

# Research progress of sewage treatment technology in ecological engineering

Yan Tan

Guangzhou Bofa Environmental Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

## Abstract

With the growing severity of global water scarcity, the importance of wastewater treatment technology in ecological environmental engineering has become increasingly prominent. In recent years, with continuous advancements in technology, wastewater treatment has transitioned from traditional physical and chemical methods to modern biological treatment technologies, significantly improving treatment efficiency and achieving notable progress in energy saving, emission reduction, and resource recovery. Modern wastewater treatment technologies, through the integration of multiple treatment methods, have formed a composite technological system that meets the treatment needs of different water qualities and quantities. In particular, new technologies such as MBR (Membrane Bioreactor), nanofiltration, and reverse osmosis have shown great potential in practical applications, further promoting the process of wastewater resource recovery.

## Keywords

Wastewater treatment; Ecological environmental engineering; Membrane bioreactor; Nanofiltration technology; Resource recovery

# 生态环境工程中污水处理技术的研究进展

谭燕

广州市勃发环境科技有限公司, 中国·广东广州 510000

## 摘要

随着全球水资源短缺问题的日益严重, 污水处理技术在生态环境工程中的重要性愈加凸显。近年来, 随着科技的不断进步, 污水处理技术经历了从传统物理、化学处理到现代生物处理技术的转变, 不仅处理效果得到了显著提升, 还在节能减排和资源回收方面取得了显著进展。现代污水处理技术通过结合多种处理方法, 形成了复合型的技术体系, 满足了不同水质水量的处理需求。尤其是MBR膜生物反应器、纳滤与反渗透技术等新型技术在实际应用中展现了巨大的潜力, 进一步推动了污水资源化的进程。

## 关键词

污水处理; 生态环境工程; 膜生物反应器; 纳滤技术; 资源回收

## 1 引言

随着社会经济的快速发展与城市化进程的推进, 水污染问题已成为全球范围内亟待解决的重要课题。污水处理不仅是水污染治理的关键环节, 也是水资源循环利用的基础。传统的污水处理技术已难以满足现代社会日益复杂的水质水量需求, 因此, 研究与开发新型污水处理技术成为当前生态环境工程领域的一个重要方向。当前, 污水处理技术的研究不仅关注处理效果的提高, 还越来越重视能效优化、环境影响最小化以及处理过程中资源的回收利用。各种创新性技术, 如 MBR 膜生物反应器、纳滤技术、反渗透技术等, 凭借其高效性、节能性以及优越的水质处理能力, 逐步在实际工程中得到应用。本文旨在对生态环境工程中的污水处理技

术进行系统综述, 分析当前技术的研究进展、应用现状以及面临的挑战, 为未来技术的发展提供参考。

## 2 污水处理技术的概述

### 2.1 污水处理的必要性与意义

水资源短缺和水污染问题日益严峻, 污水处理显得尤为重要。随着人口的增加和工业化进程的加快, 污水排放量不断增加, 未经处理的污水直接排放会对环境造成严重污染, 影响水体生态系统和人体健康。污水处理不仅可以有效去除水中的有害物质, 保护水体的生态环境, 还能回收利用水资源, 缓解水资源紧张问题。尤其是在当前环境保护压力增大的背景下, 污水处理已成为解决水污染问题的关键技术手段。通过科学的污水处理, 可以有效改善水环境质量, 促进可持续发展, 并为社会经济发展提供必要的水资源保障。

### 2.2 污水处理的基本原理与流程

污水处理主要通过物理、化学和生物方法来去除水中

【作者简介】谭燕(1995-), 女, 中国广东人, 助理工程师, 从事环境技术研究。

的污染物。物理方法主要包括沉淀、过滤、吸附等，用于去除水中的悬浮物和大颗粒污染物；化学方法通过反应降解水中的有害物质，如通过添加化学药剂进行絮凝、氧化还原反应等；生物方法利用微生物降解污水中的有机物质，常见的处理方式包括活性污泥法、生物膜法等。处理流程通常包括预处理、主要处理和后处理三个阶段。在预处理阶段，通过格栅、沉淀池等去除大颗粒污染物；主要处理阶段通过物理、化学或生物方法去除水中的有害物质；后处理阶段则对水质进行进一步净化，确保水质达到排放标准或回用要求。

### 3 物理法与化学法在污水处理中的应用

#### 3.1 物理法的应用与技术进展

物理法作为最早应用于污水处理的技术之一，通过物理作用去除污水中的悬浮物、固体颗粒及油脂等。常见的物理法包括沉淀、过滤、吸附和气浮等技术。沉淀法利用重力分离污水中的悬浮物，常用于初级处理阶段；过滤法通过过滤介质去除较小的固体颗粒，广泛应用于生活污水和工业废水处理中。气浮法通过空气气泡附着并带走水中的悬浮物，适用于水质较复杂的场合。近年来，随着材料科学的发展，新型过滤介质和吸附材料不断涌现，如活性炭、纳米材料等，提高了物理法的处理效率。物理法的技术进展不仅提高了处理效率，也使其在污水回用和工业废水治理中得到了更广泛的应用。

#### 3.2 化学法的应用与技术创新

化学法通过化学反应去除水中的污染物，主要包括絮凝、氧化还原、沉淀和中和等过程。在化学处理过程中，通过加入化学药剂与污水中的污染物发生反应，生成新的沉淀物或中和有害物质，达到去除污染物的目的。化学絮凝法是一种常见的污水处理方法，适用于去除水中的悬浮物、胶体物质以及重金属离子。氧化还原反应则广泛应用于有毒有害物质的降解，如氯化物、氨氮等。近年来，绿色化学法逐渐得到重视，如采用天然药剂或环保型药剂替代传统化学药品，以减少环境污染和操作成本。此外，化学法与物理法的结合，如化学沉淀与过滤技术的结合，也进一步提升了污水处理的效果。

#### 3.3 物理法与化学法的结合应用

物理法与化学法的结合应用能够充分发挥各自的优势，提高污水处理的效率和效果。通过将物理法和化学法相结合，可以更有效地去除污水中的悬浮物、溶解物质和有害物质。例如，化学絮凝后通过沉淀法去除大颗粒污染物，再利用过滤法进行深度处理；或通过气浮法去除水中的油脂，再采用化学方法降解水中的有机物。这种结合方法能够克服单一方法的局限性，特别是对复杂污水的处理具有较好的效果。近年来，许多污水处理厂已开始采用物理与化学法的联合工艺，尤其是在工业废水处理中，联合处理技术得到了广泛应用。

## 4 生物法在污水处理中的创新研究

### 4.1 活性污泥法的优化与改进

活性污泥法是一种广泛应用的生物污水处理技术，利用微生物的代谢作用降解污水中的有机污染物。然而，传统的活性污泥法存在一些不足，如处理效率低、泥渣量大等问题。近年来，研究者通过优化曝气系统、改进污泥回流比等方式提高了活性污泥法的处理效率。此外，研究还聚焦于污泥减量化和高效微生物的引入，通过调整反应条件、添加助剂等手段提升微生物的降解能力，进而提高处理效果。新型的活性污泥法不仅提高了污水处理的效率，还减少了污泥产量，降低了处理成本。

### 4.2 生物膜法的应用研究

生物膜法是利用固定化在载体上的微生物进行污水处理的一种新型生物法。与传统的活性污泥法相比，生物膜法具有处理效率高、反应稳定、设备占地小等优势。近年来，随着生物膜载体的不断改进和优化，生物膜法在污水处理中得到了广泛应用。研究表明，生物膜法在去除有机物、氮磷等方面表现出了优异的效果，尤其适用于低负荷和高效污水处理场合。此外，生物膜法与其他处理技术的结合，如与膜生物反应器（MBR）技术的联合应用，也提高了污水处理的综合效率和水质。

### 4.3 新型生物处理技术的探索与发展

新型生物处理技术的研究旨在提高污水处理的效率、降低能耗并优化资源回收。近年来，厌氧-好氧联用技术（A/O）、厌氧-好氧-好氧反应器（A<sup>2</sup>O）等新型生物法被广泛研究并应用于污水处理。厌氧-好氧联用技术能够有效去除污水中的有机物，并实现氮、磷的去除，为污水处理厂节能减排提供了有效途径。此外，研究者还在探索微藻法、人工湿地法等新型生物处理技术，这些技术不仅具有较强的污染物去除能力，还能够实现水资源的循环利用和生态修复。随着技术的发展，新型生物处理技术的应用前景广阔，将为污水处理领域带来更多的创新机会。

## 5 高效污水处理设备与技术的研究进展

### 5.1 MBR 膜生物反应器的应用

MBR 膜生物反应器结合了活性污泥法与膜过滤技术，能够有效去除污水中的有机物、氮磷等污染物。该技术具有较高的处理效率，特别是在污水处理过程中，可以实现固液分离、絮凝剂回收、截留微生物等多重功能。MBR 膜生物反应器的核心优势在于其较小的占地面积、较高的水质回用率以及较低的能耗。此外，MBR 技术能够在高负荷情况下稳定运行，处理效果不受水质波动影响。随着膜材料和膜生物反应器技术的不断进步，MBR 技术在水生活污水、工业废水以及水回用等领域得到了广泛应用，尤其适用于大规模污水处理与资源回收。

