

# Comparison of Decontamination Performances of Coagulation-Ultrafiltration Process and Traditional Process

Ming Qu

Fushun City Water Company, Fushun  
Email: lsw19890107@163.com

Received: May 20<sup>nd</sup>, 2013; revised: Jun. 23<sup>th</sup>, 2013; accepted: Jun. 30<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Ming Qu. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** This paper investigated the decontamination performances on the treatment of micropolluted raw water by applying coagulation-ultrafiltration technology and compared this technology with the traditional process. The results showed that under the best combination of process parameters, the removal rates of turbidity, COD<sub>Mn</sub> and UV<sub>254</sub> by ultrafiltration were 95.61%, 40.42%, and 37.12% respectively. Water quality index of ultrafiltration was better than that of the traditional process, except that effluent of membrane UV<sub>254</sub> effect was poor under low temperature and low turbidity.

**Keywords:** Coagulation; Ultrafiltration; Short Flow

## 混凝 - 超滤工艺与传统工艺除污性能的比较

曲 明

抚顺市自来水公司, 抚顺  
Email: lsw19890107@163.com

收稿日期: 2013 年 5 月 20 日; 修回日期: 2013 年 6 月 23 日; 录用日期: 2013 年 6 月 30 日

**摘 要:** 本文采用混凝 - 超滤工艺处理微污染原水, 考察工艺除污性能, 并与传统工艺进行比较。试验表明: 在最佳工艺组合参数条件下, 超滤膜对浊度的去除率为 95.61%, 对 COD<sub>Mn</sub> 的去除率为 40.42%, 对 UV<sub>254</sub> 的去除率为 37.12%; 除在低温低浊期超滤膜出水 UV<sub>254</sub> 效果较差外, 其他水质期超滤膜各出水水质指标效果均优于传统工艺。

**关键词:** 混凝; 超滤; 短流程

### 1. 引言

随着生活水平的日益提高, 人们对饮用水水质的要求也越来越高, 传统工艺在水处理中的局限性也显现出来。超滤膜因其对浊度、细菌、病毒等去除效果良好, 并且占地面积小, 自动化程度高等优点, 被誉为第三代水处理工艺<sup>[1]</sup>。然而, 由于超滤膜的孔径相对加大, 直接过滤对有机物的去除效果不好, 长时间运行极易引起膜污染。因此, 在超滤处理前, 对原水进行适当预处理, 一方面能够提高有机物的去除效

果; 另一方面还能减轻膜污染, 降低运行费用<sup>[2-4]</sup>。笔者针对大伙房水库微污染原水, 对混凝 - 超滤短流程工艺的除污性能进行研究, 并与常规处理工艺进行比较。

### 2. 材料和方法

#### 2.1. 工艺流程及运行参数

原水经加药混合反应后, 先经过自清洗过滤器去除较大颗粒物, 再进入超滤膜组件过滤产水。膜处理

单元的过滤周期为 30 min，反冲洗历时 1 min，反冲洗水为滤膜产水，整个动作由 PLC 自动运行控制。工艺流程见图 1。

## 2.2. 膜工艺参数

试验采用海南立升公司生产的 LH3-1060-V 型内压式中空纤维膜，膜材料为 PVC 合金，膜丝内外径为 1.0/1.6 mm，截留分子量为 50,000 Da，膜面积为 40 m<sup>2</sup>。

## 2.3. 原水水质

试验期间的原水水质见表 1。

## 2.4. 分析方法

温度：玻璃温度计，浊度：台式浊度仪，COD<sub>Mn</sub>：酸性高锰酸钾法，UV<sub>254</sub>：用紫外分光光度计。

## 3. 结果与讨论

试验中使用的絮凝剂为聚合氯化铝；絮凝剂最佳投加量为 7 mg/L，最佳絮凝时间为 15 min，最佳膜清洗时间为 15 min。

### 3.1. 混凝 - 超滤工艺的除污性能

#### 3.1.1. 浊度的去除效果

试验期间，在低温低浊期和常温常浊期两个水质期原水浊度较为稳定，并处于较低水平，在高温高浊期由于雨季的来临，导致浊度的急剧升高。

由图 2 可知，在不同水质期，超滤膜短流程工艺的出水的浊度都比较稳定，范围在 0.039~0.101 NTU 之间，平均值为 0.060 NTU，浊度小于 0.1 NTU 的保证率可达 99% 以上，并且出水浊度不受原水水质的影响，远低于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006) 规定的小于 1NTU 的限值。与此同时，将军水厂传统工艺砂滤池出水浊度在 0.15~2.76NTU 之间，表明超滤膜在截留颗粒物方面具有一定的优势，浊度去除方面效果远好于传统水处理工艺。

