

生物处理技术在 VOCs 废气处理中的应用

杨云碧

云南晨誉佳源科技有限公司, 中国·云南 昆明 650100

摘要: 现阶段工业化进程逐步加快, 挥发性有机化合物的排放问题成为威胁自然环境的主要问题。同时, 也会威胁人体健康。生物处理技术具有环保高效的优势, 在这类废气的处理中有非常重要的应用价值。通过论文分析可知, 生物处理技术在 VOCs 废气处理中的应用价值主要体现在有显著的环保效益、有良好的经济效益、有利于促进可持续发展。而为了优化生物处理技术的应用效果。需要做到优化生物处理系统设计、强化微生物驯化培养成效、探索应用新型生物处理技术、加强产学研合作与推广力度, 为发挥生物处理技术在 VOCs 废气处理中的作用, 提升废气处理成效提供支持。

关键词: 生物处理技术; VOCs 废气; 推广应用

The Application of Biological Treatment Technology in the Treatment of VOCs Waste Gas

Yunbi Yang

Yunnan Chenyu Jiayuan Technology Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650100, China

Abstract: At present, with the accelerating process of industrialization, the emission of volatile organic compounds has become a major problem threatening the natural environment. Meanwhile, it also poses a threat to human health. Biological treatment technology has the advantages of being environmentally friendly and efficient, and thus has very important application value in the treatment of such waste gases. Through the analysis in this paper, it can be seen that the application value of biological treatment technology in the treatment of VOCs waste gases is mainly reflected in its remarkable environmental benefits, good economic benefits, and being conducive to promoting sustainable development. In order to optimize the application effect of biological treatment technology, it is necessary to optimize the design of biological treatment systems, strengthen the effectiveness of microbial domestication and cultivation, explore the application of new biological treatment technologies, and enhance the cooperation and promotion efforts among industry, academia, and research institutions, so as to support the role of biological treatment technology in the treatment of VOCs waste gases and improve the effectiveness of waste gas treatment.

Keywords: biological treatment technology; VOCs waste gas; promotion and application

0 前言

生物处理技术具有一定的环保性能, 在废气处理中得到了广泛的认同。基于此, 论文聚焦 VOCs 处理问题进行研究, 探讨生物处理技术不断优化完善, 并在这类废气处理中的应用价值和实践效果, 力求为优化生物处理技术在这类废气处理中的应用质量提供一定的参考。对于环境保护工作而言, 先进的技术和资源应当持续不断地融合应用, 以便体现出先进技术的作用, 提高环境污染中废气处理工作的质量。

1 生物处理技术在 VOCs 废气处理中的应用原理

生物处理技术在挥发性有机化合物废气处理中的原理是, 基于微生物的代谢活动, 对废气进行净化和降解。具体来讲, 这项技术主要利用了特定种类的微生物作为催化剂发挥作用, 基于微生物的自主选择, 对 VOCs 废气中的相关成分进行吸附和降解。在生物处理系统中, 废气可通过气液传

质的过程, 从气体状态转移到液体或固体状态, 附着在生物填料的表面, 这个过程能够确保 VOCs 物全面充分的接触。随后, 附着在填料上的微生物则可进一步利用细胞膜的酶系统作用, 将 VOCs 作为碳源和能源进行吸收代谢^[1]。在微生物体内, VOCs 分子也需要经历一系列的生化反应。具体包括水解反应、氧化反应和还原反应等。最终气体可被转化为无害物质, 转化产物为二氧化碳和水。另外, 还包括一部分微生物自身的细胞物质^[2]。图 1 为生物处理技术在 VOCs 废气处理中的应用流程图。

2 生物处理技术在 VOCs 处理中的应用价值

2.1 有显著的环保效益

生物处理技术在 VOCs 处理中的应用首先能够取得良好的环保效益。现阶段, 工业化进程不断加快, VOCs 排放成为大气污染的主要来源, 对于环境和人类健康都会造成严重的威胁, 生物处理技术主要利用微生物代谢活动, 将 VOCs

转化为无害的二氧化碳、水和细胞物质等。能够有效减少大气中的 VOCs 气体浓度,改善空气质量。相对于传统的物理技术、化学氧化等处理技术,生物技术不容易产生二次污染,不会对环境造成过大影响。技术的应用效果好,系统运行稳定。能够在温度和压力的双重作用下提高处理效率,降低能耗。另外,处理技术的环保效益体现在,能够将有害气体转化为无害物质,降低气体对生态系统的潜在威胁。另外,生物处理技术还可自主利用自然界中的微生物资源,减少对化学药剂的依赖,降低化学药剂对环境造成的污染^[3]。

