

化工废水处理中膜技术的应用

周国锋 曹志宏

宁波水艺膜科技发展有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要]膜技术处理实际上是利用特殊材料将水与污染物相分离的一种技术,它能够实现离子、分子层面的污染物处理,对于缓解环境污染,解决水资源短缺问题的意义重大,是水处理领域的前沿课题。文中就膜技术分类及应用现状进行了简单介绍,并详细分析了化工废水处理中膜技术的具体应用方法。

[关键词]化工; 废水处理; 膜技术

DOI: 10.33142/ec.v4i9.4486

中图分类号: X70;X50

文献标识码: A

Application of Membrane Technology in Chemical Wastewater Treatment

ZHOU Guofeng, CAO Zhihong

Ningbo Shuiyi Membrane Technology Development Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: Membrane technology is actually a technology that uses special materials to separate water from pollutants. It can realize the treatment of pollutants at the ionic and molecular levels. It is of great significance to alleviate environmental pollution and solve the shortage of water resources. It is a foreword topic in the field of water treatment. In this paper, the classification and application status of membrane technology are briefly introduced, and the specific application methods of membrane technology in chemical wastewater treatment are analyzed in detail.

Keywords: chemical industry; wastewater treatment; membrane technology

引言

化工产业是我国国民经济的基础组成部分,能源、医药等方面都离不开化工行业的参与和努力。在城市现代化进程不断推进的今天,化工产业也迎来了崭新的发展阶段,规模不断扩大,生产自动化趋势明显。但不容忽视的是,化工产业工艺复杂,生产过程中产生的污染物数量多、种类大,其中还不乏有毒有害物质,解决污染问题对于化工产业的持续发展意义重大。

1 膜技术分类及应用概述

膜是膜技术中的关键材料,它具有较高的选择分离功能,可以对料液之中的成分进行分离和纯化,它与其他过滤技术一样属于物理处理过程,期间不会产生任何生成物或衍生物,同样也不需要添加任何催化剂,净化后的水质相对较高。而与其他过滤进程不同的是,膜技术中应用的材料为纳米级别孔径,能够在分子层面实现污水净化,按照其截留分子量级不同,可以具体分为微滤膜、超滤膜、纳滤、反渗透等。同时,膜材料还有有机膜和无机膜之分,有机膜主要是指高分子聚合材料制成的一类膜,包含醋酸纤维素、含氟聚合物等,在实际应用中由于取材方面、价格低廉等优势得到了广泛青睐,目前占到膜市场总份额的80%以上。而无机膜应用的主要是金属、陶瓷一类的材料,其中陶瓷材料由于热稳定性好、化学稳定性高等优点,在特定场景中应用优势十分明显。

传统化工废水处理环节多应用生化、沉淀等处理技术,尽管COD、氨氮浓度等指标得到了有效控制,但其中的剩余有机物却仍旧无法得到去除,排放难达标,处理难度较大。而现阶段膜技术日趋成熟,在各行各业的废水处理中都能见到它的身影,是污水深度处理的首选,能够有效去除污水中的有机组分。同时,在化工废水处理过程中,由于环境条件的限制,仅使用单种膜技术是远远不能满足需求的,因此一般会将多种膜技术结合使用。

2 化工废水处理中膜技术的适用场景

2.1 含油废水的处理

水资源是重要的不可再生资源,近年来在工业化规模扩展的过程中,我国水资源短缺问题日益严峻,污水回用几乎成了工业发展的必然选择。在众多的水污染问题中,含油废水的处理问题尤其突出,大量含油废水给生态环境带来了巨大压力。同时,含油废水的处理工作也给化工企业造成了额外的成本支出,传统模式下的化学淤浆法以及生化

降解法已经不能满足逐年攀升的含油废水处理需求。而应用超滤技术,结合压力控制,可以在相当程度上保证膜透水量,从而在经济可控的条件下实现高效率的含油废水处理。

2.2 含酚废水的处理

含酚废水的产生与炼焦、炼油等化工流程息息相关,其中含有大量酚类的有机物,对生物有直接毒害作用,也很难通过生态系统自净能力降解,危害性极大。目前常见的含酚废水处理技术主要有物理、化学及生物方法,其中生物方法由于其自身效率高、经济实惠等优点得到了广大化工企业和单位的青睐。而近年来兴起的膜处理技术给含酚废水处理带来了更加优质的、崭新的技术方向,利用反渗透 RO 膜,可以对含酚废水进行浓缩处理,方便后续有害物质回收。经相关研究表明,经由 RO 膜技术处理过的工业废水,含酚量可以下降 95%以上。

2.3 化工冷却水的处理

化工生产过程中,为实现温度控制和管道净化,常会设置冷却水循环系统,在部分场景中冷却水可以直接进入循环系统进行回用,但在一些特定情况下,冷却水会混杂大量的化学有机物,可能对循环系统产生损害,也无法达到直接排放指标。而在膜技术的应用下,透过液得到了高质量、高效率的处理,完全可以作为循环水进行使用,有利于节省化工企业生产成本,维护生态环境健康。

