

公共給水現代化淨水操作監控及 知識化資訊管理之示範建置計畫 (2/3)

Establishment of up-to-date operation control in the
plant and knowledge based technology for information
management systems for public water supply (2/3)



主辦機關：經濟部水利署
執行單位：國立交通大學

中華民國 99 年 12 月

目 錄

目 錄	I
圖目錄.....	III
表目錄.....	V
中文摘要.....	VI
英文摘要.....	VII
一、計畫緣起及目的.....	1-1
1.1 計畫緣起.....	1-1
1.2 計畫目的.....	1-1
1.3 計畫背景說明.....	1-2
1.3.1 混凝加藥監控技術.....	1-4
1.3.2 混凝加藥監控系統.....	1-11
1.3.3 過濾操作系統.....	1-14
1.3.4 國內淨水場資訊管理系統.....	1-17
二、計畫工作項目及去年度執行主要成果.....	2-1
2.1 第一年(98年)計畫工作項目及主要成果.....	2-1
2.2 第二年(99年)計畫工作項目.....	2-6
2.3 工作執行對照.....	2-6
三、工作執行進度與結果.....	3-1
3.1 淨水設施及監控技術標準研擬.....	3-3
3.1.1 建立不同規模淨水操作監控技術標準與相關作業規範.....	3-3
3.1.2 自來水工程設施標準增修之影響評估.....	3-13
3.2 淨水場操作監控技術開發.....	3-23
3.2.1 發展快速分析淨水場混凝加藥與原水水質間相關性之智能 系統.....	3-23
3.2.2 搭配自動化混凝操作效能監測設備之實驗室級自動監控系	

統進行最適化混凝加藥測試.....	3-31
3.2.3 以代表性之不同規模淨水場建造傳統淨水程序之模型廠並 裝置自動操作監控系統.....	3-61
3.2.4 發展快濾池操作(含反沖洗操作)之監控系統進行模型廠濾 池操作最適化測試.....	3-79
3.3 淨水場操作資訊系統建置.....	3-83
3.3.1 發展淨水場知識化操作資訊系統平台	3-85
3.3.2 規劃公共給水產業知識網絡發展架構.....	3-89
四、結論與建議.....	4-1
4.1 結論.....	4-1
4.2 建議.....	4-2
參考文獻.....	1
附錄一 中英文對照	
附錄二 直潭淨水場主要單元操作作業規範與技術標準案例	
附錄三 烏山頭淨水場主要單元操作作業規範與技術標準案例	
附錄四 潭頂淨水場主要單元操作作業規範與技術標準案例	
附錄五 和美淨水場主要單元操作作業規範與技術標準案例	
附錄六 利嘉淨水場主要單元操作作業規範與技術標準案例	
附錄七 烏坎淨水場主要單元操作作業規範與技術標準案例	
附錄八 太湖淨水場主要單元操作作業規範與技術標準案例	
附錄九 白沙淨水場主要單元操作作業規範與技術標準案例	
附錄十 自來水事業相關從業人員質性訪談綱要表	
附錄十一 實驗室混凝加藥杯瓶試驗數據	
附錄十二 快慢混攪拌機設計計算	
附錄十三 第六屆海峽兩岸水質安全控制技術與管理研討會議程及投稿摘要	
附錄十四 評審會審查意見及回覆	
附錄十五 期中審查意見及回覆	
附錄十六 期末審查意見及回覆	

圖目錄

圖 1-1 計畫工作內容架構圖	1-3
圖 1-2 PDA 2000 輸出值隨顆粒濃度之變化	1-6
圖 1-3 絮凝指數FI曲線解析	1-7
圖 1-4 類神經網絡模型	1-13
圖 3-1 「公共給水現代化淨水操作監控及知識化資訊管理之示範建置」三年工作架構	3-2
圖 3-2 特殊原水水質的處理技術調查	3-16
圖 3-3 增修條文直接影響對象調查	3-17
圖 3-4 增修條文對淨水操作的影響	3-17
圖 3-5 增修條文對自來水事業與相關產業的影響	3-18
圖 3-6 原水濁度與瓶杯試驗加藥量之關係	3-24
圖 3-7 原水鹼度與瓶杯試驗加藥量之關係	3-24
圖 3-8 原水DOC與瓶杯試驗加藥量之關係	3-25
圖 3-9 原水pH與瓶杯試驗加藥量之關係	3-25
圖 3-10 智能系統測試訓練畫面	3-27
圖 3-11 BPANN模式預測實驗室瓶杯試最適混凝劑量之訓練	3-28
圖 3-12 BPANN預測之混凝加藥量與實驗室杯瓶試驗加藥量誤差	3-28
圖 3-13 BPANN模式預測最適混凝劑量之訓練	3-29
圖 3-14 BPANN預測之混凝加藥量與實場混凝加藥量誤差	3-29
圖 3-15 混凝加藥自動監控系統最佳化流程	3-32
圖 3-16 光纖膠羽偵測(PDA)系統之配置	3-33
圖 3-17 殘餘濁度及 ΔFI 之關係-1	3-34
圖 3-18 殘餘濁度及 ΔFI 之關係-2	3-34
圖 3-19 殘餘濁度及 ΔFI 之關係-3	3-35
圖 3-20 殘餘濁度及 ΔFI 之關係-4	3-36
圖 3-21 殘餘濁度及 ΔFI 之關係-5	3-37
圖 3-22 殘餘濁度及 ΔFI 之關係-6	3-37
圖 3-23 膠羽影像色彩分析(FICA)監測系統之裝置	3-38
圖 3-24 較低濁度不足加藥的RGB分析值	3-40
圖 3-25 較低濁度不足加藥的RGB-S.D.值	3-41
圖 3-26 較高濁度不足加藥的RGB分析值	3-42
圖 3-27 較高濁度不足加藥的RGB-S.D.值	3-43
圖 3-28 較低濁度適量加藥的RGB分析值-1	3-44
圖 3-29 較低濁度適量加藥的RGB-S.D.值-1	3-45
圖 3-30 較低濁度適量加藥的RGB分析值-2	3-46
圖 3-31 較低濁度適量加藥的RGB-S.D.值-2	3-47
圖 3-32 較高濁度適量加藥的RGB分析值	3-48
圖 3-33 較高濁度適量加藥的RGB-S.D.值	3-49
圖 3-34 較低濁度過量加藥的RGB分析值-1	3-50
圖 3-35 較低濁度過量加藥的RGB-S.D.值-1	3-51
圖 3-36 較低濁度過量加藥的RGB分析值-2	3-52
圖 3-37 較低濁度過量加藥的RGB-S.D.值-2	3-53

圖 3-38 模擬原水濁度的RGB分析值-1.....	3-54
圖 3-39 模擬原水濁度的RGB分析值-2.....	3-55
圖 3-40 模擬原水濁度的RGB分析值-3.....	3-55
圖 3-41 濁度-RGB斜率與加藥量之關係圖-1	3-56
圖 3-42 濁度-RGB斜率與加藥量之關係圖-2	3-57
圖 3-43 高嶺土水樣濁度-RGB斜率與加藥量之關係圖-1	3-58
圖 3-44 高嶺土水樣濁度-RGB斜率與加藥量之關係圖-2	3-59
圖 3-45 模型廠處理流程(50 CMD級)	3-63
圖 3-46 模型廠預定位置	3-64
圖 3-47 貨櫃內部規劃	3-65
圖 3-48 模型廠建造過程	3-69
圖 3-49 滲漏試驗過程	3-71
圖 3-50 圖控系統流程	3-72
圖 3-51 膠羽計數器外觀及設置方式	3-74
圖 3-52 膠羽計數器監視軟體畫面	3-75
圖 3-53 圖控系統主畫面	3-77
圖 3-54 重力式單層濾料過濾池尺寸	3-79
圖 3-55 過濾池操作及反洗監控邏輯	3-82
圖 3-56 現代化淨水場操作資訊管理系統架構圖	3-83
圖 3-57 現代化淨水場資訊管理系統發展期程	3-84
圖 3-58 淨水場資訊管理作業模式	3-86
圖 3-59 知識化資訊管理系統內容架構	3-87
圖 3-60 知識化資訊管理系統規劃時程	3-88
圖 3-61 淨水場操作資訊系統功能	3-90
圖 3-62 淨水場操作資訊系統登錄畫面示意圖	3-90
圖 3-63 淨水場操作資訊系統功能	3-91
圖 3-64 淨水場基本資料管理模組架構圖	3-91
圖 3-65 淨水場基本資料管理模組-基本資料及原水水源與水量	3-92
圖 3-66 淨水場基本資料管理模組-原水水質	3-93
圖 3-67 淨水場操作設備管理功能模組-主要處理單元	3-93
圖 3-68 淨水場操作設備管理功能模組-原水進水設施	3-94
圖 3-69 淨水場操作設備管理功能模組-快混處理設備	3-94
圖 3-70 淨水場操作設備管理功能模組-膠羽池及沉澱池	3-95
圖 3-71 淨水場操作設備管理功能模組-濾池	3-95
圖 3-72 淨水場操作設備管理功能模組-濾池後加氯	3-96
圖 3-73 淨水場操作設備管理功能模組-廢污處理	3-96
圖 3-74 淨水操作知識知識庫首頁	3-97
圖 3-75 淨水操作知識知識庫-水情資訊	3-98
圖 3-76 淨水操作知識知識庫-輿情分析	3-98
圖 3-77 淨水操作知識知識庫-自來水相關法規	3-99
圖 3-78 淨水操作知識知識庫-自來水設備及改善報告	3-100
圖 3-79 淨水操作知識知識庫-操作相關知識分享	3-100

表目錄

表 1-1 國內常用之各類過濾型式及特性	1-15
表 2-1 98 年計畫工作項目及執行主要成果	2-5
表 2-2 計畫工作對照	2-7
表 3-1 全國淨水場規模及數量	3-4
表 3-2 不同規模淨水場主要處理設施統計	3-5
表 3-3 淨水場主要單元操作作業規範與技術標準摘要說明	3-6
表 3-4 國內外操作監控技術、規範說明及比較	3-8
表 3-5 日本「水道設施設計指針」第五章淨水設施設備內容綱要	3-10
表 3-6 「自來水工程設施標準」增修草擬條文規範	3-14
表 3-7 「自來水工程設施標準」增修草擬條文與說明	3-18
表 3-8 加藥設備與過濾池操作監控規定與說明	3-20
表 3-9 智能系統測試參數設定整理	3-27
表 3-10 較低濁度不足加藥的影像監測	3-40
表 3-11 較高濁度不足加藥的影像監測	3-42
表 3-12 較低濁度適量加藥的影像監測-1	3-44
表 3-13 較低濁度適量加藥的影像監測-2	3-46
表 3-14 較高濁度適量加藥的影像監測	3-48
表 3-15 較低濁度過量加藥的影像監測-1	3-51
表 3-16 較低濁度過量加藥的影像監測-2	3-53
表 3-17 PDA及FICA特點、可行性及應用限制彙整	3-60
表 3-18 貨櫃內部單元槽體配置	3-65
表 3-19 各單元槽體實際尺寸與原設計尺寸對照	3-66
表 3-20 模型廠快慢混攪拌機設計值	3-67
表 3-21 模型廠建造工作項目及進度	3-67
表 3-22 馬達測試紀錄表	3-70
表 3-23 電磁閥測試紀錄表	3-70
表 3-24 滲漏試驗步驟	3-71
表 3-25 模型廠設置之線上偵測儀器	3-74
表 3-26 各式濾池問題彙整	3-80

中文摘要

公共給水品質的提升與淨水場操作效能息息相關，本計畫透過自動化操作監控系統的開發，並藉由建構全方位淨水場資訊管理系統，強化操作資訊之知識化管理，方有助於國內自來水事業之發展及提升國際競爭力。

本計畫為三年期計畫，今年為第二年執行，本計畫內容分為法規環境建構、操作技術研究及資訊交流知識管理等三大主軸。今年度計畫工作執行成果包括(1)已建立臺灣潭頂等八座不同規模淨水場站為例之「淨水場主要單元操作作業規範與技術標準」之案例報告，並完成「自來水工程設施標準」修訂之必要性、有效性評估與效益分析問卷調查評估。(2)利用倒傳遞類神經網路發展快速分析淨水場混凝加藥與原水水質間相關性之智能系統，建立實場混凝劑加藥及實驗室瓶杯試驗加藥類神經網路模組，以進行模型廠混凝前饋加藥控制測試。(3)完成 PDA 及 FICA 實驗室最適化混凝加藥測試邏輯建立，PDA 系統可利用 ΔFI 值的變化判斷混凝最適加藥量，FICA 系統可利用 RGB 斜率值之變化，輔以影像監測方式判斷混凝最適加藥量。(4)完成 50 CMD 級裝置自動操作監控系統之傳統淨水程序模型廠建造工作，並利用線上偵測儀器、PLC 及圖控軟體進行操作自動控制。此外，以水頭損失、濾程、過濾水濁度及反洗水濁度控制反洗時機及延時，並與模型廠 PLC 連結，完成快濾池操作(含反沖洗操作)之監控系統。(5)利用單獨伺服器完成淨水場知識化操作資訊系統平台建置，提供全國各淨水場操作資料維護管理及設備檢驗及改善報告上傳平台，以及相關法規、操作規範、技術資料、知識傳承等資訊查詢之功能，並完成公共給水產業知識網絡發展架構，包含淨水場操作基本資料維護管理模組、設備檢驗及改善報告上傳模組、操作相關管理知識查詢模組等三大模組。

英文摘要

Enhancement of water supply is well related with the performance of water treatment plant (WTP). This project is going to be carried out to develop an automatic operation as well as a supervisory control system to enhance knowledge based technology for operational information management via the establishment of comprehensive information management systems, and to facilitate the development of public water utilities and their international competitiveness.

This project will be conducted totally for three years, and several assignments have been executed in the second year. Three major frameworks of this study, including the establishment of laws and regulations in water treatment, investigation of operational techniques for coagulation and filtration and knowledge-based management of WTP operation, was executed individually. The results of this study included (1) Case studies of operational technique standards as well as relevant criteria for eight WTPs with different water supply capacity in Taiwan have been completely categorized and plotted, and the amendment of water engineering facility standard in necessity, effectiveness and benefits has been evaluated through questionnaires. (2) An automatic supervisory control system with intelligent operation has been developed through BPANN model, and the training in the model has been performed as a feedforward coagulant dosing system for tasting pilot-plant operation, based on coagulant dosing data obtained from plenty of lab-scaled jar-test experiments and daily records of WTP operation. (3) The logic in determination of the optimum coagulant dosage using the developed automatic supervisory control system has been established. The results showed that the variation trends in ΔFI signal of PDA and ΔRGB signal of FICA can be adopted to on-line monitor the coagulation performance for natural turbid water treatment, and the image of floc after dosing can be used as an aids for the determination of optimum dosage. (4) A mobile pilot plant with a capacity of 50 CMD has been assembled, which equipped an effective control system with graphical user interface for chemical dosing and backwashing. The timing and period of backwashing has been controlled by using some indicators such as head loss, filtration time and turbidity of filtrate. (5) The operational information

system for modern WTP has been developed and operational knowledge procedure and technology information for WTP operation has been collected as the basis of expert system, which provides data management and report uploading of the inspection and improvement of facility. Laws and regulations, standards, techniques and knowledge for WTP operation have been collected as the basis of data searching. Furthermore, the framework of knowledge network in water supply industry, including three modules (i.e., maintenance and management of basic data for WTP operation, report uploading of the inspection and improvement of facility, and knowledge-based management of WTP operation), has been well established.

一、計畫緣起及目的

1.1 計畫緣起

臺灣每年降雨量約 2,500 mm，但由於河流短急等地理因素，加上降雨期間多集中在夏季，尤其是颱風季節時的豪雨，經常令河水夾帶大量的沖刷或擾動的土砂，使水中濁度急劇提高，自來水淨水場常因此癱瘓；此外，近年來水源區的開發利用，導致水源水質變化，如藻類數量急遽增加，致自來水的供應品質趨於惡化。此外，自來水事業目前人力結構有老化之趨勢，亦面臨經驗傳承之斷層問題，因此，藉由資訊科技與相關管理機制變革，利用留存現有淨水場寶貴操作經驗之知識交換與經驗分享，採跨領域學習，提升公共給水產業知識量能，亦為當務之急。

淨水場操作效能攸關公共給水的品質，而淨水單元操作效能的提升則可仰賴於自動化監控系統功能的落實，故淨水單元建置準確及反應靈敏之自動化監控系統，可以輔助操作效能的提升，已是現代化淨水場操作不可或缺的要項。而國內各淨水場處理單元之型式差異性大，增加自來水事業單位全面性落實淨水場自動化操作之困難度，且國內尚未有成熟的自動化操作監控技術以因應迅速變化的水源水質(如原水質急遽變化之高濁度原水)，加上水源開發不易與原水水質污染日趨嚴重且飲用水法規標準將更嚴格下，自來水事業單位極需有效提升自來水生產操作效能以及降低營運成本負擔，並為維持民生公共給水的穩定，有必要提昇國內淨水場各種淨水設備之操作的監測控制及應變能力，以因應多變之原水水質。

1.2 計畫目的

本計畫期建構一個具備即時監控及資訊管理典範之淨水場操作模式，以因應原水水質之多變與劣化，可提供傳統淨水場升級為現代化淨水場所之依據。並且，透過淨水場操作者經驗的知識化管理，發展全國淨水場操作資訊系統平台，據以強化淨水場管理及操作效能，並發展公共給水產業知識網絡系統，整合產官學專業資源，活絡台灣自來水事業從業人員之知識分享，促成自來水事業相關資訊的知識化管理，確保量足質優的服務品

質，以提升供水品質。

1.3 計畫背景說明

淨水單元處理效能的提升與混凝加藥及過濾操作有關，然而，因國內淨水場處理單元之型式差異性大，快混單元之型式會影響混凝劑加藥的模式，以及原水水質變異大，不利於以傳統經驗加藥或既定操作模式進行水場之單元操控。本計畫將以三年時間建構一個具備即時監控及資訊管理現代化典範之淨水場操作模式，以因應原水水質之多變與劣化，提供傳統淨水場未來升級為現代化淨水場之依據。

傳統淨水場之混凝加藥控制大多數仍是根據操作人員多年的經驗，或是藉由不定期的杯瓶試驗來決定混凝劑的加藥量，其往往無法於短時間內因應水質作最佳加藥量的調整，因此常造成混凝效果不佳的現象發生，進而影響後續快濾池之濾程以及供水品質，研析國際上淨水處理發展趨勢，現代化淨水場提升操作營運主要目標朝向以下四個面向：

- 1.處理技術整合化：利用科學的方法及應用，將處理技術整合，提高各處理單元效率。
- 2.操作技術自動化：利用自動化監測控制設備，將淨水場各操作單元予以自動控制，使設備操作簡單且具有彈性。
- 3.管理技術資訊化：以結構化、系統化、知識化的系統發展手法，使淨水場管理技術及操作經驗藉由資訊科技之方式進行知識交換與經驗分享，可迅速的進行設備維修及養護，減少資源之重複耗費。
- 4.營運成本最佳化：運用各項技術使淨水場之出水水質在符合法規規範之下，以最低營運成本，發揮設備最大效益，藉以延長淨水場資產生命週期。

為達到現代化公共給水之目標，本計畫主要內容架構如圖 1-1 所示，包含法規環境建構、操作技術研究及資訊交流知識管理等三大主軸所建構而成，主要研究重點在於淨水操作技術中之快速混凝加藥智能系統、混凝加藥操作監控系統、快濾池操作監控系統等發展，以及完成模型廠之建

造，同時檢討建立不同規模淨水操作監控技術標準與相關作業規範，並將淨水技術研究及法規環境建構之研究成果，以淨水知識化操作資訊平台進行交流及知識管理，據以強化淨水場管理及操作效能，並發展公共給水產業知識網絡系統，整合產官學專業資源，活絡台灣自來水事業從業人員之知識分享，促成自來水事業相關資訊的知識化管理。本研究期以三年時間建構一個具備即時監控及資訊管理典範之淨水場操作模式，以因應原水水質之多變與劣化，可提供傳統淨水場升級為現代化淨水場所之依據，確保自來水事業量足質優的服務品質，以提升國內供水品質。

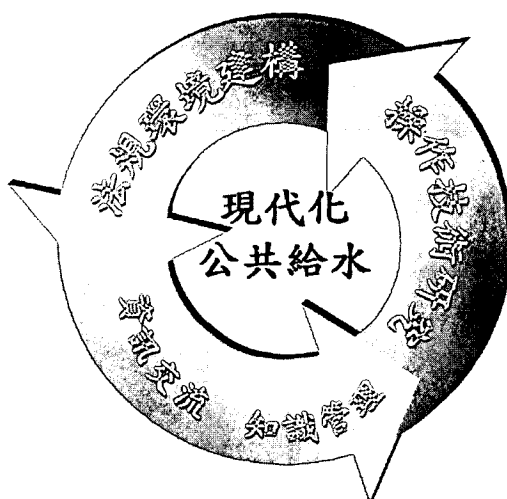


圖 1-1 計畫工作內容架構圖

國內淨水場現階段尚仰賴人為的判斷以決定混凝加藥劑量及過濾操作控制的程序，有賴於建立準確的混凝加藥及過濾操作監控模式，以提升淨水場操作及監控效能，另外仍須透過操作資訊系統之落實以提升自來水事業對操作資訊知識化管理能力。國內自來水事業單位在推動傳統淨水場邁向現代化淨水場的過程中，應將建置本土性淨水場適用之混凝加藥及過濾(含反洗)操作監控模式及建置操作資訊知識化管理系統列為主要目標。淨水場常用之混凝加藥監控技術與過濾操作模式之簡介、國內淨水場資訊管理系統之現況說明，以及國內淨水場在操作監控上所遭遇之問題分析及解決對策，分別詳述如下：

1.3.1 混凝加藥監控技術

傳統上，水場對混凝程序的監測系統主要是利用線上濁度計，一般利用可見光為光源，在光源 90 度的位置偵測散射光之強度，當懸浮微粒的數量越多，則散射光強度亦越強，即濁度越高。但濁度計並無法提供膠羽外觀等資訊，若需要進一步瞭解膠羽長成的情形，還是必須倚賴精密的粒徑分析儀器。另一方面，水場之即時監測多使用電極或探棒式的接觸型濁度計，設置於水場水流多變的環境下容易損壞，以及產生監測數據誤差，影響混凝監控之成效。

實際上，監測混凝效果亦常量測水中顆粒表面之界達電位，但界達電位與瓶杯試驗一樣皆為不連續採樣的測量方法，其所得之數據適用於過去水質，並不一定適用於當下入流之原水。且當原水為高濁度時，界達電位的測量困難度變高，且該試驗對水溫及導電度的變化相當敏感，因此很難獲得確切的顆粒表面電荷值。因此如何發展一套能有效且即時的加藥監控設備，達到混凝加藥的自動化操作，是學者專家共同努力研究的方向。

因此，許多的混凝監測技術即衍生而出，包括流導電流量測技術、光纖膠羽偵測技術、光學影像監測技術(顯示式膠凝控制及膠羽影像色彩分析)及懸浮濁度偵測技術。各項混凝監測技術之原理及應用成果分述如下：

(一) 流導電流偵測技術

流導電位其量測原理為：當一液體受壓而流過多孔塞或毛細管時，管內固液介面的剪力面，將使得擴散層中的游離反離子隨著水流移動並產生一個可被量測的電位，此電位即定義為流導電位。流導電流偵測技術乃是利用流導電流儀(streaming current detector, SCD)偵測水中懸浮顆粒的表面電性，而此表面電性可作為混凝效果的一個指標，因此可用來判斷混凝劑量是否足夠(Dentel and Kingery, 1989)。同時 SCD 可將偵測訊號傳至加藥機，控制混凝的加藥量，以達最佳加藥量的控制。

早年國內使用 SCD 監測混凝效能之研究，主要由本計畫主持人黃志彬教授及其研究團隊利用批次實驗求得各實驗參數與流導電流讀值間的關

係^(徐, 1992)，其中包含幾項結論：(1)流導電流讀值與電泳速度對 pH 值有相同的變化趨勢，且流導電流讀值與電泳速度呈線性關係，因此推得流導電流的量測可取代界達電位的量測來作為混凝效果的指標。(2)在不同 pH 值的條件下，pH 值增加則流導電位減小，原因為 pH 值愈大時，OH⁻愈多，因此流導電流讀值會愈小。(3)處理前，可利用批次實驗求得各濁度及 pH 值時適當之流導電流範圍值，並作為處理時控制混凝劑量之依據。

為了驗證 SCD 於國內淨水場之混凝監測成效，本研究團計畫主持人黃志彬教授曾將流導電流偵測技術應用於豐原第一淨水場^(黃, 1998)，利用智慧型電腦整合控制系統為中心，接受原水流量計、pH 計、水溫計、濁度計(含原水、沉澱池出水、快濾池出水)、殘餘鋁鹽測定以及流導電流偵測計之各項偵測訊號值，經該控制系統預設之電腦軟體邏輯運算，將所得結果輸出，用以調整混凝劑與鹼液之加藥量，此外並設定各參數之上下限值，作為警報之設定，控制各參數的範圍，同時在電腦監視顯示螢幕上，同步顯示各監測系統之測定值以及各淨水場單元運作情形。此次研究結果顯示 SCD 確實可提供類似界達電位的訊息，且因為 SCD 對樣品之檢測為連續性，可即時反應流導電流值提供水場人員作為加藥量調整之依據，有連續操控性佳、反應時間短等優點，但應用 SCD 於自動加藥監控仍有些問題需要解決，例如高濁度的原水顆粒和生成之膠羽會附著感應壁面及阻塞感應圈，會減低感應的靈敏度而產生偵測值飄移現象，需要常清洗。

(二) 光纖膠羽偵測技術

監測混凝行為除了量測顆粒表面電位的方法外，另一種方法乃直接觀察膠羽粒徑的大小變化，作為判斷混凝程度的依據。其中第一個方法為光纖偵測技術。此方法最初於 1985 年 Gregory 發現，光線照射懸浮性固體溶液時，平均穿透光強度變化，是由於水樣中顆粒總數的隨機變化所造成。其假設顆粒數目的變化符合卜瓦松分佈(Poisson-distribution)，則光強度變化的均方根值(root mean square, RMS)與顆粒散射係數和顆粒濃度的根號值有關。對於單一分散相的懸浮溶液而言，結合 RMS 值和濁度值可簡單地推導出顆粒數目和大小，這種關係適用於廣泛的濃度範圍，且不需要事先知道顆粒的光學性質，並由此原理發展出光纖膠羽偵測儀(photometric

dispersion analyzer, PDA)^(Gregory and Nelson, 1984; Gregory, 1985)。

PDA 之設計即按照上述理論發展而來，PDA 三種輸出值包含 DC、RMS 及 Ratio 值，其中 DC 輸出值即為 $\bar{V}$ ，而 RMS 輸出值則為 V_{rms} 。三種輸出值會隨著管內懸浮液顆粒濃度的變化而改變，當顆粒出現在光徑中時，因為顆粒會造成的光線遮蔽及散射，使得 DC 讀值降低，濃度愈高時，遮蔽及散射效應愈明顯，DC 讀值亦愈低。而 RMS 的讀值在懸浮顆粒濃度非常低的情況下，會隨著顆粒濃度根號值的增加而增加；但在較高濃度下，RMS 值達最大後開始降低，這是因為隨著濁度增加，當入射光對懸浮液的穿透量為 60% 時，RMS 值達最大。Ratio 值(RMS/DC)亦隨著顆粒濃度根號值增加而增加，其增加率較 RMS 值大，而且在更高的濃度下才開始減低。這三種訊號與顆粒濃度的變化如圖 1-2 所示。但此圖只適用於顆粒濃度改變但顆粒大小及凝集狀態不變的情況下方能成立。對於含固定顆粒濃度的懸浮液而言，由 RMS 和 Ratio 值的大小，決定於顆粒的大小及其光學性質；一般來說，高散射光係數及較大的顆粒會有較大的 RMS 和 Ratio 讀值。因此亦可以由三項讀值監測顆粒凝集之情形。

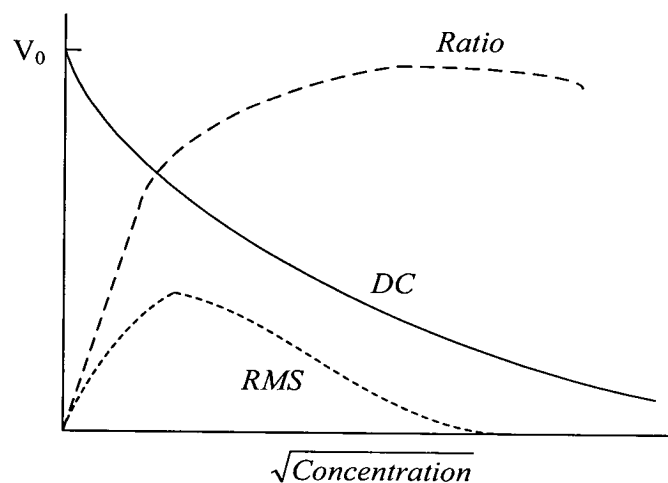


圖 1-2 PDA 2000 輸出值隨顆粒濃度之變化

Ratio 值另一個說法為絮凝指數(flocculation index, FI)。如圖 1-3 所示，典型的 FI 曲線一般為 S 型由圖示可得出 FI 曲線的特徵參數如下：S 為 FI 曲線上升階段的最大速率，可以代表凝集反應速率； h_0 為 FI 的初始值，一般情況下幾乎等於零；h 為 FI 曲線的平衡高度，它與顆粒聚集體最終聚集的尺寸有關； t_1 為遲滯時間，代表顆粒聚集體開始出現的時間； t_2 代表 FI

曲線最大高度的反應時間。

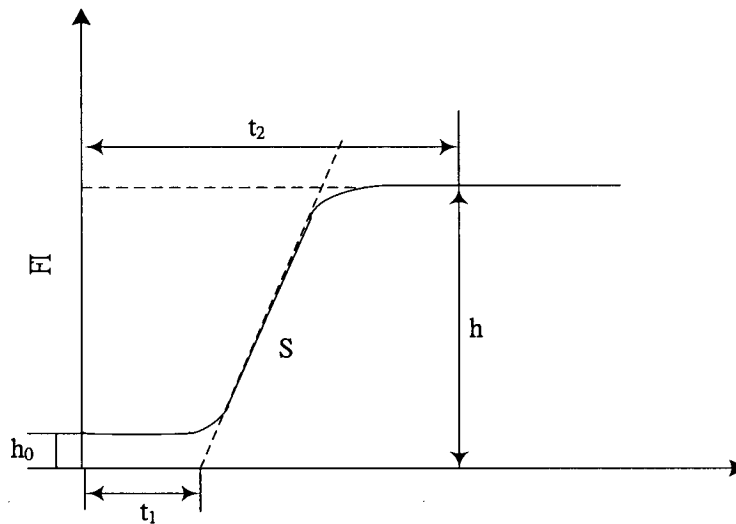


圖 1-3 絮凝指數 FI 曲線解析

對一定的原水顆粒而言，混凝的化學條件會直接影響混凝的反應速度，從而決定 t_1 及 S ；攪拌條件則直接影響聚集體的最終顆粒粒徑，從而決定 h 。

在光纖偵測技術實際應用方面，Eisenlauer 及 Horn (1985) 應用光纖偵測技術分析水樣添加 FeCl_3 混凝劑後濁度的變化情形。當顆粒產生膠凝作用後，因為顆粒凝集會使顆粒數目減少且膠羽增大，因而造成穿透光亮的改變，由不同穿透光的變化量來表示膠凝作用的程度 Gregory 及 Nelson (1986) 研究光纖通過流動性懸浮固體溶液時發現，當顆粒凝集時，光強度變化的均方根值會隨之增加，因此 RMS 值的變化可以反應出顆粒凝集的程度，並作為監測膠羽大小的指標。

另外，Eisenlauer 及 Horn (1987) 採用前饋(feedforward)控制方式，首先將光纖偵測技術應用於淨水處理及陶瓷業廢水的混凝加藥量之控制上，其監測進流水濁度變化和 pH 值來調整混凝加藥量，此方法在水質一發生變化而未進入處理單元時便能立刻偵測加以應變，在進流水水質變化頻繁的情況下，此套監測系統仍可適用。此外，由層流管進行 PDA 實驗時發現，管中心的流速快而愈接近管壁則愈慢，因此顆粒流動時所受的剪力不一致，為了改善此現象，Gregory (1987) 以彎管達到慢混的作用，可以縮短

偵測時間並得到較穩定的訊號，並利用管徑較大的彎管處理高濃度及高黏稠性的污泥，因此對於高濃度之原水此方法亦可行。另外，Matsui 等人利用即時連線方法監測膠羽沉降過程^(Matsui and Tambo, 1991)，並由 PDA 輸出之 V_{rms}/V 值代入經驗式中來推估膠羽的大小和沉降速度，此比值即為 RMS 值，另一定義為絮凝指數(FI)，其可以直接反應顆粒的聚集狀態。Li 等人曾利用電荷耦合元件(charge coupled device, CCD)攝影機及 PDA 2000 直接觀測高嶺土懸浮液^(Li et al., 2007)，加入混凝劑後生成之膠羽，研究結果顯示，膠羽尺寸與 Ratio 值成一階正相關。由上述可知，利用 PDA 偵測混凝膠羽生長程度來判斷最佳混凝劑加藥量比瓶杯試驗可靠。

PDA 系統在實場應用之案例上，本計畫主持人黃志彬教授研究團隊曾針對豐原淨水廠進行 PDA 自動加藥監測系統之評估^(甘, 1997)，其首先進行 PDA 之批次實驗，改變不同濁度、pH 值及快混強度的實驗條件，觀察 PDA Ratio 輸出值、殘餘濁度、膠羽生成大小及沉降速度的關係。並利用不同的混凝劑量求得相對應的 Ratio 值，並證明在 Ratio 值達最高值時其加藥量可作為最佳加藥量。實驗中並利用不同之原水濁度作探討，發現不論在低、中及高濁度，使用 PDA 都可以完整地監測混凝時隨混凝劑量不同所顯示生成膠羽大小的變化，且 FI 最高值會隨著原水濁度變高而增加，並發現 PDA 決定之最佳加藥量濃度小於實場所得之杯瓶實驗濃度值，故可透過 PDA 的系統以減少過量加藥的情形發生。此外，在小型模場之連續流試驗中以快混 G 值 520 s^{-1} ，而慢混槽之 G 值 52 s^{-1} ，進行模場處理該淨水場原水時，PDA 呈現之輸出值亦相當穩定，且能有效地顯示最佳加藥量。

(三) 顯示式膠凝控制技術

顯示式膠凝控制技術(Flocculation Control Derive; FCD)理論方面由宋啟敏等人利用膠羽計算機定時採集和定量分析膠羽圖像，計算出膠羽之等效直徑^(宋, 2002)，其計算方法如式 2-1。

$$\phi = 2\sqrt{\frac{s}{\pi}} \times \left[1 - \left(1 - \frac{2\sqrt{s\pi}}{l} k_1 \right) \right] \times \left[1 - \left(1 - \frac{1}{m} k_2 \right) \times \left(1 - \frac{s_0}{s} k_3 \right) \right] \quad (2-1)$$

其中 s 為膠羽面積， l 為膠羽周長， s_0 為膠羽中間空出面積， m 為膠羽之長寬比， k_1 、 k_2 及 k_3 分別為周長、長寬比以及中空面積的折扣係數，範圍 0~1。系統每 5 秒拍攝一幅圖像，按式 2-1 計算出每個膠羽的等效直徑，每 5 分鐘得到 60 幅圖像中所有膠羽的等效直徑及數值分佈情況，取其分佈中某一部分加權平均算出平均等效直徑。

此技術應用方面，宋啟敏等人於上海航頭水庫，將傳感頭置於絮凝池中，每 5 秒讀取一圖像，其截取之水域面積為 $26\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ ，厚度僅為 3.5 mm ，以減少膠羽重疊的可能性，並利用計算機計算出每個膠羽的等效直徑，之後再利用等效直徑的實測值與設定值之差，經 PID 運算後，加以控制混凝劑之加藥量。其第一階段紀錄膠凝數據、沉澱水濁度、進水流量、混凝劑加藥量等參數，得到計算平均等效直徑的參數和統計方法。第二階段以所得之參數和方法計算等效直徑，以此進行加藥量的控制。發現使用計算機定時採集和定量分析膠羽圖像並算出加藥量的方法，能有效地控制混凝劑的加藥量，並將沉澱水的濁度穩定在一範圍內，達到保證水質及降低成本之目的。此外，其利用不同流量測試加藥量的變化，發現濁度也能維持在相同範圍內。此方法之遲滯時間約為 10~20 分鐘，亦小於杯瓶實驗所需之時間。

(四) 膠羽影像色彩分析技術

此技術乃依據光散射之原理，當水中懸浮微粒濃度越高，則散射光強度越強，即水越混濁。另一方面，不同的懸浮微粒或膠羽吸光或是散射光之波長不同，因此顯現出不同顏色，如自然水體中之天然細砂等多呈土色；混凝多利用沉澱絆除達成，因此膠羽多呈現氫氧化鋁沉澱物之白色；最常被用來模擬原水或是瞭解混凝操作之高嶺土，亦呈現白色。若以高嶺土為例，高濃度時，水樣便呈現白霧狀，即影像便與濃度之高低有關，也就是在相當濃度的差距下，憑肉眼便可知濃度之高低。若將影像利用色彩模式數值化，濃度高低之辨識便可更精確。另一方面，水體中若 SS 濃度(重量濃度)相同時，平均粒徑較大的水樣，由於顆粒數較少，散射出來的光也較少，如顆粒越小，則影像則越白，透光度則減低。因此除了濃度高低可以將影像色彩以色彩模式數值化，粒徑明顯的變更亦可以將影像色彩以色

彩模式數值化後表示。在光的色彩分析中，RGB 一般稱為光的三原色。我們在電腦螢幕上看到的所有色彩，都是由紅(Red)、綠(Green)、藍(Blue)三種顏色所混合而成的。每一個顏色都能表現 256 種變化(0~255)，數值為 0 的時候最暗、255 時最亮，例如當紅色數值達到 255 時，就是最亮最紅的紅色。三原色依不同的比例混合，可產生各種不同的顏色，如果 RGB 以最大亮度混合時(數值皆為 255)，就會形成白色；若 RGB 三色完全沒有亮度(數值皆為 0)，就會變成黑色了。

本計畫協同主持人秦靜如副教授研究團隊曾以光學影像監測高嶺土模擬水樣之混凝^(吳, 2008)，以多元氯化鋁作為混凝劑進行瓶杯試驗，過程中擷取光學影像，可得到混凝過程中各階段及混凝效果好壞所呈現之光學影像。混凝初步的影像呈現均勻的灰白色，當加入藥劑之後膠羽逐漸形成，影像也從整片均勻灰白色轉成有灰色背景及如白色棉絮的微細膠羽的情況。接著更大的膠羽形成，影像中出現明顯的亮白色膠羽，即散射光強度較強，且影像的背景亦逐漸變黑，也就是溶液逐漸變清澈。而在過量加藥中，可見混凝成效不佳且膠羽細小鬆散，影像則一直呈現灰色的背景以及模糊的白色影像，即是散射光強度較弱。分析其光學影像之色彩模式後初步發現，在剛加入最佳混凝劑加藥量後，RGB 值沒有變化維持大約 1 分鐘，之後 RGB 值明顯的快速下降，而且 RGB 值下降趨勢相同，且肉眼可見的膠羽大量出現，並有許多相當大的膠羽。RGB 快速的下降便是由於高嶺土有效混凝成大顆良好的膠羽，使得水樣中被散射出的光大幅減少。當過量加藥時，由於形成過多細小的氫氧化鋁沉澱物，呈現如密集的雪片般的影像，沒有大且緊實的膠羽產生。由於仍有過多的細小膠羽，因此入射光被大量的散射，RGB 值雖有略微下降，但幾乎不明顯，且下降的時間非常短，表示膠羽並沒有長成。由初步的試驗已知，藉由混凝影像之色彩模式分析，可以得知混凝是否良好。因此，利用 RGB 色彩模式分析可用來判斷快混程序膠羽變化的情形。

(五) 懸液濁度偵測技術

懸液濁度偵測技術(nephelometric turbidimeter monitoring system, NTMS)之偵測原理同樣為光散射，懸液濁度計探頭上裝有 LED，當光發射

至濁度顆粒上會被散射掉，在與入射光徑夾 90 度的位置有一偵測器，會將偵測到的散射光轉換成濁度值，可每秒紀錄一筆數據，所獲得的濁度值會被資料存取單元紀錄並上傳至電腦，當光照射到越大的濁度顆粒，所散射的光越強，所得到的濁度值也就越大，因此當懸浮液中濁度顆粒開始聚集，顆粒粒徑大小開始改變，也加大了濁度訊號變動的程度，顆粒粒徑大小與濁度改變訊號的振幅成正比的關係，研究顯示證實不同顆粒粒徑的平方根與其在攪拌的狀態下 10 分鐘內所測得 600 筆濁度值之標準偏差有很高的相關性，不論是有機顆粒或無機顆粒皆是如此^(Cheng et al., 2008)。因此，可利用此特性即時監測顆粒聚集的狀態，相較於 PDA 監測技術只能觀察到顆粒聚集的程度，此技術還可確切知道顆粒尺寸大小的變化，且懸液濁度計的探頭可直接接觸懸浮液進行量測，懸浮液不必再經由軟管流經 PDA，可避免因軟管管徑太小，膠羽因剪力作用而破碎，造成量測誤差。此方法適用的濁度範圍為 0~4,000 NTU，此自動化即時監測的技術可大大減少人為誤差及節省取樣時間。

1.3.2 混凝加藥監控系統

混凝加藥監控系統的建置須先建立水質參數與加藥量之間的關係模組，至於使用哪些方法可能要依據各個水廠的情況或成本考量來決定，目前，已有很多研究根據水質參數建立一套系統來預測最適加藥量，這些參數包括，DOC、UV₂₅₄、濁度、鹼度等。經驗數學模組和類神經網絡系統則被用來評估加藥量的預測能力，很多研究已經利用水質參數去建立一套數學模式去決定需要的加藥量，以下就對此兩種系統加以說明：

(一) 經驗數學模組

經驗數學模組主要根據數個水質參數去建立一套公式，來預估最適加藥量，此模組可包含較多的參數。早期，Bazer-Bachi et al (1990) 發展出兩套根據多項式的模組，用於法國 Clairfont 水廠中以決定加藥速率，其中一個模組由四個參數組成(濁度、電阻率、溫度、有機物)用於低濁水(<20 NTU)，另一個模組再加一個濁度與膠體關係參數以用於高濁水之加藥量預測。另外，Girou et al (1992)發展出一套根據鈣離子、碳酸根離子、硫酸

根離子濃度、腐植酸、濁度、溫度和 pH 值的模組，Ratnaweera 及 Blom (1995) 所發展之模組則是根據流速、沉澱時間、溫度、濁度(進流與出流水)、orthophosphate concentration (進流)、pH 值(進流)和導電度(進流)。他們並沒有將 NOM 納入模組中，且他們的模組需要量測混凝的效果，當原水水質快速的變動，最適加藥量的決定可能就沒有其週期性。此模組變動複雜，最常使用的參數是 NOM 和濁度。另一方面，國內早期研究曾利用前饋及回饋之方式，將原水濁度及 pH 值作為前饋參數，利用數學模組，計算出回饋之理想混凝之 pH 值及流導電流值，利用此四項參數控制操作條件，經三次高濁水之驗證下，其水質控制較以往進步，且藥品費約節省 12%。(江，1997)。然而，此模組參數容易受外界條件改變而產生變動，原因包括(1)某些水質參數在原水中可能變動不大、(2)某些水質參數可能對於加藥量的影響較大及(3)分析上的困難或成本問題。

(二) 類神經系統

類神經網路(artificial neural network, ANN)控制器乃是藉由模仿人類大腦結構，利用大量的資料來訓練類神經網路中的神經元，再用訓練完成的類神經網路控制器，來控制各個程序。若不易具體敘述完整的操作心得，而僅能取得長期的應變操作資料，則較適合運用類神經網路技術萃取有用的操作動作。類神經網路能解決動態非線性問題，並具有(1)分散儲存資料及平行處理，減少電腦記憶體的使用空間，加速資訊處理，(2)原理較易理解，(3)提供較友善的使用特性，與其他有預測能力工具比起來，更有利於監測資料的分析及預測上。對於高維度的問題，利用類神經網路高度平行的特性，其計算速度仍舊很快。類神經網路的應用分為兩個步驟：第一個步驟稱為學習或訓練，網路必須反覆學習直到錯誤收斂到一個容許範圍內，方完成學習過程。第二個步驟為回想或擷取(retrieving phase)，利用訓練過的網路來測試、回想。

在水處理領域上，ANN 資訊處理系統可根據輸入的水質參數來預測加藥量，不同於數學模組，因為使用者不需發展一套特定的演算法，取而代之的是根據先前得到的結果和主要的水質參數去訓練這套系統，這套系統不需去決定理論與經驗上對於影響因子與結果的重要性的關係。然而，為

了使 ANN 能準確及快速的運算，ANN 應用於水處理上還是必須先決定影響較大的水質參數。ANN 系統主要是由很多處理單元所構成如圖 1-4 所示，每個處理單元對於輸入的信號進行加權的運算，輸出結果再成為下一個運算單元的輸入信號，這些高連結性的運算單元就構成類神經網絡，當處理系統遭遇不同的環境，ANN 會藉由調整權重去適應並學習 (Zupan and Gasteiger, 1991; Sperring et al., 1992; Spining et al., 1994)。一般而言，ANN 軟體裡面的運算單元主要分為三層，且信號傳遞都是單向的，利用所有數據的水質參數當成輸入信號，Jar-Test 所得到的結果作為欲得到的輸出信號，最後再跟實際得到的輸出結果比較。

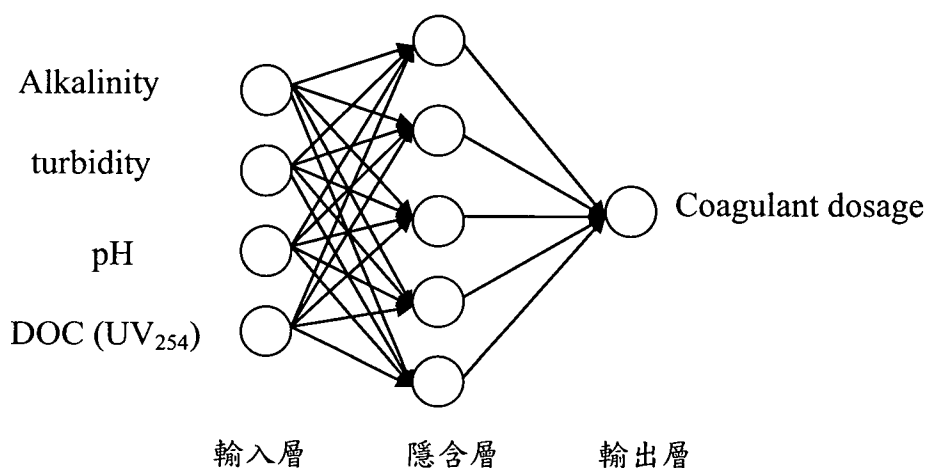


圖 1-4 類神經網絡模型

此外，根據原水水質參數找到與加藥量之間的關係是有區域性的，ANN 已被證實可用於決定水廠原水混凝最適加藥量 (Mirsepassi et al., 1995)。另外，不同於經驗公式，ANN 不需建立一個適合實驗數據的數學式子，或者是在每個參數之間假設理論上理想的關係。根據水質參數的不同，來決定使用何種混凝劑與加藥量，因此，要決定應用何種系統來預測最適加藥量，也是要根據此地域的水質參數，首先，要找出對於混凝效果影響較大的水質參數，作為模組的主要參數，且利用 Jar-Test 所得到的結果與預測的結果作比較，來驗證此模組的可行性，若要最佳化系統，則需要建立資料庫。

