

# Industrial VOCs Waste Gas Treatment Technology and Its Application Practice

Luyi Zhou

Sichuan Jinmei Environmental Protection Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

## Abstract

Industrial VOCs waste gas is mainly composed of a variety of organisms, it has volatile and irritant, can bring certain harm to the surrounding environment and human body. In recent years, with the continuous promotion of ecological and environmental protection concept in China, higher requirements have been put forward for industrial production and waste gas treatment. Therefore, it promotes the industrial VOCs waste gas treatment technology, including adsorption technology, oxidation technology and so on. To carry out the research work of this paper, mainly to understand the harm of industrial VOCs waste gas and several treatment technologies used, and put forward several effective application practices, in order to provide certain help for the popularization and innovation of related technologies.

## Keywords

industrial VOCs waste gas; treatment technology; application

# 工业 VOCs 废气治理技术及应用实践

周露怡

四川锦美环保股份有限公司, 中国·四川成都 610000

## 摘要

工业VOCs废气主要由多种有机体的构成,它具有挥发性和刺激性,能够对于周围的环境和人体带来一定的危害。而这些年来,随着生态环保理念在中国不断推进,对于工业的生产和废气的处理都提出了更高的要求。因此,推进了工业VOCs废气治理技术,包括吸附技术、氧化技术等。开展论文的研究工作,主要了解工业VOCs废气的危害情况以及所使用的几种治理技术,提出几点有效地应用实践,以期对相关技术的普及和革新提供一定帮助。

## 关键词

工业VOCs废气; 治理技术; 应用

## 1 引言

工业 VOCs 废气主要来源于工业制造化石、化工燃料、涂料等的使用,它对大气生态环境造成一定的影响。环保部门和相关企业需要介入其中掌握废气主要的治理技术,找准废气源头,制定科学的解决方案,确保各项治理措施的有效落实,提高应用成效,将危害降到最低。

## 2 工业 VOCs 废气的危害

在工业生产中产生的污染物中包含挥发性有机物也被称为 VOCs。它的种类比较多,范畴广,包含 20 种物质为高致癌物及有毒物质。在大气环境中,若含有大量的 VOCs 废气,很容易导致人体出现中毒的情况,不仅会头晕恶心呕

吐,还会出现肝脏中毒,危及生命的问题。

VOCs 废气能够与空气中的氮氧化物和二氧化硫等气体结合,在光照条件下生成硝酸盐物质和其他颗粒物他们不易沉降,能够长期漂浮在空气中<sup>[1]</sup>。降低了环境中的空气能见度,长久以往下去,会影响到当地的空气质量恶化周围的环境,造成严重的大气污染。大气污染越来越严重,对人类生活的环境造成严重影响,进而也会影响到人们的身体健康。

## 3 工业 VOCs 废气治理技术

VOCs 的末端控制技术可以分为两大类:即回收类方法和消除类方法。回收类方法主要包括吸附法、吸收法、冷凝法及膜分离法。消除类方法主要包括燃烧法、生物法、低温等离子法。

### 3.1 冷凝技术

冷凝技术是基于物理特性的方式进行处理,是一种比较常见的操作,简单的处理技术。VOCs 废气不同,它的蒸

【作者简介】周露怡(1987-),女,中国四川成都人,硕士,工程师,从事环境工程研究。

汽压也不同,根据这一特性,可以通过控制温度和压力,很好地凝结 VOCs 废气。在实际的应用中,会通过不同的气温环境来冷却 VOCs 废气从而回收处理相关的物质。但为了达到最好地凝结和回收效果,就需要不断的降低温度,提高气压。但这个过程耗费的成本也比较高,而且通过冷凝法处理的 VOCs 废气还不能满足国家的排放标准。因此,为了减少成本的支出,达到良好效果,技术人员会将冷凝法、吸附法、吸收法一起使用。它整体的投入成本比较低,能够达到良好的回收效果,但是适用范围比较窄,一般对高浓度的废气会有良好的效果<sup>[2]</sup>。

