

# 工业有机废气污染治理技术与实践研究

郭海宁

宁波弘景环保科技有限公司 浙江 宁波 315000

**摘要：**通过综合分析多种治理技术的原理、优缺点及适用范围，评估了不同技术在实际应用中的处理效果和经济效益。研究发现，催化燃烧法、吸附法、生物处理技术等有机废气治理中展现出良好的应用前景。新技术的研发和创新，如高效催化剂、智能化治理系统等，为进一步提高治理效率提供了有力支持。

**关键词：**工业有机废气；污染治理；技术

随着工业化进程的快速推进，工业有机废气污染问题日益突出，对人类健康和生态环境造成了严重威胁。有机废气通常包含多种有害化合物，如挥发性有机物（VOCs）、恶臭物质和有毒有害物质，这些化合物不仅危害人体健康，还会对大气环境、水源和土壤造成长期污染。

## 1 工业有机废气污染治理概述

工业有机废气污染治理是一个复杂且紧迫的环境保护任务，它涉及多个领域和技术的综合运用。这些废气主要来源于化工、制药、涂装、印刷等工业生产过程，其中含有多种有害有机物，如挥发性有机化合物（VOCs），它们对大气环境、生态系统以及人类健康会造成严重影响。工业有机废气污染治理的主要目标是通过一系列技术手段和管理措施，消除或减少这些废气中有害物质的排放。常用的治理技术包括吸附法、催化燃烧法、生物处理法、热力燃烧法等。这些技术各有优缺点，选择和应用时需根据废气的特性、处理要求以及经济可行性进行综合考虑。除了技术应用外，工业有机废气污染治理还需要加强源头控制，推广清洁生产技术和循环经济理念，减少废气的生成和排放<sup>[1]</sup>。此外政策引导和法规约束也是推动污染治理工作的重要手段。相对应这些情况政府制定了严格的排放标准，并加强监管和执法力度，推动企业积极采取治理措施。在全球环境问题日益严重的背景下，工业有机废气污染治理已成为国际社会共同关注的焦点。

## 2 工业有机废气对环境和人体健康的危害

工业有机废气是大气污染的重要来源，它包含了大量的挥发性有机化合物（VOCs）和其他有害物质。这些废气如果未经妥善处理而直接排放到大气中，将对环境和人体健康造成严重的危害。工业有机废气也会对环境造成严重的污染，VOCs在大气中会发生光化学反应，生成臭氧和其他氧化剂，增强大气氧化性，进而加速大

气中其他污染物的转化和扩散。有机废气中的某些物质还会参与酸雨的形成，这会对土壤和水体造成酸化，破坏生态平衡。工业有机废气对人体健康的影响也不容忽视，VOCs和其他有害物质在空气中的浓度过高时，会刺激眼睛、鼻子和喉咙，引起头痛、头晕、恶心等症状。长期暴露在这样的环境中，还可能导致受污染人群罹患慢性呼吸道疾病、过敏、癌症等健康问题。特别是对于儿童、老人和患有呼吸系统疾病的人群，这些影响将更加显著。除了直接对人体健康造成损害，工业有机废气还可能通过食物链间接影响人体健康。一些有机废气中的有害物质可以通过土壤和水体进入食物链，并由此进入食物和饮水中。长期食用含有这些有害物质的食物和饮水，可能会对人体健康造成潜在的风险。

## 3 有机废气的来源与产生途径

有机废气主要来源于工业生产过程中使用的有机溶剂、原料以及反应生成物。在工业生产中，许多化学反应、物理处理或工艺操作会产生有机废气。例如，油漆、涂料、胶粘剂、油墨等制造过程中，会释放出大量的挥发性有机化合物（VOCs）。有些工业设备或工艺过程需要使用燃料进行加热或驱动，这些燃料在燃烧过程中会产生有机废气。特别是当燃料不完全燃烧时，会产生更多的有害物质。在工业生产中，许多工艺需要使用有机溶剂来溶解、稀释或清洗材料。这些溶剂在使用过程中会挥发到空气中，成为有机废气的一部分<sup>[2]</sup>。此外，于设备密封不严、操作不当或储存容器老化等原因，有机物质可能会泄漏或挥发到空气中，形成有机废气。有些企业也可能由于技术或管理原因，对产生的有机废气处理不当，导致废气直接排放到大气中。

