

化工行业VOCs治理技术及对策分析

段文博

陕西延长石油延安能源化工有限责任公司 陕西延安 727500

摘要:随着我国经济建设的快速发展,工业废气排放日益增多,而可挥发性有机物(以下简称“VOCs”)在经过一系列复杂的光化学反应后,成为可吸入性颗粒的主要组成部分,也是引起雾霾天气的主要诱因之一。对VOCs的来源与危害进行了探讨,并对VOCs的防治措施治理与应用进行了对比研究。

关键词: VOCs; 挥发性有机物; 防治措施

前言

挥发性有机化合物(Volatile Organic Compounds, 简称VOCs)指的是在室温下饱和蒸气压大于70.91Pa,在常压下沸点50℃~260℃之间的挥发性有机化合物^[1]。它的来源主要是天然和人造的,天然来源主要包括:①植被的代谢释放;②火山爆发、森林火灾燃烧释放等自然灾害。主要物质是异戊二烯人为来源主要来自工业生产、泄漏与挥发、三废排放、汽车尾气排放。其主要物质含硫、氧、氮、氯的有机物质,其中,工业生产中的VOCs排放量大、固定、集中,目前占总排放量的主要部分。大多数VOCs气体有毒,具有强烈的刺激性,从而会导致发生癌症和突变。若是长期处于VOCs浓度高的空间,则会引起皮肤过敏、喉咙痛、头痛等不良症状,从而对人体造成极大的伤害。此外,在紫外线照射下,VOCs也容易发生一系列光化学反应,从而造成光化学污染,因此VOCs的治理刻不容缓。

一.VOCs的来源与危害

VOCs的主要来源有两种:天然和人造。天然源主要由火山爆发、植物释放以及森林或草原火灾引起。主要排放物是单萜和异戊二烯。我们常见的排放源主要是人为排放源。大气中VOCs最主要的人为排放源指的是工业过程、溶剂利用、生物质燃烧、运输和化石燃料燃烧,其中工业过程的排放量是最大。VOCs的化学成分较为复杂,主要包括烷烃、烯烃、芳烃、卤代烃、氧化烃、氮烃、硫烃、低沸点多环芳烃等,如VOCs成分中的甲醛、甲苯等苯类物质,一般有恶臭、刺激性等特殊气味,长期与人体接触会对人体神经系统、免疫系统、心血管系统、肝肾等器官造成急性或慢性损害,如呼吸道刺激、头痛、过敏,严重者甚至会出现器官损伤、神经系统疾病等现象。据相关统计,全球每年约有160万人间接或直接死于VOCs污染。同时,VOCs对生态环境和动植物

的生长也有很大的破坏性^[2]。

二.针对VOCs采取的防治措施

2.1 在防治时需要遵循的原则

在实施VOCs防控措施时,要认识到这项工作是一项系统工程,防控过程中需要遵循以下两大原则:一是从源头上实施有效控制,二是落实到最后。治理工作。这两个原则的主要强调包括:第一,在使用原辅材料时,要尽可能选择不含或含量低的VOCs、具有低反应性的特点。其次,在储存、运输、卸载和投料含VOCs物料时,以及生产含VOCs产品时,要保证工艺符合密闭操作要求。最后,在生产含有VOCs的产品时,所采用的生产工艺和设备必须包含气体收集系统和高效处理装置,并且必须实施加热、催化、吸附三类焚烧措施以实现高效处理,VOCs处理的主要处理技术包括回收和销毁技术^[3]。回收技术主要采用物理方法,包括吸附技术、吸收技术、冷凝技术、膜分离技术等。该措施一般适用于回收VOCs处理的价值;破坏技术的应用是一种化学方法,利用催化和高温焚烧、生物方法、光催化技术、等离子体技术等来分解VOCs,分解工作完成后,水分子、CO₂,或产生小分子化合物不含毒性或毒性较小的。

