

# 生态循环膜生物反应器在农村污水处理中的应用

杨 洁

秦皇岛冀水水利建筑工程有限公司 河北 秦皇岛 066000

**摘 要:**生态循环膜生物反应器是一种高效的技术,可以有效地将污水处理和膜分离结合起来。在农村地区,污水处理是一项关键的环保任务。而MBR技术在农村生活污水处理中的应用具有许多优点,如高效、占地面积小、水质稳定等。本文从农村污水处理的特殊性入手,分析生态循环膜生物反应器及其分类,并重点介绍好氧MBR和厌氧MBR在农村生活污水处理中的应用。

**关键词:**农村;污水;处理;生态循环膜生物反应器

在农村地区应用生态循环膜生物反应器,无论是好氧MBR还是厌氧MBR,都能够有效地处理农村生活污水,并可以达到国家排放标准。该技术不仅可以解决农村生活污水处理的问题,还可以提供清洁的回用水,用于农田灌溉或其他用途。此外,MBR技术还能够积极的保护农村环境,减少对土壤和水源的污染。农村生活污水处理中应用MBR技术仍面临一些挑战。首先,MBR系统的建设和运维成本相对较高,需要投入较多的资金和人力资源。其次,农村地区的运维管理可能存在一定困难,包括人员培训、设备维护等方面。此外,农村地区可能面临土地有限的问题,MBR系统需要占地面积较大,因此在实际应用中需要考虑合理的用地规划和布局。

## 1 农村污水处理的特殊性

### 1.1 排放分散且面广

农村地区的污水产生点分散且面广。相对于城市,农村地区的住宅、农村产业和农田分布广泛,污水的产生点分散在各个地点,而不是集中在一个区域。这就意味着农村污水处理系统需要考虑处理分散的污水源,建立适当的排水网络和收集系统,以保证污水能够有效地收集和传输到处理设施。同时,农村地区的污水产生点数量庞大。农村地区居民点较多且分散,加上农业生产和畜禽养殖等活动的存在,使得农村地区的污水产生点数量相对较大。因此,农村污水处理系统需要具备足够的处理能力,以应对大量的污水处理需求。这需要合理规划 and 设计处理设施的容量,确保系统能够高效、持续地处理农村地区的污水<sup>[1]</sup>。

### 1.2 间歇排放、波动较大

**通讯作者:**杨洁,出生年月:1989年12月,民族:汉、性别:女,籍贯:河北,单位:秦皇岛冀水水利建筑工程有限公司,职位:技术工程师,职称:中级,学历:本科,邮编:06600,研究方向:环境保护。

农村地区的污水排放通常是间歇性的,而且排放量存在着较大的波动。尤其在部分农村地区,农田灌溉活动的频繁性和天气因素的影响,导致农田排放的污水量在不同的季节和时段内存在较大的差异。因此,农村污水处理系统需要具备处理间歇性排放和处理波动污水量的能力。

### 1.3 适应农村特点的技术和管理模式

农村地区的经济、社会和环境条件与城市存在很大的差异,因此,农村污水处理系统需要采用适应农村特点的技术和管理模式。这意味着农村污水处理需要考虑农村地区的可行性和可持续性,在技术选择、投资成本和运营等方面做出合理的决策。此外,农村污水处理还需要充分考虑当地的农业发展需求、资源利用和环境保护等因素,兼顾保护当地环境和促进农村可持续发展的目标<sup>[2]</sup>。

## 2 生态循环膜生物反应器及其分类

### 2.1 曝气MBR

曝气MBR技术在农村污水处理中的应用具有诸多优势。首先,在处理高浓度有机废水方面,曝气MBR能够高效降解污水中的有机物质。通过曝气系统提供的氧气,促进微生物菌群的生长和活性,加速有机物的降解速度。这种处理方式对于农村地区碳源较高的污水特别有效,能够降低COD等指标,提高出水的水质。曝气MBR可以处理含有悬浮物质的污水,如农村地区的农田农村生活污水。悬浮物质包括颗粒物、沉积物和微生物等,会影响污水的处理效果和膜的正常运行。通过曝气系统产生气泡并保持悬浮菌体的混合,能够改善菌体与膜的接触,防止颗粒物和沉积物在膜表面堵塞和沉积,减少膜的污染和堵塞风险。曝气系统的气泡对于混合反应和微生物降解过程也起到关键作用。气泡的存在使污水中的微生物能够充分接触到氧气和有机物质,提供必

要的底物和能量,促进微生物的代谢活动,加速有机物的降解速度。气泡的运动还能够提供对流和混合效应,保持生物反应器内的均匀温度分布和物质传递,并防止微生物团聚和沉积<sup>[3]</sup>。

