

环境工程中的城市污水处理工艺研究

成浩

河北寰瀛环保技术有限公司, 河北 保定 071000

[摘要] 城市化的快速推进使得城市面临日益加剧的水污染和水资源压力。城市污水中的有机废物、氮、磷等污染物的直接排放对自然水体造成严重威胁。因此, 进行高效、可持续的城市污水处理研究对于水环境净化和生态平衡的维护至关重要。近几十年来, 城市污水处理技术取得了不断创新的进展, 从传统的活性污泥法到膜生物反应器 (MBR) 技术, 再到高级氧化技术, 仍然需要解决处理效能、能源消耗、经济可行性等方面的一系列挑战。因此, 深入研究城市污水处理工艺, 探索新的技术和方法, 对于应对城市水环境问题具有重要意义。

[关键词] 环境工程; 城市污水; 污水处理

DOI: 10.33142/ec.v7i3.11406

中图分类号: TS5

文献标识码: A

Research on Urban Sewage Treatment Process in Environmental Engineering

CHENG Hao

Hebei Huanying Environmental Protection Technology Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract: The rapid advancement of urbanization has led cities to face increasingly severe water pollution and pressure on water resources. The direct discharge of pollutants such as organic waste, nitrogen, and phosphorus in urban sewage poses a serious threat to natural water bodies. Therefore, efficient and sustainable research on urban sewage treatment is crucial for water environment purification and ecological balance maintenance. In recent decades, urban sewage treatment technology has made continuous innovative progress. From traditional activated sludge method to membrane bioreactor (MBR) technology, and then to advanced oxidation technology, a series of challenges still need to be solved in terms of treatment efficiency, energy consumption, and economic feasibility. Therefore, in-depth research on urban sewage treatment processes and exploration of new technologies and methods are of great significance for addressing urban water environment issues.

Keywords: environmental engineering; urban sewage; sewage disposal

引言

城市污水处理是维护城市环境卫生和水资源可持续利用的重要组成部分。随着城市化进程的加速和人口增长, 污水处理工艺的研究和创新变得尤为迫切。有效的污水处理不仅关系到居民的生活质量, 更关系到水资源的保护和可持续发展。本文将深入探讨城市污水的特性、各类处理工艺的优劣势以及未来发展方向, 旨在为构建高效、环保、可持续的城市污水处理体系提供理论支持和实践指导。

1 城市污水处理工艺意义研究

城市污水处理工艺研究的重要性不可忽视, 直接关系到城市环境的健康与可持续发展。随着城市化进程的不断加速, 城市污水排放量显著增加, 给水环境带来了严峻的挑战。深入研究和优化城市污水处理工艺, 不仅能够有效减轻水环境压力, 提高水质标准, 还能推动城市可持续发展。城市污水中含有大量有机物、氮、磷等对水体造成潜在危害的成分, 若不经科学有效的处理, 将直接威胁周边水域的生态系统健康, 甚至危害到人类的饮水安全。通过研究城市污水处理工艺, 我们能够不断提高污水处理的效能, 降低对环境的不良影响, 实现废水资源的最大化利用, 进而促进水资源的可持续利用。此外, 城市污水处理

工艺的创新也是推动环保产业发展的关键驱动力之一, 为城市提供了更为清洁、高效、经济的水环境解决方案。因此, 深入研究城市污水处理工艺的意义不仅体现在环境保护与水质改善方面, 更对城市社会经济的可持续发展起到了至关重要的支撑作用。

2 城市污水特性分析

2.1 污水组成及来源

城市污水的组成及来源复杂多样, 主要包括生活污水、工业废水和雨水径流。生活污水来自居民生活和商业活动, 其中含有大量的有机废物、油脂、营养盐和微生物。工业废水则源自各类生产和加工过程, 其组成涵盖了多种化学物质, 如重金属、有机物和化学药品。雨水径流则包含了大气降水过程中扫带地表的各类污染物, 如油脂、悬浮物和溶解的氮、磷等^[1]。在生活污水中, 有机废物是主要成分之一, 包括食物残渣、人体排泄物等。这些有机物的存在使得生活污水具有较高的生化需氧量 (BOD) 和化学需氧量 (COD)。工业废水的成分则因行业而异, 包括有机溶剂、酸碱度调节剂、重金属和各种化学添加剂。这些物质不仅对水体生态系统产生直接影响, 还可能对人体健康构成潜在威胁。全面了解城市污水的组成及来源对于制定

