

石化企业工业废水回用技术现状浅析

刘欣宇

南京大学宜兴环保研究院

DOI:10.12238/eep.v7i6.2137

[摘要] 石化企业工业废水回用技术对于节约水资源、降低企业成本及环境保护具有重要意义。本文概述了国内外工业废水回用技术的发展现状,并通过具体工程实例,详细分析了石化企业在废水回用方面的技术应用与成效。文章指出,尽管废水回用技术取得显著进展,但仍面临标准不统一、浓缩问题、设计弹性不足等挑战。为解决这些问题,文章提出了一系列建议,包括制定统一回用水质标准、优化处理工艺以增强系统稳定性、推广高效废水处理技术如臭氧处理等,并强调了对氨氮等关键污染物的有效处理。通过这些措施,可进一步提升石化企业工业废水的回用效率,促进企业可持续发展,同时为环境保护做出积极贡献。

[关键词] 石化企业; 工业废水回用; 技术现状

中图分类号: S141.8 文献标识码: A

Analysis of the Current Status of Industrial Wastewater Reuse Technology in Petrochemical Enterprises

Xinyu Liu

Yixing Environmental Research Institute of Nanjing University

[Abstract] The reuse technology of industrial wastewater in petrochemical enterprises is of great significance for saving water resources, reducing enterprise costs, and environmental protection. This article provides an overview of the current development status of industrial wastewater reuse technology at home and abroad, and analyzes in detail the technical application and effectiveness of petrochemical enterprises in wastewater reuse through specific engineering examples. The article points out that although significant progress has been made in wastewater reuse technology, it still faces challenges such as inconsistent standards, concentration issues, and insufficient design flexibility. To address these issues, the article proposes a series of suggestions, including developing unified reuse water quality standards, optimizing treatment processes to enhance system stability, promoting efficient wastewater treatment technologies such as ozone treatment, and emphasizing effective treatment of key pollutants such as ammonia nitrogen. Through these measures, the reuse efficiency of industrial wastewater in petrochemical enterprises can be further improved, promoting sustainable development of enterprises, and making positive contributions to environmental protection.

[Key words] Petrochemical enterprises; Industrial wastewater reuse; Technical status

引言

有效回用工业废水不仅能缓解水资源紧张状况,还能显著降低企业新鲜水消耗量和排污成本,增强企业竞争力。同时,减少废水排放对于保护生态环境、促进绿色可持续发展具有重要意义。因此,深入探讨石化企业工业废水回用技术,优化处理流程,提升回用效率,不仅是企业自身发展的内在需求,也是响应国家节能减排号召、履行社会责任的必然选择。

1 国内外工业废水回用技术发展现状

1.1 国际工业废水回用技术发展概述

美国在20世纪40年代便开启了工业废水回用的实践,尤其

是Chanute Kansas在1956年率先实现了污水回用,为后来的大规模应用奠定了基础。随着技术的不断进步,美国逐渐建立了完善的废水回用体系,不仅在数量上实现了飞跃,如到1977年已有357个城市实现了工业废水的再利用,更在回用水的质量上达到了新的高度。日本的工业废水回用起步于20世纪60年代,东京都江东地区迅速成为典范,其工业废水回用率近年来稳定在80%至90%之间,展现出极高的技术成熟度和应用效果^[1]。这些成功案例不仅促进了国际工业废水回用技术的交流与推广,也为后续的技术创新提供了宝贵的经验和支持。

1.2 国内工业废水回用技术发展概况

我国工业废水回用技术起步较晚,但近年来在水资源短缺和环境污染的双重压力下,其发展势头迅猛。初期,我国主要聚焦于废水达标排放的技术研究,而随着技术的不断积累和环保意识的提升,工业废水回用逐渐成为研究和应用的热点。石化、电力等重点行业由于废水排放量大、水质复杂,成为工业废水回用技术实践的前沿阵地。这些行业在保障废水达标排放的基础上,积极探索废水深度处理及回用技术,不仅实现了废水资源的有效再利用,还显著降低了企业的运行成本和环境污染。同时,我国还注重借鉴国际先进经验,结合国情进行技术创新,逐步形成了具有中国特色的工业废水回用技术体系,为工业废水的全面资源化利用提供了有力保障。

2 石化企业工业废水回用技术实例分析

2.1 实例一: 某石化企业7000t/d工业废水回用工程

(1) 工程概况与工艺技术流程: 该工程基于原废弃工业废水处理厂的改造升级,成功构建起一套日处理能力达7000吨的工业废水回用系统。其工艺技术流程涵盖了预处理、生化处理、深度处理及消毒等多个关键步骤^[2]。其中,预处理阶段通过格栅、调节池等手段有效去除废水中的大颗粒物及调节水质,随后进入生化处理单元,利用微生物作用降解大部分有机物;深度处理则采用了活性炭吸附、超滤、反渗透等先进技术,确保出水水质达到回用标准。整个流程实现了废水的高效净化和资源化利用。

