

# 城市污水处理技术现状与发展趋势研究

陈 浩

河南省城乡水务研究院有限公司 河南 郑州 450000

**摘 要：**随着我国城镇化进程的加快，城市污水排放量急剧增加，对城市污水处理技术的需求日益迫切。本文旨在分析当前城市污水处理技术的现状，探讨其发展趋势，为城市污水处理技术的优化升级提供参考。

**关键词：**城市污水处理技术；现状；发展趋势

## 引言

城市污水处理是保护水环境、实现水资源可持续利用的重要措施。随着环保要求的不断提高和技术的不断进步，城市污水处理技术正经历着深刻的变革。本文将从技术现状和发展趋势两个方面进行深入探讨。

### 1 城市污水处理技术现状

城市污水处理作为城市环境保护和水资源循环利用的重要环节，其技术的发展与应用直接关系到城市水环境的健康和可持续发展。随着城市化进程的加速和环保意识的提升，城市污水处理技术也在不断进步与创新。城市污水处理技术虽然取得了显著进步，但仍面临诸多问题和挑战。

#### 1.1 技术种类与特点

当前，城市污水处理技术主要可以归纳为物理处理、化学处理和生物处理三大类，每种技术都有其独特的工作原理和应用场景。物理处理技术是城市污水处理的基础环节，主要通过物理方法去除污水中的悬浮物和漂浮物。常见的物理处理设备有格栅、沉淀池、筛网等。格栅用于拦截污水中较大的悬浮物，如树枝、塑料袋等；沉淀池则利用重力作用使污水中的悬浮颗粒沉降下来；筛网则用于进一步去除细小的悬浮物。物理处理技术具有操作简单、成本低廉的优点，但对于溶解性污染物和有机物的去除效果有限。化学处理技术则是利用化学药剂与污水中的污染物发生化学反应，达到去除污染物的目的。常用的化学处理药剂有混凝剂、氧化剂、消毒剂等。混凝剂可以使污水中的胶体颗粒凝聚成较大的絮体，便于后续沉淀或过滤去除；氧化剂则用于氧化分解污水中的有机物和无机物；消毒剂则用于杀灭污水中的病原微生物。化学处理技术具有处理效果快、适用范围广的优点，但药剂的投加量和成本较高，且可能产生二次污染。生物处理技术则是利用微生物的代谢作用，将污水中的有机物转化为无机物，达到净化水质的效果。生物处理技术因其处理效率高、运行成本低、环

境友好等优点，在城市污水处理中得到了广泛应用<sup>[1]</sup>。生物处理技术主要包括好氧处理和厌氧处理两种。好氧处理是在有氧条件下，利用好氧微生物将有机物氧化分解为二氧化碳和水；厌氧处理则是在无氧或缺氧条件下，利用厌氧微生物将有机物分解为甲烷、二氧化碳等。生物处理技术不仅能够有效去除污水中的有机物，还能去除氮、磷等营养元素，防止水体富营养化。

#### 1.2 主流技术与应用

目前，我国城市污水处理的主流技术主要包括活性污泥法、氧化沟法、序批式活性污泥法（SBR）等生物处理技术。活性污泥法是一种广泛应用的生物处理技术，其核心是活性污泥的培养和管理。活性污泥是由细菌、真菌、原生动物等微生物组成的絮状泥粒，具有强大的吸附和氧化分解能力。通过向污水中连续通入空气，保持污水中的溶解氧含量，使活性污泥中的微生物能够正常生长和繁殖，从而将污水中的有机物氧化分解为无机物。活性污泥法具有处理效率高、出水水质好等优点，但同时也存在能耗高、污泥产量大等问题。氧化沟法是一种改进的活性污泥法，其特点是将曝气池和沉淀池合并在一个沟渠内，形成连续的环流系统。污水在沟渠内流动时，同时进行曝气和沉淀，实现了污水的连续处理。氧化沟法具有处理效率高、占地面积小、运行管理方便等优点，特别适用于中小规模的城市污水处理厂。序批式活性污泥法（SBR）是一种间歇运行的活性污泥法，其特点是将污水的处理过程分为进水、反应、沉淀、排水和闲置五个阶段，每个阶段都在同一个反应池内进行。SBR法具有处理效率高、出水水质好、设备简单、运行灵活等优点，特别适用于处理间歇排放的污水和水量变化较大的污水处理厂。为了克服传统生物处理技术的缺点，近年来，膜生物反应器（MBR）、高级氧化技术等新型处理技术逐渐兴起，并在城市污水处理中得到了初步应用。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，通过膜的

