

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

混凝程序結合薄膜過濾單元處理石化業廢水之研究

計畫類別：☒個別型計畫 ☐整合型計畫

計畫編號：CNEV-91-02

執行期間：91 年 1 月 1 日至 91 年 12 月 31 日

計畫主持人：張錦松

共同主持人：

計畫參與人員：

執行單位：環境工程衛生系

中華民國 92 年 2 月 27 日

嘉南藥理科技大學教師專題研究計畫成果報告

混凝程序結合薄膜過濾單元處理石化業廢水之研究

Study on coagulation-microfiltration system for the treatment of
petrochemical industry wastewater

計畫編號：CNEU-91-02

執行期限：91 年 1 月 1 日至 91 年 12 月 31 日

主持人：張錦松 嘉南藥理學院環境工程衛生系 教授

一、中文摘要(關鍵詞：石化廢水、凝劑、薄膜過濾、Microtox 毒性測試)

本研究以石化廢水為實驗對象，以混凝沉澱為前處理，再配合掃流微過濾技術來降低廢水中的有機物質及其毒性。本研究分成二個階段，前一階段以混凝沉澱瓶杯實驗，決定最佳的凝劑種類及其劑量與 pH 值。實驗發現多元氯化鋁(PAC)與三氯化鐵有較好的濁度去除率，可高達 98.6%，但 COD 之去除率均有限，且因濁度之去除率並不與 COD 之去除率成正比，故推斷混凝沉澱後之上層液中尚含有大量之有機質。本研究的第二個階段進行薄膜過濾實驗，探討在不同薄膜孔徑之過濾條件下對混凝--薄膜過濾程序效益之影響。研究結果顯示，混凝及薄膜過濾操作後可改善累積流量，降低濁度及去除部分之 COD，廢水之毒性亦可大幅降低；而毒性測試結果顯示廢水之生物毒性與有機物質之含量有相當之關聯性。

Microfiltration, Microtox tests)

In this study, coagulation with microfiltration membrane systems was evaluated for the treatment of petrochemical industry wastewater. Three different coagulants, i.e. polyaluminium chloride (PAC), ferric chloride and ferrous sulfate, were used in this study. Turbidity, COD, quantity of permeates and Microtox toxicity was used as the parameters for the assessment. There were two phases of this study, the first phase was to decide the optimum dosage of coagulant for coagulation, and the second phase was to evaluate the efficacy of the coagulation-microfiltration system under the different operating modes. As for coagulation, the results showed that an exceptionally high removal efficiency of turbidity was obtained when PAC was used as the coagulant. However, the removal of COD was not effective by PAC. Similar results were observed for ferric chloride while the lowest removal efficiencies of turbidity and COD

二、英文摘要：(Keywords:

Petrochemical industry wastewater,
Coagulants, Membrane

appeared when ferrous sulfate was used. As for coagulation-microfiltration system, two positive results were obtained from this study; the first one showed that the operation of settling after coagulation could enhance the removal efficiencies of turbidity and COD, especially on COD removal. The second one, from the results of Microtox test, showed that the toxicity referred as TU50 could approximately be reduced about 50% by this process.

三、研究方法

1. 化學混凝單元

廢水中顆粒較大的懸浮固體可採自然重力沉澱法加以去除【1】，然而顆粒較小的固體如膠體粒子，由於其本身帶有電荷，使得粒子在水中因互相排斥保持穩定狀態而不易沉澱，此時必須加入混凝劑，促使膠體粒子互相結合而凝結成較粗大的膠羽團粒後，才容易沉澱去除部分之有機物及重金屬，並降低色度。

2. 混凝-薄膜混合單元

為了評估實場操作上沉澱池在過濾程序的必要性，廢水原液加入上述實驗中使用之最佳混凝劑量及調整最佳 pH 值混凝後，分別以未靜置與靜置 60 分鐘等兩種方式，做掃流微過濾之進流水，以探討過濾後的水質及水量。薄膜孔徑分別為 $0.65\ \mu\text{m}$ 及 $0.1\ \mu\text{m}$ 。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。系統由脈動幫浦提供所需之過濾壓差，讓小於薄膜孔徑之物質通過薄膜，此為過濾液(permeate)，而無法通過薄膜之物質或許會阻塞薄膜內部孔道，或在薄膜表面形成濾餅，或是隨著迴流液(retentant)流到貯液桶。

