

废气治理工程技术研究

黄兆彬

广东南环生态环境科技有限公司 广东 广州 510070

摘要：随着工业化进程的加速，废气排放问题日益凸显，对环境和人类健康造成了严重影响。废气治理工程作为解决这一问题的关键技术手段，其重要性不言而喻。本文首先阐述了废气治理工程生物法的重要性，接着对废气治理工程生物法进行了梳理，并分析了生物法技术在实际应用中的情况。本文还探讨了废气治理工程生物法面临的挑战及优化措施，以期为废气治理工程生物法技术的进一步发展提供参考。

关键词：废气治理；工程技术；生物法技术；挑战与优化

引言：在全球化背景下，工业化和城市化的快速发展带来了经济繁荣，但同时也伴随着严重的环境问题。废气排放作为工业生产过程中的不可避免的副产物，其大量排放不仅对大气环境造成了严重污染，还对人类健康构成了严重威胁。因此，开展生物法废气治理工程技术研究，提高废气治理效率，降低废气排放对环境的影响，具有重要的现实意义和深远的历史意义。

1 废气治理工程重要性及生物法优势

1.1 保护大气环境

工业化与人类活动加剧废气排放，含二氧化硫、氮氧化物等有害物质严重污染大气，影响生态平衡，导致气候变化、酸雨等问题。废气治理工程通过先进技术净化废气，减少污染，维护蓝天白云，保护地球生态平衡。

1.2 保障人类健康

废气中的有害物质威胁人类健康，引发呼吸道、心血管疾病，甚至致癌。治理工程显著降低排放，创造清洁呼吸环境，降低疾病发病率，提升公众生活质量与健康水平。

1.3 促进可持续发展

环境污染制约未来发展，废气治理是关键^[1]。它减少排放，保护后代生存环境，同时推动环保产业与经济发展，吸引投资，促进服务业繁荣，实现经济、社会、环境协调发展的目的。

1.4 生物法净化废气的优势

生物法净化废气是一种利用微生物的代谢作用将废气中的有机物转化为无害物质的技术。其基本原理是在适宜的环境条件下，将废气中的有机成分作为微生物的碳源和能源，通过微生物的吸附、分解作用，将有机物转化为二氧化碳、水、无机盐和生物质等无害物质。这一过程不仅实现了废气的有效治理，还实现了资源的循环利用。（1）高效性：生物法能够高效地将废气中的有

机物转化为无害物质，处理效率高，对低浓度有机废气的治理效果尤为显著。（2）经济性：与传统的化学法、物理法相比，生物法设备投资少，运行费用低，适合各种规模的企业应用。（3）环境友好性：生物法处理过程中不产生二次污染，对环境友好，符合可持续发展的要求。（4）广泛适用性：生物法能够适应各种环境条件和废气组成，具有广泛的适用性，可以与其他废气治理技术相结合，形成更为完善的废气治理体系。

2 废气治理工程生物法技术

生物法处理废气技术作为一种环保高效的解决方案，正逐渐受到广泛关注。该技术利用微生物的代谢能力，将废气中的有害物质转化为无害物质，具有工艺简单、成本低廉、环境友好等优点。通过深入探讨生物过滤法、生物洗涤法及生物滴滤法等主要技术类型，分析其原理、优缺点及适用范围，以期为废气治理提供科学参考和技术支持。

2.1 生物过滤法

生物过滤法是一种有效的废气治理技术，见图1，VOCs由1泵入经装置2、3预处理后，进入生物滤池4装置，其内微生物附于多孔介质上，通过精细调控，实现高效降解，将污染物转化为无害的CO₂与H₂O，安全排放。此过程中，微生物静候其上，而VOCs气体则动态穿梭其间，完成净化之旅。其核心在于利用具有较强吸附能力的填料来吸附废气中的污染物。常见的填料如松树皮、活性炭等，它们具有丰富的孔隙结构和较大的比表面积，能够有效地捕捉废气中的有害物质。微生物在这一过程中扮演着至关重要的角色。它们在填料表面生长，并形成复杂的生物膜。这些微生物通过自身的代谢活动，将吸附在填料上的污染物分解转化为无害物质。这种代谢过程涉及一系列复杂的生物化学反应，例如氧化、还原、水解等。在微生物的作用下，有机物被逐步

分解为二氧化碳、水和其他简单的无机物，从而实现废气的净化。微生物在生长过程中还会产生一些分泌物，这些分泌物可以进一步增强填料的吸附能力，提高整个生物过滤系统的处理效果。

