

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

微過濾系統應用於水中溶解性污染物質處理之研究

計畫編號：NSC 89-2211-E-041-015

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：張棟江

嘉南藥理科技大學 環境工程衛生系

一、中文摘要

本研究利用傳統混凝方法結合一新式活塞式無機微過濾設備，針對水中氨氮進行處理。利用氨氮去除率及界位電位為參數，評估其處理之效率與可行性，並探討系統因子之影響。研究結果顯示，在混凝單元中，提高混凝劑量將造成氨氮之去除率的降低，界位電位的變化值與混凝去除率有密切關係。在不同 pH 值條件下，混凝-無機膜微過濾系統對氨氮之去除效果與混凝劑量無關。過濾水量有隨著混凝劑量及 pH 值之增加而降低之趨勢。

關鍵詞：氨氮、混凝、微過濾

Abstract

The removal of ammonia nitrogen from aqueous solution by coagulation-microfiltration and coagulation was investigated in this study. The water quality parameters monitored were zeta potential and ammonia nitrogen. The results of coagulation process showed that the ammonia nitrogen removal efficiency decreased as the coagulant increased and it was zeta potential dependent. The removal of ammonia nitrogen was independent of coagulant dosages in coagulation-microfiltration system. In addition, the quantity of permeate was decreased as the pH and coagulant increased.

Keywords : ammonia nitrogen, coagulation, microfiltration

二、緣由與目的

氮化物在水中之污染主要以有機氮、氨氮、亞硝酸鹽氮及硝酸鹽氮等四種型態存在，根據行政院環保署所發布九十年上半年飲用水水質抽驗結果顯示，自來水水質不合格項目以氨氮、自由有效餘氯、pH 值、氯鹽及大腸桿菌群等項目居多。一般而言，若水中氮化物污染以有機氮、氨氮之比例居高，表示水體受污染之時間較短，若亞硝酸鹽氮及硝酸鹽氮之比例居高，則表示水體受污染時間已久

(1)(2)(3)，上述水質不合格項目以氨氮項目位居榜首，顯示自來水原水中氮化物污染情形非但嚴重，污染頻率亦高。氮化物污染存在於水中不但會降低水中的溶氧值，更會對魚類與水生生物產生毒性危害，進而降低水體水質，實為一值得重視之課題⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾。本研究利用傳統混凝方法結合一新式活塞式無機微過濾設備，針對水中氨氮進行處理，利用氨氮去除率及界位電位為參數，評估其處理之效率與可行性，並探討系統因子之影響。

三、研究設備與方法

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(不銹鋼製)，並連接管狀型陶瓷薄膜過濾設備。

(3) 儲槽

儲槽為壓克力製，容積為 10 公升之有蓋水槽，其包含二條出水管線分別連接於活塞之二端，並設有電磁閥配合逆洗及過濾之時間來控制流量之開關。

(4) 量測及其他設備

在管狀型薄膜過濾裝置之二端分別設置壓力計，來量測及監控過濾及逆洗時之壓力。儲槽中之懸浮液，並設有溫控及加熱系統，而濾液流量以電子天平(A&D

Company)量重，並傳訊至電腦記錄之。

- (5) 分析儀器設備
氬氣分析儀：Palintest, Photometer, 5000
界連電位儀
- (6) 混凝設備
採用新光精機公司之 JT-6 瓶杯試驗(Jar test)器，其最高轉速為 200rpm，最低轉速為 10rpm。

2. 活塞控制設備與方法

- (1) 活塞行走位置之控制
以磁簧開關可設定活塞行走之區間，當活塞行走至磁簧開關設定之位置時，由自動感應裝置使活塞停止前進同時往反向行走，然此項控制需配合過濾與逆洗之時間。
- (2) 活塞行走速度之控制
以二組單向節流閥來調整油壓缸中二側之出油量，如此可控制活塞前進與後退行走速度。
- (3) 活塞推進壓力之控制
由空壓機及調壓閥供應適當壓力，並藉由油壓裝置與三點組合控制設備傳遞壓力推動活塞，並以持壓閥及壓力計來調節設定過濾時所須之壓力，使活塞過濾時壓力保持在設定值。
- (4) 濃縮液排出時間及量之控制
以計數器配合定時器及電磁閥來控制濃縮液之排放，當活塞往復進行過濾至所設定之周期數後，於活塞壓縮時，由計數器控制濃縮液出水管線上之電磁閥開啟，並排出濃縮液直至定時器所設定之時間後即行關閉。

