

移動式斜板廢水處理器

高中組應用科學科第二名

台北市立復興高級中學

作者：賴慧如、張欣怡

指導教師：范振社

一、研究動機

台灣地處亞洲大陸東側的新摺區上，為一海島，本島地形狹長，河流短促，降水不易收集，而大部分之雨水直接排放海洋，又由於台灣森林源區的濫墾濫伐，造成水土保持不良，而人們對於水資源不珍惜等原因，使得台灣地區水資源缺乏，水源得之不易的情況日益嚴重，目前的解決途徑有：(一)開發新的水資源。(二)有效的應用水資源。但因台灣地區地形及氣候之影響，使得各界即使投入了大量的人力，經費卻無法有效的開發新水源，致事倍功半之效果，故朝積極有效的應用水資源之方面發展。

經比較後，我們發現目前坊間運用之設備不符經濟效應。例如：迪化污水處理廠的一期工程，又例如養豬廠的污水處理系統；雖符合高效率低花費的原則，但卻有：(一)不能有效地分離污染物。(二)不能大量處理。(三)處理速率過慢等缺點。有鑑於此，我們將養豬場的系統加以重新改良，而研發出斜板廢水處理器，以補足此套系統的缺失，進而提供更有效的污水處理方式。

二、研究目的

本實驗之研究目的是以化學凝集(Chemical Flocculation)法之添加化學凝集劑和助凝集劑以形成膠羽(Floc)，配合一特殊設計之輕便可移動式快速斜板分離器(Portable High Performance Sedimentation)提高污泥脫水及澄清液的分離效果，根據過去廢水回收的經驗，廢水上層澄清液回收可達90%並可將處理後之澄清液迴流至冷卻水塔之中節省水資源。藉此法可除去和抑制一般冷卻過程中形成的腐蝕、硬度、溶存氣體、鐵錳離子、矽酸根離子、懸浮有機物、油污及漏洩物質，使經處理之水符合循環利用之標準。藉著酸鹼值(pH)，總含有機碳分析(TOC)、硬度、懸浮物含量(SS)、重金屬分析(PDV)〔包含銅離子含量(Cu)、鐵離子含量(Fe)〕之分析，比較原水與處理後之澄清液之相異，以驗證本斜板之效能與可靠性。

三、實驗裝置

- (一)冷卻水預儲存桶。
- (二)凝集劑、助凝集劑與氫氧化鈉 (NaOH or pH值調整劑)。
- (三)凝集劑、助凝集劑與氫氧化鈉(NaOH or pH值調整劑)輸送蠕動馬達。
- (四)凝集劑、助凝集劑與氫氧化鈉(NaOH or pH值調整劑)與原水快速混合管（取代快混槽）。
- (五)快速斜板分離設備。
- (六)澄清處理水儲筒。
- (七)沉水幫浦。
- (八)冷卻水原水攪拌器。
- (九)電源供應器

四、原 理

(一)斜板原理

利用斜板表面的剪力與應力，與流體力學的原理，使流過斜板的原水產生流速上的差異，進而產生渦流效應，使原水能快速而均勻的混合，加速其與凝集劑，助凝集劑之結合，進而加速污水之處理，以達到經濟省時的目的。

(二)化學凝集

1. 混凝：將凝集劑添加於原水之中，利用快混使凝集劑迅速且均勻地分布於液體中，使沉澱速率小及質量較輕之粒子，藉由凝集劑互相結合，而加速沉澱速率，增加膠體粒子間的穩定性。
2. 膠凝：藉慢混使膠體粒子形成微細膠羽，由此產生更大之粒子由助凝劑加入配合適當之pH值繼續下沉與其周圍較小粒子再結合成較大粒子稱膠羽，冷卻水物質顆粒的去除隨池深增加而增加，造成足以沉降之速度。

五、研究過程

(一)原水分析：

1. 取樣：以刷子先行清洗冷卻水塔，待污泥和冷卻水充分混合後再以馬達將水抽出。
2. 分析水質：冷卻水分析項目共分爲：
 - (1)酸鹼質之分析測定(pH)
 - (2)總含有機碳分析(TOC)
 - (3)懸浮物含量(S.S)
 - (4)重金屬分析(PDV)(包含銅離子含量(Cu)、鐵離子含量(Fe))

3. 實驗

實驗一 (TOC) :

(1) 實驗目的：測試並尋找最佳之凝集劑和助凝集劑的組合，以期能有效去除水中之污染物。

(2) 實驗器材：

- ① pH測定儀
- ② TOC測定儀

(3) 實驗過程：

① PAC之性能測試：

勺 調配原水替代液 (糖水)

