

〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇



九十九年度

淨水場加藥與瓶杯試驗曲線契合度之探討—以南化、烏山頭為例

撰寫單位：第六區管理處檢驗室

撰寫人員：鄭堡文

撰寫日期：九十九年三月至九十九年五月

摘要

在淨水處理中，加入混凝劑，經過快混、慢混、沉澱三個連續單元是一般傳統處理去除濁度最適選擇，操作人員依據瓶杯試驗曲線對照建議劑量做為現場加藥參考。瓶杯試驗是實驗室批次操作，試驗的參數乃是依據淨水場現有單元，利用數學演算將現場 G 及 T 換算成瓶杯之 RPM 及 T，所以每淨水場瓶杯試驗的參數皆不同；現場加藥是為連續式操作，操作人員依瓶杯試驗曲線調整加藥量，並至少每二小時現場量測紀錄於加藥工作日報表。實驗室批次操作的瓶杯試驗值，要套用於連續式操作的現場加藥，其實用性與準確性可能需要以現場數據來做為驗證與探討。本研究是以烏山頭淨水場及南化淨水場為例，由場內瓶杯試驗報表數據，製作瓶杯試驗曲線。再篩選加藥工作日報表之數據，依沉澱水濁度篩選製作現場加藥曲線。兩曲線對照之加藥率相對誤差在 $\pm 20\%$ 以內，即研判為瓶杯曲線準確性佳，對操作人員之實用性亦高。

研究結果顯示烏山頭淨水場篩選沉澱水濁度 <5 或 $4\sim 5$ NTU，所繪製之現場加藥曲線與瓶杯試驗繪製之曲線相較，除在低濁度(<10 NTU)會有誤差 $<-20\%$ 之情況外，其餘皆在 $\pm 20\%$ 以內，驗證瓶杯試驗曲線對該場操作人員實用性高；南化淨水場篩選沉澱水濁度 <5 或 $4\sim 5$ NTU，所繪製之現場加藥曲線與瓶杯試驗繪製之曲線相較，除在低濁度(<10 NTU)會有誤差 $>20\%$ 之情況外，其餘皆在 $\pm 20\%$ 以內，驗證瓶杯試驗曲線對該場操作人員實用性高。另烏山頭淨水場在原水濁度 ≤ 200 NTU 時，沉澱水濁度超出內控值的比例三期有 2.51%，四期有 6.63%，可能為兩期沉澱池滯流時間稍有不足，所以在常常超量出水下，會偶而超出內控值；而南化淨水場屬快速膠羽沉澱池設計，在低原水濁度下污泥毯不易形成，在高原水濁度下，污泥毯的形成會提高濁度的去除率，所以在原水濁度 >200 NTU 時，沉澱水濁度超出內控之比例反而比原水濁度 ≤ 200 NTU 少。

目錄

摘要	I
目錄	II
表目錄	III
圖目錄	V
附表目錄	VII
壹、前言	1
1-1 緣起	1
1-2 目的	1
貳、研究方法	3
2-1 參考曲線之加藥率	3
2-2 製作瓶杯試驗曲線	3
2-3 製作現場加藥曲線	4
2-4 以曲線間相對誤差解釋曲線準確性	4
參、結果與討論	6
3-1 瓶杯曲線	6
3-2 現場加藥曲線	10
3-3 各加藥率之誤差	23
肆、結論與建議	29
4-1 結論	29
4-2 建議	30
伍、總結	31
陸、參考文獻	31

表目錄

表 3-1 98 年烏山頭淨水場參考曲線建議加藥	7
表 3-2 烏山頭淨水場瓶杯試驗參數	7
表 3-3 烏山頭淨水場瓶杯試驗曲線建議加藥率	8
表 3-4 98 年南化淨水場參考曲線建議加藥率	9
表 3-5 南化淨水場瓶杯試驗參數	9
表 3-6 南化淨水場瓶杯曲線建議加藥率	10
表 3-7 烏山頭淨水場三期沉濁 4~5 NTU 現場加藥參數 .	11
表 3-8 烏山頭淨水場三期沉濁 4~5NTU 現場加藥率 . . .	12
表 3-9 烏山頭淨水場三期沉濁 <5NTU 現場加藥參數 . .	13
表 3-10 烏山頭淨水場三期沉濁 <5NTU 現場加藥率	14
表 3-11 烏山頭淨水場三期沉濁 \geq 5NTU 現場加藥參數 . .	14
表 3-12 烏山頭淨水場三期沉濁 \geq 5NTU 現場加藥率 . . .	15
表 3-13 烏山頭淨水場四期沉濁 4~5NTU 現場加藥參數 . .	16
表 3-14 烏山頭淨水場四期沉濁 4~5NTU 現場加藥率 . . .	16
表 3-15 烏山頭淨水場四期沉濁 <5NTU 現場加藥參數 . . .	17
表 3-16 烏山頭淨水場四期沉濁 <5NTU 現場加藥率	18
表 3-17 烏山頭淨水場四期沉濁 \geq 5NTU 現場加藥參數 . .	18
表 3-18 烏山頭淨水場四期沉濁 \geq 5NTU 現場加藥率 . . .	19
表 3-19 南化淨水場沉濁 4~5NTU 現場加藥參數	20
表 3-20 南化淨水場沉濁 4~5NTU 現場加藥率	21

表 3-21 南化淨水場沉濁 $<5\text{NTU}$ 現場加藥參數	21
表 3-22 南化淨水場沉濁 $<5\text{NTU}$ 現場加藥率	22
表 3-23 南化淨水場沉濁 $\geq 5\text{NTU}$ 現場加藥參數	22
表 3-24 南化淨水場沉濁 $\geq 5\text{NTU}$ 現場加藥率	23
表 3-25 烏山頭淨水場三期現場加藥率與杯瓶加藥率	24
表 3-26 烏山頭淨水場四期現場加藥率與杯瓶加藥率	26
表 3-27 南化淨水場現場加藥率與杯瓶加藥率	27

圖目錄

圖 3-1(1) 98 年烏山頭淨水場參考曲線(1)	6
圖 3-1(2) 98 年烏山頭淨水場參考曲線(2)	6
圖 3-2(1)烏山頭淨水場瓶杯試驗曲線(1)	7
圖 3-2(2)烏山頭淨水場瓶杯試驗曲線(2)	8
圖 3-3(1) 98 年南化淨水場參考曲線(1)	8
圖 3-3(2) 98 年南化淨水場參考曲線(2)	9
圖 3-4(1)南化淨水場瓶杯試驗曲線(1)	10
圖 3-4(2)南化淨水場瓶杯試驗曲線(2)	10
圖 3-5(1)烏山頭淨水場三期沉濁 4~5NTU 現場加藥曲線(1)	12
圖 3-5(2)烏山頭淨水場三期沉濁 4~5NTU 現場加藥曲線(2)	12
圖 3-6(1)烏山頭淨水場三期沉濁 <5NTU 現場加藥曲線(1)	13
圖 3-6(2)烏山頭淨水場三期沉濁 <5NTU 現場加藥曲線(2)	13
圖 3-7(1)烏山頭淨水場三期沉濁 \geq 5NTU 現場加藥曲線(1)	14
圖 3-7(2)烏山頭淨水場三期沉濁 \geq 5NTU 現場加藥曲線(2)	15
圖 3-8 烏山頭淨水場四期沉濁 4~5NTU 現場加藥曲線 . .	16
圖 3-9(1)烏山頭淨水場四期沉濁 <5NTU 現場加藥曲線(1)	17
圖 3-9(2)烏山頭淨水場四期沉濁 <5NTU 現場加藥曲線(2)	17
圖 3-10(1)烏山頭淨水場四期沉濁 \geq 5NTU 現場加藥曲線(1)	18
圖 3-10(2)烏山頭淨水場四期沉濁 \geq 5NTU 現場加藥曲線(2)	19
圖 3-11(1)南化淨水場沉濁 4~5NTU 現場加藥曲線(1) . .	20

圖 3-11(2)南化淨水場沉濁 4~5NTU 現場加藥曲線(2) . . .	20
圖 3-12(1)南化淨水場沉濁<5NTU 現場加藥曲線(1) . . .	21
圖 3-12(2)南化淨水場沉濁<5NTU 現場加藥曲線(2) . . .	22
圖 3-13(1)南化淨水場沉濁 \geq 5NTU 現場加藥曲線(1) . . .	23
圖 3-13(2)南化淨水場沉濁 \geq 5NTU 現場加藥曲線(2) . . .	23
圖 3-14(1)烏山頭杯瓶試驗曲線相較圖	24
圖 3-14(2)烏山頭杯瓶-三期曲線相較圖(1)	24
圖 3-14(3)烏山頭杯瓶-三期曲線相較圖(2)	25
圖 3-14(4)烏山頭杯瓶-三期曲線相較圖(3)	25
圖 3-15 烏山頭三期現場曲線與瓶杯曲線之加藥誤差% .	25
圖 3-16(1)烏山頭杯瓶-三期曲線相較圖(1)	26
圖 3-16(2)烏山頭杯瓶-三期曲線相較圖(2)	26
圖 3-16(3)烏山頭杯瓶-三期曲線相較圖(3)	26
圖 3-17 烏山頭四期現場曲線與瓶杯曲線之加藥誤差% .	27
圖 3-18(1)南化杯瓶試驗曲線相較圖	28
圖 3-18(2)南化杯瓶-三期曲線相較圖(1)	28
圖 3-18(3)南化杯瓶-三期曲線相較圖(2)	28
圖 3-18(4)南化杯瓶-三期曲線相較圖(3)	28
圖 3-19 南化現場曲線與瓶杯曲線之加藥誤差%	28

附表目錄

附表 1 原濁數據歸納基準	32
附表 2 烏山頭淨水場瓶杯試驗數據	33
附表 3 南化淨水場瓶杯試驗數據	34
附表 4 烏山頭淨水場三期現場沉濁 4~5NTU 加藥數據 . . .	35
附表 5 烏山頭淨水場三期現場沉濁 <5NTU 加藥數據 . . .	36
附表 6 烏山頭淨水場三期現場沉濁 \geq 5NTU 加藥數據 . . .	37
附表 7 烏山頭淨水場四期現場沉濁 4~5NTU 加藥數據 . . .	38
附表 8 烏山頭淨水場四期現場沉濁 <5NTU 加藥數據 . . .	39
附表 9 烏山頭淨水場四期現場沉濁 \geq 5NTU 加藥數據 . . .	40
附表 10 南化淨水場現場沉濁 4~5NTU 加藥數據	41
附表 11 南化淨水場現場沉濁 <5NTU 加藥數據	42
附表 12 南化淨水場現場沉濁 \geq 5NTU 加藥數據	43
附表 13 烏山頭淨水場杯瓶試驗參數演算	44
附表 14 南化淨水場杯瓶試驗參數演算	47

壹、前言

1-1 緣起

本處水源皆為地面水，在淨水處理濁度方面主要是利用加入混凝劑，經過快混、慢混、沉澱、過濾等單元去除。前三階段混凝沉澱為濁度主要去除單元，快混係將加入於原水的混凝劑急速擴散以達成完善之化學反應，慢混則為緩慢之混合使顆粒增加碰撞次數以結合成較粗的膠羽，而沉澱則是將膠羽沉澱去除，三個單元均須發揮最佳化，濁度去除效果才會好。

混凝作用中影響的因素有(1)原水的 pH 值(2)原水中的化學成分(3)原水的性質(4)混凝劑之種類(5)水溫(6)水中粒子(7)攪拌方法與時間，上述的因素在操作上較易控制者為混凝劑的種類及其加量，攪拌方法與膠凝時間。前者由操作人員決定，後者由設計人員決定。淨水場操作目前對於混凝劑的選擇，除南化場使用聚氯化鋁外，其餘場使用硫酸鋁，加量多寡則利用瓶杯試驗(jar test)決定最適宜加藥量。但對於原水水質變化快速時，若經瓶杯試驗後，再調整現場加藥，則往往錯失時機，故淨水場需以該水源特性，事先建立一系列瓶杯試驗經驗值作為檢量線，引以為加藥劑量參考才能掌握時效。

目前瓶杯試驗的參數乃是依據淨水場現有單元，利用數學演算將現場流速坡降(G)及混合時間(T)值換算成瓶杯之轉速(rpm)及攪拌時間(T)值，將現場沉澱池溢流率換算成瓶杯之靜置時間。然後將數值模擬至瓶杯試驗中求出瓶杯試驗曲線，所以每淨水場瓶杯試驗的參數皆不同。利用實驗室瓶杯試驗曲線來作為現場加藥參考依據，是每一個淨水場淨水操作必遵守的準則，但其實用性與準確性可能需要以現場數據來做為驗證與探討。

1-2 目的

本研究是以烏山頭淨水場及南化淨水場為例，由場內瓶

杯試驗報表數據，製作瓶杯試驗曲線。再由加藥工作日報表數據，依沉澱水濁度 4~5NTU、 $<5\text{NTU}$ 及 $\geq 5\text{NTU}$ 三項篩選製作現場加藥曲線。烏山頭淨水場是傳統式淨水處理單元加傾斜板，南化淨水場是快混池加快速膠羽沉澱池，兩種不同淨水設備，探討現場加藥曲線與瓶杯試驗曲線的實用性與準確性。

貳、研究方法

淨水場操作人員依水質規範，當原水濁度低於 10NTU 時每月執行一次瓶杯試驗；高於 10NTU 時每日執行一次瓶杯試驗。本處瓶杯試驗是以靜置後濁度 < 5NTU 之第一杯當建議劑量，做為現場加藥參考，並為次年修正瓶杯試驗曲線之依據。當原水濁度變化時，操作人員依瓶杯試驗曲線調整加藥量，並至少每二小時現場量測紀錄於加藥工作日報表。

瓶杯試驗是為批次操作，現場加藥是為連續式操作，所以當現場加藥後至快濾池前有一段淨水時間，所以為求準確性，將依淨水場淨水時間把加藥工作日報表之沉澱水濁度數據，烏山頭場往前移 1 小時、南化場往前移 4 小時，然後依照步驟製作各曲線及對照出加藥率。

2-1 參考曲線之加藥率

將淨水場 98 年參考曲線依原水濁度 5、10、15、20、25、30、40、50、60、70、80、90、100、120、140、160、180、200、250、300、350、400、450、500NTU 對照出相對加藥率，做為現場加藥曲線之加藥率標準。

2-2 製作瓶杯試驗曲線

將淨水場 98 年原水瓶杯試驗報告表依下列步驟製作瓶杯試驗曲線：

- 一、每份報告表之原水濁度與建議使用劑量彙整於 Excel 試算表中。
- 二、以原水濁度遞增方式排序。
- 三、以濁度 5、10、15... 等差數列為基準，將接近之原水濁度之建議劑量求平均值，做為該基準濁度的建議劑量。例如基準濁度 10 之建議劑量為原水濁度 7.6~12.5 之建議劑量求平均值；基準濁度 15 之建議劑量為原水濁度 12.6~17.5 之建議劑量求平均值，如附表 1。
- 四、如基準濁度無接近之原水濁度則空缺。

- 五、以基準濁度為 X 軸、平均建議劑量為 Y 軸，作 XY 散佈圖。
- 六、以迴歸方式畫出合適之趨勢線。
- 七、對照出不同濁度之瓶杯試驗曲線建議加藥率，做為參考曲線是否改變之參考。

2-3 製作現場加藥曲線

將淨水場 98 年加藥工作日報表依下列步驟製作現場加藥曲線：

- 一、每份日報表之每筆原水流量、加藥流量、原水濁度、沉澱水濁度彙整於 Excel 試算表中。
- 二、依照現場加藥後至快濾池前所需時間，將沉澱水濁度數據往前移，如烏山頭場往前移 1 小時，南化場往前移 4 小時。
- 三、以期望的沉澱水濁度做為篩選資料的依據，如 4~5NTU、 $<5\text{NTU}$ 、 $\geq 5\text{NTU}$ 等。
- 四、以原水濁度遞增方式排序。
- 五、利用公式算出每筆資料之加藥率。
- 六、將原水濁度以四捨五入取至個位數，並將相同原水濁度的加藥率求平均值。
- 七、以濁度 5、10、15... 等差數列為基準，將接近之原水濁度之加藥率求平均值，做為該基準濁度的加藥率。例如基準濁度 10 之加藥率為原水濁度 7.6~12.5 之加藥率求平均值；基準濁度 15 之加藥率為原水濁度 12.6~17.5 之加藥率求平均值，如附表 1。
- 八、如基準濁度無接近之原水濁度則空缺。
- 九、以基準濁度為 X 軸、平均加藥率為 Y 軸，作 XY 散佈圖。
- 十、以迴歸方式畫出合適之趨勢線。
- 十一、對照出不同濁度之現場加藥率。

2-4 以曲線間相對誤差解釋曲線準確性

取現場曲線 5、10、15、20、25、30、40、50、60、70、80、90、100、120、140、160、180、200、250、300、350、400、450、500NTU 之加藥率與瓶杯參考曲線相對 NTU 之加藥率計算相對誤差百分比= $[(\text{現場曲線}-\text{瓶杯參考曲線})/\text{瓶杯參考曲線}]*100\%$ ，如相對誤差在 $\pm 20\%$ 以內，則其瓶杯參考曲線準確性佳，對操作人員之實用性高。

參、結果與討論

3-1 瓶杯曲線

一、烏山頭淨水場瓶杯試驗曲線

1、98年烏山頭淨水場參考曲線，如圖3-1。

圖3-1(1) 98年烏山頭淨水場參考曲線(1)

