

环境工程污水处理中膜生物反应技术的应用分析

王彦晨

湖北建科国际工程有限公司

摘要：本文主要简单介绍了膜生物反应技术的原理、特点和类型，阐述了膜生物反应技术的优势和应用价值，研究了环境工程污水处理中膜生物反应技术的应用，通过对膜污染的影响因素进行分析，来探讨环境工程污水处理中膜污染的防治措施，旨在充分发挥膜生物反应技术的作用，加强环境工程污水处理工作，改变传统的污水处理方式，保障环境工程质量，实现综合效益最大化。

关键词：环境工程；污水处理；膜生物反应技术；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.09.117

近年来，我国一直致力于环境保护工作中，不再以环境为代价来发展经济，随着城市现代化水平的提升，城市中的环境问题日益严重，生活垃圾、工业污水都会引发环境工程污水问题，城市人口的增加使得污染问题日渐严重，必须予以高度重视，不容忽视。在环境工程污水处理过程中，可使用膜生物反应技术，该技术的应用有利于提升环境工程污水处理水平，促使污水中有害物质含量的减少，能够取得较好的应用效果。为充分发挥膜生物反应技术的应用价值，则必须加强对膜生物反应技术的研究，不仅要掌握其技术原理和特点，还要了解膜生物反应技术的类型，发挥其优势，加强膜污染防治工作，以保障环境工程污水处理质量，推动环境工程的可持续发展。

一、膜生物反应技术的原理、特点和类型

（一）膜生物反应技术的原理

膜生物反应技术是一种全新的废水处理技术，能够结合应用生物反应器和膜分离技术。一定条件下可分开膜和其他部件，创建许多小单元，并形成不同的结构，达到分离效果。在应用膜生物反应技术的时候，需要高质量的反应器，合理建设沉淀池，其处理污水的能力较强，效率较高。膜生物反应技术中的沉淀装置由膜组件代替，这能够有效截留微生物，无须占用过多的装置面积。膜生物反应器则由三大部分组成，一部分是曝气装置，一部分是萃取反应装置，另一部分则是膜分离装置。

（二）膜生物反应技术的应用特点

膜生物反应技术的应用特点，主要体现在以下几个方面：一是膜生物反应技术，有利于截留污泥，避免其排出，影响污水水质。可根据污水的特点来选择适宜的生物反应器，设置适宜的隔膜孔径，能够零排放污泥；二是在膜生物反应技术中可应用硝化细菌计数法，这能

够使硝化细菌停留更长的时间，起到较好的污水净化效果；三是应用膜生物反应技术来处理环境工程污水，有利于提高曝气装置的经济价值，灵活应用新型透气膜^[1]。

（三）膜生物反应技术的类型

膜生物反应技术类型主要有以下几种：其一，生物接触氧化法。这种方法是生物膜法和活性污泥法的结合，其在环境工程污水处理中能够取得较好的净化效果。实际应用中，要创建生物接触氧化池，并填充污水处理材料，以便于抽取真空、净化池内，有效处理污水。生物接触氧化池中充氧污水会和填充材料相接触，生物膜具有较强的氧化能力，其可分解污水中的有机物，为污水中微生物的繁殖创造良好条件。填充材料的选择将直接影响生物接触氧化法的应用效果，因此必须予以重视。生物接触氧化反应器中有丝状菌，其也能够一定程度上净化污水，提升出水质量。生物接触氧化法的优势在于不会产生较多的污泥，动力消耗不高，具有一定的节能性。

其二，连续循环曝气系统。连续循环曝气系统的应用，可从根源上解决污水的污染问题，提高污水处理质量，使水体得到净化。该技术以序列间歇式活性污泥技术为基础，改进了其工艺方式，调整了连续进水间隙，出水方面可以是排水，也可以是间隙进水，污泥回流增加。通过控制曝气鼓风量，放置膜组件，能够分离废水中的污染物，起到过滤、净化效果。

