

化學混凝 pH 控制對電導度之影響

林進源¹ 白子易² 林東陞¹ 蔡秉宏³ 張志豪³

- 1.朝陽科技大學環境工程與管理系碩士班
- 2.朝陽科技大學環境工程與管理系助理教授
- 3.朝陽科技大學環境工程與管理系專題生

摘要

化學混凝是廢水處理中相當重要的一項程序，影響混凝作用之因子有：原水 pH 值、原水濃度，混凝劑種類、混凝劑加藥量、攪拌方法與時間等，其中混凝劑加藥量與原水 pH 的控制相關性密切，但廢水 pH 值的調整會改變廢水電導度，影響後續廢水的處理成效，故本研究利用農藥廢水進行化學混凝實驗，以探討 pH 變化對農業廢水電導度之影響。結果顯示，將 pH 控制在 9 時，能有效降低農藥廢水中的電導度，但其水質透視度最差；而 pH 控制在 12 時，其水質透視度最佳，卻改變農藥廢水之結構促使電導度大幅上升至 4180 μs ，因而可能影響後續廢水處理之成效，故本團隊建議將農藥廢水之 pH 值控制於 10 ~ 11 之間，以維持污水處理廠後續操作的處理成效。

一、前言

化學混凝是廢水處理中相當重要的一項程序，此項程序主要是利用混凝劑及高分子凝聚劑去除水中分散不易沉降的懸浮固體物質。在廢水處理中，影響混凝作用之因子有：原水 pH 值、原水濃度，混凝劑種類、混凝劑加藥量、攪拌方法與時間等。其中混凝劑加藥量直接影響污水處理廠操作成本及處理效果，因此為降低污水處理廠操作成本及提高混凝效果，混凝劑最佳加藥量為污水處理廠非常重要推求之操作參數。另一方面，混凝劑加藥量與原水 pH 的控制相關性密切，但廢水 pH 值的調整會改變廢水電導度，影響後續廢水的處理成效，故本研究利用農藥廢水進行化學混凝實驗，以探討 pH 變化對農業廢水電導度之影響。

二、文獻回顧

化學混凝乃是沉澱去除法的一種，利用混凝劑及高分子凝聚劑將廢水中

0.1 μm 至 10 μm 懸浮固體物質凝集去除。常見混凝劑及高分子凝聚劑分述如下：

2.1 混凝劑

為多價金屬之鹽類，一般常使用的有硫酸鋁，硫酸亞鐵，其溶於水中會產生氫氧化鋁，帶正電之氫氧化鋁會凝聚水中帶負電之污染物，一般常用的混凝劑主要為鐵鹽或鋁鹽，當混凝劑加入水中後即產生游離，金屬離子進行水解產生多價且電荷為正價之羥基 - 金屬離子錯合物。這些羥基 - 金屬離子錯合物被吸附於負價電荷的膠體粒子表面，因而降低界達電位，使粒子間的互斥力降低，而破壞膠體的穩定狀態，並藉由膠體間的凡得瓦力而互相凝聚。常見混凝劑分述如下：

(1) 硫酸鋁 (Aluminum Sulfate, Alum $\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$)

硫酸鋁又稱明礬，價廉、無毒，不增加水中的色度，並兼具脫色的作用，可大量使用，適用各種水質，是淨水程序中普遍使用之混凝劑。水中須有足夠之鹼度，才能反應產生金屬氫氧化物的沈澱。

(2) 硫酸鐵 (Ferric Sulfate)

硫酸鐵係無水化合物、塊狀易溶於水中。硫酸鐵主要是和自然水中之氫碳酸鹽鹼度反應生成氫氧化鐵。

(3) 氯化鐵 (Ferric Chloride)

氯化鐵有結晶、液狀或無水狀，一般較少用於給水的淨水程序中。和硫酸鐵一樣，需與水中之氫碳酸鹽鹼度反應生成氫氧化鐵。

(4) 硫酸亞鐵 (Ferrous Sulfate)

硫酸亞鐵需要含有 OH^- 形式的鹼度，才能產生快速的沉降。因此水中必須加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，以提高 pH 產生氫氧化物沈澱，屬於氧化還原反應，通常水中須含有足夠的溶氧。

(5) 多元氯化鋁 ($\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$)

具有鹽機性鹽類，鹼度消耗少，具有高價陽離子，架橋能力強，膠羽形成快。

2.2 高分子凝聚劑

高分子凝聚劑通常具有電荷中和及架橋作用，可區分為陽離子、陰離子及非

離子凝聚劑，高分子凝聚劑不會造成 pH 劇烈的改變，添加微量即可產生變化，如硫酸鋁不易處理之廢水，因添加高分子凝聚劑而提高處理效率，且不造成 pH 變化。

三、實驗設備與方法

本研究利用混凝瓶杯試驗，探討探討 pH 變化對農業廢水電導度之影響，實驗設備及方法分述如下：

3.1 實驗設備

瓶杯試驗裝置

pH 測定計

電導度計

多元氯化鋁(PAC)：50 mg L⁻¹ as Al₂SO₃

3.2 實驗方法

取 6 L 農藥廢水，各置入 1 L 的燒杯中，以 NaOH 調整 pH 值分別為 8、9、10、11 及 12，依序添加不同劑量之 PAC，待慢混及快混完後，以 pH 測定計及電導度計紀錄上澄液電導度、pH 及透視度之變化，找出混凝最佳加藥之 pH 範圍。

