

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

管狀型陶瓷薄膜過濾設備應用於水處理之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：CNEV-91-18

執行期間：91 年 1 月 1 日至 91 年 12 月 31 日

計畫主持人：張棟江 副教授

共同主持人：林秀雄 副教授

計畫參與人員：丁俊宏、陳元介

執行單位：嘉南藥理科技大學環境工程衛生系

中華民國 92 年 2 月 25 日

摘要

本研究之過濾系統係以管狀型陶瓷薄膜為濾材，以活塞為動力，並結合進流水掃流及濾液逆洗等去阻塞設備之優點，能有效地節省能源且提高薄膜處理之成效。在過濾進行中，經由電磁閥之控制，使得薄膜圓管在每一過濾周期中，先受逆向吸力之作用導引部份濾液來逆洗薄膜後再進行過濾，然當活塞往復進行過濾數個周期後，配合活塞壓縮時控制電磁閥開啟，將靠近薄膜表面附近適當量濃縮液以掃流方式排出系統迴流至前面處理單元或儲槽中，以減低因濃縮液濃度增加而造成濾速減小之現象。

由實驗結果顯示，當過濾周期時間為 90 秒，過濾時間及逆洗時間分別為 85 秒與 5 秒，濃縮液以每三周期排放 1 次可獲得最大之濾液流量。於實驗中採用各種不同孔徑之陶瓷薄膜圓管，並分別以直接過濾和以混凝為前處理二種之處理方式來進行染整廢水處理。在濾液流量方面：以直接過濾處理方式當薄膜孔徑為 $0.14\ \mu\text{m}$ 時所獲得之濾液流量為最大，而當薄膜孔徑為 $0.20\ \mu\text{m}$ 時所獲得之濾液流量為最小；另以膠凝為前處理處理方式當薄膜孔徑亦以去除分子量 MWC0 15 萬時所獲得之濾液流量為最大，而仍以薄膜孔徑為 $0.20\ \mu\text{m}$ 時所獲得之濾液流量為最小，此端視懸浮液中粒徑分佈情形而定。在過濾水質方面：混凝過濾對於濁度去除效果佳，但在 TOC 和 COD 的去除效果則仍不佳。

關鍵詞；薄膜過濾，逆洗，染整廢水，排放周期

一、緒論

一般而言，造成薄膜過濾濾速衰減現象可歸納為兩個原因：一為薄膜表面濾餅之形成使得過濾阻抗增加，通常此為可逆現象；此即藉由改變進流水方向成為掃流過濾之方式，在過濾進行中，懸浮液中之微粒除受濾液拉曳力作用之外同時也受流場逆傳輸作用力之作用而離開薄膜表面，最後濾液拉曳力與流場逆傳輸作用力兩力達到平衡時，使聚積在濾面之濾餅厚度不再增加而濾速亦能保持一穩定狀態^(1,2,3)但目前掃流過濾方式之設備卻有愈趨複雜之趨勢，且因進流水由壓力抽送不斷循環，而壓濾通過薄膜之濾液流量比起掃流之迴流液流量甚小，故相對有效作功之能量比例甚低且迴流液濃度愈來愈高濾液流量愈來愈小，故顯得不經濟^(4,5)。另一原因為薄膜內部孔道之阻塞現象使得過濾阻抗增

加，此為不可逆現象，而此一阻塞現象與微粒及薄膜特性有關，故難以藉由掃流或操作條件之變化來控制，但可藉著慎選適當的薄膜孔徑或應用一些前處理方法或使用多種型式之去阻塞設備：包括進出流水和濾液脈衝方式、空氣或濾液逆洗方式、薄膜過濾器加裝電場或超音波震盪方式等，來加以控制及克服，然根據過去文獻所做之研究，顯示以濾液逆洗方式最為經濟且效果最佳^(6,7,8)。

故綜合以上 MF 之過濾效率及經濟性之考量，著者在前期之研究以改善傳統垂直流過濾方式，研發以活塞為動力並圓管型無機薄膜處理設備，並結合進流水掃流及濾液逆洗等去阻塞設備之優點，能有效地節省能源且提高薄膜處理之成效。然由前期之研究結果顯示其使用之有機薄膜雖具有過濾阻抗小之優點，但卻易受酸鹼侵蝕及不能再生使用、拆裝麻煩等缺點，而無法廣泛的應用於各種工業廢水之處理。是以本研究改以高機械強度及穩定性、高耐溫性、耐化學藥性、有較大的 pH 操作範圍、易清洗再生與較佳之生物穩定性等優點之無機薄膜取代前研究所使用之有機薄膜，並探討最佳之過濾-逆洗之時間周期與最佳之濃縮液排放頻率。本設備亦以東豐染整廠之染整廢水為水樣，分別以直接過濾和以混凝為前處理二種之處理方式，於實驗中藉由處理前後水質之濁度、懸浮固體物、COD 與 TOC 質之監測及濾液流量之量取，來探討各種處理之成效。