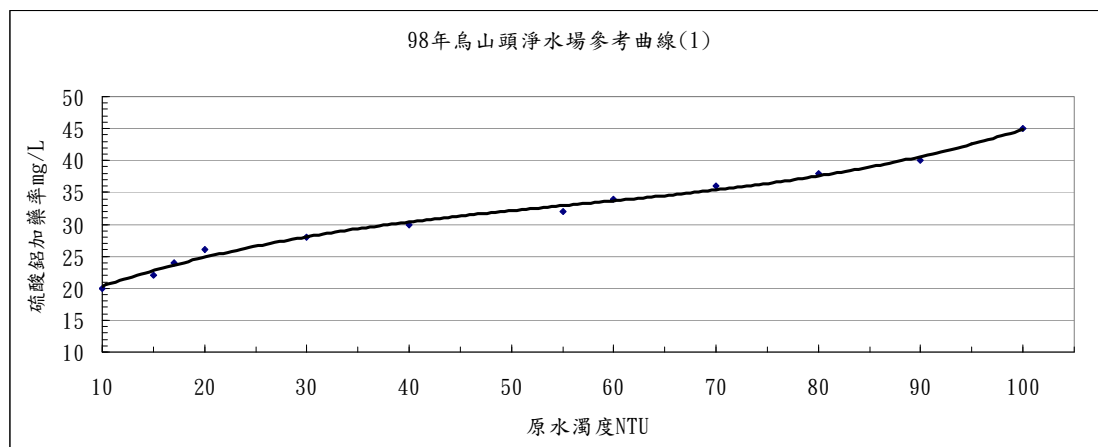
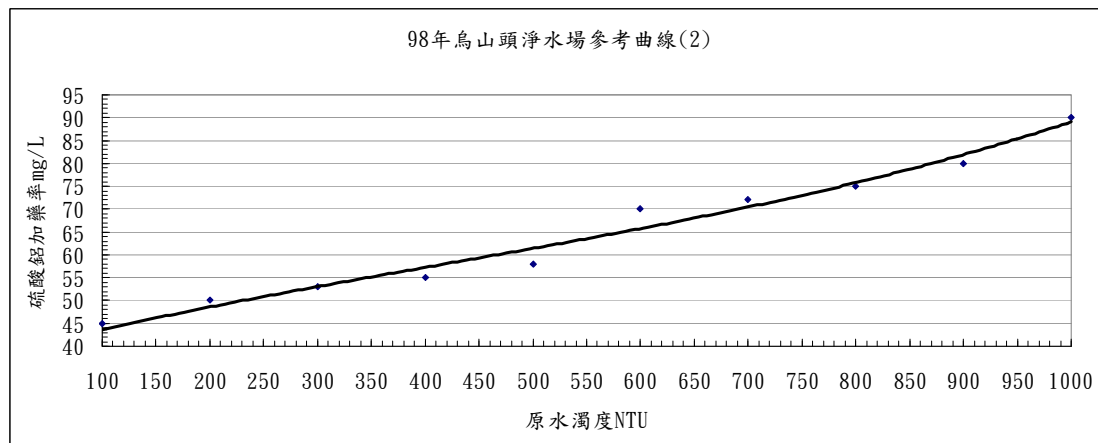


圖3-1(2) 98年烏山頭淨水場參考曲線(2)



利用曲線可求得不同濁度的建議加藥率，如表3-1。

表 3-1 98 年烏山頭淨水場參考曲線建議加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	20.0	40	30.4	100	43.5	250	50.8
10	20.3	50	32.2	120	44.5	300	53.0
15	22.7	60	33.9	140	45.8	350	55.1
20	24.8	70	35.7	160	47.0	400	57.2
25	26.6	80	38.0	180	48.0	450	59.4
30	28.1	90	41.3	200	48.8	500	61.2

2、98 年烏山頭淨水場瓶杯試驗有 94 筆資料，如附表 2，將其歸納後得表 3-2：

表 3-2 烏山頭淨水場瓶杯試驗參數

濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值
5	18	30	28	55	34	95	48	200	52
10	21	35	31	65	40	100	40	220	51
15	22	40	31	70	36	110	44	500	60
20	26	45	33	80	40	120	44	550	60
25	26	50	33	90	40	190	52	1600	91

以表 3-2 瓶杯試驗參數，因於濁度 550NTU 以上瓶杯試驗資料不足，所以製作 5~550NTU 瓶杯曲線，如圖 3-2。

圖 3-2(1) 烏山頭淨水場瓶杯試驗曲線(1)

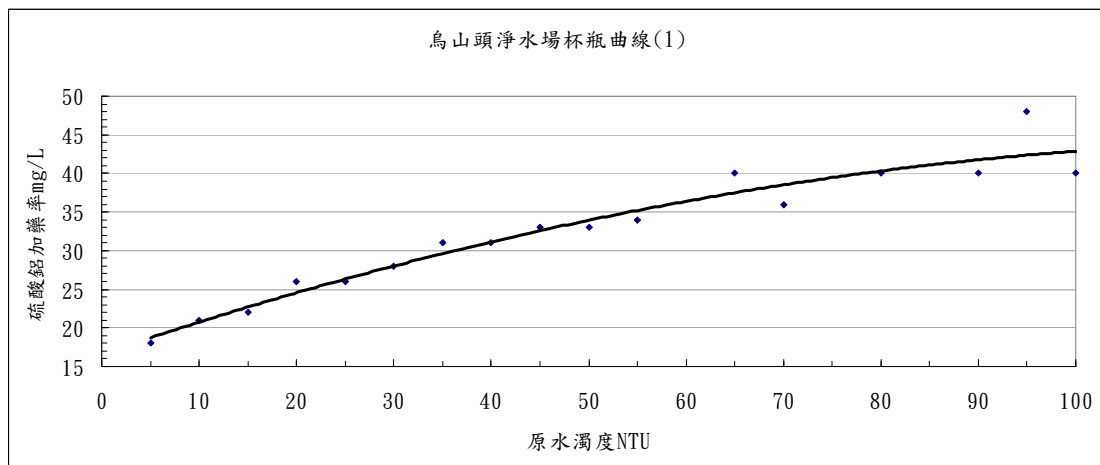
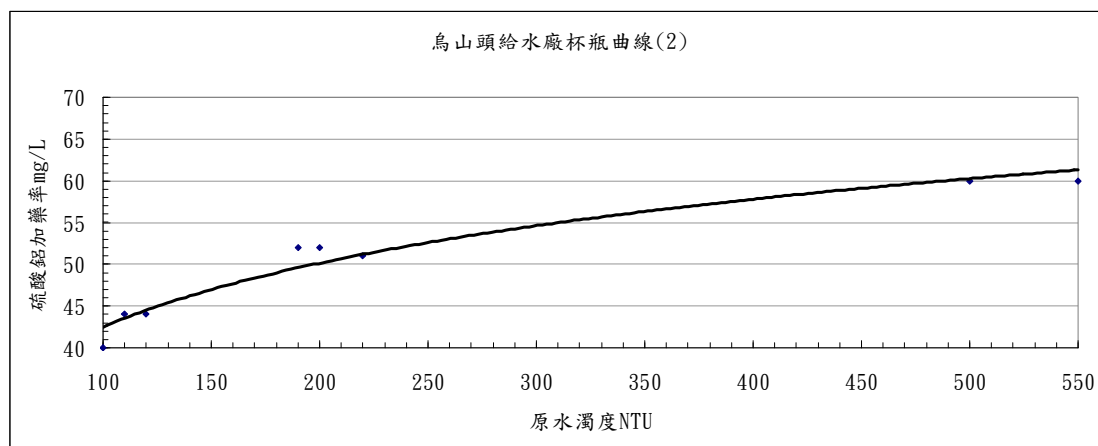


圖 3-2(2) 烏山頭淨水場瓶杯試驗曲線(2)



利用瓶杯試驗曲線可求得不同濁度的建議加藥率，如表 3-3。

表 3-3 烏山頭淨水場瓶杯試驗曲線建議加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	18.7	40	31.1	100	42.6	250	52.6
10	20.8	50	33.9	120	44.5	300	54.6
15	22.7	60	36.3	140	46.2	350	56.3
20	24.5	70	38.4	160	47.7	400	57.8
25	26.3	80	40.1	180	49.0	450	59.1
30	28.0	90	41.6	200	50.1	500	60.3

二、南化淨水場瓶杯試驗曲線

1、98 年南化淨水場參考曲線，如圖 3-3。

圖 3-3(1) 98 年南化淨水場參考曲線(1)

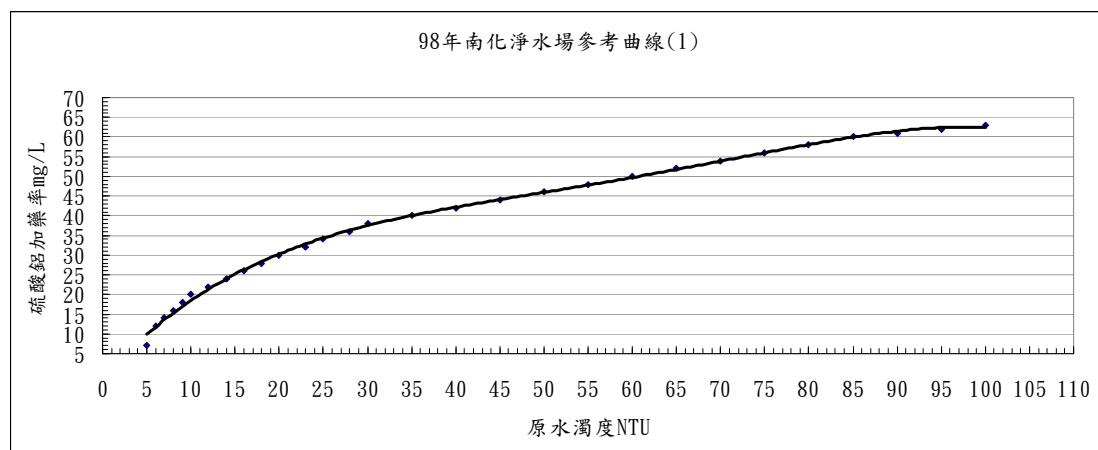
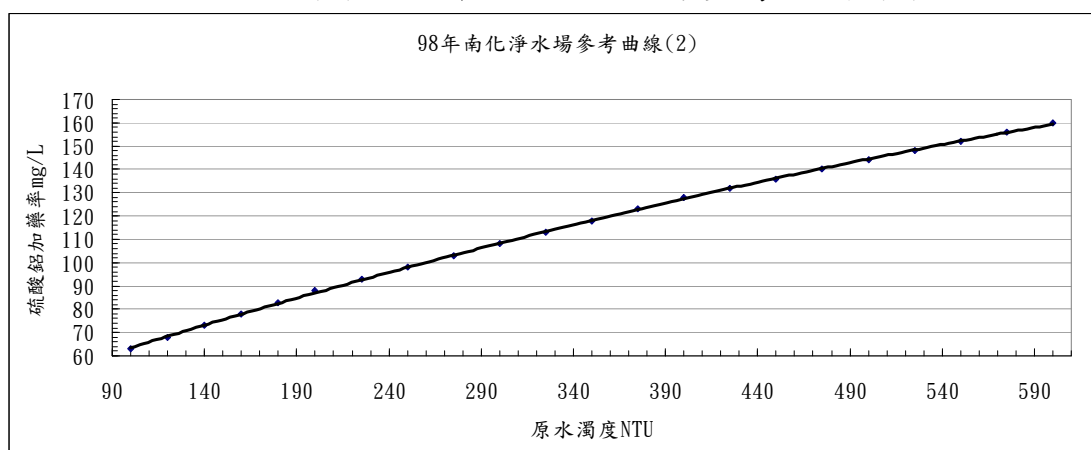


圖 3-3(2) 98 年南化淨水場參考曲線(2)



利用曲線可求得不同濁度的建議加藥率，如表 3-4。

表 3-4 98 年南化淨水場參考曲線建議加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	9.8	40	42.1	100	62.8	250	98.0
10	18.0	50	46.0	120	68.5	300	108.3
15	25.2	60	50.0	140	73.1	350	118.2
20	30.0	70	54.0	160	78.0	400	127.6
25	34.1	80	58.0	180	82.5	450	136.2
30	37.3	90	61.3	200	87.0	500	144.5

2、98 年南化淨水場瓶杯試驗有 159 筆資料，如附表 3，將其歸納後得表 3-5：

表 3-5 南化淨水場瓶杯試驗參數

濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值
5	8	30	38	55	48	110	64	260	95
10	19	35	41	60	51	120	68	-	-
15	15	40	42	65	51	160	75	-	-
20	30	45	45	70	54	170	80	-	-
25	34	50	45	80	57	220	90	-	-

以表 3-5 瓶杯試驗參數，因於濁度 260NTU 以上無瓶杯試驗資料，所以製作 5~260NTU 瓶杯曲線，如圖 3-4。

圖 3-4(1) 南化淨水場瓶杯試驗曲線(1)

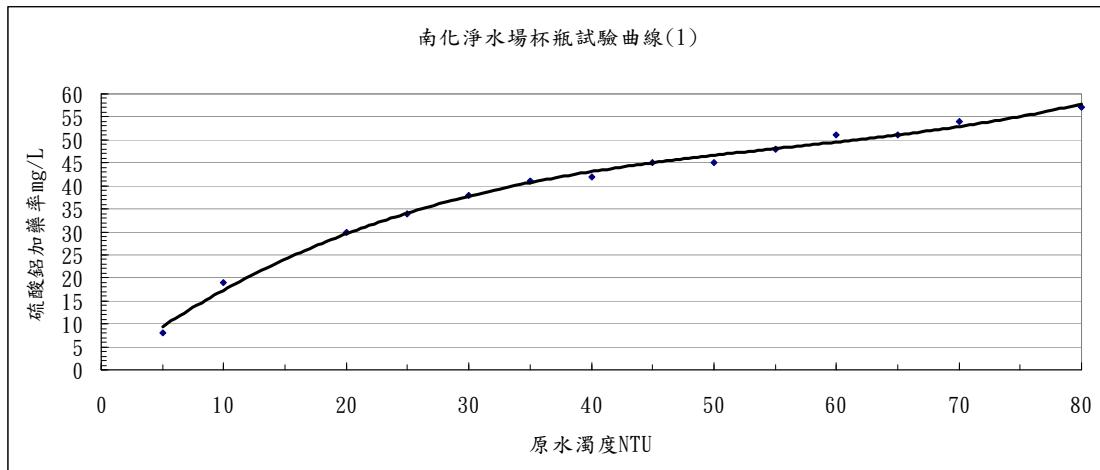
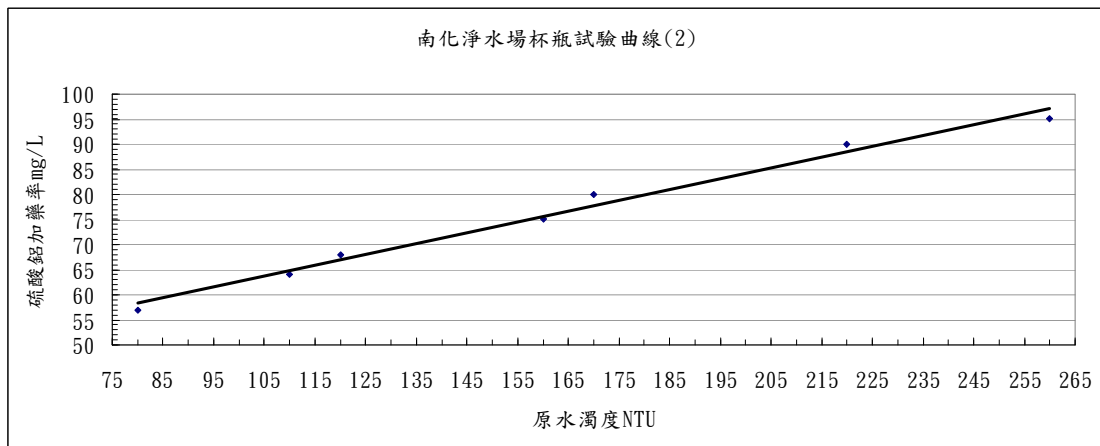


圖 3-4(2) 南化淨水場瓶杯試驗曲線(2)



利用瓶杯試驗曲線可求得不同濁度的建議加藥率，300~500NTU 之加藥率是以曲線外插方式取得，如表 3-6。

表 3-6 南化淨水場瓶杯曲線建議加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	9.5	40	42.8	100	62.6	250	95.0
10	17.5	50	46.8	120	66.9	300	105.8
15	24.0	60	49.9	140	71.3	350	116.6
20	29.5	70	53.2	160	75.6	400	127.3
25	34.0	80	57.3	180	79.9	450	138.1
30	38.0	90	60.5	200	84.2	500	148.9

3-2 現場加藥曲線

一、烏山頭淨水場三期現場加藥曲線

98年烏山頭淨水場三期現場加藥有4128筆資料，沉澱水濁度4~5NTU之資料2118筆，比例53.31%；沉澱水濁度<5NTU之資料3909筆，比例94.69%；沉澱水濁度≥5NTU之資料219筆，比例5.31%。原水濁度≤200NTU有3987筆，佔96.59%；原水濁度>200NTU有141筆，佔3.41%。又原水濁度≤200NTU中沉澱水濁度<5NTU佔97.49%，沉澱水濁度≥5NTU佔2.51%；又原水濁度>200NTU中沉澱水濁度<5NTU佔15.60%，沉澱水濁度≥5NTU佔84.40%。

-	筆數	比例%	-	筆數	比例%
三期資料	4128	-	沉濁4~5NTU	2118	53.31%
			沉濁<5NTU	3909	94.69%
			沉濁≥5NTU	219	5.31%
原濁 ≤200NTU	3987	96.59%	沉濁<5NTU	3887	97.49%
			沉濁≥5NTU	100	2.51%
原濁 >200NTU	141	3.41%	沉濁<5NTU	22	15.60%
			沉濁≥5NTU	119	84.40%

依場內沉澱水濁度內控值為<5NTU及瓶杯試驗是以靜置後濁度<5NTU之第一杯當建議劑量，所以篩選取沉澱水濁度4~5NTU、<5NTU及≥5NTU之資料。

- 1、篩選沉澱水濁度4~5NTU之資料2118筆，如附表4，其中原水濁度≤200NTU佔99.62%，原水濁度>200NTU佔0.38%，將其歸納後得表3-7：

表3-7 烏山頭淨水場三期沉濁4~5 NTU 現場加藥參數

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	17.2	35	31.7	65	43.3	95	47.7	200	54.0
10	23.8	40	36.0	70	41.8	100	42.2	220	49.7
15	24.6	45	37.9	75	43.7	130	50.4	300	32.0
20	27.4	50	39.1	80	46.2	150	32.7	1600	55.5
25	30.0	55	38.6	85	46.9	160	35.4	-	-
30	29.5	60	37.6	90	41.2	190	36.2	-	-

以表 3-7 現場加藥參數，製作 5~1600NTU 現場加藥曲線，如圖 3-5。

圖 3-5(1) 烏山頭淨水場三期沉濁 4~5NTU 現場加藥曲線(1)

