

102 年度

# 潭頂淨水場快濾池藻類阻塞問題 探討及改善

研究單位：第六區管理處 台南給水廠

研究人員：工程師兼廠長 郭得祿

工程員兼股長 林信忠

研究期程：102 年 02 月至 102 年 05 月

# 潭頂淨水場快濾池藻類阻塞問題探討及改善

## 目 錄

	頁次
壹、緣起 .....	1
貳、現況說明 .....	4
參、研究及改善過程 .....	9
肆、成果分析 .....	15
伍、結論 .....	17
參考文獻 .....	18

# 潭頂淨水場快濾池藻類阻塞問題探討及改善

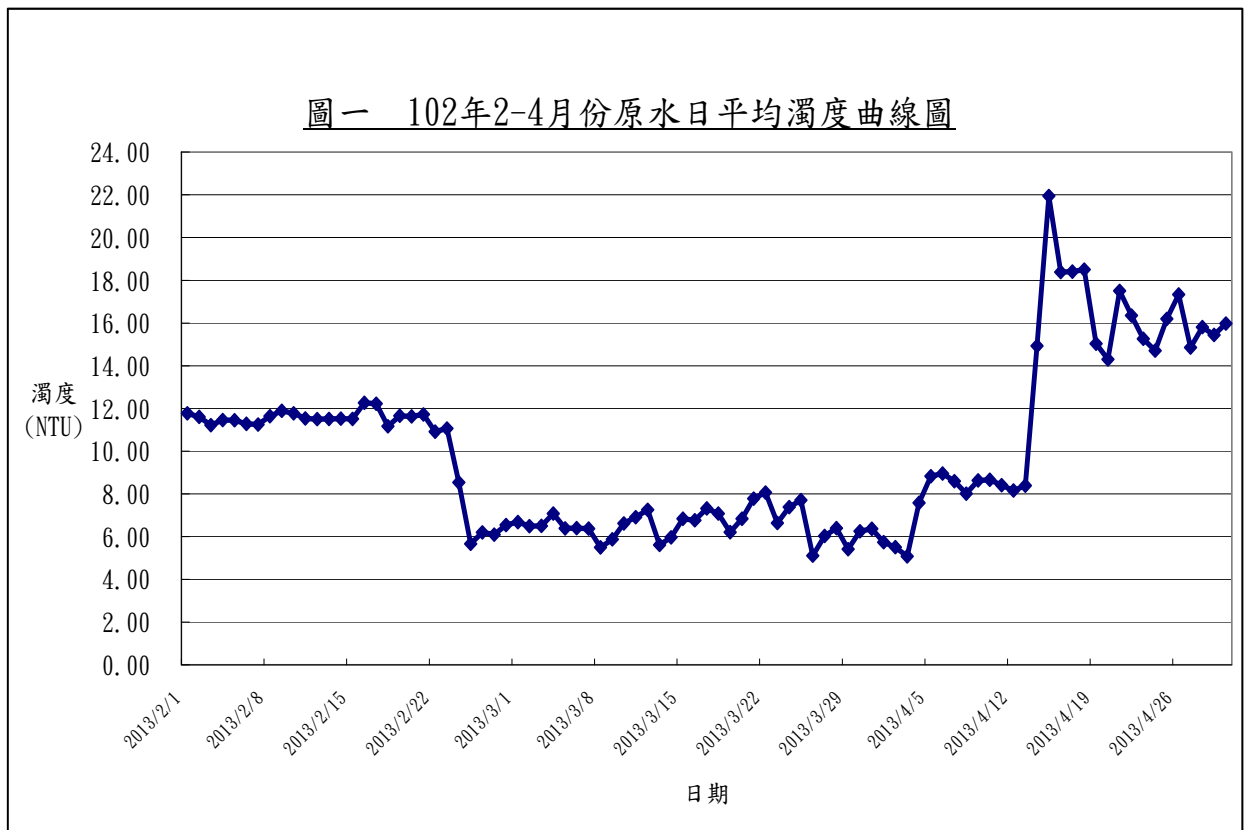
## 壹、緣起

潭頂淨水場的原水經由嘉南大圳南幹線引入，嘉南農田水利會於 96 年陸續將嘉南大圳南幹線土堤輸水渠，改建為 U 型鋼筋混凝土製輸水渠後，每年 2 月至 4 月期間，在低濁度原水(10 NTU 以下) (詳圖一) 情況下，淨水場淨水處理過程有下列現象發生：

1. 原水 pH 值日夜呈現較為劇烈循環變化(7.74~8.69) (詳圖二)，高於液體硫酸鋁最適宜 pH 值範圍(6.0~7.8) (高氏，1990)，導致淨水場混凝劑加藥效果不良，形成之膠羽顆粒細小，沉降性差。
2. 過濾水濁度上揚(16:00~04:00)，超過 2.0 NTU(飲用水水質標準)以上。
3. 快濾池濾層阻塞，濾程縮短，反沖洗頻率增加，反沖洗廢水量增加，甚至發生反洗水塔水量有供應不及等現象。

為改善快濾池濾層嚴重阻塞問題，針對本場快濾池相關設施和各項自動連續監測儀器進行檢測及校正，並對原水、沉澱水及過濾水水質及水中藻類進行檢測分析，發現原水中藻類大量滋生，經液體硫酸鋁進行加藥混凝沉澱仍無法有效

