

膜生物反应技术在环境工程污水处理中的具体应用

杨 靖

摘 要：膜生物反应技术逐渐成为一种受欢迎的选择，膜能够有效地分离水中的固体颗粒、细菌和溶解物质，提高了处理效率，减少了废水排放。膜生物反应技术在环境工程污水处理中具有高效去除污染物、占地面积小、水质稳定性高、操作灵活性强和节能环保等多方面的优势，因此在实际应用中得到了广泛的推广和应用。基于此，文章分析了膜生物反应技术的机制和优势，提出膜生物反应技术在环境工程污水处理中的具体应用策略，以供参考。

关键词：环境工程；污水处理；膜生物反应技术

一、膜生物反应技术的机制

1. 生物反应机制

生物反应是指在生物体内或受生物体控制下发生的化学反应。在膜生物反应技术中，生物体通常是微生物或酶。这些微生物或酶附着在膜表面或在膜孔内部，利用其生物催化活性来加速目标物质的转化。例如，微生物可以在膜表面或孔隙内附着并将底物转化为产物，而酶则可以催化底物的转化。生物反应的具体机制取决于所用的微生物或酶以及反应条件。

2. 膜分离机制

膜分离是利用半透膜或渗透膜将混合物分离成两个或多个组分的过程。在膜生物反应技术中，膜可以起到分离生物反应体系中底物、产物或其他成分的作用。例如，膜可以选择性地允许特定大小或特定性质的分子通过，而阻止其他分子的通过。这样可以实现在反应体系中对产物的快速分离和纯化，从而提高反应效率和产物纯度。

二、环境工程污水处理中膜生物反应技术的优势

膜生物反应技术结合了生物反应和膜分离两种机制，能够高效去除水中的污染物，包括有机物、氮、磷等。通过微生物的附着和生物催化作用，可以将废水中的有机物降解为无害的产物，并实现氮、磷等营养物质的去除，从而净化水质。相比传统的污水处理工艺，膜生物反应技术需要的处理设备和场地通常更小。由于膜反应器可以实现生物反应和分离功能的集成，可以减少

处理系统的占地面积，尤其适用于空间有限的城市区域。膜生物反应技术能够有效地控制水质，产生稳定的出水质量。通过膜的选择性拦截，可以减少悬浮固体、微生物和污染物的外部污染物进入反应器，从而提高水质稳定性，减少出水波动。膜生物反应技术可以根据不同的处理需求进行调整和优化，具有较高的操作灵活性。可以通过调节生物反应条件、膜的类型和操作参数等方式，实现对水质的精确控制和调整。

三、环境工程污水处理中膜生物反应技术的分类

1. 生物接触氧化技术

生物接触氧化技术是一种常见的膜生物反应技术，其主要原理是通过生物膜和底物之间的接触，利用微生物的生物催化作用将废水中的有机物降解为无害的产物。在此过程中，污水在生物膜的表面或孔隙内进行生物降解反应，同时通过气体供氧系统或机械搅拌等方式提供足够的氧气，促进微生物的生长和底物的降解。（见图1）

2. 曝气生物滤池技术

曝气生物滤池技术是一种将曝气生物滤池与膜分离技术结合的污水处理工艺。在这种技术中，废水首先通过曝气生物滤池，经过生物膜的降解后，再通过膜分离系统进行固液分离，将悬浮物和微生物截留在膜表面，从而实现水的净化和过滤。（见图2）

3. 动态内循环反应技术

动态内循环反应技术是一种利用动态内循环系统来促进废水中污染物与生物膜之间的接触和反应的膜生物反应技术。通过内循环系统将废水反复循环引导到生物膜附近，使得废水中的污染物与生物膜充分接触，提高降解效率和水质净化效果。（见图3）

