

工业生产过程源VOCs排放特征及减排措施

路兵

陕西神木化学工业有限公司

[摘要]挥发性有机物(VOCs)是空气中广泛存在的一种有机污染物,其包含酯类、醛类、芳香烃和烷烃等多种化学成分。随着社会经济的发展和生产水平的提高,化工企业已成为国家经济增长不可或缺的一部分,且以园区形式呈现急剧增加的趋势。化工企业在生产过程中会排放大量的VOCs,其成分各不相同。大多数VOCs具有毒性、刺激性及致癌性,长期生活在含高浓度VOCs的环境中,易损害人体免疫系统,对身体健康造成严重影响。化工园区VOCs产生量较大,排放的VOCs浓度较高且污染物种类较多,导致其面临的光化学烟雾、雾霾等环境污染问题日渐突出。

[关键词]工业生产;VOCs;排放特征;减排措施

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2020.03.256

在处理工业废气处理过程中,相关部门首先应探究VOCs有机废气的来源,再根据其具体的污染状况选择对应的废气处理技术,并通过对该技术进行合理管控提升有机废气处理效果,完善技术处理的全过程。

1 VOCs的来源

VOCs的来源分为天然源和人为源两类。天然源VOCs是由植物通过光合作用或呼吸作用而产生,排放量较少,不会对环境造成很大的危害。人为源VOCs是污水排放、燃料燃烧和化工生产等工业活动产生的,排放量较多,会对环境造成严重危害。由于经济和工业的快速发展,化工园区数量剧增,废水和工业垃圾的排放量大量增加,VOCs排放量也日益增长,排放到空气中的VOCs使得大气中O₃和细颗粒物(PM_{2.5})的浓度升高,进而加速了雾霾和光化学烟雾的产生,对生态环境和人体健康造成一系列的危害。

2 VOCs有机废气处理技术的应用标准

2.1 控制含水量

在控制VOCs有机废气处理技术过程中,为明确其应用标准,技术人员应及时观察应用各种技术手段后有机废气中的含水量情况,借助含水量的变化来观察该处理技术的应用效果。相关企业在应用VOCs有机废气处理技术时,相关部门可实时检测有机废气中的含水量,如果应用某技术手段后,部分溶剂的含水量较高,会极大地提升有机废气分离的难度,不利于VOCs有机废气的处理。

2.2 关注氧化变质情况

为了确保VOCs有机废气处理技术的应用质量,相关部门应始终关注有机废气在处理过程中的氧化劣化,关注氧化劣化的数值变化,并通过其他化合物完成不同酸性物质的分解,即:为了解决实际工作中相关气体的净化问题,通过控制有机废气的内部物质来管理有机废气的氧化变质程度。

2.3 明确加工技术应用步骤的合理性

技术人员在关注VOCs有机废气的处理过程时,应明确各处理技术应用步骤的合理性,并通过对不同步骤的合理控制,提高有机废气处理的科学性。为了提高有机废气处理技术实际步骤的合理性,企业管理层应重视与废气处理技术应

用相关的管理和控制系统。如果管理和控制系统不合理,有机废气处理技术将难以达到预期效果。

3 工业生产过程源VOCs治理及减排措施

3.1 鼓励采用多种技术组合的末端治理工艺,提高处理效率

经过“一企一策”综合整治后,从重点监管企业的VOCs末端治理设施情况来看,大多数企业采用多种技术的组合工艺,如活性炭吸附+催化燃烧、减风增浓+燃烧、沸石转轮吸附+燃烧、紫外线(UV)光解+活性炭吸附等,但仍有少数企业仅采用光催化等处理效率低的治理技术。研究表明,在印刷、化工、汽修、涂装、橡胶和制鞋等行业,UV光解+活性炭吸附组合工艺对VOCs的平均去除率为52.6%~79.0%;燃烧类工艺平均去除率最高,为77.2%~92.1%,其中直接燃烧、蓄热燃烧等工艺的平均去除率大于90%。UV光解+活性炭吸附组合工艺应用比较普遍,处理效果处于中等水平;燃烧类工艺目前在各行业的处理效果均比较好,已有部分企业采用,对于VOCs浓度高、排放量大且有条件的工业企业,或大气环境VOCs承载力低的地区,推荐采用燃烧类工艺。生态环境部印发的《重点行业挥发性有机物综合治理方案》指出,光催化、光氧化、低温等离子等均均为低效技术,主要适用于恶臭异味等处理。未来,应逐步淘汰低效治理设施,尤其是光催化方面。

3.2 低温等离子净化技术的应用

为提升废气污染防治效果,相关部门在应用VOCs有机废气处理技术过程中,应合理选择低温等离子净化技术。低温等离子为气态、液态与固态后的第四态,若外加电压与气体放电电压数值相符时,其气体会被击穿,变为自由基、原子与离子的混合体。在应用低温等离子净化技术前,需进行放电,虽然放电期间会提高电子温度,但随着重粒子温度的降低,其整体温度将呈下降趋势,也就是此前被人们熟知的低温等离子体。在实际应用时,低温等离子体能够合理降低自由基、高能电子等污染物,通过对该类污染物分解反应的合理控制来减少污染物数量。在处理VOCs有机废气期间,技术人员需利用有效举措及时控制并降低有机废气的具体浓度,

而低温等离子净化技术则能有效解决这一问题,通过合理控制,能够使VOCs有机废气的处理达到理想效果。此外,在采用低温等离子净化技术时,相关人员还需了解与等离子体相关的知识,如真空技术、放电化学、物理放电学与化学反应工程学科等,使该技术的应用更加理想,从而有效解决工业污染中的有机废气污染。

