环境工程污水处理措施及新技术探究

丁健

中原环保股份有限公司，河南省郑州市，450000；

摘要：随着工业化和城市化进程的加速，污水排放量急剧增加，对环境和人类健康构成了严重威胁。环境工程中的污水处理作为解决水污染问题的关键手段，其重要性不言而喻。本文旨在深入探讨环境工程污水处理的有效措施及新兴技术。通过对传统污水处理技术的梳理，分析其在实际应用中的优势与局限。同时，详细介绍了如膜生物反应器、高级氧化技术、智能污水处理系统等新兴技术的原理、特点及应用案例，展示其在提高污水处理效率、降低成本、实现水资源可持续利用等方面的巨大潜力。此外，还探讨了污水处理措施的优化策略，包括工艺组合、运行管理及污泥处理等。本文的研究为推动环境工程污水处理技术的发展，提升污水处理水平，实现水资源的循环利用和生态环境的可持续发展提供了理论支持和实践指导。

关键词：环境工程；污水处理；处理措施；新技术

DOI：10.69979/3060-8767.25.06.016

引言

水是生命之源，对于人类的生存和发展至关重要。然而，随着工业化和城市化的快速发展，污水排放量日益增加，水污染问题愈发严重，给生态环境和人类健康带来了巨大威胁。环境工程中的污水处理作为解决水污染问题的核心手段，其重要性不言而喻。有效的污水处理能够显著减少污染物排放，保护水资源，维护生态平衡，同时还能实现水资源的循环利用，缓解水资源短缺的压力。因此，深入研究和不断创新环境工程污水处理措施及技术具有极其重要的现实意义。本文将对传统污水处理措施进行系统梳理，分析其优缺点，并着重探讨近年来涌现的新技术，以期污水处理领域的发展提供有益参考。

1 环境工程污水处理的重要性

污水含有有害物质，如重金属、有机物、氮磷等，直接排放会污染水体，破坏生态系统平衡。重金属在水生生物体内富集，通过食物链影响人类健康；氮磷过量会导致水体富营养化，藻类繁殖，消耗水中溶解氧，破坏水生态系统。完善的污水处理可去除污染物，保护水生态稳定和健康。水资源短缺是全球问题，污水处理后可回用于工业冷却、城市绿化等，减少对新鲜水资源的需求，提高利用效率。工业用水中60%-80%可回用，对缓解水资源紧张有重要意义。污水处理符合可持续发展理念，保障经济社会稳定发展。污水中病原体如细菌、病毒、寄生虫等，若进入饮用水源或与人类接触，会引发疾病，威胁健康。污水处理通过消毒等工艺，杀灭病原体，降低疾病传播风险，保障公众健康安全，同时减

少对土壤和空气的污染，改善生活环境质量。

2 环境工程污水处理现状及面临的挑战

随着城市化和工业化进程加快，人口和工业生产规模的扩大导致污水排放量增加。我国城市生活污水和工业废水排放量逐年上升，给污水处理设施带来压力。现代工业产生的废水成分复杂，包括重金属和抗生素等难降解污染物，而生活污水中化学物质和药物残留增多，增加了处理难度。尽管我国在污水处理设施上投入了大量资金，但部分地区设施滞后，处理能力不足，导致污水直接排放。老旧设施效率低下，难以达到排放标准。农村地区污水处理设施覆盖率低，生活污水直接排入水体，破坏生态环境。污水处理成本高，资金不足导致设备更新和工艺优化困难，影响企业经营和行业技术进步。

3 环境工程污水处理的传统措施及局限性

沉淀法利用重力分离污水中的固体，操作简单但对细小颗粒去除有限，需结合其他方法。沉淀池污泥处理不当可能导致二次污染。过滤法通过介质去除悬浮物和胶体，但易堵塞且对溶解性污染物无效。混凝法通过混凝剂清除浊度和重金属，但操作复杂且化学污泥处理难度大。中和法调节pH值处理酸碱废水，效果依赖于药剂和反应条件。活性污泥法通过微生物去除有机物，但对水质变化适应性差，成本高。生物膜法利用微生物降解有机物，处理效率高，但对难降解有机物效果差。传统污水处理方法在处理新型和微量污染物方面存在局限，运行成本高、占地面积大、效率低，且可能产生二次污染。

