

# 對於膠凝劑聚氯化鋁兩段加藥之研討

## 一、前言：

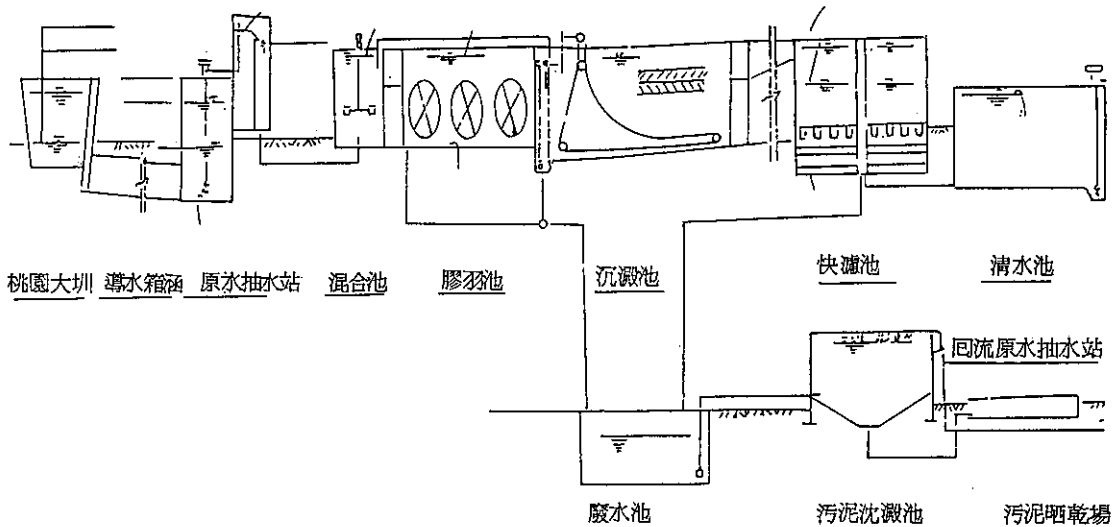
以地面水作為淨水廠的水源，雖然水量較易控制，但是原水濁度却呈現季節性的變化，而如何降低原水濁度至飲用水標準，乃是淨水廠的主要課題。

原水中含有許多的細小顆粒及懸浮粒子，而懸浮粒子的大小會影響沈降的速度。自水中除去較大且重的顆粒，只要有足夠的沈降時間即可藉著重力自然沈降下來；剩下來較細小且不易沈降的膠體粒子則需藉助於膠凝劑的功效，始能沈降下來，以達到去除水中雜質的目的。要使膠凝劑能發揮最大的功效，則需要有足夠的  $G T$  值以及適當的主、助膠凝劑藥量，藉此產生化學反應及物理變化，以得大膠羽而憑藉著重力快速沈降於沈澱池底（依自來水操作手冊中規定，在進入快濾池前之沈澱水濁度在五加零點五  $N T U$  以下），以獲得潔淨的清水。

所以，我們知道淨水處理上其膠凝劑乃是處理系統上重要的一環，而膠凝劑（主劑及助劑）是否足夠，且是否均勻並完全溶於水中，發揮其最大效能，才是主要的因素。另外，膠凝劑的選擇及加藥方式都是值得我們探討的。