應用類神經網路於化學混凝系統已有相當多的研究報告，白氏等人以原水濁度、色度、溫度、流量、pH 值為輸入層，混凝劑加藥量為輸出層，

處理松花江之原水，發現網路預測經學習後平均相對誤差由學習前的 5.9% 下降至 3.5%；而準確度由學習前的 85.7% 提高至 96.4%，因此，經過學習之資料庫，其預測加藥量與實際加藥量的數值相當接近，用來預測混凝程序是可行的^(白, 2002)。黃氏等人則以原水濁度、鹼度、溫度及 pH 值四項參數為輸入層^(黃, 2004)，混凝劑加藥量為輸出層，並根據 2000 年 72 個實際運行之樣本作為 BP(Back-Propagation)網路之訓練樣本，再從 2001 年選取 30 個樣本作為預留檢驗，發現訓練好資料庫後，經由前 72 個樣本建立之資料庫計算出之混凝加藥量的誤差百分比為 6~7%，再將 30 個樣本代入已訓練好之 BP 網路，得到的混凝加藥量誤差百分比為 6~8% 之間。

綜合上述，類神經網路系統於淨水場之混凝加藥控制之應用上已相當普遍，且可輔助混凝最適加藥量的判斷，提升混凝加藥監控系統的時效性及準確性。

1.3.3 過濾操作系統

在淨水工程中，過濾單元為淨水場出水前的最後一道屏障，主要移除沉澱時未被去除的膠羽顆粒與細菌，係極重要的處理單元。若以濾速區分，則可分為慢濾及快濾兩種型式，而台灣地區因為地狹人稠，土地昂貴，故許多水廠在擴建時，常將早期所建之慢濾池改為快濾池，因為在同一出水量下，後者所需之土地面積只有前者之十分之一或更低。因此，目前國內大型之淨水廠，亦均採用此一處理程序。

(一) 過濾型式及應用

過濾是一種需間歇性操作的淨水程序，當濾床因阻塞導致水頭損失或過濾速率減緩時，可藉由反沖洗回復濾池的過濾功能。一般而言，淨水場的過濾單元多採用重力式的快砂濾法，而以定壓或定濾的方式決定反沖洗時機。過濾單元移除顆粒的機制主要發生在濾床內，又稱為深床過濾去除顆粒，係以物理性的篩除去除較濾料孔隙大的顆粒，並藉由傳送(transport mechanism)及吸著(attachment)去除較小的顆粒。

國內的淨水場中，常見的過濾單元大致為韋勒式快濾池(Wheeler filters)、綠葉式快濾池(green leaf filters)及哈丁式快濾池(Hardinge filters)

三種，其中，又可依其反沖洗方式，分為全池暫時中斷過濾，如韋勒式快濾池及綠葉式快濾池，與反沖洗時僅小部分濾池中斷過濾，如哈丁式快濾池，此外，比較上述三種常用之過濾單元，哈丁式快濾池底部為多孔透水板，重量較韋勒式快濾池輕，不需支撐層(如礫石或沙礫層)或特別的集水裝置(如濾嘴或磁球)，與韋勒式快濾池相比，有重量較輕、建造費較低、水流均勻度較佳等優點，但因濾床深較僅韋勒式快濾池的一半，因此所處理之沉澱水濁度應以低於 5 NTU 較佳，另一方面，哈丁式快濾池允許之水頭損失僅 15 cm，故反沖洗頻率較韋勒式快濾池頻繁許多^(姜，2007)。國內常用之各類過濾型式及特性列於表 1-1：

表 1-1 國內常用之各類過濾型式及特性

型式 \ 特性	水頭提供	濾速	反沖洗方式
重力深層過濾 (綠葉式)	重力水頭	低濾速	機械式表洗 壓力式水洗 壓力式氣水洗
重力淺層過濾	重力水頭	低濾速	壓力式氣水洗
ABF (哈丁式或 ABW)	重力水頭	低濾速	壓力式水洗 壓力式氣水洗
壓力快濾桶	壓力水頭	高濾速	壓力式水洗 壓力式氣水洗
無閥式快濾桶	重力水頭		重力式水洗
上流式壓力快濾桶	壓力水頭	高濾速	壓力式水洗
DYNASAND	重力水頭	低濾速	重力式水洗
楔網快濾機	壓力水頭	高濾速	機械式表洗 壓力式水洗

另外，淨水處理在不同過濾裝置應用及選擇考量亦有所不同，可能與水場之規模、水質狀況或操作難易度等因素有關，以下分別就實務上之應用進行說明^(穆，2007)：

1. 重力深層過濾-早期用過綠葉式過濾，屬自然平衡控制，但是反沖洗效果較差，目前已不採用，目前國內多採用 V 型濾池設計，反沖洗則由早期表洗+水洗改為氣洗+水洗，濾床則採濾水頭式，處理效果穩定，惟水頭損失大，控制較複雜，適合大規模廠使用。

- 2.ABF(亦稱哈丁式或 ABW)-國內部分淨水場曾採用，因為濾層較薄，水質變化過大時處理效果會受影響，適用原水穩定的淨水場，反沖洗採水洗或氣水洗都有，濾床則採多採用多孔板，不過多孔板要注意沉澱池添加 polymer 穿透的問題，如果高分子聚合物(polymer)膠羽大量穿透，易阻塞多孔板，因此部分場改用濾水頭方式。
- 3.無閥式快濾桶(差壓自動反沖洗)-萬噸級小場使用，濾層薄，所以水質變化大不適用，且不適合添加 polymer，因反沖洗水頭小，濾砂易黏結。
- 4.壓力式快濾桶-萬噸級小場使用，反沖洗則水洗或氣洗+水洗，濾床則採濾水頭式，處理效果穩定，惟動力需求高。

(二) 快濾池操作(含反沖洗)

快濾池操作可能面臨許多問題，主要會影響過濾之濾速及濾程，進而影響過濾水之出水水質，整理快濾池操作時(包含反沖洗)可能面臨的問題歸納如下：

1.過濾操作

目前國內淨水場為避免快濾池之操作可能面臨的障礙及應注意事項包括：(1)操作時水位過低，產生過大的負水頭(2)各濾池負荷不均勻(3)處理水量高於設計水量(4)應洗砂時未進行洗砂程序(5)砂層中有氣泡阻塞使濾速降低(6)膠羽、細泥及其他固體雜物結成泥球(7)附著在砂粒表面之膠質或碳酸鈣形成砂垢。(邱，2008；高，1978)

2.濾池反沖洗操作

快濾池的水頭損失達到設定數值(一般為 2~2.5 cm)或濾水濁度達到規定限度或依一定間隔時間或由於其他原因必須停止過濾予以洗砂，藉砂粒間相互衝擊摩擦，除去砂粒外面膠羽或污泥的覆蓋層，使濾砂保持清潔，恢復濾層既有功能^(邱，2008)。而在反洗操作時可能面臨的障礙及應注意事項包括：(1)砂或濾石層中其孔隙率或滲透係數不均勻時，可能造成噴流和濾砂的翻騰(2)當濾石層受擾動，濾砂漏入集水系統(3)反沖洗死角部份應使用高壓水柱輔助(4)初期過濾水濁度低於 0.5 NTU 時停止排放。在國內的淨水場中，常見的過濾單元大致為韋

勒式快濾池、綠葉式快濾池及哈丁式快濾池三種，而反洗時機多由水頭損失、濁度貫穿或過濾一定時間來進行反洗判斷，最常的控制方式是以過濾一定時間來進行反洗，但由於每個淨水場其前端混凝處理效果不甚相同，且快濾池操作方式每場亦不相同，因此反洗次數不足或過於頻繁均造成快濾操作時的問題，若反洗次數不足，會使過濾水質不佳，影響水場出水品質；而反洗次數過於頻繁，會造成能源及水資源的浪費，因此，訂定反洗開始時機及停止時機之最佳化標準準則，對淨水場之過濾操作實為重要課題。

3. 監控問題

目前國內淨水場在快濾池出流水水質監測上所出現的問題說明如下：

- (1)對於出流水水質的檢測大多利用線上濁度連續偵測儀對於出流水品質進行監控，但原水水質隨其他因素而漸趨複雜化，使得線上濁度連續偵測是否能夠即時反應出流水水質變化，值得深入探討。
- (2)過濾單元操作一定時間後，係因水頭損失等不同因素進行反洗，故反洗後之濾層及濾料穩定度的維持，也攸關於整體過濾單元操作之成敗，一般反洗時常因反洗操作不當導致濾料濾砂流失，增補濾料次數增加，成本增高，實應建置適當增補砂機制以降低成本。
- (3)反洗後濾料之有效粒徑、均勻係數等參數都會影響到後續操作，因此淨水場在反洗後是否針對濾層濾料進行鑒取試驗以針對有效粒徑與均勻係數等，進行檢測極為重要。

由上述等問題彙整可瞭解，濾池操作步驟程序未能標準化，甚至對於水質之變異，亦缺乏適當因應，是構成濾池操作效能不佳與產水率下降之主要因素。

1.3.4 國內淨水場資訊管理系統

現階段自來水操作管理模式為各自來水事業於內部作業中進行管控與分析。資訊化系統主要以供(配)水相關資訊管理為主，惟其皆為因應營運

管理所發展之資訊系統，並無統籌之資訊連結與資料分析利用與跨單位知識分享，就主管機關之風險管控與標準操作模式方面均無法提供必要之參考資訊。

二、計畫工作項目及去年度執行主要成果

本計畫總期程分三年度執行，今年度(99)為第二年延續計畫，去年度(98)已執行之工作項目及主要成果，以及各年度工作項目及內容如下說明：

2.1 第一年(98年)計畫工作項目及主要成果

本計畫於98年度已執行之工作項目及主要成果如表2-1，詳細說明如下：

(一)彙整國內外之淨水場操作監控技術、規範

已完成蒐集及彙整國內及國外(美國及澳洲)之淨水場單元操作監控技術、規範，以及單元操作之標準作業程序(SOP)，文獻資料可分為淨水設施設備設計標準(基準)、淨水設施設備設計參考手冊(解說、指針)、淨水操作手冊及淨水場操作作業標準程序。

(二)建立不同規模淨水場操作監控適用之背景環境之基本資料

分析臺灣地區四個自來水事業體共374座淨水場之出水量規模及處理設施，瞭解不同出水規模淨水場所具備之淨水設施分布百分比及不同設施操作監控所需之各項基本資料項目，並將蒐集完成之淨水場設施及基本資料鍵入電腦建檔，作為未來淨水場發展操作監控之背景資料庫。

(三)研析不同規模淨水場各項操作監控技術之適用性與優缺點

本研究團隊蒐集目前國內外現階段因應混凝過程之顆粒特性所開發之混凝單元操作監測技術包括光纖膠羽偵測(PDA)、膠羽影像色彩分析(FICA)、流導電流偵測(SCD)、顯示式膠凝控制(FCD)及懸液濁度偵測系統(NTMS)，並針對各種技術之偵測方式、濁度適用範圍、pH值、色度物質、離子強度、參數值的決定、遲滯時間、原水適用種類及優缺點進行比較分析。由於PDA、FICA及NTMS系統是利用光學的方式偵測顆粒聚集的程度，因此這些技術不會因水質變化而產生偵測誤差，且可直接用於偵測混凝槽內之膠羽，遲滯時間較短，較適合連續處理水質變化大之原水混凝

監測。

(四)收集國內外操作檢測設備與檢測技術之相關法規及技術規範

蒐集臺灣、日本及美國對於操作檢測設備及檢測技術之相關法規及技術規範，並分析探討操作檢測設備及檢測技術之目的標及選定原則，以流量計、濁度、餘氯與 pH 計為例進行法規之彙整比較。台灣淨水場單元操作監控相關規範屬於通則性說明，日本及美國則屬別性說明，比較來說，以日本對於淨水場單元操作監控相關規範最為完備。

(五)檢討自來水法中自來水工程設施標準等規範對淨水操作監控技術的相關規定

首先釐清自來水工程設施標準對淨水操作監控技術的相關規定，分別為第四章淨水設施及第七章儀表控制設施，並經由「自來水工程設施標準檢討」專家諮詢會議檢討確立自來水工程設施標準法規條文及解說須分開修訂，條文以原則性方式說明，解說須詳細說明。標準修訂應分兩個階段，第一階段應對既有條文界定規範範圍，並補充說明尚未清楚規範之條文。第二階段應於標準中增列高級處理技術及節能設備等相關國內已使用或未來處理技術趨勢之相關規範。

(六)規劃全國現代化淨水場操作資訊系統，整合臺灣自來水公司、臺北自來水事業處、金門及連江縣自來水廠等淨水場操作相關資料(如原水/供水量、淨水場主要處理單元、淨水場淨水與廢水處理設施等)

以調查方式蒐集臺灣自來水公司、臺北自來水事業處、金門及連江縣自來水廠等淨水場操作相關資料，調查內容包括基本資料、原水水源及供水量、原水水質、自來水廠處理主要單元、淨水場原水進水設施、分水池或其他、快混處理、膠羽池、沉澱池、濾池、加氯、廢污特性及處理方式、污泥處理、其他等 14 大項進行現況調查，並將蒐集完成之資料鍵入電腦建檔，作為本計畫第二年工作項目中，發展操作資訊系統平台之數據資料庫。

- (七)建置混凝程序之監測技術(代表性淨水場中如以光學散射及影像監測等方式作實驗室規模測試，長期分析代表性水場混凝程序之最適加藥條件)

由實驗室混凝試驗結果顯示，光學散射(PDA)與光學影像(FICA)監測系統均可應用於地表低濁度原水(約 10 NTU)及高濁度原水(約 1,000 NTU)混凝最適藥劑量之即時監測，且可藉由過濾性指標 STI 值之量測以輔助混凝最適加藥量之判斷。

- (八)研究混凝最適加藥劑量與不同原水水質參數之資料庫建置及快濾操作等相關性分析

已建置實驗室之混凝加藥監控技術，並完成 29 組不同濁度原水之混凝最適加藥量評估，結果顯示原水鹼度會受濁度影響；溶解性有機物之含量則與濁度高低無直接的關係；另混凝最適劑量會隨濁度升高而增加，但兩者並非線性正相關。

- (九)規劃及設計完整自動操作監控(監控單元主要包括混凝加藥及過濾反洗操作)之傳統處理程序模型廠(流量為 50 CMD 以上，至少需設置兩種不同快混及快濾單元)

挑選新竹第二淨水場為第二年模型廠建置地點，完成模型廠流程及各單元設計工作，流程為原水經原水調節槽、快混槽、慢混槽、沉澱槽，最後經快濾槽完成處理程序，各單元設計包括單元參數、平面流程圖、P&I 圖、高程圖、平面配置圖及自動操作監控控制系統之規劃。

- (十)建立現代化淨水場操作資訊系統平台雛型包括淨水場入口網站、各式淨水場操作資訊及相關圖表化分析等。(涉及資訊系統規劃、開發及維運需依本署「資訊相關系統開發注意事項」辦理。內容請參照本署網站(網址:<http://www.wra.gov.tw>)政府資訊公開/資訊委辦項下。)

本計畫使用單獨伺服器，僅將資料來源與現有公共給水網站連結，以便於未來公共給水產業知識網絡之發展，並有利於未來現代化淨水場操作資訊機制建構之援用，降低投資成本，該獨立

伺服器之相關軟體業已安裝完成。淨水場操作資訊系統平台離型內容包括基本資料管理部份、處理設備單元管理及操作相關管理知識等三部份。

(十一)建置自動操作監控系統/現代化淨水場操作資訊系統設備

完成下列自動操作監控系統及現代化淨水場操作資訊系統設備之購置工作：

(1)自動操作監控系統：

- 1.光學影像監測系統一式，用途：顆粒聚集之影像擷取設備(含電腦、CMOS 攝影機、介面卡)及影像訊號分析軟體
- 2.線上(on-line)水質(濁度與 pH)監測系統一式，用途：水質監測如濁度與 pH
- 3.線上(on-line)顆粒計數器，用途：水中顆粒計數之用

(2)現代化淨水場操作資訊系統：

- 1.Chart FX 繪圖軟體 1 套，用途：現代化淨水場操作資訊系統圖表顯示工具
- 2.伺服器硬體一台，用途：現代化淨水場操作資訊系統 Server(伺服器)
- 3.Windows Server 2003 中文版，用途：操作資訊系統 Server 作業系統
- 4.Microsoft Office Standard 2007 2 套，用途：操作資訊系統軟體
- 5.SQL Svr Standard Edtn 2008 中文版 1 套，用途：操作資訊系統軟體

表 2-1 98 年計畫工作項目及執行主要成果

工作項目	執行主要成果
1.彙整國內外之淨水場操作監控技術、規範	蒐集及彙整臺灣、美國及澳洲之淨水場單元操作監控技術、規範與單元操作之標準作業程序(SOP)。
2.建立不同規模淨水場操作監控適用之背景環境之基本資料	蒐集完成臺灣四個事業體共 374 座淨水場之淨水場設施及基本資料，並鍵入資訊平台。
3.研析不同規模淨水場各項操作監控技術之適用性與優缺點	彙整比較國內外淨水場對光纖膠羽偵測(PDA)、膠羽影像色彩分析(FICA)、流導電流偵測(SCD)、顯示式膠凝控制(FCD)及懸液濁度偵測系統(NTMS)等技術應用之適用性與優缺點。
4.收集國內外操作檢測設備與檢測技術之相關法規及技術規範	蒐集臺灣、日本及美國對於操作檢測設備及檢測技術之相關法規及技術規範。
5.檢討自來水法中自來水工程設施標準等規範對淨水操作監控技術的相關規定	提出自來水工程設施標準之修訂原則及步驟。
6.規劃全國現代化淨水場操作資訊系統	以調查方式蒐集全國四個自來水事業體共 374 座淨水場之操作相關資料。
7.建置混凝程序之監測技術	已建置實驗室之混凝加藥監控技術。
8.研究混凝最適加藥劑量與不同原水水質參數之資料庫建置及快濾操作等相關性分析	完成 29 組不同原水水質條件之混凝最適加藥量評估數據庫。
9.規劃及設計完整自動操作監控之傳統處理程序模型廠	完成具混沉及過濾單元之模型廠設計圖(含平面流程圖、P&I 圖及高程圖、平面配置圖)。
10.建立現代化淨水場操作資訊系統平台雛型	全國現代化淨水場操作資訊系統平台雛型建置完成，以獨立伺服器運作。
11.建置自動操作監控系統/現代化淨水場操作資訊系統設備	已建置光學影像監測系統一式、線上濁度與 pH 監測系統一式、線上顆粒計數器一式、CHART FX 繪圖軟體一套、伺服器硬體一台及作業系統軟體 4 套。

2.2 第二年(99年)計畫工作項目

- (一)建立不同規模淨水操作監控技術標準與相關作業規範
- (二)發展淨水場知識化操作資訊系統平台，以圖像化、流程化方式以10萬噸淨水場之操作相關資料為例，建立工作類別分析決策入口網站(Role-Based Information Portal)之示範模型
- (三)規劃公共給水產業知識網絡發展架構
- (四)發展快速分析淨水場混凝加藥與原水水質間相關性之智能系統
- (五)搭配自動化混凝操作效能監測設備之實驗室級自動監控系統，進行最適化混凝加藥測試
- (六)以代表性之不同規模淨水場建造傳統淨水程序之模型廠，並裝置自動操作監控系統(監控單元主要包括混凝加藥及過濾反洗操作)
- (七)發展快濾池操作(含反沖洗操作)之監控系統，進行模型廠濾池操作最適化測試

2.3 工作執行對照

本計畫依據合約規定工作項目執行，完成各項工作之預定進度，茲將各項目工作容說明與報告本文頁數對照列於表 2-2。

表 2-2 計畫工作對照

項次	工作項目	執行內容說明	頁數對照
1	建立不同規模淨水操作監控技術標準與相關作業規範	完成台南潭頂等八個不同規模淨水場為例所進行之「淨水場主要單元操作作業規範與技術標準」之案例報告，並完成「自來水工程設施標準」修訂之必要性、有效性評估與效益分析問卷調查評估。	pp. 3-3 ~ 3-22
2	發展快速分析淨水場混凝加藥與原水水質間相關性之智能系統	建立兩組類神經網路模組(實場濁度與混凝劑加藥量、實驗室瓶杯試驗)。	pp. 3-23 ~ 3-30
3	搭配自動化混凝操作效能監測設備之實驗室級自動監控系統，進行最適化混凝加藥測試	完成 PDA 及 FICA 實驗室最適化混凝加藥測試邏輯建立。	pp. 3-31 ~ 3-60
4	以代表性之不同規模淨水場建造傳統淨水程序之模型廠，並裝置自動操作監控系統	完成模型廠建造，設置原水溫度計、pH 計、濁度計、鹼度計、沉澱出水濁度計、過濾反洗水濁度計、過濾出水雷射濁度計及顆粒計數器等線上偵測儀器，並已進行模型廠單機測試、滲漏測試及系統測試。	pp. 3-61 ~ 3-78
5	發展快濾池操作(含反沖洗操作)之監控系統，進行模型廠濾池操作最適化測試	發展快濾池操作(含反沖洗操作)之監控系統，以水頭損失、濾程、過濾水濁度及反洗水濁度控制反洗時機及延時。	pp. 3-79 ~ 3-82
6	發展淨水場知識化操作資訊系統平台	利用單獨伺服器完成淨水場知識化操作資訊系統平台建置，提供主管機關操作資訊與操作知識資料查詢。功能主要分為操作工作區及，操作工作區提供全國各淨水場操作資料維護管理及設備檢驗及改善報告上傳之功能，操作知識庫提供相關法規及操作規範，以及技術資料及知識傳承等資訊查詢。	pp. 3-83 ~ 3-89
7	規劃公共給水產業知識網絡發展架構	公共給水產業知識網絡主要建構於淨水場知識化操作資訊系統平台上，主要包含淨水場操作基本資料維護管理模組、設備檢驗及改善報告上傳模組、操作相關管理知識查詢模組等三大模組。	pp. 3-89 ~ 3-101

三、工作執行進度與結果

本計畫三年期工作架構及執行流程如圖 3-1 所示。本計畫今年度工作內容為延續去年度工作架構及成果持續進行。首先利用去年度所建立不同規模淨水場操作監控適用之背景環境之基本資料進行分析，研擬不同規模淨水場站操作監控技術標準或相關作業規範之範例。同時，針對去年度檢討自來水法中自來水工程設施標準等規範所提出之條文增修建議，透過問卷調查的方式，進行必要性、有效性及效益分析評估。此外，以光學散射及光學影像分析儀器搭配混凝瓶杯試驗及自動化混凝操作效能監測設備，以進行最適化混凝加藥測試，並使用去年度所建置之混凝最適加藥量評估數據庫，發展快速分析淨水場混凝加藥與原水水質間相關性之智能系統。同時，依據去年度規劃及設計完成之完整自動操作監控(監控單元主要包括混凝加藥及過濾反洗操作)傳統處理程序模型廠，完成模型廠之實體建造。另一方面，持續發展去年度建立完成之現代化淨水場操作資訊系統平台雛型，以圖像化、流程化方式，以 10 萬噸淨水場之操作相關資料為例，建立工作類別分析決策入口網站之示範模型，並規劃公共給水產業知識網絡發展架構。本計畫今年工作執行進度及內容詳述如下：

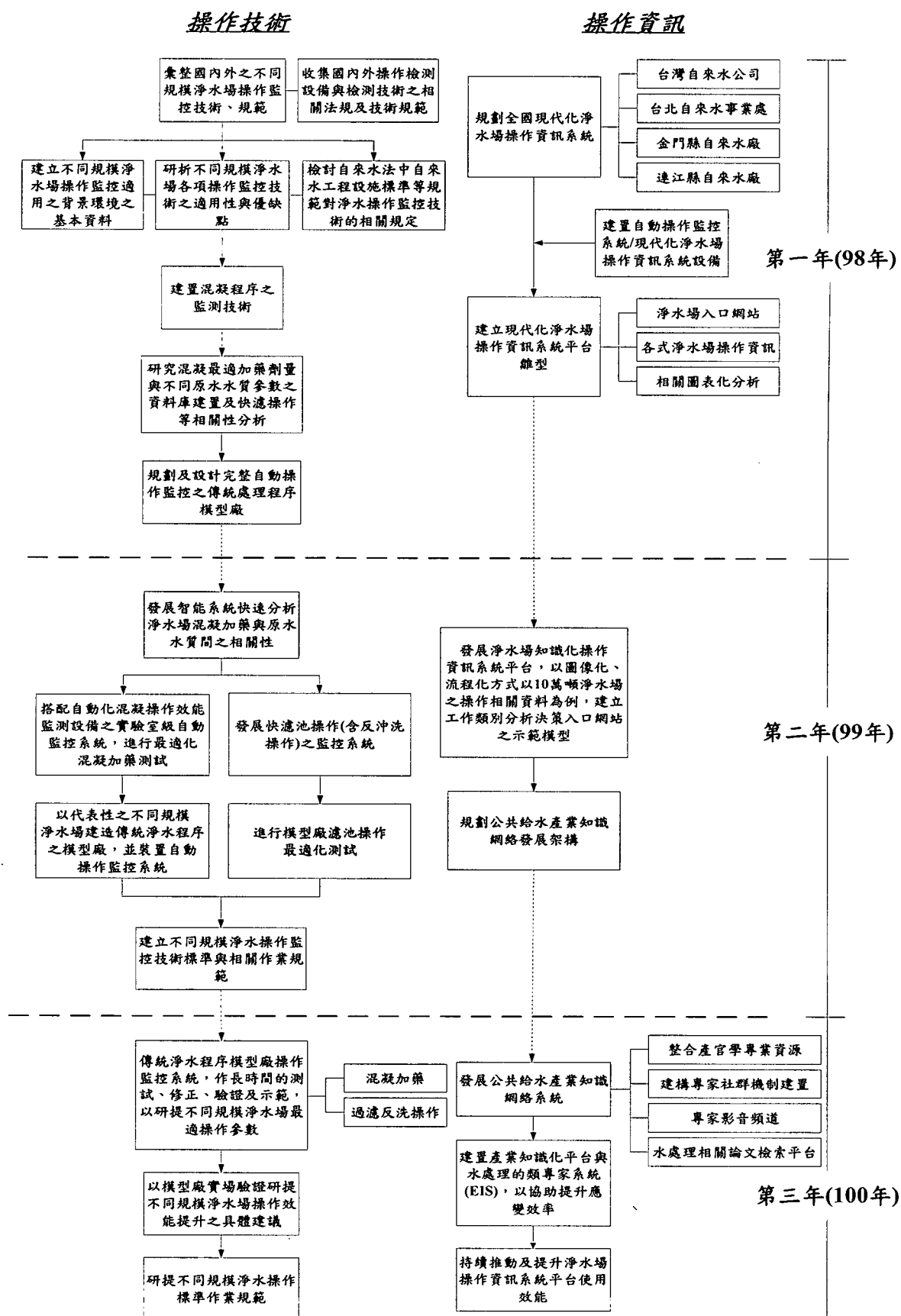


圖 3-1 「公共給水現代化淨水操作監控及知識化資訊管理之示範建置」三年工作架構

3.1 淨水設施及監控技術標準研擬

3.1.1 建立不同規模淨水操作監控技術標準與相關作業規範

此一工作項為根據第一年計畫針對國內自來水事業單位包含臺灣自來水公司、臺北自來水事業處、金門縣自來水廠及連江縣自來水廠等四個事業體的調查成果進行分析，以瞭解不同規模淨水場之主要處理單元，由於國內外島及南部地區已使用薄膜方式進行淨水處理，因此，亦將薄膜處理納入統計分析，以作為今年度研擬標準或規範案例工作之基礎。

有鑑於各淨水場站於淨水單元操作時，並無受一定規定需建置廠內之各單元作業標準，以致於淨水場內或有建置部分設施設備之作業標準程序者，亦有多無建置作業標準程序淨水場。因此此一工作項規劃為兩部分，首先針對不同規模之淨水場進行主要單元操作技術標準與相關作業之建立，主要為提供現場操作人員審視淨水廠內主要單元現行之操作與設計參數是否符合「自來水工程設施標準」之規定，並藉以瞭解主要單元之設計與操作之基本原則。

目前全國以臺灣自來水公司所轄淨水場數量最多，由自來水公司內部各區處廠站數量統計彙整資料統計，截至 97 年 12 月 31 日止，各型淨水場數量為 504 座，由於部份小型場站並無處理設施，因此本研究僅針對『淨水場』規模等級以上(包含淨水場、給水廠等，不包含抽水站、深井等)進行統計，臺灣自來水公司『淨水場』規模等級以上之一般淨水場共計 345 座、海水淡化及薄膜處理廠 12 座；臺北自來水事業處一般淨水場 5 座；金門縣自來水廠一般淨水場 3 座、海水淡化廠 1 座；連江縣自來水廠一般淨水場 4 座、海水淡化廠 4 座，主要以出水量小於 10,000 CMD 之淨水場數量最多，約為 286 座、10,000 ~ 50,000 CMD 約 57 座、50,000 ~ 100,000 CMD 約 10 座、大於 100,000 CMD 約 21 座。詳細統計結果如表 3-1。

表 3-1 全國淨水場規模及數量(含薄膜海水淡化及薄膜處理廠)

自來水事業單位	淨水場類別	淨水場座數	出水量(CMD)			
			>100,000	50,000 ~ 100,000	10,000 ~ 50,000	<10,000
臺灣自來水公司	一般淨水場	345*	17	9	56	263
	海水淡化及薄膜處理廠	12	1	0	0	11
臺北自來水事業處	一般淨水場	5	3	1	1	0
金門縣自來水廠	一般淨水場	3	0	0	0	3
	海水淡化及薄膜處理廠	1	0	0	0	1
連江縣自來水廠	一般淨水場	4	0	0	0	4
	海水淡化及薄膜處理廠	4	0	0	0	4
合 計		374	21	10	57	286

*：臺灣自來水公司以『淨水場』規模等級以上之淨水場進行統計。

分析蒐集完成之 374 座淨水場中，其處理程序分成過濾、混沉加過濾、海水淡化及薄膜處理與僅有消毒共五種程序種類之淨水場，其結果如表 3-2 所示。在出水量小於 10,000 CMD 之淨水場共 286 座，其中僅有過濾設施約占 36%，混沉設施及過濾設施兩者均有約占 11%，含薄膜處理流程約占 6%，僅有消毒設施約占 47%。在出水量 10,000 ~ 50,000 CMD 之淨水場共 57 座，其中僅有過濾設施約占 30%，混沉設施及過濾設施兩者均有約占 39%，僅有消毒設施約占 31%。在出水量 50,000 ~ 100,000 CMD 之淨水場共 10 座，其中僅有過濾設施約占 10%，混沉設施及過濾設施兩者均有約占 90%。在出水量大於 100,000 CMD 之淨水場共 21 座，均同時具有混沉設施及過濾設施，其中一座並含薄膜處理流程。以金門淨水廠為例，共有榮湖、紅山、太湖 3 座傳統自來水淨水場，並含 1 座海淡廠，出水量均小於 10,000 CMD，其處理程序均包含完整的混沉設施及過濾設施，較特殊之情形為除了紅山淨水場採用沉澱方式去除混凝膠羽外，其餘榮湖

及太湖淨水場係採浮除方式去除混凝膠羽。

表 3-2 不同規模淨水場主要處理設施統計(含薄膜海水淡化及薄膜處理廠)

出水量 處理程序	出水量(CMD)							
	> 100,000		50,000 ~ 100,000		10,000 ~ 50,000		< 10,000	
	(座)	(%)	(座)	(%)	(座)	(%)	(座)	(%)
過濾	0	--	1	10	17	30	105	36
混沉+過濾	20	95	9	90	22	39	32	11
海水淡化及薄膜 處理	1	5	0	--	0	--	16	6
僅有消毒程序	0	--	0	--	18	31	133	47
合計	21	100	10	100	57	100	286	100

由上述統計資料可知，不同規模淨水場具備不同淨水型式，同時所需建立之操作監控背景資料亦不相同，在出水量小於 10,000 CMD 之淨水場，由於許多屬於簡易自來水設施，將地下水或山澗水抽取後，經過濾即完成淨水程序，因此該類水場應著重於消毒與單獨過濾單元之操作；出水量在 10,000~50,000 CMD 以上之淨水場，消毒、過濾處理與混沉過濾處理單元均有 1/3 之比例，因此此類淨水場應視其操作單元建立操作監控技術與相關作業；而出水量在 50,000 CMD 及 100,000 CMD 以上之淨水場，大多同時具備混凝及過濾程序，因此就大型淨水場的淨水操作控制而言，混凝及過濾操作監控技術與相關作業愈顯重要。

依照各淨水場之出水量規劃四種規模之淨水場種類，分為(1)每日小於 1 萬噸(2)每日 1 萬~5 萬噸(3)每日 5 萬 ~10 萬噸(4)大於 10 萬噸，作為不同規模淨水場的分類標準，每一分類對現有淨水場其重要單元進行操作監控技術標準與相關作業之建立，其案例說明內容應包含：

(1)淨水場名稱

(2)基本背景資料(主要單元說明與示意圖)

(3)淨水場主要淨水單元設計與操作資料

(4)主要淨水單元相關作業規範說明

(5)主要淨水單元操作技術標準審視與說明

表 3-3 即以台南潭頂等八個淨水場為例所進行之「淨水場主要單元操作作業規範與技術標準」之案例摘要說明。而詳細之案例討論如附錄二至九所示。

表 3-3 淨水場主要單元操作作業規範與技術標準摘要說明

淨水場名稱	處理量(CMD)	原水水源	主要單元	說明
直潭淨水場 (北水處)	1,600,000	河川水	快混、慢混、沉澱、過濾、消毒	傳統處理程序，原水水質優良，主要供應大台北地區之飲用水。詳細內容於附錄二
烏山頭淨水場 (台灣自來水公司第六區)	270,000	水庫水	快混、慢混、沉澱、過濾、消毒	傳統處理程序，原水水質有季節性藻類滋長問題，主要處理標的為濁度與總有機碳，處理水為供應台南地區之飲用水。詳細內容於附錄三
潭頂淨水場 (台灣自來水公司第六區)	100,000	河川水	快混、迴流、慢混、沉澱、過濾、消毒	傳統處理程序，原水於雨季時高濁度問題，主要處理標的為濁度，處理水為供應台南地區之飲用水。詳細內容於附錄四
彰化第三淨水場 (台灣自來水公司第十一區)	40,000	地下水	曝氣、氧化接觸、過濾、消毒	地下水傳統處理程序，原水含有鐵錳離子，主要處理標的為水中鐵錳，主要供應彰化地區之飲用水。詳細內容於附錄五
利嘉淨水場 (台灣自來水公司第十區)	26,000	河川水	快混、慢混、沉澱、過濾、消毒	傳統處理程序，原水於雨季時高濁度問題，主要處理標的為濁度，處理水為供應台東地區之飲用水。詳細內容於附錄六
烏坎海淡場 (台灣自來水公司第七區)	5,400	海水	砂濾、微過濾、RO、消毒	非傳統處理程序，主要處理標的為水中溶解固體，處理水為供應澎湖馬公地區之生活用水。詳細內容於附錄七

淨水場名稱	處理量(CMD)	原水水源	主要單元	說明
太湖淨水場 (金門自來水廠)	5,000	水庫水 地下水	快混、慢混、浮除、快濾、慢濾、消毒	類傳統處理程序，原水水質有季節性藻類滋長問題，因此使用浮除與慢濾處理，主要處理標的為水中總有機碳與濁度，處理水為供應金門地區之生活用水。詳細內容於附錄八
白沙淡化場 (台灣自來水公司第七區)	350	地下半鹹水	微過濾、RO、消毒	非傳統處理程序，主要處理標的為水中溶解固體，處理水為供應澎湖白沙地區之生活用水。詳細內容於附錄九

經本研究蒐集之資料，國內外淨水場所制定有關於操作之標準作業程序的資料中，主要相關操作監控技術所涵蓋的範圍包括混凝加藥調控、加氯調控、沉澱池操作、快濾池操作、濾池反沖洗作業及污泥濃縮操作等。而相關的操作監控技術、規範資料出處可概分為四個層次，分別為：

- (1)淨水設施設備設計標準(基準)
- (2)淨水設施設備設計參考手冊(解說、指針)
- (3)淨水操作手冊
- (4)淨水場操作作業標準程序

詳細比較如表 3-4 所列。

表 3-4 國內外操作監控技術、規範說明及比較

資料分類	來源	內容說明	備註
淨水設施設備設計標準	● 自來水工程設施標準(台灣) ● 水道施設技術基準(日本) ● Recommended Standards for Water Works	技術規範、標準	權責單位： ● 經濟部 ● 日本厚生省 ● 美國加州州政府
淨水設施設備設計參考手冊	● 自來水工程設施標準解說(台灣) ● 給水排水設計手冊(中國) ● 給水排水常用數據手冊(中國) ● 水道施設設計指針(日本) ● Water Treatment Principles and Design (Montgomery Watson Harza Firm) ● Water Treatment Plant Design(American Water Works Association, AWWA)	● 單元原理說明 ● 操作設施設備型式 ● 操作設施設備硬體規格 ● 相關設計參數 ● 設施設備操作參數	水道施設設計指針(日本)
淨水操作手冊	● AWWA Operational Practice Manual(AWWA) ● Operation & Maintenance Manual Water Treatment Plants (AUS Water Directorate, 澳洲) ● 作業標準程序書(台灣自來水公司)	● 操作單元原理說明 ● 設計參數 ● 操作維護說明 ● 常見操作疑難排除 ● 流程圖 ● 相關作業圖表範例	淨水操作作業標準程序書(台灣自來水公司, 第參篇-淨水部分)
淨水場操作作業標準程序	淨水場	● 相關單元作業流程圖 ● 操作參數 ● 操作步驟	淨水操作作業標準程序(台灣自來水公司淨水場)

經濟部於民國九十二年訂定「自來水工程設施標準」，以進行相關規範，其條文共分為八章共一百零五條，其中第四章關於淨水設施及第七章關於儀表控制設施對於淨水監控操作技術有直接的關連性。在自來水工程設施標準中的第四章淨水設施部份(第六十三條至第八十一條)，針對淨水場各處理單元，包括混合設備、膠羽池、沉澱池、高速膠凝沉澱池、快濾池、慢濾池及清水池等均加以規定。

在「淨水設施設備設計標準(基準)」此一層級，主要為政府主管機關所公告之規範，台灣的「自來水工程設施標準」主管機關為經濟部，而日本

的「水道設施技術基準」主管機關則為厚生省，而美國「Recommended Standards for Water Works」則為州政府。比較規範之間的異同之處，可以發現各國的自來水設施設備的相關規範皆以較為概述性的的條述方式來對自來水設施設備進行法規的研訂。分析其原因，主要為自來水設施設備技術、廠牌與系統其種類眾多且技術產品日新月異，無法一一羅列；因此，各國相關規範之研訂皆以達淨水處理量質均優、功能標的或綠色環保的概念作為主要訴求。

在「淨水設施設備設計參考手冊」此一層級，主要為配合政府主管機關所公告之規範所做之較細部之說明，以台灣為例，此份「自來水工程設施標準解說」即以「自來水工程設施標準」之條文逐條進行細部的說明，本計畫即針對「自來水工程設施標準解說」中的第四章節淨水設施(對應條文：六十三至八十一條之條文)進行研析，發現如前述台灣的「自來水工程設施標準」之中條文中仍尚未將相關較先進之技術規範納併於條文之中，使得「自來水工程設施標準解說」亦無相對應之內容。其實，於歐美澳等國其淨水設施設備設計參考手冊並無嚴格規定需參照何種制式書籍，而較為自來水業界所使用之手冊如 Montgomery Watson 公司所發行的「Water Treatment Principles and Design」，或 American Water Works Association 所發行的「Water Treatment Plant Design」，並不像台灣參考依據標準或規範去制訂相關手冊。在日本，情形與台灣較為雷同，由日本水道協會所制訂「水道設施設計指針」即參考「水道設施技術基準」所提之規範進行章節內容的訂定，但即使如此，日本的「水道設施設計指針」並不像台灣「自來水工程設施標準解說」一樣對條文逐條進行解說，整體而言，日本的「水道設施設計指針」以章節對應規範條文的作法表現出更大的彈性與修訂的空間。

日本「水道設施設計指針」之第五章淨水設施設備內容綱要列於表 3-5：

表 3-5 日本「水道設施設計指針」第五章淨水設施設備內容綱要

5.1 總則 5.1.1 前言 5.1.2 調查 5.1.3 計畫設施的淨水處理能力 5.1.4 淨水方法及淨水設施的選定 5.1.5 排水處理 5.1.6 淨水設施的配置計畫 5.1.7 水質管理 5.1.8 設備的改良、更新 5.1.9 安全對策	5.6 快濾池 5.6.1 前言 5.6.2 構造及設置方式 5.6.3 過濾面積、池數及形狀 5.6.4 過濾流量調節 5.6.5 過濾速度 5.6.6 過濾砂及砂子的厚度 5.6.7 過濾砂礫及砂粒層 5.6.8 下端集水裝置 5.6.9 水深及餘裕高 5.6.10 洗淨方式 5.6.11 洗淨水量 5.6.12 洗淨槽和洗淨唧筒 5.6.13 洗淨排水渠 5.6.14 快濾池的配管及種類 5.6.15 配管廊集操作廊 5.6.16 多層過濾池 5.6.17 自然平衡型過濾池 5.6.18 其他形式的過濾池 5.6.18.1 直接過濾
5.2 分水井 5.2.1 前言 5.2.2 構造及容量 5.2.3 量水裝置	5.7 慢濾池 5.7.1 前言 5.7.2 構造及形狀 5.7.3 過濾速度 5.7.4 過濾面積及池數 5.7.5 過濾砂及砂子厚度 5.7.6 過濾砂礫和砂礫層的厚度 5.7.7 下端集水裝置 5.7.8 水深及餘裕高 5.7.9 調節裝置 5.7.10 反輸送設備 5.7.11 流入設備、溢流管及排水管 5.7.12 洗砂設備
5.3 混凝藥品注入設備 5.3.1 前言 5.3.2 混凝劑 5.3.3 酸鹼劑 5.3.4 助凝劑 5.3.5 檢驗設備 5.3.6 貯藏設備 5.3.7 加入設備	
5.4 混凝池 5.4.1 前言 5.4.2 混合池 5.4.3 膠羽池	
5.5 沉澱池 5.5.1 前言 5.5.2 沉澱池的構造及組成 5.5.3 沉澱池的設計指標 5.5.4 傾斜板式沉澱池 5.5.5 高速凝集沉澱池 5.5.6 整流設備及取出設備 5.5.7 排泥設備 5.5.8 排泥管及溢流管	

5.8 薄膜過濾設備 5.8.1 前言 5.8.2 薄膜過濾淨水設施 5.8.3 前處理設備 5.8.4 薄膜選擇 5.8.5 薄膜過濾設備 5.8.6 薄膜洗淨及排水處理 5.8.7 機械及電氣設備 5.8.8 附屬設備	5.14 粒狀活性炭吸附設備 5.14.1 前言 5.14.2 處理流程選定 5.14.3 吸附設備的計畫 5.14.4 吸附設備 5.14.5 洗淨設備 5.14.6 貯存設備、計量設備及運送設備 5.14.7 再生設備
5.9 清水池 5.9.1 前言 5.9.2 構造及水位 5.9.3 容量 5.9.4 流入管、流出管及繞流管 5.9.5 溢流及排水設備 5.9.6 換器裝置 5.9.7 水位計	5.15 臭氧處理設備 5.15.1 前言 5.15.2 臭氧處理的處理目與處理方法的選定 5.15.3 臭氧產生及注入設備 5.15.4 臭氧排除設備 5.15.5 保護設備
5.10 消毒設備 5.10.1 前言 5.10.2 氯的種類、注入量及注入場所 5.10.3 貯存設備 5.10.4 注入設備 5.10.5 氯注入控制 5.10.6 安全用具的保管場所 5.10.7 除害設備 5.10.8 配管及其他	5.16 生物處理設備 5.16.1 前言 5.16.2 生物接觸曝氣裝置 5.16.3 旋轉生物圓盤法
5.11 氯前、中間處理設備 5.11.1 前言 5.11.2 氯前處理 5.11.3 氯中間處理	5.17 去鐵錳設備 5.17.1 前言 5.17.2 除鐵設備 5.17.3 除錳設備 5.17.4 鐵細菌利用法
5.12 氯曝設備 5.12.1 前言 5.12.2 氯曝方式	5.18 生物去除設備 5.18.1 前言 5.18.2 藥品處理設備 5.18.3 微生物去除 5.18.4 二段混凝處理設備 5.18.5 多層過濾
5.13 粉狀活性炭吸附設備 5.13.1 前言 5.13.2 淨水處理工程的組合及品質 5.13.3 測量及貯存設備 5.13.4 注入場所	5.19 海水淡化設施 5.19.1 前言 5.19.2 海水淡化方式的選定 5.19.3 海水淡化設施 5.19.4 原水設備 5.19.5 調整設備 5.19.6 逆滲透膜和膜的係數 5.19.7 逆滲透設備 5.19.8 放流設備 5.19.9 藥品注入設備 5.19.10 機械、電器、計裝設備

5.20 其他處理方法 5.20.1 前言 5.20.2 pH 值的調整 5.20.3 侵蝕性游離碳酸的去除 5.20.4 氟的去除 5.20.5 砷的去除 5.20.6 色度的去除 5.20.7 消毒副產物的去除 5.20.8 三氯乙烯等的對策 5.20.9 陰離子介面活性劑的去除 5.20.10 臭味的去除 5.20.11 氨氮的去除 5.20.12 硝酸性氨氮的去除 5.20.13 硬水軟化(硬度去除) 5.20.14 腐蝕性的改善	5.22 廠內管路及水路 5.22.1 前言 5.22.2 聯絡管線及水路 5.22.3 平均流速 5.23 管理用建築物 5.23.1 前言 5.23.2 配置及組成 5.23.3 面積 5.23.4 構造 5.23.5 其他建築設備 5.24 量水設備 5.24.1 前言 5.24.2 計量方式 5.25 水質檢驗設備 5.25.1 前言 5.25.2 水質實驗室的規模 5.25.3 水質監測設備 5.25.4 水質實驗室的設置場所及構成 5.25.5 水質實驗室建築設備 5.25.6 水質實驗室的實驗設備 5.25.7 實驗室排水、試驗用廢液及廢氣的處理
5.21 廢水處理設施 5.21.1 前言 5.21.2 計畫排水處理量 5.21.3 排水池 5.21.4 排泥池 5.21.5 濃縮槽 5.21.6 天日乾燥床 5.21.7 脫水機 5.21.8 濾餅有效利用處理設施	5.26 保安設備、凍結防止對策 5.26.1 前言 5.26.2 保安設備 5.26.3 凍結防止裝置

3.1.2 自來水工程設施標準增修之影響評估

經濟部於民國九十二年訂定「自來水工程設施標準」，以進行相關規範，其條文共分為八章共一百零五條，其中第四章關於淨水設施及第七章關於儀表控制設施對於淨水監控操作技術有直接的關連性。在自來水工程設施標準中的第四章淨水設施部份(第六十三條至第八十一條)，針對淨水場各處理單元，包括混合設備、膠羽池、沉澱池、高速膠凝沉澱池、快濾池、慢濾池及清水池等均加以規定。

在「淨水設施設備設計標準(基準)」此一層級，主要為政府主管機關所公告之規範，台灣的「自來水工程設施標準」主管機關為經濟部，而日本的「水道設施技術基準」主管機關則為厚生省，而美國「Recommended Standards for Water Works」則為州政府。比較規範之間的異同之處，可以發現各國的自來水設施設備的相關規範皆以較為概述性的的條述方式來對自來水設施設備進行法規的研訂。分析其原因，主要為自來水設施設備技術、廠牌與系統其種類眾多且技術產品日新月異，無法一一羅列；因此，各國相關規範之研訂皆以達淨水處理量質均優、功能標的或綠色環保的概念作為主要訴求。而值得注意的是由於時代的演變，台灣自來水處理業已引進不同的處理技術，如薄膜高級氧化或生物處理技術，但台灣的「自來水工程設施標準」之中共 105 條的條文中仍尚未將相關之技術規範納併於條文之中，其實，於歐美日等國已將相關之技術羅列於淨水設計規範之中。

本計畫於去年針對「自來水工程設施標準」第四章淨水設施部分進行研析，並透過專家會議建議增修「自來水工程設施標準」第四章條文內容包含：薄膜處理技術之規定、海水淡化之相關規定、原水有藻類問題之除藻相關規定、選用高級處理技術之相關規定及綠色材料或具節能概念之相關設施設備為優先考量之規定，初步提出可增修的草擬條文規範如表 3-6 所示。

表 3-6 「自來水工程設施標準」增修草擬條文規範

增列條文 1. (建議插入原有條文 74~75)

