

Industrial Wastewater Treatment Technology-Ecological Environment Engineering Innovation and Practical Theory of Industrial Wastewater Treatment Technology

Jingbo Liu

Shenzhen Temporary Environmental Protection Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518105, China

Abstract

With the rapid development of industry, the discharge of industrial wastewater has brought enormous pressure to the ecological environment. The application of ecological environment engineering in industrial wastewater treatment is of great significance, and this paper explores related technological innovations and practices. Starting from the limitations of traditional treatment techniques, this paper deeply analyzes the innovative applications of biological reinforcement technology, membrane separation technology, and ecological restoration technology in industrial wastewater treatment. The practical effects of these technologies were demonstrated through actual cases, demonstrating their advantages in improving wastewater treatment efficiency, reducing treatment costs, and achieving water resource recycling. This provides new ideas and methods for industrial wastewater treatment, and helps promote the coordinated development of industry and ecological environment.

Keywords

ecological environment engineering; industrial wastewater; technological innovation; biological enhancement; membrane separation; ecological restoration

工业废水治理技术——生态环境工程工业废水治理技术创新及实践理论

刘镜波

深圳市治标环保环境技术有限公司, 中国 · 广东 深圳 518105

摘要

随着工业的快速发展,工业废水的排放给生态环境带来了巨大压力。生态环境工程在工业废水治理中的应用具有重要意义,本文探讨了相关技术创新与实践。从传统治理技术的局限性出发,深入分析了生物强化技术、膜分离技术与生态修复技术在工业废水治理中的创新应用。通过实际案例阐述了这些技术的实践效果,展示了其在提高废水处理效率、降低处理成本、实现水资源回收利用等方面的优势,为工业废水治理提供了新的思路与方法,有助于推动工业与生态环境的协调发展。

关键词

生态环境工程; 工业废水; 技术创新; 生物强化; 膜分离; 生态修复

1 引言

工业废水的大量排放,其中包含的重金属、有机物、酸碱等污染物,对水体、土壤和大气环境造成了严重危害,威胁着生态平衡与人类健康。传统的工业废水治理方法在面对日益复杂的废水成分和严格的环保标准时逐渐显现出局限性。在此背景下,生态环境工程技术的创新与应用成为解决工业废水问题的关键。通过整合生物学、化学、材料学等多学科知识,开发高效、可持续的废水处理技术,不仅能够实现废水的达标排放,还能促进水资源的循环利用,减

少工业生产对自然资源的依赖,推动工业绿色转型与可持续发展。

2 工业废水治理现状与传统技术的局限性

工业废水来源广泛,包括化工、制药、纺织、印染、电镀等众多行业,其成分复杂多样,含有大量有毒有害物质。目前,常见的工业废水处理方法包括物理法、化学法和生物法。物理法如沉淀、过滤、吸附等,操作简单但对于溶解性污染物去除效果有限;化学法如混凝、氧化还原等,能有效去除特定污染物,但药剂成本高且可能产生二次污染;生物法利用微生物代谢作用降解污染物,具有成本低、环境友好等优点,但处理周期长,对难降解有机物和高浓度废水处理效果不佳^[1]。传统技术往往只能单一地针对某些污染物进行

【作者简介】刘镜波(1992-),男,中国广东深圳人,助理工程师,从事生态环境工程研究。

处理,难以满足日益复杂的工业废水处理需求,且在处理效率、资源回收利用等方面存在较大提升空间。因此,开发创新的生态环境工程技术对于工业废水治理至关重要。

3 生态环境工程技术在工业废水治理中的创新应用

3.1 生物强化技术

生物强化技术是通过向废水处理系统中添加特定的微生物菌株或菌群,以增强其对污染物的降解能力。这些微生物经过筛选和培养,从筛选过程需要从各种环境中寻找具有特定降解能力的微生物,这些环境包括污染土壤、工业废水排放口附近的水体等。找到微生物后,会在实验室通过一系列实验来确定它们对目标污染物的降解效率和适应范围,是否具有高效降解目标污染物的特性。例如,在处理含酚废水时,可添加酚降解菌,该菌种能够在特定条件下将酚类物质快速分解为无害的二氧化碳和水^[2]。与传统生物处理法相比,生物强化技术能够显著缩短处理时间,提高处理效率,尤其适用于处理含有难降解有机物的工业废水。在实际应用中,某化工园区污水处理厂采用生物强化技术处理含有多种复杂有机物的废水,通过微生物体内含有各种酶,这些酶能够催化污染物的分解反应。以降解酚类物质为例,酚降解菌体内的酶可以将酚类物质的苯环结构打开,逐步将其氧化分解,最终生成二氧化碳和水,这个过程涉及一系列复杂的生化反应。也可以在废水中投加专门降解该类有机物的复合菌群,废水中有机物的去除率从原来的 60% 提高到了 90% 以上,出水水质达到了当地的排放标准,且处理成本降低了约 20%^[3] 等处理情况。