叉 配製100ppm、600ml糖水數十瓶，以及PAC溶液125、250、350ppm

口 調整糖水之pH值至7~9

匕 將糖水及PAC溶液混合

勺 檢測TOC之值

② PAC和Polymer(T-1053)之TOC性能測試

勺 調配PAC=250ppm、T-1053=25、75、125ppm，糖水原水=100ppm (TOC=29.8ppm) 之溶液

叉 將糖水及PAC、Polymer溶液混合

口 檢測TOC值

③ PAC和Polymer (T-1000)之TOC性能測試

勺 調配PAC=250ppm，T-1000=25、75、125ppm，糖水原水=100ppm (TOC=29.8 ppm)之溶液

叉 將糖水及PAC、Polymer溶液混合

口 檢測TOC之值

④ PAC和Polymer (T-3450)之性能測試

勺 調配PAC=250ppm，T-3450=25、75、150ppm，糖水原水=100ppm (TOC=29.8 ppm)之溶液

叉 將糖水及PAC、Polymer溶液混合

口 檢測TOC之值

實驗二 (硬度)

(1) 實驗目的：測試PAC、Polymer對鎘離子 (Cd)、鉻離子 (Cr) 之去除力。

(2) 實驗器材：PDV測定儀。

(3)實驗過程：

①PAC對重金屬鎘(Cd)、鉻(Cr)之性能測試：

↘調配10ppm、600ml之 $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ 數瓶，PAC溶液125、250、350ppm

↘調整 $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ 之pH值至8~9

□檢測PDV之值

②PAC和Polymer (T-1150)之Cd、Cr性能測試

↘調配PAC=500ppm，T-1150=5、2.5ppm之溶液

↘檢測PDV值

③PAC和Polymer (T-1000)對Cd、Cr性能測試

↘調配PAC=500ppm，T-1000=5、2.5ppm，PAC=500ppm、T-1000=2.5ppm溶液

↘檢測PAC、Polymer (T-1000)在各pH值中對Cd、Cr之去除率

④PAC和Polymer (T-1300)之Cd、Cr性能測試

↘調配PAC=500ppm，T-1300=5、2.5ppm，PAC=250ppm T-1300=2.5ppm之溶液

↘檢測PAC和Polymer (T-1300)在各pH值中對Cd、Cr之去除率

⑤PAC和Polymer (T-3068)之Cd、Cr性能測試

↘調配PAC=500ppm，T-3068=5、2.5ppm，PAC=250ppm、T-3068=2.5ppm之溶液

↘檢測PAC、Polymer (T-3068)在各pH值中對Cd、Cr之去除率

⑥PAC和Polymer (T-3100)之Cd、Cr性能測試

↘調配PAC=500ppm，T-3100=5、2.5ppm，PAC=250ppm T-3100=2.5ppm之溶液

↘檢測PAC、Polymer (T-3100)在各pH值中對Cd、Cr之去除率

⑦PAC和Polymer (T-3450)之Cd、Cr之性能測試

↘調配PAC=500ppm，T-3450=5、2.5ppm，PAC=250ppm、T-3450=2.5ppm之溶液

↘檢測PAC、Polymer (T-3450)在各pH值中對Cd、Cr之去除率

實驗三（銅離子濃度）

(1)實驗目的：測試PAC、Polymer對銅離子之去除率

(2)實驗器材：同實驗二

(3)實驗過程：

①PAC和Polymer(T-1053)之銅離子濃度性能測試

勺調配PAC=250ppm，T-1053=25ppm，測試液中銅離子濃度=175、75.1ppb

勺檢測PAC、Polymer(T-1053)在銅離子濃度=175、75.1 ppb溶液中各pH值對Cu之去除率

②PAC和Polymer(T-1000)之銅離子濃度性能測試

勺調配PAC=250ppm，T-1000=25ppm，測試液中銅離子濃度=175、75.1ppb

勺檢測PAC、Polymer(T-1000)在銅離子濃度=175、75.1 ppb溶液中各pH值對Cu之去除率

③PAC和Polymer(T-3450)之銅離子濃度性能測試

勺調配PAC=250ppm，T-3450=25ppm，測試液中銅離子濃度=175、75.1ppb

勺檢測PAC、Polymer(T-3450)在銅離子濃度=175、75.1 ppb溶液中各pH值對Cu之去除率

④PAC和Polymer(T-2000)之銅離子濃度性能測試

勺調配PAC=250ppm，T-2000=25ppm，測試液中銅離子濃度=175、75.1ppb

勺檢測PAC、Polymer(T-2000)在銅離子濃度=175、75.1 ppb溶液中各pH值對Cu之去除率

實驗四：

(1)實驗目的：將前實驗之實驗結果實地應用於冷卻塔上以印證其處理效果。

(2)實驗器材：

- ①冷卻水預儲存筒
- ②凝集劑、助凝集劑與氫氧化鈉（NaOH or pH值調整劑）
- ③凝集劑、助凝集劑與氫氧化鈉（NaOH or pH值調整劑）輸送蠕動馬達
- ④凝集劑、助凝集劑與氫氧化鈉（NaOH or pH值調整劑）與原水快速混合管（代替快混槽）
- ⑤快速斜板分離設備
- ⑥澄清處理水儲筒
- ⑦沉水幫浦
- ⑧冷卻水原水攪拌器