## 3.2 氧化技术

### 3.2.1 燃烧氧化技术

燃烧氧化技术主要是通过燃烧来处理 VOCs 废气。这一方法一般会应用于浓度比较高的废气处理中。在实际的应用中,不会直接借助于易燃材料进行燃烧,而是通过燃料释放热量,利用热量来净化 VOCs 废气。在高温下废气会转化为水和二氧化碳,从而达到清除废气中有害物质的目的。现阶段,中国主要采取蓄热式废气处理设备,主要由陶瓷材料构成,系统包括陶瓷蓄热床、自动控制阀和燃烧室。该材料能够很好地控制气流的方向,从而达到补热的目的。也能利用热交换器回收热量,减少在这一过程中的热量损耗。相比较于其他材料,陶瓷材料能够降低热能的消耗,达到良好的处理回收效果,提高经济效益。

### 3.2.2 光催化氧化技术

光催化氧化技术主要是借助了催化剂的光催化特性,利用高能紫外线使 VOCs 废气发生氧化反应,废气中的有机物能够有效分解,其中的一些化学键断裂实现分解,恢复成氢氧原子状态,分解产生的氧气能够和紫外线接触,形成臭氧,有效的消除废气中的有毒物质<sup>[3]</sup>。在实际应用的过程中,氧化剂主要以金属硫化物和金属氧化物为主。金属氧化物具有较强的稳定性和规划性能。通过应用这项技术,不仅能够提高废气的回收效率,而且整个反应产生的副产物比较少,还保证了废气处理的清洁性。中国的催化剂材料以二氧化钛为主,能够达到良好的处理效果。当然该方法也就有一定的缺陷,催化剂的使用没有办法固定,很容易导致自身的活性丧失,而且无法应对流量比较大的废气。

### 3.2.3 催化燃烧技术

催化燃烧技术主要是利用催化剂在低温的条件下进行氧化燃烧,从而分解 VOCs 废气,产生水和二氧化碳。该方法对预热温度没有很高的要求,低温就可以进行处理废气,而且在整个处理的过程中一直处于无焰燃烧的状态。它能够有效地控制 VOCs 废气的浓度和认知,减少投入的成本。当然该项技术还存在一定的缺陷,如大废气中含有许多重金

属时,催化剂很容易失效。如果 VOCs 废气含量过大,燃烧时温度过低,产生的热量可能无法满足催化剂所需的净化温度,从而影响到处理效果。因此,还需要不断的改进催化燃烧的处理工艺。

## 3.3 吸附技术

吸附技术是 VOCs 废气处理中常应用的一项技术,它主要是利用了特殊介质的吸附力来吸附 VOCs 废气中的物质使其沉降,从而降低废气挥发的可能,沉降后再进行过滤,从而进行有效的分解和回收。可以使用活性炭作为吸附技术中的吸附剂,它不仅具有较强的稳定性,而且成本低,因此应用十分广泛。活性炭的多孔结构能够有效地吸附 VOCs 废气。它可以用于吸附,常用醇类、大部分含氯溶剂,芳香族碳氢化合物,部分酮类和酯类等诸多物质。因此,相关技术人员也不断地研究和创新活性炭吸附法,通过两段循环流化床吸附技术来提高对 VOCs 废气的吸附效率。

利用活性炭进行吸附,当吸附达到饱和后,饱和的碳床会脱附再生,进入水蒸气加热碳层<sup>[4]</sup>。而其中的 VOCs 会被放出,与水蒸气形成蒸汽混合物。然后通过冷凝器冷却这一混合物使其成为液体,然后再通过精馏提纯。该项技术适用于温度不高,排气量较大的场合。

## 3.4 生物技术

生物技术主要是借助微生物对废气中的有毒有害气体进行生物化的处理,通过表面吸附,能够有效地降解净化废气,转化为水二氧化碳和其他的细胞物质形式。该项技术主要包括生物吸收法和过滤法两种方法<sup>[5]</sup>。该项技术适用于降解性好浓度低挥发性的废气。首先需要合理配比微生物和营养物质,然后将 VOCs 废气通入其中,使废气和微生物能够有效地接触。在这个过程中洗涤器是十分重要的反应容器,它包含吸收适合再生池两个环境。开始通气时,废气自下而上进入吸收式而配置的悬浮液自上而下喷洒,两者进行有效接触,悬浮液在吸收了 VOCs 废气后进入再生池中。产生的新鲜物料返回到吸收式的顶端,形成微生物的处理闭环。而初步进化的 VOCs 废气会排出。利用微生物的分解作用进行二次处理,达到良好的过滤效果。