## 二、研究過程及資料分析：

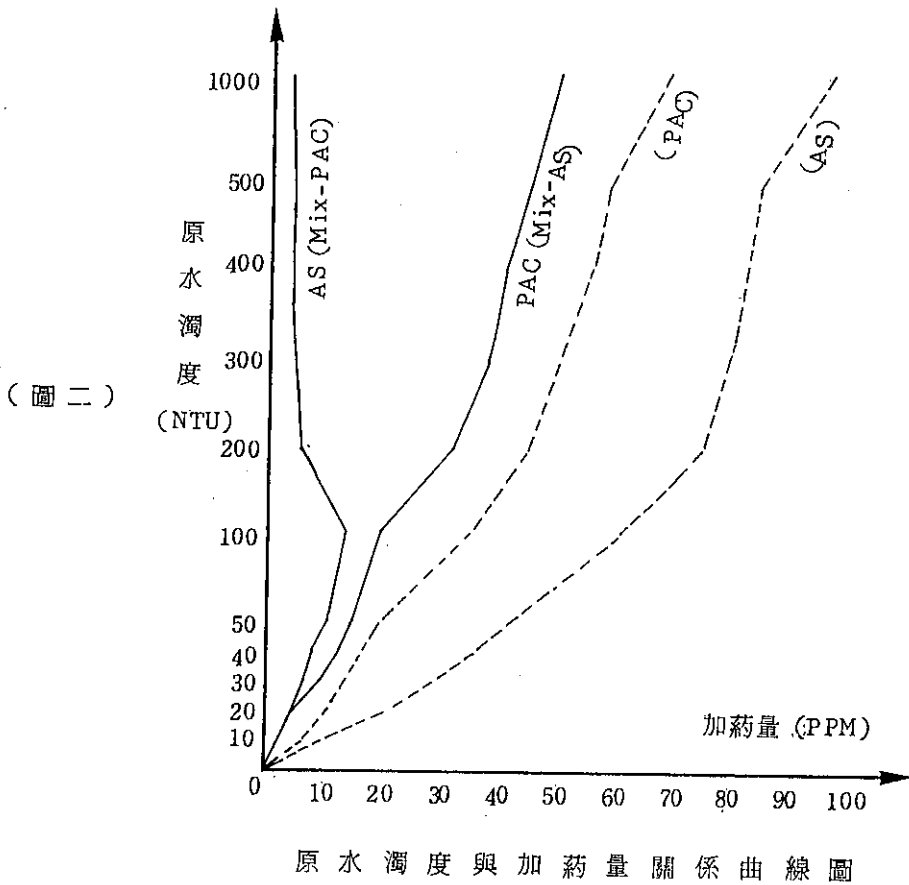
本淨水廠的水源係石門水庫發電後的尾水，而經由桃園大圳引入，已完全快沈快濾的淨水處理程序進行處理，再以液氯消毒始加壓送至各供水區域。



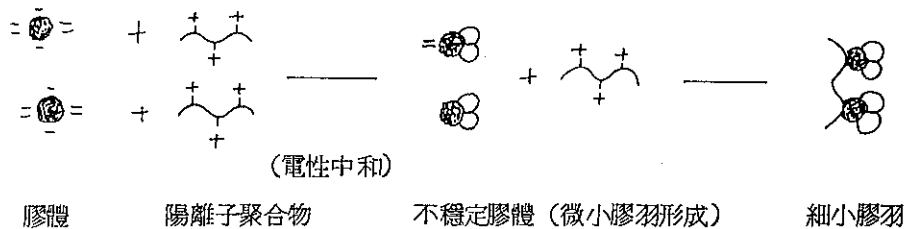
大浦給水廠淨水處理程序圖

※黃阿月：台灣省自來水公司第二區管理處大浦給水廠工程員

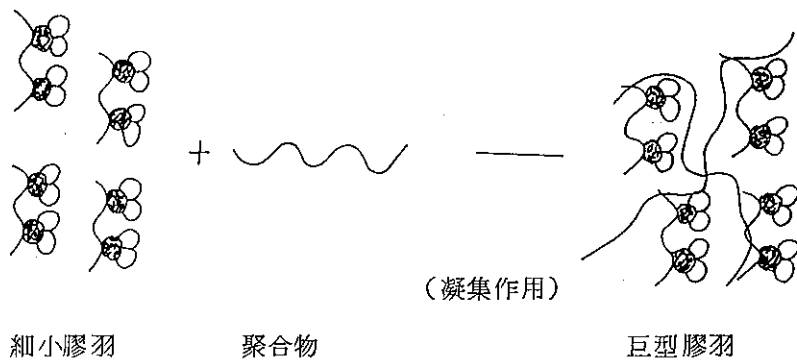
如果將一座淨水廠視為環節相連的有機體，則混凝、膠凝、沈澱、過濾、消毒等處理過程便是構成有機體的主幹，以地面水而言，如果混凝及膠凝不理想，則接著以下幾個淨水操作程序的處理效果將會受到影響，而淨水廠為確切獲得混凝與膠凝的最佳效果，大都先在實驗室進行杯瓶試驗，以獲得最理想的加藥量。以下則為原水濁度與加藥量曲線關係圖：