3. 實驗步驟：

(A) 混凝沉澱：

混凝沉澱實驗依一般瓶杯試驗方法進行之，硫酸鋁為混凝劑，先以 100rpm 快混 2 分鐘，再以 30rpm 慢混 25 分鐘，靜置沉澱 30 分鐘後，取其上澄液水樣分析之。本研究不以鹼度為操作參數，混凝過程中以稀硫酸溶液與氬氧化鈉溶液調整溶液 pH 值並維持 ± 0.05 之偏差值。混凝-微過濾實驗方法為將腐植酸溶液經快混與慢混後逕以微過濾實驗設備過濾之，每次過濾水樣量為 2L，本實驗採用無機薄膜之孔徑為 $0.45 \mu\text{m}$ ，水溶液中氬氣初始濃度為 1mg/L。

(B) 過濾：

- (1) 於實驗設置圖中將混凝後之水樣注入儲槽中，以磁石攪拌器攪拌。
- (2) 將已知孔徑之陶磁薄膜圓管置入不銹鋼過濾器中，先以手動方式啟動活塞幫浦並排除過濾設備中之空氣，接著再開啟自動控制設備，過濾時由空壓機及調壓閥供應

適當壓力，並藉由油壓裝置與三點組合控制設備傳遞壓力推動活塞，並以持壓閥及壓力計來調節設定過濾時所須之壓力，使活塞過濾時壓力保持在設定值。

- (3) 在每一過濾-逆洗周期之開始，當活塞往右推進時，先 1 與 4 閥開啟而 2 與 3 閥關閉，此時濾液受活塞逆向吸力進行逆洗陶磁薄膜圓管，而活塞推進之水量藉由閥 1 之開啟回流至儲槽中，經設定之逆洗時間後 2 與 3 閥開啟而 1 與 4 閥關閉，此時活塞壓力推送左缸水至薄膜陶磁薄膜圓管進行過濾，同時儲槽之懸浮液藉由閥 1 之開啟而吸入活塞右缸中，當過濾至所設定時間後，活塞即停止並立即往右推進，此時為另一新的過濾-逆洗周期之開始，此時 1 與 4 閥關閉而 2 與 3 閥開啟，進行陶磁薄膜圓管之逆洗至設定時間後再進過濾，如此周而復始直至過濾時間達 1 小時後即停止操作並進行陶磁薄膜圓管之清洗。
- (4) 將過濾出之濾液流量以電子天平量測並以記錄器記錄之。另每隔適當之過濾時間距收集濾液並分析濾液水質
- (5) 當活塞往復進行過濾-逆洗數個周期後，此時可配合活塞壓縮時控制電磁閥開啟，將靠近濾膜表面適當量之濃縮液，以掃流方式排出系統迴流至前面處理單元或儲槽中。
- (6) 每組實驗之操作時間為 1 小時。

四、結果與討論

本節試驗為比較在不同混凝劑量、溶液 pH 值下，界連電位對混凝沉澱程序去除氬氣之影響。試驗中溶液 pH 值分別為 5、6、7，各組混凝劑量分別為 40、50、60、70mg/L 不等，氬氣初始為 1.0mg/L，氬氣水溶液之初始界連電位隨初始 pH 值之變化而有不同，各 pH 值下之界連電位平均值如表 1 所示。

表 1 各 pH 值下之界連電位平均值

	pH 5	pH 6	pH 7
界連電位平均值	-4.95	-5.89	-4.07

圖 1 至圖 3 顯示在不同 pH 值及混凝劑量條件下，混凝去除率與混凝前後界連電位變化之關係。圖中顯示混凝程序對溶液中氬氣之去除效果並不高，惟在各 pH 值條件中，最高混凝去除率均發生在混凝劑量為 50mg/L，分別為 pH5 的 12%，pH6 的 8.8%與 pH7 的 8%，實驗結果亦顯示，提高混凝劑量反而造成氬氣

之去除率的降低。由混凝前後界速電位變化可看出界速電位的變化與混凝去除率有密切關係，各組實驗中最高之氬氣去除率均發生在界速電位變化最大的實驗中，上述三組最高混凝去除率其界速電位的變化量分別為 1.83(-4.9 ~ -3.07)、0.8(-5.92 ~ -5.12)與 1.13(-4.04 ~ -2.91)。