去除，流入快濾池濾層上方累積阻塞，是造成快濾池濾層嚴重阻塞影響過濾的主要原因之一，在參考寶山給水廠快濾池嚴重堵塞之研究實例(林氏，2009)及學者專家指導建議，改以鐵系 40% 氯化鐵( $\text{FeCl}_3$ )作為淨水混凝藥劑進行加藥後，混凝產生膠羽顆粒較大，沉澱池沉降效果佳，快濾池濾層阻塞，濾程縮短等問題，獲得大幅改善，茲將整個過程撰寫成本報告，以提供相同情形之淨水場淨水處理參考。





## 貳、現況說明

- 一、潭頂淨水場隸屬於台灣自來水公司第六區管理處台南給水廠，位於台南市新市區潭頂里 544 號，本公司於民國 59 年完成潭頂淨水場第一期工程處理量 9 萬 CMD，後於 68 年完成第二期處理量 9 萬 CMD 之擴建，合計全場設計出水量達 18 萬 CMD。潭頂淨水場之原水源自曾文水庫放水至烏山頭水庫經嘉南大圳南幹線重力引入本場(目前平均取水量約 12 萬 CMD)，除暴雨期間濁度可能突增較高外，其水質因有「烏山頭水庫水源水質保護區」之劃設，長期以來均屬良好(近 3 年平均濁度約為 33.0 NTU)，再經本場淨水處理後，皆可符合飲用水水質標準。場區平面配置圖(詳圖三)，淨水處理流程圖(詳圖四)。
- 二、往年 2 月至 4 月期間，潭頂淨水場在低濁度原水(10 NTU 以下)情況下的處理方法，是採取加強混凝操作，以瓶杯試驗結果獲得液體硫酸鋁之最佳加藥率，作為(00:00~12:00)實際加藥率，(12:00~24:00)期間則提高加藥率至 1.3~1.5 倍之策略，以沉澱拌除方式使膠羽顆粒在沉澱池沉降去除，藉由混凝劑的加藥率提高及加藥時間改變等方法，均能順利將過濾水濁度上揚及快濾池

反沖洗頻率增加問題加以改善，並使過濾水濁度保持在內控標準 0.5 NTU 以下，確保出水水質符合飲用水水質標準。今年延續往年處理方法，適度的提高混凝劑的加藥率及加藥時間改變，卻無法達到同樣良好的處理成效；因快濾池濾層的嚴重阻塞，導致濾程縮短至不到 16 小時（詳圖五），平常濾程均可達 48 小時以上，反沖洗頻率增加，反沖洗廢水尖峰濁度大幅降低至約 170 NTU（詳圖六），一般正常反沖洗廢水尖峰濁度均為 1500 NTU 以上，反沖洗廢水量增加，過濾效能嚴重降低，導致淨水處理量減少。

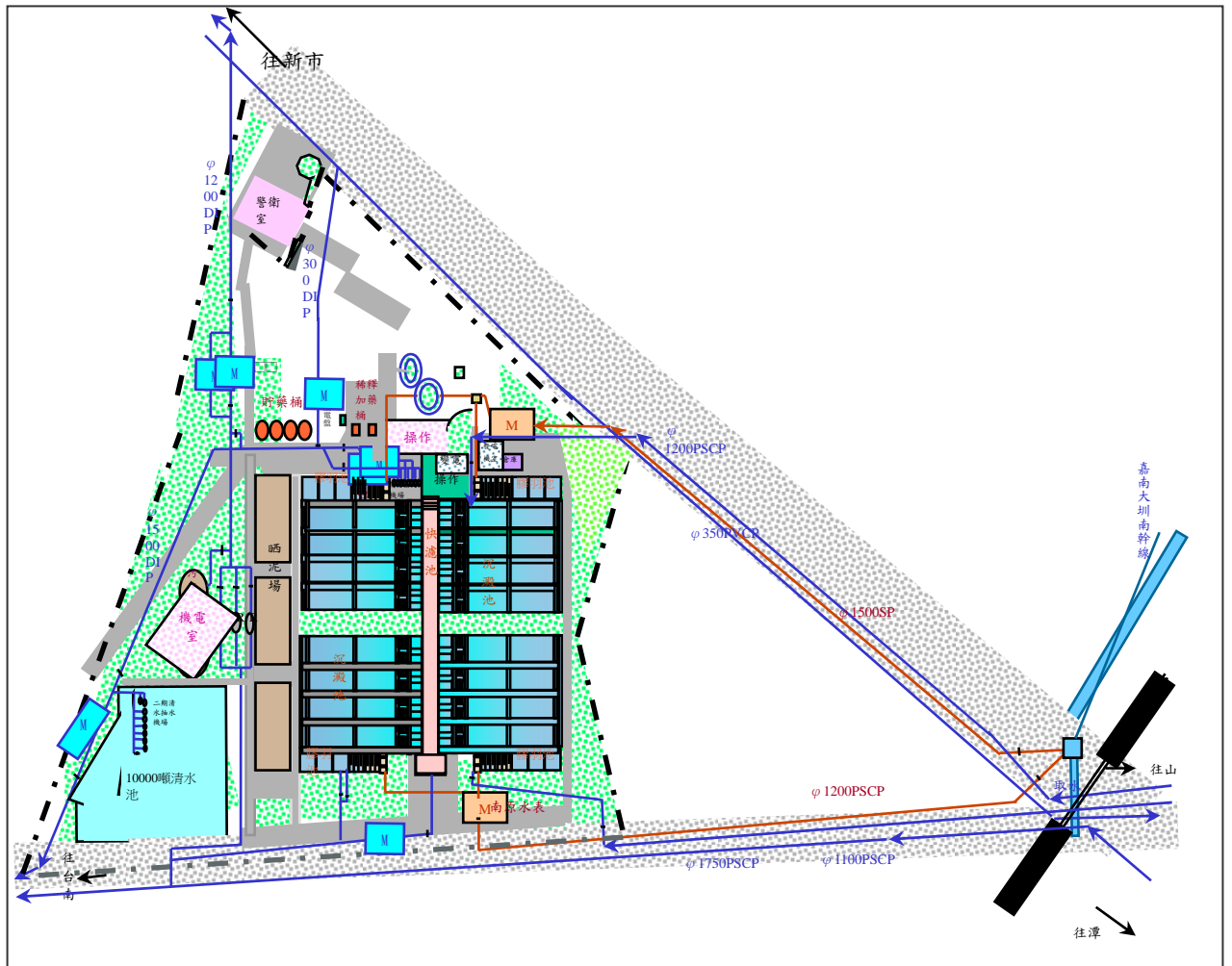
三、本場有關人員共同針對快濾池濾層嚴重阻塞，導致淨水處理量嚴重減少問題，積極進行以下措施：

