

环境工程中城市污水处理技术应用分析

耿冉 姜坤 吴锦涛

周口市环境科技信息服务中心, 河南 周口 466000

[摘要]随着城市化进程加快和环境污染问题日益突出,城市污水处理成为环境工程领域的重要课题,本文结合城市污水的来源及类型,分析了当前城市污水处理中的主流技术,旨在助力实现水资源的可持续利用与生态保护。

[关键词]环境工程;城市污水处理;有机物

DOI: 10.33142/aem.v7i5.16758

中图分类号: X703

文献标识码: A

Application Analysis of Urban Sewage Treatment Technology in Environmental Engineering

GENG Ran, JIANG Kun, WU Jintao

Zhoukou Environmental Science and Technology Information Service Center, Zhoukou, He'nan, 466000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the increasingly prominent problem of environmental pollution, urban sewage treatment has become an important topic in the field of environmental engineering. This article analyzes the mainstream technologies in urban sewage treatment based on the sources and types of urban sewage, aiming to help achieve sustainable utilization of water resources and ecological protection.

Keywords: environmental engineering; urban sewage treatment; organic compound

引言

近年来,我国城镇化率持续攀升,污水排放量逐年增加,成分也日趋复杂,传统处理技术面临效率低、成本高等瓶颈,而国家对污水排放标准日益严格,这也推动污水处理技术向高效化与低碳化方向发展。

1 城市污水的来源及分类

1.1 生活污水

在城市进程逐步加速、人口规模不断膨胀的今天,生活污水身为城市污水中的主要构成,所产生的影响也愈发明显,居民在日常生活中所排放的污水含有比较多的有机物质,它们如果没有经过集中处理就直接排放,不但会渗透进土壤中累积起来,造成肥力失效或结构被破坏等现象,还容易进一步污染地下水,甚至对自然生态系统和人类的健康构成比较严重的威胁。另外,生活污水中还混杂了种类多样的微量元素、各类氨基酸以及大量的悬浮颗粒物,这些成分的性质也具有一定的差异性,使得他们在污水中的浓度和可生物降解性也各有不同,这无疑是对城市污水处理技术提出了更高要求,也变相增加了处理难度及成本。同时,城市污水的流量和质量也并非是一成不变的,它们会随着季节更替、气候条件、节假日以及居民生活习惯的变化而呈现出周期性的波动,比如雨季时雨水的汇入会使得污水量激增,到了冬季受到居民用水量的减少,生活污水量会相应地下降,这种动态变化要求污水处理系统必须要具备比较好的适应性,才能在保护城市水环境的基础上维护生态平衡^[1]。

1.2 工业污水

由于我国各个城市之间在规模、经济发展水平以及产

业结构上存在明显的差异性,城市生活废弃物中工业废物的占比也呈现出多样化的特点,特别是那些拥有悠久历史的重工业城市,工业废弃物的比例往往居高不下,有的地方甚至超过了生活污水总量的 50%,面对这种比较严峻的局势,我国已经出台了一系列有关工业废弃物排放管理的规章制度,希望能在排放量及污染程度方面进行严格的控制。但工业废弃物中的污染成分比较复杂,不但含有重金属、有机污染物等多种潜在的有毒物质,并且往往具有比较高的化学稳定性及抗分解性,这对于无害化处理工作来说是一种巨大挑战。因此,在城市污水处理流程中应当将这些工业废弃物作为重点治理对象,采取科学、恰当的技术手段进行预处理及深度净化,使它们不会对城市水体、土壤乃至整个生态环境造成不可逆的负面影响。

1.3 城市径流污水

除了城市日常运行中不断产生的污水,河流在无形之中也会为城市输送一定量的污水,而降雨过程中所产生的雨水会冲刷城市的大气、建筑物表面、街道以及堆积的废料和垃圾,它们所形成的径流水同样也含有大量污染物,并逐渐成为城市表面径流中不可忽视的一部分,这类污水的成分更加复杂,并且会受到降雨强度、城市地形、地表覆盖情况等多种因素影响。

2 城市污水处理技术在环境工程中的应用

2.1 人工湿地污水处理技术

人工湿地是一种具有创新性特点的水处理技术,是通过対自然湿地生态系统的模拟而创造出的独特地形形态,在对城市污水进行处理与调节的过程中展现出极为强大的能力,该技术把土层、植被以及微生物深度融合在一起,

进而实现对污水的过滤、截留及生物降解等多重净化步骤。具体来讲,污水首先会经过土层的初步过滤,其中的大颗粒杂质会被有效截留;随后,水会向土壤深处继续流动与植被的根系发生作用,进一步净化水质;而微生物则会通过生物降解等复杂生化反应将污水中的有机物、氮、磷等污染物转化为无害或低毒的物质,通过上述分析可知,人工湿地是高度集成的多种污水处理方法的综合性解决方案。相较于传统市区污水处理设施,建造人工湿地并不需要投入过多的成本,污水在湿地中依靠重力自然流动,这一过程不仅实现了将资源损耗控制在合理范围内,还促进了市政污水处理的成本效益获得进一步提升。在山东某河流的水环境整治工程中,在将淹水植被、水边植物以及先进的微生物技术结合起来进行高效使用后,水中的化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)和总磷的含量均达到了更低的水平,对于水质的改善与优化发挥出良好的作用^[2]。