3. Microtox 毒性測試

毒性試驗依被檢測毒性物質對試驗生物的影響情形不同，而有不同的表示法【2】。Microtox 毒性測試法具有測試時間短、再現性高、靈敏度好、少量水樣即可檢測且較為經濟等多重優點，也有學者應用此方法做為工業廢水處理之程序評估【3】。

四、結論與討論

1、最佳劑量實驗

圖 1、圖 2 是廢水在不同的混凝劑量下，濁度去除率與 COD 去除率對混凝劑量之變化趨勢。值得注意的本實驗是使用氫氧化鈉來增加鹼度以幫助硫酸亞鐵的混凝作用，而非使用一般常見的氫氧化鈣【4】，此乃因使用氫氧化鈣用以增加廢水鹼度後卻無法形成較大膠羽顆粒沉降，致使濁度去除居高不下；在 COD 去除方面，由圖 2 顯示 FeCl_3 比 PAC 與 FeSO_4 要佳，且劑量與去除率成線性關係。但三者的 COD 去除效果無法與濁度之高去除率相比，顯示 COD 去除與濁度去除之關聯性並不強烈。

2、最佳 pH 值實驗

觀察圖 3 發現廢水較佳之濁度去除率的 pH 值分別為 3~11(PAC) 與 5~12(FeCl_3)，皆有高達 96%以上之去除

效果，而 FeSO_4 的去除效果較差，去除率最高僅達 86%，且其適用 pH 範圍集中在 7~11，較前兩者之適用範圍要窄。圖 4 說明於慢混時調整 pH 值後的 COD 去除率。三種混凝劑的適用範圍皆在中性(pH6~8)，且去除效果也不如濁度之去除效果好。

3、過濾液水質與水量

表 1 為廢水在不同處理條件下經 60 分鐘過濾後之水質與水量關係。相對於未經混凝處理直接過濾，廢水若經混凝後再過濾者，其累積流量最高可增加 5.8 倍(以 900mg/l FeSO_4 混凝且不靜置直接過濾)，最低者也可增加 1.5 倍(以 500mg/l PAC 混凝且靜置 60 分鐘後過濾)。實驗同時發現不靜置過濾之累積流量皆比靜置 60 分鐘後過濾之累積流量還高，最高者約可增加 22%(原水以 500mg/l PAC 混凝再過濾)。此說明若僅考慮處理水量的情況下，除以較大孔徑之薄膜過濾外，同時可考慮混凝後省略沉澱的步驟而直接進入過濾程序；但若考慮水質之要求，如濁度去除與 COD 去除，則需以較小孔徑之薄膜過濾且應以混凝後沉澱 60 分鐘再進入過濾程序。

由以上實驗圖表得知，PAC 與 FeCl_3 在處理 ABS 製程廢水時，其去除效率皆優於 FeSO_4 ，如欲提升硫酸亞鐵對濁度與 COD 之去除率，可以 H_2O_2 結合成 Fenton 試劑，藉其強氧化之能力達到提升污染物去除率之目的【5】。

五、參考文獻：

1. 黃政賢，污水工程，初版，台灣台北：高立圖書，pp. 262-265，1995。
2. Ford, D. L., Toxicity Reduction : Evaluation and Control, Technomic

Publishing Company, Lancaster PA, USA, pp. 73-85，1992.

3. Chen, C. Y. Huang, J. B. and Cheng, S. D., "Assessment of the microbial toxicity test and its application for industrial wastewaters," Water Science and Technology, Vol. 36, No. 12, pp. 375-382，1997.
4. Hammer and Hammer, Jr., Water and wastewater technology, 4th edition, New Jersey : Prentice-Hall, pp. 239-248，2001.
5. 張家源，陳煜斌，林曜文，pH 調整操作對 Fenton-MF 程序處理石化廢水之影響研究，第二十七屆廢水處理技術研討會，台北市，2002