4 环境工程污水处理的新技术

4.1 膜生物反应器 (MBR) 技术

4.1.1 技术原理

膜生物反应器是将膜分离技术与生物处理技术相结合的一种新型污水处理技术。在 MBR 系统中,生物反应器内的微生物对污水中的有机物进行降解,膜组件则用于截留生物反应器中的活性污泥和大分子有机物,实现泥水分离。膜组件的高效截留作用使得反应器内能够维持较高的微生物浓度,从而提高了处理效率。同时,由于膜的过滤作用,出水水质优良,几乎不含悬浮物和病原体。

4.1.2 技术特点

膜生物反应器具有诸多显著特点。处理效率高,对有机物、氮磷等污染物的去除效果显著优于传统生物处理工艺,出水水质可达到中水回用标准。占地面积小,由于反应器内微生物浓度高,处理负荷大,与传统污水处理工艺相比,MBR 系统的占地面积可减少 1/3-1/2。抗冲击负荷能力强,能够适应水质和水量的较大变化。运行管理简单,自动化程度高,可减少人工操作和维护成本。

4.1.3 应用案例

某城市污水处理厂采用膜生物反应器技术进行升级改造。改造后,处理规模由原来的 5 万吨/日提升至 8 万吨/日,出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准。其中,化学需氧量(COD)去除率达到 90%以上,氨氮去除率达到 95%以上,总磷去除率达到 85%以上。该项目的成功实施,有效缓解了当地污水处理压力,提高了水资源的利用效率。

4.2 高级氧化技术

4.2.1 技术原理

高级氧化技术是通过产生具有强氧化性的自由基(如羟基自由基·OH),将污水中的有机污染物氧化分解为二氧化碳和水等小分子物质的技术。常见的高级氧化技术有 Fenton 氧化法、臭氧氧化法、光催化氧化法、湿式氧化法等。这些技术通过不同的方式产生自由基,如 Fenton 氧化法是利用亚铁离子和过氧化氢反应产生羟基自由基;臭氧氧化法是通过臭氧分解产生自由基;光催化氧化法则是在光照条件下,催化剂表面产生电子-空穴对,进而生成自由基。

4.2.2 技术特点

高级氧化技术具有氧化能力强、反应速度快、适用范围广等特点。能够有效降解传统处理方法难以去除的

难降解有机物,如多环芳烃、农药、抗生素等。高级氧化技术通常在常温常压下进行,操作条件温和,对设备要求相对较低。反应过程中产生的污泥量较少,二次污染小。但是,高级氧化技术的运行成本相对较高,部分技术需要消耗大量的氧化剂或能源。

4.2.3 应用案例

某化工园区污水处理厂采用臭氧氧化与生物处理相结合的工艺处理含难降解有机物的工业废水。经过臭氧氧化预处理后,废水中的难降解有机物被氧化分解为小分子物质,提高了废水的可生化性。后续生物处理单元能够更好地对废水进行处理,最终出水水质达到了国家规定的排放标准。该工艺的应用,有效解决了化工园区废水处理难题,保护了周边环境。

4.3 智能污水处理系统

4.3.1 技术原理

智能污水处理系统是利用物联网、大数据、人工智能等先进技术,对污水处理过程进行实时监测、智能控制和优化管理的系统。通过在污水处理设施中安装各种传感器,实时采集水质、水量、设备运行状态等数据,并将这些数据传输至数据中心。数据中心利用大数据分析和人工智能算法对数据进行处理和分析,根据处理结果自动调整设备运行参数,实现污水处理过程的精准控制和优化。

4.3.2 技术特点

智能污水处理系统具有智能化程度高、运行效率高、节能降耗等特点。能够实时监测污水处理过程中的各项参数,及时发现和解决问题,提高处理系统的稳定性和可靠性。通过优化控制,可使污水处理设备运行在最佳工况,降低能耗和药剂消耗,节约运行成本。智能污水处理系统还具有远程监控和管理功能,可实现对多个污水处理厂的集中管理,提高管理效率。

4.3.3 应用案例

某大型污水处理厂集团采用智能污水处理系统对旗下多个污水处理厂进行统一管理。通过该系统,集团能够实时掌握各污水处理厂的运行情况,及时发现设备故障和水质异常,并通过远程控制进行调整和处理。智能系统根据水质水量变化自动优化设备运行参数,使各污水处理厂的能耗平均降低了 15%左右,药剂消耗降低了 10%左右,取得了显著的经济效益和环境效益。

