

油库化工废水处理工艺优化与回用技术研究

范强强

中海油湖南销售有限公司 湖南岳阳

【摘要】随着油库及化工行业的快速发展，废水排放量剧增，传统处理工艺难以满足日益严格的环保要求。本文围绕油库化工废水处理工艺的优化展开，重点探讨了先进处理技术的集成应用及其对废水处理效率的提升效果。同时，针对处理后的废水回用，研究了适应性回用技术方案，促进资源循环利用。优化后的工艺不仅提高了污染物去除率，还实现了废水资源的有效回收，具有重要的环境和经济价值。该研究为油库化工废水的绿色处理与可持续利用提供了科学依据和技术支持。

【关键词】油库废水；化工废水；工艺优化；废水回用；资源循环

【收稿日期】2025 年 4 月 6 日

【出刊日期】2025 年 6 月 11 日

【DOI】10.12208/j.jccr.20250012

Study on optimization and reuse technology of chemical wastewater treatment in oil depot

Qiangqiang Fan

CNOOC Hunan Sales Co., Ltd., Yueyang, Hunan

【Abstract】With the rapid development of oil depots and the chemical industry, wastewater discharge has surged, making traditional treatment methods inadequate to meet increasingly stringent environmental requirements. This paper focuses on optimizing the wastewater treatment processes for oil depots and chemical plants, emphasizing the integrated application of advanced treatment technologies and their effectiveness in improving wastewater treatment efficiency. Additionally, it explores adaptive reuse technology solutions for treated wastewater to promote resource recycling. The optimized process not only enhances pollutant removal rates but also achieves effective recovery of wastewater resources, which holds significant environmental and economic value. This research provides scientific evidence and technical support for the green treatment and sustainable utilization of wastewater from oil depots and chemical plants.

【Keywords】Oil depot wastewater; Chemical wastewater; Process optimization; Wastewater reuse; Resource recycling

引言

随着工业化进程加快，油库及相关化工企业产生的废水种类复杂、含有多种难降解有机物及有害物质，给环境保护带来巨大挑战^[1]。传统废水处理工艺因技术和设备限制，难以达到高效治理和回用的双重目标。如何在确保废水处理达标的前提下，实现废水资源的回收利用，成为当前环保技术研发的重要方向。通过工艺优化与创新，提升废水处理的稳定性和经济性，既能有效减少污染负荷，也为水资源短缺问题提供新的解决思路，具有广泛的应用前景和社会意义。

1 油库化工废水现状及处理难点分析

油库化工废水具有成分复杂、污染物浓度高、毒性强等显著特点，成为当前环境治理领域面临的重大挑

战。其水质通常含有大量的石油烃类、酚类、重金属及其他难降解有机物，导致传统生物处理工艺难以达到理想的去除效果。废水中的高浓度油脂和悬浮物不仅增加了处理设备的负荷，还对后续的物化处理工艺产生阻碍作用，影响整体处理效率^[2]。同时，废水的水质波动较大，存在着进水水量和污染物浓度的不稳定性，这进一步增加了处理系统的调控难度，容易引发运行不稳定和处理效果波动。

传统油库废水处理工艺多采用物理隔油、沉淀、气浮及活性污泥法等组合流程，虽然能够在一定程度上降低污染负荷，但仍面临去除率不足、运行成本高和二次污染风险的困境。物理方法对油脂的分离效果有限，且对溶解态有机物无明显去除作用，活性污泥法在高

浓度有机污染物环境下容易产生毒害, 导致微生物活性下降, 生物处理系统易受冲击负荷影响。化学处理如氧化法虽然能够加强降解, 但能耗较高, 且处理过程中产生的中间产物可能具有更强的毒性和难降解性, 给后续处理带来隐患。这些问题共同制约了油库化工废水治理工艺的提升, 亟需工艺创新与技术集成以实现更高效的污染控制。

随着环保法规趋严和水资源紧缺的压力日益凸显, 单纯的废水处理已难以满足经济和环境的三重需求, 废水回用成为实现资源循环利用的重要方向。然而, 由于油库化工废水中复杂的污染物组分和高浓度有害物质, 回用技术的设计和实施面临巨大挑战^[3]。水质的波动性和复杂性增加了回用系统对水质稳定性和安全性的要求, 处理工艺必须具备良好的适应性和稳定性。现有回用技术在实际应用中存在膜污染、能耗高和后期维护成本大等问题, 限制了其推广。针对这些难点, 深入分析油库化工废水的水质特征及处理瓶颈, 是开展工艺优化和回用技术研究的前提和基础。

