

工业有机废气处理技术的创新与应用

刘欢 李家乐

西安高新技术开发区生态环境局

DOI:10.12238/eep.v8i1.2427

[摘要] 当前,我国空气污染形势严峻,而工业废气是污染源之一。在工业废气中,有机废气最难治理,且这些废气进入人体后,会对人的呼吸、血液、肝脏等系统及器官产生暂时性或永久性损害,对人类健康产生极大影响。近几年来,随着科学技术的不断发展,有机废气的处理技术已取得长足进步,成为有效控制与减排机动车废气的重要手段。

[关键词] 工业有机废气; 废气处理; 废气创新与应用

中图分类号: X701.7 **文献标识码:** A

Innovation and application of industrial organic waste gas treatment technology

Huan Liu Jiale Li

Ecological Environment Bureau of Xi'an High-tech Development Zone

[Abstract] At present, the air pollution situation in China is grim, and the industrial waste gas is one of the pollution sources. In the industrial waste gas, organic waste gas is the most difficult to treat, and these waste gas into the human body, will produce temporary or permanent damage to human breathing, blood, liver and other systems and organs, which has a great impact on human health. In recent years, with the continuous development of science and technology, the treatment technology of organic waste gas has made great progress, and it has become an important means to effectively control and reduce the motor vehicle waste gas.

[Key word] industrial organic waste; waste gas treatment; waste gas innovation and application

引言

生态环境部公布的数据显示,到2024年,我国大气污染防治工作取得明显成效,但工业有机污染物排放形势依然严峻。为应对这一挑战,国家出台一系列环境保护政策,促进其研究开发和应用。据统计,近年来我国工业有机废气处理市场规模不断扩大,预计在未来数年内年均增长率将在10%以上。其中一些新技术已逐渐成为市场的主流并显示出广阔的应用前景,不仅可以提高工艺效率,降低操作成本,而且可以为工业生产绿色转型提供强有力的保证。

1 工业有机废气处理技术的创新原则

1.1 高效性原则

高效性原则是工业有机废气处理技术革新的第一要素。随着工业化进程的加快,工业废气排放量迅速增加,给环境带来严重的污染。因此,如何提高废气处理效率、降低污染物排放,已成为我国节能减排的一个重要方向。高效性原理要求废气处理工艺能在较短的时间内对废气中有机污染物进行有效地去除,使其符合国家或当地排放标准^[1]。这不仅要求采用先进的处理工艺与设备,更要对工艺过程进行精细管理与优化,以保证在高负荷、高废气浓度条件下,系统仍能稳定运行,达到高效净化目

的。此外,高效率原则也反映在对废气处理技术的不断改善与更新。随着科学技术的不断发展,新的处理技术、新材料不断出现,使废气处理有了更多的选择。因此,有机废气的处理技术必须跟上科技发展的前沿,不断引进新的技术和工艺,以提高处理效率、降低能耗、降低成本。同时,技术创新也能实现废气中的资源回收,如利用废气中的有机化合物作为能源或原材料,达到经济与环保双赢的目的。

1.2 经济性原则

经济原理也是有机废气处理技术革新的又一重要原则,废气处理工艺的选择与应用,既要考虑处理效果,又要考虑经济上的可行性。在工业生产过程中,废气处理费用是企业生产经营的重要费用,如何在保证处理效果的同时,降低处理成本,是每个企业所关心的问题。经济性原则要求废气处理工艺在设计、施工及运行过程中应充分考虑成本因素。其中包括设备投资费用、运营维护费用和能源消耗费用等。通过对设备设计进行优化,提高其稳定性及耐用性,可降低设备维护与更换次数,降低运营与维修费用。同时,通过废热回收和能量梯级利用等节能技术手段来降低能源消耗,采用新型吸附材料和催化剂等技术,可进一步降低处理成本。

1.3 环境友好性原则

环境友好性原则是技术革新的基本出发点,废气处理工艺应在有效去除污染物的同时,尽量减少二次污染。这就要求废气处理工艺在设计、施工和运行过程中应充分考虑环境保护因素,采用低能耗,低排放,低污染的处理工艺及材料。

对废气处理工艺进行全寿命周期管理是环境友好的原则,从设备的选择、安装、调试、操作、维修、报废等各个环节都必须遵守环境保护的原则^[2]。如在设备的选择上,应优先选用噪声低、振动小、辐射小的设备;在生产过程中,要严格控制废气排放,保证达标排放;设备报废后,应采取无害化处理措施,减少对环境的污染。同时,环境友好原则也要求废气处理工艺要与生态环境协调一致。治理过程中要尽量降低对周围生态环境的影响,以保护生物多样性和维持生态平衡为目的,如对挥发性有机废气的处理,可利用微生物降解有机污染物,降低环境污染。

