

超滤处理反冲洗废水的中试研究

潘名宾¹, 李璐¹, 马军², 张晓岚³, 王争辉²

(1 中国市政工程中南设计研究院, 湖北 武汉 430010; 2 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090; 3 北京自来水集团 田村山净水厂, 北京 100039)

摘要: 采用超滤装置回收砂滤池及活性炭滤池反冲洗废水。结果表明, 中试装置运行稳定, 废水回收率 > 85%。在运行 29 个过滤周期后, 跨膜压差从 64 kPa 增加到 113 kPa, 产水量从 915 L/h 下降到 534 L/h。膜进水浊度为 1~18 NTU, 膜出水浊度 < 1 NTU, 但是膜出水浊度随进水浊度的增加而增大。膜对进水中总铁的去除率为 85%~98%, 对 COD_{Mn} 及 UV₂₅₄ 的去除率均为 20%~80%, 膜出水的总铁浓度 < 0.3 mg/L, COD_{Mn} 及 UV₂₅₄ 值分别稳定在 0.6 mg/L 和 0.009 cm⁻¹ 左右。反冲洗水的 THMFP 明显比水厂各工艺段水样的高, 经膜处理后 THMFP 显著降低。

关键词: 超滤; 反冲洗水; 回收; 跨膜压差

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2010)09-0117-03

Pilot-scale Test on Treatment of Backwash Wastewater by Ultrafiltration

PAN Ming-bin¹, LI Lu¹, MA Jun², ZHANG Xiao-lan³, WANG Zheng-hui²

(1 Central and Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute, Wuhan 430010 China; 2 School of Municipal and Environment Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090 China; 3 Tianchunshan Water Purification Plant, Beijing Waterworks Group, Beijing 100039 China)

Abstract Ultrafiltration membrane was used to reclaim backwash water from sand filters and activated carbon filters. The experiment results show that the pilot-scale equipment operates stably, and the reclamation rate of the backwash water is above 85%. After 29 filtration periods, the transmembrane pressure increases from 64 kPa to 113 kPa, and the flux decreases from 915 L/h to 534 L/h. The turbidity in membrane effluent is less than 1 NTU while the turbidity in membrane influent fluctuates between 1 NTU and 18 NTU. The turbidity in membrane effluent is increased with the increasing of the turbidity in membrane influent. The removal rates of total iron, COD_{Mn} and UV₂₅₄ by membrane are 85% to 98%, 20% to 80% and 20% to 80%. The concentrations of total iron, COD_{Mn} and UV₂₅₄ in the effluent are less than 0.3 mg/L, about 0.6 mg/L and 0.009 cm⁻¹ respectively. THMFP in backwash water is higher than that in all operational units, and THMFP value is decreased after treatment by membrane.

Key words ultrafiltration; backwash wastewater; reclamation; transmembrane pressure

水厂反冲洗水一般要经过处理达标后才允许排放, 我国自来水厂滤池反冲洗水约占水厂总产水量的 1.5%~5%, 若将这部分水回收利用将有重大意义。目前国内大部分水厂回收反冲洗水是将其收集后经简单沉淀再抽至水厂前端配水井, 与原水一同

进入后续工艺, 这种做法既会加重水厂主流程的负担, 又会因为反冲洗水中含有大量病原微生物而给出厂水水质带来安全风险。与其他工艺相比, 膜工艺只经一个步骤即可将病原微生物完全去除, 且装置占地面积小, 在处理小规模水量时比其他工艺更

具优势,因此在 20 世纪 90 年代初膜工艺开始用于反冲洗水的回收处理^[1]。笔者在北京市田村山净水厂进行超滤处理反冲洗废水的中试研究,考察了超滤膜对反冲洗废水中各指标的去除效果,旨在为水厂采用超滤处理反冲洗废水提供理论依据。

1 试验装置与方法

试验在北京市田村山净水厂进行,其生产能力为 $17 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 目前该厂将虹吸砂滤池及虹吸炭池反冲洗水收集到回收池,用泵抽至原水配水井,与原水混合后进入后续工艺。试验装置设在回收池,用潜水泵抽取回收池水作为试验装置进水(见图 1)。试验采用内压式中空纤维膜,膜材质为改性聚砜,膜丝内径为 0.67 mm ,有效膜面积为 10 m^2 ,膜组件前有一初滤装置。装置设计规模为 $24 \text{ m}^3/\text{d}$ 水温为 $5 \sim 8 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

