

# MBR 工艺在含氨废水中的可行性研究

王宝源<sup>1</sup> 杨艳帅<sup>1</sup> 闫乃乐<sup>1</sup> 于家浚<sup>1</sup> 吴秀丽<sup>2</sup>

1 山东新和成氨基酸有限公司 山东 261000

2 天津美天水环境科技有限公司 天津 300000

**摘要:** 随着工业化进程的不断推进,含氨废水的排放问题愈发凸显,成为影响环境质量和可持续发展的关键因素。含氨废水不仅对环境构成直接威胁,还可能导致水体富营养化,破坏生态平衡。因此,开发一种高效、经济、环保的含氨废水处理技术显得尤为重要。膜生物反应器(MBR)工艺作为一种先进的废水处理技术,因其独特的生物处理与膜分离相结合的特点,在处理含氨废水方面展现出巨大的潜力。MBR工艺不仅能够有效去除废水中的氨氮,还能实现污泥的减量化和资源化利用,具有处理效率高、占地面积小、操作简便等优点。

**关键词:** MBR工艺;含氨废水;可行性研究;氨氮去除率;溶解氧;膜污染

## 前言

随着工业化进程的加快,含氨废水排放问题日益突出,对环境和生态造成了严重的影响。传统的废水处理方法在处理含氨废水时存在处理效果不稳定、能耗高等问题,因此,开发一种高效、稳定、节能的废水处理工艺具有重要意义。MBR工艺作为一种新型的生物处理技术,具有高效、节能、占地面积小等优点,在处理各种类型废水方面表现出了良好的应用前景。本研究旨在探讨MBR工艺在处理含氨废水中的可行性和效果,为工业废水处理提供理论支持和实践指导。

### 1 含氨废水的来源、危害及当前处理方法的局限性

1.1 含氨废水主要来源于多个行业,特别是化工、农药、制药、化肥生产等重工业领域。在这些生产过程中,氨氮作为重要的原料或中间产物,被广泛使用,从而导致了大量含氨废水的产生。此外,农业活动如养殖、饲料生产以及生活污水也是含氨废水的重要来源。

含氨废水的危害不容忽视。首先,氨氮是水体富营养化的主要诱因之一,过量的氨氮会导致水体中藻类和其他微生物大量繁殖,进而引发水体缺氧、黑臭等问题。这不仅破坏了水体的生态平衡,也影响了水资源的利用价值。其次,氨氮还会对水生生物产生毒性作用,导致鱼类等水生生物死亡,对水生生态系统造成严重破坏。此外,含氨废水如果未经处理直接排放到环境中,还会对人类健康构成威胁,如引发皮肤刺激、呼吸道疾病等。

1.2 目前,对于含氨废水的处理方法主要包括物理法、化学法和生物法。然而,这些方法在处理过程中都存在一定的局限性。物理法如吸附、蒸馏等虽然能够去除部分氨氮,但处理效率较低,且成本较高;化学法如折点氯化法、磷酸铵镁沉淀法等虽然能够高效去除氨氮,但易产生二次

污染,且操作复杂;生物法则需要较长的处理时间,且对水质要求较高。因此,寻找一种高效、经济、环保的含氨废水处理方法显得尤为重要。

### 2 MBR 工艺的基本原理和优势, 提出研究的重要性和目的

#### 2.1 MBR 工艺的基本原理

MBR工艺,即膜生物反应器工艺,其基本原理是将超滤膜技术与生物处理技术相结合。通过超滤膜的高效截留作用,MBR能够截留活性污泥及大部分悬浮物,使出水水质得到显著提升。同时,MBR工艺中的生物处理部分通过微生物的代谢活动,将废水中的有机物、氨氮等污染物转化为无害物质,达到净化水质的目的。

#### 2.2 MBR 工艺的优势及研究的重要性与目的

MBR工艺相比传统废水处理方法具有显著优势。首先,其出水水质高,能够满足严格的排放标准;其次,MBR工艺占地面积小,适合在城市等土地资源紧张的地区使用;此外,MBR工艺还具有污泥产量低、能耗少等优点。

然而,尽管MBR工艺在废水处理领域具有广泛的应用前景,但在处理含氨废水方面仍存在一些挑战和局限性。因此,本研究旨在深入探究MBR工艺在含氨废水处理中的可行性和效果,通过分析不同操作参数对处理效果的影响,为含氨废水的有效处理提供理论支持和实践指导。通过本研究,我们期望为含氨废水的处理提供一种高效、环保的解决方案,为环境保护和可持续发展做出贡献。

### 3 MBR 工艺在处理含氨废水方面的应用现状和挑战

#### 3.1 MBR 工艺在处理含氨废水方面的应用现状

MBR工艺在处理含氨废水方面的应用现状展现出了其独特的优势和广泛的适用性。随着工业化进程的加速和

环保意识的提高,含氮废水处理成为了环境保护领域的重要议题。MBR 工艺以其高效的膜分离技术与生物反应过程相结合的特点,为含氮废水的处理提供了一种新的解决方案。

目前, MBR 工艺在处理含氮废水方面已经取得了显著的应用成果。其通过超滤膜的高效截留作用,实现了对活性污泥及大部分悬浮物的有效截留,从而提高了出水水质。同时, MBR 工艺中的生物处理单元能够利用微生物的代谢活动,将废水中的有机物和氨氮转化为无害物质,进一步提升了处理效果。这种技术不仅适用于城市污水处理,也广泛应用于化工、制药、农药等行业的含氮废水处理中。

