

# 垃圾焚烧中的二噁英防治措施

## 1 焚烧前的控制措施

对进行焚烧的垃圾进行预处理，从根源上最大限度的避免二噁英、高含氯物质以及铜、铁等二噁英生成反应的催化剂入炉。因此，一方面我国必须尽快实现垃圾分类收集，分类处理吗，至少应对入炉垃圾进行预处理；另一方面，从根源上，我国应注意减少或停止含氯化化学品及农药生产。

另外，研究人员发现在使用煤作为助燃剂可以大幅减少二噁英的排放，添加少量劣质高硫煤可以增强这一效果。研究证明，这是煤中的硫对二噁英的生成有抑制作用，主要机理包括：①二氧化硫通过反应消耗活性氯，减少氯化反应；②硫与金属形成硫酸盐，降低其催化活性；③硫与前驱物形成磺化物，降低其形成二噁英的概率。

## 2 焚烧过程中的控制措施

在焚烧过程中，改进焚烧工况，保证稳定、充分的燃烧可以控制二噁英前驱物产生，从而避免二噁英的大量合成。

控制燃烧工况最有效的方法就是所谓的“3T+E”理论。即炉膛温度在 850℃ 以上（最好是 900℃ 以上），使二噁英完全分解；保证烟气在炉中有足够的停留时间，在 2s 以上，使可燃物完全燃烧；优化焚烧锅炉的炉体设计，采用二次配风等方法合理配风，提高烟气的湍流度，改善传热、传质效果；保证足够的炉膛空气供给量，过量的氧气能够保证充分燃烧，但是过多的氧气会促使氯化氢转化为氯气，因此，必须保证适量的氧气，质量分数一般控制在 7%~9%。

此外，采用 2 段燃烧也是一种控制二噁英的常用手段，由于 250~500℃ 温度范围内，二噁英会再次合成。一段燃烧区控制供氧量，使其处于缺氧还原区，温度控制在 850℃ 左右，燃烧烟气继续送入二次燃烧室彻底氧化分解，二次燃烧室高温燃烧后，二噁英物质已经基本被消除，研究表明，二噁英去除率可达 99.9999%。

## 3 燃烧后的控制措施

二噁英合成最适合温度是烟气、灰烬冷却后的低温区（约 250~450℃），其质量分数占到总生成量的 90% 以上。为了快速跳过这个低温区，烟气从二次燃烧室出口进入控制设备时，利用急冷技术（如喷洒石灰乳），通过热交换器将烟气温度迅速冷却至 250℃ 以下，快速越过易产生二噁英的温度区，从而抑制再次合成。值得我们注意的是，如果对烟气中的余热进行利用，虽然节省了能源，但使烟气处于低温区的时间过长，大大增加了二噁英的产量。

## 4 焚烧后烟气中二噁英的脱除与降解

处理方法主要分为催化降解法和物理吸附法。催化降解法是指利用催化剂在一定温度下将二噁英分解为小分子甚至二氧化碳和水，可以彻底解决二噁英污染。这一方法在欧美等国家的试用效果较好。但催化剂造价昂贵。投资高，运行成本高，限制了它在我国的发展。

物理吸附法通过使用吸附剂或降低温度来减少二噁英的排放。通过增湿降温或喷撒石灰浆的方法，可以降低烟气温度，改变二噁英在气固相的分配比，将二噁英部分转移到灰相或水相中，与布袋除尘器联合使用，可以有效去除二噁英。活性炭可以有效吸附烟气中的二噁英以及其他污染物。在烟气中喷入活性炭或多孔吸附剂吸附，配合布袋除尘器捕集的方法，可以大大提高二噁英的去除效率，且活性炭可以通过高温活化再生。但物理吸附方法并不能根除二噁英，且废水和废渣处理困难。

参考文献

[1] 张弘, 贾志慧, 王丽萍. 垃圾焚烧中的二噁英污染及其防治措施的研究进展[J]. 环境科技, 2010.12: 148-151.

[2] 钟声, 赵士彬. 焚烧烟气中二噁英的产生与控制[J]. 中小企业管理与科技, 2008 (26):

192-193.

[3]王伟,肖成龙,姜思鹏,等. 火化过程中二噁英污染物减排技术研究[J]. 环境污染与防治, 2006, 28 (10): 786-787,795.