(2) 废水回用方向及效果: 该工程将处理后的工业废水成功回用于全厂循环冷却水系统、生活用水及绿化灌溉等多个领域,显著降低了新鲜水资源的消耗。同时,通过水质实时监测与控制系统,确保了回用水质的持续稳定,满足了不同用水场景的需求。

(3) 存在问题及改进建议: 尽管工程整体运行良好,但仍存在处理工艺受来水水质波动影响较大的问题。特别是难降解有机物浓度的变化,直接影响活性炭的使用寿命和处理成本^[3]。为此,建议加强来水水质的预监测与调控,同时探索更加经济高效的深度处理技术,如优化活性炭再生工艺或引入新型吸附材料,以提高系统的抗冲击能力和运行效率。

2.2 实例二: 某炼油厂4000t/d工业废水回用工程

(1) 工程概况与工艺技术流程: 该炼油厂工业废水回用工程先通过物理方法去除废水中的悬浮物和油脂,随后利用化学混凝沉淀技术去除胶体物质和部分溶解性污染物。最后,经过生物处理单元进一步降解有机物,确保出水水质达到回用标准。整个工艺流程设计合理,操作简便,具有较高的自动化水平。

(2) 废水回用效果: 该工程实施后,回用水主要用于循环冷却水系统,有效降低了系统的补水量和运行成本。同时,通过水质监测数据表明,回用水质稳定可靠,未对循环冷却水系统造成不良影响。

(3) 存在问题及解决方案: 工程在运行过程中发现,由于未对氨氮进行专门处理,导致循环冷却水系统生物黏泥滋生严重,增加了处理费用。针对此问题,建议对现有处理工艺进行优化升

级,增加针对氨氮的去除单元,如采用吹脱法、离子交换法或生物脱氮技术等。同时,加强臭氧发生器的运行维护和管理,确保其正常投用,以提高整体处理效果。

2.3 实例三: 某石化企业10000t/d工业废水回用工程

(1) 工程概况与工艺技术流程: 该石化企业10000t/d工业废水回用工程采用了先进的模块化设计理念,将废水处理过程划分为多个相对独立的处理单元,包括预处理、生化处理、膜分离等。各单元之间通过管道和自控系统紧密相连,形成了一套完整的废水回用系统。整个工艺流程设计先进、自动化程度高,能够适应不同水质条件和回用要求。

(2) 废水回用效果及水质控制: 该工程实现了废水的高效处理和资源化利用,出水水质稳定达到回用标准。回用水主要用于循环冷却水系统、锅炉补给水等多个领域,有效降低了企业的生产成本和环保压力。同时,通过引入智能水质监测与控制系统,实现了对废水处理全过程的实时监控和精准调控,确保了出水水质的持续稳定。

(3) 存在问题及未来发展方向: 尽管工程运行效果良好,但仍存在处理装置抗冲击负荷能力较差、水质控制不稳定等问题。为解决这些问题,建议进一步优化工艺设计参数和运行控制策略,提高系统的稳定性和可靠性。同时,加强技术研发和创新,探索更加高效、节能、环保的废水回用技术,为企业可持续发展提供更加坚实的支撑。

3 石化企业工业废水回用技术存在的问题及建议

3.1 工业废水回用标准不统一

(1) 标准不统一带来的问题: 标准的不统一直接导致了工业废水回用过程中的“极端”操作^[4]。一方面,部分企业可能因标准过低而直接将达标排放的废水回用,对后续处理工序造成压力,增加水处理成本;另一方面,高标企业则可能采用过于复杂的处理工艺,如RO(反渗透)技术,导致运行成本高昂且不一定符合经济效益。这种局面不仅浪费了资源,也阻碍了技术的合理应用与普及。



图1 废水回用

(2) 建议: 为解决这一问题,建议相关行业协会或政府部门牵头,组织专家团队深入研究,综合考量技术可行性、经济合理性与环保要求,制定出一套统一且具有广泛适用性的回用水水质标准。同时,应明确标准的制定依据、检测方法及监督机制,

确保标准的可操作性与执行力,为工业废水回用技术的健康发展提供有力支撑。

3.2 工业废水回用过程中的浓缩问题

(1) 浓缩问题的成因与影响:工业废水回用的主要消耗去向是循环冷却水系统,在此过程中,废水会经历逐步浓缩的过程。浓缩后的废水中难降解有机物、氯离子、金属离子、氨氮等物质的浓度会显著升高,这不仅增加了后续处理的难度,还可能对循环冷却水系统造成腐蚀、结垢等不良影响,进而影响设备的正常运行与寿命。此外,浓缩后的废水若未经妥善处理直接排入废水处理厂,还可能对大循环系统造成二次污染。

