

现代煤制油化工废水处理技术分析

朱成 袁克伟

陕西未来能源化工有限公司, 陕西 榆林 719000

[摘要]煤制油化工作为重要的能源化工领域,其废水处理问题备受关注。本篇文章通过对煤制油化工废水的特性分析,深入探讨了传统废水处理技术及现代废水处理技术的研究与进展。在传统方法中,物理化学处理和生物处理技术被广泛应用,但在面对复杂多样的煤制油废水组分时存在一定局限性。针对这些问题,本研究重点关注现代废水处理技术的创新应用,包括先进氧化技术、膜分离技术以及新型吸附材料的引入。通过本研究的实验设计与方法论,对传统与现代废水处理技术的效果进行了全面评估与比较,为煤制油化工废水治理提供了新的思路与方法。

[关键词]煤制油化工; 废水处理技术; 物理化学处理

DOI: 10.33142/aem.v5i12.10463

中图分类号: X784

文献标识码: A

Analysis of Modern Coal to Oil Chemical Wastewater Treatment Technology

ZHU Cheng, YUAN Kewei

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

Abstract: Coal to oil conversion is an important field of energy and chemical engineering, and its wastewater treatment has attracted much attention. This article analyzes the characteristics of coal to oil chemical wastewater and explores the research and progress of traditional and modern wastewater treatment technologies. In traditional methods, physical and chemical treatment and biological treatment technologies are widely used, but there are certain limitations when dealing with complex and diverse components of coal to oil wastewater. In response to these issues, this study focuses on the innovative application of modern wastewater treatment technologies, including advanced oxidation technology, membrane separation technology, and the introduction of new adsorption materials. Through the experimental design and methodology of this study, a comprehensive evaluation and comparison of the effectiveness of traditional and modern wastewater treatment technologies were conducted, providing new ideas and methods for the treatment of coal to oil chemical wastewater.

Keywords: coal to oil chemical industry; wastewater treatment technology; physical and chemical treatment

引言

煤制油化工作为能源与化工领域的关键产业,为满足日益增长的能源需求提供了重要支持。然而,这一进程也伴随着大量复杂的废水产生,其中包含多种有机物和重金属,对环境构成一定的挑战。废水的不当处理不仅直接影响周边生态环境,还可能对人类健康造成潜在威胁。因此,煤制油化工废水的合理治理和高效处理成为当前研究的热点之一。本文旨在深入分析煤制油化工废水的特性,并探讨传统与现代废水处理技术的应用与发展。通过对传统物理化学处理、生物处理技术以及综合处理方法的研究,能够更全面地了解废水处理的现状和挑战。同时,聚焦于先进氧化技术、膜分离技术以及新型吸附材料的创新应用,旨在提出更高效、更环保的废水处理解决方案。通过实验设计和方法论的详细介绍,为煤制油化工废水治理提供新的思路与技术支持。这一研究不仅关乎煤制油化工行业的可持续发展,也对全球能源与环境可持续性具有重要意义。

1 煤制油化工废水特性分析

1.1 废水生成过程与产生原因

废水生成是煤制油化工过程中不可避免的环境问题,

其产生过程受到多个因素的综合影响。首先,在煤制油化工的原料准备阶段,煤炭和其他生物质原料的处理和加工过程中会产生大量的废水。这包括煤的清洗、破碎和混合等步骤,以及其他原料的预处理过程。这些步骤中所使用的水在与原料接触的同时,吸附了其中的杂质和有机物,形成了含有多种污染物的初步废水。其次,废水的生成与反应过程密切相关。在煤制油的反应过程中,高温、高压下发生的一系列化学反应不仅使原料转化为油品,同时也会产生一部分废水。这些废水主要来源于反应过程中有机物的降解和转化,以及反应副产物的排放。由于煤制油的复杂性,反应过程中生成的废水中含有大量难降解的有机物和可能对环境造成危害的重金属离子。最后,在产品分离阶段,废水的产生主要与产品提取和分离操作有关。这个阶段涉及到提取出目标产品,并将其中的有机物和杂质从产品中剥离出来。这一分离过程通常需要使用大量的水和有机溶剂,导致生成的废水中含有高浓度的有机物和其他污染物。

