

# 工业水处理中膜分离技术应用进展

李天敏 王在刚

陕西航天机电环境工程设计院有限责任公司 陕西 西安 710000

**摘要:** 随着我国经济不断飞速发展, 人们的环境保护意识日益强烈, 也逐渐认识到传统粗放式发展模式的弊端与危害, 尤其是水资源紧缺问题, 成为近些年来人们关注的重点。如何实现对水资源的高效运用, 又如何最大化地减少工业废水对生态资源的破坏, 是新时代人们必须高度重视的问题。膜分离处理技术具有分离高效、操作简单以及成本低的特点, 不仅可以将废水中的有机物质和杂质进行有效分离, 让废水达到排放标准, 同时还能够减少对化学用剂的使用, 有效避免了二次污染, 在工业废水处理方面有着广泛应用。本文对膜分离技术的定义和工作原理及其特点进行了阐述, 并对其在工业水处理中的具体应用进行了研究, 同时对其未来发展进行了展望, 以期促进膜分离技术步入更高台阶。

**关键词:** 工业废水; 水处理技术; 膜分离技术

膜分离技术作为一种新型的废水处理工艺, 在处理工业废水中发挥着不可比拟的优势, 既提高了对水资源的利用率, 又能够达到环保节能效果, 在工业领域有着十分广泛的应用。随着我国高新技术不断发展与进步, 再加上相关政策法规的大力支持, 相信膜分离技术将会日趋成熟, 实现了应用范围的拓展, 不论是在推动社会经济发展方面, 还是在保护生态环境方面, 均能够显现出膜分离技术不可比拟的应用优势。

## 一、膜分离技术的定义和工作原理

简单来说, 膜分离技术其实是利用薄膜隔离手段对废水进行处理的一种技术, 将该项技术应用到废水处理中, 能够有效减少或全面消除废水中的杂质。其中使用的薄膜并非一般的材料, 而是一些具有特殊性质的材料, 这种制膜材料必须具备较强的通透性, 通过废水压强, 将废水中的杂质和有机物质进行有效分离。膜分离技术的工作原理是通过工业废水压强或者借助强大的外力, 将废水中的有机物质和杂质进行有效分离, 从而达到净化污水的目的<sup>[1]</sup>。因此, 为了达到理想的废水处理效果, 对薄膜的孔径大小及其表面结构的吸张力有着严格要求, 在符合废水处理标准的基础上, 通过相应的施压处理, 可有效提高膜分离技术的分类速度, 从而提高其工作效率和质量。此外, 在废水处理中, 除了应用膜分离技术之外, 还可以配合一些化学药品, 可进一步优化废水处理效果。

## 二、膜分离技术的特点

随着我国高新科技不断的发展与进步, 膜分离技术在工业废水处理中的应用日趋广泛, 同时为了对实现对

工业废水进行针对性的处理, 人们还尝试将当前许多先进的科学技术应用其中, 并取得了良好的废水处理效果。膜分离技术的特点主要表现在以下几点<sup>[2]</sup>: (1) 从分析膜分离技术的分离效率上来看, 通过膜分离技术对工业有机废水进行处理时, 不仅可以将废水中的有机物分离出来, 还可以对部分水进行净化处理。现阶段, 膜分离技术可以将工业废水中的微米级物质进行有效分离, 相较于传统废水处理技术, 膜分离技术在分离效率上有着无法比拟的优势; (2) 从分析膜分离技术的分离速度上来看, 薄膜孔径的大小及外力大小对膜分离技术的分离速度有着很大影响, 在实际应用中, 为了提高膜分离技术的分离速度, 应根据我国废水处理的相关规定, 对薄膜的孔径进行合理处理。此外, 在处理废水有机物质时应用膜分离技术, 不仅能量消耗比较小, 而且外界周围环境对其工作效率的影响可以说是微乎其微, 从而大大降低了工业废水处理的成本; (3) 从膜分离技术的操作方式来说, 该项技术的操作方法既简单, 又能够保障水质处理后的稳定性。膜分离设备在运行过程中不但不需要复杂且剧烈的机械性操作, 而且运行条件比较低, 可在常温条件下运行, 对设备的损耗比较低。同时还无需专业人员定期对其进行大量检修和维护, 运行成本显著降低, 然而这并不影响该设备运行的稳定性及可靠性。在处理工业废水时, 相较于其他废水处理方式, 膜分离设备提取的水质可靠度更高, 水质更加纯净, 并且该设备的处理能力张弛有度, 可以结合实际处理需求对操作规模的大小进行合理调节; (4) 在化学剂使用方面, 相较于其他废水处理技术, 膜分离处理技术在化学剂使用