## 3.5 液体吸收法

液体吸收法主要是利用了吸收液与有机废气相似相融这一原理。吸收液一般会选择表面活性剂,液体石油类物质和水组成的混合液,将废气充入吸收液进行净化,吸收液吸收饱和后,通过加热解析冷凝能够有效回收废气中的各种物质。在实际应用中也可以根据不同 VOCs 废气的特点选择不同的吸收剂的材料,加入一些活性剂,能够达到良好的处理效果。液体吸收液能够重复利用,但是需要配备加热解析,冷凝回收等一系列装置和其他方法结合应用,才能取得良好

的成效。因此需要投入大量的成本，而且适用范围也有一定的局限性。

### 3.6 低温等离子处理技术

低温等离子处理技术主要是借助自由基、高能电子等粒子的作用来有效分解废气中的各种物质，它能够引起一系列的后续反应。该方法可以在常温常压的环境下来完成，操作十分简单，而且具有较高的自动化水平，有效避免外界各种因素的干扰，还能缩短反应的流程提高反应效率。此外，该方法所应用的装置设备也相对简单，因此前期的投入成本比较低，但同时也存在一定的缺陷。在应用的过程中，为了提高整个工艺的处理精度，还需要不断地提升设备的精密程度，加强设备的设计和调试，因此需要投入大量的成本<sup>[6]</sup>。有机废气净化方式及使用情况对比一览表如表 1 所示。

## 4 提高工业 VOCs 废气治理效率的对策

### 4.1 加强管控工作

为了确保工业 VOCs 废气治理，实现预期目标，符合国家的排放标准，就需要加强对工厂的管控工作。首先，可以从源头入手，严格管控 VOCs 等原材料的使用。也可以选择一些新材料进行代替。其次，还需要不断的提高生产工艺。引进一些先进的技术设备。注重绿色生产技术的应用。能够有效降低 VOCs 废气的产生。最后，相关部门需要做好对石化化工类型企业的监督检查工作。除了每年的定期检查外，还需要不定期地开展一些突击检查。检查他们的设备使用是否合理，废气处理技术是否应用恰当，排放的废气是否符合国家的相关标准。对于出现违法违规行为的企业需要严肃处理。加大惩处力度，形成一定的警示作用。此外，也鼓励社

表 1 有机废气净化方式及使用情况对比一览表

工艺		VOCs 净化技术适用情况
回收类	吸附法	适用于低浓度 VOC 分离与去除，是目前使用最广泛使用的 VOC 处理工艺，由于吸附容量有限，宜与其他方法联合使用。对非极性分子处理率可达 90%
	吸收法	适用于废气流量大、浓度较高、温度较低和压力较高的 VOC 处理，流程简单，由于废气水溶性不好，应用不太普遍
	冷凝法	适用于高浓度 VOC 回收和处理，属高效处理工艺，可为降低 VOC 的前处理方法，与吸附、燃烧法联合使用。VOC 废气体积分数在 0.5% 以上优先使用冷凝法。冷凝法对高浓度高沸点物的处理率可以高达 99%（如甲醇）
	膜分离法	适用于较高浓度 VOC 分离处理，属高效处理工艺，VOC 体积分数在 0.1% 可优先采用膜分离，但膜分离存在膜堵塞的问题
消除类	生物法	包括生物过滤法、生物洗涤法及生物滴滤法，适用于常温、处理低浓度、生物降解性好的 VOC 处理，对其他方法难以处理的含硫、氮、苯酚和氰废气可用特定微生物处理。VOC 体积分数在 0.1% 可优先采用生物法，但含氧较多的 VOC 不宜采用生物降解，对于难氧化的恶臭物质要考虑其他工艺去除
	氧化法	包括化学氧化法（臭氧氧化法、双氧水氧化法、高锰酸钾氧化法）、UV 光解氧化法，适用于气体流量大、浓度低的 VOC 处理
	低温等离子法	适用于气体流量大、浓度低的 VOC 处理
	燃烧法	包括直接燃烧法、热力燃烧法和催化燃烧法，适用于可燃或高温下可分解及目前技术条件下还不能回收的 VOC 废气。燃烧法可以回收反应热量，提高经济效益，但燃烧法要避免二次污染。例如，废气含硫、氮和卤素时，须考虑废气中二次污染物，燃烧产物（如废催化剂等）须按相关标准处置