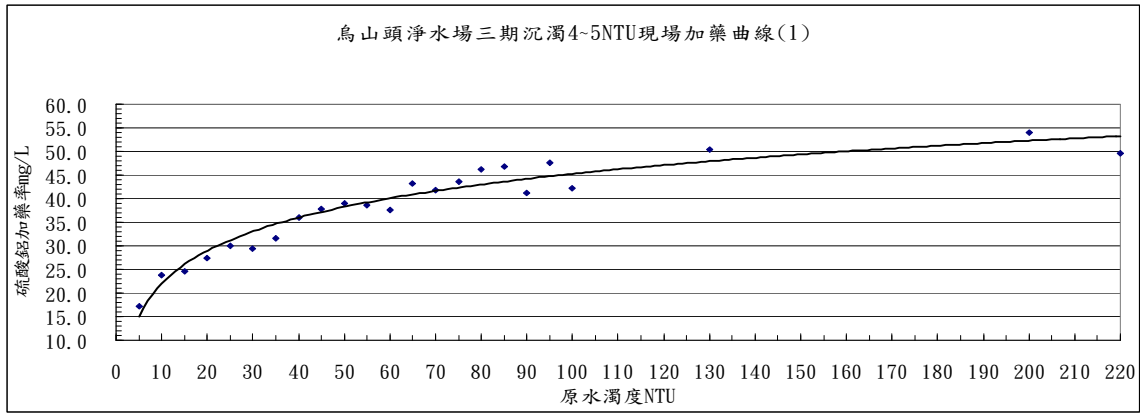
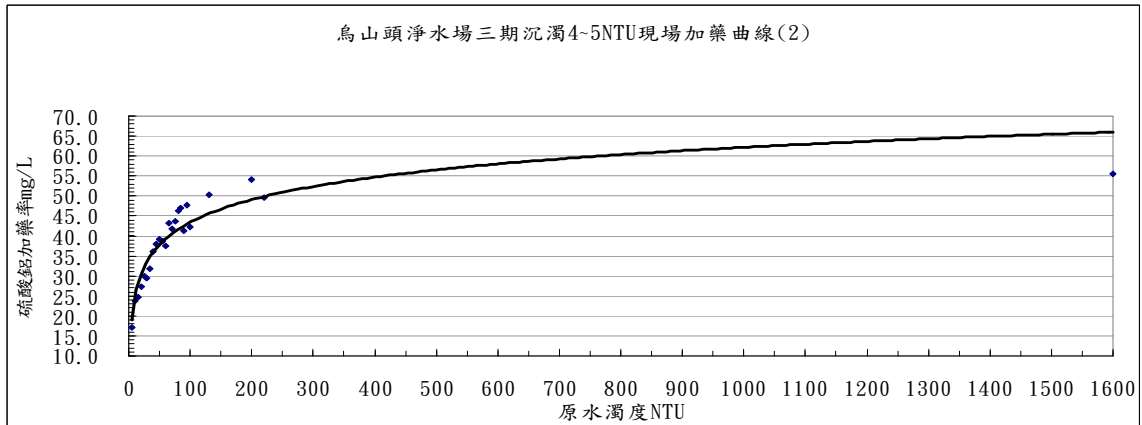


圖 3-5(2) 烏山頭淨水場三期沉濁 4~5NTU 現場加藥曲線(2)



利用現場加藥曲線可求得不同濁度的現場加藥率，如表 3-8。

表 3-8 烏山頭淨水場三期沉濁 4~5NTU 現場加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	14.9	40	36.0	100	45.3	250	52.3
10	21.9	50	38.2	120	47.1	300	52.3
15	26.0	60	40.1	140	48.7	350	53.7
20	29.0	70	41.6	160	50.0	400	54.8
25	31.2	80	43.0	180	51.2	450	55.7
30	33.1	90	44.2	200	52.3	500	56.6

2、篩選沉澱水濁度<5NTU 之資料 3909 筆，如附表 5，其中原水濁度 \leq 200NTU 佔 99.44%，原水濁度 $>$ 200NTU 佔 0.56%，將其歸納後得表 3-9：

表 3-9 烏山頭淨水場三期沉濁<5NTU 現場加藥參數

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	16.3	40	35.7	75	43.7	120	32.7	300	32.0
10	23.0	45	37.8	80	46.2	130	68.1	750	32.6
15	24.7	50	39.1	85	46.9	150	32.7	1100	55.1
20	27.4	55	38.6	90	41.2	160	35.4	1600	59.8
25	29.6	60	37.6	95	47.7	190	36.2	-	-
30	29.1	65	43.3	100	40.3	200	55.2	-	-
35	31.7	70	41.8	110	45.0	220	51.0	-	-

以表 3-9 現場加藥參數，製作 5~1600NTU 現場加藥曲線，如圖 3-6。

圖 3-6(1) 烏山頭淨水場三期沉濁<5NTU 現場加藥曲線(1)

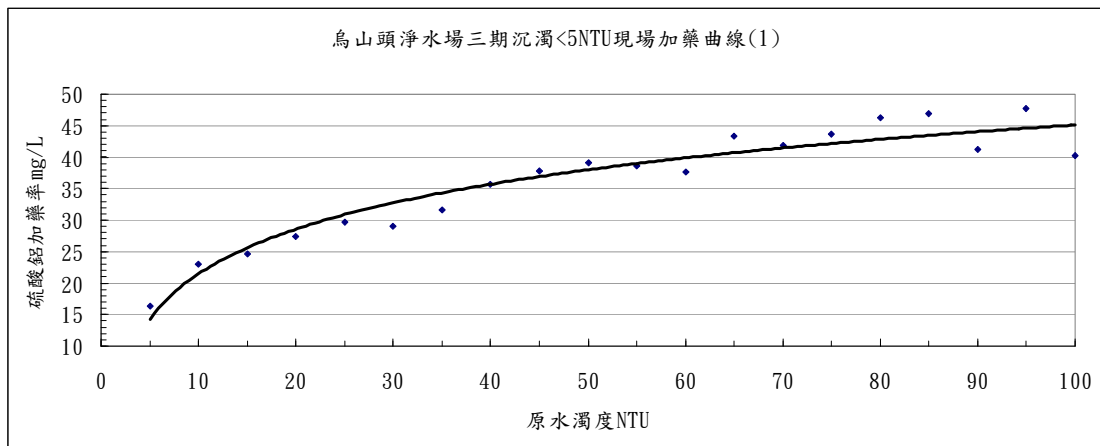
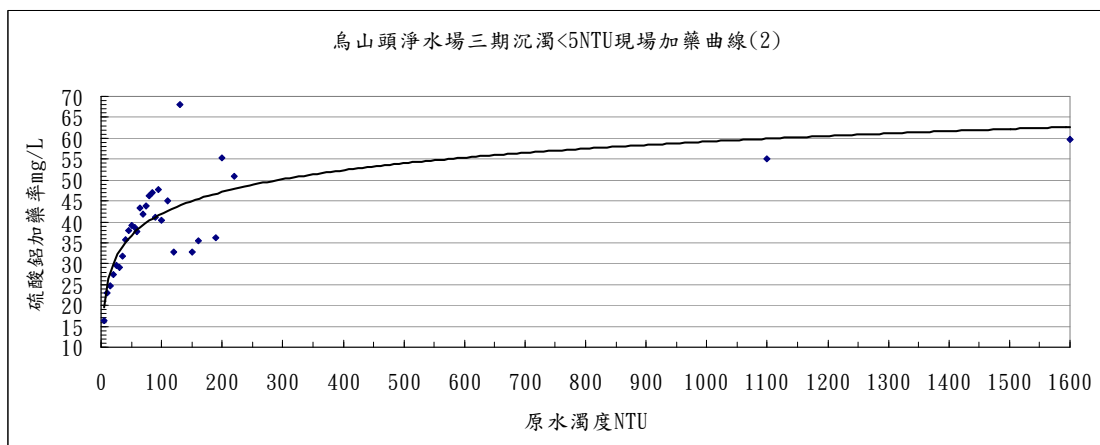


圖 3-6(2) 烏山頭淨水場三期沉濁<5NTU 現場加藥曲線(2)



利用現場加藥曲線可求得不同濁度的現場加藥率，如表 3-10。

表 3-10 烏山頭淨水場三期沉濁 $<5\text{NTU}$ 現場加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	14.3	40	35.7	100	45.1	250	49.0
10	21.4	50	38.0	120	43.3	300	50.2
15	25.6	60	39.9	140	44.0	350	51.3
20	28.6	70	41.5	160	45.5	400	52.5
25	30.9	80	42.8	180	46.4	450	53.2
30	32.7	90	44.0	200	47.2	500	54.1

2、篩選沉澱水濁度 $\geq 5\text{NTU}$ 之資料 219 筆，如附表 6，其中原水濁度 $\leq 200\text{NTU}$ 佔 45.66%，原水濁度 $> 200\text{NTU}$ 佔 54.34%，將其歸納後得表 3-11：

表 3-11 烏山頭淨水場三期沉濁 $\geq 5\text{NTU}$ 現場加藥參數

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
10	20.3	90	46.4	160	68.1	300	85.2	2100	380.9
50	39.0	100	46.6	170	61.7	350	80.2	2200	293.0
55	38.2	110	47.9	190	61.7	400	80.8	7500	465.2
65	40.8	120	58.9	200	79.0	500	93.9	17000	511.6
75	45.8	130	70.0	220	83.2	550	133.3	20000	464.5
80	41.5	140	69.9	260	86.7	1600	248.8	-	-
85	45.7	150	67.1	280	85.2	1700	165.3	-	-

以表 3-11 現場加藥參數，製作 5~550NTU 現場加藥曲線，如圖 3-7。

圖 3-7(1) 烏山頭淨水場三期沉濁 $\geq 5\text{NTU}$ 現場加藥曲線(1)

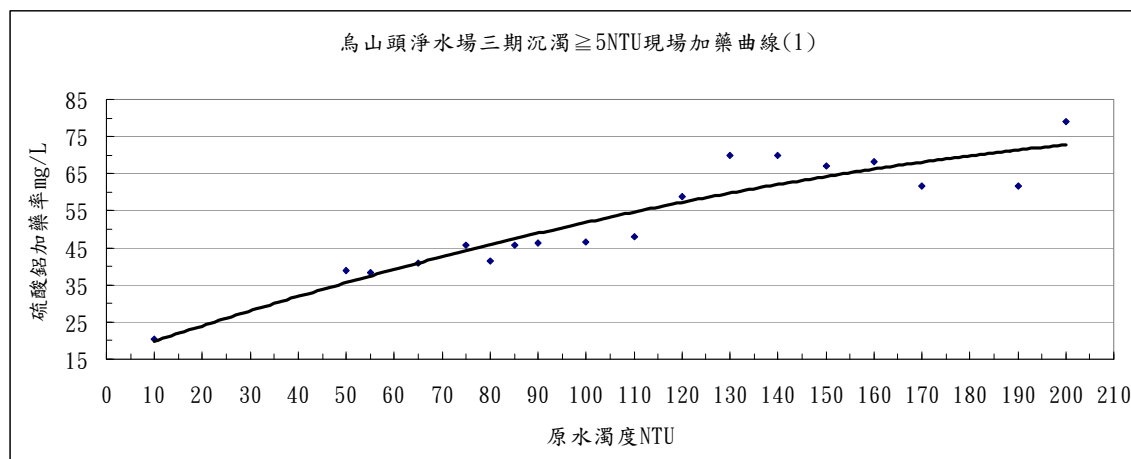
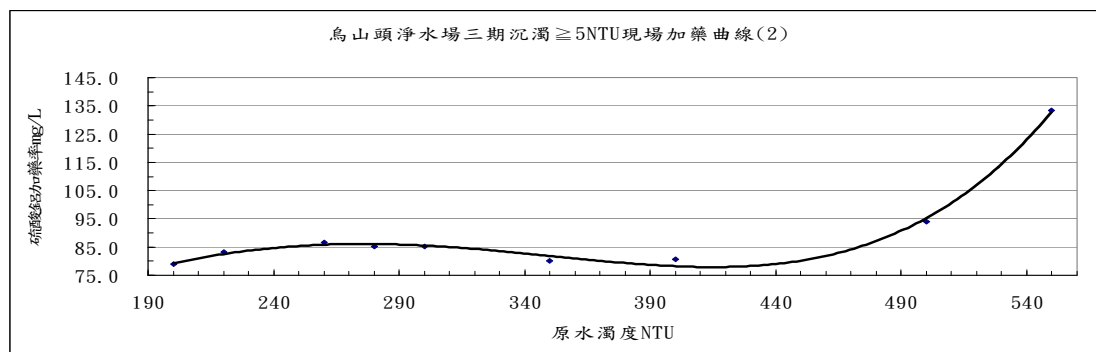


圖 3-7(2) 烏山頭淨水場三期沉濁 ≥ 5 NTU 現場加藥曲線(2)



利用現場加藥曲線可求得不同濁度的現場加藥率，如表 3-12。

表 3-12 烏山頭淨水場三期沉濁 ≥ 5 NTU 現場加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	17.7	40	31.9	100	51.8	250	85.5
10	19.9	50	35.6	120	57.2	300	85.5
15	22.0	60	39.1	140	62.0	350	82.0
20	24.0	70	42.5	160	66.2	400	78.0
25	26.0	80	45.5	180	69.8	450	80.2
30	28.0	90	48.8	200	72.9	500	95.0

二、烏山頭淨水場四期現場加藥曲線

98 年烏山頭淨水場四期現場加藥有 4309 筆資料，沉澱水濁度 4~5NTU 之資料 3148 筆，比例 53.6%；沉澱水濁度 <5NTU 之資料 3907 筆，比例 94.7%；沉澱水濁度 ≥ 5 NTU 之資料 402 筆，比例 5.3%。原水濁度 ≤ 200 NTU 有 4166 筆，佔 96.68%；原水濁度 >200NTU 有 143 筆，佔 3.32%。又原水濁度 ≤ 200 NTU 中沉澱水濁度 <5NTU 佔 93.37%，沉澱水濁度 ≥ 5 NTU 佔 6.63%；又原水濁度 >200NTU 中沉澱水濁度 <5NTU 佔 11.89%，沉澱水濁度 ≥ 5 NTU 佔 88.11%。

-	筆數	比例%	-	筆數	比例%
四期資料	4309	-	沉濁 4~5NTU	3148	73.06%
			沉濁 <5NTU	3907	90.67%
			沉濁 ≥ 5 NTU	402	9.33%
原濁 ≤ 200 NTU	4166	96.68%	沉濁 <5NTU	3890	93.37%
			沉濁 ≥ 5 NTU	276	6.63%
原濁 >200NTU	143	3.32%	沉濁 <5NTU	17	11.89%
			沉濁 ≥ 5 NTU	126	88.11%

依場內沉澱水濁度內控值為 $<5\text{NTU}$ 及瓶杯試驗是以靜置後濁度 $<5\text{NTU}$ 之第一杯當建議劑量，所以篩選取沉澱水濁度 $4\sim 5\text{NTU}$ 、 $<5\text{NTU}$ 及 $\geq 5\text{NTU}$ 之資料。

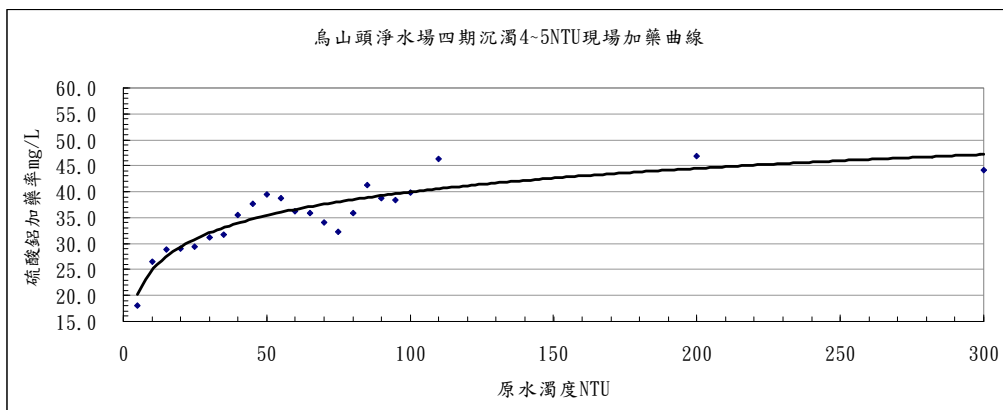
1、篩選沉澱水濁度 $4\sim 5\text{NTU}$ 之資料3148筆，如附表7，其中原水濁度 $\leq 200\text{NTU}$ 佔99.75%，原水濁度 $> 200\text{NTU}$ 佔0.25%，將其歸納後得表3-13：

表 3-13 烏山頭淨水場四期沉濁 $4\sim 5\text{NTU}$ 現場加藥參數

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	18.0	35	31.7	65	35.9	95	38.4	300	44.1
10	27.7	40	35.6	70	34.1	100	39.9	750	46.0
15	28.8	45	37.6	75	32.3	110	46.4	1100	49.6
20	29.1	50	39.5	80	35.8	160	33.6	1600	49.6
25	29.4	55	38.7	85	41.2	190	35.2	-	-
30	31.2	60	36.2	90	38.8	200	46.8	-	-

以表3-13現場加藥參數，製作 $5\sim 300\text{NTU}$ 現場加藥曲線，如圖3-8。

圖 3-8 烏山頭淨水場四期沉濁 $4\sim 5\text{NTU}$ 現場加藥曲線



利用現場加藥曲線可求得不同濁度的現場加藥率， $350\sim 500\text{NTU}$ 之加藥率是以曲線外插方式取得，如表3-14。

表 3-14 烏山頭淨水場四期沉濁 $4\sim 5\text{NTU}$ 現場加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	19.4	40	33.7	100	40.0	250	46.3
10	24.1	50	35.2	120	41.2	300	47.6
15	26.9	60	36.5	140	42.3	350	48.6
20	28.9	70	37.5	160	43.2	400	49.5
25	30.4	80	38.5	180	44.0	450	50.4
30	31.7	90	39.3	200	44.8	500	51.1

2、篩選沉澱水濁度<5NTU之資料3907筆，如附表8，其中原水濁度 ≤ 200 NTU佔99.56%，原水濁度 > 200 NTU佔0.44%，將其歸納後得表3-15：

表3-15 烏山頭淨水場四期沉濁<5NTU現場加藥參數

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	18.7	40	35.1	75	32.5	130	41.9	750	46.0
10	27.2	45	37.9	80	37.0	150	43.5	1100	49.6
15	28.8	50	39.5	85	42.1	160	33.6	1600	63.1
20	29.1	55	38.7	90	36.2	190	35.2	-	-
25	29.1	60	36.2	95	40.4	200	46.8	-	-
30	30.9	65	35.4	100	43.4	220	45.9	-	-
35	31.3	70	34.2	120	66.2	300	44.1	-	-

以表3-15現場加藥參數，製作5~1600NTU現場加藥曲線，如圖3-9。

圖3-9(1) 烏山頭淨水場四期沉濁<5NTU現場加藥曲線(1)