1. 對快濾池所有附屬濾率及反沖洗電動閥門，各別進行檢測和調校。
2. 對快濾池所有附屬文氏管濾率流量計、水頭損失計、沉澱水及過濾水濁度計等線上自動監測儀器，各別進行維護及校正。
3. 對快濾池進行目測觀察檢視。
4. 對正在進行反沖洗之快濾池目測觀察檢視、濾層

膠羽貯留分析及濾砂取樣委外(宏盛科技檢驗有限公司)進行粒徑分析。

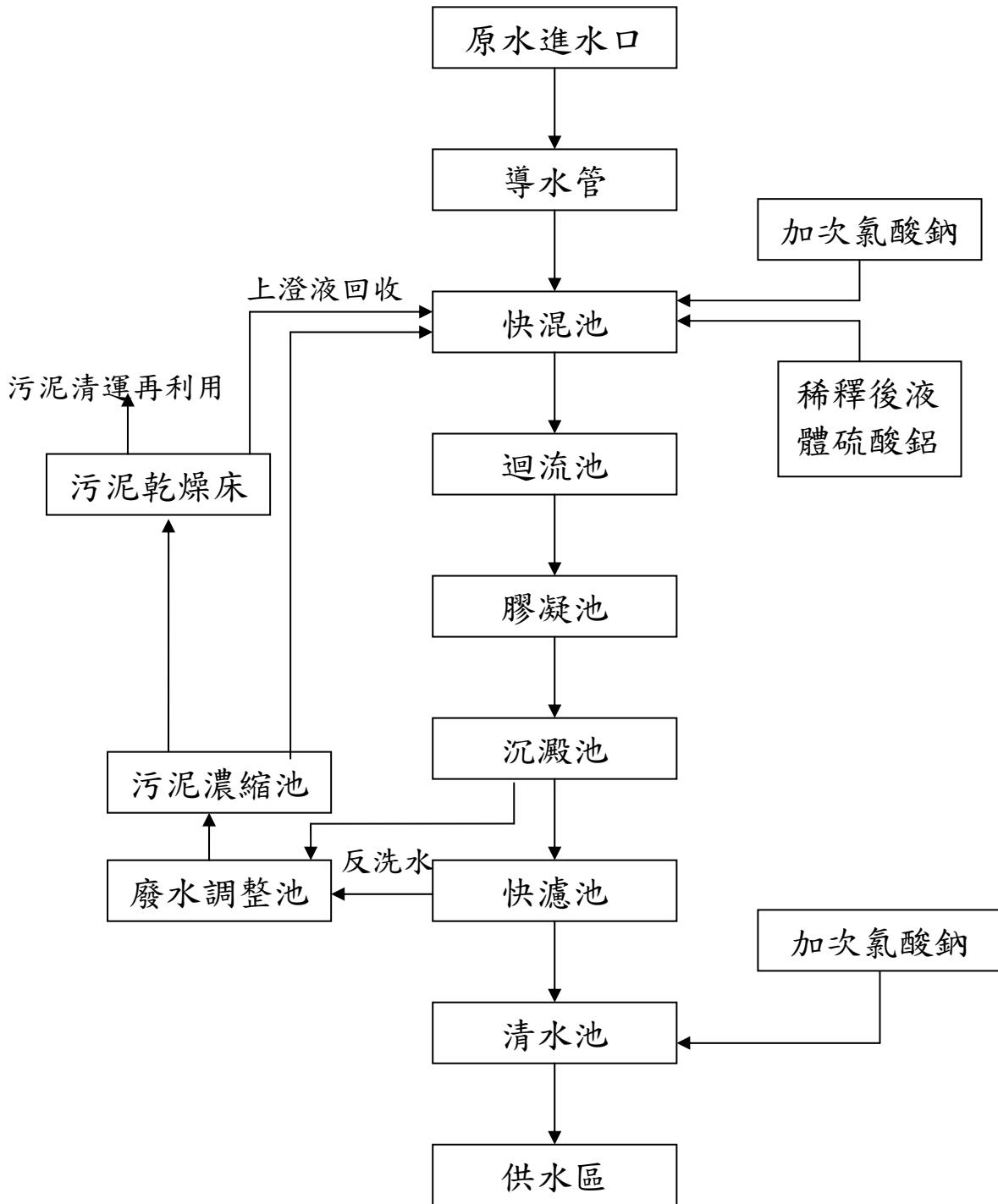
5. 除平常淨水場所辦理的各項水質檢測外，並委託七區檢驗室及交通大學防災與水環境研究中心，針對本場原水、沉澱水和過濾水總有機碳含量及水中藻類進行檢測分析。

