

探究煤制油废水生化系统生物泡沫成因及控制

李成峰

陕西未来能源化工有限公司, 陕西 榆林 719000

[摘要] 文章主要探讨了煤制油废水生化系统中生物泡沫的成因及控制策略。首先分析了煤制油废水的产生及处理现状, 然后讨论了生物泡沫的成因与影响因素。接着介绍了生物泡沫的检测与分析方法, 包括实验室检测方法、在线监测技术与设备以及泡沫成分的分析方法。最后, 提出了生物泡沫的控制策略, 包括改进生化处理工艺、调整操作条件、添加抗泡剂与消泡剂以及应用生物控制方法等。

[关键词] 煤制油废水; 生化系统; 生物泡沫; 检测与分析

DOI: 10.33142/ect.v1i2.8706

中图分类号: X793

文献标识码: A

Exploration on the Cause and Control of Biological Foam in the Biochemical System of Coal to Oil Wastewater

LI Chengfeng

Shaanxi Future Energy and Chemicals Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract: This paper mainly discusses the causes and control strategies of biological foam in the biochemical system of coal to oil wastewater. This paper first analyzes the production and treatment status of coal to oil wastewater, and then discusses the causes and influencing factors of biological foam. Then it introduces the detection and analysis methods of biological foam, including laboratory detection methods, online monitoring technology and equipment, and the analysis methods of foam components. Finally, the control strategy of biological foam was proposed, including improving biochemical treatment process, adjusting operating conditions, adding antifoam and defoamer, and applying biological control methods.

Keywords: coal to oil wastewater; biochemical system; biological foam; detection and analysis

煤制油作为一种非常重要的化石能源转化方式, 其废水处理问题日益受到关注。生物泡沫在煤制油废水处理过程中是一个普遍存在的问题, 对废水处理效果和设备运行造成很大影响。为了解决这一问题, 深入了解生物泡沫的成因、影响因素及其检测与分析方法至关重要。此外, 探讨有效的生物泡沫控制策略将有助于提高煤制油废水处理效果, 降低对环境的影响。旨在系统地探讨煤制油废水生化系统中生物泡沫的成因及控制策略, 以期为实际工程中泡沫问题的解决提供理论支持和参考。首先概述了煤制油废水的产生及处理现状, 接着分析了生物泡沫的成因与影响因素, 阐述了生物泡沫的检测与分析方法, 最后提出了针对生物泡沫的控制策略。

1 煤制油废水的产生及处理现状

煤制油废水的产生主要源于煤炭在液化、气化等过程中产生的有机物和矿物质污染物。在煤制油过程中, 大量的废水产生, 这些废水含有高浓度的化学需氧量 (COD)、氨氮、硫化物、多环芳烃等有害污染物, 对环境和生态系统构成严重威胁。为了有效处理煤制油废水, 保护环境和生态安全, 研究者们已经提出了多种处理方法。目前, 煤制油废水的处理方法主要包括物理、化学和生物三大类。物理处理方法主要包括沉降、浮选、过滤等, 可以有效去

除废水中的悬浮物和颗粒物, 但对溶解在水中的有机物去除效果有限。化学处理方法主要包括氧化、还原、絮凝、中和等过程, 可以有效去除废水中的部分有机物和无机物, 但处理效果受废水成分和操作条件的影响较大。生物处理方法是利用微生物的代谢活动降解废水中的有机物, 将其转化为无害或低毒的物质。生物处理方法具有处理效果好、操作简便、成本低等优点, 因此在煤制油废水处理中得到了广泛应用。目前, 生物处理方法主要包括好氧、厌氧和生物膜等技术。好氧处理技术通常采用活性污泥法或氧化沟法, 可以有效降解废水中的有机物和氨氮。厌氧处理技术主要通过厌氧生物反应器实现, 可以在无氧条件下将废水中的有机物转化为生物质、二氧化碳和甲烷等无害物质。生物膜技术则通过固定化微生物在膜表面降解废水中的有机物, 具有处理效果稳定、抗冲击负荷能力强等特点^[1]。尽管当前煤制油废水处理技术已取得了显著成果, 但由于煤制油废水成分复杂、污染物浓度高等特点, 仍面临处理效果不理想、运行成本较高等问题。因此, 进一步研究煤制油废水处理技术的优化与创新, 提高处理效果和降低运行成本, 对于实现煤制油废水的高效处理具有重要意义。