其三，曝气生物滤池技术。在工业生产过程中可以利用曝气生物滤池技术来处理污水，可在生物反应滤池中注入气体，使彼此进行化学中和，然后清洗污水，有利于从源头控制污水的污染量。使用曝气过滤器来处理污水，可在一定程度上缓解工作负载，减少工作量，将其和生物膜技术联合应用，则能够降解生物膜，避免其过度吸收。要注意的是，在实施曝气生物滤池技术的时候，一定要把控好原料和时间因素，改善反应器流动性，以保障最终的净化处理效果。

其四，动态内循环反应技术。反应器是膜生物反应中的重要部分，新工艺的出现需要有新的反应器，常规反应设备不足以满足应用要求，需要基于污水处理的实际情况来进行优化和调整，旨在提升反应器工艺水平，保证膜生物反应技术的应用效果。动态内循环反应技术，能够多次过滤污泥，反应器的利用率大幅提升。实际应用过程中，一定要严格按照工艺要求来执行作业，可设置垂直流式曝气设备，以免反应器停流。

其五，组合污水处理技术。膜生物反应技术类型有

着各自的优势和劣势，在处理环境工程污水的时候，可将不同的膜生物反应技术联合起来一同使用，这能够进一步保障最终的处理效果。比如说将膜生物反应器和碰撞颗粒污泥床技术相结合。膨胀颗粒污泥床设备首先过滤分离污水，处理污水中的化学需氧量，之后再使用膜生物反应器来去除污水中的氨氮元素、悬浮物。两者的结合大幅提升了污水处理质量，净化了水质。另外，基于好氧反应器，研发了厌氧膜生物反应器，其有着独立的内置浸没式，独立的厌氧膜区中放置着厌氧膜组件。泵、管道的应用，使得厌氧生物膜区和主体厌氧罐形成了大比例循环，可使用负压抽吸泵来抽吸厌氧罐污水，利用专用的化学清洗系统，来维护厌氧膜区，以确保厌氧膜组件的稳定运行。

二、膜生物反应技术的优势和应用价值

（一）膜生物反应技术的优势

膜生物反应技术的应用效果较好，其有效结合了生物处理技术、膜分离技术，可截留污水中的污染物质，对后续工艺的要求并不高，而且不同的微生物种类，能够生物降解各类污染物，有机污染、无机污染都能够得到有效地处理。膜生物反应技术的操作较为简单，不会受到外界因素过大影响，整体运行稳定性较高。而且膜生物反应技术适用于多种形式，具有较强的适应性。膜生物反应技术的优势主要体现在以下几个方面：一是具有较高的处理效率，分离效果较好。其不需要沉淀池、过滤单元，同样能够进行污水处理，设施的占地面积较小，建设成本也相对较低。无论是普通污水处理，还是有机废水处理，都能够利用膜生物反应技术，污水处理效果有所保障；二是生物膜减缓了硝化细菌的流出速度，使得反应器中硝化细菌的反应时间延长，这更有利于确保硝化细菌浓度达标，提升硝化效率，取得较好的污水处理效果；三是膜生物反应技术具有较低的污泥产率。当污水处理中含有大量的污泥的时候，会在一定程度上影响污水处理设施的运行，容易造成堵塞情况。而膜生物反应器的应用，减少了污泥排放量，会截留污泥^[2]；四是活性污泥浓度较高。膜生物反应器中，反应池中的活性污泥浓度会有所提升，降低了污染物质含量，这符合我国污水处理排放要求。

（二）膜生物反应技术的应用价值

膜生物反应技术具有较高的应用价值，主要体现在以下方面：一是利于保护生态环境。膜生物反应技术能够净化污水，使污水回收利用变为可能，一定程度上节约了水资源。环境工程污水处理中引用膜生物反应技术，有利于加强生态环境保护，减少污染，推动环境工程的可持续发展，贯彻落实我国环境友好型社会建设要求；二是有利于提高自然资源利用率。膜生物反应技术的应用，可实现水资源的循环利用，既可以将污水处理中截留的污泥当作有机肥料，用于农业生产中，给农作物生长提供充足营养；又可以将净化过的污水用于消防