圖三 潭頂淨水場場區平面配置圖

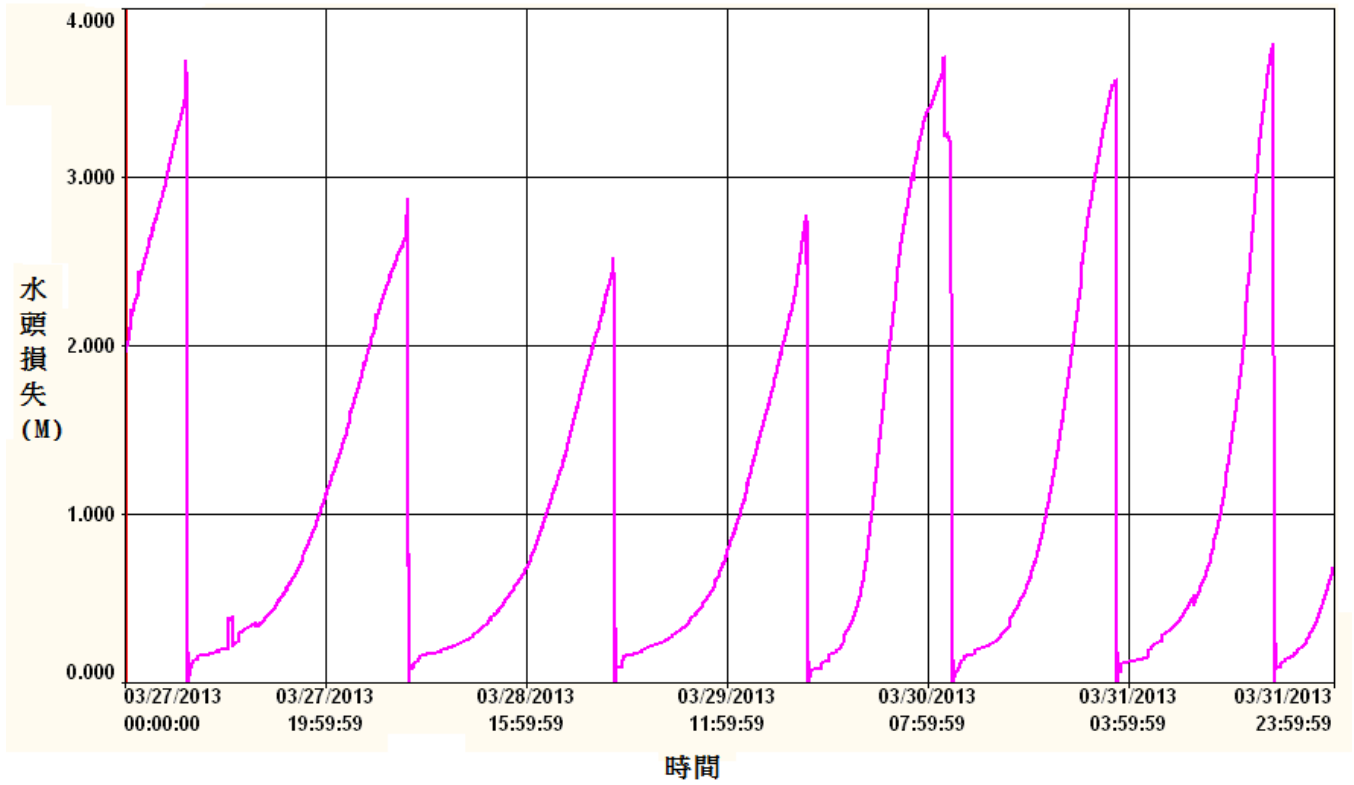




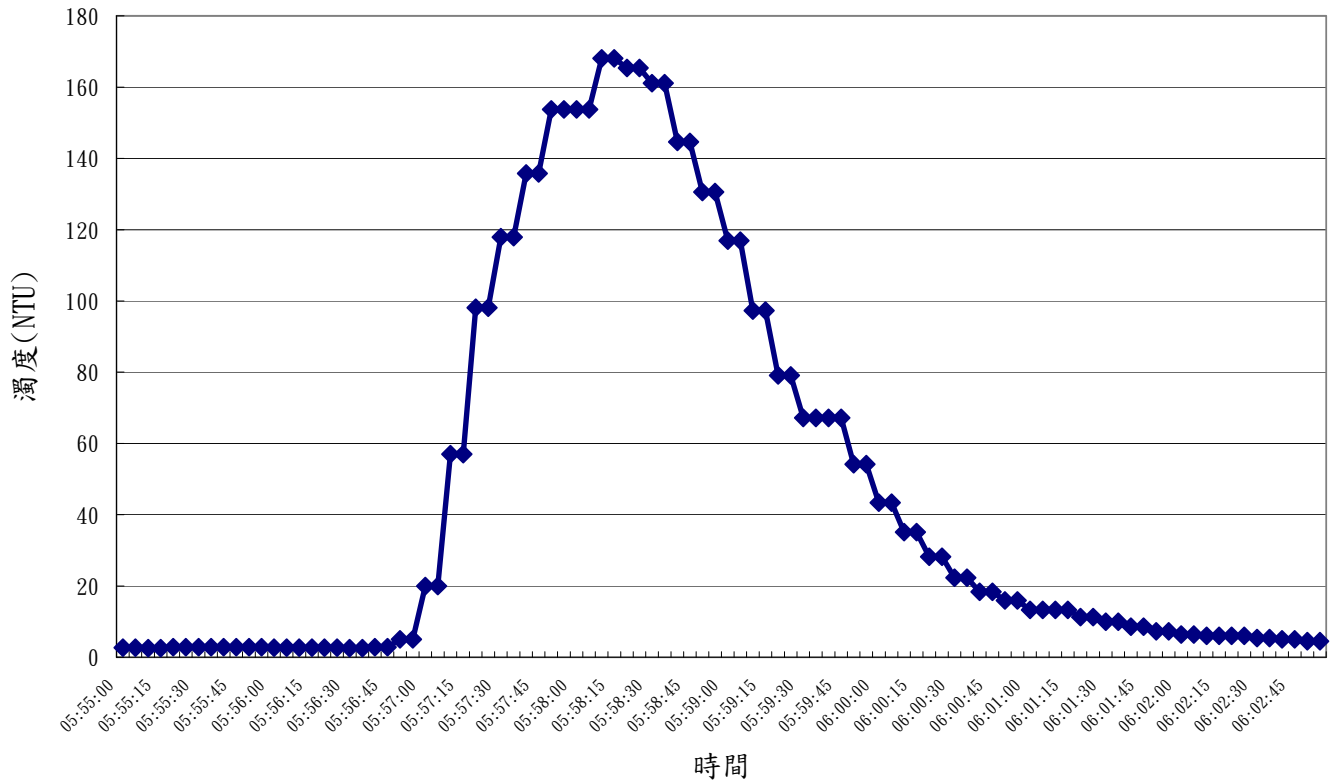
圖四 潭頂淨水場淨水處理流程圖



圖五 潭頂淨水場快濾池水頭損失歷線圖

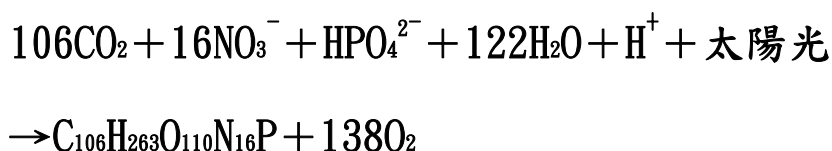


圖六 潭頂淨水場快濾池反沖洗廢水濁度歷線圖

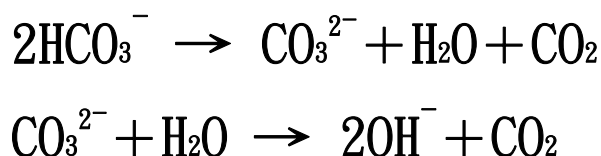