國內許多淨水處理廠都採用聚氯化鋁（PAC）為膠凝劑，而PAC是一種聚合物，且它兼具有聚合及電解的性質，所以可以將它當成一種主膠凝劑，也可將它當成助膠凝劑。在原水中大多數的膠體顆粒大多帶著負電荷。當我們加入膠凝劑，即為帶正電荷的膠凝劑所包圍，而形成細小膠羽；如能再加入帶正電荷的膠凝劑，則能形成巨型膠羽而沈降下來。所以我們先於快混前加入PAC使形成細小膠羽，再於快混後加入些許PAC使其成巨型膠羽。



(圖三) 膠凝劑在水中的凝結作用



(圖四) 膠凝劑在水中的膠羽作用

但目前國內各淨水廠大都採用 P A C 或 A S (硫酸鋁) 爲主劑，作一段式混凝加藥，以求淨化原水的目的。也有不少淨水廠採用 P A C 或硫酸鋁併用一段式加藥，現就以一段式與二段式加藥在本廠做個實驗，當然得先行在實驗室做杯瓶試驗。

在杯瓶試驗時，沈澱後水的濁度應以 5 + 0.5 N T U 爲準。(攪拌時間及速度分別爲：快混 90 rpm 1.5 分鐘；慢混 50 rpm 8.5 分鐘，靜置沈澱 10 分鐘)。

(1) 原水濁度：615 NTU, PH=7.8, 水溫：23°C

項 目 \ 編 號	1	2	3	4	5	6
P A C 加 藥 量 (PPM)	53	56	59	62	65	68
沈 澱 後 濁 度 (NTU)	10	7.8	6.6	5.3	4.3	3.9
P H	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	7.1
備 註				√		

(其中備註欄中打√，代表最佳的加藥量)

(表一)

(2) 原水濁度：615 NTU, PH=7.8, 水溫：23°C

項 目 \ 編 號	1	2	3	4	5	6
比 例	1:1	1:2	1:3	2:1	3:1	4:1
(a) P A C 加 藥 量 (PPM)	31	21	15	41	47	50
(b) P A C 加 藥 量 (PPM)	31	41	47	21	15	12
沈 澱 後 濁 度 (NTU)	1.95	4.7	5.2	4.2	3.9	3.2
P H	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
備 註	√					

(其中(a) P A C 於快混前加入，而(b) P A C 於快混後加入)

(表二)

(3) 原水濁度：615 NTU, PH=7.8, 水溫：23°C

項 目 \ 編 號	1	2	3	4	5	6
A S 加 藥 量 (PPM)	79	82	85	88	91	94
沈 澱 後 濁 度 (NTU)	18	10	7.9	5.1	4.3	2.9
P H	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9
備 註				√		

(其中 A S 代表硫酸鋁)

(表三)

(4)原水濁度：615 NTU，PH=7.8，水溫：23℃

項目 \ 編號	1	2	3	4	5	6
比 例	1:1	1:2	1:3	2:1	3:1	4:1
(a) A S 加藥量 (PPM)	44	29	22	59	66	70
(b) A S 加藥量 (PPM)	44	59	66	29	22	18
沈澱後濁度 (NTU)	19	27	42	16.5	12.5	9.4
PH	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
備 註	硫酸鋁分兩段加其效果不彰					