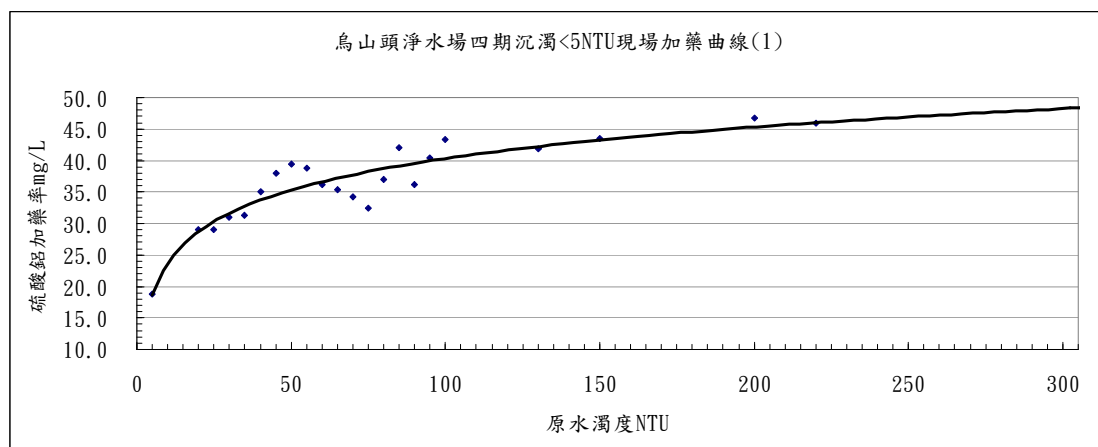
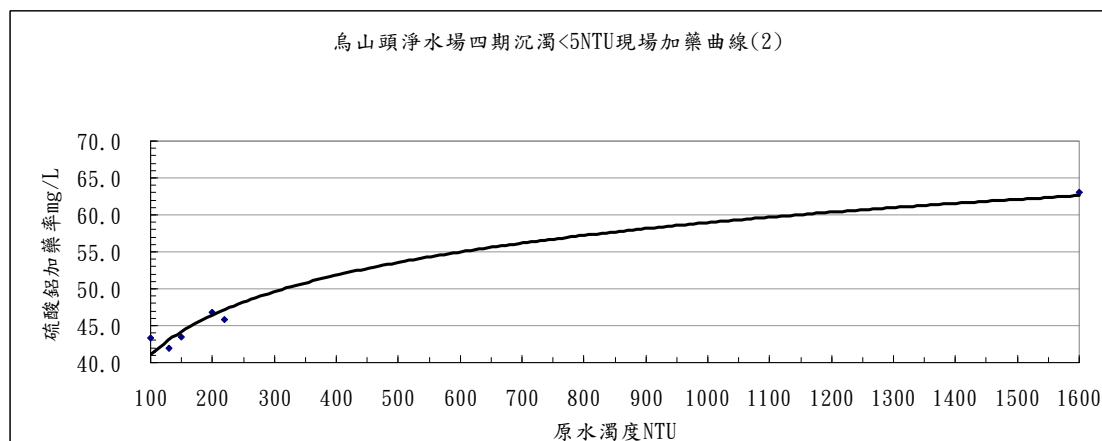


圖3-9(2) 烏山頭淨水場四期沉濁<5NTU現場加藥曲線(2)



利用現場加藥曲線可求得不同濁度的現場加藥率，如表 3-16。

表 3-16 烏山頭淨水場四期沉濁 $<5\text{NTU}$ 現場加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	18.7	40	33.7	100	40.3	250	46.9
10	23.7	50	35.3	120	41.6	300	49.0
15	26.6	60	36.6	140	42.7	350	51.5
20	28.7	70	37.7	160	43.7	400	52.6
25	30.3	80	38.7	180	44.6	450	53.5
30	31.6	90	39.6	200	45.3	500	54.4

3、篩選沉澱水濁度 $\geq 5\text{NTU}$ 之資料 402 筆，如附表 9，其中原水濁度 $\leq 200\text{NTU}$ 佔 68.66%，原水濁度 $> 200\text{NTU}$ 佔 31.34%，將其歸納後得表 3-17：

表 3-17 烏山頭淨水場四期沉濁 $\geq 5\text{NTU}$ 現場加藥參數

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	20.0	100	42.1	170	69.1	300	64.0	2100	260.1
10	21.4	110	45.7	190	69.1	350	63.8	2200	164.9
55	35.6	120	52.3	200	65.6	400	67.4	7500	214.8
65	36.6	130	64.2	220	67.2	500	67.4	17000	325.9
80	31.7	140	64.4	240	55.9	550	63.8	20000	214.1
85	35.3	150	67.2	260	66.9	1600	99.0	-	-
95	38.4	160	68.8	280	64.0	1700	94.6	-	-

以表 3-17 現場加藥參數，製作 5~550NTU 現場加藥曲線，如圖 3-10。

圖 3-10(1) 烏山頭淨水場四期沉濁 $\geq 5\text{NTU}$ 現場加藥曲線(1)

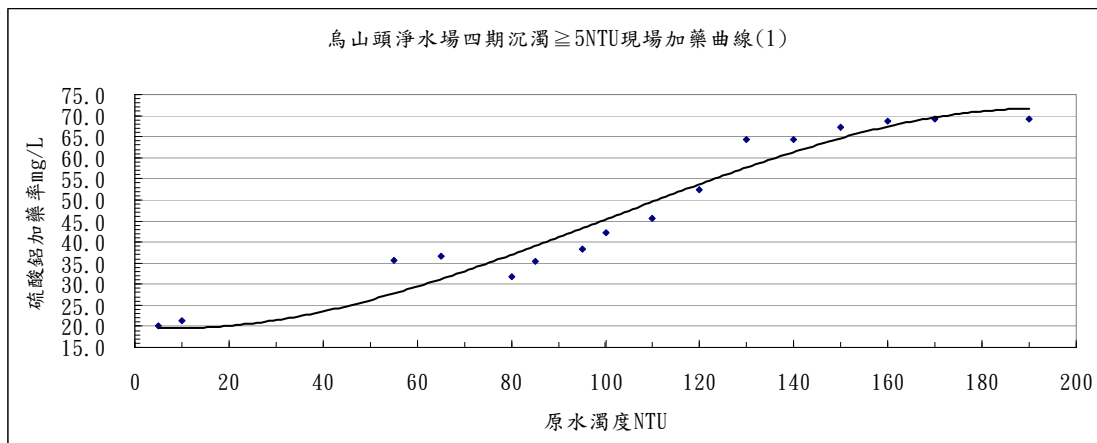
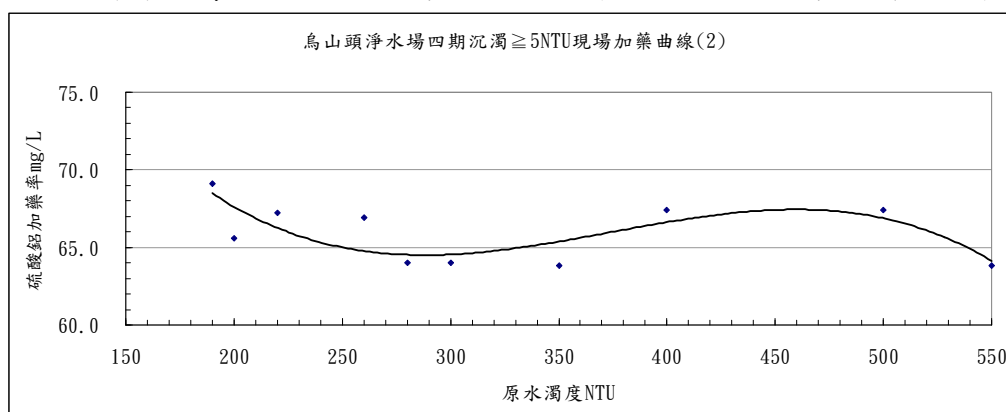


圖 3-10(2) 烏山頭淨水場四期沉濁 ≥ 5 NTU 現場加藥曲線(2)



利用現場加藥曲線可求得不同濁度的現場加藥率，如表 3-18。

表 3-18 烏山頭淨水場四期沉濁 ≥ 5 NTU 現場加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	21.8	40	24.4	100	46.0	250	65.0
10	21.8	50	26.1	120	53.9	300	64.7
15	21.8	60	29.5	140	61.5	350	65.4
20	21.8	70	33.0	160	67.4	400	66.8
25	21.8	80	37.0	180	71.0	450	67.5
30	22.5	90	41.1	200	67.8	500	66.9

三、南化淨水場現場加藥曲線

98 年南化淨水場現場加藥有 7654 筆資料，沉澱水濁度 4~5NTU 之資料 1376 筆，比例 17.98%；沉澱水濁度 < 5 NTU 之資料 6628 筆，比例 86.60%；沉澱水濁度 ≥ 5 NTU 之資料 1026 筆，比例 13.40%。原水濁度 ≤ 200 NTU 有 7583 筆，佔 99.07%；原水濁度 > 200 NTU 有 71 筆，佔 0.93%。又原水濁度 ≤ 200 NTU 中沉澱水濁度 < 5 NTU 佔 86.52%，沉澱水濁度 ≥ 5 NTU 佔 13.48%；又原水濁度 > 200 NTU 中沉澱水濁度 < 5 NTU 佔 94.37%，沉澱水濁度 ≥ 5 NTU 佔 5.63%。

	筆數	比例%		筆數	比例%
南化資料	7654	-	沉濁 < 5 NTU	1376	17.98%
			沉濁 < 5 NTU	6628	86.60%
			沉濁 ≥ 5 NTU	1026	13.40%
原濁 ≤ 200 NTU	7583	99.07%	沉濁 < 5 NTU	6561	86.52%
			沉濁 ≥ 5 NTU	1022	13.48%
原濁 > 200 NTU	71	0.93%	沉濁 < 5 NTU	67	94.37%
			沉濁 ≥ 5 NTU	4	5.63%

依場內沉澱水濁度內控值為 $<5\text{NTU}$ 及瓶杯試驗是以靜置後濁度 $<5\text{NTU}$ 之第一杯當建議劑量，所以篩選取沉澱水濁度 $4\sim 5\text{NTU}$ 、 $<5\text{NTU}$ 及 $\geq 5\text{NTU}$ 之資料。

1、篩選沉澱水濁度 $4\sim 5\text{NTU}$ 之資料1376筆，如附表10，其中原水濁度 $\leq 200\text{NTU}$ 佔99.06%，原水濁度 $> 200\text{NTU}$ 佔0.94%，將其歸納後得表3-19：

表3-19 南化淨水場沉澱 $4\sim 5\text{NTU}$ 現場加藥參數

濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值
5	12.2	30	39.9	55	55.5	80	56.6	130	71.7
10	17.1	35	38.7	60	51.5	85	51.8	260	92.2
15	24.2	40	43.4	65	55.0	90	49.4	280	91.7
20	31.8	45	42.8	70	54.3	100	68.4	300	91.5
25	34.4	50	47.1	75	60.2	110	73.2	6000	238.1

以表3-19現場加藥參數，因於濁度 300NTU 以上現場加藥資料不足，所以製作 $5\sim 300\text{NTU}$ 現場加藥曲線，如圖3-11。

圖3-11(1) 南化淨水場沉澱 $4\sim 5\text{NTU}$ 現場加藥曲線(1)

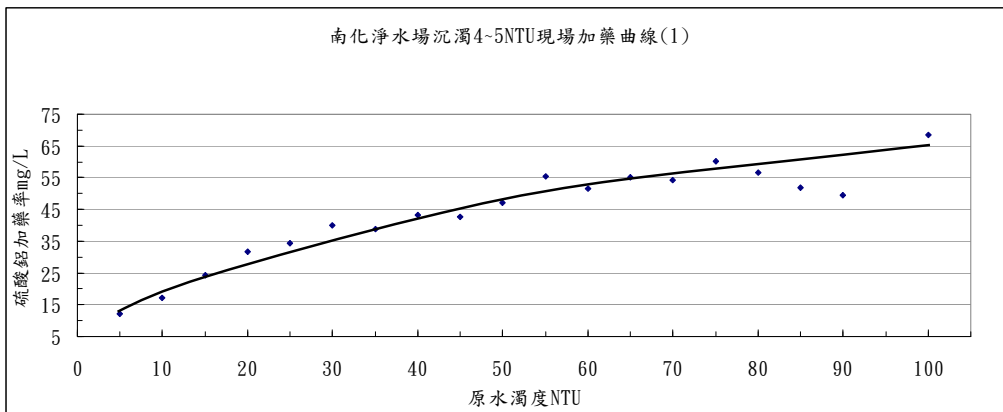
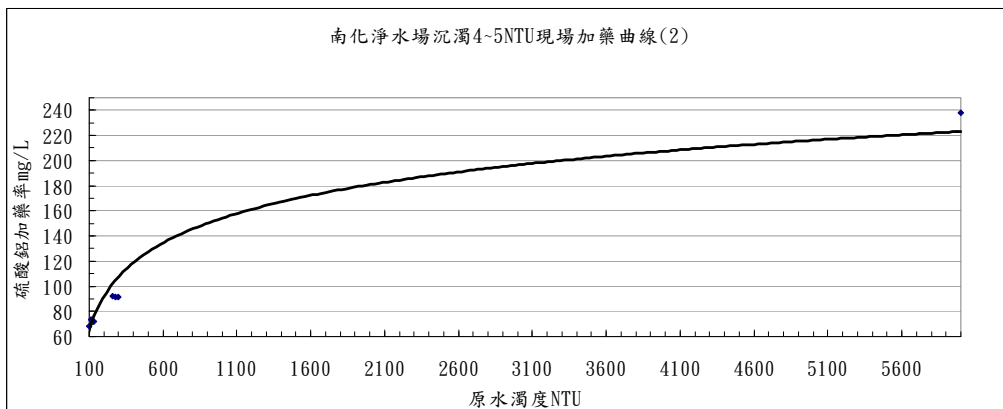


圖3-11(2) 南化淨水場沉澱 $4\sim 5\text{NTU}$ 現場加藥曲線(2)



利用現場加藥曲線可求得不同濁度的現場加藥率，如表 3-20。

表 3-20 南化淨水場沉濁 4~5NTU 現場加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	11.1	40	48.1	100	65.0	250	100.6
10	18.3	50	51.4	120	72.1	300	108.0
15	24.6	60	53.2	140	78.0	350	113.8
20	27.8	70	56.5	160	83.6	400	118.9
25	34.5	80	59.0	180	88.0	450	123.5
30	35.0	90	62.4	200	92.1	500	127.5

2、篩選沉澱水濁度<5NTU 之資料 6628 筆，如附表 11，其中原水濁度 ≤ 200 NTU 佔 98.99%，原水濁度 > 200 NTU 佔 1.01%，將其歸納後得表 3-21：

表 3-21 南化淨水場沉濁<5NTU 現場加藥參數

濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值
5	10.8	55	52.1	110	70.5	220	96.8	600	131.5
10	17.5	60	52.8	120	71.3	240	99.9	650	218.7
15	24.0	65	54.6	130	70.8	260	104.3	800	146.1
20	30.6	70	56.4	140	77.6	280	99.8	900	218.7
25	35.7	75	59.3	150	75.9	300	103.9	1000	231.9
30	38.6	80	60.6	160	70.4	350	149.3	1200	210.4
35	41.8	85	59.9	170	76.7	400	107.5	1300	267.2
40	42.0	90	57.8	180	93.9	450	131.8	1400	228.7
45	44.4	95	69.6	190	88.2	500	178.3	6000	238.1
50	47.1	100	70.8	200	99.9	550	107.6	7500	306.1

以表 3-21 現場加藥參數，製作 5~500NTU 現場加藥曲線，如圖 3-12。

圖 3-12(1) 南化淨水場沉濁<5NTU 現場加藥曲線(1)

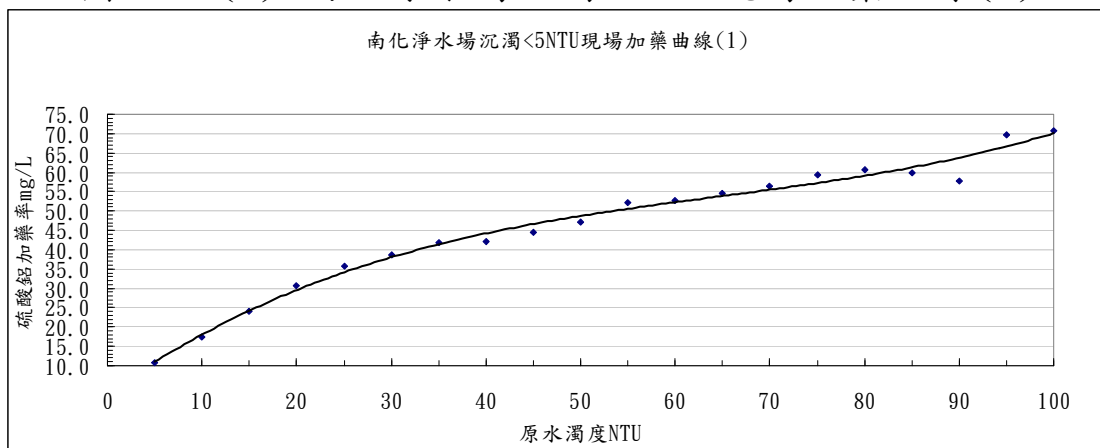
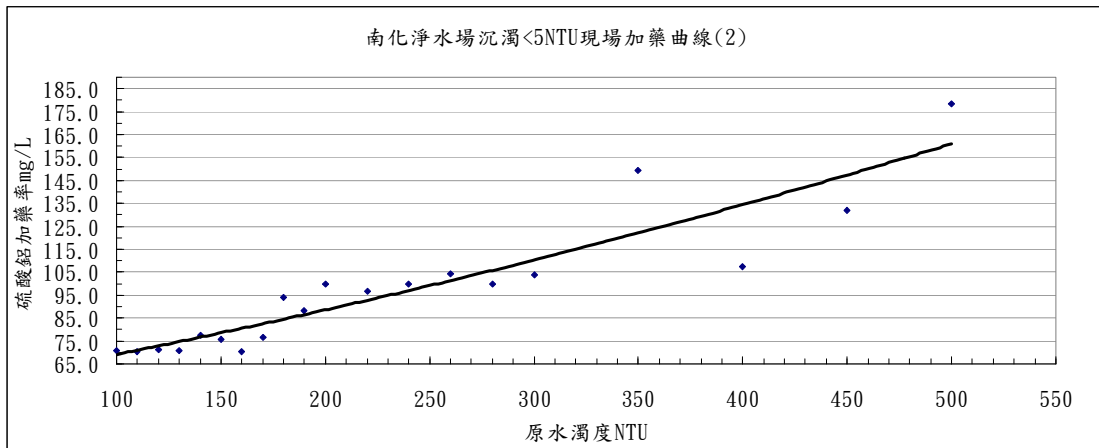