2.2 生物接触氧化处理技术

该技术的核心在于借助生物膜与污水间的互动来完善和提升整个污水处理的过程,此过程中在生物膜上的微生物作用下,污水中的有机污染物会逐步分解,对于氧气也会产生较大的需求量,为确保反应的充分进行,需要向污水中充入氧气并持续进行搅拌与混合。该技术融合了生物滤池的高效过滤特性与活性污泥处理的强大生物降解能力,把两种方法的优点进行了整合并实施了合理使用,这使其在应对不同水体的负荷变化时表现出极强的适应性和稳定性,使得污水净化的质量和效率均实现充分提高。在南京某市政污水处理厂的实践中,生物接触氧化法在其好氧处理阶段的使用获得了良好的成效,通过对生物反应池和曝气系统进行周全的配置,该污水处理厂发挥良好的管理效能,将污水中化学需氧量(COD)和氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)这两项污染物浓度指标降低在一个比较的合理的水平,具体来讲就是处在氧气供应极为充足的条件下,生物膜上的微生物充分地进行着生化反应,将污水中的有机物和氮化合物逐步分解为无害物质,由此来实现对污水的高效净化^[3]。

2.3 RSPR 高浊度污水处理技术

本项技术是一种创新的污水净化处理方案,把传统市政污水处理流程中的初级处理与高级处理两大阶段结合起来,不需要投入较长的处理时间就能够满足既定的污水处理质量要求。在SPR污水处理的具体进程里,要先在污水中加入溶解型催化剂,其会迅速与污水中的有机物质发生化学反应,在催化剂的作用下这些去除难度较大的溶解性有机物就会转化为易于分离的可悬浮微粒,随后,借助先进的吸附材料对这些微粒进行吸附并聚集在一起,从而实现与污水的有效分离。而RSPR技术是对高浊度污水处理进行的优化升级,它将多种处理工序都全面覆盖到,把原本分散的处理步骤高度集中到一个处理单元内,这样能够做到对高浊度污水中的污染物进行快速、彻底地去除,使污水得到更为充分的再利用,并且对于水体污染问题也

能够发挥显著的缓解作用^[4]。

2.4 连续循环曝气系统

这一创新技术代表传统污水处理手段在经过不断革新后获得了巨大的进步,能够把污水与污泥充分混合在一起并使混合物维持在一个最优状态,进而促进污水的脱氮性能进一步强化。通过构建的系统内部循环机制,该技术能够在反复的处理循环中逐步增强对污染物的吸附与集聚能力,并且加快相关的化学反应进程。在系统沉淀流程中,沉淀池能在理想的吸附条件下稳定工作,并且这一过程配备了自动化监控系统,设置了先进的计算机程序进行管理和控制,这就对操作人员提出了较高的要求,对于该污水处理系统的设计理念、安装细节以及运行机制要具有全面的掌握与正确的认知,同时熟练的操作技能也是必不可少的,由此为系统的高效、稳定运行提供坚实保障。此外,这种处理技术对污水预处理的标准并没有设定严格的要求,只需要对沉淀池的间隔时间做出合理调整,就能在“好氧-厌氧”交替环境中顺利完成多次脱碳、脱氮作业,并在此基础上进一步深化脱氮与脱碳的效果,使污水在“好氧-厌氧”循环中持续经历脱氮过程。值得关注的是,整个处理流程中每个阶段所经历的时间以及使用到的设备的具体操作,都要严格按照预先制定好的且可根据实际需求进行灵活调整的方案来执行,而且全部由中央计算机系统实现自动化控制^[5]。

2.5 SBR 法

SBR法也叫序批式活性污泥法,是一种灵活性比较强的污水处理技术,特别适用于需要进行深度处理有机废水的场合,它的工艺核心在于间歇式的操作模式,基于对污水采取周期性的生化反应和物理处理,实现了对有机物、氮、磷等高浓度污染物的有效去除。在实际应用过程中,SBR法的处理流程被细分为两个阶段,污水在第一阶段中被引入反应池,在这里,活性污泥中的微生物会跟污水中的有机物发生生化反应,将它们分解为无害物质,在这个过程中不单单是去除了有机物这么简单,还可以经过微生物的代谢活动实现对氮、磷等营养物质的转化。在进入第二阶段后,反应池内的混合液在静止状态下会进行沉淀,污泥颗粒受到重力作用会沉降到底部,而处理后的清水则位于上层区域;随后经过过滤操作进一步将悬浮物去除掉,再基于排污处理将底部所积累的污泥排出系统外,这一系列步骤使得出水水质的稳定性得以保证,也满足了高标准的水质处理要求。

2.6 AB 法

AB法是一种比较高效的活性污泥处理技术,它的核心在于所拥有的两段式处理流程,系统在A段设计了比较高的有机负荷,可以增强整体的抗冲击能力,更好地应对污水中的pH值波动及有毒有害物质,该步骤不单单在于提升了污水处理的适应性,也能够为后续处理打牢基础。进入到B段后侧重于污染物的深度降解,结合A段的处