3 化工废水处理中膜技术的应用方法

3.1 超滤膜技术

超滤膜技术使用超滤膜作为净水介质,孔径在 1 至 30nm 之间,既有对称结构也有非对称结构,能够滤除绝大部分悬浮颗粒,主要以压力差为驱动力,在净化过程中可以截留蛋白质、微生物、病毒等大分子物质,将无机盐等小分子物质留在净化水体中,从而达到分离的目的。在化工废水处理中应用这一技术主要有以下几个方面的优势:一是耐酸碱,多数超滤膜对 pH 值适应极为广泛,能够满足多种条件下的化工废水处理需求;二是过滤精度高,化工废水中常常含有大量阻碍光线穿透的杂质,导致水体浑浊度上升,使得废水处理效果下降。而应用超滤膜技术不仅能去除浑浊物,使处理后的水体看上去更加清澈,还能对水中的藻类、细菌等微生物进行拦截,达到除臭、除菌的效果。同时,在以往化工废水处理过程中,由于水体成分复杂,设备长期运行过程中常常会出现微生物粘附的现象,影响设备使用寿命。而超滤技术过滤微生物的同时,系统运行过程中投加的氧化剂还能抑制微生物繁殖,有效保障了设备安全;三是性价比高,尽管超滤膜技术在化工废水处理中具有极高的工作效率,但与传统的生化处理方式相比,成本投入并没有明显的上升,性价比相对较高。值得注意的是,由于超滤膜孔径较小,在应用过程中较易发生堵塞,化工企业要做好定期检查和清理工作。

3.2 反渗透膜技术

反渗透又被叫做逆渗透,可以分为渗透、反渗透及平衡渗透^[1]三个环节,在反渗透环节,当对反渗透膜一侧加压时,溶剂就会违背原有的自然渗透方向,朝着相反的方向作渗透,这时低压侧的溶剂就是渗透液,而高压侧的溶液就是浓缩液。该技术在海水淡化中的应用研究较多,以此为例,处理后低压侧可以得到淡水,而高压侧则为卤水。反渗透膜的研发借助了生物半透膜原理,多由高分子材料制成,属于有机膜范畴,孔径大致在 0.5nm 以内,能够实现化工废水中溶解性盐类物质的分离。反渗透膜的透过性与其自身结构息息相关,亲水基团较多的膜材料能够加快水的透过速度^[2],而有的膜材料却在盐类物质排斥性上有较好表现。在选择 RO 膜时,要综合考量其脱盐率、机械强度、化学耐受性、经济成本等。反渗透膜技术较为成熟,但鉴于化工废水的组分的复杂性,实际应用中还会搭配预处理技术以及微超滤技术综合使用。其中预处理对象主要为肉眼可见的悬浮杂质,避免其堵塞反渗透膜孔,微超滤则主要过滤直径为 0.1 至 10 μm 的粒子,也可以用于初步除菌。

3.3 微滤膜技术

与前面两种膜技术相比,微滤膜孔径要稍大一些,主要用于去除化工废水中粒径较大的悬浮物颗粒,在半导体废水处理中表现较为出色,还能有效增强处理器的反洗性能^[3]。缺点是深层次处理能力较差,因此一般多作为其他技术的辅助或预处理手段。

3.4 纳滤膜技术

在众多膜技术中,纳滤膜孔径是介于超滤和反渗透之间,可以达到 1nm 左右,其操作压力区间也介于反渗透膜与超滤膜之间,不仅可以去除化工废水中的悬浮物质,还能够优化水体色度,去除异味,净化效果十分强大。与反渗透

膜相同的是，透盐率同样也是衡量纳滤膜性能的重要指标，但由于其过滤性能较为复杂，除透盐率外，还与膜表面电荷等指标有关，因此有关于其的理论和应用还有待研究。

3.5 电渗析技术

电渗析技术应用了直流电场原理，在电场作用下污水中的阴阳离子开始作定向迁移运动，从而实现离子净化的目的。离子交换膜是电渗析技术中的功能主体，其中阴离子只能穿过阴膜，而阳离子只能穿过阳膜，这种定向迁移运动在持续一段时间后，就可以在特制隔板的作用下表现为溶液与溶质的分离。常见的电渗析技术主要有以下几种：一是倒极点渗析技术，其特点是正负电极会以 15 至 20min 为间隔进行定期倒换，有自动清洗污垢的效果；二是填充床电渗析技术，利用了水电解后产生氢离子和氢氧根离子，对隔板树脂进行填充，持续性较好；三是液膜电渗析技术，使用液态膜替换固态交换膜，能够实现电迁移、化学反应与离子扩散的结合，但由于液态膜技术限制，目前在国内研究还相对较少。电渗析技术环保性能高，唯一缺点是要消耗大量电能，但发展潜力较好，为化工废水处理的发展趋势之一。

4 结论

膜处理技术能够对污水中不同组分的渗透性进行有效利用，在电势、渗透压等参数的梯度作用下，实现污染物分离和提纯，同时没有二次污染的顾虑，在应用理论日渐成熟的趋势下，膜技术的发展前景进一步扩展，必将成为未来污水处理行业的重要方向。各企业要结合自身情况对膜技术分支进行比选和综合应用，以提升化工废水处理质量，促进我国环保事业的发展。

[参考文献]

- [1]毛国权. 化工废水处理中膜技术的应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018, 38(11): 158-159.
- [2]刘璐. 化工废水处理中膜技术的应用[J]. 化工管理, 2018(3): 61.
- [3]李园园, 梁翠红. 膜技术在化工废水处理中应用[J]. 低碳世界, 2018(11): 7-8.

作者简介：周国锋（1987.6-），男，毕业院校：浙江理工大学；所学专业：应用化学，当前就职单位：宁波水艺膜科技发展有限公司，职务：产品应用总监，职称级别：中级工程师。