2 生物泡沫的成因与影响因素

生物泡沫的产生与多种因素密切相关。首先, 生物泡

沫的形成与微生物活性有关。在生化处理过程中,微生物通过代谢活动消耗废水中的有机物并产生大量代谢产物,如表面活性物质,这些物质具有降低液体表面张力的能力,从而导致空气与废水界面间的气泡形成泡沫。此外,废水中的微生物也会附着在气泡表面,形成生物泡沫。其次,废水中的营养成分对生物泡沫的产生也有影响。高浓度的有机物、氨氮和磷酸盐等营养物质有利于微生物的生长繁殖,从而加速生物泡沫的形成。而且,部分废水中的油脂类物质和高分子有机物也会降低废水的表面张力,有利于泡沫的产生。再者,操作条件对生物泡沫的形成也有很大影响。例如,氧气是好氧生物处理过程中的必要条件,过高或过低的溶解氧浓度均可能导致生物泡沫的产生。过高的溶解氧浓度会增加气泡的生成速率,进而导致泡沫的产生;而过低的溶解氧浓度会使微生物分泌大量表面活性物质以提高氧气传递效率,也可能导致泡沫的产生^[2]。另外,反应器的搅拌速度、进水流速等因素也会影响泡沫的生成。过高的搅拌速度会增加气泡的生成和破碎,从而促进泡沫的形成;而过低的进水流速会使废水停滞时间过长,导致微生物过度生长和代谢产物积累,进而诱发泡沫的产生。生物泡沫的产生会对废水处理系统造成多种不利影响,如降低处理效果、增加设备运行成本、影响系统稳定性等。因此,研究生物泡沫的成因及影响因素,对于优化生化处理过程、降低泡沫对处理效果的影响具有重要意义。

3 生物泡沫的检测与分析方法

3.1 泡沫特性的实验室检测方法

泡沫特性的实验室检测方法主要用于评估泡沫的稳定性、体积、形态等特性,以了解泡沫在生化处理过程中的影响。常用的泡沫特性实验室检测方法包括:(1)泡沫体积测定法:通过测量生物反应器内泡沫的体积占比,了解泡沫在系统中的分布情况,为泡沫控制提供依据;(2)泡沫稳定性测试:利用衰减法或观察法评估泡沫的稳定性,衰减法通过测量泡沫在特定时间内的消失速率,而观察法则根据泡沫在不同时间点的形态变化进行评估;(3)泡沫表面张力测试:通过测量泡沫表面的张力值,了解表面活性物质对泡沫产生的影响;(4)泡沫结构分析:通过显微镜观察泡沫的形态特征,如气泡大小、形状等,进一步了解泡沫的稳定性及其对生化处理过程的影响^[3]。这些实验室检测方法能够为泡沫的分析和控制提供有力支持,有助于优化生化处理过程,降低生物泡沫对处理效果的影响。

3.2 在线监测技术与设备

在线监测技术与设备在生物泡沫检测与分析中具有重要作用,能够实时监测泡沫的生成、稳定性和消失过程,为泡沫的控制提供实时依据。常用的在线监测技术与设备包括:(1)泡沫在线监测仪:该仪器可以实时监测生物反应器内泡沫的高度和稳定性,便于操作者及时调整处理参数以控制泡沫的产生;(2)光学传感器:通过光学原理检