1.2 废水组成与特性

废水的组成和特性在煤制油化工废水处理中具有复杂性和多样性。废水中的主要成分涵盖了多种有机物、重

金属离子以及其他污染物,其特性受到生产过程中使用的原料、反应条件和操作步骤的直接影响。首先,有机物是废水中的重要组成部分。这些有机物包括煤制油过程中未完全转化的有机物、反应中产生的中间产物以及在产品分离过程中残留的有机溶剂等。这些有机物具有复杂的结构,其中包括芳香烃、酚类物质等,使得废水的有机成分难以降解,增加了废水处理的难度。其次,重金属离子是另一个重要的废水组成部分^[1]。在煤制油化工的生产过程中,常用的催化剂和反应条件可能导致一些重金属离子的存在,如铜、锌、镍等。这些重金属离子不仅对水体生态系统产生潜在危害,而且在水体中具有蓄积效应,进一步加大了废水处理的复杂性。此外,废水中还可能包含酸性物质和碱性物质,其酸碱性质受到废水中酚类、酸性物质和碱性物质的相对含量影响。这对于废水的中和处理以及后续的处理工艺选择都具有重要的指导意义。

2 传统废水处理技术

2.1 物理化学处理方法

物理化学处理方法是煤制油化工废水处理中常用的一种技术手段,其核心思想是通过物理和化学的手段将废水中的污染物从水中分离或转化,以达到净化水质的目的。首先,物理化学处理的步骤通常以混凝为起始。通过加入适当的混凝剂,如铝盐或铁盐,将废水中的悬浮物、胶体颗粒等污染物聚集成较大的颗粒,形成沉淀物。这一过程有助于提高后续处理工艺的效果,减轻后续的污染物负担。其次,物理化学处理中常使用的方法之一是絮凝沉降。絮凝剂的加入引起悬浮在水中的微小颗粒迅速凝结形成絮体,这些絮体的密度较大,能够快速沉降到水底,从而将废水中的固体颗粒有效去除。絮凝沉降的过程也能够消除一部分废水中的有机物。此外,物理化学方法还包括气浮法,通过向水中注入气体,形成微小气泡,使悬浮在水中的微小颗粒黏附在气泡表面,从而浮升至水面,形成浮渣。这一过程对于去除废水中的悬浮物和油类物质有显著效果。在物理化学处理中,化学氧化法也是一种重要的手段。通过添加氧化剂如氯或臭氧,对废水中的有机物进行氧化反应,将其转化为较为容易降解的物质。这有助于提高有机物的去除效率。

2.2 生物处理技术

生物处理技术是煤制油化工废水治理中一种环保、经济且效果显著的方法。该技术利用微生物的生物学活性,通过生物体对废水中的有机物进行降解、分解和转化,最终将有机物转化为相对稳定、无害的废物,从而达到净化废水的目的。在生物处理技术中,活性污泥法是一种广泛应用的方法。活性污泥是一种含有大量微生物(如细菌、真菌、原生动物等)的混合物,通过对废水的曝气、搅拌等处理,使活性污泥中的微生物附着并吸附有机物,然后微生物通过代谢作用,将有机物转化为二氧化碳、水和生

物体。这一过程在氧气存在的条件下,即好氧条件下,能够有效去除废水中的有机物,降解性能较强。与之对应的是厌氧条件下的生物处理技术,其中包括厌氧消化池和厌氧活性污泥法^[2]。在缺氧或无氧的环境下,微生物能够利用废水中的有机物进行还原性反应,将有机物转化为沼气、二氧化碳等相对稳定的产物。这种方法适用于废水中含有高浓度有机物的情况,能够实现高效的去除效果。值得注意的是,生物处理技术不仅可以去除有机物,还能够一定程度上去除氮、磷等营养元素,对提高废水处理的综合效果有积极作用。然而,生物处理技术的应用受到环境条件、废水特性和操作管理等多方面因素的影响,需要合理设计和调控操作参数以确保其高效运行。