圖 3-12(2) 南化淨水場沉濁<5NTU 現場加藥曲線(2)



利用現場加藥曲線可求得不同濁度的現場加藥率，如表 3-22。

表 3-22 南化淨水場沉濁<5NTU 現場加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	10.7	40	42.7	100	66.0	250	100.0
10	16.1	50	49.3	120	72.6	300	110.0
15	21.3	60	54.7	140	76.3	350	123.0
20	26.1	70	59.0	160	80.1	400	135.0
25	30.7	80	62.1	180	85.0	450	147.5
30	35.0	90	64.1	200	89.0	500	160.5

3、篩選沉澱水濁度 ≥ 5 NTU 之資料 1026 筆，如附表 12，其中原水濁度 ≤ 200 NTU 佔 99.61%，原水濁度 > 200 NTU 佔 0.39%，將其歸納後得表 3-23：

表 3-23 南化淨水場沉濁 ≥ 5 NTU 現場加藥參數

濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值	濁度	建議值
5	14.7	25	35.8	75	62.3	290	172.7
10	16.3	30	38.0	80	64.0	1800	416.0
15	23.0	35	40.4	110	73.2	2600	416.0
20	28.8	40	39.5	120	71.7	-	-

以表 3-23 現場加藥參數，所以製作 5~2600NTU 現場加藥曲線，如圖 3-13。

圖 3-13(1) 南化淨水場沉濁 ≥ 5 NTU 現場加藥曲線(1)

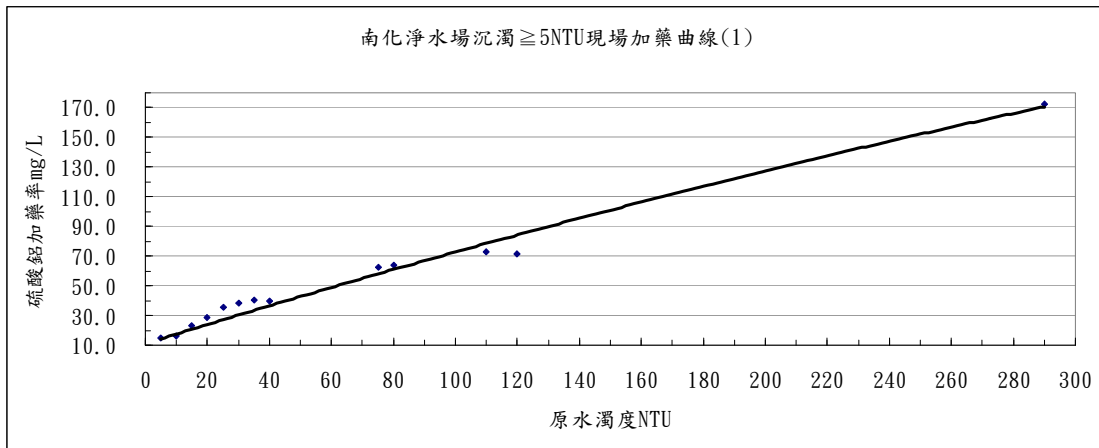
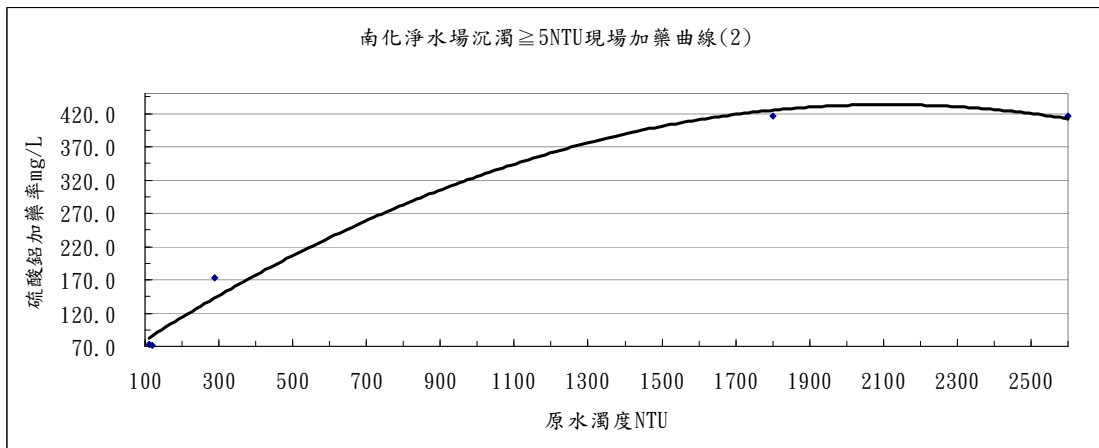


圖 3-13(2) 南化淨水場沉濁 ≥ 5 NTU 現場加藥曲線(2)



利用現場加藥曲線可求得不同濁度的現場加藥率，300~500NTU 之加藥率是以曲線外插方式取得，如表 3-24。

表 3-24 南化淨水場沉濁 ≥ 5 NTU 現場加藥率

濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率	濁度	加藥率
5	14.3	40	36.6	100	73.9	250	138.0
10	17.5	50	42.9	120	84.3	300	146.2
15	20.8	60	49.0	140	95.5	350	161.8
20	24.0	70	55.0	160	106.4	400	177.4
25	27.2	80	61.0	180	117.0	450	192.0
30	30.2	90	67.0	200	127.5	500	206.1

3-3 各加藥率之誤差

一、烏山頭淨水場三期

取三期曲線 5、10、15、20、25、30、40、50、60、70、80、90、100、120、140、160、180、200、250、300、350、400、450、500NTU 之加藥率與瓶杯參考曲線之加藥率計算相對誤差百分比=[(三期曲線-瓶杯參考曲線)/瓶杯參考曲線]*100%，得表 3-25。另繪製曲線相較圖 3-14。

表 3-25 烏山頭淨水場三期現場加藥率與杯瓶加藥率

原水濁度	98 參考	杯瓶試驗	誤差%	三沉濁 4~5	誤差%	三沉濁 <5	誤差%	三沉濁 ≥5	誤差%
5	20.0	18.7	-6.4%	14.9	-25.5%	14.3	-28.5%	17.7	-11.4%
10	20.3	20.8	2.2%	21.9	8.0%	21.4	5.6%	19.9	-2.2%
15	22.7	22.7	0.0%	26.0	14.7%	25.6	12.8%	22.0	-3.3%
20	24.8	24.5	-1.0%	29.0	16.7%	28.6	15.2%	24.0	-3.1%
25	26.6	26.3	-1.1%	31.2	17.3%	30.9	16.0%	26.0	-2.1%
30	28.1	28.0	-0.4%	33.1	17.6%	32.7	16.5%	28.0	-0.3%
40	30.4	31.1	2.3%	36.0	18.3%	35.7	17.4%	31.9	4.8%
50	32.2	33.9	5.2%	38.2	18.7%	38.0	18.0%	35.6	10.4%
60	33.9	36.3	7.1%	40.1	18.2%	39.9	17.6%	39.1	15.3%
70	35.7	38.4	7.6%	41.6	16.6%	41.5	16.1%	42.5	19.0%
80	38.0	40.1	5.7%	43.0	13.1%	42.8	12.7%	45.5	19.7%
90	41.3	41.6	0.6%	44.2	7.0%	44.0	6.6%	48.8	18.2%
100	43.5	42.6	-2.0%	45.3	4.0%	45.1	3.7%	51.8	19.1%
120	44.5	44.5	0.0%	47.1	5.8%	43.3	-2.7%	57.2	28.5%
140	45.8	46.2	0.9%	48.7	6.3%	44.0	-3.9%	62.0	35.4%
160	47.0	47.7	1.4%	50.0	6.4%	45.5	-3.2%	66.2	40.9%
180	48.0	49.0	2.0%	51.2	6.7%	46.4	-3.3%	69.8	45.4%
200	48.8	50.1	2.7%	52.3	7.1%	47.2	-3.3%	72.9	49.4%
250	50.8	52.6	3.5%	52.3	3.0%	49.0	-3.5%	85.5	68.3%
300	53.0	54.6	3.0%	52.3	-1.3%	50.2	-5.3%	85.5	61.3%
350	55.1	56.3	2.2%	53.7	-2.5%	51.3	-6.9%	82.0	48.8%
400	57.2	57.8	1.0%	54.8	-4.2%	52.5	-8.2%	78.0	36.4%
450	59.4	59.1	-0.5%	55.7	-6.2%	53.2	-10.4%	80.2	35.0%
500	61.2	60.3	-1.5%	56.6	-7.5%	54.1	-11.6%	95.0	55.2%

圖 3-14(1)烏山頭杯瓶試驗曲線相較圖

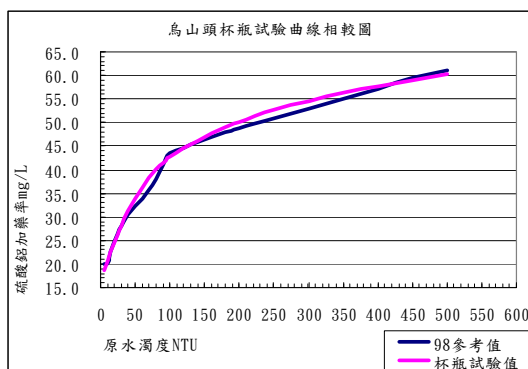


圖 3-14(2)烏山頭杯瓶-三期曲線相較圖(1)

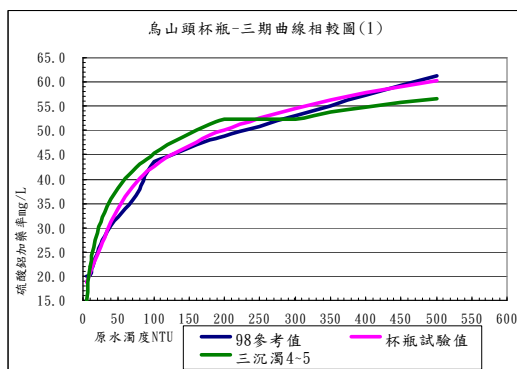


圖 3-14(3)烏山頭杯瓶-三期曲線相較圖(2)

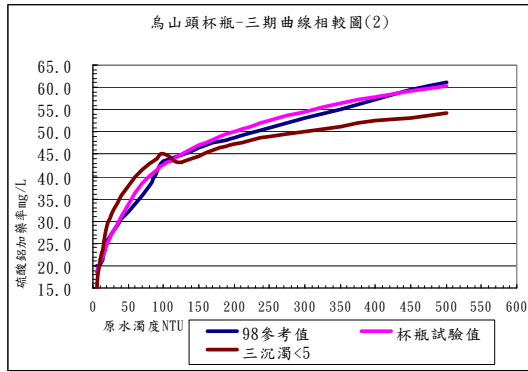
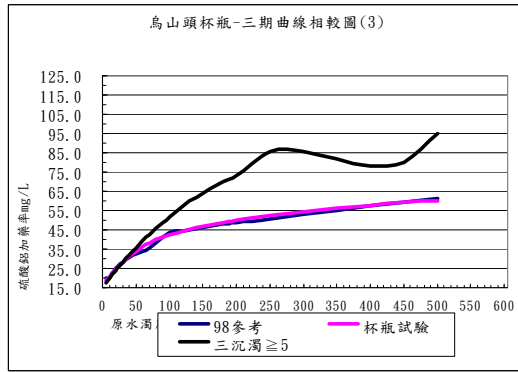
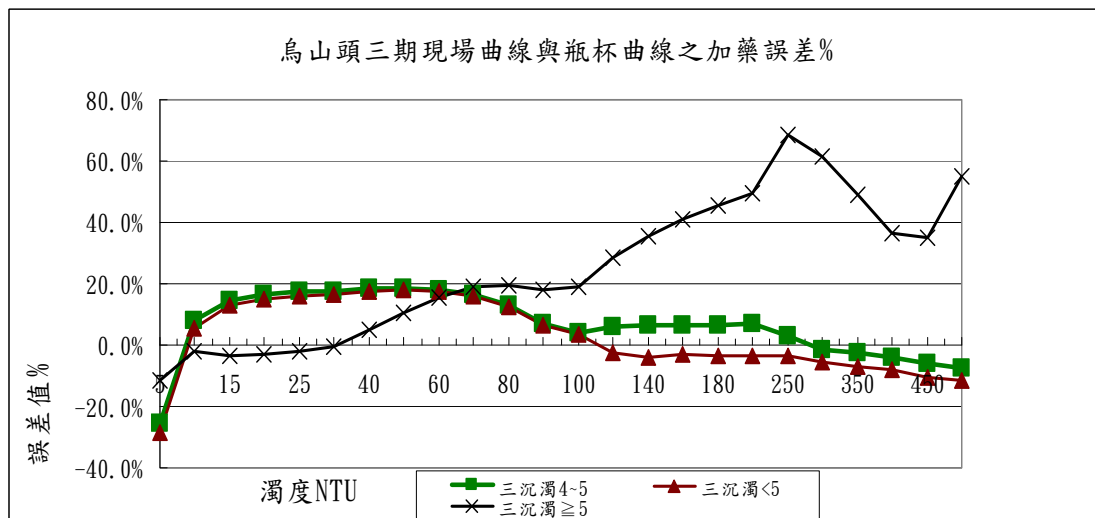


圖 3-14(4)烏山頭杯瓶-三期曲線相較圖(3)



98 參考曲線與 98 瓶杯試驗曲線相對誤差在±10%以內，顯示參考曲線改變小。三期現場加藥率與杯瓶加藥率之相對誤差於沉濁 4~5NTU 及 <5NTU 時，除 5NTU 相對誤差>20%，其餘相對誤差在±20%以內；沉濁 ≥5NTU 時，於 <120NTU 相對誤差±20%以內，於 ≥120NTU 相對誤差>20%，如圖 3-15。

圖 3-15 烏山頭三期現場曲線與瓶杯曲線之加藥誤差%



二、烏山頭淨水場四期

取四期曲線 5、10、15、20、25、30、40、50、60、70、80、90、100、120、140、160、180、200、250、300、350、400、450、500NTU 之加藥率與瓶杯參考曲線之加藥率計算相對誤差百分比 = [(四期曲線 - 瓶杯參考曲線) / 瓶杯參考曲線] * 100%，得表 3-26。另繪製曲線相較圖 3-16。

表 3-26 烏山頭淨水場四期現場加藥率與杯瓶加藥率

原水濁度	98 參考	杯瓶試驗	誤差%	四沉濁 4~5	誤差%	四沉濁 <5	誤差%	四沉濁 ≥5	誤差%
5	20.0	18.7	-6.4%	19.4	-3.2%	18.7	-6.5%	21.8	9.0%
10	20.3	20.8	2.2%	24.1	18.9%	23.7	16.7%	21.8	7.4%
15	22.7	22.7	0.0%	26.9	18.6%	26.6	17.3%	21.8	-4.0%
20	24.8	24.5	-1.0%	28.9	16.6%	28.7	15.7%	21.8	-12.1%
25	26.6	26.3	-1.1%	30.4	14.5%	30.3	13.9%	21.8	-18.0%
30	28.1	28.0	-0.4%	31.7	12.8%	31.6	12.5%	22.5	-19.9%
40	30.4	31.1	2.3%	33.7	10.8%	33.7	10.8%	24.4	-19.7%
50	32.2	33.9	5.2%	35.2	9.4%	35.3	9.7%	26.1	-18.9%
60	33.9	36.3	7.1%	36.5	7.6%	36.6	8.0%	29.5	-13.0%
70	35.7	38.4	7.6%	37.5	5.1%	37.7	5.7%	33.0	-7.6%
80	38.0	40.1	5.7%	38.5	1.2%	38.7	1.8%	37.0	-2.6%
90	41.3	41.6	0.6%	39.3	-4.9%	39.6	-4.2%	41.1	-0.5%
100	43.5	42.6	-2.0%	40.0	-8.1%	40.3	-7.3%	46.0	5.7%
120	44.5	44.5	0.0%	41.2	-7.3%	41.6	-6.5%	53.9	21.1%
140	45.8	46.2	0.9%	42.3	-7.6%	42.7	-6.7%	61.5	34.3%
160	47.0	47.7	1.4%	43.2	-8.0%	43.7	-7.0%	67.4	43.4%
180	48.0	49.0	2.0%	44.0	-8.2%	44.6	-7.2%	71.0	47.9%
200	48.8	50.1	2.7%	44.8	-8.3%	45.3	-7.1%	67.8	38.9%
250	50.8	52.6	3.5%	46.3	-8.8%	46.9	-7.6%	65.0	28.0%
300	53.0	54.6	3.0%	47.6	-10.3%	49.0	-7.5%	64.7	22.1%
350	55.1	56.3	2.2%	48.6	-11.8%	51.5	-6.5%	65.4	18.7%
400	57.2	57.8	1.0%	49.5	-13.4%	52.6	-8.0%	66.8	16.8%
450	59.4	59.1	-0.5%	50.4	-15.2%	53.5	-9.9%	67.5	13.6%
500	61.2	60.3	-1.5%	51.1	-16.5%	54.4	-11.1%	66.9	9.3%

圖 3-16(1)烏山頭杯瓶-四期曲線相較圖(1)

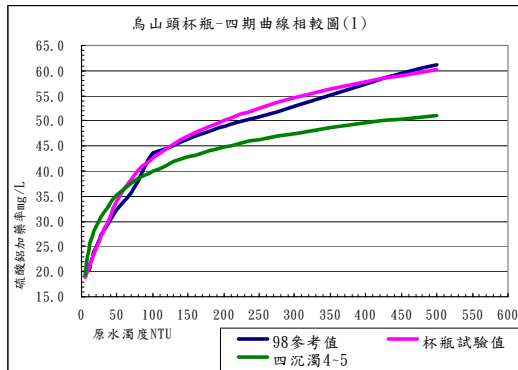


圖 3-16(2)烏山頭杯瓶-四期曲線相較圖(2)