#### 3.1.2. COD<sub>Mn</sub> 的去除效果

由图 3 可知，在低温低浊期，超滤膜出水的 COD<sub>Mn</sub> 在 1.23~2.55 mg/L 之间，平均值为 2.06 mg/L，平均去除率为 30.66%；常温常浊期，在 1.31~2.51 mg/L 之间，

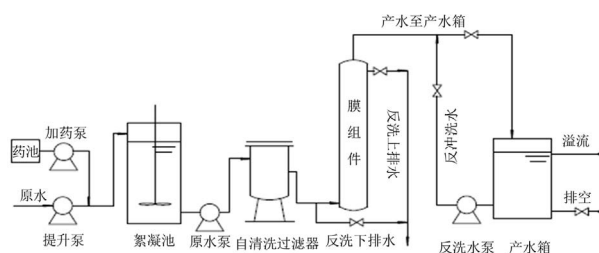


Figure 1. The process chart of ultrafiltration process  
图 1. 超滤短流程工艺流程图

Table 1. Raw water quality of the Da Huofang reservoir at different period

表 1. 大伙房水库不同水质期的主要水质指标

水质指标	低温低浊期 (2.15~5.10)		常温常浊期 (5.11~6.30)		高温高浊期 (7.1~8.28)	
	范围	均值	范围	均值	范围	均值
温度/℃	2.0~9.0	3.79	8.8~20.8	15.4	20.0~26.0	23.7
浊度/NTU	0.37~1.56	0.70	1.25~1.87	1.45	1.20~20.10	4.12
PH	7.1~7.5	7.29	7.1~7.4	7.33	7.1~8.0	7.45
COD <sub>Mn</sub> /mg/L	2.29~3.84	2.98	2.29~3.79	3.04	2.54~4.40	3.32
UV <sub>254</sub> /cm <sup>-1</sup>	0.032~0.077	0.055	0.043~0.070	0.052	0.046~0.082	0.061

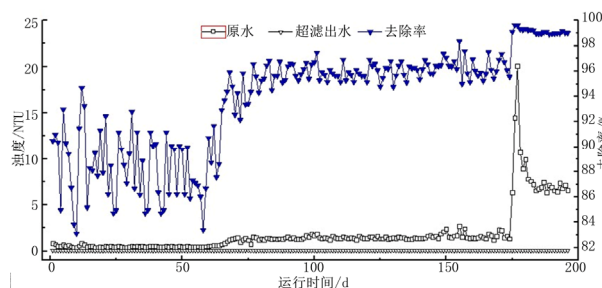


Figure 2. The removal of turbidity of ultrafiltration process  
图 2. 超滤 - 短流程工艺对浊度的去除情况

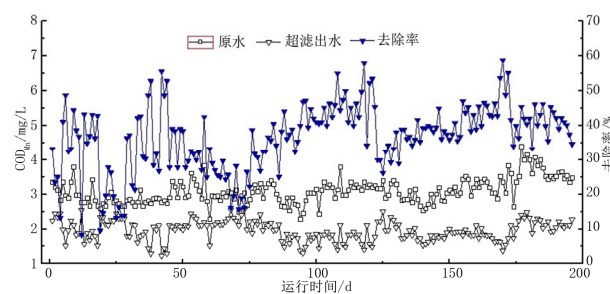


Figure 3. The removal of COD<sub>Mn</sub> of ultrafiltration process  
图 3. 超滤膜短流程工艺对 COD<sub>Mn</sub> 的去除情况

平均值为 1.80 mg/L，平均去除率为 40.66%；高温高浊期，在 1.38~2.48 mg/L 之间，平均值为 1.93 mg/L，平均去除率为 41.60%；可以看出在低温低浊期，处理效果没有其它两个水质期好，这主要是由于在低温低

浊期, 由于原水水质较好, 相当一部分时间是通过原水直接超滤, 而在其他两个水质期, 均在超滤膜前增加了一些预处理手段。总体来说, 不同水质期超滤膜出水均能满足《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)规定的 3 mg/L 的限值。

### 3.1.3. UV<sub>254</sub> 的去除效果

试验期间, 低温低浊期, 原水的 UV<sub>254</sub> 在 0.032~0.077 cm<sup>-1</sup> 之间, 平均值为 0.055 cm<sup>-1</sup>; 常温常浊期, 在 0.043~0.070 cm<sup>-1</sup> 之间, 平均值为 0.052 cm<sup>-1</sup>; 高温高浊期, 在 0.046~0.082 cm<sup>-1</sup>, 平均值为 0.061 cm<sup>-1</sup>, 如图 4 所示为超滤膜短流程工艺对 UV<sub>254</sub> 的去除情况。

