

连续微滤膜系统应用于污水深度处理

宋来洲¹, 李 健²

(1.燕山大学环境与化学工程系, 河北 秦皇岛 066004; 2.天津经济技术开发区污水处理厂, 天津 300457)

摘 要:将污水处理厂生物处理的二级出水,采用连续微滤膜(CMF)系统进行深度处理,满足多用途回用。一方面消除了二级出水潜在的二次环境污染,同时有效地利用了水资源,实现了对水资源合理地利用和保护,这对我国淡水资源缺乏的北方地区水资源利用和保护具有重大意义。采用连续微滤膜分离系统对天津经济技术开发区污水处理厂 SBR 工艺的二级出水进行深度处理中试试验研究,二级出水经过 CMF 膜分离系统处理后,悬浮物小于 5mg/L,浊度小于 0.5NTU,细菌和大肠杆菌几乎全部去除。

关键词:SBR 二级出水;连续微滤(CMF);污水深度处理和回用;中试试验

中图分类号:TQ028.8;X703.1

文献标识码:A

文章编号:1000-3700(2005)04-0074-03

我国是淡水资源缺乏的国家之一,淡水资源在时间和空间上分布不均匀,北方地区水资源短缺的形势十分严峻。所以,积极拓展水资源应用领域,大力开发非传统的水资源,缓解水资源供应紧张的状况是当务之急;同时,也是经济发展和社会进步的重要保障。城市污水具有量大、集中、水质较为稳定的特点,是一种潜在的水资源。天津经济技术开发区污水处理厂引进挪威 SBR DAT-IAT 先进工艺,自建成使用以来运行情况良好,每天可提供 10 万吨二级生化处理出水作为水源,使污水深度处理后回用成为可能。

膜分离技术极大推进了污水处理和回用的工作进展^[1-3],采用天津膜天膜公司生产的聚偏氟乙烯(PVDF)中空纤维微滤膜系统对污水处理厂二级生物处理系统的出水进行深度处理,可满足景观、冲洗路面和冲刷等市政杂用和生活杂用的需求。由于天津开发区地处盐滩,SBR 二级出水的总盐含量达 3000~6000mg/L,所以 CMF 处理出水再经过反渗透(RO)脱盐处理,可满足市政杂用、生活杂用和高级工业用水的需要,从而实现了污水深度处理后的多用途回用。

连续微滤膜系统将污水中尺寸大于膜微孔孔径的絮体和悬浮物截留在膜纤维微孔外部,而水在压力驱动下穿过纤维壁,从而实现了水与絮体和悬浮物的分离,达到去除水体中絮体和悬浮物的目的。图 1 是 CMF 系统污水深度处理的中试试验流程图,系统运行包括过滤、自动反冲洗和排污过程。CMF 系统采用天津膜天公司生产 6 英寸聚偏氟乙烯中空纤维膜组件,系统共有 3 支膜组件。每支膜组件长度为 1740mm,纤维内径为 0.6mm,外径为 1mm,膜纤维微孔平均孔径为 0.22 μ m,单支膜组件膜过滤面积为 42m²,CMF 系统实单支膜组件设计水通量为 1.5~2m³/h,水回收率大于 96%。

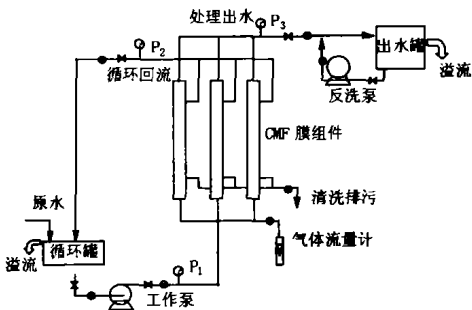


图 1 连续微滤分离膜污水深度处理中试试验流程

1 实 验

1.1 CMF 中试试验系统

当系统工作时, 打开进水阀门并调节阀门,使

进水压力 P_1 为 0.07~0.09 MPa、错流循环出口压力 P_2 为 0.03~0.05 MPa。当系统工作 30min 后或透膜压力增加到系统设定时, 系统将进行自动反冲洗。关闭进水阀门, 打开反冲洗管路上阀门, 调节阀门使反洗水流量为 0.5~1.5m³/h, 15s 左右后将反冲洗水量调整到 6~9m³/h, 气体流量计读数为 12~18 Nm³/h。清洗时间 20~100s, 然后打开排污阀门进行排污, 排污状态完成回到工作状态。

1.2 SBR 二级出水的化学量指标

SBR 二级出水的生物和化学参数列于表 1 中, SBR 出水水质符合国家污水二级排放标准。

表 1 SBR 二级出水的化学生物指标	
参数	数值
BOD ₅ (mg/L)	<20
COD(mg/L)	<120
SS(mg/L)	<30
NH ₄ ⁺ -N(mg/L)	8 ~10
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	<1

