

膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用

郑超麟 叶含迎 王 闯

浙江环科环境研究院有限公司衢州分公司 浙江 衢州 324000

摘要:膜生物反应技术是一种新型的污水处理技术,它将膜分离技术与生物处理技术相结合,提高了污水处理效率。本文介绍了膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用,包括生活污水、工业废水以及难降解有机物等类型。膜生物反应技术的优点包括高处理效率、低能耗和低成本等,同时,其在水资源保护和可持续利用方面发挥了重要作用。

关键词:膜生物反应技术;环境工程;污水处理

1 膜生物反应技术基本原理

膜生物反应技术是一种将生物反应和膜分离技术结合的先进污水处理技术。其基本原理是利用微生物在膜表面附着并形成生物膜,通过微生物代谢活动和膜的选择性渗透作用,实现废水的净化和分离。膜生物反应技术可以根据膜的分离过程进行分类。其中,微滤膜生物反应技术主要依靠微滤膜(孔径在 $0.1\sim 1.0\mu\text{m}$ 之间)对悬浮固体的截留和分离实现水的净化。超滤膜生物反应技术则利用超滤膜(孔径在 $0.001\sim 0.1\mu\text{m}$ 之间),不仅可以去除悬浮固体和细胞,还能有效去除胶体物质和高分子有机物。反渗透膜生物反应技术利用反渗透膜(孔径在 $0.0001\sim 0.001\mu\text{m}$ 之间),除去水中的溶解性离子、有机物和微生物,实现废水的高品质处理和水资源回收利用。膜生物反应技术的基本原理在于将膜作为生物反应器的核心部分,有效地控制和调节微生物发育和代谢的环境。通过膜的选择性渗透,可以实现废水中悬浮固体、微生物和溶解性有机物的分离,从而达到高效净化的目的。同时,膜还能提供优良的微生物附着面,增加微生物与废水中污染物的接触面积,促进废水中有机物的降解和传质过程。膜生物反应技术基于微生物的代谢和膜的分离原理,具有处理效率高、能耗低、占地面积小等优势。在环境工程领域,膜生物反应技术正在被广泛应用于污水预处理、生物脱氮和生物脱磷以及水回用等领域,并取得了显著的效果和经济效益^[1]。随着对水资源的重视和环境污染治理的需求,膜生物反应技术将在未来得到更广泛的应用和发展。

2 膜生物反应的技术类型

膜生物反应技术是环境工程中一种先进的污水处理方法,通过将膜分离技术与生物处理技术相结合,实现高效、节能的污水处理。

2.1 膜分离生物反应器

膜分离生物反应器是膜生物反应技术中最常用的一种类型。它利用膜组件将生物反应器中的活性污泥和大分子有机物进行分离,以实现污水的净化。根据膜组件的不同,膜分离生物反应器可分为微滤膜型、超滤膜型和纳滤膜型等。微滤膜型和超滤膜型主要用于去除污水中的悬浮物、有机物和部分无机物,适用于生活污水和某些工业废水处理。纳滤膜型则能进一步去除盐类和硬度等无机物,适用于高盐度、高硬度等特殊水质处理。

2.2 曝气生物滤池

曝气生物滤池是一种将生物反应与过滤相结合的污水处理方法。污水通过填料床,在曝气的作用下与滤料表面的生物膜接触,通过生物降解和过滤作用去除污染物。与传统的活性污泥法相比,曝气生物滤池具有体积小、效率高、能耗低等优点。

2.3 移动床生物膜反应器

移动床生物膜反应器是一种新型的污水处理技术,它将活性污泥法与膜分离技术相结合,通过在反应器内添加固体载体作为微生物的固定床,提高了微生物浓度和抗冲击负荷能力。移动床生物膜反应器具有高效率、低能耗、操作简单等优点,适用于大规模污水处理^[2]。

2.4 序批式生物反应器

序批式生物反应器(SBR)是一种间歇运行的污水处理工艺,它将生物反应过程与沉淀过程在同一反应器中进行。通过控制反应器的运行方式,可以实现生物反应过程的最佳条件,提高污水处理效果。SBR具有工艺简单、操作灵活、抗冲击负荷能力强等优点,但同时也存在占地面积大、产水率较低等缺点。

