

全膜法在水处理设计中的应用及设计注意事项

徐瑞捷 康金郁

中国市政工程华北设计研究总院有限公司 天津 300381

摘要:随着我国社会、经济的飞速发展,水资源污染和短缺问题日益严重,解决如何提高用水率的问题变得很有价值。利用全膜法处理污水不仅可有效提高水的纯度,而且大大提高了处理效率和质量,是一种非常符合环保发展理念的技术。全膜法水处理技术在环境保护领域具有显著的优势。因此,进一步加强膜技术在水处理设计中的应用探讨具有重要意义。本文将着重探讨全膜法各个工艺在水处理设计中的实际应用,并对设计中的注意事项进行探讨。

关键词:全膜法;水处理设计;应用;注意事项

前言:为顺应时代的发展,水处理过程要尽可能做到效率高、成本低。随着膜产品价格的不断下降,膜处理技术也越来越广泛地应用于各个领域的水处理工程当中。全膜法水处理工艺一般由膜预处理技术、反渗透技术和电渗析技术组成,它在改善水质的同时也可以起到淡化和连续净化作用。此外,全膜法在处理过程中不会有过多的酸碱污染,是一种环保高效的水处理技术^[1]。该工艺可确保废水的再利用,水处理后纯度高、脱盐效果好^[1]。

1 全膜法概述

1.1 全膜法技术

全膜法水理由超滤(UF)、微滤(MF)、反渗透(RO)、电渗析(EDI)等各种膜过滤的有机结合构成,可有效去除水中污染物和并对其深度脱盐^[2]。采用全膜法的出水可直接满足锅炉供水、工业企业用水等需要。这一过程中重要的一项技术是电渗析,其可以连续脱盐,操作维护简单且无酸碱污染。超滤/微滤及反渗透则为电渗析的稳定运行提供了担保作用,也可广泛应用于海水淡化及污水循环利用当中。

1.2 全膜法水处理工艺的特点介绍

(1)超滤(UF)。超滤膜过滤介质采用的是不对称多孔半透膜,孔径在0.005~1μm之间。在0.1~1.0MPa的压力下,溶剂、溶解盐和分子溶液可通过膜并拦截水中的各类悬浮颗粒、胶体、蛋白质等物质^[3]。这是种膜分离方法很容易达到清洗的目的。(2)微滤(MF)。微滤主要用于分离原水中尺寸大于0.1微米的物质。广泛应用于微电子行业超纯水的末端过滤,也可以用于城市废水和各种工业废水的处理^[3]。(3)反渗透(RO)。作为全膜法处理系统的脱盐核心,反渗透膜对小分子及离子物质有极高的去除效果。由于反渗透系统很容易受到固体颗粒物的破坏和微生物的污染,膜材料的选择和系统的合理设计非常重要。(4)电渗析(EDI)。为确保EDI装置的产水生产畅顺,并提高系统运作的稳定性,EDI装置一般是在模块化设计的基础上,将一定规格的EDI模块组合成一系列EDI设备进行设计制造^[3]。

2 全膜法工艺在水处理当中的应用

2.1 超滤膜技术

超滤技术又称超滤分离技术,在我国得到了快速和成熟的应用。自我国膜制造技术发展以来,超滤膜已成为最早的分离方法之一,并逐渐取代超滤器的使用。超滤的应用是整个膜水处理过程的第一步。在整个预处理过程中采用相应的微孔膜,对污染物进行表面筛分,分离和去除水中的微生物、高分子等物质,通过调节孔径来实现不同物质的过滤。除上述外压力分离,超滤膜系统还包括内部压力分离和二者的统一应用,以确保完整、有效、准确地用膜材料将水中的杂质分离。超滤膜材料除具有耐高温的特点外,还具有相当的耐酸、耐碱和抗氧化作用。其过滤精度高达0.035~0.018μm,可以在不同的水压条件下使用,并通过孔隙阻隔大分子物质。

2.2 反渗透技术

反渗透技术是膜水净化工艺的重要组成部分之一。反渗透也被称为“先进的膜分离和处理技术”^[4]。在实践中需要对各种装备进行配套:如高压泵、过滤器等。反渗透系统应用高压泵实现了膜的高压清洗,为反渗透操作提供了基本支持,优化了运行效率。反渗透机是全膜法过程中最复杂、最精确的部分。在应用过程中,该设备可将盐和分子物质阻隔,最终完成水的脱盐和过滤。为了保证高压泵的使用效率,可以使用半透膜,这种膜可将除水分子外的杂质拦截并进行清洗。半透膜可分为复合膜和醋酸纤维素膜,这两种膜都具有良好的性能,脱盐率可达91.5%。反渗透技术还具有自动更换滤芯的功能,不仅保证了过滤效率,也提高了水资源的质量。

2.3 EDI技术

为了有效地提高废水处理的最终纯度,需要进一步采用EDI技术进行处理,将废水中的盐进行电离分解,对酸碱反应产生的二次污染提供了合理的保护。应用这项技术的最终目的是使废水电解,通过阴阳电极相互作用的方式,促进水质的有效改善。在具体操作过程中,工作人员须将直流电连接到两侧的电极上,通电后形成电位差,在不同电极上吸附阴离子和阳离子,通过积累氢离子和氢氧离子,以及水和盐的多次积累和电解,最终通过电解生产出与纯化水基本相同