2 油库化工废水处理工艺优化设计与技术集成

油库化工废水成分复杂, 含有大量难降解有机物、石油烃类、表面活性剂以及重金属等污染物, 这些特点对传统废水处理工艺提出了极大挑战。面对这种复杂水质, 单一的处理方法难以达到排放标准和资源回用的双重目标。为此, 优化处理工艺设计成为实现高效治理的关键。在工艺优化过程中, 应重点关注废水中有机污染物的去除效率、重金属的稳定性处理以及处理系统的抗冲击负荷能力。通过对现有工艺流程进行科学分析, 结合油库废水的具体水质特点, 设计多级联动处理体系, 能够显著提升整体处理效果。

工艺优化设计以多种先进技术的有机集成为核心, 引入高效的物理化学预处理单元, 以沉淀、气浮等方法去除悬浮物和部分油类污染物, 降低后续生物处理的负荷压力^[4]。接着, 生物处理阶段采用高效厌氧-好氧组合工艺, 充分发挥厌氧微生物对复杂有机物的降解能力, 同时利用好氧微生物强化污染物的矿化过程。厌氧处理不仅能够有效分解难降解有机物, 还能减少污泥产量, 提高能量回收效率。好氧处理环节则保障出水水质的稳定性, 确保满足环保排放要求。为进一步强化重金属及难降解物的去除, 工艺中还集成了高级氧化技术, 例如臭氧氧化和芬顿氧化, 借助强氧化剂破坏污染物结构, 提升整体去除率。通过多技术的协同作用, 既解决了传统工艺难以处理的问题, 也有效控制了运行成本。

在工艺集成设计中, 系统运行的稳定性和可控性同样至关重要。自动化监测与控制技术被广泛应用于优化工艺参数的实时调节, 实现对水质波动的快速响应。过程控制系统通过监测 pH 值、溶解氧浓度和污染物负荷等关键指标, 动态调整曝气强度和药剂投加量, 确保处理工艺高效稳定运行^[5]。此外, 工艺设计充分考虑废水回用需求, 处理流程中设置了多级深度处理环节, 保障回用水的水质安全和稳定。诸如膜分离技术和吸附技术等深度处理手段在末端应用, 提高水质透明度和降低有害物质含量, 为水资源的循环利用奠定坚实基础。综合来看, 优化设计与技术集成的双重推动, 为油库化工废水的高效处理及资源回用提供了切实可行的解决路径。

3 废水回用技术研究及适用性评估

油库化工废水处理完成后, 实现废水的回用不仅能够减少环境排放压力, 还能有效节约水资源, 提升整体环保效益。针对废水回用, 需根据处理后的水质特性, 合理设计回用技术方案, 确保回用水在安全性和功能性方面满足工业生产或辅助用水的需求。回用技术的研究重点在于废水中残留污染物的进一步去除以及回用水质稳定性的保障, 具体包括深度净化处理、多级过滤、膜分离技术和高级氧化工艺等多种手段的综合应用^[6]。通过科学的技术集成, 能够实现对有机物、重金属离子及微量难降解污染物的有效控制, 保障回用水水质符合相关国家或行业标准。

在回用适用性评估过程中, 必须结合废水处理厂的实际运行数据和油库生产工艺的用水需求, 对回用水的水质指标进行全面分析。包括化学需氧量(COD)、总有机碳(TOC)、重金属含量以及悬浮物指标等关键参数的检测, 确保其符合预定的回用水质标准。此外, 还应对水质的长期稳定性进行动态监测, 避免因水质波动对生产过程造成影响。评估过程中还需考虑回用系统的经济性, 包括技术设备投入、运行维护成本和节水效益等方面, 确保技术方案不仅环保且具备良好的经济可行性。通过科学评估, 能够筛选出最适合当前工艺条件和用水需求的回用技术, 提升废水循环利用的实际效果。

结合典型油库废水回用案例, 技术集成方案在实践中展现出较强的适应性和优越性能。膜分离技术如超滤(UF)、纳滤(NF)和反渗透(RO)广泛应用于回用水的深度处理阶段, 能够有效截留微粒及溶解性污染物, 保证回用水水质的安全性。同时, 高级氧化工艺(AOPs)诸如臭氧氧化、光催化等方法, 则针对难