薄膜處理技術之相關規定如下：

- 一、以薄膜處理之水得依需要經適當之前處理，如膠凝沉澱。
- 二、應具備現地反洗之功能。
- 三、系統數量應為二套以上，並視需要設置電力備用系統。
- 四、納濾與逆滲透膜的設置應考量進流水的淤泥指數(SDI)。

增列條文 2. (建議插入原有條文 74~75)

海水與半鹹水淡化之相關規定如下：

- 一、納濾與逆滲透膜技術需符合前述增修條文 1 之規定。
- 二、需注意清水水質與對輸送管的腐蝕情形。
- 三、薄膜排放水應符合環保規定。
- 四、其他方法。

增列條文 3. (建議插入原有條文 78~79)

除藻之相關規定如下：

- 一、應減少含藻的進流原水為優先考量。
- 二、應定期清理淨水處理流程中茲生的藻類。
- 三、除藻之化學藥品應符合淨水藥劑規範。
- 四、應設置適當的藻類監控設施設備。

增列條文 4. (建議原有條文 79 修改)

自來水處理方法可依原水水質、清水水質要求、設備費用及維護費用等予以考慮比較後選用適當處理技術，如：

- 一、粉狀活性碳吸附技術。
- 二、粒狀活性碳吸附技術。
- 三、離子交換樹脂技術。
- 四、生物處理技術。
- 五、高級氧化技術。
- 六、結晶軟化技術。
- 七、其他技術。

增列條文 5. (建議插入原有條文 81~82)

自來水處理設施設備應以綠色材料或具節能概念之相關設施設備為優先考量。

去年度專家會議中並建議本計畫於今年度應酬詢自來水事業從業人員之寶貴意見，以釐清其法規修訂必要性、有效性與效益。爰此，今年即透過質性問卷的調查，針對所提增修草擬條文進行法規之衝擊影響評估，評估項目包含必要性、有效性評估與效益分析。問卷之設計如附錄十所示，有效問卷共 117 份，透過質性問卷的調查，針對所提增修草擬條文進行法規之衝擊影響評估，評估項目包含必要性、有效性評估與效益分析，而實施對象設置條件為以接觸過自來水處理設施設備法規者為基本門檻，並具備相關自來水行政機關或事業機關之主管等級者，或相關產業從業經驗 5 年以上者，相關自來水研究經驗 5 年以上者等產官學研相關背景之人員為問卷實施之對象。

為了使自來水工程設施標準增修建議更為完善，本研究於 99 年 9 月 7 日於交通大學環境工程研究所召開「自來水工程設施標準修訂影響評估」專家諮詢會議，會中邀請之專家委員其相關自來水設計、操作與研究之工作經驗均在 5 年以上，具備豐富之實務經驗，包括自來水事業單位：臺灣自來水公司供水處李丁來副處長、新竹給水廠甘允男廠長、鯉魚潭給水廠張進興廠長、南化給水廠葉清華股長、第八區管理處林志憲工程師、臺北自來水事業處陳明州副總工程師及馬瑞鴻副企劃司參與座談，而經濟部水利署長官亦列席給予回應。本次專家諮詢會議主要討論議題為現行之「自來水工程設施標準」修訂方式及內容方向規劃等。本次會議結論摘錄如下，未來可供經濟部在研修自來水工程設施標準之參考依據：

1. 台北自來水事業處亦已著手進行「臺北市自來水事業工程設施標準」，屬於全面架構之修正，未來「自來水工程設施標準」如欲進行全面架構修正時，可作為參考範例。
2. 「自來水工程設施標準」修訂原則在不調整整體架構前提下，朝既有修文增列或修訂方式進行，以精簡原則性規範為原則，避免自來水事業人員執行上之困難。

依本次專家諮詢會議研商結論，在現有條文架構下，增列或修訂之原則進行修訂研擬建議，並進行質性問卷的調查。問卷針對特殊原水水質的

處理技術調查，結果如圖 3-2 所示。薄膜技術的使用占 44%的受訪對象傾向使用，活性碳占 35%，強化混凝過濾占 12%，其他技術占 5%，如針對高濁度原水採用初沉池，針對藻類可採浮除等…。此處所提的特殊原水水質包含了高濁水、白濁水、受有機物污染之原水、受重金屬污染之原水、含鐵錳之原水、含有害物質(如砷、氨氮、硝酸鹽)、含藻之原水。

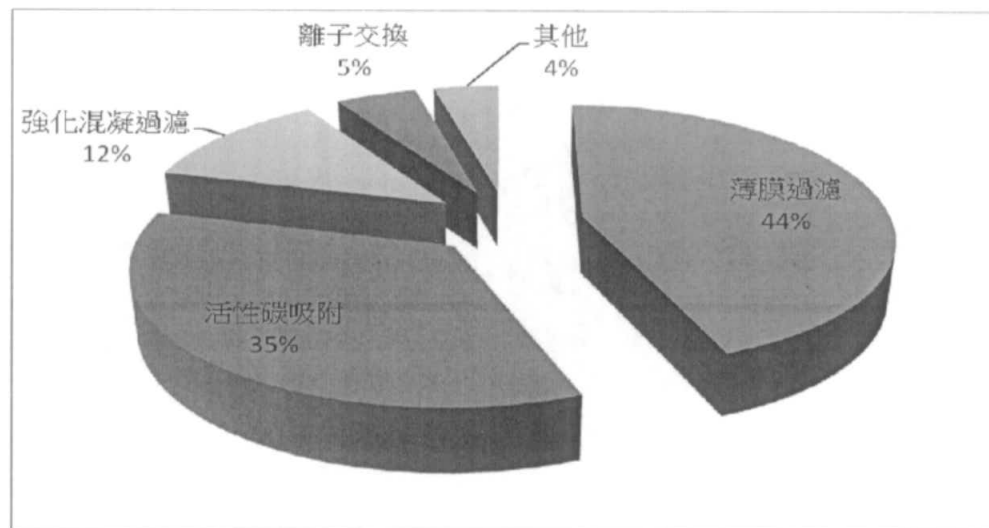


圖 3-2 特殊原水水質的處理技術調查

而針對受訪者對本計畫所研提之「自來水工程設施標準」增修條文內容的認知與影響對象調查，結果如圖 3-3 所示。80%受訪者認為增修草條文後最直接的影響對象為淨水廠操作人員，60%受訪者認為增修草條文後最直接的影響對象為管理人員(廠長、股長、區處業管)，68%受訪者認為增修草條文後最直接的影響對象為設計工程師，36%受訪者認為增修草條文後最直接的影響對象為設施設備廠商，僅 12%受訪者認為增修草條文後最直接的影響對象為用水戶。

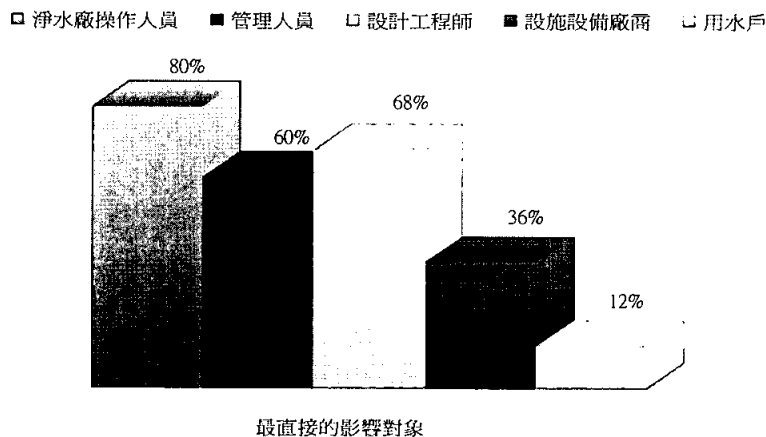


圖 3-3 增修條文直接影響對象調查

針對受訪者對增修條文影響淨水廠的淨水操作的調查，結果如圖 3-4 所示。對於淨水成本項目的調查，80%受訪者認為會增加，會減少的僅有 4%，無法估算的占 16%。對於人力素質要求，92%受訪者認為會增加，無法估算的占 8%。對於工作負荷而言，72%受訪者認為會增加，會減少的僅有 4%，無法估算的占 24%。對於供水水量而言，16%受訪者認為會增加，會減少的僅有 16%，不變的占 32%，無法估算的占 36%。對於供水水質而言，72%受訪者認為會增加，不變的占 12%，無法估算的占 16%。

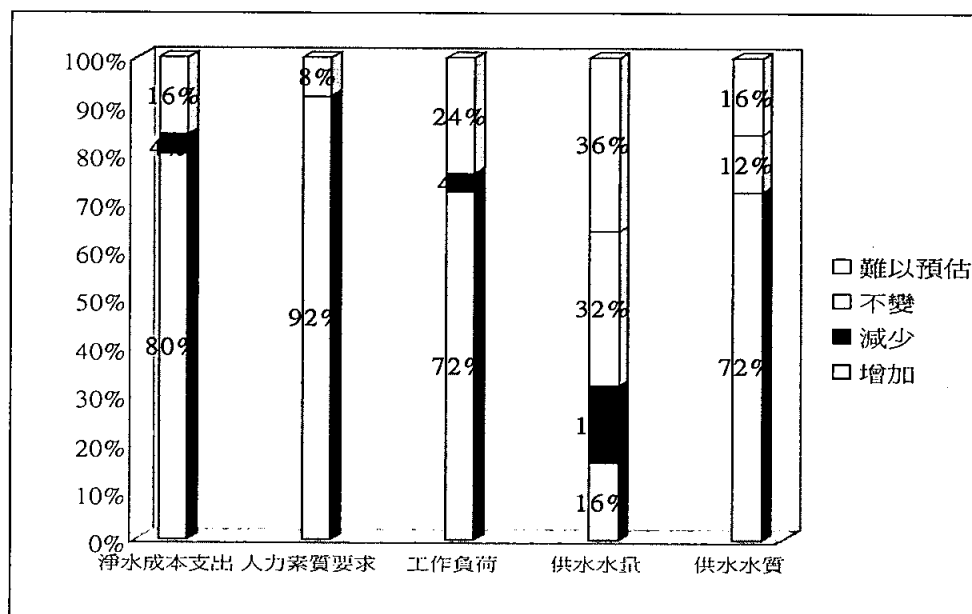


圖 3-4 增修條文對淨水操作的影響

針對受訪者對增修條文影響自來水事業與相關產業的調查，結果如圖

3-5 所示。對於自來水用戶信心項目的調查，64%受訪者認為會增加，不變的僅有 20%，無法估算的占 16%。對於水利產業發展的調查，80%受訪者認為會增加，不變的僅有 4%，無法估算的占 16%。對於淨水技術的發展的調查，80%受訪者認為會增加，無法估算的占 20%。

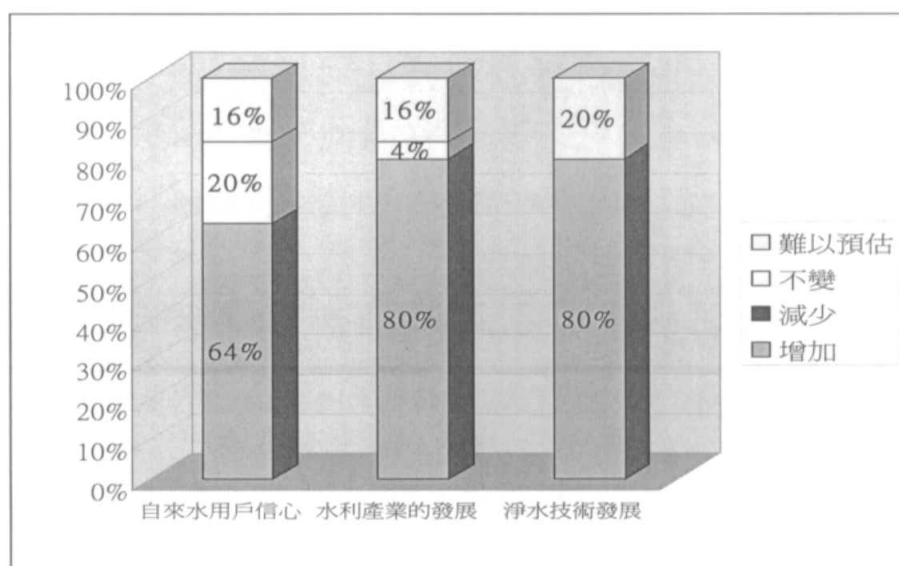


圖 3-5 增修條文對自來水事業與相關產業的影響

透過質性問卷的調查，針對所提增修草擬條文進行法規之衝擊影響評估，評估項目包含必要性、有效性評估與效益分析。顯示針對「自來水工程設施標準」第四章淨水設施部分進行增修確有其效益。本計畫於變動影響最小的考量下，建議「自來水工程設施標準」第四章淨水設施增修條文如表 3-7。

表 3-7 「自來水工程設施標準」增修草擬條文與說明

原條文	建議修訂條文	說明
無	薄膜處理技術及海水與半鹹水淡化技術規定如下： 一、以薄膜處理之水應先經適當之前處理，如膠凝沉澱或初濾系統。 二、系統數量應為二套以上，並視需要設置電力備用系統。 三、需注意清水對輸送管線的腐蝕情形。	(建議增列此條文規定於原有條文七十四條之後七十五條之前。) 薄膜技術主要作用係以快速分離水中污染物與清水，達到濾淨水質目的之設備，為發揮其應有功能，確保水質衛生安全，爰明定薄膜之設計原則，作為規劃設計之參考依據。

原條文	建議修訂條文	說明
第七十八條 除鐵錳之處理規定如下： 一、溶於水中之鐵錳先用氣曝、預氣處理或加藥等方法加以氧化。 二、經氧化之鐵錳，其去除方法與一般濁度之去除相同。 三、加藥、膠凝、沉澱、過濾等設備之選用，主要應視水中鐵錳含量之多寡及其型態而定。 四、鐵錳之去除，必要時應經試驗確定其最有效之方法，鐵錳為自來水中重要之化學物質，對於人體健康安全影響甚鉅，為有效去除水中之鐵錳，爰明定去除鐵錳之處理方法，以茲遵循。	第七十八條 除鐵錳與藻類之處理規定如下： 一、溶於水中之鐵錳先用氣曝、預氣處理或加藥等方法加以氧化。 二、經氧化之鐵錳，其去除方法與一般濁度之祛除相同。 三、加藥、膠凝、沉澱、過濾等設備之選用，主要應視水中鐵錳含量之多寡及其型態而定。 四、鐵錳之去除，必要時應經試驗確定其最有效之方法，鐵錳為自來水中重要之化學物質，對於人體健康安全影響甚鉅，為有效去除水中之鐵錳，爰明定去除鐵錳之處理方法，以茲遵循。 五、應定期清理淨水處理流程中滋生的藻類。 六、應設置適當的藻類監控設施設備。	<u>鐵錳與藻類為自來水中對於人體健康安全影響甚鉅之物質，為有效去除水中之鐵錳與藻類，爰明定去除鐵錳與藻類之處理方法，以茲遵循。</u>
第七十九條 自來水軟化方法應依原水水質、軟化程度、設備費用及維護費用等予以考慮比較後選用。	第七十九條 自來水處理方法應依原水水質、清水水質要求、設備費用及維護費用等予以考慮比較後選用適當處理技術，如： 一、粉狀活性碳吸附技術。 二、粒狀活性碳吸附技術。 三、離子交換樹脂技術。 四、生物處理技術。 五、高級氧化技術。 六、結晶軟化技術。 七、其他技術。	<u>為使處理之清水符合自來水水質標準之規定，需利用適當方法予以處理，爰明定自來水淨化方法之選用原則，作為規劃設計之參考依據。</u>
無	自來水處理設施設備應以綠色材料或具節能概念之相關設施設備為優先考量。	(建議增列此條文規定於原有條文八十一條之後八十二條之前。) <u>為減少自來水事業對環境的衝擊，以有效的方式提高整體淨水系統的環保性。</u>

自來水淨水流程中包含淨水設施、消毒及加藥設施等，為提供各設施操控管理之依據，需在各設施內各個處理流程或操作節點，依其必要性裝置符合功能需求之各式儀表設備來顯示及傳訊所計測之數據。淨水場內主要監控技術分為加藥設備與過濾池操作之監控，其監控規定與詳細說明如表 3-8 所述。

表 3-8 加藥設備與過濾池操作監控規定與說明

壹、加藥設備之監控規定

- (一)應以能達成最佳加藥效果為目標。
- (二)其設備之操作控制範圍應較實際為大。
- (三)儀表化及未儀表化之操作過程必須配合。
- (四)藥品處理設施之儀表控制設備，其必要部分應有充分之耐腐蝕性。

詳細說明：

自來水之處理中最常見之加藥處理有混凝、PH 值調整及消毒等。常見藥品種類，混凝劑有液態硫酸鋁、多元氯化鋁(PAC)等，鹼性劑有液態氫氧化鈉、消石灰等，消毒藥品則有液態氯、次氯酸鈉等，應考量原水水質，選擇適當的藥品，其加藥量應經過一再的實驗，找出最適的加藥量，以達成最佳加藥效果為目標。

而藥品之注入方式，依藥品性狀不同，有自然流下式、真空吸入式及幫浦壓送式等。自然流下方式使用於液狀藥品加注之場合，考慮注入點所需注入壓力及藥液輸送管路之摩擦損失，將藥品儲槽置於高處利用藥品自身重力來自然注入；真空吸入式係將加藥主管以噴射器產生真空將粉狀或氣態藥品吸入；幫浦壓送式亦使用於液狀藥品加注之場合，係以幫浦加壓達到必要注入壓力之加藥方式。各種加藥方式之注入量均可配合注入量計與注入量調解裝置等來進行操控。因加藥量會隨水量範圍或水質變化所考量之加藥率設定而改變，故加藥設備選用時，應考量足夠之加藥量範圍，以滿足各種操控條件需求，加藥量範圍高低達數十倍者也非常普遍。必要時可設置大小容量機組或相同容量多機組之組合方式來進行加藥量操控。

加藥系統之儀表控制方式大多為比例控制，即加藥量為處理水量與加藥率之乘積，水量為變數，加藥率依需要(如水質條件)為一常數，應依據藥品特性、實驗分析、效果比較及經濟性等來決定。在加藥過程，各項儀表化設備與未儀表化設備間操作控制必須互相配合，當控制器做好設定或調整加藥率後，系統由控制器接受水流量訊號及輸出訊號控制加藥設備之注入量調解裝置，以達到控制加藥量之目的，加藥注入泵浦、調節閥等之規格容量，應依據處理水量範圍適當選用，並應能接受控制器之輸出信號做有效而平順之調節操作。

藥品處理設施之儀表控制設備，其必要部分應有充分之耐腐蝕性。自來水處理用之藥品，大多數具有腐蝕性，故加藥系統設備、計器之材質及構造等應能適合該藥液之使用條件或周邊環境條件，並考慮可容易檢點、清潔及更換零組件，尤其是對於直接接觸藥液者，必須有充分之耐腐蝕性能。另外因氯在常溫常壓下為氣態，為防氯氣外洩，加氯室應與其他與加氯無直接關係之儀控設備、監視盤、操作盤等房間分開，如不得已加氯室內設置有儀控盤時，盤面之縫隙以橡膠填塞並將未混有氯氣之空氣源灌入。

貳、過濾設備之監控規定

- (一)應以能達成濾池之最佳操作及處理效果為目標。
- (二)過濾池之濾量或濾率控制應確實，並應能隨時控制全部濾水量為原則。
- (三)快濾池之自動洗砂操作，應確實發揮其功能，並與其他有關部分之操作相互配合。

詳細說明：

過濾處理之各種儀表控制設備，基本必須適合該過濾池形式及其處理水量範圍，使過濾池之運轉、停止、流量調整及反沖洗等功能，能任意且容易的進行，且能在確保過濾效果及濾床安全情況下，儘量減少反沖洗次數、時間、流量。

過濾池之濾量或濾率控制應確實，並應能隨時控制全部濾水量為原則。

總過濾水量之操控(過濾池群全體之過濾水量)以過濾池數與可能過濾量做操控組合，俾在各種場合下，均能任意操控總過濾水量，而各過濾池應儘量以定速過濾操控為原則，其中：

1. 重力式過濾池之過濾流量控制，一般係利用過濾流量計之信號，回饋給用做調解閥之蝶閥或旋塞閥等控制開度調整過濾流量。
2. 自然平衡形過濾池(虹吸濾池)過濾量之控制，係利用控制堰與水頭，無流量調解閥裝置，不做每池之過濾量操控，由過濾池之流入量決定。

快濾池之自動洗砂操作，應確實發揮其功能，並與其他有關部分之操作相互配合。過濾池之洗砂採逆流洗淨方式並組合搭配表面洗淨或空氣洗淨等方式，且原則應採自動洗砂，其操控及流程，應依過濾池內各相關連設施裝置及訊號互相密切配合，使洗砂順序控制順暢，且不影響其他過濾池操作功能。

為使自動化洗砂正常操控，過濾池使用之機械、電氣、儀控設備及迴路，須使用耐高動作頻率、可靠度及安全性高者。尤其是周邊之閥類，其極限開關是順序控制迴路之重要構成，須選定優良品，必要時對過濾池配管廊之氣氣、濕氣等需採取環境改善對策，以防止故障影響洗砂進行與洗淨效果。為使運轉更安全平順，重力式過濾池洗砂操作之逆洗泵、表洗泵、高架水池與揚水泵、洗砂排水渠及排水泵等，應避免洗砂過程中發生洗淨水斷水或排水溢流情況，系統應設置連動控制設備。而自然平衡形過濾池所必須形成虹吸之真空泵或真空槽，須考慮能與過濾池相關連之各項設施控制配合。另為即時監視掌握運轉狀況，過濾池水位及其上下限警報、各式泵啟動停止之信號、及相關設施狀態信號等，應傳送至管理室指示。其他如在操作廊操作盤上採用手動洗砂操控，現場與管理室之通報聯絡及切換方式；或對於自動洗砂過程中如發生停電亦應有相關控制裝置及對策，以為因應。

參、監控設備系統之規劃設計原則

- (一)具有充分必要之防火、防爆與防雷害等之安全防護措施及輔助備用容量，以隨時確保正常運作。
- (二)儀控設備易受周圍環境影響，應設置於良好之環境，以利機能之維持。例如：依需要局部採用耐腐蝕性材質；裝設空調設備調節氣溫、濕度；有浸水或受潮之虞應設排水及通風設備；屋外防雨、防日照高溫之保護設施等。
- (三)傳訊設備應留意防止電磁感應之干擾，線路宜地下化，使用光纖、同軸電纜等。
- (四)資訊設備應設備份系統以應發生故障時能確保資訊處理設備正常運轉，各項重要性資訊資料亦應妥善保護及備份保存，以防萬一資料因災害等而遺損。
- (五)遠距傳送因自營困難，尤其在都市內幾無法正常維護，如利用電信局數據線傳送，故障時有專業服務較有保障，故遠距離傳訊以利用電信局數據線路為宜。

- (六)重要設備之間，尤以控制中心與現場之間，應有良好可靠之通信連絡設備。
- (七)應具有穩定、足夠容量之電源設備，電腦傳訊設備以採用不停電設備(UPS)為原則，情況許可時再考慮加裝備用發電機來保障更佳。

詳細說明：

各項設備之儀表控制，應通盤考慮，互相調和，並具有高度之安全性，使其操作管理合理有效。自來水自取水、淨水至配水過程中各種設施彼此間之功能具有一定關聯性或操控配合性，因此要儀控化，除必須充分瞭解各設施之機能、構造及特性，應具備高度信賴性外，也須整體考慮到各關聯性設施之儀控功能互相調和，滿足過程中計測及控制之要求，且能使整體操控確實有效，同時應選用具高度安全性及可靠度之儀表設備，以達到管理最佳化之目的。

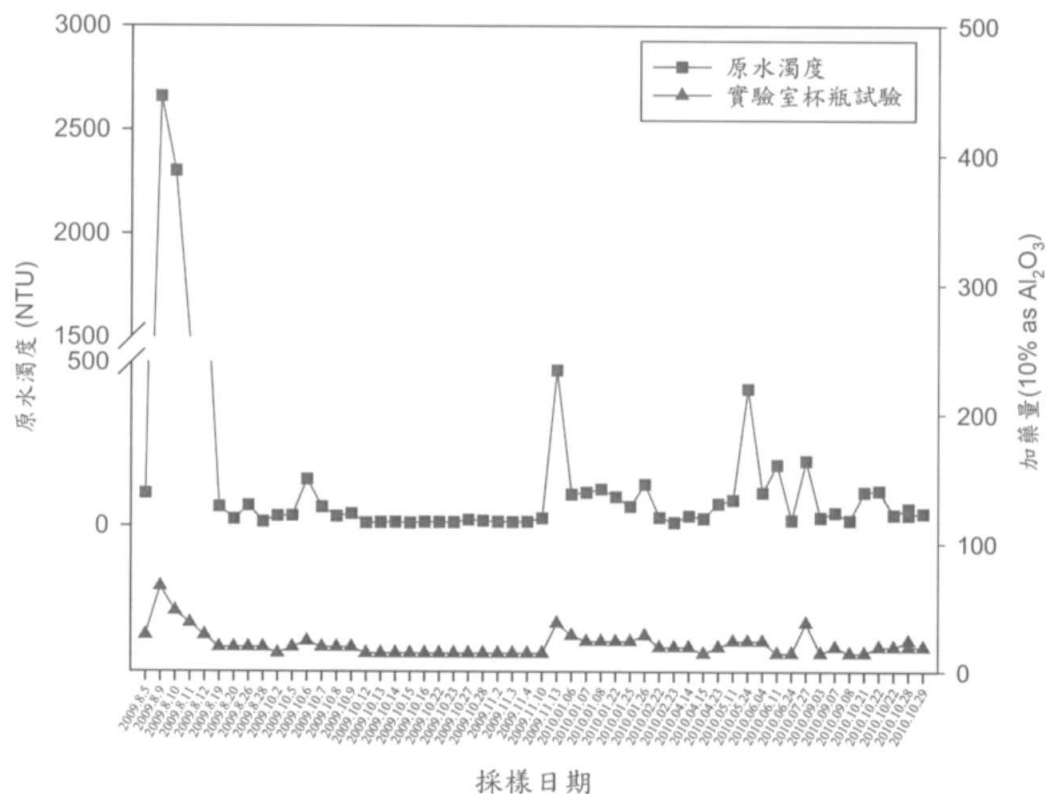
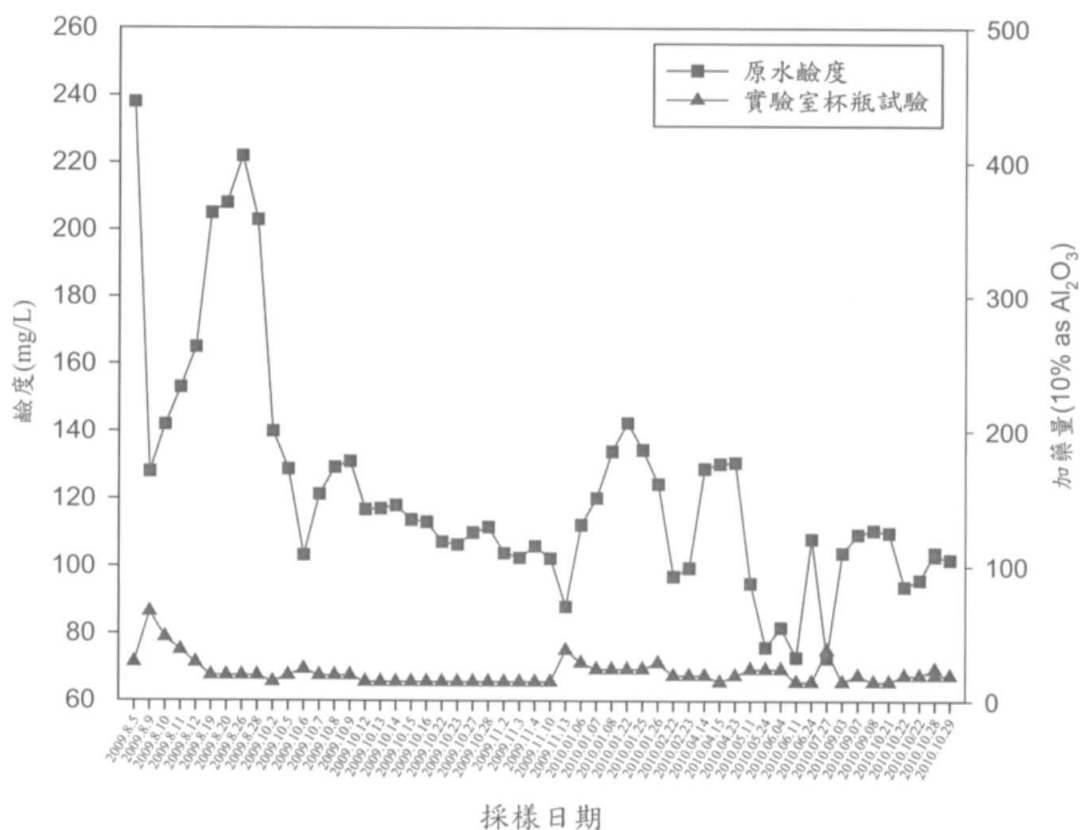
今年度計畫完成台南潭頂等八座不同規模淨水場之「淨水場主要單元操作作業規範與技術標準」之案例成果，可提供現場操作人員審視淨水廠內主要單元現行之操作與設計參數是否符合「自來水工程設施標準」之規定，並藉以瞭解主要單元之設計與操作之基本原則。此外，由「自來水工程設施標準」增修之必要性、有效性評估與效益分析等質性問卷評估結果，可提供主管機關未來修訂「自來水工程設施標準」之評估參考。以上二項執行成果，亦提供本計畫明年度研提不同規模淨水操作標準作業規範之研擬參考準則。

3.2 淨水場操作監控技術開發

3.2.1 發展快速分析淨水場混凝加藥與原水水質間相關性之智能系統

第二年之主要工作項目之一為發展智能系統快速分析淨水場混凝加藥與原水水質間之相關性，利用智能系統監控淨水場混凝加藥係傳統淨水場升級為現代化淨水場不可或缺之一環。智能系統是具有專家解決問題能力的電腦程式系統，能運用大量領域專家水準的知識與經驗，模擬領域專家解決問題的思維過程進行推理判斷，有效地處理複雜問題。智能基於知識，資訊有序化成為知識，智能系統要研究知識的表示、獲取、發現、保存、傳播、使用的方法和有效手段；智能存在於系統中，系統是由部件組成的有序整體，智能系統要研究系統結構、組織原理、協同策略、進化機制、性能評價等，本研究發展之智能系統為可即時分析混凝加藥及過濾之相關指標訊息，並快速以邏輯判斷最適化操控模式之電腦程式系統。由於混凝處理在不同原水濁度範圍，加藥量、混凝光學影像訊號、以及殘餘濁度等可能具有不同的相關性，本年度計畫所建置之智能系統主要具有邏輯運算之程式，可針對第一年計畫所建置之前饋混凝加藥數據庫進行統計及分析，獲得不同原水水質(原水濁度、pH 值、鹼度及 DOC)與最適混凝劑量計算之經驗公式，可快速分析淨水場混凝加藥與原水水質間之相關性，以供未來模型廠操作自動監控之用。

本研究發展之智能系統為利用類神經網路軟體(Artificial Neural Network, ANN)、可程式控制器(PLC)、圖形化控制介面軟體及線上水質偵測儀器所組成，研究發展為可即時分析混凝加藥及過濾之相關指標訊息，並快速以邏輯判斷最適化操控模式之電腦程式系統。自 98 年 8 月至 99 年 6 月，進行實驗室混凝加藥杯瓶試驗求得不同水質(溫度、pH、鹼度及 DOC)及濁度原水(10 ~ 3,000 NTU)所對應之混凝適劑量數據共 55 筆，並與採樣當天實場杯瓶加藥試驗所求得之劑量及實場之實際加藥量進行分析比較(詳細數據如附錄十一)，圖 3-6 ~ 3-9 分別為原水濁度、鹼度、DOC、pH 分別與實驗室瓶杯試驗加藥量之關係，其相關係數(R^2)分別為 0.74、0.10、0.07 及 0.28，各水質項目中以原水濁度變化影響最適混凝劑量最為明顯。

圖 3-6 原水濁度與瓶杯試驗加藥量之關係($R^2 = 0.74$)圖 3-7 原水鹼度與瓶杯試驗加藥量之關係($R^2 = 0.10$)

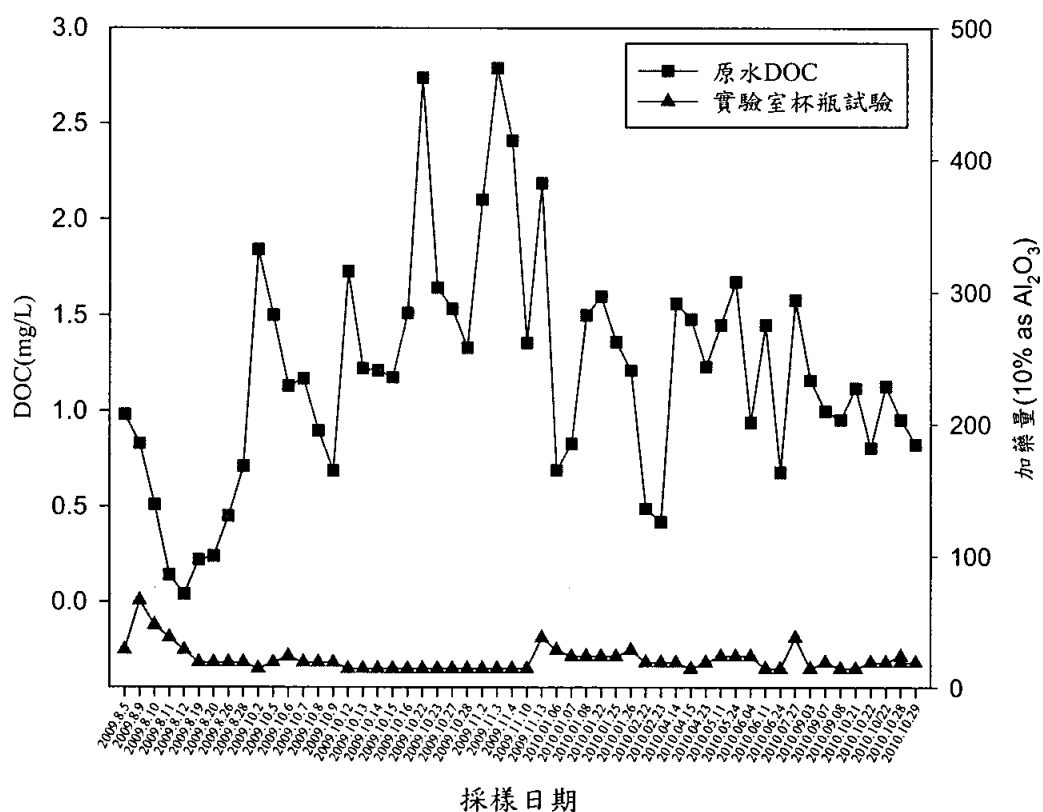


圖 3-8 原水 DOC 與瓶杯試驗加藥量之關係($R^2 = 0.07$)

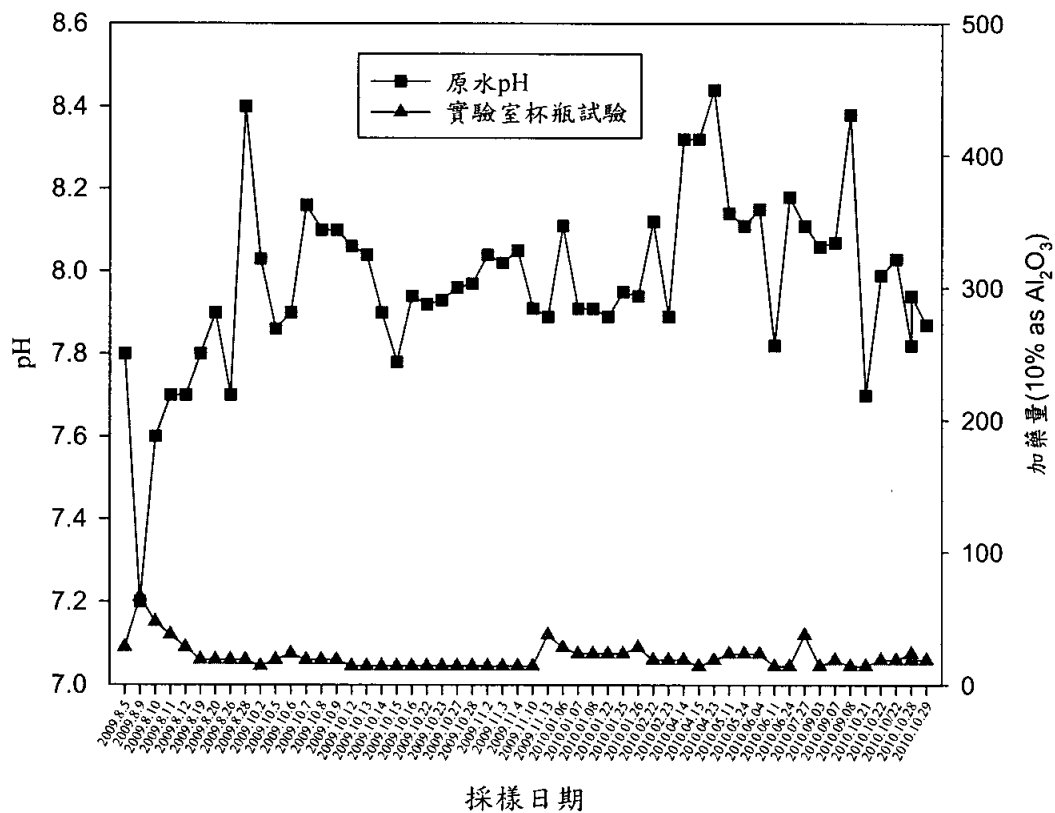


圖 3-9 原水 pH 與瓶杯試驗加藥量之關係($R^2 = 0.28$)

現階段實驗室混凝瓶杯試驗結果已初步建立混凝最適劑量與原水水質之數據資料庫，一般濁度情況下(10 ~ 100 NTU)，本研究已掌握明確的混凝劑加藥量數據，由於本研究主要以水場實際遭遇之原水濁度為對象，受限於天候因素造成採樣分析之濁度有限，未來將針對高濁度原水加強採樣，進行長期的混凝監測試驗，並評估不同濁度原水下，混凝最適劑量之差異，以完整建置不同原水水質之混凝最適劑量數據資料庫，以提供未來模型廠混凝加藥控制資料庫之用。

另外，本研究現階段已完成智能系統訓練測試，此系統採用 The MathWorks 公司之 MATLAB 軟體，外加類神經網路工具箱進行智能系統訓練及開發，本研究主要選擇倒傳遞類神經網路(Backpropagation Artificial Neural Network, BPANN)模式進行 2 組類神經網路模組之建立。第一組類神經網路模組為利用實驗室混凝加藥杯瓶試驗之 55 筆數據庫資料，輸入參數為 6 個(溫度、pH、濁度、鹼度、DOC、實驗室瓶杯試驗混凝劑加藥量)；第二組類神經網路模組為利用新竹第二淨水場 98 年 8 月至 99 年 7 月逐時混凝劑加藥量數據共 5,342 筆進行訓練，輸入參數為 2 個(濁度、實場混凝劑加藥量)，訓練完成後以新竹第二淨水場 99 年 8 月及 9 月濁度數據共 1,378 筆進行預測及比對。類神經網路主要控制參數設定分別為隱含層設為 4 層、20 個節點(node)、訓練次數 2,000 次、輸出參數 1 個(混凝劑加藥量)，相關設定參數整理如表 3-9，訓練流程畫面如圖 3-10。

表 3-9 智能系統測試參數設定整理

項目		主要控制設定參數
使用軟體		MATLAB 軟體之 ANN 工具箱
類神經網路類型		BPANN
輸入參數	模組一 (實驗室瓶杯試驗)	6 個(溫度、pH、濁度、鹼度、DOC、實驗室瓶杯試驗 混凝劑加藥量)
	模組二 (實場混凝 劑加藥量)	2 個(濁度、實場混凝劑加藥量)
隱含層 節點		4 層
訓練次數		2,000 次
輸出參數		1 個(混凝劑加藥量)

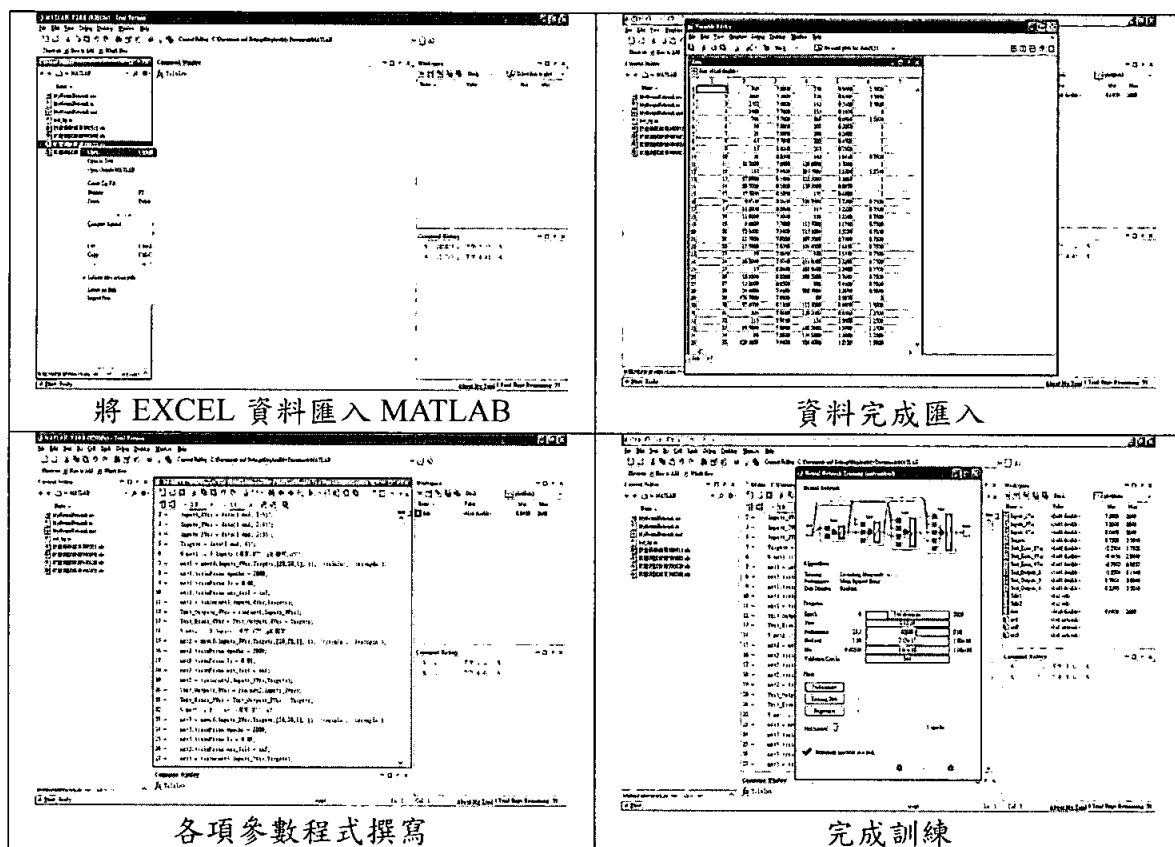


圖 3-10 智能系統測試訓練畫面

(一) 實驗室瓶杯試驗訓練模組

利用實驗室瓶杯試驗數據，以 6 個(溫度、pH、濁度、鹼度、DOC、實驗室瓶杯試驗混凝劑加藥量)輸入參數進行 BPANN 訓練，訓練結果如圖 3-11 所示，計算其相關係數(R^2)為 0.88，由 BPANN 預測之混凝加藥量與實驗室混凝加藥瓶杯試驗加藥量最大誤差為 0.67 mg/L，平均誤差為 0.02 mg/L，誤差值如圖 3-12。

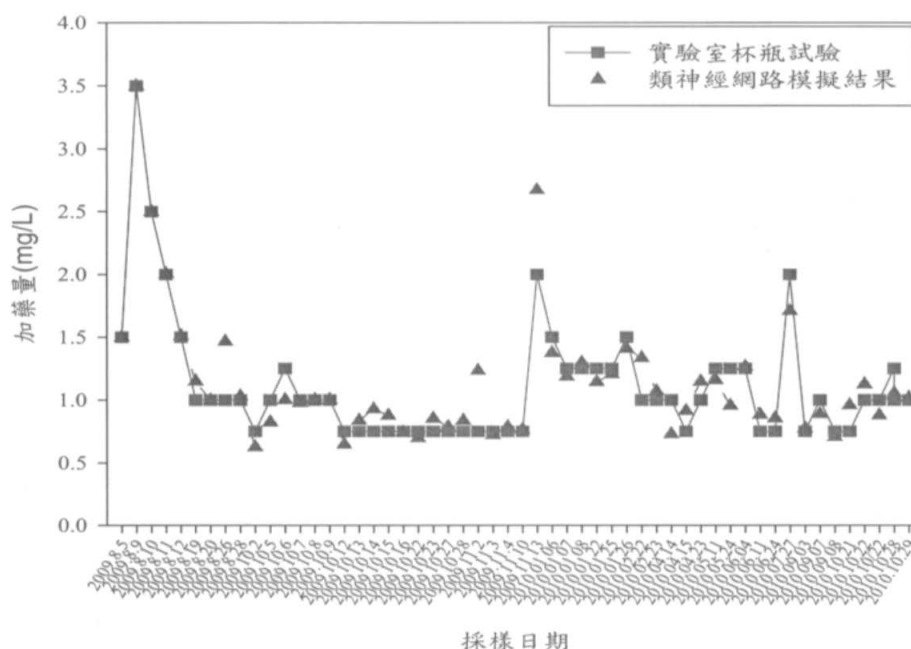


圖 3-11 BPANN 模式預測最適混凝劑量之訓練(Input：溫度、pH、濁度、鹼度、DOC、實驗室瓶杯試驗混凝劑加藥量)

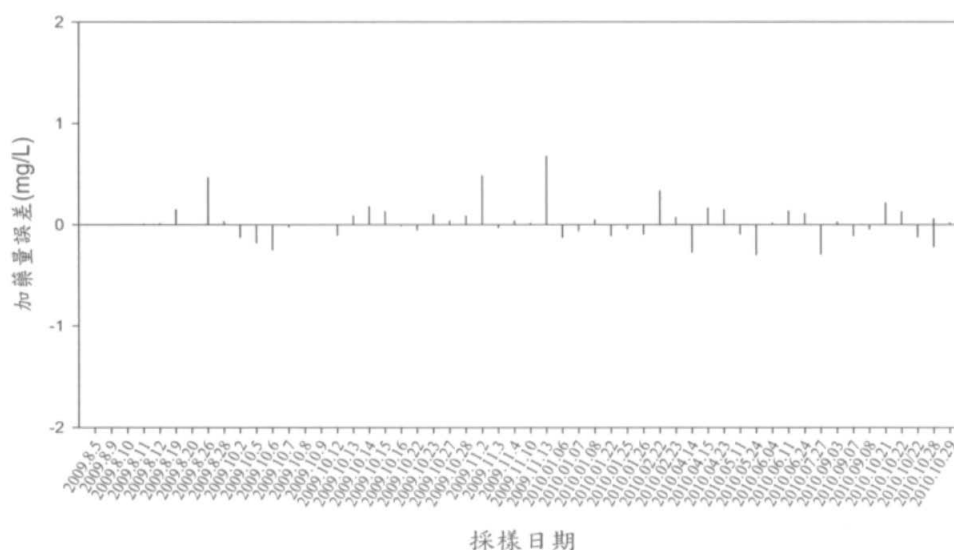


圖 3-12 BPANN 預測之混凝加藥量與實驗室杯瓶試驗加藥量誤差

(二) 實場混凝劑加藥訓練模組

利用新竹第二淨水場 98 年 8 月至 99 年 7 月逐時混凝劑加藥量數據共 5,342 筆進行訓練，輸入參數為 2 個(濁度、實場混凝劑加藥量)，訓練完成後以新竹第二淨水場 99 年 8 月及 9 月濁度數據共 1,378 筆進行預測及比對。BPANN 訓練結果如圖 3-13 所示，計算其相關係數(R^2)為 0.006，由 BPANN 預測之混凝加藥量與實場混凝劑加藥量最大誤差為 40.42 mg/L，平均誤差為 14.12 mg/L，誤差值如圖 3-14。