## 參、研究及改善過程

一、每年 2 月至 4 月期間，在低濁度原水(10 NTU 以下)(詳圖一)情況下，原水 pH 值日夜呈現較為劇烈循環變化(7.74~8.69)，經研判嘉南大圳南幹線圳路原水在流速緩慢、低濁度(透光度增加)及白天陽光充足時，原水中藻類會進行光合作用，增殖成長並產生氧氣，使水中含氧量增加，以下列方程式來表示：



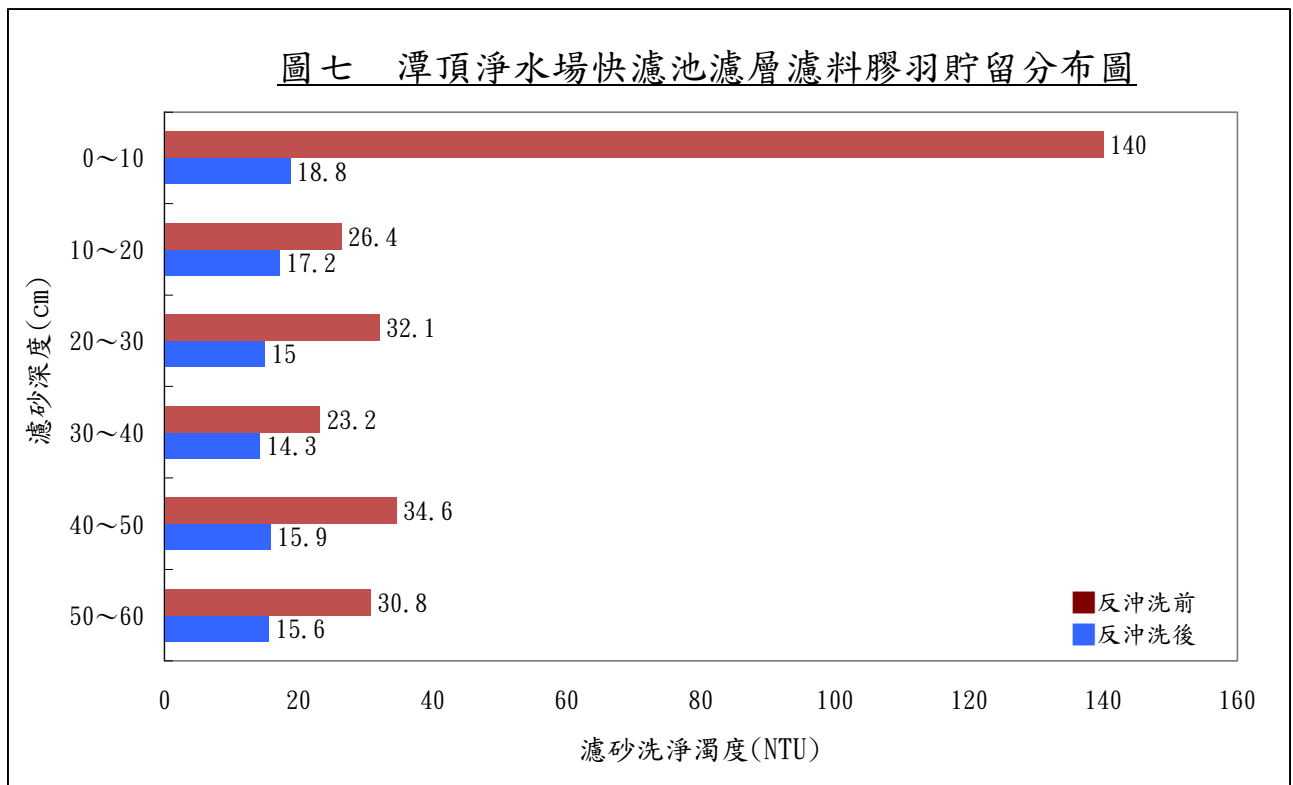
當藻類迅速繁殖，水中缺乏游離碳酸時，則分解氫碳酸成為碳酸鹽，再進一步將碳酸鹽分解為氫氧化物(OH<sup>-</sup>)，導致 pH 值最高可上昇至 10~11，其化學反應式如下：