作者简介：杨靖（1985.04——），男，汉族，本科学历，给排水中级工程师，主要从事污废水处理项目技术和施工协调工作。

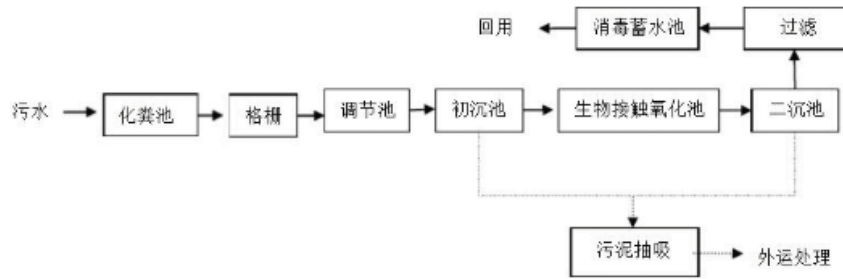


图1 生物接触氧化技术流程

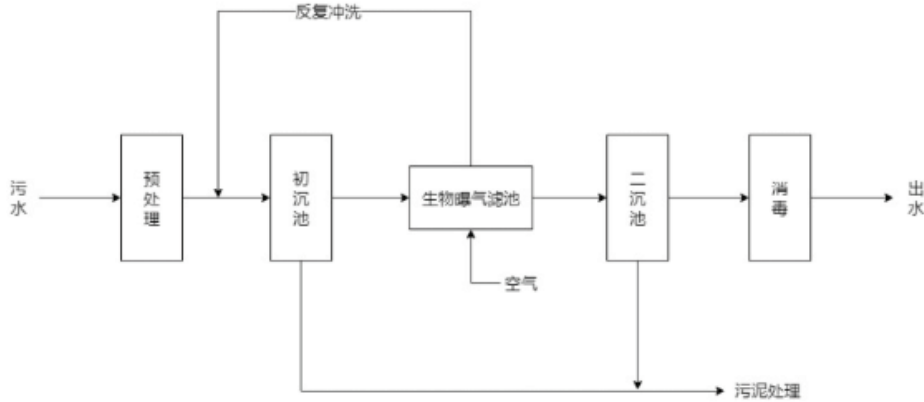


图2 曝气生物滤池技术流程

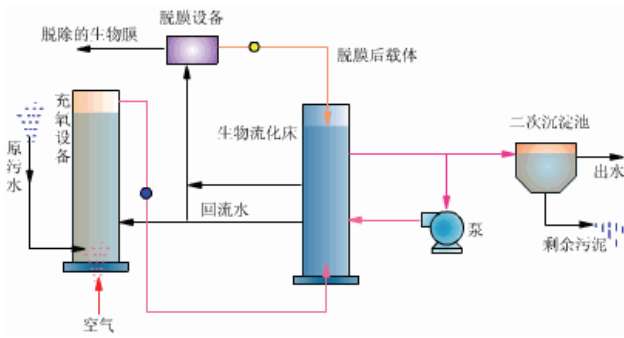


图3 动态内循环反应技术流程

4. 气浮等膜生物反应组合技术

气浮等膜生物反应组合技术是一种将气浮系统与膜生物反应技术相结合的污水处理工艺。在这种技术中，废水首先经过气浮系统去除大部分的悬浮物和浮游微生物，然后进入膜生物反应系统进行生物降解和固液分离，最终实现水的净化和处理。

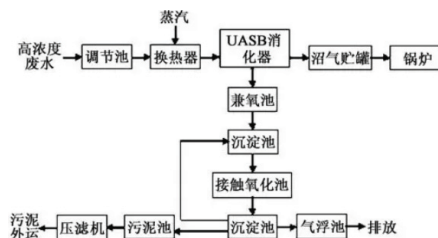


图4 气浮等膜生物反应组合技术流程

四、膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用

1. 处理生活污水

城市生活污水处理厂：这些处理厂通常采用膜生物反应技术作为核心工艺，以达到对生活污水的有效处理要求。其中常见的工艺包括生物接触氧化、曝气生物滤池等。在生物接触氧化过程中，生活污水与生物膜接触，微生物利用有机物进行降解，同时在氧气的作用下，氨氮等物质被氧化为氮气。而曝气生物滤池则通过曝气系统提供氧气，促进生物降解有机物。这些工艺能够高效地去除生活污水中的有机物、氮、磷等污染物，使水质达到国家排放标准，满足环保要求，有些地方甚至可将水资源再次利用。

