

# 生活垃圾焚烧发电厂烟气处理工艺的分析探讨

张晶

河北正润环境科技有限公司

DOI:10.12238/eep.v6i4.1810

**[摘要]** 随着中国社会经济的不断发展,人们的生活质量也在不断提高,各大城市内部的垃圾量也在不断增加。利用生活垃圾焚烧发电的方法解决了城市内部大量垃圾污染的问题。然而,垃圾焚烧企业产生的废气污染也比较严重,尤其是焚烧烟气和恶臭等大气污染物对周围环境的影响,因此越来越受到社会关注。如何解决垃圾焚烧发电产生的烟气污染已成为当前亟待解决的问题,而解决这一问题的关键在于烟气处理技术的选择。有鉴于此,本文以垃圾焚烧发电厂项目为背景,对其烟气污染控制技术进行了探讨。

**[关键词]** 生活垃圾; 烟气污染; 治理工艺

**中图分类号:** R124.3 **文献标识码:** A

## Analysis and Discussion on the Smoke Treatment Process of Domestic Waste Incineration Power Plant

Jing Zhang

Hebei Zhengrun Environmental Technology Co., Ltd

**[Abstract]** With the continuous development of China's social economy, people's quality of life is also constantly improving, and the amount of waste inside major cities is also increasing. The method of using domestic waste incineration to generate electricity has solved the problem of a large amount of waste pollution inside the city. However, the exhaust gas pollution generated by waster incineration enterprises is also relatively serious, especially the impact of atmospheric pollutants such as incineration smoke on the surrounding environment, which is receiving increasing social attention. How to solve the smoke pollution generated by waste incineration power generation has become an urgent problem to be solved, and the key to solving this problem lies in the selection of smoke treatment technology. In view of this, this article takes the waste incineration power plant project as the background and explores its smoke pollution treatment technology.

**[Key words]** domestic waste; smoke pollution; governance process

### 引言

在城市生活垃圾处理方面,与填埋、热解、堆肥等传统处理技术相比,垃圾焚烧处理方法相对先进,污染排放控制严格,占地面积小,能够实现能源回收,具有诸多优势,得到了广泛应用和认可。但由于人们日常生活垃圾成分复杂,焚烧过程中产生的烟气中还含有大量的一氧化碳、二氧化硫等有害气体,以及大量的重金属和二噁英类,这些有害物质排放到大气中会对人们的生活环境产生严重影响。因此,企业须对垃圾焚烧产生的烟气进行治理,排放必须符合相应的控制标准。在垃圾焚烧发电厂,通过合理应用烟气净化处理技术,可有效缓解烟气对大气污染严重的问题。

#### 1 焚烧炉烟气排放的相关标准分析

目前大多数垃圾焚烧发电厂焚烧炉烟气排放执行《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB18485-2014)及其修改单中废气

排放标准。根据《“十四五”城镇生活垃圾分类和处理设施发展规划》,在“十四五”期间,各地区应开展既有焚烧设施提标改造<sup>[1]</sup>。现在中国超低排放限值已经出台,以欧盟标准为参考确定重金属、HCl等超低排放限值,所确定的污染物排放限值都比欧盟标准低50%,其中,一氧化氮的排放限值更低,与欧盟标准相比较仅仅为40%,各项环境保护指标都比欧盟工业排放指标高。

#### 2 垃圾焚烧发电烟气排放中污染物的成因分析

生活垃圾中的有机垃圾量很大,如各种甜瓜皮、蛋壳和固体食物垃圾,以及腐烂的水果、蔬菜和海鲜市场的各种鱼虾。这些物质的一个共同特征是,它们含有蛋白质,氨基酸含量相对较高,包括元素N和S。焚烧后,这些废物释放出含有NO<sub>x</sub>和SO<sub>2</sub>的气体,这些气体会在不同程度上危害人类健康。还有一些物质,如生活垃圾中的塑料垃圾,燃烧后会释放出有毒气体,如

HCl。为了有效控制有害气体,有必要深入了解和详细分析其形成的原因<sup>[2]</sup>。

#### 2.1产生SO<sub>2</sub>的原因。

SO<sub>2</sub>形成的一个重要原因是由生活垃圾中的硫含量引起的高温环境。SO<sub>2</sub>被氧化并释放到空气中,对自然环境产生有害影响。在一定条件下,硫化氢氧化后形成SO<sub>2</sub>。如果周围地区的SO<sub>2</sub>浓度过高,酸雨会对房屋、建筑物和植物产生负面影响。

