垃圾焚烧锅炉烟气污染物控制与处理

:[垃圾焚烧发电](http://huanbao.bjx.com.cn/zt.asp?topic=%c0%ac%bb%f8%b7%d9%c9%d5%b7%a2%b5%e7)就是利用特殊的[垃圾焚烧锅炉](http://huanbao.bjx.com.cn/zt.asp?topic=%c0%ac%bb%f8%b7%d9%c9%d5%b9%f8%c2%af)设备， 以居民产生的生活垃圾和工业行业产生的工业垃圾为燃料进行焚烧 ，对这些燃料焚烧处理的同时，利用燃烧产生的热量转化为汽轮发电机的动力以供发电的一种新型发电方式 。由于这种焚烧发电处理方式具有“三化”(减量化、无害化 、资源化)，以及对环境与社会具有一定的效益，所以[垃圾焚烧发电行业](http://huanbao.bjx.com.cn/zt.asp?topic=%c0%ac%bb%f8%b7%d9%c9%d5%b7%a2%b5%e7%d0%d0%d2%b5)在近年来得以快速发展。

我国的城市生活垃圾与发达国家相比，水份含量高，热值低， 组分随季节变化大。如何使垃圾焚烧产生的二次污染物得到有效的控制与处理，使其达标排放，是关系到民生、环境的一个长久性的研究话题。我们今天就从这些排放污染物的生成机理、炉内控制、后期处理来探讨下如何尽可能实现排放指标的最小化。

**生成的主要污染物有哪些**

垃圾成分中含有与碳 、氢 、氧、氮 、硫 、磷元素有关的化合物，同时还含有与卤素成分有关的化合物，这些物质在燃烧过程中会与与空气中的氧气发生反应, 进而产生多种有害污染物 ,垃圾焚烧污染物存在的形式及数量与垃圾焚烧条件和烟气净化系统紧密关联。

生成的污染物主要包括垃圾焚烧所产生的飞灰(粉尘)、有毒物质二噁英、Hg 等重金属以及HCl、SO x 、NO x 、HF、CO 等有害气体。

**污染物生产机理**

1、氯化氢HCL

HCl 产生源自垃圾中的有机氯化物与无机氯化物 :(1)含氯有机物如 PVC 塑料 、橡胶 、皮革等高温燃烧时分解;(2)大量的无机氯化物NaCl、MgCl 2 等与其它物质反应生成。它们的反应式如下：

2MClx +xH2O→xM2/xO+2 xHCl;

H2O+2NaCl+SO2+0.5O2 →Na2SO4+2HCl;

(CH2CHCL)n+O2→CO2+CO+H2O +HCL;

2NaCL+SO2 +O2 →Na2SO4+CL2;

这是垃圾焚烧炉烟气中HCl 的主要来源 。HF则是由含氟塑料燃烧产生。

2、二氧化硫SO2

二氧化硫生成是由垃圾中含硫化合物焚烧时氧化所形成的 , 当以含硫煤煤或者燃油助燃垃圾焚烧也会SO2也会产生。SO2在空气和阳光作用下会形SO3 并经雨水冲淋而形成酸雨 。其反应方程式为 :

S+O2→SO2 ;

2SO2+O2→2SO3;

SO3+HO2→H2SO4。

3、氮氧化物NOx

垃圾焚烧产生的 NOx，主要来源于垃圾中的有机氮化物。在炉内高温燃烧时，这些有机氮化物先热解生成 N 、CN 、HCN 等中间产物, 再与氧气产生 NOx。

4、二噁英

一般认为在存有氯和金属存在的条件下，有机物燃烧会产生二 英，医疗废弃物,生活垃圾，农作物秸秆焚烧也会产生二 英。垃圾焚烧过程中二英有 3 种来源：①从原生垃圾中来;②垃圾焚烧中产生;③在燃烧尾部烟气中再合成。

**污染物控制与处理**

1、从源头抓起

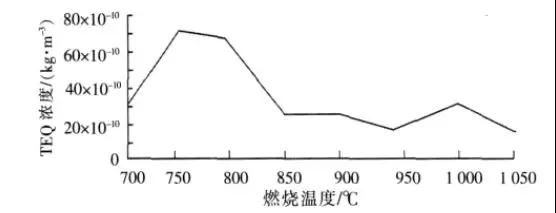
①既然知道垃圾是无利无益的，从源头上我们每个公民都应该尽量减少垃圾的产生，并且保证不用含CL元素、含F元素的朔料袋，使用可循环购物袋。