## 2.2 分离MBR

分离MBR技术在农村污水处理中具有重要的应用价值。通过膜过滤器实现的固液分离,使得分离MBR系统在农村地区处理污水时具有许多优势。分离MBR系统能够实现高度可控的固液分离效果。通过选择不同类型的膜材料和调节膜孔径,可以根据污水的性质和处理需求进行适配,达到理想的分离效果。这种高度可控的固液分离有助于提高出水的水质,减少悬浮物、微生物和有机物的残留,确保出水符合相关排放标准。分离MBR系统具有较高的膜通量。通过较小的膜孔径和有效的膜清洗措施,可以减少膜的污染和堵塞,保持较高的膜通量。这可以降低能耗,提高处理效率,减少维护和运营成本。在农村地区,由于资源有限和经济压力大,高膜通量的分离MBR系统尤其具有吸引力。分离MBR系统还具有较小的占地面积。相比传统的活性污泥工艺,分离MBR系统不需要额外的沉淀池,通过膜过滤单元即可实现固液分离,因此系统占地面积相对较小。这对于农村地区来说非常重要,因为土地资源有限,通过减少占地面积可以更好地利用现有土地资源。分离MBR技术在农村地区还具有其他一些优势<sup>[4]</sup>。例如,对抗水质波动能力强,适应农村地区波动性较大的污水特点;操作运行相对简单,不需要过多复杂的步骤和设备;系统运行稳定,出水水质稳定,适用于长时间连续运行以及季节性变化等条件。然而,分离MBR技术也面临一些挑战,如膜污染、膜堵塞等问题。为了应对这些挑战,需要采取适当的膜清洗和维护措施,选择合适的膜材料,并优化系统的运行参数。此外,关注农村地区污水的特点和处理需求,合理设计和调整分离MBR系统,以使其最大限度地发挥优势,提供稳定可靠的农村污水处理解决方案。

## 2.3 萃取MBR

萃取MBR技术是将MBR技术与反渗透技术相结合,用于废水中水分和溶解物质的分离和回收。该技术通过生物反应器、膜过滤器和反渗透膜单元三个关键步骤的组合运用,可以实现高纯度水的产生和有机物的去除。污水进入生物反应器进行生物降解处理。在生物反应器中,通过添加适当的微生物菌种和提供合适的环境条件,有机物质会被微生物降解为较小的无机物和可溶性有机物。这一步骤可以有效地去除废水中的有机物质,改善废水的水质。经过生物反应器处理后的水流进入膜

过滤器进行固液分离。在膜过滤单元中,通过选择合适的膜材料和合适的膜孔径,可以有效地阻挡固体悬浮物、胶体和微生物等颗粒物质,使其无法通过膜孔径,从而实现废水和清水的分离。这一步骤起到了过滤和精细分离的作用,可以进一步净化水质。经过膜过滤器处理后的水流进入反渗透膜单元。在反渗透单元中,使用高压将水流通过反渗透膜,从而将无机物质、溶解物质和大部分有机物质排除出来。通过该过程,可以实现废水中高纯度水的产生,并使水质达到极高的水平,适合用作饮用水、工业用水等对水质要求较高的场合。萃取MBR技术在农村地区的污水处理中具有显著的优势。首先,它可以同时去除废水中的有机物质和无机物质,确保出水的高纯度和良好的水质。其次,反渗透膜过程可以排除大部分溶解物质和微量有机物质,提高废水的处理效果。此外,该技术的组合使用使得处理过程更加高效,节约水资源和能源。萃取MBR技术也面临一些挑战。例如,高压反渗透过程需要消耗较大的能量,因此对于农村地区来说,能源消耗可能会成为一个问题。此外,反渗透膜的运行和维护也需要专业的技术和人员支持<sup>[5]</sup>。

## 3 生态循环膜生物反应器在农村生活污水处理中的应用

### 3.1 好氧MBR

好氧MBR是指在MBR系统中采用好氧条件进行处理。它通过为好氧环境下生物菌群的降解作用,去除污水中的有机物、氮和磷等污染物质。好氧MBR通常由生物反应器和微孔过滤膜组成。在生物反应器中,微生物对污水进行生物降解,分解有机物和氮源为无害的物质。同时,微孔过滤膜通过固液分离的方式,将清水和活性污泥分离。这种清水可以被回收再利用,而活性污泥被保留在反应器中,并形成活性生物膜,提高污水处理的效率。好氧MBR在农村生活污水处理中具有许多优势。首先,好氧MBR通常能够产生较高质量的出水,其水质稳定,可满足水质要求,可以回收再利用,用于农田灌溉或景观用水。其次,好氧MBR对污水中的氮和磷等营养物质的去除效率较高,能够减少对农田的污染,对农村生态和环境起到积极的保护作用。此外,好氧MBR技术在处理高浓度有机废水方面也具有较好的适用性,能够有效去除污水中的有机物质,降低有机污染物的排放。