1.3 化学量的表征

污水的化学量指标依据国家所颁布的测定标准表征。

2 实验结果与讨论

2.1 CMF 系统运行结果

图 2 是 CMF 系统运行 3 个月中透膜压力 (TMP) 和透过流量 (J) 的实验结果, 随着运行时间的延长, TMP 缓慢升高, 同时透过流量呈缓慢下降的趋势。当系统自动清洗后, TMP 又有所下降, 而透过流量则又回升, 并且瞬间流量超过了设定的 4.5m³/h。当系统达到化学清洗的要求时需进行化学清洗, 每次化学清洗后, TMP 基本恢复到起始水平 (20~22kPa), 透过流量也恢复到开始的 4.5m³/h, 从图 2 看出, 系统运行是稳定的、良好的。图 3 是 CMF 出水的堵塞污染指数 SDI 的变化曲线, 从实验结果

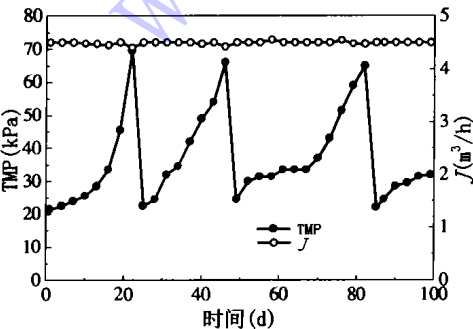


图 2 CMF 系统的透膜压力和透过流量

看出 CMF 出水的 SDI 值小于 3, 所以 CMF 出水的水质是优良的, 可满足反渗透分离膜对进水的要求。

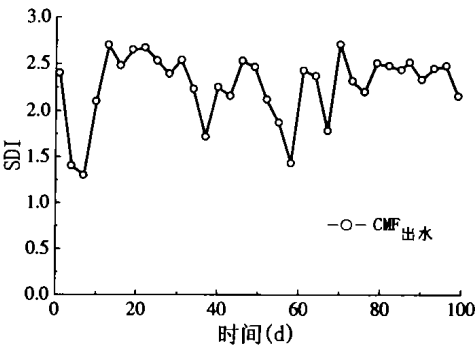


图 3 CMF 系统的堵塞污染指数 SDI

2.2 CMF 系统出水水质

图 4 是 CMF 系统进水和出水的 COD 变化曲线, CMF 系统能有效去除污水中的生物絮体和悬浮物, 所以能有效去除悬浮物部分的 COD, 图 4 的实验结果中 CMF 出水 COD 要低于进水中的 COD, 表明 CMF 系统有效去除了悬浮 COD。并且 CMF 出水中的 COD 数值低于 50mg/L, 符合生活杂用水、市政杂用水对 COD 指标的要求。图 5 是 CMF 系统进水和出水的 BOD₅ 变化曲线, 从图 5 中可知, CMF 系统去除了绝大部分的悬浮 BOD₅, 使得出水中的 BOD₅ 小于 10mg/L, CMF 分离膜出水的 BOD₅ 指标也满足生活杂用和市政杂用的水质要求。