二、本場有關人員共同針對快濾池濾層嚴重阻塞問題，所進行各項措施得到結果如下：

1. 經本場有關人員和協力廠商針對快濾池所有附屬每個電動閥門、設備和儀器進行調整、檢測、維護及校正，並確認快濾池機械設備正常。

2. 對快濾池進行目測觀察檢視發現反沖洗廢水尖峰濁度大幅降低，在反沖洗廢水中有棉絮和絲狀的濁度膠羽顆粒。
3. 濾層膠羽貯留分析結果（詳圖七）發現，大部分濁度物質均貯留於濾層表面 0~10 公分處，且濁度貯留物質數量很少，濾砂掏洗濁度只有 140 NTU。



4. 濾砂取樣委外(宏盛科技檢驗有限公司)進行粒徑分析結果(詳表一), 平均有效粒徑為 0.638 mm、及均勻係數 1.57, 尚屬合理範圍。

表一 潭頂淨水場快濾池濾砂平均有效粒徑及均勻係數

快濾池編號	3 號	5 號	11 號	13 號	平均值	設計值
平均有效粒徑(mm)	0.62	0.63	0.63	0.67	0.638	0.55
均勻係數	1.53	1.59	1.52	1.64	1.57	1.50

5. 本場對原水、沉澱水和過濾水等採樣後, 委託七區檢驗室進行總有機碳含量檢測分析結果如表二所示, 總有機碳含量略高。

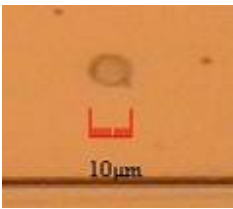
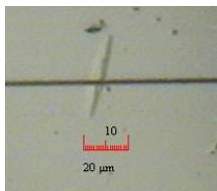
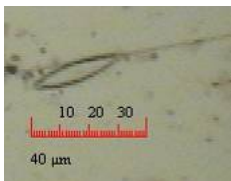
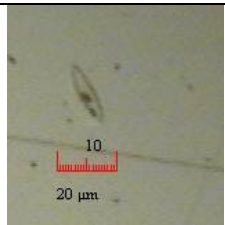


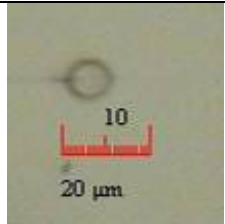
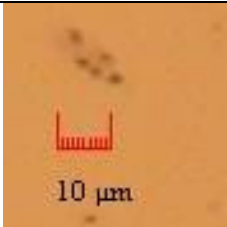
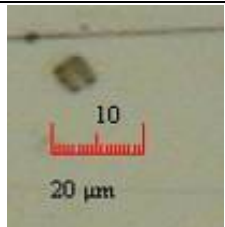
表二 潭頂淨水場原水、沉澱水和過濾水總有機碳檢測結果

水樣別	原水	沉澱水	過濾水
總有機碳含量(mg/L)	1.30	1.50	1.70

6. 本場對原水、沉澱水、快濾池前段反沖洗水和快濾後段反沖洗水等採樣後, 委託交通大學防災與水環境研究中心進行水中 DOC、藻種及藻類細胞數量檢測分析結果如表三。

表三 潭頂淨水場原水、沉澱水、反沖洗水藻類檢測結果

採樣日期：102.03.25

水樣類別	原水	沉澱水	快濾池前段反沖洗水 <sup>#</sup>	快濾池後段反沖洗水 <sup>#</sup>
DOC	1.61 mg/L	2.75 mg/L	2.78 mg/L	1.58 mg/L
藻數	1200 cells/mL	1467 cells/mL	10400 cells/mL	1400 cells/mL
藻種	球藻*、菱形藻、卵囊藻、鼓藻、針桿藻、微囊藻	球藻*、菱形藻*、顫藻、舟型藻、鼓藻	球藻*、菱形藻*、顫藻、舟型藻、鼓藻、卵囊藻	球藻*、菱形藻*、舟型藻、鼓藻、直鏈藻
	卵囊藻	舟型藻	舟型藻	舟型藻
				