(a) A S 於快混前加入，(b) A S 於快混後加入)

(表四)

(5)原水濁度：615 NTU，PH=7.8，水溫23℃

項 目 \ 編 號	1	2	3	4	5	6
PAC加藥量(PPM)	42	44	46	48	50	52
Mix AS 加藥量(PPM)	10	10	10	10	10	10
沈澱後濁度 (NTU)	12	9.5	7.2	5.3	4.5	3.9
PH	7.2	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1
備 註				v		

(其中P A C與 A S 同時於快混前加入)

(表五)

(6)原水濁度：615 NTU，PH=7.8，水溫：23℃

項 目 \ 編 號	1	2	3	4	5	6
(a) Mix PAC 加藥量(PPM)		48	24	16	32	36
AS 加藥量(PPM)	10		5	5	5	5
(b) Mix PAC 加藥量(PPM)	48		24	32	16	12
AS 加藥量(PPM)		10	5	5	5	5
沈澱後濁度 (NTU)	62	13	9.5	23	8.2	6.5
PH	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1

(其中(a)於快混前加入，(b)於快混後加入)

(表六)

(7)原水濁度：615 NTU,PH=7.8 , 水溫：23°C

項 目 \ 編 號	1	2	3	4	5	6
(a)PAC 加葯量 (PPM)	15	18	21	24	27	30
(b)PAC 加葯量 (PPM)	15	18	21	24	27	30
沈澱後濁度 (NTU)	11	9.2	6.6	4.1	3.0	1.8
P H	7.4	7.3	7.3	7.3	7.2	7.2
備 註				√		

(表七)

(8)原水濁度：245 NTU,PH=7.6 , 水溫：23°C

項 目 \ 編 號	1	2	3	4	5	6
PAC 加葯量 (PPM)	42	44	46	48	50	52
沈澱後濁度 (NTU)	9.6	7.8	6.7	4.8	3.9	2.6
P H	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
備 註				√		

(表八)

(9)原水濁度：245 NTU,PH=7.6 , 水溫：23°C

項 目 \ 編 號	1	2	3	4	5	6
(a) PAC 加葯量 (PPM)	14	16	18	20	22	24
(b) PAC 加葯量 (PPM)	14	16	18	20	22	24
沈澱後濁度 (NTU)	10	8.4	5.4	4.1	3.0	1.9
P H	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	7.1
備 註			√			

(表九)

(10)原水濁度：54 NTU,PH=7.5 , 水溫：21°C

項 目 \ 編 號	1	2	3	4	5	6
PAC 加葯量 (PPM)	14	16	18	20	22	24
沈澱後濁度 (NTU)	11	8.5	6.8	5.3	4.6	3.1
P H	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
備 註				√		

(表十)

(1)原水濁度：54 NTU,PH=7.5 , 水溫：21℃

項目 \ 編號	1	2	3	4	5	6
(a) PAC 加藥量 (PPM)	5	6	7	8	9	10
(b) PAC 加藥量 (PPM)	5	6	7	8	9	10
沈澱後濁度 (NTU)	10	8.8	7.8	5.9	4.3	2.6
P H	7.3	7.3	7.3	7.2	7.2	7.2
備 註					√	

(2)原水濁度：38 NTU,PH=7.7 , 水溫：21℃

項目 \ 編號	1	2	3	4	5	6
PAC 加藥量 (PPM)	10	12	14	16	18	20
沈澱後濁度 (NTU)	9.5	7.6	6.3	4.8	3.9	3.0
P H	7.4	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3
備 註				√		

(表十二)

(3)原水濁度：38 NTU,PH=7.7 , 水溫：21℃

項目 \ 編號	1	2	3	4	5	6
(a) PAC 加藥量 (PPM)	4	5	6	7	8	9
(b) PAC 加藥量 (PPM)	4	5	6	7	8	9
沈澱後濁度 (NTU)	13	9.6	6.8	5.3	4.1	3.9
P H	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
備 註				√		