2.5 组合式污水处理技术

膜生物反应技术方法并不局限于单独使用上述两种方法,在进行环境工程污水处理工作时,技术人员也可以选择将膜生物反应技术组合起来使用。在此原理基础

上开展污水处理工作时,可以把EGSB技术和MBR技术的优势结合起来运用。其中MBR又名膜生物反应器,它是由活性污泥法和膜分离技术有机融合而来,具有极强的污水处理实效性,是一种新型污水处理技术。而EGSB又名膨胀颗粒污泥床,它的性质是第三代厌氧反应器。组合膜生物反应技术的污水处理流程如下:污水处理的第一阶段是在利用膨胀颗粒污泥床装置的基础上进行的,它能够快速处理有机废水,并取得理想处理效果。其原因在于膨胀颗粒污泥床具有良好的COD去除效应。但是污水中的氨氮和悬浮物等必须同时利用膜生物反应器装置才可以完成净化处理。上述两种膜生物反应技术的优化组合利用,能够克服传统污水处理技术中存在的缺陷,达到理想的污水处理成效。

3 膜生物反应技术在污水预处理中的应用

3.1 悬浮固体物质的去除

膜生物反应技术在污水预处理中具有广泛的应用,其中一个关键方面是对悬浮固体物质的去除。悬浮固体是污水中的suspended solids,包括沉积在废水中的悬浮颗粒、细胞、油脂、藻类等物质。恶劣的处理条件会导致悬浮固体的累积和堆积,对后续处理步骤和设备产生影响。膜生物反应技术通过在膜表面形成生物膜和微生物附着,实现了对废水悬浮固体的截留和分离。微生物膜和活跃的微生物团聚能够促使废水中的颗粒物质被吸附、吸附和生物降解。此外,膜的选择性渗透作用可以将污水中的悬浮颗粒和微生物留在膜表面,而清洁的水则通过膜的微孔径排出。膜生物反应技术的应用使得污水预处理的悬浮固体去除更加彻底和高效。相较于传统的处理方式,膜生物反应技术能够实现更好的悬浮物颗粒的截留和分离,提高水的澄清度和品质。此外,膜生物反应技术还能够减少处理系统中的淤泥产生量,在一定程度上减轻了后续处理的负担。

3.2 生物传质的增强

生物传质是指废水中的有机物质经过微生物代谢作用和降解过程,从废水中迁移到微生物附着层,并最终被降解和处理。膜生物反应技术通过增加膜表面的微生物附着面积,提高了废水中有机物与微生物之间的接触面积,从而加速了生物传质过程。在膜生物反应器中,微生物通过与膜的接触和附着形成生物膜或团聚生物,可以有效地吸附和降解废水中的有机物质。膜表面的生物膜提供了大量的微生物活性,增加了废水与微生物之间的接触机会。膜的微孔径和选择性渗透作用可以保留微生物在生物膜上,同时让有机物质通过,使废水中的有机负荷得到有效的降解^[3]。通过增强生物传质过程,膜

生物反应技术能够提高污水预处理的效率和处理能力。相比传统的污水处理方法,膜生物反应技术能够更好地提高废水中的有机物质的去除率,并降低处理系统的负荷。此外,生物传质的增强也有助于减少废水中的有机污染物释放,提高出水的水质指标。

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 在工业废水中的应用

膜生物反应技术是一种在环境工程污水处理中广泛应用的先进技术,特别是在处理工业废水方面。膜生物反应技术通过结合生物反应和膜分离过程,具有高效净化和资源回收的优势。(1)工业废水预处理:膜生物反应技术可以用于处理工业废水中的重金属、油脂、悬浮颗粒、有机物等污染物。通过膜的截留和微生物的代谢作用,可以将这些污染物从废水中去除,净化废水,并为后续处理工艺提供良好的前处理条件。(2)回用水的生产:膜生物反应技术可以实现废水的高质量回用。通过微生物的降解作用和膜的选择性渗透,可以去除废水中的有机物质、微生物和溶解性离子等,得到清洁的水,用于工业生产中的再利用,实现资源的回收和节约。(3)生物脱氮和脱磷:工业废水中常常含有高浓度的氮和磷,对环境有害。膜生物反应技术可以通过引入适宜的微生物和控制操作条件,实现废水中氮、磷的去除。微生物在膜表面形成生物膜,通过反应和降解作用,将废水中的氮和磷转化为氮气和磷酸盐,从而达到去除的效果^[4]。(4)膜生物反应器的前处理:膜生物反应技术可以作为传统工艺的前处理环节。通过膜的截留和微生物的附着,可以有效去除废水中的悬浮颗粒、沉淀物等,减轻后续处理设备的负荷和损坏。

