



中華民國自來水協會 2018 年度研究計畫

台水公司淨水場鋁含量控制策略探討

委託單位： 中華民國自來水協會

研究單位： 中華民國自來水協會技術研究委員會

計畫主持人： 洪世政

研究人員： 李貞慧 陳文祥 唐俊成 游育晟 劉彥均

執行期間：107 年 3 月至 107 年 11 月

中華民國 107 年 11 月

目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	V
表目錄.....	X
摘要.....	1
Abstract.....	4
第一章 前言.....	9
1.1 計畫緣起.....	9
1.2 計畫目標.....	10
1.3 預期成果.....	10
1.4 計畫進度.....	11
第二章 文獻回顧.....	14
2.1 環境中的鋁.....	14
2.1.1 鋁對健康的影響.....	14
2.1.2 鋁檢項的管制標準.....	14
2.2 淨水場殘餘鋁.....	16
2.3 殘餘鋁改善對策.....	20
2.3.1 最適化混凝條件.....	22
2.3.2 調整 pH 值.....	24
2.3.3 提高濁度去除效率.....	25
2.3.4 搭配使用不含鋁鹽混凝劑.....	26
第三章 執行方法.....	30
3.1 研究架構.....	30
3.2 水質檢測數據管理工具.....	33

3.2.1	LIMS	33
3.2.2	ADTS	34
3.3	分析方法	35
3.3.1	樣品處理	35
3.3.2	分析方法介紹	36
3.4	書面調查問卷設計	39
第四章	結果與討論	41
4.1	歷年資料統計分析	41
4.2	書面調查結果	50
4.2.1	清水鋁偏高可能原因分析	51
4.2.2	改善對策分析	52
4.3	改善結果追蹤	56
4.3.1	改善後清水鋁分布狀況	57
4.3.2	清水鋁穩定性分析	60
4.3.3	綜合分析	64
4.4	淨水場鋁含量控制改善檢討-現場訪談	65
4.4.1	選定訪談淨水場	65
4.4.2	豐*第一淨水場	66
4.4.3	豐*第二淨水場	71
4.4.4	集*淨水場	76
4.4.5	慶*淨水場	81
4.4.6	牡*淨水場	88
4.4.7	石*淨水場	95
4.4.8	寶*淨水場	101
4.4.9	新*第一淨水場	106
4.4.10	新*第二淨水場	111
4.4.11	員*淨水場	116
4.4.12	坪*淨水場	121
4.4.13	水*淨水場	126
4.5	實場改善策略評估(以員*淨水場為例)	131
4.5.1	淨水場資料蒐集	132
4.5.2	清水鋁減量策略評估	152
4.5.3	淨水場水質試驗評估	152
4.5.4	改善策略選定	155

第五章	淨水場清水鋁含量改善行動方案	156
5.1	成立「水質異常處理小組」及「淨水場清水鋁含量改善技術輔導小組」	156
5.2	淨水場清水鋁含量改善標準作業程序	157
5.2.1	基本資料蒐集及各淨水單元之鋁含量及物種分析	159
5.2.2	清水鋁減量策略評估	172
5.2.3	淨水場水質試驗評估改善策略	174
5.2.4	改善策略選定	176
5.2.5	淨水場實場測試	176
5.2.6	清水鋁減量效果評估	182
5.2.7	淨水場清水鋁含量改善策略定案後續應辦事項	183
第六章	結論與建議	184
第七章	參考文獻	189
附錄	196
附錄一	2011年1月至2014年7月各淨水場清水鋁超出台水自訂內控標準值統計表	197
附錄二	2014年8月至2018年4月各淨水場清水鋁超出台水自訂內控標準值統計表	210
附錄三	2017年1月至2018年4月各淨水場清水鋁超出台水自訂內控標準值統計表	223
附錄四	須填寫書面調查淨水場名單	225
附錄五	書面調查內容格式	229
附錄六	特定化學物質危害預防標準暨相關職業安全衛生法令規定	234
附錄七	期中報告審查委員意見回覆	239

附錄八 期末報告審查委員意見回覆	247
------------------------	-----

圖目錄

圖 1.4-1 計畫期程	12
圖 2.2-1 鋁在不同 pH 值水解形態分佈 (Amirtharajah and Mills, 1982)	19
圖 2.3-1 台水公司 2009-2010 年所屬淨水場清、配水鋁含量	21
圖 3.1-1 研究架構流程	32
圖 3.2-1 水質管理資訊系統架構圖	34
圖 4.1-1 歷年清水鋁超出台水自訂內控標準值次數分布	49
圖 4.1-2 各區處清水鋁曾超出台水自訂內控標準值場數	49
圖 4.2-1 書面調查淨水場規模分布圖	50
圖 4.2-2 書面調查淨水場水源屬性分布圖	51
圖 4.2-3 清水鋁偏高可能原因	51
圖 4.2-4 清水鋁改善策略分布比率	52
圖 4.2-5 採取最適混凝條件原因分析圖	53
圖 4.2-6 採取提高濁度去除效果可能原因分析圖	54
圖 4.2-7 採取降低 pH 值可能原因分析圖	55
圖 4.2-8 採取搭配使用不含鋁鹽混凝劑可能原因分析圖	56
圖 4.3-1 改善後清水鋁分布狀況	59
圖 4.3-2 改善後清水鋁分布狀況(區處別)	59
圖 4.3-3 改善後各區處清水鋁現況	62

圖 4.4-1 豐*第一淨水場歷年清水鋁檢測數值.....	67
圖 4.4-2 豐*第一淨水場近一年清水鋁檢測數值.....	67
圖 4.4-3 豐*第一淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形.....	68
圖 4.4-4 豐*第一淨水場淨水流程.....	68
圖 4.4-5 豐*第二淨水場歷年清水鋁檢測數值.....	72
圖 4.4-6 豐*第二淨水場近一年清水鋁檢測數值.....	72
圖 4.4-7 豐*第二淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形.....	73
圖 4.4-8 豐*第二淨水場淨水流程.....	73
圖 4.4-9 集*淨水場歷年清水鋁檢測數值.....	77
圖 4.4-10 集*淨水場近一年清水鋁檢測數值.....	78
圖 4.4-11 集*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形.....	78
圖 4.4-12 集*淨水場淨水流程及單元.....	79
圖 4.4-13 慶*淨水場歷年清水鋁檢測數值.....	82
圖 4.4-14 慶*淨水場近一年清水鋁檢測數值.....	83
圖 4.4-15 慶*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形.....	83
圖 4.4-16 慶*淨水場淨水流程及單元.....	84
圖 4.4-17 慶*淨水場各單元鋁型態分布圖.....	87
圖 4.4-18 牡*淨水場歷年清水鋁檢測數值.....	89
圖 4.4-19 牡*淨水場近一年清水鋁檢測數值.....	90
圖 4.4-20 牡*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形.....	90

圖 4.4-21 牡*淨水場淨水流程及單元.....	91
圖 4.4-22 牡*淨水場淨水程序鋁含量(調降 pH 值前).....	93
圖 4.4-23 牡*淨水場淨水程序鋁含量(調降 pH 值後).....	94
圖 4.4-24 石*淨水場歷年清水鋁檢測數值.....	96
圖 4.4-25 石*淨水場近一年清水鋁檢測數值.....	96
圖 4.4-26 石*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形.....	97
圖 4.4-27 石*淨水場淨水流程及單元.....	97
圖 4.4-28 石*淨水場淨水程序鋁含量(調降 pH 值前).....	99
圖 4.4-29 石*淨水場淨水程序鋁含量(調降 pH 值後).....	100
圖 4.4-30 寶*淨水場歷年清水鋁檢測數值.....	102
圖 4.4-31 寶*淨水場近一年清水鋁檢測數值.....	103
圖 4.4-32 寶*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形.....	103
圖 4.4-33 寶*淨水場淨水流程及單元.....	104
圖 4.4-34 新*第一淨水場歷年清水鋁檢測數值.....	107
圖 4.4-35 新*第一淨水場近一年清水鋁檢測數值.....	108
圖 4.4-36 新*第一淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形.....	108
圖 4.4-37 新*第一淨水場淨水流程.....	109
圖 4.4-38 新*第二淨水場歷年清水鋁檢測數值.....	112
圖 4.4-39 新*第二淨水場近一年清水鋁檢測數值.....	113
圖 4.4-40 新*第二淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形.....	113

圖 4.4-41	新*第二淨水場淨水流程	114
圖 4.4-42	員*淨水場歷年清水鋁檢測數值	117
圖 4.4-43	員*淨水場近一年清水鋁檢測數值	118
圖 4.4-44	員*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形	118
圖 4.4-45	員*淨水場淨水流程	119
圖 4.4-46	坪*淨水場歷年清水鋁檢測數值	122
圖 4.4-47	坪*淨水場近一年清水鋁檢測數值	122
圖 4.4-48	坪*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形	123
圖 4.4-49	坪*淨水場淨水流程	123
圖 4.4-50	水*淨水場歷年清水鋁檢測數值	127
圖 4.4-51	水*淨水場近一年清水鋁檢測數值	127
圖 4.4-52	水*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形	128
圖 4.4-53	水*淨水場淨水流程	128
圖 4.5-1	員*淨水場清水鋁含量改善流程	132
圖 4.5-2	員*淨水場水源及淨水場位置圖	133
圖 4.5-3	員*淨水場平面配置圖	133
圖 4.5-4	員*淨水場現勘情況	143
圖 4.5-5	員*淨水場淨水流程採樣點(第一次)	144
圖 4.5-6	員*淨水場淨水流程採樣點(第二次)	145
圖 4.5-7	員*淨水場淨水流程採樣鋁含量示意圖(第一次)	146

圖 4.5-8 員*淨水場淨水流程採樣鋁含量示意圖(第二次).....	147
圖 4.5-9 員*淨水場調降 pH 值滴定曲線.....	153
圖 4.5-10 員*淨水場 pH 測試杯瓶試驗(PACl=3 mg/L).....	154
圖 4.5-11 員*淨水場加藥測試杯瓶試驗(pH 6.8).....	155
圖 5.2-1 淨水場清水鋁含量改善標準作業程序.....	158

表目錄

表 1.4-1 工作進度	13
表 2.1-1 各國飲用水水質鋁含量標準	15
表 3.3-1 台水公司各單位分析水中鋁使用方法一覽表	38
表 4.1-1 各淨水場清水鋁採用之改善措施一覽表	41
表 4.3-1 改善後清水鋁含量<0.1 MG/L 之淨水場	57
表 4.3-2 改善後清水鋁含量 0.1~0.16 MG/L 之淨水場	58
表 4.3-3 改善後清水鋁含量仍有>0.16 MG/L 之淨水場	58
表 4.3-4 鋁穩定符合標準淨水場	60
表 4.3-5 鋁呈現動態不穩定狀況淨水場	61
表 4.3-6 鋁偶有超過台水自訂內控標準值之虞淨水場	61
表 4.3-7 改善完成淨水場超內控原因及採行之改善策略	63
表 4.4-1 豐*第一淨水場近一年水質情形	66
表 4.4-2 豐*第一淨水場濾床使用現況	69
表 4.4-3 豐*第二淨水場近一年水質情形	71
表 4.4-4 豐*第二淨水場濾床使用現況	74
表 4.4-5 集*淨水場近一年水質情形	77
表 4.4-6 集*淨水場濾床使用現況	79
表 4.4-7 慶*淨水場近一年水質情形	82
表 4.4-8 慶*淨水場濾床使用現況	84

表 4.4-9 慶*淨水場各單元鋁型態檢驗結果.....	87
表 4.4-10 牡*淨水場近一年水質情形.....	89
表 4.4-11 牡*淨水場濾床使用現況.....	91
表 4.4-12 牡*淨水場淨水流程鋁含量.....	92
表 4.4-13 石*淨水場近一年水質情形.....	95
表 4.4-14 寶*淨水場近一年水質情形.....	102
表 4.4-15 寶*淨水場濾床使用現況.....	104
表 4.4-16 新*第一淨水場近一年水質情形.....	107
表 4.4-17 新*第一淨水場濾床使用現況.....	109
表 4.4-18 新*第二淨水場近一年水質情形.....	112
表 4.4-19 新*第二淨水場濾床使用現況.....	114
表 4.4-20 員*淨水場近一年水質情形.....	117
表 4.4-21 員*淨水場濾池使用現況.....	119
表 4.4-22 坪*淨水場近一年水質情形.....	122
表 4.4-23 坪*淨水場濾床使用現況.....	124
表 4.4-24 水*淨水場近一年水質情形.....	126
表 4.4-25 水*淨水場濾床使用現況.....	129
表 4.5-1 員*淨水場原水濁度出現率統計表.....	139
表 4.5-2 員*淨水場淨水處理設備功能檢討彙整表.....	140
表 4.5-3 員*淨水場近一年水質情形.....	144

表 4.5-4	員*淨水場採樣紀錄(第一次)	148
表 4.5-5	員*淨水場採樣紀錄(第二次)	148
表 4.5-6	員*淨水場清水鋁含量超標或超出內控情形表	150
表 4.5-7	員*淨水場清水鋁超出內控或超標原因分析	151
表 4.5-8	員*淨水場清水鋁超出內控減量策略及評估	152
表 5.2-1	改善後清水鋁仍有超出內控標準值之虞淨水場初步分類	160
表 5.2-2	淨水場歷次超出內控原因初步分析	161
表 5.2-3	超出內控值之虞淨水場風險等級劃分	169
表 5.2-4	各淨水單元水中鋁含量偏高之可能原因與建議因應措施	171

摘要

行政院環保署於 2014 年 1 月修正的「飲用水水質標準」，已增列「鋁」檢項並將其歸類為影響適飲性標準，且分三階段限縮管制上限。根據「飲用水水質標準」，2019 年 7 月將施行 0.2 mg/L 的管制標準。

台水公司轄屬之淨水場，自「鋁」之飲用水水質標準實施以來，依據各研究建議之改善方案實場施行至今，未符合自訂之內控標準 0.16 mg/L 之淨水場，已由 2014 年 93 座減少至 2017 年 33 座(其中 14 場為超出內控 1 次；另 19 場為超出內控 2 次以上)，改善方式以提高濁度去除效果、搭配最適混凝條件、設備改善及搭配使用不含鋁系混凝劑等。

本研究針對鋁含量尚有風險的 12 座淨水場進行現場訪談，其中員*、集*、慶*及坪*等 4 座淨水場之混沉過濾效能仍有進一步改善空間。另外，原水 pH 值偏高的淨水場，如員*、寶*、水*、牡*及石*淨水場可藉由調降 pH 值，並搭配過濾設備效能提升，以大幅降低清水殘餘鋁含量。豐*第一、豐*第二、新*第一及新*第二場則採取雙加藥(氯化鐵搭配適當聚氯化鋁)系統，作為改善策略，惟因水源濁度變化較大，故應建立完善的加藥曲線、濁度回饋加藥自動控制系統或改善加藥模式，以降低其風險。此外，針對員*淨水場辦理之實場策略改善評估，依淨水場水質試驗評估結果，建議採「調整混凝 pH 值進行杯瓶試驗求得最適化操作條件」及「設備妥善率改善或不足設備增建、擴建評估(OPEE)」改善策略可有效降低清水殘餘鋁超標風險。

本研究擬定淨水場清水鋁含量改善標準作業程序，包含「淨水場資料蒐集」、「清水鋁減量策略評估」、「淨水場水質試驗評估」、「改善

策略選定」、「淨水場實場測試」、「清水鋁減量效果評估」等 6 項決定最適合的改善策略。在蒐集淨水場水質基本資料上，初步將清水鋁含量仍有超出內控值之虞的 33 座淨水場概分為「顆粒鋁」、「溶解鋁」、「顆粒鋁 / 溶解鋁皆有」等三類，並搭配「顆粒鋁」之減量策略(配合 OPEE 辦理設備改善、以暨有設備操作參數模擬杯瓶試驗求得最適化操作條件及配合更換混凝劑進行杯瓶試驗結果，調整實場操作模式)或「溶解鋁」之減量策略(配合 OPEE 辦理設備改善、調整混凝 pH 值進行杯瓶試驗求得最適化操作條件、改用氯化鐵混凝劑進行杯瓶試驗求得最適化操作條件)作為往後各區處辦理清水鋁含量改善流程之參考。後續除持續監控水質，並輔導相關單位依前述清水鋁含量改善標準作業程序辦理改善。

清水鋁近年已成為民眾關心之水質議題，建議比照「影響健康」及「可能影響健康」項目納入「台灣自來水股份有限公司水質預警事件作業要點」規定辦理。另建議由總管理處(供水處)邀請各區處具有鋁含量改善實務經驗與熱忱同仁及外部專家學者組成「淨水場清水鋁含量改善技術輔導小組」，提供無法符合飲用水鋁內控標準值(0.16mg/L)之淨水場，或改善成效不彰之淨水場技術諮詢並協助各區處辦理淨水場清水鋁含量改善工作。考量部分淨水場礙於供水需求，有時會發生超載出水或處理設備妥善率欠佳等影響水質情事，故針對清水鋁含量有超出內控之淨水場，宜先行辦理 OPEE 以利評估最適清水鋁含量改善策略。

依文獻指出顆粒鋁分析可做為沉澱池與過濾膠羽分離效率之指標，當出水濁度小於 0.2 NTU 時，過濾水中的顆粒鋁可視為大部分被攔截去除。為降低顆粒鋁偏高造成總鋁超出內控值之風險，針對清水

鋁含量主要因顆粒鋁所貢獻致超出內控值之淨水場(含目前 33 座仍有超出內控標準值之虞或後續經檢測有超出內控者)，建議濁度沉澱水 2NTU，清水 0.2NTU 作為簡易控制指標，如濁度超出內控值時，除需額外進行鋁之採樣檢測，並依前述清水鋁含量改善標準作業程序，提出改善計畫，分階段辦理改善。此外，為確保新設或擴建淨水場清水鋁含量可符合內控值，建議規設時應考量水源特性，以沉澱水濁度小於 2NTU，過濾水及清水濁度小於 0.2NTU 為設計及驗收目標。

Abstract

The "Drinking Water Quality Standards" promulgated by Environmental Protection Administration (EPA) Executive Yuan, R.O.C (Taiwan) on January 9, 2014 has been set three-stage regulatory limits for "Aluminum" in water, which classified as the contaminant that cause taste and aesthetic effects. The regulatory limit of 0.2 mg/L will be effective starting on July 1, 2019.

Since the promulgation of the "Aluminum" regulatory limit, the water treatment plants of Taiwan Water Corporation (TWC) have been implemented the appropriate improvement program based on research and study work before, including the enhancing particle and turbidity removal, optimizing condition for coagulation, improving the performance of water treatment facilities, and using with aluminum-free coagulant. As a result, the number of water treatment plants, whose Aluminum concentration in water exceeds the internal control limit of 0.16 mg/L, has been reduced from ninety-three in 2014 to thirty-three in 2017 (fourteen of which exceeded once; the other exceeded more than twice).

The study survey twelve water treatment plants with highly excessive aluminum concentration in water risk. Among them, four plants require further improvement in coagulation,

sedimentation and performance, including Yuan-*, Ji-*, Qing-* and Ping-*. In addition, the raw water with high pH value, like as Yuan-*, Bao-*, Shui-*, Mu-* and shih-* plants, can significantly reduce the residual aluminum in finished water by reducing the pH value and improving the performance of water treatment facilities. Feng-* 1st, Feng-* 2nd, Hsin-* 1st and Hsin-* 2nd water treatment plants adopt double coagulant dosing system (ferric chloride combined with appropriate polyaluminum chloride) as an improvement strategy. However, due to greatly change in raw water turbidity, the perfect dosing curve, automatic turbidity feedback dosing control system or improved dosing mode should be established to reduce the risk. Besides, the improvement of the field work for Yuan-* plant is recommended to adopt the strategy about “jar testing for proper adjustment of pH value in coagulation to obtain the optimum operating conditions” and “improving the performance of water treatment facilities by operational performance evaluation & enhancement, OPEE” , that can effectively reduce the risk of excess residual aluminum in finished water.

The study also propose six processes as “Aluminum improvement standard operation procedure for water treatment plant” , including "water treatment plant basic data collection", "finished water aluminum reduction strategy

assessment", "water quality test assessment", "improvement strategy selection", "water treatment plant field test" and "finished water aluminum reduction effect assessment". For the water treatment plant basic data collection, thirty-three plants with Aluminum concentration in finished water exceeding the internal control limit of 0.16 mg/L are initially classified into three types- "granular aluminum", "dissolved aluminum" and "granular aluminum/dissolved aluminum". The reduction strategy for "granular aluminum" is to improve the performance of water treatment facilities by OPEE, perform jar-test based on the equipment operating parameters to obtain the optimum operating conditions and perform jar-test by replacing the coagulant to adjust field operation mode. The reduction strategy for "dissolved aluminum" are to improve the performance of water treatment facilities by OPEE, perform jar-test for proper adjustment of pH value in coagulation to obtain the optimum operating conditions, and perform jar-test with ferric chloride to obtain the optimum operating conditions. In addition to continuous monitoring of water quality, the above aluminum improvement standard operation procedure are utilized as references for reducing the residual aluminum in finished water in water treatment plants of TWC.

In recent years, aluminum concentration has become a

water quality issue of concern to the public. It is recommended that Aluminum concentration in finished water exceeding the internal control limit should be conducted according to "Water quality warning event operation rules of Taiwan Water Corporation ", like as "Substances that impact health" and "Substances with potential health impact". It is also recommended that Water Supply Department in TWC assemble enthusiastic colleagues with experience in reducing the residual aluminum in finished water, external experts and scholars to compose a " Water treatment plant aluminum contaminant improvement technical counseling group " to provide the technical advice to the plants that aluminum concentration in finished water exceeding the internal control limit. Because some water treatment plants sometimes have an impact on the water quality failure, caused by overloading or poor performance of treatment facilities. Therefore, it is advisable to apply OPEE preferentially for reduction strategy.

According to the literature, the analysis of granular aluminum can be used as an indicator of the separation efficiency of the sedimentation tank and the filter tank. When the effluent turbidity is less than 0.2 NTU, the particulate aluminum in the filtered water can be regarded as mostly removed. In order to reduce the risk of the aluminum

concentration exceeding the internal control limit, the finished water concentration is mainly due to the contribution of the granular aluminum to the treatment plant (including the current thirty-three plants of exceeding the internal control limit or subsequent operation), it is recommended that the turbidity of sedimentation water 2 NTU, finished water 0.2 NTU as a simple control index. If the turbidity exceeds the internal control limit, it should be implemented additional aluminum sampling analysis, and proposed improvement plans according to the above-mentioned aluminum improvement standard operation procedure. Besides, in order to ensure that aluminum concentration in the finished water of the newly built or expanded water treatment plant can meet the internal control requirement, it is recommended that the water source quality characteristics should be considered in the design, and the turbidity of the sedimentation water is less than 2 NTU, the turbidity of the filtered water and finished water is less than 0.2 NTU as the design and acceptance target.

第一章 前言

1.1 計畫緣起

近年來鋁與中樞神經系統病變間的相關性陸續被報導，世界各國也相繼訂定飲用水中鋁含量標準或建議值。而世界衛生組織(WHO)對於飲用水含鋁訂定其「指引值」。

行政院環保署於 2014 年 1 月修正的「飲用水水質標準」，已增列「鋁」檢項並將其歸類為影響適飲性標準，且逐年限縮管制上限。根據「飲用水水質標準」，2019 年 7 月將施行 0.2 mg/L 的管制標準。

台灣自來水公司(以下簡稱台水公司)為因應標準之增(修)定，於 2009~2010 年委託財團法人成大研究發展基金會辦理「水公司各淨水場清、配水含鋁量分析調查及最適化處理之研究」，再於 2013~2014 年委託嘉南藥理大學辦理「淨水場清水鋁含量改善對策」，此期間各區處亦紛紛針對清水鋁之議題，辦理自行研究，提出各項改善方案，期使水中鋁符合飲用水水質標準。

台水公司轄屬之淨水場，自「鋁」之飲用水水質標準實施以來，依據各研究建議之改善方案實場施行至今，仍有部分淨水場尚未符合 2019 年 7 月標準之虞，希望透過本次研究，尋求方法改善，解決困境。

1.2 計畫目標

本計畫目標如下：

- 一、調查已實施改善之淨水場現況，檢視與分析其操作與管理。
- 二、對於改善後所衍生之其他未預期之問題一併檢討，提出解決策略。
- 三、所屬之淨水場鋁處理效能及實場改善，進行效能檢討，評估改善策略。
- 四、提出符合台水公司需求且適當之淨水場清水鋁含量改善行動方案建議。
- 五、加強淨水場水中鋁處理之能力，以符合標準並提供優質之供水。

1.3 預期成果

本研究係對台水公司所屬之淨水場鋁處理效能及實場改善，進行效能檢討，評估改善策略之驗證，同時對於改善後所衍生之其他未預期之問題一併檢討，提出方案解決策略，以期能符合未來日趨嚴格的飲用水水質標準。

- 一、提出符合台水公司需求且適當之「淨水場清水鋁含量改善行動方案」建議。
- 二、淨水場可依在地水質及處理設備之特性，按行動方案之標準作業程序建立其清水鋁改善策略。

1.4 計畫進度

計畫期程自 2018 年 3 月至 2018 年 11 月，首先進行文獻回顧及歷史數據整理擇定適當淨水場後進行書面調查，接著展開實場訪談，評估操作及設備問題、歸納綜整實場解決方案併行，至期末提出建議之行動方案，截至期中報告，已完成文獻回顧書面調查及分析，選定訪談淨水場等，而實場訪談及評估操作及設備問題已全部完成，累計至期中進度已達 100% (計畫期程如圖 1.4-1，目前進度如表 1.4-1)。

工作項目	2018年 3-5月	2018年 6-7月	2018年 8-9月	2018年 10-11月
文獻回顧	■			
書面調查及 分析	■			
選定淨水場	■			
實場訪談	■			
期中報告		■		
評估操作及 設備問題	■			
實場改善評 估		■		
歸納綜整實 場解決方案				■
提出行動方 案				■
期末報告				■

圖 1.4-1 計畫期程

表 1.4-1 工作進度

工作內容	工作內容	完成百分比
文獻回顧	搜尋國內外文獻	100%
書面調查及分析	1. 總共發出 93 份書面調查，全數回收 2. 分析廠所回報資料，包含淨水場規模、屬性、水質狀況、策略引用等	100%
選定淨水場	依據不同改善策略，選訂淨水場前往現勘	100%
實場訪談	前往淨水場針對鋁之處理進行策略檢討	100%
期中報告	撰寫期中報告	100%
評估操作及設備問題	就訪談淨水場之設備評估	100%
實場改善評估	淨水場全流程分析，提出改善建議及追蹤改善進度並驗證結果	100%
歸納綜整實場解決方案	依據訪談結果歸納綜整解決方案	100%
提出行動方案	依據不同屬性、設備之淨水場提出控制清水鋁之操作建議	100%
期末報告	撰寫期末報告	100%
累計進度		100%

第二章 文獻回顧

2.1 環境中的鋁

2.1.1 鋁對健康的影響

鋁是地球上最豐富的金屬元素，約佔地殼質量的 8%，廣泛存在於岩石、土壤與礦物中，並普遍存在於天然食物、食品添加物、藥物及天然水中。以往鋁被認為是無毒且不易在人體吸收及累積，亦無案例顯示口服攝入鋁對人類有急毒性，但近年來，部分文獻及臨床病學研究顯示，鋁可能造成中樞神經病變，並和帕金森氏症(Parkinsonism dementia, PD)及肌萎縮性脊髓側索硬化症(漸凍人)(amyotrophic lateral sclerosis, ALS)此兩種神經退化性疾病有關(Rieber et al., 1995； Perl et al., 1982； Mitani, 1992)；另外，目前鋁與阿茲海默症(Alzheimer's disease)之關係尚未被定論，部分研究顯示鋁含量高之飲用水可能造成或加速阿茲海默症發作(Rondeau et al., 2000； Jacqmin et al., 1994； Martyn et al., 1997； ADF, 2015)，另一部分研究文件則顯示鋁與阿茲海默症並無直接關係(Nieboer et al., 1995； Reiber et al., 1995； Wood et al., 1988)。

2.1.2 鋁檢項的管制標準

一般民眾接觸鋁的途徑，主要藉由食用含鋁食品，特別是含有添加物的食品，而飲用水中鋁的貢獻量通常不到人體口服總暴露量的 5% (WHO, 2017)。雖然鋁曝露之健康風險尚未被完整的證實，但考慮其可能對健康造成影響，聯合國食品農業組織(Food and Agriculture

Organization of the United Nations, FAO)與世界衛生組織(WHO)合組的食品添加物聯合專家委員會(Joint FAO/WHO Expert on Food Additives. JECFA)針對鋁之暴露訂定其每週可容忍攝取量(PTWI)為 1 mg/kg (來自不同途徑暴露之總攝取量)，並假定來自飲用水之暴露佔總暴露的 20%及 60 公斤的成人每天飲用 2 升水，推算出飲用水中鋁之健康容許值為 0.9 mg/L，然而此值與淨水場在良好操作條件下的處理可行結果相差甚多，WHO 認為使用鋁鹽混凝劑飲用水處理廠採最適化混凝程序，大型淨水場之清水鋁應於 0.1 mg/L 以下，小型淨水場之清水鋁應於 0.2 mg/L 以下(WHO, 2017)，國際上大多數國家也依循此目標，或基於消費者對於氣味、味道及外觀等訂定適飲性標準。

目前世界各國飲用水鋁之標準如表 2.1-1 所示。我國環保署已於 2014 年 1 月 9 日修訂飲用水水質標準，增列鋁為「影響適飲性、感觀物質」之項目，惟考量自來水事業需增加設備、變更處理程序，或需擴充場址，因此分年訂定分階段管制標準。自 2014 年 7 月 1 日施行 0.4 mg/L；自 2015 年 7 月 1 日施行 0.3 mg/L；自 2019 年 7 月 1 日施行 0.2 mg/L。另規定陸上颱風警報期間水源濁度超出 500 NTU 時，及警報解除後 3 日內水源濁度超出 1,000 NTU 時，鋁標準不適用。

表 2.1-1 各國飲用水水質鋁含量標準

國家	中華民國	美國	日本	德國	英國	韓國	新加坡
水質標準 (mg/L)	0.3 0.2(2019.7.1)	0.05-0.2 (二級標準)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

台水公司為確保飲用水水質安全，各淨水場以清水鋁 0.16 mg/L 作為內控標準值，除各區處水質課每季定期至各場取樣，以精確性方法(如 ICP 方法)分析外，各淨水場亦以簡易儀器(使用分光光度法)每週進行原水、清水檢測至少 1 次，以適時掌握鋁含量之整體資訊。

2.2 淨水場殘餘鋁

淨水場鋁主要來自於原水及添加的鋁系混凝劑。原水中鋁含量，與背景環境因素有關，鋁於自然過程釋放於環境中，其流佈及後續傳輸之決定因素為化學型態、水文途徑、水與土壤相互影響及地質組成，酸性環境如酸性礦井排水及酸雨將增加週遭水域之溶解鋁含量。Kopp 對美國地表水(1,577 場)進行的為期五年的調查顯示，鋁的檢出率為 31.2%，範圍為 0.001-2.76 mg/L，平均值為 0.074 mg/L；另對 380 個淨水場處理水進行的調查顯示，鋁檢出率 47.8%，範圍 0.003-1.60 mg/L，平均值為 0.179 mg/L (Kopp, 1969)。台北自來水事業處 2004 年所屬五座淨水場(直潭、長興、公館、雙溪及陽明)原水鋁濃度 0.01-1.26 mg/L，平均值 0.38 mg/L (樣品數 47)；清水鋁濃度 0.02-0.31 mg/L，平均值 0.09 mg/L(樣品數 59)(行政院環保署，2007)，另依據 2017 年 8 月至 2018 年 7 月公開之水質資訊，所轄各淨水場年平均清水鋁含量約 0.024-0.083 mg/L。

淨水過程所添加之混凝劑，係為降低水中有機物質、色度、濁度及微生物的含量，透過藥劑之添加，將水中各類顆粒及雜質凝聚，並藉由淨水過程去除，在所有商業混凝劑中，鋁和鐵鹽混凝劑最常用於水處理(AWWA, 2011)，包括硫酸鋁(明礬)，氯化鋁，硫酸鐵和氯化鐵。

美國環保署在 1980 至 1981 年間對美國境內 186 個淨水場之調查發現，使用硫酸鋁混凝劑的淨水場其清水鋁有 40-50%的機率會高於原水濃度，清水鋁除天然原水之外，主要來自淨水程序使用的鋁鹽混凝劑，使用鋁鹽混凝劑後，混膠凝池的水中鋁含量增加範圍約 0.01-2.67 mg/L (Miller et al., 1984)。Bodek 等人發現，在美國地表水中，懸浮鋁和溶解鋁的平均濃度分別為 3.86 mg/L 和 0.074 mg/L。在 97%的樣品中觀察到懸浮形式，而僅在 31%的樣品中檢測到溶解鋁，顯示原水鋁主要是顆粒形式 (Bodek et al., 1988)。Driscoll 和 Letterman 調查美國紐約之淨水場，發現經添加硫酸鋁混凝劑，過濾水總鋁 0.049 mg/L 約為原水總鋁 0.010 mg/L 之五倍，其中原水鋁主要以顆粒形式(0.003 mg/L)或有機單體(0.007 mg/L)之形式存在，無機單體鋁濃度不明顯，而處理水僅含有少量(0.007 mg/L)的顆粒鋁(Driscoll and Letterman, 1988)。台水公司於 1997 年調查所轄淨水場，結果顯示九成以上淨水場使用鋁系混凝劑，且部分淨水場清水鋁有常態性超出台水自訂內控標準值情形(江等，1997；洪等，2010)。

鋁於水中有單體、聚合氫氧化物種、膠體聚合溶液、凝膠和沉澱物等水溶液正離子或氫氧鋁酸鹽之不同型態，此外，與有機物(如 humic 或 fulvic acids)及無機物(如氟化物、氯化物和硫酸鹽)形成錯合物，大多為可溶解態。水中鋁型態，分析上以經硝化的水樣進行分析，所得之鋁含量稱為總鋁；水樣直接經 0.45 μm 濾紙過濾後分析，所得數據為溶解鋁；總鋁含量扣除溶解鋁含量，即顆粒鋁。總鋁是懸浮、膠體和單體形式的總和；顆粒鋁是懸浮和膠體鋁的總和；單體鋁可以分為兩種形式：非穩定的和穩定的。非穩定的鋁與溶解的有機碳有關。穩定的鋁包括水合鋁(Al^{3+})，以及鋁的氫氧化物，氟化物和硫酸鹽複合

物。Gardner 和 Gunn 發現原水中的大部分鋁與無機膠體或與大有機分子結合；水中含較少單體鋁。水處理程序因添加純度粒子及過濾之處理水分布較聚集，因此在單體鋁之比例更高(Gardner 和 Gunn, 1991)。

淨水程序中，顆粒鋁可透過適當的操作及設備去除(如沉澱池及快濾池)，溶解鋁則較為複雜，其溶解度與 pH 值相關，並易與包括天然之有機物(Natural Organic Matters, NOMs)、氟化物、磷酸鹽、硫酸鹽和羥基離子等物質發生複合反應(Roberson and Hem, 1969)，研究發現，當原水中 NOMs 濃度增加時，殘餘溶解性鋁及總鋁含量隨之增加(Matilainen et al., 2010；Lind and Hem, 1975)。Van Benschoten 和 Edzwald 調查美國淨水場，丹佛斯場原水濁度小於 2 NTU，天然有機物 10 mg/L，使用硫酸鋁混凝劑；伯靈頓場原水濁度小於 2 NTU，溶解性有機碳 3 mg/L，使用 Ultrion 混凝劑(氯化鋁和有機陽離子聚電解質混合物)，調查顯示兩淨水場原水及清水多為溶解鋁。在丹佛及伯靈頓場原水，結合鋁分別佔溶解鋁 75% 和 90%；處理水則分別為 45% 及 67%，係與丹佛場之有機成分高有關(Van Benschoten 和 Edzwald, 1990)。

鋁鹽混凝劑對水中顆粒的主要去穩定機制有(1)吸附及電價中和(adsorption and charge neutralization)；(2)沉澱掃除(sweep coagulation)兩種，前者藉由吸附作用將溶解性的物種吸附到膠體表面；後者則是利用沉澱的鋁氫氧化物來捕捉水中的膠體，且吸附及電價中和的反應動力會比沉澱掃除要快。當加入水中的鋁鹽濃度小於金屬氫氧化物溶解度積，依照不同 pH 值 條件，鋁鹽會形成不同的帶電鋁物種，藉由吸附在顆粒膠體表面且中和電性而去除膠體的穩定性。若濃度超出金屬氫氧化物溶解度積，加入的鋁鹽最終會形成金屬氫氧化物沉澱

$\text{Al(OH)}_{3(s)}$ ，並包覆膠體顆粒，當膠羽形成後藉由沉澱去除達到沉澱掃除的目的。鋁系混凝劑在水中會依不同之 pH 值，與水有不同之水合狀態，各物質濃度主要由 Al^{3+} 、 Al(OH)^{2+} 、 Al(OH)_2^+ 、 Al(OH)_3 、 Al(OH)_4^- 等化合物在不同之總鋁濃度及 pH 值條件下所平衡而得(如圖 2.2-1) (Amirtharajah and Mills, 1982)，由圖可知，在 pH 值約 6~8 時，鋁水合物以沉澱型態的 Al(OH)_3 為主，即此時有最小的溶解度，在淨水程序中，控制最適當之 pH 值範圍，使鋁大量形成 Al(OH)_3 之固體膠羽，以有效進行混凝、沉澱及過濾等淨水程序；反之，如無法有效控制適當之 pH 值範圍，水中主要形成以 Al^{3+} 、 Al(OH)^{2+} 、 Al(OH)_2^+ 、 Al(OH)_4^- 等溶解態鋁水合物，以致於後續無法以混凝、沉澱及過濾等方式有效去除，進而造成清水殘餘鋁偏高。

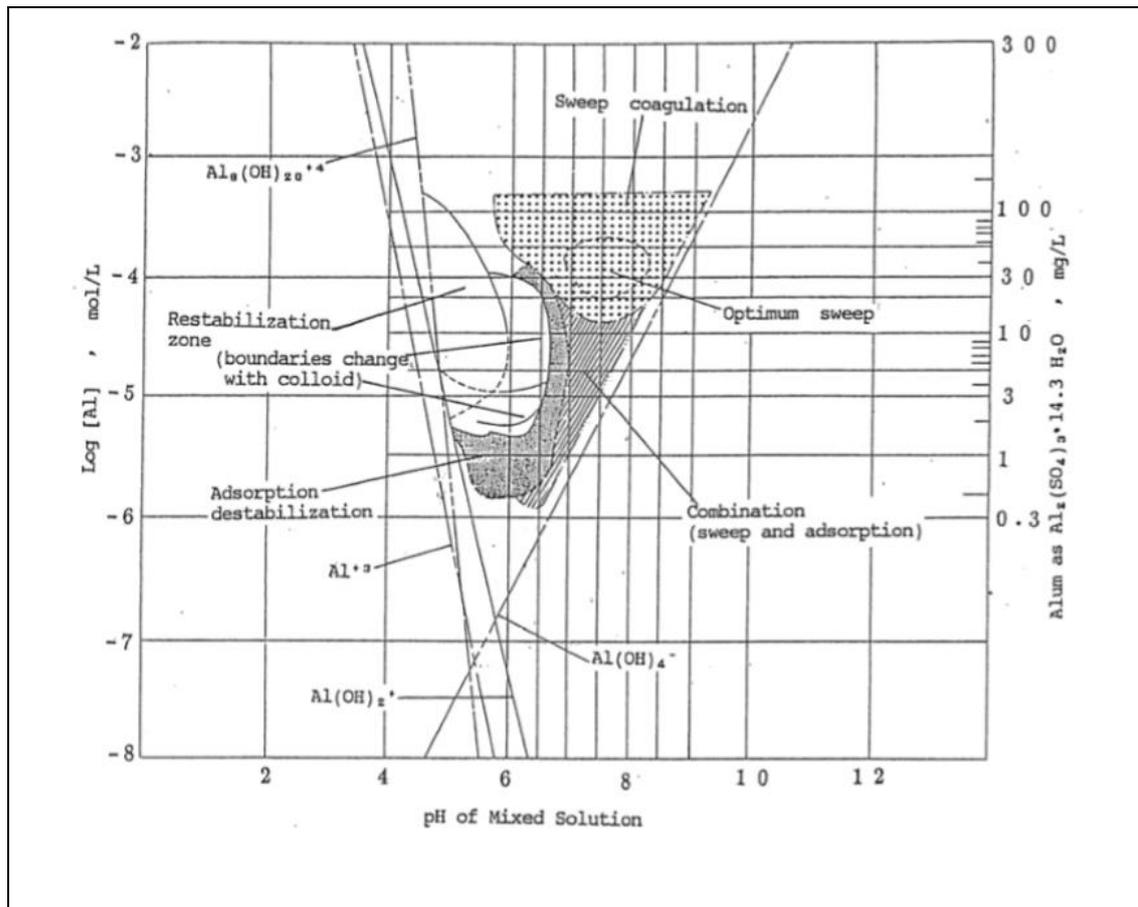


圖 2.2-1 鋁在不同 pH 值水解形態分佈 (Amirtharajah and Mills, 1982)

2.3 殘餘鋁改善對策

清水殘餘鋁含量係為水質條件及處理條件之結果，殘餘鋁之來源可能為原水特性(水庫、河川、地下水、海洋水及混合水源等)、混凝條件(藥劑種類、添加量及操作參數)或系統的累積(如沉澱池、清水池沉積及廢水回收)(Srinivasan,1999)，而為達最佳之處理條件，應有合宜之處理程序設備設計，良好的操作條件及管理與維護。

為因應飲用水水質標準鋁含量之逐年加嚴管制，台水公司於2009至2010年委託成功大學辦理「水公司各淨水場清、配水含鋁量分析調查及最適化處理之研究」，調查所轄之淨水場清水鋁含量(洪等，2010)，研究顯示使用聚氯化鋁之淨水場的平均清水總鋁含量為0.188 mg/L(142個樣本)，使用硫酸鋁淨水場為0.177 mg/L(57個樣本)，未使用混凝劑的淨水場清水平均總鋁濃度為0.051 mg/L(237個樣本)。同時針對調查之清水殘餘鋁較高的楠玉淨水場，進行實場調降pH值試驗，實場試驗顯示，藉由調降pH值將膠羽池pH值由7.9調整至6.8，溶解性鋁含量由0.162降至0.030 mg/L，總鋁濃度由0.38降至0.186 mg/L，可符合水質標準。此外，在低濁度原水在添加混凝劑的情況有較高的清水總鋁趨勢，而清水總鋁含量和清水濁度具相關性。該研究於二年間調查各區淨水場之清水殘餘鋁狀況，所測得之鋁含量超出警戒值(0.16 mg/L)次數之結果如圖 2.3-1 所示。

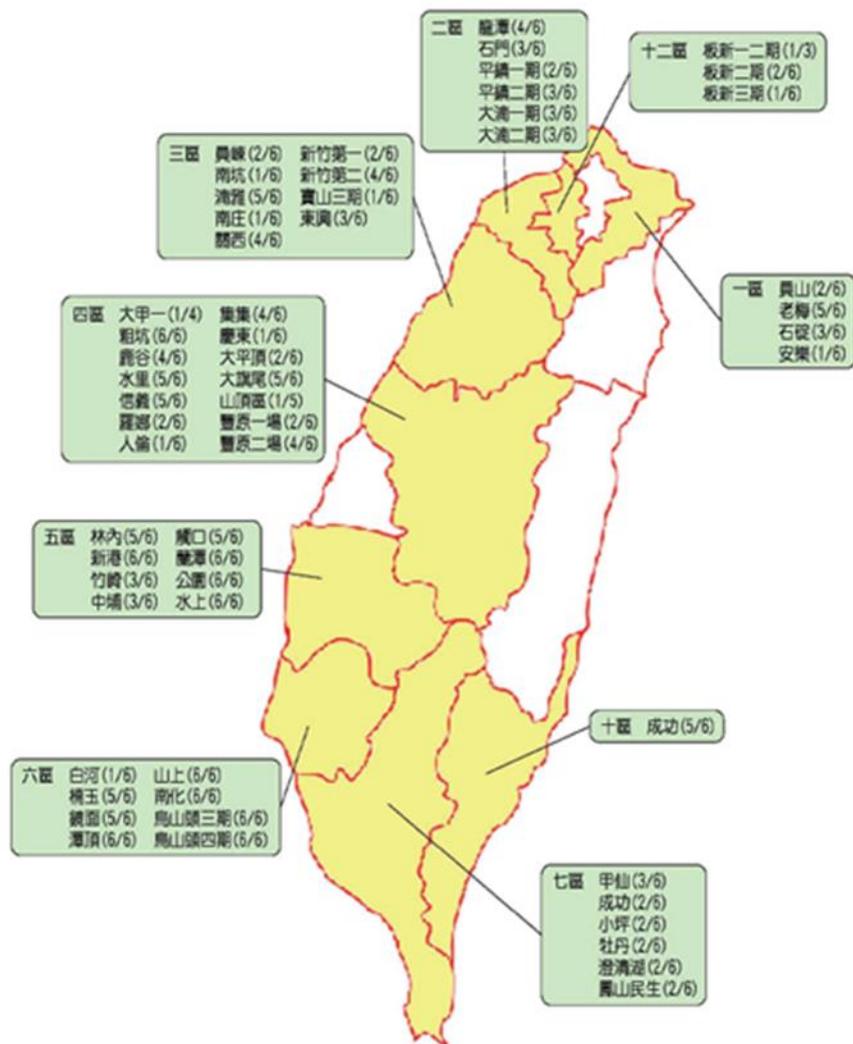


圖 2.3-1 台水公司 2009-2010 年所屬淨水場清、配水鋁含量
(括號內數值表示採樣次數中超出警戒值次數)

自此期間，各區處亦紛紛針對清水鋁之議題，辦理自行研究，提出各項改善方案，如 2011 年至 2012 年「烏山頭廠淨水程序改變操作操數以控制殘餘鋁之研究」，針對場內所使用之硫酸鋁混凝劑進行不同 pH 值及、藥量及改使用氯化鐵之條件下殘餘鋁試驗，結果顯示調整 pH 值至 7.3 以下清水殘餘鋁可降至 0.2 mg/L 以下；另外，於搭配使用聚氯化鋁混凝時，沉澱上澄液之溶解鋁含量皆較僅使用硫酸鋁時

為低，該研究並建議於烏山頭水庫不同分層，改變取水高度，以取得下層 pH 值較低之原水，進而減少殘餘鋁風險(陳等，2012)。另於 2013 年取代以氯化鐵為混凝劑進行試驗，試驗發現改用氯化鐵後，清水殘餘鋁可有效降至 0.2 mg/L 以下(沈等，2013)。

台水公司於 2013 年至 2014 年委託嘉南藥理大學辦理「淨水場清水鋁含量改善對策」研究(嘉南藥理大學，2014)，其針對前述 2009 至 2010 年調查各淨水場清水鋁之結果，選定具清水殘餘鋁問題之淨水場為調查對象，先透過淨水場現場各處理單元的鋁含量分析，並進行杯瓶試驗，從而針對具清水殘餘鋁問題之淨水場提出可行之改善對策，相關策略如下：

2.3.1 最適化混凝條件

影響混凝程序的因子包括原水組成、濁度、pH 值、鹼度、混凝劑種類及劑量、水溫、膠體特性、攪拌程度等，針對實場混凝條件之控制，一般藉由模場杯瓶試驗之效果，進而評估適當之混凝劑種類、混凝劑添加量及 pH 值，由混凝劑劑量與殘餘濁度之關係可決定混凝最佳劑量，然濁度與顆粒鋁含量雖具有正相關性，其僅為間接測量之光學結果，其與濁度顆粒之實際成分之組成仍具有微量差異性。此外，不同時間之水質特性可能不同，進而影響加藥曲線之形成趨勢，而非適當之加藥不僅可能造成混凝效果降低，並可能使水中含鋁濃度偏高，造成清水殘餘鋁之風險(郭，1992；Jekel and Heinzmann, 1989)。過去，國內淨水場在颱風豪大雨期間，高濁度原水致使鋁鹽混凝劑添加需求高，致淨水程序水中含鋁濃度高，並因過濾床高濁期間處理效果不佳，易阻塞及穿透，常有清水鋁含量偏高之問題。另外，在低濁度原水，

易增加加藥之調控困難性，添加混凝劑時，亦有可能加藥過低使混凝效果不佳或添加過量而造成清水鋁問題(劉，2007)。台水公司自 2010 至 2013 年辦理「各淨水場鋁型態及去除效率之探討」推動約 52 場淨水場，辦理杯瓶試驗溶解鋁、原水及處理單元總鋁、溶解鋁檢測，及建立現地水源調整 pH 值與溶解鋁關係曲線，研究發現原水鋁多以顆粒鋁為主，加藥後則多形成溶解鋁，並發現於低藥量下，溶解鋁含量仍高，且可能引起混凝不良，膠羽顆粒太小，無法於過濾系統截留而貫穿，且顆粒鋁與濁度相關性較佳，在清水濁度低於 0.50 NTU 以下或更低時，顆粒鋁有較佳之控制，而溶解鋁相關性不大，以濁度控制總鋁主要去除顆粒鋁為主(鐘，2013)。

此外，混凝處理效果的優劣，對淨水處理程序的操作、飲用水品質影響甚巨，而混凝處理能否達到高效的關鍵在於混凝劑的品質。目前台水公司轄屬淨水場已廣泛使用聚氯化鋁(Polyaluminum Chloride, PACl)作為淨水用混凝劑，聚氯化鋁又稱為多元氯化鋁，係為鹽基性錯化合物，其一般式為 $[Al_2(OH)_nCl_{6-n}]_m$ ，分子量在 1000 以下，其化學型態屬於多核羥基錯合物。許多研究證明聚合鋁溶液中存在數種型態可相互轉化，主要包括單體鋁(Al_3^+ 、 $Al(OH)_2^+$ 、 $Al(OH)_2^+$ 、 $Al(OH)_{aq}$ 及 $Al(OH)_4^-$)、聚合鋁 ($[Al_2(OH)_2]_4^+$ 、 $[Al_3(OH)_4]_5^+$ 及 $[AlO_4Al_{12}(OH)_{24}(H_2O)_{12}]_7^+$ ，簡稱 Al_{13})及 $Al(OH)_{3(s)}$ 。聚氯化鋁主要優點包括(1)高濁度原水中，較硫酸鋁具更佳混凝效果；(2)對低濁度、高濁度或腐植性原水具有良好混凝效果；(3)膠羽形成快，沉降性高，有助於後續脫水效能；及(4)殘留效較少溶解鋁。混凝試驗結果顯示，在中性條件下，含單體鋁較高之 PACl 會產生部分的沉澱掃除作用；而在鹼性 pH 條件下， Al_{13} 含量較高之 PACl 則因 Al_{13} 聚集體產生而產

生混凝去除濁度的效果。當有機物存在時，高含量 Al_{13} 之 PACl 對低濁度(20 NTU)之濁度去除效果較低含量 Al_{13} 之 PACl 佳，且所需之劑量較少，同時較不易水解而消耗鹼度。在適當劑量下，低 Al_{13} 含量與高 Al_{13} 含量之 PACl 處理有機物之最適 pH 均在偏酸性區間內(pH 4~pH 6)，在 pH 6 時，高 Al_{13} 含量之 PACl 對有機物(DOC)之去除率較低 Al_{13} 含量之 PACl 佳。(交通大學環境工程研究所，2007；中原大學，2017)。另一研究結果顯示，若選用 PACl 中膠體鋁 $Al(OH)_3(s)$ 成份大於 50% 及單體鋁成份小於 40% 之藥劑，亦可有效降低水中殘餘溶解鋁量，達到 PACl 搭配氯化鐵之雙加藥混凝效能，然而，當原水濁度升高超過 10NTU 以上(20~100 NTU)，採用含高膠體鋁成份之 PACl 混凝劑卻無法有效降低水中殘餘溶解鋁，且生成之膠羽較小，此時採用 PACl 搭配氯化鐵之雙加藥對降低水中殘餘濁度及殘餘溶解鋁之成效較佳(林等，2018)。

2.3.2 調整 pH 值

原水 pH 值常因水源性質有很大的差異性，淨水過程中添加之混凝劑、消毒氯劑及部分淨水場使用鹼劑亦會造成 pH 值改變，pH 值可能影響水中化學特性如溶解度、鹼度等，進而影響混凝效果(Yan et al., 2008；Golob et al., 2005)，pH 值亦會造成淨水場內淨水系統之腐蝕現象(Loewenth, 2004)。在淨水技術上，藉由調整 pH 值將鋁系混凝劑之水解物種控制在顆粒性鋁的狀態，則利於過濾單元將顆粒性鋁濾除，有效減少清水中殘餘的溶解性鋁含量。Jasim 等人研究添加硫酸鋁並以調控 pH 值之方式降低清水鋁含量，結果顯示控制 pH 值至 6.5，溶解鋁濃度顯著降低，溶解鋁在 pH 值 6.5, 6.7 及 6.9 時分別為 0.03,

0.04 及 0.075 mg/L(Jasim, 1997)。

台水公司部分淨水場辦理相關 pH 值改善研究，於 2011 年至 2012 年辦理「水中溶解鋁含量與 pH 值之相關性」，針對第五區處蘭潭、公園及水上淨水場原水，以最佳加藥量調整 pH 值，發現約在 pH 值 6.5 時，鋁含量最低(藍等，2012)。

於 2013 年辦理「南化場降低加藥量對清水鋁含量影響之初步研究」，結果顯示南化場清水鋁之來源為添加之鋁系混凝劑及回收水，且受原水 pH 值高之影響，清水之溶解鋁約 0.2 mg/L 偏高(吳，2013)。於 2016 年至 2017 年辦理路竹淨水場水質改善，路竹場原水 pH 值 8.0-8.5，有機物含量高並有前加氯程序，具清水消毒副產物(總三鹵甲烷、鹵乙酸)及殘餘鋁(0.4 mg/L)問題，實場經調整為後加氯，使用硫酸調整 pH 值 7.0 以強化混凝效果(利於處理有機物)及助於顆粒鋁形成，經改善後水質符合飲用水水質標準，清水總鋁降至 0.05 mg/L(楊，2017；洪，2014)。

另外，在添加酸液的情況下，應注意相關槽體、加藥機及管路等設備防蝕等，及清水硫酸鹽濃度可能上升，致飲用水中引起明顯的味道，高濃度硫酸鹽亦可能會導致不習慣的民眾產生腹瀉，其味道閾值範圍約 250-1,000 mg/L(硫酸鈉)；而一般認為，濃度在低於 250 mg/L 時，味覺感受度最小(WHO, 2017)，我國清水硫酸鹽標準係為 250 mg/L。

2.3.3 提高濁度去除效率

淨水處理程序主要為物理性顆粒之去除，淨水處理之效果與淨水程序之設計、操作與維護有關。在單元程序部分，應針對原水水質特性、供水量進行合適之設計；操作部分，應以模廠最佳操作條件進行

控制，並適當管理及維護，不應過負荷操作，維持良好的運作；無法有效處理的設備應進行重新設計、汰換或補強，對操作不當之程序及設備進行改善。研究指出清水鋁與原水鋁含量及處理水濁度有關 (Letterman and Driscoll, 1988)，顆粒性鋁去除可藉由提高淨水處理的過濾效率改善，例如降低過濾速率、不超負荷操作、濾床加厚、使用小顆粒濾料等，Jekel 推薦相關技術如雙層的過濾，優化過濾操作或添加助凝劑(聚合物或三價鐵離子)(Jekel, 1991)。顆粒性鋁分析可做為沉澱池與過濾池膠羽分離效率之指標，當過濾池的出流水濁度小於 0.2 NTU 時，過濾水中的顆粒性鋁可視為大部分被攔截去除 (Van Benschoten and Edzwald, 1990)，文獻亦指出水中殘餘鋁濃度小於 0.1 mg/L 的必要條件是過濾水的濁度控制在小於 0.15 NTU 且混凝程序的 pH 值維持在 6.5 至 8.0 之間(Jekel and Heinzmann, 1989)。莊氏於 2014 年調查慶東淨水場之清水殘餘鋁不穩定，經試驗結果發現與快濾池之過濾效果不佳有關。

2.3.4 搭配使用不含鋁鹽混凝劑

除鋁系混凝劑，淨水程序亦常使用鐵鹽混凝劑，與鋁鹽相同，皆為以吸附及電性中和和沉澱拌除為主要的處理機制，氯化鐵可操作之 pH 值 4~10，在水中產生鹼性氫氧化物，與懸浮微粒之表面帶電產生電性中和，並碰撞產生膠羽團，研究指出其形成膠羽的密度較鋁鹽所產生高，可增進膠羽之沉澱，對濁度有更佳之去除效果，且相較鋁鹽而言只需要較少的混凝劑劑量(Qureshi and Malmberg, 1985; Adin et al., 1998)。Haarhoff 和 Cleasby 研究發現，在水溫小於 37°F(3°C)和原水濁度小於 2 NTU 的情況下，氯化鐵比硫酸鋁更有效地去除濁度

(Haarhoff and Cleasby, 1988)。Douglas 等人於加拿大以氯化鐵進行強化混凝試驗，在較低的 pH 值下，有機物去除的效率高於硫酸鋁。使用鐵系凝結劑時，殘餘鋁濃度為 0.024 mg/L，硫酸鋁則為 0.097 mg/L，試驗期間過濾水中的鐵濃度為 0.046 mg/L (Douglas et al., 1998)。Kord Mostafapour 等人比較 PACl、氯化鐵及硫酸鋁在低濁度 10-80 NTU 時，及加藥量 5-40 mg/L 之濁度去除率，結果顯示濁度越高時，以硫酸鋁之濁度去除率較佳(Kord Mostafapour et al., 2008)。

林氏於 2012 年進行「山上淨水場清水殘餘鋁改善之研究」，實場採用氯化鐵代替硫酸鋁凝結劑，清水總鋁由 0.517 mg/L 降至 0.10~0.15 mg/L，濁度 1 NTU 以下，總鐵 0.02 mg/L (林，2013)。吳氏於 2013 年進行「降低淨水流程中鋁含量操作策略之研究」，針對潭頂及水上場採以氯化鐵代替硫酸鋁凝結劑，清水總鋁可維持 0.03~0.06 mg/L，另於楠玉淨水場原水進行氯化鐵混凝試驗，結果顯示改以氯化鐵凝結劑後，清水殘餘鋁降至 0.05 mg/L (吳，2013)。陳氏於 2013 年以潭頂淨水場低濁度原水進行混凝試驗，試驗顯示氯化鐵凝結劑其混凝成效較硫酸鋁好，能快速產生膠羽，且產生之膠羽顆粒較大，沉降較快，對於原水水中濁度之去除成效顯著(陳，2003)。洪氏於 2014 年對湖山淨水場原水以聚氯化鋁及氯化鐵進行最適化加藥，使用氯化鐵為凝結劑時，過濾水無溶解性鐵、鋁以及色度等問題。另外，聚氯化鋁搭配調降 pH 值之方式可有效降低水中溶解鋁量。在不同原水濁度下(3,000 NTU 以下)，隨原水濁度增加，氯化鐵最適加藥量較聚氯化鋁少，加藥成本也較聚氯化鋁搭配硫酸所需之成本低(洪，2014)。有研究指出氯化鐵可有效去除水之中總有機碳(Helfrich et al., 1992)，並可有效的去除水中腐植質，以避免消毒程序中產生消毒副產物三鹵甲烷(tri-halomethanes, THMs)(Melia et al., 1989)。另有研究表示，在較低的 pH