### 3.2 厌氧MBR

厌氧MBR是指在MBR系统中采用厌氧条件进行处理。与好氧MBR相比,厌氧MBR更适合处理一些高浓度有机废水,如农村地区的农田农村生活污水。在厌氧

MBR中,污水通过厌氧反应器,在缺氧或无氧环境下进行生物降解,被微生物分解为无害物质。厌氧MBR在农村生活污水处理中具有一些显著优势。首先,厌氧MBR不需要外部供氧,能够利用污水中的有机物作为微生物的碳源,从而减少处理过程中的能耗。此外,厌氧反应器的温度和压力较低,更适合处理农村地区的污水。其次,厌氧MBR对于去除COD具有较高的效率。通过良好的固液分离性能,厌氧MBR还可以避免生物泥的流失,提高污泥的保留率,减少污泥处理和处置的成本。此外,厌氧MBR还能够产生沼气,具有能量回收的潜力。农村地区通常有丰富的有机废弃物资源,通过将有机废弃物与污水一起处理,可以进一步提高能源利用效率,减少能源成本。

#### 4 生态循环膜生物反应器组合技术处理农村污水及膜污染

##### 4.1 处理农村污水

生态循环膜生物反应器组合技术可以针对不同的农村地区污水特点和需求进行定制化设计。在农村地区,污水的水质可能存在泥沙、油脂、悬浮物等较高的含量。通过在MBR前设置物理化学处理单元,如格栅、沉砂池、油水分离器等,可以有效去除这些杂质,减轻后续MBR单元的负担,保护膜的正常运转。高级氧化单元可以进一步降解难降解的有机物质和抑制膜的污染。例如,加入臭氧分解污染物或采用紫外光技术进行辅助消毒和氧化,可以提高出水水质和杀灭有害微生物,增强MBR系统的处理效果。中膜处理单元可以进一步提高膜的固液分离效果,并保护膜的稳定运行。例如,在MBR系统中加入中孔过滤膜等中膜技术,可以有效阻截较小的悬浮颗粒和微生物,减少膜的污染,延长膜的使用寿命。通过加入反渗透单元,可以进一步去除残留的微量有机物质和无机盐,产生高纯度的回用水。这在缺乏水资源的农村地区尤为重要,可实现农田灌溉、景观用水等水资源的高效利用。

##### 4.2 MBR膜污染

膜污染是MBR系统中的一个主要挑战。膜污染可能

包括膜表面的生物污染、污垢的堆积、胶体颗粒的沉积等。通过调整MBR系统的曝气和搅拌参数,可以增加水流动性、减少污垢堆积,促进有机物的降解,并防止生物污染的发生。适当的曝气和搅拌可以使污泥颗粒分散均匀,避免颗粒的聚集和沉积,减少膜的污染和堵塞。定期对膜表面进行清洗是预防和控制膜污染的重要手段之一。清洗可以去除膜上的污垢和生物污染物,恢复膜的通量和性能。常用的膜表面清洗方法包括物理清洗和化学清洗等。通过调控MBR系统的运行参数,如通量、跨膜压力和曝气量等,可以优化膜的运行状态,降低膜的污染风险。合理的操作和控制可以使系统稳定运行,减少膜的污染和膜污染的速率,延长膜的寿命。定期维护和检修膜设备是保持MBR系统正常运行和预防膜污染的重要措施。维护措施包括膜清洗、膜修复和污泥清除等。另外,根据膜的使用寿命和性能退化情况,及时更换老化或破损的膜组件,确保膜系统的稳定运行<sup>[6]</sup>。

结语:综上所述,生态循环膜生物反应器在农村生活污水中的应用具有广阔的前景。好氧MBR和厌氧MBR技术都能够有效处理农村生活污水,净化水质,降低对环境的影响。然而,在实际推广应用中仍需解决经济性、运维管理和用地等方面的挑战。只有克服这些挑战,生态循环膜生物反应器才能更广泛地发挥其优势,为农村地区提供可持续的污水处理解决方案。

#### 参考文献

- [1]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.
- [2]周康利. 浅析膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用[J]. 皮革制作与环保科技,2023,4(05):22-24.
- [3]于玉彬,宋灿辉,徐融,王洪涛. 新型节能往复式膜生物反应器在城市污水处理中的效果研究[J]. 环境科技,2023,36(01):31-35.
- [4]胡艳. 膜生物反应技术在环境工程污水处理中的运用[J]. 皮革制作与环保科技,2023,4(02):22-24.
- [5]冷雪,高源. 某污水处理厂MBR膜生物反应器工艺分析[J]. 工程技术研究,2023,8(02):14-16.