3.2 膜分离技术

膜分离技术是利用半透膜的选择性透过作用,在外界能量或化学位差的推动下,对混合物中的不同组分进行分离、提纯和浓缩。在工业废水治理中,常用的膜分离技术包括超滤、微滤、纳滤和反渗透等。超滤和微滤主要用于去除废水中的悬浮颗粒、胶体等大分子物质;纳滤则能够截留分子量在 200~1000 之间的有机物和多价离子,如去除废水中的染料、抗生素等;反渗透可以有效去除水中的溶解性盐类和小分子有机物,实现废水的深度处理和水资源的回收利用^[4]。例如,在印染行业废水处理中,采用超滤—反渗透双膜工艺,超滤膜先去除废水中的染料大分子和纤维杂质,反渗透膜进一步去除水中的盐分和残留有机物,处理后的水可回用于印染生产过程中的漂洗环节,水资源回用率达到 70% 以上,大大减少了新鲜水的取用,同时降低了印染废水的排放量。

3.3 生态修复技术

生态修复技术是基于生态学原理,利用植物、微生物以及土壤等自然生态系统的自我调节和修复能力来治理工业废水。人工湿地是一种典型的生态修复技术,它通过构建由水生植物、基质和微生物组成的生态系统,利用植物的吸

收、转化作用,基质的吸附过滤作用以及微生物的分解代谢作用,对工业废水进行综合处理^[5]。在处理电镀废水时,人工湿地中的水生植物如芦苇、香蒲等能够吸收废水中的重金属离子,并通过根系分泌物为微生物提供营养,促进微生物对重金属的吸附和转化。微生物则将重金属离子还原为低价态或沉淀为不溶性物质,降低其毒性和迁移性。据实际工程案例显示,某电镀企业采用人工湿地处理电镀废水,经过一段时间的稳定运行,废水中重金属铬、镍、铜等的去除率均达到 95% 以上,出水水质满足相关环保要求,且人工湿地系统具有建设成本低、运行维护简单、景观效果好等优点,实现了环境效益与经济效益的统一。

4 生态环境工程技术在工业废水治理中的实践案例分析

4.1 案例一:生物强化技术在制药废水处理中的应用

某制药企业生产过程中产生的废水含有大量难降解有机物如抗生素残留、有机合成中间体等,COD 浓度高达 8000mg/L, BOD₅/COD 比值低,传统生物处理工艺难以有效处理。采用生物强化技术,首先对废水水质进行详细分析,确定主要污染物类型和浓度,另外通过添加的是专门的高效微生物,它们能够更快地对污染物发起“攻击”,从而缩短整个处理流程的时间。然后,从制药废水处理厂的活性污泥中筛选出具有高效降解抗生素和有机合成中间体能力的微生物菌群,经过富集培养后投加到废水处理系统中。同时,优化处理系统的运行参数,如温度、pH 值、溶解氧等,为微生物提供适宜的生长环境。经过生物强化处理后,废水中 COD 去除率从原来的 30% 提高到 85%, BOD₅/COD 比值显著上升,后续再结合混凝沉淀等深度处理工艺,出水 COD 浓度降至 100mg/L 以下,达到了当地制药行业废水排放标准。对于含有难降解有机物的制药废水,传统方法可能无法将污染物浓度降低到理想水平。生物强化技术的微生物是针对性强,能够集中力量分解特定污染物,使得处理效率显著提高。从该案例表明生物强化技术能够有效解决制药废水难降解有机物的处理问题,另外对污水处理技术及节能降耗技术进行了对比分析,提出了技术创新和节能降耗对策,从而提高废水处理效率,为制药企业的废水治理提供了可行方案。

4.2 案例二:膜分离技术在电子工业废水处理中的应用

电子工业生产过程中产生的废水含有大量重金属离子如铜、镍、铅等以及微量的有机物,对环境危害极大。采用超滤—纳滤—反渗透膜分离技术进行处理。废水首先进入超滤系统,超滤膜孔径为 0.01~0.1μm,能够去除废水中的悬浮颗粒、胶体等大分子物质,防止其对后续膜系统造成堵塞。超滤出水进入纳滤系统,纳滤膜对二价及以上金属离子和分子量在 200~1000 之间的有机物具有较高的截留率,可有效去除废水中的大部分重金属离子和微量有机物。纳滤出水再

