

膜分离技术的应用——膜生物反应器

山西省化工研究所 马建蓉

膜分离是指通过特定的膜的渗透作用,借助于外界能量或化学位差的推动,对两组分或多组分气体或液体进行分离、分级、提纯或富集。膜分离技术作为一种新的分离净化技术,过程无多相变化,且在常温下进行操作,具有高效、节能、工艺简单等特点。与传统分离技术相比,如蒸发、萃取或离子交换,膜分离不仅可以避免组分受热变性或混入杂质,通常还有能耗低和效率高的特点,因而可带来显著的经济效益,所以其发展迅速,应用也越来越广泛。

长期以来,在处理生活污水和工业废水采用重力沉降池,使处理水和微生物固液分离,但其存在几方面的问题:1 由于沉淀池固液分离效率不高,曝气池内的污泥难以维持较高浓度,致使处理装置容积负荷低,占地面积大,2 处理出水水质不够理想且不稳定,3 传氧效率低,能耗高,4 剩余污泥产量大,5 管理操作复杂。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,人们对水环境质量的要求也越来越高,传统的生物处理技术工艺难以满足越来越严格的污水排放标准。另一方面,经济的发展所带来的水资源的日益短缺也迫切要求开发合适的污水资源化技术,以缓解水资源的供需矛盾。因此,各种新型、改良的高效废水处理技术应运而生。其中,引人注目的是用膜分离技术代替传统的重力式沉降池,构成新型的水处理——膜生物反应器组合工艺。

1 膜生物反应器的发展

膜生物反应器最先用于微生物发酵工业。在废水处理领域中的应用研究始于60年代的美国^[1],但当时由于受膜生产技术所限,膜的使用寿命短,水通量小,使其在投入实际应用中遇到障碍。70年代后期,日本研究者根据本国国土狭小、地价高的特点对膜分离技术在废水处理中的应用进行了大力开发和研

究^[2-3],使膜生物反应器开始走向实际应用。进入80年代后,国际上对膜生物反应器的研究更是方兴未艾。法国、美国、澳大利亚等国对膜生物反应器的研究也投入了很大力量,使膜生物反应器的研究内容更加全面深入,为90年代的进一步推广应用奠定了技术基础。

现在膜生物反应器已成功地应用于水道污水处理^[4],粪便污水处理^[5,6],垃圾渗滤液等废水处理中。

我国对膜生物反应器的研究还刚刚起步,1993年上海华东化工学院研究了用膜生物反应器处理人工合成污水和制药废水的可行性。吴开芬等人研究了用中空纤维超滤膜处理回用印钞厂擦板液^[7]的可行性,但有关实际应用尚未见报道。

2 膜生物反应器的优点:

膜生物反应器是将膜技术与生物处理技术相结合的水净化再生技术,膜具有高的截留作用,与处理效果稳定的生物反应器结合后便产生良好的水处理效果,同以往的处理工艺相比较,此方法具有以下优点:

A 节省占地面积。同传统的处理流程相比,膜生物反应器的流程比较简单,布置紧凑,利用膜组件代替了固液分离系统,节省了二沉淀池,减少了占地。

B 提高了处理水质,且水质稳定,出水宜于回用^[8]。膜生物反应器的处理效率高,可以截留去除大部分的有机污染物和细菌,使最终的出水水质能够满足回用标准。

C 抗冲击负荷,对水质水量的变化有较强的适应性。特别是复合式膜生物反应器,当原水水质、水量突然改变时,出水水质不会发生多大变化。

D 检修维护方便,可以节省处理设施的操作人数。

3 膜生物反应器的工艺组成:

膜生物反应器组合工艺一般由生物反应器和膜分

离组件构成。根据膜组件设置的位置,可分为分置式和一体式两种。根据生物反应器有无供氧又可分为好氧式膜生物反应器和厌氧式膜生物反应器。

分置式膜生物反应器的膜组件一般采用加压的方式,生物反应器的混合液经泵增压后进入膜组件,在压力作用下混合液中的液体透过膜,成为系统处理水,固体物、大分子物质等则被膜截留,随浓缩液回流到生物反应器内。分置式的特点是运行稳定可靠,操作管理容易,易于膜的清洗、更换及增设,但一般条件下为减少污染物在膜表面的沉淀,由循环泵提供的水流流速都很高,为此动力消耗较高。

一体式的膜生物反应器组合工艺是将膜组件置入反应器内,通过真空泵或其他类型泵抽吸,得到过滤液。为减少膜面污染,延长运行周期,一般泵的抽吸是间断运行的。与分置式相比,一体式的最大特点是运行动力费用低,但在运行稳定性、操作管理方面和清洗更换上不及分置式。

目前,分置、好氧式膜生物反应器技术较为成熟,应用较广,一体式和厌氧式膜生物反应器的应用实例还较少。表1给出分置好氧式膜生物反应器的操作参数和处理效果。

4 膜生物反应器在废水处理中的应用实例:

4.1 在中水道污水回用中的应用

中水道系统是污水回用的一大对策。在日本等国已得到广泛实施,由于受使用目的和城市建筑的限制,一般要求回用于中水道的处理水必须有良好的水质,不能产生卫生上的问题,视觉或嗅觉的不快感,同时要求污水处理系统流程简单,占地小,有很高的稳定性,并且方便管理。膜生物反应器正是具备了这些特点,因此80年代在日本等国首先得到了广泛应用。如日本三井石化工业公司建在东京某大楼的水再生系统,日处理水量已达200m³/d,目前在日本已有近100处的高楼的中水处理采用了膜生物反应器。

4.2 在粪便污水处理中的应用

粪便污水中有机含量很高,其处理普遍采用生物法,但一般必须先将污水稀释后才能进行正常处理。膜生物反应器的出现使粪便污水经稀释的直接处理变

为可能^[7,8]。日本开发了各种应用膜分离技术的粪便污水处理工艺,其核心是超滤膜组件和高浓度的活性污泥法相结合。如某一粪便污水处理厂采用的主要的处理流程为:活性污泥-膜分离组合工艺→混凝→膜分离组合工艺→活性炭吸附→出水。

总之,膜生物反应器具有处理效果好、出水水质稳定、设备简单、占地空间省和操作管理方便等优点,在水资源日益紧张的今天,膜生物反应器作为一种新型、高效的水处理技术已受到各国水处理工作者的重视。随着膜科学的发展,不断开发的膜材料,膜材料价格将有所降低,膜生物反应器应用将更为广泛。

分置好氧式膜生物反应器的操作参数和处理效果

表 1

废水种类	合成废水	生活污水	含油废水	大楼废水
膜形状	管式	管式		平板式
膜材料	聚砜	聚砜	28GTAM	聚丙烯腈
膜孔径(m)	0.01	50000 ^b	10000 ^b	20000 ^b
膜压(bar)	1.35-1.26	1-2	1.4-4.8	
膜面积(m ²)	0.1	0.42		40
膜通量(L/m ² .h)	46.8		40	130
温度(°C)	26-28			
PH值	7.2-7.6		6	5.9-7.8
MLSS(g/L)	6-40	8-10	18	6-8
HRT(h)	7.6-24	8	10	
SRT(d)	1.5-8	100	75	
容积负荷(kgCOD/m ³ .d)	8-50	0.45-1.5		
进水COD(mg.L)	680-14100 ^a	250-550	29434	214-1020 ^a
COD去除率(%)	99.5 ^a	>92	91	~100 ^a
文献号	7	8	9	10

a: BOD₅; b: 截留分子量