

# 膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用

朱晓华

青岛市麦岛污水处理厂

DOI:10.12238/eep.v7i3.1979

**[摘要]** 随着城市人口的增加和工业的发展,环境污染成为了一个严重的问题,其中,环境工程的重要工作之一就是污水处理。为了高效地去除污水中的有害物质和微生物,膜生物反应技术被广泛应用于环境工程污水处理中,该技术将传统的活性污泥法和膜分离技术结合在一起,充分发挥了二者的优势。通过生物反应器和膜分离技术,膜生物反应技术可以高效地去除污水中的悬浮物、有机物质、氨氮等有害物质,并使其达到国家排放标准。本文将从膜生物反应技术的基本原理着手,详细介绍该技术的优势所在,并对该技术在环境工程污水处理中的应用进行深入的研究。

**[关键词]** 膜生物反应技术; 环境工程; 污水处理; 应用

中图分类号: P642.5 文献标识码: A

The application of membrane biological reaction technology in environmental engineering sewage treatment

Xiaohua Zhu

Qingdao Maidaow Wastewater Treatment Plant

**[Abstract]** With the increase of population and the development of industry, environmental pollution has become a serious problem. Among them, one of the important tasks of environmental engineering is sewage treatment. In order to efficiently remove harmful substances and microorganisms in sewage, membrane biological reaction technology is widely used in environmental engineering sewage treatment. This technology combines traditional activated sludge process and membrane separation technology to give full play to their advantages. Through bioreactor and membrane separation technology, membrane biological reaction technology can efficiently remove suspended solids, organic matter, ammonia nitrogen and other harmful substances in sewage, and make it meet the national emission standards. This paper will start from the basic principle of membrane biological reaction technology, introduce the advantages of this technology in detail, and conduct in-depth research on the application of this technology in environmental engineering sewage treatment.

**[Key words]** Membrane bioreactor technology; Environmental engineering; Sewage treatment; application

## 引言

膜生物反应技术是一种先进的污水处理技术,它能够有效地处理各种废水产生的有机物、氮、磷等污染物,特别是在高浓度有机物和难降解有机物的处理方面具有显著的优势。该技术采用微孔膜分离和生物反应器结合的方式,实现了污水的生物处理和膜分离的同时进行。其在水生活污水、工业废水、城市排水、农村污水以及高浓度有机废水等领域的应用,不仅解决了水资源紧缺和环境污染问题,还实现了水资源的回收和可持续利用。因此,膜生物反应技术在环境工程污水处理中具有重要的应用价值。

## 1 膜生物反应技术概述

膜生物反应技术是一种将膜技术与生物反应技术结合的新兴技术。它主要是通过通过在反应器内设置膜分离装置,将反应器和

分离装置组合在一起,以此来实现污水中有机物和微生物的同时去除和分离的过程,从而达到了高效、节能、节约土地和水资源等多方面的优点,成为了现代污水处理技术的热点<sup>[1]</sup>。膜生物反应技术基于生物反应原理,将微生物与有机物同时存在于反应器内,在一定的pH、温度等环境下,微生物利用有机物进行吸收、吸附和降解等过程,吸附在膜表面的污染物或微生物通过膜分离装置分离出去,从而以此来实现水处理的目的。其基本原理是通过膜分离技术和微生物代谢作用将水中有机物和生物去除,同时膜的选择性也可以使得分离出的水质符合相关的标准。表1展示了膜生物反应技术和传统污水处理工艺的比较。从表中可以看出,膜生物反应技术具有更高的污染物去除效率、更小的占地面积、更好的稳定性和可靠性以及更低的运营成本等优势。

表1 膜生物反应技术和传统污水处理工艺的比较

比较项	膜生物反应技术	传统污水处理工艺
污染物去除效率	高	低
占地面积	小	大
稳定性和可靠性	好	差
自动化程度	高	低

## 2 膜生物反应技术在环境工程污水处理中应用的优势

### 2.1 处理效率高

膜生物反应器技术(MBR, Membrane Bioreactor)在环境工程污水处理中应用的优势之一是处理效率高。通过膜分离和生物反应器的结合, MBR技术能够高效地去除污水中的悬浮物、有机物质和微生物。膜的孔径可以选择性地阻隔污染物, 实现高度的物质分离能力。MBR技术的处理效率高达90%, 并且能够去除更小的颗粒污染物和微生物, 从而能够达到更高的出水水质<sup>[2]</sup>。同时, MBR技术还可以实现高浓度污泥的处理和回流, 提高有机物的降解效率。由于膜组件能够防止污泥颗粒流失, 微生物在生物反应器内能够保持较长的停留时间, 从而提高了微生物降解有机污染物的效率。这些特点使得MBR技术能够达到高效、稳定的废水处理效果。