二、實驗設備及方法

1. 實驗裝置

本計劃之實驗配置圖如圖 1 所示，其主要設備分述如下：

(1) 管狀型薄膜過濾裝置

採用法國 Tech-set Company 的 Micro-Carbosep 20 system 外管為不銹鋼套管製成，管長為 27.5 公分，管內徑為 2 公分，管二端設有過濾進流水與出流水之進出口，另外管身亦設有濾液出口可收集濾液。不銹鋼套管內可套裝長 20 公分、內徑 0.6 公分之陶瓷薄膜圓管，進流水由陶瓷薄膜圓管內部進入壓力透過薄膜，待充滿內、外管之間隙後經由濾液出口收集至天平稱重，再傳訊至電腦記錄繪圖之。

(2) 動力設備

本實驗動力設備係以空壓機壓縮空氣，並藉油壓裝置(直徑為 10cm、高 30cm 二槽)來推進活塞做往復式之運動，活塞直徑為 6cm，活塞最大推進路徑為 30cm(不銹鋼

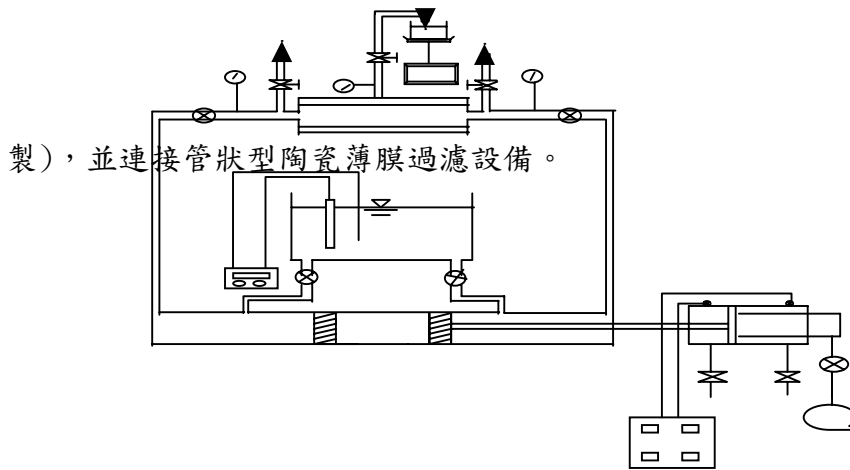


圖 1 薄膜過濾系統實驗裝置圖

三 實驗結果與討論

1. 最佳過濾與逆洗之時間間距

當薄膜過濾之時間間距設定較長時，在 120 分鐘之濾程中活塞往復次數較少，如此可減少因活塞往復時所造成之壓力洩降之現象，但相對同時，薄膜卻因隨著過濾時間之增長而過濾阻抗增加，使得濾液流量減少，故過濾之時間間距有最佳值存在。而在逆洗時間間距方面；當薄膜逆洗之時間間距設定愈長時，則薄膜逆洗愈完全阻抗愈低，可獲得愈大之濾液流量，但相對也使因逆洗所損失濾液量增加，且使過濾時間減短，故逆洗之時間間距亦有其最佳值之存在。由圖 2 之結果顯示，當過濾與逆洗之時間周期設定為 90sec，而其中過濾與逆洗之時間間距分別設定為 85sec 及 5sec 時可獲得最大之濾液流量。

2. 最佳濃縮液排放周期

隨過濾之進行，薄膜內管之進流水濃度漸增，造成濾液流量漸減最後趨近於零，此即為垂直流過濾方式最大之缺點。故為提高過濾成效，應在適當時機將濃縮液排放或迴流回儲槽。本實驗配合活塞壓縮時以掃流方式將濃縮液排放，而排放周期愈頻繁愈可減低薄膜表面濃縮液之濃度增加濾液流量，但也造成過濾時間減短濾液流量減少之現象，是以濃縮液排放周期有其最佳值之存在。由圖 3 所示，當濃縮液排放周期為每三個過濾循環排放一次時，可獲得最大之濾液流量。