由图 4 可知, 在低温低浊期, 超滤膜短流程工艺出水的 UV<sub>254</sub> 在 0.013~0.068 cm<sup>-1</sup> 之间, 平均值为 0.042 cm<sup>-1</sup>, 平均去除率为 23.37%; 在 0.025~0.042 cm<sup>-1</sup> 之间, 平均值为 0.033 cm<sup>-1</sup>, 平均去除率为 35.18%; 高温高浊期, 在 0.026~0.051 cm<sup>-1</sup> 之间, 平均值为 0.039 cm<sup>-1</sup>, 平均去除率为 36.25%; 由于在常温常浊期和高温高浊期超滤膜前有一些预处理方法, 而在低温低浊期绝大部分时间是原水直接超滤<sup>[5-7]</sup>, 所以对 UV<sub>254</sub> 的处理效果没有常温常浊期和高温高浊期好。

## 3.2. 传统工艺与混凝-超滤工艺出水水质比较

试验所在水厂采用两套工艺进行制水, 第一套澄清工艺混凝采用翼片折板絮凝池, 沉淀采用小间距斜板沉淀池; 第二套澄清工艺采用机械加速澄清池。这两套工艺滤池均采用双层滤料普通快滤池(上层滤料为无烟煤, 下层滤料为石英砂), 消毒均采用液氯消毒方法。试验期间分别比较了不同水质期水厂传统工艺出水 and 混凝-超滤膜工艺出水的水质情况, 主要比较的水质指标为浊度、COD<sub>Mn</sub>、UV<sub>254</sub>。

### 3.2.1. 浊度去除效果比较

从表 2 可以看出原水的浊度随着温度的升高而增大, 水厂出水的浊度受原水浊度变化的影响较大, 当原水浊度增大时, 水厂出水浊度也在增大, 而超滤膜出水浊度不受原水浊度的影响, 各个水质期出水浊度都比较稳定, 并且基本能保证在 0.1NTU 以下, 可见, 与传统工艺相比, 超滤膜在浊度去除方面优势明显。

### 3.2.2. COD<sub>Mn</sub> 去除效果的比较

从表 3 可以看出原水的 COD<sub>Mn</sub> 随着温度的升高

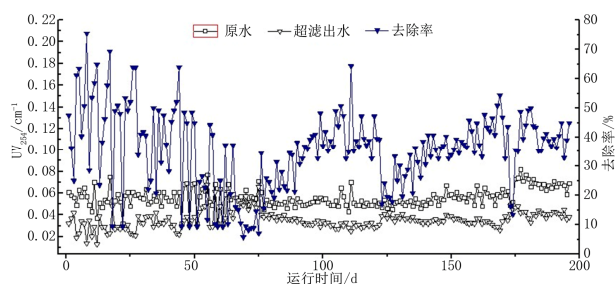


Figure 4. The removal of UV<sub>254</sub> of ultrafiltration process  
图 4. 超滤膜短流程工艺对 UV<sub>254</sub> 的去除情况

Table 2. The comparison of the turbidity removal effect at different period  
表 2. 不同水质期出水浊度指标的比较

		低温低浊期	超温常浊期	高温高浊期
原水	范围/NTU	0.37~1.56	1.25~1.87	1.20~20.10
	平均值/NTU	0.70	1.45	4.12
水厂出水	范围/NTU	0.15~0.54	0.31~0.44	0.32~2.76
	平均值/NTU	0.24	0.38	0.67
	去除率/%	63.64	73.49	76.46
超滤出水	范围/NTU	0.039~0.101	0.044~0.076	0.045~0.082
	平均值/NTU	0.059	0.059	0.062
	去除率/%	90.05	95.93	97.36

Table 3. The comparison of the COD<sub>Mn</sub> removal effect at different period  
表 3. 不同水质期出水 COD<sub>Mn</sub> 指标的比较

		低温低浊期	超温常浊期	高温高浊期
原水	范围/mg/L	2.29~3.84	2.29~3.79	2.54~4.40
	平均值/mg/L	2.98	3.04	3.32
水厂出水	范围/mg/L	1.52~2.99	1.80~2.95	1.80~2.96
	平均值/mg/L	2.16	2.27	2.51
	去除率/%	27.32	25.32	24.16
超滤出水	范围/mg/L	1.23~2.55	1.31~2.51	1.38~2.48
	平均值/mg/L	2.06	1.80	1.94
	去除率/%	30.66	40.66	41.30

而增大, 水厂出水受原水水质情况影响较大, 当原水的 COD<sub>Mn</sub> 较大时, 出水的 COD<sub>Mn</sub> 亦较大。总体来说, 超滤膜出水的 COD<sub>Mn</sub> 小于将军水厂出水, 并且低于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)规定的 3 mg/L 的限值。在低温低浊期, 大多数情况下原水直接