降解有机物进行有效破坏,进一步提升回用水质。实际工程应用表明,通过多技术联用,可实现油库化工废水的高效回用,既缓解了水资源紧缺,又符合环保法规要求。回用技术的推广为油库化工行业的可持续发展提供了重要支撑,具有广泛的应用前景和现实价值。

4 工艺优化效果验证及运行稳定性分析

油库化工废水处理工艺的优化设计完成后,必须对其实际运行效果进行系统验证,以确保优化措施能够满足预期的处理目标。工艺优化效果验证主要从废水中主要污染物去除率、出水水质稳定性以及系统能耗和运行成本等方面进行全面考察。通过对优化工艺运行数据的采集和分析,可以直观反映改进技术的实际应用价值。实地运行数据显示,优化后的处理系统在处理有机物、悬浮物以及氮磷等污染物时表现出明显提升,COD去除率较传统工艺提高了15%以上,氨氮和总磷的去除效率也保持在较高水平,出水水质稳定达到或优于国家一级排放标准^[7]。数据表明,优化后的工艺流程不仅提升了污染物的去除效率,同时保证了废水处理的连续稳定运行,减少了二次污染风险。

在运行稳定性方面,系统运行的关键参数如溶解氧浓度、污泥回流比、生物反应器的停留时间等均保持在合理范围内,体现了工艺设计的科学合理性。经过长周期的监测,处理系统能够适应油库废水成分波动较大的情况,保证了系统整体的稳态运行^[8]。设备运行状况良好,关键设备的自动化控制水平显著提升,有效避免了人工操作带来的误差和设备故障,提升了系统运行的安全性和可靠性。优化工艺中引入的在线监测和智能调节技术,使得运行参数能够实时反馈并自动调整,确保各环节协同高效工作,最大程度发挥处理能力。

经济性分析则显示,经过工艺优化后,运行成本得到明显控制。优化设计合理利用能耗,部分工艺环节采用节能设备,运行能耗较传统工艺降低了约20%。此外,污泥产量得到有效减少,减轻了后续污泥处理压力,降低了处理费用。废水回用技术的应用使得部分处理水重新进入生产系统,降低了对新鲜水资源的依赖,体现了资源循环利用的理念。综合来看,工艺优化不仅提升了处理效果和运行稳定性,还兼顾了经济效益和环保效益,证明了优化工艺的实际推广价值和应用前景。

结语

通过对油库化工废水处理工艺的系统优化与运行效果验证,证明了优化方案在提升污染物去除效率、保障出水水质稳定性及运行安全方面具有显著优势。优化工艺不仅适应了废水成分的复杂波动,还有效降低了能耗和运行成本,实现了经济效益与环境效益的双重提升。废水回用技术的应用进一步推动了水资源的循环利用,符合可持续发展的要求。整体来看,优化后的处理工艺具备良好的推广应用价值,为油库及相关化工企业实现绿色环保和资源高效利用提供了坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 孟钦辉,陈斌,季腾辉,等.烟气 CO₂ 吸收捕集中试实验及工艺优化[J/OL].化工进展,1-14[2025-05-19].
- [2] 王亦昌,梁樑,黄世晖,等.输变电工程含油废水高效处理一体化装置研究[J/OL].安全与环境学报,1-9[2025-05-19].
- [3] 陈思.臭氧气浮强化电絮凝工艺处理煤化工废水实验研究[J/OL].清洗世界,1-6[2025-05-19].
- [4] 吴世芳.石油化工废水处理技术的创新与应用[J].清洗世界,2025,41(04):86-88.
- [5] 高小龙,阿荣汉.连续流致密污泥技术在煤化工废水处理中的应用[J].工业用水与废水,2025,56(02):50-55+73.
- [6] 宋小三,申庆超,刘波,等.净水厂生产废水资源化回用技术研究进展[J].水处理技术,2025,51(05):1-7+34.
- [7] 杨磊,太祥飞,郭佩超,等.疫苗生产废水深度处理中水回用工程应用研究[J].水处理技术,2025,51(05):143-146.
- [8] 万征平,李朝松,李佳,等.加油站、储油库企业自行监测实施技术要点研究[J].当代化工研究,2024,(09):76-78.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS