

# 分析市政给排水污水处理技术及发展策略

王绍梅

吉安县第二建筑工程公司 江西吉安 343199

**【摘要】**市政给排水污水处理是城市可持续发展的重要保障。本研究深入分析了当前污水处理技术现状,探讨了膜生物反应器、厌氧氨氧化等新兴技术的应用前景。同时,提出了完善基础设施、推广智能化管理、加强回用技术研发等发展策略。研究表明,通过技术创新与管理优化相结合,可有效提升污水处理效率,促进水资源循环利用,为城市生态环境保护提供有力支撑。

**【关键词】**市政给排水; 污水处理技术; 膜生物反应器; 智能化管理

## 引言:

随着城市化进程加快,市政给排水系统面临着日益严峻的挑战。污水处理作为市政给排水系统的核心环节,其技术水平和处理效率直接关系到城市水环境质量和居民生活品质。近年来,我国污水处理技术取得了长足进步,但在处理效率、能耗控制、污泥处置等方面仍存在不足。因此,深入分析市政给排水污水处理技术现状,探讨其发展策略,对于提升城市污水处理能力,推动水资源可持续利用具有重要意义。本研究旨在全面梳理当前污水处理技术发展现状,剖析存在问题,并提出相应的发展策略,为推动市政给排水污水处理技术进步提供参考。

## 1 市政给排水污水处理技术现状分析

### 1.1 传统活性污泥法及其改良技术

传统活性污泥法作为市政污水处理的主流技术,具有处理效果稳定、运行成本低等优势。该技术通过培养活性污泥中的微生物群落,降解污水中的有机物质和氮磷等污染物。近年来,为应对日益严格的排放标准,传统活性污泥法不断进行改良和优化。氧化沟工艺作为一种改良型活性污泥法,通过延长水力停留时间和污泥龄,提高了对氮磷的去除效率<sup>[1]</sup>。氧化沟工艺的COD去除率可达85-95%,总氮去除率可达70-80%。另一种改良技术是序批式活性污泥法(SBR),它在单一反应器中完成进水、反应、沉淀和排水等过程,具有占地面积小、操作灵活的特点。SBR工艺的BOD去除率可达95%以上,总磷去除率可达80-90%。此外,生物接触氧化法通过在活性污泥系统中添加填料,增加生物膜的附着面积,提高了污染物的去除效率和抗冲击负荷能力。这些改良技

术的应用,显著提升了传统活性污泥法的处理效能,为市政污水处理提供了更多可选方案。

### 1.2 膜生物反应器(MBR)技术的应用与发展

膜生物反应器(MBR)技术作为新一代污水处理技术,将生物处理与膜分离技术有机结合,具有出水水质好、占地面积小等显著优势。MBR技术通过膜组件替代传统的二沉池,实现了生物反应和固液分离的一体化,大幅提高了污水处理效率。MBR技术的COD去除率可达90-98%,氨氮去除率可达95%以上,出水浊度通常低于1 NTU。近年来,MBR技术在膜材料、膜组件结构和系统集成等方面不断创新。新型PVDF中空纤维膜的应用,显著提高了膜的抗污染能力和使用寿命。浸没式MBR系统的推广,有效降低了能耗,目前能耗已降至0.3-0.6 kWh/m<sup>3</sup>。为解决膜污染问题,超声波和纳米气泡等物理清洗技术得到广泛应用,延长了膜的使用周期。同时,MBR与其他处理工艺的耦合也取得突破,如MBR-RO(反渗透)联用工艺在水回用领域表现优异,回收率可达85-90%。尽管MBR技术在投资和运行成本方面仍高于传统工艺,但随着技术进步和规模效应,其经济性正逐步提升,在市政污水处理中的应用范围不断扩大。

### 1.3 厌氧-缺氧-好氧(A2O)工艺的优化

厌氧-缺氧-好氧(A2O)工艺作为一种高效脱氮除磷的生物处理技术,在市政污水处理中得到广泛应用。A2O工艺通过创造厌氧、缺氧和好氧三种不同环境,实现有机物降解、脱氮和除磷的协同处理<sup>[2]</sup>。近年来,A2O工艺不断优化,以提高处理效率和适应性。改良型A2O工艺如UCT和VIP通过调整内回流方式,进一步提高了脱氮除磷效率。优化后的A2O

工艺在总氮去除率方面可提高15-20%，总磷去除率可提高10-15%。同时，通过引入新型填料和载体，如悬浮填料和生物膜载体，显著提高了A2O系统的生物量浓度和抗冲击负荷能力。此外，A2O与其他技术的组合也取得显著进展，如A2O-MBR工艺在保证出水水质的同时，大幅减少了占地面积。以下表格总结了传统A2O工艺与优化后A2O工艺的性能对比：

表1 传统A2O工艺与优化后A2O工艺性能对比

指标	传统A2O	优化A2O
COD去除率	80-85%	85-90%
BOD去除率	85-90%	90-95%
总氮去除率	60-70%	75-85%
总磷去除率	70-80%	80-90%
水力停留时间	8-12小时	6-10小时
污泥产量	0.8-1.0 kg/kg COD	0.6-0.8 kg/kg COD

#### 1.4 新兴污水处理技术概述

随着环保要求日益严格，一系列新兴污水处理技术应运而生，为市政给排水领域注入了新的活力。厌氧氨氧化技术(Anammox)作为一种低能耗、低碳排放的脱氮新工艺，受到广泛关注。该技术利用厌氧氨氧化菌直接将氨氮和亚硝酸盐转化为氮气，与传统硝化-反硝化工艺相比，可节省59%的氧气需求和100%的有机碳源需求。目前，Anammox技术在处理高氨氮废水方面表现优异，氨氮去除率可达80-90%。生物膜法是另一种备受瞩目的技术，如移动床生物膜反应器(MBBR)通过在反应器中投加悬浮载体，大幅提高了生物量浓度和处理效率。MBBR技术的COD去除率可达85-95%，总氮去除率可达70-80%，且具有抗冲击负荷能力强、占地面积小等优势。此外，电化学处理技术如电絮凝、电氧化等在难降解有机物去除和微污染物控制方面展现出巨大潜力。电化学处理可实现对抗生素、内分泌干扰物等微量污染物的高效去除，去除率可达90%以上。

### 2 市政给排水污水处理技术发展策略

#### 2.1 强化基础设施建设与改造

强化基础设施建设与改造是提升市政给排水污水处理效能的关键策略。现有污水处理系统普遍存在管网老化、设备陈旧等问题，严重制约了处理效率的提升。针对这一现状，应优先推进城市排水管网的更新改造，采用CIPP(原位固化)等非开挖技术，提高管网的密封性和输送效率。这种方法可以有效减少管网渗漏，降低地下水侵入和污水外渗的风险，从而提高污水收集效率。在污水处理厂改造方面，应重点关注生化池的改造升级，如采用AAO、A2O等高效脱氮除磷工艺替代传统活性污泥法，提高处理能力和出水水质。这些先进工艺能够在有限空间内实现更高效的污染物去除，特别是在氮磷去除方面表现突出。同时，加强二沉池的改造，引入斜管沉淀等新型沉淀技术，提高固液分离效率。在污泥处理线，推广厌氧消化、热水解等新型污泥减量化技术，降低污泥处置成本<sup>[3]</sup>。这些技术不仅能减少污泥产量，还能实现能源回收，提高污泥处理的经济性。此外，加强配套设施建设也不容忽视，如建设雨水调蓄池，有效控制合流制溢流污染；完善在线监测系统，实现对进出水水质的实时监控。在改造过程中，应充分考虑节能减排要求，采用高效能泵、变频控制等节能技术，降低能耗。

状，应优先推进城市排水管网的更新改造，采用CIPP(原位固化)等非开挖技术，提高管网的密封性和输送效率。这种方法可以有效减少管网渗漏，降低地下水侵入和污水外渗的风险，从而提高污水收集效率。在污水处理厂改造方面，应重点关注生化池的改造升级，如采用AAO、A2O等高效脱氮除磷工艺替代传统活性污泥法，提高处理能力和出水水质。这些先进工艺能够在有限空间内实现更高效的污染物去除，特别是在氮磷去除方面表现突出。同时，加强二沉池的改造，引入斜管沉淀等新型沉淀技术，提高固液分离效率。在污泥处理线，推广厌氧消化、热水解等新型污泥减量化技术，降低污泥处置成本<sup>[3]</sup>。这些技术不仅能减少污泥产量，还能实现能源回收，提高污泥处理的经济性。此外，加强配套设施建设也不容忽视，如建设雨水调蓄池，有效控制合流制溢流污染；完善在线监测系统，实现对进出水水质的实时监控。在改造过程中，应充分考虑节能减排要求，采用高效能泵、变频控制等节能技术，降低能耗。

#### 2.2 推广先进污水处理技术

膜生物反应器(MBR)技术作为新一代污水处理技术，应得到广泛推广。MBR技术集成了生物处理和膜分离过程，出水水质优良，对各类污染物的去除效果显著。同时，MBR技术占地面积小，适合城市改造和扩建项目。为降低MBR技术的能耗和运行成本，应重点推广新型膜材料和膜组件，如PVDF平板膜、PTFE中空纤维膜等，这些材料具有更高的通量和抗污染能力。在生物处理方面，厌氧氨氧化(Anammox)技术应得到重视。Anammox技术可实现低能耗、低碳源的高效脱氮，特别适用于处理高氨氮废水。这种技术通过特殊的微生物代谢途径，直接将氨氮转化为氮气，大大减少了传统硝化-反硝化过程中的能耗和碳源需求。对于有机物去除，应推广颗粒污泥技术。颗粒污泥具有沉降性能好、生物量高等特点，可显著提高生化池的处理负荷。这种技术通过特殊的培养方式，使微生物形成致密的颗粒结构，大大提高了单位体积的处理能力。