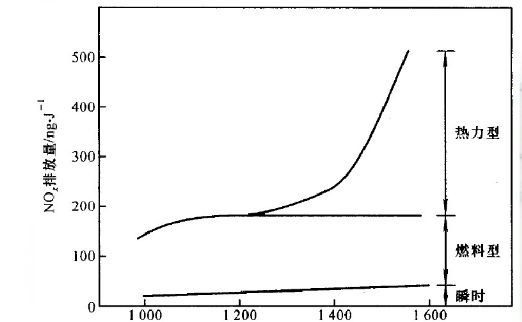
②加快垃圾分类分类收集进程，加强资源回收利用 ，分选除去垃圾中的含氯成分高的物质(如PVC 塑料等)及金属催化剂;其次垃圾发电厂的垃圾储仓要全密封，在垃圾卸料口装电动卷帘门,加装气膜封闭，用风机将储仓内抽吸的气体送入锅炉中助燃、脱臭 ;储仓中垃圾渗沥水收集到污水坑内，用泵送到炉膛内焚烧 、裂解。

2、炉内燃烧

炉内的燃烧可以通过以下几个方面来控制： ①运用合适的炉膛和炉排结构，使垃圾在焚烧炉得以充分燃烧。而衡量垃圾是否充分燃烧的指标之一是烟气中CO 的浓度 ，CO 浓度越低说明燃烧越充分。

②控制焚烧炉内烟气出口温度不低于850℃,烟气在炉膛及二次燃烧室内的停留时间不小于 2s,O2 的浓度不少于6 %,并合理控制助燃空气的风量 、温度和注入位置。我们由下面的图就可以知道为何如此控制了。





从上面的两个图我们知道由于NOx在高温充分氧化的条件下更易生成 ，与减少二恶英的控制条件矛盾，一般在燃烧实际运行中保证在垃圾可燃组分充分燃烧的基础上，再兼顾NOx的产生 。

3、烟气处理

(1)针对粉尘

针对粉尘采用的是布袋除尘器，上次文章已经介绍了布袋除尘器，需要了解可以查看历史文章。本次不做详解。

(2)针对二氧化硫SO2、氯化氢HCL等

针对垃圾焚烧尾气中的 SO2 、HCL等酸性气体的净化原理主要是通过酸碱中和反应进行的, 碱性吸收剂一般采用 Ca(OH)2 , 反应式如下 :

SO2+Ca(OH)2 +1/2O2 →CaSO4 +H2O;

SO3+Ca(OH)2 +1/2O2 →CaSO4 +H2O;

2HCL+Ca(OH)2 →CaCL2 +2H2O;

2HF +Ca(OH)2 →CaF2+2H2O。

酸性气体净化方法有 3 种.

①干式洗气法：用压缩空气的气体压缩的能量将石灰粉末 CaO、Ca(OH)2直接喷入烟道或烟道中某段反应器内，使碱性粉末与酸性废气充分接触，中和反应后去除酸性气体。此法投资省， 操作维护运行费用低，耗水耗电少，但药剂消耗量大，去除效率低。

②湿式洗气法：在烟道中建一个填料吸收塔，在塔内烟气与碱性溶液对流混合，不断地在填料中的空隙及表面接触及反应，使尾气中的酸性气体被吸收去除。其优点去除率高，对SO2及HCL、HF去除率在 90%以上。并对高挥发性重金属物质(如汞)有去除能力，但投资高，耗电 、耗水量大，产生的废水需要进行处理。

③半干式洗气法 ：是介于干式与湿式之间, 增设一个半干法洗气塔 ,实质是一个喷雾干燥装置 ,利用雾化器将熟石灰浆(Ca(OH) 2 )从塔顶或底部或切向喷入塔内 ，烟气与石灰浆同向或逆向在塔内流动并充分接触发生中和反应，由于液滴直径小，表面积大，不仅与尾气液滴充分接触，同时水分在塔内能完全蒸发 ，不产生废水。此法综合了干法与湿法的特点 ,较干法耗石灰粉少，较湿法耗水量低，同时免除了过多废水的产生 ，且脱除率高, 但是制浆系统复杂, 反应器(塔)内易粘结,喷咀能耗高。

④循环半干法：近年在半干法基础上研发出能治理多种有毒废气的循环半干法技术。工艺的基本原理是利用干反应剂 CaO 或熟石灰粉 Ca(OH)2 吸收烟气的SO2 、HCL、SO3 ,利用高活性炭, 吸附烟气中微量二噁英及重金属物质。整个装置结构紧凑， 占用空间小 ，运行稳定可靠，投资省 ，运行成本低， 且无污水产生,，终产物适用于气力输送， 对SO2吸收率高 ， 对HCL、HF、SO3等的吸收率更高,，与布袋除尘器配合 ,对二 英及重金属也具有很高的去除率，现今利用范围广。