在实际应用中, MBR 工艺展现出了对含氮废水的高效处理能力。通过调整操作参数和优化工艺条件, MBR 工艺可以实现对不同浓度、不同性质的含氮废水进行有效处理。例如,在化工废水处理中, MBR 工艺能够显著降低废水中的氨氮浓度,使其达到排放标准;在农业养殖废水处理中, MBR 工艺同样能够实现对氨氮的高效去除,减少对水体的污染。

此外, MBR 工艺在处理含氮废水时还表现出了良好的稳定性和可靠性。其膜组件具有较长的使用寿命和较低的维护成本,能够确保处理系统的持续稳定运行。同时, MBR 工艺还具有较高的自动化程度,能够实现远程监控和智能控制,降低了操作难度和人工成本。

### 3.2 MBR 工艺在处理含氮废水方面的挑战

尽管 MBR 工艺在处理含氮废水方面展现出了显著的优势,但在实际应用过程中仍面临一些挑战。

首先, MBR 工艺对膜材料的要求较高。由于含氮废水中的氨氮成分容易对膜材料造成腐蚀和污染,因此需要使用具有高耐腐蚀性和抗污染性的膜材料。然而,这类膜材料的研发和生产成本较高,限制了 MBR 工艺的广泛应用。

其次, MBR 工艺的运行成本相对较高。由于需要使用高性能的膜材料和复杂的设备系统, MBR 工艺的建设 and 运行成本较高。这对于一些经济条件较差的地区和企业来说,可能难以承受。

此外, MBR 工艺在处理高浓度含氮废水时,容易出现膜污染和堵塞的问题。当废水中的氨氮浓度较高时,容易在膜表面形成沉积物,导致膜通量下降和出水水质恶化。为了解决这个问题,需要定期对膜组件进行清洗和更换,增加了运行成本和操作难度。

最后, MBR 工艺在处理含氮废水时还需要考虑与其他处理技术的结合使用。由于含氮废水中的污染物种类繁多,单一的 MBR 工艺可能无法满足处理要求。因此,需要与其他处理技术如化学沉淀、生物脱氮等进行结合使用,以提高处理效果。然而,这种结合使用也增加了工艺复杂性和操作难度。

## 4 MBR 工艺在含氮废水中的应用措施

### 4.1 工艺设计与优化

在含氮废水的处理中, MBR 工艺的设计与优化至关重要。首先,需根据废水的具体特性,如氨氮浓度、pH 值、温度等,合理设计 MBR 系统的工艺流程和关键参数。例如,确保缺氧池和硝化池的容积能够匹配废水的处理需求,使氨氮能够在缺氧条件下转化为亚硝酸盐,并在有氧条件下进一步转化为硝酸盐。同时,通过对污泥浓度、溶解氧浓度、水力停留时间等运行参数的优化,可以进一步提高系统的处理效率和稳定性,确保出水水质满足相关排放标准。

### 4.2 预处理措施

预处理是 MBR 工艺处理含氮废水的重要环节。在 MBR 系统前设置预处理单元,如调节池和沉淀池,可以有效去除废水中的大颗粒杂质和悬浮物,避免这些物质对膜组件造成堵塞和磨损。此外,针对含氮废水的特性,还需采取适当的预处理措施,如调节废水的 pH 值至适宜范围,或添加药剂以促进氨氮的转化和去除。这些预处理措施能够显著减轻 MBR 系统的处理负担,提高系统的整体性能。

### 4.3 膜组件的选择与维护

膜组件是 MBR 工艺的核心部件,其选择和维护直接影响系统的处理效果和使用寿命。在选择膜组件时,应充分考虑废水的特性、处理要求以及经济成本等因素,选择适合的膜材料和结构。同时,定期对膜组件进行清洗和维护也是必不可少的。通过采用物理清洗、化学清洗或在线清洗等方式,可以有效去除膜表面的污染物和沉积物,防止膜污染的发生,延长膜组件的使用寿命。

### 4.4 运行管理

加强对 MBR 系统的运行管理是保证系统稳定运行的关键。在运行过程中,应定期对系统进行检测和分析,了解系统的运行状况和出水水质。一旦发现异常情况或出水水质不达标,应及时调整运行参数或采取其他措施进行干预。此外,还应建立完善的运行管理制度和应急预案,确保系统在任何情况下都能保持稳定运行。