4.4 厌氧氨氧化技术

4.4.1 技术原理

厌氧氨氧化技术是在厌氧条件下,以氨氮为电子供

体,以亚硝酸盐为电子受体,将氨氮和亚硝酸盐直接转化为氮气的生物脱氮技术。该技术突破了传统生物脱氮理论,不需要外加碳源,且能耗低。厌氧氨氧化菌是实现这一反应的关键微生物,其在特定的环境条件下能够将氨氮和亚硝酸盐转化为氮气,从而实现污水中氮的去除。

4.4.2 技术特点

厌氧氨氧化技术具有显著的优势。脱氮效率高,能够有效去除污水中的氨氮和亚硝酸盐,总氮去除率可达80%以上。能耗低,与传统生物脱氮工艺相比,可节省60%以上的曝气量,降低了运行成本。无需外加碳源,减少了药剂费用和二次污染风险。污泥产量少,降低了污泥处理和处置成本。但是,厌氧氨氧化菌生长缓慢,对环境条件要求苛刻,启动时间长。

4.4.3 应用案例

某垃圾填埋场渗滤液处理厂采用厌氧氨氧化技术处理高浓度氨氮废水。经过厌氧氨氧化工艺处理后,废水中的氨氮浓度从2000mg/L左右降至100mg/L以下,总氮去除率达到85%以上。该技术的应用,不仅解决了垃圾填埋场渗滤液氨氮难处理的问题,还降低了处理成本,实现了节能减排的目标。

5 环境工程污水处理措施的优化策略

5.1 优化工艺组合

不同的污水处理技术具有各自的优缺点,针对污水成分复杂多样的特点,采用单一的处理技术往往难以达到理想的处理效果。因此,应根据污水的水质、水量以及处理要求,优化工艺组合,充分发挥不同技术的优势,实现优势互补。对于含有大量有机物和氮磷的城市污水,可采用厌氧-缺氧-好氧(A₂/O)工艺与深度处理工艺相结合的方式。A₂/O工艺能够有效去除污水中的有机物和氮磷,深度处理工艺(如过滤、消毒等)则可进一步提高出水水质,确保达标排放或中水回用。对于含有难降解有机物的工业废水,可采用高级氧化技术与生物处理技术相结合的工艺。高级氧化技术先将难降解有机物氧化分解为小分子物质,提高废水的可生化性,再通过生物处理技术进一步去除污染物。

5.2 加强运行管理

科学合理的运行管理是保证污水处理设施稳定运行、提高处理效果的关键。建立完善的运行管理制度,

明确各岗位的职责和操作规程,加强对操作人员的培训和考核,提高其专业素质和操作技能。定期对污水处理设备进行维护保养,及时更换老化、损坏的设备部件,确保设备正常运行。加强对水质、水量的监测,根据监测数据及时调整处理工艺参数,保证处理效果的稳定性。同时,利用信息化手段,建立污水处理运行管理平台,实现对污水处理过程的实时监控和远程管理,提高管理效率。

5.3 重视污泥处理

污水处理过程中会产生大量的污泥,污泥中含有大量的有机物、病原体、重金属等污染物,若处理不当,会对环境造成严重的二次污染。因此,必须重视污泥处理。采用合理的污泥处理工艺,如污泥浓缩、脱水、厌氧消化、好氧发酵等,实现污泥的减量化、稳定化、无害化和资源化。污泥厌氧消化可产生沼气,作为能源回收利用;污泥好氧发酵后可制成有机肥料,用于农业生产。加强对污泥处理处置的监管,确保污泥得到安全、有效的处理,防止二次污染的发生。

6 结论

随着环境问题的日益严峻,污水处理作为环境工程的重要组成部分,其技术的发展和创新的至关重要。传统的污水处理措施在应对日益复杂的污水污染问题时逐渐显露出局限性,而新兴技术如膜生物反应器、高级氧化技术、智能污水处理系统和厌氧氨氧化技术等,展现出了高效、节能、环保等显著优势,为污水处理领域带来了新的发展机遇。通过优化工艺组合、加强运行管理和重视污泥处理等措施,可以进一步提高污水处理的效率和质量,实现水资源的可持续利用和生态环境的保护。

参考文献

- [1] 司玉志. 环境工程污水处理措施及新技术探究[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(6): 157-159. DOI: 10.3969/j.issn.1674-263X.2024.06.053.
- [2] 胡煜超. 膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用探究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术: 00184-00185[2025-06-06].
- [3] 张书洁, 张政武, 王宗华. 膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用[J]. 化工设计通讯, 2019. DOI: CNKI: SUN: WGTX. 0. 2019-06-071.