(2) 建议:通过模拟实验和数据分析,预测废水在循环过程中的浓缩趋势及可能带来的问题,并据此调整处理工艺和参数设置。同时,应建立完善的在线监测系统,实时监测循环冷却水中的各项指标变化,及时采取应对措施,确保系统的长周期稳定运行。此外,还应考虑在循环冷却水系统后端增设有效的废水处理设施,以应对浓缩废水的处理问题。

3.3 深度处理工艺设计弹性不足

(1) 设计弹性不足的表现及影响:当前,许多企业在设计工业废水深度处理工艺时,往往以达标排放的废水水质为设计依据,缺乏足够的弹性考虑。这导致在实际运行过程中,一旦来水水质发生波动或超出设计范围,处理系统便难以稳定运行,出水水质难以保证。此外,设计弹性不足还限制了处理系统的抗冲击能力,使其在应对突发事件或异常情况时显得力不从心。这不仅影响了工业废水回用的效果,还可能对整个生产系统的稳定运行造成威胁。

(2) 建议:为提高工业废水深度处理工艺的设计弹性,企业在设计阶段应充分考虑来水水质的不确定性因素,合理设置处理工艺的冗余度和调节范围。例如,可以采用模块化设计思路,将处理系统划分为多个相对独立的单元,各单元之间保持一定的灵活性和可调性。同时,应加强对来水水质的监测和预测工作,建立快速响应机制,以便在来水水质发生变化时及时调整处理工艺和参数设置。此外,还应加强人员培训和技术储备工作,提高处理系统的自动化水平和智能化程度,以增强其应对复杂工况的能力。

3.4 臭氧处理技术的推广与应用

(1) 臭氧处理技术的优势与现状:臭氧作为一种强氧化剂,在处理工业废水中的难降解有机物、油类物质等方面具有显著优势。然而,目前臭氧处理技术在工业废水深度处理领域的应用仍处于起步阶段,受设备成本、运行维护经验等因素制约,尚未

得到广泛推广和应用。

(2) 建议:为加快臭氧处理技术在工业废水深度处理领域的推广应用步伐,相关企业和科研机构应加强技术交流与合作,共同攻克技术难关。此外,还应加强对臭氧处理工艺的长期运行监测和评估工作,积累宝贵数据资料为技术改进和推广应用提供有力支持。

3.5 氨氮处理问题

(1) 氨氮增加对循环冷却水系统的影响:高浓度的氨氮会促进水中菌藻的繁殖和生物黏泥的产生,导致水质恶化、设备腐蚀加剧等问题。这不仅增加了水处理化学品的消耗量和运行成本还可能导致换热设备性能下降甚至失效。

(2) 建议:在工业废水回用工程的设计阶段就将氨氮去除作为重点考虑因素之一。通过优化前处理工序的工艺参数和运行条件尽可能将氨氮浓度降低到合理范围内。例如可以采用吹脱法、离子交换法或生物脱氮技术等有效去除废水中的氨氮。同时应加强对出水水质的监测工作确保氨氮浓度符合回用水水质标准要求。此外还应加强人员培训和技术储备工作提高操作人员对氨氮处理技术的掌握程度和处理能力。

4 结束语

综上所述,石化企业工业废水回用技术在国内外均取得了显著进展,但仍面临标准不统一、浓缩问题、设计弹性不足等挑战。通过制定统一标准、优化处理工艺、推广高效技术以及合理使用专用化学品等措施,可以进一步提升废水回用效率和系统稳定性。未来,随着技术的不断创新和完善,石化企业工业废水回用将在节约水资源、降低运行成本、减少环境污染等方面发挥更加重要的作用,为实现可持续发展目标贡献力量。

参考文献

- [1]周岳溪,宋玉栋.石化行业水污染治理成套集成技术[M].化学工业出版社,2022.
- [2]王雪清,郭宏山,邢心语.石油化工园区污水治理技术与对策研究[J].工业水处理,2023,43(11):7-14.
- [3]李宗明,陈杨.双膜工艺在石化工业废水处理中的应用[J].中国高新科技,2022(21):115-117.
- [4]曲宏亮.石化工业水循环经济的发展现状及政策研究[J].中外能源,2023,28(4):88-94.

作者简介:

刘欣宇(1990--),女,汉族,黑龙江七台河人,硕士研究生,中级环保工程师,研究方向:环境咨询与标准化研究。