

超滤膜在煤化工废水处理中的应用

王 媛

宁夏宁东水务有限责任公司 宁夏银川 750000

摘 要: 本文对超滤处理技术原理进行了介绍。分析了其在放射性废水、含油废水、染料废水、重金属废水等煤化工废水领域的应用,同时介绍了一种新型国产超滤膜。希望能够对超滤膜在废水处理中的应用提供一定的理论基础。

关键词: 超滤膜; 煤化工废水; 重金属废水

Application of ultrafiltration membrane in coal chemical industry wastewater treatment

Yuan Wang

Ningxia Ningdong Water Co., Ltd. Ningxia Yinchuan 750000

Abstract: This paper introduces the principle of ultrafiltration treatment technology. Its application in radioactive wastewater, oily wastewater, dye wastewater and heavy metal wastewater is analyzed, and a new domestic ultrafiltration film is introduced. It is hoped to provide a certain theoretical basis for the application of ultrafiltration membrane in wastewater treatment.

Keywords: Ultrafiltration membrane; Coal chemical wastewater; Heavy metal wastewater

引言:

随着我国水环境的恶化和人们对饮用水质量的要求越来越高,人们越来越关注饮用水的安全问题。宁东产业基地拟发展煤制油产业集群、煤基烯烃产业集群、煤制乙二醇集群、精细化工产业集群、高性能纤维材料产业集群、氢能产业集群、电子材料和专用化学品产业集群。势必会对当地水资源使用产生一定影响。再加上宁东基地多年平均年径流深不足3mm,当地地表水资源量0.075亿 m^3 ,平均产水模数0.2万 m^3/km^2 。地表水资源多为汛期洪水形式,难以拦蓄利用。当地地表水矿化度在2.0-5.0g/L之间,属于微咸水。水资源较为稀缺,工业化废水的回收使用就显得尤其重要。超滤膜技术分离效果好,无相变,能耗低,污染少,设备集成化程度高,能够连续运行。超滤膜在微滤膜和纳米滤膜之间,可以有效的清除水中的悬浮微粒,胶体,细菌病毒,蛋白质,腐殖酸,以及其他的杂质,并且具有较低的运行费用。下面本文就简要分析其在煤化工废水处理中的作用。

一、超滤膜

1. 超滤膜简介

超滤膜在微滤膜和纳米滤膜之间,孔径在0.01~0.1 μm 范围内。它可以有效的清除水中的悬浮微

粒,胶体,细菌病毒,蛋白质,腐殖酸,以及其他的杂质,并且具有较低的运行费用^[1]。20世纪中期,我国城市出现了大量的病毒性传染病,因此,采用了“混凝-沉淀-过滤-氯化”工艺的第一代纯水处理技术,以实现污水的深层净化。二十世纪七十年代,由于饮用水中含有大量的有机物质,以及饮用水的杀菌副产物,因此,研究开发了第二代水质净化技术,即臭氧-活性炭深度处理技术。20世纪末期,由于微生物的安全问题,超滤膜将会是第三代水质净化技术。超滤法具有占地少、操作费用低、出水质量好、处理效果好等优点,可以预见其在污水处理方面的应用将会越来越广泛。

2. 超滤处理技术原理

超滤是一种物质的分离方法,它是通过在一定的压力作用下,将溶液中的高分子、大分子、胶体、细菌、微生物等物质以特定的速度通过超滤薄膜,达到分离和浓缩的目的。然而,超滤法的基本原理并不能用“筛分”来解释,必须对其孔隙结构、表面化学性质等因素有足够的了解。一般认为,超滤法是以以下几种方法来分离溶质的。

- (1) 一次吸附于薄膜的表面和微孔中;
- (2) 滞留于孔洞中以移除(阻塞);