理效果使水质得到进一步优化,并且在保证处理效果的前提下最大限度地降低投资成本;这种分段处理的方式也让AB法在处理高浓度、大水量污水方面展现出较为明显的优势,特别适合于经济相对落后、资源比较有限的地区。但AB法在实际应用中也暴露出了污泥产量相对比较高的问题,在一定程度上增加了后续处理的负担,还容易对环境造成二次污染,所以相关研究学者应当在改进工艺参数、引入新型生物处理技术、提高污泥资源化利用率等方面进行探索,更好地适应现代城市污水处理的绿色、可持续发展需求。

2.7 A²/O法

A²/O法作为一种集成了厌氧、缺氧和好氧处理阶段的污水处理工艺,在脱氮除磷方面的应用已经相当广泛,它可以利用磷的生物化学双重特性:在好氧条件下,聚磷菌能吸收并利用磷酸盐成长,实现快速去除磷的效果;而到了厌氧环境下这些聚磷菌则会释放先前吸收的磷,为后续的磷回收提供更多可能。在A²/O系统中,COD(化学需氧量)与BOD(生化需氧量)的去除主要经过好氧阶段的微生物降解作用来实现,净化水质的过程中也为微生物的生长提供了必要的能量。同时,该工艺的另一大亮点在于对氮元素的处理,有机氮在硝化菌的作用下会被转化为硝态氮,这也成为后续脱氮工艺的基础所在。此外,A²/O法可以对反应区的氧化还原条件进行准确控制,使硝酸氮混合物得以在厌氧区域内稳定地存在,并促进了反硝化作用的进行;而反硝化细菌借助有机物作为电子供体,将硝态氮还原为氮气释放到大气中,这不单单是降低出水中的氮含量这么简单,它还在一定程度上减轻了对水体的富营养化影响,达到保护生态环境的根本目的。

2.8 膜生物反应技术

在膜生物反应技术的实际应用过程中,它是在生物厌氧处理技术的基础上融入其他处理技术的优点,从而创造出一种具有独特优势的污水处理方案。相较于传统的污水处理技术,膜生物反应技术展现出了多方面的显著优势,该技术在实际应用时,只需要较小的土地空间就能满足使用需求,有利于节约土地资源,并且该技术对反应条件的要求也比较宽松,并不需要投入过多的建设和运营成本。从另一方面来看,膜生物反应技术在得到高效使用后能够更彻底地分解污水中的污染物,将有机物、氮、磷等有害成分转化为无害或低毒物质,从而将污水的净化质量和再利用率提升到新的高度,此过程中生物膜组件发挥着重要

作用,能够高效拦截污水中的微生物和悬浮物,并且在拦截过程中也不会消耗较多的能源,有效避免了资源的无谓浪费现象。

2.9 光催化技术

光催化技术身为一种创新性比较强的污水处理手段,它可以利用光能激发催化剂产生高活性物种,进而引发一系列氧化还原反应,逐步将污水中的复杂有机物降解为无害的二氧化碳、水等小分子物质,实现对城市污水的深度净化,尽管这项技术已经展现出较高的无害化处理潜力,也能应对多种类型的污水挑战,但在推广应用方面却面临着一定的障碍。首要难题在于高昂的设备投资与运营成本,光催化反应一般要在特定的光源和催化剂,但它们的采购成本相对较高,也限制了该技术在大规模污水处理项目中的普及。此外,光催化技术的适用范围也相对特定,特别是在处理含油量比较高的污水时会表现得比较出色,但对于其他类型污水的处理效果则不尽如人意,这也在一定程度上限制了应用的广泛性,所以如何在降低成本的同时拓宽适用范围就成为该技术未来发展的关键。

3 结语

综上所述,本文系统性地梳理了现有城市污水处理技术的应用特点,对比分析其经济性、适用性及环境效益,以期对环境工程领域的科研与实践提供理论支撑,促进污水处理技术的创新与推广。

【参考文献】

- [1] 闫凌云,王孔川,闫晓华.环境工程中城市污水处理技术应用分析[J].清洗世界,2025,41(5):93-95.
- [2] 钱康.环境工程中城市污水处理技术运用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(9):130-132.
- [3] 李洪浩.环境工程污水处理技术应用探讨[J].科技视界,2023(8):39-41.
- [4] 曹琦.环境工程中城市污水处理技术的应用优化[J].低碳世界,2023,13(2):37-39.
- [5] 蒋春.城市污水处理技术措施及其发展探索[J].皮革制作与环保科技,2023,4(3):138-140.

作者简介:耿冉(1999—),男,河南工程学院,环境工程,助理工程师;姜坤(1990.12—),男,毕业院校:河南科技大学;所学专业:工商管理,当前就职单位:周口市环境科技信息服务中心,职称级别:助理工程师;吴锦涛(1996.6—),男,河南师范大学,环境科学,周口市环境科技信息服务中心,无,助理工程师。