值下，使用氯化鐵進行強化混凝，其有機物去除的效率明顯高於硫酸鋁(Douglas et al., 1998)。

為改善清水溶解鋁偏高之問題，台水公司部分淨水場採取更換以氯化鐵為混凝劑替代鋁系混凝劑。2014年至2015年辦理「林內淨水場清水鋁改善之研究」，林內淨水場為聚氯化鋁加藥，原水總鋁高(2.68 mg/L)，並有廢水回收程序，清水鋁含量高 0.311 mg/L，經更改為氯化鐵為混凝劑後，清水鋁含量可維持 0.1 mg/L 以下，並發現實場氯化鐵加藥量(14 mg/L)較原聚氯化鋁(29 mg/L) 約減少 17%，而沉澱後鐵含量於使用氯化鐵後由原來 0.07 mg/L 上升至 0.45 mg/L，清水鐵 0.01 mg/L，顯示鐵可有效於濾池去除，另外發現，氯化鐵降低 pH 值(0.19)之效果較聚氯化鋁(0.10)佳，顯示鐵鹽可提供良好的混凝條件(楊等，2015)。

2015 年探討水上及公園淨水場採用氯化鐵混凝劑之使用效果，研究發現氯化鐵加藥量相對於採用 PACl 減少 30%，沉澱水濁度減少 15~60%，於濁度 10 NTU 以上時，氯化鐵之膠羽形成效果良好，由聚氯化鋁改採氯化鐵後，清水總鋁由 0.187~0.317 mg/L 降至 0.05 mg/L 以下，另外，配水區總鐵 0.01~0.03 mg/L，未有顯示偏高情形(歐等，2016)。

2017 年辦理「豐原給水廠改善清水鋁含量之最適用藥研究」，其試驗係在豐原場於低濁度原水時之加藥改善，進行不同比例聚氯化鋁及氯化鐵杯瓶，並探討最適加藥量，試驗結果發現，在低濁度(小於 10 NTU)原水時，聚氯化鋁加藥量大 5 mg/L 時，清水殘餘鋁超出 0.16 mg/L 之機率大於 70%，於低濁度時，混凝劑不易與細小顆粒產生膠羽，混凝效果不佳，造成殘餘鋁濃度超出台水自訂內控標準值，而在

原水小於 30 NTU 時，僅使用氯化鐵之用藥量皆少於僅使用聚氯化鋁或其混合之用藥量，經實驗結果，氯化鐵有助於低濁度原水顆粒形成較大膠羽，建議於原水濁度低於 10 NTU 時，單純加氯化鐵，於大於 10 NTU 時，進行混合加藥，研究顯示，單純加氯化鐵濁度不易控制，控制殘餘鋁以混合方式效果最佳(林等，2017)。

相關實場試驗結果顯示，氯化鐵之加藥率較過去使用聚氯化鋁為低，可有效降低淨水加藥量(陳等，2012)，且清水總鋁可維持約 0.1 mg/L 以下(楊等，2015)，有效解決殘餘鋁問題。另配水管網在適當的出水量及正常的淨水場效能下，並不會造成後端紅水現象，總鐵含量可控制在 0.01~0.03 mg/L 之間 (歐等，2016)。

第三章 執行方法

3.1 研究架構

本研究規劃分四階段進行，研究架構流程圖如圖 3.1-1 所示。

第一階段：

藉由水質檢驗資訊管理系統(以下簡稱 LIMS)、「水質預警系統(以下簡稱 ADTS)蒐集淨水場之水質資料。此外，現場監測記錄、設計資料(淨水程序、單元設計、設施平面圖說等)及操作維護資料(各項操作及維護管理紀錄等)及淨水場運作情形，對已實施清水鋁含量改善之淨水場為調查對象，蒐集改善方法、改善結果，歸納不同方式之改善結果、衍生問題之因應對策。

第二階段：

係根據第一階段歸納分析不同的改善策略及針對尚有超出台水自訂內控標準值等不穩定場所進行實場訪談工作，藉由多方討論與意見交換，針對可能造成清水鋁超出台水自訂內控標準值的原因提出輔導建議，進行多面向之評估及檢討，探討鋁超出台水自訂內控標準值之原因。

第三階段：

篩選清水鋁超出台水自訂內控標準值(0.16 mg/L)之淨水場，進行實場改善評估，針對該場做全流程分析不同型態鋁之分佈情形，檢視分析結果做出改善建議，並追蹤改善進度，於改善後驗證改善結果，以 PDCA(Plan-Do-Check-Act)方法，視結果調整操作程序。

第四階段：

綜整各種型態之淨水場、各種水質狀況、各種有效之改善方式，
訂定台水公司淨水場清水鋁含量改善行動方案。

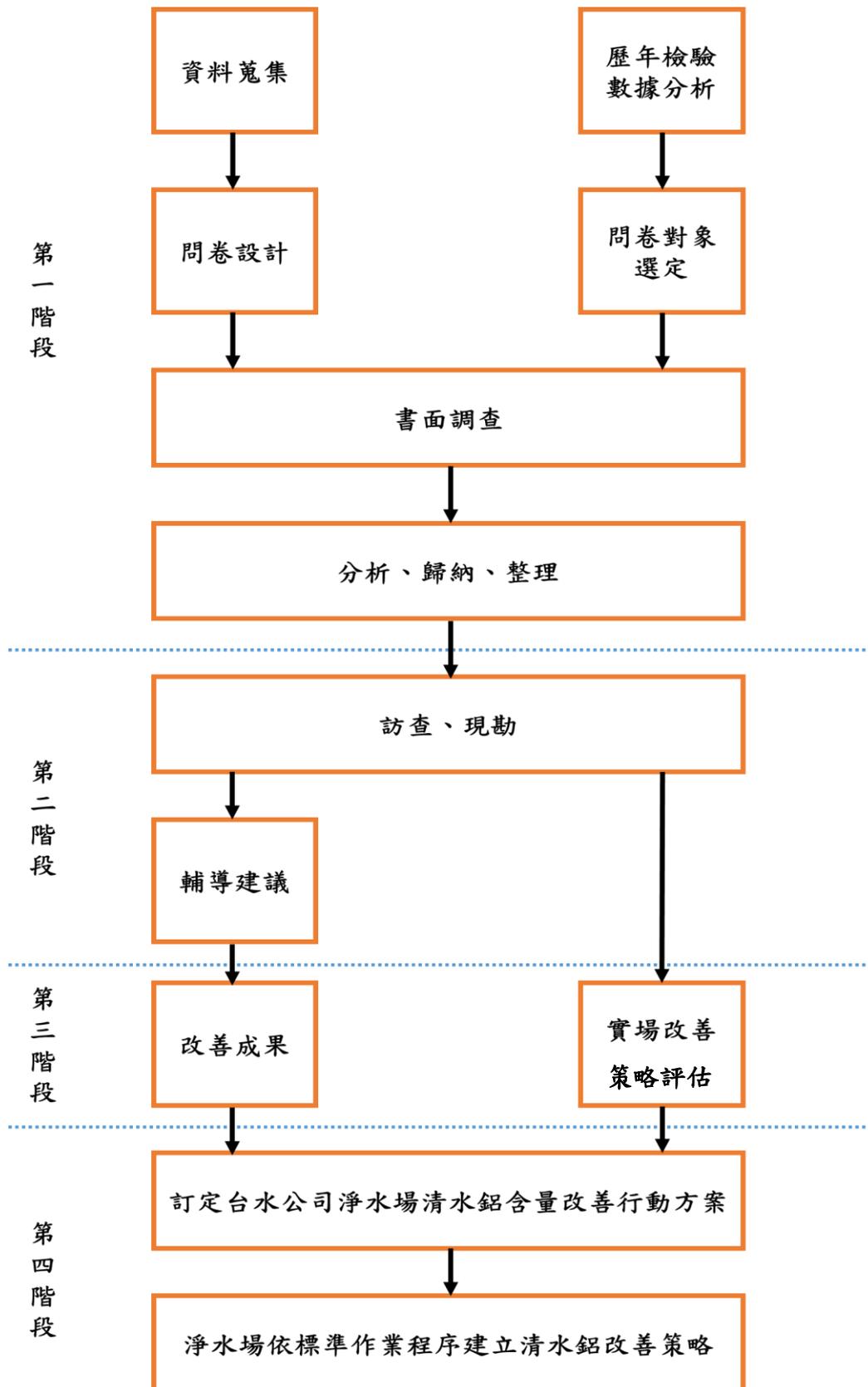


圖 3.1-1 研究架構流程

3.2 水質檢測數據管理工具

台水公司水質檢驗數據資料庫及水質資訊系統管理可概分為「實驗室資訊管理系統 Laboratory Information Management Systems (以下簡稱 LIMS)」、「水質預警系統(Alarm Data Transfer System 以下簡稱 ADTS)」兩大系統，兩系統功能分述如下：

3.2.1 LIMS

實驗室的分析儀器通過電腦網路連起來，採用科學的管理思想和先進的資料庫技術，實現以實驗室為核心的全方位管理。它集樣品管理，資源管理，事務管理，網路管理，資料管理(採集、傳輸、處理、輸出、發佈)，報表管理等諸多模組為一體，組成一套完整的實驗室綜合管理和產品品質監控體系，既能滿足外部的日常管理要求，又能保證實驗室分析資料的嚴格管理和控制。

台水公司水質檢驗資訊管理系統(LIMS)自 2003 年起上線至今，運作於十二個區處水質課與水質處，將檢驗流程資訊化管理，以提高檢驗工作及數據處理效率，並自動化產生各種表報，透過網路連結各區處分工檢驗作業，彙整了各區處水質資料，了解全省所有淨水場原水、清水、配水、廢水水質狀況，總管理處可藉由此平台查詢完整之水質資料，方便省時，數據因有完整品管鏈環環相扣，無須擔心數據準確度問題，其架構圖如圖 3.2-1。

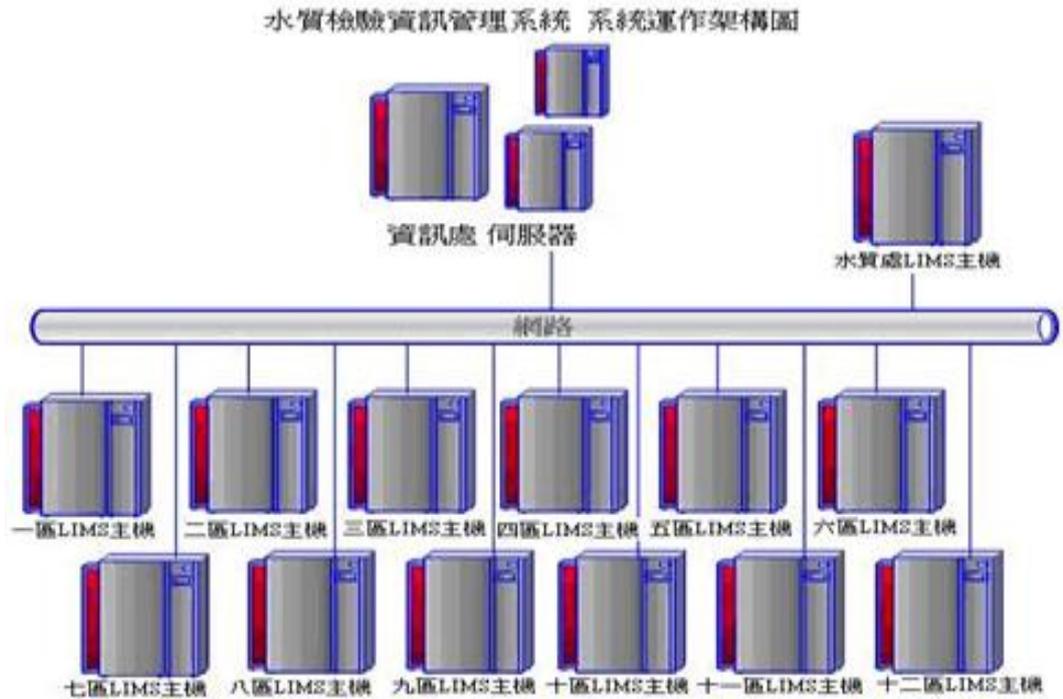


圖 3.2-1 水質管理資訊系統架構圖

3.2.2 ADTS

台水公司轄屬淨水場之水質檢驗單位、區處水質課及總處水質處，共同負起各淨水場水源水質、淨水流程水質、配水管網水質及排放廢水水質之檢驗及監測數據產出。公司於發生各水質項目超出台水自訂內控標準值或水質標準時，迅速進入水質預警系統(以下簡稱 ADTS 系統)建立水質預警事件、填報處理過程及通報相關人員，俾利採取各種必要應變措施，有效管理各區處水質狀況，達到水質預警之成效，提供民眾良好的飲用水水質。

ADTS 系統所管理數據為超出台水自訂內控標準值標準，該標準以國家標準水源水質 10 項、飲用水水質 68 項及排放水水質 5 項之八成或八成以下訂定，及自主管理檢驗項目之台水自訂內控標準值。凡水質檢驗數據或線上自動監測儀監測數據超出台水自訂內控標準值時，ADTS 系統將自動產生水質預警事件。水質預警事件包括環保機

關抽驗之水質超標、新聞事件、天然災害、水源污染等環保事件及其他意外等重大事件。

3.3 分析方法

3.3.1 樣品處理

為了解鋁存在於水中之型態，以利後續之處理參考，必須分別檢測樣品中的溶解鋁與顆粒鋁，樣品依以下方式前處理後，再依各實驗室之現行設備，選擇適當方法上機分析：

- 一、溶解鋁：取經過濾且酸化保存之水樣(≥ 20 mL)，添加適量硝酸，使其硝酸濃度約為 1% (v/v)，混合均勻後，依以下之總鋁分析消化步驟，進行樣品之前處理。
- 二、總鋁：取未過濾且酸化保存之樣品，依下述消化程序處理：
 - (一) 將水樣充分混合均勻後取適量 (50~100 mL) 之水樣置於錐形瓶或燒杯中，加入 5 mL 濃硝酸及數粒沸石 (注意：可能會造成一些重金屬空白值增高)，置於加熱板上 (宜以錶玻璃覆蓋避免可能之污染)，緩慢蒸發至約剩 10 至 20 mL (注意：不可蒸發至乾)。
 - (二) 冷卻後加入 5 mL 濃硝酸，加熱迴流至近乾，重複此步驟至溶液呈無色、淡黃色或澄清且顏色不再變化為止。
 - (三) 以少量試劑水淋洗錶玻璃及燒杯內壁 (如有需要可予以過濾)。移入 100 mL 或其他體積之量瓶，再以試劑水稀釋至刻度。
- 三、顆粒鋁：將總鋁減去溶解鋁即為顆粒鋁。

3.3.2 分析方法介紹

本研究依據行政院環境保護署環境檢驗所公告之飲用水中鋁檢測方法進行分析(目前有三)，台水公司各區管理處水質課分析水中鋁使用方法如表 3.3-1：

- 一、水中金屬檢測方法—石墨爐式原子吸收光譜法(NIEA W303)：利用石墨爐將樣品中的待測元素原子化後測定之。以通過石墨爐的電流大小來控制加熱溫度的高低，使樣品進行乾燥、灰化、原子化溫度等步驟，最後藉由測量氣態原子在特定波長光線的吸光度，求出各元素的濃度。
- 二、水中金屬及微量元素檢測方法—感應耦合電漿原子發射光譜法(NIEA W311)：利用同時式(Simultaneous)或連續式(Sequential)感應耦合電漿原子發射光譜儀，搭配側向(Radial/Side-on)或軸向(Axial/End-on)之光譜線觀測，來進行樣品中多元素的測定。樣品經霧化後，所形成的氣膠(Aerosol)藉由載流氣體輸送至電漿焰炬，經由無線電波(Radio-frequency)感應耦合電漿的加熱，將各待測元素激發。由各激發原子或離子所發射出的光譜線，經由光柵(Grating)分光，分解出各特定波長的發射譜線。各光譜線的強度，再由光檢器(Photosensitive devices)予以偵測。
- 三、水中微量元素檢測方法—感應耦合電漿質譜法(NIEA W313)：本方法係利用感應耦合電漿質譜儀(Inductively coupled plasma-mass spectrometer, ICP-MS)檢測水樣中金屬及微量元素。利用適當之霧化器(Nebulizer)將待測樣品溶液先經霧化處理後，藉由載送氣流輸送，將所形成含待分析元素之氣膠(Aerosol)輸送至

電漿中，經由一系列去溶劑、分解、原子化/離子化等反應，將待分析元素形成單價正離子，再透過真空界面傳輸進入質譜儀 (Mass spectrometer)，藉由質量分析器 (Mass-analyzer) 將各特定質荷比 (Mass-to-charge ratios) 之離子予以解析後，以偵測系統加以偵測，來進行元素之定性及定量工作。

四、比色法(分光光度法)：將鋁指示劑與樣品中的鋁結合形成紅橙色，其顏色強度與鋁濃度成正比，在 522 nm 測量其吸收值，以儀器內建檢量線計算測試結果，其準確度略遜於環保署公告之標準方法，惟其可以迅速獲知現在水質之狀況，數據仍具參考功能，淨水場為求時效，對於各單元水質均以簡易迅速之方法進行檢測，以利操作參據，台水公司第一線各淨水場水中鋁之檢驗目前採用比色法。

五、本研究引用之歷年或近年清水鋁檢測數據，皆採自各區處水質課依據標準方法檢驗之結果彙整而來，各區處分析方法不同之原因係受限於現有設備，及經濟考量。例如二、四、五等區處，原已使用石墨爐法檢驗鐵、錳兩項金屬，103 年新增「鋁」之檢項，自當使用現有設備執行，其他區處原因亦同。

表 3.3-1 台水公司各單位分析水中鋁使用方法一覽表

分析方法	分析單位	MDL 範圍 (mg/L)
石墨爐式原子吸收光譜法 (NIEA W303)	第二、四、五、 九、十、十一、 十二區處水質課	0.0007~0.0096
感應耦合電漿原子發射光 譜法(NIEA W311)	第一、三、七區處 水質課	0.0027~0.0130
感應耦合電漿質譜法 (NIEA W313)	第六、八區處水質 課	0.0024~0.0140
比色法(分光光度法)	轄屬淨水場	0.008~0.800 (適用範圍)

3.4 書面調查問卷設計

鑒於環保署於 2014 年 7 月 1 日開始管控清水鋁的飲用水水質標準，以其為分界，針對曾有超出台水內控標準的淨水場進行調查，書面調查問卷設計主軸以先了解淨水場基本資料及目前加藥操作情形，並請淨水場自行分析清水鋁偏高可能原因及自述鋁含量控制策略，對於執行控制期間是否遭遇困難及衍生其他問題提供相關資訊，希望了解淨水場鋁含量超出台水內控標準的原因、相關的改善策略及其改善成果和其他衍生問題，格式內容如附錄五。內容概述如下：

- 一、基本資料，以 2014 年 7 月 1 日鋁的飲用水標準開始施行為分界點，希望了解標準實施前後超出台水內控標準情形，及 2017 年至 2018 年最近一年鋁的水質狀況，並區分為三個等級：穩定符合標準（即無超出內控標準）、動態不穩定（超出內控標準 1 次者）、偶有超標之虞（超出內控標準 2 次以上者）等三個等級，以區別改善後鋁的穩定度，了解場所清水鋁含量超出內控標準的情形及改善的成效並了解平時的水質資料、出水量及各個設備單元等基本資料。
- 二、淨水流程簡圖：希望了解場所淨水流程、加藥點及滯留時間等相關配置。
- 三、目前加藥、操作情形：希望了解各種藥劑的加藥情形、位置及其操作情形。添加的藥劑是否曾因鋁案而更換，是否使用多種藥劑及有無調整 pH 值等。
- 四、清水鋁偏高可能原因分析：將可能造成清水鋁偏高的原因臚列出來，請廠所依其可能造成的原因列出，可以複選，如原水含鋁量

偏高、原水有機質含量偏高、混凝劑過量加藥、快混效果差、沉澱效果差、過濾效果差、pH 值偏高、鹼度偏高、沉澱池污泥未清除、回流廢水注入及其他原因等，以了解可能造成的原因。

五、鋁含量控制策略概要：針對所採用的改善方式及期程進行說明。

六、執行控制期間是否遭遇困難：遭遇的困難及如何克服。

七、執行控制策略後是否衍生其他問題：說明可能衍生的其他實場問題。

八、供水改變：有無因為更換藥劑及操作模式，造成實場上的問題，如腐蝕、口感變化及客訴案件等。

九、其他說明。

第四章 結果與討論

4.1 歷年資料統計分析

行政院環保署從 2007 年起至 2009 年參考先進國家的標準或指引值，歷經三年監測、調查、評估，將「鋁」列入我國新增飲用水水質標準的污染物候選名單(Contaminated Candidate List)。為此，台水公司於 2009、2010 年委託成大全面普查各淨水場水中鋁之含量，建立基本資料，供公司相關單位參考，表 4.1-1 詳列當時(2011 年至 2016 年)淨水場清水鋁所採用之改善措施。

表 4.1-1 各淨水場清水鋁採用之改善措施一覽表

淨水場名稱	採用之改善措施
坪*	1. 加強原水取水口巡察，減少高濁度原水取水量。 2. 定期清洗沉澱池，並回復快沉池功能，提昇暴雨期間淨水處理效能。 3. 調整加藥量以膠羽狀況隨時依據濁度調整。 4. 每日傳送水情紀錄，確實督導加藥量。
六*	1. 調整 PACl 加藥量。 2. 沉澱池污泥清理。 3. 膠羽機改善。 4. 濾床改善。
暖*	沉澱池污泥清理需減量出水以避免污泥揚起。
員*	1. 調整聚氯化鋁混凝劑加藥點，提昇混凝效率。 2. 增設 3,000 m ³ 快濾桶乙座，以利辦理過濾設備維護。
興*	1. 原水濁度低於 10 NTU 時，不加聚氯化鋁。 2. 增設 2 座快濾桶強化過濾。

淨水場名稱	採用之改善措施
平*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 原水濁度低於 5 NTU 時不加聚氯化鋁。 2. 原水濁度高於 80 NTU 時採行減量取水。 3. 定期清洗慢濾池、沉澱池污泥，降低清水鋁產生。 4. 制定最新加藥曲線圖，每日確實追蹤水情紀錄，以落實最佳用藥量。
石*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 原水濁度低於 5 NTU 時不加聚氯化鋁。 2. 原水濁度高於 200 NTU 時採行減量取水。 3. 定期清洗沉澱池污泥，降低清水鋁產生。 4. 制定最新加藥曲線圖，每日確實追蹤水情紀錄，以落實最佳用藥量。
林*	辦理快濾桶更新及改善工程（增設快濾桶），改善沉降效能。
安*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 清除淨、廢水處理設備沉積之污泥。 2. 膠凝設備膠羽機改善。
中*	快濾池濾床改善。
老*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 沉澱池及廢水池污泥清理。 2. 沉澱池刮泥機及污泥抽水機檢修。 3. 更新 2 座快濾桶強化過濾。
*溪	<ol style="list-style-type: none"> 1. 慢濾床改善。 2. 快濾桶遷移。(註 1)
復*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 慢濾床改善。 2. 快濾桶遷移。(註 1)
龍*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACl 加藥量。 2. 快濾床改善。 3. 廢水處理設備改善。
平*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改善一期快濾池補砂及修復自動反洗台。 2. 改善二期過濾及傾斜管設備。
*滿	<ol style="list-style-type: none"> 1. 沉泥池清污。 2. 增設廢水回收，及 300 mm 回流導管，避免回收水直接導入沉泥池匯流渠。 3. 2 期 1 號膠沉池竣工併入出水，有效分散二期膠沉池負荷。

淨水場名稱	採用之改善措施
	4. 改善膠羽機及傾斜管設備。
石*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACI 加藥量。 2. 調整淨水操作條件。 3. 快濾床改善。
南*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加藥機操作之改善。(與取水口原水抽水機同步啟動以控制膠凝劑用量。 2. 原水濁度增高時需加膠凝劑、原水抽水機運轉方式將由清水池水位控制啟動改為於取水口以制水閥控制，不足之水量抽取場內 pH 值較低之寬口井補充混合，以降低 pH 值。 3. 快濾桶補砂作業。
明*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 定期清理沉澱池污泥。 2. 改變廢水回收時間。
新*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將 1、2 號井井水從氣曝塔延管至三號井水曜池混入鳳山溪河面水。 2. 清洗沉澱池及廢水池淤泥並加強沉澱池底泥排泥。 3. 淨水場快濾砂全部更新。
新*第二	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACI 加藥量。 2. 部分混凝劑改用氯化鐵取代。
湳*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACI 加藥量。 2. 加藥機改善。 3. 快混池混和設備改善。
東*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACI 加藥量。 2. 依原水 pH 值變化調整取水口位置。 3. 廢水處理回收設備改善。
關*	<ol style="list-style-type: none"> 1. PACI 及氯化鐵搭配使用。 2. 尋找替代水源(地下水井)。 3. 增設廢水處理設備。
明*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本場水源為地下水，且未添加混凝劑，藉由洗井改善井管及濾管積垢問題，穩定原水水質。(註 2) 2. 增加明*場出水量，降低鯉*潭場支援水量。

淨水場名稱	採用之改善措施
大*頂	本場水源為地下水，使用藥劑為次氯酸鈉，雖曾發生清水鋁含量超出台水自訂內控標準值情形，維經後續追蹤皆已低於台水自訂內控標準值。(註3)
集*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACl 混凝劑加藥量。 2. 添加硫酸調整原水 pH 值。 3. 含嘉*及嘉*第二
鯉*潭	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACl 加藥量。 2. 快混池加藥點遷移改善。 3. 二期膠羽機整修改善。 4. 驗證完成改善期間。
羅*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 控制加藥量，以降低清水含鋁量。 2. 增設膠凝池攪拌設備。
信*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 控制加藥量，以降低清水含鋁量。 2. 改變加藥機加藥頻率，以減少加藥量。 3. 增加之攪拌及分水渠道設備。
大*尾	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACl 加藥量。 2. 沉澱池 1,2 水位落差調整。 3. 迴流池末端增設加藥設備(含自動加藥)及液位流量計。 4. 沉澱池攪拌設備、抽污泥機(含軌道)。 5. 換補砂作業。
鹿*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACl 加藥量。 2. 快濾池洗砂補砂作業。
慶*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACl 加藥量。 2. 增設膠羽設備。
水*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACl 混凝劑加藥量。 2. 添加硫酸調整原水 pH 值。
慶*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調整 PACl 加藥量。 2. 增鑿 2 口深井，取用低濁度原水。

淨水場名稱	採用之改善措施
	3. 需俟中工處辦理之「慶*淨水場擴建案」完成後始可確保完成改善。
豐*第一 豐*第二	1. PACI 與氯化鐵搭配使用。 2. 二場一期快混改善。 3. 淨水處理設備維護改善。 4. 淨水設備改善計畫：淨水設備更新汰換改善工程(增加 10 萬 m ³)、二場一期淨水設備改善及新建 45 萬 m ³ 初沉池。
竹*	1. 更換氯化鐵。 2. 儲藥桶更新。
石*	更換氯化鐵混凝劑。
觸*	1. 快濾池修補。 2. 更換氯化鐵混凝劑。 3. 提升快混池攪拌機馬力。
蘭*	1. 快濾池健檢及濾砂更換。 2. 更換氯化鐵。 3. 廢水處理設備改善。
水*	1. 快濾池健檢及濾砂更換。 2. 更換氯化鐵。 3. 廢水處理設備改善。
林*	氯化鐵與 PACI 混合加藥。(含大*第一、平*、虎*、北*第二、元*第二、水*、褒*、西*、新*、古*、番*、埤*頭、拔*腳)
新*	1. 辦理儲藥統改善。 2. 淨水用藥由 PACI 改為氯化鐵。 3. 辦理廢水處理設備改善。
公*	1. 於 2014 年底前完成「公*場快濾池濾砂抽換更新及濾板維修」、「公*場儲藥槽增設工程」、「公*場快濾池閘門改善工程」。 2. 2014 年 7 月淨水用藥由 PACI 改氯化鐵。
白*	白*場仍以硫酸鋁為混凝劑，惟 15 NTU 內不加藥，15 NTU 以上降低加藥量，效果優異，已顯見其成果。

淨水場名稱	採用之改善措施
楠*	楠*場一期以硫酸鋁為混凝劑，二期則改以氯化鐵為混凝劑，經測試已顯見其成果，於 2013 年 12 月底完成清水鋁含量改善。後續將持續追蹤管控。
山*	山*場於 2013 年 8 月 9 日起將混凝劑變更為氯化鐵實場試驗，持續驗證成效良好，於 2013 年 12 月底完成清水鋁含量改善。後續將持續追蹤管控。
烏*頭	部分混凝劑改由氯化鐵取代。
潭*	部分混凝劑改由氯化鐵取代。
南*	部分混凝劑改由氯化鐵取代。
鏡*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加稀硫酸調整 pH 值。 2. 調降硫酸鋁加藥量。 3. 一、二期沉澱池串聯延長沉澱時間。
翁*園	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高濁度期間，原水由翁*園場初沉池（沉砂池）增加停留時間，現有 30 分鐘調整為 45 分鐘以降低濁度，減少硫酸鋁加藥量。 2. 原水濁度超出 1,500 NTU 以上，改為傳統淨水流程出水，未全部進入高級淨水設備處理，將增加進入 UF 或 LPRO 系統設備處理水量，以減少清水中鋁含量。
甲*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加強督導代操作廠商豪雨造成高濁度時，以杯瓶實驗為最佳之加藥量加藥。 2. 規劃替代水源於油礦溪中游設置寬口井，於高濁度(雨季)時可每日取水 1,500 CMD 調度支援。
木*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 辦理沉澱池淤泥清理。 2. 辦理慢濾池刮補砂。
澄*湖	改善對策為於結晶軟化槽後調整 pH 值至約 7.5，讓鋁轉換為固態使其能於過濾流程中去除，降低清水中鋁含量，再配合降低硫酸鋁加藥量。
牡*	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依現場操作情況重新製作最適加藥曲線，降低清水鋁含量。 2. 降低抽水機之馬力，穩定回收水之流量。 3. 快濾池更換濾料，提昇過濾效果。 4. 加硫酸降低 pH 值。

淨水場名稱	採用之改善措施
六*	1. 依現場操作情況重新製作最適加藥曲線，降低清水鋁含量。 2. 增鑿寬口井降低伏流水濁度。
路*	pH 值調整。
坪*	需俟南工處辦理之增設 10 萬 CMD 淨水設備工程完工後，始能確保原水高濁度期間清水鋁含量可符合規定。
新*	清水鋁含量超出台水自訂內控標準值，屬偶發事件，本場並未添加混凝劑，經持續追蹤結果，已可低於台水自訂內控標準值。
紅*	增加慢濾池刮砂厚度。
成*	改添加氯化鐵為混凝劑。
紅*	本場並未添加混凝劑，經管控清水濁度後，已可符合規定。
水*	改添加氯化鐵為混凝劑。
利*	改添加氯化鐵為混凝劑。

註 1：「快濾桶遷移」係指將原設置於龍*淨水場內之 2 組快濾桶分別遷移至*溪淨水場及復*淨水場，以提高該二淨水場對於水中顆粒鋁去除能力。

註 2：明*淨水場除自有地下水水源外，另有鯉*潭淨水場清水支援，而鯉*潭場清水經檢測亦有清水鋁含量超出台水公司內控標準值之情形，故研判此為造成該場清水鋁偏高之原因，經以調配水源(增加明*場水源)及配合鯉*潭場清水鋁改善後，該場清水鋁含量已可穩定低於台水內控標準值。

註 3：大*頂淨水場因使用地下水水源，故場內未添加混凝劑，主要靠快濾桶處理後加氯消毒供水，於 102 年 4 月 8 日經台水公司檢測水質發現原水鋁高達 2.65 mg/L，清水鋁 0.165 mg/L 超出內控標準值，後經該場辦理深井洗井作業，針對井管及濾管積垢問題改善後，清水鋁含量已可穩定低於內控標準值。

本計劃以 2011 年為啟始，篩選台水公司淨水場歷年檢驗資料，以 2014 年 7 月 1 日環保署開始管制清水鋁標準為區隔，希望了解各階段場所的改善程度，標準實施前 2011 年 1 月-2014 年 7 月(附錄一)及標準實施後 2014 年 8 月-2018 年 4 月(附錄二)，統計近一年來(2017~2018 年)資料(附錄三)，清水鋁超出台水自訂內控標準值(0.16mg/L)之次數，2011 年 1 月-2014 年 7 月曾有超出台水自訂內控標準值紀錄之淨水場共有 93 場，其中第一區處 12 場，第二區處 6 場，第三區處 10 場，第四區處 17 場，第五區處 20 場，第六區處 7 場，第七區處 12 場，第九區處 2 場，第十區處 6 場，第十二區處 1 場，以超出次數區分如圖 4.1-1，以區處區分如圖 4.1-2。針對此 93 淨水場發送書面調查，詳細淨水場如附錄四。

書面調查以現況回報為主，淨水場基本資料包含清水鋁含量歷史資料及現況。為了解淨水場鋁的改善是否有效，以近一年內超出台水自訂內控標準值次數區分：0 次稱為「穩定符合標準」；1 次稱為「呈現動態不穩定」；2 次以上稱為「偶有超出台水自訂內控標準值之虞」，並請廠所填報改善對策及執行控制期間遭遇之困難，以期了解各淨水場目前對於清水鋁之管控狀況，並從中選出訪談目標。

由圖 4.1-1 可見 2011 年起台水公司為清水鋁之改善已有顯著成果，2014 年至 2018 年因對部分列管場所密集檢測，致超出台水自訂內控標準值次數之場所數較 2011 年至 2014 年之場所數多，但總場數已降低(93 場降至 88 場)，以近一年來看則降幅更顯著(僅餘 33 場)，以區處區分，則第二區處、第五區處、第六區處成效較佳。

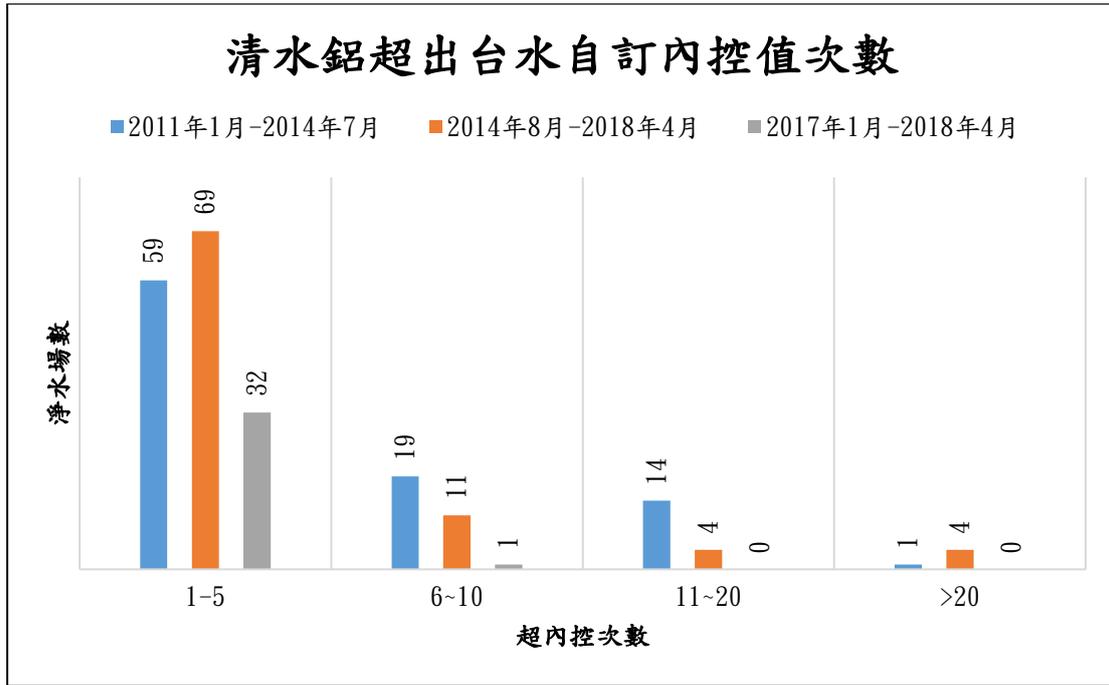


圖 4.1-1 歷年清水鋁超出台水自訂內控標準值次數分布

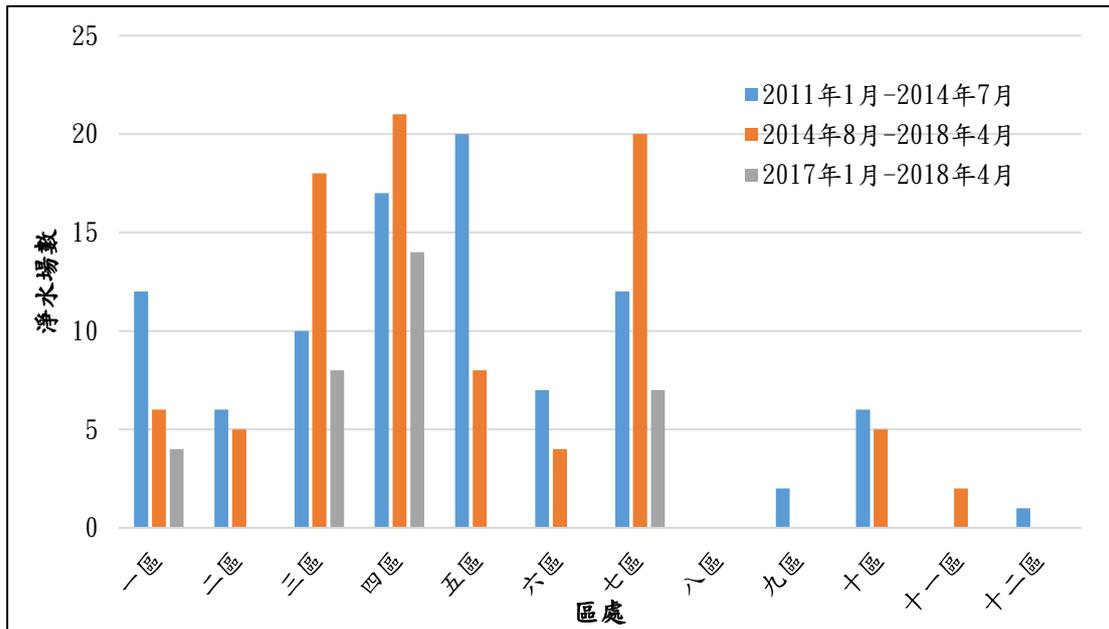


圖 4.1-2 各區處清水鋁曾超出台水自訂內控標準值場數

4.2 書面調查結果

本次書面調查共發出 93 場，回收 93 場，依據規模區分為出水量 1,000 CMD 以下 12 場，出水量 1,000 至 5,000 CMD 有 23 場，出水量 5,000 至 20,000 CMD 有 23 場，出水量 20,000 CMD 以上有 35 場；若依水源屬性區分，地面水有 69 場，地下水有 20 場(超出內控原因多為使用地面水源淨水場支援供水)，地面及地下水混合水源有 4 場，其分布如圖 4.2-1 及圖 4.2-2。

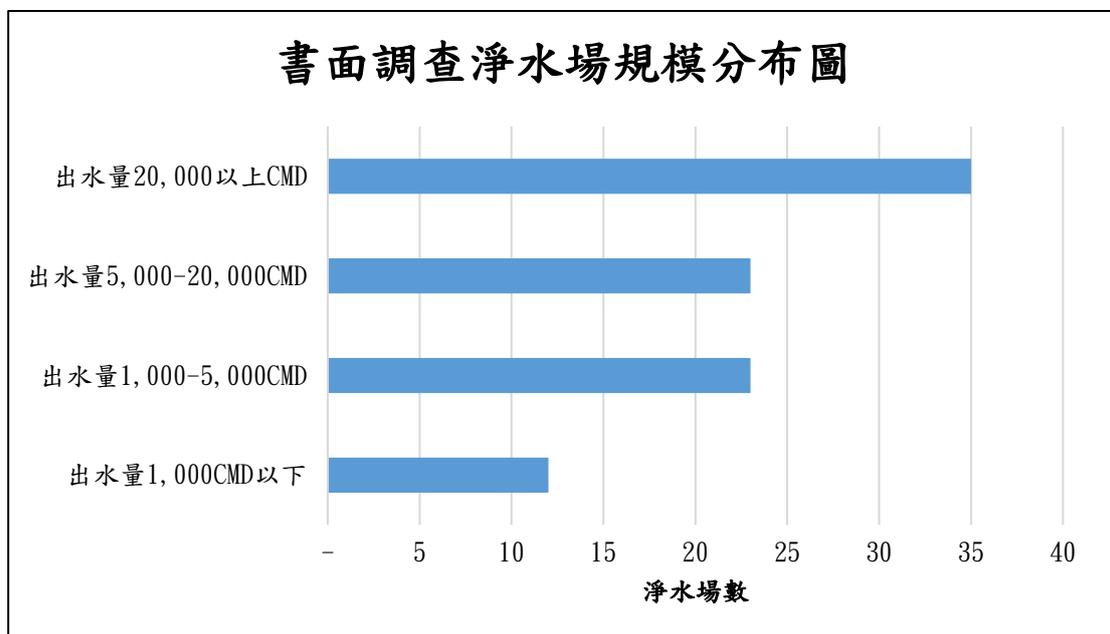


圖 4.2-1 書面調查淨水場規模分布圖

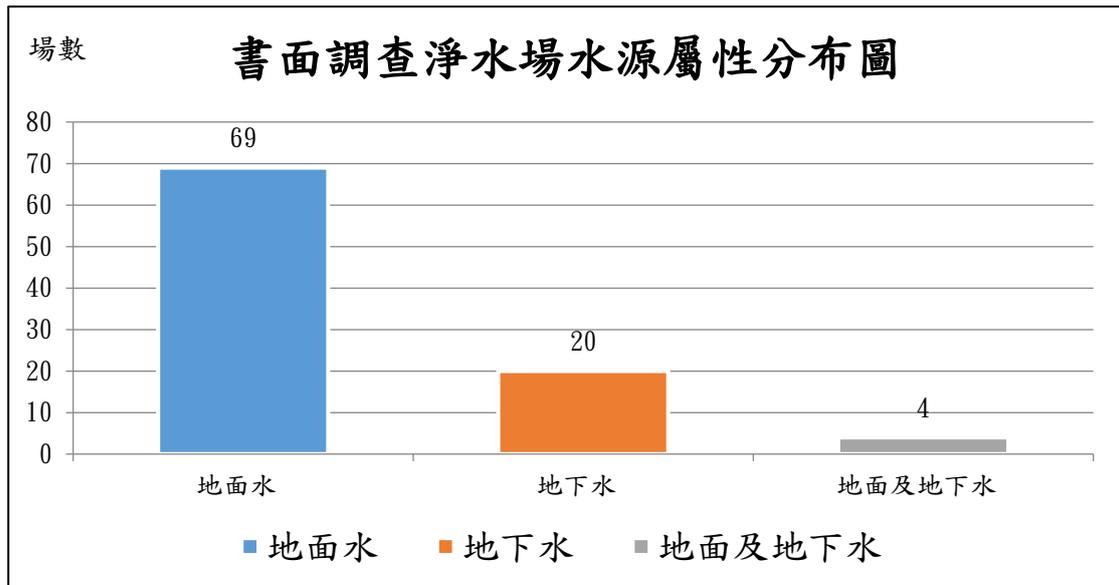


圖 4.2-2 書面調查淨水場水源屬性分布圖

4.2.1 清水鋁偏高可能原因分析

根據回報資料，淨水場自行分析清水鋁偏高可能原因，如圖 4.2-3，最多為混凝劑過量加藥及原水 pH 值偏高(34 場)，其次為原水含鋁量偏高(31 場)再次為過濾效果差(26 場)、沉澱效果差(18 場)。

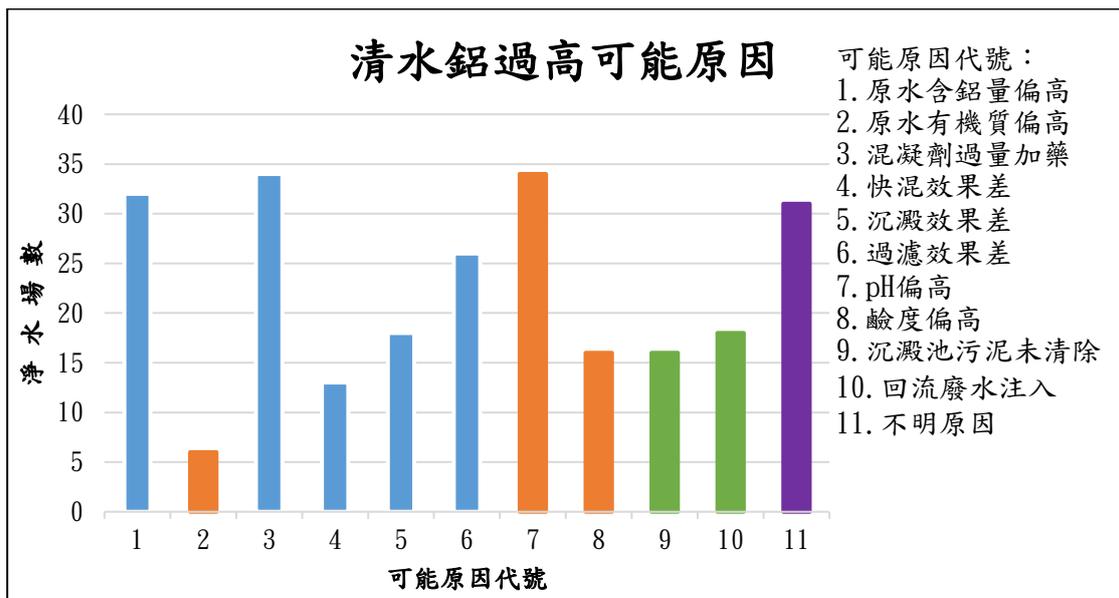


圖 4.2-3 清水鋁偏高可能原因

4.2.2 改善對策分析

針對 2011-2014 年超出台水自訂內控標準值的 93 場淨水場進行改善策略分析，主要改善策略以搭配使用不含鋁鹽混凝劑計 34 場最多，其中單一改用氯化鐵計 23 場，採用雙加藥系統計 11 場，其次為最適混凝條件 29 場，再次為提高濁度去除效果 25 場最多，最少採用的策略為降低 pH 值 5 場(分布情形如圖 4.2-4)，可能原因除考慮民眾觀感，同仁對使用濃硫酸的添加普遍仍有恐懼心理，且有工安安全上的疑慮亦為主要原因。

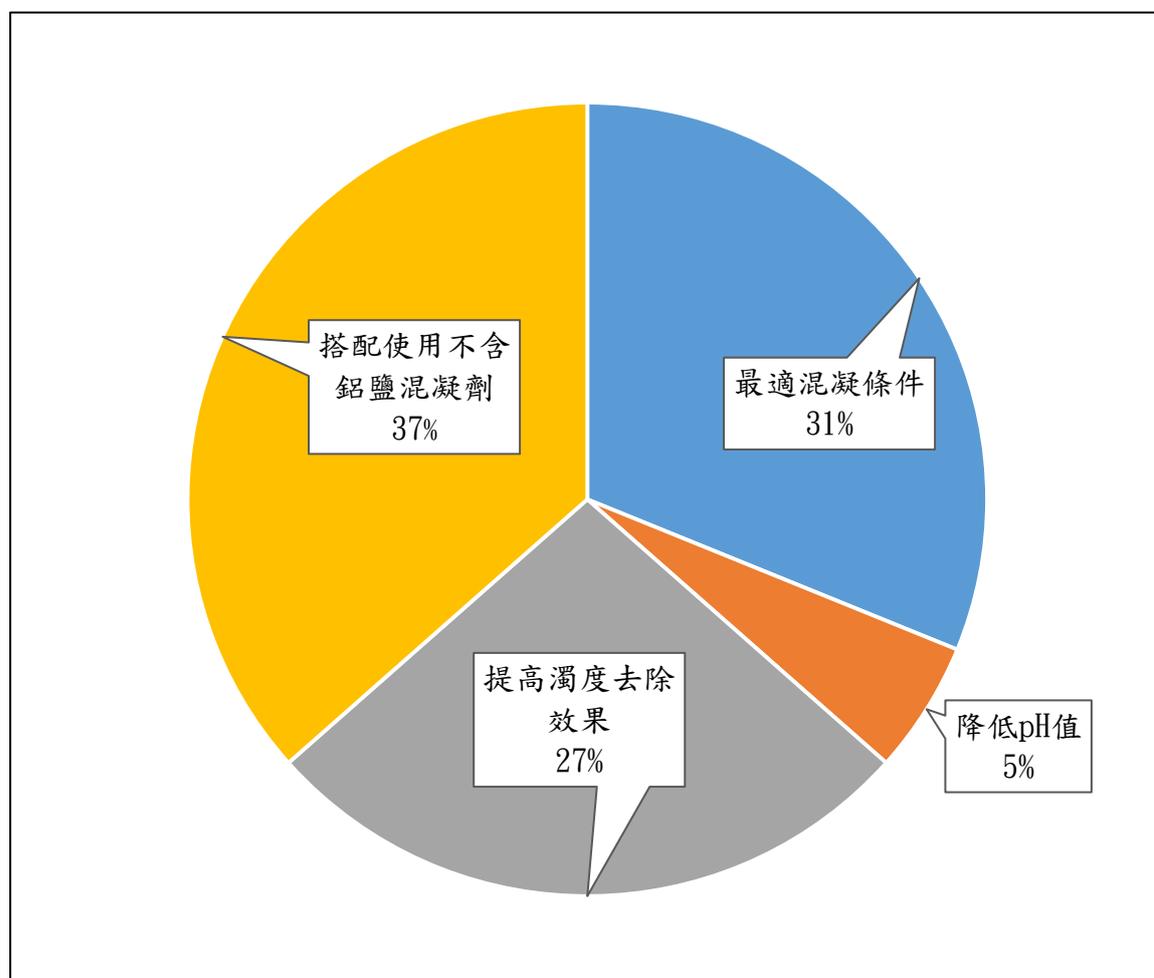


圖 4.2-4 清水鋁改善策略分布比率

一、最適混凝條件(計 29 場)：興*、石*、平*、貢*、六*、龍*、滿*、水*、新*第一、寶*、東*、嘉*、慶*、新*、鹿*、水*、信*、羅*、人*、慶*、大*尾、鯉*潭、白*、甲*、屏*、六*、鳳*、富*、*溪(十)，統計此 29 場清水鋁偏高可能原因最多為「pH 值偏高」佔 16%，其次「原水含鋁量偏高」、「混凝劑過量加藥」、「過濾效果差」皆為 13%(圖 4.2-5)。

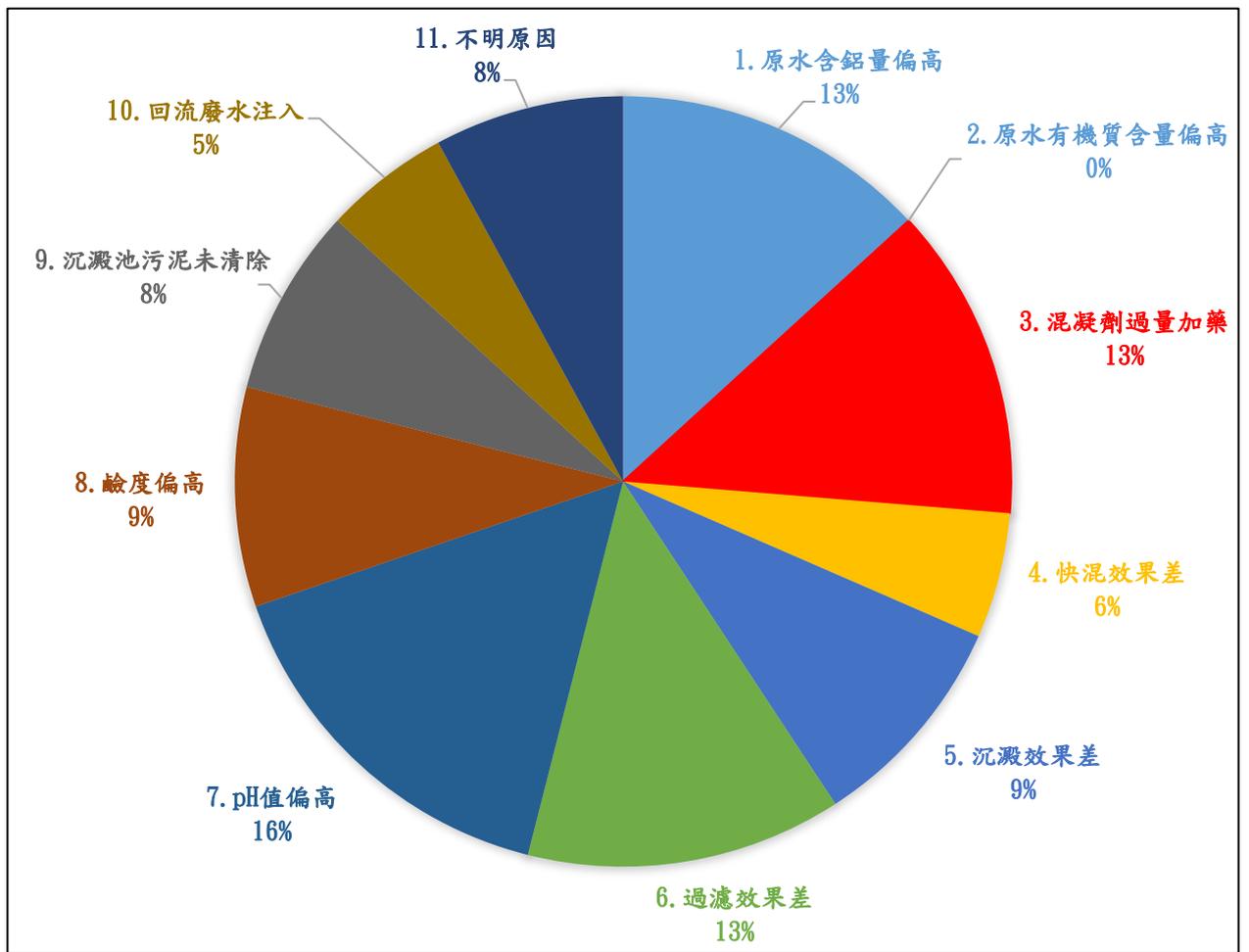


圖 4.2-5 採取最適混凝條件原因分析圖

二、提高濁度去除效果(計 25 場)：員*、老*、林*、坪*、暖*、安*、中*、*溪(二)、復*、石*、平*、*湳、南*、明*、新*、大*頂、春*、明*、木*、多*、坪*、翁*園、新*、紅*、紅*，統計此 25 場清水鋁偏高可能原因最多為「混凝劑過量加藥」佔 14%，其次「原水鋁含量偏高」及「pH 值偏高」佔 13%，「過濾效果差」佔 10%(圖 4.2-6)。

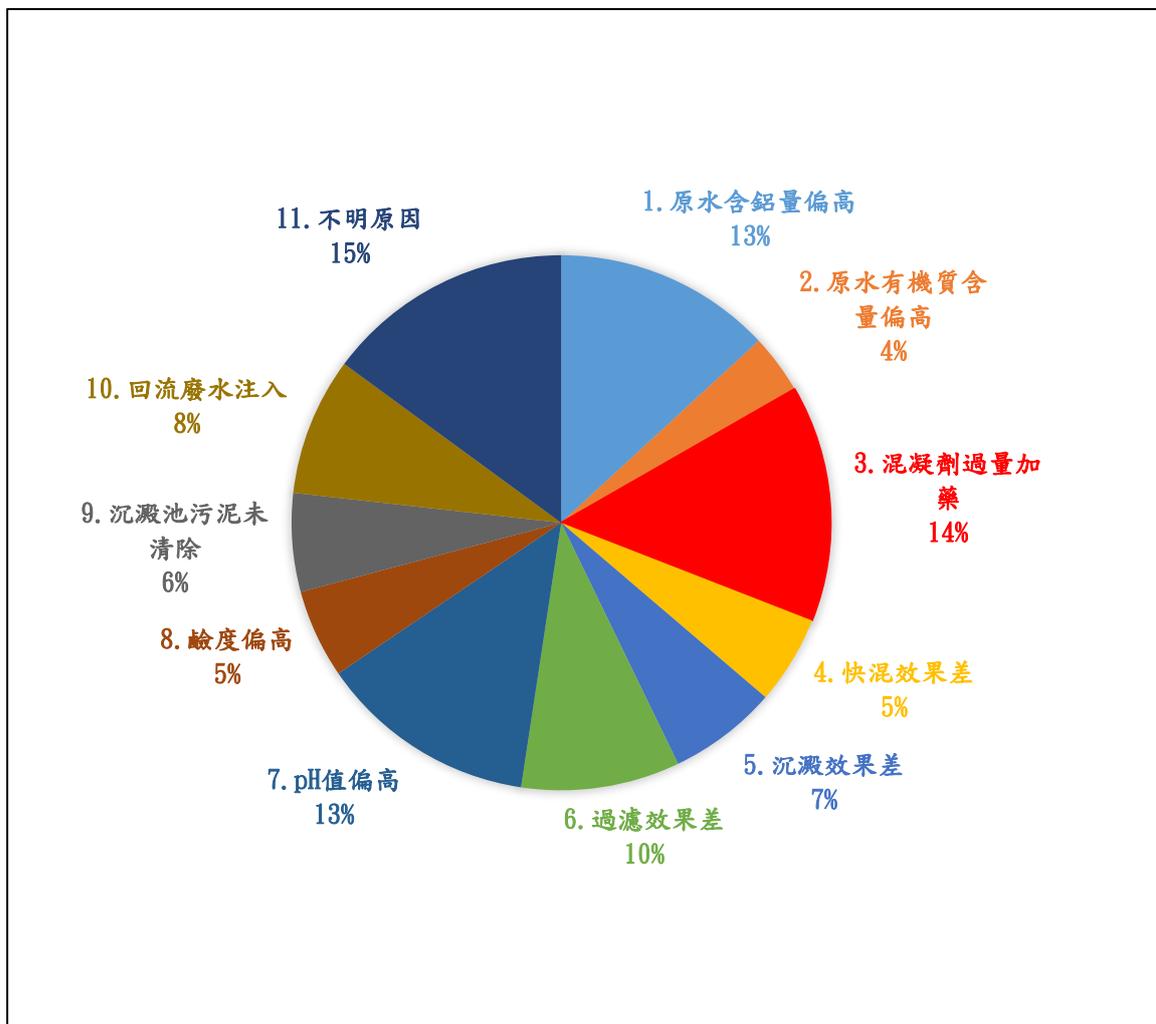


圖 4.2-6 採取提高濁度去除效果可能原因分析圖

三、降低 pH 值 (計 5 場)：鏡*、路*、牡*、琉*、澄*湖，統計此 5 場清水鋁偏高可能原因最多為「pH 值偏高」佔 27%，「過濾效果差」佔 20%(圖 4.2-7)。

