

## 生活垃圾焚烧协同处理处置市政生活污水厂污泥研究

随着工业水平和人民生活水平的不断提高，污水处理量逐渐增加，导致污水厂污泥量也显著增多。污泥中含有大量的微生物和有害成分，如果不能对其进行有效的处理和处置，容易对水体、大气及土壤环境造成污染。因此，需要采取合适的技术对污水厂污泥进行有效处理和处置。

利用生活垃圾焚烧厂来对污水厂污泥与生活垃圾进行协同处置，可有效解决污泥热值低、投资及运行成本高等问题，实现污泥的减量化、无害化和资源化利用，具有重要的应用价值和前景。文章对污泥焚烧的原理和过程进行了阐述，并分析了影响污泥焚烧的主要因素，希望能为污泥焚烧的处置提供指导。

随着工业水平和人民生活水平的不断提高，产生了越来越多的工业废水和生活污水，传统的水处理工艺通常是采用活性污泥的生物处理技术，在处理过程中不可避免地产生大量的剩余污泥，并且随着废水量的不断增大，污泥量也显著增多。

如果将生活垃圾焚烧厂应用于污泥的焚烧，可以有效地避免这些问题，及节约资源，具有很好的应用价值和前景。污泥的焚烧技术通常容易受到污泥自身性质和停留时间、焚烧温度、空气等工艺条件影响，需要设置合适的焚烧条件，实现污泥处置。

### 1 污泥焚烧的基本原理

污泥焚烧是利用燃烧过程对污泥进行处理。燃烧过程指将可燃物和氧气等氧化剂进行混合接触，在特定温度条件下发生的具有发光和发热效应的剧烈氧化反应。这个过程伴随着化学反应、流动、传热传质等多个物理化学过程。下面从固体废物焚烧过程和污泥焚烧过程对污泥焚烧的基本原理进行阐述。

#### 1.1 固体废物焚烧过程

一般固体燃烧通常由热分解、熔融、蒸发化学反应等传热传质过程所组成。可燃物质存在3种不同的燃烧方式。固体废物的可燃成分复杂，因此，其燃烧也是蒸发燃烧、分解燃烧和表面燃烧的综合过程。根据固体废物在焚烧炉中的实际焚烧过程，可以划分为干燥过程、热解与燃烧过程和燃尽过程3个阶段。

1)干燥过程。该过程是利用燃烧室的热能，将固体废物表面的附着水和固有水发生气化而使得固体废物脱水干燥。干燥时间随着固体废物的含水量增加而延长，消耗的热能也就越多，造成焚烧炉温度的下降，对整个焚烧过程产生的影响越大。

2)热解及燃烧过程。固体废物中的可燃部分在焚烧炉中高温作用下会发生热解，生成各种烃类等气态可燃物和碳等固态可燃物。这些热解生成的气态和固态可燃物在高温条件下与氧气接触，如果达到着火点就会发生燃烧。固体废物的焚烧是气相燃烧和非均相燃烧的混合过程，过程较为复杂。

3)燃尽阶段。指生成的可燃物在焚烧阶段进行了强烈的发热、发光燃烧过程以后，参与反应的可燃物质浓度减少，逐渐反应生成惰性物质如二氧化碳、水及固态灰渣的过程。

#### 1.2 污泥焚烧的基本过程

污泥的焚烧主要是污泥中的有机成分被燃烧氧化的过程。污泥与生活垃圾协同处置在850~950℃的高温条件下，与氧气接触发生热解过程和燃烧过程。在这个过程中，污泥中的C、H、S等元素发生氧化反应，释放出大量的热能，并实现了污泥的减量化、无害化和资源化。与固体垃圾燃烧过程类似，污泥的焚烧过程主要分为污泥干燥、焚烧过程和燃尽过程三个阶段。

污泥焚烧是一个传质、传热的复杂过程，因此，污泥燃烧的三个阶段存在着交互和穿插。如将污泥送入生活垃圾焚烧炉的过程中，有些污泥在燃尽阶段，有些污泥在燃烧阶段，而有些污泥刚刚处于干燥阶段。

此外，同一个污泥颗粒也会出现内部和外部燃烧程度的差异，如颗粒外部燃尽而内部才发生干燥或焚烧过程。下面对污泥焚烧的3个阶段进行分析和阐述。

1)干燥阶段。污水厂污泥经过机械脱水后仍然含有较高的水分，将污泥和生活垃圾混合加入到焚烧炉中，利用生活垃圾燃烧产生的热能，对污泥进行脱水干燥。从污泥投入到焚烧炉到污泥开始燃烧的阶段均属于干燥阶段。

水分在高温作用下，发生气化并以蒸汽的形式排出，气化过程吸收很多的热能，会导致炉内温度下降。干燥时间随着固体废物的含水量增加而延长，消耗的热能也就越多，也会造成生活垃圾焚烧炉的温度下降越多，对整个焚烧过程的影响也就越大。