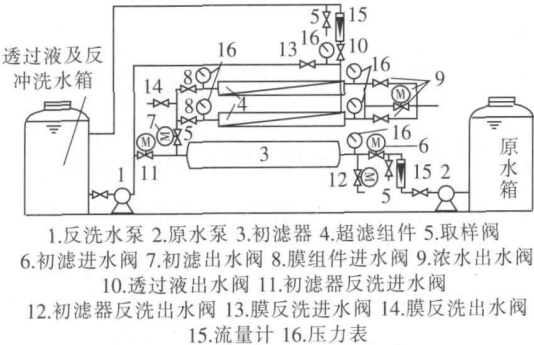


图 1 超滤回收滤池反冲洗水装置示意

Fig 1 Schematic diagram of apparatus used to reclaim backwash water by ultrafiltration

试验时间为 2007 年 11 月 24 日—2008 年 1 月 24 日。过滤周期分别为 30、45 及 60 min,每周期末用透过水反洗 5 min,反洗压力和正常操作压力相当,整个装置运行期间未对膜组件进行化学反冲洗。试验中对膜进、出水水质进行跟踪检测,检测方法均为国家标准方法。

2 结果与分析

2.1 跨膜压差(TMP)与产水量

运行中 TMP 及膜产水量的变化见图 2。可知,随过滤周期数的增加,TMP 逐渐增加,且增长速率越来越快,同时膜产水量下降,且下降速率也越来越快。在运行 29 个过滤周期后,TMP 从 64 kPa 增加到 113 kPa,膜的产水量从 915 L/h 下降到 534 L/h,这期间膜产水率均在 85% 以上。这可能是因为,膜的进水浊度大部分时间均较高,且随过滤周期数的

增加,组件内膜丝堵塞现象越来越严重的缘故。从图 2 还知,当过滤周期为 30~60 min 时,TMP 的增长速率受过滤周期的影响不大。

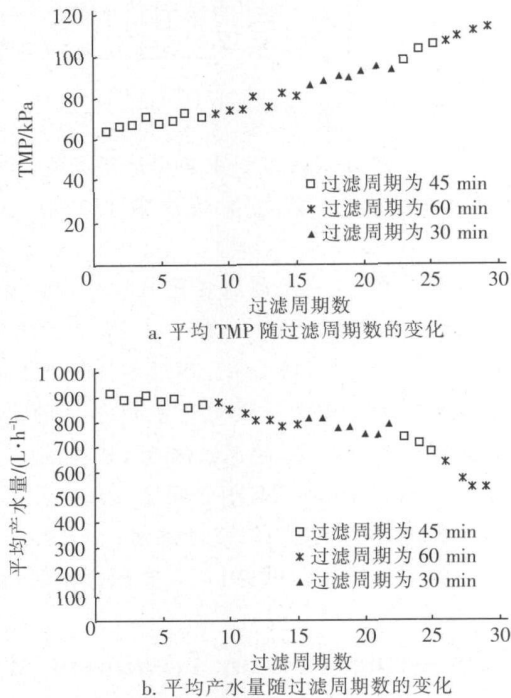


图 2 各过滤周期内平均 TMP 和平均产水量随过滤周期数的变化

Fig 2 Variation of average TMP and flux in each filtration period as a function of period sequences

2.2 出水水质

① 浊度

当膜的进水浊度为 1~18 NTU 时,膜的出水浊度均未超过 1 NTU,且当进水浊度 $< 3 \text{ NTU}$ 时,膜的出水浊度 $< 0.2 \text{ NTU}$;但膜的出水浊度随进水浊度的增大而增大,这可能是由于膜组件在运行过程中存在断丝现象所致。

② 总铁、 COD_{Mn} 及 UV_{254}

田村山水厂采用的絮凝剂为三氯化铁,反冲洗水中含有大量铁絮体颗粒,膜进水中总铁及 COD_{Mn} 的浓度均较高,膜在将这些絮体截留的同时也将铁及 COD_{Mn} 滤除。每次同时取膜进、出水水样,检测不同运行时间下膜进、出水中的总铁及 COD_{Mn} 浓度。结果表明,膜对总铁的去除率为 85%~98%,出水的总铁浓度 $< 0.3 \text{ mg/L}$;对 COD_{Mn} 的去除率为 20%~80%,出水 COD_{Mn} 浓度可稳定在 0.6 mg/L 左右。