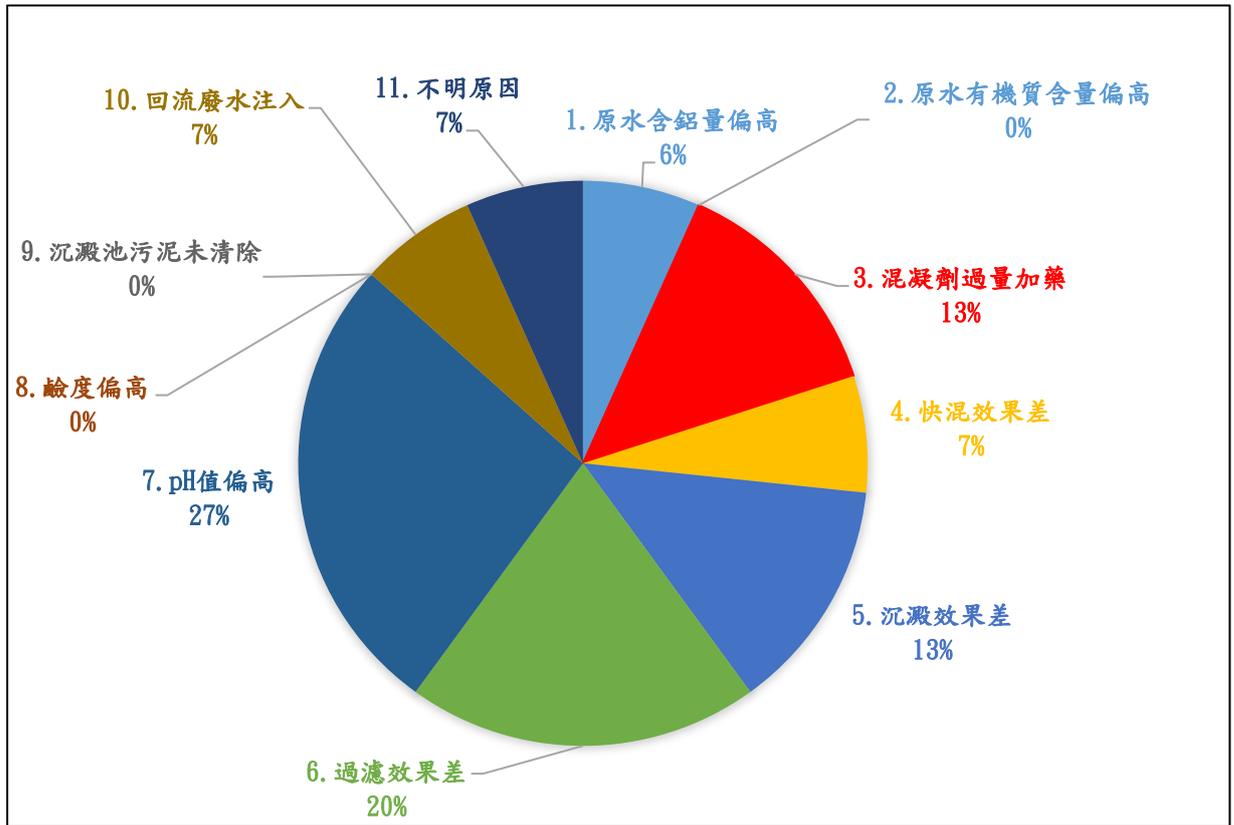


圖 4.2-7 採取降低 pH 值可能原因分析圖

四、搭配使用不含鋁鹽混凝劑：

- (一) 單一氯化鐵(計 23 場)：林*(含平*、虎*、大*第一、北*第二、水*、拔*腳、新*、古*、西*、番*、埤*頭、褒*)、新*、竹*、觸*、石*、蘭*、公*、水*、水*、利*、紅*
- (二) 氯化鐵+聚氯化鋁(計 7 場)：南*、新*第二、關*、集*(含嘉*第二)、豐*第一、豐*第二
- (三) 氯化鐵+硫酸鋁(計 4 場)：烏*頭、潭*、楠*、山*

統計此 34 場清水鋁偏高可能原因最多為「pH 值偏高」及「混凝劑過量加藥」各佔 17%，其次「原水鋁含量偏高」12%，回流廢水注入 10%，「過濾效果差」佔 9%(圖 4.2-8)

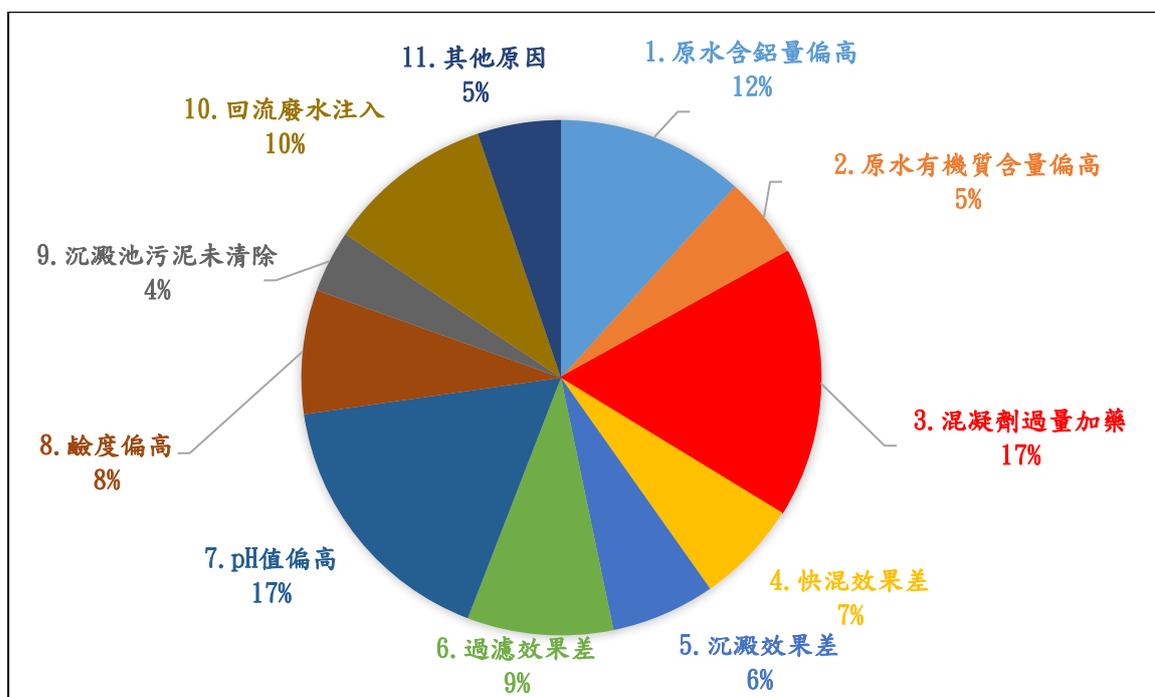


圖 4.2-8 採取搭配使用不含鋁鹽混凝劑可能原因分析圖

4.3 改善結果追蹤

各區處經過數年的努力，清水鋁是否皆已改善完成，是本次研究納入 PDCA 之”C”(check)之成效確認，將近一年(2017.01~2018.04)內符合台水自訂內控標準值之清水鋁以<0.1 mg/L(表 4.3-1)，0.1~0.16 mg/L(表 4.3-2)，>0.16 mg/L(表 4.3-3)區分，其分布狀況如圖 4.3-1。

再將超出台水自訂內控標準值次數區分：0 次稱為「穩定符合標準」(表 4.3-4)；1 次稱為「呈現動態不穩定」(表 4.3-5)；2 次以上稱為「偶有超出台水自訂內控標準值之虞」(表 4.3-6)，依區處區分則如

圖 4.3-2。

另改善完成之淨水場超內控原因及採行之改善策略如表 4.3-7 (同淨水場可能具複數之原因或策略)，其中超內控原因屬原水含鋁偏高約佔 20.3%，採行的改善策略以提高濁度去除效率(25.0%)及搭配使用不含鋁鹽混凝劑(35.0%)為主。超內控原因屬混凝劑過量加藥約佔 29.3%，採行的改善策略以最適化混凝條件(58.8%)及搭配使用不含鋁鹽混凝劑(47.1%)為主。超內控原因屬 pH 值偏高約佔 24.6%，採行的改善策略以搭配使用不含鋁鹽混凝劑(66.7%)為主。

4.3.1 改善後清水鋁分布狀況

一、改善後清水鋁含量<0.1 mg/L(35 場)：

表 4.3-1 改善後清水鋁含量<0.1 mg/L 之淨水場

區處	淨水場	數量
一區	坪*	1
四區	新*、明*	2
五區	水*、拔*腳、北*第二、古*、新*、大*第一、石*、竹*、觸*、平*、林*、虎*、埤*頭、番*、褒*、公*、水*、新*、蘭*	19
六區	潭*、白*	2
七區	翁*園、寶*、屏*、多*	4
九區	富*	1
十區	*溪、利*、紅*、水*、成*、紅*	6
合計		35

二、改善後清水鋁含量 0.1~0.16 mg/L(25 場)：

表 4.3-2 改善後清水鋁含量 0.1~0.16 mg/L 之淨水場

區處	淨水場	數量
一區	平*、石*、貢*、興*、六*、安*、林*	7
二區	平*、石*、*湍、*溪、復*、龍*	6
三區	東*、水*	2
四區	人*	1
五區	西*	1
六區	楠*、鏡*、南*、烏*頭、山*	5
七區	木*	1
九區	新*	1
十二區	板*	1
合計		25

三、改善後清水鋁含量仍有>0.16 mg/L(33 場)：

表 4.3-3 改善後清水鋁含量仍有>0.16 mg/L 之淨水場

區處	淨水場	數量
一區	老*、中*、暖*、員*	4
三區	新*、關*、南*、明*、湍*、新*第一、新*第二、寶*	8
四區	水*、信*、集*、羅*、鹿*、慶*、慶*、嘉*、嘉*第二、大*頂、大*尾、豐*第一、豐*第二、鯉*潭	14
七區	路*、牡*、坪*、琉*、六*、甲*、澄*湖	7
合計		33

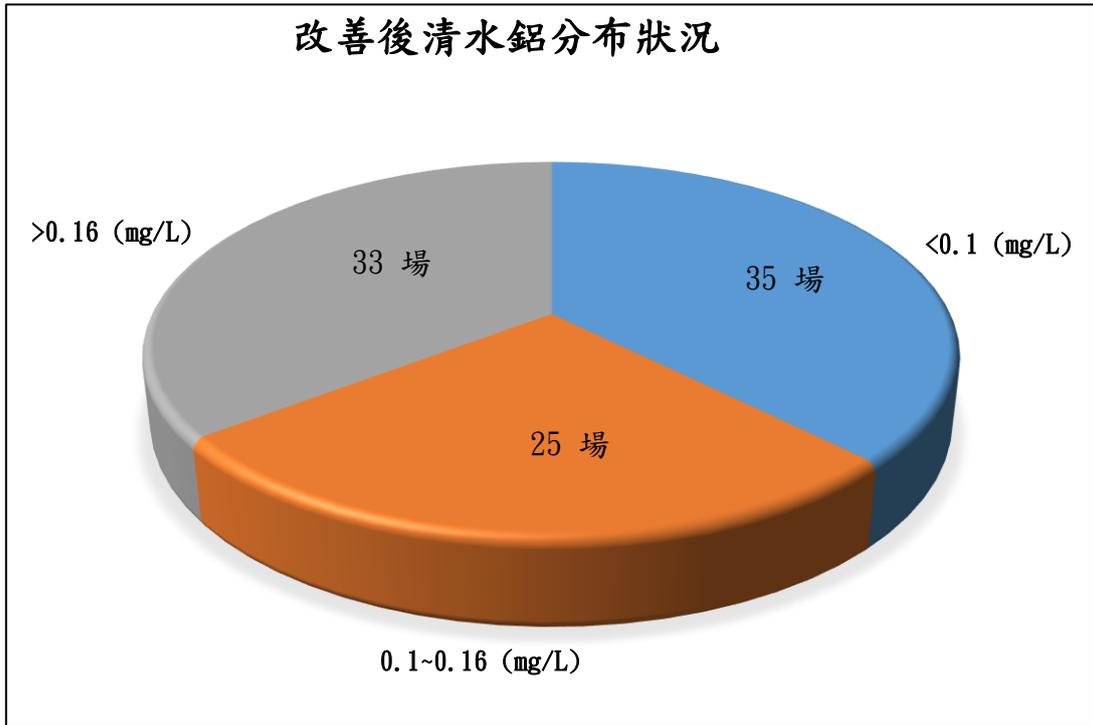


圖 4.3-1 改善後清水鋁分布狀況

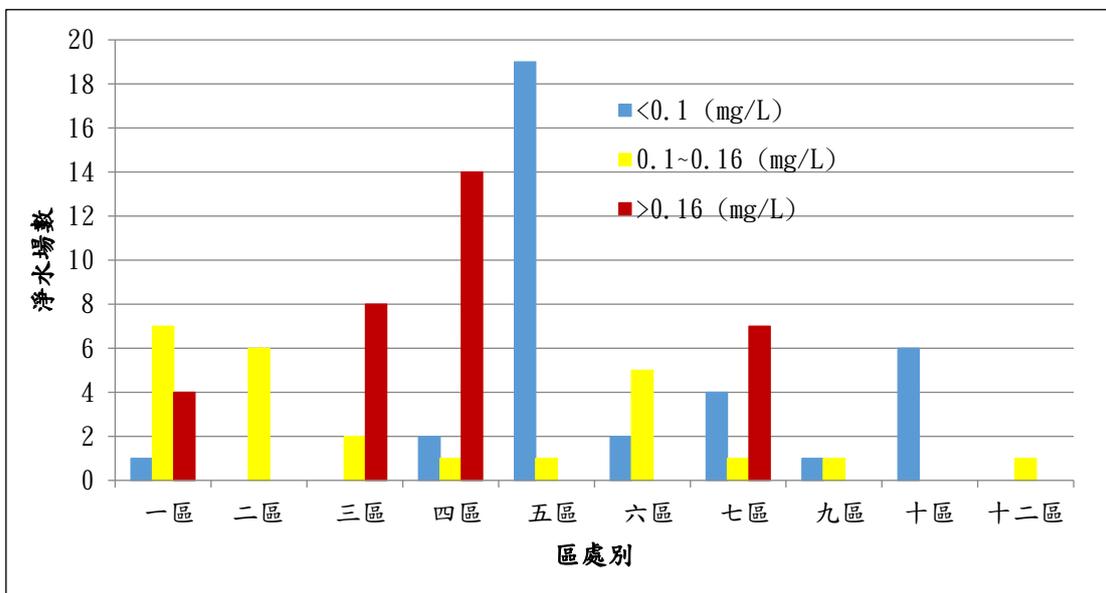


圖 4.3-2 改善後清水鋁分布狀況(區處別)

4.3.2 清水鋁穩定性分析

一、鋁穩定符合標準(60場)：

表 4.3-4 鋁穩定符合標準淨水場

區處	淨水場	數量
一區	貢*、石*、坪*、平*、安*、六*、興*、林*	8
二區	*溪、復*、龍*、石*、平*、*湍	6
三區	東*、水*	2
四區	人*、新*、明*	3
五區	新*、蘭*、公*、水*、西*、林*、埤*頭、水*、拔* 腳、大*第一、虎*、平*、番*、褒*、新*、古*、竹 *、觸*、石*、北*第二	20
六區	鏡*、楠*、潭*、山*、南*、烏*頭、白*	7
七區	翁*園、木*、多*、屏*、寶*	5
九區	新*、富*	2
十區	*溪、紅*、成*、水*、利*、紅*	6
十二區	板*	1
合計		60

二、鉛呈現動態不穩定狀況 (14 場):(超出台水自定內控標準值 1 次)

表 4.3-5 鉛呈現動態不穩定狀況淨水場

區處	淨水場	數量
一區	員*、老*、暖*、中*	4
三區	南*、明*、新*第二	3
四區	嘉*第二、鹿*、信*、慶*、大*頂、鯉*潭	6
七區	六*	1
合計		14

三、鉛偶有超過台水自訂內控標準值之虞(19 場):(超出台水自定內控標準值 2 次以上)

表 4.3-6 鉛偶有超過台水自訂內控標準值之虞淨水場

區處	淨水場	數量
三區	湳*、新*、關*、新*第一、寶*	5
四區	嘉*、慶*、水*、羅*、集*、大*尾、豐*第一、豐*第二	8
七區	甲*、琉*、路*、澄*湖、坪*、牡*	6
合計		19

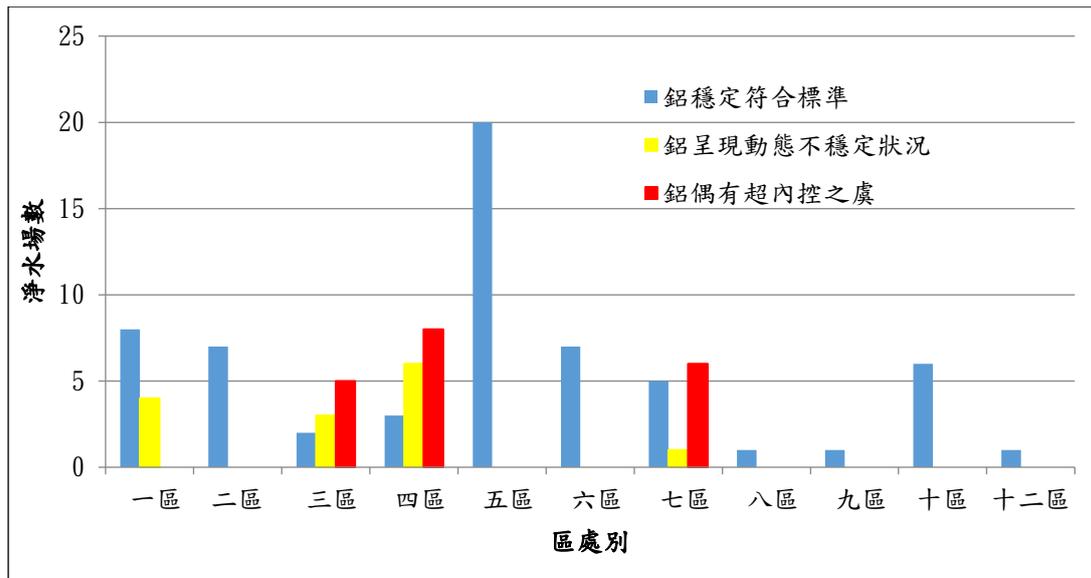


圖 4.3-3 改善後各區處清水鋁現況

表 4.3-7 改善完成淨水場超內控原因及採行之改善策略

超內控原因 (占比)	改善策略			
	最適化混凝 條件	調整 pH 值	提高濁度去 除效率	搭配使用不 含鋁鹽混凝 劑
1.原水含鋁 量偏高 (20.3%)	13.3%	5.0%	25.0%	35.0%
2.原水有機 質含量高 (1.7%)	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
3.混凝劑過 量加藥 (29.3%)	58.8%	11.8%	41.2%	47.1%
4.快混效果 差(2.4%)	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
5.沉澱效果 差(2.2%)	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
6.過濾效果 差(12.5%)	71.4%	0.0%	85.7%	0.0%
7.pH 值偏 高(24.6%)	40.0%	13.3%	33.3%	66.7%
8.鹼度高 (2.2%)	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
9.沉澱池污 泥未清除 (5.0%)	50.0%	25.0%	100.0%	25.0%
10.回流廢 水注入 (11.8%)	16.7%	16.7%	16.7%	16.7%
11.不明原 因(11.1%)	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

4.3.3 綜合分析

經過長達八年的列管追蹤改善，包含法規實施前的調查、列管、改善及法規實施後繼續列管、追蹤、改善、再追蹤，台水公司曾經受列管清水鋁含量的淨水場，由原本十個區處有超過台水自訂內控標準值之淨水場，最後僅剩四個區處仍有淨水場呈現動態不穩定之情形，其中三個區處淨水場偶有超過台水自訂內控標準值之虞。

從改善策略來看，以第二區處(原水 pH 值及鹼度低，以顆粒鋁為主)提高濁度去除效果及搭配最適混凝條件、設備改善，第五區處、第六區處(原水 pH 值及鹼度高，溶解鋁高)搭配使用不含鋁鹽混凝劑具顯著效果。而第一區處、第三區處、第四區處、第七區處(原水濁度變化大、pH 值不穩定)較常採用最適混凝條件或提高濁度去除效果，可能採用策略及操作方式仍須調整，至今尚未完全解決鋁的問題。

4.4 淨水場鋁含量控制改善檢討-現場訪談

4.4.1 選定訪談淨水場

依據書面調查結果，執行改善後，統計近一年(2017年1月至2018年4月)清水鋁含量，發現一、三、四、第七區處仍有超出台水自訂內控標準值之虞之淨水場，挑選其中具代表性之幾座進行訪談，挑選結果如下：

- 一、提高濁度去除效果：慶*、坪*。
- 二、降低 pH 值：寶*、牡*、水*、員*。
- 三、搭配使用不含鋁鹽混凝劑：新*第一、新*第二、集*、豐*第一、豐*第二。
- 四、石*：新北市環保局於 2016 年 8 月 3 日派員至台水公司第一區管理處石*淨水場稽查，採集清水樣品，檢測結果濁度 5.5 NTU(最大限值 2.0 NTU)、總鋁 0.458 mg/L(最大限值 0.3 mg/L)，未符合飲用水水質標準，故將本場列為訪談對象。
- 五、員*：新北市環保局於 2018 年 6 月 6 日派員至台水公司第一區管理處員*淨水場稽查，採集清水樣品，檢測結果總鋁 0.35 mg/L(最大限值 0.3 mg/L)，未符合飲用水水質標準，故將本場列為訪談對象。

4.4.2 豐*第一淨水場

一、背景資料

豐*給水廠豐*第一淨水場水源來自大甲溪石岡壩，分為三期陸續建設，於 1977 年 2 月間至 1985 年 3 月間完工運轉，目前一、二、三期合計設計處理水量 40 萬 CMD。供水範圍包括台中市，及支援彰化市地區之用水，並與鯉*潭給水廠共同聯合調配大台中地區用水，為中部地區主要淨水場之一。

二、水質資料

本場平常原水濁度介於 2~150 NTU；鋁介於 0.289~3.66 mg/L；pH 值介於 7.35~8.39；鹼度介於 68.1~91.5 mg/L(表 4.4-1)。歷年清水鋁於 2014 年 11 月曾有一筆超出 0.3 mg/L，惟當時的飲用水水質標準為 0.4 mg/L，自 2015 年 7 月 0.3 mg/L 標準實施後，尚無不合格紀錄，但超出台水自訂內控標準值標準次數仍多(圖 4.4-1)，近一年檢測值則曾有超出台水自訂內控標準值(圖 4.4-2)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-3)，另清水鋁超出內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-1 豐*第一淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	鋁(mg/L)	pH 值	鹼度 (mg/L as CaCO ₃)
原水	0.2~150	0.289~3.66	7.35~8.39	68.1~91.5
清水 (去除率)	0.2~1.2 (83~99%)	0.0801~0.289	7.36~8.02	61.2~88.6

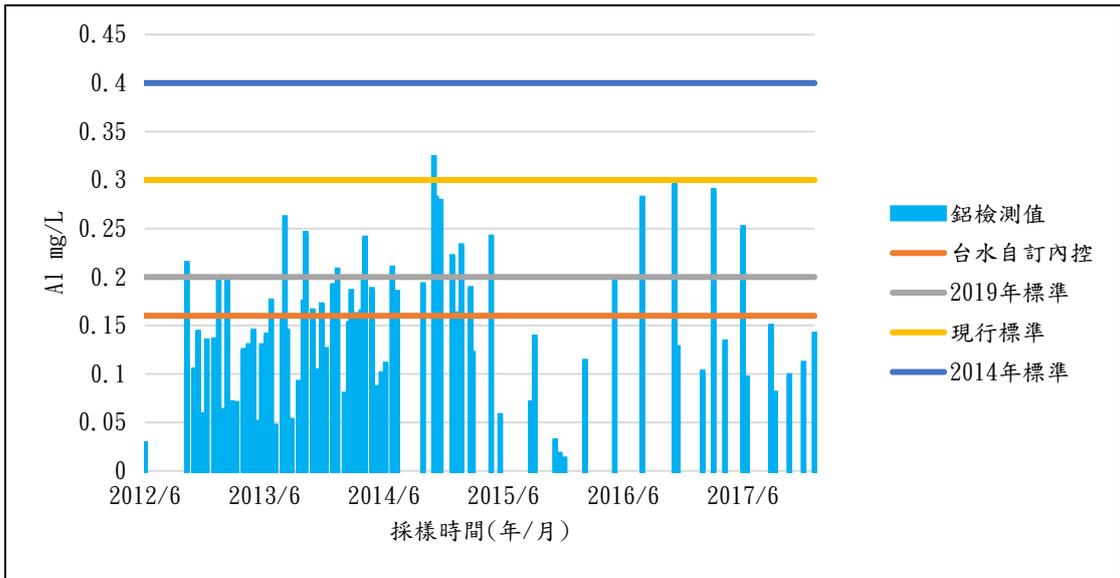


圖 4.4-1 豐*第一淨水場歷年清水鋁檢測數值

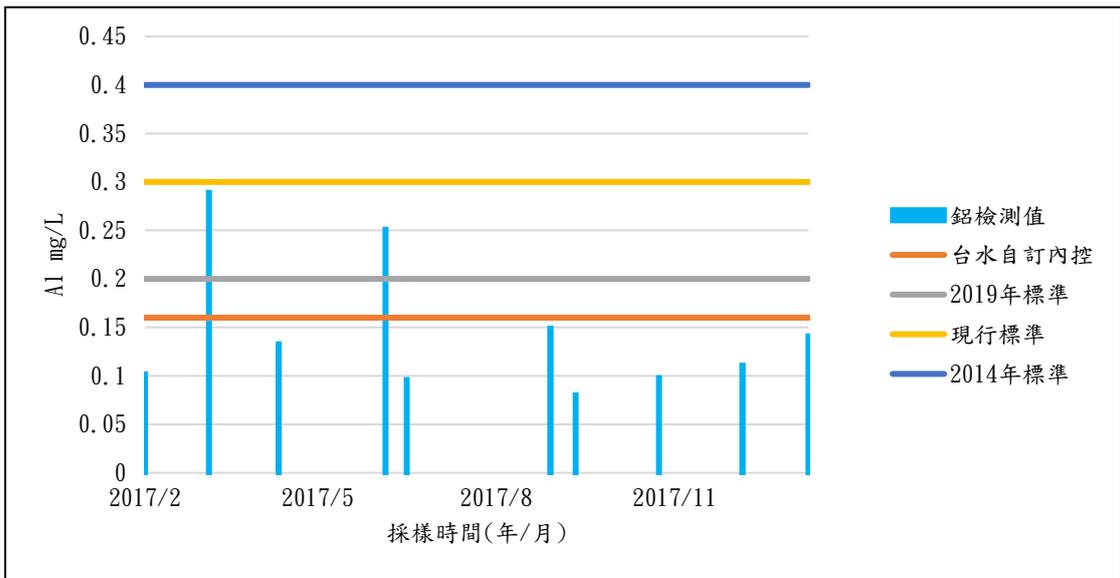


圖 4.4-2 豐*第一淨水場近一年清水鋁檢測數值

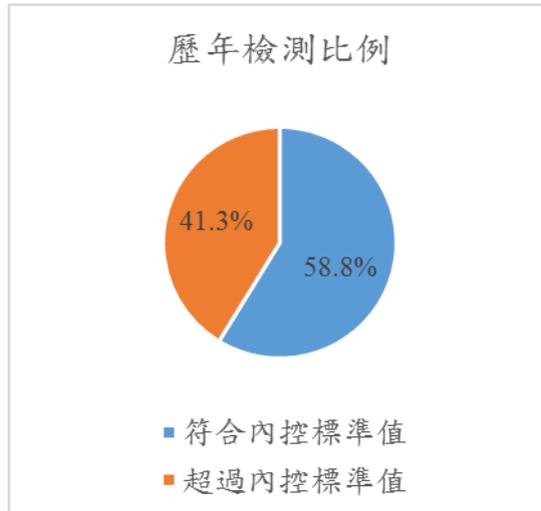


圖 4.4-3 豐*第一淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序：

處理程序(圖 4.4-4)，原水經快混、水躍、沉砂、膠凝、沉澱、快濾(濾床使用現況如表 4.4-2)至清水池。

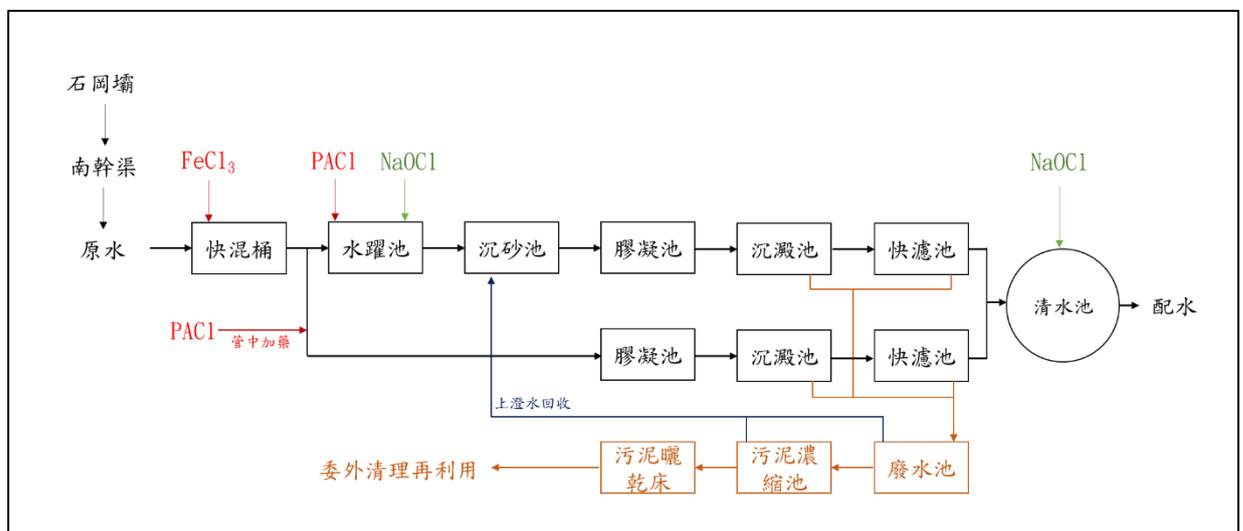


圖 4.4-4 豐*第一淨水場淨水流程

表 4.4-2 豐*第一淨水場濾床使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
一期濾池	石英砂	0.55±0.05	60cm	<1.5	177m/日
	8.4 (m)長 × 8.4 (m)寬 × 4 (m)有效深，共 8 池				
二期濾池	石英砂	0.55±0.05	60cm	<1.5	177m/日
	8.4 (m)長 × 8.4 (m)寬 × 4 (m)有效深，共 8 池				
三期濾池	石英砂	0.9-1.0	100cm	<1.55	179m/日
	17.4 (m)長 × 8 (m)寬 × 4 (m)有效深，共 8 池				

四、清水鋁超出內控原因及因應對策

(一) 超出內控原因：原水含鋁量偏高、快混效果差、沉澱效果差、過濾效果差、pH 值偏高、鹼度高，且部分淨水設備清淤不足，出水量較大，在原水濁度較低時，PACl 無法與水中顆粒充份接觸，造成清水鋁超出台水自訂內控標準值。

(二) 因應對策

1. 加強淨水操作。
2. 由該場自行研究建議，以氯化鐵+PACl 之加藥模式，並採三段加藥，第一段先加氯化鐵，第二、三段都加 PACl，對降低清水殘餘鋁的效果最佳。
3. 目前該場正規畫低濁原水時以氯化鐵混和 PACl 作為混凝劑，以避免清水鋁超出台水自訂內控標準值。

五、問題及討論

(一) 面臨問題：豐*第一淨水場原水汛期含砂量大，造成快混、膠羽及刮泥設備損耗率極大，致低濁時期亟需使用時妥善率偏低。一場初沉池容量不足，原水濁度變化大，加藥不易。

(二) 改善建議：

1. 豐*第一淨水場清淤及淨水設備維護作業需循序加強進行，或另行設計改善，維持各設備良率，以容許降低加藥量。(持續加強進行淨水處理設備維護改善)
2. 保持警覺性隨原水濁度立即調整改變加藥量。
3. 淨水設備改善計畫包含：淨水設備更新汰換改善工程(增加 10 萬 m³)。

六、初步結論

- (一) 豐*第一淨水場原水水質變化較大且肩負沉重出水壓力，採用氯化鐵/聚氯化鋁雙加藥系統可能加重操作上的困難度，請豐*廠應建立完備加藥曲線及因應異常水質之策略供操作人員參考。
- (二) 豐*第一淨水場目前改用氯化鐵/聚氯化鋁雙加藥系統，請豐*廠參考其他使用氯化鐵之區處經驗，加強監控鐵系混凝劑可能衍生之後續問題，如鐵鏽味、紅水及淨水設備維護等問題，以降低出水風險。
- (三) 為降低顆粒鋁，依文獻請豐*第一淨水場勉力降低清水濁度至 0.2 NTU。

4.4.3 豐*第二淨水場

一、背景資料

豐*給水廠豐*第二淨水場水源來自大甲溪石岡壩，分為二期興建，於民國 1992 年 7 月間至 1997 年 7 月間完工，合計設計處理水量 60 萬 CMD。供水範圍包括台中市，及支援彰化市地區之用水，並與鯉*潭給水廠共同聯合調配大台中地區用水，為中部地區主要淨水場之一。

二、水質資料

本場平常原水濁度介於 2.6~190 NTU；鋁介於 0.0225~4.84 mg/L；pH 值介於 7.24~8.49；鹼度介於 60.9~95.4 mg/L (表 4.4-3)。歷年清水鋁 2015 年以前均符合當時的飲用水水質標準 0.4 mg/L，自 2015 年 7 月 0.3mg/L 標準實施後，尚無不合格紀錄，但超出台水自訂內控標準值標準次數仍多(圖 4.4-5)，2017 年有數次超出台水自訂內控標準值標準(圖 4.4-6)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-7)，另清水鋁超出內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-3 豐*第二淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	鋁(mg/L)	pH 值	鹼度 (mg/L as CaCO ₃)
原水	2.6~190	0.0225~4.84	7.24~8.49	60.9~95.4
清水 (去除率)	0.25~1.5 (82~99%)	0.0311~0.296	7.10~8.00	64.2~91.5

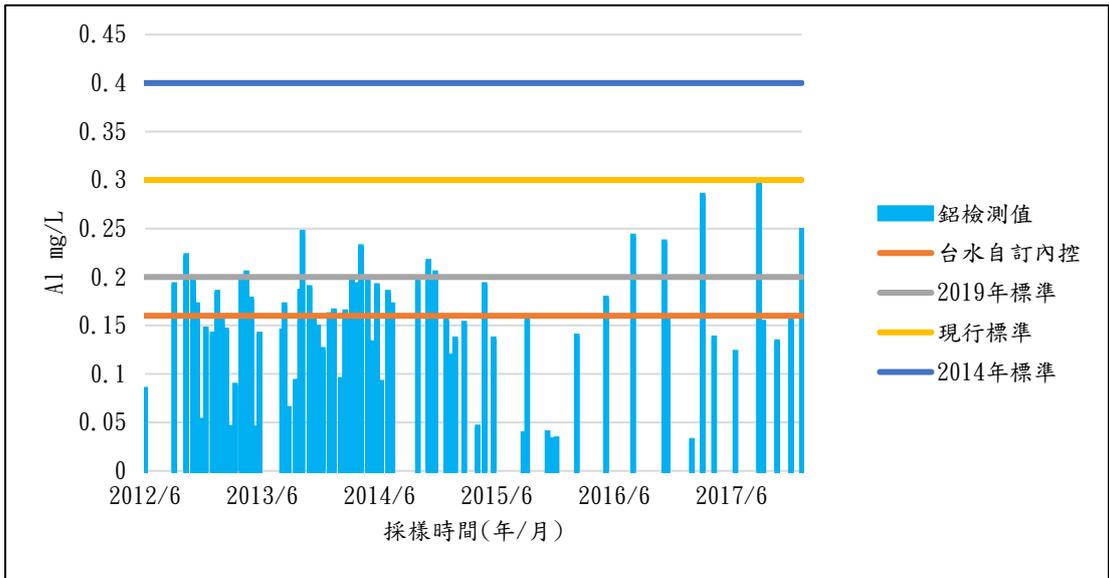


圖 4.4-5 豐*第二淨水場歷年清水鋁檢測數值

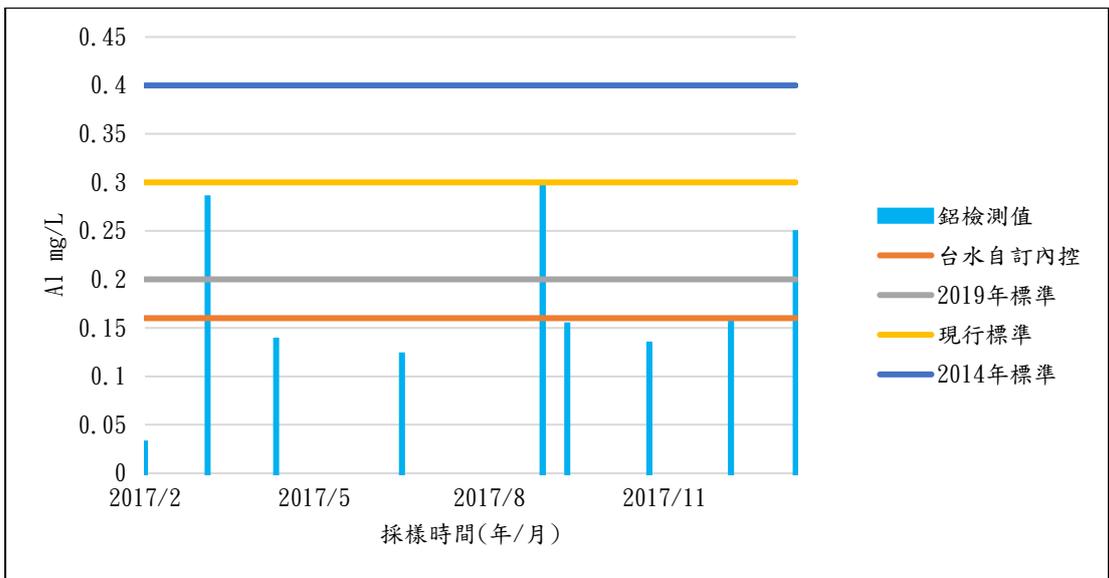


圖 4.4-6 豐*第二淨水場近一年清水鋁檢測數值

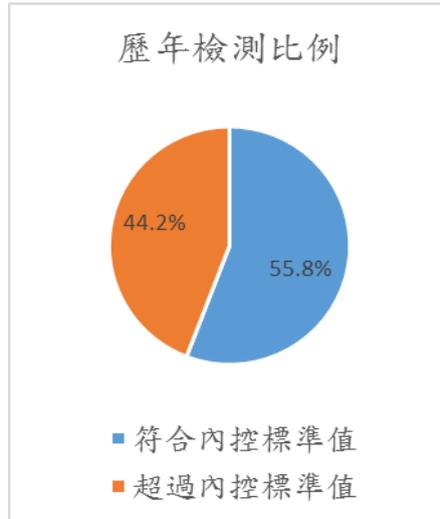


圖 4.4-7 豐*第二淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序：

傳統處理程序(圖 4.4-8)，原水經快混、膠凝、沉澱、快濾(濾床使用現況如表 4.4-4)至清水池。

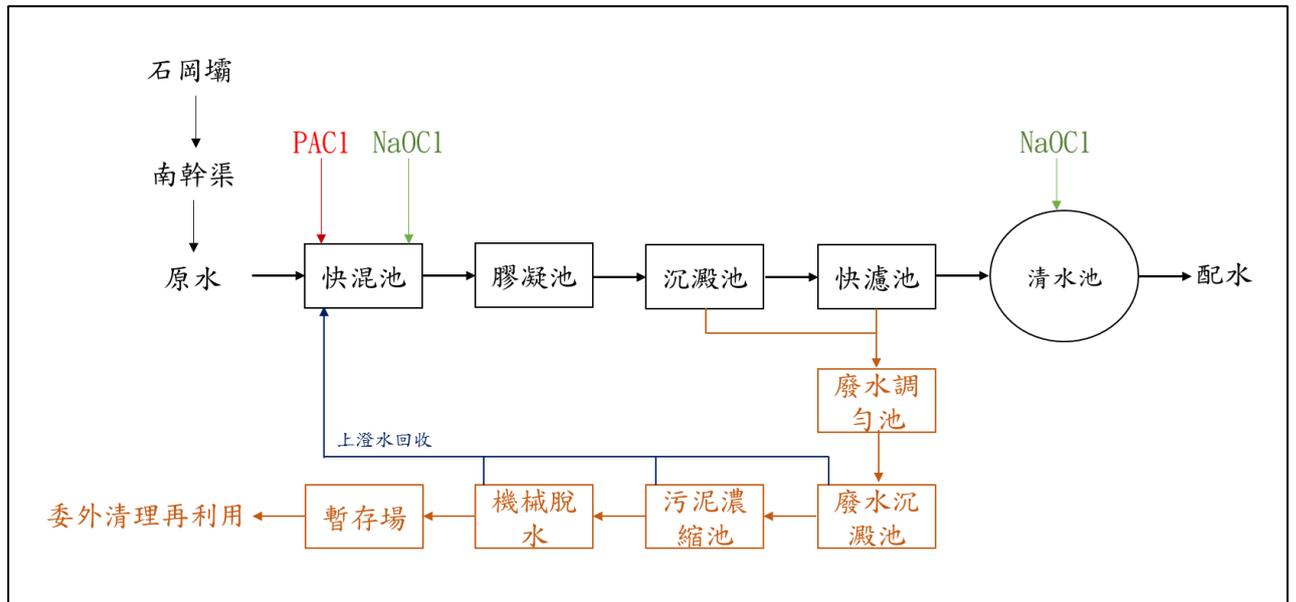


圖 4.4-8 豐*第二淨水場淨水流程

表 4.4-4 豐*第二淨水場濾床使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
一期濾池	石英砂	0.8±0.5	120cm	<1.55	181
	14.4 (m)長 × 2*4.8 (m)寬 × 4.1 (m)有效深，共 8 池				
二期濾池	石英砂	0.8±0.5	90cm	<1.5	239
	13.6 (m)長 × 2*6 (m)寬 × 4.0 (m)有效深，共 16 池				

四、清水鋁超出台水自訂內控標準值原因及因應對策

豐*第二淨水場目前正積極比照一場加藥方式，改為氯化鐵+PACl 加藥，淨水設備更新汰換改善工程(增加 10 萬 m³，已於 2018 年一月完成)、二場一期淨水設備改善(預計 2018 年底陸續完成)及新建 45 萬 m³ 初沉池(2018 年底完成)，俟相關改善案完成再行驗證。將續辦理各項改善工作。並加速辦理二場氯化鐵加藥設備更新案，以因應 2019 年 7 月鋁標準(0.20 mg/L)之管制。

五、問題及討論

(一) 面臨問題：豐*第二淨水場出水量較大且原水濁度變化大，淨水設備超載處理，於原水濁度較低時，PACl 無法與水中顆粒充分接觸，且原水濁度高低不定，造成加藥量控制不易。

(二) 改善建議：

1. 一期淨水設備改善(預計 2018 年底陸續完成)及新建 45 萬 m³ 初沉池(2018 年底完成)，俟相關改善案完成再行驗證。
2. 目前二場著手設計氯化鐵加藥設備，2018 年 6 月完成設計後，

成立預算發包改善鋁含量問題。

六、初步結論

- (一) 於豐*第二淨水場淨水設備改善工程完成前，應加強操作以降低鋁及濁度超出台水自訂內控標準值之風險。
- (二) 豐*第二淨水場淨水設備改善工程請依期程辦理。
- (三) 為降低顆粒鋁，依文獻請豐*第二淨水場勉力降低清水濁度至 0.2 NTU。

4.4.4 集*淨水場

一、背景資料

長久以來大南投地區地下水源不足，為足量供應用水，故規劃興建本淨水場，本場供水區域用戶達 10 萬戶，為了提高供水效能、降低淨水成本，解決竹山、名間、南投等地區地下水含硝酸鹽氮問題，確保縣內西南部地區公共用水穩定及提昇供水品質，同時改善部分地區水壓不足的問題，藉由台電鉅工電廠發電所發電放出之水量，加以處理，提供大南投地區及改善竹山、南投、草屯地區用水。

本場位於集集鎮內，於 2002 年 9 月間完工，水源取自日*潭水力發電尾水，從位於水里鄉的鉅工電廠出水口設置抽水井，通過長達 8 公里的輸水管，將水源引入淨水場處理後，再行供水。

二、水質資料

本場平常原水濁度介於 0.4~5.2 NTU；鋁介於 0.0196~2.13 mg/L；pH 值介於 7.44~8.32；鹼度介於 114~135 mg/L(表 4.4-5)，歷年清水鋁均符合飲用水水質標準，尚無不合格紀錄，但超出台水自訂內控標準值標準次數仍多(圖 4.4-9)，近一年檢測值則有二次超出台水自訂內控標準值情形(圖 4.4-10)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-11)，另清水鋁超出內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-5 集*淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	鋁(mg/L)	pH 值	鹼度 (mg/L as CaCO ₃)
原水	1.0~5.2	0.0196~2.13	7.44~8.32	114~135
清水 (去除率)	0.45~0.70 (68~88%)	0.0851~0.214	7.31~8.4	109~134

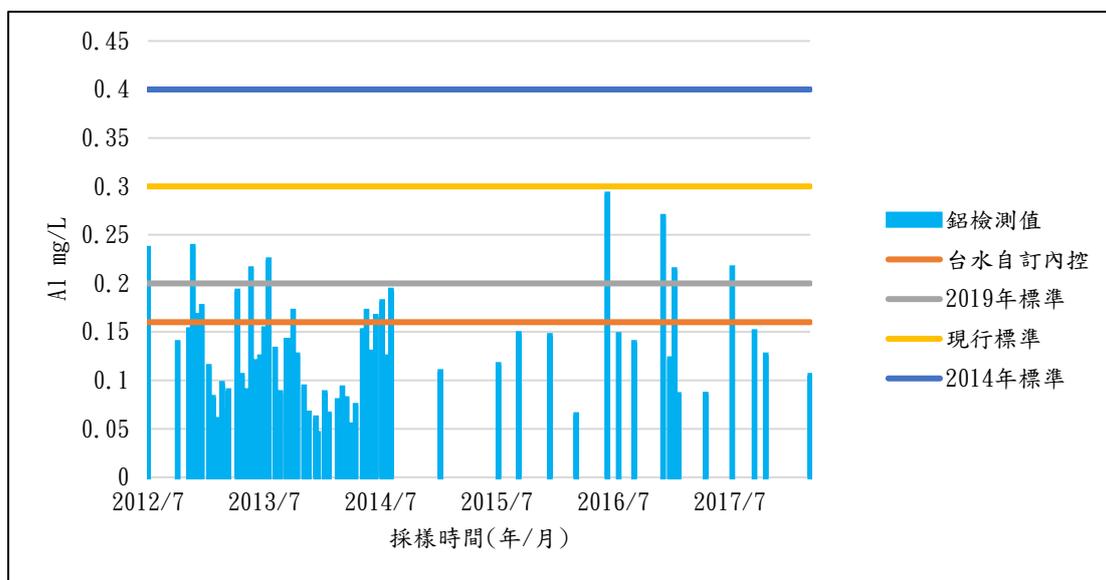


圖 4.4-9 集*淨水場歷年清水鋁檢測數值

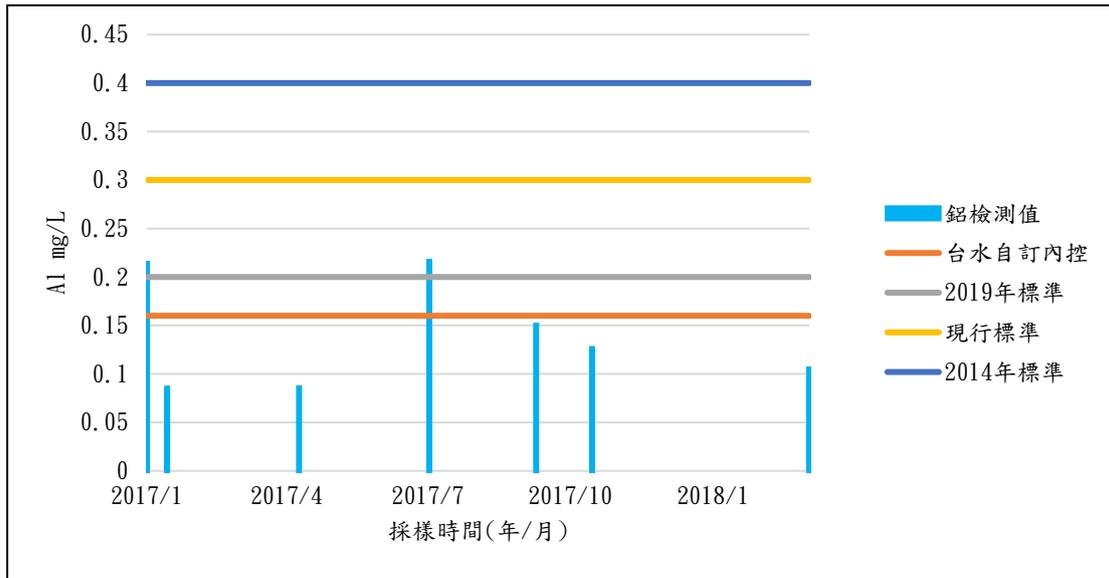


圖 4.4-10 集*淨水場近一年清水鋁檢測數值

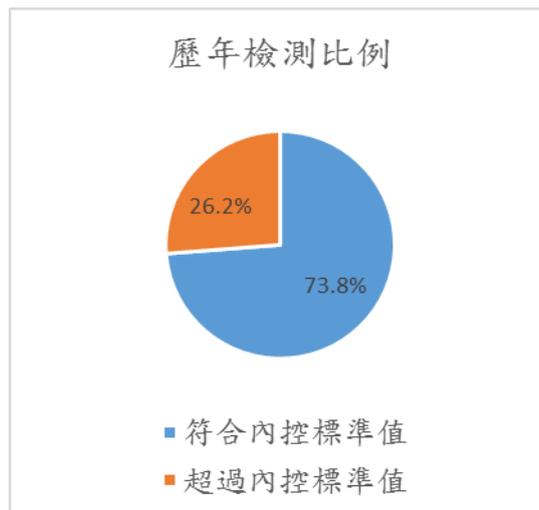


圖 4.4-11 集*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序：

傳統處理程序(圖 4.4-12)，原水經水躍、膠羽、沉澱、快濾(濾床使用現況如表 4.4-6)至清水池。

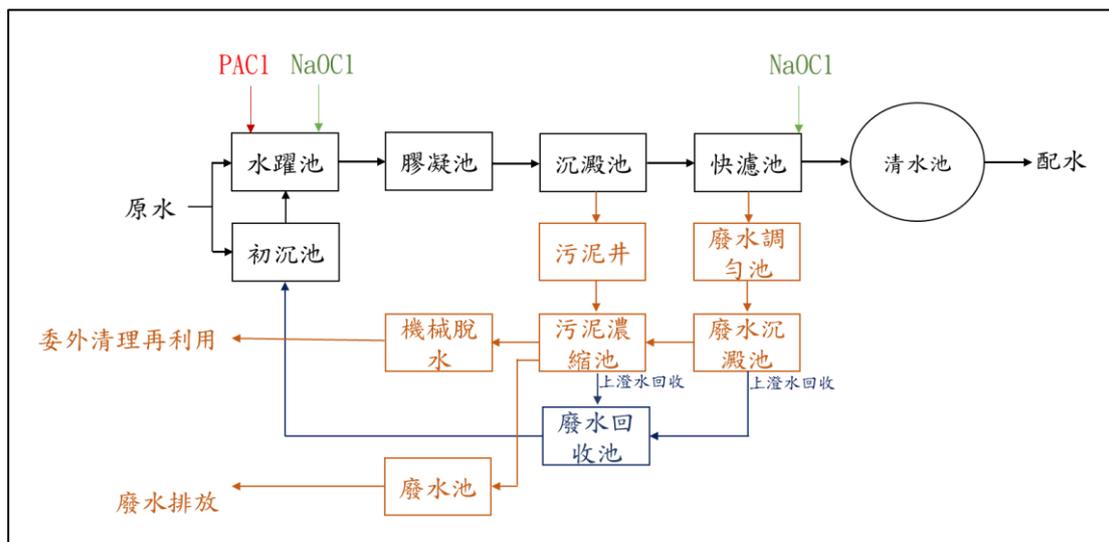


圖 4.4-12 集*淨水場淨水流程及單元

表 4.4-6 集*淨水場濾床使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
快濾池	濾石	2 ~ 4.5	6	-	300
	濾石	4.5 ~ 9.5	6	-	
	濾石	9.5 ~ 19	8	-	
	濾石	19 ~ 30	10	-	
	濾砂	0.5	60	<1.5	
5.1 (m)長 × 4.8 (m)寬 × 5.9 (m)有效深，共 8 池					

四、清水鋁超出台水自訂內控標準值原因及因應對策

過濾效果差、pH 值偏高、鹼度高，集*淨水場原水屬於低濁原水，為避免 PACl 加藥而導致清水中溶解鋁偏高，因此降低 PACl 加藥量導致淨水效能不佳，使清水濁度(顆粒鋁)上升，造成清水鋁偏高。

五、問題及討論

- (一) 面臨問題：集*淨水場原水屬於低濁原水，為避免 PACl 加藥而導致清水中溶解鋁偏高，因此降低 PACl 加藥量導致淨水效能不佳，使清水濁度(顆粒鋁)上升，造成清水鋁偏高。
- (二) 改善建議：加強淨水操作及控制加藥量,降低濁度以改善水中鋁含量,並規劃更換淨水藥劑(水里所集*淨水場氯化鐵加藥設備等)。
。持續累積水質檢驗及杯瓶試驗結果以更新加藥曲線及加藥作業準則。

六、初步結論：

- (一)本場為符合清水鋁含量小於內控標準，降低含鋁混凝劑加藥量或不加藥劑，造成出水清水濁度大幅升高及鋁偶有超出內控標準的疑慮，建議改善。
- (二)集*淨水場 2018 年 6 月開始將採氯化鐵、聚氯化鋁雙加藥系統，改善鋁含量及濁度等問題，請加強氯化鐵/聚氯化鋁杯瓶試驗。

4.4.5 慶*淨水場

一、背景資料

慶*淨水場水源為石岡壩(大甲溪馬鞍發電廠)後池堰水與本圳河水(本圳從後池堰流約 2 公里貫穿本場)，兩股水混合之原水流入場內經快混後直接過濾，共有 5 口井水可補充清水池水量(5 號井若久無雨則無水，3 號井則水量銳減至不到 6,000 CMD，5 口井總出水量不足 13,000 CMD)，再經加氯消毒後送至用戶目前每日供水約 2,2000~34,000 CMD。

二、水質資料

本場平常原水濁度介於 0.25~5.9 NTU；鋁介於 0.0084~0.9 mg/L；pH 值介於 6.86~7.67；鹼度介於 74.7~87.9 mg/L (表 4.4-7)，歷年清水鋁偶會因原水濁度增高，過濾不佳，而超出台水自訂內控標準值 (圖 4.4-13)，近一年檢測值則有一次超出台水自訂內控標準值情形，經查為原水濁度飆高所致(圖 4.4-14)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-15)，另清水鋁超內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-7 慶*淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	總鋁(mg/L)	pH 值	鹼度 (mg/L as CaCO ₃)
原水	0.25~59	0.0084~0.9	6.86~7.67	74.7~87.9
清水 (去除率)	0.2~1.3 (20~86%)	0.0091~0.431	6.96~7.57	84.6~105