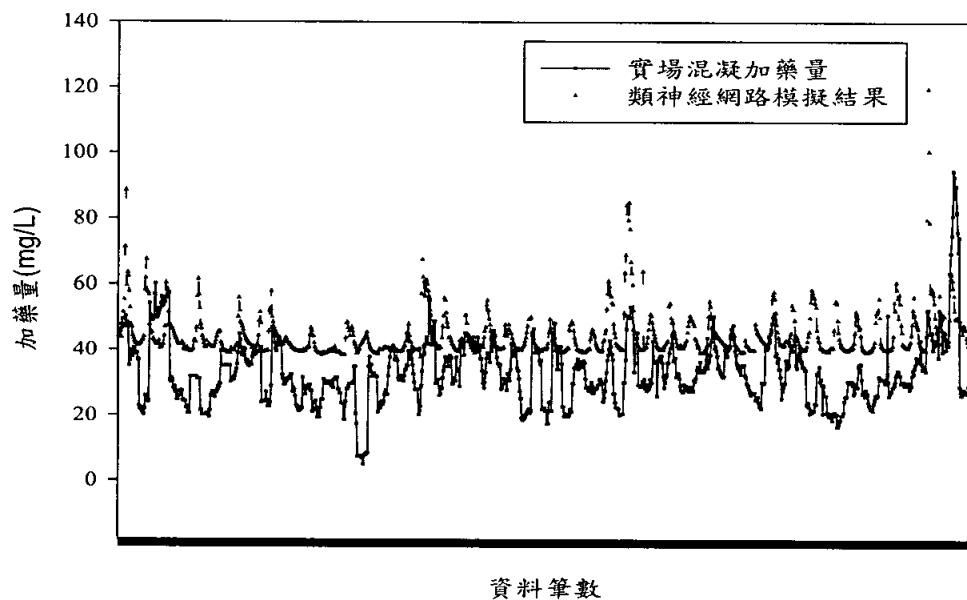


圖 3-13 BPANN 模式預測實場最適混凝劑量之訓練
(Input：濁度、實場混凝劑加藥量)

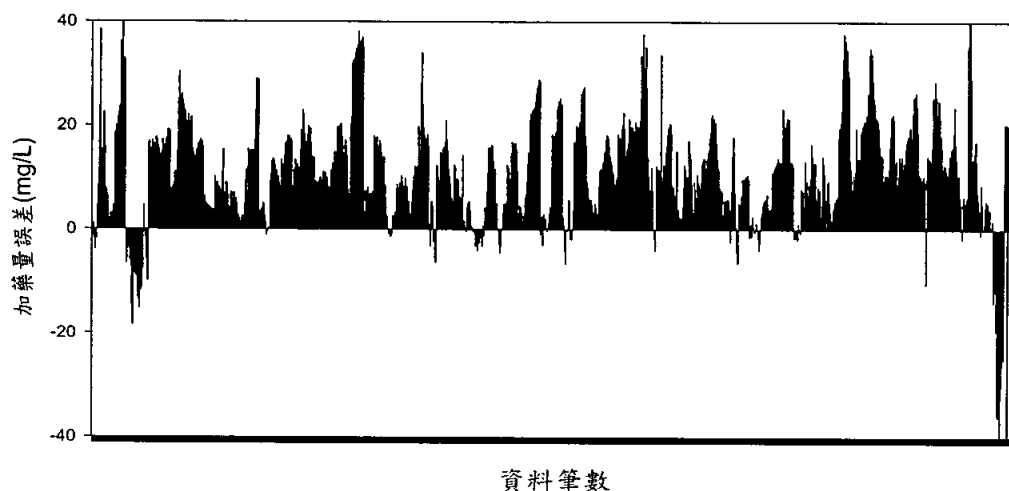


圖 3-14 BPANN 預測之混凝加藥量與實場混凝加藥量誤差

BPANN 模式訓練結果顯示，實驗室瓶杯試驗數據模組(Input：溫度、pH、濁度、鹼度、DOC、實驗室瓶杯試驗混凝劑加藥量)較實場混凝加藥模組(Input：濁度、實場混凝劑加藥量)所得到混凝加藥預測值較接近實際混凝加藥結果，其正負誤差值不超過 0.7 mg/L，可準確預測混凝加藥量。本計畫明年度規劃將實驗室瓶杯試驗數據模組及實場混凝加藥模組分別進行實場測試，以分析不同模組之預測加藥量，經由測試分析，挑選最適之 BPANN 模組應用於實場混凝加藥之前饋控制模式。由於 ANN 之特性為訓練資料筆數愈多，得到的結果會愈接近實際值，明年度將以模型場測試 BPANN 前饋模式，配合 PDA 及 FICA 系統之回饋模式蒐集最適混凝加藥量數據，持續訓練更新 BPANN 模組，以達到減少加藥量控制之誤差情形發生。此外，經模型廠試驗蒐集足夠數據樣本後，本計畫將區分不同濁度範圍所對應之最適加藥量，分別製成 BPANN 訓練模組，以區分不同濁度範圍所需使用之 BPANN 前饋模式，預期可再增加 BPANN 之預測準確性。

3.2.2 搭配自動化混凝操作效能監測設備之實驗室級自動監控系統進行最適化混凝加藥測試

本研究今年度工作擬將搭配自動化混凝操作效能監測設備之實驗室級自動監控系統，進行最適化混凝加藥測試，對於『最適化混凝加藥測試』之定義，本研究設定在不影響出水水質之條件下，可適當且即時地反應濁度變化之加藥，以減少後續沉澱過濾之操作負擔，降低操作成本，包括減少藥劑量、能耗與污泥量等。

由於本研究之混凝加藥自動監控系統分為前饋及回饋兩個部分，在發展智能系統後，為了進一步建立模型廠所需之混凝加藥自動操作監控系統，須先搭配模型廠所用之操作監控系統以建立混凝加藥控制之邏輯，再進行系統最佳化之測試，混凝加藥自動監控系統最佳化流程如圖 3-15 所示，在進行最適化混凝加藥測試之過程，必須先依據第一年建置之混凝加藥前饋控制數據庫資料，透過智能型分析系統對不同原水水質條件下之處理成效與控制因子(如混凝劑量及 pH)進行預測，並藉由 PDA 及 FICA 兩套監測系統進行大量實驗室混凝試驗，建置不同水質參數與操作條件下，PDA 所測得之 FI 值及 FICA 色彩分析之數據資料庫，並進行訊號變化(如訊號變化率與訊號偏差等)、操作因子及水質條件(如原水濁度與加藥量等)、與處理成效(即殘餘濁度與膠羽大小等)三者間之相關性分析，建立系統對混凝最適加藥之判斷邏輯，並藉由實驗數據以驗證前饋加藥控制系統預測混凝加藥量之準確性，透過系統不斷訓練及修正數據庫直至建立準確的混凝加藥預測系統。

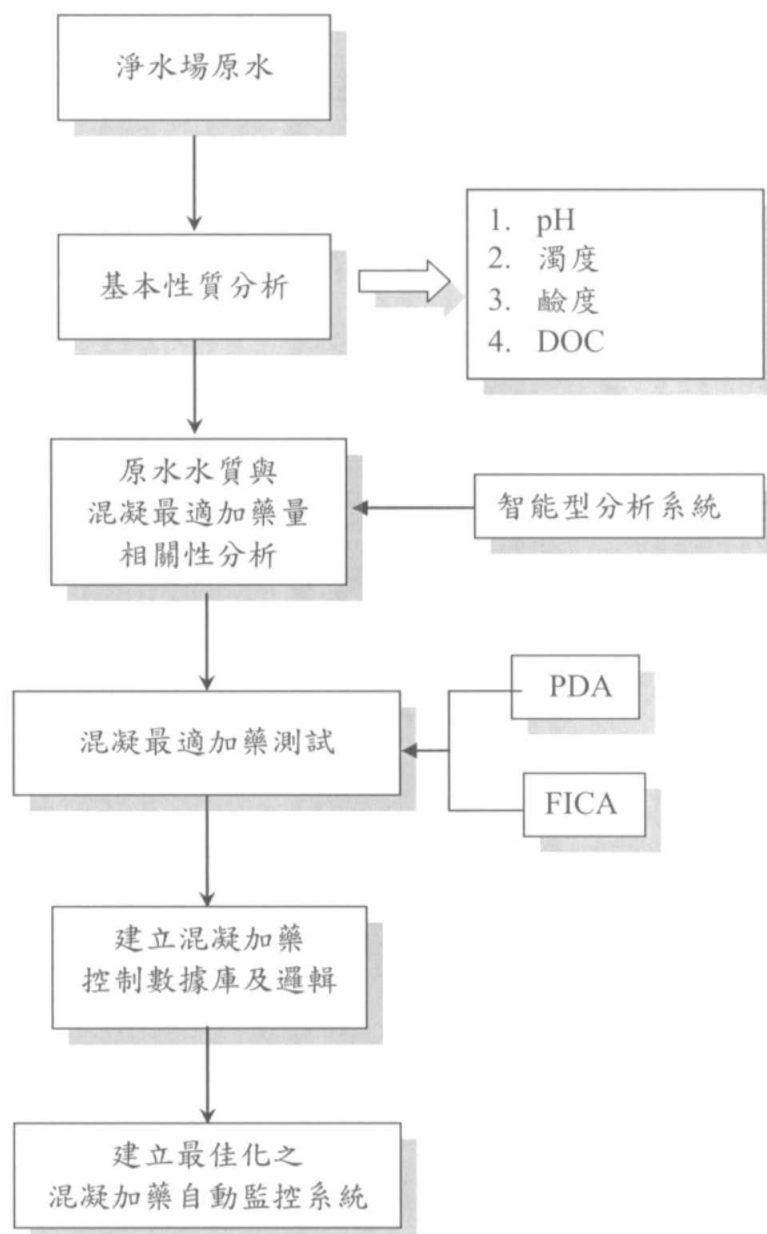


圖 3-15 凝凝加藥自動監控系統最佳化流程

本計畫第一年已開發完成 PDA 及 FICA 兩套監測系統，並各自利用 PDA 及 FICA 系統進行混凝最適加藥之初步測試，研究結果顯示 PDA 及 FICA 均可輔助瓶杯試驗判斷最適混凝劑量，但為了完整掌握兩套系統監測混凝最適加藥之判斷邏輯，目前已持續採集不同原水水質之水樣以進一步建立 PDA 及 FICA 監測系統對不同原水濁度之混凝加藥訊號變化趨勢資料庫。由於 PDA 監測系統技術較 FICA 成熟且訊號變化容易判讀，但無 FICA 具有影像攝取功能，故本年度計畫中會以 FICA 監測系統訊號測試為主，深入了解不同原水水質對 FICA 分析訊號變化之影響，未來可搭配 PDA 系統作為回饋加藥控制系統之主要監測系統。由於混凝最適加藥量受原水濁度變化影響最為明顯，故可藉由 PDA 及 FICA 對不同濁度原水所進行之混凝加藥監測訊號分析以建立混凝最適加藥之判斷邏輯，PDA 及 FICA 系統原理及對不同濁度原水所進行之混凝加藥訊號分析結果詳述如下：

(一) PDA

本計畫使用光纖膠羽偵測儀(PDA2000, Rank Brothers Ltd.)搭配瓶杯試驗，以進行混凝加藥監測，其混凝監測系統如圖 3-16 所示。本計畫採用淨水場採購之聚氯化鋁混凝劑，添加後即進行快混攪拌，此時將水樣抽至 3 mm 軟管(Tygon R-3603)中模擬慢混，此軟管環繞於一圓柱上，呈環狀圍繞型排列，軟管總長約 15 m，快混結束後，水樣流經環繞在圓柱上的軟管，於軟管內顆粒會碰撞聚集，以模擬慢混，接著水樣再流經 PDA 儀器，偵測膠羽大小，輸出 Ratio 值訊號至電腦，最後，將軟管後端接至快混槽內使之成一循環系統，以連續監測快混之成效，系統藉由蠕動幫浦驅動。

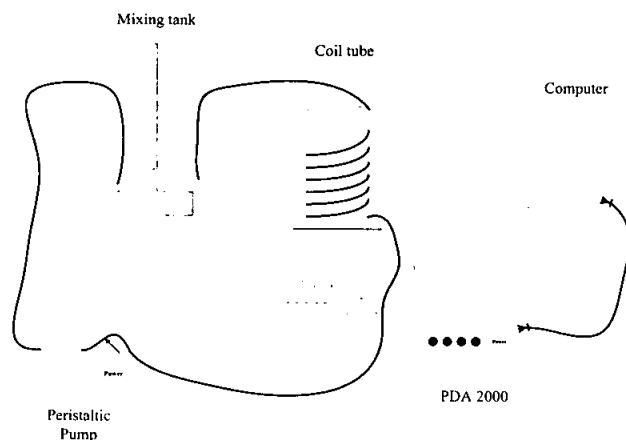


圖 5 光纖膠羽偵測(PDA)系統之配置

本計畫在去年度混凝試驗後所得到加藥量與混沉後上澄液殘餘濁度及 ΔFI 之關係(如圖 3-17)可知，在第一組較低濁度原水條件下(濁度約 50 NTU)，隨著加藥量增加，上澄液殘餘濁度逐漸下降，而 ΔFI 值逐漸上升，但過量加藥之後，上澄液殘餘濁度逐漸上升，而 ΔFI 值則逐漸下降，代表過量加藥後，膠羽聚集效果不好。當 PDA 顯示的 ΔFI 值達到最大的範圍時，所反應之混沉後上澄液殘餘濁度達到最低。另外，圖 3-18 為第二組較低濁度原水(濁度約 12 NTU)條件下，PDA 顯示的 ΔFI 值越大所反應出混沉後上澄液殘餘濁度越小。

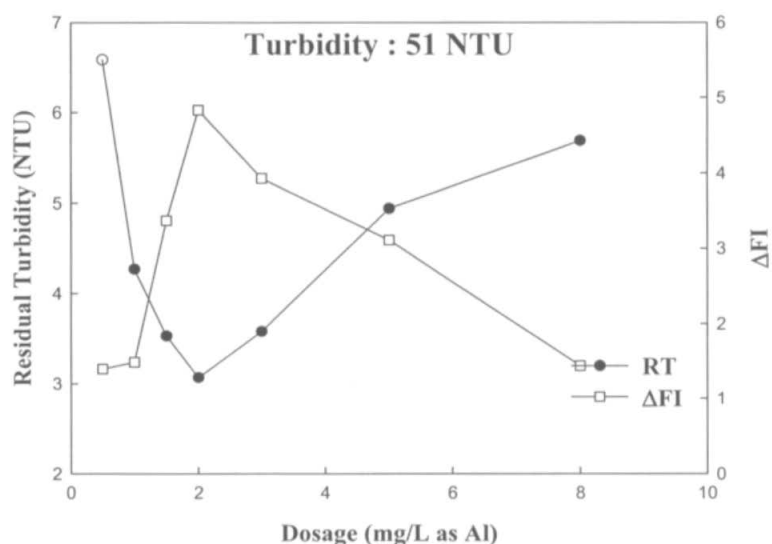


圖 3-17 殘餘濁度及 ΔFI 之關係(原水濁度：51 NTU)

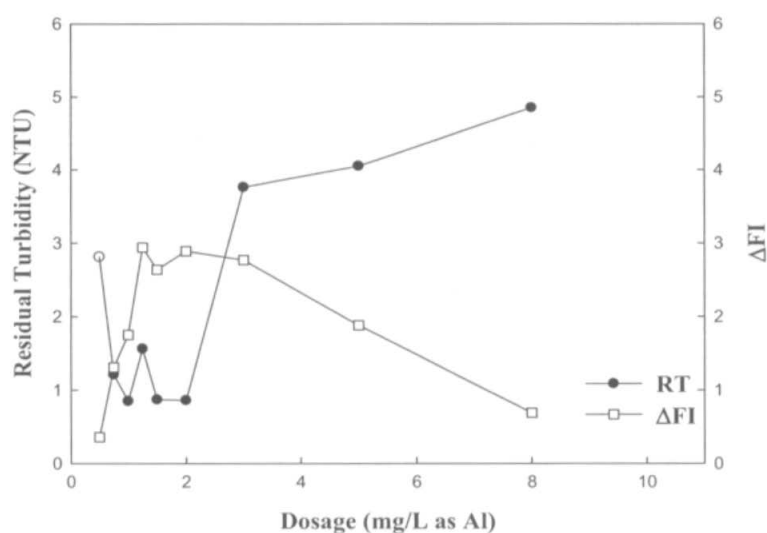


圖 3-18 殘餘濁度及 ΔFI 之關係(原水濁度：12 NTU)

當原水濁度上升至 1,040 NTU，由混凝試驗後所得到加藥量與混沉後上澄液殘餘濁度與 ΔFI 值之關係(如圖 3-19)可看出，隨著加藥量增加，上澄液殘餘濁度逐漸下降，而 ΔFI 值逐漸上升，在最適加藥量時(2 mg/L)有最大的 ΔFI 值，但在超過量加藥時(10 mg/L)，雖然上澄液殘餘濁度較低，但此時 ΔFI 值則無顯著上升，反而降至最低，主要由於此時懸浮液中膠羽尺寸過大且顆粒濃度過高，造成 ΔFI 值下降，因為顆粒濃度過高會影響 FI 值的偵測大小^(Gregory, 1987)。另外，在第二組較高濁度原水條件下(濁度約 495 NTU)，在最佳混凝劑加藥量下(2 mg/L)，PDA 所顯示之 FI 值大小亦能反應出最低的上澄液殘餘濁度(如圖 3-20)。

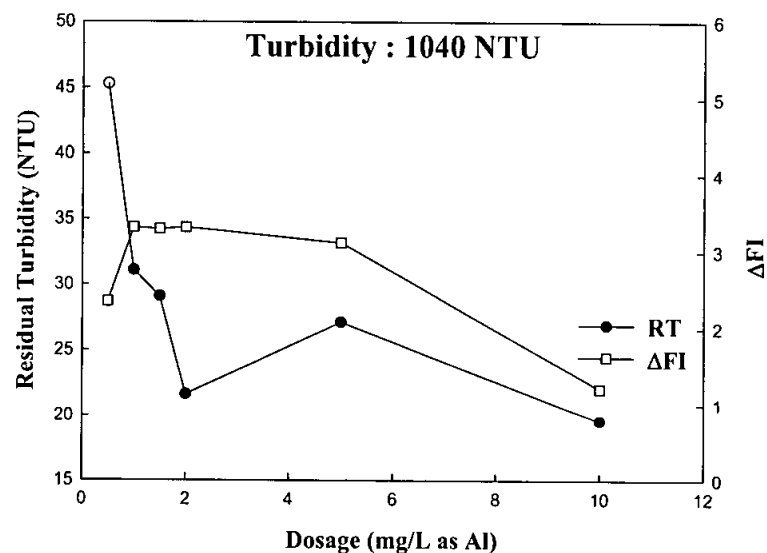


圖 3-19 殘餘濁度及 ΔFI 之關係(原水濁度：1,040 NTU)

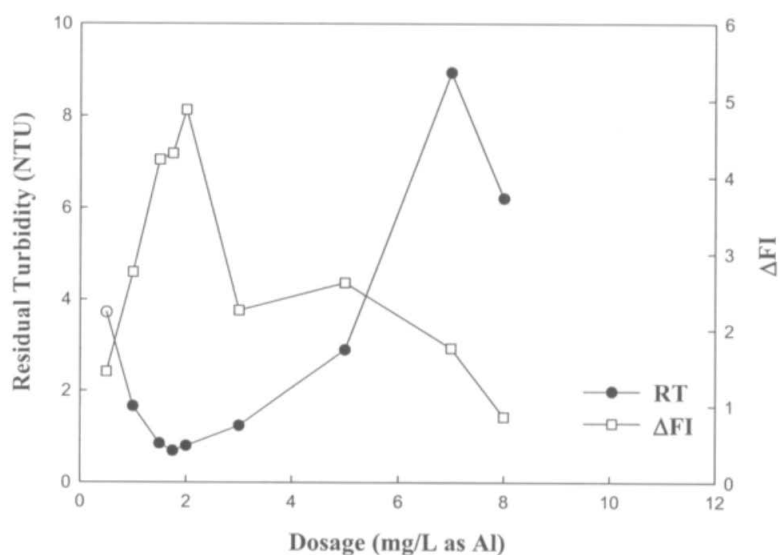
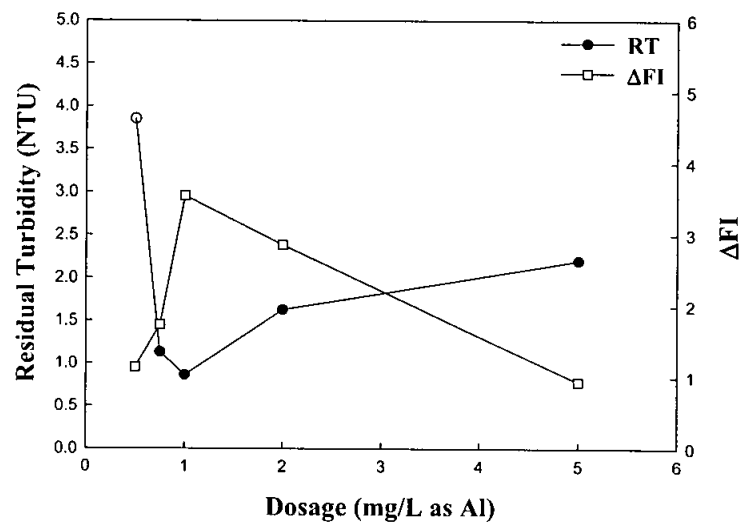
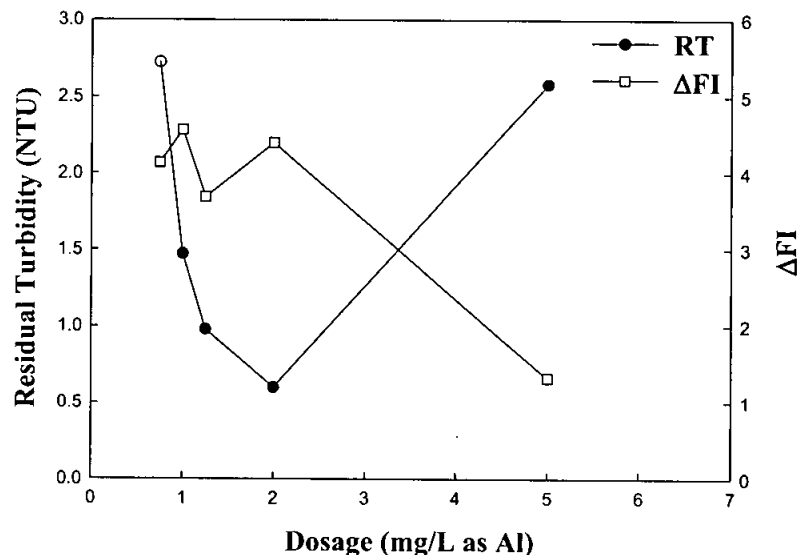


圖 3-20 殘餘濁度及 ΔFI 之關係(原水濁度：495 NTU)

另外，今年度計畫中執行 PDA 之混凝試驗得到相似之結果，如圖 3-21 ~ 3-22 所示，在淨水場時常遭遇之原水濁度條件範圍中(10 ~ 100 NTU)，加藥量與混凝效能之關係。混凝過程中，膠羽生成的大小會影響混沉效率優劣，由混凝試驗後所得到加藥量與混沉後上澄液殘餘濁度及 ΔFI 之關係可知，隨著加藥量增加，上澄液殘餘濁度逐漸下降，而 ΔFI 值逐漸上升，但過量加藥之後，上澄液殘餘濁度逐漸上升，而 ΔFI 值則逐漸下降，代表過量加藥後，膠羽聚集效果不好。當 PDA 顯示的 ΔFI 值接近最大的範圍時，所反應之混沉後上澄液殘餘濁度達到最低。此結果顯示 PDA 適用於原水之混凝加藥監控，且其 ΔFI 值訊號變化隨混凝劑量具有一規律之趨勢，藉此容易判定最適加藥量。

圖 3-21 殘餘濁度及 ΔFI 之關係(原水濁度：23 NTU)圖 3-22 殘餘濁度及 ΔFI 之關係(原水濁度：68 NTU)

(二) FICA

本計畫使用膠羽影像色彩分析技術(floc image color analysis, FICA)，此系統主要利用光學影像監測水中懸浮液之色彩三原色(RGB)值以分析濁度顆粒聚集的情形，藉由 FICA 系統對混凝之光學影像進行色彩模式數值分析，可得知混凝是否良好。FICA 由影像擷取系統與光學影像色彩模式分析系統組成，其中影像擷取系統包含攝影機、石英觀測視窗、LED 平面背光模組、以及影像擷取電腦，裝置如圖 3-23。混凝水樣由重力方式經過石英槽，藉由攝影機鏡頭擷取畫面

後，利用 LabView 程式進行影像分析。

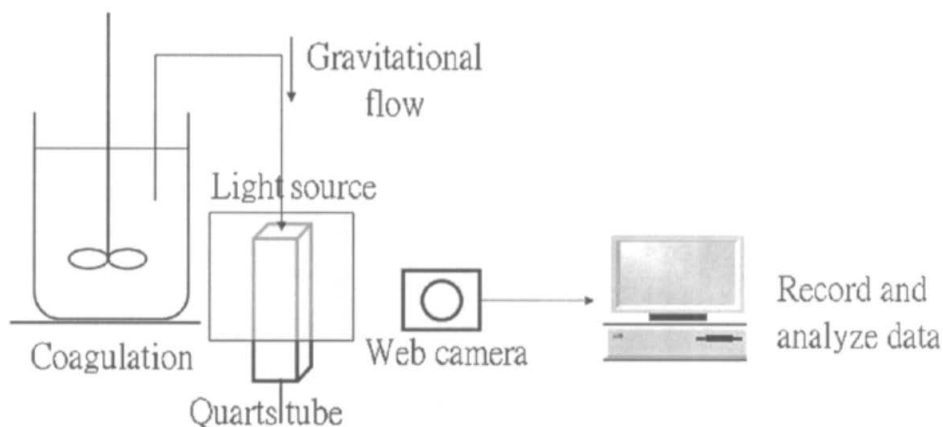


圖 3-23 膠羽影像色彩分析(FICA)監測系統之裝置

本計畫今年度 FICA 試驗水樣分為原水與高嶺土模擬水樣，原水水質方面，平時原水濁度範圍約在 10~200 NTU 之間，pH 值約在 7~8 之間。實驗條件為，快混 75 秒 240 rpm，慢混 20 分鐘 30 rpm，沉澱 20 分鐘後測殘餘濁度。在監測第三分鐘以多元氯化鋁(PACl)作為混凝劑加藥，經快慢混過後沉澱，最後測殘餘濁度。由於計畫期間，未曾出現極端高濁原水，因此以高嶺土配製模擬水樣以瞭解 FICA 在高濁度時之適用性。

不足加藥的 RGB 分析值

1.較低濁度原水(60 NTU)

第一組原水濁度為 58 NTU，pH = 8，不足加藥 0.5 mg/L，進行光訊號之監測，其監測影像分析之 RGB 值結果如圖 3-24，在化學混凝處理原水的光訊號結果在一開始呈現穩定的現象，在光訊號開始隨時間小幅度變動時，便有向下遞減的趨勢，一段時間後，整體訊號值遞減的趨勢逐漸變平緩且膠羽顆粒逐漸變多，隨時間呈現大幅度的跳動狀態。

此組水樣初始光訊號值在 72~86 之間，在處理階段光訊號雖有遞減趨勢，但幅度不大，一段時間後光訊號值趨於平緩在 62~68 之間，前後光訊號落差不大的原因可能是此水樣為低濁度，本身顆粒數少，在加藥處理後影像有較大顆膠羽出現外，背景澄清度與加藥處理前相似。

從影像監測來看(表 3-10 時間 3:57)，在監測開始後第三分鐘加藥，快混期間監測管中陸續出現膠羽顆粒，光訊號值在背景逐漸澄清的狀況下小幅度下降。慢混期間膠羽逐漸聚集變大，有膠羽通過時散射較多的光線使光訊號值上升，無膠羽通過時光訊號值就下降，這為慢混階段光訊號值上下跳動的原因。經沈澱過後，測得殘餘濁度為 3.44 NTU。圖中在 9 分鐘與 16 分鐘出現兩個 peaks，推斷並非膠羽通過，而可能光的閃動或是水中有其他物質通過。

在膠羽生成之前，水樣中的顆粒分布均勻，光線散射的量不會有太大的差異，使光訊號值跳動幅度並不明顯，而光訊號值的標準偏差也比較小，反之，在膠羽生成之後，水中的小顆粒凝聚形成大顆膠羽，光線散射的量會因為有無照射到膠羽而不同，使光訊號值跳動的幅度變大且明顯，而光訊號值的標準偏差也會變大，因此，可以推測出當光訊號的標準偏差值大，表示水中膠羽形成狀況良好，反之，光訊號的標準偏差值小，表示水中的顆粒並沒有聚集形成膠羽。利用此推測將快慢混階段的光訊號值進行標準偏差計算，並將偏離的 9 分鐘與 16 分鐘的值踢除，得到的結果如圖 3-25，比較光訊號值及光訊號值的標準偏差可以看出，在加藥之後，因為水中顆粒快速聚集，背景值漸漸變黑，使得 RGB 值有明顯下降，標準偏差值升高，之後因為不足加藥，顆粒聚集成效並不高，所以 RGB 值沒有很明顯的跳動現象，標準偏差值有下降趨勢。在光訊號值的跳動幅度不大時，標準偏差值皆沒有明顯的上升，由此可看出，利用標準偏差值可以推測出水中膠羽生長的情形。

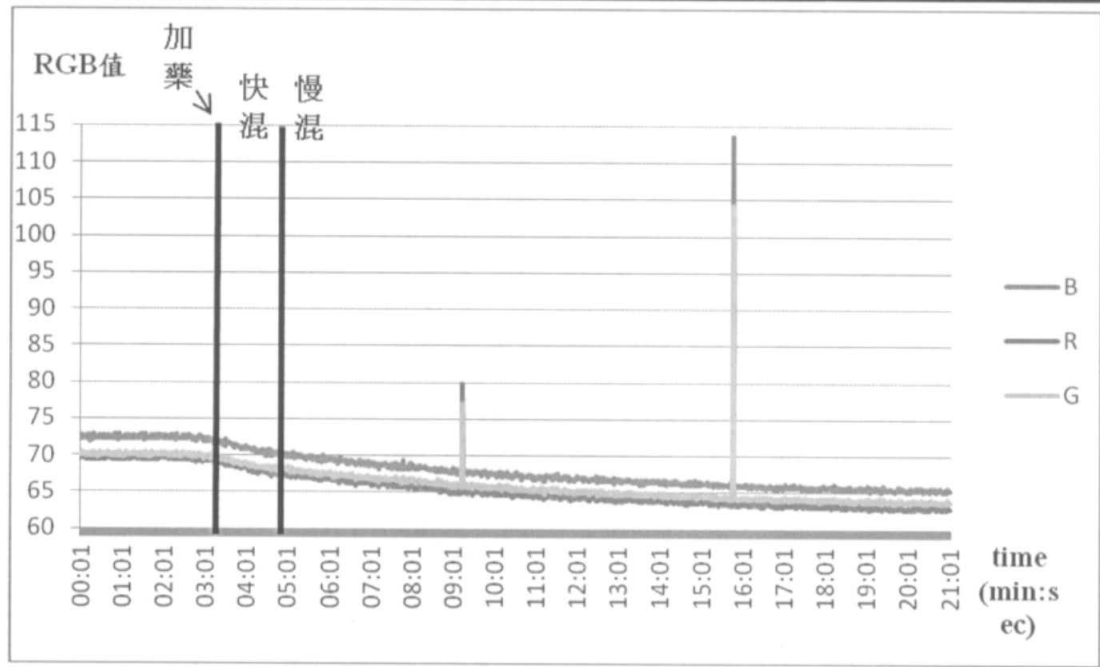


圖 3-24 較低濁度不足加藥的 RGB 分析值(PACl = 0.5 mg/L , 58 NTU)

表 3-10 較低濁度不足加藥的影像監測(PACl = 0.5 mg/L , 58 NTU)

反應階段	原水	快混	慢混
監測影像 time (min:sec)	01:17	03:57	06:17
	02:25	04:32	12:49

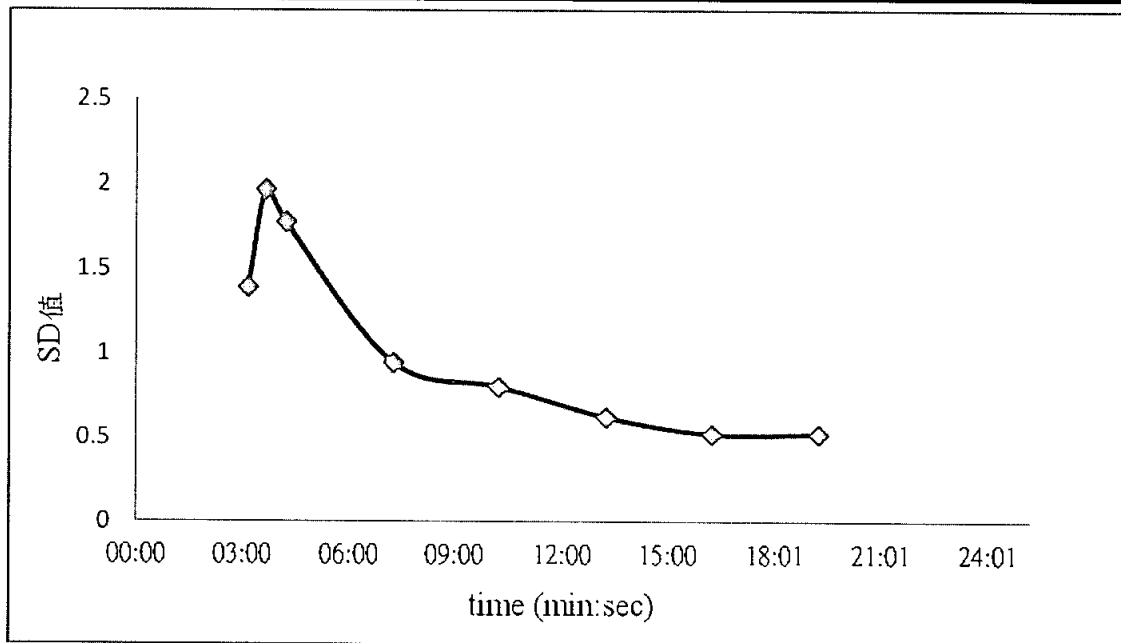


圖 3-25 較低濁度不足加藥的 RGB-S.D.值(PACl = 0.5 mg/L，58 NTU)

(2)較高濁度原水(140 NTU)

第二組原水濁度為 148 NTU，pH = 8，不足加藥 0.5 mg/L。前三分鐘依然呈現穩定狀態，進行光訊號之監測，其監測影像分析之 RGB 值結果如圖 3-26，加藥後光訊號呈現明顯的下降趨勢，慢混階段的光訊號呈現小幅度震盪且趨於平緩。

從影像監測來看(表 3-11)，第三分鐘加藥後，膠羽的生成及背景值逐漸澄清符合光訊號值逐漸下降。慢混階段，光訊號值跳動幅度較大的地方表示有大顆粒通過監測管，其餘則為細小顆粒通過監測管，由(表 3-11 時間 12:49)可得知膠羽顆粒成長的並不理想。最後殘餘濁度為 7.66 NTU。

同樣的，在 14:30 到 16:00 間有兩個突然跳高，應不是膠羽造成，因此也在計算標準偏差剔除。從光訊號值的標準偏差來看(圖 3-27)，因為高濁度初始的光訊號值較高，所以在快混階段，當顆粒開始凝聚時，光訊號值的下降幅度較低濁度的明顯，所以光訊號值的標準偏差值會比較高而有明顯的上升。

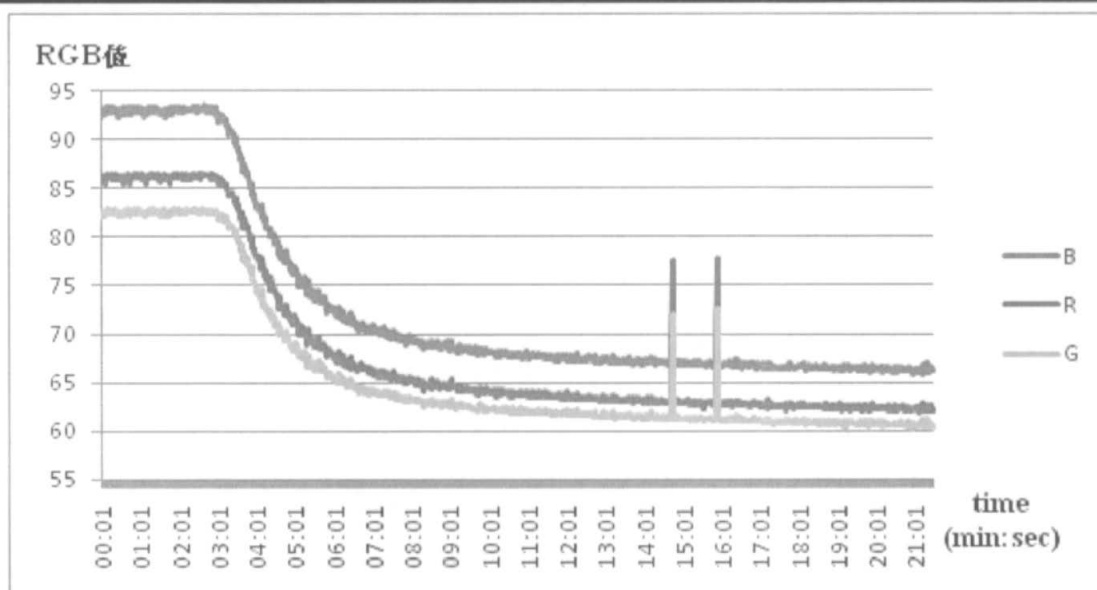


圖 3-26 較高濁度不足加藥的 RGB 分析值(PACl = 0.5 mg/L , 148 NTU)

表 3-11 較高濁度不足加藥的影像監測(PACl = 0.5 mg/L , 148 NTU)

反應階段	原水	快混	慢混
監測影像 time (min:sec)	01:17	03:52	06:17
	02:25	04:37	12:49

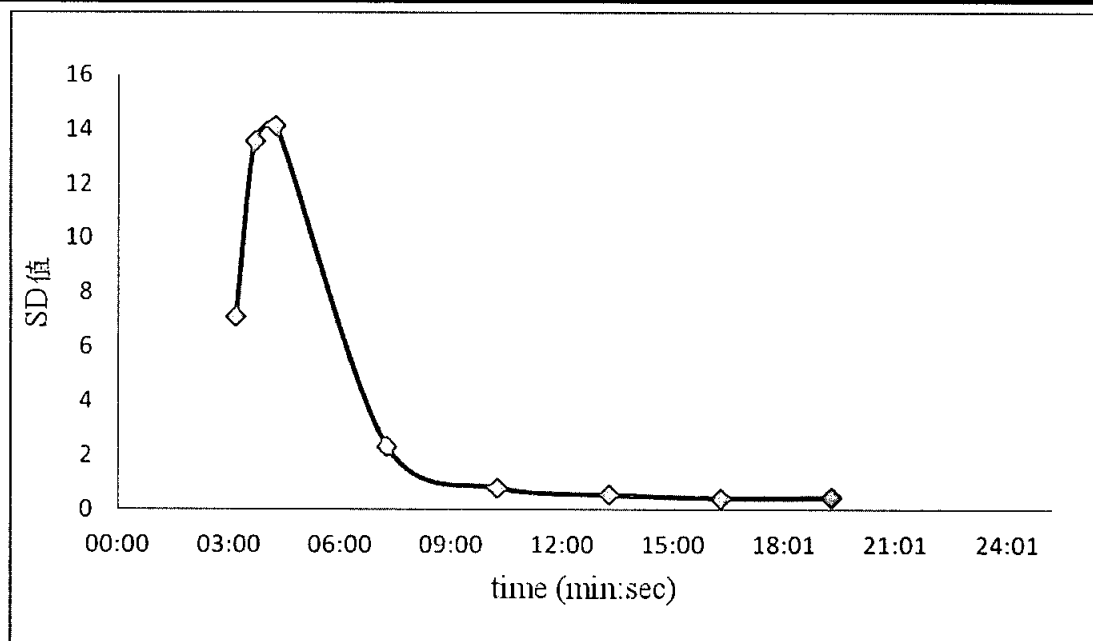


圖 3-27 較高濁度不足加藥的 RGB-S.D.值(PACl = 0.5 mg/L，148 NTU)

最佳加藥的 RGB 分析值

(1)較低濁度原水(20 NTU)

第一組原水初測得濁度為 19.5 NTU，pH = 8，最適加藥量 1.0 mg/L，進行光訊號之監測，其監測影像分析之 RGB 值結果如圖 3-28，加藥後光訊號呈現明顯的下降趨勢，慢混階段的光訊號呈現小幅度震盪且趨於平緩。

在開始監測前訊號穩定(表 3-12 時間 02:17)，在監測開始後第三分鐘加藥，快混期間監測管中陸續出現膠羽顆粒，光訊號值在背景逐漸澄清的狀況下小幅度下降。慢混期間膠羽逐漸聚集變大，有膠羽通過時散射較多的光線使光訊號值上升，無膠羽通過時光訊號值就下降，這是慢混階段光訊號值上下跳動的原因，也由於膠羽適量產生，光訊號跳動的頻率較不足加藥時有增加。經沈澱過後，測得殘餘濁度為 1.23 NTU。

從光訊號值的標準偏差來看(圖 3-29)，在低濁度時，背景澄清度與實際背景值差異不大，在第 11 分鐘之前光訊號值並沒有明顯的跳動，光訊號值的標準偏差較小，等到第 11 分鐘之後，膠羽逐漸生成，故偵測到較大的光訊號值，由影像監測的圖片可以看出有大膠羽產生，標準偏差值在第 11 分鐘後也有明顯的上升趨勢。

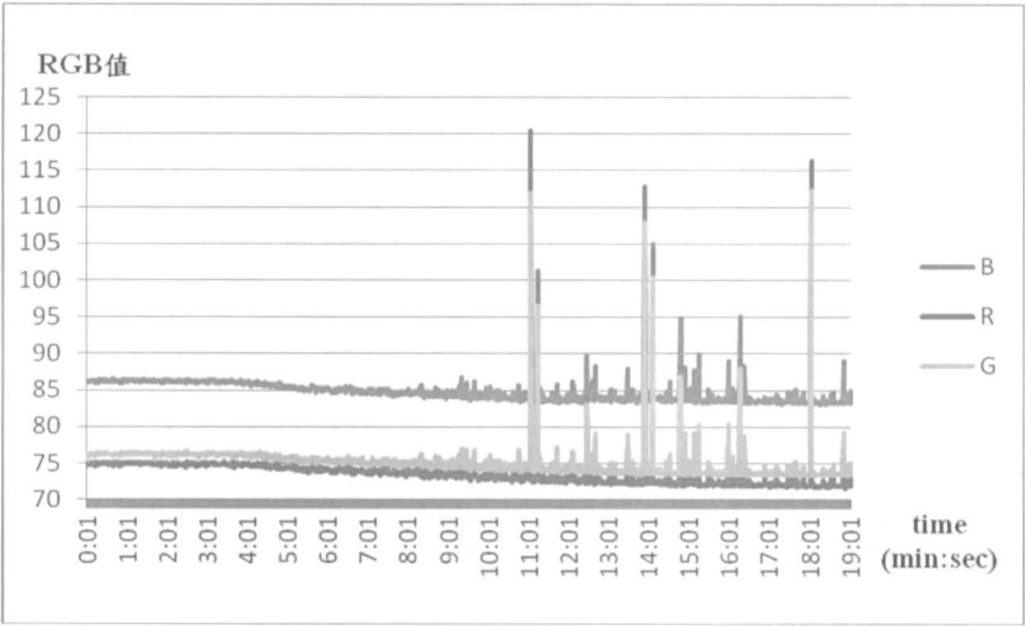


圖 3-28 較低濁度適量加藥的 RGB 分析值(PACl = 1.0 mg/L，19.5 NTU)

表 3-12 較低濁度適量加藥的影像監測(PACl = 1.0 mg/L，19.5 NTU)

反應階段	原水	快混	慢混
監測影像 time (min:sec)	01:30	03:19	06:30
	02:17	04:32	11:19

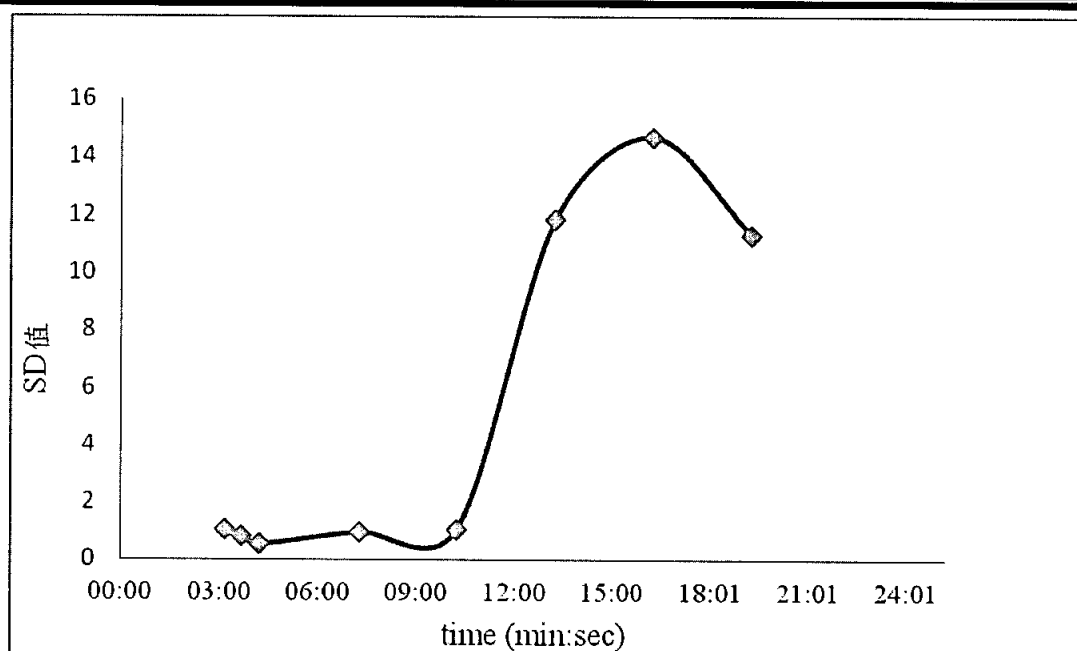


圖 3-29 較低濁度適量加藥的 RGB-S.D.值(PACl = 1.0 mg/L，19.5 NTU)

(2)較低濁度原水(60 NTU)

第二組初測得濁度為 57.3 NTU，pH = 8，最適加藥量 1.25 mg/L，進行光訊號之監測，其監測影像分析之 RGB 值結果如圖 3-30。在化學混凝處理原水的光訊號結果在一開始呈現穩定的現象，光訊號開始因有膠羽的產生隨時間小幅度變動時，而背景逐漸澄清開始有向下遞減的趨勢。一段時間後，整體訊號值遞減的趨勢逐漸變為平緩且後續膠羽顆粒逐漸變多，隨時間呈現大幅度的上下跳動。

開始監測前三分鐘呈現穩定(表 3-13 時間 02:26)，在監測開始後第三分鐘加藥，快混期間監測管中陸續出現膠羽顆粒，光訊號值在背景逐漸澄清的狀況下逐漸下降。慢混期間膠羽逐漸聚集變大，有膠羽通過時入射光大量散射，反應在分析值上。濁度越高，水中顆粒越多，膠羽形成也越多，故濁度 60 NTU 的光訊號值比濁度 20 NTU 的光訊號值跳動幅度大。經沉澱後，測得殘餘濁度為 1.36 NTU。

從光訊號值的標準偏差來看(圖 3-31)，在第七分鐘之後，標準偏差值很明顯的開始上升，從 RGB 分析值來看也有很明顯的跳動訊號，從監測影像來看，也有很明顯的大膠羽產生，也間接說明，利用光訊號值的標準偏差可以判斷膠羽的生長狀況。