混凝劑量對混凝-無機膜微過濾系統處理效率之影響如圖 4 至圖 6 所示。由圖 4 可知，pH5 在各混凝劑量下，混凝劑量由 40mg/L 增加至 50mg/L 時，混凝-無機膜微過濾系統對溶液中氬氣之去除率略有提昇，但混凝劑量在 50mg/L 以上時，系統對溶液中氬氣之去除率均維持在 15% 左右。在 pH6 時，混凝-無機膜微過濾系統對氬氣之最高去除率發生在混凝劑量為 50mg/L 條件下(27%)，較高或較低之混凝劑量均會造成去除率的降低。在 pH7 時，混凝-無機膜微過濾系統對氬氣之最高去除率發生在混凝劑量為 70mg/L 條件下(23%)，在 40~60mg/L 劑量範圍內，混凝-無機膜微過濾系統對氬氣之去除率相差不大。由上可知，在不同 pH 值條件下，混凝-無機膜微過濾系統對氬氣之去除效果會隨著混凝劑量的不同有不同的變化趨勢，另由圖中得知，在各 pH 值條件下，混凝-無機膜微過濾系統對氬氣之最大去除率並非發生在界速電位最大變化量處，顯示混凝前後界速電位的變化對無機膜微過濾系統之處理效率並無一特定之影響趨勢。

表 2 為各實驗條件下，2 公升之混凝水樣經無機膜微過濾單元過濾 1 小時後之過濾水量(以公克計)，由表中得知過濾水量有隨著混凝劑量及 pH 值之增加而降低之趨勢。

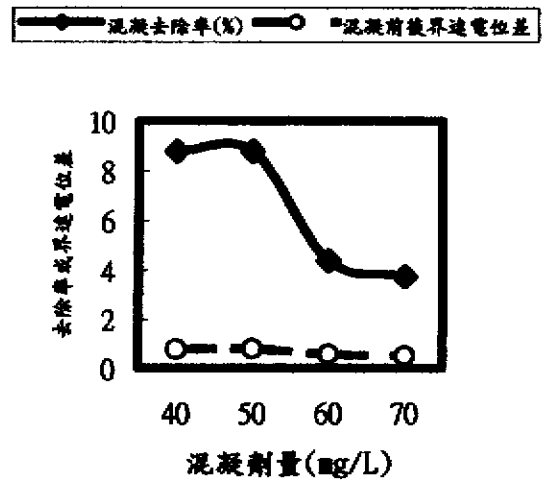


圖 2 混凝劑量對混凝去除率之影響 (pH 6)

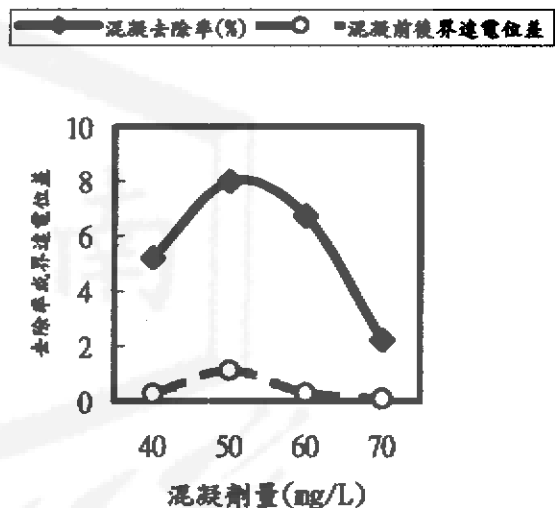


圖 3 混凝劑量對混凝去除率之影響 (pH 7)

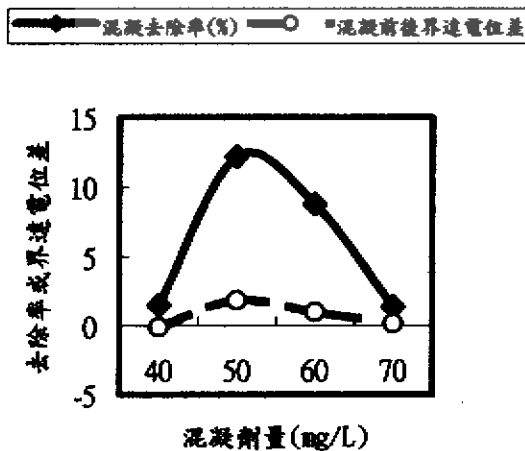


圖 1 混凝劑量對混凝去除率之影響 (pH 5)