试验过程中,膜出水的 UV_{254} 明显降低,稳定在 0.009 cm^{-1} 左右,去除率为 20%~80%,比文献[2]

中的报道值偏高。这可能是因为试验采用的滤池反冲洗水中可溶性有机物的浓度及分子质量均偏大。

③ 其他水质指标

膜装置对细菌基本可全部去除,经多次取样测定发现,膜出水的细菌总数均在 3 CFU /mL 以下。取工艺段水样及不同浊度时的膜进、出水水样测定 THMFP^[3],结果见表 1。试验过程中,所有水样的四氯化碳浓度均小于 0.000 01 mg/L、一氯二溴甲烷浓度均小于 0.000 3 mg/L。

表 1 不同水样的 THMFP变化

Tab 1 Variation of THMFP in different water samples

项 目	氯仿 /(mg• L ⁻¹)	二氯一溴甲烷 /(mg• L ⁻¹)
澄清池出水	0.007 6	0.001
虹吸出水	0.006 9	0.001
臭氧出水	0.006 2	< 0.001
炭池出水	0.007 4	< 0.001
膜进水	低浊	0.012 8
	高浊	0.029 1
膜出水	低浊	0.008 9
	高浊	0.008 6

从表 1可知,反冲洗水对 THMFP有很好的富集效果,膜出水的 THMFP基本与工艺段水样处在同一水平。

3 结论

采用超滤处理滤池反冲洗水,系统运行稳定,废

水回收率在 85% 以上。膜系统出水水质良好,总铁浓度 < 0.3 mg/L,去除率为 85% ~ 98%; COD_{Mn}及 UV₂₅₄值分别稳定在 0.6 mg/L 及 0.009 cm⁻¹左右,去除率均为 20% ~ 80%。反冲洗水对 THMFP有很好的富集效果,膜出水的 THMFP基本与工艺段水样处在同一水平。膜组件在运行过程中存在膜丝堵塞现象,造成操作压力升高、通量下降,建议采用膜丝内径稍大的组件。

致谢:感谢大连宏博水科技有限公司提供设备及技术支持。

参考文献:

[1] 曹占平,张景丽.膜技术回收处理水厂生产废水试验研究[J].中国给水排水,2008,24(17):87-91

[2] 黄国鑫,黄继国,金爱芳.超滤工艺处理油田清水注水工程的设计与运行[J].中国给水排水,2008,24(22):68-71

[3] 隋铭皓,马军.多相催化臭氧氧化对CHCl₃生成势降解效能研究[J].哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2004,20(5):552-555

电话:15071329202
E-mail:panmingbing1984@yahoo.com.cn
通讯作者:马军
收稿日期:2009-10-09

(上接第 116页)

在长时间的运行中,电吸附设备的性能未见衰减的迹象,比较稳定。

2.4 能耗及得水率

经计算,EST的制水能耗仅为 1.25 kW•h/t,电吸附技术除盐的能耗较低,其根本原因在于能量主要用于离子的迁移,即有区别性地把离子从水中分离出来,而不像膜技术是把水分子从待处理的原水中分离出来。在吸附的过程中仅仅是离子发生迁移,在电极上并没有发生明显的法拉第反应。另外,电吸附电极还相当于一个电容器,电能以离子的形式储存在电容器中,可采取一定的措施进行能量回收,使能耗进一步下降。试验过程中,总进水为 1 056.7 t,总出水为 772.5 t,则系统的得水率为 73.1%。

3 结论

电吸附设备的电极再生效果良好,在长期的运

行中其性能未见衰减。在原水电导率均值为 1 654 μS/cm时,除盐率为 82.1%,得水率为 73.1%,能耗为 1.25 kW•h/t,表明电吸附技术除盐效果好、得水率高且能耗低。与传统除盐工艺相比,电吸附系统无需对原水进行严格的预处理,只需经简单过滤即可。同时,运行过程中不用添加任何药剂,操作较简单,系统再生时也无需酸碱,仅将电极短接放电并以原水冲洗即可。由此可见,电吸附技术在钢铁行业污水的再生回用中有着良好的应用前景。

参考文献:

[1] 孙晓慰.电吸附水处理技术及设备[J].工业水处理,2002,22(8):1-3

E-mail:zhao linbes@126.com
收稿日期:2009-11-20