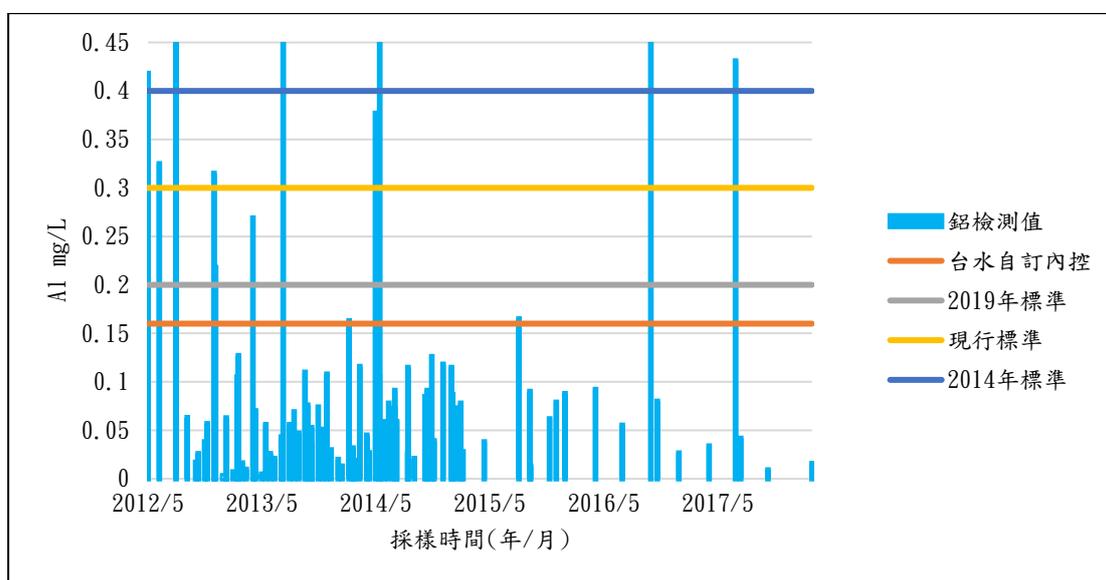


圖 4.4-13 慶*淨水場歷年清水鋁檢測數值

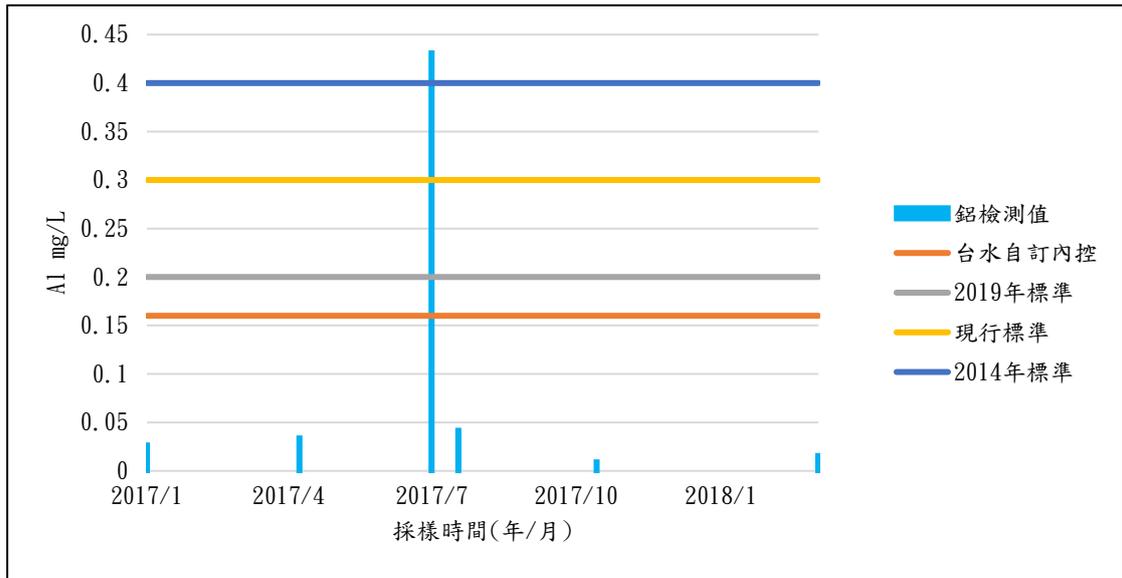


圖 4.4-14 慶*淨水場近一年清水鋁檢測數值

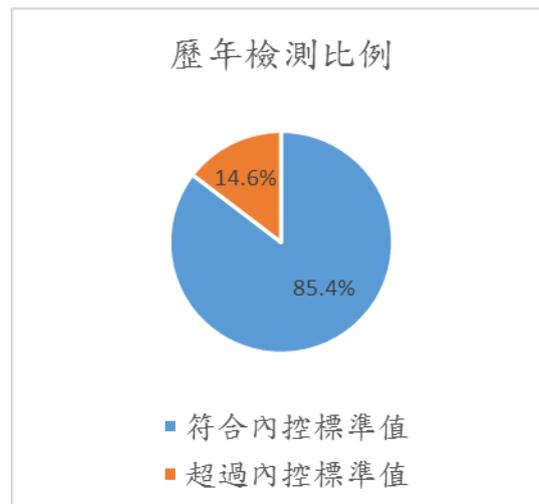


圖 4.4-15 慶*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序：

地下水處理之設計(圖 4.4-16)，原水直接經快濾(濾床使用現況如表 4.4-8)至清水池。

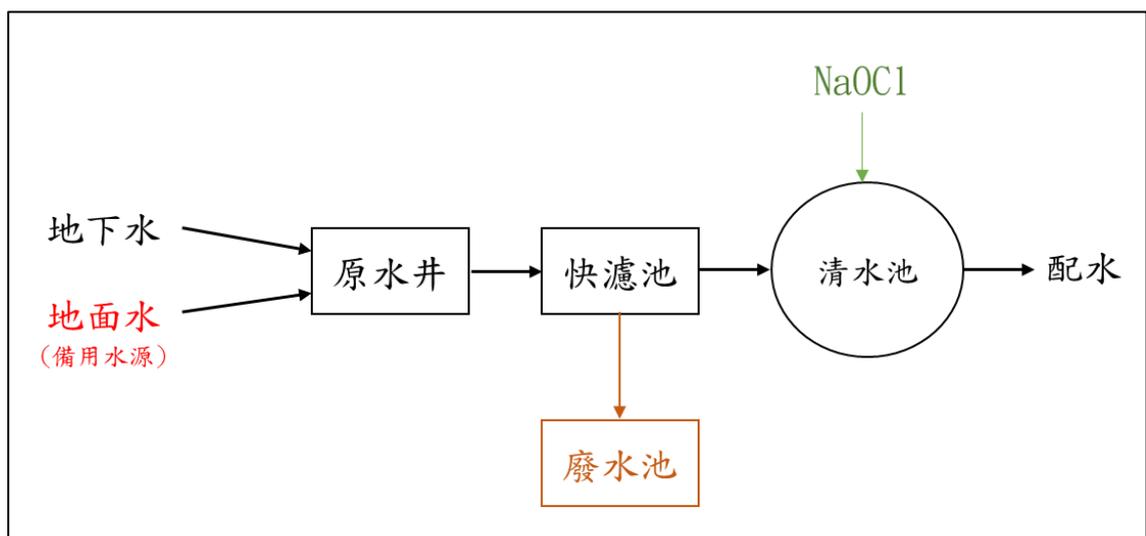


圖 4.4-16 慶*淨水場淨水流程及單元

表 4.4-8 慶*淨水場濾床使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
快濾池	濾砂	0.45	70	<1.5	120
	濾石	2.0	6	<1.5	
	濾石	4.5	6	<1.5	
	濾石	9.5	6.5	<1.5	
	濾石	19.2	51.5	<1.5	
3.5 (m)長 × 3 (m)寬 × 5.1 (m)有效深，共 8 池					

四、清水鋁超出台水自訂內控標準值原因及因應對策

慶*淨水場因原有設計之淨水處理程序僅有快混過濾，未有膠羽沉澱之處理單元，設備容量不足以處理高濁原水(>50 NTU)，因無膠

凝沉澱之處理單元，清水鋁主要來自原水，pH 值介於 6.7~8.5 間，除加強快濾池效能，如不考慮調降 pH 值，僅能於清水池導入井水予以稀釋。

五、問題及討論

- (一) 面臨問題：因淨水場缺乏完善淨水處理程序(如膠凝及沉澱設備)，無法藉由快混及膠凝程序有效去穩定濁度顆粒，形成可沉降之膠羽，加上場內並無設置沉澱池(及膠羽池)，更加重過濾池操作負荷，因此淨水場即使於原水混合井添加 PACl 混凝劑，亦無法有效改善過濾水質，雖然場內操作人員可藉由井水混合過濾水之方式降低清水殘餘鋁量，但面臨井水越來越少之問題，慶*淨水場急需改善場內處理設備功能及擴建新處理設備，未來淨水場供水水質始能符合飲用水水質標準中鋁含量限值。
- (二) 改善建議：因原本水源是使用後池堰的地面水，原水的含鋁量較高，導致清水鋁超出台水自訂內控標準值。至 2016 年 11 月、2017 年 10 月後池堰 2 號、3 號深井陸續啟用後，淨水流程中無使用 PACl，清水鋁超出台水自訂內控標準值情況已有大幅改善。

六、初步結論

- (一) 請慶*場依現有操作模式運行，並加強濁度等相關水質檢驗。
- (二) 請進行慶*場溶解鋁、顆粒鋁之檢驗，以釐清該場鋁來源。
- (三) 請慶*場在不影響正常供水之狀態下，儘可能加強快濾池之功能(例如加強快濾池洗池效果等)，以降低清水水質超標/超出台水自訂內控標準值風險。

- (四) 慶*場目前雖因濁度不高而未加藥混凝，然因應可能之原水高濁度情形，仍應建立混凝劑加藥曲線供操作人員參考。
- (五) 本場 5 號寬口井目前已無水可取，建議評估將該寬口井改鑿深井之可行性，以取用地下水方式增加慶*場水源量，取代目前抽取後池堰地面水水源。
- (六) 如上開增鑿深井抽水量仍不足，需取用地面水補注時，依本場目前快濾池反洗頻率(1 天 2 次)、濾砂更換時間(2014 年)、濾率(約 120 m/day)及反洗過程研判，快濾池反洗效果不佳影響處理效能，建議先行更換濾砂並觀察過濾水質變化。
- (七) 辦理快濾池更換濾砂時，有關濾石層及濾砂之粒徑、厚度等，請區處操作課與慶*淨水場參考原設計資料審慎評估，避免發生漏砂情事。

七、結果追蹤

慶*場於 2018 年 5 月 23 日採混合原水、過濾水、清水之顆粒鋁、溶解鋁分布情形，結果如表 4.4-9 及圖 4.4-17，原水顆粒鋁與地面水摻配比有關，當日顆粒鋁約為溶解鋁之 1.7 倍，過濾後去除顆粒鋁，大部分為溶解鋁，總鋁為 0.06 mg/L，遠低於台水自訂內控標準值。

表 4.4-9 慶*淨水場各單元鋁型態檢驗結果

採樣日期	單元	總鋁 (mg/L)	顆粒鋁 (mg/L)	溶解鋁 (mg/L)
2018.05.23	慶*原水(混合) (後池堰+後池堰 2、3 號井+慶東淺 2、3 號井)	0.1125	0.0704	0.0421
	慶*過濾水	0.0610	0.0115	0.0495
	慶*清水	0.0680	0.0122	0.0558

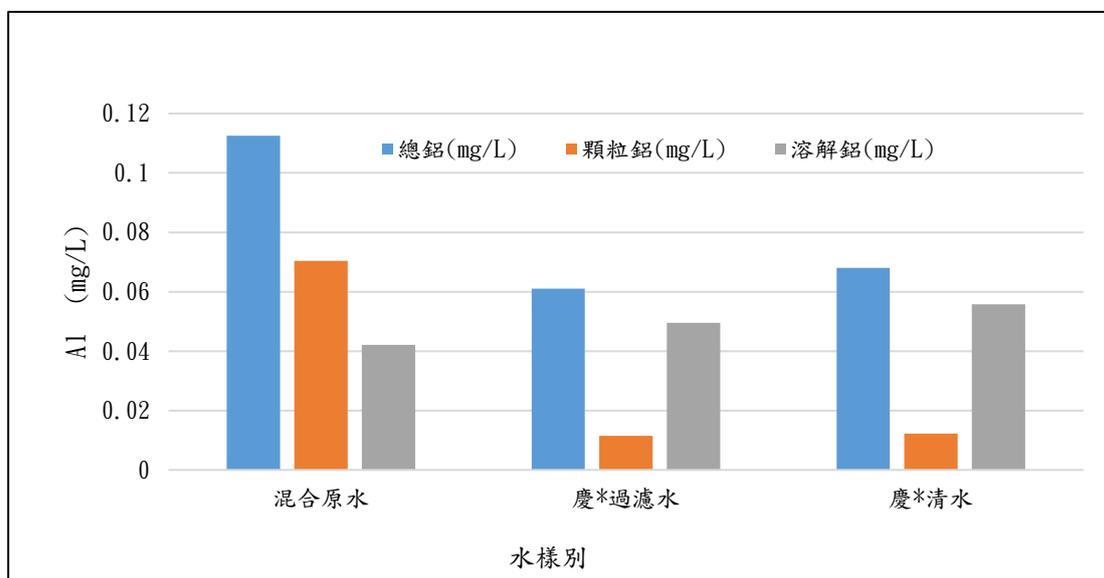


圖 4.4-17 慶*淨水場各單元鋁型態分布圖

4.4.6 牡*淨水場

一、背景資料

牡*淨水場隸屬於台水公司第七區管理處，座落於屏東縣牡丹鄉石門村，水源取自牡*水庫，平均日出水量為 73,000 CMD，分別供應恆春系統 30,000 CMD 滿州系統 2,000 CMD 東港系統 3,000 CMD，供水範圍含牡丹、恆春、滿州、車城、楓港、枋山、獅子、春日、枋寮、新埤、崁頂、南州、佳冬、林邊、東港、新園、及小琉球等十七鄉鎮、管線長度達 149 公里。

淨水場主要水源為牡*水庫，場內使用硫酸鋁為混凝劑，為淨水流程鋁主要來源，淨水流程為混凝、沉澱及過濾，其中次氯酸鈉 (NaOCl) 及硫酸鋁 ($Al_2(SO_4)_3$) 加藥點皆位於分水井，而該場原水 pH 值約 7.5~8.3 偏微鹼性，易使鋁形成溶解態造成清水殘餘鋁問題。

二、水質資料

本場平常原水濁度介於 2.1~28 NTU；鋁介於 0.027~0.810 mg/L；pH 值介於 7.75~8.10；鹼度介於 108~128 mg/L(表 4.4-10)，歷年清水鋁均符合 2015 年 7 月 0.3 mg/L 標準，但超出台水自訂內控標準值標準次數仍多(圖 4.4-18)，近一年檢測值則有四次超出台水自訂內控標準值情形(圖 4.4-19)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-20)，另清水鋁超內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-10 牡*淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	總鋁(mg/L)	pH 值	鹼度 (mg/L as CaCO ₃)
原水	2.1~28	0.027~0.810	7.75~8.10	108~128
清水 (去除率)	0.2~0.4 (81~99%)	0.017~0.282	6.95~8.11	105~134

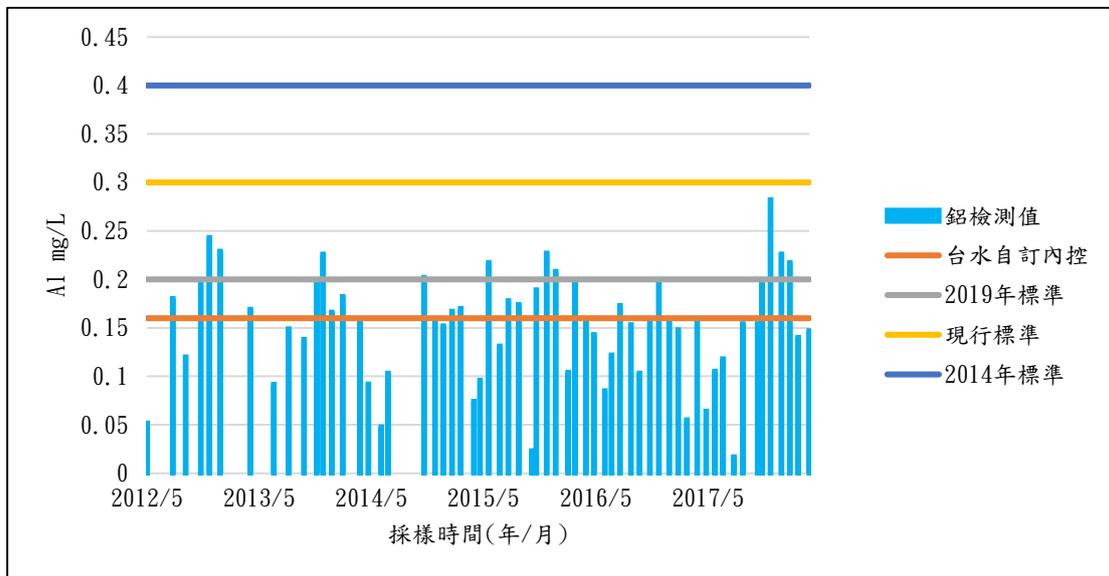


圖 4.4-18 牡*淨水場歷年清水鋁檢測數值

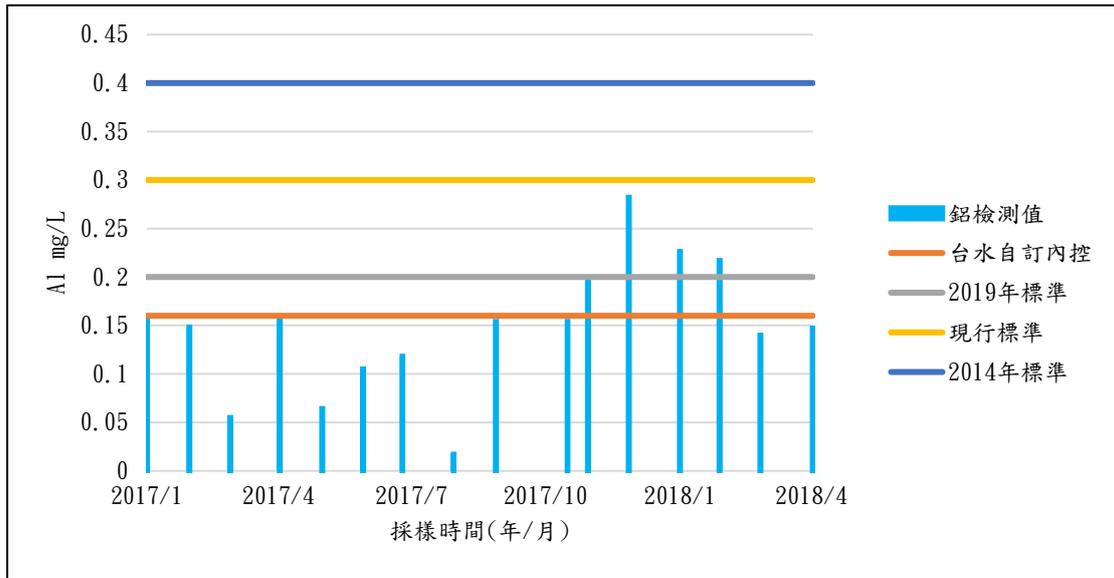


圖 4.4-19 牡*淨水場近一年清水鋁檢測數值

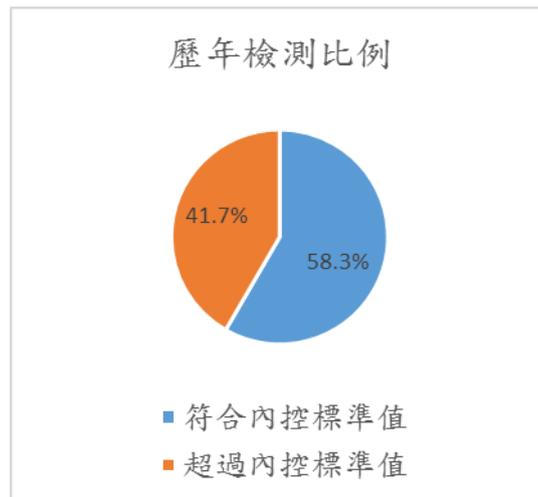


圖 4.4-20 牡*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序：

傳統處理程序(圖 4.4-21)，原水經快混、膠羽、沉澱、快濾(濾床使用現況如表 4.4-11)至清水池。

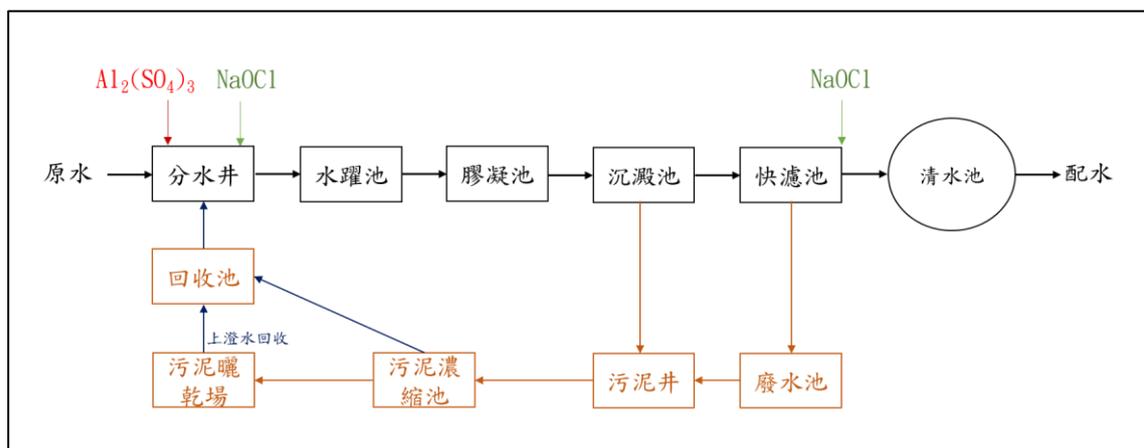


圖 4.4-21 牡*淨水場淨水流程及單元

表 4.4-11 牡*淨水場濾床使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
快濾池	濾石	2~30	15	-	120
	濾砂	0.6-0.7	50	<1.5	
	濾煤	1.0-1.4	25	<1.7	
7.5 (m)長 × 5.8 (m)寬 × 5.5 (m)有效深，共 8 池					

四、清水鋁超出台水自訂內控標準值原因及因應對策

(一) 超內控原因

1. 原水 pH 值 7.5-8.3 偏鹼性(表 4.4-12)，添加硫酸鋁後，易造成溶解鋁之形成。
2. 快濾池匯流顆粒鋁 0.1 mg/L，顯示部分濾池可能處理效果不佳。

表 4.4-12 牡*淨水場淨水流程鋁含量

採樣點	水溫	pH 值	濁度	溶解鋁	顆粒鋁	總鋁
單位	°C	-	NTU	mg/L	mg/L	mg/L
原水	23.0	<u>8.3</u>	7.5	N.D.	0.23	0.23
水躍池後	22.7	8.0	5.3	<u>0.25</u>	0.43	0.68
膠凝池後	24.2	7.9	4.8	0.22	0.58	0.80
沈澱池 1 後	22.9	8.1	4.4	0.17	0.30	0.47
沈澱池 4 後	23.0	8.0	5.3	0.18	0.28	0.46
沈澱池 5 後	23.0	8.0	4.3	0.18	0.34	0.52
沈澱池 8 後	22.9	8.0	3.2	0.20	0.39	0.59
快濾池匯流	23.9	8.1	0.30	0.17	<u>0.10</u>	0.27
清水	22.9	8.1	0.24	0.18	0.08	0.26

(二) 因應對策

1. 調降 pH 值以利顆粒鋁之形成於淨水程序去除。
2. 針對快濾系統進行全面性效能檢視，對於處理效果不佳之濾池予以修復。
3. 改用非鋁系混凝劑，如氯化鐵，以降低清水殘餘鋁含量。

五、問題及討論

(一) 面臨問題

1. 牡*場為綠葉式快濾池，改用氯化鐵可能造成處理負荷問題。
2. 牡*場快濾池之設計結構，短期暫難針對個別濾池進行診斷。而原水 pH 值約 7.5~8.3 偏微鹼性，易使鋁形成溶解態造成清水殘餘鋁問題。

(二)改善建議

1. 進行相關模場及實場調降 pH 值試驗，以評估實場調降 pH 值改善效果。
2. 後續應重新針對快濾系統進行全面性效能檢視，對於處理效果不佳之濾池予以修復。

六、初步結論

- (一)杯瓶試驗結果，於 pH 值 7.0，沉澱上澄液總鋁 0.16 mg/L，溶解鋁 0.07 mg/L，可有效控制於 0.16 mg/L 以下。
- (二)實場調降 pH 值結果(圖 4.4-22 及圖 4.4-23)，調整 pH 值 6.9~7.1，清水總鋁 0.062~0.087 mg/L，可有效降低清水殘餘鋁於 0.16 mg/L 以下，牡*場預計增設永久調降 pH 值設備。
- (三)後續規劃快濾池全面性效能診斷，針對處理效能不佳之濾池予以適當修復以提升顆粒鋁之淨水效果。

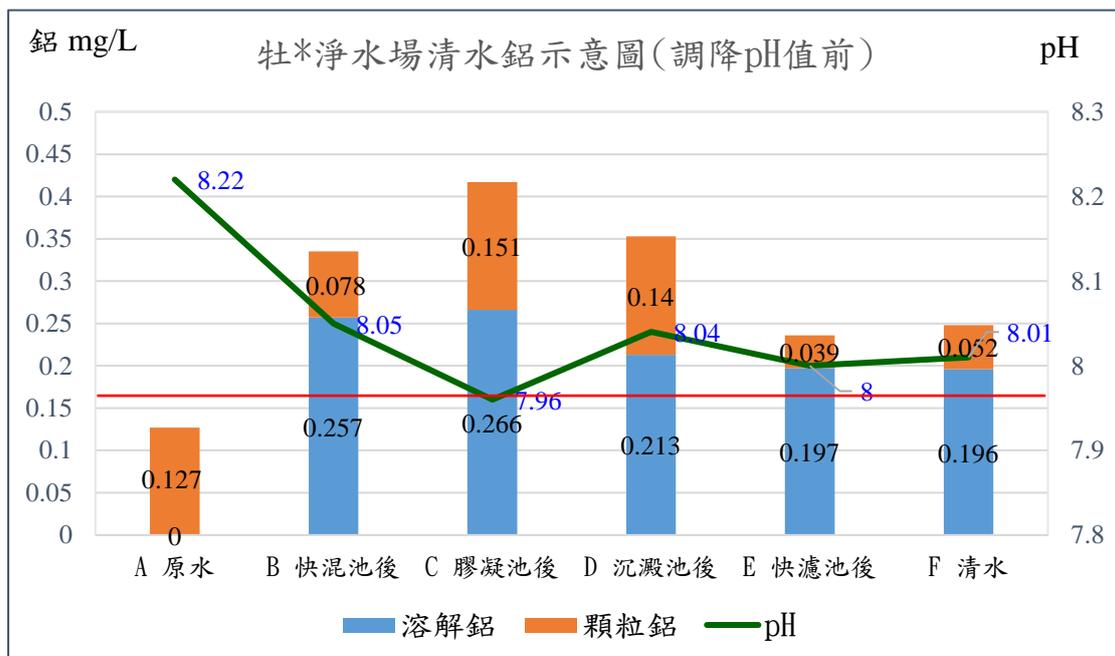


圖 4.4-22 牡*淨水場淨水程序鋁含量(調降 pH 值前)

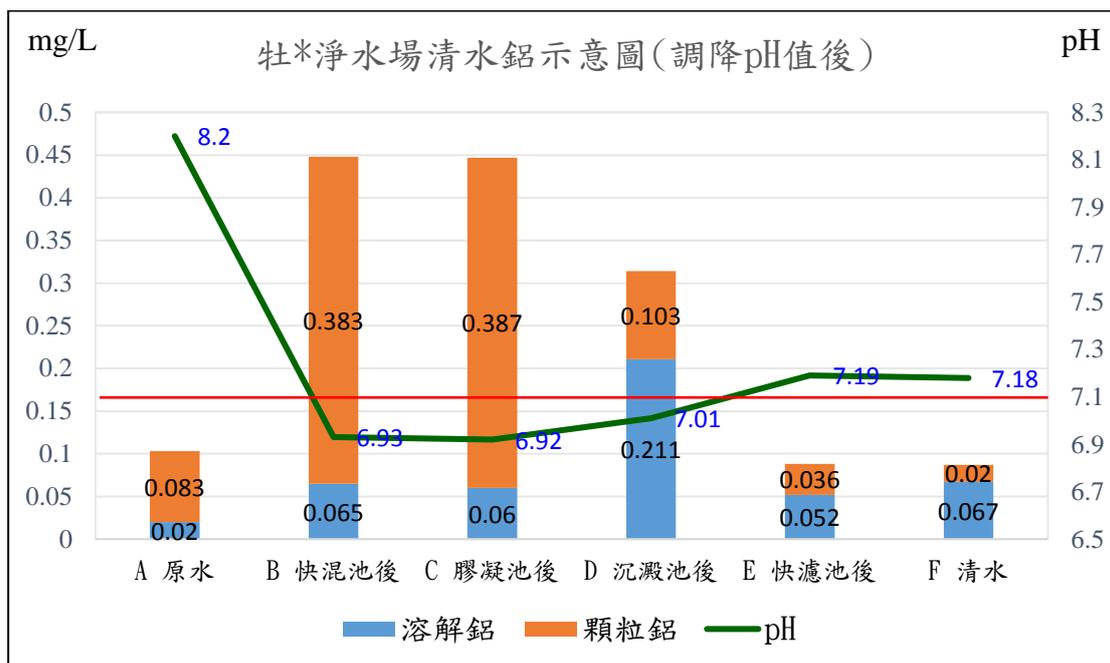


圖 4.4-23 牡*淨水場淨水程序鋁含量(調降 pH 值後)

4.4.7 石*淨水場

一、背景資料

石*淨水場主要水源為河川水，由雙溪口取自景美溪上游(主要)及石碇溪，平日原水濁度 10 NTU 以下，場內淨水流程採混凝沉澱過濾程序，在淨水操作及設備正常運作情況，可將濁度處理在標準內。

二、水質資料

本場平常原水濁度介於 0.8~14 NTU；鋁介於 0.0366~0.501 mg/L；pH 值介於 7.22~7.87；鹼度介於 23.1~45.1 mg/L(表 4.4-13)，歷年清水鋁 2015 年以前均符合當時的飲用水水質標準 0.4 mg/L，自 2015 年 7 月 0.3 mg/L 標準實施後，2016 年 8 月總鋁曾達 0.458 mg/L，超出飲用水水質標準，其餘尚無不合格紀錄，但之前超出台水自訂內控標準值標準次數仍多(圖 4.4-24)，近一年檢測值則無超出台水自訂內控標準值情形(圖 4.4-25)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-26)，另清水鋁超內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-13 石*淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	總鋁(mg/L)	pH 值	鹼度 (mg/L as CaCO ₃)
原水	0.8~14	0.0366~0.501	7.22~7.87	23.1~45.1
清水 (去除率)	0.20~0.5 (75~91%)	0.0639~0.141	7.39~8.07	25~47.2

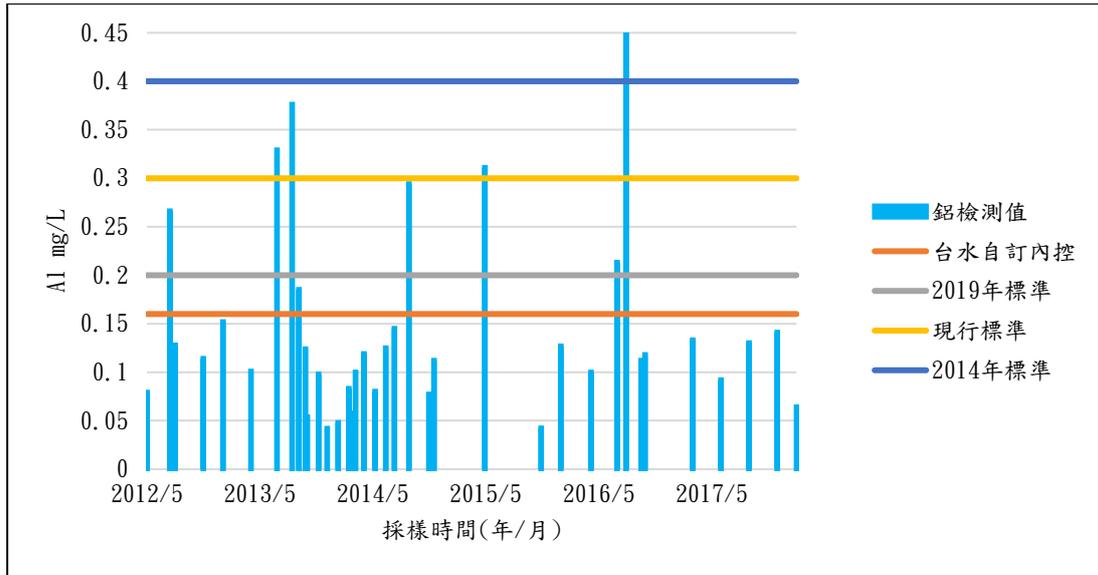


圖 4.4-24 石*淨水場歷年清水鋁檢測數值

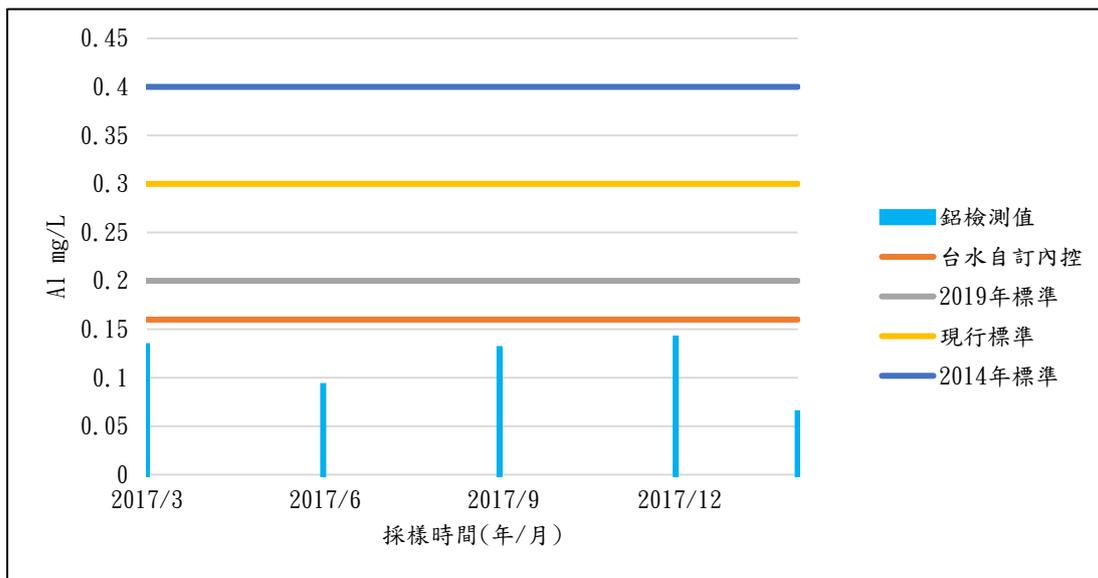


圖 4.4-25 石*淨水場近一年清水鋁檢測數值

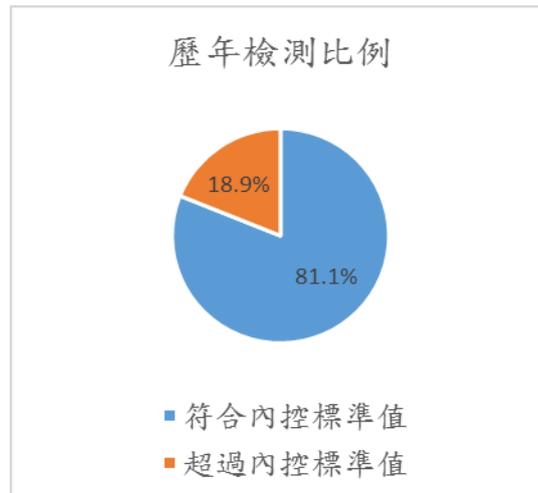


圖 4.4-26 石*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序：

淨水程序(圖 4.4-27)，原水經水躍池、膠羽、沉澱、快濾至清水池。

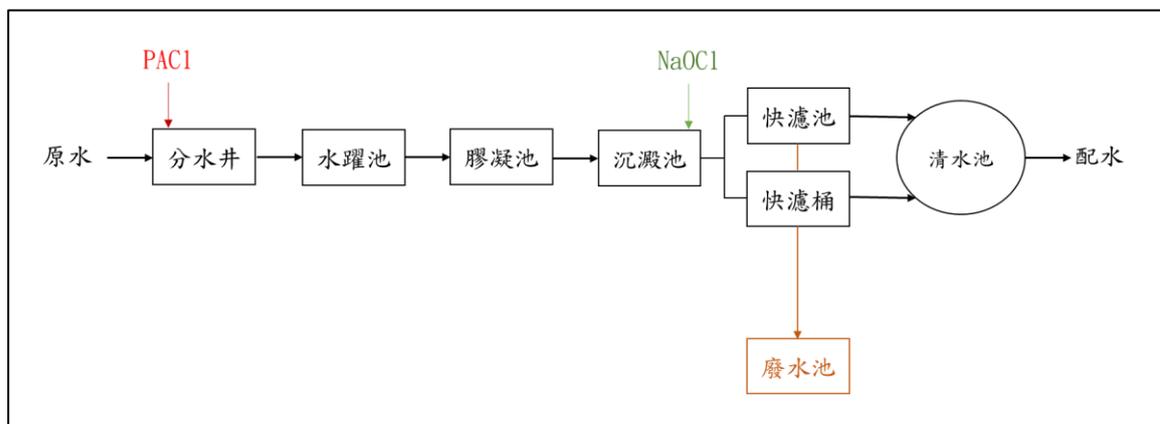


圖 4.4-27 石*淨水場淨水流程及單元

四、清水鋁超出台水自訂內控標準值原因及因應對策

(一) 超內控原因

1. 原水 pH 值 8.3 偏鹼性，添加 PACl，易於淨水程序形成溶解鋁。
2. 快濾系統未定時反洗，根據快濾池反洗廢水濁度趨勢試驗，反

洗濁度無法降至 20 NTU 以下(AWWA 建議值)，應檢討其處理及反洗操作之正確性。

3. 沉澱池未定時清泥，可能導致底泥上揚，造成底層高濃度之鋁進入後端程序。

(二) 因應對策

1. 調降 pH 值以利顆粒鋁之形成於淨水程序去除。
2. 針對快濾系統進行全面性效能檢視，對於處理效果不佳之濾池予以修復。
3. 改用非鋁系混凝劑，如氯化鐵。

五、問題及討論

(一) 面臨問題困難：

1. 如欲添加硫酸，操作人員均須持有相關證照。
2. 受限於土地因素，石*場廢水設施僅有一廢水池，且無法有效處理，不適合改以氯化鐵為混凝劑。

(二) 改善建議：

1. 進行相關模場及實場調降 pH 值試驗，以評估實場調降 pH 值改善效果。
2. 針對快濾系統進行全面性效能檢視，對於處理效果不佳之濾池予以修復。

六、初步結論

- (一) 杯瓶試驗結果，於 pH 值 7.1，沉澱上澄液總鋁 0.16 mg/L，溶解鋁 0.079 mg/L，可有效控制於 0.16 mg/L 以下。

- (二) 實場試驗結果：調降 pH 值前，原水 pH 值 8.5，清水總鋁 0.235 mg/L；調降 pH 值後，淨水流程 pH 值約 7.0~7.2，清水總鋁 0.0865 mg/L，可有效降至 0.16 mg/L 以下(如圖 4.4-28 及圖 4.4-29)，石*場預計增設永久調降 pH 值設備。
- (三) 目前石*場係為委外操作，於契約中要求各操作人員均須於 2018 年 6 月前取得相關證照，預計於 2019 年設置調降 pH 值相關設備。
- (四) 沉澱池及快濾系統維持適當操作，沉澱池至少每月清理底泥 1 次，快濾系統每 2 天反洗 1 次。

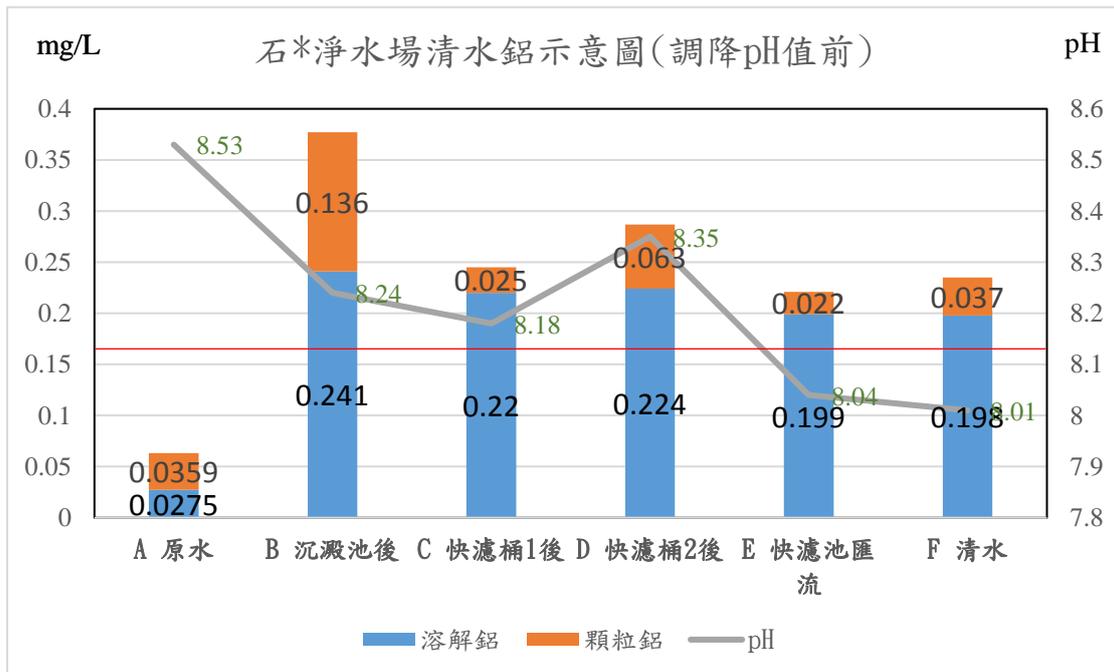


圖 4.4-28 石*淨水場淨水程序鋁含量(調降 pH 值前)

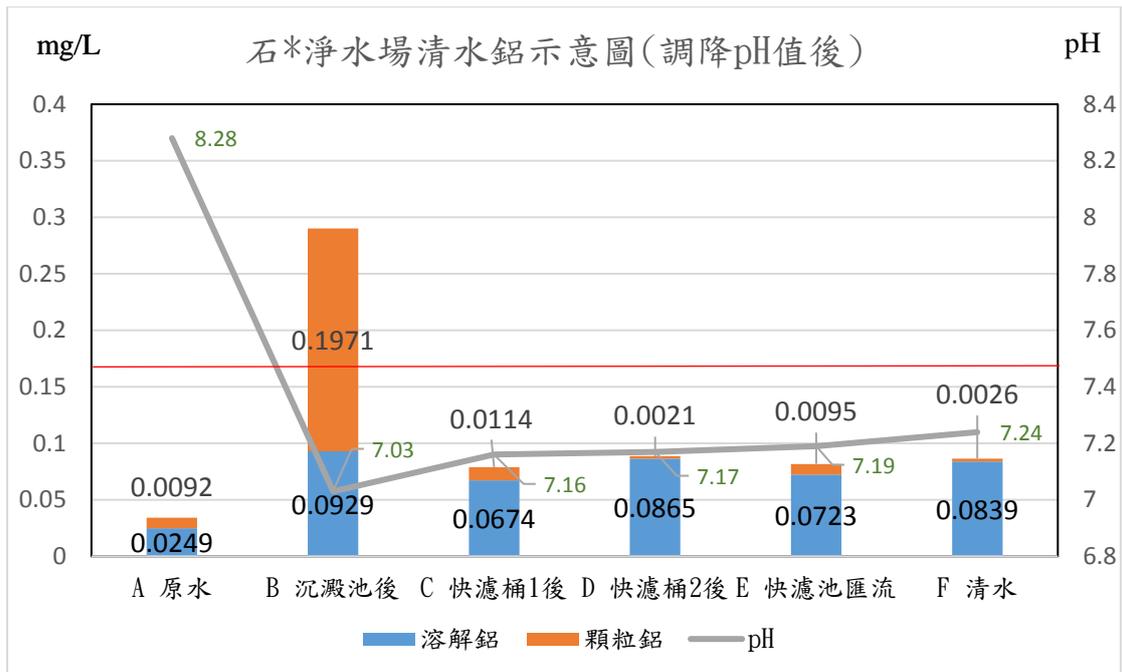


圖 4.4-29 石*淨水場淨水程序鋁含量(調降 pH 值後)

4.4.8 寶*淨水場

一、背景資料

寶*淨水場隸屬於台灣自來水公司第三區管理處寶山給水廠，位於新竹縣竹東鎮柯湖路 305 巷 130 號，本廠於民國 1986 年 9 月完成第一期設備開始營運供水設計處理量 6 萬 CMD，另於 2002 年完成第二期設計處理量 5 萬 CMD 之擴建，後於 2009 年完成第三期設計處理量 34 萬 CMD 之擴建，合計全場設計出水量達 45 萬 CMD，供水區域主要供應新竹科學園區工業用水及新竹市關東橋與竹東鎮二重埔地區及寶山鄉之民生用水，必要時增加支援新竹地區民生用水(新竹市、竹北、湖*、新*、竹東)。

二、水質資料

本場平常原水濁度介於 1.6~12 NTU；鋁介於 0.0264~0.329 mg/L；pH 值介於 7.50~8.13；鹼度介於 81.0~90.2 mg/L(表 4.4-14)，歷年清水鋁均符合 2015 年 7 月飲用水水質標準 0.3 mg/L，尚無不合格紀錄，但之前超出台水自訂內控標準值標準次數仍多(圖 4.4-30)，近一年檢測值超出台水自訂內控標準值二次(圖 4.4-31)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-32)，另清水鋁超內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-14 寶*淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	總鋁(mg/L)	pH 值	鹼度 (mg/L as CaCO ₃)
原水	1.6~12	0.0264~0.329	7.50~8.13	81.0~90.2
清水 (去除率)	0.15~0.2 (88~99%)	0.0954~0.185	7.53~8.08	82.9~98.2

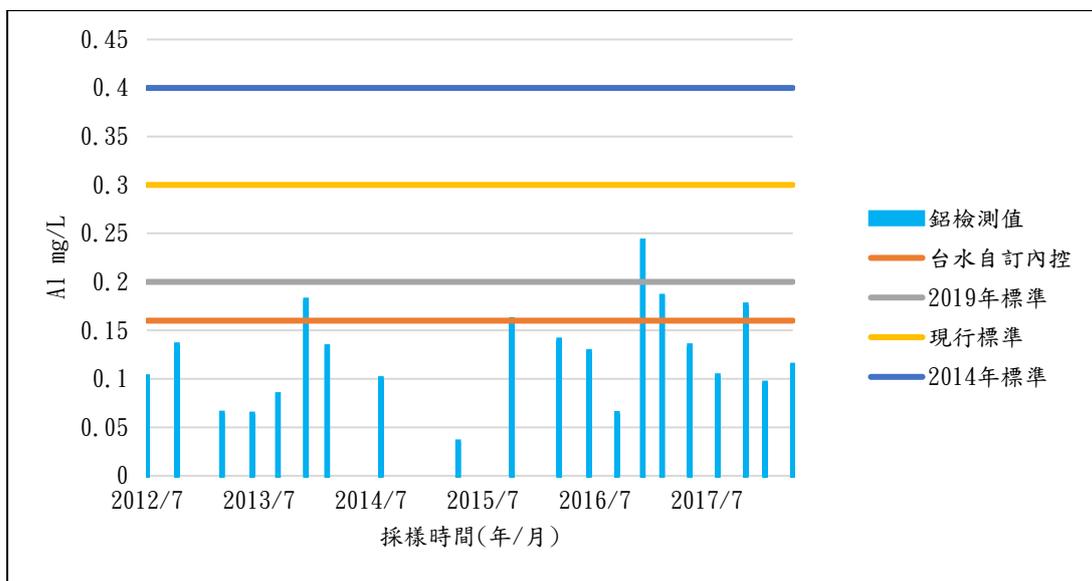


圖 4.4-30 寶*淨水場歷年清水鋁檢測數值

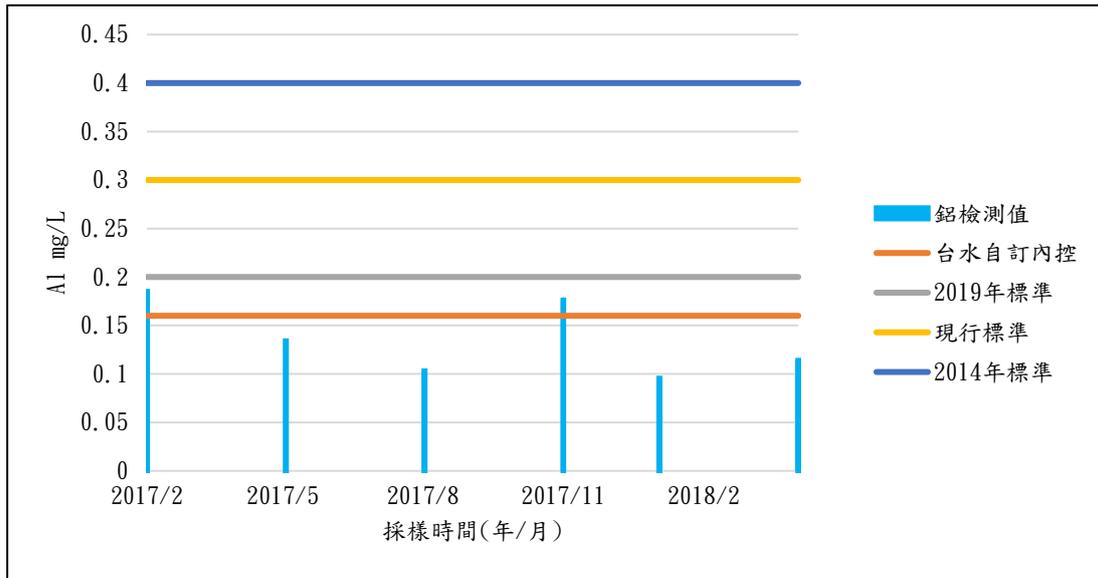


圖 4.4-31 寶*淨水場近一年清水鋁檢測數值

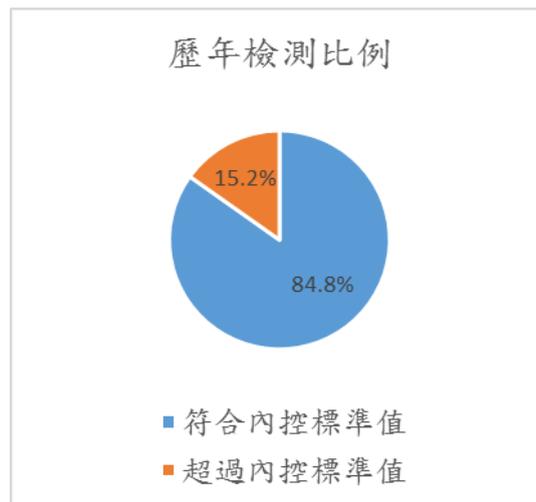


圖 4.4-32 寶*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序：

淨水流程(圖 4.4-33)，原水經水躍池、膠羽、沉澱、快濾(濾床使用現況如表 4.4-15)至清水池。

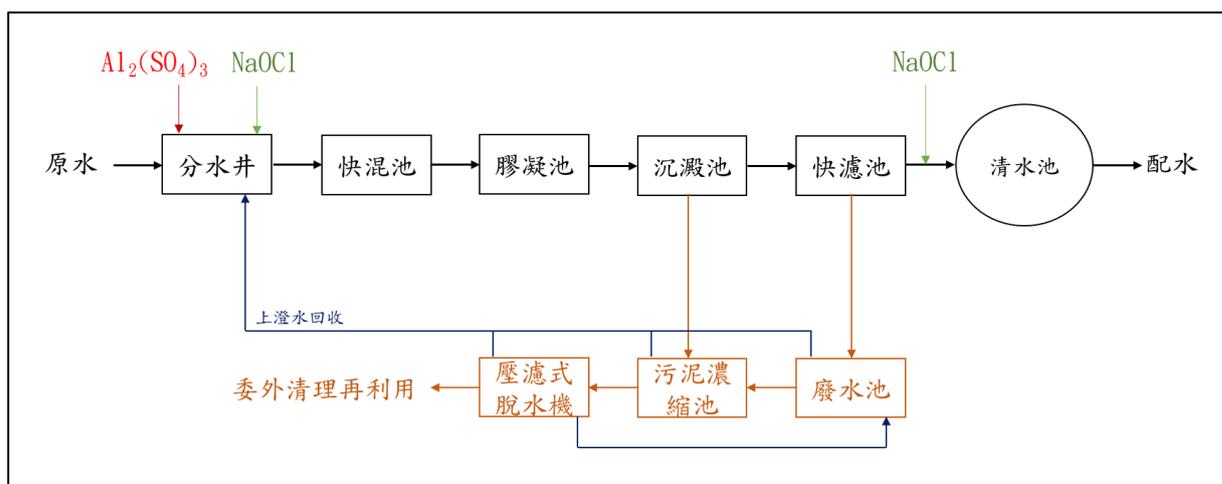


圖 4.4-33 寶*淨水場淨水流程及單元

表 4.4-15 寶*淨水場濾床使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
快濾池	濾砂	0.85±0.05	100	1.5	139
	13.2 (m)長 × 5.3 (m)寬 × 3.5 (m)有效深，共 18 池				

四、清水鋁超出台水自訂內控標準值原因及因應對策

(一) 超內控原因：

1. 原水 pH 值偏高：鋁在 pH 值約 6.5 時溶解度最低，故 pH 值偏高或過低均會增加溶解鋁濃度，因而增加總鋁含量。水庫表層水的 pH 值偶爾較高，易導致清水總鋁含量提高。
2. 混凝劑加藥量：當混凝劑液體硫酸鋁加藥過量，會造成清水總鋁含量增加。

(二) 因應對策：

1. 管控分層取水：避免取用水庫表層水，當水庫水位與取水口高

度相同時關閉該取水閘門，從較低的取水口取水。以寶山第二水庫為例，其上層取水口在 140 m，當水庫水位降至 141 m 時關閉最上層取水口。

2. 管控混凝劑加藥率：依加藥曲線圖調整加藥量，並定時更新加藥曲線圖，在不影響淨水流程效率下，盡量減少加藥量。

五、問題及討論

(一) 面臨問題困難：枯水期導致原水 pH 值偏高。

(二) 改善建議：請評估調整 pH 值，營造顆粒鋁優勢環境。

六、初步結論

請評估枯水期導致原水 pH 值偏高採用調降 pH 值之策略及成效。

4.4.9 新*第一淨水場

一、背景資料

新*第一淨水場隸屬於台灣自來水公司第三區管理處新竹給水廠，位於新竹市博愛街1號，台水公司於1925年規設，設計出水量5,000 CMD，於民國1930年始全面完工，並逐年依供水量增改設備，目前設計出水量89,000 CMD，最大淨水處理量10萬 CMD，供水區域包括新竹市區。

新*第一淨水場之原水主要由頭前溪隆恩堰設攔河堰取水至新*第二淨水場原水井(平均可取水量約22~24萬 CMD)，再由新*第二場原水井以馬達抽約9萬 CMD送本淨水場。本淨水場具有調節新*第二、寶*場支援供水功能，俾使大新竹地區無缺水之虞，所供水質皆可符合飲用水水質標準。

二、水質資料

本場平常原水濁度介於5.4~50 NTU；鋁介於0.0352~3.85 mg/L；pH值介於7.17~8.55；鹼度介於83.6~132 mg/L(表4.4-16)，歷年清水鋁均符合2015年7月飲用水水質標準0.3 mg/L，尚無不合格紀錄，但超出台水自訂內控標準值標準次數仍多(圖4.4-34)，近一年檢測值曾數次超出台水自訂內控標準值情形(圖4.4-35)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖4.4-36)，另清水鋁超內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-16 新*第一淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	總鋁(mg/L)	pH 值	鹼度 (mg/L as CaCO ₃)
原水	5.4~50	0.0352~3.85	7.17~8.55	83.6~132
清水 (去除率)	0.05~0.75 (96~99%)	0.0522~0.245	7.35~8.14	81.6~128

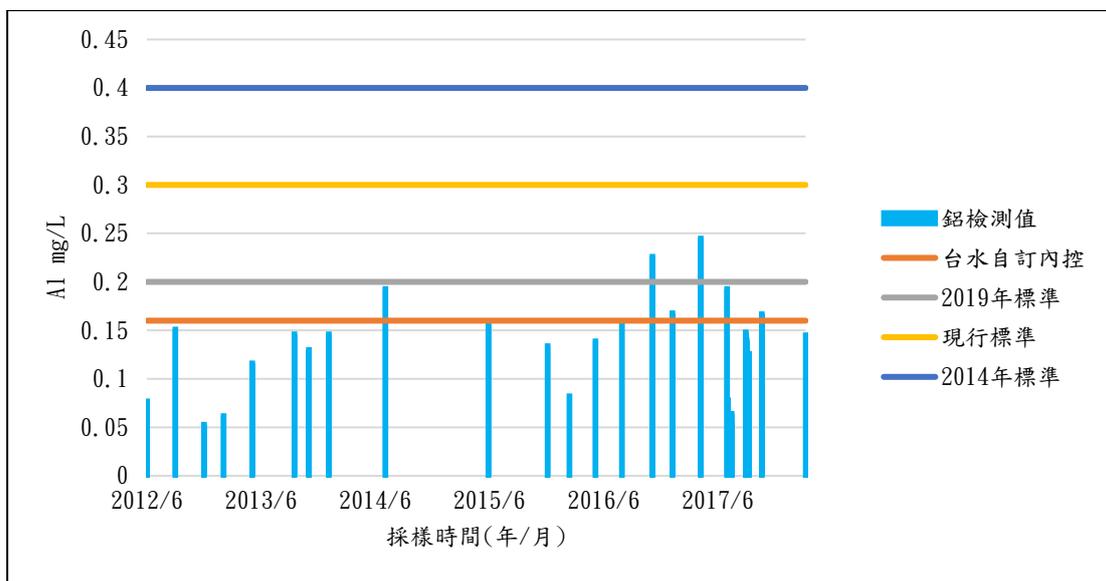


圖 4.4-34 新*第一淨水場歷年清水鋁檢測數值

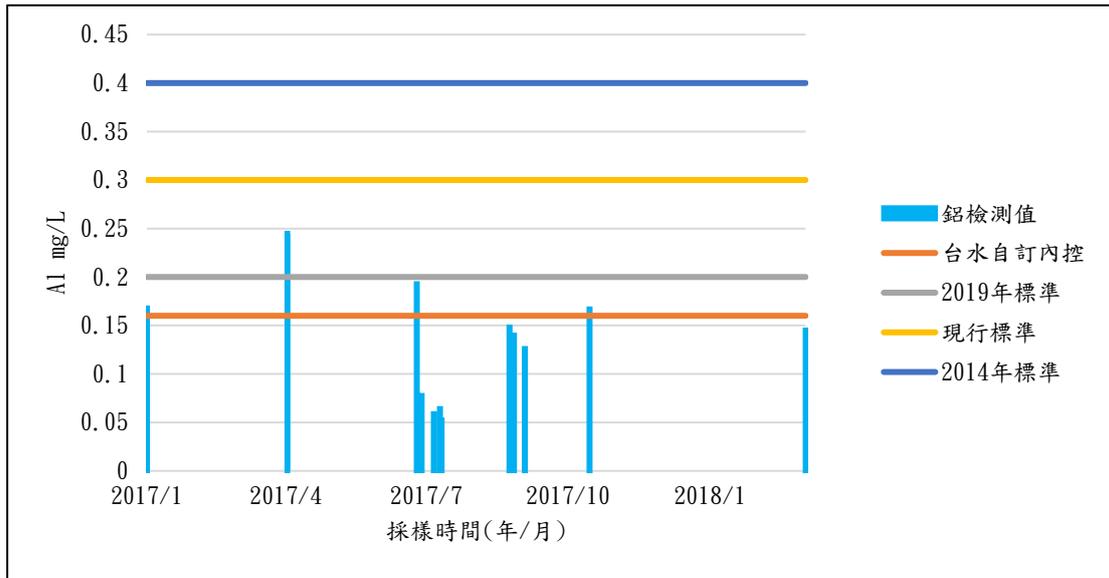


圖 4.4-35 新*第一淨水場近一年清水鋁檢測數值

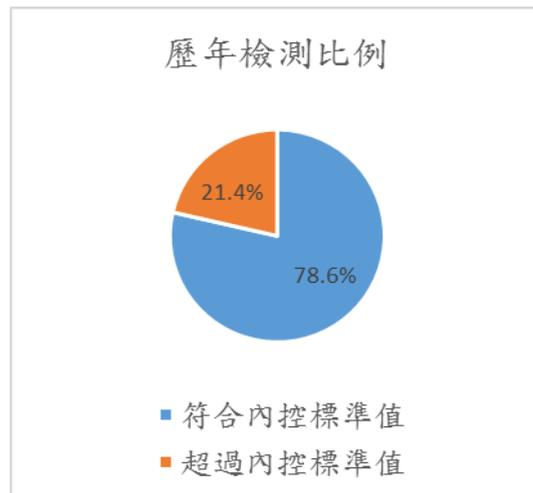


圖 4.4-36 新*第一淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序：

淨水流程(圖 4.4-37)，從頭前溪隆恩堰取得原水，經過新*第二淨水場原水池、分水井，再送往新*第一淨水場快混池、膠羽池、膠凝沉澱池、快濾池(濾床使用現況如表 4.4-17)、加氯機加氯消毒、清水池等處理後，再送至新竹市區。