测泡沫的生成、稳定性和消失过程,具有灵敏度高、干扰小的优点;(3)声学传感器:利用声波在泡沫中的传播特性,实时监测泡沫的形态和稳定性;(4)图像处理技术:通过摄像头捕捉生物反应器内泡沫的实时图像,利用计算机图像处理技术分析泡沫的形态特征,如气泡大小、分布等,为泡沫的控制提供参考。这些在线监测技术与设备可以实现对生物泡沫的实时监控,帮助操作者及时了解泡沫的生成和消失情况,以优化生化处理过程、降低生物泡沫对处理效果的影响提供有力支持。

3.3 泡沫成分的分析方法

泡沫成分的分析方法对于了解泡沫的组成和成因具有重要意义,可以为泡沫的控制提供依据。常用的泡沫成分分析方法包括:(1)表面活性物质分析:采用吸附分光光度法、高效液相色谱法等技术分析泡沫中的表面活性物质种类和含量,了解其对泡沫产生的影响;(2)微生物分析:通过显微镜观察、流式细胞仪分析等方法对泡沫中的微生物进行鉴定和计数,以确定其种类和数量;(3)油脂类物质分析:采用气相色谱、红外光谱等方法测定泡沫中油脂类物质的种类和含量,了解其对泡沫稳定性的影响;(4)有机物和无机物分析:利用高效液相色谱、离子色谱、原子吸收光谱等技术分析泡沫中的有机物和无机物成分,以进一步了解泡沫的组成和来源。这些泡沫成分分析方法能够全面揭示泡沫的组成特征,为深入研究泡沫成因及其影响因素提供有力支持。通过对泡沫成分的分析,可以为开发针对性的泡沫控制策略提供理论依据,有助于优化生化处理过程,降低生物泡沫对处理效果的影响。

4 生物泡沫的控制策略

4.1 改进生化处理工艺

改进生化处理工艺是生物泡沫控制策略的重要途径,通过优化处理参数、改进工艺流程等手段,可以有效降低泡沫的产生和影响。如采用好氧颗粒污泥(AGS)工艺:好氧颗粒污泥工艺是一种新型的生物废水处理方法,它通过培养颗粒状污泥来提高污泥的沉降性能,减小污泥的体积,并降低泡沫的产生。与传统活性污泥工艺相比,AGS工艺具有处理效率高、泡沫产生少、能耗低等优点。使用膜生物反应器(MBR)技术:膜生物反应器结合了生物处理和膜过滤技术,有效解决了泡沫产生和污泥泡沫问题。膜过滤可以在废水处理过程中对泡沫进行分离,从而降低泡沫对生化处理效果的影响。应用二氧化氯消泡技术:二氧化氯可以破坏泡沫表面的表面活性物质,从而有效消除泡沫。通过在生化处理过程中定期投加适量的二氧化氯,可以有效降低泡沫的产生和影响。引入智能控制系统:智能控制系统可以根据实时监测数据自动调整处理参数,如溶解氧浓度、搅拌速度等,以降低泡沫的产生。通过引入智能控制系统,可以实现对生化处理过程的精确控制,降低泡沫对处理效果的影响。

4.2 调整操作条件

调整操作条件是另一种有效的生物泡沫控制策略。通过优化操作参数和工艺条件,可以降低泡沫产生的可能性。如控制溶解氧浓度:适当调整溶解氧浓度可以影响微生物生长和表面活性物质的产生。保持适宜的溶解氧浓度,既能满足微生物生长的需求,又能减少泡沫的产生。例如,使用在线溶解氧监测仪实时监控溶解氧浓度,并通过调整曝气量来维持适宜的溶解氧水平。调整搅拌速度:搅拌速度对泡沫的生成和消散具有直接影响。适当降低搅拌速度可以减少空气进入废水,从而降低泡沫的产生。如采用可调节转速的搅拌设备,根据实际需求调整搅拌速度。控制污泥负荷:通过控制污泥负荷可以调节微生物的生长速度,从而影响泡沫的产生。适当降低污泥负荷有助于减少表面活性物质的产生,降低泡沫的形成。例如,通过调整进水流速和污泥回流量来控制污泥负荷。应用新型反应器结构:新型反应器结构可以降低气体在废水中的分散程度,从而降低泡沫的产生。例如,采用非机械搅拌的气升式反应器,利用底部曝气系统产生的气泡上升动力实现废水的搅拌,避免了过度搅拌导致的泡沫产生。