(表十三)

(4)原水濁度：38 NTU,PH=7.7 , 水溫：21℃

項目 \ 編號	1	2	3	4	5	6
A S 加藥量 (PPM)	27	29	31	33	35	37
沈澱後濁度 (NTU)	9.0	8.2	7.9	6.5	5.1	4.0
P H	7.3	7.3	7.2	7.2	7.2	7.2
備 註					√	

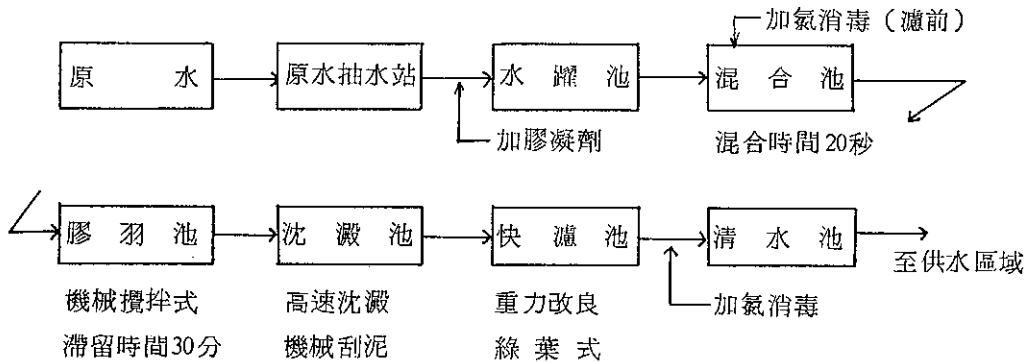
(表十四)

(15)原水濁度：38 NTU, PH=7.7 , 水溫：21℃

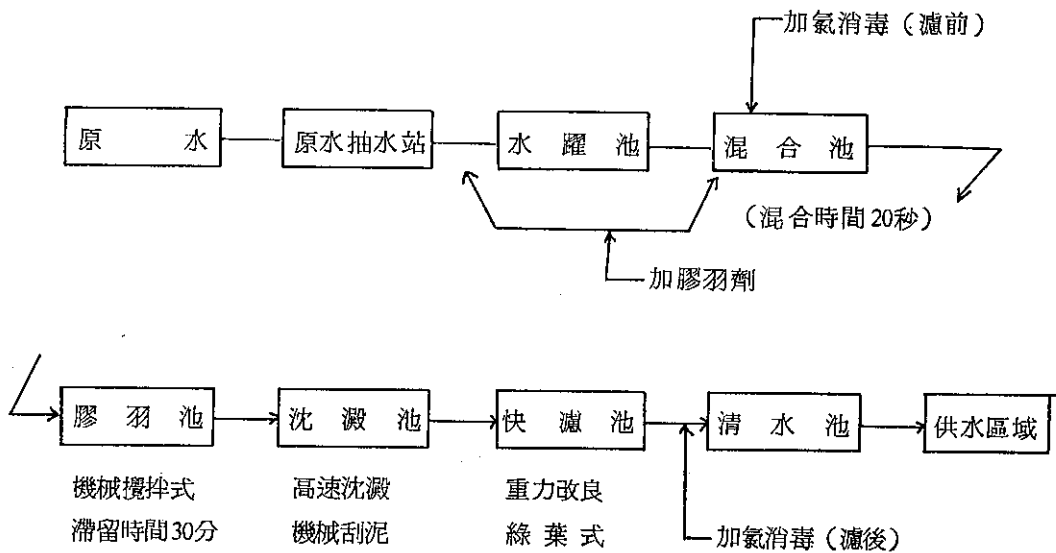
項 目 \ 編 號	1	2	3	4	5	6
(a) AS 加藥量 ( PPM )	14	15	16	17	18	19
(b) AS 加藥量 ( PPM )	14	15	16	17	18	19
沈 澱 後 濁 度 ( NTU )	27	24	23	21	16	12.3
P H	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.2
備 註						

