

超音波及酸鹼藥劑應用於RO膜清洗系統之研究

Study of Ultrasonic and PH Pharmacy Apply to RO Membrane Cleaning System

張傳旺* 吳宗憲

Chuan-Wang Chang Zong-Sian Wu

建國科技大學電腦與通訊工程系*

Chienkuo Technology University, Computer and Communication Engineering

建國科技大學電機工程所

Chienkuo Technology University, Electrical Engineering

摘要

逆滲透為現在生活中之最普遍的水處理方法，被廣泛的運用於各大廠牌之飲水機、純水機等飲用水設備中，其設備內部最重要之濾心為RO膜，其該設備水處理久了會造成RO膜阻塞的現象，經過一段時間就必須做更換及耗費人力清洗，因此，本文將針對該問題作改善。首先，我們設計RO膜清洗的系統平台，於清洗時使用不同可食用之酸鹼藥劑，加速溶解附著於濾心表面的污垢，接著，將超音波震盪之技術應用於此系統中，利用震盪效果把細縫中的雜質剝離，並經由測試結果證實本系統能有效達到洗淨效果。

關鍵字：RO膜、酸鹼藥劑、超音波

Abstract

Reverse osmosis is now living in the most common water treatment method, has been widely applied to the major brands of drinking fountains, water and other drinking water facilities, their equipment is the most important internal filter for the RO membrane, the water treatment equipment for a long time the

phenomenon will cause obstruction of the RO membrane replacement must be done over a period of time and labor-intensive cleaning, therefore, this article will address the problem room for improvement. First, we design the RO membrane cleaning system platforms, use different edible acid-base cleaning agents to speed up the dissolution of the dirt attached to the surface of the filter, followed by sonication of technology used in this system, the use of the shock effect impurities stripped in the slit and through the test results confirmed that this system can effectively achieve the cleansing effect.

Keywords : RO membrane, PH pharmacy, ultrasonic.

1. 前言

由於台灣中、南部地區水質不佳，多為含有高濃度礦物質的硬水[1]，會使熱水瓶內膽槽產生結垢之鈣化現象，在被RO膜逆滲透濾水裝置處理中，易使RO膜鈣化而造成出水量降低、管線滲漏，一般飲水機業者建議家用式RO濾洗機約3~6個月便要做RO濾芯的更換，造成成本損失及人力資源的耗損，因此，清洗RO膜的設備

一一推出，但清潔效果、環境汙染、人力使用，都有所不同，如何清洗才能降低成本，提高良好的工作效率成為一項新的議題。

為了減少工作時間達到現代所要求經濟、快速的成果，我們利用可食用之酸、鹼藥劑搭配超音波震盪來提升清洗效果(超音波清洗在數位與科技生活創新應用學術研討會，已發文證實可提升清洗效果[2])及 PLC 自動、手動控制來達到減少人力，提高 RO 膜使用壽命的需求。

1.1 RO 原理

滲透法 Reverse Osmosis 簡稱 RO，是目前所知最有效及最現代的水處理方法，所謂的逆滲透原理是在原水端加壓，使純淨的水分子穿透薄膜產生純水，同時將無法穿透的各種雜質及有害物質隨著濃縮廢水排放[3]。薄膜的極小孔徑，可以有效過濾水中所含重金屬、農藥、細菌、病毒等對人體有害的物質，就連臭味等相關會影響口感的化學物質均可被逆滲透薄膜去除[4]。

1.2 過濾原理

半透膜為一種多孔性的材質，水只能從一方流入，而不會回流，且其孔徑大小剛好可以通過水分子，因此比水分子大的分子如重金屬、酚類、螢光劑都無法通過，細菌、大腸菌、病毒亦無法通過[7]。

利用半透膜的材質，及水分子滲透的特性，一般水分子會由濃度低(雜質極少)的一端往濃度高(含較多雜質)的一端滲透 但是如果在濃度高的一端加壓就會形成逆滲透，也就是水分子由濃度高的一端往濃度低的逆滲透，因此逆滲透的基本配件就是半透

膜與加壓馬達。

由於滲透膜多數為有機合成材質，因此為了保護滲透膜的壽命，在滲透膜前端必須有去除水中餘氯的單元，通常利用活性碳濾心完成。此外，為避免水中懸浮微粒造成阻塞問題，通常在活性碳濾心前會再加一個 5 微米(百萬分之五公尺)的濾心。除掉水中較大的顆粒、餘氯及部分有機物可由前置活性碳及顆粒濾心去除。