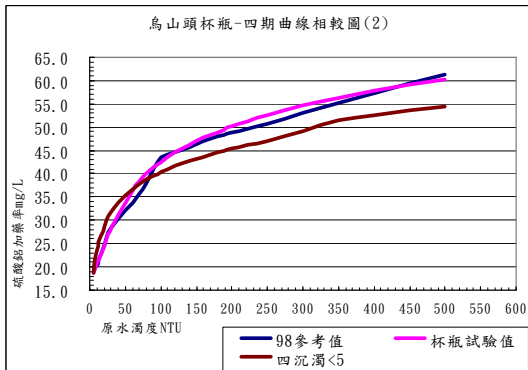
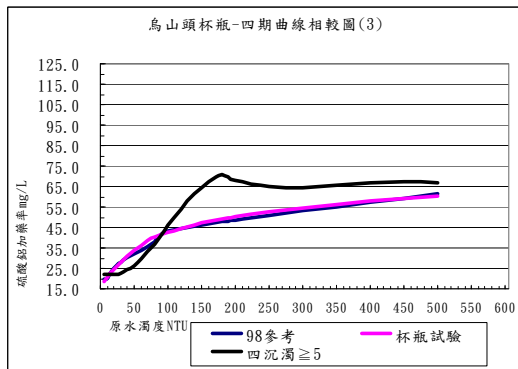


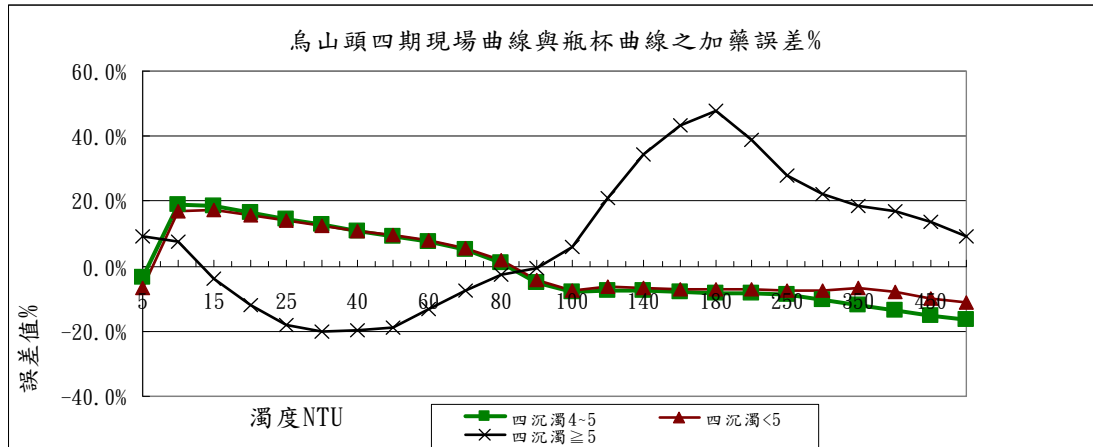
圖 3-16(3)烏山頭杯瓶-四期曲線相較圖(3)



四期現場加藥率與杯瓶加藥率之相對誤差於沉濁 4~5NTU 及 <5NTU 時，相對誤差在±20%以內；沉濁 ≥5NTU 時，

於 120NTU~300NTU 相對誤差>20%，其餘相對誤差在±20%以內，如圖 3-17。

圖 3-17 烏山頭四期現場曲線與瓶杯曲線之加藥誤差%



三、南化淨水場

取現場曲線 5、10、15、20、25、30、40、50、60、70、80、90、100、120、140、160、180、200、250、300、350、400、450、500NTU 之加藥率與瓶杯參考曲線之加藥率計算相對誤差百分比=[(現場曲線-瓶杯參考曲線)/瓶杯參考曲線]*100%，得表 3-27。另繪製曲線相較圖 3-18。

表 3-27 南化淨水場現場加藥率與杯瓶加藥率

原水濁度	98 參考	杯瓶試驗	誤差%	沉濁 4~5	誤差%	沉濁 <5	誤差%	沉濁 ≥5	誤差%
5	9.8	9.5	-3.1%	11.1	13.5%	10.7	9.3%	14.3	45.9%
10	18.0	17.5	-2.8%	18.3	1.8%	16.1	-10.4%	17.5	-2.8%
15	25.2	24.0	-4.8%	24.6	-2.5%	21.3	-15.6%	20.8	-17.5%
20	30.0	29.5	-1.7%	27.8	-7.3%	26.1	-12.9%	24.0	-20.0%
25	34.0	34.0	-0.3%	34.5	1.2%	30.7	-10.0%	27.2	-20.0%
30	37.3	38.0	1.9%	35.0	-6.2%	35.0	-6.2%	30.2	-19.0%
40	42.1	42.8	1.7%	48.1	14.3%	42.7	1.4%	36.6	-13.1%
50	46.0	46.8	1.7%	51.4	11.8%	49.3	7.1%	42.9	-6.7%
60	50.0	49.9	-0.2%	53.2	6.4%	54.7	9.4%	49.0	-2.0%
70	54.0	53.2	-1.5%	56.5	4.6%	59.0	9.2%	55.0	1.9%
80	58.0	57.3	-1.2%	59.0	1.7%	62.1	7.1%	61.0	5.2%
90	61.3	60.5	-1.4%	62.4	1.8%	64.1	4.6%	67.0	9.3%
100	62.8	62.6	-0.3%	65.0	3.5%	66.0	5.1%	73.9	17.7%
120	68.5	66.9	-2.3%	72.1	5.3%	72.6	6.0%	84.3	23.1%
140	73.1	71.3	-2.5%	78.0	6.7%	76.3	4.4%	95.5	30.6%
160	78.0	75.6	-3.1%	83.6	7.2%	80.1	2.6%	106.4	36.4%
180	82.5	79.9	-3.2%	88.0	6.7%	85.0	3.0%	117.0	41.8%
200	87.0	84.2	-3.2%	92.1	5.9%	89.0	2.3%	127.5	46.6%
250	98.0	95.0	-3.1%	100.6	2.7%	100.0	2.0%	138.0	40.8%
300	108.3	105.8	-2.3%	108.0	-0.3%	110.0	1.6%	146.2	35.0%
350	118.2	116.6	-1.4%	113.8	-3.7%	123.0	4.1%	161.8	36.9%
400	127.6	127.3	-0.2%	118.9	-6.8%	135.0	5.8%	177.4	39.0%
450	136.2	138.1	1.4%	123.5	-9.3%	147.5	8.3%	192.0	41.0%
500	144.5	148.9	3.1%	127.5	-11.8%	160.5	11.1%	206.1	42.6%

圖 3-18(1) 南化杯瓶試驗曲線相較圖

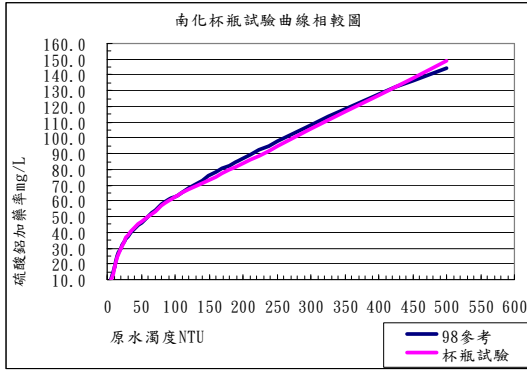


圖 3-18(2) 南化杯瓶-現場曲線相較圖(1)

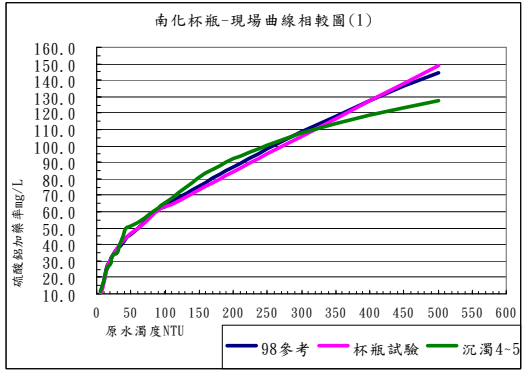


圖 3-18(3) 南化杯瓶-現場曲線相較圖(2)

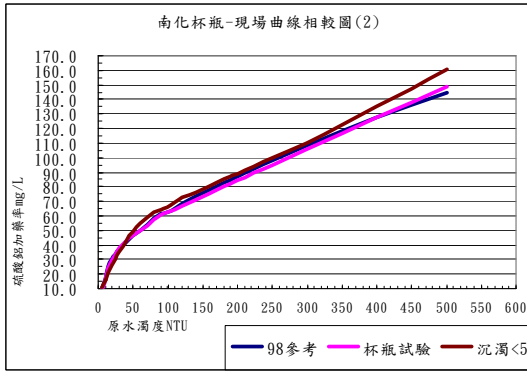
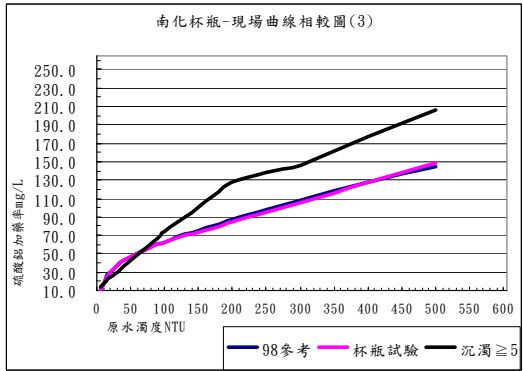
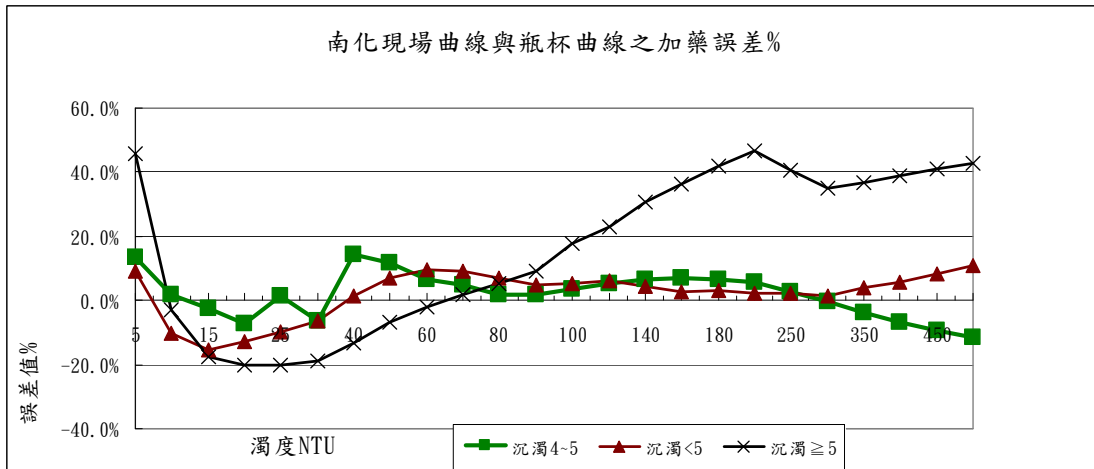


圖 3-18(4) 南化杯瓶-現場曲線相較圖(3)



98 參考曲線與 98 瓶杯試驗曲線相對誤差在 $\pm 10\%$ 以內，顯示參考曲線改變小。南化現場加藥率與杯瓶加藥率之相對誤差於沉濁 4~5NTU 及 < 5 NTU 時，相對誤差在 $\pm 20\%$ 以內；沉濁 ≥ 5 NTU 時，除 5NTU 及 ≥ 120 NTU 相對誤差 $> 20\%$ ，其餘相對誤差在 $\pm 20\%$ 以內，如圖 3-19。

圖 3-19 南化現場曲線與瓶杯曲線之加藥誤差%



肆、結論與建議

4-1 結論

一、烏山頭淨水場

- 1、將加藥工作日報表篩選沉澱水濁度 <5 或 $4\sim 5$ NTU，所繪製之現場加藥曲線與瓶杯試驗繪製之曲線相較，除在低濁度(<10 NTU)偶有誤差 $<-20\%$ 外，其餘皆在 $\pm 20\%$ 以內，驗證瓶杯試驗曲線對操作人員實用性高。
- 2、在原水濁度 ≤ 200 NTU 時，沉澱水濁度有超出內控的比例不高，三期有 2.51%，四期有 6.63%。歸納原因可能為淨水場三期原設計水量 90000 CMD，而處理水量最高 114000 CMD，平均 90000CMD，沉澱池滯留時間 50 分鐘；四期原設計水量 150000CMD，而處理水量最高 220000 CMD，平均 165000CMD，沉澱池滯留時間 46 分鐘。依自來水工程設施標準，傾斜板沉澱池滯留時間應在 1 小時以上，兩期設計在滯留時間稍有不足。所以在常常超量出水下，會偶而超出內控值。
- 3、由沉澱水濁度 ≥ 5 NTU 繪製之現場加藥曲線與瓶杯試驗繪製之曲線相比較，發現原水濁度在三期 ≥ 140 NTU、四期 140~200NTU 時，操作人員為求降低沉澱水濁度，有超量加藥趨勢。但超量加藥可能會有產生過量較輕之懸浮顆粒 $Al(OH)_3$ 而難以沉澱，反而增加沉澱水濁度之情況。

二、南化淨水場

- 1、將加藥工作日報表篩選沉澱水濁度 <5 或 $4\sim 5$ NTU，所繪製之現場加藥曲線與瓶杯試驗繪製之曲線相較，除在低濁度(<10 NTU)會誤差 $>20\%$ 外，其餘皆在 $\pm 20\%$ 以內，驗證瓶杯試驗曲線對操作人員實用性高。
- 2、南化淨水場屬快速膠羽沉澱池設計，原水濁度 ≤ 10 NTU 年比例約 54%，原水濁度 ≤ 50 NTU 年比例有 94%。在低原水濁度下污泥毯不易形成，只能當一般沉澱池用；在高原水濁度下污泥毯較易形成，污泥毯的形成會提高濁

度的去除率，所以在原水濁度 $>200\text{NTU}$ 時，沉澱水濁度超出內控之比例反而比原水濁度 $\leq 200\text{NTU}$ 少。

- 3、由沉澱水濁度 $\geq 5\text{NTU}$ 繪製之現場加藥曲線與瓶杯試驗繪製之曲線相較，發現原水濁度 $\geq 120\text{NTU}$ 時，操作人員為求降低沉澱水濁度，有超量加藥趨勢。此超量加藥可能會增加濁度量，以致較易形成污泥毯，但在更高原水濁度如 $>200\text{NTU}$ 時，已經有自行形成污泥毯之條件，超量加藥反成浪費。

4-2 建議

- 一、本次研究雖驗證瓶杯試驗曲線對操作人員實用性高，但也發現現場加藥同濁度之加藥率有些跳動很大。曲線是以相近濁度之加藥率平均值為參數，然後以趨勢線繪圖，有些參數對趨勢線相關性不佳。現場加藥淨水處理複雜性遠比瓶杯試驗大，操作人員遇實際狀況改變加藥量，應於日誌上詳加註明以做修正依據。
- 二、烏山頭淨水場有超量出水之因素，在低原水濁度時應就維持各單元最佳化效能，避免沉澱水濁度超出內控值，減輕快濾池負荷。在原水濁度漸高時應依場內標準作業，判斷是否減低原水處理量，避免快濾池超出負荷，清水濁度升高，進而影響出水品質。
- 三、依自來水工程設施標準，快速膠羽沉澱池適用在原水濁度 $10\sim 1000\text{NTU}$ ，處理水量、原水濁度、水溫變動小，滯流時間在 $1.5\sim 2$ 小時。目前南化淨水場污泥毯的形成條件不佳，但形成後控制操作不易，尤其南部日夜溫差大，污泥毯翻轉機率大，進而流入快濾池。經驗累積有助於操作順利，可藉助經驗紀錄或它場資料來強化污泥毯操作。
- 四、加藥日誌所繪出之沉澱水濁度 $< 5\text{NTU}$ 加藥曲線，是依現場實際狀況所製作之加藥曲線，可做為現場操作人員參考，唯其缺點是資料彙整比瓶杯試驗費時。此次彙整因二廠資料已有電腦化，可節省許多時間。

伍、總結

整體而言；瓶杯試驗曲線對操作人員實用性頗高，然或因現場實際條件的改變、超負荷出水等因素，易導致瓶杯試驗曲線與實際加藥量產生差異，但為求更準確之加藥曲線及符合出水品質，或可將實際加藥量納入修正曲線參考，以期縮小兩者差異。在全球暖化造成氣候變遷影響下，台灣發生豪大雨之機率增多，而土石沖刷使水庫淤積及濁度升高，淨水場面對的挑戰將愈加嚴苛。操作人員遇濁度不斷上昇變化時，應依場內自訂因應程序處理，以維持供水品質。

陸、參考文獻

- 高肇藩，給水工程，國立成功大學環境工程學系，1990。
- 自來水工程設施標準報告，內政部營建署，1994。
- 原水杯瓶試驗報告表，烏山頭給水廠，2009。
- 加氯加藥工作日報表，烏山頭給水廠，2009。
- 原水杯瓶試驗報告表，南化給水廠，2009。
- 加藥室工作日誌，南化給水廠，2009。

附表 1 原濁數據歸納基準

濁度基準	歸納範圍	濁度基準	歸納範圍	濁度基準	歸納範圍	濁度基準	歸納範圍
5	0-7	130	126-135	800	776-825	4500	4251-4750
10	8-12	140	136-145	850	826-875	5000	4751-5250
15	13-17	150	146-155	900	876-925	5500	5251-5750
20	18-22	160	156-165	950	926-975	6000	5751-6250
25	23-27	170	166-175	1000	976-1050	6500	6251-6750
30	28-32	180	176-185	1100	1051-1150	7000	6751-7250
35	33-37	190	186-195	1200	1151-1250	7500	7251-7750
40	38-42	200	196-210	1300	1251-1350	8000	7751-8250
45	43-47	220	211-230	1400	1351-1450	8500	8251-8750
50	48-52	240	231-250	1500	1451-1550	9000	8751-9250
55	53-57	260	251-270	1600	1551-1650	9500	9251-9750
60	58-62	280	271-290	1700	1651-1750	10000	9751-10500
65	63-67	300	291-325	1800	1751-1850	11000	10501-11500
70	68-72	350	326-375	1900	1851-1950	12000	11501-12500
75	73-77	400	376-425	2000	1951-2100	13000	12501-13500
80	78-82	450	426-475	2200	2101-2300	14000	13501-14500
85	83-87	500	476-525	2400	2301-2500	15000	14501-15500
90	88-92	550	526-575	2600	2501-2700	16000	15501-16500
95	93-97	600	576-625	2800	2701-2900	17000	16501-17500
100	98-105	650	626-675	3000	2901-3250	18000	17501-18500
110	106-115	700	676-725	3500	3251-3750	19000	18501-19500
120	116-125	750	726-775	4000	3751-4250	20000	19501-21500

附表 2 烏山頭淨水場瓶杯試驗數據(依原水濁度排序)