膠羽池、膠凝沉澱池及快濾池處理後之廢水，經過廢水池、廢水

初沉池、濃縮池、汙泥脫水機處理後，委外清除再利用。廢水初沉池之上澄液，可回收至快混池；濃縮池之上澄液，可回收至廢水池。

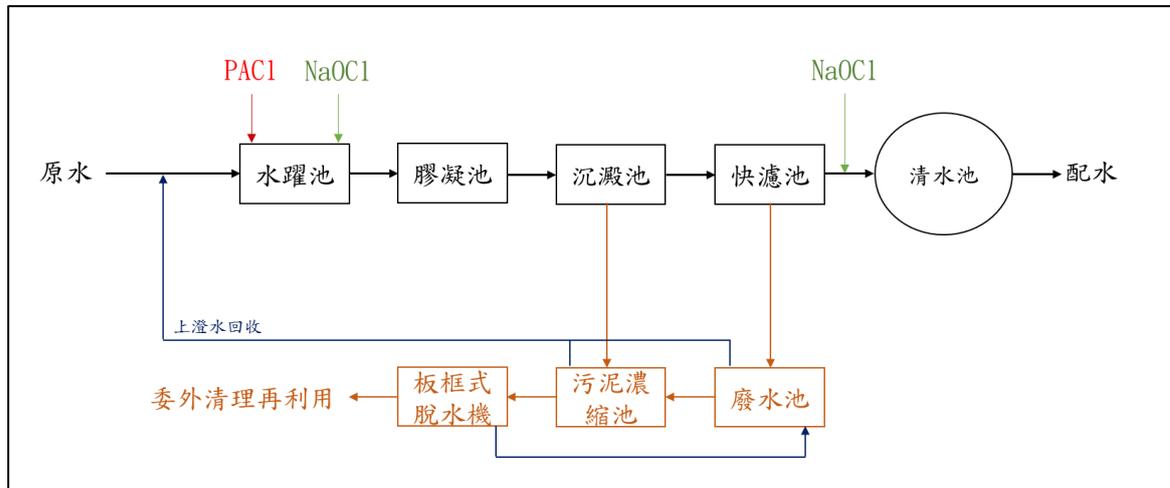


圖 4.4-37 新*第一淨水場淨水流程

表 4.4-17 新*第一淨水場濾床使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
快濾池	濾石	4.5 ~ 19	35	-	208
	濾砂	1.68 ~ 0.3	80	1.5 以下	
3 (m)長 × 6 (m)寬 × 2 (m)有效深，共 8 池					

四、清水鋁超出台水自訂內控標準值原因及因應對策

- (一) 超內控原因：原水背景值鋁偏高。
- (二) 因應對策：持續加強控制加藥率及教育操作人員並檢討採新*第二場模式設置氯化鐵加藥(雙軌加藥-PACl+FeCl₃)。

五、問題及討論

- (一) 面臨問題：原水背景值鋁偏高，操作人員經驗不足。

(二) 改善建議：

1. 依濁度變化加強控制 PACl 加藥率。
2. 視寬口井水位延長取水時間。
3. 比照新*第二場採雙軌加藥模式，辦理氯化鐵加藥設備增設工程。

六、初步結論

- (一) 新*第一淨水場預計於 2019 年辦理氯化鐵加藥設備增設工程，原規劃先施作快濾池等改善工程，為因應 2019 年清水鋁標準加嚴，請評估相關工程執行規劃，考慮氯化鐵加藥相關工程一併進行以加速改善進度。
- (二) 請考慮建置濁度回饋加藥自動控制系統，以彌補操作人員經驗不足之問題。

4.4.10 新*第二淨水場

一、背景資料

新*第二淨水場隸屬於台灣自來水公司第三區管理處新竹給水廠，位於新竹市東美路 91 巷 100 號，台水公司於民國 2000 年完成新*第二淨水場，設計出水量 16 萬 CMD，最大淨水處理量 20 萬 CMD，供水區域包括新竹市、新竹縣、竹北市、竹東鎮之竹中地區，寶山鄉之雙溪地區及新竹科學園區，有必要支援湖*鄉地區。

新*第二淨水場之原水主要由頭前溪隆恩堰設攔河堰取水（平均可取水量約 22~24 萬 CMD），其中約 9 萬 CMD 以馬達抽送新*第一淨水場。本淨水場具有調節寶*、東*淨水場支援供水功能，俾使大新竹地區無缺水之虞，所供水質皆可符合飲用水水質標準。

二、水質資料

本場平常原水濁度介於 0.2~60 NTU；鋁介於 0.064~3.97 mg/L；pH 值介於 7.17~8.55；鹼度介於 76.6~134 mg/L(表 4.4-18)，歷年清水鋁 2015 年以前均符合當時的飲用水水質標準 0.4 mg/L，自 2015 年 7 月 0.3 mg/L 標準實施後，尚無不合格紀錄，但超出台水自訂內控標準值標準次數仍多(圖 4.4-38)，近一年檢測值有一次超出台水自訂內控標準值情形(圖 4.4-39)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-40)，另清水鋁超內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-18 新*第二淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	總鋁(mg/L)	pH 值	鹼度 (mg/L as CaCO ₃)
原水	0.2~60	0.064~3.97	7.17~8.55	76.6~134
清水 (去除率)	0.10~0.15 (96~99%)	0.034~0.208	7.35~8.14	86.6~124

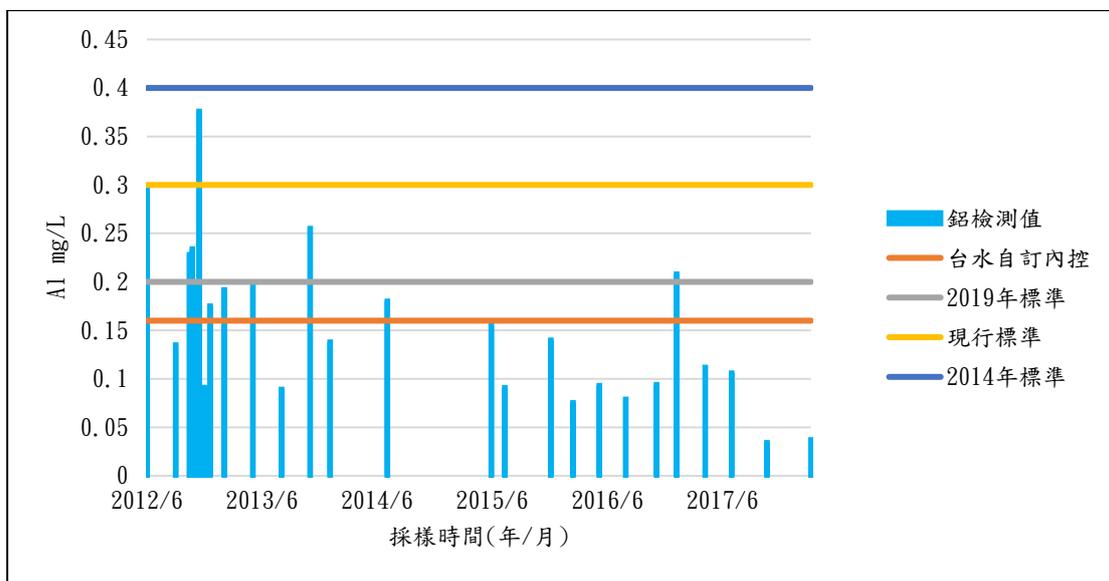


圖 4.4-38 新*第二淨水場歷年清水鋁檢測數值

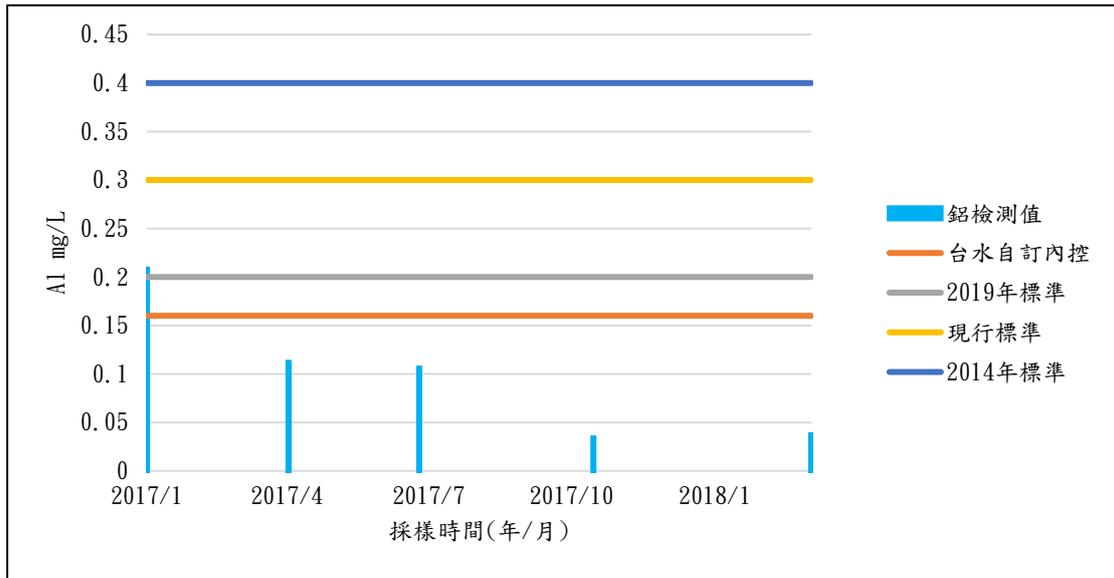


圖 4.4-39 新*第二淨水場近一年清水鋁檢測數值

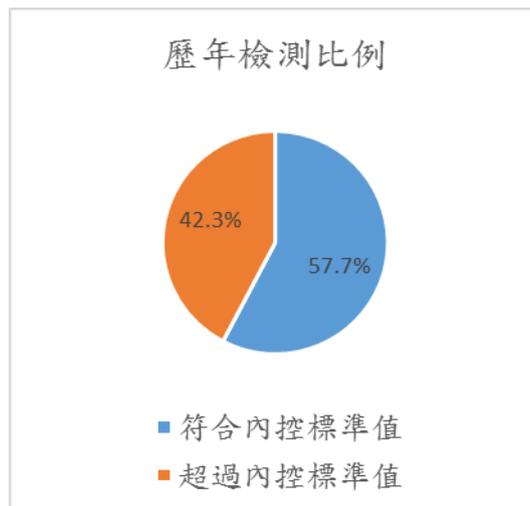


圖 4.4-40 新*第二淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序：

淨水流程(圖 4.4-41)，從頭前溪隆恩堰取得原水，經過新*第二淨水場原水池、分水井、快混膠羽池、膠凝沉澱池、快濾池(濾床使用現況如表 4.4-19)、加氯機加氯消毒及清水池處理後，再送往新竹市區、新竹縣竹北市及新竹科學園區。

快混膠羽池、膠凝沉澱池及快濾池處理後之廢水，經過廢水池、

濃縮池及污泥脫水機處理後，委外清除再利用。

廢水池之上澄液，可回收至分水井；濃縮池之上澄液，可回收至廢水池。

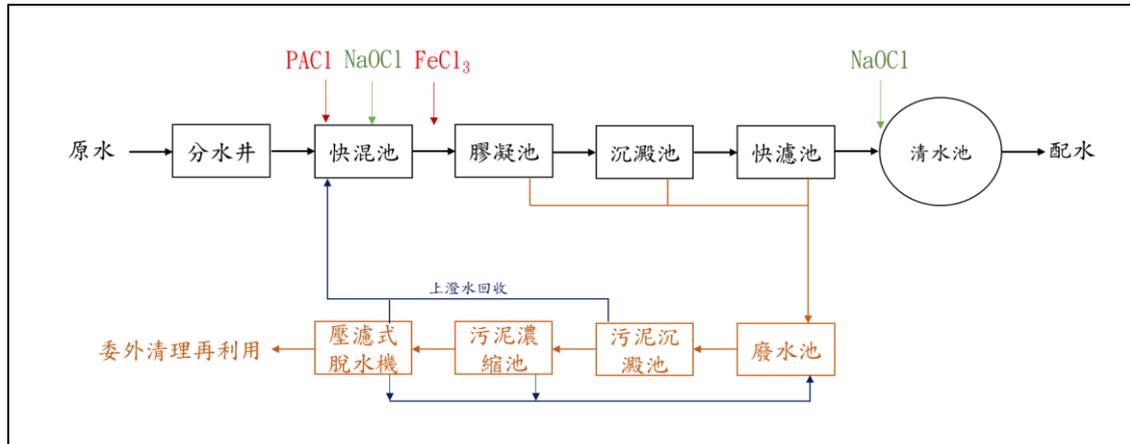


圖 4.4-41 新*第二淨水場淨水流程

表 4.4-19 新*第二淨水場濾床使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
快濾池	濾石	4.5 ~ 19	35	-	120
	濾砂	1.68 ~ 0.3	80	1.5 以下	
11.5 (m)長 × 8.5 (m)寬 × 2 (m)有效深，共 12 池					

四、清水鋁超出台水自訂內控標準值原因及因應對策

(一) 超內控原因：2017 年 1 月 9 日凌晨頭前溪水質變化大濁度由 97.5 NTU 短時間飆升至 583 NTU，PACl 加藥不易掌握，導致 PACl 加藥易過量。

(二) 因應對策：

1. 依濁度變化加強控制 PACl 加藥率。
2. 本場採用雙軌加藥模式，每日確認氯化鐵加藥量 8 mg/L 是否穩定，當濁度超出 15 NTU 搭配適量 PACl。

五、問題及討論

- (一) 面臨問題：原水背景值鋁偏高。
- (二) 改善建議：已將沉澱污泥與反沖洗廢水分流並設置氯化鐵加藥改善，惟原水水源變化極大，仍需加強加藥之管控及人員訓練。

六、初步結論

新*第二淨水場現已採氯化鐵/聚氯化鋁雙加藥系統，然近期仍有清水鋁超出內控之狀況，請第三區處處針對該場次氯酸鈉、氯化鐵及聚氯化鋁於快混池之加藥先後順序可再行研擬最佳化策略。

4.4.11 員*淨水場

一、背景資料

員*淨水場位處瑞芳區基隆河旁，佔地面積約 0.6 公頃，由於屬山坡地實際可使用面積約 5,000 平方公尺，創設於民國 21 年，歷年來經多次擴建，至 101 年第四期擴建沉澱池後設計出水能力達 14,600CMD，目前實際出水量約為 14,000CMD，原水以蛇形溪重力取水為優先，不足部分再抽取基隆河，惟因蛇形溪枯水期水量少，大部分仍取自基隆河，供應瑞芳市區及工業區。該場目前每日供給自來水給瑞芳市區約 1.2 萬戶及瑞芳工業區使用；員*淨水場之原水主要由二處供應，一為經由基隆河畔員山抽水機房抽取基隆河水(取水量可達 13,000CMD)，二為蛇形溪主堰取水口引取，由於蛇形溪豐枯水期相當明顯且量不多，因此目前該場主要水源為基隆河。

二、水質資料

本場近一年原水濁度介於 1.3~5.4 NTU；總鋁介於 0.133~0.325 mg/L；pH 值介於 6.93~8.32；鹼度介於 14.9~93.1 mg/L(表 4.4-20)，歷年清水鋁於 2013 年 9 月及 10 月分別有 1 筆超出當時標準 0.4mg/L，自 2015 年 7 月飲用水水質標準 0.3 mg/L 實施後仍有 6 筆不合格紀錄，且超出台水自訂內控標準值標準次數仍多(圖 4.4-42)，近一年檢測值尚有 1 筆超出台水自訂內控標準值情形(圖 4.4-43)，且新北市環保局於 2018 年 6 月 6 日派員至台水公司第一區處管理處員*淨水場稽查，採集清水樣品，檢測結果總鋁 0.35 mg/L(最大限值 0.3 mg/L)，未符合飲用水水質標準。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-44)，另清水鋁超內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-20 員*淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	總鋁(mg/L)	pH 值	鹼度(mg/L)
原水	1.3~5.4	0.133~0.325	6.93~8.32	14.9~93.1
清水 (去除率)	0.45~0.50 (43~92%)	0.0326~0.222	7.16~8.07	14.9~91.0

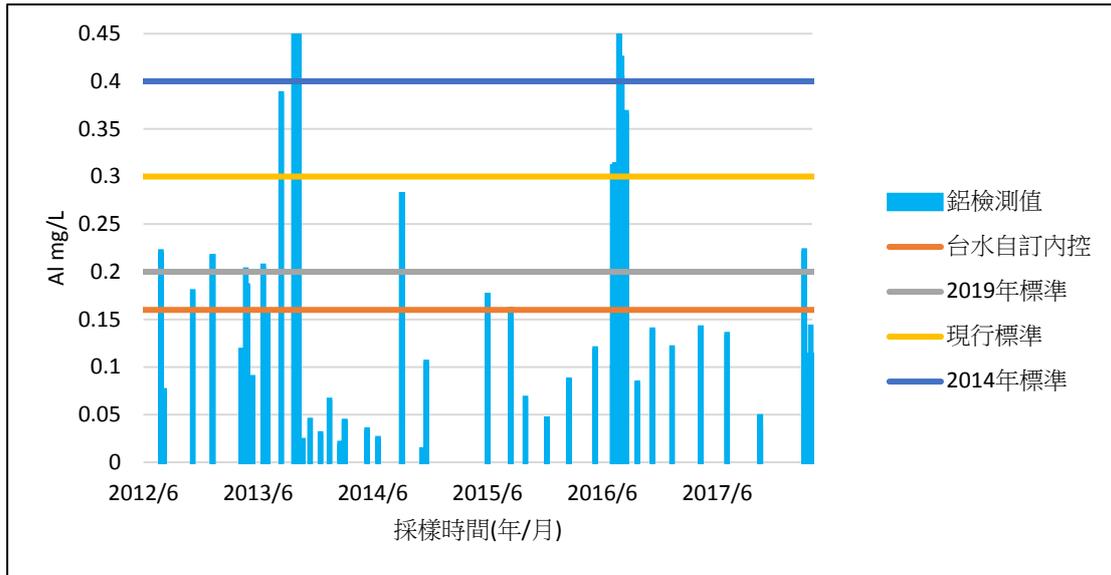


圖 4.4-42 員*淨水場歷年清水鋁檢測數值

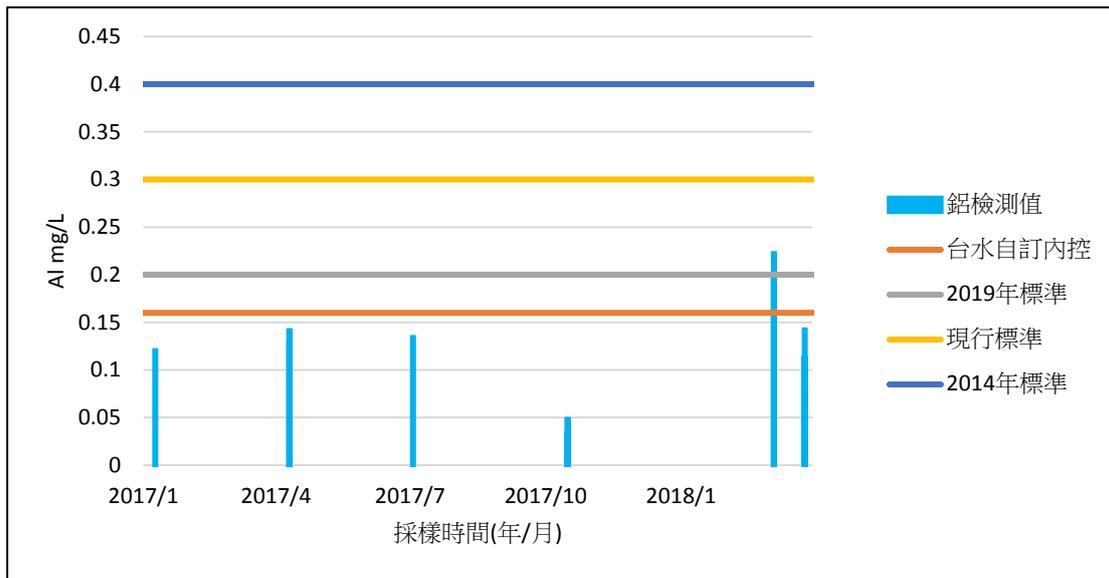


圖 4.4-43 員*淨水場近一年清水鋁檢測數值

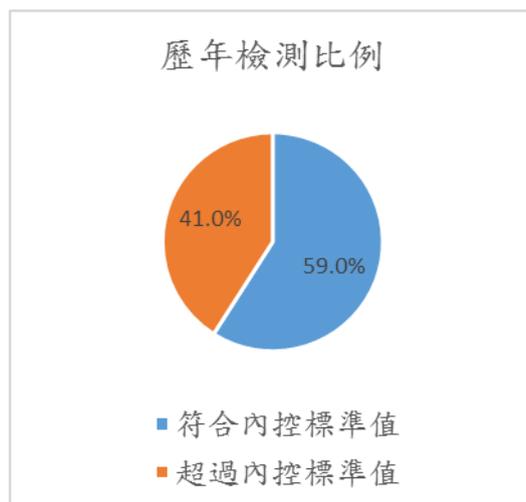


圖 4.4-44 員*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序

淨水流程(圖 4.4-45)，員*淨水場從基隆河抽水機房及蛇形溪主堰(豐水期)取得原水，於分水井加藥(聚氯化鋁及次氯酸鈉)，並經膠凝池、沉澱池、快濾池(濾床使用現況如表 4.4-21)及快濾桶處理後，再經清水池(800 m³ 及 600 m³)，送往新北市瑞芳市區及瑞芳工業區使用。

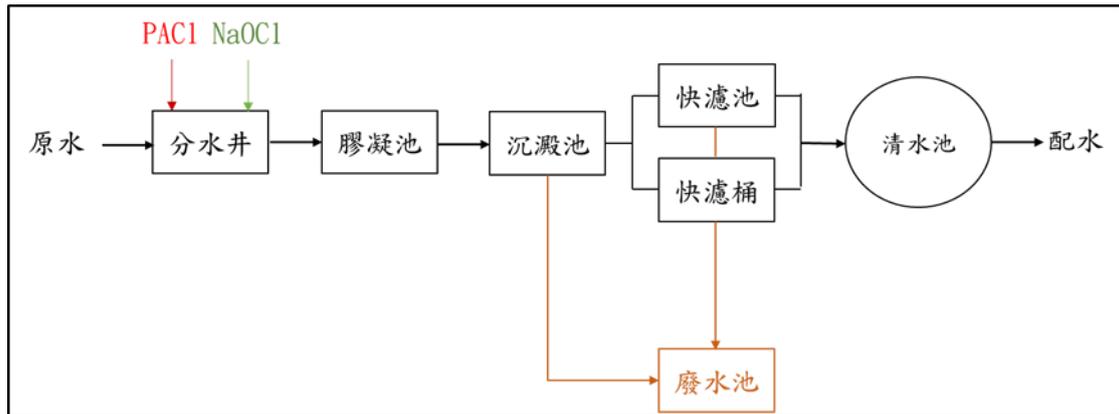


圖 4.4-45 員*淨水場淨水流程

表 4.4-21 員*淨水場濾池使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
快濾池	濾砂	1.0	50	1.7	389
	濾石	5.5	45	1.5	
4.5(m)長 × 4(m)寬 × 3.5(m)深，共 2 池					

四、清水鋁含量超出自訂內控標準值原因及因應對策

(一)超內控原因：原水 pH 值偏高、分水井快混效果不佳、部分沉澱池刮泥機故障、過濾效果不佳及清水池底泥砂未清理。此外，基隆河上游水利署第十河川局河岸混凝土加固工程施工，致原水 pH 值升高，造成清水鋁含量逾飲用水水質標準及超出自訂內控標準值(0.16 mg/L)，綜上原因，推判清水鋁超標或超出內控之主因應為溶解鋁造成。

(二) 因應對策：

1. 調降 pH 值以利顆粒鋁之形成，並最適化混凝劑條件，以利於淨水程序去除顆粒鋁。
2. 針對各流程單元(快混、膠凝、沉澱及過濾等)進行檢視，確認是否正常發揮功能。

五、問題及討論

(一) 面臨問題困難：員*淨水場原水濁度較低且 pH 值偏高，為避免加藥造成水中溶解鋁含量偏高，導致清水鋁超內控或超標風險，因此採取降低聚氯化鋁加藥量或選擇不加藥方式處理，造成淨水效能不佳，使清水濁度超內控上升，亦無法改善清水鋁偏高問題。

(二) 改善建議：

1. 員*場因原水 pH 值偏高導致有鋁超內控/超標風險，可考慮調降 pH 值之改善策略，然因混凝劑及次氯酸鈉皆會影響 pH 值，故加酸的量及位置應仔細評估以降低風險，次氯酸鈉之加藥點是否合亦請一併檢討。
2. 請針對員*場各流程如快混 G 值是否足夠與沉澱池及快濾池等單元是否正常發揮功能再行檢討。
3. 請定期清理清水池底泥，減少水質污染風險。

六、初步結論

淨水單元能否正常運作為影響水質鋁之重要關鍵，故請修復故障之沉澱池刮泥機，加強淨水操作及控制加藥量，並適時因應原水 pH 值變化更新加藥曲線降低濁度以改善水中鋁含量。

4.4.12 坪*淨水場

一、背景資料

坪*淨水場位於高雄市西南方大樹區小坪里，全區屬熱帶季候，天氣型態多為高溫豪雨多風，一般雨量集中於夏季自五月至十月，每月平均降雨量 439 mm 以上，由以 6~8 月為最，每月平均 553 mm。該場原設計出水量為 80 萬 CMD，原出水之清水濁度設計值為 4 NTU，惟為符合現階段「飲用水水質標準」濁度，目前實際出水量降為約 55 萬 CMD，供應大高雄地區用水，原水有 3 個主要水源，平時由高屏溪攔河堰經高雄給水廠送達，在高屏溪原水高濁度時期，則由竹寮抽水站抽取高屏溪伏流水(取水量僅 5~7 萬 CMD)或自經南化聯通管輸送南化水庫原水。

二、水質資料

本場近一年原水濁度介於 65~1600 NTU；總鋁介於 1.20~12.3 mg/L；pH 值介於 7.41~8.19；鹼度介於 111~162 mg/L(表 4.4-22)，歷年清水鋁於 2015 年以前均符合當時的飲用水水質標準 0.4 mg/L，自 2015 年 7 月飲用水水質標準 0.3 mg/L 實施後，尚無不合格紀錄(圖 4.4-46)，但超出台水自訂內控標準值次數仍多(圖 4.4-47)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-48)，另清水鋁超內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-22 坪*淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	總鋁(mg/L)	pH 值	鹼度(mg/L)
原水	65~1600	1.20~12.3	7.41~8.19	111~162
清水 (去除率)	0.15~0.30 (93~100%)	0.100~0.207	7.21~7.79	125~162

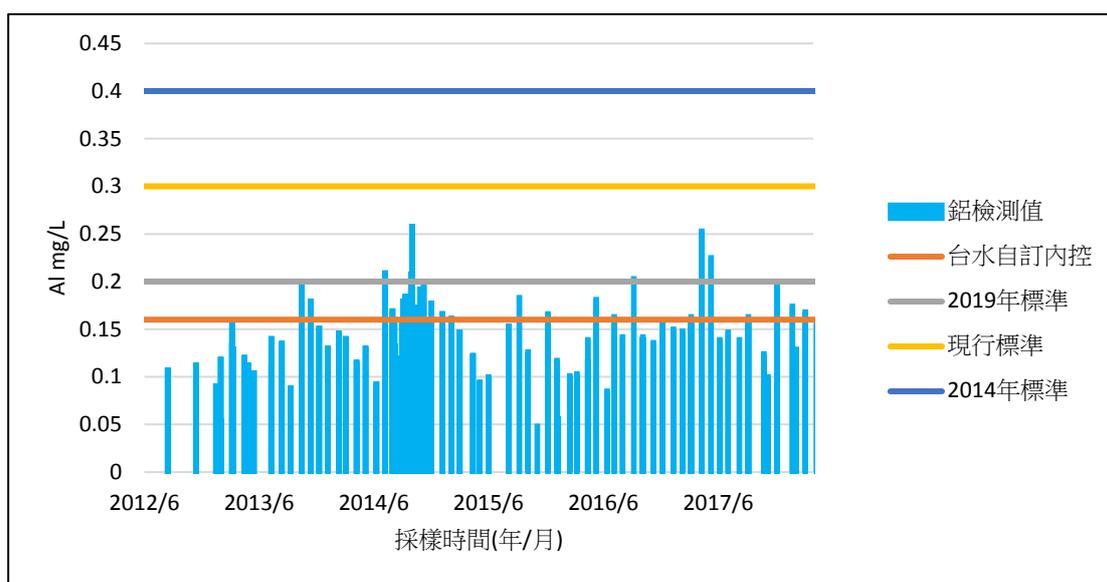


圖 4.4-46 坪*淨水場歷年清水鋁檢測數值

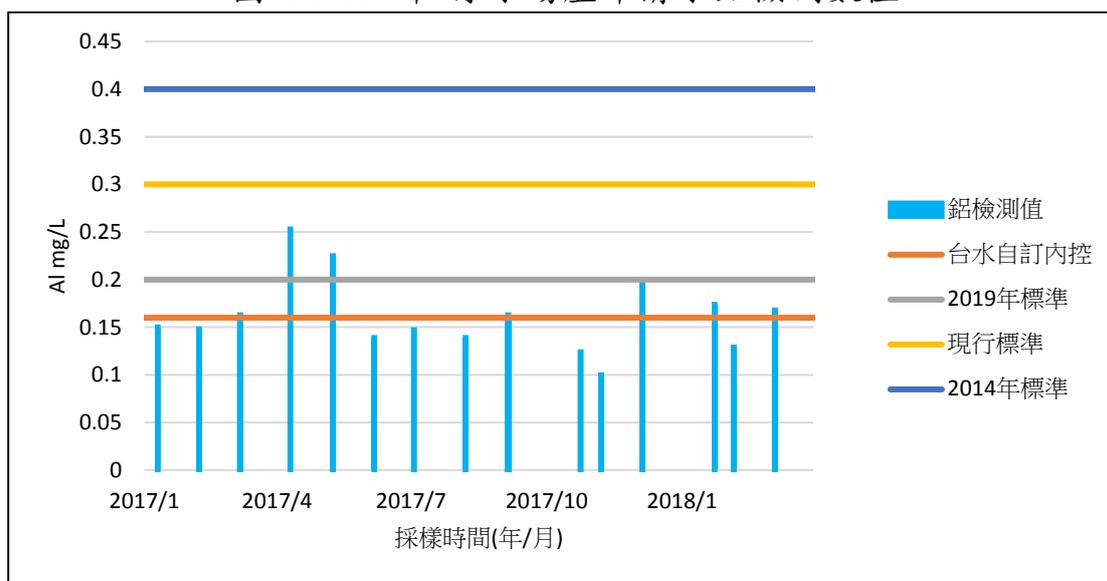


圖 4.4-47 坪*淨水場近一年清水鋁檢測數值

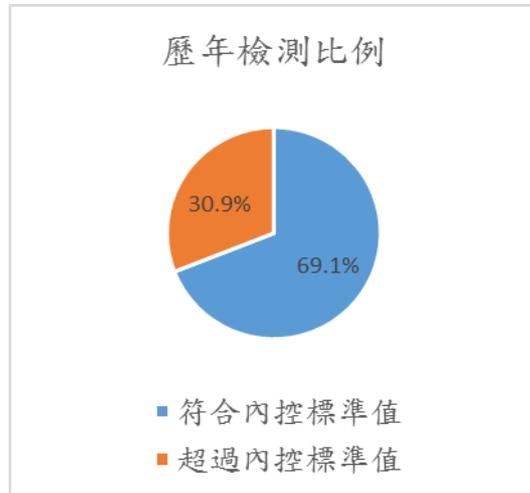


圖 4.4-48 坪*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序

淨水流程(圖 4.4-49)，坪*淨水場從高屏溪攔河堰(主要)、南化聯通管及竹寮伏流水取得原水，於分水井加藥(聚氯化鋁)，並經快混池、膠凝沉澱池(或膠凝池、沉澱池)及快濾池(濾床使用現況如表 4.4-23)處理後，再經清水池(3 萬 m³ 及 5 萬 m³)，送往大高雄地區民眾使用。

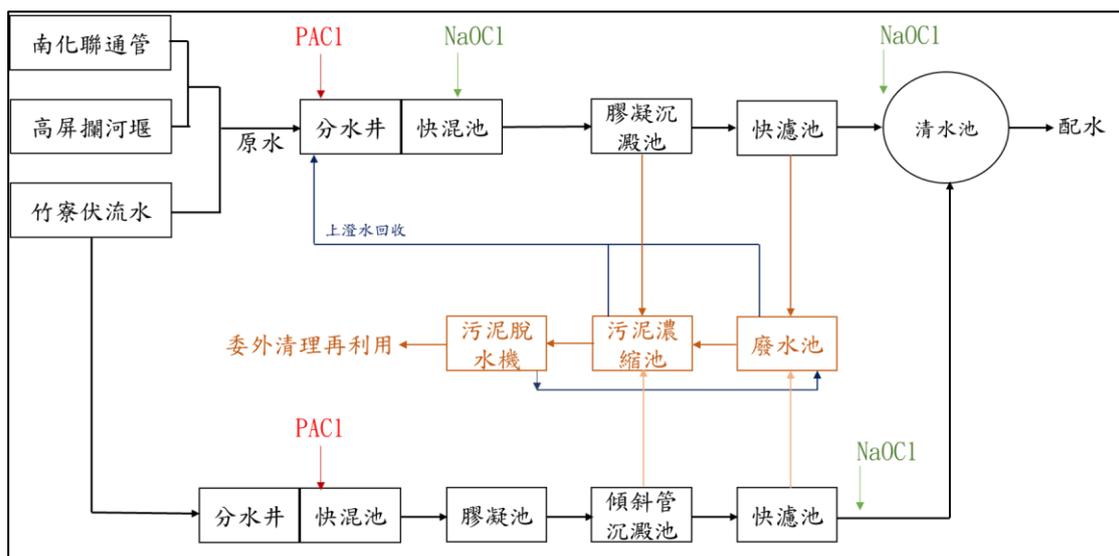


圖 4.4-49 坪*淨水場淨水流程

表 4.4-23 坪*淨水場濾床使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
快濾池	石英砂	0.8±0.05	90	1.39	200
	濾石	2.0~4.5	10	-	
	17.9(m)長 × 5.8(m)寬，共 20 池				

四、清水鋁台水超出自訂內控標準值原因及因應對策

(一)超內控原因：因原水濁度高，亦使得原水含鋁量偏高；另因膠羽沉澱池污泥未清除或因刮泥機故障，目前僅有 4 池正常運作，超負荷出水，造成混凝劑過量加藥、沉澱效果差、過濾效果差，且回收廢水注入分水井，增加水中總鋁含量。綜上原因，推判清水鋁超出內控標準值之主因應為顆粒鋁造成。

(二) 因應對策：

1. 最適化混凝劑條件，並儘速恢復停止運作之膠羽沉澱池，減輕其他膠羽沉澱池之負荷量，同時加強快混及過濾效能，提高濁度去除效率。
2. 提高淨水場廢水及污泥處理能力或避免取用高濁度原水，減少污泥產生量。

五、問題及討論

(一) 面臨問題困難：高屏溪水源長期高濁導致淨水處理設備負荷量過大(每日污泥量可達 300 噸以上)，另廢水污泥可處理量每日僅 300 噸，致使淨水設備無法維持正常運作。

(二) 改善建議：

1. 建議增加污泥委外處理合約量，並修復故障之快速膠羽沉澱池，以降低他池處理負荷，恢復設備正常運作。
2. 俟南工處辦理之增設 10 萬 CMD 淨水設備工程完工後，減輕現有淨水設備負擔。

六、初步結論

為解決清水鋁超出內控標準值且不穩定之狀況，請儘速恢復快速膠羽沉澱池功能並檢討改善處理負荷，另建議定期清理清水池底泥及加強快濾池效能。

4.4.13 水*淨水場

一、背景資料

水*淨水場位處南投縣水里鄉鉅工村水里溪旁，設計出水能力達 19,500 CMD，目前實際出水量約為 10,000 CMD，原水以抽水機取自水里溪水源，處理後供應水里地區民眾使用。該場目前每日供給自來水給水里地區約 5,576 戶(約 1.3 萬人)。

二、水質資料

本場近一年原水濁度介於 1.6~3.0 NTU；總鋁介於 0.0233~1.33 mg/L；pH 值介於 7.83~8.42；鹼度介於 113~129 mg/L(表 4.4-24)，歷年清水鋁於 2015 年以前均符合當時的飲用水水質標準 0.4 mg/L，自 2015 年 7 月飲用水水質標準 0.3 mg/L 實施後，尚無不合格紀錄(圖 4.4-50)，但超出台水自訂內控標準值次數仍多(圖 4.4-51)。本場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形(圖 4.4-52)，另清水鋁超內控日原因分析請參考第五章淨水場分類。

表 4.4-24 水*淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	總鋁(mg/L)	pH 值	鹼度(mg/L)
原水	1.6~3.0	0.0233~1.33	7.83~8.42	113~129
清水 (去除率)	0.25~0.50 (55~91%)	0.036~0.269	7.48~8.40	119~131

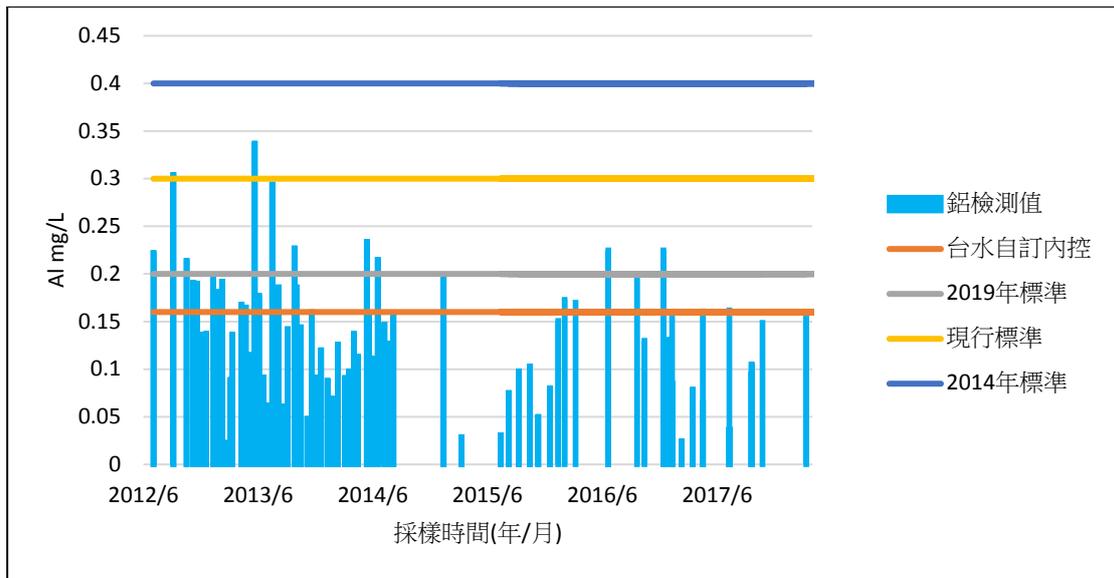


圖 4.4-50 水*淨水場歷年清水鋁檢測數值

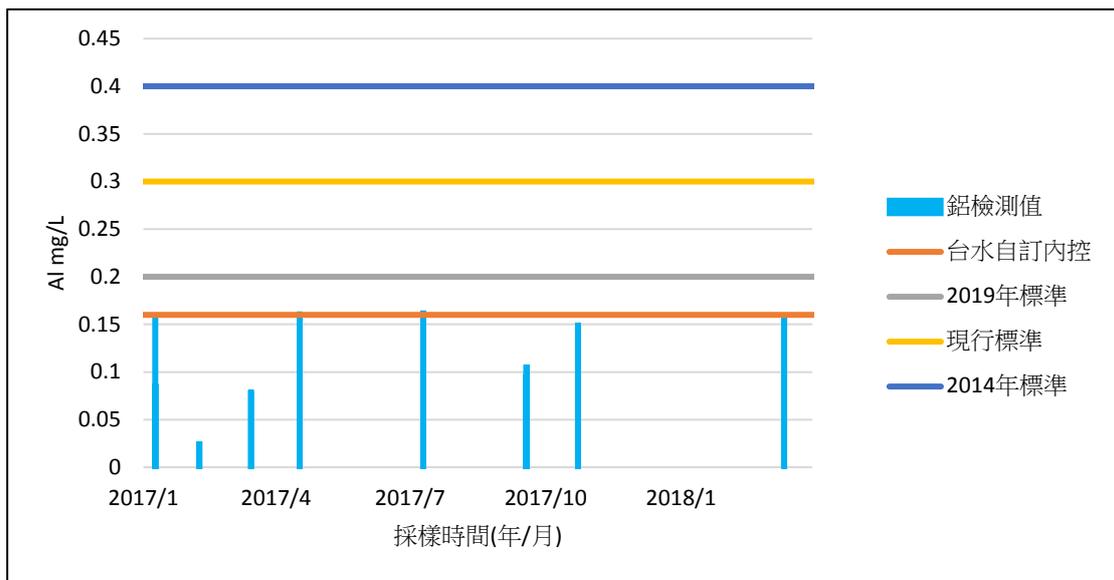


圖 4.4-51 水*淨水場近一年清水鋁檢測數值

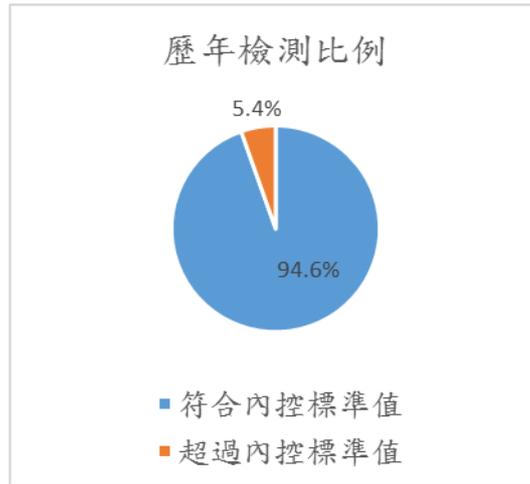


圖 4.4-52 水*淨水場歷年清水鋁超出內控標準值比例情形

三、淨水流程及單元處理程序

水*淨水場從水里溪取得原水，於快混池加藥(聚氯化鋁、次氯酸鈉)，並經膠凝池、沉澱池及快濾池(濾床使用現況如表 4.4-25)處理後，再經清水池，送往水里地區民眾使用。

沉澱池污泥及快濾池反沖洗廢水抽送廢水池調勻池處理，上澄液再回收至快混池。

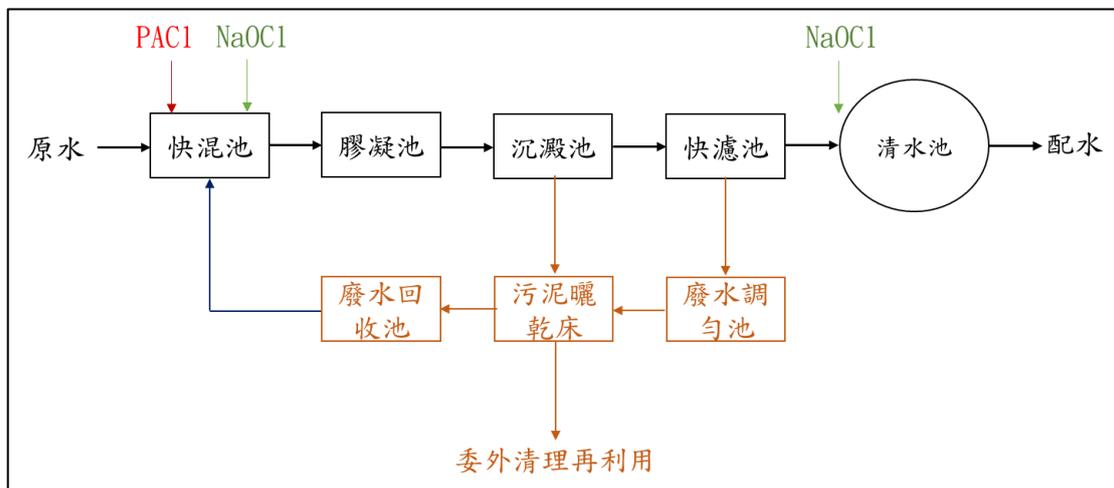


圖 4.4-53 水*淨水場淨水流程

表 4.4-25 水*淨水場濾床使用現況

淨水單元	濾料種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)	均勻係數	濾率 (m/day)
快濾池	石英砂	0.158	60	1.91	150
	3.3 (m)長 × 0.9 (m)寬，共 27 池				

四、清水鋁台水超出自訂內控標準值原因及因應對策

(一)超內控原因：原水 pH 值偏高、鹼度高，且原水屬於低濁原水，為避免聚氯化鋁加藥而導致清水中溶解鋁偏高，因此降低聚氯化鋁加藥量導致淨水效能不佳，使清水濁度上升，造成清水鋁(顆粒鋁)偏高。此外，清水池容量不足且轄區內配水池數量不足，導致尖峰用水時水*場需超量出水，淨水效能不佳。綜上原因，推判主因應為顆粒鋁及溶解鋁造成清水鋁含量超出內控。

(二) 因應對策：

1. 最適化混凝條件，並調降 pH 值，以利顆粒鋁之形成於淨水程序中去除。
2. 改用非鋁系混凝劑，如氯化鐵，以降低清水殘餘鋁含量。
3. 擴建清水池(配水池)，減輕尖峰用水時超量出水問題，減輕淨水場負荷。

五、問題及討論

(一)面臨問題困難：

1. 水*淨水場廢水處理設備容量不足，改用氯化鐵可能造成處理負荷問題。
2. 曾洽詢轄區內自來水事業用地用於興建 6000 m³ 配水池，並於 2017 年會同工務課、總務室辦理會勘，惟洽詢地主讓售意願時，地主無意願。

(二)改善建議：

1. 建議檢測水*場各流程溶解態鋁、顆粒態鋁，以釐清水*場鋁來源。若溶解態鋁多，則建議調降 pH 值；反之若顆粒態鋁較多，則應強化水*場過濾設備之效能。
2. 因水*場尖峰用水差距大、清水池過小，導致尖峰時出水風險增高，建議持續積極於場外覓地新建清水池，或研擬將場內原有管理樓拆除改建為清水池及廢水設備。

六、初步結論

請購置調降 pH 值設備添加硫酸調整原水 pH 值，並調整聚氯化鋁混凝劑加藥量，以達最適化條件。

4.5 實場改善策略評估(以員*淨水場為例)

一、緣起

台水公司第一區處瑞*營運所員*淨水場自 2017 年起多次發生清水鋁含量超標或超出內控情形，另行政院環境保護署委託中環公司辦理「2018 年飲用水水質抽驗計畫」亦於 2018 年 6 月 6 日檢驗清水鋁含量(0.350 mg/L)未符合飲用水水質標準最大限值，故選定該場辦理實場改善策略評估對象。

二、實場改善執行方式

本實場改善策略分兩階段進行，步驟如下圖 4.5-1 所示，首先藉由蒐集淨水場相關資訊(設計、水質、運作)，透過現勘、訪談及採樣分析了淨水場運作情形及清水殘餘鋁成另並透過杯瓶試驗模擬理想淨水處理效果，綜整結果後提出改善策略。

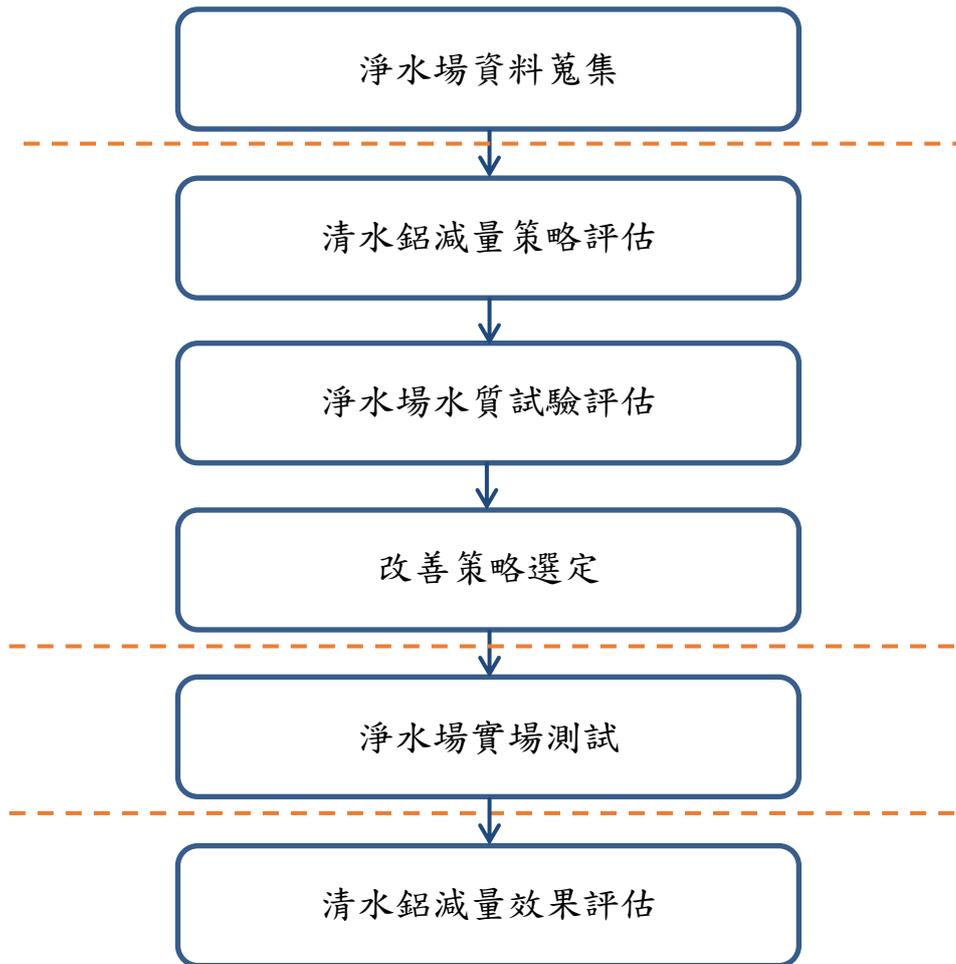


圖 4.5-1 員*淨水場清水鋁含量改善流程

4.5.1 淨水場資料蒐集

一、淨水場各單元設計資料(含廢水處理設備)

(一)供水現況

員*淨水場位於新北市瑞芳區員山子路 19-1 號(位置圖及平面圖如圖 4.5-2 及圖 4.5-3)，地籍位於三爪子段員山子小段 18-8 地號、18-4 地號及 146-5 地號，佔地面積約 0.6 公頃，由於屬山坡地實際可使用面積約 5,000 m²，高程在海拔 116 公尺山坡上，為瑞芳區轄內唯一淨水場，創設於民國 21 年，歷年來經多次擴建，至 101 年第四期擴建沉澱池後設計出水能力達 14,600 CMD，目前實際出水量為

約為 14,000 CMD，原水以蛇形溪重力取水為優先，不足部分再抽取基隆河，惟因蛇形溪枯水期水量少，大部分仍取自基隆河，供應瑞芳市區及工業區。



圖 4.5-2 員*淨水場水源及淨水場位置圖

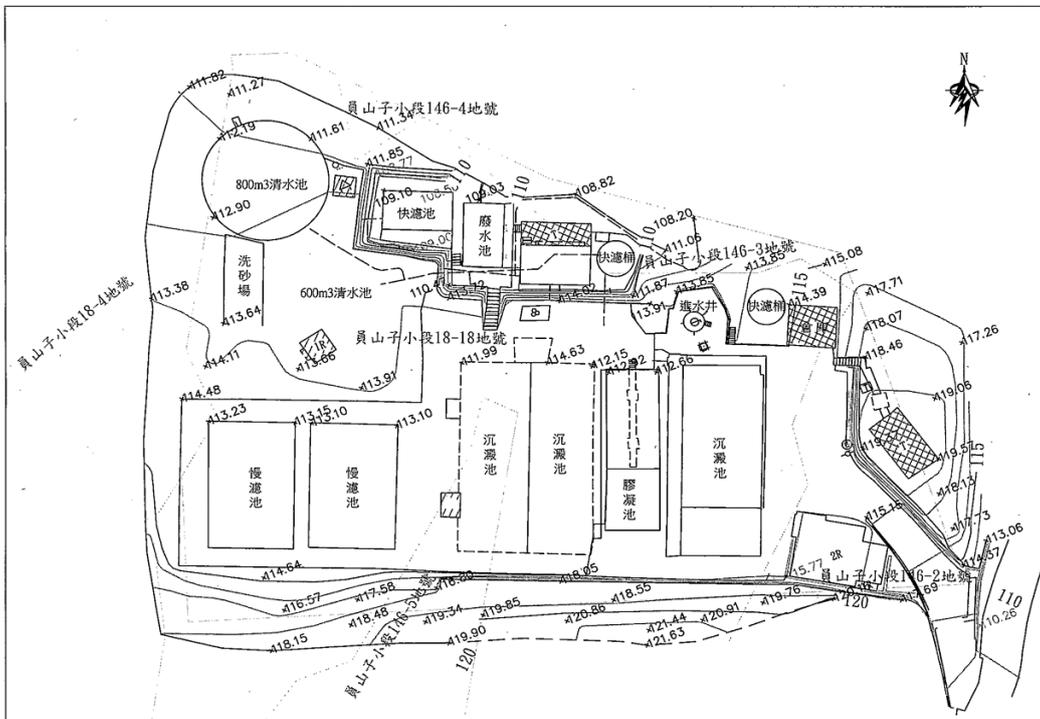


圖 4.5-3 員*淨水場平面配置圖

(二)淨廢水處理設備現況

1. 取水設備：

(1)基隆河員山抽水站：為主要水源，位於基隆河員山子分洪下游約 1km 蛇形溪流入基隆河交接處，員山抽水機房內置橫軸抽水機二台，豎軸抽水機二台，沉水式抽水機二台，取水量可達 1.2 萬 CMD。

(2)蛇形溪水源：以簡易水泥攔水壩及取水口取水，重力流至淨水場。目前可取水量並不穩定，雖然下雨或颱風天時可取水量可高達 1.2~1.5 萬 CMD，惟約 1.5 日即恢復量少狀態，因此大部分取自基隆河水。

2. 導水管線：

(1)自基隆河抽水站至淨水場為 500 m/m ϕ CIP 長 300 M 及 300 m/m ϕ CIP 長 100M。

(2)另自蛇形溪至淨水場為 350 m/m ϕ PVCP 長 960M。

3. 淨水設備：

(1)進水井：2M ϕ ，深 3M，供作兩水源原水混合用，並於此處作為加藥點，有混合池之功效。

(2)膠凝池：三池，HWL：116.2M，每池尺寸為 6M \times 6M \times 3.3M，其中二池串聯，供舊有沉澱池使用，處理水量 8,600 CMD；另一池供新設沉澱池使用，處理水量 6,000 CMD。

(3)快混池：上下迴流式內置混流板以達快混及慢混效果。

(4)沉澱池(以下稱沉澱池(一))：原有沉澱池為矩形 R.C 造一座，尺寸 25 m \times 10 m \times 3.5 m，容量 875 m³，HWL：116m，池內後段裝傾斜管(約 3 m 長)，停留時間 2.44 小時，表面負荷 34.4 CMD/m²。另 101 年增設 RC 造沉澱池 2 池(以下稱沉澱池(二))，

每池尺寸 18.4 m×7.67 m×3.41 m 總容量 962 m³，停留時間 3.85 小時，全部鋪設傾斜管，惟僅後段設集水渠，表面負荷率 4.4 CMD/m²。

(5)快濾池：R.C 造單閣式，含 4.5 m×4 m 二池，面積 36 m²，濾率 239 m/Day，處理量 8,600 CMD，另有快濾桶 2 座，每座處理水量 3,000 CMD。

(6)慢濾池：二池，每池尺寸 16.4 m × 11 m × 2.0 m，(另有二池停用已改建為沉澱池)，濾率約 7.76 m/Day，每池處理水量 1,400 CMD。因出水量少，效率低，僅作為備用。

(7)洗砂池：一座，尺寸為 5 m × 3 m，目前已廢棄不用。

(8)加藥設備：瓣膜式加藥機四台。加次氯酸鈉量 30~155 cc/min (其中二台備用，高濁時加 PAC1 用)。

(9)清水池：二座建於淨水場內圓形 R.C 造，一池 14.0mφ×4.27m，容量 600 m³，另一池 15.0mφ×4.5m，容量 800 m³，HWL：113.25 m。

4. 廢水設備：僅有廢水池一座，承接反沖洗廢水及沉澱池污泥。其廢水池尺寸為 10 m × 6 m × 2.5 m(有效深度)，容量 150 m³。

(三)基地現況

經查員*淨水場坐落於瑞芳區三瓜子段員山子小段 18-18、18-4、146-5 等地號，皆屬於山崩與地滑地質敏感區，依地質法規定，開發行為須進行基地地質調查及地質安全評估，其調查及評估結果應納入相關法令規定，並納入送審文件的一部分。

二、處理設備及操作程序缺失、混沉及過濾效能評析

(一)員*淨水場之原水主要由二處供應，一為蛇形溪水源，過去於豐水期間可取水量約 10,000~18,000 CMD，惟因氣候變遷，近年來可取水量驟減，除大雨或颱風天可取水量可達 1.2~1.5 萬 CMD 並且僅維持 1.5 日外，已無水量可取，僅能作為輔助水源。二為基隆河員山抽水站，為目前主要水源，屬於地面水，平均濁度約 5.49NTU。

(二)淨水處理設備功能檢討

1. 進水井(兼作分水井及加藥混合池)， $\phi 2 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ ，設計流量
 $=8600+6000=14,600 \text{ CMD}$

有效容量 $=\pi/4 \times 2^2 \times 3=9.42 \text{ m}^3$ ，

停留時間 $=9.42/14600 \times 1440=0.93 \text{ 分鐘} \approx 56 \text{ 秒}$ ，OK(30~60 秒)

2. 膠凝池，3 池，每池 $6 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 3.3 \text{ m}$ ，每池容量 $=118.8 \text{ m}^3$

(1)其中 2 池供舊有沉澱池(一)，處理水量 $=8600 \text{ CMD}$ ，停留時間
 $=118.8 \times 2/8600 \times 1440=39.8 \text{ min}$ ，符合。(20~60 min)