## 5.2 纳滤与反渗透技术的创新

纳滤与反渗透技术作为膜分离技术的重要组成部分,广泛应用于污水的深度处理和水资源回用中。纳滤技术主要通过其半透膜去除水中的小分子污染物、重金属离子及有机污染物,而反渗透技术则通过更加严格的膜孔径过滤水中的溶解性盐类、细菌、病毒等污染物。近年来,随着膜材料的不断创新,纳滤与反渗透技术的处理效率和使用寿命得到了显著提升。例如,采用高性能的复合膜材料,可以有效降低操作压力,减少能耗,提升处理水质。同时,针对膜污染问题,研究者提出了清洗技术和膜抗污染性能的改进方案,增强了这些技术的稳定性与可持续性,推动了其在污水处理中的应用。

## 5.3 智能化与自动化污水处理设备的研究

随着信息技术和自动化技术的发展,智能化与自动化污水处理设备逐渐成为污水处理行业的趋势。这些设备通过集成传感器、控制系统以及数据分析平台,能够实时监控污水处理过程中的各种参数,并根据实时数据自动调整处理过程中的各项操作,如流量、温度、pH值等。智能化污水处理设备不仅能提高处理效率,还能显著减少人为操作失误和能源消耗。自动化系统的引入使得污水处理更加精细化和高效,减少了人工干预,提高了污水处理设施的稳定性和安全性。未来,随着人工智能、大数据等技术的进一步融合,污水处理设备将更加智能化,提升处理过程的自主化和可持续性。

## 6 污水处理技术的可持续发展与环境影响

### 6.1 污水处理技术的能效与资源化利用

随着环保要求的提高,污水处理不仅要注重去除污染物,还需要考虑能效与资源回收。现代污水处理技术正朝着高效、低能耗、低排放的方向发展。能效提升是通过优化处理工艺、改进设备技术来实现的,例如通过优化活性污泥法中的曝气系统、提高膜生物反应器的工作效率等。此外,资源化利用也成为污水处理技术发展的重要方向,处理后的污水可通过回用进行灌溉、工业冷却或进一步净化为可饮用水。在这方面,污水中的磷、氮等营养物质也能作为肥料回收,达到资源的循环利用。随着技术不断创新,污水处理正朝着能效更高、资源利用率更强的目标迈进。

### 6.2 污水处理对生态环境的长远影响

污水处理技术对生态环境的长远影响不仅体现在改善水体质量和生态恢复上,还包括对环境健康和生态多样性的保护。通过先进的污水处理技术,水体中的有毒有害物质得

到了有效去除,生态环境得到有效修复。在污水处理过程中,通过合适的技术选择和处理方案,可以减少处理过程中对环境的负面影响,如减少二氧化碳排放和能源消耗。长期来看,污水处理不仅有助于提高水资源的可利用性,推动水资源循环利用,也有助于减少污染物对土壤、空气和生物的危害,为生态系统的可持续发展提供保障。

## 6.3 新型污水处理技术的可持续性评估

新型污水处理技术的可持续性评估是未来污水处理技术发展的关键。评估主要包括对技术的经济性、环境性以及社会影响的综合分析。从经济角度来看,技术需要具备较低的运行成本和较高的处理效率,确保其在长周期使用中的可行性;从环境角度来看,技术必须最大程度减少对环境的负面影响,如减少能源消耗、降低污染物排放等;从社会角度来看,技术的应用应有利于水资源的合理利用和地方水环境的改善。当前,许多新型污水处理技术,如膜生物反应器、智能化处理系统等,已开始通过多维度评估来验证其可持续性,推动污水处理技术朝着更加高效、环保和社会效益更强的方向发展。

## 7 结语

随着全球水资源日益紧张和水污染问题的加剧,污水处理技术的发展变得愈加重要。近年来,污水处理技术在高效性、资源回收和环境友好方面取得了显著进展。通过物理法、化学法、生物法等多种技术手段的应用和创新,污水处理的效果得到了显著提升,尤其是MBR膜生物反应器、纳滤和反渗透技术等新型技术的引入,使得水质达到了更高的标准。智能化与自动化设备的应用,使得污水处理过程更加高效和精确,推动了技术的进一步发展。然而,随着技术不断创新,如何实现污水处理技术的可持续发展,尤其是在能效、资源回收和环境保护方面,依然是未来研究的重点。只有在技术创新和环境保护的双重驱动下,污水处理才能更好地为人类社会的可持续发展贡献力量,改善全球水资源危机和生态环境问题。

## 参考文献

- [1] 李俏俏,毕付英,户宝军.污水处理技术在生态环境保护工程中的应用[J].农村科学实验,2025,(11):66-68.
- [2] 钱玮玮.生态环境保护工程中的污水处理技术[J].低碳世界,2024,14(12):7-9.
- [3] 王庆力,何育梅,梁娟.生态环境保护工程中污水处理技术分析[J].化纤与纺织技术,2024,53(08):88-90.
- [4] 田淑霞.生态环境保护工程中污水处理技术应用[J].山西化工,2023,43(03):235-236+263.