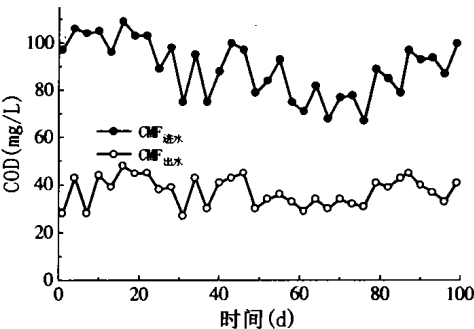


图 4 CMF 系统进出水的 COD

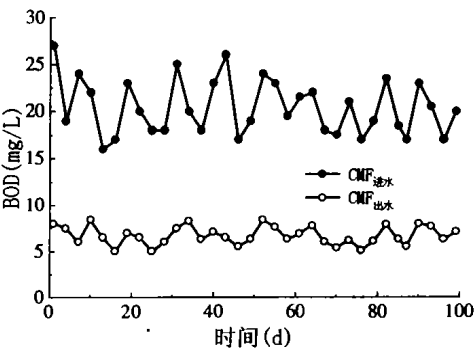


图 5 CMF 系统进出水的 BOD₅

图 6 是 CMF 系统进出水的悬浮物曲线, CMF

表 2 CMF 进水和出水的化学量指标

日 期	色度(度)		Fe(mg/L)		Mn(mg/L)		细菌(个 /mL)		大肠杆菌(个 /L)	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
2.27	10	<5	0.43	0.37	0.33	0.17	5500	<3	1100	0
3.06	15	<5	0.52	0.40	0.27	0.14	84000	0	16000	0
3.13	10	<5	0.50	0.38	0.30	0.16	100000	<3	3500	0
3.27	10	<5	0.41	0.35	0.25	0.12	91000	0	11000	0
4.03	5	<5	0.38	0.31	0.29	0.14	300000	0	10000	0
4.18	10	<5	0.45	0.39	0.34	0.16	66000	0	11000	0
5.04	10	<5	0.47	0.41	0.31	0.17	39000	0	3000	0
5.20	10	<5	0.51	0.38	0.26	0.12	10600	0	8000	0
6.03	10	<5	0.46	0.35	0.28	0.13	9500	0	8000	0

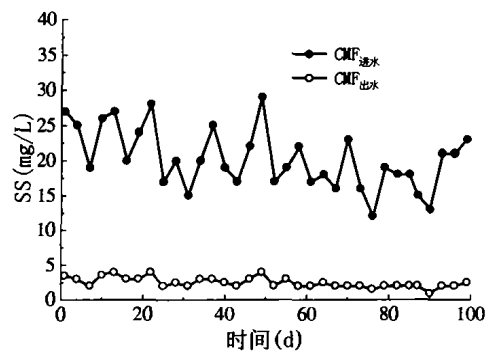


图 6 CMF 系统进出水的悬浮物

分离膜对悬浮物有良好的截留和去除效果,CMF 出水的悬浮物浓度小于 5mg/L。图 7 是 CMF 进出水的浊度曲线,CMF 系统极大地降低了二级出水的浊度,出水的浊度小于 0.5NTU。

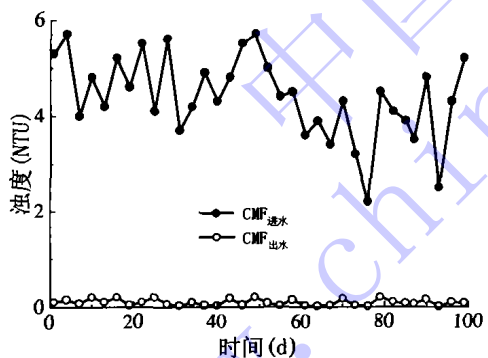


图 7 CMF 系统进出水的浊度

表 2 是 CMF 系统进水和出水的部分化学量指标测定的测定结果。从表 2 看出:CMF 系统出水色度较小,小于 5 度;CMF 系统对铁锰有 50%左右的去除,这主要是通过截留生物絮体实现的;同时系统对细菌和大肠杆菌几乎全部去除;此外,CMF 出水的 pH 值介于 6.5~7.0 之间。

实验测定结果表明,CMF 处理后出水,水质优良。实际中,由于天津开发区独特的地理位置使得 SBR 二级出水中盐分较高,出水中氯化物年平均含

量为 2350mg/L,所以必须进行污水脱盐处理,才能满足回用要求。结合其它方法进行脱盐处理(如反渗透工艺),就能够满足市政杂用、生活杂用、景观用水、绿化、工业冷却等多用途的回用,这一部分内容将另外发表。这将极大缓解淡水供需的矛盾,对我国北方地区的水资源综合利用具有极其重要的意义。

3 结 论

采用 CMF 膜系统对城市污水处理厂的生物处理的二级出水进行深度处理中试试验,CMF 系统运行稳定,出水水质优良。系统出水的浊度小于 0.5NTU,色度小于 5 度,出水几乎没有细菌和大肠杆菌。CMF 系统可以作为反渗透膜系统的预处理,出水再经过脱盐处理,就能满足市政杂用、生活杂用、景观用水、绿化、工业冷却等多用途回用的需求。

参考文献:

[1] Yasutoshi Shimizu,Yu-Ichi Okuno,Katsushi Uryu,*et al.*Filtration characteristic of hollow fiber micro-filtration membrane used in membrane bioreactor for domestic wastewater treatment[J].Wat Res.,1996,30(10): 2385-2392.

[2] S Lü bbecke,A Vogelpohl,W Dewjanin.Wastewater treatment in a biological high-performance system with high biomass concentration[J].Wat Res.,1995,29(9):793-802.

[3] E Tardieu, A Grasmick, V Geaugey, J Manem. Hydrodynamic control of bioparticle deposition in a MBR applied to wastewater treatment[J].Journal of Membrane Science,1998,147: 1-12.

[4] 吕晓龙.连续微滤技术在城市污水净化回用中的应用[J].建设科技,2002,(7): 53~55.

[5] 宋来洲.污水回用工程中膜污染防治和节能技术研究[D].博士后出站论文,天津开发区污水处理厂,2003.