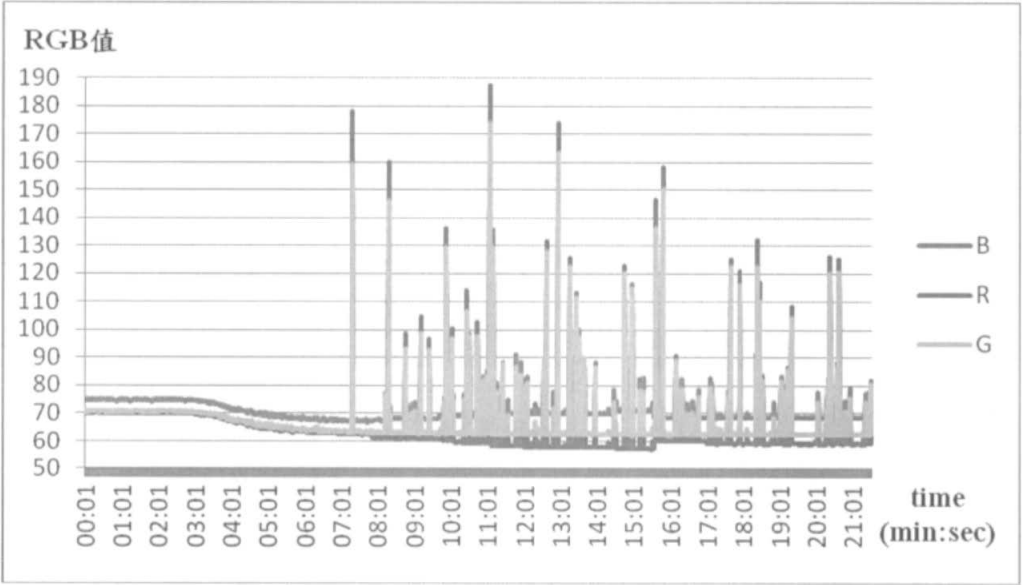


圖 3-30 較低濁度適量加藥的 RGB 分析值(PACl = 1.25 mg/L , 57.3 NTU)

表 3-13 較低濁度適量加藥的影像監測(PACl = 1.25 mg/L , 57.3 NTU)

反應階段	原水	快混	慢混
監測影像 time (min:sec)	01:40	03:25	10:29
	02:26	04:32	13:41

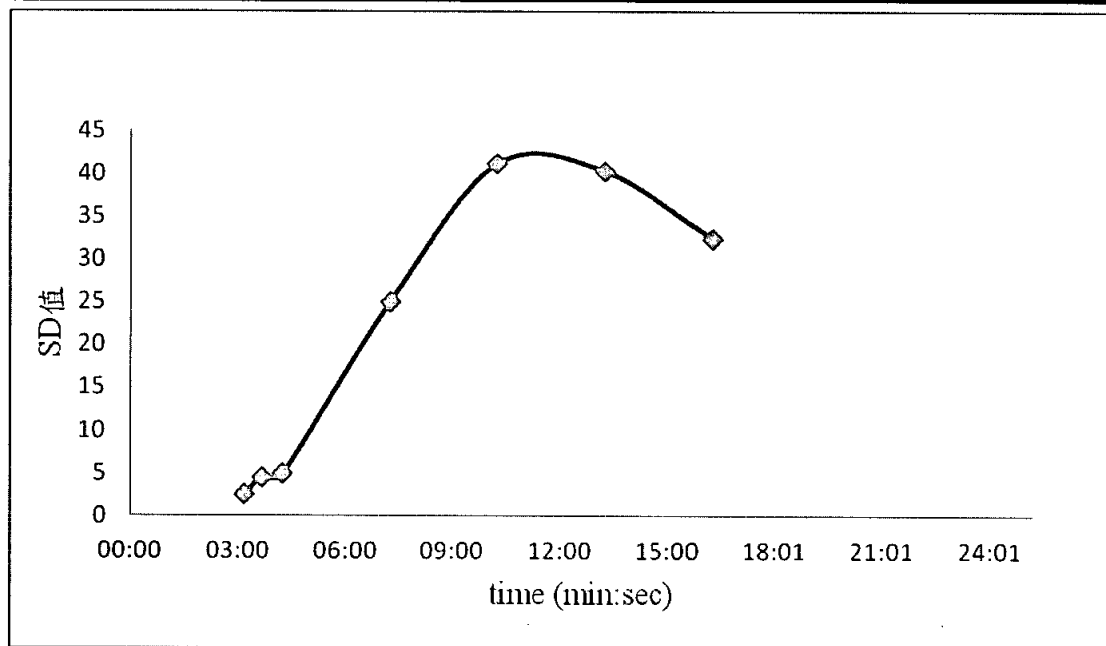


圖 3-31 較低濁度適量加藥的 RGB-S.D.值(PACl = 1.25 mg/L，57.3 NTU)

(3)較高濁度原水(145 NTU)

第三組初測得濁度為 145.5 NTU，pH = 8，最適加藥量 1.25 mg/L，進行光訊號之監測，其監測影像分析之 RGB 值結果如圖 3-32。由於濁度高顏色較白，光訊號初始值要比低濁度原水來的高，約在 83~92 之間。前三分鐘光訊號值一樣呈現穩定的現象，進入快混階段後，因膠羽的生成而使背景澄清讓光訊號值快速下降，一段時間後光訊號隨時間趨於平緩，有大顆膠羽通過則有大幅度的跳動現象。

在初期的 RGB 由於濁度呈現數值較高且穩定(表 3-14 時間 02:20)，在三分鐘加藥後，從監測影像(表 3-14 時間 03:40)可以看出由於膠羽的生成，使得背景逐漸澄清而產生 RGB 值快速的下滑趨勢，一段時間後膠羽持續長成通過監測管，但是，由於濁度過高，在慢混時膠羽太重，沉澱行為較其他濁度來得明顯，使得 RGB 值的跳動幅度沒有濁度 60 NTU 的大。

由光訊號值的標準偏差來看(圖 3-33)，在快混階段，因為膠羽的生成，導致背景值由白色漸漸變成黑色，使得 RGB 值會快速的下降，標準偏差值偏高，在第 11 分鐘之後，水中顆粒形成的膠羽被偵測到，由監測影像中可以看到有膠羽的生成，標準偏差值也有上升的趨勢。

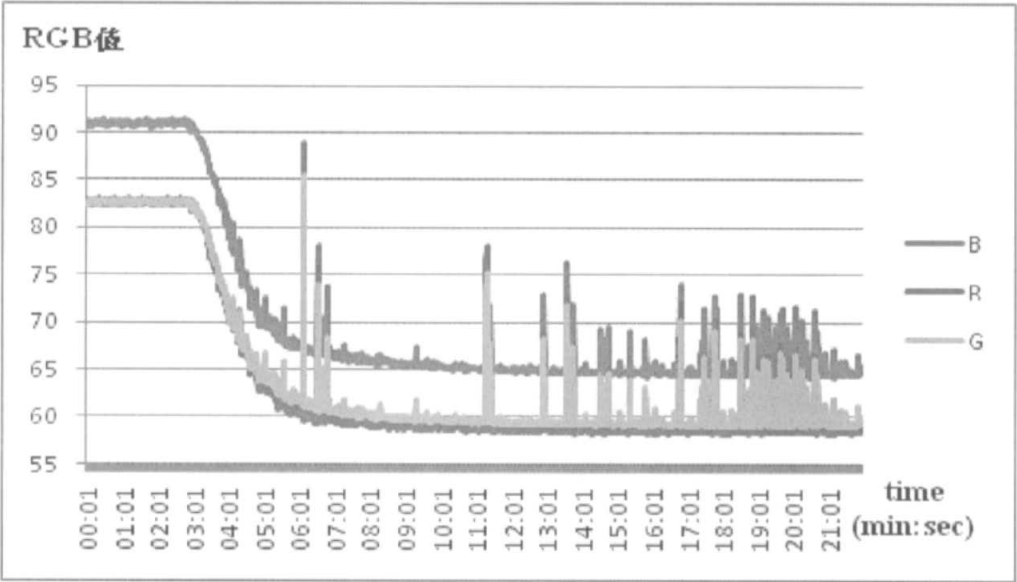


圖 3-32 較高濁度適量加藥的 RGB 分析值(PACl = 1.25 mg/L , 145.5 NTU)

表 3-14 較高濁度適量加藥的影像監測(PACl = 1.25 mg/L , 145.5 NTU)

反應階段	原水	快混	慢混
監測影像 time (min:sec)	01:26	03:40	06:48
	02:20	04:25	13:35

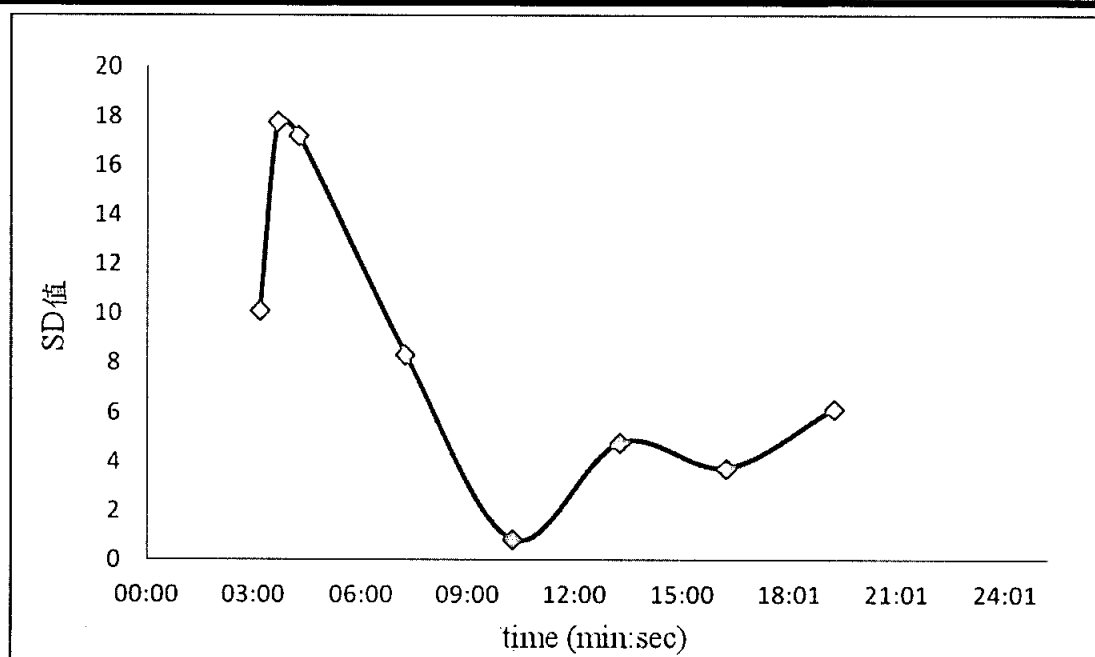


圖 3-33 較高濁度適量加藥的 RGB-S.D.值(PACl = 1.25 mg/L，145.5 NTU)

過量加藥的 RGB 分析值

(1)較低濁度原水(60 NTU)

第一組原水濁度為 64.2 NTU，pH = 8，過量加藥 5 mg/L。前三分鐘依然呈現穩定狀態，加藥後沒有明顯的下降趨勢(圖 3-34)，反而上升，表示這邊有大量膠羽生成。慢混階段的光訊號出現震盪趨勢，表示在監測管中有著大量顆粒通過，造成上下震盪情形。

從影像監測來看(表 3-15)，第三分鐘加藥後，膠羽的生成在對應到光訊號值上，因為有顆粒經過造成訊號開始跳動，但是與最佳加藥的 RGB 值來相比，過量加藥 RGB 值下降的趨勢沒有出現反而是上升，應是因為過量加藥使顆粒電性逆轉呈現再穩定狀態。慢混階段，RGB 值呈現上下跳動，但是水中顆粒為穩定狀態，膠羽顆粒的成長並不理想，在(表 3-15 時間 12:49)可看出膠羽呈現鬆散不緊實。最後殘餘濁度為 3.84 NTU。

由訊號值的標準偏差來看(圖 3-35)，在第四分鐘之後，由於過量加藥，導致水中顆粒電性反轉，呈現再穩定狀態，搭配 RGB 分析值及監測影像來看，水中顆粒在形成小膠羽之後並沒有繼續聚集形成大膠羽，而是懸浮在水中，則讓監測管的背景值呈現灰白色，RGB 值有明顯的跳動現象，所以標準偏差值會持續有上升的趨勢。在不足加藥及適量加藥的情況下，標

準偏差上升表示有大膠羽通過監測管，但是在過量加藥的情況下，標準偏差值上升表示，水中顆粒呈現再穩定狀態，無法持續聚集成大膠羽而懸浮在水中，所以當從監測管中看到是許多懸浮在水中的小膠羽，當進行影像分析時，灰白色膠羽與黑色背景值有明顯的差異，所以在慢混階段 RGB 值會有頻率很高及明顯的跳動。比較不足加藥、適量加藥及過量加藥的標準偏差圖可以看出，不足及適量加藥在有大膠羽通過監測管時，標準偏差值會上升，但是當膠羽通過之後，背景值即變為黑色，RGB 值下降，標準偏差值也有下降趨勢，但是在過量加藥下，在快混開始之後，RGB 值的跳動頻率很高，標準偏差值也一直上升，直到慢混結束標準偏差值也沒有下降趨勢，因此，在開始快混之後，如果標準偏差值一直維持上升趨勢或是數值一直維持很高時，就可以判斷出已經過量加藥。

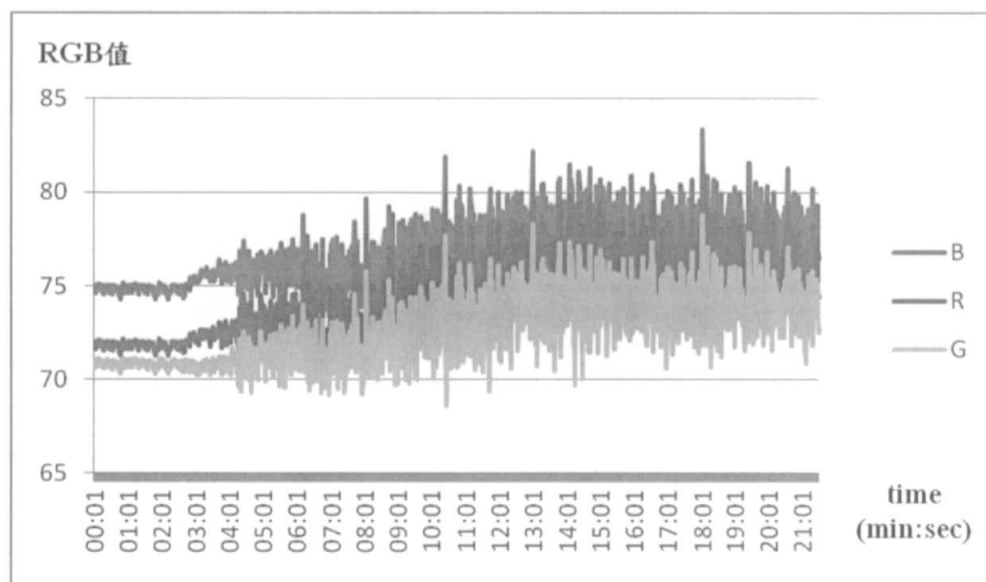
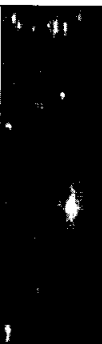
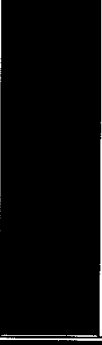


圖 3-34 較低濁度過量加藥的 RGB 分析值(PACl = 5 mg/L, 64.2 NTU)

表 3-15 較低濁度過量加藥的影像監測(PACl = 5 mg/L, 64.2 NTU)

反應階段	原水	快混	慢混
監測影像 time (min:sec)	01:10	03:55	06:32
			
	02:25	04:34	12:49
			

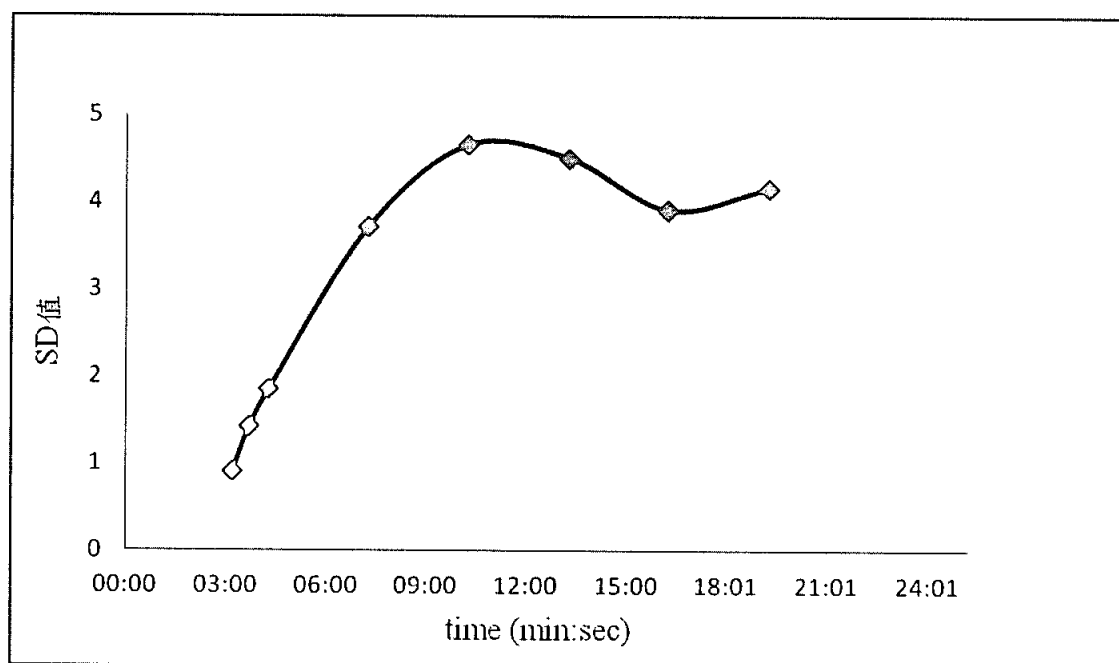


圖 3-35 較低濁度過量加藥的 RGB-S.D.值(PACl = 5 mg/L, 64.2 NTU)

(2)較低濁度原水(80 NTU)

第二組濁度原水之濁度為 78 NTU， $\text{pH} = 8.3$ ，過量加藥 5 mg/L。前三分鐘光訊號值呈現穩定，加藥後，有下降趨勢(圖 3-36)後又隨時間上升。慢混階段的光訊號出現震盪趨勢，表示在監測管中有著小顆膠羽粒通過，光訊號些微上升且震盪幅度小。

從影像監測來看(表 3-16)，第三分鐘加藥後，可見混凝成效不佳且膠羽細小鬆散，影像則一直呈現灰色的背景以及模糊的白色影像，與最佳加藥的 RGB 值來相比，過量加藥 RGB 值下降的趨勢並不明顯。慢混階段，RGB 值呈現上下跳動，但在(表 3-16 時間 12:53)膠羽顆粒成長不明顯，呈現鬆散零散，表示大量膠羽形成但是不緊實。最後殘餘濁度為 3.06 NTU。

由訊號值的標準偏差來看(圖 3-37)，在第三分鐘加藥之後，光訊號值的標準偏差持續上升，且數值一直維持很高的狀態，由此可以知道已過量加藥。

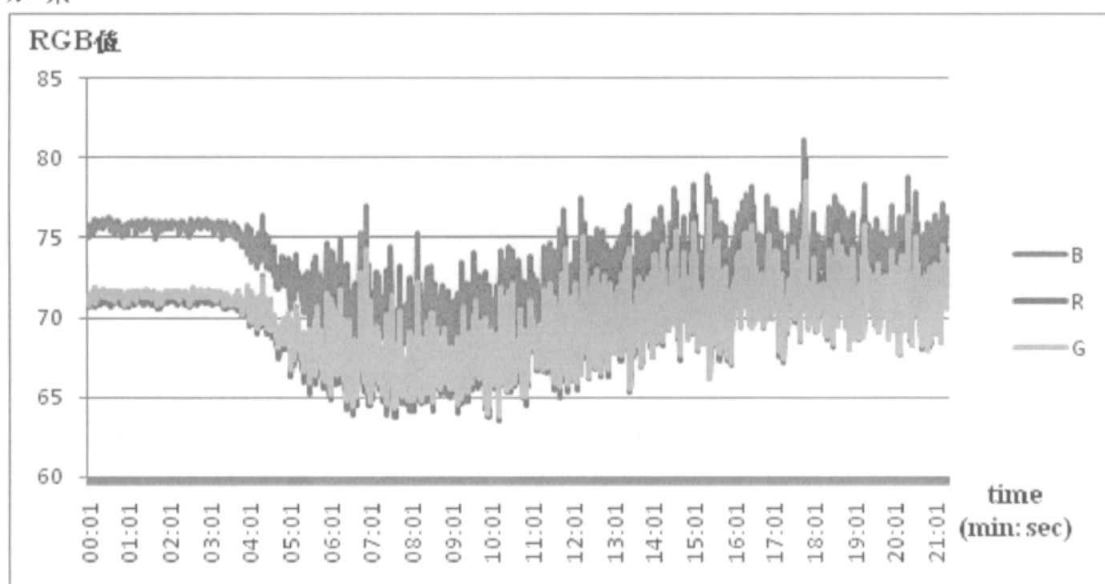
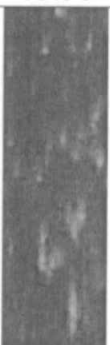
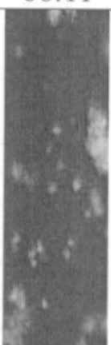


圖 3-36 較低濁度過量加藥的 RGB 分析值(PACl = 5 mg/L，78 NTU)

表 3-16 較低濁度過量加藥的影像監測(PACl = 5 mg/L, 78 NTU)

反應階段	原水	快混	慢混
監測影像 time (min:sec)	01:10	03:56	06:11
			
	02:26	04:38	12:53
			

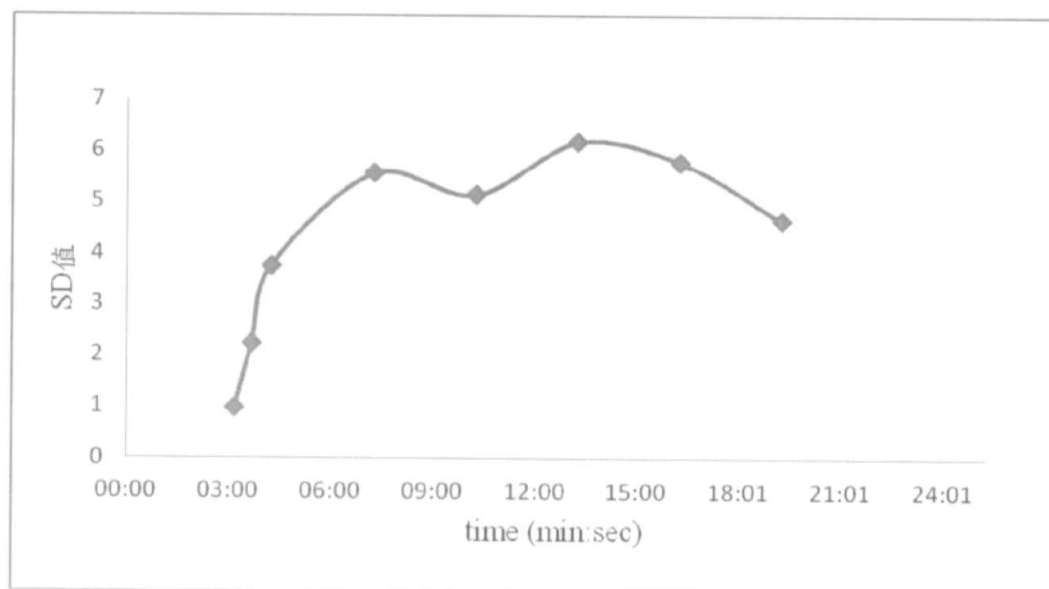


圖 3-37 較低濁度過量加藥的 RGB-S.D.值(PACl = 5 mg/L, 78 NTU)

模擬原水濁度的 RGB 分析值

利用高嶺土模擬原水濁度為 1,000 NTU，pH 約 8，加藥量為 0.8 mg/L，進行光訊號之監測，其監測影像分析之 RGB 值結果如圖 3-38，前三分鐘光訊號值呈現穩定，加藥後，RGB 值有些微上升現象，是因為一開始的快混階段，較高濁度水中的顆粒較多，互相聚集的效果良好，會快速聚集形成較大顆且結構紮實的膠羽，隨著混凝劑在水中分散均勻之後，開始有下降趨勢。在慢混階段，光訊號值跳動幅度並沒有像原水較低濁度那麼明顯，但在光訊號值有些微跳動幅度時，也表示有膠羽通過監測管。殘餘濁度為 10.4 NTU。

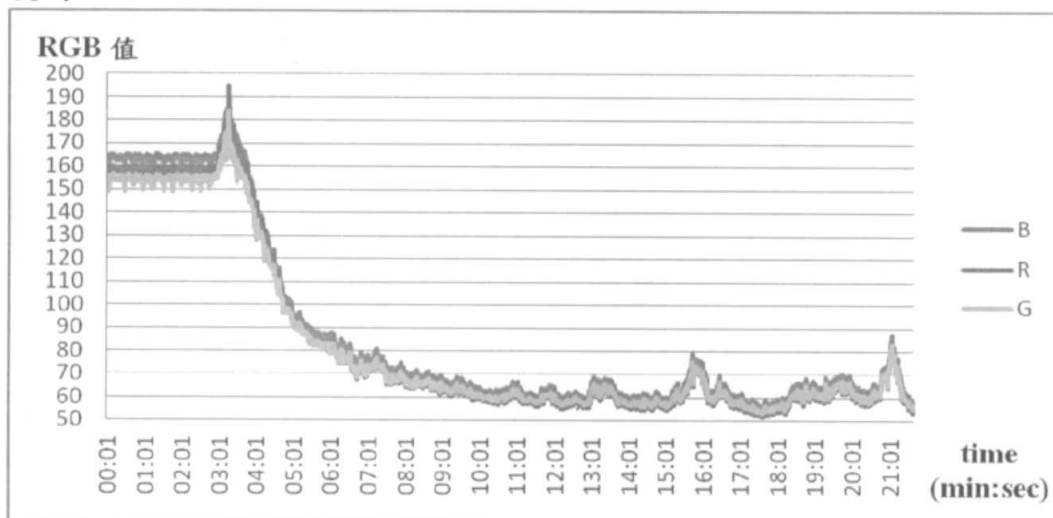


圖 3-38 模擬原水濁度的 RGB 分析值(PACl = 0.8 mg/L，1,000 NTU)

另外，也有配置 3,000NTU 的模擬原水，pH 約 8，加藥量分別為 1 mg/L 及 3 mg/L，進行光訊號之監測，其監測影像分析之 RGB 值結果如圖 3-39 及圖 3-40，由兩張圖可以看出，前三分鐘光訊號值呈現穩定狀態，當水樣通過監測管時，濁度不會均勻分散在流動水樣中，所以光訊號值會有些許跳動的幅度。在加藥之後，RGB 值有下降趨勢，但是卻有跳動現象產生，是因為在較高濁度水樣下，當加藥之後顆粒開始聚集，所形成的膠羽結構會較紮實，所以在快混階段，當有較大顆紮實的膠羽通過時，光訊號值就會有跳動的情形產生。也因為濁度較高的關係，膠羽屬於大且紮實，所以在慢混階段，膠羽大多已經沉澱在槽體底部，所以並沒有很明顯的光訊號值跳動情形產生。殘餘濁度分別為 6.5 NTU 及 9.52 NTU。

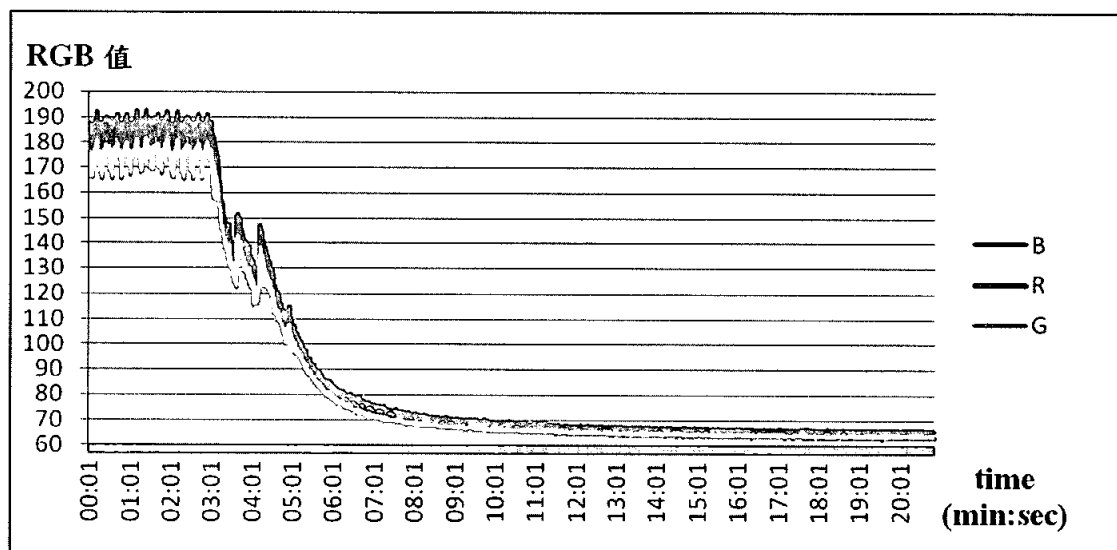


圖 3-39 模擬原水濁度的 RGB 分析值(PACl = 1 mg/L , 3,000 NTU)

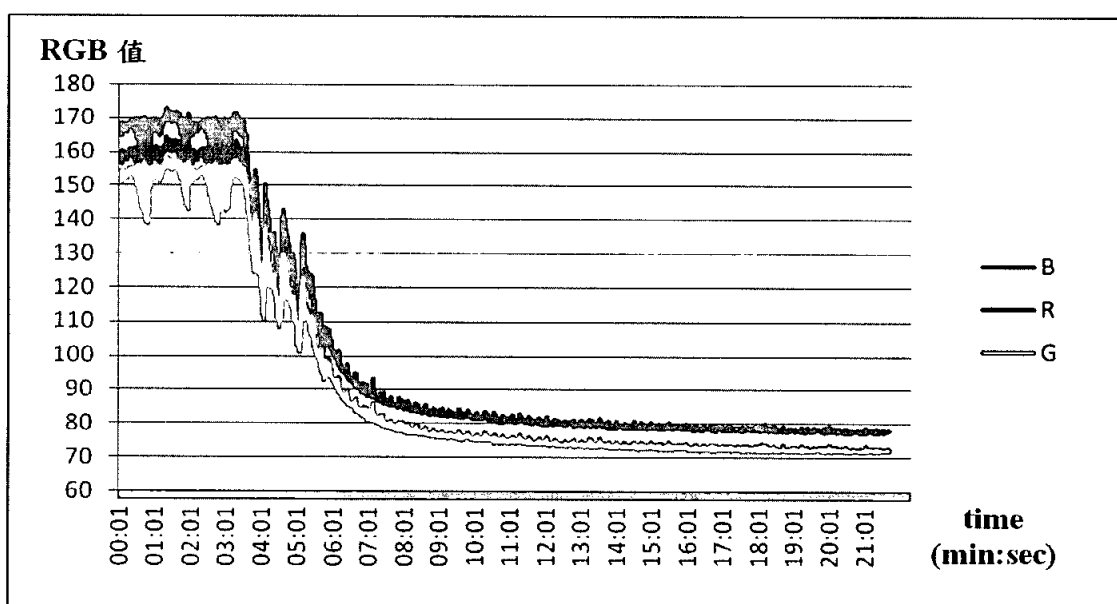


圖 3-40 模擬原水濁度的 RGB 分析值(PACl = 3 mg/L , 3,000 NTU)

綜合高嶺土模擬原水的 FICA 測試結果，當混凝發生，仍可以看到 RGB 值快速的下降，但是由於濃度過高，除了許多大膠羽在慢混時就已沉下，在抽送水樣至監測管的過程中，也會累積在管子彎曲或是平緩的部份，累積後在隨機的大量被沖出，因此才會看到在 RGB 值在加藥前便有許多大幅度的跳動，尤其是加藥前就發現 RGB 值突然的減少，因為顆粒多累積在管中，而只有較清澈的水流出。因此採樣方式必須做一檢討。

不同殘餘濁度及 RGB 斜率與藥劑量之關係

當膠羽開始形成時，RGB 值會有下降趨勢，RGB 斜率之計算方式為分析膠羽形成階段(快混期間)之 RGB 值，在最適加藥時，RGB 值下降趨勢最為明顯，RGB 斜率也最大，但一超過最適加藥時，斜率開始變小，就可知道已超過最適加藥量，本計畫即利用此變化趨勢來判斷是否達到或超過最適加藥量之指標。

在濁度 40 NTU 原水混凝實驗時，分別以藥劑量 0.5 mg/L、0.75 mg/L、1 mg/L、1.25 mg/L、1.5mg/L、1.75mg/L、2 mg/L、3 mg/L、5 mg/L，九個不同劑量來討論藥劑量、RGB 斜率與殘餘濁度的關係。

實驗結果如圖 3-41，加藥量為 0.5 mg/L 到 2.0 mg/L 之間，RGB 斜率變大(此處僅討論值，不計正負號)且殘餘濁度降低，表示混凝效果變好。在加藥量 2 mg/L~5 mg/L 之間，RGB 斜率隨加藥量增加而變大，但是卻是向上增加，也就是水樣處理後卻越濁，但是殘餘濁度卻沒有隨加藥量增加而上升，是因為在沉澱時是利用沉澱絆除的方式使膠羽沉降，在過量加藥時，由於已電性反轉呈現再穩定狀態，所以膠羽都會懸浮在水中，在靜置的時候，膠羽跟膠羽之間會有架橋作用，可將水中細小顆粒一併沉降去除，而使殘餘濁度沒有上升的趨勢。RGB 斜率因大量鬆散膠羽生成使斜率變大，因此可以推測最佳加藥量應在 2.0 mg/L。

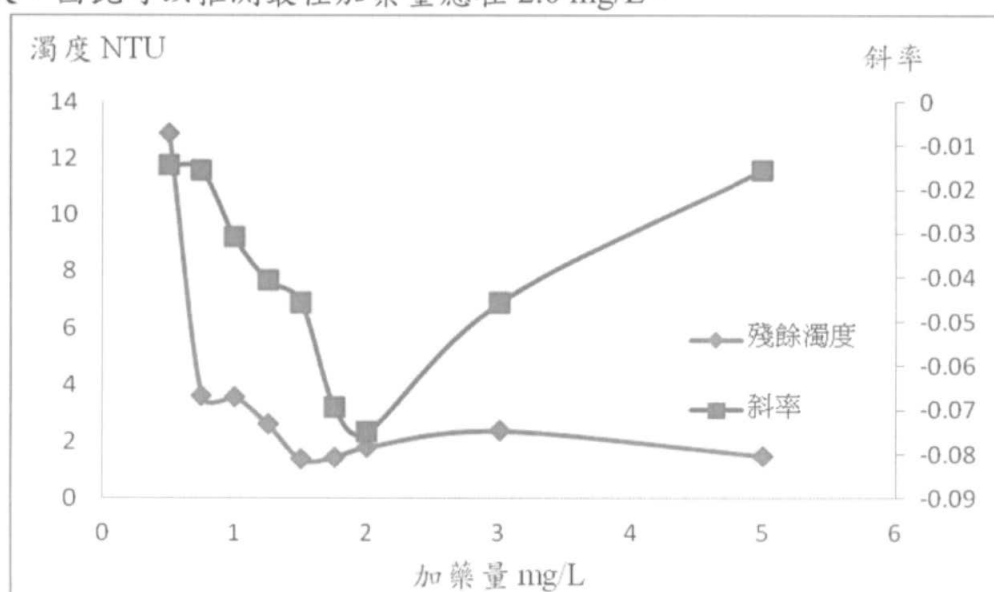


圖 3-41 濁度-RGB 斜率與加藥量之關係圖(40 NTU)

在濁度 90 NTU 原水混凝實驗時，分別以藥劑量 0.5 mg/L、0.75 mg/L、1 mg/L、1.25 mg/L、1.5mg/L、1.75mg/L、2 mg/L、3 mg/L、5 mg/L，九個不同劑量來討論藥劑量、RGB 斜率與殘餘濁度的關係。

實驗結果如圖 3-42，加藥量為 0.5 mg/L 到 1.75 mg/L 之間，RGB 斜率(值)變大且殘餘濁度降低，表示混凝效果變好。加藥量超過 2 mg/L 時，RGB 斜率隨加藥量增加而變大且殘餘濁度開始上升，此時則是為電性反轉造成小膠羽不會再聚集形成更大顆膠羽而懸浮在水中，而濁度太高使得沉降絆除無法將水中顆粒完全去除而導致濁度上升。RGB 斜率因大量鬆散膠羽生成使 RGB 斜率變大，因此可以推測最佳加藥量應約為 1.75 mg/L。

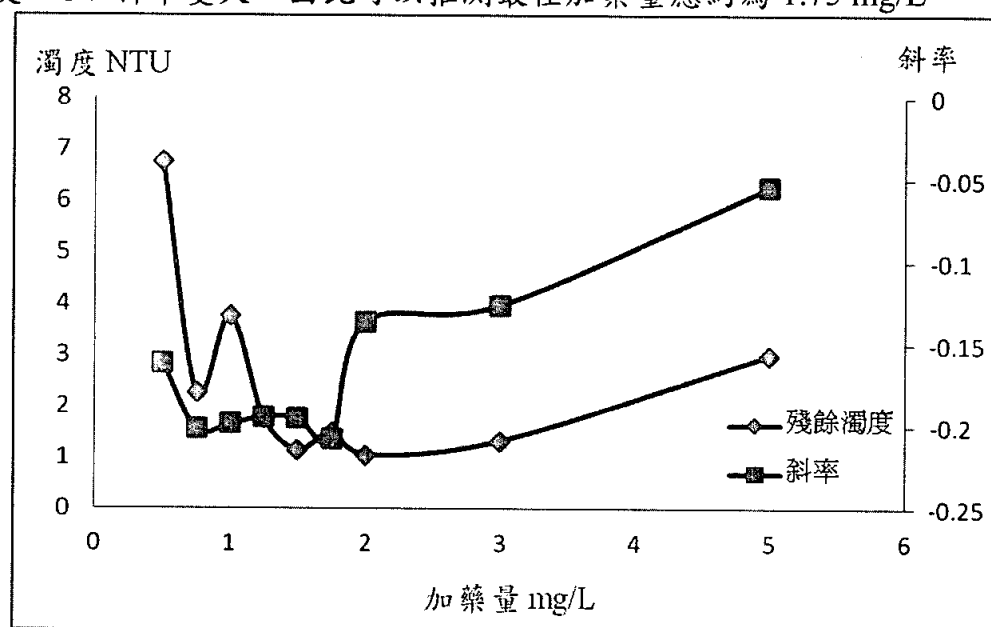


圖 3-42 濁度-RGB 斜率與加藥量之關係圖(90 NTU)

利用高嶺土模擬原水濁度看，在高濁度時，殘餘濁度及 RGB 斜率與加藥量的關係。利用高嶺土配置濁度 1,000 NTU 的模擬水樣，分別以藥劑量 0.5 mg/L、0.8 mg/L、1 mg/L、1.3 mg/L、1.5mg/L、2 mg/L、3 mg/L、5 mg/L，八個不同劑量來討論藥劑量、RGB 斜率與殘餘濁度的關係。

實驗結果如圖 3-43，加藥量為 0.5 mg/L 到 0.8 mg/L 之間，RGB 斜率變大，殘餘濁度降低，但是當加藥量為 0.8 mg/L 到 2 mg/L 之間，RGB 斜率卻開始上升，殘餘濁度也有些微跳動情形，在高濁度時，由於水中顆粒相當多，在不足加藥時，當水中顆粒開始聚集形成膠羽之後，所形成的膠

羽緊密度可能會不一致，而導致光訊號值有很大的不同，所以 RGB 斜率可能會有跳動的情形發生。在加藥量 2 mg/L 到 3 mg/L 之間，RGB 斜率明顯的變大，殘餘濁度也有下降趨勢，可能是因為已達最適加藥，水中顆粒都可以很平均的聚集成大膠羽，所以 RGB 斜率有明顯的下降趨勢。在加藥量超過 3mg/L 時，RGB 斜率與殘餘濁度有明顯的上升，這是因為已過量加藥，水中顆粒電性反轉呈現再穩定狀態，使得濁度再度上升。由影像監測圖上膠羽的成長狀況，推得最佳加藥在 3mg/L，可使膠羽有效生成。

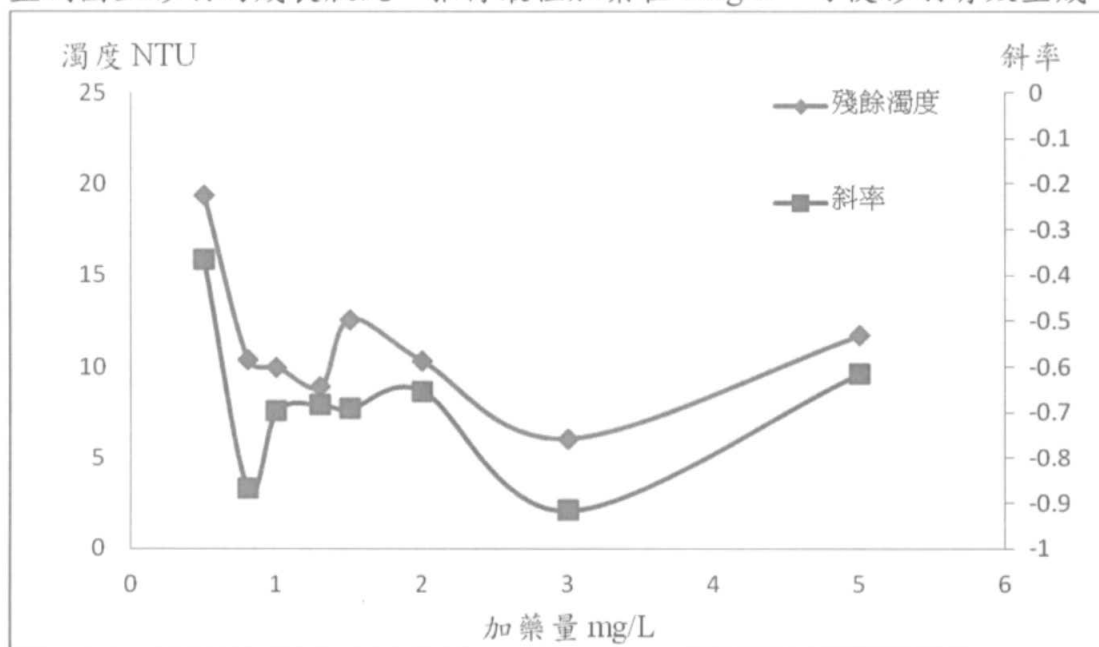


圖 3-43 高嶺土水樣濁度-RGB 斜率與加藥量之關係圖(1,000 NTU)

利用高嶺土配置 3,000 NTU 的模擬水樣，分別以藥劑量 0.5 mg/L、1 mg/L、1.5 mg/L、2 mg/L、2.5 mg/L、3 mg/L、3.5 mg/L、4 mg/L、7 mg/L，九個不同劑量來討論藥劑量、RGB 斜率與殘餘濁度的關係。

實驗結果如圖 3-44，加藥量為 0.5 mg/L 到 3 mg/L 之間，RGB 斜率及殘餘濁度有很明顯的跳動情形，此時，由於水中顆粒相當多，在不足加藥時，當水中顆粒開始聚集形成膠羽之後，所形成的膠羽緊密度可能會不一致，而導致光訊號值有很大的不同，無法很正確的判斷出最適加藥量。這是受採樣方式的限制，改善的對策仍在嘗試中。

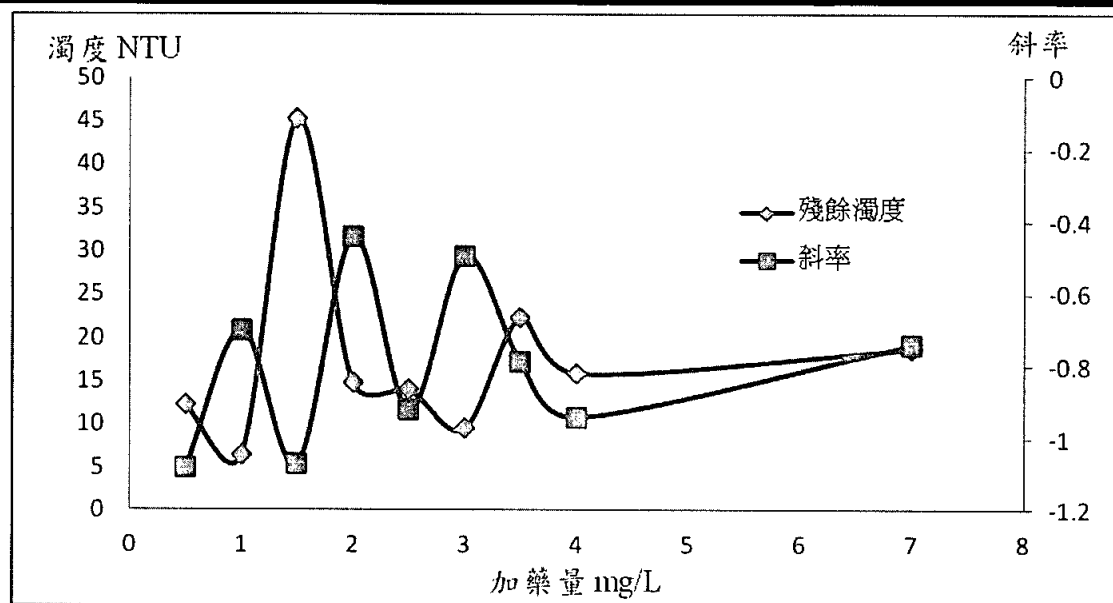


圖 3-44 高嶺土水樣濁度-RGB 斜率與加藥量之關係圖(3,000 NTU)

PDA 及 FICA 系統是利用光學的方式偵測顆粒聚集的程度，因此這些技術不會因水質變化而產生偵測誤差，且可直接用於偵測混凝槽內之膠羽，遲滯時間較短，較適合連續處理水質變化大之原水，彙整 PDA 及 FICA 系統之特點、可行性及應用限制如表 3-17。由今年度實驗結果顯示，PDA 系統可利用 ΔFI 值的變化判斷混凝最適加藥量，其適用之濁度範圍在去年度及今年度的天然原水實驗中，10 ~ 1,000 NTU 濁度範圍之原水均適用於 PDA 監測。FICA 系統可利用 RGB 斜率值之變化，輔以影像監測方式判斷混凝最適加藥量，並利用 RGB 之 SD 值變化趨勢判斷過量加藥，其適用之濁度範圍在實驗室天然原水分析部分與 PDA 系統相同為 10 ~ 1,000 NTU，另以人工以高嶺土配置 1,000 NTU 及 3,000 NTU 的模擬水樣結果顯示，1,000 NTU 可準確判定最適混凝劑加藥量，但 3,000 NTU 模擬水樣則無法很正確的判斷出最適加藥量。後續將 PDA 及 FICA 系統利用模型廠進行長時間之連續運轉測試及調整，以驗證實驗室之測試結果應用之程度及範圍。

表 3-17 PDA 及 FICA 特點、可行性及應用限制彙整

項目 \ 監測技術	光纖膠羽偵測 (PDA)	膠羽影像色彩分析 (FICA)
特點		
偵測方式	膠羽大小	懸浮液色彩及膠羽大小
濁度適用範圍	天然原水：10 ~ 1,000 NTU	天然原水：10 ~ 1,000 NTU 人工原水：3,000 NTU 以下
pH 值	不影響	不影響
色度物質	不影響	不影響
離子強度	不影響	不影響
參數值的決定	易	易
遲滯時間	短	短
原水適用種類	地表水	地表水
可行性	● PDA 系統發展多年，技術相對成熟。	● 可直接觀察膠羽大小。
	● PDA 及 FICA 系統設置簡易，硬體設備價格相當低廉，硬體更新或是升級相當容易，且便利性高。 ● PDA 及 FICA 系統可在快混及慢混初期便可得知加藥量適當與否，可有效控制加藥並提昇操作效率。	
應用限制	● ΔFI 值的變化會受顆粒濃度及大小影響。	● 訊號變化會因水質特性而異，又非單純以數字界定處理成效，雖然可直接觀測影像有助提高操作人員接受度，但無標準操作範圍亦可能造成技術推廣初期的阻礙。 ● 影像解析度較低。