1.3 酸、鹼溶劑清洗

酸性清洗 RO 膜功用，主要是去除無機鹽垢(如碳酸鈣垢)、金屬氧化物/氫氧化物(鐵、錳、銅、鎳、鋁等)，鹼性清洗 RO 膜功用，主要是清洗 RO 膜上的有機物質、表面油汙以及生物汙染，透過酸鹼藥劑清洗，可使 RO 膜本身過濾效果提升，並使 RO 膜流通量提高使水流量 LPM 提高，使用藥劑如圖 1。

1.4 超音波清洗原理

超音波洗淨技術的原理，是將洗淨液先放入洗淨槽中，再利用超音波高速震盪、疏密有秩的特性，推動介質作用，使液體之分子間產生壓力的交替變化，在負壓的區域，液體會產生撕裂的力量，形成真空的氣泡；但是當聲壓累積到一定程度時，氣泡會持續擴張，並在正壓的區域受到擠壓與閉合，這種現象成為空穴效應 [5]，如圖 2。當洗淨液中無數細小的真空氣泡，在震盪過程中受壓破裂時，會因為加速度而產生強大的衝擊力，即可將清洗物品的表面與細縫死角粘附的髒汙剝離，達到徹底洗淨的效果[8][9]。

2. 研究重點

RO 膜雖然能過濾水中雜質及異味，能有效提高用水品質，但相對的 RO 濾心是屬於耗材之一，面對不同用戶所使用的原水端，會因為水質差異而影響該濾心的使用年限，使其壽命降低，飲水機是現今各大用戶及場所所必須的設備，長期在 RO 膜的耗損及更換是一筆不容小覷的花費，因此，為了節省 RO 膜的消耗程度，提升該產品的壽命品質，降低該濾心的消耗量，針對如何提高清洗效率，亦對 RO 膜之結構破壞降至最低，因此將原先只使用原水清洗之系統，加入酸、鹼藥劑的清洗來達到提高清洗效率，而家用 RO 膜所耐 PH 值範圍為 2~11，針對此 PH 值做酸鹼液的調配，來降低 RO 膜之結構破壞降至最低亦不失清洗效果。首先挑選出阻塞情形相仿之 RO 膜，出水量在 105cc~114cc 及 115cc~124cc 來做測試，使用清潔用鹽酸及鹼液加水稀釋來做清洗，以 RO 膜所耐 PH 值範圍 2~11 調配 PH3(±0.5) 即 PH10(±0.5)(數值參考至台灣水器材產業資料網)，而後在使用食用檸檬酸及小蘇打粉做清洗。本系統針對一般 RO 膜清洗器額外增加功能如下：



圖 1 使用之酸鹼藥劑

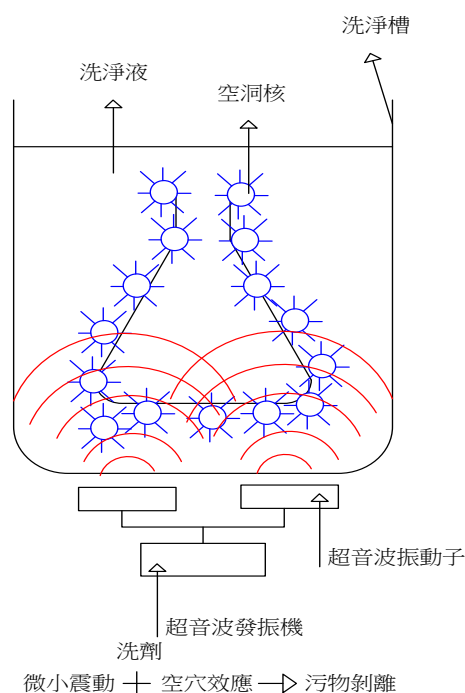


圖 2 超音波清洗原理圖

3. 系統架構

本系統設計了三個桶槽，分別為原水槽、酸液槽、鹼液槽，如圖 3 所示[6]，利用三個泵浦按照流程依序汲取原水槽、酸液槽、鹼液槽之藥劑於洗淨槽，對 RO 膜進行數次沖洗，並導入超音波震盪來輔助 RO 膜之清洗，以達到對 RO 膜含金屬之成分、有機物質及鈣化現象得以加速溶解與分離之功用，附著於隙縫死角難以清洗之污垢與雜質亦可順利剝離，執行徹底洗淨的功効且不傷害濾心本體，上述動作皆使用

