文丘里入口混合，通过文丘里管的加速进入反应器，同时为保证更高的脱酸效率，在文丘里后扩散段喷入小苏打作为补充。

综合考虑，确定干法反应器直径为 $\Phi 2.4\text{m}$ ，烟气流速为5.5m/s，在脱酸塔直筒段小苏打停留时间为2s，消石灰停留时间为3s。在脱酸塔至布袋除尘器入口烟道处小苏打与消石灰停留时间均为2s，从而保证了整个系统小苏打停留时间在4s以上，消石灰停留时间在5s以上。^[1]

干式脱酸塔及布袋除尘器采取防腐蚀、防磨、防堵、防积灰和防止粘结的有关措施：

1. 焚烧物料含硫、氯、氟的最大影响是会产生对反应金属低温面的酸腐蚀和伴随而来的烟道积灰和堵塞。因此，在满足整个焚烧炉经济运行的条件下，提高脱酸效率，特别是脱除烟气中的 SO_3 的效率，以降低烟气中酸露点的温度。

2. 加强脱酸除尘系统的保温，特别是干式反应器、布袋除尘器及连接烟道的保温。保温材料选取的是性能较好的硅酸铝纤维毡并配有氟合金膜覆膜金属板作为外护板，以保证烟气温降至设计范围之内。

3. 在布袋除尘器每个灰斗底部设有专用的空气炮装置，能有效防止物料板结；而且除尘器每个下灰斗配有电加热器，用于停炉后再次启动前对布袋的预热，保证加热后的温度比露点温度高15℃以上，防止机组的启停引起温降在其露点温度之下而产生灰的粘结、堵塞。

4. 在消石灰、小苏打、活性炭等物料输送系统管道考虑采用304不锈钢材质。

5. 正确选取脱酸系统管道中的阀门结构型式。对物料输送如含有粉、灰等固体介质的管道不能选取有

碍于介质流动的结构型式的阀门。另外，保证设备如容器、料仓的制造和安装质量，不能在介质特别是固体介质流动的部位有毛刺、凹凸不平的现象，以防介质堵塞和积灰。其次在必要的地方设立人孔检修门、事故和检修放灰孔、捅灰孔。

2.4 布袋除尘系统

烟气除尘采用布袋除尘器，脉冲袋式除尘器为外滤式除尘器，即含尘气体在滤袋外，洁净空气在滤袋内，袋口向上。

除尘技术特点：

1. 布袋除尘器内部设置了预沉降室，起到预分离的作用，进一步加强布袋预收尘能力，降低了布袋的除尘负荷和磨损，提高了布袋的使用寿命。在此沉降段内，烟气与导流板相撞击，粗颗粒粉尘掉入灰斗。

2. 布袋除尘器阻力对锅炉的燃烧有重大影响，同时为保证足够高的除尘效率，布袋除尘器设计过滤风速约为0.52m/min，正常运行阻力不高于1500Pa，确保锅炉可稳定运行。布袋除尘设计效率为99.9%。

3. 本项目布袋除尘器材质选择：滤袋：100%PTFE+PTFE；袋笼：20#钢+有机硅喷涂；净气室、花板、喷吹管：316L。

基于以上分析，本项目采用布袋除尘器和钠法湿式洗涤系统控制粉尘排放，确保粉尘达标排放。

2.5 两级钠法洗涤脱酸系统

湿式洗涤采用两级钠法洗涤脱酸工艺。一级洗涤塔为降温和初步脱酸，二级洗涤塔使酸碱在低温下充分反应，主要作用为深度脱酸和除雾。洗涤塔采用气液逆流形式，烟气自下而上流动。

本项目湿法脱酸系统材质选择：湿法塔耐高温、高强度新型玻璃钢（树脂型号977S）；循环管：碳钢衬四氟材质。

采用两级钠法洗涤脱酸工艺，可以将烟气脱酸效率提高至99%以上。

3 结语

该项目焚烧系统的建成运行，将使项目所在地产生的危险废物得到有效、及时地处置，改善了周边环境，使城市环境得到可持续发展。本烟气净化工艺系统也是现阶段最科学、经济、有效的处理工艺，可满足危险废物焚烧污染控制标准要求。

参考文献：

[1] 胡文琦, 谢明, 林晓伟, 等. 危险废物焚烧及烟气处理系统研究与优化设计[J]. 广东化工, 2020, 47(13): 106-108, 112.