农村生活污水处理系统：在农村地区，膜生物反应技术也被广泛应用于小型或分散式生活污水处理系统中。这些系统可以采用不同的工艺，如生态人工湿地、膜生物反应器等。生态人工湿地通过植物的吸收和土壤的过滤作用，结合微生物的降解作用，去除生活污水中的有机物和营养物质，达到水质净化的目的。而膜生物反应器则通过膜分离和生物降解等工艺，实现生活污水的高效处理和资源化利用，适用于农村地区小规模污水处理的需求。

2. 处理工业污水

工业废水的成分复杂多样，不同行业和工艺特点的

废水需求也各不相同。膜生物反应技术具有较强的适应性，可以根据不同的废水成分和处理需求，采用生物接触氧化、动态内循环反应等不同的工艺，有效去除废水中的有机物、重金属、油脂等污染物。对于含有特殊成分或高浓度有机物的工业废水，如造纸厂、印染厂等，膜生物反应技术也可以发挥其优势。通过优化反应条件和膜材料的选择，可以实现对特殊工业废水的高效处理，包括去除有机物、重金属等污染物，达到环保排放要求或实现废水资源化利用。膜生物反应技术结合了生物降解和膜分离等工艺，能够高效地去除工业废水中的污染物，并实现固液分离。这不仅可以保证废水的达标排放，还可以实现废水中价值物质的回收利用，如有机物的生物转化和资源化利用。相比传统的废水处理技术，膜生物反应技术具有较低的能耗和化学药剂使用量，能够实现节能减排的目标。同时，由于生物降解过程中产生的污泥可以进行资源化利用，也减少了废弃物的排放，有利于环境保护和可持续发展。

3. 处理医院污水

医院污水含有大量的有机物、细菌和医疗废物，需要进行专门的处理以保护环境和公共健康。膜生物反应技术可以应用于医院污水处理系统，如采用气浮等膜生物反应组合技术，对医院污水进行分离、去除有机物和杀灭细菌，达到排放要求。

4. 城市水再生利用

膜生物反应技术也被广泛应用于城市水再生利用项目中。通过生物降解和膜分离等工艺，能够将污水处理成符合再生水标准的水质，用于灌溉、工业用水等领域，实现水资源的有效利用和循环利用。膜生物反应技术还

可以应用于水体污染治理和保护项目中，如河流、湖泊等水域的水质改善和保护。通过建立生物膜反应器、湿地处理系统等，能够有效去除水体中的有机物和营养物，改善水质，保护水资源。

结束语

综上所述，相比传统的物理化学处理工艺，膜生物反应技术通常能够节约能源和化学药剂的使用。由于生物反应是在自然环境下进行的，不需要大量的能源消耗，同时也减少了对化学药剂的依赖，有利于降低处理成本并减少对环境的影响。膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用非常广泛，可以针对不同类型的污水和处理需求，选择合适的技术组合进行应用，从而实现高效、环保的污水处理和资源化利用。

参考文献

- [1] 蒋天申, 刘新颖, 赵珮屹, 曲丹. 负荷与混合方式对厌氧膜生物反应器中甲烷气-液分配特征的影响[J]. 环境工程学报, 2023(07)
- [2] 王颖楠, 郁金星, 刘克成, 范辉, 魏伟, 沈瀚. 填料对膜生物反应器处理高氨氮废水的影响[J]. 水处理技术, 2023(08)
- [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(06)
- [4] 肖小兰, 干永鹏, 冯永锐, 王潇, 阮文权. 膜生物反应器(MBR)处理不同浓度高硫酸盐有机废水污泥性质和膜污染研究[J]. 环境化学, 2023(08)