- 2.1 使用酸鹼溶液清洗溶解 RO 膜上的污垢及雜質，減輕 RO 膜上之鈣化現象，達到普通清水沖洗所無法達到的效果。
- 2.2 搭配超音波功能來加速清洗 RO 膜的效果。
- 2.3 運用微電腦來設定自動及手動清洗之功能。
- 2.4 使用液位控制的方法，達到自動停水及加水的功能，而防止因為水位太滿或不足而造成清洗不當。

微電腦來做設定，提供自動清洗及手動微調兩種操作模式，讓使用者能依狀態來選擇清洗之方式，以提高清洗效率，提高 RO 膜過濾效果及流水量的提升，系統實體如圖 4、圖 5 所示。

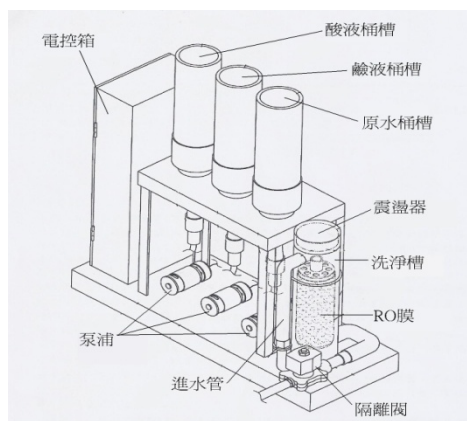


圖 3 自動超音波 RO 膜清洗系統示意圖



圖 4 自動超音波 RO 膜清洗系統



圖 5 自動超音波 RO 膜清洗器實體圖

4. 動作流程

本系統之動作流程如圖 6，首先在清洗前先將 RO 膜放入洗淨槽作準備，當電源送電時，按下自動開始的按鈕，酸液注入洗淨槽並依設定之時間做浸泡，溶解 RO 膜內之污垢，再以超音波震盪來輔助清洗，依清洗時間清洗後將酸液排出，接著注入清水逆洗，將殘餘酸液及廢水排出，接著再將鹼液注入洗淨槽並依設定之時間做浸泡，再以超音波震盪來輔助做清洗，依清洗時間清洗後將鹼液排出，最後，注入清水以清水作逆洗的動作將殘餘鹼液及廢水排出，完成 RO 膜之清洗流程並待機，其中，在任何清洗階段時按下停止按鈕，均會停止所有動作並回到初始待機狀態。

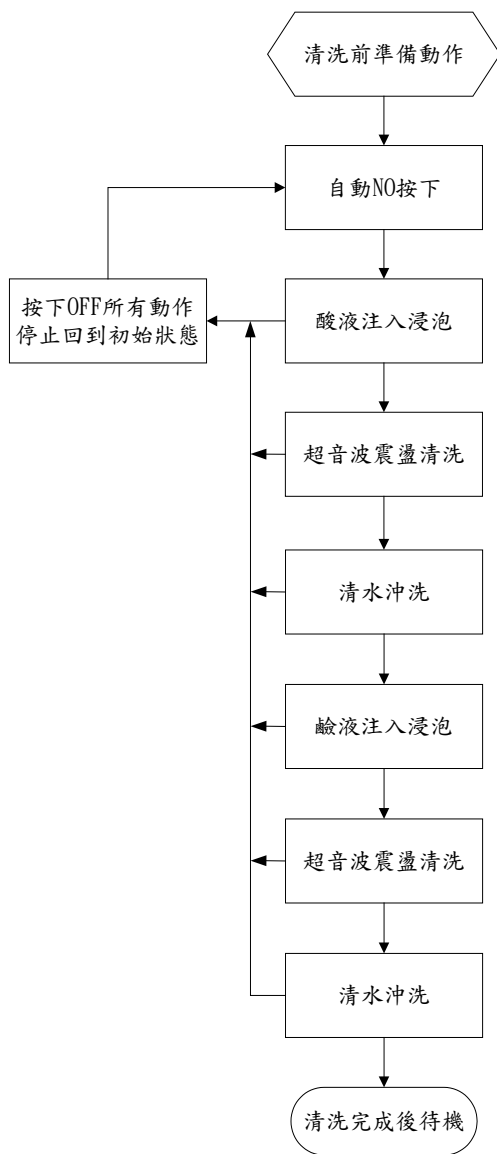


圖 6 動作流程圖

5. 測試結果

表 1 RO 膜清洗測試數據

A 編號	清洗前	清洗後	B 編號	清洗前	清洗後
1	106 cc	109 cc	1	115 cc	120 cc
2	109 cc	112 cc	2	120 cc	126 cc
3	105 cc	107 cc	3	124 cc	132 cc
4	113 cc	118 cc	4	119 cc	125 cc
5	105 cc	108 cc	5	121 cc	127 cc
6	112 cc	116 cc	6	121 cc	128 cc
7	111 cc	115 cc	7	118 cc	124 cc
8	114 cc	119 cc	8	123 cc	131 cc

