

# 垃圾焚烧发电厂飞灰稳定化螯合工艺分析

王洪乾 王效国 刘殿甲 郭 栋 张肇元  
天津市生态环境监测中心 天津 300000

**摘要:** 为解决垃圾焚烧发电厂飞灰污染问题, 本文对飞灰螯合工艺展开研究, 阐述了垃圾焚烧飞灰的特性和飞灰螯合工艺的特点。分析了垃圾焚烧发电厂飞灰螯合工艺流程和二次螯合工艺流程。最后基于发电厂氨气去除和飞灰与螯合物定期检测的重要性, 对氨气去除工艺和定期检验流程进行了分析, 以期为相关人员提供参考。

**关键词:** 垃圾焚烧; 螯合剂; 螯合工艺

## Analysis on Stabilization and Chelation Process of Fly Ash in Waste Incineration Power Plant

Hongqian Wang, Xiaoguo Wang, Dianjia Liu, Dong Guo, Zhaoyuan Zhang  
Tianjin Ecological Environment Monitoring Center, Tianjin 300000

**Abstract:** In order to solve the problem of fly ash pollution in waste incineration power plant, the fly ash chelation process is studied, and the characteristics of waste incineration fly ash and fly ash chelation process are expounded. The process flow of fly ash chelation and secondary chelation in waste incineration power plant are analyzed. Finally, based on the importance of ammonia removal and periodic detection of fly ash and chelates in power plant, the ammonia removal process and periodic inspection process are analyzed in order to provide reference for relevant personnel.

**Keywords:** Waste incineration; Chelating agent; Chelation process

### 引言:

社会的飞速发展, 进一步提高了人们的生产、生活水平, 而这也导致用电需求和生活垃圾的不断增长。随着垃圾焚烧发电厂的不断发展, 其利用生活垃圾来生产电力的方式不仅有效缓解了垃圾产生与消纳的矛盾, 而且也满足了人们日益增长的用电需求。但是垃圾焚烧产生的残余物属于有害物质, 不仅会造成环境污染, 而且也会危害人们的身体健康。

### 1、垃圾焚烧飞灰特性

#### 1.1 含水率

发电厂垃圾焚烧产生的飞灰主要利用排放装置和烟气净化装置进行收集, 通常收集的飞灰中也会存在砂砾等杂物, 经过筛选后可以得到不含杂质的飞灰。由于飞灰是在垃圾焚烧过程中产生的, 其在高温环境中水分会蒸发, 因此其含水率通常在0.09% ~ 30.24%之间, 大部分的飞灰含水率通常都低于10%。随着飞灰存放的时间延长, 其会从空气中吸取水分, 因此其存放的时间越长, 其含水率也会得到一定程度的提高<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 飞灰颜色

飞灰通常为深灰色、灰色、棕色和白色, 大部分的飞灰表面颜色呈现出灰色, 这主要由垃圾焚烧程度所决定。通常情况下, 垃圾在焚烧过程中焚烧炉较低的垃圾产生的灰色灰黑色, 焚烧率较高的垃圾产生的飞灰为灰白色。

### 2、飞灰螯合工艺流程

在发电厂垃圾焚烧过程中收集飞灰, 其中原灰利用一级贮仓存储飞灰; 经过多次净化并传输至螯合车间的飞灰存储于二级贮仓中。

#### 2.1 飞灰螯合固化处理

首先, 施工人员需要根据飞灰质量配比要求, 将参数输入控制终端中, 其次利用卸灰阀将生产水、螯合剂和飞灰搬运到计量斗上, 并按照水: 螯合剂: 飞灰=285: 35: 1000的比例将其加入到混炼机中, 最后进行搅拌混合均匀并利用叉车将其运到储存进行暂存。然后由实验人员抽取样本对其进行检测, 待样本检测结果符合垃圾填埋标准后, 由工作人员将存储的飞灰利用叉车

将其搬运到专用车辆上,然后运输至垃圾填埋场对飞灰进行填埋。如果在飞灰填埋之前有相关部门进行抽检时,则需要将飞灰暂存到储存库中,由检验人员进行检验并合格后才能够进行转运并填埋。如果飞灰无法达到填埋标准则需要采取二次整合工艺对飞灰进行二次处理<sup>[3]</sup>。

## 2.2 飞灰转运和填埋

运输飞灰的车辆必须具备运输资质并由驾驶资格证的人员进行运输,在飞灰装车完毕后,工作人员需要对飞灰包装袋、危废标签等进行检查。对于飞灰整合物的运输流程主要采用五联单运输模式,对于飞灰整合物的运输、产生、接收等相关文件归档留存,然后由发电厂将其报送至相关环保部门,以此来保证飞灰的可追溯性。