(3) 在薄膜表面上的机械拦截(筛选)。

二、超滤膜在煤化工废水处理中的应用

1. 超滤膜在放射性废水中的应用

在放射性“三废”中，由于放射性污水的体积和总的放射性物质所占的比重很大，所以必须加强对放射性污水的治理。放射性污水的治理主要有以下两点：①将放射性污水排放至水体(如海洋、湖泊、河流)，经稀释、扩散，使之达到无害的程度。该原理在很小的放射性污水中使用。②对放射性污水进行浓缩，再将浓缩后的产品安全地与人的生存环境隔绝，使之自然降解。膜分离技术是利用膜的选择性渗透，利用压力差、温度差、电位差等因素作为驱动力，将放射性核素分离、浓缩。对中、低浓度放射性污水，采用两阶段反渗透法，可使其达标^[2]。

2. 超滤膜在含油废水中的应用

石油在陆地和海洋中的开发，会产生大量的石油污水。油中的可溶性成分会对鱼类、鱼类、浮游生物产生直接的毒性，甚至会导致鱼类的死亡，从而影响到整个生态环境。沉积物会对底泥造成损害。水里的油会让水体变坏、变臭，而石油中的PUCs则会增加人体的肿瘤发生率。含油污水也存在着火的风险。超滤膜技术是一种利用压力作为驱动力的膜分离工艺，它可以对大分子溶质进行浓缩、分离，同时还能去除水中的悬浮物质^[3]。超滤是一种非破坏性的非相变分离工艺。由于聚合物溶液所能产生的渗透压很小，所以在超滤时，其工作压力比较小，一般在0.07-0.7MPa左右。用超滤膜对含油污水进行了浓缩，其含油率可达到50%以上。用离心分离方法可以将浓缩液进一步分离。回收的石油无法再利用，但可以通过燃烧来降低污染。

3. 超滤膜在其他废水中的应用

染料废水具有高的盐度(质量比大于5%)、色度高(几万到十万度)、COD高(几万到十万毫克/升)、生物降解性差。因此，在生物化学处理之前，应先使用超滤膜进行预处理。采用超滤技术对印染废水进行预处理，使污水先经过超滤膜，将染料与水分离，再利用废水中的染料、水进行循环，既能保护环境，又能节约资源，又能为印染工业创造良好的经济效益。重金属污染是我国工业污水中占有很大比例。超滤膜技术可以有效清除化工、电子、矿山、电镀、冶金等行业中产生的铜、铅、镉、镍、铬等金属离子，既能达到污水的排放标准，又能对有用的材料进行再循环。

三、新型国产超滤膜技术

1. 新型国产超滤膜技术简介

热致相分离制膜技术(TIPS)是近几年发展起来的一种新型的聚合物微孔膜制备技术。TIPS工艺的最大优点是提高了膜的强度，提高了4-6倍，从而有效地解决了超滤膜使用中存在的一个根本性问题，同时也使其具有较好的抗氧化、抗酸碱能力。然而，TIPS法制备工艺要求在100℃以上(约250℃)聚合物熔点以上(约250℃)进行铸膜液均匀混合，对制膜设备及环境条件的要求十分严格，制膜工艺相对复杂，技术、设备、投资也较大^[4]。

TIPS法制得的薄膜纤维具有以下优点：①薄膜截面呈海绵状，具有较高的强度，拉伸强度可达8N(牛顿)以上，比常规NIPS纤维的4-6倍。②本膜为均匀、不均匀的薄膜，具有高强度反洗、不脱皮、耐污染等优点。③具有0.1微米的滤孔，高孔隙度，立体过滤，具有良好的截污性，提高了纯净水的通量，降低了使用的能源。④TIPS工艺制备的膜纤维具有很好的耐腐蚀性，可以在pH为1-13，在5000ppm的氯洗液中进行。