3.2.3 以代表性之不同規模淨水場建造傳統淨水程序之模型廠並裝置自動操作監控系統

模型廠設置地點規劃

由於地表水濁度變化受天候影響較為顯著，因此混凝加藥應隨濁度變化而調整。此外，出水量大於十萬噸之淨水場其混凝加藥優劣對於水場操作影響較為明顯，因此，依據上述挑選原則，以地表水為水源且出水量大於十萬噸之淨水場，較符合建立自動操作監控系統之需求，並且從以往原水水質資料發現，其原水濁度變化大且屬於較不易沉降泥造成濁度物質為主(濁度/SS 比值小於 1)，此種原水水質特性變化大，傳統加藥方式無法有效因應，故選擇此淨水場進行加藥監控實驗，以建立加藥模式，可發揮加藥監控之優勢。

新竹第二淨水場隸屬於臺灣自來水公司第三區管理處新竹給水廠，位於新竹市，於民國 89 年完成，設計平均出水量 16 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，有必要支援湖口鄉地區。其原水主要由頭前溪隆恩堰設攔河堰取水，目前出水量約 14 萬 CMD，其原水濁度差異性大，濁度變化可從 12 NTU 至 28,000 NTU。

模型廠流程與單元設置

模型廠設計規劃流程為原水經原水調節槽、快混槽、慢混槽、沉澱槽，最後經快濾槽完成處理程序，由於國內淨水場處理單元並非均單一種形式，因此規劃設計並聯式快混單元及快濾單元各兩組，其中快混型式包括機械攪拌快混及管柱快混，而快濾型式包含重力式快濾及壓力式快濾，模型廠處理流程規劃如圖 3-45 所示。

原水在進入淨水單元前，藉由調節槽控制原水流量及穩定水質，在調節槽內設置溫度計、濁度計、pH 計及鹼度計，以即時監測原水水質變化，且可於此單元添加酸、鹼預先調控原水 pH 值或加入消毒藥劑，同時由批次試驗分析原水之 DOC，由這些數據提供智能系統初步前饋控制混凝劑加

藥量之用。當原水進入快混單元(機械攪拌或管柱快混)後，即藉由模擬慢混之程序及透過光學散射監測系統(PDA)及光學影像監測系統(FICA)之分析數據，以作為智能系統回饋控制混凝劑加藥量之用。原水經快混加藥處理之效能可由量測後續沉澱池上澄液之濁度及污泥量評估混凝效能之優劣。

在後續的過濾單元(壓力式快濾桶或重力式快濾槽)主要依照實廠(新竹第二淨水場)之淨水單元設計，藉由快濾池操作的各項狀態及相關之周邊設備運作狀態如流量、壓力、水位、水質等以 PLC(可程式控制器)蒐集，並發展圖控軟體作即時動態呈現系統，圖控軟體提供易懂之圖形界面，供使用者操作快濾池的運作，而透過 PLC 程式之設計，可提供自動反洗之功能，並在反洗中提供錯誤偵測功能，提升系統操作之方便性。濾池操作監控主要依賴連續收集過濾水之濁度及藉由顆粒計數器分析過濾水之粒子數與所得到之濾床水頭損失數據，以判斷反沖洗之時機及延時。同時，藉由濾速控制及濾料選擇，連續收集及分析多項濾池操作成效有關的參數(如過濾水濁度、水頭損失及濾程等)，在達到濾池最適化操作之前提，測試此套濾池操作監控系統對於壓力式快濾桶及重力式快濾槽之操控成效。

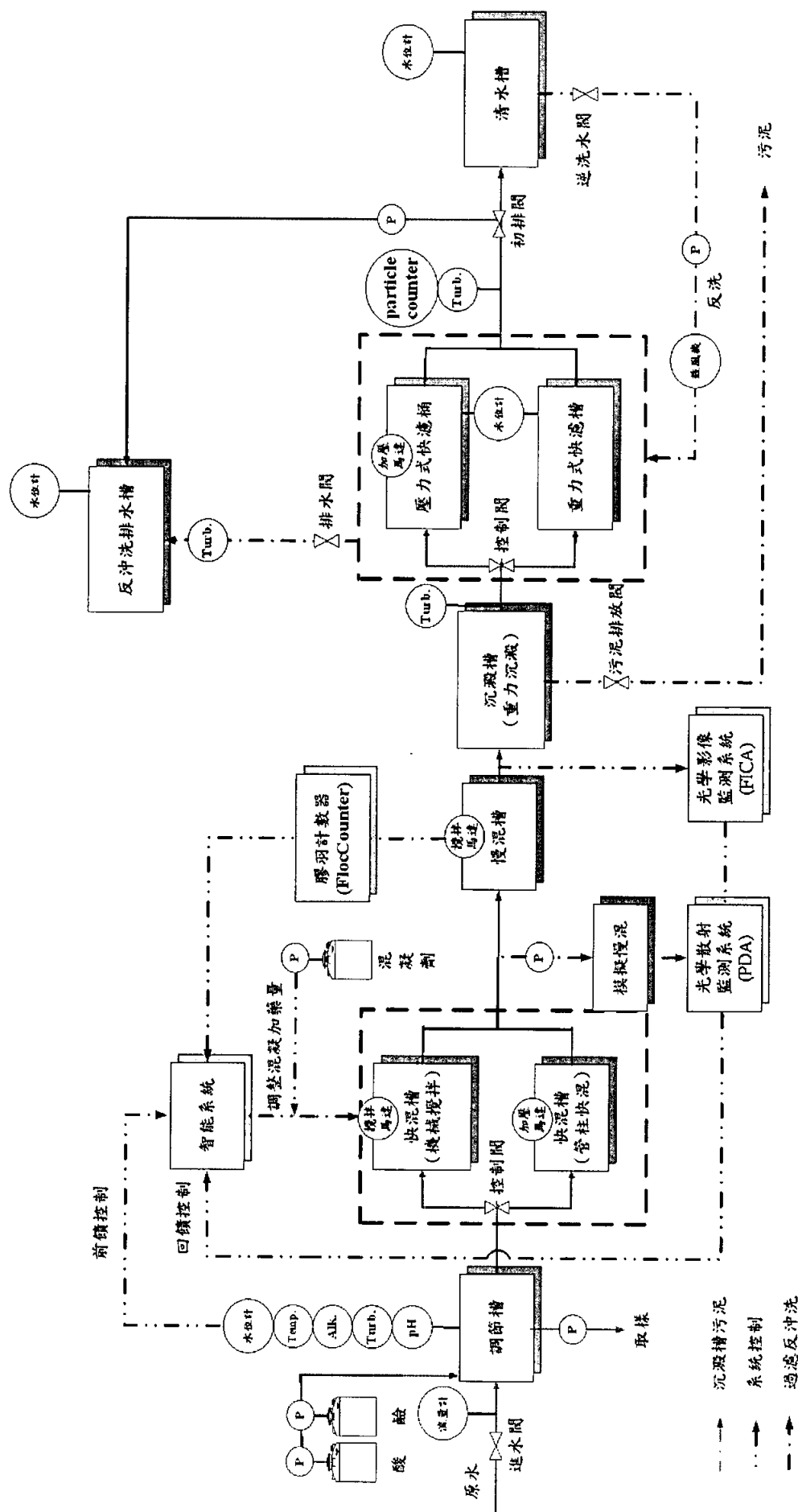


圖 3-45 模型廠處理流程(50 CMD 級)

模型廠建造

本計畫依據第一年執行成果之規劃，於新竹第二淨水場原水池旁建造傳統淨水程序之模型廠(建造位置如圖 3-46)，設置於 2 個 20 呎之貨櫃內，相關槽體之管線連接係以便於拆卸安裝之快速接頭進行設計規劃，以便於未來模型廠可機動搬運進行不同淨水廠測試或支援緊急供水之用。模型廠設計處理水量為 50 CMD，設計最大處理水量可達 100 CMD，並依據本研究第一年之細部規劃及設計進行建造。



圖 3-46 模型廠預定位置

(1)模型廠內部規劃

建造模型廠之貨櫃內部，規劃三分之一約 12 呎作為中央控制室使用，其餘三分之二約 28 呎置放模型廠各單元槽體，貨櫃內部各單元槽體於貨櫃內部規劃如圖 3-47 及表 3-18 所示。其中各單元槽體包括原水槽、快混槽(機械攪拌及管柱快混)、慢混槽、重力沉澱槽(具有傾斜板)及快濾槽(重力式快濾槽及壓力式快濾桶)。

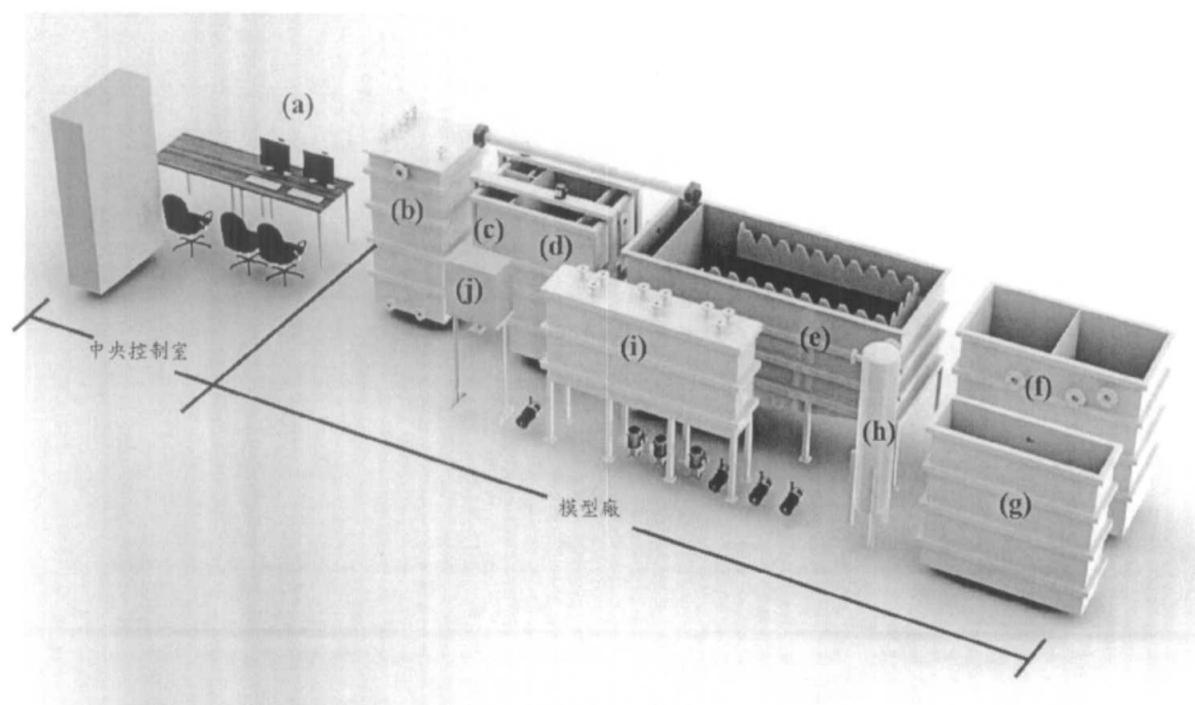


圖 3-47 貨櫃內部規劃

表 3-18 貨櫃內部單元槽體配置

編號	名稱	編號	名稱
(A)	中央控制室	(F)	重力式快濾池
(B)	原水槽	(G)	過濾水槽
(C)	機械快混池、管柱快混	(H)	壓力式快濾桶
(D)	慢混池	(I)	藥劑儲槽
(E)	重力沈澱池	(J)	控制盤

(2)各單元槽體尺寸

為配合實際貨櫃內部空間，各單元槽體尺寸在原設計參數範圍內，將設計尺寸略為調整，目前槽體實際尺寸與原設計尺寸對照如表 3-19 所示。

表 3-19 各單元槽體實際尺寸與原設計尺寸對照

編號	槽體名稱	槽體尺寸(mm)	
		原設計尺寸	實際尺寸
T-11A	原水槽	L1200×W900×H1500	L1000×W1000×H1550
T-11B	原水採樣槽	—	L400×W400×H400
T-12A	機械快混池	L400×W400×H600	L400×W400×H750
T-12B	分水槽	—	L300×W400×H750
T-12C	光學儀器分析 採樣槽	—	L300×W400×H750
T-13	慢混池	L1200×W1200×H1000	L1000×W1000×H1900
T-14A	重力沈澱池	L3000×W1200×H1500	L3300×W1070×H1800
T-14B	混沉上澄液槽	—	L900×W650×H1700
T-15A-A/B	壓力式快濾桶	外購套裝設備	ψ350×H1600
T-15B	重力式快濾池	L900×W900×H1500	L900×W850×H1700
T-16	過濾水槽	—	L160×W500×H1500
T-21	液酸、鹼儲槽	—	L800×W350×H1000
T-22	液氯儲槽	—	L800×W350×H1000
T-23	混凝劑儲槽	—	L800×W350×H1000

(3)快慢混攪拌機設計

本計畫主要目標為淨水場快混單元混凝劑加藥量調整之自動控制，因此，為求模型廠之運作符合水場實際現況，本計畫在快慢混攪拌設備之設計為模擬新竹第二水場之攪拌機型式及快混 G 值，模型廠快慢混攪拌機設計值如表 3-20 所整理，詳細設計計算如附錄十二。

表 3-20 模型廠快慢混攪拌機設計值

	G 值(s^{-1})	停留時間 t(s)	槳板尺寸(cm)		轉速範圍 (rpm)
			L	W	
快混攪拌機	600	60	27	5	0 ~ 300
慢混攪拌機	46	1200	106	5.3	0 ~ 100

(4)施工進度

今年度模型廠建造進度時程如表 3-21 所示，在模型廠正式吊掛至新竹第二淨水場前，水場廠長及勞安衛人員先與本工作團隊人員進行工安宣導，俾使模廠工程在符合工安法規前提下順利進行。模廠整體進度已完成設計工作、設備及材料採購發包、單元設施製作及安裝及系統試車。模型廠建造過程如圖 3-48 所示。

表 3-21 模型廠建造工作項目及進度

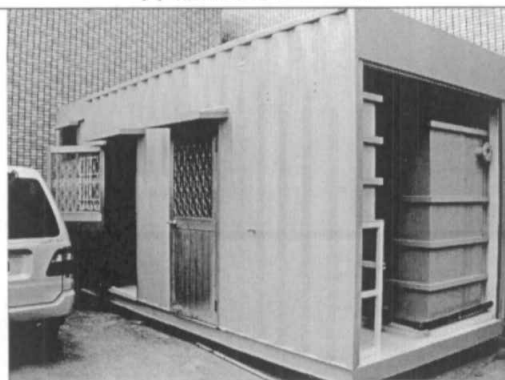
工作項目	工期 (工作日)	開始時間	完成時間	99 年									
				3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月		
設計工作	29	99/3/3	99/3/31	■									
設備及材料採購發包	60	99/4/1	99/5/30		■	■							
單元設施製作及安裝	135	99/5/31	99/8/13				■	■	■				
系統單元安裝	25	99/5/31	99/6/24				■						
管路架設連結	25	99/6/25	99/7/19					■					
電控線路裝配工程	25	99/7/20	99/8/13						■				
自動化系統工程	60	99/8/14	99/10/12							■	■		
系統試車	12	99/10/13	99/10/24									■	
單機測試	2	99/10/13	99/10/14									■	
滲漏測試	3	99/10/15	99/10/17									■	
系統測試	7	99/10/18	99/10/24									■	



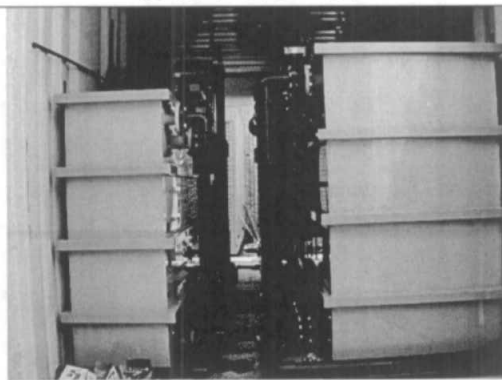
貨櫃搬運至工廠



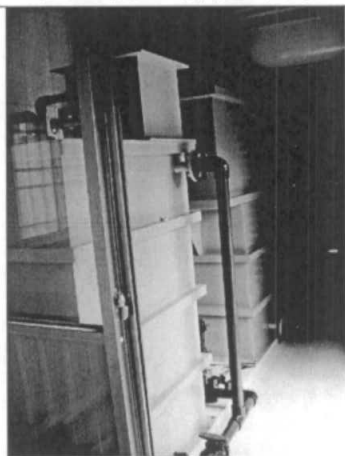
貨櫃吊掛至定位



整理後之貨櫃外觀



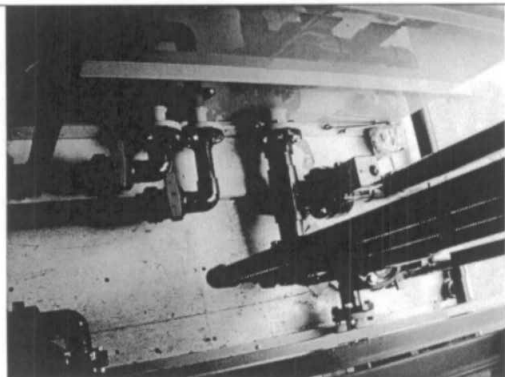
槽體單元安裝-1



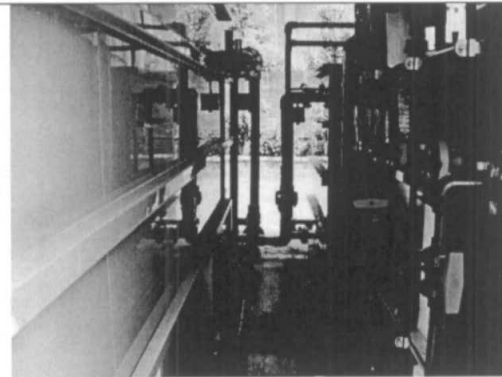
槽體單元安裝-2



槽體單元安裝-3



管路架設連結-1



管路架設連結-2



圖 3-48 模型廠建造過程

(5)系統試車

完成模型廠建造工作後，本研究團隊即進行系統試車，分為三部份進行測試，分別為單機測試、滲漏測試及系統測試，測試結果均為良好，分別將各部份測試說明如下：

單機測試：主要分成馬達及電磁閥門測試，馬達測試主要為檢查馬達標籤及電盤壓克力標示牌是否正確及測試馬達啟動後，轉動方向及盤面燈號是否正確，測試紀錄如表 3-22。電磁閥

門測試主要為檢查電磁閥預設開關狀態是否正確(常開、常關)及啟動電磁閥控制開關，測試有無動作，測試紀錄如表 3-23。

表 3-22 馬達測試紀錄表

位置	編號	測試結果	
原水槽、機械快混槽間	P-11	☒ 正常	☐ 異常
液鹼儲槽下方	P-14	☒ 正常	☐ 異常
液鹼儲槽下方	P-16	☒ 正常	☐ 異常
硫酸儲槽下方	P-21	☒ 正常	☐ 異常
液鹼儲槽下方	P-22	☒ 正常	☐ 異常
混凝劑儲槽下方	P-23	☒ 正常	☐ 異常

表 3-23 電磁閥測試紀錄表

位置	編號	測試結果	
原水槽、機械快混槽間	EV-11A	☒ 正常	☐ 異常
原水槽、管柱快混間	EV-11B	☒ 正常	☐ 異常
沉澱池、快濾池間	EV-14B	☒ 正常	☐ 異常
	EV-14C	☒ 正常	☐ 異常
沉澱排泥閥	EV-14D	☒ 正常	☐ 異常
重力快濾後	EV-15B-A	☒ 正常	☐ 異常
	EV-15B-B	☒ 正常	☐ 異常
	EV-15B-C	☒ 正常	☐ 異常
	EV-15B-D	☒ 正常	☐ 異常
壓力快濾後	EV-15A-A	☒ 正常	☐ 異常
	EV-15A-B	☒ 正常	☐ 異常
快濾後	EV-16A	☒ 正常	☐ 異常
	EV-16B	☒ 正常	☐ 異常
混凝劑切換閥	EV-23A	☒ 正常	☐ 異常
	EV-23B	☒ 正常	☐ 異常

滲漏測試：此項試驗主要目的為測試槽體與管線是否密合，首先將槽體淨空後注入水至滿水位，並做明顯記號標示水位，靜置 48 小時後，檢視是否有滲漏情形，若有滲漏情形則施工修補，再重覆測試。由於模廠並未連接自來水管線，因此以淨水場原水進行試驗，試驗步驟如表 3-24，試驗過程如圖 3-49。

表 3-24 滲漏試驗步驟

測試步驟	說明
1	將各單元槽體淨空，注入水至滿水位狀態
2	於滿水位狀態下保持 48 小時，並做明顯記號標示水位
3	於 48 小時後觀測槽體接縫處、管路接合處與槽體之水位，是否有降低滲漏之情形
4	如有滲漏情形，則於施工修補後，重新由步驟 1 依序測試

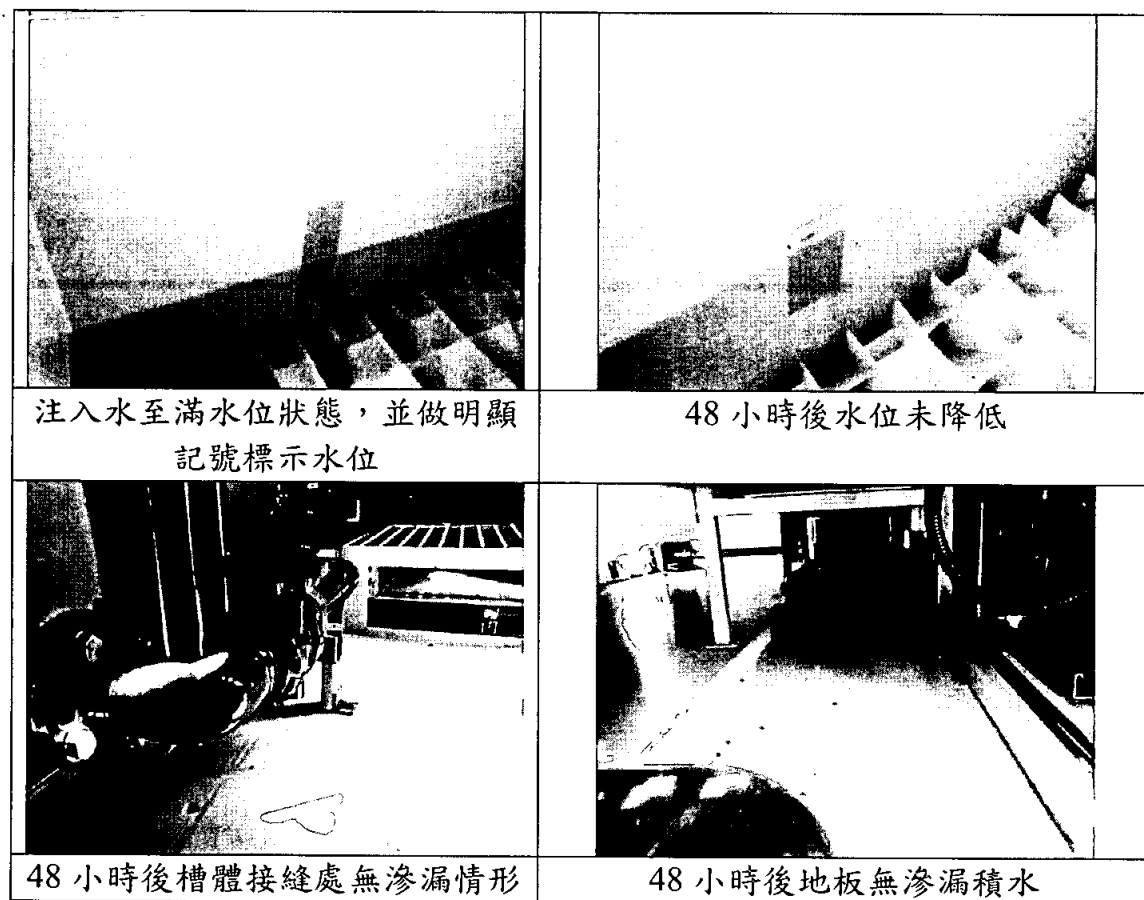


圖 3-49 滲漏試驗過程

系統測試：主要為測試設備/PLC/圖控之間連線功能是否正常；另依控制邏輯圖製作動作流程測試，以訊號模擬器輸出作動訊號，測試相關設備動作是否正確，分為動作流程測試及 IO 測試兩部份。動作流程測試為測試”自來水處理系統控制盤”及”加藥系統控制盤”各開關按鈕是否正常作動，IO 測試為由圖控程式觀察，按壓各盤開關按鈕時，程式是否正確接收訊號，圖控系統流程如圖 3-50。

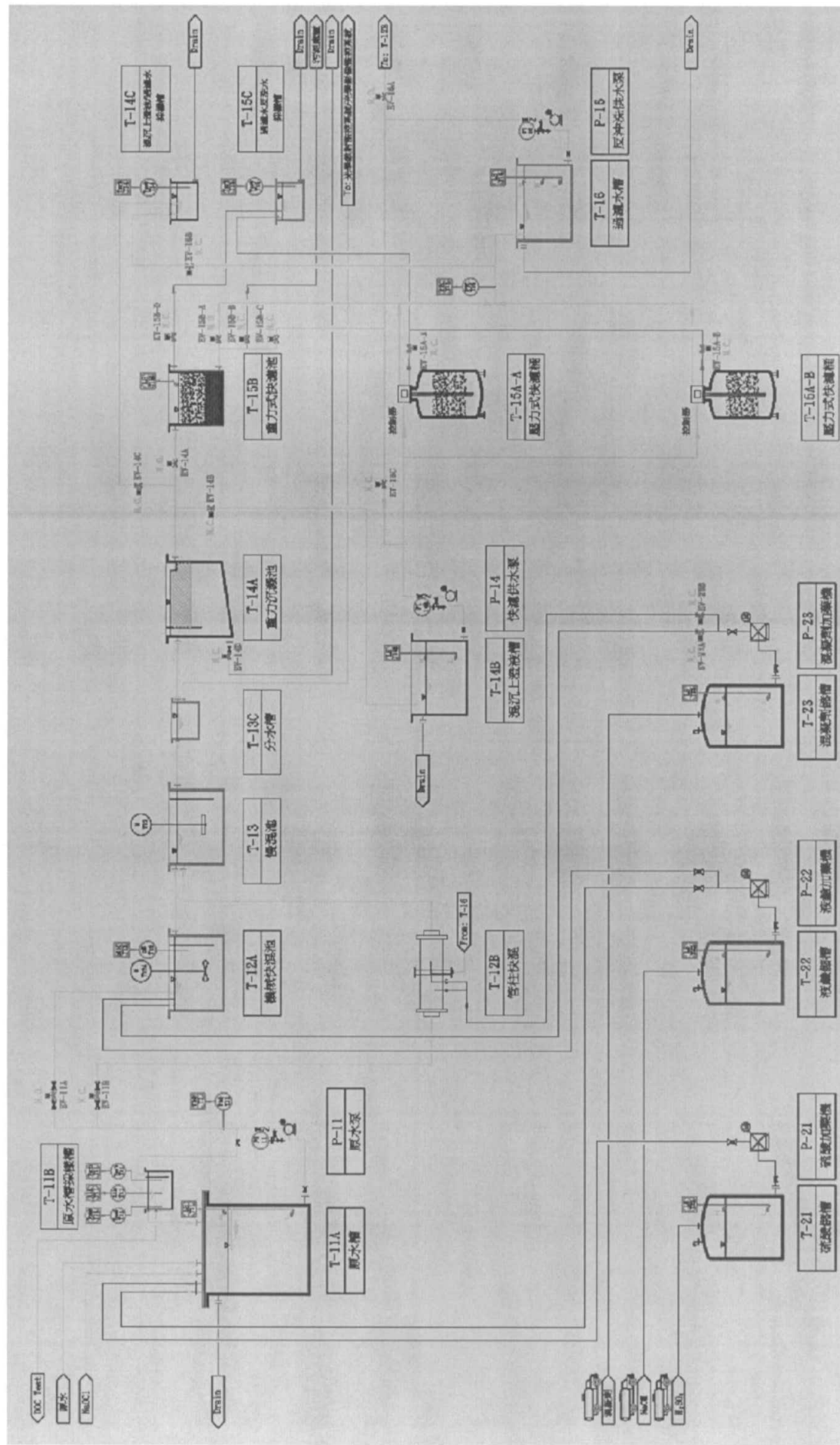


圖 3-50 圖控系統流程

自動監控系統

自動監控系統為模廠最重要之核心元件，依組成元件主要由可程式控制器(PLC)、圖控軟體、類神經網路軟體及線上水質偵測儀器所構成，依功能主要可分為監測與控制二部分，監測系統主要是利用相關的線上即時水質偵測儀器，將偵測到的參數數值以數位(digital)或類比(analog)訊號，傳輸至 PLC，由 PLC 將監測系統所偵測到之訊號，經過智能系統之經驗公式(如 3.4 節所述)換算所得之混凝加藥量，轉為數位或類比訊號傳輸至控制系統，進行混凝加藥量之調整。模型廠之線上水質偵測儀器及圖控程式兩部分說明如下：

(1)線上水質偵測儀器

模型廠規劃之原水調整槽為前饋控制的重要單元，必須藉由線上儀器偵測之訊號提供智能系統輸出混凝劑之加藥量，因此在原水調整槽設置溫度計、pH 計、濁度計及鹼度計等線上偵測儀器，另外 DOC 則由實驗室進行分析，以上參數可提供智能系統之類神經網路輸出混凝劑加藥量，作為前饋混凝劑粗調之用。

快混槽利用光纖膠羽偵測系統(PDA)，慢混槽利用膠羽影像色彩分析(FICA)監測系統進行混凝加藥之監測，並將監測結果回饋至智能系統之類神經網路，以即時有效地微調快混槽混凝劑加藥量。

沉澱池出水端設置線上濁度計，並將監測結果回饋至智能系統之類神經網路，作為混凝加藥之二次回饋機制。

在快濾槽反沖洗操作之監控，係以線上雷射濁度計及鎢絲光源濁度計監測反沖洗之時機及延時，訊號輸出至 PLC 控制反沖洗之時機及延時，在快濾槽至過濾水槽間設置線上 particle counter，以確保過濾水水質。

整理模型廠所設置之線上偵測儀器如表 3-25 所示。

表 3-25 模型廠設置之線上偵測儀器

單元或位置	線上偵測儀器
原水調整槽	溫度計、pH 計、濁度計及鹼度計
快混槽	PDA
慢混槽	FICA
沉澱出水	濁度計
過濾反洗	
快濾出水	雷射濁度計、particle counter

模型廠快混單元及慢混單元出水端已設置 PDA 及 FICA 兩套監測儀器，針對快混池膠羽的狀態進行監測，依據本計畫前期之實驗室測試，PDA 及 FICA 均可應用於地表較低濁度原水(約 10 NTU)至較高濁度原水(約 1,000 NTU)混凝最適藥劑量之即時監測，但由於 PDA 並不是以直覺式的影像判斷膠羽的形成，而 FICA 也受限於膠羽的尺寸影響判斷，因此，未來在快混槽出水端規劃加設一套膠羽計數器進行測試，期望可輔助 FICA 或取代 PDA。

膠羽計數器為將探棒直接安裝於膠羽池的浸入式現地即時膠羽計數儀器(如圖 3-51)，由於直接安裝於膠羽池，因此可避免抽取水樣時造成膠羽破碎的風險。另外，膠羽計數器為視覺及數值式的膠羽追蹤，在其監測軟體畫面中，直接顯示膠羽影像觀測結果及膠羽體積、數量、直徑之數值及趨勢圖(如圖 3-52)，因此現場操作人員能以最直覺的方式判斷膠羽形成的優劣狀況，進而調整混凝加藥量。

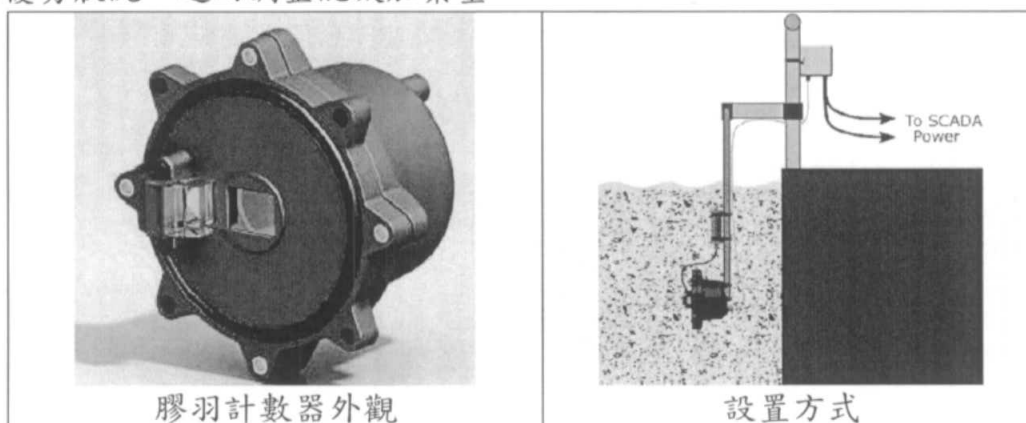


圖 3-51 膠羽計數器外觀及設置方式

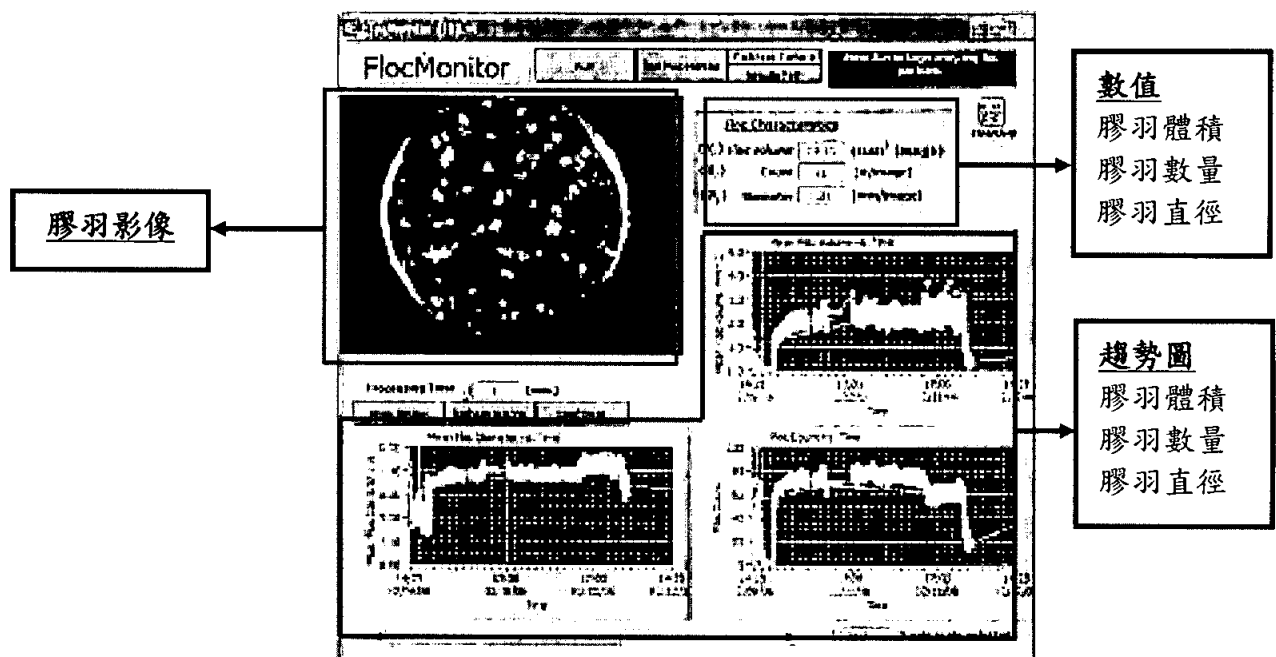
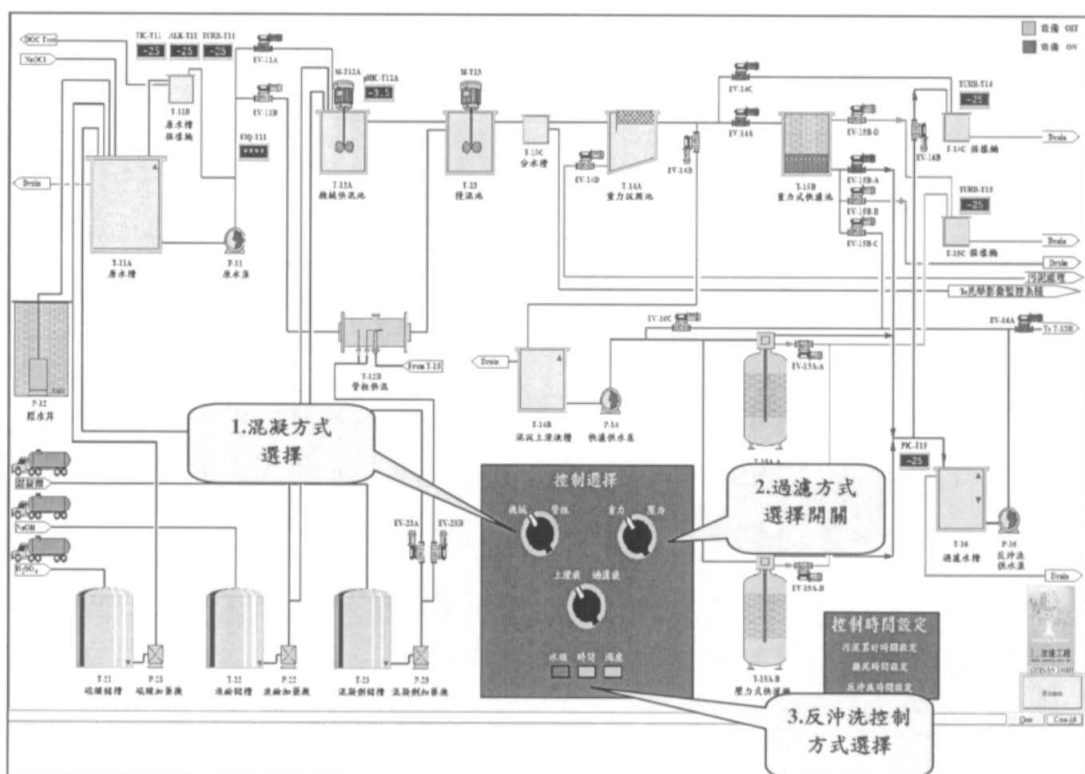


圖 3-52 膠羽計數器監視軟體畫面

(2)圖控系統

模型廠圖控系統分為混凝方式選擇控制(機械快混或管柱快混)、過濾方式選擇控制(重力過濾或壓力快濾)、反沖洗控制方式選擇(水頭損失或時間或濁度)及儀表範圍控制,可自行修正儀表量測範圍、警示功能,以及反沖洗、酸鹼加藥、重力過濾之各項時間設定等,如圖 3-53 所示,圖控系統最大目的為方便使用者即時有效地進行各項操作。



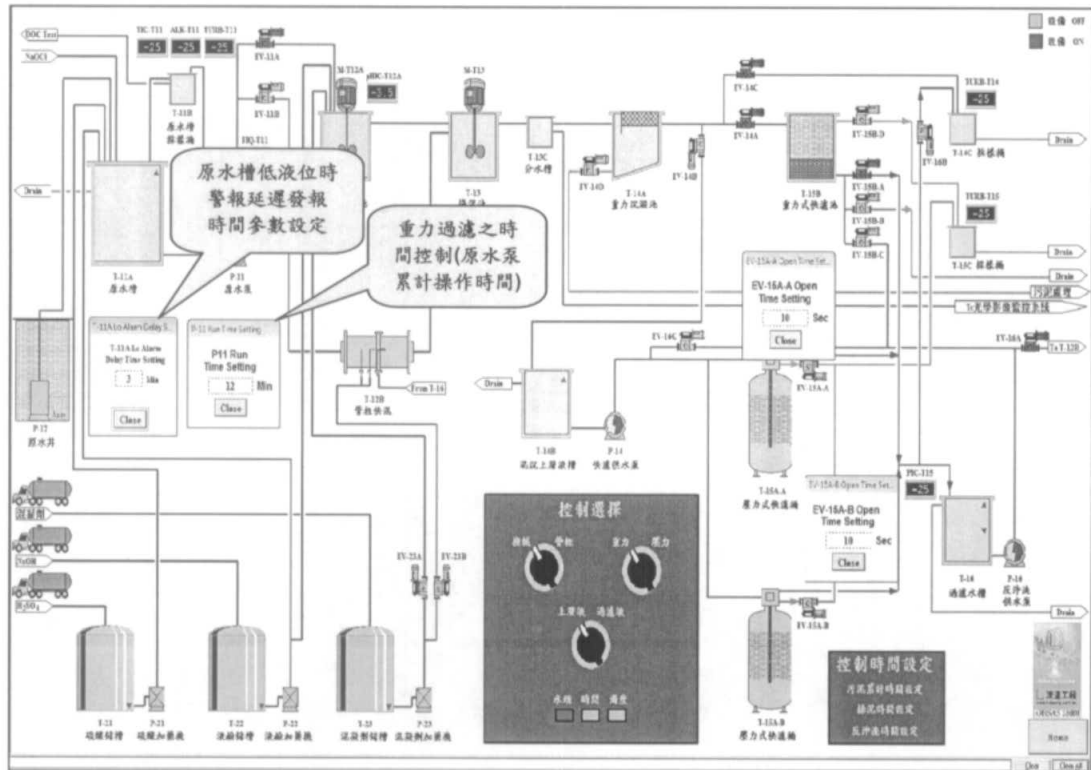


圖 3-53 圖控系統主畫面

淨水操作監控技術專家諮詢會

為使本計畫模型廠設計規劃、邏輯控制及實體建造更為完善，本研究於 99 年 9 月 7 日於交通大學環境工程研究所召開「淨水操作監控技術」專家諮詢會議，會中邀請之專家委員專長含括自來水設計、操作與研究之工作經驗均在 5 年以上，具備豐富之實務經驗，包括自來水事業單位：臺灣自來水公司供水處李丁來副處長、新竹給水廠甘允男廠長、鯉魚潭給水廠張進興廠長、南化給水廠葉清華股長、第八區管理處林志憲工程師、臺北自來水事業處陳明州副總工程師、中央大學環境工程系所秦靜如教授、嘉南藥理科技大學環境工程與科學系甘其銓教授參與座談，而經濟部水利署長官亦列席給予回應。本次專家諮詢會議主要討論議題為淨水操作監控技術、控制邏輯及應用在實體模型廠之設計、建造等部份。本次會議重點摘錄如下，相關建議可供本計畫在模型廠建造及未來模型廠運用之參考：

1. 「淨水操作監控技術」對於水場操作具有前瞻性，台灣自來水公司對於認為有其發展必要，未來可考慮向水利署商借模型廠設備，持續進行測試研究。

- 2.未來應多方考量不同原水狀況或相關效益，以評估此技術對於混凝加藥量是否有效控制及應用程度。
- 3.建議可將水場歷史混凝加藥經驗值進行類神經網路訓練，作為混凝加藥之粗調控制。

依本次專家諮詢會議研商結論，本計畫訓練二組類神經網路，分別為水場 98 年濁度與混凝加藥量進行訓練，以及本計畫實驗室瓶杯試驗結果進行訓練，未來利用這二組類神經網路模式分別進行模型廠混凝加藥測試。此外，本計畫模型廠未來應用將朝向協調臺灣自來水公司持續進行不同淨水場測試研究之目標辦理。

本計畫今年度完成模型廠建造工作，包含設計工作、設備及材料採購發包、單元設施製作、管路架設連結、電控線路裝配工程自動化系統工程、單機測試、滲漏測試、系統測試，相關線上偵測儀表亦已完成安裝、設定及校正，利用模廠設置之自動監控系統，利用前饋及回饋模式進行混凝加藥之監控，此外，利用水頭損失、濾程及過濾水濁度進行濾池操作、反洗時機及延時之監控，明年度將利用模型廠進行長時間之實場測試及調整，藉以提出不同淨水場操作效能提升之具體建議。

3.2.4 發展快濾池操作(含反沖洗操作)之監控系統進行模型廠濾池操作最適化測試

過濾池主要係為處理經由混沉處理過之原水，並且以較快之流逆流過濾層，主要去除作用為濾料吸附與物理隔絕，去除的對象主要是以水中之膠羽以及其他細微之顆粒物為主，以往在淨水處理程序中，過濾的操作評估通常以濁度為主要的水質指標，隨著量測技術的進步，近年國外的研究更利用顆粒計數對過濾行為做更深入的探討，經由淨水場之濁度監控或顆粒計數可顯示水中細菌、致病菌及無機固體物等顆粒物質及顆粒分布情形(Kau and Lawler, 1995; Desmond, 1997)。過濾池根據填充濾料的型式不同，可區分為單層過濾池、雙層過濾池及多層過濾池等三種，國內在水處理工程上，以上三種濾池均曾被採用，近年來則以重力式單層濾料為主。

本計畫所設計之快濾池採用重力式單層濾料及壓力式過濾兩種，重力式過濾池尺寸如圖 3-54 所示，池體外徑長、寬、高分別為 $0.9 \times 0.85 \times 1.7$ m，內徑長、寬、高分別為 $0.88 \times 0.83 \times 1.69$ m，濾料使用與新竹第二淨水場相同之石英砂，有效粒徑為 0.5 mm、均勻係數小於 1.5、比重為 2.55~2.65。

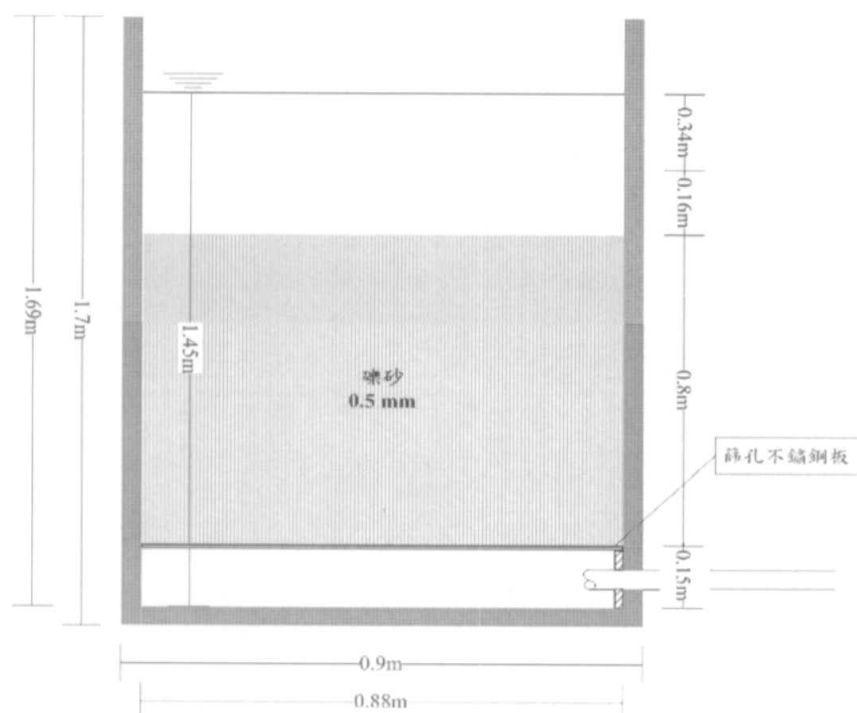


圖 3-54 重力式單層濾料過濾池尺寸

目前在台灣地區各主要淨水場在快濾池型式上之不同造成許多不同之問題，但其主要問題，可大致分為水質變異性大，導致濾池進流與出流水質不穩、超載運轉快濾池處理量過大、濾程異常等問題。國內淨水場常用的濾池型式及操作及設備面問題詳列如表 3-26^(臺灣自來水公司，2010)。