日期	原濁	建議值	日期	原濁	建議值	日期	原濁	建議值
6月1日	4.78	18	11月8日	16.9	24	9月18日	44.0	32
7月1日	5.32	18	10月8日	18.3	26	10月3日	44.7	34
5月1日	5.75	16	9月15日	20.8	26	8月29日	46.3	36
8月1日	5.98	18	9月14日	23.4	26	9月8日	46.5	36
11月1日	6.50	24	9月16日	24.1	26	9月6日	48.5	32
4月1日	6.61	16	9月25日	25.2	26	10月2日	51.2	36
12月1日	8.00	22	10月7日	26.2	28	9月5日	52.5	32
3月1日	8.26	20	9月13日	26.5	26	8月28日	56.7	34
1月1日	8.82	20	9月26日	26.8	26	8月27日	67.3	40
2月1日	9.43	20	9月27日	27.0	26	8月26日	68.5	36
11月7日	11.6	22	9月29日	29.8	26	8月24日	70.4	36
10月10日	11.7	24	9月24日	30.1	28	8月23日	82.2	40
11月25日	12.5	22	9月17日	32.0	30	8月25日	88.2	40
11月11日	13.5	22	9月28日	32.5	26	9月4日	96.0	48
8月8日	13.7	22	9月10日	32.6	32	8月22日	98.6	40
11月13日	14.1	22	9月12日	34.0	32	8月21日	110	44
10月13日	14.2	24	9月30日	35.3	28	8月20日	125	44
11月10日	14.6	22	9月21日	35.5	30	8月19日	190	52
11月12日	14.6	22	10月6日	36.3	32	8月10日	204	52
11月9日	15.1	22	9月22日	36.6	30	8月9日	212	48
11月14日	15.2	22	9月23日	37.2	28	8月16日	212	52
11月17日	15.4	22	9月1日	37.3	32	8月17日	217	52
11月19日	15.8	22	9月20日	38.5	30	8月18日	219	52
11月18日	15.9	22	9月7日	39.2	30	8月14日	221	52
11月24日	16.1	22	9月19日	40.0	30	8月15日	221	52
11月15日	16.2	22	8月31日	40.2	32	8月13日	481	60
11月20日	16.2	22	8月30日	42.8	32	8月12日	528	60
11月21日	16.2	22	9月9日	43.0	32	8月11日	529	60
11月16日	16.3	22	9月11日	43.2	30	9月2日	1613	90
11月23日	16.5	22	10月1日	43.3	34	9月3日	1621	92
10月9日	16.7	24	10月4日	43.6	34	-	-	-
11月22日	16.8	22	10月5日	43.9	34	-	-	-

附表 3 南化淨水場瓶杯試驗數據(依原水濁度排序)

日期	原濁	建議值	日期	原濁	建議值	日期	原濁	建議值
8月1日	4.8	8	3月20日	12.4	20	5月31日	17.2	28
2月1日	5.3	8	3月17日	12.5	20	6月10日	17.2	28
12月1日	8.1	13	3月30日	12.7	22	4月29日	17.5	28
11月1日	8.3	13	4月9日	12.7	20	4月28日	17.9	28
10月1日	8.6	15	3月24日	12.7	20	4月21日	18.2	28
3月1日	9.3	14	3月8日	12.8	20	6月18日	18.6	28
1月1日	9.5	18	4月6日	12.8	20	6月29日	19.5	30
4月2日	9.7	18	4月20日	12.9	22	4月27日	19.8	30
4月8日	9.9	18	3月21日	12.9	20	8月31日	19.8	30
12月14日	10.2	18	4月4日	13.0	20	5月30日	20.4	30
12月4日	10.2	18	12月9日	13.0	22	5月29日	20.4	30
12月18日	10.3	18	12月21日	13.1	22	6月9日	20.6	30
5月7日	10.3	18	4月11日	13.1	20	6月28日	20.9	30
5月9日	10.3	18	6月1日	13.2	22	6月21日	21.4	32
5月8日	10.3	18	7月3日	13.2	22	5月28日	22.6	32
7月6日	10.3	18	12月29日	13.2	22	8月30日	22.8	33
5月10日	10.5	18	4月19日	13.3	22	5月26日	24.8	34
3月16日	10.5	18	3月9日	13.3	22	6月27日	25.1	34
12月17日	10.6	18	4月13日	13.4	22	4月26日	25.2	34
3月23日	10.8	20	4月5日	13.5	20	5月27日	25.3	34
4月1日	10.8	20	12月26日	13.5	24	6月26日	25.6	34
12月5日	11.2	18	12月25日	13.6	22	6月23日	25.8	34
12月6日	11.4	18	12月27日	13.7	22	6月24日	25.8	34
12月7日	11.4	18	3月13日	13.7	24	6月25日	26.0	34
5月6日	11.5	20	5月3日	13.9	24	6月20日	27.7	36
4月18日	11.7	20	3月14日	14.1	24	6月8日	28.8	36
7月4日	11.8	20	5月2日	14.1	24	6月19日	30.3	38
12月8日	11.9	20	12月24日	14.1	24	6月22日	30.4	38
12月19日	11.9	20	12月22日	14.1	24	8月29日	31.2	40
4月15日	12.1	20	3月15日	14.2	24	4月25日	32.5	40
6月12日	12.1	20	6月11日	14.3	24	9月9日	35.0	42
12月20日	12.1	20	6月14日	14.3	22	4月24日	35.2	40
3月25日	12.1	20	4月16日	14.6	24	8月28日	35.7	40
4月7日	12.1	20	4月12日	14.8	24	6月7日	36.0	40
3月19日	12.1	20	6月15日	14.9	24	8月27日	41.7	42
4月10日	12.1	20	12月23日	14.9	24	8月24日	46.5	45
3月26日	12.2	20	3月10日	15.1	24	6月6日	47.8	45
6月13日	12.2	20	4月17日	15.1	24	8月25日	48.8	45
7月5日	12.2	20	6月2日	15.1	24	4月23日	54.6	48
12月10日	12.2	20	9月1日	15.2	24	4月22日	56.2	48
12月28日	12.2	20	4月14日	15.3	24	8月23日	60.2	50
12月30日	12.2	20	6月4日	15.3	24	8月20日	60.8	51
3月31日	12.2	20	6月3日	15.4	24	8月22日	63.1	51
9月7日	12.2	20	3月12日	15.4	24	8月21日	63.3	51
3月27日	12.3	20	7月2日	15.5	26	8月19日	68.8	54
3月28日	12.3	20	5月1日	15.7	26	8月17日	78.5	57
4月3日	12.3	20	7月1日	15.7	26	8月18日	79.5	57
12月31日	12.3	20	4月30日	15.8	26	8月16日	107	64
3月18日	12.3	20	6月16日	16.1	26	8月15日	120	68
3月29日	12.3	20	6月30日	16.3	26	8月14日	160	75
5月5日	12.3	20	6月17日	16.3	26	6月5日	173	80
3月11日	12.4	20	9月2日	16.3	26	8月26日	212	90
3月22日	12.4	20	5月4日	16.6	26	8月13日	259	95

附表 4 烏山頭淨水場三期現場沉濁 4~5NTU 加藥數據(依原水濁度排序)

原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數
4	15.4	1	38	34.9	13	75	46.4	3
5	17.1	30	39	35.9	16	77	45.6	1
6	17.1	82	40	35.1	13	78	43.6	2
7	19.1	266	41	34.1	12	79	48.8	1
8	18.7	389	42	40.0	14	83	46.6	1
9	19.6	422	43	38.1	13	84	46.6	1
10	20.5	252	44	36.9	14	85	47.6	1
11	31.9	5	45	40.5	22	89	47.8	1
12	28.4	10	46	39.5	17	90	34.6	1
13	22.2	23	47	34.6	12	94	47.6	1
14	23.3	33	48	37.1	13	97	47.7	2
15	23.2	42	49	36.6	12	98	44.1	4
16	26.2	41	50	40.3	7	99	48.9	6
17	27.9	54	51	42.3	3	100	37.4	1
18	27.5	13	52	39.3	6	102	47.0	1
19	25.5	5	53	37.0	5	104	32.3	1
20	26.6	7	54	39.9	5	105	32.3	2
21	28.5	12	55	42.3	4	111	47.0	1
22	29.1	6	56	35.3	3	112	36.7	1
23	29.7	12	57	38.5	1	113	48.3	1
24	28.7	4	59	34.7	3	115	48.0	1
25	30.7	10	60	38.5	1	126	32.7	1
26	32.5	11	61	39.6	3	129	68.1	1
27	28.5	4	63	41.3	2	146	32.7	1
28	31.2	8	64	38.3	1	158	35.4	1
29	30.1	10	65	45.8	3	193	36.2	1
30	29.9	6	66	44.6	2	205	45.9	1
31	26.9	5	67	46.3	2	209	62.0	1
32	29.2	17	68	40.0	6	212	62.2	1
33	31.2	12	69	40.6	2	221	54.7	1
34	31.2	9	70	45.1	1	225	32.3	1
35	32.2	9	72	41.3	3	296	32.0	1
36	33.4	14	73	36.6	1	1578	56.2	1
37	30.6	8	74	46.0	4	1604	54.7	1

附表 5 烏山頭淨水場三期現場沉濁<5NTU 加藥數據(依原水濁度排序)

原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數
3	16.6	4	41	34.8	13	89	47.8	1
4	15.1	97	42	39.2	16	90	34.6	1
5	15.7	342	43	38.2	14	94	47.6	1
6	16.4	502	44	36.9	14	97	47.7	2
7	17.7	640	45	40.5	22	98	44.1	4
8	18.3	681	46	38.9	19	99	48.9	6
9	19.3	587	47	34.6	12	100	37.4	1
10	20.1	319	48	37.1	13	102	47.0	1
11	28.5	8	49	36.6	12	104	32.3	1
12	28.6	12	50	40.3	7	105	32.3	2
13	22.4	24	51	42.3	3	111	47.0	1
14	23.3	33	52	39.3	6	112	36.7	1
15	23.7	45	53	37.0	5	113	48.3	1
16	26.2	41	54	39.9	5	115	48.0	1
17	27.9	54	55	42.3	4	126	32.7	1
18	27.5	13	56	35.3	3	129	68.1	1
19	25.5	5	57	38.5	1	146	32.7	1
20	26.6	7	59	34.7	3	158	35.4	1
21	28.5	12	60	38.5	1	193	36.2	1
22	29.1	6	61	39.6	3	205	45.9	2
23	29.7	12	63	41.3	2	208	58.0	2
24	28.7	4	64	38.3	1	209	62.0	2
25	30.2	12	65	45.8	3	210	54.7	2
26	31.7	13	66	44.6	2	211	54.7	1
27	27.8	9	67	46.3	2	212	62.2	1
28	29.8	12	68	40.0	6	221	54.7	1
29	30.0	14	69	40.6	2	225	32.3	1
30	29.9	6	70	45.1	1	296	32.0	1
31	26.9	7	72	41.3	3	751	32.6	1
32	29.0	19	73	36.6	1	1102	55.1	1
33	32.1	13	74	46.0	4	1578	56.2	1
34	31.0	10	75	46.4	3	1602	53.6	1
35	32.0	10	77	45.6	1	1604	54.7	1
36	33.0	15	78	43.6	2	1607	88.5	1
37	30.2	10	79	48.8	1	1608	48.7	1
38	34.2	15	83	46.6	1	1609	58.6	1
39	35.6	18	84	46.6	1	1610	58.6	1
40	34.9	14	85	47.6	1	-	-	-

附表 6 烏山頭淨水場三期現場沉濁 ≥ 5 NTU 加藥數據(依原水濁度排序)

原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數
8	21.0	15	146	65.7	1	253	87.6	1
9	19.7	16	147	68.1	1	256	84.6	1
10	20.2	8	150	70.7	1	258	85.9	1
51	38.9	1	151	68.1	2	271	85.2	1
52	39.1	2	153	68.1	1	289	85.2	1
53	37.8	1	155	61.7	1	309	85.2	1
55	39.1	3	156	68.1	1	325	85.2	1
56	38.0	1	175	61.7	1	346	80.2	1
57	37.8	1	195	61.7	1	393	80.8	1
65	40.8	1	198	81.6	1	481	82.9	1
72	45.8	1	202	68.1	4	489	84.6	1
75	45.8	1	203	78.5	4	511	81.8	1
80	43.4	2	204	73.0	3	517	81.8	1
81	40.3	4	205	96.0	2	518	106.4	3
82	40.8	1	206	82.7	1	519	81.9	1
83	43.4	2	208	75.6	3	520	75.1	1
85	46.4	1	209	70.9	3	521	156.6	1
86	46.4	1	210	84.8	2	528	156.6	1
87	46.6	1	211	83.6	4	529	124.2	1
90	46.4	1	212	96.3	3	535	88.5	1
98	47.0	4	213	93.8	1	536	115.4	2
99	45.2	1	214	83.1	4	539	145.9	1
101	47.0	2	215	87.5	6	542	145.9	2
104	47.0	1	216	70.9	1	545	145.9	1
107	47.0	1	217	82.7	3	553	136.7	1
109	48.0	1	218	81.5	6	556	132.6	2
111	48.3	1	219	86.0	5	562	143.3	1
112	48.4	2	220	73.4	3	563	133.6	1
113	48.0	1	221	88.2	3	571	143.3	1
117	46.8	1	222	73.3	1	1602	306.6	1
121	47.0	2	223	84.3	2	1608	190.9	1
124	70.9	1	224	91.3	1	1738	165.3	1
125	70.9	1	225	74.1	2	2100	380.9	1
126	70.9	1	226	84.8	2	2150	293.0	1
128	70.9	1	227	67.1	3	7300	465.2	1
132	68.1	1	228	96.2	1	16800	465.2	1
141	71.6	1	251	87.8	1	17000	557.9	1
143	68.2	2	252	87.6	2	19700	464.5	1

附表 7 烏山頭淨水場四期現場沉濁 4~5NTU 加藥數據(依原水濁度排序)

原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數
3	15.0	2	37	29.7	8	75	31.8	3
4	17.6	64	38	33.0	15	77	31.0	1
5	17.9	235	39	36.3	18	78	37.1	2
6	19.4	339	40	33.5	13	80	34.5	2
7	20.3	522	41	36.4	12	81	35.9	4
8	28.2	530	42	39.0	11	83	36.0	2
9	22.0	479	43	35.4	9	85	42.4	1
10	22.5	271	44	37.4	13	86	43.3	1
11	33.7	7	45	41.9	21	87	43.2	1
12	32.0	12	46	38.3	18	89	35.2	1
13	29.3	24	47	35.2	11	90	42.3	1
14	27.9	33	48	38.3	13	94	38.4	1
15	29.1	44	49	38.0	14	97	42.4	1
16	28.4	40	50	40.5	8	98	38.1	6
17	29.3	54	51	40.7	5	99	36.7	6
18	31.3	13	52	39.9	8	100	40.1	1
19	27.9	5	53	37.1	5	101	44.7	1
20	28.7	7	54	43.9	5	107	48.6	1
21	28.7	12	55	40.9	5	111	48.6	1
22	28.9	6	56	37.0	3	112	40.4	2
23	29.8	8	57	34.5	1	113	48.0	1
24	25.8	4	59	32.3	3	125	66.2	1
25	30.5	12	60	34.5	1	158	33.6	1
26	33.1	13	61	41.7	3	193	35.2	1
27	27.6	6	63	40.8	2	205	40.7	1
28	31.6	12	64	34.5	1	210	52.9	1
29	32.9	15	65	35.4	3	296	44.1	1
30	30.7	7	66	32.8	2	751	46.0	1
31	30.9	10	68	33.7	2	1102	49.6	1
32	30.1	22	69	34.6	2	1578	49.6	1
33	35.3	16	70	33.4	1	1604	49.2	1
34	30.5	6	72	34.7	2	1608	49.9	1
35	29.3	9	73	34.7	1	-	-	-
36	33.9	17	74	31.8	2	-	-	-

附表 8 烏山頭淨水場四期現場沉濁<5NTU 加藥數據(依原水濁度排序)

原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數
3	18.3	4	41	35.6	13	84	43.3	1
4	17.8	103	42	38.2	17	85	42.4	1
5	18.1	412	43	36.4	17	86	43.3	1
6	19.1	531	44	37.6	14	87	43.2	1
7	20.0	634	45	42.2	22	89	35.2	1
8	27.1	600	46	38.4	19	90	37.2	2
9	21.8	544	47	34.8	12	94	38.4	1
10	22.4	290	48	38.3	13	97	42.4	1
11	32.5	8	49	38.0	14	98	39.6	7
12	32.0	12	50	40.5	8	99	36.7	6
13	29.3	24	51	40.7	5	100	40.1	1
14	27.9	33	52	39.9	8	101	46.7	2
15	29.3	45	53	37.1	5	102	44.9	1
16	28.3	41	54	43.9	5	104	41.9	1
17	29.3	54	55	40.9	5	105	42.0	2
18	31.3	13	56	37.0	3	107	48.6	1
19	27.9	5	57	34.5	1	111	48.6	1
20	28.7	7	59	32.3	3	112	40.4	2
21	28.7	12	60	34.5	1	113	48.0	1
22	28.9	6	61	41.7	3	125	66.2	1
23	28.3	12	63	40.8	2	126	41.9	1
24	25.8	4	64	34.5	1	146	43.5	1
25	30.5	12	65	35.4	3	158	33.6	1
26	33.1	13	66	32.8	2	193	35.2	1
27	27.9	9	67	33.5	2	205	40.7	1
28	31.4	13	68	35.1	6	210	52.9	1
29	32.3	17	69	34.6	2	225	45.9	1
30	30.3	8	70	33.4	1	296	44.1	1
31	30.6	11	72	33.8	4	751	46.0	1
32	30.1	22	73	34.7	1	1102	49.6	1
33	34.6	18	74	32.0	4	1578	49.6	1
34	29.9	11	75	32.4	4	1602	55.8	1
35	29.1	11	77	31.0	1	1604	49.2	1
36	33.3	19	78	37.1	2	1605	65.4	1
37	29.6	10	80	34.5	2	1607	84.3	2
38	32.7	16	81	35.9	4	1608	63.0	2
39	35.7	20	82	40.5	1	1609	72.1	2
40	33.4	14	83	38.4	3	1610	65.5	1

附表 9 烏山頭淨水場四期現場沉濁 ≥ 5 NTU 加藥數據(依原水濁度排序)