### 2.2 节省空间

由于MBR技术采用膜分离技术和生物反应器的结合, 可以实现高浓度污泥的处理和回流, 使得系统体积相对较小。传统的活性污泥法在处理同样规模的污水时需要较大的污泥沉淀池和二沉池等设施, 这就会占用大量的土地面积。相比之下, MBR系统可以将污泥浓缩, 节约了系统的体积。此外, 由于膜组件可以实现高度物质分离, 使得MBR系统不需要二沉池等设施, 这就能进一步减小系统的空间占用。因此, MBR技术在环境工程污水处理中占用的空间较小, 适用于空间有限或者需要节约土地资源的场合。这种节省空间的优势使得MBR技术可以在城市、工业区和人口密集区等空间受限的区域进行污水处理, 有效解决了土地资源紧张的问题。

### 2.3 稳定性好

MBR系统能够在长期运行中保持较稳定的处理效果。MBR系统能够适应水质波动, 包括COD浓度的变化、营养盐浓度的变化以及悬浮物的波动。并且还能够抵抗气候变化的影响, 在寒冷的冬季和炎热的夏季都能保持稳定的处理效果。此外, MBR系统对突发的负荷冲击也具有较好的适应能力。

### 2.4 操作简便

MBR系统的自动化程度高, 可以实现集中控制和远程监控, 操作维护相对简便。此外, 由于MBR系统体积较小, 维护和清洗膜组件也比较方便, 这就减少了维护的成本和运营的风险。

### 2.5 能够回收有用的资源

由于膜分离技术的应用, MBR系统可以实现针对性的污水处理, 使得从废水中回收有用的物质成为可能。例如, MBR技术可以实现对有机物质的回收和再利用, 减少对外部化学品的需求。此外, 水质经过MBR处理后可以得到高质量的回用水, 可以用于景观灌溉、冷却循环水等非饮用用途, 减少了废水排放对环境的污染。

## 3 膜生物反应技术的工艺流程

膜生物反应技术是一种集物理隔离和生物处理于一体的高效、节能、环保的新型污水处理技术。它是通过在生物反应池内利用微生物对废水进行生化降解, 将有机污染物转化为微生物细胞物质和无机物质, 从而达到去除有机物及其他污染物的目的。MBR技术的工艺流程主要包括预处理、生物处理和膜分离三个过程, 下表是MBR技术工艺流程的详细说明。

表2 膜生物反应技术的工艺流程

工艺流程	描述
预处理	去除污水中的大颗粒物、沉渣、油脂和悬浮物等杂质。常用的预处理设备有格栅、沉砂池、平流沉淀池、气浮池等。
生物反应器	污水经过预处理后进入生物反应器, 利用菌种、氧气和水混合形成有效微生物群落, 对污水进行生化作用, 减少废水中的有机物、氮、磷等有害物质。
膜分离	生物反应器内设置膜, 通过压力差实现对污水的微生物、浊度、颜色等杂质的过滤和去除。根据孔径可以分为超滤膜、微滤膜、纳滤膜和反渗透膜等。
出水	经过MBR污水处理系统处理后的污水, 水质稳定, 能够达到环境排放标准, 出水可用于景观水体、农业灌溉、工业回用等方面, 实现了废水“资源化、无害化、减量化”的目标。