2.3 综合处理方法

综合处理方法在煤制油化工废水治理中扮演着重要的角色,它通过结合多种废水处理技术,以达到更全面、高效的废水治理效果。这种方法通常将物理化学处理和生物处理技术相结合,充分发挥各自的优势,以应对复杂多变的煤制油废水组分。综合处理方法首先通过物理化学手段对废水进行初步处理,采用混凝、絮凝沉降等步骤,去除废水中的悬浮物、胶体颗粒和一部分有机物。这有助于提高后续生物处理的效果,减轻微生物对于难降解有机物的压力。随后,综合处理方法引入生物处理技术,如活性污泥法,以进一步去除废水中的有机物。生物处理能够在好氧或厌氧条件下,通过微生物的代谢作用,将有机物降解为较为稳定的废物,实现了对废水有机物的高效去除。此外,综合处理方法还可以结合其他先进技术,如先进氧化技术和膜分离技术。先进氧化技术通过引入氧化剂,如臭氧、过氧化氢等,促使废水中的有机物氧化分解,提高去除效果。而膜分离技术则通过微孔或超滤膜的使用,实现对废水中固体颗粒和有机物的更为精细的分离。

3 现代废水处理技术与进展

3.1 先进氧化技术在煤制油废水处理中的应用

先进氧化技术在煤制油废水处理中展现出显著的应用潜力。这一技术主要通过引入高效的氧化剂,如臭氧(O₃)或过氧化氢(H₂O₂),在适当的条件下产生强氧化性环境,从而促使难降解有机物在短时间内发生氧化分解。这种高级氧化过程对煤制油废水中的复杂有机物、色度物质和毒性物质具有良好的降解效果。臭氧是一种强氧化剂,其分子中的不稳定氧键使其具有较强的氧化还原能力。在先进氧化技术中,臭氧能够迅速与废水中的有机物发生反应,将其分解为较小的、更容易降解的分子。这种高级氧化过程对煤制油废水中难以降解的芳香烃、多环芳烃等有机物具有高效降解的能力^[3]。另一方面,过氧化氢是另一种常用的氧化剂,其在先进氧化技术中也得到了广泛应用。过氧化氢具有良好的生态兼容性,通过其对废水中有机物的氧化分解,可以有效减轻煤制油废水的化学需氧量(COD)

和生化需氧量(BOD),提高废水的可降解性。除了降解有机物,先进氧化技术还能有效去除废水中的色度和毒性物质。这一技术的应用不仅在煤制油废水处理中展现出良好的适应性,而且有望在未来成为煤制油化工废水治理的重要手段之一。需要注意的是,在实际应用中,先进氧化技术的操作条件、氧化剂的选择以及废水特性的考虑等方面需要进行综合考虑,以确保技术的最佳效果。

3.2 膜分离技术的发展与应用

膜分离技术作为一种高效、可控的废水处理技术,在煤制油废水治理中展现了显著的应用前景。该技术基于薄膜对水中不同组分的选择性分离,包括微滤、超滤、纳滤和反渗透等不同类型的膜,广泛应用于废水处理系统。微滤膜能够有效分离废水中的较大颗粒、悬浮物和沉淀物,提高废水的澄清度。超滤膜在分子水平上进行分离,可以有效去除较小的悬浮物、胶体颗粒和一些有机物,使水质更为清澈。纳滤和反渗透膜则更进一步地过滤微小颗粒、溶解盐分和有机物,实现了对废水中溶解性物质的高效去除。膜分离技术不仅能够提高水质净化程度,还具有能耗低、占地面积小、操作简便等优势。这对于煤制油废水中微小颗粒、油分和有机物的精细分离具有特别重要的意义^[4]。此外,膜分离技术的应用还有助于提高水的回收率,减少废水排放,符合可持续发展的理念。随着膜材料和膜分离工艺的不断创新发展,膜分离技术在煤制油废水处理中的应用将更加广泛。然而,需要注意的是,在实际应用中,对膜的选择、操作参数的控制以及膜的维护等方面都需要进行精细管理,以确保技术的高效稳定运行。

