

污水处理工艺中膜生物反应技术的应用探析

胡丁月 王润众

北京格润美云环境治理有限公司 北京市 101500

[摘要] 随着工业化和城市化进程的加快, 污水排放量不断增加, 对环境造成严重威胁。污水处理工艺不断发展, 以期提高处理效率、减少污染排放。膜生物反应技术 (Membrane Bioreactor, MBR) 作为一种高效的污水处理方法, 因其具有出水水质高、占地面积小等优势, 在污水处理领域得到广泛应用。本文从 MBR 技术的基本原理出发, 详细分析了其在污水处理中的应用优势, 包括出水水质高、占地面积小、污泥产量低等特点。并深层次探讨了 MBR 技术在污水处理工艺中的具体应用情况, 以期为推进高效、稳定的污水处理工艺提供参考。

[关键词] 污水处理工艺; 膜生物反应技术; 应用

随着工业化和城市化进程的加速, 水资源污染问题日益严重, 污水处理成为实现可持续发展的重要环节。在污水处理技术中, 膜生物反应技术 (Membrane Bioreactor, MBR) 因其高效的污染物去除能力和出水水质优异的特点, 逐渐成为研究热点。

一、MBR技术原理

与传统活性污泥法和膜分离技术相结合的膜生物反应器 (MBR), 其核心是利用膜组件进行固液分离, 从而达到高效水质净化的目的。在 MBR 系统中, 微生物将污水中污染物通过降解有机污染物转化为无害的物质, 膜能有效截留微生物等微粒杂质, 避免活性污泥的流失, 从而提高出水的水质稳定性。因此, 微生物在 MBR 系统中通过降解有机污染物将污水中污染物转化为无毒的物质。具体结构如图 1 所示。该项技术通常采用微滤膜或超滤膜进行膜分离工艺, 一般采用 0.01~0.1 微米的膜孔径, 可使绝大多数悬浮物及胶体污染物截留, 保证水体清澈。由于 MBR 技术相对于传统工艺在污水处理, 其去除效率更高、占地面积更小, 因此被广泛应用于城市污水和工业废水处理中。

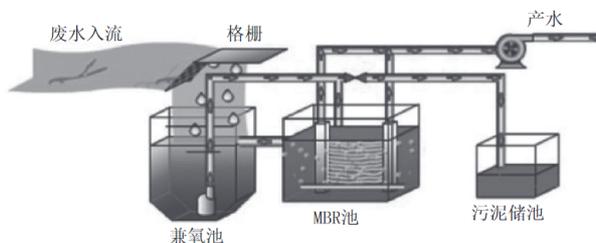


图 1 基于膜生物反应技术的污水处理系统结构

二、MBR技术在污水处理中的应用优势

膜生物反应器 (MBR) 技术在污水处理中的应用优势主要体现在出水水质稳定性高、系统紧凑、占地面积小、污泥产量低以及对环境适应性强等方面。一是 MBR 系统通过将膜分离工艺与生物处理相结合, 将污水中的悬浮固体与微生物菌群充分截留, 让处理后水中杂质含量极低, 质量稳定达到高标准排放要求。这种高效的分离能力使沉淀池的需求量大大降低, 从而使系统占地面积明显缩小。二是相比传统污水处理技术, MBR 技术对有机物、氨氮和部分难降解物质具有较好的污染物去除效果, 处理效率较高。其超滤或微滤膜组件对大分子污染物和致病微生物起到有效阻隔作用, 使出水悬浮物含量极低, 特别是对水质要求苛刻的回用水领域, 具有

极高的安全性。此外, MBR 系统中对浓度较高的污泥可以加强硝化、反硝化工艺, 氨氮去除效率明显提高。三是 MBR 工艺产生的富余污泥量较小, 可减轻污泥处理及相关费用的负担。在长时间的运行过程中该技术通过间歇曝气、交替曝气等优化的操作控制手段, 能够大大减缓污泥老化速度, 进而达到有效延缓膜污染, 延长膜寿命的目的。并且 MBR 系统相对于传统的活性污泥法, 不用设置二次沉淀池, 减少了污泥的二次回流, 简化了系统流程, 能耗以及管理难度得到大幅下降。四是由于 MBR 技术具有较强的抗冲击负荷能力和适应多种废水类型的特点, 可广泛适用于多种污水处理场景, 如市政污水、工业废水和污水回收处理等。MBR 系统能够灵活地适应污水水质的变化, 并通过膜组件的选择和运行参数的优化, 保证出水水质的稳定。同时, MBR 系统能够与其他先进的氧化技术、化学处理手段相结合, 所以可以有效提高去除特定污染物的效率, 让污水处理过程更具灵活性和适应性。