## 4 膜生物反应技术在环境工程污水处理中的具体应用

### 4.1 在城市污水处理中的应用

膜生物反应技术是目前城市污水处理的主要技术之一, 其主要优点是处理效果稳定、出水水质高、占地面积小、运行成本低等。该技术在城市污水处理中的具体应用主要包括以下几个方面。第一, 反渗透膜生物反应器。反渗透膜(reverse osmosis membrane, RO)是将活性污泥反应器和微孔滤膜技术结合起来的一种新型污水处理技术。通过微孔滤膜技术, 能够将污水中的悬浮物和微生物分离, 实现了高效去除有机物的同时避免了传统活性污泥工艺中出水浑浊度高的问题。因此, MBR技术被广泛应用于城市污水、工业污水、医院污水、食品加工废水等领域<sup>[3]</sup>。第二, 穿透式膜生物反应器。管式膜生物反应器(TMBR)与传统的MBR不同的是, 其滤膜是在反应器内部穿透式布置, 特点是具有更高的通量和更好的污泥混合性。由于TMBR的滤膜内部具有三维通气通道, 可以使反应器内的污泥产生对流混合, 从而提高了反应器的生物处理效率, 减少了反应器的挂膜率。因此, 在城市污水处理中, TMBR技术的应用可以有效地提高出水水质, 减少运行成本, 满足环保要求。第三, 膜生物接触氧化反应器。膜生物接触氧化反应器(BCMBR)是一种将膜过滤和生物接触氧化技术

相结合的新型污水处理技术。BCMBR技术中的生物接触氧化反应器主要是在水解酸化池和MBR之间设置的,在这个区域内,废水通过生物接触氧化反应器进行进一步的处理,使污水中的氨氮和COD得到充分处理,在保证出水质量的同时,降低了运行成本。

#### 4.2在工业污水处理中的应用

在工业污水处理中,膜生物反应技术的主要优势是可以更好的适应各种工业废水的处理要求,同时对于大量微量污染物的去除效率也很高。其具体应用主要为以下几方面。第一是食品加工的废水处理。食品加工废水中含有大量的有机物和悬浮颗粒,需要进行高效的处理。膜生物反应技术可以去除其中的有机物,同时稳定的去除悬浮固体,获得出水水质较好的处理效果。第二是化工废水的处理。化工废水中含有各种难以分解的有机物,如酚类、氰化物、芳香族化合物、卤代烷类等<sup>[4]</sup>。膜生物反应技术可以对这些化学物质进行分解和降解,使废水能够达到排放的标准。第三是纺织废水的处理。纺织废水中含有各种染料、助剂、杂质等,其中部分为难以生物降解的有机物。膜生物反应技术可以有效地去除这些难以降解的化学物质,使处理后的废水达到排放标准。

#### 4.3在海水淡化中的应用

膜生物反应技术也可以被用于海水淡化。这主要是利用反渗透膜技术以及生物膜技术对海水进行处理,减少海水的盐分浓度。该技术在海水淡化中的具体应用主要分为海水淡化反渗透膜 (RO) 预处理技术和海水淡化反渗透膜 (RO) 中的生物膜技

术。首先,海水淡化反渗透膜 (RO) 预处理技术包括过滤和消毒处理,这是为了防止反渗透膜被污染。膜生物反应技术可以在过滤和消毒之前,预先进行污染控制和污染物去除。降低水质中的浮游生物数量,就能够降低后期的膜污染问题。其次,海水淡化反渗透膜 (RO) 中的生物膜技术是利用生物膜中的微生物和海水中的有机物反应,将有机物降解为CO<sub>2</sub>和水。通过这种方式,可以减少海水淡化反渗透膜 (RO) 中的膜污染问题。

## 5 结语

综上所述,膜生物反应技术在环境工程污水处理中具有广泛的应用。针对不同的污水类型和处理要求,需要选择不同的技术方案,从而实现高效、稳定的污水处理。并且随着技术的不断提升和推广,膜生物反应技术将会在环境工程领域中发挥更加重要的作用。

### [参考文献]

- [1]凌国峰,克立方.膜生物反应技术在环境工程污水处理中的实践探究[J].产业创新研究,2023,(18):127-129.
- [2]潘婕妤.环境工程污水处理中膜生物反应技术的应用分析[J].清洗世界,2023,39(09):4-6.
- [3]刘建萍.膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用研究[J].造纸装备及材料,2023,52(06):167-169.
- [4]辛成家.环境工程污水处理中膜生物反应技术的应用[J].生物化工,2023,9(02):207-210.