綠葉式濾池主要問題在反沖洗閘門密合度不佳或閘門不易控導致反沖水水量不易控制且容易滲水至集水管。在操作面，綠葉式濾床因屬低濾逆之深層過濾方式操作，因此濾程較短，需較長反洗時間，且易產生泥球等缺失。阿卡諾式濾池操作發生的問題，綜整有濾水頭阻塞，反沖洗效率不佳，濾料容易流失等，目前大部分採用水場在操作時均未有表洗設備，因此常發生反洗砂不均勻，導致洗砂效率不佳，甚至易生成泥球。自動反洗濾床(ABW)濾床操作的濾層較一般傳統濾池短淺，因此在進行反洗上效率較差，且須經常補砂，其所遭遇的問題包括：濾嘴容易阻塞、反沖洗機動力不足、反洗罩密合度不佳、濾料容易流失、含藻類原水容易造成濾床阻塞及零組件(含反洗機)容易故障且維修不易等。另外，惠勒式濾床的操作大部分缺少初濾管線配置，操作過程易發生表洗設備損壞，及反洗時三角濾床填充之濾料易流失且用水量大等缺失。

表 3-26 各式濾池問題彙整

	操作面	設備面
惠勒式	● 表洗設備易損壞 ● 表洗操作不當破壞濾層 ● 三角濾床反洗效果差且用水量大 ● 反洗造成濾料流失情形 ● 未有初排操作	● 無反洗廢水濁度計
阿卡諾	● 屬自動操作未全自動化 ● 人力操作反洗啟動 ● 無初濾操作 ● 反洗不佳濾料流失 ● 濾水頭阻塞反洗不佳 ● 藻類導致反洗次數增加 ● 有反洗不均現象 ● 無初排操作	● 無反洗廢水濁度計

	操作面	設備面
ABW	● 反洗罩有變形傾斜情形 ● 反洗罩密合度不佳 ● 反沖洗機動力不足 ● 濾料流失嚴重 ● 藻類影響反洗次數增加 ● 反洗機動力不足	
綠葉式	● 進流水質較差 ● 濾程過短反洗次數增加 ● 高濁時易產生泥球 ● 反洗時間過長 ● 手動操作未自動化 ● 藻類影響反洗次數增加 ● 無初濾操作 ● 超載運轉濾料產生泥球 ● 超載運轉反洗次數增加	● 線上監控設備易故障 ● 無反洗廢水濁度計 ● 無個別濾池濁度計

綜合上述，國內淨水場濾池於操作面的問題主要包括濾池過濾操作未自動化、反洗操作缺乏標準的操作程序及指標。因此，本研究將在模廠濾池操作過程設置必要的監控設備，以須連續收集過濾水之濁度、水頭損失、濾程時間及過濾水顆粒數等指標，以判斷反沖洗之時機(如圖 3-55 所示)，在達到濾池最適化操作之前提，測試此套濾池操作監控系統之成效。此外，模廠快濾池操作的各項狀態及相關之周邊設備運作狀態如流量、壓力、水位、水質等以 PLC(可程式控制器)蒐集，並發展圖控軟體作即時動態呈現系統，使操作者得以快速掌握整座快濾之運作情形，圖控軟體亦提供易懂之圖形界面，供使用者操作快濾池的運作，而透過 PLC 程式之設計，可提供自動反洗之功能，避免人為操作疏失，並在反洗中提供錯誤偵測功能，提升系統操作之方便性。另外，快濾池反洗時，系統提供錯誤偵測功能，使操作者在有錯誤發生時，可以快速掌握狀況，排除故障，進而提高效率。而圖控軟體之資料記錄功能，讓使用者可以針對記錄之歷史資料，作成趨勢圖或報表，以利分析與管理。為配合現場設備之分佈，系統在設計之初，即將全場之各種信號分別以不同獨立之 PLC 蒐集，以簡化配管線，方便日後維護，圖控電腦則直接與各站 PLC 連結。

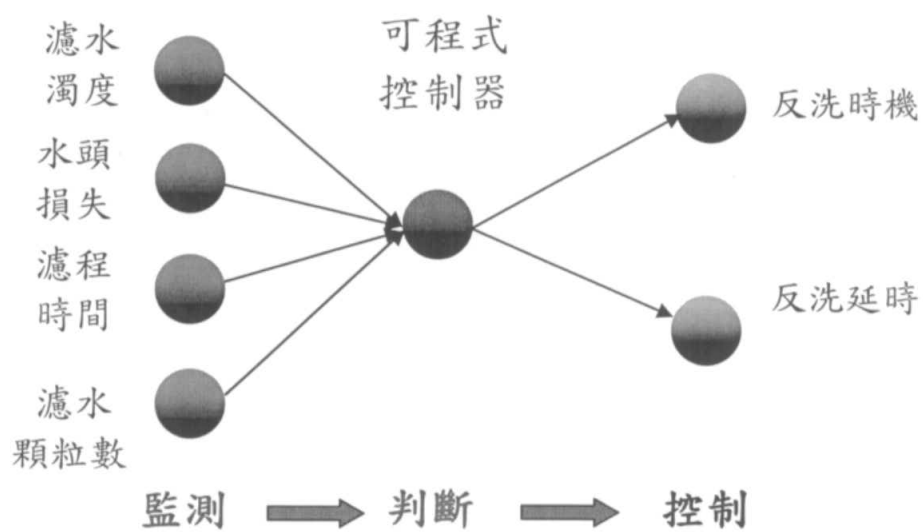


圖 3-55 過濾池操作及反洗監控邏輯

3.3 淨水場操作資訊系統建置

有鑑於自來水工程設施標準之規範，主管機關需針對自來水之工程設施標準進行管理與查核，為提升行政效率與效能，本計畫擬建置一個符合現代化需求之淨水場操作資訊系統，系統架構如下圖 3-56 所示。

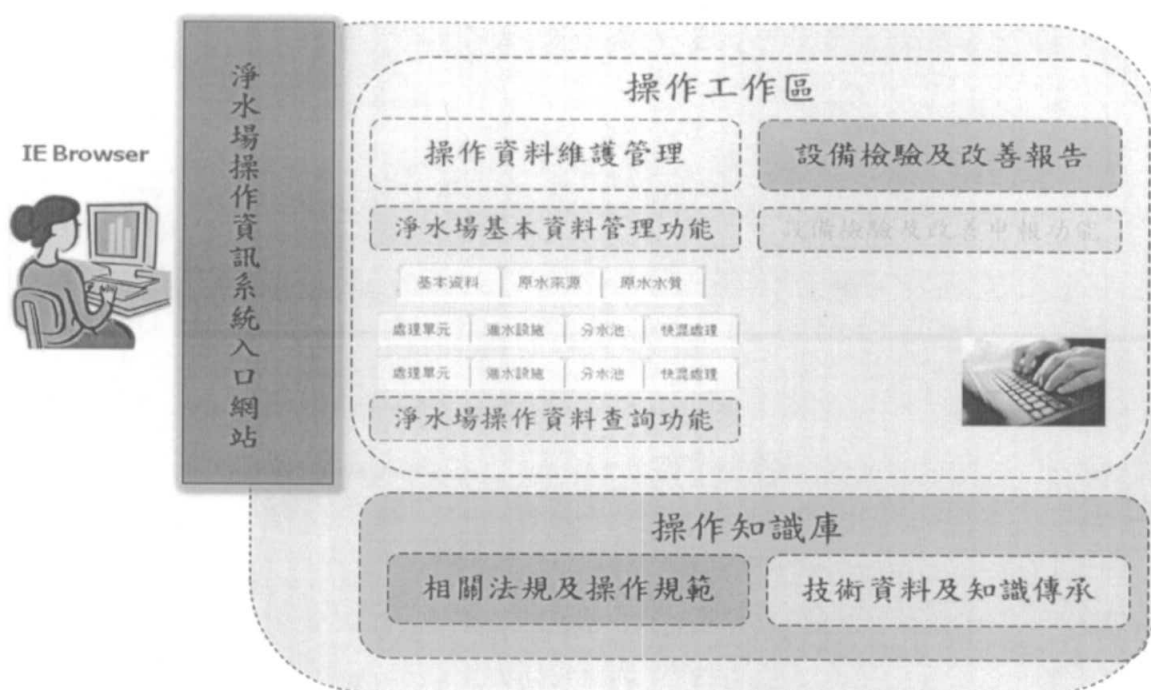


圖 3-56 現代化淨水場操作資訊管理系統架構圖

本資訊系統依計劃作業時程擬分階段實施，系統發展進程如圖 3-57 所示。

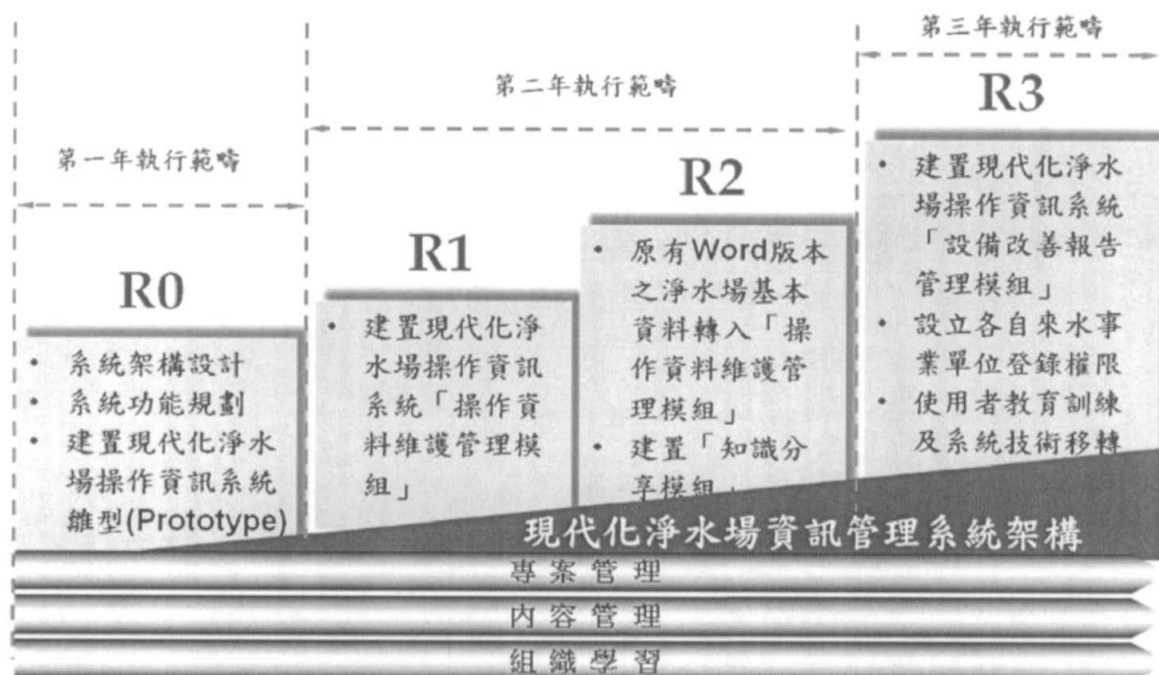


圖 3-57 現代化淨水場資訊管理系統發展期程

如上圖所示，本階段工作依前一工作年度中所製作之系統雛型(Prototype)建置為實體資訊系統，在資料處理部份共彙集了所有自來水事業提供之淨水場基本資料，包含：臺灣自來水公司、臺北自來水事業處、金門及連江縣自來水廠等自來水事業轄下所有淨水場操作相關的資料，其內容包括：淨水場基本資料、原水水源及供水量、原水水質、自來水廠處理主要單元、淨水場原水進水設施、分水池或其他、快混處理、膠羽池、沉澱池、濾池、加氯、廢污特性及處理方式、污泥處理、其他等 14 大項，透過主管機關的統籌管理，期能有效降低人力短缺的淨水場管理人員重複提交淨水場基本資料供各需求單位參考之作業次數，有效提升資訊化的效益。

目前所有相關淨水場(站)資料皆已轉入「淨水場操作資料模組」，除原計畫設定之淨水場資訊之外，另亦新增抽水站與抽水井等自來水供水設施各式小系統資料。唯因資料量龐大且有些單位在提交資料時為完整依資訊需求輸入，故仍需於後續進一步予以調校，以提升淨水場資料之實用性。

在發展淨水場知識化操作資訊系統平台方面，以前工作年度發展之現代化淨水場操作資訊系統雛型(Prototype)為基礎，發展操作知識庫，並提供「資訊服務」與「操作知識」兩大服務。據以此為未來發展公共給水產

業智識網絡系統之基礎，充份整合產官學專業資源，活絡台灣自來水從業人員之知識交換與分享，以建構自來水產業知識化之創新典範。預期目標如下：

- 以國際化、制度化及標準化為規劃方向，以知識化資訊管理系統作業模式為發展方向，發展全國現代化淨水場操作資訊系統並彙整全國淨水場操作相關基本之資訊。
- 建構操作管理作業相關規範與技術知識庫，透過系統化方式分析、彙整淨水場操作相關知識、規範與技術資料，以為後續建構類專家決策系統之知識庫基礎。
- 建構淨水場操作相關之學習型組織架構，進而透過跨事業單位之分享，有效提升操作人員相關專業知識能力及操作能力。

在「自來水設備檢驗及改善報告」部份，現已先於操作知識庫之資訊服務區建立「自來水設備檢驗及改善報告」示範區，彙集 98 年度台灣自來水公司轄下 12 區處的改善報告電子檔及主管機關提供之「98 年度自來水設備檢驗改善報告意見表」，以為後續發展網路版「設備檢驗及改善報告」之依據。

3.3.1 發展淨水場知識化操作資訊系統平台

知識化資訊管理系統作業模式，如圖 3-58 所示。在現代化淨水場操作資訊系統作業模式中，主管機關可經由網際網路之安全控管網頁登錄本知識化資訊管理系統，針對資料庫中之所有操作資訊與操作知識進行資料查詢，或依關鍵字檢索淨水場操作資訊系統的資料庫內容，並可依實際需求制定與列印管理報表。在淨水廠的作業效能提升部份，本系統依使用者權限提供自來水事業更新維護轄下的淨水場基本資料、處理設備單元資料更新與操作相關管理知識查詢與分享。本計畫擬將整合後之全國自來水廠(包含台灣自來水公司、台北自來水事業處、金門、馬祖及連江縣自來水廠)之淨水場操作相關資料，如原水/供水量、淨水場主要處理單元、淨水場淨水與廢水處理設施等，透過全國現代化淨水場操作資訊系統提供經濟部授權之自來水事業或研究單位進行資料查詢，以確保淨水場操作相關資料產

出之一致性，並降低全國自來水廠操作單位反覆提供相同資料之作業時間，有效提升自來水事業之操作資訊回覆效能。

此外，關於台灣自來水公司與臺北自來水事業處的資訊系統整合或連結與系統操作的方便性之問題，擬於本計畫中再行研議。

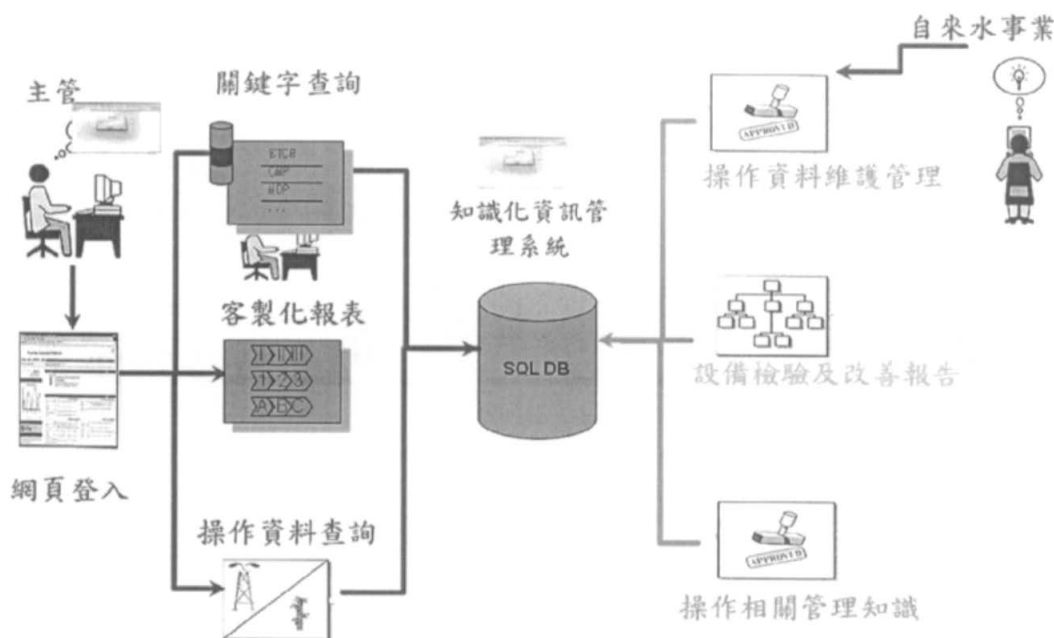


圖 3-58 淨水場資訊管理作業模式

知識化資訊管理系統內容架構，如圖 3-59 所示。其內容架構係以建置現代化淨水場操作資訊系統標竿示範為目標，因此在系統規劃上依資訊類別以淨水場基本資料管理、處理設備單元管理及操作相關管理知識等三個部份來進行規劃。

- 在操作資料維護管理部份，針對台澎金馬之所有淨水場建置淨水場取水及貯水設施、導水及送水設施、淨水設施、配水設施等基本資料建檔，以為資料分析與管理之用，作為決策單位之參考。
- 在設備檢驗及改善報告部份，規劃於下一工作年度建立網路版自來水設備檢驗及改善報告，其內容包括：淨水場工程設施自我檢核表、自來水設備檢驗報告、自來水設備改善報告、年度自來水設備改善建議總表等，詳細規格將再與相關單位確認後制定。
- 在操作相關管理知識部份，有鑒於目前自來水產業所面臨之氣候環境日益複雜、原水水質變化幅度大、操作科技日新月異加上人力結構日

趨老化，或將面臨經驗傳承斷層之問題，因此在操作相關管理知識部份主要是針對操作相關法規、操作實務經驗及知識與研究資料進行整理、分析，以為未來發展產業知識平台之基礎。現階段主要內容包含與自來水相關之水情資訊、輿情分析、政策法規、專業論文及操作知識等，並擬以此為基礎發行操作相關技術電子報供使用者，以有效促動產業操作知識量能之提升。



圖 3-59 知識化資訊管理系統內容架構

本計畫除操作效能資訊管理外亦期望能藉由資訊科技與相關變革管理機制，建立跨領域學習知識交換與經驗分享機制，以留存現有淨水場寶貴之操作經驗提升自來水產業之知識量能。

此外，本操作資訊系統各項功能係提供經濟部暨其授權單位使用，具體之使用說明如下：

提升管理效益與效能：本系統提供經濟部及其授權單位經由網際網路之安全控管網頁登錄系統，針對資料庫中之所有操作資訊與操作知識進行資料查詢，或依關鍵字檢索淨水場操作資訊系統的資料庫內容，並可依實際需求制定與列印客製化管理報表。

淨水廠的作業效能提升：本系統依使用者權限提供自來水事業更新維護轄下的淨水場基本資料、處理設備單元資料更新與操作相關管理知識查詢與分享。

現代化淨水場操作資訊系統平台的發展，本計畫使用單獨伺服器，僅將資料與現有公共給水網站連結，以利於未來現代化淨水場操作資訊機制建構之援用，降低投資成本，系統平台發展規劃時程如圖 3-60 所示。



圖 3-60 知識化資訊管理系統規劃時程

現階段系統發展時程說明如下：

1. 準備階段：已於 98 年 11 月 30 日完成

- 瞭解水利署現有的資訊科技環境與技術能力
- 瞭解淨水場現有操作管理系統應用範疇現況
- 溝通專案議題並定義專案成功要因

2. 規劃與設計階段：

(1) 系統分析與規劃部分：已於 98 年 12 月 30 日完成

- 分析過濾所有與專案相關之資料庫並找出可能的 IT 議題

- 分析所有資訊需求，規劃建構符合水利署資訊相關系統開發注意事項之資訊系統
- 設計軟硬體架構
- 系統雛形建立

(2)系統設計部分：已於 99 年 05 月 30 日完成

- 系統功能規格確定

3.發展階段：已於 99 年 10 月 30 日完成

- 程式撰寫、及Beta測試
- 製作系統使用說明及功能特色簡介

4.執行階段：已於 99 年 10 月 30 日完成

- 推出系統功能測試版(Soft Launch)，關注系統之穩定性

3.3.2 規劃公共給水產業知識網絡發展架構

以淨水場操作資訊系統平台為介面，建構操作相關的技術資訊交換機制為基礎，促動跨單位操作經驗分享為目標，有效提升長期經營績效、加強創新與應變能力為方向之公共給水產業知識網絡架構規劃。在淨水場操作資訊系統平台功能說明如圖 3-61 所示，本系統所提供的應用模組為：

- 操作資料維護管理模組
- 操作技術資料及知識分享區管理模組
- 設備檢驗及改善報告模組(尚未開發)

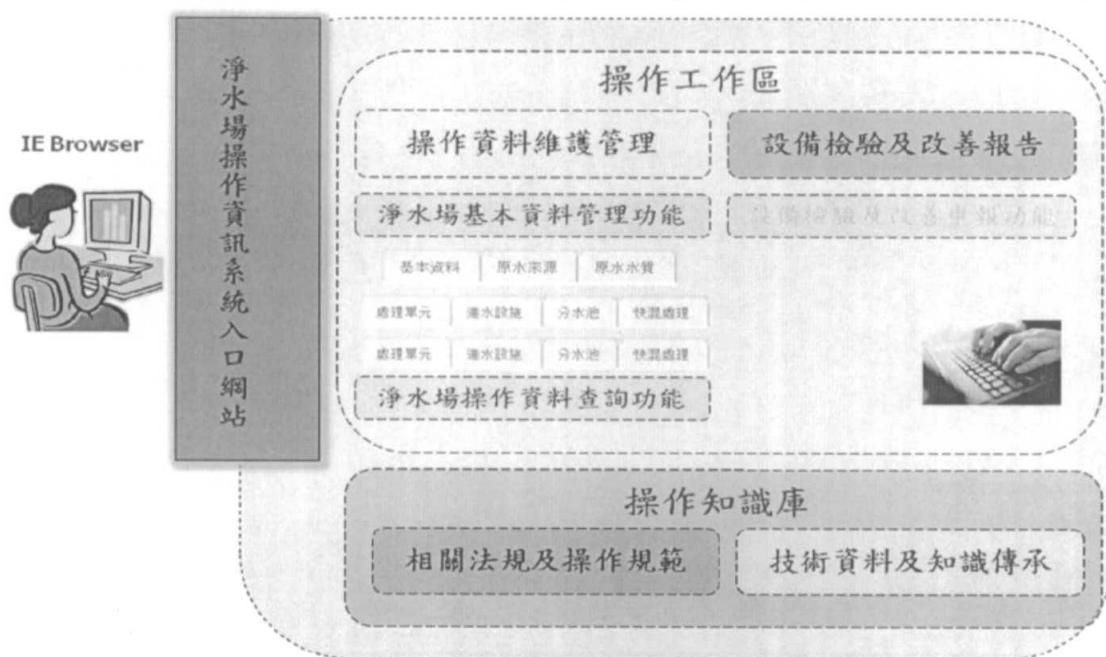


圖 3-61 淨水場操作資訊系統功能

此操作資訊系統上述功能依作業屬性可區分為操作工作區及操作知識庫兩大部份，在工作區系統提供操作資料維護管理與設備檢驗及改善報告管理功能，在知識區提供相關法規及操作規範與技術資料及知識傳承區等相關介面供使用者應用，其使用者之身分驗證及權限控管遵循「水利署水資源資訊服務平台」中央權限控管機制，如圖 3-62 所示。

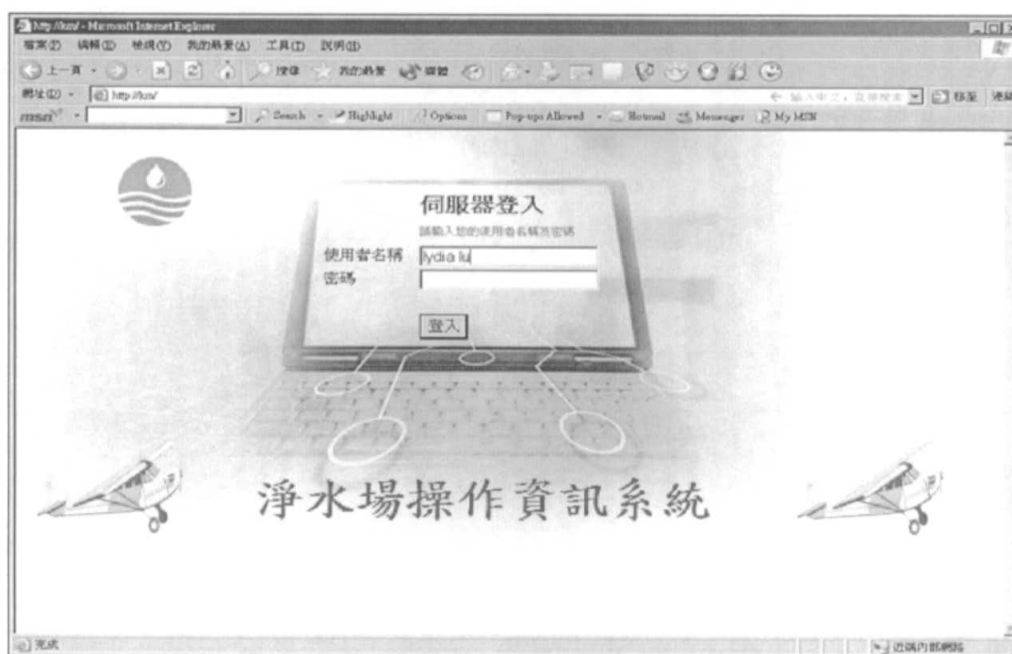


圖 3-62 淨水場操作資訊系統登錄畫面示意圖

本模組包含淨水場基本資料、原水水源(如圖 3-65 所示)及水量、水質管理(如圖 3-66 所示)三項功能，相關功能說明如下：

1. 本系統提供各淨水場基本資料之登錄、維護及查詢作業。
2. 對主管機關而言，本系統可提供全國包括台灣自來水公司、台北自來水事業處、金門縣自來水廠、連江縣自來水廠等之操作資料查詢，系統可彈性依使用者選擇自來水事業單位出現相對淨水場列表。

現代化
淨水場操作資訊系統

淨水場基本資料

淨水場圖表 淨水操作知識庫 系統維護

基本資料 原水水源 原水水質 處理單元 高中設施 分水池 快速處理 靜沉池 沉澱池 濾池 濾池後加氯

文件類別 Doc Type

資料類別 綜合效能評鑑

資料名稱 設備及操作評量

B. 基本資料 Basic Info.

區域 (Reg.) 1

單位主管 潘瑞豐

廠址地址 基隆市愛金路720號

聯絡人 李春男

電話 02-24319680

email loe2@mail.w

聯絡代理人 呂坤雄

電話 02-24319680

email 8207@mail.a

C. 原水/供水 Water Supply

原水類別

原水來源 二坪湧泉

百分比 100.00 %

平均取水量 10000 CMD

最大取水量 15000 CMD

平均取水總量 10000 CMD*

最大取水總量 15000 CMD

每日出水量 10000 CMD*

圖 3-65 淨水場基本資料管理模組-基本資料及原水水源與水量

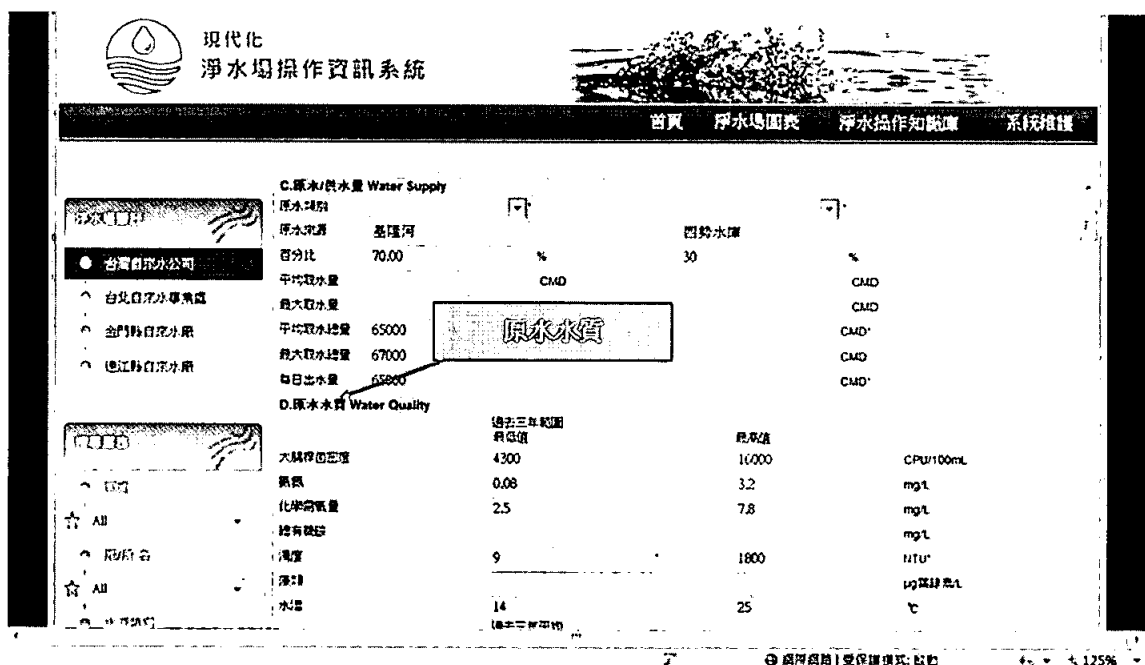


圖 3-66 淨水場基本資料管理模組-原水水質

使用者可進一步點閱欲查詢之淨水場設備資料，其內容包含：主要處理單元(如圖 3-67 所示)、原水進水設施(如圖 3-68 所示)、快混處理(如圖 3-69 所示)、膠羽池、沉澱池(如圖 3-70 所示)、濾池(如圖 3-71 所示)、濾池後加氯(如圖 3-72 所示)、廢污處理(如圖 3-73 所示)及其他。

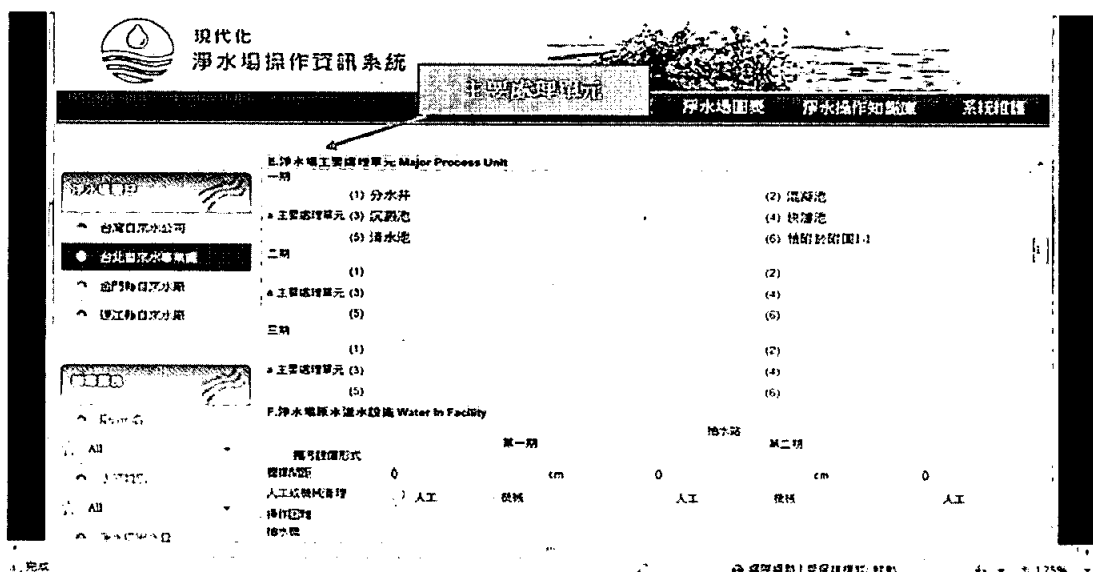


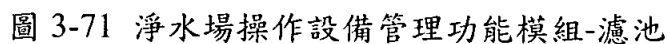
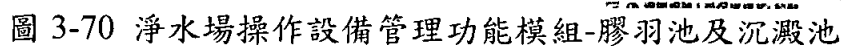
圖 3-67 淨水場操作設備管理功能模組-主要處理單元



圖 3-68 淨水場操作設備管理功能模組-原水進水設施



圖 3-69 淨水場操作設備管理功能模組-快混處理設備



操作技術資料及知識分享區管理模組，提供操作作業相關規範與技術資料及知識分享，相關功能說明如下：

淨水操作知識知識庫首頁，如圖 3-74 所示，淨水操作知識知識庫模組可分為相關資訊與操作知識兩部份。

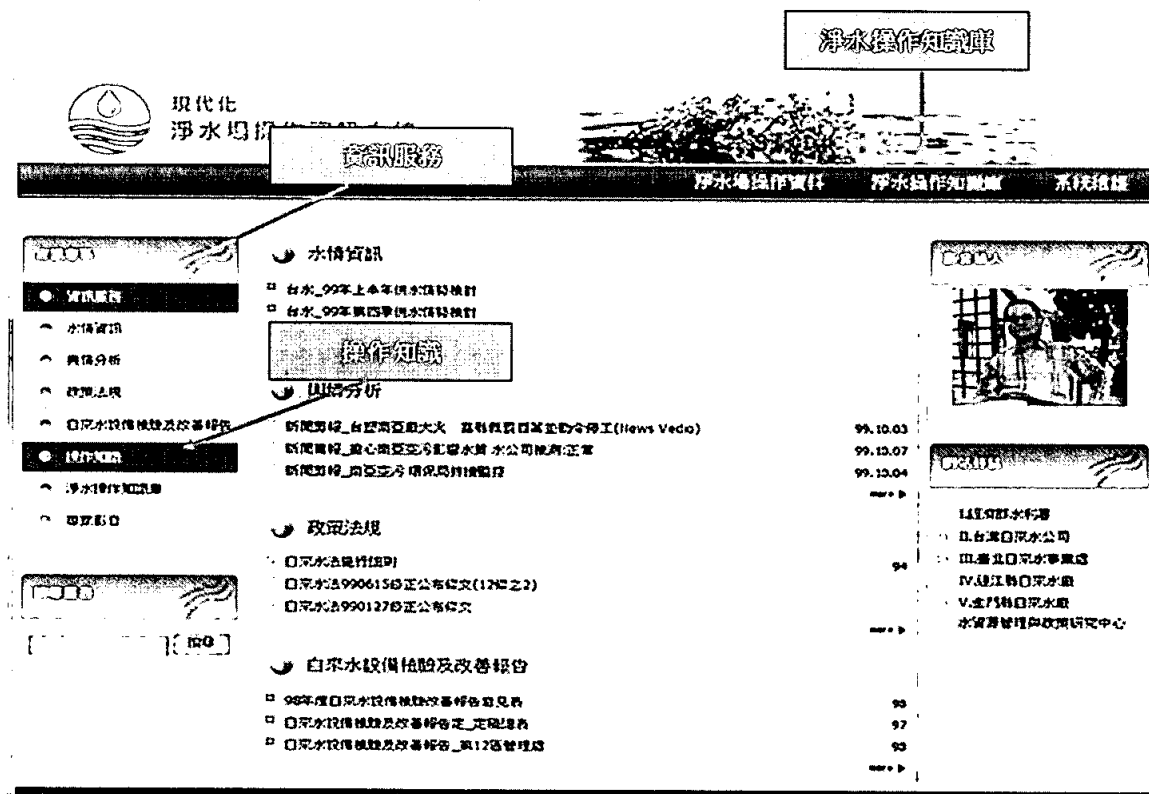


圖 3-74 淨水操作知識知識庫首頁

資訊服務類功能包括：自來水事業水情資訊、輿情分析、政策法規與自來水設備檢驗及改善報告，相關功能試分述如下：

水情資訊：以自來水事業對外發佈之供水趨勢資料為主，詳如圖 3-75 所示。



圖 3-75 淨水操作知識知識庫-水情資訊

輿情分析：以水利署收存相關輿情與新聞為主，詳如圖 3-76 所示。



圖 3-76 淨水操作知識知識庫-輿情分析

自來水相關法規：以經濟部公告自來水事業相關法規為主，詳如圖 3-77 所示。

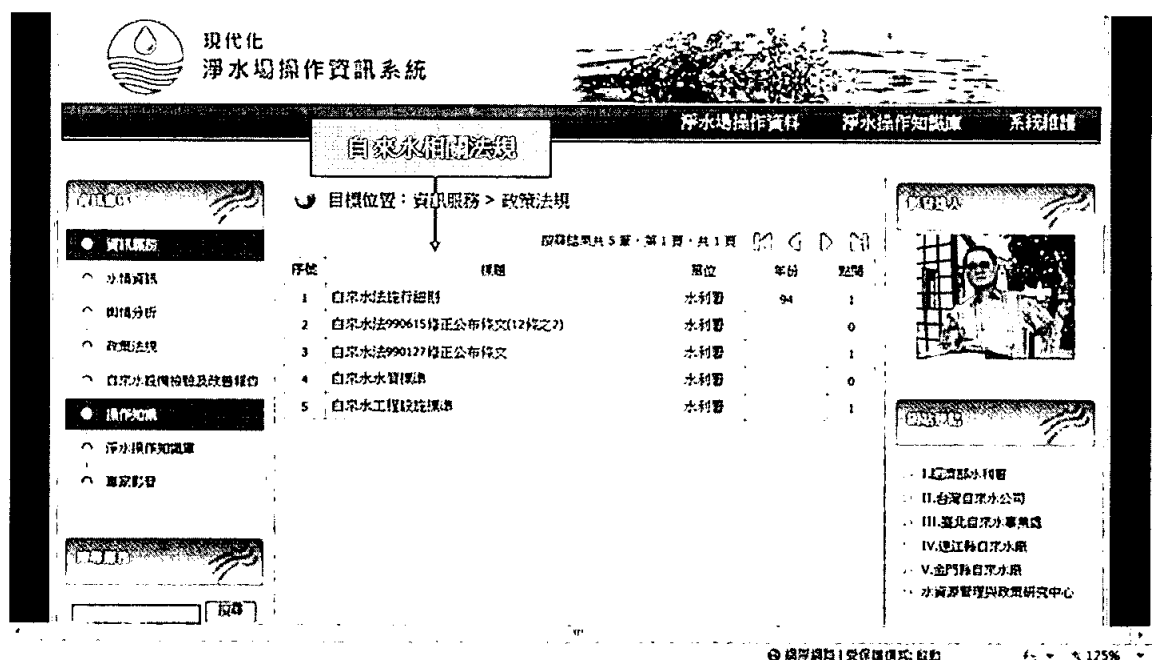


圖 3-77 淨水操作知識知識庫-自來水相關法規

自來水設備及檢驗改善報告：以自來水事業原本就需要提交的報告為基礎，留存歷年改善報告與水利署綜合審定意見，加速作業流程並提供網路線上查詢，以為自來水事業單位及水利署相關業務承辦人員之參考。現已先於操作知識庫之資訊服務區建立「自來水設備檢驗及改善報告」示範區，彙集 98 年度台灣自來水公司轄下 12 區處的改善報告電子檔及主管機關提供之「98 年度自來水設備檢驗改善報告意見表」，以為後續發展網路版「設備檢驗及改善報告」之依據。詳如圖 3-78 所示。



圖 3-78 淨水操作知識知識庫-自來水設備及改善報告

操作相關知識分享：透過知識分享平台將案例分享效益極大化，以自來水事業既存的知識分享為基礎，作為自來水事業單位發展知識分享架構之參考，詳如圖 3-79 所示。



圖 3-79 淨水操作知識知識庫-操作相關知識分享

『公共給水產業知識網絡』可提供快速、精確之操作作業相關規範技術資料查詢並依需求進行技術討論，現已完成操作管理作業相關規範與技術知識庫建構，透過系統化方式分析、彙整淨水場操作相關知識、規範與技術資料，以為後續建構類專家決策系統之知識庫基礎，並且完成淨水場操作相關之學習型組織架構，進而透過跨事業單位之分享，有效提升操作人員相關專業知識能力及操作能力，明年度將針對產業知識網絡系統持續擴充其功能及提升系統之使用效能，增加系統平台之實質效益。

『公共給水產業知識網絡』可提供快速、精確之操作作業相關規範技術資料查詢並依需求進行技術討論。已完成操作管理作業相關規範與技術知識庫建構，透過系統化方式分析、彙整淨水場操作相關知識、規範與技術資料，以為後續建構類專家決策系統之知識庫基礎，並且完成淨水場操作相關之學習型組織架構，進而透過跨事業單位之分享，有效提升操作人員相關專業知識能力及操作能力，明年度將針對產業知識網絡系統持續擴充其功能及提升系統之使用效能，增加系統平台之實質效益。

四、結論與建議

4.1 結論

1. 完成台南潭頂等八座不同規模淨水場之「淨水場主要單元操作作業規範與技術標準」之案例成果。此外，由「自來水工程設施標準」增修之必要性、有效性評估與效益分析等質性問卷評估結果，顯示針對「自來水工程設施標準」第四章淨水設施部分進行增修確有其效益。
2. 完成 55 筆實驗室瓶杯試驗數據 BPANN 模組(輸入參數：溫度、pH、濁度、鹼度、DOC、實驗室瓶杯試驗混凝劑加藥量)及 5,342 筆實場混凝加藥 BPANN 模組(輸入參數：濁度、實場混凝劑加藥量)，訓練結果顯示，實驗室瓶杯試驗數據模組較實場混凝加藥模組所得到混凝加藥預測值較接近實際混凝加藥結果，其正負誤差值不超過 0.7 mg/L，可準確預測混凝加藥量。
3. PDA 系統可利用 ΔFI 值的變化判斷混凝最適加藥量，其適用之濁度範圍在去年度及今年度的天然原水實驗中，10~1,000 NTU 濁度範圍之原水均適用於 PDA 監測。FICA 系統可利用 RGB 斜率值之變化，輔以影像監測方式判斷混凝最適加藥量，並利用 RGB 之 SD 值變化趨勢判斷過量加藥，其適用之濁度範圍在實驗室天然原水分析部分與 PDA 系統同為 10~1,000 NTU。
4. 完成模型廠建造工作，包含設計工作、設備及材料採購發包、單元設施製作、管路架設連結、電控線路裝配工程自動化系統工程、單機測試、滲漏測試、系統測試，相關線上偵測儀表亦已完成安裝、設定及校正。
5. 完成淨水場知識化操作資訊系統平台及公共給水產業知識網絡架構，提供全國各淨水場操作資料維護管理與設備檢驗及改善報告上傳平台，以及相關法規、操作規範、技術資料、知識傳承等資訊查詢之功能。

4.2 建議

建議水利署接續前期工作，於延續計畫執行工作項目如下：

1. 發展公共給水產業知識網絡系統，包含整合產官學專業資源並建構專家社群機制建置及專家影音頻道、水處理相關論文檢索平台完成淨水場操作資訊系統平台發展及公共給水產業知識網絡架構規劃。
2. 建置產業知識化平台與水處理的類專家系統(EIS)，以協助提升應變效率。
3. 持續推動及提升淨水場操作資訊系統平台使用效能。
4. 傳統淨水程序模型廠操作監控系統(監控單元主要包括混凝加藥及過濾反洗操作)作長時間的測試、修正、驗證及示範，以研提不同規模淨水場最適操作參數。
5. 以模型廠實場驗證研提不同規模淨水場操作效能提升之具體建議。
6. 研提不同規模淨水操作標準作業規範。

參考文獻

- Bazer-Bachi, A., Puech-Coste, E., Ben, A. R. and Probst, J. L. (1990) "Mathematical modelling of optimum coagulant dose in water treatment plant" *Revue Des Sci L'eau*, 3:377-397.
- Cheng, W.P., Kao, Y.P. and Yu, R.F. (2008) "A novel method for on-line evaluation of floc size in coagulation process" *Water Res.* 42:2691-2697.
- Dentel, S. K. and Kingery, K. M., (1989) "Using Streaming Current Detectors in Water Treatment", *J. AWWA*, 85-94, March.
- Desmond, F. L., (1997) "Particle size distribution in treatment process : Theory and practice", *Water Science Technology*, Vol.36, NO.4, 15-23.
- Eisenlauer, J. and Horn D., (1985) "Fiber-optic sensor for flocculant dose control in flowing suspension", *Colloids and Surfaces*, 14, 121-134.
- Eisenlauer, J. and Horn D., (1987) "Fiber-optic on-line flocculant dose control in water treatment operations", *Colloids and Surfaces*, 25, 111-129.
- Girou, A., Franceschi, M., Puech-Costes, E. and Humbert, L. (1992) "Modelisation des phenomenes de coagulation et etude de la morpho-logie des floes: optimisation du taux de coagulant" *Recents Prog Genie Procedes*, 6:373-385.
- Gregory, J. and Nelson, W. D., (1984) "A new optical method for flocculation monitoring," in *Solid-liquid Separation*, Ellis Horwood ed., 172-182.
- Gregory, J. and Nelson, W. D., (1986) "Monitoring of aggregates in flowing suspension", *Colloids and Surfaces*, 18, 175-188.
- Gregory, J., (1987) "Laminar dispersion and the monitoring of flocculation processes" *J. Colloid Interface Sci.*, 118, 397-409.
- Gregory, J., (1985) "Turbidity fluctuations in flowing suspension" *J. Colloid Interface Sci.*, 105, 357-372.
- Kau, S. M. and Lawler, D. F., (1995) "Dynamics of deep-bed filtration : Velocity , depth and media" *J.Environmental Engineering,ASCE*, Vol.121, NO.12, 850-859.
- Li, T., Zhu, Z., Wang D. S., Yao, C. H. and Tang H. X., (2007) "The strength and fractal dimension characteristic of alum-kaolin floc" *Mineral processing*, 82, 23-29.
- Mirsepasi, A., Cathers, B. and Dharmappa, H. B. (1995) "Application of artificial neural networks to the real time operation of water treatment plants" *IEEE International Conference on Neural Networks Proceedings*, Perth, Western Australia, 1, 516-521.
- Ratnaweera, H. and Blom, H. (1995) "Optimisation of coagulant dosing control using real-time models selective to instrument errors" *Water Supply*, 13:285-289.
- Sperring, D. A., Chow, C. W., Mulcahy, D. E., Davey, D. E. and Haskard, M. R. (1992) "A neural network applied to sensory signal processing determination of copper in water" *J. Intell. Mater. Syst. Struct.* 3:418-431.
- Spining, M. T., Darsey, J. A., Sumpter, B. G. and Noid, D. W. (1994) "Opening up the black box of artificial neural networks" *J. Chem. Educ.*, 71:406-411.
- Zupan, J. and Gasteiger, J. (1991) "Neural networks: a new method for solving chemical problems or just a passing phase? " *Anal. Chem. Acta.*, 248:1-30.