科学合理的污水处理工艺具有重要意义。这有助于有效去除各类污染物提高处理效率,保障排放水质达标,最终促进城市水环境的健康与可持续发展。

2.2 污水样品采集与处理

污水样品的采集与处理是城市污水处理工艺研究中不可忽视的关键步骤。为确保数据的准确性和代表性,采样过程需要严格执行标准化的操作流程。首先,选择合适的采样点至关重要,应该考虑到城市污水系统的复杂性,涵盖不同地区、污染源以及流动路径。这样的全面覆盖可以有效捕捉污水的变化特征。在采样时选用洁净、无污染的采样容器,并定期进行校准和维护,以确保采样工具的精准性。不同性质的样品可能需要采用不同的方法,例如分段采样或24小时复合采样,以保证样本的代表性。此外,采样现场的环境条件也应记录,如温度、天气等,以提供后续分析的参考依据。采集完成后,样品需迅速送至实验室进行分析和处理。在处理阶段,注意避免有机物和微生物的降解,确保样品保持原始特性。采样后的样品储存时间应尽量缩短,以减小外部因素对样品的影响。

2.3 污水水质分析方法

污水水质分析方法在城市污水处理中起着至关重要的作用。常用的分析方法包括BOD、COD、氨氮、总氮和总磷等指标。首先,BOD是评估水体有机污染程度的关键参数。通过测定微生物在一定时间内对有机物的生化需氧量,BOD能直观、相对真实地反映水体的自净能力。其次,COD是一种更广泛、更快速的水质评价方法,测定水中可被氧化的有机和无机物总量。适用于高浓度有机废水的分析,能够更迅速地提供水质状况的信息。氨氮、总氮和总磷是评价水体营养状况的关键指标,对于污水中大量的氮、磷营养物质的测定具有重要意义。这些指标的准确测定有助于科学评估污水的特性,为相应的处理工艺提供可靠的指导。

3 环境工程中城市污水处理工艺应用

3.1 水处理工艺概述

水处理工艺在环境工程中扮演着关键的角色,尤其在城市污水处理方面,其应用对维护水质、保护环境和促进可持续发展具有不可替代的作用。传统水处理工艺通常包括物理、化学和生物处理单元,如沉淀、过滤、消毒、活性污泥法等。这些传统工艺以稳定性和成熟度为特点,广泛应用于城市污水处理厂,能有效去除悬浮物、有机物、氮、磷等,达到相关排放标准。随着技术的不断创新,先进水处理工艺逐渐崭露头角,为城市污水处理带来了新的可能性。其中,膜生物反应器(MBR)技术以其高效的固液分离和出色的排放水质而备受关注。通过膜过滤技术,MBR能够有效阻隔悬浮物和微生物,提高污水处理效率,并减小处理设施的占地面积。另一方面,高级氧化技术则通过氧化还原反应,降解难降解的有机物和色度,是处理难降解有机废水的有效手段。这类技术包括光催化、臭氧

氧化等,不仅在去除污染物方面表现优异,同时也降低了化学物品的使用。

3.2 传统城市污水处理工艺

3.2.1 活性污泥法

活性污泥法是一种在城市污水处理中广泛应用的生物处理工艺,以高效、稳定的有机物去除效果而备受青睐。该工艺依赖于在处理系统中培养和维持一种被称为活性污泥的微生物群落,这些微生物能够有效降解有机废水中的污染物。活性污泥法的核心是在氧气充足的条件下,通过生物反应器中的微生物代谢作用,将有机物转化为无害的底物和气体。这一过程主要包括接触氧化、吸附、生物降解等步骤。在处理系统中,通过持续搅拌和通入氧气,确保微生物得到足够的氧气和有机物负荷,从而维持其生长和代谢活性^[2]。活性污泥法的优势之一是适用范围广泛,对于各类有机废水和变化较大的水质条件都具有较好的适应性。同时,活性污泥工艺还能有效去除氮、磷等营养物质,对提高排放水质有显著作用。活性污泥法也面临着一些挑战,如对进水水质波动敏感,需要较长的启动时间,以及对污染物耐受性有一定限制等。为了克服这些问题,工程实践中常结合其他工艺单元,如预处理单元和后处理单元,以提高系统的稳定性和效率。