2.2 实施VOCs浓度监测措施

在防治的过程中,要对于VOCs采取监测措施,满足合理使用的要求,合理的监测可以保证监测结果的准确性,为VOCs的防控提供准确的数据,达到针对性防控的目的。如今,我国已建成了大气光化学监测网络,该监测网络与大气颗粒物成分监测网络有效地进行结合,可达到监测各级VOCs的目的。但是,目前还未达到监测技术标准体系和VOCs评价体系的完备性。在监测大气环境中所含的VOCs时,主要是针对臭氧污染原因的诊断、影响分析和具体来源的识别。通过监测获得的数据信息可以保证VOCs评价的准确性;在监测工业园区VOCs的

情况下, 根据浓度判断 VOCs 排放的实际情况和规律, 然后根据浓度决定是否采取干预措施。在 VOCs 监测技术中, 主要应用技术包括传感器技术、色谱/质谱、选择性离子转移质谱、光谱学等。

2.3 构建 VOCs 预警预报系统

VOCs 监测技术在合理应用后, 需要对监测结果进行综合性分析, 从而建立 VOCs 预警预报系统, 及时向相关人员展示现有 VOCs 浓度超标区域。VOCs 预警预报系统由采样管道和采样探头装置、反吹系统装置、冷凝器装置、精滤器等多部分组成。如果要充分发挥 VOCs 预警的作用和预测系统, 需要准确选择采样点的位置, 合理选择采样探头、样气处理和排放措施等, 只有这些影响系统有效性的因素才能有效避免。

2.4 在处理 VOCs 时普遍应用的技术

2.4.1 冷凝技术

冷凝技术的工作原理是利用压力或冷却措施使气态的污染物冷凝, 进而达到有效分离的效果。此项技术主要利用 VOCs 在不同温度下呈现出不同饱和蒸气压的特点, 从而广泛应用于高浓度废气的处理。在冷凝技术实施后, 仍然会有残留的 VOCs, 需要再次进行处理, 才能达到彻底消除的目的。冷凝技术在应用时对所使用的设备有更高的要求, 在应用时必须与其他处理方法相结合, 以达到提高处理效果的目的。

2.4.2 膜分离技术

膜分离技术的工作原理是利用天然膜或人工合成膜分离挥发性的有机物, 主要是利用不同气体具有不同动力学性质的因素。膜分离技术在工作时会在渗透侧使用真空泵, 使两侧产生压力差, 并利用该压力差发电, 实现平稳处理。该技术广泛应用于有价有机物的处理, 对 VOCs 要求低, 具有普遍适用的优点, 回收率可达 90% 以上。这种分离技术的缺点表现在该技术运行过程中需要定期清洗“膜”。

2.4.3 吸附技术

吸附技术的原理就是吸附 VOCs。影响吸附技术应用效果的因素包括 VOCs 的种类、VOCs 的密度、选择的吸附材料等。该技术的优点是操作简单, 排污效率高, 解吸后可回用, 属于当前 VOCs 治理工作中的重要治理手段。该技术一般用于处理低浓度废气。如果废气是高浓度的, 在采用该技术进行吸附处理之前, 需要应用冷凝等技术。

2.4.4 吸收技术。

吸收技术的工作原理是采用吸收剂来分离废气。在

分离过程中主要是根据废气在吸收剂中的溶解度不同, 从而达到净化废气的目的。吸收技术主要应用包含两种方法: 一种是物理吸收法, 另外一种为化学吸收法。在应用吸收技术时, 需要注意吸收剂的选择。在选择吸收剂时, 要保证吸收剂对废气含有较大的溶解度, 在进行选择废气时应达到较好的选择效果^[4]。另外, 吸收剂还应具有易于使用和可重复的能力, 以防止二次进行污染。