(3)、氮氧化物NOx

①选择性非还原反应技术SNCR

选择性非催化还原是指无催化剂的作用下，在适合脱硝反应的“温度窗口”内喷入还原剂将烟气中的氮氧化物还原为无害的氮气和水。该技术一般采用炉内喷氨、尿素或氢氨酸作为还原剂还原 NOx 。还原剂只和烟气中的 NOx反应，一般不与氧反应，该技术不采用催化剂，所以这种方法被称为选择性非催化还原法(SNCR)。由于该工艺不用催化剂，因此必须在高温区加入还原剂。还原剂喷入炉膛温度为 850 ~ 1100℃ 的区域，迅速热分解成 NH3，与烟气中的NOx反应生成N2和水。

用氨水：

4NH3 + 4NO+ O2 →4N2 +6H2O;

4NH3 + 2NO+ 2O2 →3N2 +6H2O;

8NH3 + 6NO2 →7N2 +12H2O;

用尿素：

(NH2 )2CO→2NH2 + CO;

NH2 + NO→N2 + H2O;

CO + NO→N2 + CO2。

②选择性催化还原技术SCR

在催化剂的作用下，往烟气流程中喷入还原剂氨或尿素，把尾气中的NOx还原成N2和H2O。

尿素水解:(NH2)2CO+H2O→2NH3+CO2;

NOX还原:NO+NO2+2NH3→2N2+3H2O;

NH3氧化:4NH3+3O2→2N2+6H2O。

**实际运行工作中的调节**

我们知道了烟气污染物产生的原理，以及一些处理的方法，但是我们在电厂中设备实际运行中如何去处理呢?

1、粉尘

粉尘是垃圾的灰分随排烟流动产生，做到零排放要由我们的布袋除尘器来控制，在实际运行中一定要做到勤巡检，保证每个布袋的完好性，发现破损布袋要及时隔离更换。其次就是杜绝布袋正压往外扬灰，一经发现应立即处理。

2、二氧化硫SO2、氯化氢HCL

首先我们要明确酸性气体是由燃烧垃圾产生的，只要燃烧的垃圾成分中含有S、CL元素，我们在燃烧过程中就会产生酸性气体，但是怎么做到零排放或者少排放呢?我们就要从产生跟处理来入手。

在运行中要密切关注燃烧情况，做到燃烧稳定，时刻关注烟气排放指标。一旦发现锅炉负荷上升过快时，应密切关注排放指标是否上升过快，如果发现指标上升过快应人为干预脱酸系统运行，加大反应塔的石灰浆进浆量、投入其他脱酸设备，保证中和反应的碱性反应(Ca(OH)2、CaO)的量能够完全将产生的酸性气体中和掉，如果仍然无法控制，应降低锅炉负荷运行(如减料、收一次风、加二次风)。

3、氮氧化物NOx

氮氧化物NOx的生产与炉内的温度、含氧量有关，在温度超高、氧量低时，氮氧化物NOx都会大量生成。

所以我们要保证炉膛在850℃以上(防止二噁英生成)时应保证温度不会出现超高，并且保证炉内含氧量在6%-8%之间。

如果发现炉膛温度异常上升时应该提前加大SNCR的喷入量(同时含有SCR的应该以SNCR为主要调节、SCR为辅助调节)，防止指标异常上升过快，同时减弱炉内燃烧(比如收一次风、加二次风，但是一定要保证炉温在850以上)，同时密切关注烟气排放指标。

值得注意氧量过低时氮氧化物NOx生成量也会增加，所以发现氧量低导致氮氧化物NOx指标异常上涨时，应该加大SNCR的喷入量(同时含有SCR的应该以SNCR为主要调节、SCR为辅助调节)，同时减小一次风、加大二次风(助燃风)，提高炉内含氧量，降低氮氧化物NOx的生成量。

4、二噁英

二噁英的控制最直接的是控制炉温以及保证活性炭喷射装置的持续运行，一旦发现活性炭装置出现异常立马汇报领导、安健环，达到停炉时间要求的汇报领导申请停炉。

任何一个与污染物排放指标的异常都应该及时汇报，达到停炉条件的应申请停炉。

在实际运行中，每个人都在尽心尽责，做到把环保记心中，勤调节、稳燃烧、多总结，相信大家都会在技术上得到进步。内容源于知网、百度学术等网路资源，仅供学习。