9	108 cc	112 cc	9	115 cc	120 cc
10	106 cc	110 cc	10	117 cc	123 cc

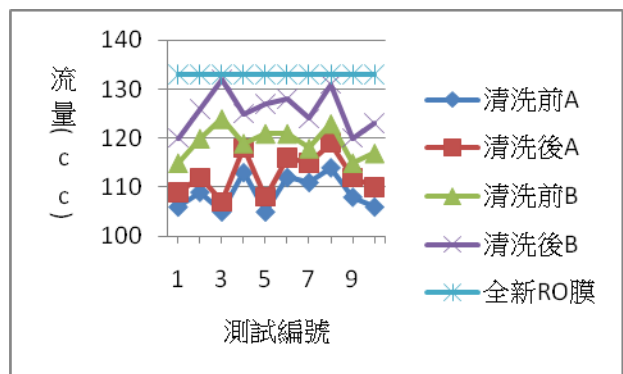


圖 7 RO 膜清洗測試數據圖

首先挑選出阻塞情形相仿之 RO 膜，RO 膜出水量在 105cc~114cc 為 A 編號及 RO 膜出水量在 115cc~124cc 為 B 編號，各 10 支來做測試，使用清潔用鹽酸及鹼液加水稀釋來做清洗，以 RO 膜所耐 PH 值範圍 2~11 來調配 PH3(±0.5)及 PH10(±0.5)，而後在使用食用檸檬酸及小蘇打粉做清洗，測試數據如表 1，由測試數據可看出阻塞情形越輕微(阻塞情形以流量來判定，全新 RO 膜流量為 133 cc)，清洗效果越佳，反之清洗效果則逐漸降低，如圖 7 所示，因此，為了達到較佳的清洗效果，則需在 RO 膜未受嚴重阻塞情形前清洗，相對的提高了清洗頻率，在此能看出自動 RO 膜酸鹼液清洗系統的必要性。

6. 結論

一般家用濾水器及業界所使用的
水處理大多採用 RO 逆滲透，RO 膜乃
是工業界及科技業界所需要用到純水
設備之濾芯，而 RO 膜會因為水源的品
質造成阻塞現象影響出水量，通常出
現阻塞現象就會進行 RO 膜的更換或
做清洗等動作，因此，RO 膜所需要清
洗的次數非常的頻繁，需耗費人力及
時間來做清洗的動作，而本研究是將
酸鹼藥劑置入清洗過程，利用酸鹼藥
劑來達到洗淨之效果，再加上微電腦
的自動和手動清洗等控制，能大大減
少人力的耗損，清洗過程搭配超音波
震盪來輔助酸鹼藥劑的清洗，能加速
溶解分離雜質和污垢的功用，大大提
升洗淨效果，增加 RO 膜之壽命，減少
替換 RO 膜次數，由測試結果得知，阻
塞情況越輕，所達到之清洗效果越佳
，隨著阻塞情況增加，效果則逐漸下
降，為了達到較佳之清洗效果，而增
加了清洗頻率，因此自動 RO 膜酸鹼
液清洗系統的必要性將大大的提升，
一般民眾及業者使用率也隨之上升，
能減少替換 RO 膜所造成之成本耗損
，並申請通過中華民國新型專利，如
附錄 1。

參考文獻

- [1]台灣自來水公司 "台灣省自來水各區處分佈圖"。
- [2]張傳旺、吳宗憲，"自動超音波 RO 膜清洗系統之研究"，2012 數位與科技生活創新應用學術研討會，2012。
- [3]林明雄、江明昆，"薄膜分離技術之一逆滲透法"，台電工程月刊，443 期，第 70-77 頁，1985。
- [4]沈沛銓，"逆滲透淨水法"，技術與

訓練 8 卷 10 期，第 68-73 頁，1985。

- [5]森田克美，"超音波洗淨"，近代編集社，1989。
- [6]張傳旺、蔡有龍、郭坤煌，"自動超音波 RO 膜清洗器"，中華民國專利公報，新型第 M404060 號，2011。
- [7]楊智其，"全球環境變遷與永續發展"，上課 PPT,2011。
- [8]H.Krupp, "Particle adhesion theory and experiment" Advances in Colloid and Interface Sci, Vo1.2,pp. 111-239,May1967.
- [9]T. G. Leighton, "The Acoustic Bubble", Harcourt Brance&Company,1994.

附錄 1.專利證書