喷淋、城市环保等方面。而且还可避免污水处理的二次污染；三是有利于推动城市的绿色发展。可根据污水中的污染物类型，水质特征，来选择适宜的膜生物反应技术，有利于提高环境工程污水处理效率，推动城市建设。

三、环境工程污水处理中膜生物反应技术的应用

（一）生活污水处理

由于我国人口众多，每一个家庭的生活用水量较大，同时也会排放出大量的生活污水。我国人均水资源并不多，处于水资源匮乏的情况，在地区分布上水资源也不够均匀，许多地方存在着缺水问题，通过科学处理生活污水，能够实现水资源的循环利用，一定程度上提升水资源利用率，起到节约水资源的作用。在生活污水处理过程中，可应用膜生物反应技术，该技术的应用不仅能够实现就地处理，促进中水回用，同时还能够将处理之后的污水用于消防喷淋、马桶冲洗等方面，一定程度上提升了水资源利用率。实际应用过程中，可采用膜生物反应器，其能够有效去除污水中的氨氮元素，取得较好的应用效果。膜生物反应技术通过分离膜来增加微生物浓度，以便于分解污水中的有机污染物，污水总氮处理去除率高达90%以上。另外，膜组件还能截流污水中的悬浮物，进行大分子过滤处理，将水体和污染物有效分离。膜能够吸附大分子微生物的代谢产物，形成凝胶层，这也具有一定的过滤功能，可改善污水水质。要注意的是，在处理生活污水的时候，膜生物反应虽然能够取得较好的应用效果，但是使用成本相对较高，膜组件容易被污染，一旦污染后就会产生堵塞情况，影响应用效果。因此，相关人员在使用膜生物反应技术的时候，一定要定期清洗膜组件，必要时予以更换^[3]。由于膜生物反应技术的应用成本相对较高，在生活污水处理中的应用受到了一定的限制。

（二）工业污水处理

在工业生产过程中，水资源的消耗量相对较大，会产生大量的工业废水。工业废水如若不加以处理就排出，会对周围环境造成严重污染，不符合我国环境保护政策的要求，威胁着人们的生命健康。工业废水中的成分相对来说更加复杂，并不太容易净化，但通常来说一个区域产生的废水成分较为相似，不会有太大的区别，因此可以根据实际情况来选择适宜的膜生物反应技术类型来进行处理，可取得不错的应用效果。选择微生物的时候，应当考虑废水的水温条件、气温条件，实时关注废水酸碱情况，建立健全的污水处理系统。

比如说，在处理工厂印染废水的时候，可结合应用MBR技术和EGSB技术，净化处理造纸厂的水解预酸化池出水，需进一步调整水体的酸碱值，去除水体中的COD。可制作EGSB反应器，利用重铬酸钾快速法来去除废水中的金属粒子，以便于实现废水的回收利用；在处理机械制造企业中的工业废水时，要预设酸碱度调节

池，这是因为这类企业排出的废水中有毒有害金属离子含量相对较高，需要利用膜生物反应器的酸碱值来去除重金属离子，改善废水水质；在处理汽车厂的废水时，同样也可以使用膜生物反应技术，其可以去除废水中的油、油脂，使废水水质达到二次回收利用的标准。要注意的是，如若工业废水中含有难以降解的EDTA时，则使用厌氧-膜生物反应器，这相较于传统的膜生物反应技术来说，处理效果更好，具备较好的抗击负荷能力，在有有毒有害物质的影响下仍然能够稳定运行。

（三）填埋场渗滤液

大多数城市都修建了垃圾填埋场，用于处理固体废弃物，当填埋场受到降水、霜雾等因素影响的时候，容易形成一些污染物的渗滤液，如有机物污染物、重金属污染物、无机盐污染物等。这些渗滤液会对土壤、地下水造成严重污染，可结合使用膜生物反应技术、反渗透技术来处理，以净化渗滤液，分解其中含有的高浓度有机物，降低渗滤液中的盐分，去除重金属，使之达到排放标准，以免造成严重污染。