#### 4.5 污泥处理

MBR系统产生的污泥含有丰富的生物量和有机物,需要进行妥善处理。污泥处理不仅关乎环境保护和资源利用,还关系到系统的持续稳定运行。可以采用压滤、离心等方式对污泥进行脱水处理,降低污泥的含水率,便于后续处理。同时,还可以探索污泥的资源化利用途径,如将污泥转化为肥料、能源等,实现废物的减量化、资源化和无害化。

### 5 MBR工艺对含氨废水的处理效果

#### 5.1 MBR工艺对氨氮的去除效果和效率

MBR工艺在处理含氨废水方面,展现出了卓越的氨氮去除效果和高效率。该工艺的核心在于其高效分离膜组件与生物处理单元的组合,使得微生物在反应池内维持了较高的污泥浓度,进而提高了对氨氮等污染物的去除能力。通过生物转化作用,废水中的氨氮被有效转化为亚硝酸盐和硝酸盐,并通过膜的截留作用与清水分离,实现了对氨氮的高效去除。实验数据表明,在适当的操作条件下,MBR工艺对氨氮的去除率可达90%以上,且出水水质稳定,满足排放标准。

#### 5.2 不同操作参数对处理效果的影响

在实际应用中,MBR工艺的处理效果受到多种操作参数的影响,其中氨氮负荷和溶解氧浓度是两个重要的因素。研究表明,当进水氨氮负荷在一定范围内时,MBR系统能够保持稳定的处理效果,对氨氮的去除率保持在较高水平。然而,当氨氮负荷过高时,微生物的代谢活动会受到抑制,导致处理效果下降。同时,溶解氧浓度也是影响MBR工艺处理效果的关键因素。适当的溶解氧浓度有助于微生物的代谢活动,提高氨氮的去除率。但过高的溶解氧浓度会增加能耗,且对处理效果的提升并不明显。因此,在实际操作中,需要根据进水水质和工艺要求,合理调整氨氮负荷和溶解氧浓度等参数,以获得最佳的处理效果。

### 6 MBR工艺中膜污染的研究

#### 6.1 膜污染的形成机制及其对处理效果的影响

在MBR工艺中,膜污染是一个不可避免的问题。膜污染主要由沉积到膜上的颗粒物在反冲洗时没有被完全带走而引起,这些沉积物通常被称为“泥饼”。这些泥饼的形成增大了膜排水通道的阻力,导致流量下降,进而影响了MBR工艺的处理效果。此外,沉积物还会加剧浓差极化现象,阻碍被膜截留盐类的反向扩散,进一步降低了处理效率。同时,沉积物占据了部分支撑层间的区域,使

得循环水流产生水头损失,并导致整个膜表面过水不均匀,加剧了膜污染的程度。

#### 6.2 探讨减少膜污染的策略和方法

为了减少MBR工艺中的膜污染,研究者们提出了多种策略和方法。首先,通过优化预处理工艺,降低原水中胶体颗粒和悬浮物的含量,减少这些物质在膜上的沉积。其次,选择合适的膜材料和结构,提高膜的抗污染性能。例如,选择具有较小孔径和较高孔隙率的膜材料,以减少污染物在膜孔中的堵塞。此外,控制操作参数如污泥浓度(MLSS)、溶解氧浓度等也是减少膜污染的有效手段。通过调整这些参数,可以控制微生物的代谢活动和膜表面的污染情况。最后,采用物理或化学清洗方法定期对膜进行清洗和恢复也是必要的。这些清洗方法可以有效去除膜表面的污染物,恢复膜的通量和处理效果。

#### 结语

综上所述,MBR工艺在处理含氨废水方面展现出了显著的优势和潜力。通过高效的膜分离技术与生物处理技术的结合,MBR工艺不仅能够实现对氨氮的高效去除,还能保证出水水质的稳定性和可靠性。此外,对操作参数的合理调整和优化,如氨氮负荷和溶解氧浓度的控制,能够进一步提升MBR工艺的处理效果。

然而,MBR工艺在实际应用中仍面临一些挑战,如膜污染问题、运行成本等。因此,未来的研究应着重于解决这些问题,提高MBR工艺的稳定性 and 经济性。同时,随着环保要求的不断提高和技术的不断进步,MBR工艺有望在含氨废水处理领域发挥更加重要的作用,为环境保护和可持续发展做出更大的贡献。我们期待在不久的将来,MBR工艺能够得到更广泛的应用和推广。

#### 参考文献

- [1] 严一凡,王刚,赵立军.MBR工艺在含氨废水处理中的应用与优化研究[J].环境污染与防治,2024,46(1):1-6.
- [2] 李晓明,刘亚男,张强.MBR技术在高浓度氨氮废水处理中的应用进展[J].工业水处理,2023,39(12):1-4.
- [3] 王丽丽,张伟,黄涛.MBR膜生物反应器在含氨废水处理中的性能研究[J].膜科学与技术,2024,44(2):37-42.
- [4] 陈晓光,刘洪涛,赵明.MBR膜污染机制及清洗策略研究[J].中国给水排水,2023,39(18):10-14.
- [5] 王永刚,张敏,李俊.MBR工艺在含氨废水处理中的资源化利用研究[J].环境工程学报,2024,18(3):1-8.