如果污泥的含水率过高，在干燥过程中就会导致焚烧炉炉温显著下降，可能会导致燃烧过程难以发生。因此，需要对污泥的含水率进行控制。

2)焚烧阶段。污泥完成了干燥之后，与氧气接触，且炉内温度高于其着火点时，就会开始燃烧，进入焚烧阶段。首先，在有氧气条件下，污泥中的有机成分发生强氧化还原反应，主要是碳、氢、硫等元素发生燃烧氧化反应。

在完全燃烧的情况下，碳与氧气发生反应转化为二氧化碳，氢元素与氧气发生反应转化为水，硫元素与氧气发生反应转化为二氧化硫。碳可与水反应生成一氧化碳和氢气，此外，一氧化碳与水反应也会生成二氧化碳和氢气。

其次，在氧气缺乏的条件下，有机物可以在高温条件下发生热解反应，出现化学键的断裂，分解成一氧化碳、甲烷及氢气等可燃性气体和单质碳等可燃性固体。污泥干燥后其中含有大部分含碳化合物会在高温条件下先发生热解反应，生成一氧化碳、甲烷及氢气等可燃性气体和单质碳等可燃性固体，这些气体再发生焚烧反应。

3)燃尽阶段。污泥在焚烧过程中，可燃成分会逐渐减少，当可燃成分消耗殆尽时，就会到达燃尽阶段，污泥中可燃成分最终转化为惰性的二氧化碳、水和灰渣。实现了污泥的减量化、无害化和资源化。

## 2 污泥焚烧的影响因素

污泥焚烧过程主要受到两方面条件的影响，一个是污泥自身的性质，另一个是焚烧条件，包括停留时间、炉内温度、空气含量等工艺条件。

### 2.1 污泥自身性质对其焚烧的影响

#### 2.1.1 污泥水分对焚烧的影响

污泥的含水量对其焚烧影响较大，污泥中的水分越高，污泥的热值越低，气化过程消耗的热能越多，污泥干燥所需的时间越长，生活垃圾焚烧炉的热效率显著降低，对生活垃圾焚烧发电效益的影响就越大。

近年来随着人们生活水平的提高，生活垃圾热值不断升高，原来基于低热值生活垃圾设计的焚烧炉越来越不能适应高热值生活垃圾的处理，恰好可以通过污泥含水量来调节入炉生活垃圾的热值，使其控制在一定范围内，从而保证生产的平稳运行。

但如果污泥的含水率过高，在干燥过程中又会导致焚烧炉炉温显著下降，甚至可能会导致燃烧过程难以发生。因此，合理控制污水含水量，同时又兼顾经济性，需要采取合适的污泥脱水技术将污泥的含水率控制在适合与生活垃圾协同处理的范围内。

#### 2.1.2 污泥热值对焚烧的影响

污泥的热值也对焚烧效果起到一定的决定作用。污泥中可燃成分主要是指有机物和挥发性气体，当污泥中有机物和挥发性成分的含量增加时，污泥的热值就会随之增加。污泥中有机物及挥发性物质等可燃成分含量较大时，会获得较高的热值，焚烧越容易进行，焚烧过程进行的也越彻底，焚烧效果就越好。当污泥中的可燃成分一定时，污泥的含水率越高，单位污泥的热值越低。

### 2.2 焚烧工艺条件的影响

#### 2.2.1 停留时间

污泥的焚烧过程主要包括污泥干燥、焚烧过程和燃尽过程三个阶段，污泥的停留时间理论上要长于这三个阶段花费

的总时间，同时还要满足固体废物在燃烧室中有足够的停留时间，以保证达到完全焚烧。总体上来说，停留时间越长，污泥的焚烧越彻底，但是考虑到经济性的问题，需要测定污泥合适的焚烧停留时间，以便能在完全焚烧的前提下尽可能减少停留时间。

### 2.2.2 温度

燃料只有达到着火温度(又称起燃点)，才能与氧反应而燃烧。着火温度是在氧气存在下可燃物开始燃烧所必须达到的最低温度，因此，燃烧室温度必须保持在燃料起燃温度以上。污泥与生活垃圾协同处置的焚烧温度一般控制在850~950℃。

### 2.2.3 空气的混合程度

焚烧炉中氧气的含量越高，与污泥的混合程度越均匀，污泥的燃烧速度越快，燃烧效果越好。在实际焚烧中，常用实际空气量与理论空气量的比值过剩空气系数来表示燃烧固体与空气的混合程度。为了使污泥燃烧完全，在实际焚烧过程中，往往采用二次送风，送入比理论空气量更多的助燃空气量，以提高焚烧炉中的流场湍流度，改善传质与传热效果。但如果助燃空气过剩系数太高，会导致炉温降低，影响生活垃圾与污泥协同焚烧的效果。

## 3 结语

污泥焚烧技术可以实现对污泥的减量化、稳定化、无害化和资源化，在污水厂污泥处理方面具有较好的应用前景。但是污泥的热值较低，如果单独进行焚烧会耗费大量的燃料，建设用于污泥焚烧的焚烧厂需要较大的投资和运行成本。如果将生活垃圾焚烧与污泥协同处置，可以有效地避免这些问题，同时又有利于调节生活垃圾的入炉热值，有效地利用和节约了资源，具有很好的应用价值和前景。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/147990.html>