(2)1 池供沉澱池(二)處理水量 $=6000 \text{ CMD}$ ，停留時間 $=118.8/6000$
 $\times 1440=28.5 \text{ min}$ ，符合。(20~60 min)

一般膠羽池採三池串聯使用，對處理過程較具彈性，因此本次改善，將修正為三池串聯，再分流供應二套沉澱池，處理水量合計 14,600 CMD，串聯後其停留時間 35.15 min。膠凝機 G 值須一併修正為 $G:10 \sim 75 \text{ sec}^{-1}$ ， $GT:10^4 \sim 10^5$

3. 沉澱池：分沉澱池(一)及沉澱池(二)，其中一池於民國 75 年設置，另二池於民國 101 年設置。

(1)民國 75 年設置之沉澱池(一)， $25 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$ ，長寬比
 $=2.5$ (規範應大於 3)，設計處理容量 $=8600 \text{ CMD}$ ，表面積 $=25 \times 10=250 \text{ m}^2$ ，有效容積 $=250 \times 3.5=875 \text{ m}^3$ ，

表面負荷率=8600/250=34.4m/day(規範 10~20 m/day)，

停留時間=875/8600×24=2.44 小時(規範≥3 小時)池內後段(約 3m 長)雖曾改善裝設傾斜管，惟因鋪設面積小，仍應視為傳統式沉澱池，經檢視結果仍未符合設施標準。

(2)民國 101 年設置之沉澱池(二)，每池 18.4 m × 7.67 m × 3.41 m，鋪設傾斜管面積 7.5 m × 15 m，設計處理容量每池 Q=3,000 CMD，合計 6,000 CMD。傾斜管裝設面積表面負荷率=6000/(7.5×15×2) =26.7 m/day，約合表面負荷率 4.4 m/day。(優於規範 10~20 m/day)，停留時間=18.4×7.67×3.41×2 /6000×24=3.85 小時(規範≥1 小時)，出水渠流量負荷=6000/7.5/4=200 CMD/M(符合規範小於 350 CMD/M)。

(3)由於 75 年設置之沉澱池(一)，處理能力不符合規範，因此增設傾斜管，以增加沉澱面積，另考量該場區交通動線，將沉澱池後端約 5 米拆除(填平)改作為改善施工及操作維修之通道，剩餘空間改善為快速沉澱池(加裝傾斜管)，並於池底增設刮泥機，傾斜管採 60cm 長 60°角，鋪設面積 9.8 m×15 m，傾斜管裝設面積表面負荷率=8600/(9.8×15) =58.8 m/day，約合表面負荷率 9.75m/day，停留時間=(10×20×3.5)/8600×24=1.95 小時(規範≥1 小時)。

4. 過濾池：共有快濾池 2 池，快濾桶 2 座，及慢濾池 2 池。

(1)快濾池 2 池，每池面積 4.5 m×4 m= 18 m²，處理水量合計 8600 CMD，濾率=8600/(18×2)=239 m/d (規範 120~300m/d)。

(2)快濾桶 2 座，每座處理水量 3000 CMD。

(3)另有慢濾池 2 池，每池尺寸 16.4x11x2.0m 處理水量 1400 CMD，因出水量少效率低，目前僅作為備用。

5. 清水池，2 池，尺寸分別為 $\phi 14\text{m} \times 4.27\text{m}$ (容量 600 m^3)， $\phi 15\text{m} \times 4.5\text{m}$ (容量 800 m^3)，合計容量= 1400 m^3 。約合淨水場 $1400/14600 \times 24=2.3$ 小時當量。(依據自來水設施標準，清水池應有 1 小時以上之當量)

(三)廢水處理設備僅有廢水池一座，以設計出水量 $14,600\text{ CMD}$ 評估，該場近一年原水平均濁度為 5.49NTU ，濁度 10NTU 以下之發生率達 98.87% ，超出 60NTU 者僅有一次，為最大值 82.4NTU ，詳表 4.5-1。

1. 廢水量及污泥量估算

員*淨水場水質良好，淨水處理之耗水量低，以出水量 3% 估計，廢水量約 438 CMD ，以 450 CMD 計， PACl 加藥量以 10 PPM 計，
污泥量= $14,600 \times (1+0.03) \times (5.49+10 \times 0.153) / 1000$

$$=105.6\text{kg/日 (乾重)} =0.1056\text{ T/日 (乾重)}$$

設計污泥量以 2 倍量計= 0.2112T/日 ，以 0.22 T/日 計

2. 廢水處理設備

現有廢水池一座，容量 150 m^3 ，承接反沖洗廢水及沉澱池污泥，由於員*場規模不大，廢水量及污泥量較小，現有廢水池作為廢水集水調勻功能，廢水池上澄液直接排放基隆河，未迴流至分水井。

表 4.5-1 員*淨水場原水濁度出現率統計表

濁度(NTU)	出現次數	出現率	累積初出現率(%)
<5	766	50.69%	50.69%
5~10	728	48.18%	98.87%
10~20	8	0.53%	99.40%
20~40	4	0.26%	99.67%
40~60	4	0.26%	99.93%
60~80	0	0.00%	99.93%
80 以上	1	0.07%	100.00%
合 計	1511	-	-

(四)員*淨水場現有淨水處理設備功能檢討如表 4.5-2，另現勘淨水處理設備運行情況如圖 4.5-4，設備妥善率改善或不足設備增建、擴建評析結果如下：

1. 擴建評估：

員*淨水場出水量已可滿足瑞芳地區需水量 12,000 CMD 之供水需求。另外，水署計畫興建雙溪水庫，台水公司亦配合計畫由貢*淨水場埋設第二條輸往基隆經瑞芳地區之送水管，可確保未來供水無虞，故該場無擴建必要。

2. 設備妥善率評估：

- (1) 分水井聚氯化鋁及次氯酸鈉加藥點位置過於接近，易造成混凝效果不佳，建議調整次氯酸鈉加藥點。
- (2) 2012 年設置之沉澱池舊設刮泥機故障，造成濁度增加、耗氣量提高，建議優先辦理維修作業。
- (3) 現有 2 座快濾桶未運作，致使 2 座快濾池處理超負荷，造成濁度超出內控值，增加淨水風險，建議優先改善。

表 4.5-2 員*淨水場淨水處理設備功能檢討彙整表

處理單元	設備尺寸及功能	設計處理容量 (CMD)	規範值
分水井	φ 2m×3m T=0.93min	Q=14,600	-
膠凝池	2 - 6m×6m×3.3m T=39.8min	供沉澱池 1 Q=8600CMD	T=20~60min G:10~75 sec ⁻¹ (由大至小) GT:10 ⁴ ~10 ⁵
	1 - 6m×6m×3.3m T=28.5min	供沉澱池 2 Q=6000CMD	
沉澱池	沉澱池(一) 25m×10m×3.5m 表面負荷率 34.4m/day T=2.44 小時	Q=8600CMD	無傾斜管: T≥3hrs 表面負荷率: 20~40 m/day
	沉澱池(二) (共 2 池), 每池 18.4m×7.67m×3.41m, 鋪設傾斜管面積 7.5m×15m 表面負荷率: 4.4m/d, T=3.85 小時	Q=6000CMD	鋪設傾斜管: 表面負荷率: 10~20 m/day T≥1 小時
過濾池	快濾池 2 池, 每池面積 4.5m×4m 濾率=239m/day	Q=8600CMD	120~300m/day
	快濾桶 2 座(停用)	Q=6000CMD	
	慢濾池 2 池, 每池尺寸 16.4m×11m×2.5m (停用)	Q=2880CMD	
清水池	φ 14m×4.27m (V=600m ³) φ 15m×4.5m (V=800m ³)	合計 V=1400m ³ 約 2.3 小時當量	≥1 小時當量



蛇形溪(上游取水口乾涸)



基隆河抽水站



分水井加藥點(左：PAC1；右：次氯酸鈉)



膠凝池
(共3池；上方2池串聯，下方1池獨立)



沉澱池(部分舊設刮泥機故障)



沉澱池取樣點



快濾桶(未使用)



快濾桶上方(俯視圖)



快濾池



快濾池取水口



清水池(800m³)



清水池(800m³)取水點

	
<p>清水池水管延伸取樣點</p>	<p>清水池內取水管管長 4.40 米(與池深相同)</p>
	
<p>清水池內取水管改善(以池中間取水)</p>	<p>廢水池(未回收直接溢流)</p>

圖 4.5-4 員*淨水場現勘情況

三、水質基本資料

本場近一年原水濁度介於 1.3~5.4 NTU；總鋁介於 0.133~0.325 mg/L；pH 值介於 6.93~8.32；鹼度介於 14.9~93.1 mg/L (表 4.5-3)，係因平日原水水質佳，濁度量微度小，去除率之變動性較大。

表 4.5-3 員*淨水場近一年水質情形

項目	濁度(NTU)	總鋁(mg/L)	pH 值	鹼度(mg/L)
原水	1.3~5.4	0.133~0.325	6.93~8.32	14.9~93.1
清水 (去除率)	0.45~0.50 (43~92%)	0.0326~0.222	7.16~8.07	14.9~91.0

四、原水與各單元全流程採樣

(1) 採樣點(共分 2 次辦理全流程採樣)：

a. 第一次共 9 點(圖 4.5-5)：A 基隆河、B 蛇形溪、C 原水、D 膠羽池前、E 膠羽池後、F 沉澱池後、G 快濾池後、I 清水池、K 廢水池，分析水溫、pH 值、濁度、餘氯、導電度、鹼度、總鋁及溶解鋁。

b. 第二次共 12 點(圖 4.5-6)：A 基隆河、B 蛇形溪、C 原水、D 膠羽池前(取二池 D1、D2)、E 膠羽池後(取二池 E1、E2)、F 沉澱池後(取二池 F1、F2)、G 快濾池後、I 清水池、K 廢水池，分析水溫、pH 值、濁度、餘氯、導電度、鹼度、總鋁及溶解鋁。

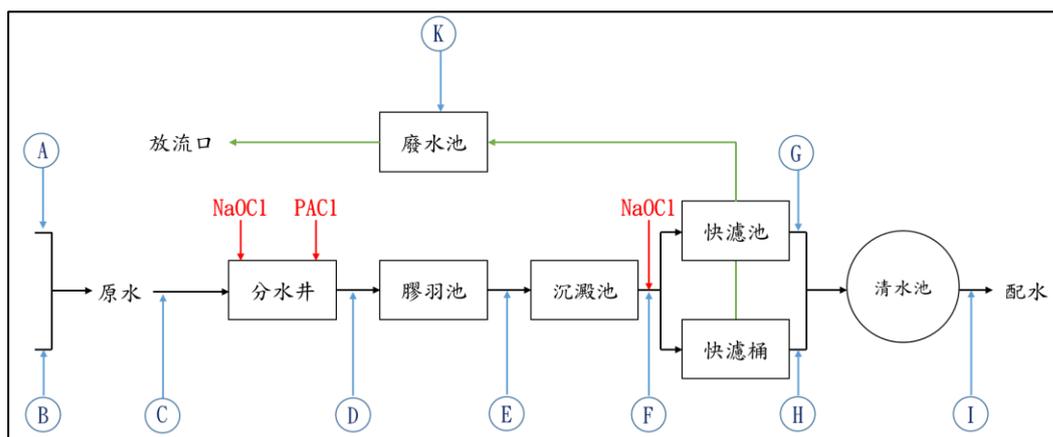


圖 4.5-5 員*淨水場淨水流程採樣點(第一次)

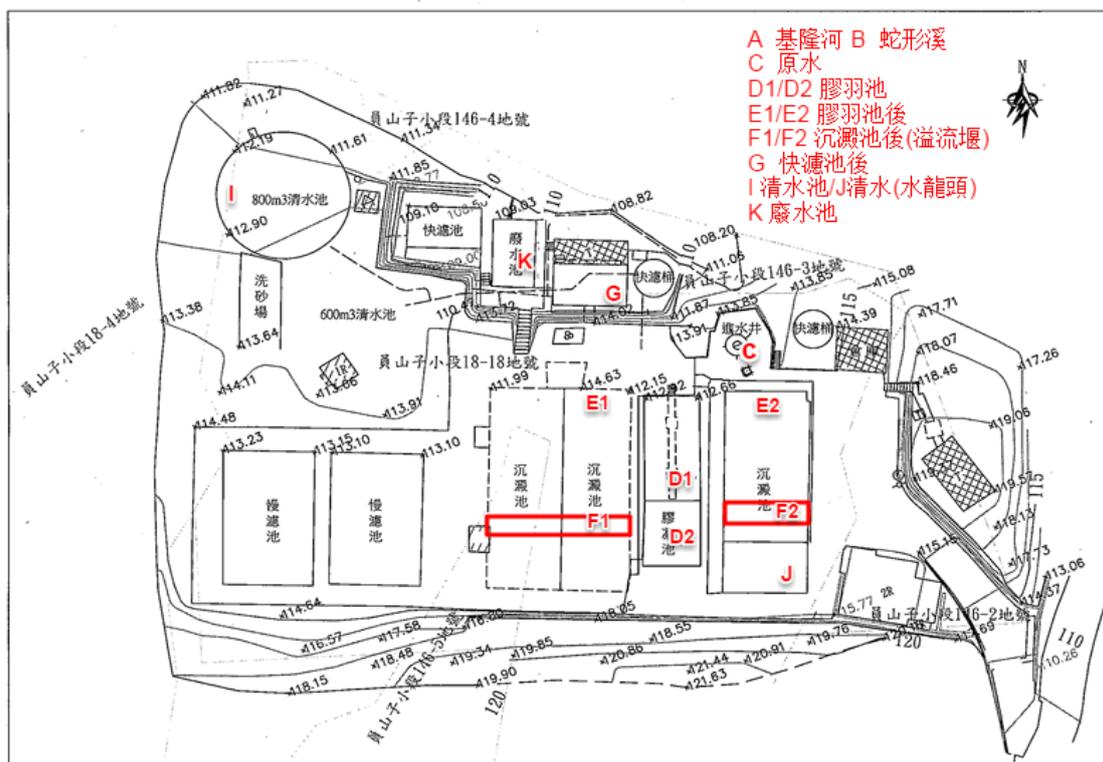


圖 4.5-6 員*淨水場淨水流程採樣點(第二次)

(2) 淨水流程鋁型態分析：

a. 第一次採樣(圖 4.5-7 及表 4.5-4)

(a)原水 pH 值 8.63，濁度 2.69 NTU，總鋁 0.0316 mg/L，溶解鋁 0.0153 mg/L，顯示原水主要為顆粒鋁。

(b)分水井添加 PAC1，pH 值略降至 8.61，其後各單元 pH 值變化不大(8.16~8.40)。

(c)各沉澱池總鋁上升至 0.3055 mg/L，其中溶解鋁：顆粒鋁約 1：1。

(d)快濾池匯流總鋁 0.1624 mg/L，超出內控標準(0.16 mg/L)，其中溶解鋁：顆粒鋁約 5：1，溶解鋁含量 0.1348 mg/L，顆粒鋁含量 0.0276 mg/L，惟濁度 0.79NTU 超出內控標準值(0.5NTU)，顯示快濾池處理效果不佳。

(e) 綜上，由採樣分析結果可知，清水鋁超出內控可能原因為快濾池無法有效去除顆粒鋁及原水 pH 值偏高，溶解鋁較高所致。

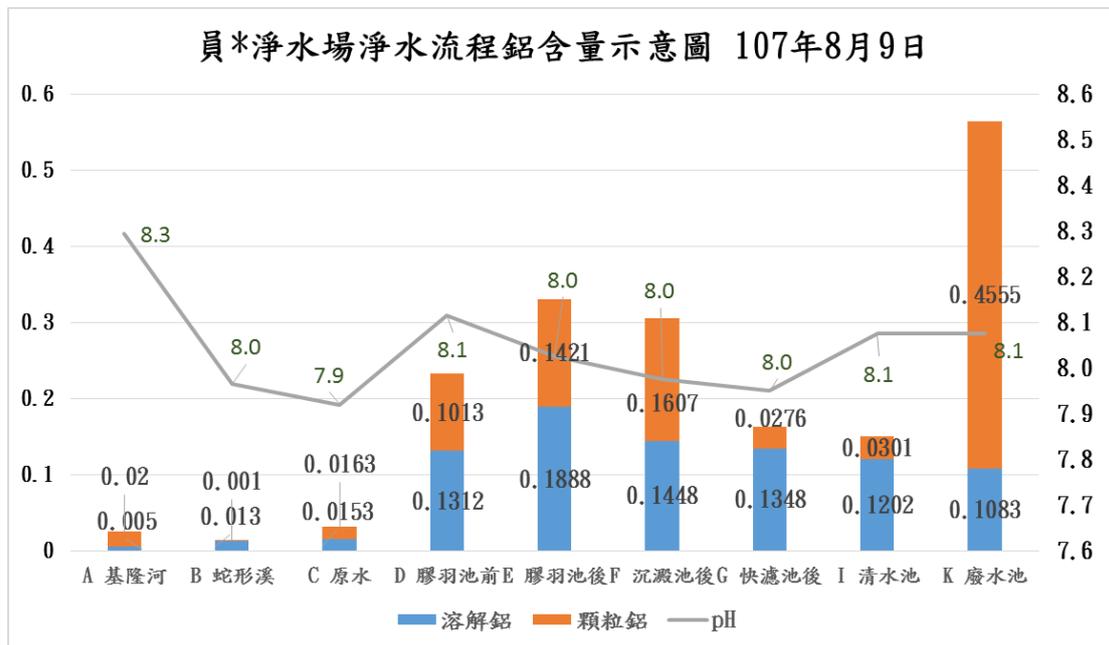


圖 4.5-7 員*淨水場淨水流程採樣鋁含量示意圖(第一次)

b. 第二次採樣(圖 4.5-5 及表 4.5-5)

(a) 因前一日下雨，原水 pH 值降為 7.83，濁度升高至 4.42 NTU，總鋁 0.0831 mg/L，溶解鋁 0.0198 mg/L，顯示原水主要為顆粒鋁。

(b) 分水井添加 PACl，pH 值略降至 7.56~7.65，其後各單元 pH 值變化不大(7.44~7.63)。

(c) 各沉澱池總鋁約 0.256、0.349 mg/L，其中溶解鋁：顆粒鋁約 1：2、1：6，以顆粒鋁為主。

(d) 快濾池匯流總鋁 0.0850 mg/L，符合內控標準(0.16 mg/L)，其中溶解鋁：顆粒鋁約 2：1，溶解鋁含量 0.0588 mg/L，顆粒鋁含量 0.0262 mg/L，惟濁度 0.98NTU 超出內控標準值(0.5NTU)，顯示快濾池處理效果不佳。

(e)綜上，由採樣分析結果可知，當 pH 值降低後，溶解鋁含量即可減少，使清水鋁符合內控標準值(0.16 mg/L)，惟快濾池超負荷致無法有效去除濁度顆粒，使清水濁度偏高。

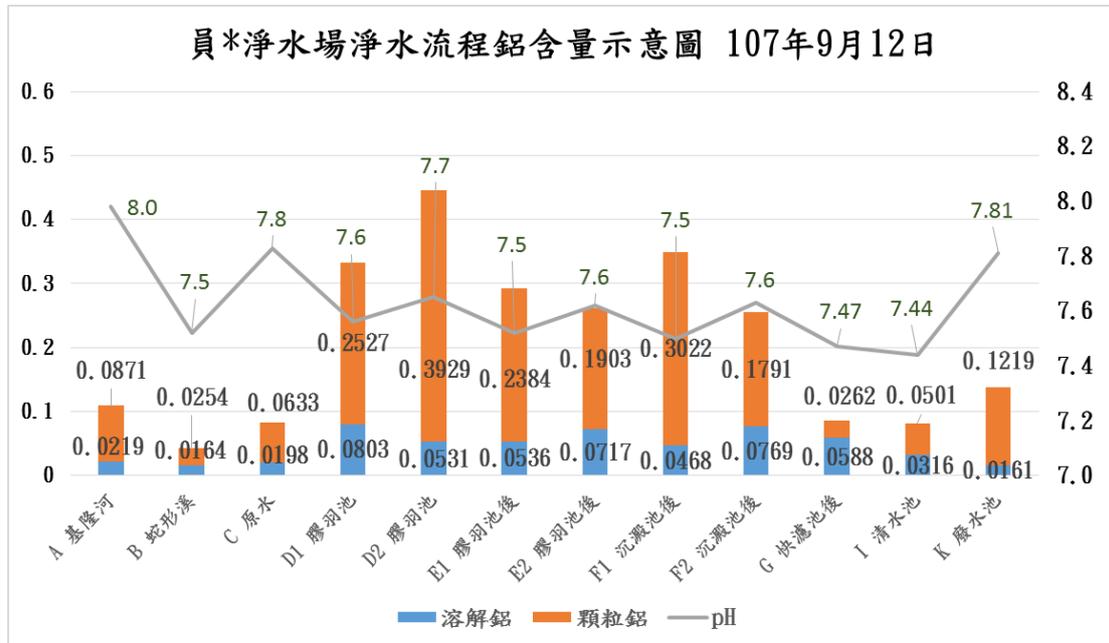


圖 4.5-8 員*淨水場淨水流程採樣鋁含量示意圖(第二次)

表 4.5-4 員*淨水場採樣紀錄(第一次)

日期： 2018 年 8 月 9 日，當日天氣：晴，前日天氣：晴									
採樣 時間	採樣點	水溫	pH	濁度	餘氯	導電度	鹼度	溶解鋁	總鋁
	單位	°C	-	NTU	mg/L	μ ho/cm	mg/L	mg/L	mg/L
15:10	A 基隆河	31.1	8.19	1.44	—	—	72	0.005	0.025
15:10	B 蛇形溪	29.7	7.01	0.84	—	—	30	0.013	0.014
15:20	C 原水	31.6	8.63	2.69	—	256	76	0.0153	0.0316
15:30	D 膠羽池前	31.6	8.61	2.96	>2.2	273	—	0.1312	0.2325
15:50	E 膠羽池後	31.1	8.40	2.34	0.86/1.80	270	—	0.1888	0.3309
15:55	F 沉澱池後	30.4	8.16	2.16	0.14/1.20	268	—	0.1448	0.3055
16:00	G 快濾池後	31.0	8.33	0.79	0.65	272	—	0.1348	0.1624
16:10	I 清水池	30.3	8.30	0.80	0.42	271	76	0.1202	0.1503
16:20	K 廢水池	32.1	8.46	12.20	—	266	—	0.1083	0.5638

表 4.5-5 員*淨水場採樣紀錄(第二次)

日期：2018年9月12日，當日天氣：晴，前日天氣：陰

採樣時間	採樣點	水溫	pH	濁度	餘氯	導電度	鹼度	溶解鋁	總鋁
	單位		-	NTU	mg/L	$\mu\text{ho/cm}$	mg/L	mg/L	mg/L
13:56	A 基隆河	26.6	7.98	5.73	—	117.9	30	0.0219	0.109
14:10	B 蛇形溪	26.2	7.52	3.39	—	87.2	16	0.0164	0.0418
14:22	C 原水	25.4	7.83	4.42	—	115.5	28	0.0198	0.0831
14:40	D1 膠羽池	25.7	7.56	4.08	1.24	115.7	—	0.0803	0.333
14:55	D2 膠羽池	25.7	7.65	5.60	0.75	115.0	—	0.0531	0.446
15:35	E1 膠羽池後	25.4	7.52	4.55	0.61	113.3	—	0.0536	0.292
15:07	E2 膠羽池後	25.4	7.62	4.61	1.16	115.8	—	0.0717	0.262
15:52	F1 沉澱池後	24.9	7.50	3.70	0.41	111.6	—	0.0468	0.349
15:20	F2 沉澱池後	25.0	7.63	4.14	1.11	115.6	—	0.0769	0.256
16:05	G 快濾池後	24.8	7.47	0.98	0.63	114.1	—	0.0588	0.0850
16:18	I 清水池	25.1	7.44	0.64	0.60	113.5	22	0.0316	0.0817
16:30	K 廢水池	25.7	7.81	1.95	—	96.57	—	0.0161	0.138

五、清水鋁含量超出內控原因分類

員*淨水場於 2016 年 8 月 1 日、2018 年 3 月 5 日及 2018 年 6 月 6 日發生 3 次清水鋁含量超標或超出內控情形(如表 4.5-6)，經查該場原水 pH 值皆偏高，且基隆河水源取水口上游又因經濟部水利署第十河川局辦理「基隆河三貂河段基礎加固工程」，混凝土澆灌時會釋放鹼度物質，造成 pH 值上升，以致聚氯化鋁加藥增加水中溶解鋁含量，原因分析詳如表 4.5-7。

表 4.5-6 員*淨水場清水鋁含量超標或超出內控情形表

超出內控日期	採樣點	濁度 (NTU)	pH 值	鹼度 (mg/L)	鋁 (mg/L)	聚氯化鋁加藥量 (mg/L)	水量 CMD
2016. 8. 1	原水	1. 4	8. 1	72. 7	0. 168	6. 0	-
	清水	0. 50	8. 0	72. 7	0. 403	-	14297
	去除率	64. 3%	-	-	-139. 9 %	-	-
2018. 3. 5	原水	1. 3	8. 2	41. 6	0. 133	2. 5	-
	清水	0. 50	7. 6	40. 6	0. 194	-	14448
	去除率	61. 5%	-	-	-70. 7%	-	-
2018. 6. 6	原水	5. 4	8. 3	93. 3	0. 325	3. 9	-
	清水	0. 45	8. 3	91. 0	0. 350	-	14711
	去除率	91. 7%	-	-	-7. 69%	-	-

表 4.5-7 員*淨水場清水鋁超出內控或超標原因分析

原因別	超出內控或超標原因分析
溶解鋁 及 顆 粒 鋁	超出內控日(2016/8/1)原水濁度 1.4NTU，pH 值 8.1，鹼度 72.7 mg/L，總鋁 0.168 mg/L，PAC1 加藥量 6.0 mg/L；清水濁度 0.50 NTU，總鋁 0.403 mg/L，推測除 pH 值高，致加藥造成溶解鋁升高外，清水濁度亦顯示淨水效能不佳，部份顆粒鋁無法有效去除。
	超出內控日(2018/3/5)原水濁度 1.3NTU，pH 值 8.2，鹼度 41.6 mg/L，總鋁 0.133 mg/L，PAC1 加藥量 2.5 mg/L；清水濁度 0.50 NTU，總鋁 0.194 mg/L，推測除 pH 值高，致加藥造成溶解鋁升高外，清水濁度亦顯示淨水效能不佳，部份顆粒鋁無法有效去除。
	超標日(2018/6/6)原水濁度 5.4NTU，pH 值 8.3，鹼度 93.3 mg/L，總鋁 0.325 mg/L，PAC1 加藥量 3.9 mg/L；清水濁度 0.45 NTU，總鋁 0.350 mg/L，推測除 pH 值高，致加藥造成溶解鋁升高外，清水濁度亦顯示淨水效能不佳，部份顆粒鋁無法有效去除。

4.5.2 清水鋁減量策略評估

針對顆粒鋁及溶解鋁造成清水殘餘鋁超標，減量策略如表 4.5-8 所示。

表 4.5-8 員*淨水場清水鋁超出內控減量策略及評估

原因分析	顆粒鋁	溶解鋁
減量策略	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配合 OPEE 辦理設備改善。 2. 以暨有設備操作參數模擬杯瓶試驗求得最適化操作條件。 3. 配合更換混凝劑進行杯瓶試驗結果，調整實場操作模式。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配合 OPEE 辦理設備改善。 2. 調整 pH 值進行杯瓶試驗求得最適化混凝操作條件。 3. 改用氯化鐵混凝劑進行杯瓶試驗求得最適化操作條件。
策略初步評估	<ol style="list-style-type: none"> 1. 員*淨水場廢水池僅有 1 座，採用氯化鐵混凝劑作為清水鋁減量策略，無法妥善處理廢水，又因該場基地面積不足，增建廢水處理設備須另行購地，故不納入考量。 2. 近年原水 pH 值時有偏高，且基隆河上游水利署第十河川局河岸混凝土加固工程施工，亦使原水 pH 值升高，致水中溶解鋁具有超內控風險。 3. 部分沉澱池刮泥機故障、過濾池超負荷及清水池底泥砂未清理。 	

4.5.3 淨水場水質試驗評估

一、滴定曲線建立

(一)以濃度 2%硫酸進行原水調降 pH 值滴定(如圖 4.5-9)，結果顯示 2%硫酸添加量約 0.24 ml，可使 2 公升原水 pH 值由 8.00 降至 6.8。員*場目前出水量約 14,000 CMD，每日需 2% 硫酸量：
 $0.00024\text{L}/2\text{L} \times 14,000 \text{ CMD} \times 10^3 \text{ L}/\text{CMD} = 1,680 \text{ L}$
 實場以 60% 硫酸進行添加，每日需 60% 硫酸量 56 L

(二)硫酸比重 1.35，單價 3.08 元/kg，則每日所需硫酸費用：

$$56 \text{ L/日} \times 1.35 \text{ kg/L} \times 3.08 \text{ 元/kg} = 233 \text{ 元/日}$$

每立方公尺出水約需 0.017 元/m³

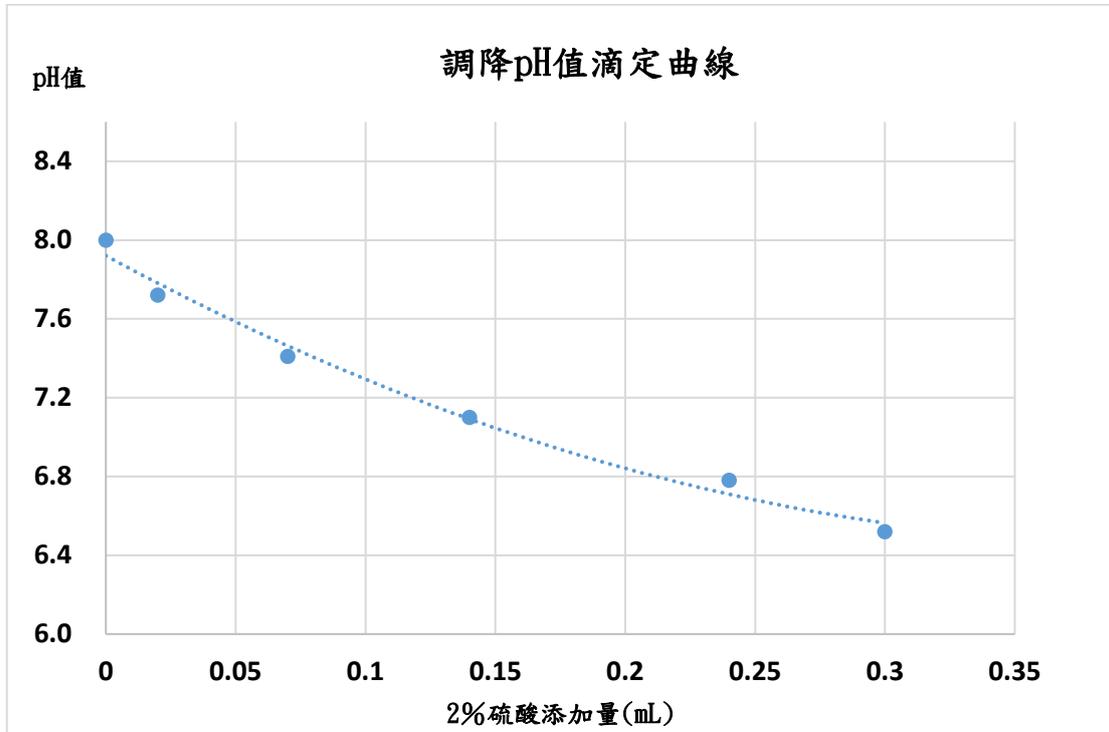


圖 4.5-9 員*淨水場調降 pH 值滴定曲線

二、最適混凝 pH 值之決定(圖 4.5-10)

員*淨水場平日原水濁度小於 10 NTU，可適用目前每日 PAC1 加藥量 3 mg/L(直接過濾法，添加少量混凝劑形成微膠羽在濾層形成濾膜)。本次杯瓶試驗固定添加 PAC1₃ mg/L，並調整 pH 值 8.0、7.7、7.4、7.1、6.8、6.5，上澄液總鋁含量隨 pH 值下降而減少(本次杯瓶試驗鋁之分析以分光光度計檢測，主要係為鋁含量趨勢)。

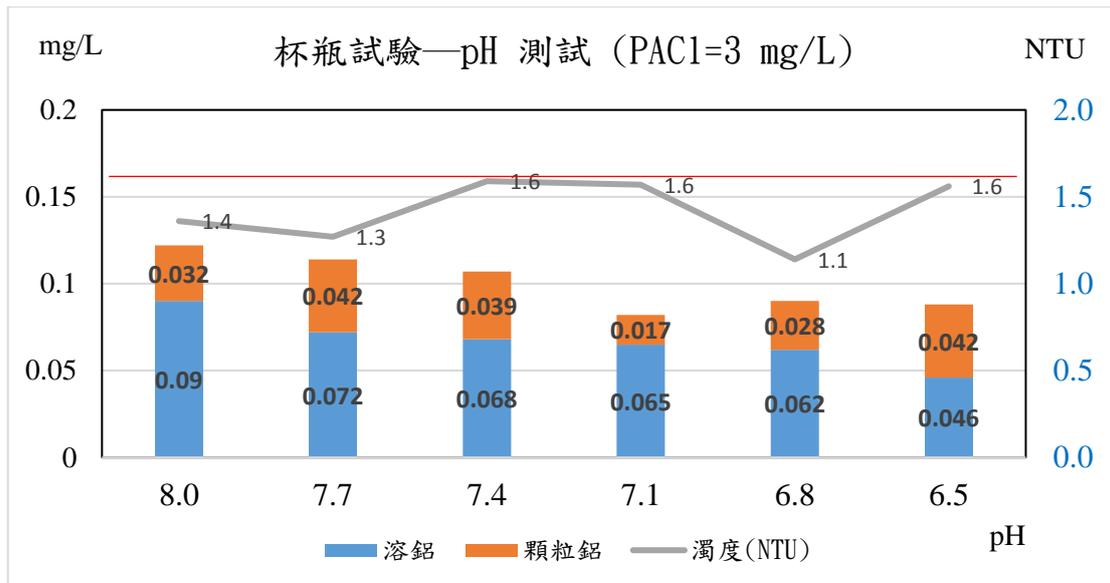


圖 4.5-10 員*淨水場 pH 測試杯瓶試驗(PACl=3 mg/L)

三、最適混凝加藥量之決定(圖 4.5-11)

本次試驗固定 pH 6.8，調整不同之 PACl 加藥量 2、3、4、5、6、7 mg/L，試驗結果上澄液總鋁分別為 0.047、0.065、0.060、0.077、0.093、0.118 mg/L 隨加藥量呈現上升趨勢，上澄液溶解鋁 0.032~0.051 mg/L 無明顯變化，總鋁含量符合內控標準值(0.16 mg/L)，另加藥量 2 mg/L 之上澄液總鋁含量(0.047 mg/L)最低，而加藥量 3 mg/L 之上澄液過濾後濁度(0.08NTU)，故建議最適混凝加藥量為 2~3 mg/L，且調降 pH 值確可有效控制淨水鋁之型態及殘餘鋁含量。

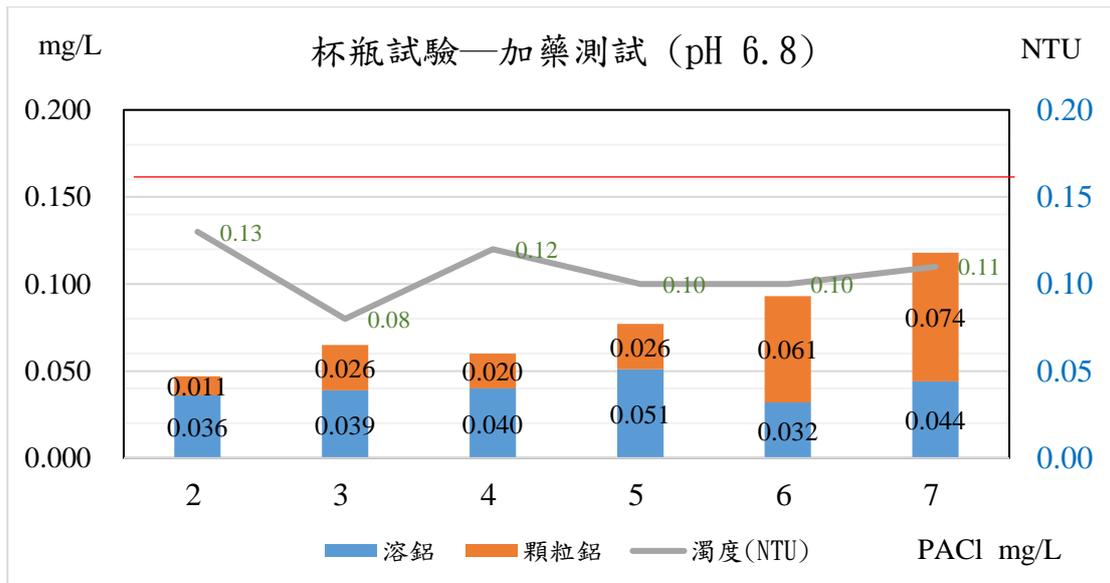


圖 4.5-11 員*淨水場加藥測試杯瓶試驗(pH 6.8)

4.5.4 改善策略選定

依上開淨水場水質試驗評估結果，採「調整混凝 pH 值進行杯瓶試驗求得最適化操作條件」及「設備妥善率改善或不足設備增建、擴建評估(OPEE)」改善策略可有效降低清水殘餘鋁超標風險，惟因員*場現階段尚未完成暨有設備改善，故待該場完成改善後，再辦理下一階段淨水場實場測試。

第五章 淨水場清水鋁含量改善行動方案

5.1 成立「水質異常處理小組」及「淨水場清水鋁含量改善技術輔導小組」

依據「台灣自來水股份有限公司水質預警事件作業要點」規定，任一水質檢項超出水質標準或「影響健康」及「可能影響健康」檢項超出內控值時，即應由各區處秘書以上擔任小組召集人，由水質課簽請核定小組成員並簽報召集水質異常處理小組會議，小組成員應包含水質課、操作課、工務課及廠所等，並於會議需提出「預估改善期限」及解決方案結論，俾利建立稽核作業，清水鋁檢項雖非屬「影響健康」及「可能影響健康」項目，惟近年已成為民眾關心之水質議題，故建議比照「影響健康」及「可能影響健康」項目辦理，各區處若存在改善期程超出半年以上之未結案事件，每半年應召開乙次水質安全管理會議，並由區處處長擔任主持人，每次會議紀錄應函報總處並登錄於ADTS系統。

為更進一步協助各區管理處辦理清水鋁含量改善，建議由總管理處(供水處)邀請各區處實際辦理淨水場清水鋁含量改善，具有實務經驗與熱忱同仁及外部專家學者組成「淨水場清水鋁含量改善技術輔導小組」，提供各列管淨水場技術諮詢並協助各區處辦理淨水場清水鋁含量改善工作，對於無法符合飲用水鋁內控標準值(0.16mg/L)之淨水場，或改善成效不彰之淨水場，則應主動邀集上開技術輔導小組前往診斷、輔導，協助辦理淨水場清水鋁含量改善工作。

5.2 淨水場清水鋁含量改善標準作業程序

淨水場清水鋁含量改善標準作業程序如圖 5.2-1，各流程說明如下：

- 一、淨水場資料蒐集：須進行淨水場詳實的調查，除蒐集相關原水水質基本資料外，並應檢討淨水、廢水處理設備及操作程序缺失、混沉與過濾效能是否符合原設計要求後，依清水鋁含量超出內控原因進行初步分類。
 - 二、清水鋁減量策略評估：依上開超出內控原因分類結果，考量可行性、操作性及經濟性後，進行減量策略評估。
 - 三、淨水場水質試驗評估：依上一程序選定之減量策略辦理杯瓶試驗，了解鋁減量效果是否可符合需求。
 - 四、改善策略選定：依實驗室杯瓶試驗結果，參考淨水場清水鋁含量改善策略決策流程圖選定改善策略。
 - 五、淨水場實場測試：進入實場測試，蒐集連續操作之監測數據，以為後續改善策略評估之參考。
 - 六、清水鋁減量效果評估及改善策略定案：最後再由淨水場的測試結果，分析清水鋁含量改善成效，以決定最適合的改善策略。
- 以下分別詳述每一階段之建議工作執行項目。

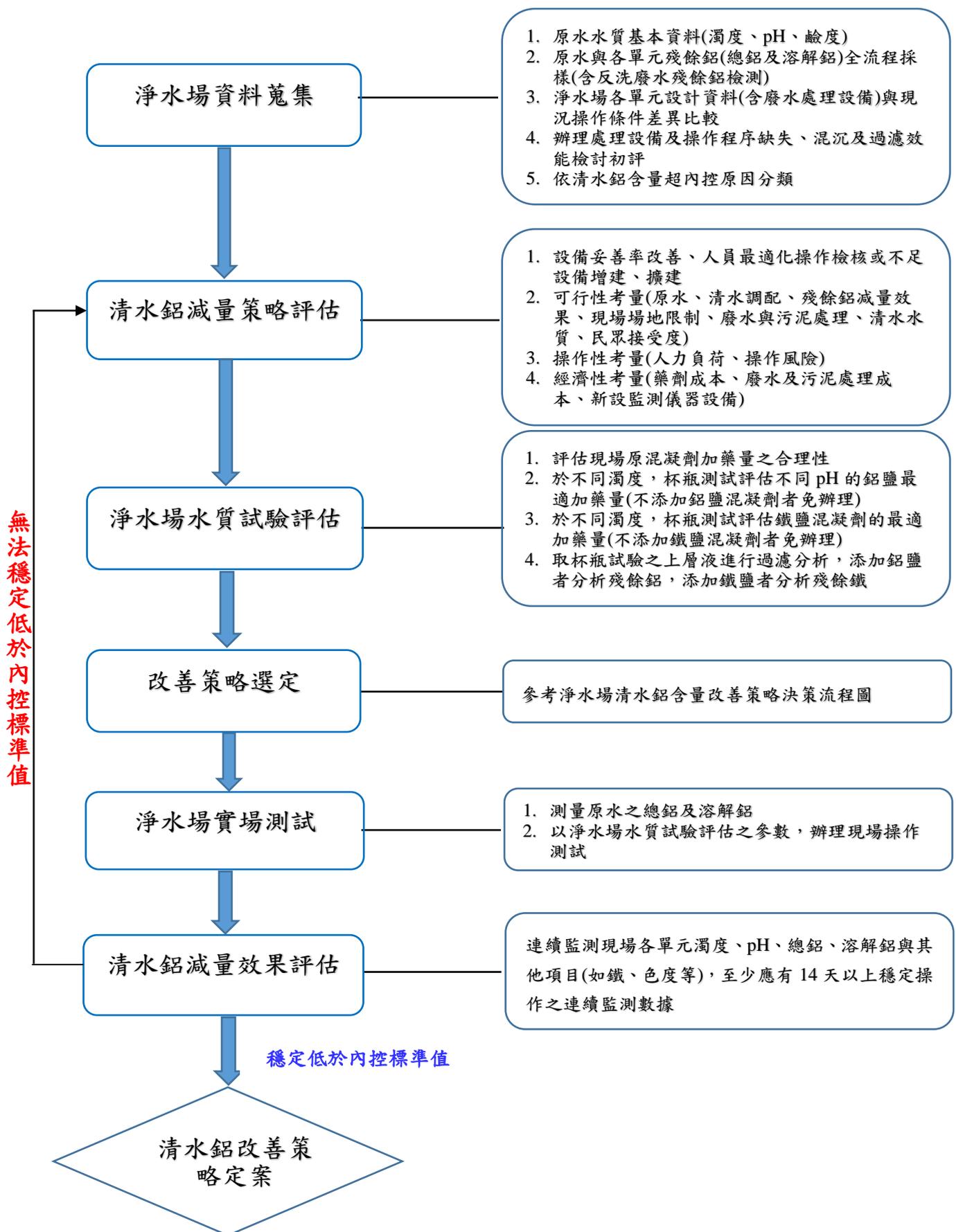


圖 5.2-1 淨水場清水鋁含量改善標準作業程序

5.2.1 基本資料蒐集及各淨水單元之鋁含量及物種分析

淨水場基本資料的收集及各處理單元殘餘鋁含量現況，為改善進行的第一步，調查內容應涵蓋：

- 一、原水水質基本資料(濁度、pH 值、鹼度)。
- 二、原水與各單元(包含反洗廢水)殘餘鋁水質資料，須分類成總鋁、溶解鋁及顆粒鋁。
- 三、淨水場各單元設計資料(含廢水處理設備)與現況操作條件差異比較。
- 四、辦理處理設備及操作程序缺失、混沉及過濾效能檢討初評。
- 五、依清水鋁含量超出內控原因分類。

如初步評估清水鋁含量偏高原因係因淨水場處理設備效能不彰或設備不足者，可依「台灣自來水股份有限公司淨水場操作效能評估及改善作業要點」由各區管理處成立「綜合操作效能評估小組」，透過淨水場營運效能評估及提昇 (operational performance evaluation & enhancement, OPEE) 制度，辦理淨水場營運效能評估及改善工作，以強化淨水場操作及管理效能，並確認是否配合辦理設備之改善或擴建。

針對目前改善後清水鋁含量仍有超出內控值之虞的 33 座淨水場初步水質資料分析，改善方向分類可概分如表 5.2-1，其中部分淨水場在不同原水水質條件下，造成清水鋁含量超出內控值的原因可能不同，故未來各淨水場辦理清水鋁含量改善時，仍應依本報告所提供之標準作業程序，逐步評估及確認改善策略。

表 5.2-1 改善後清水鋁仍有超出內控標準值之虞淨水場初步分類

原因別 區處別	(A)顆粒鋁	(B)溶解鋁	(C)顆粒鋁/溶解鋁 皆有
第一區處	老*、暖*	-	中*、員*
第三區處	明*、滿*、新*二 場	新*	南*、關*、新*一 場、寶*
第四區處	慶*、大*頂	信*、大*尾	水*、集*、羅*、鹿 *、粗*、嘉*、嘉*第 二、豐*第一、豐*第 二、鯉*潭
第七區處	-	澄*湖	路*、牡*、*頂、琉 *、六*、甲*

表 5.2-2 係針對仍有超出台水內控標準值之虞淨水場進行歷次超標原因初步分析，因台水公司以往針對清水鋁含量檢驗僅檢測總鋁含量，故僅能就既有原、清水之總鋁含量、pH 值、加藥量及濁度等檢測資料做初步判斷，依據相關文獻所顯示以清水濁度 0.2 NTU 以下，顆粒鋁有較佳控制(Van Benschoten and Edzwald, 1990)，及淨水條件 pH 值 7.85 以下，溶解鋁含量有較佳控制(鐘，2013)，選定原水條件 pH 7.85 及清水濁度 0.2 NTU 為判定值，以作為初步判斷結果之依據，惟建議日後對於有超內控之虞淨水場鋁含量檢驗，應同時檢測「溶解鋁」及「顆粒鋁」，以利作為辦理改善策略研擬之參考。

另外針對改善後清水鋁含量仍有超出內控值之虞的 33 座淨水場，依歷次水質超內控及超標情形劃分風險等級，清水鋁含量超出台水內控值(0.16 mg/L)1 次者為低風險；清水鋁含量超出台水內控值 2 次以上者為中風險；清水鋁含量超出 2019 年 7 月施行 0.2 mg/L 者為

高風險，統計低風險淨水場共 6 場；中風險淨水場共 5 場；高風險淨水場共 22 場，各區處淨水場風險分類結果如表 5.2-3。

表 5.2-2 淨水場歷次超出內控原因初步分析

區處	淨水場	原因別	超出內控原因分析
第一區處	老*	顆粒鋁	超內控日(2017/8/30)原水濁度 10 NTU，pH 值 7.4，鹼度 17 mg/L，總鋁 0.265 mg/L，PAC1 加藥 18.3 mg/L；清水濁度 0.45 NTU，總鋁 0.174 mg/L，顆粒鋁，因 pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測主要為顆粒鋁所致。
	中*	顆粒鋁	超內控日(2018/1/8)原水濁度 11 NTU，pH 值 7.2，鹼度 14.8 mg/L，總鋁 0.763mg/L，PAC1 加藥 36.7 mg/L；清水濁度 0.45 NTU，總鋁 0.663 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。
		溶解鋁及顆粒鋁	超內控日(2018/7/9)原水濁度 2.2 NTU，pH 值 8.6，鹼度 101 mg/L，總鋁 0.131 mg/L，PAC1 加藥 7.6 mg/L；清水濁度 0.44 NTU，總鋁 0.277 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	暖*	顆粒鋁	超內控日(2017/10/16)原水濁度 3.0 NTU，pH 值 7.1，鹼度 10.6 mg/L，總鋁 0.397 mg/L，PAC1 加藥量 30 mg/L；清水濁度 0.40 NTU，總鋁 0.212 mg/L，因 pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測主要為顆粒鋁所致。
	員*	溶解鋁及顆粒鋁	超內控日(2018/3/5)原水濁度 1.3NTU，pH 值 8.2，鹼度 41.6 mg/L，總鋁 0.133 mg/L，PAC1 加藥量 2.5 mg/L；清水濁度 0.50 NTU，總鋁 0.194 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。 超標日(2018/6/6)原水濁度 5.4 NTU，pH 值 8.3，鹼度 93.3 mg/L，總鋁 0.325 mg/L，PAC1 加藥量 3.9 mg/L；清水濁度 0.45 NTU，總鋁 0.350 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
第三區處	新*	溶解鋁	超內控日(2017/5/15)原水濁度 4.3 NTU，pH 值 7.8，鹼度 135 mg/L，總鋁 0.164 mg/L，PAC1 加藥量 15.9 mg/L；清水濁度 0.10 NTU，總鋁 0.187 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。
			超內控日(2017/8/14)原水濁度 3.0 NTU，pH 值 7.4，鹼度 132 mg/L，總鋁 0.129 mg/L，PAC1 加藥量 15.2 mg/L；清水濁度 0.15 NTU，總鋁 0.205 mg/L，因 pH 值及清水濁度

區處	淨水場	原因別	超出內控原因分析
			皆未達判定值，推測原因尚待討論。
	南*	溶解鋁及顆粒鋁	<p>超內控日(2017/7/13)原水濁度 6.17 NTU，pH 值 8.04，鹼度 55.7 mg/L，總鋁 0.086 mg/L，PAC1 加藥量 6 mg/L；清水濁度 0.47 NTU，總鋁 0.161 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。</p> <p>超內控日(2018/3/9)原水濁度 2.89 NTU，pH 值 7.88，鹼度 83.0 mg/L，總鋁 0.039 mg/L，PAC1 加藥量 8 mg/L；清水濁度 0.46 NTU，總鋁 0.195 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。</p>
	關*	溶解鋁及顆粒鋁	<p>超內控日(2017/2/13)原水濁度 2.2 NTU，pH 值 8.30，鹼度 137 mg/L，總鋁 0.096 mg/L，PAC1 加藥量 5.2 mg/L；清水濁度 0.50 NTU，總鋁 0.281 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。</p> <p>超內控日(2017/5/15)原水濁度 2.7 NTU，pH 值 7.90，鹼度 138 mg/L，總鋁 0.109 mg/L，PAC1 加藥量 5.2 mg/L；清水濁度 0.50 NTU，總鋁 0.193 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。</p>
	明*	顆粒鋁	超內控日(2017/12/4)原水濁度 8 NTU，pH 值 7.7，鹼度 130 mg/L，總鋁 0.201 mg/L，PAC1 加藥量 12.4 mg/L；清水濁度 0.25 NTU，總鋁 0.176 mg/L，因 pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測主要為顆粒鋁所致。
	浦*	顆粒鋁	<p>超內控日(2017/4/10)原水濁度 8.24 NTU，pH 值 7.45，鹼度 146 mg/L，總鋁 0.384 mg/L，PAC1 加藥量 5.3 mg/L；清水濁度 1.02 NTU，總鋁 0.209 mg/L，因 pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測主要為顆粒鋁所致。</p> <p>超內控日(2017/7/3)原水濁度 19.1 NTU，pH 值 7.63，鹼度 83.6 mg/L，總鋁 1.60 mg/L，PAC1 加藥量 11.9 mg/L；清水濁度 1.96 NTU，總鋁 0.235 mg/L，因 pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測主要為顆粒鋁所致。</p>
	新*第一	-	超內控日(2017/1/9)原水濁度 94 NTU，pH 值 7.41，鹼度 130 mg/L，總鋁 1.9 mg/L，PAC1 加藥量 20.6 mg/L；清水濁度 0.20 NTU，總鋁 0.168 mg/L，因 pH 值及清水濁度皆未達判定值，推測原因尚待討論。
		-	超內控日(2017/4/10)原水濁度 38.6 NTU，pH 值 7.49，鹼度 123 mg/L，總鋁 1.31 mg/L，PAC1 加藥量 22.3 mg/L；

區處	淨水場	原因別	超出內控原因分析
			清水濁度 0.14 NTU，總鋁 0.245 mg/L，因 pH 值及清水濁度皆未達判定值，推測原因尚待討論。
		顆粒鋁	超內控日(2017/7/3)原水濁度 54.1 NTU，pH 值 7.24，鹼度 83.6 mg/L，總鋁 1.12 mg/L，PAC1 加藥量 26.0 mg/L；清水濁度 0.46 NTU，總鋁 0.193 mg/L，因 pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測主要為顆粒鋁所致。
		顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/10/23)原水濁度 8.13 NTU，pH 值 7.92，鹼度 132 mg/L，總鋁 0.462 mg/L，PAC1 加藥量 12.9 mg/L；清水濁度 0.22 NTU，總鋁 0.167 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	新*第二	顆粒鋁	超內控日(2017/1/9)原水濁度 47.5 NTU，pH 值 7.63，鹼度 130 mg/L，總鋁 1.65 mg/L，PAC1 加藥量 4.1 mg/L；氯化鐵加藥量 8.0 mg/L；清水濁度 0.46 NTU，總鋁 0.208 mg/L，因 pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測主要為顆粒鋁所致。
	寶*	溶解鋁	超內控日(2017/2/13)原水濁度 4.14 NTU，pH 值 8.09，鹼度 98 mg/L，總鋁 0.162 mg/L，PAC1 加藥量 5.8 mg/L；清水濁度 0.19 NTU，總鋁 0.185 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。
		顆粒鋁	超內控日(2017/11/13)原水濁度 3.84 NTU，pH 值 7.70，鹼度 98 mg/L，總鋁 0.072 mg/L，PAC1 加藥量 5.4 mg/L；清水濁度 0.28 NTU，總鋁 0.176 mg/L，因 pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測主要為顆粒鋁所致。
第四區處	水*	顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/4/17)原水濁度 1.2 NTU，pH 值 8.3，鹼度 129 mg/L，總鋁 0.252 mg/L，PAC1 加藥量 1.71 mg/L；清水濁度 0.45 NTU，總鋁 0.161 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
			超內控日(2017/7/10)原水濁度 2.8 NTU，pH 值 8.2，鹼度 113 mg/L，總鋁 1.33 mg/L，PAC1 加藥量 2.22 mg/L；清水濁度 0.25 NTU，總鋁 0.162 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	信*	溶解鋁	超內控日(2017/7/11)清水濁度 0.25 NTU，清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，總鋁 0.162 mg/L，惟本場清水由水*淨水場支援供水，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	集*	顆粒鋁及溶解	超內控日(2017/1/10)原水濁度 5.2 NTU，pH 值 8.3，鹼度 127 mg/L，總鋁 2.13 mg/L，PAC1 加藥量 1.40 mg/L；清

區處	淨水場	原因別	超出內控原因分析
		鋁	水濁度 0.65 NTU，總鋁 0.214 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
		溶解鋁	超內控日(2017/7/11)原水濁度 3.5 NTU，pH 值 7.8，鹼度 114 mg/L，總鋁 0.594 mg/L，PAC1 加藥量 1.85 mg/L；清水濁度 0.45 NTU，總鋁 0.216 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	羅*	顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/7/11)原水濁度 20 NTU，pH 值 8.5，鹼度 153 mg/L，總鋁 0.992 mg/L，PAC1 加藥量 18 mg/L；清水濁度 0.75 NTU，總鋁 0.179 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
		顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2018/3/13)原水濁度 2.5 NTU，pH 值 8.3，鹼度 1.7 mg/L，總鋁 0.225 mg/L，PAC1 加藥量 3.0 mg/L；清水濁度 0.25 NTU，總鋁 0.199 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	鹿*	顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2018/8/7)原水濁度 3.45 NTU，pH 值 8.17，鹼度 69.4 mg/L，總鋁 0.297 mg/L，PAC1 加藥量 5.71 mg/L；清水濁度 0.44 NTU，總鋁 0.187 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	慶*	顆粒鋁	超內控日(2017/7/3)原水濁度 8.10 NTU，pH 值 7.5，鹼度 88 mg/L，總鋁 0.900 mg/L；清水濁度 0.61 NTU，總鋁 0.431 mg/L，除因 pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，另本場無設置混沉設備，僅有快濾單元，無添加混凝劑，無混沉效果，在取用地面水源時，因濁度高造成淨水效果不佳，故推測主要為顆粒鋁所致。
	慶*	顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/8/8)原水濁度 12 NTU，pH 值 8.3，鹼度 146 mg/L，總鋁 2.44 mg/L；清水濁度 1.2 NTU，總鋁 2.65 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	嘉*	顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/5/9)原水濁度 0.15 NTU，pH 值 6.4，鹼度 107 mg/L，總鋁 0.206 mg/L，清水濁度 0.40 NTU，pH 值 8.2，總鋁 0.203 mg/L，惟本場清水由集*場支援，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
超內控日(2017/8/8)原水濁度 0.20 NTU，pH 值 6.6，鹼度 104 mg/L，總鋁 0.0199 mg/L，清水濁度 0.40 NTU，pH 值 7.9，總鋁 0.19 mg/L，惟本場清水由集*場支援，且清水濁			