高效分离作用,可以实现污水的深度处理和回用。高级氧化技术则是利用强氧化剂或光、电、声等物理化学方法产生的高活性自由基,氧化分解污水中的难降解有机物,提高污水的可生化性和处理效率。

### 1.3 存在的问题与挑战

尽管我国城市污水处理技术取得了显著进步,但仍存在一些问题与挑战。一方面,部分老旧处理厂存在设备老化、自动化程度低等问题,导致处理效率不高。这些老旧处理厂多采用传统的活性污泥法等生物处理技术,设备陈旧、工艺落后,难以满足现代城市污水处理的需求。同时,自动化程度低也导致了运行管理的不便和效率的低下。另一方面,随着环保要求的不断提高,传统处理技术难以满足更高标准的排放要求。现代城市污水中含有大量的难降解有机物和新型污染物,如抗生素、内分泌干扰物等,这些污染物对传统生物处理技术构成了严峻的挑战<sup>[2]</sup>。为了满足更高的排放标准,需要采用更先进、更高效的处理技术。此外,污泥处理处置问题也日益凸显,成为制约城市污水处理行业发展的瓶颈之一。污泥是污水处理过程中产生的副产品,含有大量的有机物、无机物和病原微生物,如果不妥善处理,会对环境造成二次污染。目前,我国污泥处理处置技术尚不完善,存在处理效率低、成本高、资源化利用程度低等问题,亟待加强研发和推广。

## 2 城市污水处理技术发展趋势

城市污水处理技术作为城市环境保护和水资源循环利用的核心环节,其发展趋势不仅关乎城市水环境的健康,更直接影响到城市的可持续发展和居民的生活质量。随着科技的飞速进步、环保意识的日益增强以及政策法规的不断完善,城市污水处理技术正朝着更加高效、智能、环保、资源化与能源化的方向稳步前行。通过技术创新与升级、资源化与能源化利用、智能化与数字化管理以及政策驱动与法规完善等措施的推动和实施,城市污水处理行业将迎来更加广阔的发展前景和更加美好的未来。这将有助于提升城市的水环境质量和生态环境水平,为城市的可持续发展和居民的生活质量提供有力保障。

### 2.1 技术创新与升级

技术创新是推动城市污水处理技术发展的核心动力。未来,城市污水处理技术将不断创新与升级,以适应更加严格的环保要求和日益提高的处理效率需求。一方面,新型处理技术的研发与应用将成为行业发展的重点。膜生物反应器(MBR)技术作为一种集膜分离技术与生物处理技术于一体的新型污水处理技术,因其出水

水质优良、占地面积小、剩余污泥产量少等显著优势,正逐渐受到业界的广泛关注。随着膜材料的持续改进和膜组件成本的逐步降低,MBR技术有望在未来得到更广泛的应用和推广。此外,高级氧化技术也因其能够高效去除难降解有机物和新型污染物而备受瞩目。通过利用强氧化剂或光、电、声等物理化学方法产生的高活性自由基,高级氧化技术能够迅速氧化分解污水中的复杂有机物,显著提高污水的可生化性和处理效率。另一方面,传统处理技术的升级改造也将持续进行。针对活性污泥法等传统处理技术存在的能耗高、污泥产量大等问题,研究者们正在积极探索各种优化措施。例如,通过采用高效曝气装置和优化污泥回流比等手段,可以有效降低活性污泥法的能耗和污泥产量;通过引入生物强化技术和投加高效菌剂等手段,可以显著提高处理效率和出水水质。此外,针对传统处理技术中存在的氮磷去除效率低等问题,研究者们也在积极研发新型的生物脱氮除磷技术,以期实现更加高效、稳定的污水处理效果。除了单一技术的创新与升级外,组合工艺的应用也将成为未来城市污水处理技术的重要发展方向。通过将不同处理技术进行有机组合,可以充分发挥各自的优势,实现优势互补,提高整体处理效果。例如,将物理处理、化学处理和生物处理相结合,可以形成一套完整的污水处理系统,实现污水的高效、稳定处理。同时,组合工艺的应用还可以根据污水的实际水质和处理要求进行灵活调整,满足不同场景下的污水处理需求。