	菱形藻		舟型藻	球藻
				
	微囊藻			鼓藻
				

\*：優勢藻種

#：快濾池前段反沖洗水：指快濾池開始反沖洗後約 1 分鐘之反沖洗水。

#：快濾池後段反沖洗水：指快濾池反沖洗結束前約 1 分鐘之反沖洗水。

綜合上述分析和一系列檢測結果發現，原水中藻類數量為 1200 cell/mL，經沉澱池後末端出水藻類數量為 1467 cell/mL 並無沉澱去除效果，各種藻類細胞大小介於 10 ~ 30  $\mu\text{m}$ ，容易大量累積於快濾池濾層表面（快濾池前段反沖洗水藻類數量為 10400 cell/mL），應是造成快濾池濾層嚴重阻塞的主要原因。

由於本場之原水源自曾文水庫放水至烏山頭水庫經嘉南大圳南幹線重力引入，因此無法針對水源進行源頭控管處理，以降低引入原水中藻類的數量，只能在淨水場內進行末端處理，希望能在沉澱水流入快濾池之前將藻類盡量去除，避免造成快濾池濾層阻塞。

在參考寶山給水廠快濾池嚴重堵塞之研究實例(林氏，2009)及學者專家指導建議下，本場有關人員共同研議出三個可能去除原水中藻類方法：

1. 提高前加氯(次氯酸鈉)劑量，殺死原水中藻類後，再加入粉狀活性碳和混凝劑(液體硫酸鋁)一起進行混凝沉澱，利用粉狀活性碳吸附藻類及其分泌物質，經沉澱池沉澱去除。
2. 改以高錳酸鉀作為前加氯消毒藥劑，氧化殺死原水中

藻類後，再加入混凝劑(液體硫酸鋁) 經混凝沉澱去除藻類。

3. 改以鐵系 40% 氯化鐵( $\text{FeCl}_3$ )作為淨水混凝藥劑，使混凝產生較大膠羽顆粒和藻類在沉澱池沉降去除。

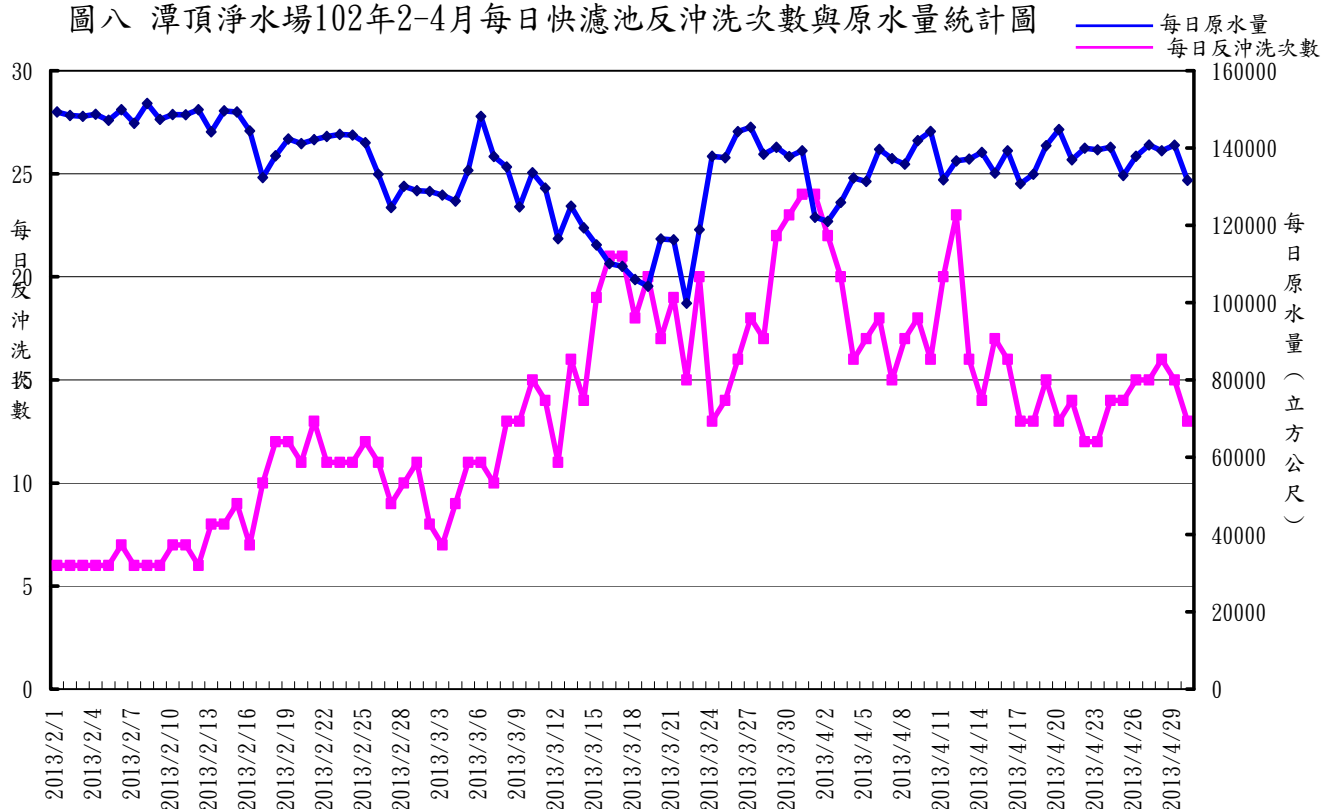
上述前兩種方法中，所需添加之粉狀活性碳和高錳酸鉀兩種藥劑，必須重新辦理採購，採購時效不及，且本場以往並無添加之粉狀活性碳和高錳酸鉀等藥劑之加藥經驗，因此暫不考慮採用。另本場為改善清水中殘餘鋁含量問題，曾於 101 年 11 月 26 日至 12 月 15 日期間在嘉南藥理科技大學團隊協助下，進行混凝劑變更為鐵系 40% 氯化鐵實場添加之經驗，且本處(六區)物料課已完成氯化鐵採購契約，因此決定採用第三個方法，改以鐵系 40% 氯化鐵( $\text{FeCl}_3$ )作為淨水混凝藥劑。