2.4.5 催化燃烧技术

催化燃烧技术的应用主要是依靠催化剂产生效果。将催化燃烧技术应用于 VOCs 有机物的处理, 可将这些有机物通过氧化过程分解为二氧化碳、水。应用该技术时, 会在催化剂的作用下降低转化温度, 对挥发性有机物有很强的选择性。因此, 催化剂的应用决定了催化燃烧技术对 VOCs 的处理效果。目前, 该工艺所用催化剂对贵金属效果良好。催化剂工作时, 需要使用载体来发挥自己的作用, 但催化剂的价格是有限的。目前, 许多研究人员正在对催化燃烧技术中使用的催化剂进行研究, 以期获得具有良好经济性能的催化剂^[5]。

2.4.6 吸附催化燃烧技术

该技术是指吸附技术与催化燃烧技术相结合的混合技术。其原理是指吸附技术中 VOCs 饱和后, 利用热风的效果将吸附在吸附剂上的有机物解吸, 然后让解吸的有机物得到再生。将高浓度 VOCs 废气解吸进行释放, 送入催化转化器燃烧。燃烧产生的热量将会用于高浓度 VOCs 废气的预热解吸工作和热解吸工作。

2.4.7 生物技术

生物技术所采用的污染物处理方法是一种生物处理工艺, 让微生物接触 VOCs, 将 VOCs 分解为水和二氧化碳。该技术应用简单, 成本不高, 无二次污染; 缺点是处理效率低, 一般用于处理低浓度污染物的工作。目前, 生物菌落等研发工作正在不断发展, 可以有效改善生物技术的不足。

2.4.8 低温等离子技术

该技术的工作原理是基于外电场的作用, 在外电场的作用下可以促进电极空间中电子的加速。电子和气体分子在加速运动过程中会发生碰撞, 使现有的气体分子继续前进。电离达到离解的目的。污染物解离后, 可分解为水和二氧化碳, 或产生更小的分子。该技术在应用时成本高、能耗高, 而且系统不稳定, 应用设备容易腐蚀, 特别是造成二次污染。

2.4.9 光催化技术

该技术需要在一定波长的光下完成污染物的降解。

光能产生电子和离子或产生还原性自由基以完成降解。光催化技术在污染物处理中的应用具有较高的处理效率和安全性。虽然光催化剂的研究工作取得了一定的进展,但该技术存在分解机理不明确的问题,也存在分解高浓度 VOCs 会降低反应速度和处理效率的现象^[6]。

结语

VOCs 对环境和人体都有着巨大的危害,2020 年我国人为源 VOCs 年排放量就已超过 2500 万吨,因此急需开发一种高效、环保的 VOCs 治理技术。在常用的治理技术中,吸附法作为最常用的处理方法具有操作简单、可循环使用等优点,但仍然存在如吸附量小,吸附效率低等问题。低成本、高效的吸附剂和吸附工艺是我们今后吸附法治理 VOCs 的研究方向。

参考文献:

[1] 关超敏.常用 VOCs 废气处理工艺的优缺点分析[J].中国环保产业,2019(7):46-48.

[2] 许天啸,王蕾.工业挥发性有机物 VOCs 污染处理技术初探[J].绿色科技,2016(18):74-75+78.

[3] 徐梦晏.工业挥发性有机物 VOCs 的危害及治理技术研究[J].科技创新与应用,2021,11(12):143-145.

[4] 梁志程.VOCs 废气危害及处理技术进展[J].化工管理,2020(30):120-121.

[5] 于殿友,张群峰,黄磊.源头治理 VOCs 排放——凹印模具浅版化[J].绿色包装,2020(7):45-47.

[6] 王瑛.挥发性有机物 VOCs 处理技术的研究进展[J].能源环境保护,2018,32(6):7-11.

作者简介:段文博,男,汉,陕西延安,陕西延长石油延安能源化工有限责任公司,727500,工程师,研究方向:储运系统生产管理、输煤系统生产运行及铁路运维管理等,邮箱:120935785@qq.com。