三、污水处理工艺中膜生物反应技术的应用

(一) 曝气生物滤池技术

曝气生物滤池技术是一种高效的污水处理方法, 通过专门的气体曝气系统为被处理的废水注入大量的氧气。结果详见图 2。该工艺保证了在废水中含有充足的溶解氧, 为微生物的生长繁衍提供必需的条件, 使污水中的有机物具有很强的溶解性和氧化性的特点, 从而达到对水质的净化目的, 通过这种工艺使废水中的有机物质得到很好的分解和降解, 从而使水质的净化成为必然。

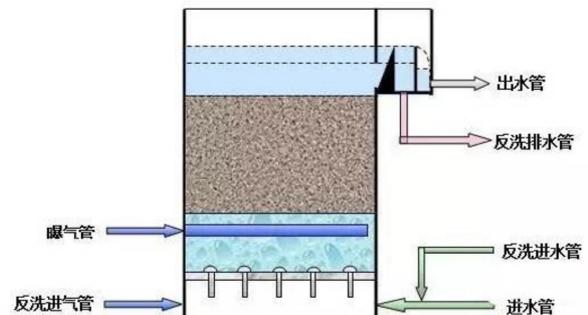


图 2 曝气生物滤池示意图

在曝气生物滤池中, 将污水输送到滤床层中, 其主要是由特殊的生物滤料所组成, 其中所使用的滤料往往是由陶粒、活性炭或其他适宜的介质构成, 它们为微生物提供了巨大的

表面积,使微生物能大量附着并在滤料表面并繁衍。因此,这些附着在滤料的表面上的微生物就构成了一条生物膜,生物薄膜中的微生物,把水中溶解的氧,使有机物如 CO_2 、水等被分解为无害的物质,从而达到净化污水的作用,是去除有机物的关键所在。

曝气生物滤池通常包含一个好氧阶段,在这个阶段中,微生物在充足的氧气供应下进行好氧生物降解。好氧降解是比厌氧降解更快、更彻底的一种有机物质的高效分解过程,所以在污水处理的很多场合都是被优先考虑的。曝气生物滤池除具有生物降解作用外,固液分离也是通过滤料的物理作用来实现的。这意味着水中悬浮的固体和微粒会在水流通过滤料层的过程中截留在滤料中,使水质得到

进一步的净化。这种结合生物降解作用的物理截留作用,使处理污水时的曝气生物滤池高效可靠。此外,曝气生物滤池中通过生物膜形成,使有机物去除作用明显提高。生物膜在增加微生物总量的同时,对有机物的接触效率和降解能力也有很好的促进作用。该高效的生物反应器设计使曝气生物过滤池在处理各种有机污染负荷时的表现突出。

(二) 动态内循环反应技术

动态内循环反应技术属于一项新型污水处理方式,其将膜分离技术和生物反应过程巧妙融合,对内部循环流动系统进行合理设计,从而使得污水处理效率与质量大幅提高。该项技术重点是建设一个专门的反应容器,并在其内部分隔出膜分离以及生物反应两个互相协作同时相互独立的功能区域。

首先,污水流经生物反应区,在该区域在微生物代谢作用下能够高效去除污水内所含的有机物以及部分有害物质。在进行污染物降解过程中,会慢慢有一层生物膜形成在微生物表面,其不但能够提高去除污染物的效率,并且还可以让微生物不受到有害物质的影响,保持良好活性。其次,污水处理后会进入到膜分离区,于此处主要是采用现代化技术以及膜材料,应用化学吸附或是物理拦截等方式来分理处污水内的微生物、胶体颗粒以及溶解性物质,以实现水质净化的效果。在设计以及操作膜分离区过程中要求要非常关注维持良好的膜通量以及截留功能,从而保证系统运行的长久稳定以及水质净化的高效性。再者,通过内部循环流动系统的设置来讲污水处理以及资源利用效率实现进一步提高。其主要是利用专业的泵、管道等设备来回流由膜分离区生产的浓缩液至生物反应区,进而构建为一个闭合的循环系统。如此一来不但使得污水处理效率得到明显提升,并且还有利于生物反应区微生物活性的维系,提高污染物降解的可持续性。