运输车辆将飞灰运输到垃圾填埋场后需要将其存储到专用库房中,然后利用吊机将其搬运到填埋区域进行处理,最后由作业人员利用推土机将坑洞填平,并进行覆膜处理<sup>[4]</sup>。

## 3、二次整合工艺

### 3.1 二次整合的重要性

由于飞灰中含有的重金属较多,并且飞灰整合物检验存在一定的滞后性,可能会存在飞灰重金属不达标的情况。当飞灰整合物检验不达标时,工作人员需要立即启动应急处理方案,并根据先关要求将存放于仓库中的整合物进行二次整合、检验、暂存等。只有整合物检验达标后才能够进行搬运和填埋。因此二次整合在整个飞灰处理过程中具有重要作用,其可以进一步减少飞灰整合物的污染性。

### 3.2 二次整合流程

首先,将不合格的整合物放入混炼机中,利用电动葫芦将不合格的整合物放入料斗中进行破袋,其次将破碎的整合物放入斗提机中,提升至一定高度后将整合物放入刮板机中,将整合物运输至称重斗中。最后称重漏斗装满后将整合物放入混炼机中再次进行处理,处理完成后对整合物进行打包并存储与仓库中,由检验人员对整合物进行抽样检验,待检验合格后将整合物运输至填埋场进行处理。

### 3.3 二次整合的效益

二次整合的主要目的是对检验不合格的整合物进行二次处理,该方法能够集中、规范的对不合格的整合物进行统一处理。与第一次整合工艺不同的是,二次整合工艺在飞灰进入混炼机前需要利用振捣设备对结块的飞灰进行破碎处理,避免了整合物结块无法充分搅拌均匀和堵塞传输管道的问题。此外,将一次整合设备与二次整合设备进行结合,不达标的整合物可以进入一次整合

设备中的计量装置中并直接进入混炼机中,不需要再增加混炼机和计量装置,不仅节省了购置设备的成本和占地面积,而且也实现了二次整合,对于提高发电厂经济效益具有重要作用。另外,增加二次整合设备有利于进一步完善发电厂飞灰整合系统,当整合物检验不合格后,便可以直接进行二次整合处理,解决了整合物不合格无法处理的问题。

## 4、飞灰氨气治理

### 4.1 氨气治理的重要性

飞灰经过整合固化处理后需要进行打包并暂存于储藏库中,由检验人员进行检验并合格后才能够运输至填埋场。通常情况下,飞灰整合固化后有企业内部进行检验需要两天才能够拿到检验结果,而由政府部门进行检验则需要7天之后才能够拿到检验结果。在飞灰整合物存放过程中其会产生氨气,整合物堆放的时间越长,其产生的氨气也越多,氨味也越重。因此为保证电厂工人和车间人员的身体健康,以及避免腐蚀设备等,需要利用除氨装置对储藏库中的氨气进行处理,以保证人员的健康和设备的正常运行。

### 4.2 除氨工艺

电厂在焚烧垃圾过程中主要采用洗涤方式对氨气进行处理。首先,利用洗涤风机和管道将整合物存储库和生产车间中的氨气进行密封收集,然后将其放入洗涤塔中清洗,以此来去除空气中的氨气。其次,将洗涤塔中的除盐水进行过滤,并将其导入至除盐水箱中,然后利用水泵将除盐水导入垃圾焚烧系统进行循环利用。最后,由检验人员对车间和储存库中的氨气浓度进行检验,如果检验不合格则需要再次进行上述步骤重新去除空气中的氨气。

## 5、飞灰定期检验

### 5.1 飞灰定期检验的重要性

垃圾在焚烧过程中会产生毒性较强的重金属污染物以及二噁英物质,因此垃圾飞灰属于危险废物。在垃圾焚烧过程中如果想要做到无害化处理,不仅需要飞灰进行整合固化处理,使其达到填埋标准,而且也需要对飞灰中的有害物质有一定的了解。

### 5.2 飞灰中重金属物质

垃圾在焚烧过程中其重金属物质总量不会出现变化,在焚烧完成后,重金属都存在于飞灰和炉渣中。通常情况下,垃圾焚烧后的炉渣不含有害物质,而飞灰中则含有大量的二噁英和重金属有毒物质,飞灰中重金属物质含量和成分与垃圾污染特性有着直接的关系。