原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數
7	20.0	17	195	69.1	1	271	64.0	1
8	19.7	110	198	61.4	1	289	64.0	1
9	20.9	71	202	59.9	2	309	64.0	1
10	23.7	39	203	64.5	3	325	64.0	1
53	34.2	1	204	62.8	1	346	63.8	1
55	36.1	2	205	74.3	2	393	67.4	1
56	36.7	1	206	62.9	1	481	67.9	1
57	35.4	1	208	67.9	4	489	61.4	1
65	36.6	1	209	65.9	4	509	68.1	1
79	31.7	1	210	70.6	2	511	68.1	2
85	35.3	1	211	68.1	5	516	68.1	1
97	38.4	1	212	71.4	4	517	68.0	1
98	44.7	1	213	69.7	1	518	68.1	3
99	33.0	1	214	71.9	4	519	68.0	1
104	48.6	1	215	70.7	6	520	68.1	1
109	48.0	1	216	70.1	1	521	68.1	1
111	44.5	1	217	64.3	3	528	68.1	1
112	43.2	1	218	64.7	6	529	63.7	1
113	44.6	1	219	68.7	5	535	61.3	1
115	48.1	1	220	63.9	3	536	63.6	2
117	45.3	1	221	66.4	4	539	65.8	1
121	45.4	2	222	70.9	1	542	65.8	2
124	66.2	1	223	72.6	2	545	65.8	1
126	66.2	1	224	69.3	1	553	61.3	1
128	66.2	1	225	58.2	2	556	61.3	2
129	62.8	1	226	69.9	2	562	63.8	1
132	61.6	1	227	58.8	3	563	61.2	1
141	65.2	1	228	68.7	1	571	63.8	1
143	63.5	2	230	57.6	1	1602	103.6	1
146	61.8	1	234	55.7	1	1608	94.4	1
147	68.9	1	236	56.0	1	1738	94.6	1
150	65.1	1	242	56.0	1	2100	260.1	1
151	68.9	2	251	68.9	1	2150	164.9	1
153	69.1	1	252	68.9	2	7300	214.8	1
155	69.1	1	253	68.8	1	16800	214.5	1
156	68.8	1	256	61.4	1	17000	437.2	1
175	69.1	1	258	66.6	1	19700	214.1	1

附表 10 南化淨水場現場沉濁 4~5NTU 加藥數據(依原水濁度排序)

原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數
5	11.8	25	28	37.5	9	79	61.4	1
6	12.6	60	29	40.5	5	82	51.8	1
7	12.2	98	30	41.4	4	86	51.8	1
8	14.2	298	31	40.1	3	89	51.8	1
9	15.2	295	33	37.6	3	91	46.9	2
10	16.9	105	34	38.6	3	99	68.4	1
11	18.7	63	35	39.9	3	105	68.4	1
12	20.6	51	42	43.4	2	112	73.2	1
13	21.6	79	46	42.8	2	132	71.7	1
14	22.5	64	49	45.5	1	264	92.2	1
15	23.5	39	50	47.2	2	275	92.2	1
16	24.8	30	51	48.6	1	278	91.5	1
17	28.5	15	56	55.9	4	280	91.5	1
18	30.0	7	57	55.0	5	281	92.2	1
19	31.1	2	58	51.4	5	284	91.5	1
20	30.6	12	59	51.4	3	285	91.5	1
21	31.5	2	61	51.7	1	286	91.5	2
22	35.6	3	63	56.1	1	288	91.5	1
23	31.3	2	66	53.8	1	290	91.5	1
24	33.3	3	71	54.3	1	292	91.5	1
25	35.5	5	73	54.3	1	6000	238.1	1
26	35.8	15	74	65.0	1	-	-	-
27	36.2	18	76	61.2	1	-	-	-

附表 11 南化淨水場現場沉濁<5NTU 加藥數據(依原水濁度排序)

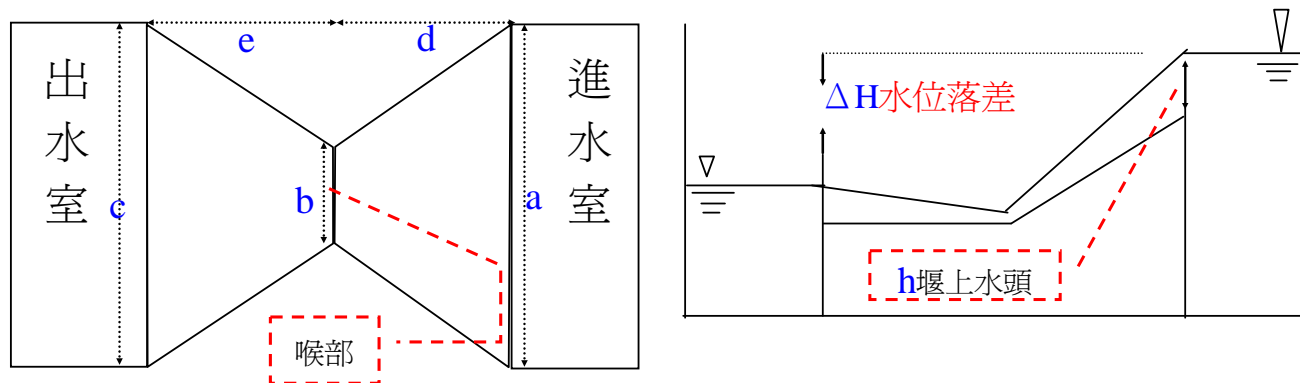
原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數
4	9.8	39	56	51.1	8	112	73.7	2	220	92.2	1
5	9.3	495	57	52.4	11	113	73.2	1	224	91.5	1
6	11.7	373	58	51.3	12	114	73.2	1	241	107.6	1
7	12.5	377	59	52.9	10	115	70.2	3	245	92.2	1
8	14.3	772	60	51.7	4	116	70.2	3	253	136.7	1
9	15.6	742	61	54.3	5	117	69.9	1	260	91.5	1
10	17.9	499	62	54.0	5	118	73.2	2	264	92.2	1
11	19.2	329	63	51.0	6	119	73.2	1	265	96.6	1
12	20.7	417	64	59.0	5	120	63.4	2	273	107.6	1
13	21.5	409	65	52.8	3	121	64.3	1	275	92.2	1
14	23.0	401	66	56.1	5	122	73.2	1	278	91.5	1
15	23.7	312	67	54.2	9	123	73.2	1	280	91.5	2
16	25.3	184	68	53.4	7	124	77.4	5	281	92.2	1
17	26.7	115	69	57.2	5	125	75.3	4	284	91.5	1
18	29.0	99	70	55.8	7	126	62.5	1	285	134.8	2
19	29.9	60	71	56.8	6	127	78.8	1	286	91.5	2
20	30.4	66	72	59.0	3	129	71.7	1	288	91.5	1
21	31.0	46	73	61.8	4	130	56.7	1	290	114.1	2
22	32.9	39	74	57.6	3	131	84.4	4	292	91.5	1
23	33.8	22	75	54.8	3	132	71.7	1	314	107.6	1
24	35.2	51	76	58.5	6	134	69.9	1	318	112.5	1
25	36.0	44	77	63.9	5	137	69.9	1	338	112.5	1
26	36.3	57	78	60.0	8	138	124.7	1	350	178.1	1
27	37.0	44	79	61.3	8	141	71.7	2	360	136.7	1
28	37.4	23	80	63.7	2	144	91.1	1	369	169.8	1
29	37.1	14	81	58.9	6	148	75.9	3	391	149.7	1
30	38.9	17	82	59.3	4	153	69.9	1	398	107.6	1
31	40.6	27	83	59.8	1	155	81.9	1	416	96.6	2
32	39.0	15	84	63.0	3	157	69.9	1	420	76.2	1
33	39.9	19	85	60.2	2	160	51.9	1	440	119.8	2
34	45.1	7	86	56.6	2	164	81.9	1	463	143.7	1
35	44.8	9	89	55.8	2	165	77.8	4	476	107.6	1
36	40.5	18	90	59.7	5	166	62.5	1	481	199.4	1
37	38.6	5	91	46.9	3	167	81.9	1	521	227.9	1
38	40.5	4	92	68.7	3	168	81.9	1	542	107.6	1
39	41.1	5	93	62.5	2	170	81.9	1	600	131.5	1
40	43.2	11	94	89.1	1	171	81.9	1	626	218.7	1
41	42.5	3	95	65.0	1	172	69.9	1	725	76.2	1
42	42.8	7	96	65.0	1	177	81.2	1	750	76.2	1
43	41.2	6	97	66.4	2	181	107.6	1	800	146.1	1
44	44.9	6	98	65.8	7	182	92.2	1	885	218.7	1
45	43.9	6	99	64.1	5	183	94.4	2	922	218.7	1
46	45.6	6	100	72.2	2	187	107.6	1	1000	196.6	4
47	46.4	5	101	71.1	2	188	81.2	1	1035	267.2	1
48	47.0	5	102	72.8	2	190	69.9	1	1200	182.7	3
49	45.2	10	103	68.4	2	193	74.8	1	1250	238.1	1
50	48.9	8	104	84.3	5	195	107.6	1	1350	267.2	1
51	45.9	18	105	67.9	3	203	107.6	1	1400	228.7	2
52	48.6	4	106	65.5	2	209	99.9	1	6000	238.1	1
53	49.3	4	108	68.4	1	210	92.2	1	7500	306.1	1
54	57.3	5	109	69.4	3	213	91.1	1	-	-	-
55	50.2	7	110	70.6	2	215	112.5	1	-	-	-

附表 12 南化淨水場現場沉濁 ≥ 5 NTU 加藥數據(依原水濁度排序)

原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數	原濁	加藥率	筆數
5	13.2	7	20	28.2	2	36	40.1	5
6	15.4	107	21	31.2	2	37	42.1	1
7	15.5	128	22	31.2	2	38	39.5	2
8	15.4	294	23	36.4	2	74	57.8	2
9	15.4	257	24	34.7	2	75	66.8	1
10	16.2	85	25	32.9	4	78	64.0	2
11	16.8	21	26	32.9	2	112	73.2	1
12	17.8	24	27	42.2	2	114	73.2	2
13	20.7	14	28	39.5	9	121	71.7	1
14	21.4	3	29	35.4	7	284	91.5	1
15	21.8	10	30	34.7	4	292	253.8	1
16	26.2	4	31	42.2	2	1818	416.0	1
17	25.1	3	33	39.5	1	2610	416.0	1
18	24.0	2	34	40.9	2	-	-	-
19	29.5	1	35	39.6	2	-	-	-

附表 13 烏山頭淨水場杯瓶試驗參數演算

1、水躍池：(快混)



$$P = Q \rho g \Delta H$$

Q：流量 m^3/sec

ρ ：水密度 $kg/m^3 = 1000 kg/m^3$

g ： $9.81 m/sec^2$

ΔH ：水位落差 m

$$\therefore G = (Q \rho g \Delta H / \mu V)^{1/2}$$

水躍池(1池/半場，共2池)尺寸

$a=2.80 m$ $b=0.60 m$ $c=2.80 m$

$d=1.90 m$ $e=0.90 m$ $\Delta H=0.78 m$

計算：

水量(半場) $Q=75000 \text{ CMD} = 0.87 \text{ CMS}$ 【設計值 150000 CMD 】

水躍區面積 $A = (a+b)*d/2 + (b+c)*e/2 = 4.76 \text{ m}$

堰上水頭 $h = (Q/a/1.84)^{2/3} = 0.31 \text{ m}$

混合池體積 $V = A * h = 1.45 \text{ m}^3$

動力 $P = Q * \rho * 9.81 * \Delta H = 6642 \text{ w}$

\therefore 坡降速度 $G = (P / \mu V)^{1/2} = 2258 \text{ sec}^{-1}$

停留時間 $T = V/Q = 1.67 \text{ sec}$

$GT = 3776$

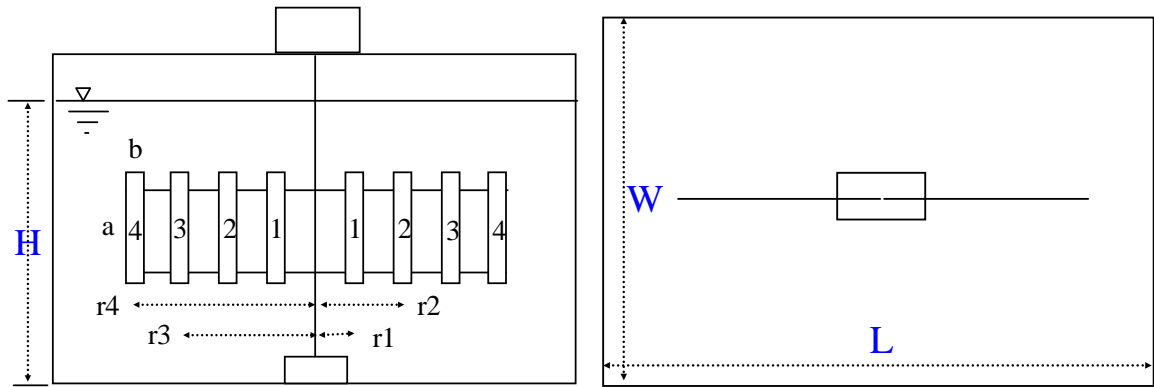
相當杯瓶轉速 $200 \text{ rpm} (G=500) T=7.6 \text{ sec}$

由上公式得原水量不同杯瓶試驗快混參數如下：

原水量(CMD)	單池水量(CMD)	杯瓶轉速(rpm)	時間(秒)
100000	50000	200	8.1
150000	75000	200	7.6
200000	100000	200	7.2

※杯瓶試驗快混以 200 rpm 及 7 秒 為參數。

2、膠羽池：(慢混)



$$G = (Cd \rho \Sigma A \nu^3 / 2 \mu V)^{1/2}$$

G: 坡降速度 sec^{-1}

Cd: 拉曳係數 (1.16~1.9) $\doteq 1.5$

V: 混合池體積 m^3

μ : 水的黏滯係數 $\text{kg/ms} = 0.0008975 \text{kg/ms} (25^\circ\text{C})$

A: 漿板面積 m^2

ρ : 水密度 $\text{kg/m}^3 = 1000 \text{kg/m}^3$

ν : 切線速度 $= 2\pi r * (n/60)$

r: 每塊板與中心軸距離 m n: 轉速 rpm

膠羽池(4池/半場, 共8池)尺寸

L=9.40m W=8.40m H=4.00m

a=3.70m b=0.2m n=3 rpm

r1=0.90m r2=1.80m r3=2.70m r4=3.60m

計算:

漿板對序	A	ν	$A \nu^3$
1	1.48	0.2827	0.0335
2	1.48	0.5655	0.2676
3	1.48	0.8482	0.9032
4	1.48	1.1310	2.1410

$$\Sigma A \nu^3 = 3.3453$$

膠羽池體積 $V = L * W * H = 315.84 \text{m}^3$

坡降速度 $G = (Cd \rho \Sigma A \nu^3 / 2 \mu V)^{1/2}$

n(轉速 rpm)	G(sec^{-1})	杯瓶轉速(rpm)
3	94	66
2.5	72	55
2	51	43
1	18	22

停留時間 $T = V / Q$

原水量(CMD)	半場水量(CMD)	時間(秒)	時間(分)
100000	50000	546	9.1
150000	75000	364	6.1
200000	100000	273	4.5

※杯瓶試驗慢混參數如下：

杯瓶轉速(rpm) 時間(分)

66 4.5

55 4.5

43 4.5

22 4.5

3、沉澱池：(靜置時間)

沉澱池(1池/半場，共2池)尺寸

L=36.4m W=17.2m

溢流率 $V_0(m/d) = Q(m^3/d) / (L*W)$

靜置時間=[0.1(m)/ V_0]

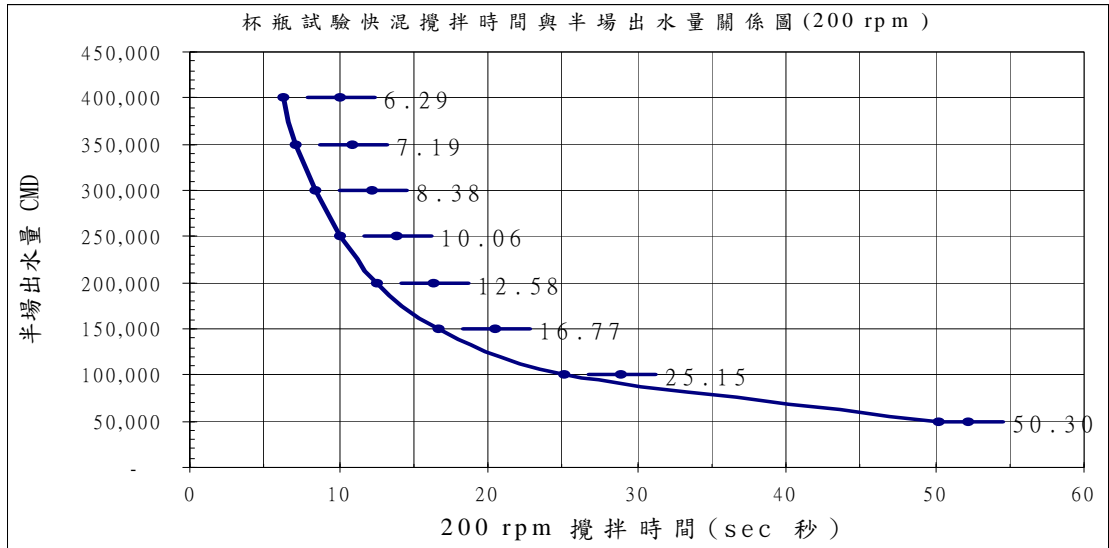
原水量(CMD)	半場水量(CMD)	$V_0(m/d)$	靜置時間(分)
100000	50000	79.9	1.8
150000	75000	119.8	1.2
200000	100000	159.7	0.9

※因於沉澱池上有加裝傾斜板，依據傳統式淨水場杯瓶試驗模擬操作重點，靜置時間以30分為參數。

附表 14 南化淨水場杯瓶試驗參數演算

1、快混池：(快混)

依據該廠計算結果如下：



400,000	6
350,000	7
300,000	8
250,000	10
200,000	13
150,000	17
100,000	25
50,000	50

2、快速膠羽沉澱池：(慢混及靜置時間)

膠羽沉墊池(8池/半場，共16池)尺寸

L=36m W=36m

溢流率 $V_0(\text{m/d}) = Q(\text{m}^3/\text{d}) / (L * W)$

靜置時間 = $[0.1(\text{m}) / V_0]$

原水量 (CMD)	單池水量 (CMD)	$V_0(\text{m/d})$	靜置時間 (分)
400000	25000	19.3	7.5
500000	31500	24.1	6
600000	37500	28.9	5

※因膠羽沉澱池慢混 GT 值無法計算，依據污泥毯式膠凝池杯瓶試驗作業要點，以 20rpm 及 20 分為參數；杯瓶試驗靜置時間依原水量不同選擇接近之靜置時間為參數。