4.2 生活废水处理中的应用

膜生物反应技术也在环境工程中的生活废水处理中具有广泛的应用。(1)生活废水的中水回用:膜生物反应技术可以将生活废水净化为高质量的中水,用于灌溉、冲洗、景观和冷却水等用途。膜的选择性渗透和微生物附着能够有效截留和降解废水中的有机物质和微生物,从而获得清洁的中水资源。(2)生活废水的提标排放:膜生物反应技术可以使生活废水达到国家和地方规定的排放标准。通过微生物的降解和膜的截留,废水中的悬浮物、有机物、氮、磷等污染物得到有效去除,从而提高了废水的水质,满足环保要求。(3)生活废水中微污染物的去除:生活废水中常常含有微量的药物残留、化学品、重金属等微污染物,对生态环境和人体健康造成潜在风险。膜生物反应技术通过膜的选择性渗透和微生物的降解作用,能够有效去除这些微污染物,提

高生活废水的处理效果。(4)生活污水处理厂的取缔和替代:传统的生活污水处理厂通常使用活性污泥法等传统处理工艺,存在设备庞大、工艺复杂、占地面积大、处理效果一般等问题。膜生物反应技术可以实现更小型化、高效率、高质量的生活废水处理,有效取代传统处理厂,降低运营成本。

4.3 在医院污水处理中的应用

医院污水含有大量的有机物、微生物、药物残留和其他化学物质,对环境和公共卫生构成潜在的风险。

(1)医院污水的预处理:膜生物反应技术可以作为医院污水处理的前处理环节。通过膜的微孔径和选择性渗透作用,可以有效去除污水中的固体悬浮物、沉淀物和微生物等杂质,降低污水中的浊度和微生物数量。(2)药物残留的去除:医院污水中含有大量的药物残留物,这些残留物对环境和生物系统具有潜在的危害。膜生物反应技术可以通过微生物的代谢和降解作用,去除医院污水中的药物残留物,降低其对水环境的污染。(3)有机物的去除:医院污水中常含有大量的有机物质,如蛋白质、油脂和糖类等。膜生物反应技术可以通过微生物的生物降解作用和膜的截留作用,有效去除医院污水中的有机物质,提高其水质^[5]。(4)微生物和病原体的去除:医院污水中常含有许多病原体 and 微生物,如细菌、病毒和寄生虫等。膜生物反应技术可以通过微生物的附着和膜的截留,去除医院污水中的微生物和病原体,减少其对环境和健康的潜在影响。

4.4 海水淡化处理中的应用

膜生物反应技术在环境工程污水处理中还具有重要的应用领域,即在海水淡化处理中。海水淡化是一种将海水转化为淡水的过程,以满足淡水资源的需求。在海水淡化处理中,膜生物反应技术可以应用于以下方面:第一,海水预处理:膜生物反应技术可以用于海水淡化处理过程中的预处理环节。通过膜的微孔径和选择性渗透作用,可以去除海水中的悬浮颗粒、藻类和微生物等杂质,减少后续处理过程的负荷和膜的污染风险。第二,生物脱氮和脱磷:海水中常含有氮和磷等营养盐,

会对海水淡化设备的性能和后续处理步骤产生影响。膜生物反应技术可以通过选择适宜的微生物和调整操作条件,实现对海水中氮和磷的去除。微生物附着和生物降解作用使得废水中的氮和磷转化为无害的氮气和磷酸盐,减少了海水淡化处理的环境影响。第三,膜生物反应器的回收:膜生物反应技术可以将海水淡化处理中的浓缩废液进行回收利用。浓缩废液中含有大量的盐分和有机物质,膜生物反应技术可以通过膜的截留和微生物的降解,将废液中的有机物质转化为无害物质,并将水资源回收,提高水资源的利用效率。第四,能源回收:海水淡化过程需要消耗大量的能源,其中压力膜过滤是一种常见的处理方式。膜生物反应技术可以通过提高膜的通量和降低能耗,实现能源的回收和节约。

结束语

随着城市化进程的加速和工业的快速发展,污水的排放量不断增加,对环境造成了严重的影响。传统的污水处理方法在处理效率和处理质量方面存在一定的局限性。膜生物反应技术作为一种新型的污水处理技术,具有高效、节能、环保等优点,逐渐在环境工程污水处理中得到广泛应用。膜生物反应技术的不断发展和优化为污水处理提供了更多选择,同时也有助于实现水资源的可持续利用。未来,随着技术的进步和研究的深入,膜生物反应技术将在环境工程污水处理中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]蒋锡根.膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用[J].资源节约与环保,2020,221(04):93-94.
- [2]刘洪伟,王浩.膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用探析[J].商品与质量,2020,000(005):161
- [3]于家峰.膜生物反应技术在环境工程污水处理中的相关分析[J].环境与发展,2020,166(05):85+88.
- [4]郑飞,高雄,李建宏.膜生物反应技术在污水处理中的运用研究[J].资源节约与环保,2019(04):116.
- [5]李英汉.膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用分析[J].资源节约与环保,2018(10):102.