## 4 工业有机废气治理技术概述

### 4.1 吸收法

吸收法是一种广泛应用于工业有机废气治理的技术。这种方法基于溶质在不同相态之间分配的原理，利

用适当的液体吸收剂与有机废气中的有害物质发生物理或化学作用,从而将其从气相转移到液相,达到净化废气的目的。吸收法的核心在于选择合适的吸收剂。吸收剂的选择通常基于废气中有害物质的性质、浓度以及处理要求等因素。常用的吸收剂包括水、有机溶剂、酸或碱溶液等。水是最常用的吸收剂之一,主要适用于处理那些易溶于水的有机物。对于难溶于水的有机物,则需要选择特定的有机溶剂或酸碱溶液作为吸收剂。在吸收过程中,废气通过吸收塔或吸收器与吸收剂接触。根据废气与吸收剂接触方式的不同,吸收法可分为喷淋吸收、填料吸收和板式吸收等。喷淋吸收是将吸收剂以喷淋的方式与废气接触,适用于处理大气量的废气。填料吸收则是将吸收剂填充在塔内,废气通过填料层时与吸收剂发生接触,适用于处理低浓度的废气。板式吸收则是将吸收剂涂布在板面上,废气通过板面时与吸收剂发生作用,适用于处理高浓度的废气。

#### 4.2 氧化技术

在工业有机废气治理领域,氧化技术是一种常用的有效方法,它利用氧化剂将废气中的有机污染物转化为无害或低毒的化合物。这种技术广泛应用于处理各种难降解、有毒有害的有机废气,例如挥发性有机物(VOCs)和其他有机污染物。

氧化技术的核心是通过添加强氧化剂,如臭氧、过氧化氢、高锰酸钾等,或者利用催化剂加速氧化反应,使有机废气中的污染物被彻底氧化为二氧化碳和水。这种转化过程通常在高温、高压或催化剂的作用下进行,以确保反应的高效性和彻底性。其中,催化氧化技术是氧化技术的一种重要形式,它通过使用催化剂降低反应所需的活化能,使得有机废气在较低的温度下也能进行有效的氧化分解。这种技术不仅提高了能源利用效率,而且还能减少能源消耗和二次污染物的生成。氧化技术还可以与其他废气治理技术相结合,如与吸附技术结合使用,先通过吸附剂捕集有机废气中的污染物,再通过氧化技术将其彻底分解,从而实现对废气的全面治理。虽然氧化技术在有机废气治理中能够广泛的应用,但在实际应用中仍需考虑废气的成分、浓度以及治理的经济性等因素,以确定最佳的处理方案。同时,对于产生的副产物和二次污染物,也需要进行妥善的处理和处置,以确保整个治理过程的环保性和可持续性。

#### 4.3 等离子体技术

等离子体技术是一种先进的工业有机废气治理技术,其利用等离子体产生的高能电子、离子和自由基等活性物种,与有机废气中的污染物分子发生化学反应,

从而将其转化为无害或低害的物质。这一技术具有高效、快速、适用范围广等特点,在有机废气治理领域具有广阔的应用前景。在等离子体技术中,常用的等离子体产生方式有电晕放电、介质阻挡放电和微波放电等。这些放电方式可以在常温常压下产生大量的活性物种,与有机废气中的污染物分子发生氧化、还原、水解等反应,从而将其分解为二氧化碳、水等无害物质。与传统的废气治理技术相比,等离子体技术具有更高的能量密度和更强的化学反应活性,因此能够更有效地处理各种难以降解的有机废气。等离子体技术还具有反应速度快、处理效率高、设备体积小等优点。其反应速度通常仅需几秒钟至几分钟,即可实现有机废气的快速净化。同时,该技术可以在常温常压下运行,无需额外的加热或加压设备,降低了能耗和运行成本。此外,等离子体技术还可以与其他废气治理技术相结合,形成组合式废气处理系统,进一步提高处理效率和稳定性<sup>[3]</sup>。

需要注意的是,等离子体技术在应用过程中也可能产生一些副产物或二次污染物。因此,在实际应用中需要对其进行合理的控制和处理,以确保治理效果的可持续性和环保性。

### 5 工业有机废气治理技术优化与创新

#### 5.1 新技术的研发

随着环境保护意识的日益增强和工业生产规模的持续扩大,工业有机废气治理技术的优化与创新显得愈发重要。为了应对日益复杂的废气成分和更高的治理标准,新技术的研发成为关键所在。新技术的研发旨在解决传统治理技术中存在的能效低、二次污染、处理成本高等问题。为此,研究者们不断探索新的治理策略,如开发高效催化剂、优化反应路径、提升废气中组分的分离与回收效率等等。在催化剂研发方面,研究者们致力于开发高性能、长寿命的催化剂,以提高催化燃烧法、吸附法等技术的处理效率和稳定性。例如,通过纳米技术、复合催化剂等手段,提高催化剂的催化活性和选择性,降低催化燃烧的温度,从而减少能耗和二次污染物的生成。在废气分离与回收技术方面,研究者们正在探索更高效的膜分离材料、吸附剂以及热力回收技术,以实现废气中有价值组分的有效回收和能源的高效利用。这些技术的突破将有助于提高废气治理的整体经济效益和环境效益。新技术研发还关注于智能化、自动化的废气治理系统。通过引入先进的传感器、控制系统和数据分析技术,实现对废气治理过程的实时监控和优化调整,提高治理效率和稳定性。