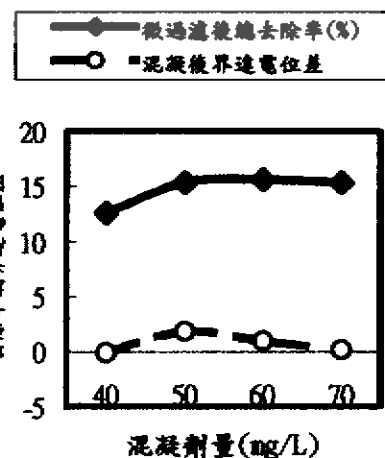


圖 4 混凝劑量對總去除率之影響 (pH 5)

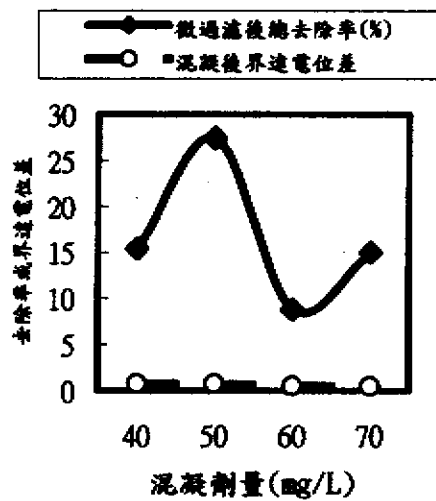


圖 5 混凝劑量對總去除率之影響 (pH 6)

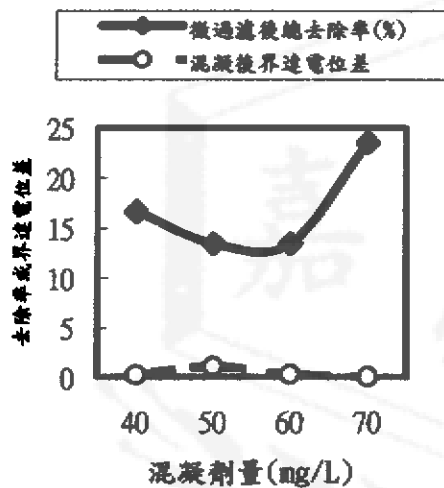


圖 6 混凝劑量對總去除率之影響 (pH 7)

表 2 各實驗條件下之過濾水量

pH \ 混凝劑量	5	6	7
40	1196	979	899
50	1177	790	730
60	836	748	734
70	851	768	635

五、計畫成果自評

根據行政院環保署所發布九十年上半年飲用水水質抽驗結果顯示，自來水水質不合格項目以氨氮項目位居榜首，顯示自來水原水中氮化物污染情形非但嚴重，污染頻率亦高。利用傳統混凝方法結合一新式活塞式無機微過

濾設備，針對水中氨氮進行處理，利用氨氮去除率及界位電位為參數，評估其處理之效率與可行性，並探討系統因子之影響，執行之結果可作為未來研究之基礎及處理受氮化物污染水源之參考。

六、參考文獻

1. Shival, H. I. and Gruener, N., (1997) "Infant methemoglobinemia and other health effects of nitrate in drinker water". *Prog. Wat. Tech.* 8:183-193.
2. Tsubone T., (1999) Chemical Reduction of Nitrate and Nitrite in Aquatic Solution by Zero-Valent Metals, 1999 IAWQ Conference
3. Lazarova, V., Nogueira, R., Manem, J. and Melo, L. (1997) Control of Nitrification Efficiency in a New Biofilm Reactor, *Wat. Sci. Tech.* Vol. 36, No. 1, pp. 31-41
4. Alabaster J.S., Shurben D.G. and Mallett M.J. (1983) The acute lethal toxicity of mixtures of cyanide and ammonia to smolts of salmon, *Salmo salar* L. at low concentrations of dissolved oxygen. *J. Fish Biol.*, 22:215-222.
5. 硝酸鹽、亞硝酸鹽和 N—亞硝基化合物，聯合國環境規畫署、世界衛生組織合編，中國環境科學出版社，1987。
6. 蘇昭郎、歐陽嶋暉。氮磷生物處理技術之回顧與前瞻。國立中央大學環境工程學刊。