进入反渗透系统,反渗透膜能够进一步去除水中剩余的溶解性盐类和微量重金属离子,出水水质达到电子工业超纯水标准,可回用于生产工艺中的清洗、蚀刻等环节,水资源回收率达到 90% 以上。该案例体现了膜分离技术在电子工业废水处理中的高效性和可靠性,提高设备内部机构之间的相互联动,解决水质净化效率低的问题,实现了废水的达标排放,还实现了水资源的高度回收利用,降低了企业的生产成本和环境风险。

4.3 案例三:生态修复技术在矿山废水治理中的应用

某矿山开采过程中产生的废水呈酸性,含有大量重金属离子如铁、锰、锌等,直接排放对周边水体和土壤造成严重污染。采用人工湿地生态修复技术进行治理,人工湿地系统由下行垂直流湿地和水平流湿地串联组成。下行垂直流湿地中填充有石灰石、沸石等基质,具有良好的酸碱缓冲能力和吸附性能,能够调节废水的 pH 值,并吸附部分重金属离子。湿地中种植有耐酸性的水生植物如菖蒲、水葱等,植物根系发达,能够吸收重金属离子并通过自身代谢作用将其转化为低毒或无毒物质。同时,根系表面附着的微生物在有氧和无氧条件下分别进行好氧和厌氧呼吸,进一步促进重金属离子的氧化还原反应和沉淀过程,在好氧和厌氧呼吸中也要考虑到它们所需的营养物质,如碳源、氮源、磷源等。另外还要控制好培养条件,包括温度、pH 值、溶解氧等。例如,一些好氧微生物在降解污染物时,需要足够的溶解氧,所以在培养和实际应用中要保证水体中有合适的曝气条件,其实也是厌氧技术处理废水的方法和技术优势,以及厌氧系统与好氧系统的比较。经过下行垂直流湿地处理后的废水进入水平流湿地,水平流湿地中填充有砾石、砂等基质,主要起到进一步过滤和沉淀的作用,同时也为微生物提供了栖息场所。经过人工湿地系统的处理,矿山废水中重金属离子的去除率达到 90% 以上, pH 值从酸性恢复到接近中性,出水水质达到地表水Ⅲ类标准,可用于周边农田灌溉和景观用水。该案例充分展示了生态修复技术在矿山废水治理中的独特优势,利用自然生态系统的自净能力实现了对酸性矿山废水的有效治理,同时适用于矿山废水的深度处理及其他有毒有害、难降解的有机污染物的处理,还能带来一定的生态效益和社会效益。

5 结论与展望

生态环境工程技术在工业废水治理中的技术创新与实践取得了显著成效。生物强化技术通过优化微生物群落结构,提高了对难降解有机物的处理能力;膜分离技术凭借其高效的分离性能,实现了工业废水的深度处理和水资源的回收利用;生态修复技术则借助自然生态系统的力量,实现了对工业废水的绿色、可持续治理。通过实际案例分析可知,这些技术在不同类型工业废水处理中均表现出良好的应用效果,能够有效提高处理效率、降低处理成本、减少环境污染,为工业与生态环境的协调发展提供了有力支撑。

然而,随着工业的不断发展和环保要求的日益提高,工业废水治理仍面临诸多挑战。未来,生态环境工程技术在工业废水治理方面的研究与应用应朝着以下几个方向发展:一是进一步开发高效、广谱的微生物菌株或菌群,其中复合菌群是由多种微生物组成的,它们之间相互协作,可以对多种复杂有机物进行降解;提高生物强化技术的适应性和处理效果;二是研发新型膜材料,降低膜分离技术的成本,提高膜的抗污染性能和使用寿命;三是深入研究生态修复技术的机理,优化生态系统的构建和运行参数,提高其对复杂工业废水的处理能力;四是加强多种技术的集成与耦合应用,充分发挥各技术的优势,实现工业废水的综合治理与资源化利用。通过持续的技术创新与实践探索,不断完善工业废水治理体系,为保护生态环境、促进经济可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 谷静静,李建如,蔡志伟.印染产业园中水回用浓水处理系统改造工程[J].广东化工,2023,50(19):99-102.
- [2] 杨德敏,谭婷.造纸工业废水深度处理新技术[J].纸和造纸,2011,30(2):48-53.
- [3] 许志欣.污水处理厂节能分析与优化运行研究[D].河北工程大学,2016.
- [4] 祁振生.一种刨花板工业废水处理装置及其处理系统[P].河南省:CN202211485146.0,2023-02-24.
- [5] 徐绕其,徐程昱.一种环保的多功能工业废水处理净化设备[P].上海市:CN202210661358.3,2023-01-31.