3.3 新型吸附材料在废水处理中的应用

新型吸附材料的引入为煤制油废水处理带来了革命性的改变。这些新型材料,如活性炭、氧化石墨烯等,因其具有较大的比表面积和丰富的官能团而成为理想的吸附剂。在废水处理中,它们以其卓越的吸附性能和选择性,成为高效去除有机物和重金属离子的关键工具。活性炭是一种常见而又广泛应用的新型吸附材料。其多孔结构和大表面积使其能够高效吸附废水中的有机物,包括难降解的有机污染物、色素和气味物质。活性炭还能有效去除水中的异味和溶解性有机物,提高水质。氧化石墨烯是另一种备受关注的新型吸附材料。其独特的二维结构和高导电性使其在吸附方面表现出色。氧化石墨烯不仅能够吸附有机物,还具有亲水性,对水中的重金属离子也有优异的吸附性能。这使得氧化石墨烯在煤制油废水处理中有望成为多功能吸附材料。新型吸附材料在废水处理中的应用不仅能够提高去除效率,还具备易于再生和回收的优势,有望缓解传统吸附材料难以处理和再利用的问题。然而,需要在实际应用中仔细考虑吸附剂的选择、饱和度、再生

成本等因素,以便更好地实现废水处理的经济性和环保性。随着吸附材料研究的不断深入,其在煤制油废水治理中的应用前景将继续拓展。

4 实验设计与方法论

4.1 实验设计

在进行煤制油废水处理技术的实验中,合理的实验设计是确保研究结果可靠性的关键。实验设计需要考虑废水样品的选取,实验条件的设置,以及可能存在的控制变量。通过采用正交试验设计或响应曲面分析等方法,能够系统地评估不同因素对废水处理效果的影响,提高实验的精度和可重复性。此外,实验设计还需包括对样品采集、处理和分析的详细计划,确保实验的科学性和实用性。

4.2 实验方法

实验方法的选择直接影响到实验结果的准确性和可比性。在研究煤制油废水处理技术时,实验方法应包括废水样品的采集、预处理,以及具体处理技术的实施。例如,可以详细描述先进氧化技术中氧化剂的添加量、反应时间和温度等关键操作参数;在膜分离技术中,应明确膜的种类、孔径和操作压力等关键参数;对于新型吸附材料的实验,需要详细说明吸附剂的制备、投加量和吸附时间等关键步骤。通过规范的实验方法,能够确保实验的可重复性,为后续的数据分析和结论提供可靠的基础。

5 结语

在现代煤制油化工废水处理技术的探讨中,我们深入剖析了废水的特性、传统处理方法以及现代技术的研究与应用。通过对先进氧化技术、膜分离技术和新型吸附材料等创新技术的介绍,突显了它们在提高废水处理效能、减少环境影响方面的显著优势。实验设计和方法的科学规范为废水处理技术的实际应用提供了有力支持,确保了实验的可靠性和可重复性。通过对不同技术的研究,我们能够更全面地了解其适用范围、优点和不足,为未来技术的优化和发展提供了有益的启示。

[参考文献]

- [1]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.
 - [2]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.
 - [3]兰玲玲.煤化工废水处理工艺技术的研究及应用进展[J].广州化工,2019,47(7):43-45.
 - [4]吴唯民,杜松.现代煤化工废水处理研究进展及展望[J].煤炭科学技术,2018,46(9):1-3.
- 作者简介:朱成(1982.12—),男,毕业院校:山东科技大学,所学专业:安全工程,目前在陕西未来能源化工有限公司筹备处工程部工作,职务:主管,职称级别:工程师。