區處	淨水場	原因別	超出內控原因分析
			度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	嘉*第二	顆粒鋁及溶解鋁	本場清水由集*場支援。超內控日(2017/8/8)原水濁度 0.40 NTU，pH 值 6.3，鹼度 62.5 mg/L，總鋁 0.0258 mg/L，清水濁度 0.25 NTU，pH 值 7.2，總鋁 0.185 mg/L，惟本場清水由集*場支援，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	大*頂	顆粒鋁	超內控日(2017/6/13)原水濁度 37.3 NTU，pH 值 7.31，鹼度 43.4 mg/L，總鋁 0.243 mg/L；清水濁度 1.58 NTU，總鋁 0.226 mg/L，該場為地下水，無添加混凝劑，pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測主要為顆粒鋁所致。
	大*尾	溶解鋁	超內控日(2017/6/13)原水濁度 302 NTU，pH 值 7.89，鹼度 86.9 mg/L，總鋁 3.30 mg/L，PAC1 加藥量 30 mg/L；清水濁度 0.13 NTU，總鋁 0.203 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。
	豐*第一	顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/3/13)原水濁度 7.73 NTU，pH 值 8.05，鹼度 108 mg/L，總鋁 0.243 mg/L，PAC1 加藥量 13 mg/L；清水濁度 0.46 NTU，總鋁 0.289 mg/L，因 pH 值偏高，推測主要為溶解鋁所致。因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	豐*第二	顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/3/13)原水濁度 8.40 NTU，pH 值 8.03，鹼度 108 mg/L，總鋁 0.929 mg/L，PAC1 加藥量 12 mg/L；清水濁度 0.64 NTU，總鋁 0.284 mg/L，因 pH 值偏高，推測主要為溶解鋁所致。因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
溶解鋁		超內控日(2018/1/16)原水濁度 8.20 NTU，pH 值 8.07，鹼度 82.0 mg/L，總鋁 0.216 mg/L；清水濁度 1.50 NTU，總鋁 0.248 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。	
顆粒鋁及溶解鋁		超內控日(2018/2/5)原水濁度 3.41 NTU，pH 值 8.09，鹼度 88 mg/L，總鋁 0.098 mg/L，PAC1 加藥量 8.9 mg/L；清水濁度 0.22 NTU，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。	
顆粒鋁及溶解鋁		超內控日(2018/3/5)原水濁度 30.6 NTU，pH 值 8.10，鹼度 96.0 mg/L，總鋁 0.132 mg/L，PAC1 加藥量 13 mg/L；清水濁度 0.62 NTU，總鋁 0.253 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解	

區處	淨水場	原因別	超出內控原因分析	
			鋁及顆粒鋁皆可能造成。	
	鯉*潭	顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/6/19)原水濁度 1.9 NTU, pH 值 7.79, 鹼度 94.8 mg/L, 總鋁 0.528 mg/L, PAC1 加藥量 8.47 mg/L; 清水濁度 0.2 NTU, 總鋁 0.163 mg/L, 因 pH 值在判定值 7.8 以上, 且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上, 推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。	
第七區處	路*	溶解鋁	超內控日(2017/3/6)原水濁度 17.4 NTU, pH 值 8.25, 鹼度 106 mg/L, PAC1 加藥量 80 mg/L; 清水濁度 0.10 NTU, 總鋁 0.210 mg/L, 因 pH 值在判定值 7.8 以上, 且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU, 推測主要為溶解鋁所致。	
			超內控日(2017/4/28)原水濁度 31.4 NTU, pH 值 8.43, 鹼度 157 mg/L, PAC1 加藥量 80 mg/L; 清水濁度 0.11 NTU, 總鋁 0.261 mg/L, 因 pH 值在判定值 7.8 以上, 且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU, 推測主要為溶解鋁所致。	
			超內控日(2017/5/11)原水濁度 43.5 NTU, pH 值 8.36, 鹼度 137 mg/L, PAC1 加藥量 90 mg/L; 清水濁度 0.10 NTU, 總鋁 0.255 mg/L, 因 pH 值在判定值 7.8 以上, 且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU, 推測主要為溶解鋁所致。	
		顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/7/13)原水濁度 159 NTU, pH 值 8.16, 鹼度 130 mg/L, PAC1 加藥量 80 mg/L; 清水濁度 0.22 NTU, 總鋁 0.171 mg/L, 因 pH 值在判定值 7.8 以上, 且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上, 推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。	
		溶解鋁	超內控日(2017/8/31)原水濁度 91 NTU, pH 值 8.17, 鹼度 112 mg/L, PAC1 加藥量 60 mg/L; 清水濁度 0.17 NTU, 總鋁 0.176 mg/L, 因 pH 值在判定值 7.8 以上, 且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU, 推測主要為溶解鋁所致。	
			超內控日(2017/9/4)原水濁度 66.5 NTU, pH 值 8.18, 鹼度 159 mg/L, PAC1 加藥量 25.42 mg/L; 清水濁度 0.13 NTU, 總鋁 0.193 mg/L, 因 pH 值在判定值 7.8 以上, 且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU, 推測主要為溶解鋁所致。	
		顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/10/23)原水濁度 4.02 NTU, pH 值 8.14, 鹼度 136 mg/L, PAC1 加藥量 23.3 mg/L; 清水濁度 0.24 NTU, 總鋁 0.184 mg/L, 因 pH 值在判定值 7.8 以上, 且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上, 推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。	
		溶解鋁	超內控日(2017/11/13)原水濁度 6.16 NTU, pH 值 7.84, 鹼度 80.2 mg/L, PAC1 加藥量 20 mg/L; 清水濁度 0.17 NTU, 總鋁 0.206 mg/L, 因 pH 值在判定值 7.8 以上, 且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU, 推測主要為溶解鋁所致。	
		牡*	溶解鋁	超內控日(2017/11/7)原水濁度 9 NTU, pH 值 7.9, 鹼度 104 mg/L, PAC1 加藥量 17.9 mg/L; 清水濁度 0.18 NTU,

區處	淨水場	原因別	超出內控原因分析	
			總鋁 0.199 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。	
			超內控日(2017/12/5)原水濁度 4 NTU，pH 值 8.1，鹼度 108 mg/L，PAC1 加藥量 10.3 mg/L；清水濁度 0.17 NTU，總鋁 0.282 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。	
		顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2018/1/9)原水濁度 2.7 NTU，pH 值 8.3，鹼度 106 mg/L，PAC1 加藥量 12.5 mg/L；清水濁度 0.52 NTU，總鋁 0.226 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。	
	坪*	顆粒鋁及溶解鋁		超內控日(2017/4/10)原水濁度 80 NTU，pH 值 7.99，鹼度 192 mg/L，PAC1 加藥量 37.9 mg/L；清水濁度 0.35 NTU，總鋁 0.253 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
				超內控日(2017/5/9)原水濁度 80 NTU，pH 值 7.87，鹼度 160 mg/L，PAC1 加藥量 34.4 mg/L；清水濁度 0.50 NTU，總鋁 0.225 mg/L，因 pH 值偏高，推測主要為溶解鋁所致，另該場水源主要為高屏溪攔河堰，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
				超內控日(2017/12/5)原水濁度 81 NTU，pH 值 8.02，鹼度 160 mg/L，PAC1 加藥量 37.2 mg/L；清水濁度 0.39 NTU，總鋁 0.199 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
				超內控日(2018/3/5)原水濁度 124 NTU，pH 值 8.05，鹼度 168 mg/L，PAC1 加藥量 26.6 mg/L；清水濁度 0.20 NTU，總鋁 0.168 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	琉*	顆粒鋁及溶解鋁		該場清水由牡*場支援，僅具清水池，無添加混凝劑。超內控日(2017/11/14)清水濁度 0.47 NTU，pH 值 7.87，總鋁 0.211 mg/L，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
				該場清水由牡*場支援，僅具清水池，無添加混凝劑。超內控日(2017/11/21)清水濁度 0.52 NTU，pH 值 7.83，總鋁 0.214 mg/L，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
				該場清水由牡*場支援，僅具清水池，無添加混凝劑。超內控日(2017/1/16)清水濁度 0.47 NTU，pH 值 7.83，總鋁 0.204 mg/L，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	六*	溶解鋁	超內控日(2017/4/17)原水濁度 40 NTU，pH 值 8.0，鹼度	

區處	淨水場	原因別	超出內控原因分析
			149 mg/L，PACl 加藥量 7.9 mg/L；清水濁度 0.15 NTU，總鋁 0.198 mg/L，因 pH 值未達判定值 7.8，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測主要為顆粒鋁所致。
		顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2018/4/10)原水濁度 6.31 NTU，pH 值 7.91，PACl 加藥量 20 mg/L；清水濁度 0.63 NTU，總鋁 0.170 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
	甲*	顆粒鋁及溶解鋁	超內控日(2017/5/15)原水濁度 19 NTU，pH 值 7.8；清水濁度 0.20 NTU，總鋁 0.181 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。
超內控日(2017/11/13)原水濁度 6.2 NTU，pH 值 8.0；清水濁度 0.20 NTU，總鋁 0.203 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。			
超內控日(2018/4/16)原水濁度 5.4 NTU，pH 值 7.9；清水濁度 0.25 NTU，總鋁 0.283 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度在判斷值 0.2 NTU 以上，推測溶解鋁及顆粒鋁皆可能造成。			
	澄*湖	溶解鋁	超內控日(2017/3/7)原水濁度 15.50 NTU，pH 值 7.96，鹼度 167 mg/L，硫酸鋁加藥量 6.51 mg/L；清水濁度 0.11 NTU，總鋁 0.168 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。
超內控日(2017/4/10)原水濁度 18.02 NTU，pH 值 7.94，鹼度 170 mg/L，總鋁 0.342 mg/L，硫酸鋁加藥量 6.79 mg/L；清水濁度 0.10 NTU，總鋁 0.251 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。			
超內控日(2017/7/3)原水濁度 10.72 NTU，pH 值 7.96，鹼度 130 mg/L，硫酸鋁加藥量 8.53 mg/L；清水濁度 0.04 NTU，總鋁 0.188 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。			
超內控日(2017/8/7)原水濁度 42.26 NTU，pH 值 8.23，鹼度 98 mg/L，硫酸鋁加藥量 11.79 mg/L；清水濁度 0.07 NTU，總鋁 0.233 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。			
超內控日(2017/9/5)原水濁度 12.41 NTU，pH 值 7.92，鹼度 142 mg/L，硫酸鋁加藥量 8.35 mg/L；清水濁度 0.04 NTU，總鋁 0.176 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。			
超內控日(2017/10/24)原水濁度 14.36 NTU，pH 值 8.01，鹼度 142 mg/L，硫酸鋁加藥量 0.206 mg/L；清水濁度 0.04			

區處	淨水場	原因別	超出內控原因分析
			NTU，總鋁 0.177 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。
			超內控日(2017/11/7)原水濁度 10.16 NTU，pH 值 7.93，鹼度 134 mg/L，硫酸鋁加藥量 8.53 mg/L；清水濁度 0.04 NTU，總鋁 0.191 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。
			超內控日(2017/12/5)原水濁度 8.51 NTU，pH 值 8.00，鹼度 124 mg/L，硫酸鋁加藥量 7.64 mg/L；清水濁度 0.04 NTU，總鋁 0.224 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。
			超內控日(2018/3/5)原水濁度 18.41 NTU，pH 值 7.96，鹼度 152 mg/L，總鋁 0.174 mg/L，硫酸鋁加藥量 8.68 mg/L；清水濁度 0.10 NTU，總鋁 0.180 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。
			超內控日(2018/4/10)原水濁度 12.73 NTU，pH 值 8.08，鹼度 156 mg/L，硫酸鋁加藥量 8.57 mg/L；清水濁度 0.06 NTU，總鋁 0.210 mg/L，因 pH 值在判定值 7.8 以上，且清水濁度未達判斷值 0.2 NTU，推測主要為溶解鋁所致。

表 5.2-3 超出內控值之虞淨水場風險等級劃分

風險等級	區處別	淨水場	場數
高風險	第一區處	員*、中*、暖*	22
	第三區處	新*、關*、湍*、新*一場、新*二場	
	第四區處	集*、慶*、粗*、嘉*、大*頂、大*尾、豐*第一、豐*第二	
	第七區處	路*、牡*、*頂、琉*、甲*、澄*湖	
中風險	第三區處	南*、寶*	5
	第四區處	水*、羅*	
	第七區處	六*	
低風險	第一區處	老*	6
	第三區處	明*	
	第四區處	信*、鹿*、嘉*第二、鯉*潭	

表 5.2-4 為各單元產水中鋁含量偏高之可能原因與其應變方式，淨水場經各單元殘餘鋁含量與物種調查後，可參照該表作進一步之改善策略擬訂，惟由該表所列之建議改善措施觀之，提升混沉及過濾效

能，應為辦理清水鋁含量改善之核心，另由於傳統淨水程序對溶解鋁去除能力不佳，故針對原水中含有偏高含量之溶解鋁者，可考量於混凝前以調整 pH 加以因應。此外，考量清水中的濁度與顆粒鋁濃度具正相關，故針對上述 33 座仍有超出內控標準值之虞或後續經檢測清水鋁含量超出內控標準值之淨水場，如其超內控原因為顆粒鋁所貢獻者，沉澱池上澄液濁度內控標準值建議由 5 NTU 逐步加嚴至 2 NTU，過濾水、清水濁度內控標準值建議由目前之 0.5 NTU 逐步加嚴至 0.2 NTU。

表 5.2-4 各淨水單元水中鋁含量偏高之可能原因與建議因應措施

	鋁含量型態	鋁含量高之可能原因	建議改善措施
原水	顆粒鋁	<ol style="list-style-type: none"> 1. 區域土壤地質鋁含量較高 2. 圳路水普遍較水庫水易有較高顆粒鋁含量 3. 降雨沖刷造成暫時性鋁含量偏高 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改變取水方式或調配不同水源混合使用 2. 降雨時應加強殘餘鋁之分析 3. 改用氯化鐵混凝劑
	溶解鋁	區域土壤地質鋁含量較高或原水 pH 值偏高	建議以調整混凝 pH 值因應
沉澱水	顆粒鋁	<ol style="list-style-type: none"> 1. 過量加藥 2. 混凝攪拌強度不足，膠羽過細 3. 沉澱池污泥累積過多 4. 沉澱池排泥後重新操作之不穩定狀態 5. 混凝、沉澱設備不足 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 進行杯瓶試驗評估，降低加藥量 2. 調整慢混轉速 3. 加強沉澱池排泥 4. 加強監控過濾之濁度及殘餘鋁去除效能 5. 增設混凝、沉澱設備 6. 添加助凝劑(如黏土)或以迴流污泥增加濁度
	溶解鋁	源自前端原水水質狀況或過量加藥	<ol style="list-style-type: none"> 1. 進行杯瓶試驗評估，降低加藥量 2. 調整混凝 pH 值(原水高 pH 值低鹼度者優先適用) 3. 改用氯化鐵混凝劑
過濾水	顆粒鋁	<ol style="list-style-type: none"> 1. 濾池狀況不佳 2. 濾程過長 3. 濾池反沖洗後重新操作，易有顆粒鋁穿透 4. 自動反洗式(ABW)濾池反沖洗操作進行時，易有顆粒鋁穿透 5. 過濾設備不足 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 進行濾池檢定，必要時進行濾床淨空維修與換砂 2. 縮短濾程 3. 加強監控清水濁度及殘餘鋁 4. 建議裝設各濾池獨立之產水濁度連續監測設備，或加強監控清水濁度及殘餘鋁 5. 增設過濾設備 6. 添加少量混凝劑，採直接過濾
	溶解鋁	源自前端原水水質狀況或過量加藥	<ol style="list-style-type: none"> 1. 進行杯瓶試驗評估，降低加藥量 2. 調整混凝 pH 值
清水	總鋁	清水池底累積濁度物質	<ol style="list-style-type: none"> 1. 清洗清水池 2. 調配低鋁含量清水混合。

5.2.2 清水鋁減量策略評估

第二程序再由淨水場收集資料中，以鋁含量濃度，初步評估改善策略，至少應考量三個面向：

- 一、可行性考量：包含殘餘鋁減量效果、現場場地限制、廢水與污泥處理、清水水質、用戶接受度。
- 二、操作性考量：包含人力負荷、操作風險。
- 三、經濟性考量：包含藥劑成本、廢水及污泥處理成本、新建監測儀器設備成本。

為選出各淨水場的最適改善策略，可參考圖 5.2-2 改善策略建議之可能的流程路線(Road Map)，就各水場的條件選出數個方案，在考量可行性、操作性與經濟性之後，做出最適改善策略的選擇，此一階段由區處「水質異常處理小組」研商後，再透過實驗室的試驗評估進行可行性、操作性與經濟性的確認。

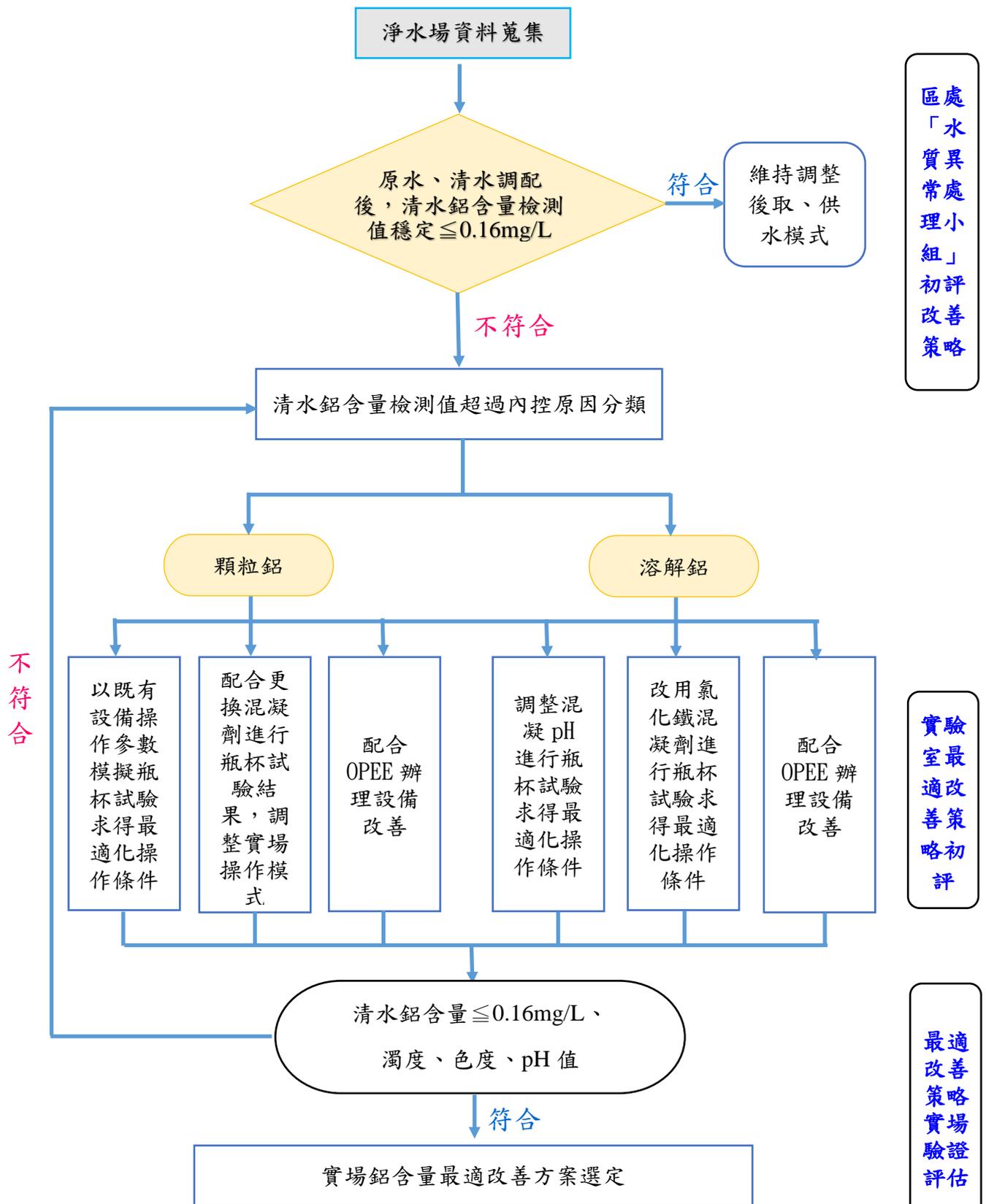


圖 5.2-2 淨水場清水鋁含量改善策略決策流程圖

5.2.3 淨水場水質試驗評估改善策略

接下來，於實驗室以杯瓶試驗評估現場的加藥改善策略，例如：改變混凝劑加藥量、混凝劑種類或是 pH 值的調整，以其杯瓶的試驗之結果去研判現場改善之結果，但不論採取的改善策略為何，應一併進行過濾模擬測試，以 0.45 μm 的濾紙進行過濾分析，如以鋁系的混凝劑結合 pH 值調整的改善策略，應針對濾液進行殘餘鋁與濁度的分析；如以鐵系混凝劑調整的改善策略，應針對濾液進行殘餘鐵、濁度與色度的分析。以下針對各種淨水場水質試驗評估方式作詳細說明。

一、最適化混凝條件

鑒於淨水場操作同仁為確保各處理流程水質可符合內控值，部分操作人員會以加藥曲線顯示之加藥量多 1~2 成進行加藥，此舉有可能造成清水鋁含量異常增加，故本工作主要在重新檢討加藥量之合理性，以不同濁度原水進行杯瓶試驗，杯瓶試驗沉澱後上澄液不僅分析殘餘濁度，亦分析鋁含量，確認在濁度去除效果符合內控標準下之加藥量，是否殘餘鋁亦能符合，挑選同時符合濁度去除及殘餘鋁濃度低於 0.2 mg/L 之加藥量為最適加藥量。亦即以不犧牲產水濁度為前提，且殘餘鋁亦能符合規範之加藥量，重新繪製加藥曲線。

具有前加氯之淨水場，應增加進行具有前加氯之杯瓶試驗，以比較有無前加氯之最適加藥量，並以具前加氯之杯瓶試驗所獲得之最適加藥量，作為實場在降低混凝劑藥量試驗時之底限。惟原水水質可能隨季節而有所變化，因此應參考歷史水質資料，定期更新加藥曲線。

二、搭配使用不含鋁鹽混凝劑

台水公司目前使用之混凝劑為硫酸鋁、聚氯化鋁與氯化鐵，其中鋁系混凝劑在特定水質條件(pH 值偏高)或淨水處理成效不佳時，即

可能成為清水中鋁含量偏高的主因，氯化鐵便成為最可行之替代混凝劑。鐵鹽混凝劑之淨水場水質試驗評估與鋁鹽混凝劑相同，惟在評估混沉後上澄液水質時，需同時分析殘餘鐵含量($< 0.24\text{mg/L}$)與色度(< 4 鉑鈷單位)。

另有台水公司部分淨水場採雙重混凝劑(鋁鹽+氯化鐵)之添加策略，亦可有效降低清水鋁含量，惟其於實驗室之加藥量評估宜採「殘餘鋁含量決定鋁鹽加藥量，殘餘濁度決定鐵鹽加藥量」之原則進行。評估步驟如下：

- (一)進行不同鋁鹽混凝劑量之杯瓶試驗，分析殘餘鋁，挑選殘餘鋁符合規範之加藥量為最適鋁鹽加藥量。
- (二)固定鋁鹽混凝劑藥量(上述最適鋁鹽加藥量)，添加不同鐵鹽混凝劑量，進行雙混凝加藥之杯瓶試驗，以符合濁度去除內控標準值挑選最適鐵鹽加藥量。

三、調整 pH 值

調整混凝 pH 值為殘餘鋁改善策略之淨水場水質試驗評估方式，包含二步驟，說明如下：

(一)調整 pH 曲線之建立

本程序在於決定調整至目標 pH 值所需耗用之酸液量，以決定實場應用時所需之加藥率，滴定曲線之建立，建議取 0.5~1L 之原水，使用微量吸管(micro pipet，約 2~10 μL 之取樣範圍較為適中)，及實場欲添加之酸液原液(台水公司飲用水水質處理藥劑稀釋硫酸規格採 60~63%之硫酸)，每次添加約 2 μL 之酸液至原水中，在磁石攪拌器之攪拌下，量測 pH 值。依所添加之累積酸液體積與測得之 pH 值繪製滴定曲線。首次滴定建議以 pH 值 5~ 4 為滴定終點，以掌握原水之緩衝特性。至少進行二次重複滴定試驗(重複試驗建議滴定終點為 pH 值

6.5 即可)，並依據不同季節之原水建立滴定曲線。最後依滴定曲線之加藥量，與實場處理水量推估實場應有之加藥率。

(二)最適混凝 pH 值之決定

進行不同原水 pH 值之杯瓶試驗，調整不同 pH 值(如 pH 值 8、7.5、7、6.5)，添加固定加藥量(不同加藥量杯瓶試驗所獲得之最適加藥量)，進行杯瓶試驗。分析上澄液之殘餘溶解鋁含量，以決定最適混凝 pH 值。

5.2.4 改善策略選定

於進行改善策略之淨水場水質試驗評估後，應由區處「水質異常處理小組」藉由淨水場水質試驗評估結果，及參考淨水場清水鋁含量改善策略決策流程圖研商適合策略，並辦理下一程序的實場測試。

5.2.5 淨水場實場測試

淨水場實場測試建議步驟如下：

- 一、檢測原水之總鋁及溶解鋁含量。
- 二、以淨水場水質試驗評估之參數改變現場操作條件，如實場淨水處理設備可區分不同生產線者，可採部分產線實場測試辦理，以降低操作條件改辦的衝擊，惟應以可採驗各測試處理流程代表性水樣為原則，以利了解測試成效。
- 三、每日監測實場各單元濁度、pH 值、總鋁、溶解鋁與其他項目(如鐵、色度等)，並且至少應有二週以上穩定操作之連續監測數據。
- 四、即使實場測試結果，水質可符合規範，仍須考量原水水源特性改變，所造成的殘餘鋁含量異常。如豐水期與枯水期、水庫水或圳路水使用比例差異，對殘餘鋁所造成之影響。

五、進行改善策略決定後之施行，應配合日常的水質檢測工作，並增加必要的水質項目，如清水中鋁濃度、色度、pH 值或鐵濃度等項目，並應持續監測配水管網中的水質變化，以確保處理水的品質。

考量台水公司各淨水場時時刻刻皆負擔穩定供水之任務，並無法停場辦理實場測試，為避免實場測試時影響供水，故整理注意事項如下：

- 一、淨水場設備妥善率不佳或處理設備效能不彰可能影響實場測試成效，故應先行辦理各淨水場 OPEE 建議改善措施(擴建、增建處理設施因辦理期程較久除外)完成後，再行辦理實場測試。
- 二、針對辦理擴(新)建、增建處理設施者，應考量水源特性，以沉澱水濁度小於 2NTU，過濾水及清水濁度小於 0.2 NTU 為設計及驗收目標，以確保清水鋁含量可符合內控值。
- 三、由於清水鋁含量改善策略中之更換氯化鐵混凝劑與 pH 調整，皆涉及實場設備與水質之重大改變，並具有安全上之疑慮，且基層操作人員對於操作條件之改變，及添加硫酸(腐蝕性)或氯化鐵(色度)存有一定的抗拒心態，故提出選擇調整 pH 值或添加氯化鐵二項改善策略相對應所需考量之注意事項。

(一)鑒於台水公司目前所發現清水鋁含量改善須採取調整 pH 值者，皆為添加硫酸，故僅對硫酸使用之注意事項整理如下：

1. 酸液濃度：濃硫酸(>70%)之使用具有較大危險性，其與水混合過程中將釋放大量的熱，且濃硫酸具強氧化特性，可與多數金屬反應，腐蝕性極強，故不建議使用。硫酸之選用應符合台水公司訂定之飲用水水質處理藥劑稀釋硫酸規格採含量 60~ 63%，且各項不純物含量亦應符合所定之內控品質標準。

2. 進藥管應確實上鎖、加強顏色管理、設置防呆裝置、適當隔離及標示藥劑名稱，以避免發生進藥錯誤情事。
3. 貯藥桶：成分與安全標示清楚；液位顯示管上下安裝手動閥，避免破損時藥液無限制之洩漏；桶底防漏與防震。
4. 加藥馬達之防蝕墊片。
5. 儲藥槽四周設置防溢堤或截留導引溝渠，以防止藥槽破損洩漏。
6. 使用硫酸（屬特定化學物質）者應依特定化學物質危害預防標準暨相關職業安全衛生法令規定(如附錄六)辦理。
7. 配水管網：pH 值改變導致配水管網中原本管壁結垢物溶出與軟化而被帶出至用水端等後續問題。
8. 對於原處理系統中有錳之問題者，調降 pH 值可能影響錳之去除效率，應注意。

(二) 以添加氯化鐵混凝劑為改善策略之各階段應注意事項如下：

1. 於氯化鐵採購案決標訂約後

(1) 依契約規定確認供應商產製「氯化鐵」藥劑使用之原料是否符合契約規定，購買之數量是否可供產製交貨數量。

(2) 廠區氯化鐵生產設備：因台水公司採購之氯化鐵規格與一般廢水處理之氯化鐵，由外觀並無法明確判別，因此產製台水公司使用之氯化鐵生產設備，應要求廠商與產製一般廢水處理之氯化鐵設備有所區隔，重點在於不要有交叉污染，此節由廠商自行確認，因為交貨後還會有委外驗測不純物做最後把關。(採購氯化鐵及不純物規格，請參照台水公司電子規章公告之最新標準)

(3) 運輸工具：運送氯化鐵之化學槽車最好是供台水公司專用之槽車，以免因承載廢水處理用氯化鐵其不純物要求較不嚴謹，恐

有交叉污染之虞。

2. 進藥前氯化鐵加藥設備查檢

因應氯化鐵之強腐蝕性質，應先完成各項相關設備，並在進藥前應確實檢視各項加藥設備，以免因疏忽而發生洩漏造成操作同仁人身不安全情事及外洩致衍生之違反環保法規之問題發生。

- (1) 進藥口接頭：確認不是金屬製品，應採用塑膠製品以免遭腐蝕。
- (2) 加藥機：使用耐酸鹼材質之加藥機，注意膜片亦須非金屬製品。
(部分號稱耐酸檢之材質亦可能遭氯化鐵腐蝕，規格選擇要注意)
- (3) 加藥管線接頭：銅、鉛及鐵等金屬製品均不適用。
- (4) 儲藥槽：以 PE 或 FRP 材質為適，鋼筋混凝土造儲藥槽並不適合，槽體各項接頭及連接管線須注意勿使用金屬製品。
- (5) 藥槽洩漏安全防護設施：由於氯化鐵藥劑為紅褐色據腐蝕性液體，一旦發生外洩，恐將引起民眾抗爭或環保問題，故儲藥槽四周應設置防溢堤或截留導引溝渠，以利將外洩之藥劑阻絕於場內，並進行後續妥適之處理。
- (6) 液位顯示管：上下接頭建議加裝具開關功能之三通管，以防液位管遭碰撞損壞時，能迅速由下方三通管關閉，以防止儲藥桶槽內之氯化鐵繼續外洩。

3. 氯化鐵實場添加時注意事項

- (1) 氯化鐵做為混凝劑以取代聚氯化鋁及硫酸鋁，最大的差異在於使用氯化鐵於混合池、膠羽池、沉澱池及快濾池等淨水操作單元池內及池壁會看到紅褐色之膠羽，觀感較差。但其產生之

膠羽顆粒較大、沉降速度較快，則是其最大之優點。因此加藥量僅為原來聚氯化鋁及硫酸鋁加藥量的 40~75 %。

(2) 在從未使用過氯化鐵之淨水場，要決定使用氯化鐵，首先要面臨的問題是淨水操作同仁對氯化鐵並未有基本認知，而對新的淨水用藥加以排斥。因此與第一線操作同仁的溝通是有必要的，要具有正確之氯化鐵操作觀念，才容易接受新的系統，才不致使用一段時間後，又因人為因素又走回頭路。其實氯化鐵在操作上因其產生之膠羽顆粒較大沉降速度較快，淨水操作上較為容易操作，且沉澱池沉澱底泥排泥效果亦較佳。

(3) 氯化鐵操作上注意事項如下：

a. 加藥點決定

混合速度將決定後續膠凝效果之好壞，進而影響淨水操作。為使原水與氯化鐵迅速混合，在水躍池、混合池等原水進流處添加氯化鐵，亦可利用原水抽水機抽送至場內之進水口處，藉由強力水柱混合氯化鐵，亦可節省一部分動力費。

b. 加藥量的決定

除依杯瓶試驗結果決定加藥量外，應定期將每日實際加藥情形繪製加藥曲線，以供每日實際加藥參考，尤其是具有設定參數之加藥機更應如此，以免浪費藥品。在實務的做法上可以由慢混機攪拌時膠羽分佈狀況而加以判斷，經觀察靠近攪拌機軸心位置之膠羽分佈狀況呈現有透明圈或呈透明帶狀即為加藥適量；若無透明圈或透明帶則加藥量似嫌不足，反之若整池呈現膠羽大部份均沉澱至慢混池，則顯示加藥量已超量。

c. 沉澱池沉降效果

應依每日處理水量而定，一般而言大部分膠羽會在沉澱池前段約三分之一處即沉澱，如觀察沉澱後溢流之水體，有少量紅褐色膠羽亦無妨，因於快濾時即可將之濾除，沉澱池底泥須定期清理以避免三價鐵還原成溶解性二價鐵，在過濾時穿透濾床至配水管網中產生紅水。

d. 過濾設備效能

快濾池或無閥濾桶在操作上要確認濾砂具正常過濾功能，如濾料經長期使用而維護不良時，常會有結泥球現象進而造成短流，如此會產生貫穿現象。在使用氯化鐵之淨水操作尤其要注意濾層貫穿問題。最好是透過濾池效能評估確認目前濾池功能特性，並配合定期換砂、洗砂及補砂作業以維護濾池功能及效率。實務上濾池效率可以採取過濾後水樣檢測鐵含量，一般正常情況鐵含量檢測值為 0.02 mg/L 以下，如於例行檢測發現鐵含量檢測值逐漸偏高，則應注意是否濾層破損或濾料貫穿。如係使用無閥濾桶，則應注意是否有因反沖洗砂及過濾等操作因衝擊力而使內部支撐架斷裂，另依據台水公司第五區處使用氯化鐵淨水場經驗，快濾池易因反洗效果不彰，於濾砂表層形成帶黏性濾膜，影響快濾效果，故建議應增設表洗設備，以確保快濾池反洗時，可將附著在濾砂表層之氯化鐵膠羽徹底清除。

e. 清水池

清水池底部是否有氯化鐵膠羽存在，可藉由清水採樣檢測鐵含量，以防範有出紅水之危機，另清水池如長期未清洗時，底部恐有淤砂累積，於水位變化過大時，會造成淤砂揚起現象，引發紅水問題。

f. 廢水處理

使用氯化鐵之廢水帶有紅色，其產生之污泥顏色亦偏紅褐色，且污泥量較添加聚氯化鋁或硫酸鋁略為增加，故宜先進行一段時間實場添加氯化鐵測試，以評估廢水處理設施容量是否足夠，避免因廢水處理設施容量不足，而引發環保問題，另應先洽商污泥清理業者，使用氯化鐵污泥是否有處理管道，以免日後因污泥無去化管道而影響淨水操作。

4. 配水管網之確認作業

- (1) 添加氯化鐵後清水之 pH 值將降低約 0.2~0.3 左右，因此對原有配水管網內附著之管垢將造成一定程度之影響。
- (2) 於枯水期添加硫酸以調降清水 pH 值，於管線維修後切開管線觀察到，配水管網內原本沉積之碳酸鈣，有可能會因添加硫酸 pH 值降低而產生軟化現象，如管內壓力變化過大，可能會對已軟化之碳酸鈣造成衝擊，而有產生供水區域有出濁水之疑慮。
- (3) 使用氯化鐵亦會造成 pH 值降低，是否亦會產生如添加硫酸後之情況仍有待觀察。因此，在供水轄區管線維修時，要注意水壓調控避免過於激烈之管網壓力變化，且平時即應至配水管網末端加強排水，以免未蒙其利先受其害。

5.2.6 清水鋁減量效果評估

為確認清水鋁減量效果，於實場測試時應連續監測現場各單元濁度、pH、總鋁、溶解鋁與其他項目(如鐵、色度等)，至少 14 天以上穩定操作之連續監測數據，做為評估清水鋁減量成效之基礎，並應召開區處「水質異常處理小組」專案會議，確認選定改善方案之成效是

否符合預期。

5.2.7 淨水場清水鋁含量改善策略定案後續應辦事項

各淨水場清水鋁含量改善策略定案後，即應依選定之策略辦理操作模式之調整或設備之增設、改善等作業，並修訂各淨水場操作標準作業程序，以利操作同仁有所遵循，惟因原水水質常有季節性之變化，故各場仍應持續追蹤清水鋁含量之變化，尤其在原水水質條件異常變化時，更應提高水質檢驗頻率，以確認清水鋁含量可符合內控值，如有發現其檢測值有超出內控值之情形者，即應依本報告所建議之改善方案重行檢討，研擬相關改善措施，另針對需辦理相關處理設備改善部分，亦應積極辦理，以避免為辦理清水鋁含量改善衍生其他水質不合格或環境污染情事。

第六章 結論與建議

- 一、環保署於 2014 年訂定鋁的飲用水標準，並分三階段實施，台水公司為因應 2019 年 7 月實施鋁飲用水標準 0.2 mg/L 要求，自訂較為嚴格的內控標準 0.16 mg/L 進行管控，以確保其水質安全。本研究統計 2014 年 7 月鋁標準實施以前，超出台水內控標準的場所數有 93 場，此 93 場中以地面水為水源最多有 69 場、地下水為水源有 20 場(超出內控原因多為使用地面水源淨水場支援供水)、兩者混合水源有 4 場。
- 二、造成清水鋁含量偏高的原因，經統計以混凝劑添加過量及原水 pH 值偏高所引起的因素最多，各達 34 場約占其 1/3，其次為原水含鋁量偏高及過濾效果差等因素。
- 三、依採用的改善策略可歸納為最適化混凝條件、提高濁度去除效果、搭配使用不含鋁鹽混凝劑、調整 pH 值四種，依使用場所數區分，以搭配使用不含鋁鹽混凝劑（34 場，其中採雙加藥為 11 場）最多，其次為最適化混凝條件(29 場)、提高濁度去除效果(25 場)，最少使用的為調整 pH 值（5 場）。造成清水鋁偏高原因中，原水 pH 值偏高的因素最多，然採用調整 pH 值策略的淨水場數卻最少，因調整 pH 值須添加硫酸，屬特定化學物質，場所使用時應依特定化學物質危害預防標準暨相關職業安全衛生法令規定辦理，減少工安風險。
- 四、台水公司經各區處數年來的努力，超出公司自訂的內控標準值由 2014 年的 93 場，降低至 2017 年來曾超出內控的 33 場（仍符合目前法規標準 0.3 mg/L），其中 14 場為動態不穩定（超出內控為 1 次者）較為輕微，其他 19 場為偶有超出內控之虞（超出內

控 2 次以上者)，分佈於第三區處、第四區處、第七區處。從改善策略來看，以第二區處(原水 pH 值及鹼度低，以顆粒鋁為主)提高濁度去除效果及搭配最適凝條件、設備改善，第五區處、第六區處(原水 pH 值及鹼度高，溶解鋁高)搭配使用不含鋁鹽凝劑具顯著效果。而第一區處、第三區處、第四區處及第七區處(原水濁度變化大、pH 值不穩定)較常採用最適凝條件或提高濁度去除效果，可能採用策略及操作方式仍須調整，至今尚未完全解決鋁的問題。

- 五、針對鋁含量尚有風險的 12 座淨水場進行現場訪談，發現部分場所改善及操作方式仍有進一步改善的空間，如集*場為符合清水鋁含量小於內控標準，降低含鋁凝劑加藥量或不加藥劑，造成出水清水濁度大幅升高及鋁偶有超出內控標準的疑慮。
- 六、酸鹼度偏高的淨水場，如牡*及石*淨水場經實場測試，調降 pH 值及搭配過濾設備效能提升，可大幅降低清水鋁含量，已建議廠所建置永久性調降 pH 值設備。
- 七、寶*場水源取自寶山水庫，來源穩定，惟水庫表層偶會因藻類及枯旱造成 pH 值升高，目前採用自較低的取水口取水，取得較低 pH 值的原水及降低加藥等方式因應，然仍有超出內控的風險，建議建置調降 pH 值設備，當原水 pH 值偏高時調整 pH 值，降低該場鋁超出內控之風險。
- 八、新*第一、新*第二、豐*第一、豐*第二場採取雙加藥系統，固定氯化鐵搭配適當 PACl，惟因水源濁度變化較大，增加加藥操作及控制的困難度，建議應建立完善的加藥曲線、濁度回饋加藥自動控制系統或改善加藥模式，以降低其風險。
- 九、員*場清水鋁超出內控可能原因為有時原水 pH 值偏高、分水井快

混效果不佳、部分沉澱池刮泥機故障、過濾效果不佳及清水池底泥砂未清理等，清水具殘餘顆粒鋁及溶解鋁風險，建議針對淨水處理設備進行修復，以提升淨水效能，降低顆粒鋁之風險，並適時因應原水 pH 值變化調降 pH 值及更新加藥曲線以降低濁度及溶解鋁改善水中鋁含量。

十、坪*場建議恢復快速膠羽沉澱池功能並檢討改善處理負荷，並定期清理清水池底泥及加強快濾池效能。

十一、水*場建議購置調降 pH 值設備添加硫酸調整原水 pH 值，並調整聚氯化鋁混凝劑加藥量，以達最適化條件。

十二、有關員*淨水場實場改善策略評估，依淨水場水質試驗評估結果，建議採「調整混凝 pH 值進行杯瓶試驗求得最適化操作條件」及「設備妥善率改善或不足設備增建、擴建評估(OPEE)」改善策略可有效降低清水殘餘鋁超標風險，惟因員*場現階段尚未完成暨有設備改善，故待該場完成改善後，再辦理下一階段淨水場實場測試。

十三、本研究擬定包含「淨水場資料蒐集」、「清水鋁減量策略評估」、「淨水場水質試驗評估」、「改善策略選定」、「淨水場實場測試」、「清水鋁減量效果評估」等 6 項決定最適合的改善策略，可作為往後各區處辦理清水鋁含量改善流程之參考。

十四、按文獻所彙整之淨水場清水鋁含量改善對策「最適化混凝條件」、「調整 pH 值」、「提高濁度去除效率」、「搭配使用不含鋁鹽混凝劑」等觀之，可依其殘餘鋁減量標的分為顆粒鋁與溶解鋁，故本報告所提之改善行動方案，即將清水鋁含量仍有超出內控值之虞的 33 處淨水場概分為「顆粒鋁」、「溶解鋁」、「顆粒鋁 / 溶解鋁皆有」等三類，惟因台水公司以往針對清水鋁含量檢驗僅檢測總鋁

含量，故僅能就既有總鋁含量 pH 值及濁度等檢測資料做初步分類，未來各淨水場辦理清水鋁含量改善時，仍應依本報告所提供之標準作業程序，逐步評估及確認改善策略，建議日後對於淨水場鋁含量檢驗，應同時檢測「溶解鋁」及「顆粒鋁」，以利作為辦理改善策略研擬之參考。

十五、淨水場操作同仁為確保各處理流程水質可符合內控標準值，部分操作人員會以加藥曲線顯示之加藥量多 10~20% 進行加藥，此舉有可能造成清水鋁含量異常增加，且新進操作同仁對於清水鋁含量改善智識及氯化鐵使用等觀念有待加強，故建議於操作人員年度訓練課程內，可適度加入鋁含量改善相關課程，以提高其本質學能。

十六、清水鋁檢項雖非屬「影響健康」及「可能影響健康」項目，惟近年已成為民眾關心之水質議題，建議比照「影響健康」及「可能影響健康」項目納入「台灣自來水股份有限公司水質預警事件作業要點」規定辦理。另建議由總管理處(供水處)邀請各區處具有鋁含量改善實務經驗與熱忱同仁及外部專家學者組成「淨水場清水鋁含量改善技術輔導小組」，提供無法符合飲用水鋁內控標準值(0.16mg/L)之淨水場，或改善成效不彰之淨水場技術諮詢並協助各區處辦理淨水場清水鋁含量改善工作。

十七、部分淨水場礙於供水需求，有時會發生超載出水或處理設備妥善率欠佳等影響水質情事，故針對清水鋁含量有超出內控之淨水場，宜先行辦理 OPEE 釐清是否因操作不良或設備不足等，導致混沉或過濾效能不佳之情形，以利評估最適清水鋁含量改善策略。

十八、淨水場過濾單元係以水流經大小顆粒不同之濾料所堆疊之濾床，藉由篩除、沉澱、攔截及擴散等作用，達到去除濁度及減少水

中顆粒鋁含量，依文獻指出顆粒性鋁分析可做為沉澱池與過濾膠羽分離效率之指標，當出水濁度小於 0.2 NTU 時，過濾水中的顆粒鋁可視為大部分被攔截去除，為降低顆粒鋁偏高造成總鋁超出內控值之風險，針對清水鋁含量主要因顆粒鋁所貢獻致超出內控值之淨水場(含目前 33 座仍有超出內控標準值之虞或後續經檢測有超出內控者)，建議沉澱水濁度 2NTU，清水濁度 0.2NTU 作為簡易控制指標，如濁度超出內控值時，除需額外進行鋁之採樣檢測，並應依前述清水鋁含量改善標準作業程序提出改善計畫，分階段辦理改善。

十九、為確保新設或擴建淨水場清水鋁含量可符合內控值，建議規設計時應考量水源特性，以沉澱水濁度小於 2NTU，過濾水及清水濁度小於 0.2 NTU 為設計及驗收目標。

二十、茲因台水公司目前面臨人力斷層，人力輪動快，本報告所提及之清水鋁含量改善智識及氯化鐵使用觀念可適度加入新進人員職前訓練班或淨水場操作營運練班，並建議可將本報告所列「淨水場清水鋁含量改善行動方案」內化為台水公司管理規章，函頒各單位遵循辦理淨水場清水鋁含量改善工作。針對第一區處、第三區處、第四區處及第七區處仍呈現動態不穩定之 33 座淨水場，除持續監控水質，並輔導區處依上開行動方案辦理清水鋁含量改善。

第七章 參考文獻

1. American Water Work Association. Operational Control of Coagulation and Filtration Processes, 2011.
2. Amirtharajah, A. and Mills, K. Rapid-mix design for mechanisms of aluminum coagulation. AWWA, 74(4), pp210-216, 1982.
3. Bodek, I., Lyman, J.W. and Rosenblatt, D.H. Environmental Inorganic Chemistry: Properties, Processes and Estimation Methods. Pergamon Press, Elmsford, N Y, 1988.
4. Douglas, I.P., Guthmann, J. and Van Den Oever, J. Coagulation optimization: performance of alum, acid-alum, and ferric chloride. Ontario Water Works Association. Niagara Falls, Ontario, Canada, 1998.
5. Driscoll, C.T. and Letterman, R.D. Chemistry and fate of Al III in treated drinking water. *J. Environ. Eng. Div.*, ACSE 114(1), pp21-37, 1988.
6. Haarhoff, J. and Cleasby, J.L. Comparing aluminum and iron coagulants for in-line filtration of cold water. *American Water Works Association*, 80(4), pp. 168-175, 1988.
7. Gardner, M.J. and Gunn, A.M. Bioavailability of Al from food and drinking water. Proc. Royal Soc. Med. Round Table Series: Alzheimer' s Diseases and the Environment, London, UK, 1991.
8. Golob, V., Vinder, A. and Simoničc, M. Efficiency of the coagulation/flocculation method for the treatment of dyebath effluents. *Sciencedirect*, 67(2), pp 93-97, 2005.

9. Helfrich, G., Haas, D., Fox, K. and Studstill, A. Ferric chloride as an alternative coagulant. *Water Supply*, 10(4), pp155-158, 1992.
10. Jacqmin, H., Commenges, D., Letenneur, L. Components of drinking water and risk of cognitive impairment in the elderly. *American Journal of Epidemiology*, 139(1), 48-57, 1994.
11. Jasim, S.Y., Fraser, J.C., Huck, P.M., Upfer, D. and Anderson, W.B. Pilot scale investigation of the reduction of aluminum in drinking water. Paper presented at the 32nd Central Canadian Symp. on Water Pollut. Res., February 10-11, Canada Centre for Inland Waters, Burlington, Ontario, 1997.
12. Jekel, M.R. and Heinzmann, B. Residual aluminum in drinking water treatment. *Journal of Water*, 1989.
13. Jekel M.R. Aluminum in water: How it can be removed? Use of aluminum salts in treatment. *Water Supply Ass.*, 1991.
14. Kopp JF. The occurrence of trace elements in water. In: Hemphill DD (ed.) Proc. 3rd Annu. Conf. on Trace Substances in Environ. Health, University of Missouri, Columbia, Missouri, 1969.
15. Kord Mostafapour, F., Bazrafshan, E. and Kamani, H. Effectiveness of three coagulants of polyaluminum chloride, aluminum sulfate and ferric chloride in turbidity removal from drinking water. *ZAHEDAN JOURNAL OF RESEARCH IN MEDICAL SCIENCES (TABIB-E-SHARGH)*, 10(1), pp17-25, 2008.

16. Lind, C.J. and Hem, J.D. Effects of organic solutes on chemical reactions of aluminum. Chemistry of aluminum in natural water. *Geol. Surv. Water-Supply Pap.*, 1827, 1975.
17. Loewenthal, R.E., Morrison, I. and Wentzel, M.C. Control of corrosion and aggression in drinking water systems. *Water Science and Technology*, 49 (2) 9-18, 2004.
18. Matilainen, A., Vepsäläinen, M. and Sillanpää, M. Natural organic matter removal by coagulation during drinking water treatment: A review. *ScienceDirect*, 159(2), 189-197, 2010.
19. Martyn, C.N., Coggon, D.N., Inskip, H., Lacey, R.F. and Young, W.F. Aluminum concentrations in drinking water and risk of *Alzheimer's disease*. *Epidemiology*, 8(3), 281-286, 1997.
20. Miller, R.G., Kopfler, F.C., Kelty, K.C., Stober, J.A., Ulmer, N.S. "The Occurrence of Aluminum in Drinking Water", *American Water Works Association*, 76(11), pp46-49, 1984.
21. Mitani, K. Relationship between neurological diseases due to aluminium load, especially amyotrophic lateral sclerosis, and magnesium status. *Magnes Res.*, 5(3), pp 203-13, 1992.
22. Qureshi, N. and Malmberg, R.H.. Reducing Aluminum Residuals in Finished Water. *American Water Works Association*, 77(10), pp. 101-108, 1985.
23. Nieboer, E., Gibson, B.L., Oxman, A.D, and Kramer, J.R.

- Health effects of aluminum: a critical review with emphasis on aluminum in drinking water. *Environmental Reviews*, 1995, 3(1), 29-81, 1995.
24. Perl D.P., Gajdusek D.C., Garruto R.M., Yanagihara R.T. and Gibbs C.J. Intraneuronal aluminum accumulation in amyotrophic lateral sclerosis and Parkinsonism-dementia of Guam. *Science*, Vol. 217(4564), pp. 1053-1055, 1982.
 25. Reiber, S., Kukull, W. and Standish-Lee, P. Drinking water aluminum and bioavailability. *J Am Water Work Assoc.*, 86-87, 1995.
 26. Roberson, C.E. and Hem, J.D. Solubility of aluminum in the presence of hydroxide, fluoride and sulfate. US Geological Survey Water Supply, Paper 1827-C, US Government Printing Office, Washington, DC, 1969.
 27. Rondeau, V., Commenges, D., Jacqmin-Gadda, H. and Dartigues, JF. Relation between Aluminum Concentrations in Drinking Water and Alzheimer's Disease: An 8-year Follow-up Study. *American Journal of Epidemiology*, 152(1), 59 - 66, 2000.
 28. Srinivasan, P.T., Viraraghavan, T. and Subramanian, K.S. Aluminium in drinking water: An overview. *Water SA*, 25(1), 1999.
 29. THE ALZHEIMER'S DISEASE FUND (ADF). Aluminum in Alzheimer's Disease and Other Neurological Disorders. Washington, D.C. 20090-6673, 2015.
 30. Van Benschoten, J.E. and Edzwald, J.K. Chemical aspects

- of coagulation using aluminum salts—I. Hydrolytic reactions of alum and polyaluminum chloride. *Sciencedirect*, 24(12), pp 1519–1526, 1990.
31. Van Benschoten, J.E. and Edzwald, J.K. Measuring aluminum during water treatment: Methodology and application. *AWWA*, 82(5), pp71–79, 1990.
 32. Wood, D.J., Cooper C., Stevens J, Edwardson J. Bone mass and dementia in hip fracture patients from areas with different aluminium concentrations in water supplies. *Age Ageing*, 17(6), 415–9, 1988.
 33. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality, 2017.
 34. Yan, M., Wang, D., Yu, J., Ni, J., Edwards, M. and Qu, J. Enhanced coagulation with polyaluminum chlorides: Role of pH/Alkalinity and speciation. *Sciencedirect*, 71(9), pp1665–1673, 2008.
 35. 江弘斌、邱魏琴雲、吳美炷、黃瑞聰，台水公司各淨水場原水清水含鋁量調查，自來水會刊雜誌，第 16 卷第 1 期，1997。
 36. 林冠宇、洪明煥、鄭博文、廖宜德、林清鑫、刁文儀，豐原給水廠改善清水鋁含量之最適用藥研究，台水公司研究案，2017。
 37. 林景哲，山上淨水場清水殘餘鋁改善之研究，嘉南藥理大學碩士論文，2013。
 38. 沈文宗、陳錦風、陳志男、李冠緯、涂榮宗，烏山頭廠氯化鐵混凝劑應用操作可行性之研究，台水公司研究案，2013。
 39. 吳景源，降低淨水流程中鋁含量操作策略之研究，嘉南藥理大學碩士論文，2013。

40. 吳勝雄，南上場降低加藥量對清水含鋁量影響之初步研究，台水公司研究案，2013。
41. 吳世旭，淨水場清水殘餘鋁減量因應操作之研究－以楠玉淨水場為例，嘉南藥理大學碩士論文，2013。
42. 洪旭文、林韶凱、劉育晰、邱宜亭、蔡沁芳、呂建德（2010），水公司各淨水場清、配水含鋁量分析調查及最適化處理之研究，台水公司委託研究計畫。
43. 洪健豪，湖山淨水場聚氯化鋁及氯化鐵混凝最適加藥及其對清水殘餘鋁含量之影響，國立交通大學工學院永續環境科技學程學位論文，2015。
44. 郭輔仁，淨水程序操作參數之改變以控制殘餘鋁量之研究，國立成功大學環境工程學系碩士論文，1992。
45. 陳錦風、李冠緯、陳志男、涂榮宗、張天教，烏山頭廠淨水程序改變操作參數以控制殘餘鋁之研究，台水公司研究案，2012。
46. 陳敬家，潭頂淨水場改善清水水中殘留鋁之研究，嘉南藥理大學碩士論文，2013。
47. 莊鈞樺，濁度及鋁處理效能之提升—以慶東淨水場為例，嘉南藥理大學碩士論文，2014。
48. 楊峰杰、楊欣儀、羅明對、黃均盛、李建興，林內淨水場清水鋁改善之研究，台水公司研究案，2014。
49. 楊景然，阿公店水庫及路竹淨水場水質改善簡介，2017。
50. 嘉南藥理大學，淨水場清水鋁含量改善對策，台水公司委託研究計畫，2014。
51. 歐秋聲、吳宜昌、蔡明道、吳文盛、蔡岱佑，改以氯化鐵為混凝劑實場案例探討—以嘉義給水廠為例，2016。

52. 劉嘉宏，混凝劑種類對低濁度原水混凝影響之研究，國立成功大學環境工程學系碩士論文，2007。
53. 藍宇震、鄭瑞琴、葉翹源。水中溶解鋁含量與 pH 之相關性，台水公司研究案，2012。
54. 鐘錦珍，各淨水場鋁型態及去除效率之探討，台水公司研究案，2013。
55. 中原大學，混凝藥劑-聚氯化鋁(PAC1)於藥槽之最佳停留時間研究，台水公司第十二區管理處委託研究計畫，2017。
56. 交通大學環境工程研究所，高純度 Al_{13} 混凝劑之混凝特性及製備研究，台水公司委託研究計畫，2007。
57. 林志麟、曾浚宸、彭立任。混凝加藥模式對淨水場清水鋁含量最小化之影響，中華民國自來水協會第 35 屆自來水研究發表會，2018。

附 錄

附錄一 2011年1月至2014年7月各淨水場清水鋁超出台水自訂內控標準值統計表

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
瑞*營運所員*淨水場	29	8
汐*營運所白*淨水場	5	0
淡*營運所湧*淨水場	5	0
淡*營運所老*淨水場	36	8
淡*營運所三*淨水場	5	0
淡*營運所樹*淨水場	10	0
淡*營運所興*淨水場	19	4
萬*營運所萬*淨水場	5	0
萬*營運所林*淨水場	18	4
文*營運所石*淨水場	24	4
文*營運所坪*淨水場	21	2
文*營運所烏*淨水場	7	0
文*營運所平*淨水場	27	2
貢**營運所貢*淨水場	11	1
新*給水廠暖*淨水場	22	3
新*給水廠安*淨水場	25	2
新*給水廠新*淨水場	9	0
新*給水廠中*淨水場	22	6
新*給水廠二*淨水場	4	0
新*給水廠六*淨水場	20	2
龍*給水廠*溪淨水場	13	1
龍*給水廠復*淨水場	14	1
龍*給水廠龍*淨水場	23	4

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內 控標準值次數
平*給水廠石*淨水場	23	7
平*給水廠平*淨水場	23	3
*浦給水廠*浦淨水場	7	1
竹*營運所員*淨水場	7	0
竹*營運所南*淨水場	7	0
竹*營運所桃*淨水場	5	0
竹*營運所內*淨水場	7	0
竹*營運所尖*淨水場	5	0
竹*營運所梅*淨水場	5	0
湖*營運所浦*淨水場	17	7
東*給水廠南*淨水場	18	5
苗*營運所*三淨水場	2	0
苗*營運所*四淨水場	2	0
苗*營運所*湖淨水場	2	0
苗*營運所明*淨水場	9	1
通***營運所三*淨水場	2	0
通***營運所中*淨水場	2	0
通***營運所草*淨水場	2	0
通***營運所裕*淨水場	2	0
通***營運所水*淨水場	4	1
竹*營運所埔*淨水場	2	0
竹*營運所芎*淨水場	2	0
竹*營運所新*淨水場	7	1
竹*營運所關*淨水場	17	9
新*給水廠新*第一淨水場	9	1
新*給水廠新*第二淨水場	19	10

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內 控標準值次數
寶*給水廠寶*淨水場	7	1
東*給水廠東*淨水場	9	1
清*營運所清*淨水場	2	0
*甲營運所大*第一淨水場	5	0
*甲營運所頂*淨水場	2	0
*甲營運所日*淨水場	2	0
*甲營運所大*淨水場	2	0
南*營運所嘉*淨水場	3	1
南*營運所南*淨水場	4	0
南*營運所慶*淨水場	51	12
南*營運所三*淨水場	3	0
南*營運所嘉*第二淨水場	9	1
南*營運所新*淨水場	3	2
草*營運所林*頭淨水場	3	0
草*營運所草*第二淨水場	3	0
草*營運所草*第三淨水場	3	0
草*營運所草*第四淨水場	3	0
草*營運所營*口淨水場	3	0
草*營運所草*第一淨水場	5	0
竹*營運所瑞*淨水場	2	0
竹*營運所坪*淨水場	5	0
竹*營運所鹿*淨水場	55	19
水*營運所水*淨水場	51	18
水*營運所信*淨水場	54	19
水*營運所羅*淨水場	54	20
水*營運所人*淨水場	20	1