方面减少许多,甚至不用添加化学药剂依旧可以达到提纯的效果,既减少了成本的投入,又能够有效避免二次污染;(5)膜分离设备的体积比较小,不需要占用太多的空间,再加上该设备的分离效果比较高,有利于实现自动化。

### 三、当前工业废水处理中常用的膜分离技术

#### 1. 渗透汽化膜技术

渗透汽化膜是一种致密复合膜,采用无孔且高分子的材料制成根据“溶解—扩散”原理,在渗透汽化过程中,在膜两侧蒸汽压差的推动下,待分离组分则会被膜进行选择性吸附和溶解,在膜内以不同的速度进行扩散,从而对工业废水中的混合物进行有效分离。在加热器中加入有机混合物原料液,启动加热器,将有机混合物原料液进行加温,之后将其送入膜器与膜进行零距离接触,水分则会被膜进行选择性透过,在膜得透过侧被冷凝收集。这样一来,物料中的水分会被脱除,从而达到分离净化的效果。该项技术具有操作简便、低能耗、无污染的优点,适用于醇类和水的分离、酯类有机物脱水、混合溶剂中水分的脱除等。

#### 2. 液膜技术

这种液膜其实是一种很薄的乳液颗粒,在液体中呈现悬浮状态,并非是传统固相膜。在高剪切力的作用下,将互不相容的两种液体制成乳液,然后将其分散于第三相中,介于连接外相与乳液液球中被包裹的内相之间的这一相叫做液膜。液膜技术发展至今共经历了三个阶段,该项技术具有分离效率高、分离浓缩同步完成等特点,经常适用于分离物理、化学性质相似而不能用常规的蒸馏、萃取方法分离的烃类混合物[3]。

#### 3. 动态膜技术

动态膜又被称为“次生膜”,通过预涂剂或活性污泥在膜表面形成的一种新膜。在应用动态膜技术使,需要采用大孔径的材料制作成膜组件,可起到支撑的效果。动态膜的分离层是实现物质分离目的的关键。其分离层则是由涂层材料附着在支撑层上形成,也可以将污水中的微生物及其新陈代谢产物附着在支撑层上形成分离层,因此,动态膜的形成过程其实就是膜的污染过程,利用污泥层将废水中的各类物质进行有效分离,该项技术具有易制备、通量高以及易清洗的特点,在工业废水处理中有着广泛应用。

### 四、膜分离技术在工业水处理中的具体应用

#### 1. 在造纸废水处理中的应用

造纸废水属于工业废水中的一种,它是造纸企业在

生产过程中产生的一种废水,水量庞大,对周边环境有着严重危害。为了最大化地减少造纸废水对周边环境的破坏,需要对这些废水进行妥善处理,将危害极深的污水转化为可用资源,实现水资源的良性循环。造纸企业在生产过程中产生的废水成分非常复杂,含有诸多的有害杂质,如纤维素、木质素、氯酚类物质等,且废水排放量巨大,无形中加剧了环保的难度。造纸废水中有一些物质不易于降解,一旦混入到水资源当中,不仅会使水中的氧气过度的消耗,从而打破水环境的平衡,使得水生物的生存受到严重威胁,而且更严重的是,这些有害物质会在水生物的体内不断堆积,如果人们食用体内含有有害物质的水生物时,毒素便会在人体中累积,从而对人们的身体健康构成了极大威胁。在以往的工业废水处理中,活性污泥法废水处理系统有着较高频率的应用,不过这种废水处理技术存在的弊端也是有目共睹,如运行费用高昂、容易造成二次污染等,随着我国高新技术的发展与进步,尽管该项技术得到了显著改善与提升,但是仍旧不能很好的满足现阶段工业废水处理的需求。膜分离技术可以弥补传统废水处理技术中的不足,分离膜可以将废水中的大量杂质进行有效截留,让废水达到排放标准,同时还可以对水质中的木质素进行回收,从而达到良好的废水处理效果<sup>[4]</sup>。

#### 2. 在印染废水处理中的应用

纺织作为我国传统产业,每年均能够制造出惊人数量的纺织产品,印染工业是纺织工业的重要组成部分,也是一个极为耗费水资源的产业。印染工业生产过程中产生的废水的结构成分也比较复杂,其成分主要以芳香杂环化合物为主,同时还包含大量的重金属离子和氮氧化合物。之所以印染废水呈现出多种颜色,是因为印染废水中含有大量的活性剂染料。因此,如果印染废水在没有经过有效处理的情况下直接将其排放进湖泊、河流中,废水中的有害物质便会在河流中迅速扩散且难以脱色,从而对原本健康的水资源造成严重污染。不仅如此,印染废水中还含有浓度颇高的生化需氧量(COD、BOD),对水生物的生存同样构成了巨大威胁。印染行业是一个对用水有着严格标准的产业,在生产过程中需要使用巨大的水量,且对水的重复利用率非常低,因而被称之为“用水大户”。采用膜分离技术再配合传统物理或化学法,不仅可以达到很好的废水处理效果,降低废水处理成本,而且还能够将截留下来的浓缩液经过妥善处理后再回到生产线上继续使用,大大提高了对水的利用率。有相关研究人员研究发现,通过在水解的聚丙烯