表1 新型超滤膜与常规超滤膜比较

性能指标	新型超滤膜(热法、TIPS)	常规超滤膜(湿法、NIPS)
抗氧化性	能够耐受5000mg/l NaClO	一般耐受500 ~ 2000mg/l NaClO
抗酸碱性	清洗范围pH值在1 ~ 13	清洗范围pH值在1 ~ 12
抗拉伸强度	大于8N	一般在1 ~ 3N
抗污染能力	强(在废水比测试中跨膜压差的增长速率仅为湿法的40%)	一般
高渗透性	纯水通量大于1200LMH/bar	一般纯水通量300 ~ 600LMH/bar

2. 加工过程

该工艺包括化学软化澄清，滤池过滤，超滤/反渗透等。如图1。

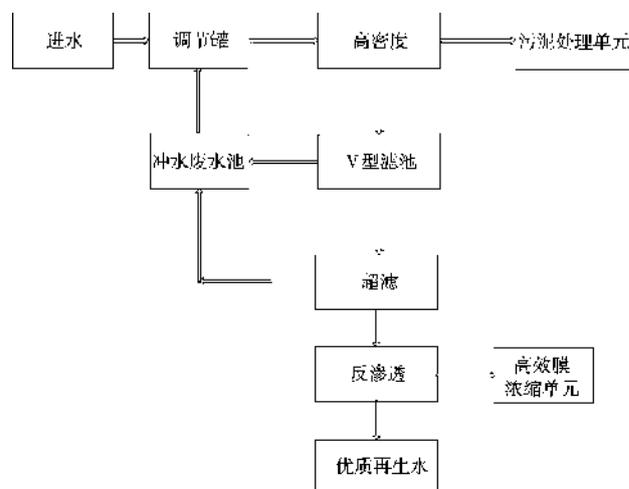


图1 膜浓缩装置工艺流程

3. 实际处理效果

某单位采用新型国产超滤膜技术后,发现该技术在实际煤化工污水处理中各项性能指标均满足要求,同时,系统压差、产水浊度、产水量SDI、运行通量等各项指标均优于评价指标,显示出其优势,如表2和表3所示。

表2 超滤膜性能数据

项目	性能标准值	实际运行值
产水浊度 (NTU)	≤ 0.2	0.1
产水SDI	≤ 3	1.6
运行压差 (MPa)	≤ 0.21	0.02
膜通量 (L/(m ² ·h))	≤ 50	< 50

表3 超滤系统换膜前后的清洗情况对比

项目	换膜前	换膜后
清洗周期 (h)	30 ~ 45min	60 ~ 75min
清洗方式	6次常规反洗1次CEB碱洗, 6次常规反洗1次CEB碱洗, 6次常规反洗1次CEB酸洗, 往复如此	6次常规反洗1次CEB碱洗, 6次常规反洗1次CEB酸, 往复如此
清洗前压差 (MPa)	0.1	0.02
清洗后压差 (MPa)	0.08	0.02
清洗前流量 (m ³ /h)	160 ~ 250	200 ~ 280
清洗后流量 (m ³ /h)	180 ~ 270	220 ~ 300

四、结束语

综上所述,超滤膜技术在诸多煤化、石油化工等行业已经成功应用,而新型国产超滤膜的出现,标志着超滤膜技术正逐渐得到进一步完善和提高,由此带来的投资、运行管理、性价比等优势使我国化工废水超滤膜处理技术逐渐产生更加可观的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 桂双林, 麦兆环, 付嘉琦, 魏源送, 陈小平, 王金保. 超滤膜处理稀土冶炼废水过程膜污染特性分析[J]. 膜科学与技术, 2020, 40 (05): 77-84.
- [2] 贾秀粉, 郭赞, 孙霞. 超滤膜在含油废水处理中的应用[J]. 环境与发展, 2020, 32 (09): 71-72.
- [3] 吕兆云. 工业废水处理中超滤膜技术的实践应用[J]. 信息记录材料, 2020, 21 (05): 21-22.
- [4] 李成, 张怀滨, 叶飞, 吴银生. 新型国产超滤膜在煤化工污水处理中的应用[J]. 能源科技, 2020, 18 (03): 62-64+70.