在深度处理方面，臭氧-生物活性炭(O3-BAC)工艺值得推广。O3-BAC工艺对微污染物和难降解有机物具有优异的去除效果。臭氧的强氧化作用可以破坏难降解有机物的结构，而生物活性炭则通过微生物作用进一步降解有机物，两者的协同效应可显著提高处理效果。此外，电化学氧化技术

在特种污染物处理方面表现出色,如硼掺杂金刚石(BDD)电极技术可高效去除抗生素、内分泌干扰物等微量污染物。这种技术通过产生高活性自由基,可以氧化降解各种难降解有机物。

### 2.3 加强污水资源化利用

随着水资源短缺问题日益严峻,将污水视为可再生资源,最大化其利用价值,已成为行业发展的必然趋势。在水资源回用方面,应大力推广中水回用技术。采用MBR-RO(反渗透)、UF-RO(超滤-反渗透)等组合工艺,可将城市污水处理至高品质再生水,用于工业冷却、市政绿化、景观用水等。这些先进的膜处理工艺能够有效去除污水中的各类污染物,包括溶解性盐类和微量有机物,确保再生水的安全性和可靠性。为提高中水回用率,应建立完善的再生水输配管网,实现供需精准匹配。同时,开发多元化的回用途径,如将再生水用于地下水回灌,缓解地下水超采问题。这种做法不仅能够补充地下水资源,还能起到净化地下水的作用。在污泥资源化利用方面,应重点发展污泥厌氧消化技术。通过厌氧消化,不仅可实现污泥减量化,还能产生沼气用于发电或供热,实现能源回收。厌氧消化过程中,污泥中的有机物被微生物转化为甲烷等可燃气体,既减少了污泥体积,又产生了可利用的清洁能源。

此外,开发污泥制备建材、生物炭等新型利用途径,拓展污泥资源化渠道。这些方法可以将污泥转化为有价值的产品,减少最终处置量。在营养盐回收方面,应推广磷回收技术。如采用鸟粪石法回收污水中的磷,可将回收的磷元素用于生产肥料,实现磷元素的闭环利用。这种方法不仅减少了化学除磷药剂的使用,还将污染物转化为有价值的资源。对于污水中的热能,可采用热泵技术进行回收利用。污水源热泵系统可为周边建筑提供冷热源,节省大量常规能源。这种技术利用污水中稳定的热量,通过热交换实现建筑的供热或制冷,具有高效、环保的特点。

### 2.4 构建智慧水务管理体系

在数据采集方面,应大力推广在线监测技术。通过在污水处理各个环节安装水质、水量、能耗等在线监测设备,实现数据的实时采集。这种全面的监测系统可以及时反映处理过程中的各项指标变化,为工艺调控提供依据。在数据传输与存储方面,应构建基于物联网的数据传输网络和云

平台。采用NB-IoT、LoRa等低功耗广域网技术,可实现大规模、低成本的数据传输。云平台的应用则可实现海量数据的存储与处理,为后续分析决策提供支撑。这种架构能够实现数据的高效传输和集中管理,为智慧水务的实现奠定基础。在数据分析与决策方面,应重点发展基于人工智能的智能决策系统。通过机器学习算法,建立污水处理过程模型,实现对工艺参数的自动优化<sup>[4]</sup>。这种智能系统能够根据历史数据和实时监测数据,预测处理效果,并给出最优的运行参数建议。同时,开发预测性维护系统,通过分析设备运行数据,预测潜在故障,实现设备的及时维护,延长使用寿命。

在运行管理方面,应推广数字孪生技术。通过构建污水处理厂的虚拟模型,实现实时仿真和可视化管理。数字孪生技术可提供多场景模拟和优化,如模拟不同进水水质对处理效果的影响,优化药剂投加策略等。这种技术能够在虚拟环境中进行各种情景分析和优化,大大提高决策的科学性和精确性。此外,开发智能调度系统,根据实时数据和预测结果,自动调整处理工艺,应对水量水质波动。

### 结语:

市政给排水污水处理技术的发展是一个持续优化的过程。通过分析当前技术现状和面临的挑战,提出了一系列发展策略。未来,应重点关注基础设施智能化改造、先进处理技术推广、污水资源化利用以及智慧水务管理体系构建。同时,需要加强产学研合作,推动技术创新,探索“零排放”技术路径,强化微污染物去除能力,实现城市水系统的综合治理。通过技术进步与管理创新相结合,不断提升污水处理效能,促进水资源循环利用,为建设生态宜居城市奠定坚实基础。

### 参考文献:

- [1] 崔萌. 市政给排水工程污水处理技术的发展及对策浅述[J]. 现代物业(中旬刊), 2019, (08): 170.
- [2] 王健. 污水处理技术在市政给排水工程中的有效运用[J]. 工程技术研究, 2022, 7(24): 33-35.
- [3] 黄胜娟. 对市政给排水设计中污水处理技术要点的探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (17): 184-186.
- [4] 余云美. 市政给排水工程污水处理技术及发展策略[J]. 工程技术研究, 2022, 7(04): 95-96+113.