#### 5.2 优化与创新的方向

工业有机废气治理技术的优化与创新方向主要集中在几个方面,第一、催化剂的改进与新型催化剂的研发:催化剂是许多废气治理技术的核心。优化现有催化剂的性能,如提高催化活性、选择性和稳定性,同时降低催化剂的成本,是技术优化的关键。开发新型催化剂,特别是针对难降解有机物的催化剂,对于拓展废气治理技术的应用范围具有重要意义。第二、废气组分的高效分离与回收:随着循环经济和资源回收理念的深入,如何高效地从废气中分离和回收有价值组分,成为技术创新的重点。这包括开发新型的分离材料、优化分离工艺、提高回收效率等<sup>[4]</sup>。第三、能量回收与节能技术的开发:废气治理过程往往伴随着能量的消耗。研发能量回收技术,如废热回收、电能回收等,不仅可以提高治理过程的经济效益,还有助于降低整体能耗。第四、智能化与自动化技术的整合:随着工业4.0和智能制造的推进,将智能化和自动化技术整合到废气治理技术中,可以提高治理过程的自动化程度、精准度和稳定性。这包括引入智能传感器、云计算、大数据分析等技术,实现对废气治理过程的实时监控、预测和优化。第五、多技术融合与系统集成:针对复杂的废气成分和处理要求,单一治理技术往往难以达到最佳效果。因此,将多种治理技术融合和系统集成,形成一套综合解决方案,是未来的重要发展方向。这不仅可以提高治理效率,还有助于降低整体成本。

### 5.3 实现技术突破的途径

实现工业有机废气治理技术的突破需要采取一系列综合性和创新性的途径。深入理解有机废气的生成机理、反应动力学和污染物转化机制,是实现技术突破的基础。通过加强基础研究,可以为新技术的开发提供理论支撑和实验依据。工业有机废气治理涉及化学、物理、材料科学、环境科学等多个学科领域。加强跨学科合作,汇聚不同领域的专家智慧,有助于产生新的思维火花和技术创新。与此同时持续投入研发资金,支持新

技术、新工艺和新材料的研发。通过建立研发团队、合作研究机构和高校等方式,推动产学研一体化,加速科技成果的转化和应用。建立灵活、开放的创新机制,鼓励创新思维和跨界合作。通过设立创新基金、组织技术竞赛等方式,激发企业和研究机构的创新活力。积极参与国际交流与合作,引进国外先进技术和管理经验。通过国际合作项目、学术交流和人才培养等方式,推动国内外技术的融合与创新。建立健全科技成果评价和转化机制,推动新技术、新工艺和新材料的快速应用。通过政策引导、市场激励和示范推广等手段,促进技术成果的转化和产业化。加强创新型人才的培养和引进,建立人才激励机制。通过高等教育、职业教育和继续教育等方式,培养一批具备创新思维和实践能力的人才队伍<sup>[5]</sup>。

### 结束语

本研究通过深入分析和案例研究,为工业有机废气治理技术的优化与创新提供了有益参考。展望未来,期待更多的科研成果能够转化为实际应用,为工业废气治理贡献更多力量。同时,我们呼吁政府、企业和研究机构加强合作,共同推动工业有机废气污染治理技术的进步与发展,为建设美丽中国和实现可持续发展目标作出积极贡献。

### 参考文献

- [1]卢丽平.工业有机废气污染治理技术的应用实践研究[J].节能,2019,38(04):117-118.
- [2]王志强,王明健.生物治理技术对工业有机废气(VOCs)的工程应用研究[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2018,78(05):120-121.
- [3]李俊华,张伟,金毓峯.臭氧氧化技术在工业有机废气治理中的研究与应用[J].化工进展,2022,41(6):2897-2905.
- [4]周芳.ACF吸附法在工业有机废气处理中的应用[J].科技创新导报,2017(22):125.
- [5]张明,李伟,王志刚.工业有机废气氧化治理技术研究进展[J].环境科学与技术,2022,45(S1):236-243.