高纯度水。

3 全膜法设计中的注意事项

尽管在全膜法系统的设计上有相似之处,但根据不同的工作条件,在设计上存在一定的差异。根据实际情况,以下提出了设计中需要注意的一些问题。

3.1 原水预处理的问题

根据多个工程实践经验,如果原水的含铁量偏高,则连续的膜处理便会受到污染。此外,由于超滤膜本身的结构特点,水中的较大的颗粒物很容易污染、堵塞和损坏膜,从而可能损坏膜本身。因此,超滤系统的预处理具有重要意义。在大多数水处理系统中,超滤系统的故障效应直接与预处理系统的故障有关。在实际设计时,可根据测定的原水水质在超滤系统前端设置前置过滤器,过滤器可以锰或钼砂为主。该过滤器的设置可以将原水中铁离子去除,同时又能去除SS,保证系统的正常运行。

3.2 全膜法加药系统关键点

为保证全膜系统的安全、平稳运行,絮凝剂、助凝剂、氧化剂、还原剂、酸碱等药剂通常在全膜法系统中投加,正确使用上述药剂就显得十分重要。絮凝剂通常添加在超滤膜设备前的预处理系统当中,絮凝剂主要由含有正(负)电性基团的离子组成,和水中一些难以分离的颗粒或负(正)电性颗粒,使其处于不稳定状态,利用其聚合特性浓缩这些颗粒,并通过物理或化学方法将其分离。但在实际运行过程中,由于药剂投加量的不精确造成的不完全反应会使得部分絮凝剂通过超滤膜进入产水侧,从而造成反渗透膜严重污染。因此应根据膜制造商的数据严格控制运行期间的药剂用量。不同工艺过程中的水pH值调控可以提高全膜系统的脱盐程度。

3.3 关于温度的影响

超滤膜和反渗透膜受水温的影响比较大,不同水温可能会造成膜系统的性能差异。通常,膜产品的理想工作温度在15°C~25°C之间。如果超出这个范围,可能会影响膜系统设备性能^[6]。例如,随着水温的降低,膜通量将呈线性减少。另外进水温度降低会造成水分子通过膜的粘度降低,从而导致扩散能力降低。在反渗透膜过滤当中,水温的升高会加速盐通过膜的传播,从而提高盐的渗透率,降低脱盐率。对于EDI设备,随着水温的升高,水中离子的移动会变得更加容易,水质通常会得到改善。但是如果温度太高,那么吸附在离子交换树脂上的离子会减少,离子的流失造成了水质的下降。例如在冬季平均气温在0°C左右的条件下,超滤、反渗透和EDI装置产量明显下降。为了保证在冬季水处理系统的正常运行,可增加蒸汽预热系统。

3.4 错流超滤系统

如前所述,预处理系统运行不良会造成超滤膜的污染和堵塞。超滤有两种方式:即死端过滤和错流过滤。随着过滤

时间的增加,死端过滤因工作压力不变会造成膜的过滤能力会降低。因此死端过滤只能间歇进行,污染层必须定期清除或更换。错流过滤膜表面不易产生浓差极化和结垢,过滤透过率降低较慢。错流过滤的工作模式相对灵活,它不仅可以在间歇运行也可以连续运行。此外,错流操作可有效减少化学品的使用量。

3.5 反洗设备的出力依据超滤膜的类型不同而不同

超滤膜分为外压、内压两种形式。外压超滤膜材料多为聚偏氟乙烯,内压超滤膜材料可用聚醚砜^[5]。由于工作模式不同,内压超滤膜比外压超滤膜的反洗水量大,能耗高。一般情况下,内压超滤膜反冲洗泵的性能约为其功率的4倍,而外压超滤膜反冲洗泵则是约为其功率的2.3倍。

3.6 关于废水的回收利用

超滤反冲洗排水、反渗透冲洗水、反渗透浓水和EDI冲洗水是全膜处理系统产生的废水。不同类型的废水,可以产生不同的回收效果,达到节约用水的目的。为了尽可能提高系统水的循环利用率,项目在系统设计中要考虑以下因素:(1)电渗析的所有极端水回收至超滤生产水池,二级反渗透的所有浓缩水回收至超滤产水箱。(2)从废水池、水泵到循环冷却塔进行超滤反冲洗排水,补充循环水。通过以上设计和优化,整个系统的水回收率可达85%以上,节水效果非常明显^[7]。

总而言之,我国对膜分离技术的研究还不成熟,全膜法在水处理设计中的应用较少。通过对全膜法的描述和分析,设计一种完整的膜法处理水,不仅可以比传统的水处理方法更有效地处理和回收工业废水,而且可以节省运行成本,具有一定的理论意义和现实意义^[8]。

参考文献:

- [1]高飞.试论环境保护种全膜法水处理公会议技术的应用[J].石化技术,2018(11):184.
- [2]韩佳园,朱志.水处理技术现状及应用[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2013(2):121-125.
- [3]宋辉辉.全膜法在工业污水处理设计中的应用[J].建筑工程技术与设计,2017(28):1850.
- [4]吕高志.膜分离技术在工业水处理领域的应用[J].河南化工,2012(20):3-4.
- [5]冯帅.电厂锅炉补给水处理中全膜法处理工艺的应用研究[J].工业加热,2020,49(04):37-39.
- [6]何听.制药用水反渗透和纳滤系统的运行和维护管理[J].机电信息,2010(17):29-31.
- [7]罗双全,李小宁,张涛,秦续盛.提高沙漠苦咸水淡化橇回收率的工艺研究与基础设计[J].中国化工贸易,2015(31):3-5.
- [8]曲科宇,韩庆祥.全膜法水处理工艺在环境保护中的有效应用[J].工程建设与设计,2020(02):140-141.