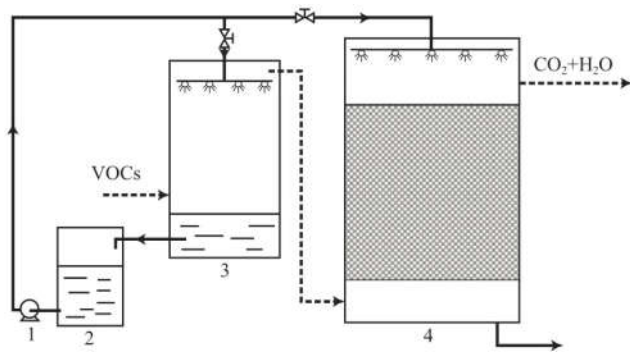


图1 生物过滤法处理废气的工艺流程

2.2 生物洗涤法

生物洗涤法是一种由装有惰性填料的吸收器和一个活性污泥反应器组成的悬浮活性污泥处理系统，在废气治理中发挥着独特的作用。在这个系统中，洗涤循环液从吸收室顶部喷淋而下，形成了一个与废气充分接触的环境^[2]。废气中的污染物和氧气通过溶解和吸附作用，实现了从气相至液相的转移。这一过程类似于气体在液体中的溶解，使得废气中的污染物能够迅速地进入液相，为后续的生物处理创造了有利条件。活性污泥中的微生物是降解污染物的主力。这些微生物具有丰富的酶系和代谢途径，能够将液相中的污染物转化为无害物质。

它们通过摄取污染物中的有机物和无机物，进行新陈代谢和生长繁殖。在这个过程中，污染物被逐步分解和转化，最终达到净化废气的目的。如对于含有硫化氢的废气，硫化氢在吸收器中溶解于洗涤液中，形成硫化物离子。活性污泥中的微生物，如硫氧化菌，能够利用这些硫化物离子进行代谢，将其氧化为硫酸盐，从而实现硫化氢的去除。

2.3 生物滴滤法

在生物滴滤塔中，使用的填料通常是陶瓷、木炭、聚丙烯小球等惰性材料。与生物过滤法中的填料不同，这些惰性材料不能为微生物的生存和生长直接提供营养物质。但它们具有较高的空隙率，这为废气和滴滤液的通过提供了良好的通道，同时也为微生物的附着和生长提供了足够的空间。微生物在填料表面生长，并通过滴滤液与废气接触。滴滤液中通常含有微生物生长所需的营养物质和代谢底物，它均匀地滴落在填料上，为微生物提供了必要的养分和水分。当废气通过滴滤塔时，污染物与微生物及其代谢产物相互作用，发生生物降解反应。以处理挥发性有机物（VOCs）为例，VOCs在废气中进入滴滤塔后，与湿润的填料表面和微生物接触。微生物利用VOCs作为碳源和能源，通过一系列酶促反应将其分解为二氧化碳、水和其他简单的化合物。同时，滴滤液的不断更新和循环，保证了微生物生长环境的稳定性和适宜性，有助于维持微生物的活性和处理效果的持久性。生物滴滤法滤池设施见表2。

表1 生物滴滤法滤池设施

设施	检查内容	检查要点	相关说明
生物滤池	设备内部、零部件情况	预洗池喷头、生物滤池喷头	是否堵塞，影响正常注水
		过滤器	是否堵塞，影响设备正常运行
			一般在0.5~1.5m，太高会增加气流的流动阻力，太低会增加沟流现象，影响处理效果
	固定参数是否符合要求	填料床流程	流程压差小或为0，可能存在“短路”现象；流程压差大，可能存在填料局部堵塞等问题，净化效果差
	操作参数是否正常、稳定	填料温度、湿度	微生物比较适宜的生长湿度为40%~60%。
		营养物质	一般BOD : N : P的比例为100 : 5 : 1
循环水、滤料更换周期及更换量	pH	大多数微生物对pH的适应范围为4~10；含S、Cl、N的污染物通常会使pH降低，因此需及时缓冲变动	
	循环喷淋水是否及时更换	是否定期更换，当pH过低或过高时，需彻底更换	

3 废气治理工程生物法应用实践

3.1 污水处理站应用实践

在污水处理站，生物法废气治理技术主要用于处理来自污水处理过程中产生的恶臭气体。这些气体主要由硫化氢、氨气、甲硫醇等有害物质组成，对环境和周边

居民的健康构成威胁。在污水处理站中，生物法废气治理技术通常采用生物过滤法或生物滴滤法。通过在过滤介质或滴滤介质上培养特定的微生物群落，这些微生物能够吸收并降解废气中的有害物质。同时，通过调整过滤介质或滴滤介质的种类、湿度、温度等条件，可以优