## 钢铁行业二噁英减排技术

根据二噁英的性质和产生机理,钢铁行业二噁英的排放应遵循“以源头控制和过程控制为主、辅以末端治理”的原则。

### 1 烧结工序二噁英的减排技术

烧结原料的筛选及配料优化技术,采用含氯元素低的原料是减少二噁英生成的有效途径。除尘灰和轧钢氧化铁皮含有较高的氯元素,通过改变掺用比例,可改变烧结混合原料中氯元素的含量。此外,经处理后的碳钢冷轧酸性废水不宜作为浊循环的补充水回用于轧钢充氧化铁皮或用于矿石料厂洒水。

铜对二噁英的生成具有强催化作用,应优先使用含铜量低的铁矿石原料。

2 转底炉处理含铁尘泥技术 烧结生产原料中使用的氧化铁皮、含铁尘泥等往往含有较高的氯元素,将这些物料和结合剂按一定配比进行润磨混合、造球,经干燥后装入转底炉,利用炉内约 1300℃的高温还原性气氛和球团中的碳进行还原反应,氧化铁还原成金属铁,二噁英被高温分解消除,可使二噁英排放量小于 0.1ng-TEQ。

3 烟气再循环技术 烧结烟气再循环技术是将烧结过程中产生的一部分热烟气再次进入烧结过程循环使用,余热可用作预热和生产蒸汽,通过废气循环利用可实现节能和与烟粉尘、氮氧化物的协同减排。

目前,典型的烧结烟气循环工艺有 EOS(Emission Optimized Sintering)、LEEP(Low Emission & Energy optimized sinter Production)、Eposint(环保型工艺优化烧结)等。

### 4 高效除尘技术

目前应用于烧结烟气的除尘技术主要为电除尘,袋式除尘技术在国外也有运用,若在电除尘器后附加袋式除尘器,则可进一步除尘效率。

### 5 物理吸附技术

利用二噁英可被多孔物质(如活性炭、焦炭、褐煤等)吸附的特性,对其进行物理吸附,国外已广泛采用。

### 6 电炉炼钢工序二噁英减排技术

对废钢进行预处理:是指通过在线监测和人工拣选,对废钢进行严格的分拣,最大限度地减少甚至杜绝含氯源物质(如油脂、油漆涂料等)废钢入炉,从源头上控制。

新型电弧炼钢工艺:日本开发的环保型高效 ECOARC(Ecological and Economical ArcFumace)电弧炉本体由废钢熔化室与熔化室直接连接的预热竖炉组成,后段设有热分解燃烧室、直接喷雾冷却室和除尘装置。热分解燃烧室可将包括二噁英在内的有机废气全部分解并能够满足高温区烟气的滞留时间,喷雾冷却室可将高温烟气快速降温防止二噁英的再合成。

高效除尘技术:利用布袋除尘器的高效过滤作用,在除尘的同时将大部分二噁英截留在粉尘中。

物理吸附技术:同烧结工序二噁英的物理吸附技术。

### 参考文献

[1]张传秀,万江,倪晓峰.我国钢铁工业二噁英的减排[J].冶金动力,2008(2)74-81.

[2]郑绥旭,张志刚,谢朝明.烧结烟气循环工艺的应用前景[J].中国高新技术企业,2013(9):61-62.

[3]张传秀, 张培. 对《钢铁行业炼钢工艺污染防治最佳可行技术指南》中“二噁英治理技术”的探讨[J]. 环境影响评价动态, 2011 (5) 34-38.

[4]李建平, 王存政. 钢铁行业二噁英减排技术浅析[J]. 四川环境, 2013 (33): 137-139.

## 水泥窑二恶英污染防治措施

### 1 燃烧前垃圾控制

源头控制是减少二恶英排放最根本有效的方法,其基本思路是减少入窑垃圾量和控制入窑垃圾质量,主要有三种方法,首先:尽量对人窑垃圾进行分选、破碎、烘干等预处理,对垃圾成分进行有效控制,有效减少垃圾含水率,保证垃圾燃烧充分,回收垃圾重金属材料,减少二恶英生成过程中作为催化剂的重金属含量;其次,尽量将生活垃圾制作为 RDF 形式投加, RDF 制作经过分选、烘干、破碎、固化等多项工艺, RDF 中的不燃成分、水分都已基本去除,具有组成稳定、热值品质一致、比表面积大、金属含量低等诸多特点,可以保证垃圾能够充分稳定燃烧,另夕 I' RDF 中固化剂 CaO 等的投加也有效保证燃烧时的碱性环境,减少活性氯的生成,从而进一步减少二恶英的生成;最后,水泥窑系统本身对 c1 含量有固定要求,保证窑产量的同时可有效保证进窑垃圾氯源的量在合理范围之内,从侧面减少二恶英的生成。