2.2 有良好的经济效益

上文已经提到,生物处理技术在 VOCs 废气处理中也有良好的经济效益。这种处理技术可能造成的污染小,能耗低,也不需要高温高压的特殊条件支持,不需要投入化学药剂。除此之外,这种技术应用过程中的部分资源可回收利用,在生物处理过程中,还会产生一些有价值的副产品。例如,生物质能、有机酸等。这些副产品对生产有机肥料和生物能源有重要的作用,能够为企业带来一定的经济效益。通过优化生物处理工艺和参数,能够进一步提高废气处理的效果和质量,创造更多的经济效益^[4]。最后,生物处理技术应用后,还有助于提升企业的品牌价值,树立良好的社会形象。

2.3 有利于促进可持续发展

生物处理技术在 VOCs 废气处理中的应用,还能够实现可持续发展的终极目标。首先,这种处理技术具有绿色环保的特征,符合可持续发展的基本理念。推广应用生物处理技术能够减少对化石燃料的依赖,降低温室气体的排放量,实现社会经济发展向绿色低碳方向转型的目标。另外,生物处理技术的应用能够促进产业结构的优化升级。现阶段,环境保护方面的法规政策在严谨性和全面性上同步提升,传统的高能耗、高污染产业面临着生存压力,采用生物技术处理 VOCs 废气,能够帮助企业在激烈的市场竞争中维持一定的竞争力,促进企业环保技术的研发和创新,推动产业结构进一步优化升级。

3 生物处理技术在 VOCs 废气处理中的优化应用策略

3.1 优化生物处理系统设计

生物处理技术在 VOCs 废气处理中的优化应用需要首先做到优化生物处理系统的设计。针对 VOCs 废气的成分和浓度特性,需要合理选择生物填料,在微生物附着中,填料的质量和性质会直接影响附着效果。同时,会进一步影响到微生物的生长和代谢活性,在选择填料时,应当优先考虑表面积大、孔隙率高、吸附性强的填料,陶粒、生物球、活性炭都是可优先考虑的有效填料。合理优化选择填料,能够增加微生物与 VOCs 气体的接触面积,提升传质效率。填入的布局和填充方式也应当结合实际优化选择,保证废气在填料层中均匀分布,避免局部过载问题。另外,在优化系统

设计时,还应当将关注点放在进气方式上,进气的方式会直接影响废气在生物处理系统中的停留时间和分布状态。现阶段,多点进气,均匀分布,都属于可用的进气方式,能够保证废气充分与填料接触^[5]。另外,应当酌情考虑应用逆流或错流的进气方式增加废气与微生物接触的面积和频率,提高处理效率。精确控制生物处理系统的运行参数也非常关键。目前,温度、湿度、pH 值和氧气浓度都是会影响到微生物生长、代谢活性的重要参数。可引入智能控制系统,做好相关参数的实时监测,并结合处理需求,灵活调整各项参数。参数设置完毕后,需要保证能够营造出最适合微生物生长的环境。具体来说,大部分微生物对温度的需求区间集中在 20℃~40℃之内,pH 值则应该维持 6~8 这个数值范围。例如,在一家化工企业处于含苯系物的 VOCs 废气处理就首先根据废气的成分和浓度特性,选择了活性炭作为生物填料,这种填料比表面积大、吸附性强,能够有效增加微生物与 VOCs 的接触面积。在布局时,选用了分层填充的方式,保证废气在填料中能够均匀分布。在选择进气方式时,应用了多点进气方案。同时,引入了智能化控制系统,随时监测并调整生物处理系统的温度、湿度和氧气浓度等指标。在夏季高温时段,系统内会自动降低温度,维持在 30℃的水平,pH 值也维持在 7 左右。同时,系统还可根据微生物代谢需求调整氧气浓度为微生物创造了适宜的生长环境,苯系物 VOCs 的去除率达到 90% 以上。

3.2 强化微生物驯化培养成效

微生物是生物处理技术的核心要素。微生物的种类、数量以及活性会直接影响到废气处理的效果。因此,需要强化对不同微生物的进化和培养成效,首先对于不同类型的废气,筛选并驯化适应性更强、降解效率高的微生物菌株。从自然界中选择一些能够自主降解 VOCs 废气成分的微生物,或者利用基因工程技术,构建能够高效降解的菌株。在驯化实践环节,应逐步增加 VOCs 的浓度和种类,使微生物逐渐适应并提高其降解能力^[6]。另外,对微生物的培养条件也要进一步优化。具体来说,培养条件的要素包括培养基的成分、培养温度、pH 值和氧气浓度。控制培养条件时,需要根据微生物的生长特性和降解需求精确控制数据指标,促进其生长和代谢,提升微生物中的酶活性和代谢速率。另外,对于微生物的保存和复壮工作也应当进一步加强。微生物的长期使用过程中,会由于环境变化、营养缺乏的问题而影响其活性。因此,需要建立科学的微生物保存和复壮体系,保证这类资源可持续发挥作用。现阶段保存的方法主要有冷冻保存、干燥保存等。直接将微生物菌株妥善保存,并且近期进行复壮培养,恢复其降解能力和自身活性。最后,还应当针对微生物的局部结构和代谢机制进行研究。利用高通量测序、代谢组学等现代化生物技术手段深入研究微生物群的结构和代谢模式,揭示微生物降解 VOCs 的分子机理和代谢途径。这有助于优化微生物的培养条件、提高降解效率,并为