在具体运用环节,动态内循环反应技术呈现在诸多优势,具体如下:第一,该技术能够大幅提升污水内氨氮、有机物等污染物的去处效率,让出水水质得到了大幅提高。第二,通过建设内部循环流动系统,可以将污水处理稳定性以及能力得以增强,即便面对各类水质以及水量的改变也可以有效应对。第三,这项技术具有良好的环保性,与社会可持续发展理念相符。不过值得一提的是,在具体运用环节工作人员需要将污水的水质特点以及处理要求全面考虑在内,并有针对性的选择与制备膜材料,从而保证膜的性能以及使用寿命。不仅如此,还要合理优化与管控内部循环流动系统的设计与运用,以避免可能出现的堵塞、磨损等问题,确保系统的长期稳定运行。

(三) 气浮等膜生物反应组合技术

(1) 气浮技术

气浮技术是以注入大量气体为目的,产生大批微小气泡的污水处理方法为主,主要是依靠将大量的气体注入到污水中去。这些微小的气泡能够与污水中的悬浮固体颗粒以及浮游物质发生相互作用,使这些物质附着在气泡的表面。随着气泡的上升,这些附着在浮游表面的固体微粒和浮游物质的气泡就会慢慢浮到水面,从而形成浮渣。通过这样的方式,可以有效地实现固液分离,从而对污水起到净化作用。气泡的升浮作用是气浮技术中的关键所在,这些气泡在上升过程中会带动附着在它的表面上的悬浮物质一起上升,最终形成浮渣,漂浮在水面上。因此,气浮技术在净化污水的时候,能够很快沉降下来,从而使沉淀的时间大大降低,使污水处理效率得到提高。另外,由于产生的浮渣比较轻,因此不会产生很多污泥,以对后续处理不会造成太大的负担。气浮技术尤其适用于对那些含有高浓度悬浮物、浊度较高的废水进行有效处理。

(2) 气浮与膜生物反应器(MBR)组合技术

在膜生物反应器(MBR)系统的前端处理环节中,气浮技术作为一种高效预处理手段而经常应用。废水中大量的悬浮固体物质可以通过气浮工艺得到有效的去除,从而使后续MBR系统的处理负担得到明显的减轻。这样就可以延缓MBR系统中膜组件的使用寿命,从而减少了维护费用和运行费用的频繁清洗更换。结合MBR体系进行气浮技术可使废水整体处理的成效得到进一步的增强,特别是含有悬浮固体物质高浓度的废水中对难生物可降解废水进行处理时,该组合技术尤其适用于工业废水中含有悬浮固体物、废水中存在的大量悬浮固体、有毒的废水的处理,这种组合技术的操作稳定性很高,可以较好的适应水质和负荷的变化并且保持处理效果的稳定性和可靠性,但是该组合技术在一定程度上可能使系统的能耗和运维费用增加,这是非常有意义的。但是值得注意的是,这种组合技术可能会在一定程度上增加系统的能耗和运维成本。因此,在实际应用中,需要综合考虑经济和技术因素,进行合理的设计和优化,以实现最佳的经济效益和处理效果。通过科学的管理和技术改进,可以在确保处理效果的同时,尽可能降低能耗和运维成本,实现经济与环保的双赢。

四、结束语

综上所述,MBR技术凭借其独特的膜分离功能与生物处理工艺优势,已成为现代污水处理技术的重要手段。其在提高处理效率、优化出水质量以及节约占地空间等方面展现出显著优势。随着膜材料和工艺技术的进一步发展,MBR技术将在污水处理领域发挥更大作用,为实现可持续水资源管理提供强有力的技术支持。

【参考文献】

- [1]凌锐.探究膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用[J].数码精品世界,2023(2):142.
- [2]张扬琳.MBR膜生物反应技术在生活污水处理中的应用分析[J].中国地名,2024(1):0019-0021.
- [3]郑哲.环境工程污水处理中膜生物反应技术的运用[J].清洗世界,2023,39(8):52-54.
- [4]钟荣林.层环境工程污水处理中膜生物反应技术的应用[J].区域治理,2023(12):0137-0139.
- [5]陈晓志.膜生物反应技术在环境工程污水处理中的应用[J].电脑爱好者(电子刊),2023(9):3791-3792.