超滤, 所以此时对  $COD_{Mn}$  的去除率不高, 而在其它两个水质期, 超滤膜前都对原水采取一定的预处理措施, 所以得到了较高的去除率<sup>[8]</sup>。总而言之, 超滤膜对  $COD_{Mn}$  的去除效果不仅受原水水质变化情况的影响, 而且还和膜前预处理方法关系密切。

### 3.2.3. UV<sub>254</sub> 去除效果的比较

表 4 分别列出了不同水质期原水、水厂出水 and 超滤膜短流程工艺出水  $UV_{254}$  的情况, 可以看出原水  $UV_{254}$  在前两个水质期较低, 在高温高浊期较高, 主要受到雨季降雨影响较大, 总体来看将军水厂出水  $UV_{254}$  较为稳定, 平均值在  $0.04\text{ cm}^{-1}$  左右, 平均去除率都在 30% 左右。在常温常浊期和高温高浊期超滤膜短流程工艺出水的  $UV_{254}$  小于水厂出水, 主要是由于在这两个水质期, 超滤膜前都采取了一些预处理措施, 而在低温低浊期, 大多数情况下由于原水直接超滤, 所以此时对  $UV_{254}$  的去除率不高, 仅为 23.37%, 效果差于将军水厂出水。所以通过超滤膜直接过滤原水时, 对  $UV_{254}$  去除效果不好, 要想达到更好的处理效果, 必须在超滤膜前增加有效的预处理措施来弥补这种不足<sup>[9-11]</sup>。

## 4. 小结

1) 当混凝 - 超滤短流程工艺采用最佳参数时, 超滤膜出水浊度小于 0.1 NTU 的保证率为 100%, 对  $COD_{Mn}$  的去除率为 40.42%, 对  $UV_{254}$  的去除率为 37.12%。

2) 通过比较超滤膜短流程系统出水和水厂出水发现, 除在低温低浊期超滤膜出水  $UV_{254}$  效果较差外, 其他水质期超滤膜各出水水质指标效果均优于传统

**Table 4. The comparison of the  $UV_{254}$  removal effect at different period**  
**表 4. 不同水质期出水  $UV_{254}$  指标的比较**

		低温低浊期	超温常浊期	高温高浊期
原水	范围/ $\text{cm}^{-1}$	0.032~0.077	0.043~0.070	0.046~0.082
	平均值/ $\text{cm}^{-1}$	0.055	0.052	0.061
水厂出水	范围/ $\text{cm}^{-1}$	0.016~0.064	0.023~0.045	0.033~0.059
	平均值/ $\text{cm}^{-1}$	0.039	0.038	0.044
	去除率/%	30.21	26.62	26.69
超滤出水	范围/ $\text{cm}^{-1}$	0.029~0.068	0.025~0.042	0.026~0.048
	平均值/ $\text{cm}^{-1}$	0.042	0.033	0.037
	去除率/%	23.37	35.18	38.83

工艺。

## 参考文献 (References)

- [1] 李圭白, 杨艳玲. 超滤——第三代城市饮用水净化工艺的核心技术[J]. 供水技术, 2007, 1(1): 1-3.
- [2] 王捷, 张宏伟, 贾辉等. 预处理技术在膜饮用水处理中的研究进展[J]. 天津工业大学学报, 2005, 24(5): 98-104.
- [3] 董秉直, 陈艳. 混凝对膜污染的防止作用[J]. 环境科学, 2005, 26(1): 90-93.
- [4] 芮旻, 曹德意等. 微/超滤膜组合饮用水处理技术及工程应用[J]. 中国给水排水, 2010, 26(8): 15-19.
- [5] 张丽华, 李圭白, 李星等. 用混凝-超滤法处理低温低浊水[J]. 膜科学与技术, 2007, 27(6): 59-62.
- [6] 郭伟峰, 白小东. 强化混凝工艺处理滦河低温低浊水的试验研究[J]. 山西建筑, 2010, 36(12): 187-188.
- [7] 史惠婷, 杨艳玲, 李星等. 混凝-超滤处理低温低浊污染水试验研究[J]. 哈尔滨商业大学学报, 2010, 27(2): 144-148.
- [8] 何文杰, 顾金辉等. 混凝 - 超滤工艺处理滦河水的中试研究[J]. 中国给水排水, 2007, 23(9): 73-76.
- [9] 何文杰, 康华等. 莫混凝反应器处理滦河水中试研究[J]. 中国给水排水, 2007, 23(7): 23-27.
- [10] 孙丽华, 李星等. 五种预处理方式对超滤膜处理松花江水的能效比较[J]. 给水排水, 2007, 33(5): 133-136.
- [11] 董秉直, 刘凤仙, 桂波. 在线混凝处理污染源水的中试研究[J]. 工业水处理, 2008, 28(1): 40-43.