### 2.2 资源化与能源化利用

随着全球能源危机的加剧和环保意识的提高,城市污水处理行业的资源化与能源化利用将成为未来发展的重要趋势。这不仅可以有效减少污染物的排放,还可以实现资源的循环利用和能源的节约。在资源化利用方面,污泥中的有机物、磷等资源具有极高的回收价值。目前,污泥处理处置技术主要包括污泥厌氧消化、污泥好氧发酵、污泥焚烧等。未来,随着技术的不断进步和成本的降低,污泥中的资源回收与利用将得到更广泛的应用。例如,通过污泥厌氧消化技术可以产生沼气作为能源;通过污泥好氧发酵技术可以产生有机肥料用于农业生产;通过污泥焚烧技术可以实现污泥的减量化和无害化处理,同时回收其中的能量。在能源化利用方面,污水中的热能、有机质等也具有巨大的潜力<sup>[3]</sup>。污水热能回收技术主要利用污水中的温度差进行热能转换和利用,可以为污水处理厂提供热水或蒸汽等能源。沼气发电技术则是将污水处理过程中产生的沼气通过发电机转化为电能,为污水处理厂或周边地区提供电力供应。这

些技术的应用不仅可以减少能源的消耗，还可以降低处理成本，提高污水处理厂的经济效益和环境效益。

### 2.3 智能化与数字化管理

随着信息技术的飞速发展，智能化与数字化管理正逐渐成为城市污水处理行业的重要发展方向。通过引入物联网、大数据、人工智能等先进技术，可以实现污水处理设施的远程监控、智能调控和故障预警等功能，显著提高处理效率和运行稳定性。物联网技术的应用使得污水处理设备的实时监控和数据采集成为可能。通过在设备上安装传感器和无线通信模块，可以实时采集设备的运行状态、水质参数等信息，并将这些信息传输到云端进行存储和分析。运维人员可以通过手机、电脑等终端设备随时随地了解设备的运行情况，及时发现并处理故障问题，确保污水处理系统的正常运行。大数据技术的应用则可以对污水处理过程中的大量数据进行挖掘和分析，为工艺优化和升级提供有力支持。通过对历史数据的挖掘和分析，可以发现污水处理过程中的规律和趋势，为工艺参数的调整和优化提供科学依据。同时，通过对实时数据的监控和分析，可以及时发现异常情况并进行预警和处理，防止事故的发生和扩大。人工智能技术的应用则可以实现污水处理系统的智能调控和优化。通过建立智能控制模型和算法，可以根据实时数据对污水处理过程进行智能调控和优化，提高处理效率和出水水质。例如，通过智能控制曝气量、污泥回流比等参数，可以实现活性污泥法的智能调控和优化；通过智能控制加药量、反应时间等参数，可以实现化学处理的智能调控和优化。此外，人工智能技术还可以应用于污水处理厂的运行管理和决策支持等方面，提高管理效率和决策科学性。

### 2.4 政策驱动与法规完善

政府政策的支持与法规的完善是推动城市污水处理行业发展的重要保障。未来，政府将继续加大对污水处理行业的投入力度，通过资金补贴、税收优惠等措施鼓

励企业加大技术研发和设施建设力度。一方面，政府将加大对污水处理技术研发的支持力度。通过设立专项科研基金、提供研发补贴等方式，鼓励企业和科研机构加大在污水处理技术研发方面的投入。同时，政府还将加强对技术创新的保护和知识产权的维护，为技术创新提供良好的法治环境和市场氛围。这将有助于激发企业的创新活力，推动污水处理技术的不断进步和升级。另一方面，政府将完善相关法律法规和标准体系，加强对污水处理企业的监管力度。通过制定更加严格的排放标准和监管措施，推动污水处理企业采用更加先进、高效的处理技术和管理模式，提高处理效率和出水水质<sup>[4]</sup>。同时，政府还将加强对污水处理设施建设和运营的监管和管理，确保设施的正常运行和出水水质的达标排放。此外，政府还将加大对违法排污行为的处罚力度，维护市场秩序和公共利益。

### 结语

城市污水处理技术是推动城市可持续发展、保护环境的重要手段。当前，我国城市污水处理技术已取得了显著进步，但仍存在一些问题与挑战。未来，随着技术的不断创新与升级、资源化与能源化利用的推进、智能化与数字化管理的实现以及政策驱动与法规的完善，城市污水处理技术将迎来更加广阔的发展前景。我们应密切关注行业动态和技术发展趋势，加强技术研发与应用推广，为城市污水处理行业的可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]王艳.城市生活污水处理技术现状及发展趋势[J].皮革制作与环保科技,2022,3(10):126-128.
- [2]郑俊彦.我国城市污水处理回用技术与发展趋势[J].黑龙江环境通报,2020,33(04):48-49.
- [3]李明军.城市生活污水处理技术现状及发展趋势[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(15):97-99.
- [4]代飞.城市生活污水处理技术现状及发展趋势探析[J].山西化工,2021,41(02):215-217.