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內 控標準值次數
水*營運所集*淨水場	47	11
水*營運所民*淨水場	1	0
*勢營運所東*淨水場	3	0
*勢營運所慶*淨水場	66	10
*勢營運所梨*淨水場	4	0
*勢營運所新*淨水場	3	0
*勢營運所谷*淨水場	5	0
*勢營運所卓*淨水場	3	0
霧*營運所霧*淨水場	2	0
霧*營運所坑*淨水場	2	0
烏*營運所烏*淨水場	2	0
烏*營運所喀*淨水場	2	0
埔*營運所埔*第一淨水場	2	0
埔*營運所埔*第二淨水場	5	0
埔*營運所埔*第三淨水場	2	0
埔*營運所埔*第五淨水場	11	0
埔*營運所大*頂淨水場	20	1
埔*營運所大*尾淨水場	52	19
埔*營運所春*淨水場	5	0
埔*營運所籃*淨水場	2	0
埔*營運所東*淨水場	5	0
埔*營運所德*淨水場	5	0
埔*營運所日*潭淨水場	7	0
埔*營運所公*淨水場	5	0
沙*營運所明*淨水場	22	3
沙*營運所*肚淨水場	3	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內 控標準值次數
沙*營運所遠*淨水場	3	0
沙*營運所沙*淨水場	3	0
沙*營運所福*淨水場	2	0
*雅營運所忠*淨水場	2	0
*雅營運所公*淨水場	2	0
*雅營運所神*淨水場	2	0
豐*給水廠豐*第一淨水場	57	20
豐*給水廠豐*第二淨水場	50	23
鯉*潭給水廠鯉*潭淨水場	49	6
虎*服務所馬*加壓站	3	0
雲*給水廠虎*淨水場	6	3
雲*給水廠平*淨水場	4	3
民*營運所大*第一淨水場	5	2
北*營運所北*第二淨水場	6	3
北*營運所水*淨水場	4	2
北*營運所拔*腳淨水場	4	1
台*營運所麥*第一淨水場	4	0
台*營運所三*崙淨水場	3	0
台*營運所四*淨水場	4	0
台*營運所新*淨水場	5	2
台*營運所麥*第二淨水場	3	0
古*營運所古*淨水場	3	1
古*營運所崁*淨水場	3	0
古*營運所阿*淨水場	3	0
嘉*給水廠新*淨水場	15	4
竹*營運所竹*淨水場	11	1

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
竹*營運所*埔淨水場	8	0
竹*營運所阿*山淨水場	5	0
竹*營運所石*淨水場	5	0
竹*營運所觸*淨水場	15	6
竹*營運所樂*淨水場	5	0
竹*營運所石*淨水場	8	1
竹*營運所達*淨水場	5	0
嘉*給水廠蘭*淨水場	23	10
嘉*給水廠公*淨水場	26	13
嘉*給水廠水*淨水場	22	9
雲*給水廠西*淨水場	5	2
西*服務所崙*加壓站	3	0
雲*給水廠番*淨水場	4	1
雲*給水廠石*淨水場	2	0
雲*給水廠林*淨水場	20	11
雲*給水廠埤*頭淨水場	3	1
雲*給水廠大*勢淨水場	5	0
雲*給水廠褒*淨水場	3	1
白*營運所白*淨水場	11	1
玉*營運所楠*淨水場	16	6
玉*營運所鏡*淨水場	17	9
台*給水廠潭*淨水場	17	9
台*給水廠山*淨水場	17	1
烏*頭給水廠烏*頭淨水場	22	11
南*給水廠南*淨水場	18	11
旗*營運所手*寮淨水場	2	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內 控標準值次數
旗*營運所甲*淨水場	22	1
旗*營運所寶*淨水場	7	1
旗*營運所民*淨水場	5	0
旗*營運所木*淨水場	8	1
旗*營運所五*埔淨水場	1	0
屏*營運所屏*淨水場	4	1
屏*營運所北*淨水場	2	0
屏*營運所瑪*淨水場	5	0
屏*營運所霧*淨水場	5	0
屏*營運所*慶淨水場	1	0
屏*營運所三*淨水場	2	0
屏*營運所屏*農場淨水場	3	0
屏*營運所禮*里淨水場	3	0
屏*營運所長*百合淨水場	3	0
東*營運所南*淨水場	3	0
東*營運所餉*淨水場	3	0
東*營運所士*淨水場	5	0
東*營運所四*淨水場	3	0
東*營運所佳*淨水場	5	0
東*營運所林*淨水場	4	0
東*營運所琉*淨水場	5	1
東*營運所春*淨水場	3	0
東*營運所潮*淨水場	3	0
東*營運所來*淨水場	3	0
東*營運所枋*淨水場	3	0
東*營運所力*淨水場	3	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
東*營運所佳*淨水場	2	0
東*營運所新*義淨水場	3	0
東*營運所吾*魯茲淨水場	3	0
恆*營運所*士淨水場	4	0
高*營運所*樹淨水場	3	0
高*營運所泰*淨水場	3	0
高*營運所廣*淨水場	3	0
高*營運所新*淨水場	3	0
高*營運所茂*淨水場	3	0
高*營運所多*淨水場	5	1
美*營運所廣*淨水場	2	0
美*營運所六*淨水場	24	7
美*營運所美*淨水場	2	0
美*營運所新*淨水場	5	0
美*營運所寶*淨水場	5	0
澎*營運所成*淨水場	8	0
澎*營運所成*鹽淡廠	8	0
澎*營運所望*淨水場	8	0
澎*營運所望*海淡廠	8	0
澎*營運所七*淨水場	8	0
澎*營運所七*鹽淡廠	8	0
澎*營運所西*淨水場	8	0
澎*營運所西*鹽淡廠	8	0
澎*營運所西*海淡廠	8	0
澎*營運所吉*淨水場	2	0
澎*營運所白*淨水場	2	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
澎*營運所白*鹽淡廠	2	0
大*山給水廠嶺*淨水場	2	0
大*山給水廠路*淨水場	10	5
澄*湖給水廠澄*湖淨水場	36	18
*頂給水廠坪*淨水場	31	4
*頂給水廠仁*淨水場	2	0
拷*給水廠翁*園淨水場	13	1
拷*給水廠拷*淨水場	13	0
鳳*給水廠鳳*淨水場	8	0
恆*營運所桑*淨水場	6	0
牡*給水廠牡*淨水場	21	9
廣*給水廠廣*淨水場	4	0
廣*給水廠柑*坑淨水場	12	0
廣*給水廠*隱淨水場	4	0
廣*給水廠丸*淨水場	3	0
廣*給水廠寒*淨水場	12	0
廣*給水廠蘇*淨水場	4	0
廣*給水廠東*淨水場	3	0
廣*給水廠金*淨水場	11	0
廣*給水廠澳*淨水場	4	0
廣*給水廠碧*淨水場	11	0
深*給水廠深*淨水場	11	0
深*給水廠圳*淨水場	12	0
深*給水廠松*淨水場	11	0
深*給水廠英*淨水場	4	0
深*給水廠四*淨水場	11	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內 控標準值次數
深*給水廠南*淨水場	12	0
深*給水廠*溪淨水場	11	0
深*給水廠龍*淨水場	4	0
深*給水廠金*淨水場	5	0
鳳*營運所支*干淨水場	11	0
鳳*營運所鳳*淨水場	12	0
鳳*營運所光*淨水場	4	0
鳳*營運所新*淨水場	16	2
鳳*營運所富*淨水場	13	1
鳳*營運所港*淨水場	4	0
玉*營運所三*山淨水場	4	0
玉*營運所玉*淨水場	5	0
玉*營運所松*淨水場	5	0
玉*營運所東*淨水場	4	0
玉*營運所紅*淨水場	4	0
玉*營運所明*淨水場	4	0
玉*營運所紅*淨水場	11	0
玉*營運所舞*淨水場	11	0
花*給水廠和*淨水場	4	0
花*給水廠富*淨水場	11	0
花*給水廠砂*礮淨水場	11	0
花*給水廠南*淨水場	4	0
花*給水廠國*淨水場	4	0
花*給水廠池*淨水場	3	0
花*給水廠水*淨水場	4	0
花*給水廠北*淨水場	1	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
花*給水廠光*淨水場	4	0
花*給水廠稻*淨水場	4	0
花*給水廠壽*淨水場	6	0
池*營運所池*淨水場	3	0
池*營運所關*淨水場	11	0
池*營運所海*淨水場	11	0
池*營運所利*淨水場	11	0
池*營運所永*淨水場	11	0
池*營運所*葉淨水場	14	1
池*營運所瑞*淨水場	3	0
成*營運所成*淨水場	45	17
成*營運所泰*淨水場	12	0
成*營運所水*淨水場	20	2
太*里營運所和*淨水場	4	0
太*里營運所森*淨水場	4	0
太*里營運所安*淨水場	4	0
太*里營運所正*淨水場	4	0
太*里營運所*溪淨水場	14	1
太*里營運所新*淨水場	12	0
太*里營運所金*淨水場	12	0
太*里營運所愛*埔淨水場	12	0
太*里營運所土*淨水場	4	0
太*里營運所嘉*淨水場	12	0
太*里營運所壢*淨水場	12	0
台*營運所利*淨水場	20	4
台*營運所綠*淨水場	13	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
台*營運所泰*淨水場	12	0
台*營運所斑*淨水場	11	0
台*營運所初*淨水場	3	0
台*營運所東*淨水場	12	0
台*營運所紅*淨水場	17	2
台*營運所朗*淨水場	12	0
員*營運所員*第一淨水場	2	0
員*營運所員*第二淨水場	2	0
員*營運所員*第三淨水場	2	0
*水營運所清*岩淨水場	3	0
北*營運所北*淨水場	3	0
北*營運所埤*淨水場	3	0
北*營運所永*淨水場	3	0
北*營運所埔*淨水場	3	0
北*營運所下*淨水場	3	0
*水營運所倡*淨水場	3	0
*水營運所田*淨水場	3	0
*水營運所社*淨水場	3	0
鹿*營運所鹿*淨水場	2	0
鹿*營運所秀*淨水場	2	0
鹿*營運所打*厝淨水場	2	0
*林營運所二*淨水場	4	0
*林營運所竹*淨水場	4	0
*林營運所芳*淨水場	4	0
溪*營運所溪*第一淨水場	2	0
溪*營運所溪*第二淨水場	2	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內 控標準值次數
溪*營運所福*淨水場	2	0
花*營運所花*淨水場	4	0
花*營運所大*第一淨水場	4	0
花*營運所大*第二淨水場	4	0
彰*給水廠彰*第三淨水場	4	0
彰*給水廠全*淨水場	4	0
彰*給水廠和*淨水場	4	0
泰*營運所泰*淨水場	3	0
板*給水廠板*淨水場	28	3

附錄二 2014年8月至2018年4月各淨水場清水鉛超出台
水自訂內控標準值統計表

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控 標準值次數
瑞*營運所員*淨水場	27	8
汐*營運所白*淨水場	11	0
淡*營運所湧*淨水場	11	0
淡*營運所老*淨水場	16	3
淡*營運所三*淨水場	11	0
淡*營運所樹*淨水場	11	0
淡*營運所興*淨水場	10	0
萬*營運所萬*淨水場	13	0
萬*營運所林*淨水場	14	1
文*營運所石*淨水場	19	3
文*營運所坪*淨水場	12	0
文*營運所烏*淨水場	7	0
文*營運所平*淨水場	14	2
貢**營運所貢*淨水場	13	0
新*給水廠暖*淨水場	12	1
新*給水廠安*淨水場	15	1
新*給水廠新*淨水場	12	0
新*給水廠中*淨水場	18	2
新*給水廠二*淨水場	13	0
新*給水廠六*淨水場	13	1
龍*給水廠*溪淨水場	35	0
龍*給水廠復*淨水場	36	0
龍*給水廠龍*淨水場	41	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
平*給水廠石*淨水場	42	0
平*給水廠平*淨水場	40	0
*浦給水廠*浦淨水場	41	0
竹*營運所員*淨水場	13	1
竹*營運所南*淨水場	13	1
竹*營運所桃*淨水場	13	0
竹*營運所內*淨水場	13	1
竹*營運所尖*淨水場	13	0
竹*營運所梅*淨水場	13	0
湖*營運所浦*淨水場	16	5
東*給水廠南*淨水場	12	1
苗*營運所*三淨水場	12	2
苗*營運所*四淨水場	12	1
苗*營運所*湖淨水場	14	1
苗*營運所明*淨水場	12	2
通***營運所三*淨水場	12	0
通***營運所中*淨水場	11	0
通***營運所草*淨水場	14	1
通***營運所裕*淨水場	13	1
通***營運所水*淨水場	12	0
竹*營運所埔*淨水場	12	1
竹*營運所芎*淨水場	13	0
竹*營運所新*淨水場	14	3
竹*營運所關*淨水場	18	4
新*給水廠新*第一淨水場	21	5
新*給水廠新*第二淨水場	13	1

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
寶*給水廠寶*淨水場	6	0
東*給水廠東*淨水場	12	1
通***營運所八*淨水場	1	0
清*營運所清*淨水場	12	0
*甲營運所大*第一淨水場	13	0
*甲營運所頂*淨水場	14	0
*甲營運所日*淨水場	14	0
*甲營運所大*淨水場	13	0
南*營運所嘉*淨水場	19	6
南*營運所南*淨水場	14	0
南*營運所慶*淨水場	22	3
南*營運所三*淨水場	13	0
南*營運所嘉*第二淨水場	14	1
草*營運所林*頭淨水場	13	0
草*營運所草*第二淨水場	13	0
草*營運所草*第三淨水場	14	0
草*營運所草*第四淨水場	13	0
草*營運所營*口淨水場	14	0
草*營運所草*第一淨水場	13	0
竹*營運所瑞*淨水場	13	0
竹*營運所坪*淨水場	13	0
竹*營運所鹿*淨水場	32	8
水*營運所水*淨水場	23	7
水*營運所信*淨水場	26	9
水*營運所羅*淨水場	29	10
水*營運所人*淨水場	13	1

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
水*營運所集*淨水場	22	5
水*營運所民*淨水場	12	0
*勢營運所東*淨水場	12	0
*勢營運所慶*淨水場	34	3
*勢營運所梨*淨水場	20	2
*勢營運所新*淨水場	12	0
*勢營運所谷*淨水場	13	0
*勢營運所卓*淨水場	13	0
霧*營運所霧*淨水場	13	0
霧*營運所坑*淨水場	13	0
烏*營運所烏*淨水場	20	0
烏*營運所喀*淨水場	13	0
埔*營運所埔*第一淨水場	12	0
埔*營運所埔*第二淨水場	12	0
埔*營運所埔*第三淨水場	12	0
埔*營運所埔*第五淨水場	15	0
埔*營運所大*頂淨水場	14	1
埔*營運所大*尾淨水場	36	12
埔*營運所春*淨水場	14	1
埔*營運所籃*淨水場	12	0
埔*營運所東*淨水場	12	0
埔*營運所德*淨水場	12	0
埔*營運所日*潭淨水場	12	0
埔*營運所公*淨水場	12	0
沙*營運所明*淨水場	6	0
沙*營運所*肚淨水場	12	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
沙*營運所遠*淨水場	5	0
沙*營運所沙*淨水場	12	0
沙*營運所福*淨水場	7	1
*雅營運所忠*淨水場	14	4
*雅營運所公*淨水場	12	0
*雅營運所神*淨水場	17	4
豐*給水廠豐*第一淨水場	9	5
豐*給水廠豐*第二淨水場	13	7
鯉*潭給水廠鯉*潭淨水場	15	1
虎*服務所馬*加壓站	8	0
雲*給水廠虎*淨水場	11	0
雲*給水廠平*淨水場	10	0
民*營運所大*第一淨水場	14	0
北*營運所北*第二淨水場	6	0
北*營運所水*水場	14	0
北*營運所拔*腳淨水場	14	0
台*營運所麥*第一淨水場	13	0
台*營運所所三*崙淨水場	13	0
台*營運所四*淨水場	13	0
台*營運所新*淨水場	14	0
台*營運所麥*第二淨水場	13	0
古*營運所古*淨水場	13	0
古*營運所崁*淨水場	13	0
古*營運所阿*淨水場	14	0
嘉*給水廠新*淨水場	12	0
竹*營運所竹*淨水場	13	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
竹*營運所*埔淨水場	12	0
竹*營運所阿*山淨水場	12	0
竹*營運所石*淨水場	13	0
竹*營運所觸*淨水場	13	0
竹*營運所樂*淨水場	12	0
竹*營運所石*淨水場	13	0
竹*營運所達*淨水場	11	0
嘉*給水廠蘭*淨水場	12	0
嘉*給水廠公*淨水場	12	0
嘉*給水廠水*淨水場	12	0
雲*給水廠西*淨水場	12	0
西*服務所崙*加壓站	8	0
雲*給水廠番*淨水場	12	0
雲*給水廠石*淨水場	12	0
雲*給水廠林*淨水場	12	0
雲*給水廠埤*頭淨水場	12	0
雲*給水廠大*勢淨水場	13	0
雲*給水廠褒*淨水場	12	0
雲*給水廠湖*淨水場	2	0
西*服務所荊*加壓站	1	0
西*服務所二*加壓站	4	0
北*營運所元*第二淨水場	4	0
斗*營運所*埤淨水場	4	0
斗*營運所斗*淨水場	4	0
虎*服務所土*加壓站	4	0
白*營運所白*淨水場	6	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
玉*營運所楠*淨水場	13	0
玉*營運所鏡*淨水場	12	0
台*給水廠潭*淨水場	13	0
烏*頭給水廠烏*頭淨水場	13	0
南*給水廠南*淨水場	14	0
旗*營運所手*寮淨水場	13	0
旗*營運所甲*淨水場	40	8
旗*營運所寶*淨水場	4	0
旗*營運所民*淨水場	12	0
旗*營運所木*淨水場	13	0
旗*營運所五*埔淨水場	13	0
屏*營運所屏*淨水場	12	0
屏*營運所北*淨水場	12	0
屏*營運所瑪*淨水場	14	1
屏*營運所霧*淨水場	12	0
屏*營運所*慶淨水場	12	0
屏*營運所三*淨水場	12	0
屏*營運所屏*農場淨水場	12	0
屏*營運所禮*里淨水場	12	0
屏*營運所長*百合淨水場	12	0
東港營運所南*淨水場	13	0
東港營運所餉*淨水場	13	0
東港營運所士*淨水場	12	0
東港營運所四*淨水場	12	0
東*營運所佳*淨水場	11	0
東*營運所林*淨水場	11	1

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
東*營運所琉*淨水場	15	8
東*營運所春*淨水場	13	2
東*營運所潮*淨水場	12	0
東*營運所來*淨水場	12	0
東*營運所枋*淨水場	13	0
東*營運所力*淨水場	13	0
東*營運所佳*淨水場	13	1
東*營運所新*義淨水場	12	0
東*營運所吾*魯茲淨水場	13	0
恆*營運所*士淨水場	12	0
高*營運所*樹淨水場	13	0
高*營運所泰*淨水場	13	0
高*營運所廣*淨水場	14	0
高*營運所新*淨水場	13	0
高*營運所茂*淨水場	13	0
高*營運所多*淨水場	13	0
美*營運所廣*淨水場	14	1
美*營運所六*淨水場	53	7
美*營運所美*淨水場	12	0
美*營運所新*淨水場	12	0
美*營運所寶*淨水場	12	0
澎*營運所成*淨水場	18	0
澎*營運所成*鹽淡廠	8	0
澎*營運所望*淨水場	12	0
澎*營運所望*海淡廠	12	0
澎*營運所七*淨水場	14	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
澎*營運所七*鹽淡廠	6	0
澎*營運所西*淨水場	12	0
澎*營運所西*鹽淡廠	8	0
澎*營運所西*海淡廠	12	0
澎*營運所吉*淨水場	14	0
澎*營運所白*淨水場	12	0
澎*營運所白*鹽淡廠	5	0
大*山給水廠嶺*淨水場	13	1
大*山給水廠路*淨水場	78	34
澄*湖給水廠澄*湖淨水場	58	23
*頂給水廠坪*淨水場	84	31
*頂給水廠仁*淨水場	12	0
拷*給水廠翁*園淨水場	37	0
拷*給水廠拷*淨水場	37	3
鳳*給水廠鳳*淨水場	13	0
恆*營運所桑*淨水場	12	0
牡*給水廠牡*淨水場	49	16
廣*給水廠廣*淨水場	28	0
廣*給水廠廣*淨水場	11	0
廣*給水廠柑*坑淨水場	12	0
廣*給水廠*隱淨水場	13	0
廣*給水廠丸*淨水場	13	0
廣*給水廠寒*淨水場	12	0
廣*給水廠蘇*淨水場	12	0
廣*給水廠東*淨水場	13	0
廣*給水廠金*淨水場	13	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
廣*給水廠澳*淨水場	13	0
廣*給水廠碧*淨水場	13	0
深*給水廠深*淨水場	13	0
深*給水廠圳*淨水場	12	0
深*給水廠松*淨水場	12	0
深*給水廠英*淨水場	12	0
深*給水廠四*淨水場	12	0
深*給水廠南*淨水場	11	0
深*給水廠*溪淨水場	12	0
深*給水廠龍*淨水場	12	0
深*給水廠金*淨水場	11	0
廣*給水廠天*埤淨水場	11	0
鳳*營運所支*干淨水場	13	0
鳳*營運所鳳*淨水場	13	0
鳳*營運所光*淨水場	11	0
鳳*營運所新*淨水場	11	0
鳳*營運所富*淨水場	11	0
鳳*營運所港*淨水場	11	0
玉*營運所三*山淨水場	11	0
玉*營運所玉*淨水場	11	0
玉*營運所松*淨水場	11	0
玉*營運所東*淨水場	11	0
玉*營運所紅*淨水場	11	0
玉*營運所明*淨水場	11	0
玉*營運所紅*淨水場	11	0
玉*營運所舞*淨水場	11	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
花*給水廠和*淨水場	11	0
花*給水廠富*淨水場	11	0
花*給水廠砂*礫淨水場	13	0
花*給水廠南*淨水場	5	0
花*給水廠國*淨水場	8	0
花*給水廠池*淨水場	12	0
花*給水廠水*淨水場	11	0
花*給水廠北*淨水場	6	0
花*給水廠光*淨水場	11	0
花*給水廠稻*淨水場	6	0
花*給水廠壽*淨水場	13	0
鳳*營運所萬*淨水場	11	0
池*營運所池*淨水場	11	0
池*營運所關*淨水場	11	0
池*營運所海*淨水場	1	0
池*營運所利*淨水場	10	0
池*營運所永*淨水場	11	0
池*營運所*葉淨水場	26	0
池*營運所瑞*淨水場	11	0
成*營運所成*淨水場	13	0
成*營運所泰*淨水場	13	0
成*營運所水*淨水場	15	0
太*里營運所和*淨水場	10	0
太*里營運所森*淨水場	10	0
太*里營運所安*淨水場	10	0
太*里營運所正*淨水場	10	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
太*里營運所*溪淨水場	10	0
太*里營運所新*淨水場	10	0
太*里營運所金*淨水場	10	0
太*里營運所愛*埔淨水場	10	0
太*里營運所土*淨水場	10	0
太*里營運所嘉*淨水場	10	0
太*里營運所壢*淨水場	10	0
台*營運所利*淨水場	18	0
台*營運所綠*淨水場	12	0
台*營運所泰*淨水場	14	0
台*營運所斑*淨水場	11	0
台*營運所初*淨水場	11	0
台*營運所東*淨水場	12	0
台*營運所紅*淨水場	12	0
台*營運所朗*淨水場	12	0
池*營運所陸*淨水場	11	0
池*營運所*庄淨水場	11	0
員*營運所員*第一淨水場	13	0
員*營運所員*第二淨水場	14	0
員*營運所員*第三淨水場	13	0
*水營運所清*岩淨水場	12	0
北*營運所北*淨水場	13	0
北*營運所埤*淨水場	13	0
北*營運所永*淨水場	13	0
北*營運所埔*淨水場	13	0
北*營運所下*淨水場	13	0

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控 標準值次數
*水營運所倡*淨水場	13	0
*水營運所田*淨水場	13	0
*水營運所社*淨水場	13	0
鹿*營運所鹿*淨水場	13	0
鹿*營運所秀*淨水場	13	0
鹿*營運所打*厝淨水場	13	0
*林營運所二*淨水場	10	0
*林營運所竹*淨水場	10	0
*林營運所芳*淨水場	10	0
溪*營運所溪*第一淨水場	13	0
溪*營運所溪*第二淨水場	13	0
溪*營運所福*淨水場	13	0
花*營運所花*淨水場	10	0
花*營運所大*第一淨水場	1	0
花*營運所大*第二淨水場	11	0
彰*給水廠彰*第三淨水場	11	0
彰*給水廠全*淨水場	11	0
彰*給水廠和*淨水場	10	0
花*營運所大*淨水場	9	0
泰*營運所泰*淨水場	10	0
板*給水廠板*淨水場	45	0

附錄三 2017年1月至2018年4月各淨水場清水鋁超出台水
自訂內控標準值統計表

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
瑞*營運所員*淨水場	5	1
淡*營運所老*淨水場	7	1
新*給水廠暖*淨水場	7	2
新*給水廠中*淨水場	8	2
湖*營運所浦*淨水場	6	2
東*給水廠南*淨水場	6	1
苗*營運所明*淨水場	5	1
竹*營運所新*淨水場	6	2
竹*營運所關*淨水場	9	2
新*給水廠新*第一淨水場	13	4
新*給水廠新*第二淨水場	5	1
寶*給水廠寶*淨水場	5	1
南*營運所嘉*淨水場	6	2
南*營運所慶*淨水場	9	3
南*營運所嘉*第二淨水場	7	1
竹*營運所鹿*淨水場	6	1
水*營運所水*淨水場	8	2
水*營運所信*淨水場	5	1
水*營運所羅*淨水場	5	2
水*營運所集*淨水場	8	3
東*營運所慶*淨水場	6	1
埔*營運所大*頂淨水場	6	1
埔*營運所大*尾淨水場	6	2

淨水場名稱	總檢驗次數	超出台水自訂內控標準值次數
豐*給水廠豐*第一淨水場	5	5
豐*給水廠豐*第二淨水場	5	5
鯉*潭給水廠鯉*潭淨水場	5	1
旗*營運所甲*淨水場	3	3
東*營運所琉*淨水場	4	3
美*營運所六*淨水場	17	2
大*山給水廠路*淨水場	17	3
澄*湖給水廠澄*湖淨水場	16	8
*頂給水廠坪*淨水場	6	6
牡*給水廠牡*淨水場	16	4

附錄四 須填寫書面調查淨水場名單

須填寫書面調查淨水場名單

1. 第一區處文*營運所平*淨水場
2. 第一區處文*營運所石*淨水場
3. 第一區處文*營運所坪*淨水場
4. 第一區處貢*寮雙溪營運所貢*淨水場
5. 第一區處淡*營運所老*淨水場
6. 第一區處淡*營運所興*淨水場
7. 第一區處新*給水廠中*淨水場
8. 第一區處新*給水廠六*淨水場
9. 第一區處新*給水廠安*淨水場
10. 第一區處新*給水廠暖*淨水場
11. 第一區處瑞*營運所員*淨水場
12. 第一區處萬*營運所林*淨水場
13. 第二區處*滿給水廠*滿淨水場
14. 第二區處平*給水廠平*淨水場
15. 第二區處平*給水廠石*淨水場
16. 第二區處龍*給水廠*溪淨水場
17. 第二區處龍*給水廠復*淨水場
18. 第二區處龍*給水廠龍*淨水場
19. 第三區處竹*營運所新*淨水場
20. 第三區處竹*營運所關*淨水場
21. 第三區處東*給水廠南*淨水場
22. 第三區處東*給水廠東*淨水場
23. 第三區處苗*營運所明*淨水場
24. 第三區處通***營運所水*淨水場
25. 第三區處湖*營運所滿*淨水場
26. 第三區處新*給水廠新*第一淨水場

須填寫書面調查淨水場名單

27. 第三區處新*給水廠新*第二淨水場
28. 第三區處寶*給水廠寶*淨水場
29. 第四區處水*營運所人*淨水場
30. 第四區處水*營運所水*淨水場
31. 第四區處水*營運所信*淨水場
32. 第四區處水*營運所集*淨水場
33. 第四區處水*營運所羅*淨水場
34. 第四區處竹*營運所鹿*淨水場
35. 第四區處沙*營運所明*淨水場
36. 第四區處*勢營運所慶*淨水場
37. 第四區處南*營運所慶*淨水場
38. 第四區處南*營運所新*淨水場
39. 第四區處南*營運所嘉*淨水場
40. 第四區處南*營運所嘉*第二淨水場
41. 第四區處埔*營運所大*頂淨水場
42. 第四區處埔*營運所大*尾淨水場
43. 第四區處豐*給水廠豐*第一淨水場
44. 第四區處豐*給水廠豐*第二淨水場
45. 第四區處鯉*潭給水廠鯉*潭淨水場
46. 第五區處北*營運所水*水場
47. 第五區處北*營運所北*第二淨水場
48. 第五區處北*營運所拔*腳淨水場
49. 第五區處古*營運所古*淨水場
50. 第五區處台*營運所新*淨水場
51. 第五區處民*營運所大*第一淨水場
52. 第五區處竹*營運所石*淨水場
53. 第五區處竹*營運所竹*淨水場

須填寫書面調查淨水場名單

54. 第五區處竹*營運所觸*淨水場
55. 第五區處雲*給水廠平*淨水場
56. 第五區處雲*給水廠西*淨水場
57. 第五區處雲*給水廠林*淨水場
58. 第五區處雲*給水廠虎*淨水場
59. 第五區處雲*給水廠埤*頭淨水場
60. 第五區處雲*給水廠番*淨水場
61. 第五區處雲*給水廠褒*淨水場
62. 第五區處嘉*給水廠公*淨水場
63. 第五區處嘉*給水廠水*淨水場
64. 第五區處嘉*給水廠新*淨水場
65. 第五區處嘉*給水廠蘭*淨水場
66. 第六區處台*給水廠山*淨水場
67. 第六區處台*給水廠潭*淨水場
68. 第六區處玉*營運所楠*淨水場
69. 第六區處玉*營運所鏡*淨水場
70. 第六區處白*營運所白*淨水場
71. 第六區處南*給水廠南*淨水場
72. 第六區處烏*頭給水廠烏*頭淨水場
73. 第七區處大*山給水廠路*淨水場
74. 第七區處牡*給水廠牡*淨水場
75. 第七區處*頂給水廠坪*淨水場
76. 第七區處東*營運所琉*淨水場
77. 第七區處屏*營運所屏*淨水場
78. 第七區處拷*給水廠翁*園淨水場
79. 第七區處美*營運所六*淨水場
80. 第七區處高*營運所多*淨水場

須填寫書面調查淨水場名單

81. 第七區處旗*營運所木*淨水場
82. 第七區處旗*營運所甲*淨水場
83. 第七區處旗*營運所寶*淨水場
84. 第七區處澄*湖給水廠澄*湖淨水場
85. 第九區處鳳*營運所新*淨水場
86. 第九區處鳳*營運所富*淨水場
87. 第十區處太*里營運所*溪淨水場
88. 第十區處台*營運所利*淨水場
89. 第十區處台*營運所紅*淨水場
90. 第十區處成*營運所水*淨水場
91. 第十區處成*營運所成*淨水場
92. 第十區處池*營運所紅*淨水場
93. 第十二區處板*給水廠板*淨水場

附錄五 書面調查內容格式

台水公司淨水場鋁含量控制策略
書面調查

_____ 區處 _____ 廠所 _____ 淨水場

場所填寫人：_____ 電話連絡方式：_____ 填寫日期：

區處窗口：_____ 電話連絡方式：_____

一、基本資料

1. 清水鋁含量歷史資料（以清水鋁水質標準實施日期為區分）

2011 年--2014 年 7 月清水鋁含量最高_____mg/L，超出台水自訂台水自訂內控標準值 0.16 mg/L_____次。（表格不夠填寫請自行增加）

超出台水自訂台水自訂內控標準值者，請填下表（單位 mg/L）

日期							
清水鋁							
日期							
清水鋁							

2014 年 7 月至今清水鋁含量最高_____mg/L，超出台水自訂台水自訂內控標準值 0.16 mg/L_____次。

超出台水自訂台水自訂內控標準值者，請填下表（單位 mg/L）

日期							
清水鋁							
日期							
清水鋁							

2. 清水鋁含量現況(2017年1月~2018年1月)：

- 鋁穩定符合標準(超出台水自訂內控標準值次數 0)： 改善過
- 鋁呈現動態不穩定狀況(超出台水自訂內控標準值次數 1)
- 鋁偶有超出台水自訂內控標準值之虞(超出台水自訂內控標準值次數>1)

3. 水質基本資料(請填寫合乎台水自訂內控標準值時之範圍)：

項目	濁度 (NTU)	鋁含量(mg/L)			pH 值	鹼度 (mg/L)	總有機碳 (mg/L)
		顆粒鋁	溶解鋁	總鋁			
原水							
清水							

4. 出水資料：

- (1) 設計出水量(CMD)：
- (2) 實際出水量(CMD)：

5 設備基本資料：

- 分水井 沉砂池 快混池(迴流 槳板 水躍) 慢混池
- 傳統沉澱池 高速沉澱池 膠凝沉澱池 氣曝池 臭氧處理
- 活性炭吸附 離子交換 逆滲透 生物處理 快濾池 慢濾池
- 清水池 _____

二、淨水流程簡圖：(包含設備單元、各單元停留時間、藥劑加藥點及種類)

三、目前加藥、操作情形：

1. 混凝劑種類：_____，加藥位置：_____，劑量範圍
_____，使用時機：_____
2. 是否因為鋁案曾更換混凝劑：否，是：先前使用混凝劑

3. 是否使用兩種以上混凝劑：否
是：A：_____ B：_____ 調配比率_____，計算方式
及使用時機：
4. 有無調整 pH 值：否，是：使用硫酸濃度_____、pH
值範圍_____，使用時機：_____
5. 消毒藥劑：
前加氯，加藥位置：_____
- 後加氯，加藥位置：_____

四、清水鋁偏高可能原因分析（請概述，可複選）

- 1. 原水含鋁量偏高：
- 2. 原水有機質含量高：
- 3. 混凝劑過量加藥：
- 4. 快混效果差：
- 5. 沉澱效果差：
- 6. 過濾效果差：
- 7. pH 值偏高：
- 8. 鹼度高：
- 9. 沉澱池污泥未清除：
- 10. 回流廢水注入：
- 11. 不明原因：

綜上原因，推判主因應為：

- 顆粒鋁造成(1. 3. 4. 5. 6) 溶解鋁造成(2. 7. 8) 兩者均有

五、鋁含量控制策略概要

1. 改善對策概述：

顆粒鋁

最適化混凝條件：

提高濁度去除效率：

搭配使用不含鋁鹽混凝劑：

溶解鋁

調整 pH 值

最適化混凝條件：

提高濁度去除效率：

搭配使用不含鋁鹽混凝劑：

2. 改善時間： 年 月 輔導單位：

項目	藥劑 種類	加藥量 (mg/L)	濁度(NTU)		鋁含量 (mg/L)		清水 pH 值	清水鐵 (mg/L)
			原水	清水	原水	清水		
改善前								
改善後								

六、執行控制期間是否遭遇困難？ 否 是：

困難 1. _____

如何克服： _____

困難 2. _____

如何克服： _____

七、執行控制策略後是否衍生其他問題？ 否 是：

問題 1. _____

如何克服：_____

問題 2. _____

如何克服：_____

八、供水改變

1. 調降 pH 值場所，供水藍氏飽和指數 LSI（無調降 pH 值者免填）
（所需參數：溫度、TDS、ALK、pH 值、TH）

概述：

2. 口感變化情形，改變操作加藥策略後民眾反應（客訴案件）

概述：

3. 有無管線積垢情形

概述：

九、其他說明

附錄六 特定化學物質危害預防標準暨相關職業安全衛生法令規定

特定化學物質危害預防標準相關條文

- 第 21 條 使用特定化學設備之閥、旋塞或操作此等之開關、按鈕等，為防止誤操作導致漏洩，應明顯標示開閉方向。
- 第 23 條 使用硫酸合計在一百公升以上時，應置備該物質等漏洩時能迅速告知有關人員之警報用器具及除卻危害之必要藥劑、器具等設施。
- 第 25 條 使用特定化學設備為防止供輸原料、材料及其他物料於特定化學設備之勞工因誤操作而洩漏，應於該勞工易見之處，標示該原料、材料及其他物料之種類、輸送對象設備及其他必要事項。
- 第 29 條 為防止特定化學設備動力源之異常導致之漏洩，應置備可迅速使用之備用動力源。
- 第 30 條 對使用硫酸之設備或儲槽，因改造、修理或清掃等而拆卸該設備之作業或必須進入該設備等內部作業時，應依下列規定：
- 一、派遣特定化學物質作業主管從事監督作業。
 - 二、決定作業方法及順序，於事前告知從事作業之勞工。
 - 三、確實將該物質自該作業設備排出。
 - 四、為使該設備連接之所有配管不致流入該物質，應將該閥、旋塞等設計為雙重開關構造或設置盲板等。
 - 五、依前款規定設置之閥、旋塞應予加鎖或設置盲板，並將「不得開啟」之標示揭示於顯明易見之處。
 - 六、作業設備之開口部，不致流入該物質至該設備者，均應予開放。
 - 七、使用換氣裝置將設備內部充分換氣。
 - 八、以測定方法確認作業設備內之該物質濃度未超出容許濃度。

- 九、拆卸第四款規定設置之盲板等時，有該物質流出之虞者，應於事前確認在該盲板與其最接近之閘或旋塞間有否該物質之滯留，並採取適當措施。
- 十、在設備內部應置發生意外時能使勞工立即避難之設備或其他具有同等性能以上之設備。
- 十一、供給從事該作業之勞工穿著不浸透性防護衣、防護手套、防護長鞋、呼吸用防護具等個人防護具。
雇主在未依前項第八款規定確認該設備適於作業前，應將「不得將頭部伸入設備內」之意旨，告知從事該作業之勞工。

第 31 條 對硫酸發生漏洩致有危害勞工之虞時，應立即使勞工自作業場所避難。在未確認不危害勞工之前，應於顯明易見之處，揭示「禁止進入」之標示。但在使用防護具及特定化學物質作業主管指導下搶救人命及處理現場之必要作業，不在此限。

第 32 條 使用硫酸合計在一百公升以上者，應禁止與作業無關人員進入作業場所，並標示於顯明易見之處。

第 34 條 對設置特定化學設備之作業場所，為因應硫酸之漏洩，應設搶救組織，並對有關人員實施急救、避難知識等訓練。

第 36 條 使用硫酸時，應於作業場所設置洗眼、沐浴、漱口、更衣及洗衣等設備，並應設置緊急沖淋設備。

第 37 條 從事特定化學物質之作業時，應於作業場所指定現場主管擔任特定化學物質作業—主管實際從事監督作業。

前項作業主管執行下列規定事項：

- 一、預防從事作業之勞工遭受污染或吸入該物質。
- 二、決定作業方法並指揮勞工作業。
- 三、保存每月檢點之紀錄。
- 四、監督勞工確實使用防護具。

第 39 條 使用特定化學設備或其附屬設備實施作業時，為防止丁類物質之漏洩，應訂定操作程序，並依該程序實施作業。

第 40 條 應禁止勞工在特定化學物質作業場所吸菸或飲食，且應將其意旨揭示於該作業場所之顯明易見之處。

第 50 條 使用特定化學物質之作業場所，應置備與同一工作時間作業勞工人數相同數量以上之適當必要防護具（不浸透性防護衣、防護手套、防護鞋、防護眼鏡、呼吸用防護具及塗敷劑等。），並保持其性能及清潔，使勞工確實使用。

職業安全衛生教育訓練規則相關條文

第 17 條 擔任使用危險物、有害物（氯、氫氧化鈉、硫酸等）作業之人員，應依其工作性質施以每三年至少三小時勞工安全衛生在職教育訓練

職業安全衛生組織管理及自動檢查辦法相關條文

第 38、49 條 對特定化學設備或其附屬設備，應每二年依下列規定定期實施檢查一次，開始使用、改造、修理時亦同：

一、特定化學設備或其附屬設備（不含配管）：

（一）內部有無足以形成其損壞原因之物質存在。

（二）內面及外面有無顯著損傷、變形及腐蝕。

（三）蓋、凸緣、閘、旋塞等之狀態。

（四）安全閘、緊急遮斷裝置與其他安全裝置及自動警報裝置之性能。

（五）冷卻、攪拌、壓縮、計測及控制等性能。

（六）備用動力源之性能。

（七）其他為防止丙類第一種物質或丁類物質之漏洩之必要事項。

二、配管

(一)熔接接頭有無損傷、變形及腐蝕。

(二)凸緣、閥、旋塞等之狀態。

(三)接於配管之供為保溫之蒸氣管接頭有無損傷、變形或腐蝕。

第 72 條 使用危險物及有害物作業時，應使該勞工就其作業有關事項實施檢點。

危害性化學品標示及通識規則相關條文

第 5 條 對裝有危害性化學品之容器，應依規定之分類、危害圖式及格式明顯標示下列事項，所用文字以中文為主，必要時輔以外文：

一、危害圖式。

二、內容：

(一)名稱。

(二)危害成分。

(三)警示語。

(四)危害警告訊息。

(五)危害防範措施。

(六)製造者、輸入者或供應者之名稱、地址及電話。

第 12 條 對含有危害性化學品之每一化學品，應提供勞工含有安全衛生注意事項之安全資料表。

第 17 條 為防止勞工未確實知悉危害性化學品之危害資訊，致引起之職業災害，應採取下列必要措施：

一、依實際狀況訂定危害通識計畫，適時檢討更新，並依計畫確實執行，其執行紀錄保存三年。

二、製作危害性化學品清單，其內容應含物品名稱、其他名稱、安全資料表索引碼、製造者輸入者或供應者名稱、地址及電話、使用資料及貯存資料等項目。

三、將危害性化學品之安全資料表置於工作場所易取得之處。

四、使勞工接受製造、處置或使用危害性化學品之教育訓練，其課程內容及時數依職業安全衛生教育訓練規則之規定辦理。

五、其他使勞工確實知悉危害性化學品資訊之必要措施。

職業安全衛生法第 12 條暨勞工作業環境監測實施辦法第 8 條 1 項第 4 款之規定

特定化學物質（硫酸）之作業場所應每六個月測定其濃度一次以上實施作業環境測定。

附錄七 期中報告審查委員意見回覆

委員審查意見	意見回覆
林主席財富	
1. 文獻回顧撰寫方式、建議可再改寫，並評析與本計畫相關及參考性。	已遵照建議於第二章進行文獻分類。
2. 有關歷年超標之場次，除以場次表示外，建議能以調查次數為分母，用比率方式呈現(例如簡報中 P. 9、16、20 及 24 部分)。	已遵照建議於第四章之各淨水場內容補充呈現方式。
3. 對於圖表中鋁超標的原因分析其關聯性，問卷回復結果正確性如何?請再補充說明。	謝謝委員指導，後續如發現對問卷有疑慮處，將再洽與廠所人員了解。
4. 期末報告若能提出整體性管理及處理策略，以提供各場整體性、共通性參考，並配合幾個典型案例說明。	相關管理及處理策略已於第五章述明，另於第四章之實場改善策略評估選擇員*淨水場作為案例說明。
5. 11 月中旬擬辦理期末報告，請屆時配合。	謝謝委員指導，遵照配合辦理。
李委員丁來	
1. 第二章之 2.3「國外相關研究」、「國內相關研究」及「學術研究」，建請依相關研究主題分類較宜。	已遵照建議於第二章進行文獻分類。

委員審查意見	意見回覆
2. 第三章之 3.3 分析方法建議 述明偵測極限值。表 3.3-1 之 各單位分析鋁方法之不同差 異原因?宜說明。	已遵照建議於第三章之分析方法 補充說明。
3. 第四章之表 4.1-1 清水鋁改 善措施有「快濾桶遷移」及地 下水淨水場(明*、大*頂等) 為何有鋁的問題?宜補充說 明，俾利理解。	已遵照建議補充於表 4.1-1 之備 註說明。
4. 第四章 4.4 中各淨水場之淨 水流程圖之表達方式建議一 致。	已遵照建議修正各淨水流程圖之 表達形式。
5. 附錄三之淨水場名稱，如欲 與附錄一、二不同，建議以其 他方式表達。	已遵照建議統一表示。
6. 淨水場之處理量宜以「CMD」 表示。	已遵照建議修正內容。
7. 淨水場的問題主要可能在 「人員」訓練及要求，宜有處 理措施改善。	將於報告完成後視各淨水場之改 善情形，評估適時辦理相關訓練。
李委員嘉榮	
1. 改善淨水場鋁含量採 pH 值調 整，需加濃硫酸，同仁對此藥 劑存有恐懼心理及工安安全 之疑慮，有否進一步之策進 方案能在期末報告補述。	已遵照建議於第五章說明。

委員審查意見	意見回覆
<p>2. P.67 慶*淨水場清水鋁雖目前有新鑿水井加入營運，淨水流程未使用 PAC1，超出自訂內控標準值已大幅改善，惟慶*淨水場近期將辦理淨水設備改善，增設膠凝沉澱及廢水處理設備，改善後可能以地面水為主要水源，而地下水為備用，在處理過程添加混凝劑，建請研究團隊將本場過去鋁超標之問題及改善之建議提供予中區工程處參照，俾於工程設計納入考量，包括混凝劑之擇選或是否加酸調整 pH 值等。</p>	<p>謝謝委員指導，惟慶*場經第四區處處評估後，近期將以強化檢漏績效，降低漏水率以達足夠水量，而不使用地面水源，暫無增設相關淨水設備之計畫。</p>
吳委員振榮	
<p>1. 台水公司經多年努力，曾超出鋁含量 0.16 mg/L 內控標準之淨水場目前已降至 33 場，各淨水場為了降低鋁含量，有些採用不含鋁鹽混凝劑(如氯化鐵)、有些降低或不加鋁混凝劑、有些則採用雙加藥之操作方式，但後續也衍生新的問題(如：紅水、濁度超標或鋁含量呈現動態</p>	<p>已遵照建議於第五章之基本資料蒐集及各淨水單元之鋁含量及物種分析中將 33 場淨水場超出內控原因分類。</p>

委員審查意見	意見回覆
<p>不穩定)。因此，對於此 33 個淨水場，如無法逐一系列其因應對策與改善建議，至少在操作規範，改善策略上予以分類，以供台水公司日後參考辦理。</p>	
<p>2. 濁度的去除效果與後續鋁處理方式習習相關，為因應 2019 年鋁含量管制標準，是否建議調降清水濁度內控標準值。</p>	<p>已遵照建議於第五章基本資料蒐集及各淨水單元之鋁含量及物種分析中說明。</p>
<p>史委員午康</p>	
<p>1. 架構化對策流程：建議以「淨水效果」及「混凝最佳化」的觀點來設法釐清「鋁控制策略的邏輯架構」。</p>	<p>已遵照建議於第五章建立控制策略程序。</p>
<p>2. 以往改善方法彙整結論：針對過去已完成改善的眾多淨水場所採取的策略方法予以彙整，有利於回饋前項邏輯架構的合理性。</p>	<p>已遵照建議補充於第四章之改善結果追蹤。</p>
<p>3. 超標之原因彙整分析：針對研究對象歷次鋁超標的原因予以追蹤、彙整，釐清影響淨水效果之因素。</p>	<p>已遵照建議於第五章控制策略淨水場分類部分，針對各次超出內控原因補充說明。</p>

委員審查意見	意見回覆
<p>4. 今後的內控作法：若確認濁度可以作為最佳的鋁內控操作指標，則建立平時濁度超出內控時，額外進行鋁之採樣檢測，以利完善追蹤控制。</p>	<p>已遵照建議於第五章控制策略部分說明。</p>
<p>5. 後續研究：在本研究所無法涵蓋而對進一步改進所需的後續研究，在期末報告中清列出來。</p>	<p>有關本研究後續須進一步改善之淨水場，已於第六章結論與建議中述明。</p>
駱委員尚廉	
<p>1. 本研究資料豐富，頗具參考價值。</p>	<p>謝謝委員指導及肯定。</p>
<p>2. 文獻回顧建議可依問題的類型，說明相關文獻對此問題的看法，或依年代順序，說明文獻對問題的探討與成果。</p>	<p>已遵照建議於第二章進行文獻分類。</p>
<p>3. 目前呈現比較接近以淨水場之個案問題探討，若要呈現台水公司淨水場鋁含量之控制策略，最好以整個控制策略流程方式表達，從各類問題的整理、檢視屬於哪一類或哪一組問題，需要再查證的水質項目、加藥量及操作條件，先進行哪一策略，再進行哪些後續策略等。</p>	<p>已遵照建議於第五章建立控制策略程序及策略分類。</p>
陳委員立儒	

委員審查意見	意見回覆
1. 本研究目標相當明確，須依 PDCA 改善執行長期追蹤，並建議多場交叉分析。	將持續各淨水場依 PDCA 改善並長期追蹤。
2. 不同場流程差異大，目前可分為原水及系統效能改善，兩者交互影響造成水質變異，期末仍應注意過濾系統及污泥系統迴流水之處理穩定度。	已遵照建議於改善策略之建立及相關淨水場實場測試，將淨水過濾效能及污泥系統納入評估。
3. 鋁超量之檢討及改善分析程序要建立在管理規範內。	已遵照建議於第五章建立控制策略程序。
陳委員曼莉	
1. 本研究內容涵蓋之淨水場數量相當多，型式亦相當多樣，清水鋁含量較高之原因看似非常多，但大多皆是因為淨水處理效能不佳所致。	謝謝委員指導。
2. 內控建議除了清水鋁含量外，亦應考量清水濁度(過濾水濁度)及沉澱水濁度，較易解讀實質原因，而採取適當之改善策略。	謝謝委員指導，目前台水公司已設有過濾水濁度及沉澱水濁度濁度內控標準值(分別為 5 NTU 及 0.5 NTU)，有關清水濁度內控建議已補充於第五章基本資料蒐集及各淨水單元之鋁含量及物種分析中說明。
3. 資料中有包括北水的檢測結果，惟係 2004 年之資料，建	已遵照建議於第二章文獻部分補充最新近一年之水質資料。

委員審查意見	意見回覆
<p>議蒐集較新且多年的資料，俾利於比較及參考。</p>	
<p>葉委員宣顯</p>	
<p>1. 報告內各淨水場近一年水質情形表，濁度列有原水與清水之範圍，如能加入同一日之去除率，將有助於瞭解處理之效能。</p>	<p>已遵照建議補充於第四章結果與討論之各淨水場之水質內容。</p>
<p>2. P. 41 清水鋁偏高之原因，除圖 4.2-3 所列之混凝劑過量加藥，對低濁度高鹼度原水之原水(如集*場)，亦可能加藥量尚未達到掃曳絆除所需之劑量所致。對上述原水亦可考量添加助凝劑(如黏土)、迴流污泥或採用直接過濾，以同時解決清水濁度及殘餘鋁之問題。</p>	<p>已遵照建議將寶貴意見納入第五章淨水場改善策略評估。</p>
<p>3. P. 21 倒數第四行，請拼出 PDCA 之全名。</p>	<p>已遵照建議補充全名。</p>
<p>4. P. 96 選定淨水場做全流程分析不同型態鋁係正確且重要之作法。因由沉澱池及濾床進、出水顆粒鋁及溶解鋁之改變，可知該單元之處理效能。</p>	<p>謝謝委員指導及肯定，已於後續相關實場改善之部分，依此方式進行問題研討及策略評析。</p>

委員審查意見	意見回覆
<p>5. 各淨水場之調查資料，建議增加濾床之濾料規格(單一或雙層濾料、有效粒徑及厚度)及濾率等，將有助於對顆粒鋁去除效能之評估。</p>	<p>已遵照建議補充濾床使用現況於第四章之各訪談之淨水場內容。</p>
<p>黃委員文鑑</p>	
<p>1. 淨水場常因濁度變動，加藥控制不易，造成操作後水量下降。建議後續建置之操作規範應考量操作人員之便利性，應避免過度複雜之判斷條件或範圍，依循易判斷之條件順序(如濁度)進行操作調整。</p>	<p>已遵照建議於第五章建立控制策略程序便於操作人員判斷依循。</p>

附錄八 期末報告審查委員意見回覆

委員審查意見	意見回覆
林主席財富	
1. 本計畫已納入各委員期中報告建議，做了許多修正及新資料，值得肯定。	謝謝委員指導及肯定。
2. 有關員山場案，建議如下： (1) 請說明為何選用員山場為深入研究對象，請補充。 (2) pH 值為影響鋁的主要因素之一，基隆河抽水站原水 pH 值較高，請補充說明。	謝謝委員指導，說明如下： (1) 因新北市環保局曾於 2018 年 6 月 6 日檢驗該場清水總鋁 0.35 mg/L，未符合飲用水水質標準最大限值，故將本場列為研究對象。 (2) 因基隆河抽水站上游三貂嶺河床由水利署第十河川局進行「基隆河三貂嶺河段基礎加固工程」施工，混凝土材料於澆灌時會釋放鹼性物質，致原水 pH 值升高。
3. 請依各委員意見修正後，依水協報告格式，於期限內交修正報告。	遵照委員意見辦理。
李委員丁來	
3. 有關顆粒鋁作為操作指標，其濁度、顆粒鋁、溶解鋁及總鋁之關係，宜有操作相關圖或曲線，可供實務操作參考。	謝謝委員指導，惟因各淨水場原水水質條件不同，無法統一建立濁度、顆粒鋁、溶解鋁及總鋁之關係圖或曲線，若有需求，將針

委員審查意見	意見回覆
	對具有超內控風險之淨水場，輔導進行相關試驗。
4. 因為水源濁度變化大，建議以沉澱水濁度 2 NTU，過濾水及清水濁度小於 0.2 NTU 為設計及驗收目標，宜將原水濁度納入考量，並考量其可執行性。	謝謝委員指導，因水源濁度會限制處理單元處理效果，為因地制宜，未來會同規設單位研商將原水濁度納入考量。
5. P.10 表 2.1-1 宜納入 WHO 指標值。	謝謝委員指導，WHO 2017 年版未建立鋁含量之指引值，為避免誤導，故不納入表 2.1-1。
6. P.47 圖 4.2-3 清水鋁偏高原原因建議宜予排序作圖，且「其他原因」場數佔到排序四，宜再予分類。	謝謝委員指導，書面調查問卷係為了解淨水場基本資料及目前加藥操作情形，並請淨水場自行分析清水鋁偏高可能原因，其中「其他原因」，多屬不明原因，難以再行分類，已將「其他原因」更正為「不明原因」，以符實際情形。
7. 報告中有許多提到「加酸」部份建議修正為「調降 pH」較妥適。	已遵照建議修正報告內容。
8. P.167 表 5.2-3 宜合併 P.167~P.168 內容在一頁。	已遵照建議修正報告內容。
9. P.184 結論十九及二十宜合併。	已遵照建議修正報告內容。

委員審查意見	意見回覆
10. P.119 水池容積應是「m ³ 」非「噸」。	已遵照建議修正報告內容。
黃委員志彬	
3. 淨水場清水鋁現況分析完整，圖示方法清楚，值得肯定。	謝謝委員指導及肯定。
4. 員山淨水場使用 PAC1 混凝劑，然報告中仍多處誤植硫酸鋁，請修正。	已遵照建議修正報告內容。
5. 請補充員山場濾池濾層厚度，以利評估。	已遵照建議補充於 P.115 表 4.4-21。
6. 員山場之加藥是否可評估使用硫酸鋁，因為其長期低濁、且 pH 值偏高，若應用沉澱拌除的機制，則加藥量增加，會產生大膠羽，且可耗用鹼度，使 pH 值下降至較佳形成膠羽的範圍。	謝謝委員指導，因目前員山場已選擇「配合 OPEE 辦理設備改善」及「調整 pH 值」作為清水鋁改善策略，未來將視該場實際需求提供訊息作為改善策略參考。
7. 清水池之固體鋁比例高於濾池出水，此現象符合理論，因為很多濾池出水之溶解鋁為屬於具顆粒型態之奈米鋁 (<0.45 μm)，此奈米鋁在清水池停留期間，會聚集或長成大於 0.45 μm 之顆粒鋁，因而被歸納至顆粒鋁之範	謝謝委員提供寶貴意見。

委員審查意見	意見回覆
圍。	
8. 建議可以使用 XPS 來分析顆粒鋁是屬於氧化鋁或是氫氧化鋁，前者是來自天然，後者則為加藥引起的。	謝謝委員提供寶貴資訊。
駱委員尚廉	
6. 所整理之資料及提出之改善策略決策流程圖，甚具參考價值。	謝謝委員指導及肯定。
7. 改善策略決策流程圖，建議改為由上而下繪製，並在每一查核點僅有符合、不符合兩途徑，而非多種不符合途徑。	已遵照建議修正 P.169 流程圖。
8. 流程圖最後仍須進行最適改善方案評估，其評估之依據為成本效益或發生或然率哪一種？	謝謝委員指導，評估過程已將可行性、操作性及經濟性等 3 個面向納入考量，為綜合性評估結果。
吳委員振榮	
4. 108.7.1 飲用水水質標準鋁限值 0.2 mg/L 施行在即，建議列出台水公司具超內控危機之淨水場改善排序及降低鋁改善對策，以為各區處參採引用。	(1) 已遵照建議將相關淨水場依超內控及超標情形劃分風險等級補充於 P.165 表 5.2-3。 (2) 本報告已於 P.156 表 5.2-1 將有超出內控標準值之虞 33 座淨水場進行初步原因分類，建議淨水場依報告第

委員審查意見	意見回覆
	<p>五章之改善標準作業程序提出清水鋁改善策略。</p>
<p>5. 台水公司目前使用鋁系混凝劑有硫酸鋁及聚氯化鋁，建議補充純度提昇與降低用藥添加量相關性。</p>	<p>已遵照建議將相關研究資料納入報告 2.3.1 節 P.19~20。</p>
<p>6. 過濾單元對於去濁度及降鋁有其功能，建議整理歸納後補充於結論與建議章節。</p>	<p>已遵照建議補充於 P.184 第六章結論十八內容。</p>
<p>7. 台水公司最近數年新進人員眾多及職務異動頻繁，對於如何經驗傳承應有具體建議方案。</p>	<p>(1) 本公司新進人員，現由人力資源處統一辦理「新進員級人員職前訓練班」及「新進士級人員職前訓練班」，另現職人員退休或易動時之職務訓練，則由供水處辦理「淨水場操作營運進階訓練班」。</p> <p>(2) 本報告所提及之清水鋁含量改善智識及氯化鐵使用觀念可適度加入上述課程內容。</p>
<p>8. 建議補充敘述推行使用濃硫酸 pH 安全使用概念，以克服台水公司同仁使用恐懼心理。</p>	<p>已遵照建議彙整相關硫酸藥劑使用之注意事項於 5.2.5 節 P.173~174 並修正第六章結論三內容。</p>
<p>陳委員曼莉</p>	
<p>鋁系混凝劑(如聚氯化鋁)之純度與鹽基度，確實與混凝劑效果有</p>	<p>已遵照建議將相關研究資料納入報告 2.3.1 節 P.19~20。</p>

委員審查意見	意見回覆
相關，亟可能影響殘餘鋁濃度，建議可略加概述。	