化微生物的生长环境,提高废气处理效率。在污水处理站应用生物法废气治理技术的实践中,关键在于选择合适的微生物种类和介质材料,以及优化操作条件^[3]。如针对硫化氢等含硫化合物,可以选择具有硫化物降解能力的硫杆菌等微生物;而针对氨气等含氮化合物,可以选择具有氨氮降解能力的硝化细菌等微生物。通过合理的工艺设计和运行管理,生物法废气治理技术可以有效地去除污水处理站产生的恶臭气体,改善环境质量。

3.2 饲料行业应用实践

在饲料行业,生物法废气治理技术主要用于处理饲料生产过程中产生的粉尘和有害气体。这些废气主要来源于原料的破碎、混合、制粒等工序,以及饲料储存和运输过程中产生的粉尘和有害气体。在饲料行业应用生物法废气治理技术的实践中,通常采用生物过滤法或生物洗涤法。通过在过滤介质或洗涤液中培养具有特定降解能力的微生物群落,这些微生物能够吸收并降解废气中的有害物质。通过调整过滤介质或洗涤液的种类、浓度、pH值等条件,可以优化微生物的生长环境,提高废气处理效率。在饲料行业应用生物法废气治理技术的关键在于选择合适的微生物种类和介质材料,以及控制操作条件。

3.3 垃圾站应用实践

在恶臭的垃圾站,生物法废气治理技术主要用于处理垃圾在堆放和发酵过程中产生的恶臭气体。这些气体主要由硫化氢、氨气、甲烷、挥发性有机化合物(VOCs)等组成,对环境和周边居民的生活构成严重影响。在恶臭的垃圾站应用生物法废气治理技术的实践中,通常采用生物滴滤法或生物洗涤法。通过在滴滤塔或洗涤塔中填充具有高效吸附和降解能力的生物介质,并喷洒适宜微生物生长的营养液,这些微生物能够吸收并降解废气中的有害物质。并且通过调整生物介质的种类、厚度、湿度等条件,以及控制营养液的浓度和喷洒量等参数,可以优化微生物的生长环境,提高废气处理效率。

4 废气治理工程生物法的挑战及优化措施

4.1 废气治理工程生物法的挑战

(1) 微生物适应性:不同废气成分对微生物的适应性不同,有些污染物难以被常规微生物降解,这限制了生物法的应用范围。(2) 环境条件控制:生物法处理废气需要适宜的温度、湿度、pH值等环境条件,这些条件的波动会影响微生物的活性,进而影响处理效果。(3)

运行稳定性:生物法处理废气系统需要长期稳定运行,但微生物的生长和代谢过程容易受到外部因素的影响,如废气浓度、流量的波动等,导致系统运行不稳定。

(4) 设备投资与运行成本:生物法处理废气设备需要较大的投资,且运行成本相对较高,这增加了企业的经济负担。

4.2 优化措施

(1) 筛选与培育高效微生物:针对特定废气成分,筛选和培育具有高效降解能力的微生物菌株,提高生物法的处理效率和适用范围^[4]。如通过基因工程技术改造微生物,使其具有更强的污染物降解能力。(2) 优化环境条件控制系统:采用先进的自动控制系统,实时监测和调节生物法处理废气系统的环境条件,确保微生物在最佳状态下运行。并且设计合理的缓冲机制,以应对外部环境条件的波动。(3) 提高系统稳定性:通过改进生物反应器的设计和运行方式,提高系统的稳定性和抗冲击能力。例如采用多级串联的生物反应器结构,实现废气的逐步降解和净化;在生物反应器中添加适当的填料或载体,提高微生物的附着能力和生物量。(4) 降低设备投资与运行成本:通过优化设备设计和制造工艺,降低生物法处理废气设备的投资成本。采用节能降耗的技术措施,如优化营养液配方、提高废水回用率等,降低运行成本。此外政府可以给予企业一定的政策支持和资金补贴,鼓励企业采用生物法处理废气技术。

结语

废气治理工程是环保领域的重要工作之一,对于保护大气环境、保障人类健康、促进可持续发展具有重要意义。随着环保要求的不断提高和技术的不断进步,废气治理工程将面临更多的挑战和机遇。因此我们需要加强技术研发、完善政策法规、加强监管和执法力度等措施,推动废气治理工程技术的不断发展和进步。

参考文献

- [1]李文钊.VOC废气治理工程技术的解析[J].皮革制作与环保科技,2020,1(21):66-70.
- [2]王俊,张凤晨.废气治理环保设备分类及新技术探讨[J].化工管理,2020,(23):50-51.
- [3]董磊.化工行业有机废气治理新技术研究[J].山西化工,2020,40(02):149-150.
- [4]张宇航.废气治理环保设备分类及新技术探讨[J].中国科技信息,2021,(18):121-122.