3.3 燃烧法

燃烧法将VOCs完全燃烧,使其转化成水和二氧化碳,在当前化工园区VOCs处理中较为常见。燃烧法主要分为高温燃烧法和催化燃烧法两种。

高温燃烧法常用于处理成分复杂的废气,一般处理温度为800~900℃。高温燃烧法以焚烧炉为媒介来处理废气,目前使用较广的焚烧炉有蓄热式焚烧炉(RTO)、蓄热式催化焚烧炉(RCO)、直接燃烧焚烧炉(DFTO)等。蓄热式焚烧炉利用高温氧化去除废气,通过控制温度和时间等条件将废气转化为CO₂和H₂O,并回收废气分解时释放的热量。它可以处理石化行业排放的各类VOCs,废气分解效率可超过99%,热回收效率可超过95%。蓄热式催化焚烧炉又叫回收炉,利用热能和催化剂氧化将废气转化为CO₂和H₂O,同时回收热量,达到环保的目的。这种炉型成本较高,可以处理石化行业排放的各类VOCs,若废气浓度较高,热量较大,则可不使用燃料。直接燃烧焚烧炉直接利用高温将VOCs氧化分解为CO₂,其占地面积小,但处理过程容易造成二次污染,气体浓度较低时,其需要投入助燃剂来保证净化效果。

催化燃烧法是在直接燃烧的基础上加入催化剂,催化剂的加入使得燃烧时间减少且所需温度也降低许多。催化燃烧法主要分为浸渍法和共沉淀法,目前使用的催化剂一般为价格较高的金属或者金属盐,因此科研人员致力于研发低成本、高效的催化材料。

3.4 研究低(无)VOCs原辅材料替代方案,提高源头替代水平

工业生产过程源VOCs污染防控尚处于起步阶段,以末端治理为主,低(无)VOCs原辅材料源头替代仍处于摸索阶段,源头替代总体水平不高。下一阶段应鼓励开展各重点行业低(无)VOCs原辅材料替代方案研究,学习借鉴其他地区先进经验做法,探索适用于当地发展水平的低(无)VOCs原辅材料替代方案,提高源头替代水平。对于符合工艺要求的、先进的低(无)VOCs原辅材料替代方案,管理部门应出台政策推进工业企业采用或升级改造。

3.5 合理应用处理技术与设备

为提高VOCs有机废气处理质量,技术人员在日常工作中还要合理应用各种处理技术和设备。在进行VOCs有机废气处理前,相关部门应及时明确废气处理的过程,即冷却与过滤。在进行废气处理时,应选择合适的废气处理设备。比

如,技术人员应根据有机废气处理的具体情况,合理选择吸附装置,由于吸附装置的使用会直接影响废气处理效果,因而应用该种设备可吸附多种有机废气,且在该类装置中可使VOCs有机废气的处理达到较佳水平。此外,技术人员应合理控制冷却和过滤步骤,并选择合适的处理设备,通过对该类设备应用过程的合理控制,切实提升装置设备的应用质量。

3.6 生物法

生物法通过活性微生物的氧化分解作用处理化工企业排放的VOCs,在微生物的作用下,VOCs会被分解成二氧化碳和水,从而满足国家排放标准和行业要求。目前,生物法主要有生物洗涤、生物过滤和生物滴滤3种。其中,生物过滤工艺流程简便,通常借助专门的生物过滤器进行处理,去除效率极佳。生物滴滤是在微生物膜和填料的作用下吸收和降解有机废气,依靠循环水系统完成加湿处理。相较于生物过滤,其取消了预加湿,对压降的要求较低,可以降低投入成本。生物洗涤则需要借助悬浮活性污泥处理装置来进行氧化代谢。这三种方法成本投入较低,但也各有利弊。生物滴滤在酸碱性废气处理中应用广泛,对微生物量的控制效果较好,但容易造成微生物积累,后期维护和运行成本较高。生物洗涤不会产生堵塞问题,大流量废气处理效果显著,但容易产生难以处理的疏水性有机废气。生物法是新兴的VOCs处理技术,但大部分研究尚处于试验探索阶段,局限性较大,因此还未被广泛应用。

结束语

VOCs污染防控与减排是遏制O₃污染增长的关键,而工业生产过程源VOCs排放贡献最大。“十三五”时期,工业生产过程源VOCs减排工作取得良好成果,推出多项重点减排措施。一是推进省级和市级VOCs重点监管企业开展“一企一策”综合整治,二是推进重点流域印染行业企业清退或入园,三是整治“散乱污”工业企业(场所),四是严格落实涉VOCs排放项目的环境准入。目前,工业生产过程源VOCs污染防控仍以末端治理为主,低(无)VOCs原辅材料源头替代仍处于摸索阶段。下一阶段,应着力于探索并采用适宜的低(无)VOCs原辅材料替代方案,鼓励工业企业采用多种技术组合的高效末端治理工艺,逐步淘汰低效治理设施,提高处理效率,并加强过程控制和废气收集,以更好地推进工业生产过程源VOCs减排。

参考文献

- [1]王红丽.上海市大气挥发性有机物化学消耗与臭氧生成的关系[J].环境科学,2015,36(09):3159-3167.
- [2]李红,彭良,毕方,李陵,鲍捷萌,李俊玲,张浩,柴发合.我国PM_{2.5}与臭氧污染协同控制策略研究[J].环境科学研究,2019,32(10):1763-1778.