3.2.2 厌氧池法

厌氧池法是一种在城市污水处理中应用广泛的生物处理工艺,独特的厌氧环境使得污水中的有机物质能够在缺氧条件下被微生物降解。厌氧池法的核心是通过创建无氧或低氧环境,利用厌氧微生物对有机物进行降解。在这种环境下,厌氧菌群能够将有机废水中的有机物质通过厌氧呼吸代谢为沼气和其他稳定的产物。这一过程与氧化呼吸相比,更能适应某些特殊水质条件,例如高浓度有机物的情况。厌氧池法的优势之一在于其对氧气的依赖性较低,这使得其在处理高浓度有机物、高浓度氮和磷的污水时表现出色。此外,厌氧池法还能有效去除硫化物、硝酸盐等物质,具有较好的综合处理效果。厌氧池法也存在一些挑战,包括工艺复杂度较高、对进水水质波动敏感等问题。为了克服这些挑战,工程实践中通常采用联合运行、工艺优化等手段,提高系统的稳定性和适应性。

3.3 先进城市污水处理技术

3.3.1 膜生物反应器(MBR)技术

膜生物反应器(MBR)技术作为一种先进的城市污水处理工艺,在水处理领域取得了显著的成功。独特之处在于通过膜技术实现了生物反应和固液分离的高效集成,极大提高了处理系统的性能和水质输出。MBR技术的核心是在生物反应器中引入微孔膜或超滤膜,将生物颗粒与水充分分离,从而实现了污泥与清水的有效分离。这种膜分离的优势在于防止了生物颗粒的流失,使生物池内的污泥浓度能够得到有效维持,从而保障了高效的生化反应。相

较于传统的活性污泥法,MBR 技术具有明显的优势。首先,由于固液分离的实现,MBR 系统可大幅度减小处理设施的占地面积。其次,膜的引入有效阻隔了微生物的流失,提高了生物颗粒的浓度,使系统对水质波动更为稳定。此外,由于膜的微孔大小可调,MBR 系统对悬浮物的截留效果优越,输出水质清澈透明。MBR 技术也面临着一些挑战,包括膜污染、能耗较高和运行成本相对较大等问题。为解决这些问题,研究者们通过改进膜材料、优化操作策略等手段,不断提升 MBR 系统的性能和经济效益。

3.3.2 高级氧化技术

高级氧化技术作为一种先进的城市污水处理手段,以其强氧化能力和对难降解有机物的有效处理而备受关注。这一技术的核心思想是利用强氧化剂,如臭氧、过氧化氢、过氧化物等,通过化学反应将有机废水中的有机物质降解为水和二氧化碳。首先,高级氧化技术的优势在于其能够处理难降解的有机废水,包括重金属污染、药物残留等。这些难降解有机物在传统生物处理中可能表现出较低的降解效率,而高级氧化技术通过强氧化作用,能够将它们迅速而有效地转化为无害产物,提高了整体处理效能^[3]。其次,高级氧化技术对于色度、臭味等问题也有良好的处理效果。通过产生具有强氧化性质的自由基,这些技术能够有效破坏有机物的结构,实现彻底的去除。然而,高级氧化技术也存在一些挑战。其一是对能源的较高需求,尤其是一些高级氧化剂的制备和投放成本较大。此外,反应产生的自由基可能对环境造成一定的影响,需要谨慎处理副产物的处理与排放。为了克服这些挑战,研究者们不断探索新的高级氧化剂、改进反应条件,以提高技术的经济性和环境友好性。随着高级氧化技术的不断发展和完善,它将在城市污水处理领域发挥越来越重要的角色,为处理复杂废水提供了一种高效可行的选择。