垃圾飞灰中主要存在的重金属物质包括Ni、Zn、

Cd、As、Se、Hg、Pb、Cr、Cu等，重金属来源如表1所示。

表1 飞灰中重金属来源

重金属	来源
Cd	半导体、杂草、报纸、电池、塑料、颜料
Cr	木块、塑料、鞋跟、报纸、杂草等
Pb	木块、橡胶、报纸、织物、塑料等
Hg	电池、温度计、电器、报纸等
Cu	纸张、塑料、木块等

从表1中可以了解到，飞灰中存在的重金属成分与含量与垃圾的种类有直接的关系。在实际工业生产中，会存在工业垃圾混入生活垃圾的情况，而这也造成了垃圾污染。因此想要减少垃圾中的重金属含量，首先需要相关部门严格管理和控制垃圾的排放和回收，其次科学处理工业垃圾和生活垃圾，避免出现交叉污染的情况。

### 5.3 飞灰定期检测流程

在飞灰定期检测可以由垃圾焚烧发电厂独立进行检测或者通过第三方机构进行检验。飞灰定期检验主要对飞灰中的Be、Cr、Ba、Se、Pb、Hg、Cu、As、Ni、Zn、Cr(VI)、Cd等12中重金属物质以及物质含水率进行检验，并且飞灰检验次数每周不得少于2次。在飞灰重金属含量检验过程中，首先检验人员需要取适量的飞灰，并将其放入烧瓶中。其次利用蒸馏水进行溶解，并加入螯合剂进行搅拌。最后在室温下当代飞灰固化，然后制样分析。

### 5.4 飞灰螯合剂使用要点

飞灰螯合剂的使用量通常取决于飞灰中重金属的含量，针对飞灰中金属含量的不同，需要改变飞灰螯合固化混炼比例。由于飞灰中有害物质的检测存在滞后性，一般需要两天左右才能够拿到检验结果，因此工作人员无法及时根据检验结果调整螯合剂添加比例。对于这一问题，垃圾焚烧发电厂可以参考飞灰重金属定期检验报告，同时对检验报告进行统计，并结合工作经验制定出科学、合理的螯合剂使用方案。

由于报纸、木块、橡胶、塑料等生活中常见的杂物

中都含有Pb重金属，因此垃圾焚烧产生的飞灰中Pb重金属含量相对较高。在制定飞灰螯合剂投入比例过程中，可以针对Pb重金属含量来调整螯合剂配制比例。例如，在螯合剂投入比例为3.5%时，在螯合物检验过程中，如果连续两次检验结果中螯合物中Pb重金属含量超过0.2mg/L；飞灰检验定期检测过程中，如果连续两批飞灰中Pb重金属含量超过30mg/L，则需要将螯合剂投入比例增加到3.8%。在螯合剂投入比例为3.8%时，如果螯合物连续两次检验结果Pb重金属含量超过0.2mg/L，或者在飞灰检验过程中，连续两批飞灰中Pb重金属含量超过30mg/L，则需要将螯合剂投入比例增加到4%。如果仍存在Pb重金属含量超标的情况，则需要按照4%、4.2%、4.4%、4.6%、4.8%的比例不断增加螯合剂投入比例，直至螯合物和飞灰中Pb重金属含量符合垃圾填埋标准为止。

## 6、结论

综上所述，飞灰螯合工业作为垃圾焚烧发电厂常用的一种污染防治措施，其在工艺上具有可行性，在原有的螯合系统中增加二次螯合设备能够有效解决检验不合格的螯合物，进一步降低了螯合物的污染性。本文分析了垃圾焚烧飞灰的特性和飞灰螯合固化的特点，重点研究了垃圾焚烧发电厂飞灰螯合工艺流程，通过增加二次螯合设备，进一步提高了螯合物的合格率。

### 参考文献：

- [1]杨彦，孔昭健.螯合剂处理生活垃圾焚烧飞灰的稳定化技术研究与实践[J].有色冶金节能，2019，35(4)：5.
- [2]常威，蒋旭光，邱琪丽，等.螯合剂与水泥协同稳定垃圾焚烧飞灰中的重金属[J].2021(2015-12)：6019，6026.
- [3]林锦棠，刘贝，邹振裕.飞灰稳定固化改造及应用效果分析——以某医废厂为例[J].广东科技，2021，30(9)：4.
- [4]朱子晗，陈卫华，华银锋，等.垃圾焚烧飞灰重金属药剂稳定化研究进展[J].化工进展，2021，40(11)：11.