#### 2.2二噁英类的机理分析

二噁英的全名为多氯二苯并二噁英(PCDD)和多氯二苯并呋喃(PCDF)。其中由两个氧原子键合并被两个氯原子取代的苯环是多氯二苯并二噁英;多氯二苯并呋喃(PCDF)是通过将一个氧原子连接到两个被氯原子取代的苯环而形成的。每个苯环可以取代1-4个氯原子并形成许多异构体,包括210种化合物,包括75种多氯二苯并对二噁英异构体和135种多氯二苯并对呋喃异构体。二噁英是一种亲脂性物质,非常稳定,高熔点,不溶于水,溶于大多数有机溶剂。无色无味,容易在体内积聚<sup>[3]</sup>。

垃圾焚烧过程中产生二噁英类的方式有两种:一是焚烧过程中形成,在垃圾焚烧过程中,如果局部供氧不足,则易形成二噁英类;二是焚烧以后形成,在有金属催化剂存在和一定温度(250~400℃)的条件下,焚烧烟气中可再次形成二噁英类。当温度为340℃左右时,各类二噁英类生成比率随温度上升而降低;当温度达到850℃,至少停留2秒,氧浓度大于20%时,二噁英类物质可完全分解为CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O。

#### 2.3产生HCl的原因

垃圾经焚烧处理后,含有元素氯的有机化合物被分解生成HCl。这种现象的主要原因是燃烧不完全。生活垃圾中所含的无机化合物含有氯化元素,HCl在高温环境中通过化学反应产生。这种化合物释放到空气中,对环境有很大影响,因为它会溶解在水中并刺激呼吸道,对人体健康产生不利影响。

#### 2.4产生NO<sub>x</sub>的原因

生活垃圾含有大量有机物,在燃烧过程中,氮和氧发生化学反应,形成氮氧化物。当这种化合物的量累积到一定程度时,会形成酸雨,给人体带来不适,也会对植物造成一定的伤害。

### 3 生活垃圾焚烧发电厂烟气处理工艺的分析

#### 3.1酸性气体治理措施

物料在焚烧过程产生烟气中的酸性气体为SO<sub>2</sub>、HCl等,酸性气体去除技术主要分为三种类型:干法脱酸、半干法脱酸和湿法脱酸。干法脱酸主要采用碱性固体粉末与酸性气体发生中和反应;湿法脱酸使用液体喷淋与酸性气体反应,产生沉淀,从而达到消除酸性气体的目的;半干法脱酸过程介于干法脱酸和湿法脱酸之间,吸收剂在液态与酸性气体反应,在干燥状态下处理反应产物。其中,干法的去除效率较差,去除率约为50%~80%,湿法去除HCl和SO<sub>2</sub>超过80%,半干法去除90%以上的HCl和SO<sub>2</sub>,应用广泛。

半干法脱酸技术的应用主要是采用高性能雾化器将石灰浆喷洒到吸收塔中,半干法脱酸技术在应用中具有良好的雾化效果,

废气可以与吸收液有相对充分的接触,不仅有助于降低废气温度,而且有效吸收内部酸性气体,消除内部分布的固体颗粒。喷射石灰浆后,其中所含的水蒸发,以减少产生的废水量。半干法脱酸工艺中,处理装置相对简单,产生相对较少的废水,并且实施成本低廉。然而,雾化喷嘴在应用中容易堵塞,发电厂必须密切关注这一问题,并积极采取有效措施解决这一问题。

#### 3.2烟气脱硝治理措施

烟气中的NO<sub>x</sub>主要由NO和NO<sub>2</sub>组成。传统的化学吸收方法往往效率低下,应优先控制废物焚烧,以抑制氮氧化物的产生。最常见的方法是选择性非催化还原(SNCR)和选择性催化还原(SCR),其中最常选择非催化还原法(SNCR)。

选择性非催化还原(SNCR)是将还原剂(如氨或尿素)引入焚烧炉燃烧区的特定温度范围(通常在800至1000℃之间)并使用还原剂将NO<sub>x</sub>还原为N<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O分子的过程。SNCR技术不需要催化剂,其投资和运行成本比SCR低,然而,必须将还原剂添加到最佳反应温度范围内,该脱硝效率可达到70%。选择性催化还原法(SCR)是一种燃烧后控制技术,与SNCR中发生的化学反应相似,但根本区别在于在SCR中使用金属氧化物催化剂。在催化剂的作用下,通过注射氨或尿素(NH<sub>3</sub>/NO=1:1,摩尔比),使NO<sub>x</sub>被催化还原为N<sub>2</sub>,催化剂一般为TiO<sub>2</sub>-V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。该系统设备复杂,为了达到SCR还原反应所需的温度,烟气必须在进入SCR反应器之前进行加热。SCR技术由于使用了催化剂,其脱硝效率一般较高,可以达到60%,但是该系统比较复杂,催化剂价格昂贵,适用于NO<sub>x</sub>排放浓度非常严格的地区。

