

# 关于市政污水处理工艺及其回用利用技术的探讨

武迪

陕西省水务环保集团有限公司

DOI:10.12238/hwr.v7i7.4918

**[摘要]** 本文探讨了市政污水处理工艺及其回用利用技术的改进与创新。在市政污水处理工艺方面,介绍了传统的沉淀与过滤工艺和活性污泥法,以及先进的膜分离技术和生物膜反应器技术。在促进市政污水回用方面,探讨了新型膜材料的研发和智能监控与管理系统的引入。这些技术创新将有助于提高污水处理效率和回用水质量,实现可持续发展。

**[关键词]** 市政污水处理; 回用利用; 改进与创新; 膜分离技术

**中图分类号:** U664.9+2 **文献标识码:** A

## Discussion on the Municipal Sewage Treatment Process and Its Reuse and Utilization Technology

Di Wu

Shaanxi Water and Environmental Protection Group Co., Ltd

**[Abstract]** This paper discusses the improvement and innovation of municipal sewage treatment process and its reuse technology. In the municipal sewage treatment process, the traditional precipitation and filtration process and activated sludge process, as well as advanced membrane separation technology and biofilm reactor technology are introduced. To promote the reuse of municipal waste water, the research and development of new membrane materials and the introduction of intelligent monitoring and management system are discussed. These technological innovations will help to improve the efficiency of sewage treatment and the quality of recycled water to achieve sustainable development.

**[Key words]** municipal sewage treatment; reuse and utilization; improvement and innovation; membrane separation technology

### 引言

随着城市化进程的不断推进,市政污水处理和回用成为了关注的焦点。传统的市政污水处理工艺在满足基本要求的同时存在着处理效率低、回用水质量不稳定等问题。为了提高处理效率和回用水质量,人们不断进行技术改进和创新。

### 1 市政污水处理工艺

#### 1.1 传统的市政污水处理工艺

##### 1.1.1 沉淀与过滤工艺

沉淀与过滤工艺一般包括沉淀、絮凝和过滤三个基本步骤。首先,将污水引入沉淀池中,通过减慢水流速度和增加水深的方式,使悬浮物质自然沉降到池底形成污泥。然后,在沉淀池中加入絮凝剂,通过化学反应使悬浮物质聚集成较大颗粒,易于沉降<sup>[1]</sup>。最后,经过沉淀的污水进入过滤系统,通过过滤介质(如砂子、活性炭等)的作用,去除残留的悬浮物质和有机物,得到清澈的水体。

沉淀与过滤工艺具有以下几个优点。首先,操作简便,设备

投资和运行成本相对较低。其次,能够有效去除悬浮物质和溶解有机物,改善水质,达到环保要求。此外,沉淀与过滤工艺对污水中的一些细菌和病原体也有一定杀灭作用,提高了水质的卫生安全。

然而,沉淀与过滤工艺也存在一些局限性。首先,对于一些细小的悬浮物质和溶解有机物的去除效果较差,需要采用其他工艺进行强化处理。其次,沉淀与过滤工艺的处理效果易受进水水质变化和外部环境影响,稳定性有待提高。此外,沉淀池和过滤系统需要占用较大的面积,对土地资源的利用较为浪费。

##### 1.1.2 活性污泥法

活性污泥法的工艺流程如下:首先,将进水的污水引入活性污泥处理系统中,与已有的活性污泥混合。活性污泥是一种富含微生物菌群的混合物,其中包含了多种生物菌种,如厌氧菌、好氧菌、硝化细菌等。在混合后的活性污泥中,这些微生物菌种通过与污水中有机物的相互作用,将有机物降解为二氧化碳和水。

活性污泥法的优点主要体现在以下几个方面:首先,对于有机物的去除效果好,能够有效降解和去除污水中的有机物质,使水质得到改善。其次,活性污泥法的工艺比较成熟,运行稳定,可靠性较高,适用于大规模的市政污水处理需求。此外,活性污泥法还具有灵活性和可调性,可以根据水质的变化进行相应的调节和优化。

然而,活性污泥法也存在一些局限性。首先,活性污泥法需要一定的氧气供应,以维持生物菌种的代谢活性,因此对于能源的需求较大<sup>[2]</sup>。其次,活性污泥法对进水水质的稳定性要求较高,一些有毒物质和高浓度的废水可能会对活性污泥产生抑制作用,影响处理效果。此外,活性污泥法在处理大量废水时,可能会产生污泥过多的问题,需要进行污泥处理和处置。