（四）粪便污水处理

日常生活中的粪便污水，可以当作是农业生产中的肥料来使用，粪便中含有大量的细菌、有机物，需要在彻底腐熟之后再使用。但随着科学技术水平的逐步提升，粪便污水的农用率逐步下降，成为主要污染物之一。可利用膜生物反应器来对粪便污水进行处理，以便于分解粪便污染中的有机物。我国可加强对粪便无数据膜生物反应器装置的研究，借鉴国外优秀经验，使用适宜的膜类型，以有效改善粪便污染状况。

（五）医院污水处理

医院中的污水具有一定的毒性，在排放之前必须先对其进行处理，确保其达到排放标准，控制好污水中的毒性含量。医院污水要停留五小时，出水氨氮和COD的含量不可超过规定范围，以确保污水水质能够进行二次利用。在处理医院污水的时候，可使用膜生物反应技术滞留硝化细菌，硝化细菌属于自养细菌，对生长环境没有要求，净化能力强。在实际处理过程中，相关人员要控制好污水设备内滞留的硝化细菌浓度，以免影响污水处理质量。同时还需要把活性泥浓度，降低医院污水内部的悬浮颗粒含量。

（六）饮用水处理

在处理饮用水的时候，也可以应用膜生物反应器，但目前这种方式并未得到重视。微滤膜、超滤膜，都能够去除饮用水中的寄生虫、细菌、颗粒物，并通过物理处理方式来消毒饮用水，能够不产生副产物，这在一定程度上提高了饮用水的质量安全。而且膜生物反应器本身就有抗污染性，是动态横向流动操作，无需循环，能耗也相对较低。

四、膜污染的影响因素

膜污染的影响因素较多，从生物膜方面来看，影响

其处理性能的主要因素在于孔径、孔隙率。当膜的孔径越大的时候，其进水量就会增加，同时孔隙率也会有所提升，这就不容易发生堵塞问题。同时，生物膜亲水性较高的时候，其水处理能力也就越强，具备较高的抗污染能力，反之则相反。从污泥混合液方面来看，悬浮物的粒度分布、固体浓度是影响性能的主要因素。污泥混合液性质的高低，关系着膜污染程度的高低。如若污泥浓度较高，那么污泥负荷会下降，可提升基质去除效率，减少污泥产量。废水中污泥浓度如若超出了范围，那么不利于进行固体和液体的分离，污水处理效率会下降。

除此之外，操作条件也会影响膜污染。在使用膜生物反应技术来处理污水的时候，如若未能有效把控操作压力、温度，膜通量存在问题，那么便会影响处理效果，难以保证膜分离的稳定性，降低了水污染治理效率。

五、环境工程污水处理中膜污染的防治措施

为有效防治环境工程污水处理中的膜污染，则一定要实施有效的防治措施，可从以下几个方面着手：一是强化生物膜的抗污染能力。在进行环境工程污水处理的时候，应当合理选择生物膜类型，要符合污水处理特点，实施针对性的处理，否则难以达到较好的处理效果。挑选生物膜的时候一定要考虑其性质，重点关注生物膜的孔径、孔隙率，同时还要具备一定的亲水性，有较好的抗污染能力，否则容易出现膜污染；二是要改善混合液的特性。在应用膜生物反应技术处理环境工程污水的时候，要先利用科学的预处理工艺，来减少污染物的浓度，改善污泥参数，从而使混合液特性有所改善。可将PAC颗粒添加至污水处理中，提高活性污泥的可过滤性，避免滤饼层厚度过大，从而保障污水处理质量；三是要进一步优化膜分离操作条件。应用膜生物反应技术的时候，不可过度使用终端过滤能量，否则容易带来严重的生物膜污染，需要充分发挥过流过滤集合系统的作用，以减少终端过滤量，防范膜污染问题的发生。

结束语

总而言之，在环境工程污水处理过程中，应当充分发挥膜生物反应技术的优势，将其运用于各类污水处理工作中，以取得较好的处理效果。可根据实际情况来选择适宜的技术类型，保障污水处理质量。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.