### 2 燃烧过程控制

燃烧过程控制二恶英产生的主要方法包括改进燃烧工况、燃烧过程中投加抑制剂和辅煤燃烧三种方法。首先,燃烧工况的改进主要是“3T+E”理论,即:温度、停留时间、湍流度和过剩空气量,由于水泥窑内高温长停留时间高湍流的燃烧环境,水泥窑在燃烧控制上主要是保证连续给料、燃烧充分稳定和合理配风。第二,抑制剂的投加。许多无机或有机的化合物被用来研究抑制二恶英生成的能力,一类为碱性化合物,如 NH<sub>3</sub>、CaO 等,这些碱性化合物可以改变飞灰表面的酸度,减少活性氯生成,另外一类抑制剂是指可以和能够催化二恶英反应的过渡金属结合形成生成其它络合物的化合物,如含硫化合物 NA<sub>2</sub>S、NA<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等。第三,辅煤燃烧。水泥窑中主要燃料是煤,生活垃圾作为二次燃料利用,垃圾与煤混合燃烧时,煤中硫分可以降低 Cu 的催化活性

### 3 燃烧后烟气控制

研究表明,二恶英的“从头生成”主要集中于燃烧后烟气处理阶段,对烟气进行急速冷却,降低在 200-500 °C 的停留时间可有效减少二恶英的重新生成,但考虑到急速冷却的成本及技术难度,对烟气中粉尘进行有效收集,减少反应载体表面,降低排往大气的粉尘量是更为有效的处理思路。首先,应选用高效袋式除尘器,袋式除尘器进出口烟温低,对粉尘捕集率高,可以去除烟气中大量富集有二恶英的粉尘和残碳,从而有效减少尾气中二恶英含量;其次,在烟气收尘过程中喷射活性炭粉末或多孔性吸附剂物质,可有效吸附烟气中二恶英及其他污染物。实际应用表明,目前应用较多的是活性炭喷射技术,结合高效袋式除尘器,运行参数优化时,对二恶英去除效率可达 90% 以上;另外,部分研究表明,利用针对 NO<sub>x</sub> 去除的 SCR 装置进行低温催化,也可对烟气中二恶英进行有效去除。

# 火葬场二噁英控制对策

## 1 源头控制技术

从源头控制（活化过程控制）遗体火化及遗物祭品焚烧过程中污染排放技术，即保证火化机炉膛温度在 850℃ 以上（最好是 900℃ 以上），使二噁英类完全分解；保证火化烟气在再燃室中有足够的停留时间  $\geq 2s$ ，使可燃物完全燃烧；优化火化机的再燃室设计，合理配风。提高烟气的湍流度；保证足够的空气供给量，排放出口烟气中的氧气含量应控制在 8%-12%。

## 2 末端处理技术

火化机与焚烧炉排放控制相似，应在火化机二燃室出口合理位置配备烟气净化设备。不仅对排放烟气中的烟尘、氮氧化物、二氧化硫、氯化氢等污染物进行去除，同时应重视对烟气及烟尘中二噁英类和重金属类物质的减排。通常烟气净化设备主要包括：热交换器（急冷装置）、烟气除尘净化装置、除臭装置、除酸装置、活性炭吸附、喷射装置、催化过滤装置等部分，它是单一应用技术的组合。

## 3 标准到则

以标准实施之日界定两个时间段，分现有单位和新建单位，分别执行排放标准的具体要求；尽快编制殡葬行业二噁英减排技术导则，使之与排放标准配套实施。技术导则内容应包括火化燃烧的具体操作规程，火化遗体附带的寿衣、被褥、包尸袋、盖尸单、火化官及其装饰物中尽量避免使用含有 PVC、金属和其他污染物（尤其是氯化物）成分，以减少不完全燃烧或从头合成过程中 POPs 的产生，其材料的合理选择可以有效的控制二噁英的排放。

## 4 操作员资格认证

火化设备的正确使用，是保证其安全环保运行的关键。运行设备的所有操作人员都需非常熟悉自身的职责，尤其是要掌握设备运行程序、工艺控制条件、设备维护保养及环境法规标准的具体要求。操作人员资格证的颁发需经过对设备操作水平的适当训练。

## 参考文献

王玮，肖成龙，李大涛等. 火葬场二噁英现状测试与控制对策研究. 持久性有机污染物论坛 2011 暨第六届持久性有机污染物全国学术研讨会论文集