### 1.2 先进的市政污水处理工艺

#### 1.2.1 膜分离技术

膜分离技术的基本原理是利用膜的微孔或孔隙结构,通过压力、溶剂浓度差异、电场或化学双向驱动等方式,将污水中的不同成分分离出来。常用的膜分离技术包括微滤、超滤、纳滤和反渗透等。其中,微滤和超滤主要用于去除悬浮物和大分子有机物,纳滤用于去除溶解性有机物和重金属,反渗透则是一种高效去除固体、溶解性有机物和溶解性无机盐的技术。

膜分离技术在市政污水处理中具有许多优点<sup>[3]</sup>。首先,相比传统的处理方法,膜分离技术能够实现更高效的污水处理,去除率高,出水水质稳定。其次,膜分离技术可实现模块化设计和灵活运行,适应不同规模和负荷的市政污水处理需求。此外,膜分离技术占地面积小,具有节约水资源和减少污泥产生的优势。

#### 1.2.2 生物膜反应器技术

生物膜反应器技术的基本原理是利用一定的生物载体(如颗粒状介质、纤维束等),在其表面形成生物膜,以附着的微生物为媒介,对污水中的污染物进行降解和去除。这些微生物通过氧化、还原、水解、酸化等作用,将污水中的有机物质转化为无机物或者较为稳定的有机物,并进一步降低水中的有机物和氮磷等污染物的浓度。

生物膜反应器技术具有许多优点。首先,生物膜反应器具有较高的污染物降解效率和处理能力,能够有效去除污水中的有机物、氮磷等污染物,提高出水水质。其次,生物膜反应器的运行稳定性好,对进水水质的变化较为适应,能够保持较高的处理效果。此外,生物膜反应器技术占地面积相对较小,节约用地资源。还可以通过调节载体材料和操作条件等方式,实现对不同水质和负荷的适应性。

## 3 市政污水处理和回用技术的改进与创新

### 3.1 提高污水处理效率的技术改进

#### 3.1.1 新型搅拌与曝气技术

在传统的市政污水处理中,常用的搅拌与曝气设备包括机械搅拌装置和曝气装置。然而,这些传统设备存在一些问题,如能耗高、设备维护复杂、搅拌均匀性差等。为了克服这些问题,新型搅拌与曝气技术应运而生。

新型搅拌技术采用了一种更有效的混合器件,例如高效能耗型混合器和旋流搅拌器,这些设备能够将污水中的悬浮颗粒和沉淀物均匀搅拌,提高污水进一步处理过程中的混合效果。同时,新型曝气技术采用了更高效、节能的曝气器具,如微孔曝气器和曝气生物膜反应器等,这些设备能够提供更大的氧气传递效率和氧化剂分布均匀性,促进微生物的生长和代谢活性,提高污水的降解性能。

新型搅拌与曝气技术具有一些显著的优点。首先,它能够减少能耗和设备维护成本。采用节能的搅拌和曝气设备,可以降低能源消耗和运行成本,并减少设备故障和维护工作。其次,新型技术可提高污水处理效率。通过改进混合和曝气效果,新型技术能够提高污水处理过程中的氧化和降解效率,进一步净化水质。另外,新技术还具有体积小、占地面积少、运行稳定性好等特点。

#### 3.1.2 催化剂的应用

首先,催化剂可以提高氧化反应的效率。市政污水中含有大量的有机物和污染物,传统的处理方法往往需要较长的反应时间和大量的氧化剂<sup>[4]</sup>。通过引入催化剂,可以促进氧化反应的进行,降低氧化剂的投加量和反应时间,提高污水中有机物的降解效率。常见的催化剂有金属氧化物催化剂、过渡金属催化剂等,它们能够增强氧化反应的活性和选择性,有效去除有机物和有害物质。

其次,催化剂还可以加速生物处理过程中的降解反应。生物处理是市政污水处理中常用的方法之一,通过生物菌群降解有机物质。然而,某些难降解的有机污染物和有毒物质可能会抑制菌群的活性,影响降解效果。这时引入催化剂,可以增强菌群的生物降解能力,改善生物处理过程中的效率和稳定性。例如,通过添加金属催化剂可以提高氮、磷等有机物的氨化和硝化速率,促进废水中氮、磷的去除。

此外,催化剂还可以用于提高污泥处理和资源化利用的效果。市政污水处理过程中产生的污泥是一种有机质和有害物质的集中体,传统处理方法往往需要大量的能源和土地。通过添加适当的催化剂,可以加速污泥降解和稳定化过程,提高污泥的有机物和有害物质的去除率,减少废弃物的产生。

### 3.2 促进市政污水回用的技术创新

#### 3.2.1 新型膜材料的研发

新型膜材料的研发是促进市政污水回用的关键技术创新之一。膜技术在市政污水处理中起着重要的作用,可以实现对水中悬浮物、溶解性有机物、重金属和微生物的有效分离和去除。然而,传统膜材料存在一些限制,如脱盐效果不佳、易受污染等问题。因此,研发新型膜材料成为提高污水处理效率和回用质量的关键。