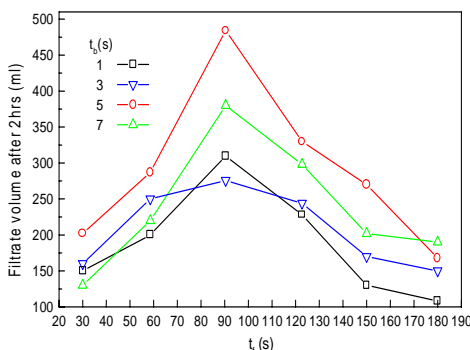


圖2 最佳過濾 - 逆洗之時間間距

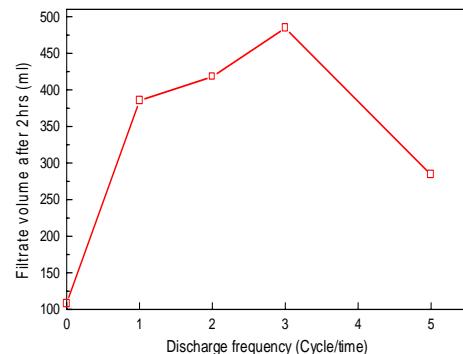


圖3 最佳濃縮液排放周期

3. 染整廢水處理

於實驗中所用薄膜孔徑之大小分別為：去除分子量(Molecular cut off, MWC0)15萬(M9)、30萬(M1)及0.14、0.20、0.45 μm 等五種，由表1與表2之結果顯示，在濾液流量方面：以直接過濾處理方式當薄膜孔徑為0.14 μm 時所獲得之濾液流量為最大，而當薄膜孔徑為0.20 μm 時所獲得之濾液流量為最小；另以膠凝為前處理處理方式當薄膜孔徑為MWC0 15萬時所獲得之濾液流量為最大，而仍以薄膜孔徑為0.20 μm 時所獲得之濾液流量為最小。

表 1. 染整廢水直接過濾後之濾液水質

$d_m(\mu\text{m})$	Turbidity (NTU)	TOC (mg/l)	COD	pH
M9	0.32	31.5	136.2	8.03
M1	0.46	32.1	132.3	7.90
0.14	0.66	39.2	139.6	8.24
0.20	1.23	38.6	140.2	8.07
0.45	1.41	46.5	139.8	8.08

表 2. 染整廢水混凝過濾後之濾液水質

$d_m(\mu\text{m})$	Turbidity (NTU)	TOC (mg/l)	COD	pH
M9	0	17.2	131.2	4.92
M1	0	20.4	128.1	4.81
0.14	0.51	25.1	136.4	4.24
0.20	0.55	28.6	133.3	4.12
0.45	0.68	37.5	136.9	4.38

四 結論

本研究之往復式無機膜過濾系統，最佳之過濾周期時間為90秒、每一過濾周期之最佳逆洗時間為5秒及濃縮液每三周期排放1次可獲得最大之濾液流量。另將本過濾系統應用於染整廢水之處理，並分別以直接過濾和以混凝為前處理二種之處理方式，在濾液流量方面：以直接過濾處理方式當薄膜孔徑為0.14 μm 時所獲得之濾液流量為最大，而當薄膜孔徑為0.20 μm 時所獲得之濾液流量為最小；另以混凝為前處理處理方式當薄膜孔徑亦以去除分子量MWC0 15萬時所獲得之濾液流量為最大，而仍以薄膜孔徑為0.20 μm 時所獲得之濾液流量為最小，此端視懸浮液中粒徑分佈情形而定，故在選擇薄膜孔徑時應先分析欲處理廢水中之粒徑大小與分佈，方能選取最佳之薄膜孔徑。在過濾水質方面：混凝過濾對於濁度去除效果佳，但在TOC和COD的去除效果則不佳。

五、致謝

本文承嘉南藥理科技大學專題研究計畫(CNEV-91-18)提供經費補助及東豐染整廠惠予協助提供廢水，使得本研究得以順利完成，謹此致謝。

六、參考文獻

1. Piotr C., Francisco L. and Carme G., "Membrane fouling during microfiltration of fermented beverages," *J. Membrane Science*, **166**, 199-212(2000).
2. Belfort G., Davis R. H. and Zydney A. L., "The behaviour of suspensions and macromolecular solutions in crossflow microfiltration," *J. Membrane Science*, **96**, 1-58(1994).
3. Chang D. J. and Hwang S. J., "Unsteady-state permeate flux of crossflow microfiltration" *Sep. Sci. Technol.*, **29**(12), 1593-1608(1994).
4. Drioli E., "Membrane operations for the rationalization of industrial products" *Wat. Sci. Tech.*, **25**(10), 107-125(1992).
5. Jiraratananon R., Uttapap D. and Sampranpiboon P., "Crossflow microfiltration of a colloidal suspension with the presence of macromolecules" *J. Membrane Science*, **140**, 57-66(1998).
6. Serra C., Clifton M. J., Moulin P., Rouch J. C. and Aptel P., "Dead-end ultrafiltration in hollow fiber modules: Module design and process simulation" *J. Membrane Sci.*, **145**, 159-172(1998).
7. Sirkar K.K., "Membrane separation technologies: current developments" *Chem. Eng. Comm.*, **157**, 145-184(1997).
8. Xu Y., Dodds J. and Leclerc D., "Optimization of discontinuous microfiltration-backwash process" *The chem. Eng. J.*, **57**, 247-251(1995).