4 城市污水处理工艺的未来发展趋势

4.1 新兴技术前景

新兴技术在城市污水处理领域展现出引人瞩目的前景。随着科技的飞速发展,诸如人工智能、物联网、生物技术等新兴技术正逐渐融入污水处理系统,为其带来了全新的可能性。首先,人工智能的应用为污水处理提供了智能化和自适应性的解决方案。通过智能监测系统,可以实时监测水质参数、设备运行状况等信息,实现远程监控和及时响应。智能算法的引入还能够优化处理工艺,提高能源利用效率,降低运行成本。其次,物联网技术的发展使得设备之间能够实现信息互联互通。传感器网络的应用可以实现对整个处理系统的综合监测,帮助精准掌握水质波动、设备运行状态等关键信息,为运营和维护提供数据支持。这种全面联网的系统能够更灵活地应对城市污水处理的多样化需求。另外,生物技术的不断创新也为污水处理带来了新的思路。基因工程技术的应用可以通过改良微生物,

使其具有更高的污染物降解能力,提高处理效率。同时,生物传感器的发展为对微生物群落和水质参数的实时监测提供了新的工具,实现更精准的污水处理过程控制。这些新兴技术的前景不仅在于提高处理效能和降低运行成本,还在于推动污水处理行业朝着更加智能、可持续发展的方向发展。随着这些技术的不断成熟和应用,城市污水处理将迎来更加高效、环保、智能化的新时代。

4.2 可持续发展考虑

在城市污水处理领域,可持续发展考虑至关重要。可持续发展旨在满足当前需求的同时,不损害未来世代的生存和发展机会。在污水处理方面,这意味着需要在技术、经济和环境方面寻求平衡,以实现长期的可持续性。首先,可持续发展考虑包括对资源的合理利用,优化能源利用、降低化学品使用、回收废水中的有用物质等都是关键的方面。引入能源高效的技术、开发循环经济模式,可以降低对有限资源的依赖,实现资源的可持续循环利用。其次,经济可行性是可持续发展的核心之一。投资和运营城市污水处理设施需要考虑长期收益和成本效益。采用成本效益较高的技术,制定合理的价格政策,推动市场机制参与,都有助于确保污水处理系统的经济可持续性。此外,社会接受度和参与也是可持续发展的关键要素。倡导公众参与、透明度和教育,使社区更加了解污水处理的必要性,促进居民的环保意识,有助于形成良性的社会循环。环境保护是可持续发展的核心目标之一。通过采用低能耗、低排放的技术,减少对水体、土壤和空气的负面影响,实现污水处理对自然环境的最小侵害。同时,注重生物多样性保护和生态系统的恢复,使城市污水处理成为自然与人类和谐共存的一部分。

5 结语

在城市污水处理工艺的研究中,我们深入剖析了污水的特性、经典与先进的处理工艺,以及未来的发展趋势。对活性污泥法、厌氧池法、膜生物反应器(MBR)技术和高级氧化技术等工艺进行详细分析揭示了它们在不同方面的优势与挑战。城市污水处理的研究和应用需要多方面的努力和综合考虑。通过科技创新、社会参与和制度建设,我们有望构建高效、智能、经济可行且环保的城市污水处理体系,以确保城市水环境的清洁与可持续发展。

【参考文献】

- [1] 杨华. 城市污水处理厂工艺选择及关键技术问题探讨[J]. 工程建设与设计, 2023(22): 89-91.
 - [2] 乔韵青. 城市污水高效处理工艺的分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(4): 78-79.
 - [3] 梁俊宇. 城市污水处理厂的污水处理工艺探讨[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(23): 121-123.
- 作者简介: 成浩(1998.11—), 毕业院校: 河北大学, 所学专业: 环境科学, 当前就职单位: 河北寰瀛环保技术有限公司, 职务: 组长, 职称级别: 助理工程师。