

## 应用催化燃烧技术净化有机废气

叙述了有机废气催化燃烧技术的实质、特点、应用范围、工艺流程，分析了催化剂组成、中毒原因、防中毒机制和预处理目的，结合实际应用中的工艺条件探讨催化燃烧技术存在的问题和今后的研发方向。

有机废气通常含有挥发性有机物（VOCs），世界各国通过立法不断限制VOCs的排放量，美国《净化大气法》强调在未来几年要减少189种有毒化学品90%的排放，其中70%的化学品是挥发性有机化合物。2013年国家环保部发布的《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策》中指出：VOCs污染防治应遵循源头和过程控制与末端治理相结合的综合防治原则。要求到2020年，基本实现VOCs从原料到产品、从生产到消费的全过程减排。有机废气末端治理工艺中，催化燃烧技术适于处理大流量、低浓度有机废气，符合当今社会倡导的高效低耗、节能环保的理念。

### 1 催化燃烧法应用特点

催化燃烧技术（AOCG）是典型的气—固相催化反应，其实质是由活性氧参与的有机物质深度氧化。这种有机物质氧化是发生在固体催化剂表面，吸附作用使有机分子富集而提高了反应速率，借助催化剂降低了反应的活化能，使其在较低的起燃温度下进行无焰燃烧，产生 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ ，并放出大量的热量。催化燃烧与传统的火焰燃烧相比主要有下列优点。

（1）无火焰燃烧，安全性好，净化率大于95%。

（2）对可燃组分浓度和热值限制较小，起燃温度低，能耗少，运转费用低。

（3）适应氧浓度范围大，燃烧缓和操作管理方便。

（4）起燃温度低，很大程度抑制了空气中 $\text{N}_2$ 高温燃烧形成热力型 $\text{NO}_x$ 。同时，选择性催化

作用，限制燃料中含氮化合物（RNH）的氧化过程，使其多数形成氮气（ $\text{N}_2$ ），减少了二次污染。

（5）催化燃烧几乎可以处理所有烃类和恶臭气体等成分复杂的各种有机废气，适用范围广。对于有机化工、涂料、绝缘材料等行业排放的低浓度、多组分，没有回收价值的有机废气均有较好处理效果。

缺点是工艺条件要求严格，废气不应含催化剂毒物或影响其寿命和净化效率的尘粒、雾滴。因此，采用催化燃烧技术须对有机废气进行前处理。其次，为防止催化剂中毒，不适用于燃烧过程中产生大量硫氧化物和氮氧化物废气的处理。

### 2 催化剂的组成和活性

#### 2.1 催化剂及载体

催化剂通常都是由活性成分、助剂和载体等组成，催化反应的活性组分负载在较大比表面积的载体上，在催化反应中，载体的作用除了负载分散活性组分外，还可以增加催化剂的稳定性、选择性和活性等。所以，催化剂的活性不仅依赖于催化剂活性组分的分布，还依赖于载体颗粒大小和化学状态，即催化剂载体对催化效果和寿命有很大的影响。催化剂活性成分可分为贵金属、非贵金属氧化物：贵金属Pt、Pd是低温催化燃烧最常用的催化剂，其优点是具有较高的催化活性、良好的抗毒性，缺点是活性组分容易挥发和烧结，其次是价格昂贵；非贵金属催化剂主要有过渡金属铜、锰、铬等的氧化物以及钙钛矿型复合氧化物催化剂，价格相对较低，耐高温热稳定性较好，不足之处是催化活性相对较低，起燃温度要求较高。

#### 2.2 催化剂中毒及防治催化剂中毒主要有三种类型。

（1）催化剂完全中毒。毒物与催化剂活性中心生成了结合力很强的物质，不能用一般方法将它去除或根本无法去除。

（2）抑制催化反应。

卤素和硫的化合物易与活性中心结合，此作用是可逆的。

(3) 沉积覆盖活性中心。燃烧所致碳沉积、陶瓷粉尘和其他颗粒物堵塞活性中心，影响催化剂吸附能力，使其活性下降。

减少催化剂活性的衰减措施如下：按操作规程精准地控制反应条件；对废气进行预处理，防止催化剂中毒；当催化剂表面结碳时，吹入过量空气并提高燃烧温度，去除表面结碳；改进催化剂制备工艺，提高催化剂耐热性和抗毒能力。

### 3 催化燃烧工艺流程

根据废气预热方式及富集方式，催化燃烧工艺流程可分为预热式、自然热平衡和吸附-催化燃烧三种。

#### 3.1 预热式

当有机废气温度和浓度较低，在进入反应器前需要在预热室加热升温，燃烧净化后气体在热交换器内与未处理废气进行热交换，以回收部分热量。

#### 3.2 自身热平衡式

当有机废气温度高于起燃温度并且有机物含量较高，热交换器回收部分热量，在正常操作下能够维持热平衡，不需补充热量。

#### 3.3 吸附-催化燃烧

当有机废气气体流量大、浓度低、温度低，采用催化燃烧还需耗大量燃料时，可先采用吸附手段将有机废气吸附于吸附剂上进行浓缩，然后再经热空气吹扫，使有机废气脱附出来，变成浓缩的高浓度有机废气，再进行催化燃烧。有机废气中反应物先向催化剂表面扩散、吸附；被吸附的反应物与氧气在催化剂表面化学键重新组合 - 发生化学反应；最后，生成物由催化剂表面脱附，离开催化剂表面向周围介质扩散。当浓缩有机废气实现自身热平衡运转时，无需外界补充热源。

### 4 有机废气催化燃烧技术进展

#### 4.1 催化燃烧在汽车尾气净化方面的应用

汽车尾气催化净化是将排气管CO、CH和NO<sub>x</sub>借助汽车尾部安装的催化转化器，发生催化反应转化为CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O和N<sub>2</sub>，此催化剂为三元催化剂。为防止催化剂中毒，必须使用硫、铅含量低的燃油。在大量过剩氧气的存在下，具备原位NO<sub>x</sub>还原能力催化剂的发展，可实现汽车发动机节约燃油25%。随着新材料的应用以及低硫含量汽油的推广，催化燃烧技术市场前景广阔。

#### 4.2 催化燃烧在处理二噁英气体方面的应用

催化燃烧技术用于处理二噁英气体，在240 -260和8000r/h<sup>-1</sup>的转速下，二噁英的去除率达到99%，二噁英浓度可降至0.1ng/m<sup>3</sup>以下。废气中多氯联苯并呋喃等二噁英前驱物质基本完全分解，氮氧化物发生选择性催化还原反应，生成无害的氮气。

#### 4.3 催化燃烧在处理工业有机废气方面的应用

石油化工、油漆、涂料、轮胎制造等工业生产过程中都涉及到有机挥发化合物的使用和排放。这些挥发性有机物(VOCs)如不经处理直排大气，会对环境造成严重的污染。催化燃烧净化处理技术，将有机物分子在催化剂表面作用

发生深度氧化转化为无害的二氧化碳和水。催化燃烧技术已由试验转入工程实践阶段，并逐渐应用于石油化工、农药、印刷、涂料等行业有机废气净化处理。

### 结语

催化燃烧技术研究与应用已经进入快速发展的阶段，涉及催化材料制备、实用反应工艺以及污染物性能分析等多方面。所以结合实际应用中工艺条件和反应机理的研究，提高催化剂性能，研制抗毒能力强、大转速、比表面积大及低起燃点的非贵金属催化剂，以降低工艺造价和运行费用；催化燃烧装置向大型化、整体型和节能型方向发展是应用领域将来研究的重点。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/152822.html>