六、圖表：

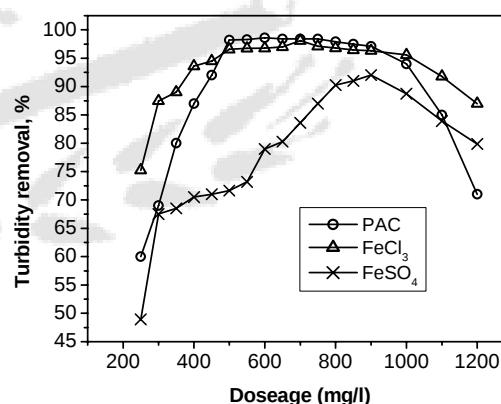


圖 1：不同的混凝劑量下之濁度去除率

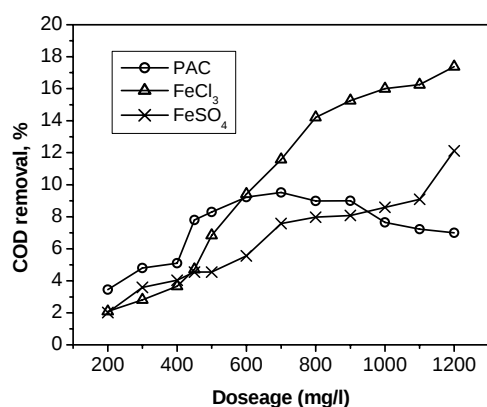


圖2 不同的混凝劑量下之COD去除率

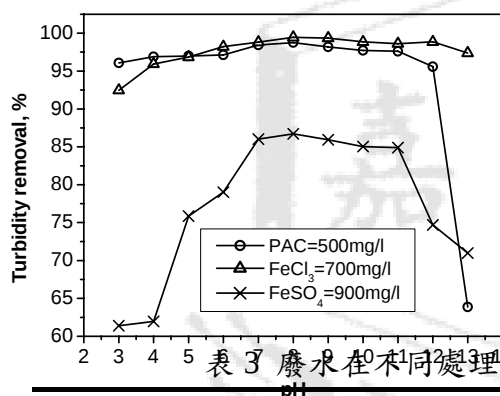


圖3：不同pH值下的濁度去除率

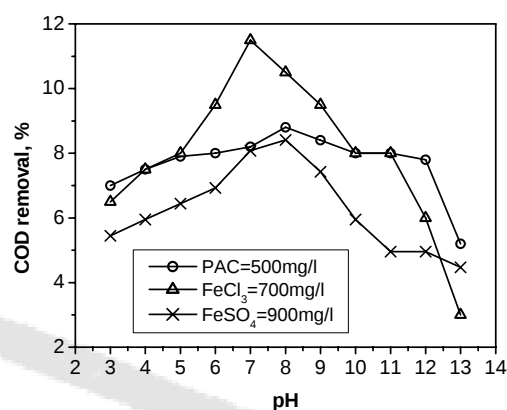


圖4 不同pH值下的COD去除率

表3 廢水在不同處理條件下經 60 分鐘過濾後之水質與水量

薄膜孔徑	過濾條件	累積流量 (ml)	累積流量 改善率(%)	濁度去除 率(%)	COD 去除 率(%)
0.65 μ m	原水	51.5	—	—	—
	原水+PAC500mg/l 混凝+0min 靜置	169.8	229.71	97.1	9.5
	原水+PAC500mg/l 混凝+60min 靜置	132.5	157.28	99.68	8.73
	原水+FeCl ₃ 700mg/l 混凝+0min 靜置	203.5	295.15	96.8	11.37
	原水+FeCl ₃ 700mg/l 混凝+60min 靜置	193	274.76	98.6	15.42
	原水+FeSO ₄ 900mg/l 混凝+0min 靜置	350.3	580.19	82.86	5.23
	原水+FeSO ₄ 900mg/l 混凝+60min 靜置	285.7	454.76	88.95	8.73
0.1 μ m	原水	37.8	—	—	—
	原水+PAC500mg/l 混凝+0min 靜置	130.4	244.97	98.2	10.5
	原水+PAC500mg/l 混凝+60min 靜置	117.6	211.11	99.77	11.35
	原水+FeCl ₃ 700mg/l 混凝+0min 靜置	183	384.13	98.3	11.37
	原水+FeCl ₃ 700mg/l 混凝+60min 靜置	177	368.25	99.2	15.93
	原水+FeSO ₄ 900mg/l 混凝+0min 靜置	251	564.02	91.73	9.26
	原水+FeSO ₄ 900mg/l 混凝+60min 靜置	201.7	433.60	92.98	11.35