烯腈NF膜上涂上一层聚乙烯亚胺,之后采用肌醇六磷酸酯,通过Fe离子和NF膜的配位交联构建交联网络,取得了良好的废水处理效果<sup>[5]</sup>。

### 3. 在制药废水处理中的应用

由于制药工业工艺种类多样,因而其生产过程十分复杂,制备一种药品过程中需要经历几十道工序,且每一道工序都需要消耗一定量的水资源,因而生产过程中会产生大量的废水。制药废水中含有庞大数量的有机物,尤其是抗生素、合成药物的制备,药物中的成分会与水混合形成工业废水。制药废水具有成分复杂、降解难度大、毒害性高以及排放量巨大的特点,特别是发酵类废水,具有较强的生化一致作用。膜生物反应器在制药废水处理中有着广泛应用,该项技术通过将传统污水处理与膜分离技术进行有机结合,利用分离膜取代了二沉池,形成一套完整的水处理技术,处理制药废水效果非常显著。通过在常温环境下进行分离操作,可以避免部分药物发生分解失活的情况,使药品质量得到全面保障。膜分离技术无需消耗过多资源,大大降低了药品的制作成本。有相关研究人员研究发现,将青霉素酶在溴甲基化的聚超滤膜中固定,可对抗生素进行高效降解。同时通过实验研究发现,采用纯BPPO膜对含有青霉素的水溶液进行过滤,青霉素的浓度不仅没有减少,而且通过酶膜过滤,几乎可以将青霉素如数消除。

### 五、膜分离技术在工业水处理中应用展望

首先,在水源开发方面。膜分离技术作为一种新型净化技术,应用优势非常显著。地球水资源主要以海水为主,因而在淡水资源开发方面,膜分离技术在未来发展中有望获得极其广阔的市场需求;其次,随着我国高新技术不断发展与进步,膜分离技术将会更加完善和高效,应用范围也会越来越广,除了应用于工业废水处理中,在饮用水处理、水的回收与循环应用等领域均会实现广泛应用,不仅降低了对环境的污染,而且还提高了对水资源的利用率;再次,随着膜分离技术不断改善和升级,在未来发展中有望在石油化工领域发光发热,应用于对油田污水

处理、加工过程中的分离、浓缩、纯化等方面。石油化工作为我国国民经济发展的支柱产业,虽然膜分离技术在这一领域的应用尚处于初期摸索阶段,但是相信在不久的将来,膜分离技术的应用潜力将会在这一领域中完美地体现出来,为我国石油产业发展作出巨大贡献;最后,利用超滤技术对电泳漆废水进行有效处理。现阶段,该项技术已经在我国众多领域实现了广泛应用,如汽车、电器等行业,然而荷电超滤膜的开发仍处于摸索阶段,因而采用性能优良的国产荷电超滤膜取代进口装置将会成为未来膜行业的一个重要发展目标<sup>[6]</sup>。

### 六、结束语

综上所述,膜分离技术具有工作效率高、成本低的特点,在工业废水处理中有着十分广泛的应用,不仅为淡水资源的开发创造了先决的条件,而且对社会经济向前发展起着积极促进的作用。现阶段,随着膜分离技术不断改良与升级,应用范围越来越广阔,对工业废水的处理效果也是有目共睹。在未来的发展中,相信膜分离技术的发展空间更加广阔,为我国国民经济发展作出巨大贡献。

### 参考文献:

- [1]李其亮.膜分离技术在环境工程中的应用研究[J].皮革制作与环保科技,2021,2(15):26-27.
- [2]姜在宁.电厂化学水处理中全膜分离技术的应用研究[J].中国设备工程,2021,(14):207-208.
- [3]李剑锋.膜分离技术在工业水净化中的应用研究[J].信息记录材料,2020,21(1):25-26.
- [4]赵丽红,郭佳艺.膜分离技术在再生水中的应用及膜污染研究进展[J].科学技术与工程,2021,21(19):7874-7883.
- [5]王晓丽,王生辉,黄鹏飞,张寅,王锐浩,李东洋.膜分离技术在生态修复工程中的应用[J].盐科学与化工,2021,50(4):4-6+13.
- [6]曾涛,赵杰.基于膜分离技术在污水处理中的应用研究[J].环境科学与管理,2021,46(3):69-73.