4.3 添加抗泡剂与消泡剂

添加抗泡剂与消泡剂是生物泡沫控制策略中的一种有效方法。抗泡剂能够阻止泡沫的生成,而消泡剂则可以破坏已经形成的泡沫。如有机硅抗泡剂:有机硅抗泡剂是一种常用的抗泡剂,具有良好的抗泡性能和热稳定性。在生化处理过程中,适量添加有机硅抗泡剂可以有效降低泡沫的产生。例如,聚二甲基硅氧烷是一种广泛应用于废水处理的有机硅抗泡剂,具有抗泡性能好、用量少、无毒等优点。疏水性固体消泡剂:疏水性固体消泡剂通过破坏泡沫表面的表面活性物质,实现泡沫的消除。例如,油脂吸附剂、活性炭等疏水性固体物质可以作为消泡剂使用,具有操作简单、成本低等优点。生物消泡剂:生物消泡剂是一种环保型消泡剂,通过利用生物酶破坏泡沫表面的表面活性物质,实现泡沫的消除。如利用脂肪酶、蛋白酶等生物酶,可以有效消除生物泡沫,且具有无毒、环保等优点。植物源抗泡剂:某些植物提取物具有良好的抗泡性能,可作为生化处理过程中的抗泡剂。例如,植物油、蜡状物等植物提取物可以降低泡沫的生成,具有使用安全、环保等优点^[4]。

4.4 应用生物控制方法

生物控制方法是一种通过调控微生物种群结构和生物活性来实现生物泡沫控制的策略,具有操作简单、环保无害等优点。如微生物竞争抑制:通过引入与泡沫生成有关的微生物种群竞争的微生物种,可以抑制泡沫生成微生物的生长和活性。例如,通过添加具有竞争优势的好氧微生物,可以降低泡沫形成菌的生长速度,从而减少泡沫的产生。微生物捕食:利用捕食性微生物消耗泡沫生成微生物,可以实现泡沫的控制。如引入捕食性纤维细菌,能够有效降低泡沫产生菌的数量,从而减少泡沫的生成。微生物降解:通过添加能够降解表面活性物质的微生物种群,可以降低泡沫的产生。例如,利用具有降解表面活性物质能力的好氧微生物,可以降解泡沫中的表面活性物质,从而消除泡沫。利用生物调控剂:生物调控剂是一种具有调控微生物生长和活性功能的生物制剂。通过添加生物调控剂,可以优化微生物种群结构和活性,降低泡沫的产生。例如,应用微生物菌剂,可以提高微生物的群体活性,增强废水处理能力,从而降低泡沫的生成。

5 结语

生物泡沫问题在煤制油废水处理中具有严重的挑战性,针对这一问题,未来研究应继续关注新型泡沫控制技术的开发和优化。此外,需要进一步探究微生物生态系统在生物泡沫形成中的作用,以期发现更为有效和环保的控制方法。为提高废水处理效果和降低环境影响,应鼓励跨学科研究,促进新技术在煤制油废水处理领域的应用。

[参考文献]

- [1]代军. 探究煤制油废水生化系统生物泡沫成因及控制[J]. 化工设计通讯,2017,43(10):10.
 - [2]彭思伟. 高级氧化技术对煤制油废水中典型有机污染物的去除研究[D]. 北京:中国矿业大学(北京),2019.
 - [3]刘静宁. 煤制油化工废水处理方法综述[J]. 神华科技,2019,17(10):93-96.
 - [4]姚强,李伟,张起胜,等. 现代煤制油化工废水处理技术分析[J]. 能源与节能,2021(12):53-55.
- 作者简介:李成峰(1980.10-),男,毕业院校:中国石油大学;所学专业:化工工艺,当前就职单位:陕西未来能源化工有限公司,职称级别:工程师。