#### 3.3颗粒物治理措施

焚烧炉粉尘控制可采取多种形式,如静电分离、过滤、离心清洗和湿清洗。目前应用广泛的为袋式除尘器。

袋式除尘器过滤过程如下:首先将固体颗粒过滤出布袋外部,并捕获形成滤饼。滤尘器中过量的反应物继续与烟气中的酸性气体反应,从而提高分离效率,在重力和压缩空气注入的作用下,灰尘落入集尘器的灰斗容器中,集尘器配备有导电装置以防止飞灰黏附。飞灰通过旋转灰排放阀,然后排放到灰输送系统中。结合除尘袋的压降值,可以确定除尘器的除尘情况,然后计算压降值。滤袋应及时清洗,直到压力降至适当水平。该系统还具有离线灰斗清洁功能:当一个隔间关闭进行维护时,它与烟雾完全隔离(其他隔间仍正常工作),并进行灰斗清洗。除尘器可从料斗中收集灰尘,设计中应充分考虑除尘过程,以避免灰尘积聚。在漏斗壁上安装气枪可防止灰漏斗下垂,并防止甲板堵塞。

滤布拟采用过滤材料(PTFE)薄膜过滤器用薄表面取代传统的主过滤器,使其孔径光滑薄薄,从而确保有效的粉尘清洁。由于薄膜本身具有低表面摩擦系数、疏水性、耐热性和耐化学性,因此过滤材料具有优异的附着效果。PTFE具有耐高温、耐腐蚀、抗氧化、强度高、耐磨损的特点,有出色的过滤效率,运行温度为260℃~280℃,除尘效率达99.99%以上,有良好的阻燃性、绝缘性、隔热性和光稳定性,且摩擦系数低、粘附性小易于清洗,

是国内外垃圾焚烧炉袋式除尘器常用滤料。

### 3.4 重金属治理措施

烟气中的重金属主要是气体或吸附的。当烟气冷却时, 气体部分转化为固体或液体颗粒, 或在飞灰表面凝结。垃圾焚烧发电厂脱除重金属采用“活性炭喷射吸附+袋式除尘器”组合工艺。在袋式除尘器之前采用半干法除酸净化工艺, 同时压缩空气输送活性炭到除尘器前的管道中, 当烟气通过活性炭注射装置和袋式过滤袋时, 因为过滤袋和活性炭粉末附着大量的石灰层, 重金属将被吸附并逐渐聚集于该粉尘层上, 随即从烟气去除。活性炭吸附和袋式除尘器的组合应用可以有效提高重金属处理效果, 去除烟气中约90%的重金属杂质, 处理效果明显。此外, 为了确保烟气中重金属的有效处理, 袋式过滤器必须定期清洗, 并配备自动活性炭测量和喷雾设备, 以确保活性炭投加量的准确性和科学性, 从而提高重金属杂质的处理效率。

### 3.5 二噁英类治理措施

垃圾焚烧发电厂采用“活性炭喷射+布袋除尘器”的工艺脱除二噁英类, 该技术措施成熟可靠, 系统简便, 尤其是活性炭喷射和袋式除尘器去除, 可使活性炭在管道与滤袋上与烟气中的二噁英类充分接触, 进行吸附去除; 活性炭的用量根据焚烧线烟气量进行控制<sup>[4]</sup>; 根据3T+E处理原则控制二噁英类的排放。3T+E中, 3T指的是Temperature、Time和Turbulence, E指Ex-cesssoxygen(过量空气量)。具体指高温(850~1000℃)焚烧, 烟气停留时间超过2s, 以及较大的湍流程度, 结合适当的过量空

气量, 可防止大量生成二噁英类。

## 4 结束语

如今人们的生活质量越来越高, 生活垃圾的产生量也在逐渐增加。如果未能科学有效地处理生活垃圾, 将严重影响环境质量, 也会威胁居民的健康。垃圾焚烧发电厂使用的主要原材料是生活垃圾, 垃圾焚烧产生各种有毒有害气体, 应采取有效的技术措施加以处理。在生活垃圾焚烧发电过程中, 烟气污染控制技术需要不同处理方法的有效结合, 针对不同污染源采取有针对性的去除和吸附处理, 有效降低烟气中污染物的排放浓度, 为人们创造一个更健康的生活环境。

### [参考文献]

- [1]高学宇. 浅析垃圾焚烧发电厂循环流化床焚烧炉改造炉排型焚烧炉技术方案[J]. 节能与环保, 2022, (10): 52-54.
- [2]岳侃侃. 生活垃圾焚烧发电厂大气特征污染物及其防治措施[J]. 山西化工, 2019, 39(6): 129-131.
- [3]刘先荣. 生活垃圾焚烧发电厂烟气污染治理技术探究[J]. 节能与环保, 2019, (10): 76-78.
- [4]张力. 垃圾焚烧发电厂烟气净化工艺探讨[J]. 资源节约与环保, 2018, 36(5): 134-137.

### 作者简介:

张晶(1989—), 女, 汉族, 河北石家庄人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 环境保护。