(表十五)

由表一至表十五中得知，聚氯化鋁 ( P A C ) 可分兩段式加藥，而其他藥劑則效果不彰。且 P A C 的兩段式加藥比例則以 1 : 1 的效果較好，更由實驗室所做各項實驗中得知 P A C 分兩段加藥於高濁度時效果較好，而在低濁度時效果較不明顯，現在我們將此實驗應用到淨水處理現場來實際加藥，而原來的一段加藥方式是加在原水站，水躍池前 (圖五)，而此時實驗現場則改成兩段式加藥：一為原來所加注之水躍池前，而第二段則加在混合池 (圖六)



(圖五) 淨水廠原來一段式加藥淨水流程圖



(圖六) 二段式加葯方式淨水處理程序圖

處理水量以 150000CMD 計算，以 PAC 1 : 1 為加葯量，PAC : 2.85 元 / kg

原 水 濁 度 (NTU)	20	38	54	110	145	245	320	620
一 段 式 加 葯 量 (PPM)	11	16	20	36	40	48	52	63
二 段 式 加 葯 量 (PPM)	10	14	17	25	29	35	38	46
一 段 式 沈 澱 水 濁 度 (NTU)	5.2	4.8	4.6	4.8	5.2	5.0	5.4	5.4
二 段 式 沈 澱 水 濁 度 (NTU)	5.0	4.9	5.3	5.1	5.1	4.7	5.3	5.0
一 段 式 清 水 濁 度 (NTU)	0.96	1.0	0.76	0.91	0.86	0.81	0.79	1.1
二 段 式 清 水 濁 度 (NTU)	1.1	1.0	0.94	0.89	0.73	0.61	0.98	0.90
一 段 式 沈 澱 水 濁 度 去 除 率 (%)	74	87.37	91.48	95.41	96.41	97.96	98.31	99.13
二 段 式 沈 澱 水 濁 度 去 除 率 (%)	75	87.11	90.19	95.36	96.48	98.08	98.34	99.19
一 段 式 清 水 濁 度 去 除 率 (%)	95.2	97.37	98.59	99.17	99.41	99.67	99.75	99.82
二 段 式 清 水 濁 度 去 除 率 (%)	94.5	97.37	98.26	99.19	99.50	99.75	99.69	99.85
經 濟 效 益 (%)	+9.09	+12.50	+15.00	+30.56	+27.50	+27.08	+26.92	+26.98
節 省 費 用 (元 / 日)	427.5	855.0	1282.5	4703.5	4702.5	5557.5	5985.0	7267.5

(表十六) : 現場二段加葯實驗結果分析表

### 三、經濟效益分析及討論：

由以上（表一～表十六）各項實驗得知，兩段式加葯較適合聚氯化鋁（PAC），尤其在高濁度（100NTU以上）時可節省30%左右PAC葯量，不過在低濁度20NTU時，只可節省9%左右，而於原水濁度38NTU時，只可節省12.5%左右，於原水濁度54NTU時，也可節省15%左右。所以依據以上資料顯示，原水濁度在620NTU時，其每日可節省7267.5元，而每月就可節省218,025元，繼而一年即可節省2,616,300元，如此經年累月下來，所節省的費用就相當驚人。然而，以硫酸鋁或聚氯化鋁來和硫酸鋁混合使用，作兩段式加葯實驗，則無明顯經濟效果可言。

本次試驗乃本廠淨水處理實際操作，經分析整理所得結果，然而學識及經驗疏淺，倘有不周詳處，請諸位先進不吝批評指教。

本次試驗承蒙大漕給水廠有關同仁及水質檢驗室林忠毅先生、王國培先生、王惠美小姐等鼎力協助，始能順利完成，謹此致謝。