会民众发挥监督职能,积极举报一些违法违规的现象。通过不断地加强管控工作来提高工业 VOCs 废气的治理效率,减少废气的排放量,避免对环境和人体造成严重的污染和破坏。

#### 4.2 加强对末端 VOCs 废气治理力度

在末端 VOCs 废气治理工作中包含废气的收集和处理,需要根据废气的具体类型来选择恰当的处理技术进行有效的回收,分解其中的有毒有害物质。这一阶段也需要进行有效管控,相关部门需要建立一个完善的管理机制,结合国家出台的相关标准来细化管理制度,明确企业废气收集处理的标准。一方面要做好宣传教育工作,便于企业提高重视程度,根据自身的需求来选择恰当的处理技术。做好对 VOCs 废气的收集处理工作。另一方面是相关部门需要设置监测点,通过采样获取各项数据,了解企业排放的废气中的含量情况<sup>[7]</sup>。通过全面监测提高管理效率,及时发现一些违规排放废气的情况。及时制止,避免对环境和群众造成严重的伤害。

#### 4.3 加强技术的研发

中国工业的废气排放量比较大,污染防治工作刻不容缓。为了确保能够达到良好的废气处理效果,中国还需要加大对 VOCs 废气治理技术的研发力度<sup>[8]</sup>。在目前技术的基础上进一步研发,解决现有技术的一些弊端,不断的丰富技术性能,提高废气回收治理的效率。科研部门也可以与企业加强合作,寻找更优质的处理和方法,将多种工艺进行融合研发,实现创新,弥补缺点,提高处理效率。当然也可以借鉴其他国家的一些先进技术和设备,积累更多的治理经验。

### 5 结语

综上所述,随着生态绿色环保理念的不断落实,社会

公众和国家也越来越注重工业废气的排放情况,对其提出了更高的要求。在 VOCs 废气的治理工作中,常应用的有氧化技术、冷凝技术、吸附技术、生物技术等,这些技术有各自的优缺点,适用于不同类型的废气。若想达到好的效果,还需要进一步管控和研究。因此,在 VOCs 废气的治理工作中,需要加强技术的研发,做好管控工作,重点开展,源头控制,过程控制。并要做好宣传教育工作,提高企业的重视程度,根据 VOCs 废气的情况来选择恰当的处理技术。通过这些措施的落实,有效地控制 VOCs 的排放量以及对周围环境和公众造成的影响,促进工业的可持续发展。

#### 参考文献

- [1] 张永洁.浅谈工业有机废气(VOCs)的污染治理技术和方法[J].商品与质量,2018(22):220-221.
- [2] 陈小梅.工业VOCs废气治理工艺研究[J].皮革制作与环保科技,2021,2(20):7-8.
- [3] 陈晓,陶国建,黄旭.工业VOCs废气治理工艺探讨[J].资源节约与环保,2021(2):91-92.
- [4] 程旭.工业源废气VOCs排放的末端治理方法及防治措施[J].中国绿色画报,2018(9):165-166.
- [5] 江德平.工业VOCs废气治理工艺比选[J].黑龙江科技信息,2016(20):33.
- [6] 谭红兵.国内工业VOCs废气治理的现状与发展[J].化工设计通讯,2017,43(7):216-217.
- [7] 何中秋.国内工业VOCs废气治理的现状分析与发展研究[J].区域治理,2021(26):32-33.
- [8] 蒋利琴.工业VOCs废气治理工艺探讨[J].中国战略新兴产业,2021(8):33.