1.4 灵活性与可扩展性原则

灵活性和可扩展性是另一项技术革新的重要方向。随着工业生产技术的不断进步,尾气处理的要求也在不断地发生着变化。这就要求废气处理技术具有很高的灵活性和可扩展性,以适应不同的工业领域以及不断变化的废气处理要求。灵活性和可扩展性原则要求废气处理工艺应充分考虑将来可能发生的变化和需要。如设备的选择要优先考虑模块化和标准化,这样才能方便以后的升级改造;在处理过程中,应采用易于调节、优化的工艺路线,使之能适应各种尾气成分及浓度的变化。同时,废气处理技术也要求具有较高的自动化、智能化水平,采用远程监测、智能控制等方法,对废气处理过程进行精确控制与实时监测。另外,灵活性和可扩展性原则也要求废气处理工艺的建设应充分考虑将来的产能扩张与升级。

2 工业有机废气处理技术的创新应用

2.1 催化氧化技术

催化氧化法是处理有机废气的一种重要方法,其核心是选择合适的催化剂和优化反应条件。该技术利用催化剂的催化效应,将有机废气与氧气进行低温氧化,生成无害的二氧化碳和水^[3]。在应用该方法时,要根据废气成分筛选出高活性、高选择性的催化剂,如贵金属、过渡金属氧化物等。在此基础上,通过调节反应温度、气流速度及催化剂用量等条件,实现高效率的反应。在反应过程中,需要对废气的处理效果进行不断的监控,根据实际情况对反应条件进行适当的调整,才能获得最好的处理效果。

例如,在某化工企业中,企业的生产活动中,排放的废气主要是由甲苯、二甲苯等挥发性有机化合物(VOCs)组成,其浓度大约是500mg/m³,而风量大约为20000m³/h。为对这些废气进行高效处理,项目团队决定采用贵金属催化剂(例如铂、钯负载型催化剂)作为催化氧化过程的关键材料,这是因为这些催化剂对VOCs显示出很高的催化活性和选择性。为保证反应过程的高效性,对反应器的构造进行一系列优化措施,包括增设气体分布板

和设定合适的催化剂床层高度等。在确定反应条件时,考虑到催化剂的属性和废气的组成,确定反应的温度范围是200-300°C,气流的速度是2-4m/s,而催化剂的使用量则是废气体积流量的0.5%-1%。在实际操作中,通过调整相关参数,可以使废气中的VOCs在催化剂表面进行低温氧化反应,从而生成无害的二氧化碳和水。经历一段时间的运行和调试后,该催化氧化系统可成功地将废气中的VOCs去除率提高,从而满足企业对环保的严格要求。

2.2 生物处理技术

生物处理是一种利用微生物代谢活动对污染物进行降解的技术,在应用该技术时,需要建立合适的生物反应器,如生物滤池、滴滤塔、生物转盘等,同时保证微生物所需的营养物质和适宜的生长环境^[4]。在此基础上,可优化反应器结构参数,控制废气流速及停留时间,调控温湿度等条件,强化微生物的生长与代谢能力,实现对有机废气的高效净化。

例如,在某印刷厂的生产活动中,排放的废气主要包括油墨挥发物和溶剂残留等有机污染物,这些污染物的浓度大约是200mg/m³,而风量大约为10000m³/h。为更高效地处理这批废气,项目团队决定采用生物滤池作为生物反应器的设计。在建设过程中,首先着手于生物滤池的规划和施工。滤池的主体部分使用钢筋混凝土作为结构材料,并在其内部填充如木屑、活性炭等的生物填充物,为微生物创造一个附着和生长的环境。经过一系列的培养和驯化过程,成功建立一个能够适应废气成分的微生物群落,在生物滤池中种植这些微生物,可为其提供合适的营养成分和适宜的生长条件。在设定运行参数时,考虑到微生物的特性和废气的组成,可确定废气的流速范围为0.5-1.0m/s,停留时间在30-60s之间,温度和湿度的条件是25-35°C,相对湿度在70%-90%之间。在实际操作中,通过对这些参数的调整,微生物可以有效地分解废气中的有机污染成分。经历一段时间的运行和调试后,该生物处理系统在废气处理中对有机污染物的去除率已经超过90%,从而满足印刷厂对环境保护的需求。

2.3 等离子体技术

等离子体是利用高能电子、离子等活性粒子与有机废气分子碰撞,使其电离、解离或激发,破坏有机污染物的结构。在实际应用中,需要选择合适的等离子体发生源,如电晕、介质阻挡、射频等,根据废气成分及处理要求,确定合适的放电参数^[5]。在反应过程中,要对气体流速、反应时间等进行控制,保证有机废气的有效处理。同时,应加强反应器的冷却与保护工作,防止高温高压对设备造成损伤。