四、結果與討論

本研究利用混凝瓶杯試驗，探討探討 pH 變化對農業廢水電導度之影響，實驗結果如表 4.1、4.2、4.3 及 4.4 所示：

(1)pH 調整對電導度之影響

如表 4.1 所示，農藥廢水 pH 值為 7.5，電導度為 810 μs，經 NaOH 調整後 pH 分別為：8、9、10、11 及 12，其電導度分別為：841、786、856、1047 及 4810。結果顯示，將農藥廢水之 pH 調整至 9 時，電導度由 810 μs 下降至 786 μs；其餘 4 組電導度皆呈現上升的狀態，由上述結果可知，將農藥廢水 pH 控制在 9 時，能有效降低農藥廢水中的電導度。

表 4.1 調整 pH 後電導度之變化

sample	pH=7.5	pH=8	pH=9	pH=10	pH=11	pH=12
加藥前 EC(μ s)	810	841	786	856	1047	4180

(2)不同 PAC 加藥量對透視度之影響

如表 4.2 所示，農藥廢水經 NaOH 調整後，分別添加不同劑量之 PAC，經慢混及快混沉降後，以裸視觀察廢水透視度。結果顯示，在添加不同劑量 PAC (2 ~ 8ml) 下，pH=12 下之水質透視度最佳，pH=9 下之水質透視度最差。

表 4.2 不同 PAC 加藥量下透視度之變化

sample	pH=8	pH=9	pH=10	pH=11	pH=12
透視度(PAC=2ml)	4	5	3	2	1
透視度(PAC=4ml)	4	5	3	2	1
透視度(PAC=6ml)	4	5	3	2	1
透視度(PAC=8ml)	4	5	3	2	1

5=透視度最差、1=透視度最佳

(3)不同 PAC 加藥量對 pH 之影響

如表 4.3 所示，農藥廢水經 NaOH 調整後，分別添加不同劑量之 PAC，經慢混及快混沉降後，以 pH 計量測上澄液 pH 之變化。結果顯示，在添加不同劑量 PAC (2 ~ 8ml) 下，各組 pH 均呈現下降的狀態。

表 4.3 不同 PAC 加藥量下 pH 之變化

sample	pH=8	pH=9	pH=10	pH=11	pH=12
(PAC=0ml)之 pH	8	9	10	11	12
(PAC=2ml)之 pH	7.82	8.24	9.61	10.26	11.85
(PAC=4ml)之 pH	7.71	8.16	9.51	10.03	11.77
(PAC=6ml)之 pH	7.63	8.07	9.33	9.97	11.72
(PAC=8ml)之 pH	7.58	8.01	9.27	9.88	11.63

(4)不同 PAC 加藥量對 EC 之影響

如表 4.4 所示，農藥廢水經 NaOH 調整後，分別添加不同劑量之 PAC，經慢混及快混沉降後，以電導度計量測上澄液電導度之變化。結果顯示，在添加不同劑量 PAC (2 ~ 8ml)下，各組 EC 均呈現下降的狀態。

表 4.4 不同 PAC 加藥量下 EC 之變化

sample	pH=8	pH=9	pH=10	pH=11	pH=12
(PAC=0ml)之 EC(μ s)	841	786	856	1047	4180
(PAC=2ml)之 EC(μ s)	835	793	841	1043	4120
(PAC=4ml)之 EC(μ s)	829	788	830	998	4060
(PAC=6ml)之 EC(μ s)	827	780	819	975	4020
(PAC=8ml)之 EC(μ s)	813	771	794	962	3090

(5)綜合討論

如圖 4.1 所示，將 pH 控制在 9 時，能有效降低農藥廢水中的電導度，但水質透視度最差；而 pH 控制在 12 時，其水質透視度最佳，卻改變農藥廢水之結構促使電導度大幅上升至 4180 μ s，進而可能影響後續處理之成效。

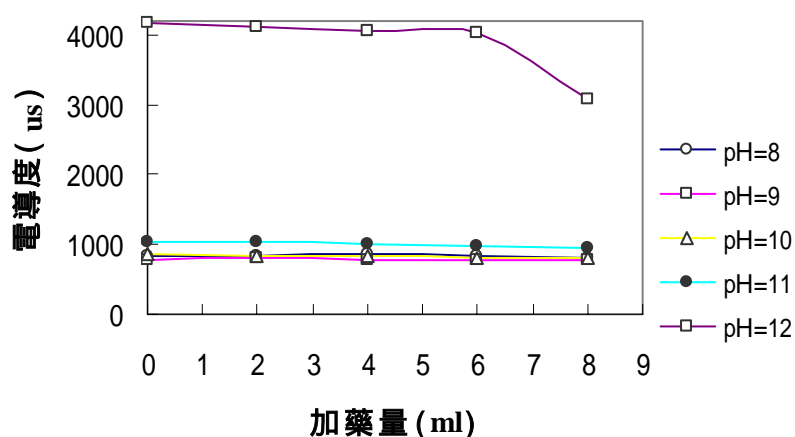


圖 4.1 不同加藥量下 (pH=8 ~ pH=12) 電導度之變化

五、結論與建議

依據實驗結果，本團隊建議，將農藥廢水之 pH 值控制於 10 ~ 11 之間，能維持最佳的水質透視度，且不會造成農業廢水結構改變致使電導度產生過度變化，降低影響後續處理程序可能之風險，提高污水處理廠處理效率。

六、參考文獻

1. 呂嘉敏，「混凝程序去除高科技產業廢水中非晶型二氧化矽之特性研究」，私立朝陽科技大學，碩士論文，台中 (2004)。
2. 歐陽嶠暉，下水道工程學，長松文化公司。