开发新型生物处理技术提供理论依据。

3.3 探索应用新型生物处理技术

随着技术的不断进步,目前可用的新型生物处理技术也在不断发展和完善。基于 VOCs 处理的需求,技术人员也应当积极探索并应用新型的生物处理技术,在实践应用中,首先引入新型的生物反应器是基础条件。目前,膜生物反应器、生物转盘和生物流化床都属于现阶段应用效果良好的反应器。另外,生物处理技术与其他先进技术还可考虑联合应用。例如,在一些高浓度 VOCs 废气处理时,就可将生物处理技术与物理吸附或化学氧化技术联合应用,实现优势互补。先用物理吸附或化学氧化的方式降低浓度,再进一步处理技术进行深度处理。另外,还可将研究的侧重点放在生物处理技术的强化应用方面,进一步提升技术应用效能。例如,添加生物表面活性剂,有效处理代谢底物等方式,都能够促进微生物更好地吸附 VOCs 气体,并且进一步完成降解的过程。最后,还需要加强新型生物处理技术的研发和创新。应鼓励和支持高校、科研机构和企业加强合作,共同研发新型生物处理技术。

3.4 加强产学研合作与推广力度

产学研合作推动生物处理技术在 VOCs 废气处理中也属于有效的创新实践策略。为了加强产学研合作推广力度,相关企业应当积极与高校建立紧密的合作关系,进一步借助政府出台的专项优惠政策,形成高校、科研机构和企业三位一体的合作机制。通过合作,共同开发生物处理技术,并且完成后续的示范推广工作,形成产学研紧密结合的创新体系。另外,技术交流与培训工作也应当同步推广,定期举办生物处理技术的研讨会以及专业培训班,提升相关技术人员的实践能力和创新能力,推动生物技术的不断发展和完善。最后,应当积极投入资金和技术两方面的支持,建立示范工程和推广基地,选取有代表性的区域,建立生物技术示范推广试点,通过示范工程的运行、展示,吸引更多的公众和企业对生物处理技术的优势和应用效果进行关注,并进一步推进推广应用工作。例如,在某地区的 VOCs 废气治理工作中,当地政府就出台了专项优惠政策,一所著名高校的环境工程

学院和专业环保科研机构以及大型化工企业达成了合作关系,共同组建了 VOCs 生物处理技术产学研合作联盟。由高校和科研机构负责技术的研发创新、应用先进的实验设备,借助专业人才深入研究生物处理技术在 VOCs 废气处理中的应用原理,并提出优化设计方案。企业则主要提供应用场景和资金支持,实现研究成果的转化应用。为了提升相关人员的技术水平,合作联盟会定期举办生物处理技术研讨会,并且设置了三期专项培训班,由各方专家和企业技术人员在会议上分享经验和研究成果,并且在培训中分享实践案例。同时,当地政府和企业也共同投入了资金,建立了生物处理技术示范工厂和推广基地,显著提升了 VOCs 废气处理的工作成效,有力推进了生物处理技术在当地的有效推广应用。

4 结语

综合论文分析可知,生物处理技术在 VOCs 废气处理中有非常重要的应用价值。为了保证这项技术的应用效果,相关企业、社会组织以及高校、科研院所应当构建协同合作关系,共同关注生物处理技术的发展和應用。不断创新技术优化废气处理效果,为体现出技术优势,从根本上优化废气处理质量提供支持。

参考文献:

- [1] 杨磊.高效生物处理技术在工业废水深度净化中的应用研究[J].现代盐化工,2025,52(1):35-37.
- [2] 史宇情,王宁,白紫荷,等.疏水性VOCs处理生物组合及生物强化技术研究进展[J].化工环保,2024,44(6):788-795.
- [3] 易利芳,严寒.精细化工行业环境保护与污水生物处理技术分析[J].清洗世界,2023,39(5):89-91.
- [4] 李平,冯涛,廖翊芳,等.垃圾压缩/转运站渗滤液一体化生物处理技术与装备应用示范[J].环境卫生工程,2022,30(6):105-106.
- [5] 王妍.基于可变模糊优选模型的工业VOCs处理方案技术经济性评价[J].化工管理,2022(16):66-69.
- [6] 张平平,张小勇.浅谈乌兰察布市集宁区霸王河东侧污水处理厂技术改造工程生物处理工艺的选择[J].内蒙古水利,2022(3):72-73.