例如,在某个涂装车间生产流程中,排放的废气主要包括如苯、甲苯、二甲苯等挥发性有机化合物(VOCs),其浓度大约是800mg/m³,而风量大约为15000m³/h。为高效地处理这批废气,项目团队决定以介质阻挡放电(DBD)等离子体生成源作为处理设备的关键组成部分。关于施工流程,项目团队首先着手于等离子体反应器的设计和生产。该反应器的设计为管状,其内部配备如陶瓷管、玻璃管等的介质阻挡层,并在其外部施加高压电场。在

废气流经反应器的过程中,受到高压电场的影响,其中的分子会被电离、解离或激发,从而形成等离子体的状态。在设定放电参数时,考虑到废气的组成和处理标准,确定放电电压范围为10-20kV,放电频率在5-20kHz之间,以及气体的流速为1-3m/s。在实际操作中,通过调整相关参数,可以确保等离子体与废气中的VOCs分子进行充分的碰撞,从而破坏其内部结构并将其转化为无害的物质。为更好地冷却和保护反应器,项目团队在反应器的外围安装冷却水系统,以确保反应器在高温高压的环境中能够稳定工作。在反应器的入口处,可安装一些预处理设备,如过滤网和除尘器,这些都是为清除废气中的颗粒物和其他杂质,确保反应器不受损害。经历了一段时间的运行和调试后,该等离子体处理系统能够实现废气中VOCs的高达98%以上的去除率,同时设备运行也非常稳定和可靠,完全满足涂装车间的环保标准和要求。

2.4膜分离技术

膜分离技术是利用膜内物质透过速度的不同,达到分离有机废气污染物的目的。在应用该方法时,需要筛选出对气体具有特定选择性、渗透性的有机聚合物膜、无机陶瓷膜等材料,并根据废气组成及处理要求,设计出合理的膜分离工艺^[6]。为保证膜的稳定性和分离效果,需要对膜分离过程中的气压、温度、流速等进行控制。同时,为防止膜污染及堵塞,需定期进行膜组件的清洗与更换。

例如,在某化工园区内聚集众多化工公司,排放的废气成分多种多样,主要包括烃类、卤代烃类和醇类等有机污染物,这些污染物的浓度通常在100-1000mg/m³范围内,而其风量大约为30000m³/h。为高效地处理这批废气,项目团队决定采用有机聚合物膜作为分离膜的材料。在施工的各个阶段,项目团队先着手于膜分离器的设计和生产。膜分离器的设计是模块化的,其内部装有多个膜组件,而每一个膜组件都是由多层有机聚合物膜叠加构成的。膜材料具有对气体的特殊选择性和渗透能力,能有效地将废气中的有机污染物与空气进行分离。在设定膜分离过程的参数时,考虑到废气的组成和处理需求,确定膜分离器的工作压力范围为0.1-0.5MPa,工作温度在20-40°C之间,而气体的流

速则是2-5m/s。在实际操作中,通过调整相关参数,膜分离器可以有效地从废气中分离出有机污染物。为解决膜的污染和堵塞问题,项目团队在膜分离器的入口安装预处理设备,例如过滤网、活性炭吸附床等,以去除废气中的颗粒物和杂质。与此同时,需要定期清洗和替换膜组件,以确保膜具有良好的清洁性和透明度。经历了一段时间的运行和调试后,该膜分离处理系统在废气处理中对有机污染物的去除率已经超过了92%,同时膜组件的性能也表现得非常稳定和可靠,完全满足了化工园区的环保标准。

3 结束语

综上所述,工业有机废气处理技术的创新与应用对于保护环境、促进可持续发展具有重要意义。未来,随着科技的进步及环保法规的日趋严格,有机废气的处理技术将会向更高效率、更环保、更智能化的方向发展。经过不断的技术研究和实践探索,有理由相信,我国的工业生产一定能够在保障经济增长的同时,与自然和谐共生,为建设绿色低碳循环经济体系做出贡献。

[参考文献]

[1]梁智聪.工业有机废气污染治理技术与实践研究[J].云南化工,2021,48(10):85-87.

[2]陈赓良.基于工业试验结果对天然气总硫限制的技术经济分析[J].天然气与石油,2021,39(05):58-65.

[3]李志刚.关于工业有机废气的治理技术探讨[J].皮革制作与环保科技,2021,2(16):124-125.

[4]张俊.石油化工装置常见废气处理技术[J].辽宁化工,2021,50(07):1035-1037.

[5]王渊.催化燃烧技术处理石油化工企业含VOCs废气的工艺研究[J].化工设计通讯,2021,47(06):174-175.

[6]孙泽渊.煤化工大气污染治理技术进展及发展方向[J].化学工程与装备,2021,(06):234-235.

作者简介:

刘欢(1989-),男,汉族,陕西宝鸡人,毕业于西安石油大学,工学学士,工程师,主要研究方向:环境保护和环境工程。