## 肆、成果分析

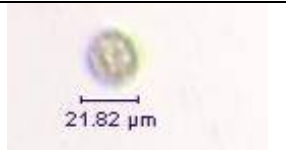
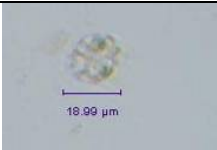
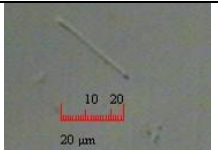
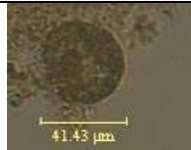
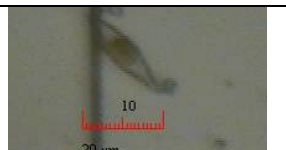


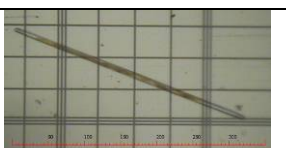
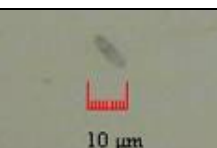
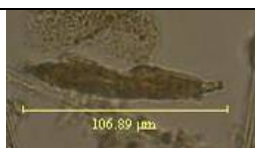
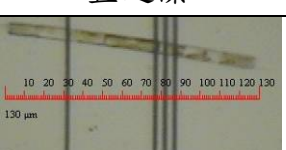
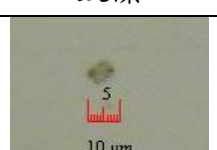
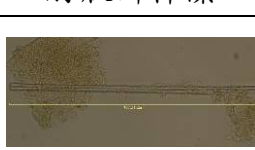

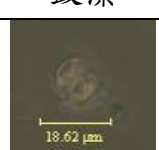
在 40% 氯化鐵辦理檢驗合格後，於 102 年 4 月 1 日至 14 日期間進行半場(一期) 混凝劑變更為鐵系 40% 氯化鐵實場添加後，102 年 4 月 3 日再次對原水、沉澱水、快濾池前段反沖洗水和快濾後段反沖洗水等採樣，進行 DOC、藻種及藻類細胞數量檢測分析結果(詳表四)，原水中藻類數量為 2200 cell/mL，經沉澱池後末端出水藻類數量降低為 467 cell/mL，藻類在沉澱池的沉澱去除效率達 78.77%，快濾池濾層嚴重阻塞問題，獲得大幅改善，反沖洗頻率減少，淨水處理水量亦明顯增加(詳圖八)。

圖八 潭頂淨水場102年2-4月每日快濾池反沖洗次數與原水量統計圖



表四 潭頂淨水場原水、沉澱水、反沖洗水藻類檢測結果

採樣日期：102.04.03

水樣類別	原水	沈澱水	快濾池前段反沖洗水	快濾池後段反沖洗水
DOC	1.67 mg/L	2.47 mg/L	8.29 mg/L	2.57 mg/L
藻數	2200 cells/mL	467 cells/mL	3333 cells/mL	867 cells/mL
藻種	小環藻*、針桿藻*、菱形藻、鼓藻、舟型藻、裸藻、腎形藻、直鏈藻	小環藻*、針桿藻、菱形藻、鼓藻、裸藻、直鏈藻	小環藻*、顫藻、針桿藻、鼓藻	小環藻*、鼓藻、舟型藻、針桿藻
藻類圖片	小環藻	小環藻	顫藻	小環藻
				
	舟型藻	裸藻		舟型藻
				
	肘狀針桿藻	菱形藻		舟型藻
				
	直鏈藻	鼓藻		肘狀針桿藻
				
	腎型藻			鼓藻
				

\*：優勢藻種

## 伍、結論

1. 造成潭頂淨水場快濾池濾層嚴重阻塞的主要原因，是原水中細胞大小介於  $10\sim 30\ \mu\text{m}$  的各種藻類大量繁殖增生，經混凝沉澱仍無法有效沉澱去除，因而流入快濾池後在濾層表面堆積，造成濾層之過濾孔隙快速阻塞。
2. 潭頂淨水場在 2 月至 4 月期間，原水低濁度（10 NTU 以下）且各種藻類大量繁殖增生情況下，若採取加強混凝操作，提高混凝劑（液體硫酸鋁）之加藥率，是無法以混凝沉澱方式去除藻類。
3. 變更混凝劑為鐵系 40% 氯化鐵進行實場添加混凝，進入沉澱池後可有效沉澱去除藻類數量達 78.77 %，減輕快濾池濾層負荷，大幅改善快濾池濾層嚴重阻塞問題。

參考文獻：

1. 高肇藩，1990，給水工程（衛生工程，自來水篇），國立成功大學環境工程學系。
2. 林志麟、袁如馨，2009，藻類特性及前氧化劑對藻類混沉及過濾移除之影響，中華民國自來水協會會刊，第28卷，第2期，16-26。
3. 陳伯堦，2010，鯉魚潭淨水廠中快濾池去除水中藻類與藻類阻塞問題之模廠試驗研究，國立中興大學環境工程學系碩士論文。
4. 邱莉婷，2010，淨水程序中快濾池去除藻類效能之研究，國立中興大學環境工程學系碩士論文。