近年来,研究人员在膜材料方面取得了一系列创新成果。首先,纳米膜材料成为研究的热点之一。纳米膜具有更小的孔径和更高的通透性,能够更有效地去除微细颗粒和有机物,提高脱盐效果和抗污染能力。例如,纳米管膜以其高通量和优异的抗污染性能成为备受关注的新型膜材料。其次,生物膜材料的研发也引

起了广泛的兴趣。生物膜材料是一种将微生物固定在膜表面或内部的特殊材料,能够在污水处理过程中实现生物降解和除菌。它结合了生物处理和膜分离的优势,可在膜处理过程中同时实现污水的净化和回用。

此外,还有一些其他新型膜材料正在被研发应用于市政污水处理领域。例如,石墨烯膜材料以其高通量、高选择性和良好的力学性能成为研究的热点之一。石墨烯膜具有单层碳原子结构,能够实现对微小分子和离子的高效分离。

### 3.2.2 智能监控与管理系统的引入

第一,智能监控与管理系统可以实时监测污水处理设施和回用水质量的关键参数。通过传感器、数据采集装置等设备,系统能够自动采集并记录处理过程中的数据,如污水进出水水质、污泥产量和含水量等。通过物联网技术和云计算平台,这些数据可以被传输、存储和分析,从而实现对污水处理过程的实时监控和全面管理。

第二,智能监控与管理系统还可以进行异常检测和故障预警。通过建立数据的基准和预设范围,系统能够对处理设施的运行状况进行实时监测,并通过自动化算法和人工智能技术来识别和预测潜在的故障风险。一旦发现异常情况,系统可以及时发出警报,以便运维人员能够采取相应的措施,防止问题进一步扩大。

第三,智能监控与管理系统还能优化资源利用和运营效率。通过对大量的实时数据进行分析和建模,系统可以帮助运营人员优化污水处理过程中的能源消耗、化学药剂投加和操作参数调整。这种智能化的优化控制不仅可以提高处理效率和回用水质量,还可以降低运营成本和环境污染。

### 3.2.3 臭氧氧化+生物滤池技术

因为城市污水中的污染物比较复杂,一些单独的污水处理工艺、污水回收再利用工艺都会受到很大的限制。例如,当城市污水中包含PPCPS类污染物时,大部分单一的处理工艺不能确保污水的处理效果,并且不能达到有关的污水回收的要求;对于这种情况,可以采用臭氧处理+生物过滤工艺。将生物滤塔技术与臭氧氧化技术相结合,利用臭氧的氧化特征,使城市污水中的有

机物质得到降解,然后经过曝气式生物滤塔对其进行处理,能显著地减少污水的浊度,并能有效地脱除污水中的SS和CDD。具体的处置方式是这样的:

(1)把城市污水放入催化氧化池中,利用各种催化剂对污水进行臭氧氧化,使其分解。经净化后的污水进入恒流槽,恒流槽的污水经过沉淀后可以去除臭氧层。

(2)对经初步纯化的污水进行曝氧生物过滤,分解出其中的痕量氨氮和有机物。其中,BAF以去除经臭氧氧化作用后产生的有机污染物为主,而BAF以强化臭氧氧化作用,提高城市污水的可生化性能为目的。

(3)当使用ODO+BAF工艺时,BAF中的溶液pH值要控制在7-9之间,水温要控制在38摄氏度以下,污水的滞留时间要控制在60分钟左右,空气和水的反洗力要控制在15升/(m<sup>2</sup>·s),水的反洗力要控制在2升/(m<sup>2</sup>·s)。将此工艺用于城市污水的治理,可以看出,其入水中的COD值为200mg/L,出水中的COD值为50mg/L。

## 4 结语

市政污水处理和回用技术的改进与创新对于实现城市可持续发展具有重要意义。通过引入先进的膜分离技术和生物膜反应器技术,可以提高污水处理的效率和水质。新型搅拌与曝气技术和催化剂的应用有助于进一步提高处理效果和降低运营成本。智能监控与管理系统的引入则可以实现污水处理过程的实时监控和优化控制。这些技术创新为市政污水处理和回用领域带来了新的机遇和挑战,必将推动城市污水治理工作迈向新的水平。

## [参考文献]

- [1]张睿.市政污水处理工艺及其回用利用技术分析[J].工程建设与设计,2022,(20):83-85.
- [2]梁晓宁.市政污水处理工艺及其回用利用技术[J].黑龙江环境通报,2021,34(01):14-15.
- [3]黄金虹.市政污水处理工艺及其回用利用途径[J].资源节约与环保,2020,(06):85.
- [4]韦炜.市政污水处理工艺与污水回用技术研究[J].中国资源综合利用,2018,36(08):63-65.