⑨電源供應器

(3)實驗過程

- ①調配PAC=50、250ppm，Polymer=25、125ppm
- ②將PAC、Polymer、NaOH溶液導入混合管中
- ③再將混合後的冷卻水引入斜板分離設備
- ④檢測處理後之冷卻水硬度、S.S.含量、pH值、TOC值、PDV (Cu、Fe) 值

(二)作用過程

- 1.混合管：將凝集劑(PAC)及助凝集劑(Polymer)、pH值調整劑加入此管中與原水混合(如化學凝集法中之快混)產生微細膠羽。
- 2.斜板，利用斜板大小之差異性及斜度增加膠羽的碰撞機率，以產生更大之膠羽，並利用其重力使其自然下滑。

(三)處理後之水質分析

- 1.取樣：待實驗裝置啟動2小時後，每一小時取澄清液分析
- 2.水質分析：
 - ①酸鹼質之分析測定(pH)
 - ②總含有機碳分析(TOC)
 - ③懸浮物含量(S.S.)
 - ④重金屬分析(PDV) (包含銅離子含量(Cu)、鐵離子含量(Fe))

六、結 果

- (一)處理後之冷卻水SS值為0.01~0.001ppm (SS原水值為0.1~0.5ppm)，除去率為9~99%之間。
- (二)處理後之冷卻水重金屬銅(Cu) (PPV)值為6~18ppb之間(Cu原水值為8~55ppb)，其除去率約為14~74%之間。
- (三)處理後之冷卻水總含有機碳量(TOC)值為3.8~7mg/l 之間，(TOC原水值為7~12mg/l，其除去率約為27~77%之間。
- (四)處理後之冷卻水中硬度為45~80mg/l (水中硬度原水值為46~445mg/l)，除去率約為7.6~73%之間。
- (五)處理後之冷卻水中酸鹼值為7.4~8.4(原水pH=7.7~9.0)，並無太大變化，表處理後之水並不會過酸(pH值偏低)，也不會過鹼(pH值偏高)。
- (六)陽性聚合物不論是無機鹽類或陽性有機聚合體類，其主要的功能為將懸浮物質表面之陰離子中和、因懸浮物質大半表面呈陰性，而相互排斥，而維持適

當的距離，卻成了懸浮物質。水處理要去除懸浮物質，首先必將其促使懸浮之陰離子去除，進而加入適當之聚合物，促使凝聚、凝集成大粒子，再由適當的助凝集劑聚合體（陰性 中性聚合體）之沉澱、廣羅而成更大粒子，使其迅速沉澱。

- (七)實驗二之結果得知，T-1150、T-1000、T-3068、T-3100、T-3450為重金屬Cd、Cr的良好處理劑。
- (八)實驗三中，T-1053、T-1000等高分子助凝集劑為處理重金屬Cu冷卻廢水的良好助凝集劑，其濃度為PAC=250ppm、Polymer (T-1053,T-1000)=25ppm。其次，Polymer (T-3450,T-2000,T-3100)也可以當重金屬Cu冷卻水的助凝集劑。
- (九)高分子凝集劑與高分子助凝集劑對水溶性糖水之吸附作用會使TOC值下降，當PAC之濃度固定在250ppm與Polymer(T-1053,T-1000,T-3450)濃度在25、75、125ppm時處理，TOC值為介於10~25ppm之間，顯然因化學凝集法吸附作用亦造成相當之功能。

七、討 論

- (一)在實驗一中，因原水的TOC值過低(20~60ppm)，故必須在原水中加入一定量之含TOC之物，故加入高分子的聚合物糖，以增加求得的TOC值可靠性，若不加入適量之糖，則無法求得TOC值(如不加糖，其冷卻水塔實際處理後之水TOC值約在4ppm左右)。
- (二)在實驗二、三中，PAC之量若達到一定程度後，會使重金屬之去除率下降，這是因為PAC之量達到一定程度後，PAC在水體中之體積過大，造成彼此的脫水性，電雙層之壓縮，界電性質變化大，膠體粒子間互相排斥力(或吸引力)與分子距離關係，使得重金屬之去除改變率差不大，而會使沉降速率差變小，需靠助凝集劑或更換一種凝集劑來完成。

八、結 論

- (一)實驗中所用之藥劑皆易於在市面購得，可以方便應用於實地操作。
- (二)實驗中所使用之斜板分離設備，有別於其他廢水處理設備，其具備了輕巧、可移動，以及處理迅速…等絕佳特性，更凸顯了此設備之完美。
- (三)此套設備不只可處理冷卻水塔之水，亦可處理其他廢水，並可做一、二、三級之處理，並可將斜板規模加大，以處理更大量之廢水，十分方便。

評 語

本作品利用完整的實驗步驟，印証移動式斜板和化學凝集在廢水處理裝置所能發揮的污泥脫水和澄清液分離效果，充份顯示作者之創造力和分析能力，十分可喜。實驗步驟和結果的分析也很完整，由參與研究同學對相關問題的了解程度，也不難看出她們用心的程度。若能將設備予以放大，並經實體測試，本作品對國內普遍存在的固液廢水，頗具應用價值。