- 甘其銓，“淨水廠濁度去除效能評估及混凝監測之研究—以豐原淨水場為例”，國立交通大學環境工程研究所碩士論文，1997。
- 白樺、李圭白，“基於神經網路的混凝投藥系統預測模型”，中國給水排水，18，2002。
- 江清蓮，“淨水處理混凝加藥自動監控系統之探討”，國立台灣大學環境工程研究所碩士論文，1997。
- 吳如雅，“非接觸式光學監測混凝系統技術之發展”，國立中央大學碩士論文，2008。
- 宋啟敏、陸明剛、義泳及丁雲鶴，“混凝劑加注量的自動控制新方法”，樂清供水—給水資料，2002。
- 邱焜基，“屏東所快濾池操作維護作業報告”，臺灣自來水公司，2008。
- 姜佳伶，“淨水場沉澱及過濾單元濁度去除及其衍生廢污量之研究”，國立中央大學環境工程研究所碩士論文，2007。
- 徐宏銘，“應用流導電流偵測技術決定混凝最佳加藥量之研究”，國立交通大學環境工程研究所碩士論文，1992。
- 高肇藩，“給水工程(衛生工程·自來水篇)”，編著者發行，台南，1978。
- 嵇本賢，“過濾漫談”，環境工程技師公會會訊，2007。
- 黃廷林、張莉平及李玉仙，“最佳混凝劑投量的 BP 神經網路預測研究”，西安建築科技大學學報，36(4)，2004。
- 黃志彬，“淨水場混凝劑與調理劑加藥最適化與自動化研究”，台灣自來水公司委託研究案，1998。
- “過濾及反洗效能評估方法之建立及試行(1/2)”，自來水公司技術報告，2010。

附錄一
中英文對照

中英文對照

artificial neural network, ANN	類神經網路
backpropagation artificial neural network, BPANN	倒傳遞類神經網路
charge coupled device, CCD	電荷耦合元件
dissolved organic carbon, DOC	溶解態有機碳
floc image color analysis, FICA	膠羽影像色彩分析
flocculation control derive, FCD	顯示式膠凝控制
flocculation index, FI	絮凝指數
natural organic matter, NOM	天然有機物
nephelometric turbidimeter monitoring system, NTMS	懸液濁度偵測
photometric dispersion analyzer, PDA	光纖膠羽偵測儀
programmable logic controller, PLC	可程式控制器
RGB(Red, Green , Blue)	光的三原色
root mean square, RMS	均方根值
streaming current detector, SCD	流導電流儀

附錄二

直潭淨水場主要單元操作作業規範 與技術標準案例

台北自來水事業處直潭淨水場

壹、處理流程簡介

直潭淨水場為於台北縣新店市，共五期操作流程，第六期預計於 101 年完工，本場水源來自新店溪，原水由新店溪支渠取水站經導水管引進本場，經沈砂池與分水井後、再經快混（加氯、液體硫酸鋁、聚合氯化鋁）、膠凝、沉澱、快濾等淨水處理流程後成為清水進入清水池（加氯），再加壓將水送至輸配水系統，圖 1-1 為操作流程示意圖。供水區域主要為台北市區。本場目前平均出水量為每日 160 萬噸左右，瞬間尖峰流量可達為 200 萬噸。

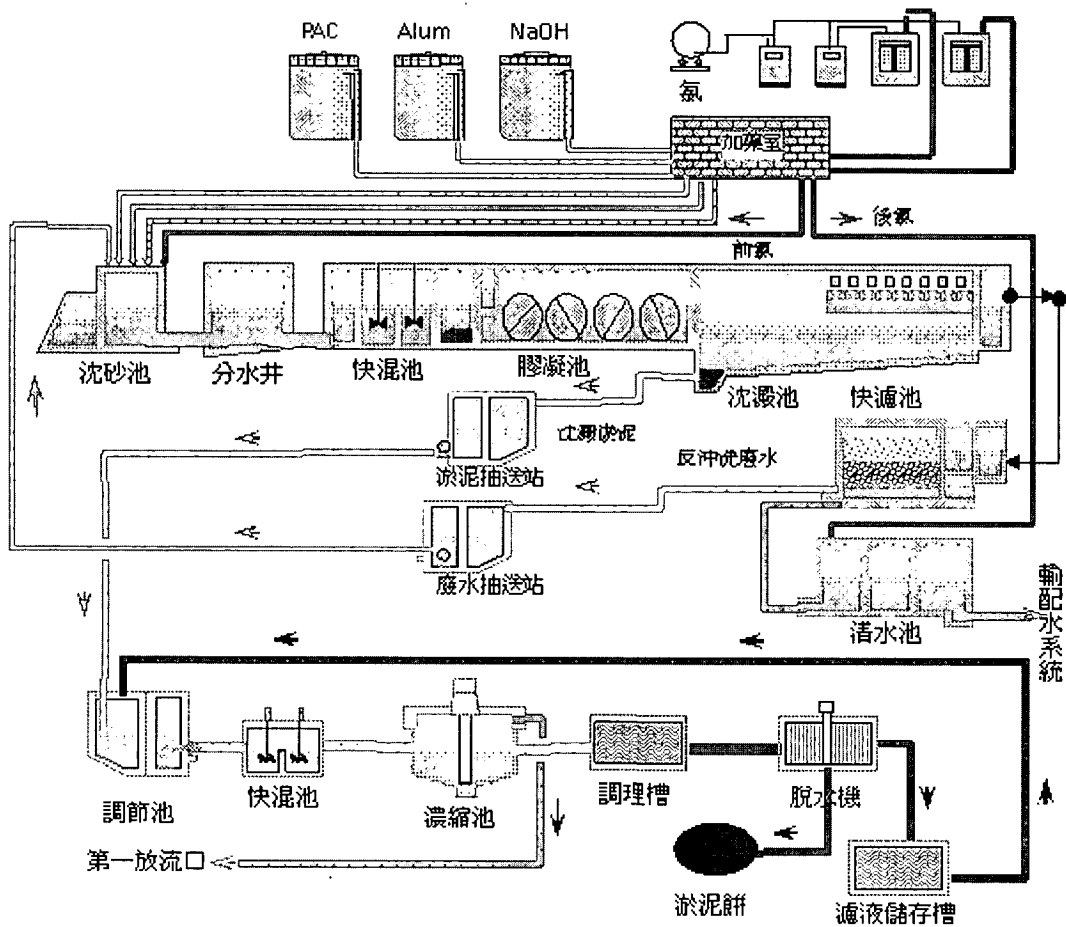


圖 1-1 操作流程示意圖

貳、 主要單元說明

直潭淨水場之主要處理單元，包括快混、膠凝、沉澱、快濾、化學加藥、消毒等單元。濁度處理目標主要設置在沉澱池與快濾池，在一般原水濁度情形下，沉澱池平均出水濁度低於 2 NTU，快濾池出水濁度低於 0.2 NTU。餘氯處理目標主要設置在清水池，餘氯應維持在 0.3~0.7 mg/L。

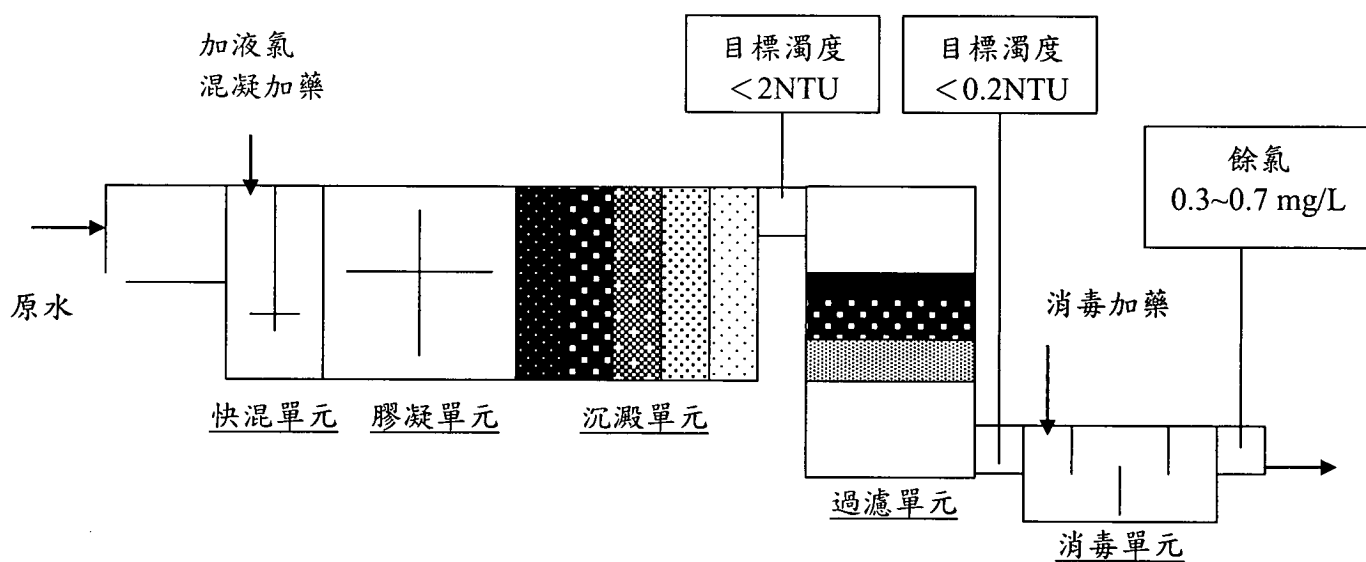


圖 2-1 直潭淨水場主要單元說明

參、 主要單元設計、操作、維護資料

一、設計資料

(一) 淨水場設計與處理量

1.處理流程圖

略

2.流量資料

表 3-1-1 流量設計

項目		參數
設計流量	平均流量	1,717,978 CMD
	最大水力流量	1,924,726 CMD
瞬時尖峰流量		2,000,000 CMD
目前操作流量		1,625,237 CMD

(二) 主要單元操作

1.快混池：

表 3-1-2 快混設計資料

項目	參數
1.形式	機械動力式
尺寸 (m)	4.8m×4.8m×4m
動力	50HP
2.流量	
設計值(CMD)	2,400,000
操作值 (CMD)	1,625,237
3.停留時間	
設計值(sec)	90
操作值 (sec)	120
4.G 值	
設計值 (sec^{-1})	500
5.藥品注入	目前只靠重力混合。

2.膠羽池：

表 3-1-3 膠羽池設計資料

項目		參數
形式		橫軸式
尺寸(每池)	長度(m)	25
	寬度(m)	15.7
	有效深度(m)	5.0
	每池體積(m^3)	1962
流量	平均(CMD)	1,625,000
混凝時間	平均(min)	32
膠羽機	設計值 (Hp)	20HP、15HP、5HP、2HP
	操作值 (Hp)	20HP、15HP、5HP、2HP
Gt 值	設計值	90、65、40、20
	操作值	90、65、40、20
操作限制		

3.沉澱池：

表 3-1-4 沉澱池設計資料

項目		參數
形式(傳統/斜版/管式)		傳統重力式
池數		40
尺寸(每池)	長度(m)	60
	寬度(m)	17.6
	有效深度(m)	4.5
	每池表面積(m ²)	1056
	總表面積(m ²)	42240
流量	平均(CMD)	1,625,000
滯留時間	平均(min)	110
溢流率	設計值 (m/day)	70
	操作值 (m/day)	20
操作限制		人工方式清除底部淤泥

4.過濾池：

表 3-1-5 過濾設計資料

項目		參數		
形式(單一/多重濾料)		單一（管式集水）		
池數		82		
尺寸(每池)	長度(m)	13.9		
	寬度(m)	10		
	每池表面積 (m ²)	139		
	總表面積 (m ²)	11400		
控制方式(定率/定壓)		以出水閥開度控制濾率		
濾率	設計值 (m/d)	250		
	操作值 (m/d)	240~270		
濾料	濾料種類	深度(cm)	均勻係數	有效粒徑(mm)
	石英砂	140	<1.5	0.5
	濾石	40	--	--
表面沖洗	形式	--		
	水流量 (m ³ /hr)	--		
	表面沖洗速率 (m/hr)	--		
	沖洗時間 (min)	--		
反沖洗速率	設計值(m/d)	1180		
	操作值 (m/d)	1180		
	操作時間(min)	15		
操作參數		利用水頭損失、濁度監測與時間控制濾池濾程以作為反洗依據		

5.消毒單元：

表 3-1-6 消毒設計資料

項目		參數
接觸形式(清水井/儲水槽)		清水井
操作參數	消毒劑種類	氯
	最大消毒劑濃度(mg/L)	1.0
	最大 pH 值	8.0
	最小溫度 °C	18

二、操作資料

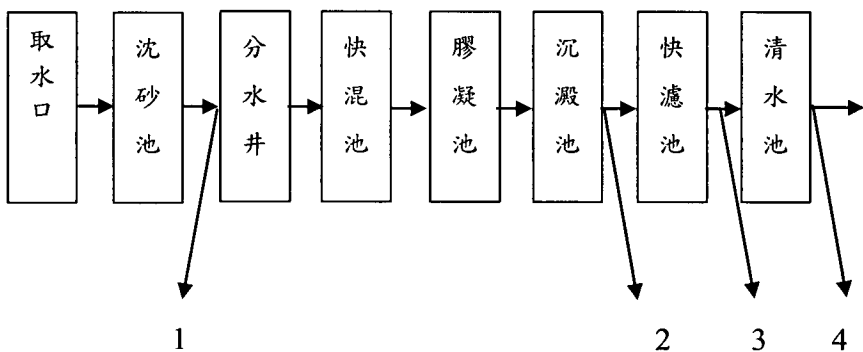
(一) 處理控制策略

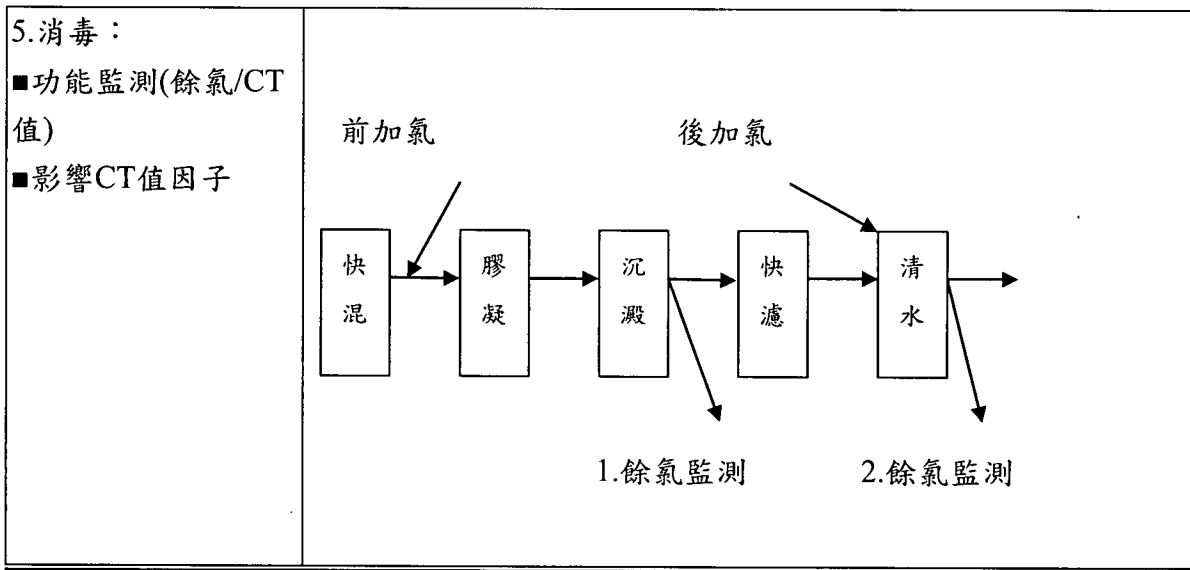
表3-2-1 處理控制策略

項目	說明
1.程控策略	
■何人設定主要控制策略與決策？	(1)廠長；(2)淨水股長；(3)代理人
■誰來作處理控制的決定？	(1)淨水股長；(2)代理人；(3)操作人員
■程控或最佳化過程中是否有適當之員工參與？	是
2.溝通方法	
■員工是否參與例行性會議？	是
■當未達要求的功能時，要至何處尋找幫助？	北水總處
■工作人員是否提出意見？	是
■檢驗室、操作、維護間如何形成溝通？	操作：登記於重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表，緊急或重要事項即刻通知廠長或股長。 檢驗：場內配備檢驗室與專責人員，若檢驗結果或水質監測數據異常，檢驗室亦會通知操作部門、股長與廠長。 維護：操作人員執行一級保養維護，另根據重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表進行維護，緊急或重要事項即刻進行維修。場內亦配備專責維修班，可進行簡單之水電維護，較費時或複雜之維護工作，則有儀器設施設備廠商之維護配合。 審查：重要事項交班紀錄表，及設備故障維修紀錄表每日由股長、廠長審核追縱，規定之水質報表每週由股長、廠長審核。

(二) 程序控制

表3-2-2 程序控制資料

項目	說明
1.採樣與測試 採樣點：	 說明：1、2、3、4皆為連續採樣監測，1為原水濁度，2為沉澱水（濁度、餘氯），3為過濾水（濁度、餘氯），4為清水（濁度、餘氯）。
2.混凝/膠凝 ■使用藥劑 ■劑量控制	液體硫酸鋁與聚合氯化鋁 依照加藥曲線（依據瓶杯試驗及經驗值製作）加藥 瓶杯試驗操作頻率依規定為：原水濁度大於10NTU，至少每天一次；原水濁度小於10NTU，每月至少一次。未使用助凝劑。
3.沉澱： ■功能監測 ■污泥移除(控制/調整方法)	澱水濁度2NTU以下。 參考沉澱水濁度，人工清除淤泥。
4.過濾： ■控制水力負荷率(控制/調整方法) ■反沖洗控制(測驗/決定頻率的方法)	入流水濁度：2NTU以下；出流水濁度：0.2NTU以下 利用水頭損失、濁度監測與時間控制濾池濾程以作為反洗依據



肆、 主要單元操作標準

(一) 快混單元

混合設備之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、混凝劑加入水中後，應經混合設備，將其急速擴散於水中。 二、混合方法通常使用水躍池、拌合機或利用水流沖合等得到快速之攪拌。	是 是	● 混合設備說明需參酌表 3-1-2。 ● 透過機械攪拌之方式混合 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

(二) 膠凝單元

膠羽池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、經加藥混合之原水，應經膠羽池，藉速度差使膠羽形成增大。	是	● 相關膠凝操作參數需參酌表 3-1-3。 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1。 ● 程序控制需參酌表 3-2-2。
二、原則應為鋼筋混凝土造，並應儘量與混合池、沉澱池相連，必要時，得同為一池。	是	
三、進口與出口之配置應適當，以避免短流。	是	
四、膠羽池應設排水設備。	是	
五、膠羽池應設照明設備，以供隨時觀察膠凝情況。	是	

(三) 沈澱單元

沉澱池之操作標準	潭頂廠內操作 是否符合規定	說明
一、應考慮沉澱池之溢流率、滯留時間、平均流速，以確保沉澱功能。	是	● 相關沈澱操作參數需參酌表 3-1-4。 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1。 ● 程序控制需參酌表 3-2-2。
二、長期連續使用之沉澱池，應設二池以上。	是	
三、沉澱池之配置，應與膠羽池及快濾池相互配合。	是	

(四) 過濾單元

快濾池之操作標準	潭頂廠內操作 是否符合規定	說明
一、以快濾池處理之水應先經適當之處理，包括膠凝沉澱。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-5。
二、快濾池以重力式為準。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、池數應為二池以上，並視需要設置備用池。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2
四、反沖洗速度應依所使用濾料之粗細、比重及溫度而定，或依實驗求得。	是	
五、表面沖洗，可使用轉動式或固定式。		
六、反沖洗及表面沖洗，可使用清水或混合空氣使用，其採用抽水機或洗砂水池供應，應視處理廠之配置及其建設費與維持費比較決定。	--- (無表洗)	
	是	

(五) 消毒單元

消毒之操作標準	潭頂廠內操作 是否符合規定	說明
一、加氯方法以溶液式為準。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-6。
二、加氯設備應有可靠之性能，加氯速率及數量應準確易於控制，並有良好之安全設施。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、加氯地點應選在氯劑能均勻混合於水中之處。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2
四、加氯設備之容量，應以最大處理水量及最大加氯率決定之，並應有備用設備。	是	
五、流量經常有變化之處，消毒時應設自動控制設備，保持一定之加注率。	是	
六、自來水事業應訂定加氯消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。	是	

附錄三

烏山頭淨水場主要單元操作作業規範 與技術標準案例

台南烏山頭淨水場

壹、處理流程簡介

烏山頭給水廠位於台南縣官田鄉嘉南村 68 號，其水源來自烏山頭水庫。烏山頭給水廠為快濾式給水廠，原水由烏山頭水庫經導水管線、化學加藥（前加氯、液體硫酸鋁）、快混池、膠羽池、沈澱池、快濾池、後加氯、清水井後，配送至配水管線系統，圖 1-1 為操作流程示意圖；供水區域包括新營、柳營、鹽水、東山、白河、後壁、學甲、北門、將軍、佳里、西港、七股、麻豆、下營、六甲、善化、安定、大內、台南市安南區等行政區域。設計出水量為 240,000CMD，目前平均出水量為每日 270,000CMD 左右，瞬間尖峰流量為 320,000CMD。

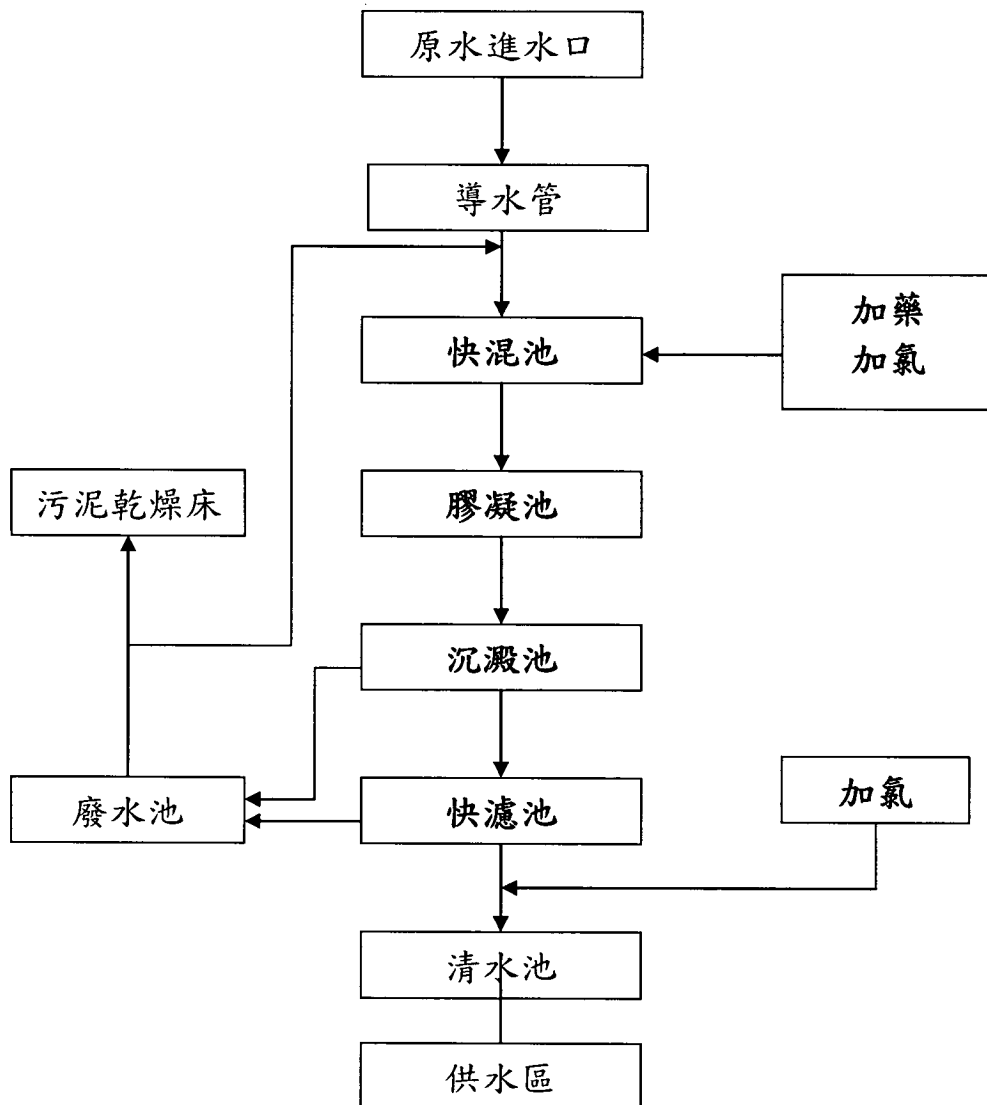


圖 1-1 操作流程示意圖

貳、 主要單元說明

淨水場之主要處理單元，包括快混、膠凝、沉澱、快濾、化學加藥、消毒等單元。濁度處理目標主要設置在沉澱池與快濾池，在一般原水濁度情形下，沉澱池平均出水濁度低於 5 NTU，快濾池出水濁度低於 0.5 NTU。餘氯處理目標主要設置在清水池，餘氯應維持在 0.3~0.7 mg/L。

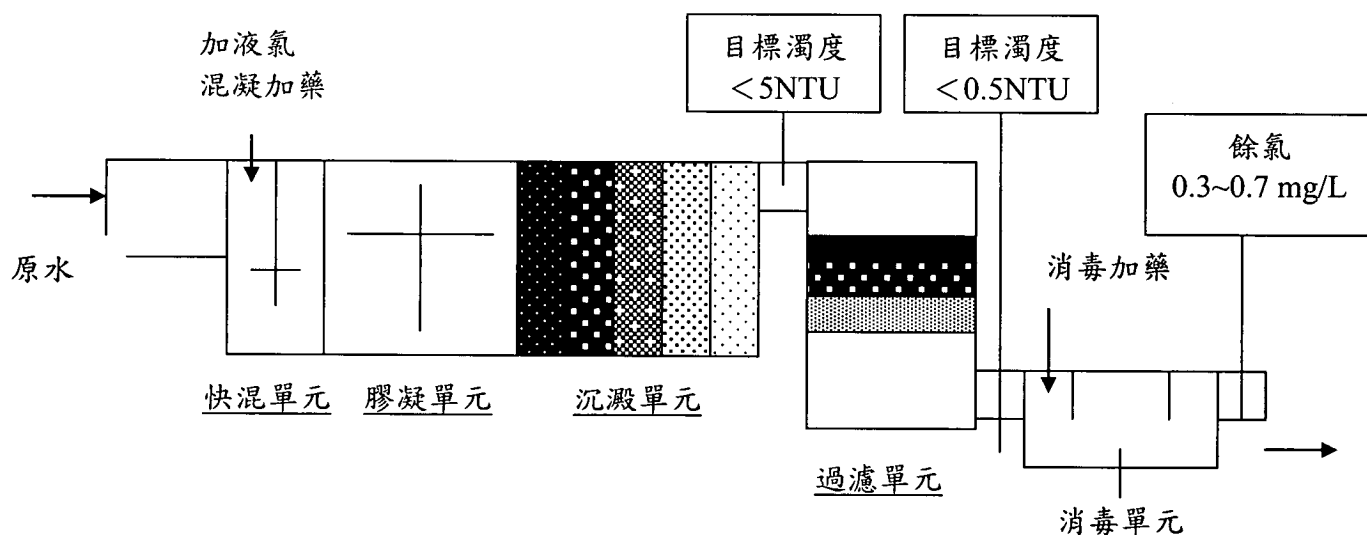


圖 2-1 烏山頭淨水場主要單元說明

參、 主要單元設計、操作、維護資料

一、設計資料

(一) 淨水場設計與處理量

1.處理流程圖

略

2.流量資料

表 3-1-1 流量設計

項目		參數
設計流量	平均流量	270,000 CMD
	最大水力流量	320,000 CMD
瞬時尖峰流量		350,000 CMD
目前操作流量		270,000 CMD

(二) 主要單元操作

1.快混池：

表 3-1-2 快混設計資料

項目	參數
1.形式	水躍式
攪拌機數量	--
池數	3
總體積 (m ³)	169.2
2.流量	
設計值(CMD)	300,000
操作值 (CMD)	270,000
3.停留時間：	
設計值(sec)	22
操作值 (sec)	22
4.G 值	
設計值 (sec ⁻¹)	550
操作值 (sec ⁻¹)	550
5.操作問題	---

2.膠羽池：

表 3-1-3 膠羽池設計資料

項目		參數			
形式		傳統豎軸			
池數		8	3	3	4
尺寸(每池)	長度(m)	4.98m	6m	8.7m	9.4m
	寬度(m)	4.50m	6m	7.7m	8.4m
	有效深度(m)	3.25m	3.78m	3.75m	4.2m
	總體積(m ³)	529m ²	376m ²	693m ²	2464m ²
流量	平均(CMD)	270,000			
	最大(CMD)	300,000			
	操作值(CMD)	300,000			
混凝時間	平均(min)	25			
	最大(min)	30			
	操作值 (min)	25			
膠羽機	設計值 (Hp)	5HP、3HP、2HP			
	操作值 (Hp)	5HP、3HP、2HP			
Gt 值	設計值	$1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^5$			
	操作值	$6.5 \times 10^4 \sim 1.2 \times 10^5$			
操作問題					

3.沉澱池：

表 3-1-4 沉澱池設計資料

項目		參數		
形式(傳統/斜版/管式)		管式		
池數		1	1	1
尺寸(每池)	長度(m)	12.5	30	36.4
	寬度(m)	10.25	10.25	17.2
	有效深度(m)	3.1	3.4	4.2
	總表面積(m ²)	125	307.5	626
滯留時間	平均(min)	44	40	140
	最大(min)	46	46	160
	操作值 (min)	41	41~46	120~160
溢流率	設計值 (m/day)	150		
	操作值 (m/day)	110~160		
操作問題		---		

4.過濾池：

表 3-1-5 過濾設計資料

主題		參數	
		三期	四期
形式(單一/多重濾料)		二層	二層
池數		4	4
尺寸	長度(m)	9.14	9.6
	寬度(m)	4.87	4.8
	總表面積 (m ²)	353.9	921.6
控制方式(定率/定壓)		變濾率	定濾率
濾率	設計值 (m/d)	252.8	162.8
	操作值 (m/d)	280.8	217
表面沖洗	形式	水壓力旋轉式表面洗砂器	
	表面沖洗速率 (m/d)	72	144
	沖洗時間 (min)	2	8~10
反沖洗速率	操作值 (m/d)	864~1296	1080
	操作時間(min)	6~8	10~12

5.消毒單元：

表 3-1-6 消毒設計資料

主題		資訊	
		三期	四期
接觸形式(清水井/儲水槽)		清水池	清水渠
T ₁₀ /T Factor		0.1	0.1
尺寸	長度或直徑	23.88	3
	寬度	22.58	2
	最小操作深度	0.8	1.3
	總體積	1720	23.4
	有效體積(T ₁₀ /T Factor)	172	2.34
相關操作參數	消毒劑種類	Chlorine	
	最大消毒劑濃度(mg/L)	前氯 1.1 後氯 0.8	
	最大 pH 值	8.4	
	最小溫度 °C	18	

二、操作資料

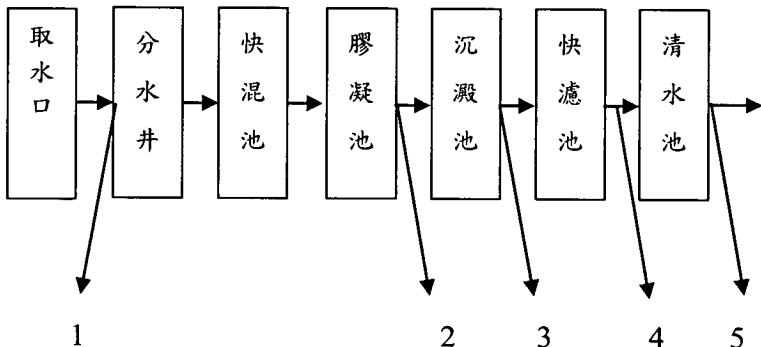
(一) 處理控制策略

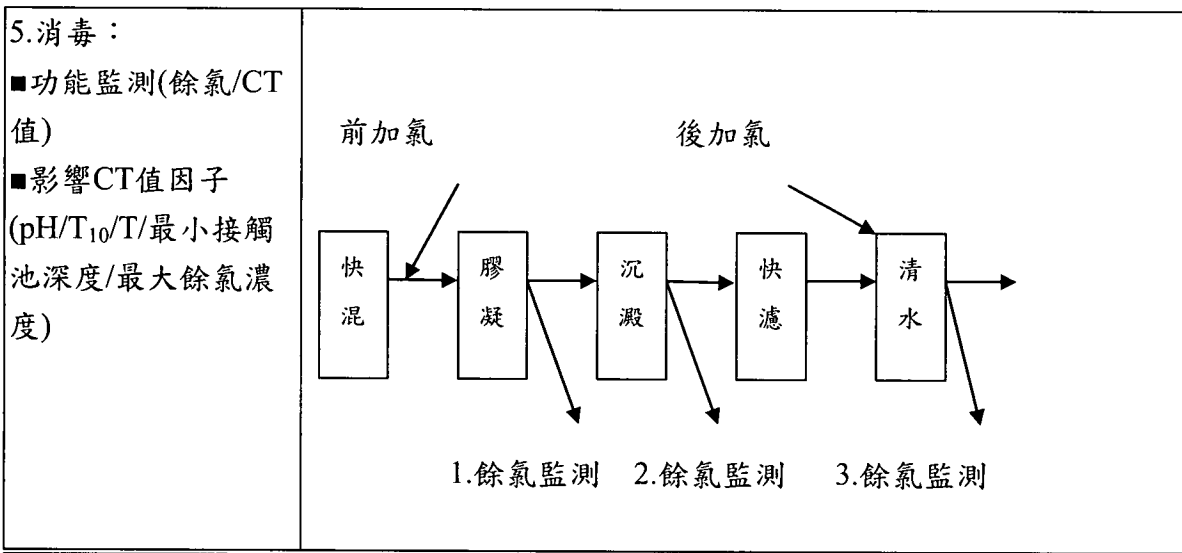
表3-2-1 處理控制策略

項目	說明
1.程控策略	
■何人設定主要控制策略與決策？	(1)廠長；(2)淨水股長；(3)代理人
■誰來作處理控制的決定？	(1)淨水股長；(2)代理人；(3)操作人員
■程控或最佳化過程中是否有適當之員工參與？	是
2.溝通方法	
■員工是否參與例行性會議？	是
■當未達要求的功能時，要至何處尋找幫助？	(1)本區處友廠(南化給水廠、台南給水廠) (2)本區處操作課、檢驗室。
■工作人員是否提出意見？	是
■檢驗室、操作、維護間如何形成溝通？	操作：登記於相關操作日報表及設備故障維修記錄表，緊急或重要事項即刻通知廠長或淨水股長。 檢驗：記錄於規定報表及廠內自訂記錄表，若檢驗結果偏離正常值，通知操作人員及股長，異常狀況需通知廠長。 維護：根據相關操作日報表及設備故障維修記錄表進行維護，緊急或重要事項即刻維修。 審查：相關操作日報表及設備故障維修記錄表，每日由股長、廠長審核追蹤，規定之水質報表每週由股長、廠長審核。

(二) 程序控制

表3-2-2 程序控制資料

項目	說明
1.採樣與測試 採樣點：	 說明：1.2.3.4.5為連續採樣 1.為原水(濁度、導電度、pH) 2.膠羽水 3.沉澱水(濁度、餘氯) 4.過濾水(濁度) 5.為清水(餘氯、濁度)。
2.混凝/膠凝 ■使用藥劑 ■劑量控制	液體硫酸鋁 依照加藥曲線（依據瓶杯試驗及經驗值製作）加藥 瓶杯試驗操作頻率依公司定為：原水濁度大於10NTU，至少每天一次；原水濁度小於10NTU，每月至少一次。未使用助凝劑。
3.沉澱： ■功能監測 ■污泥移除(控制/調整方法)	沉澱水濁度5NTU以下。餘氯0.15~0.25ppm。 參考沉澱水濁度，人工清除淤泥。
4.過濾： ■控制水力負荷率(控制/調整方法) ■反沖洗控制(測驗/決定頻率的方法)	入流水濁度：5NTU以下；出流水濁度：0.5NTU以下 視水頭損失



肆、 主要單元操作標準

(一) 快混單元

混合設備之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、混凝劑加入水中後，應經混合設備，將其急速擴散於水中。	否	● 現場並無混合設備，將藥劑急速擴散於水中。
二、混合方法通常使用水躍池、拌合機或利用水流沖合等得到快速之攪拌。	是	● 透過水流沖合之方式 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

(二) 膠凝單元

膠羽池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、經加藥混合之原水，應經膠羽池，藉速度差使膠羽形成增大。	是	● 相關膠凝操作參數需參酌表 3-1-3
二、原則應為鋼筋混凝土造，並應儘量與混合池、沉澱池相連，必要時，得同為一池。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

三、進口與出口之配置應適當，以避免短流。	是	
四、膠羽池應設排水設備。	是	
五、膠羽池應設照明設備，以供隨時觀察膠凝情況。	是	

(三) 沈澱單元

沉澱池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、應考慮沉澱池之溢流率、滯留時間、平均流速，以確保沉澱功能。	是	● 相關沈澱操作參數需參酌表 3-1-4
二、長期連續使用之沉澱池，應設二池以上。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、沉澱池之配置，應與膠羽池及快濾池相互配合。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2

(四) 過濾單元

快濾池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、以快濾池處理之水應先經適當之處理，包括膠凝沉澱。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-5
二、快濾池以重力式為準。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、池數應為二池以上，並視需要設置備用池。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2
四、反沖洗速度應依所使用濾料之粗細、比重及溫	是	

度而定，或依實驗求得。 五、表面沖洗，可使用轉動式或固定式。 六、反沖洗及表面沖洗，可使用清水或混合空氣使用，其採用抽水機或洗砂水池供應，應視處理廠之配置及其建設費與維持費比較決定。	是（轉動式） 是	
--	------------------------	--

（五）消毒單元

消毒之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、加氯方法以溶液式為準。 二、加氯設備應有可靠之性能，加氯速率及數量應準確易於控制，並有良好之安全設施。 三、加氯地點應選在氯劑能均勻混合於水中之處。 四、加氯設備之容量，應以最大處理水量及最大加氯率決定之，並應有備用設備。 五、流量經常有變化之處，消毒時應設自動控制設備，保持一定之加注率。 六、自來水事業應訂定加氯消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。	是 是 是 是 是 是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-6 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

附錄四

潭頂淨水場主要單元操作作業規範 與技術標準案例

台南給水廠潭頂淨水場

壹、處理流程簡介

潭頂淨水場為於台南縣新市鄉潭頂村，第一期兩套淨水處理設備工程民國五十七年完成出水，民國六十三年再擴建兩套淨水處理設備，除沉澱池中端無導流板外，餘均與第一期相同，因有無導流板對淨水效果影響甚微，故將其視為四套處理流程相同之設備。

本場水源來自烏山頭水庫，原水由嘉南大圳南幹線支渠取水站經導水管引進本場，經快混（加氯、液體硫酸鋁）、迴流、膠凝、沉澱、快濾等淨水處理流程後成為清水進入清水池（加氯），再加壓將水送至輸配水系統，圖 1-1 為操作流程示意圖。供水區域包括台南縣永康市、仁德鄉、歸仁鄉、新化鄉、新市鄉及台南市東半部。

本場設計出水量為 180,000 CMD，目前平均出水量為每日 18 萬噸左右，瞬間尖峰流量為 24,0000 CMD。

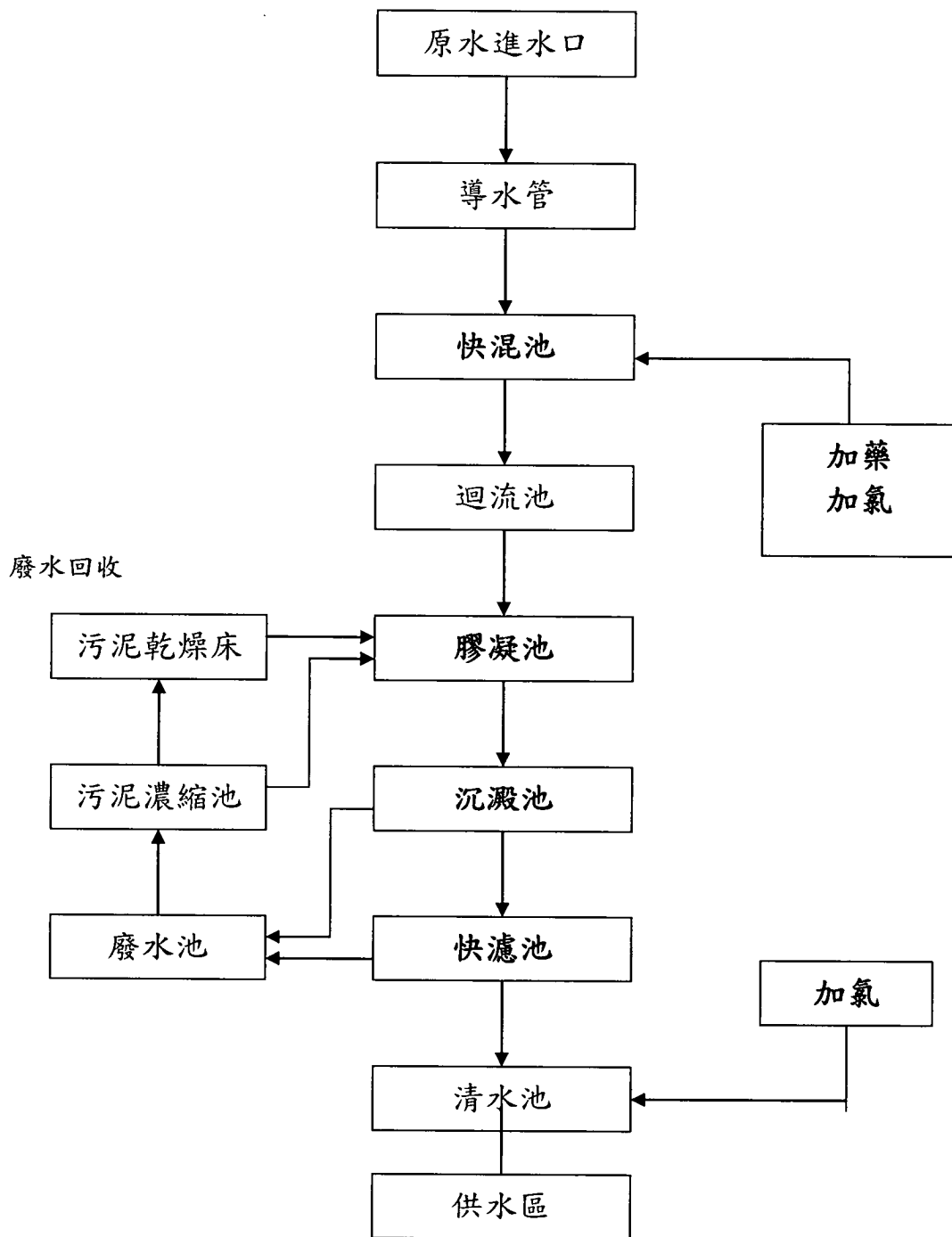


圖 1-1 操作流程示意圖

貳、 主要單元說明

潭頂淨水場之主要處理單元，包括快混、膠凝、沉澱、快濾、化學加藥、消毒等單元。濁度處理目標主要設置在沉澱池與快濾池，在一般原水濁度情形下，沉澱池平均出水濁度低於 3 NTU，快濾池出水濁度低於 0.5 NTU。餘氯處理目標主要設置在清水池，餘氯應維持在 0.3~0.7 mg/L。

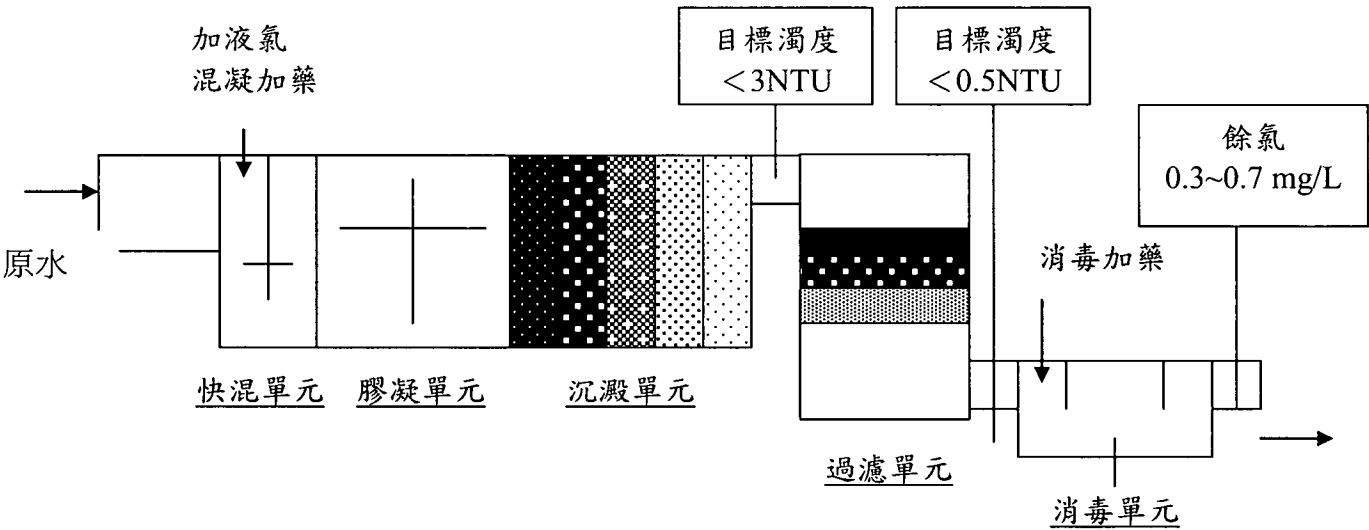


圖 2-1 潭頂淨水場主要單元說明

參、 主要單元設計、操作、維護資料

一、設計資料

(一) 淨水場設計與處理量

1.處理流程圖

略

2.流量資料

表 3-1-1 流量設計

項目		參數
設計流量	平均流量	180,000 CMD
	最大水力流量	240,000 CMD
瞬時尖峰流量		260,000 CMD
目前操作流量		100,000 CMD

(二) 主要單元操作

1.快混池：

表 3-1-2 快混設計資料

項目	參數
1.形式	動力逆向衝擊式
攪拌機數量	4
池數	4
尺寸 (m)	3m×3m×4.7m
動力	5HP
總體積 (m ³)	169.2
2.流量	
設計值(CMD)	180,000
操作值 (CMD)	100,000
3.停留時間	
設計值(sec)	56
操作值 (sec)	101
4.G 值	
設計值 (sec ⁻¹)	155
操作值 (sec ⁻¹)	155
5.操作問題	因電動機常故障，已久未使用，目前只靠自然水力混合。

2.迴流池：

表 3-1-3 迴流池設計資料

項目	參數
1.形式	
池數	4
尺寸 (m)	12m×9m×3.15m
總體積 (m ³)	1360.8
2.流量	
設計值(CMD)	180,000
操作值 (CMD)	100,000
3.停留時間	
設計值(min)	9.4
操作值 (sec)	16.9
4.G 值	
設計值 (sec ⁻¹)	26.2
操作值 (sec ⁻¹)	26.2

3.膠羽池：

表 3-1-4 膠羽池設計資料

項目		參數
形式		傳統重力
池數		12
尺寸(每池)	長度(m)	9
	寬度(m)	9
	有效深度(m)	3.25
	每池體積(m ³)	263.25
	總體積(m ³)	3,159
流量	平均(CMD)	180,000
	最大(CMD)	240,000
	操作值(CMD)	10,000
混凝時間	平均(min)	25.3
	最大(min)	16.9
	操作值 (min)	45.5
膠羽機	設計值 (Hp)	5HP、3HP、2HP
	操作值 (Hp)	5HP、3HP、2HP
Gt 值	設計值	
	操作值	
操作問題		

4.沉澱池：

表 3-1-5 沉澱池設計資料

項目		參數
形式(傳統/斜版/管式)		傳統
池數		16
尺寸(每池)	長度(m)	58
	寬度(m)	9.84
	有效深度(m)	3.15
	每池表面積(m ²)	570.72
	總表面積(m ²)	9,131.52
流量	平均(CMD)	180,000
	最大(CMD)	240,000

	操作值(CMD)	10,000
滯留時間	平均(hr)	3.54
	最大(hr)	2.66
	操作值 (hr)	6.37
溢流率	設計值 (m/day)	78.85
	操作值 (m/day)	43.80
操作問題		本場 1~4、9~16 號沉澱池底部約加高 15 公分，滯留時間均已改變，需進一步評估。

5.過濾池：

表 3-1-6 過濾設計資料

項目		參數		
形式(單一/多重濾料)		多重濾料 (惠勒式)		
池數		16		
尺寸(每池)	長度(m)	6.71		
	寬度(m)	4.27×2		
	每池表面積 (m ²)	57.30		
	總表面積 (m ²)	916.80		
控制方式(定率/定壓)		定率		
濾率	設計值 (m/d)	196		
	操作值 (m/d)	109		
濾料	濾料種類	深度(cm)	均勻係數	有效粒徑(mm)
	無煙煤	25	1.74	1
	石英砂	50	1.5	0.5
	濾石	40		2~60
表面沖洗	形式	加壓式		
	水流量 (m ³ /hr)	70		
	表面沖洗速率 (m/hr)	1685		
	沖洗時間 (min)	4~6		
反沖洗速率	設計值(m/d)	1180		
	操作值 (m/d)	1180		
	操作時間(min)	15		
操作問題				

6.消毒單元：

表 3-1-7 消毒設計資料

項目		參數		
接觸形式(清水井/儲水槽)		清水井（3 池）		
T ₁₀ /T Factor				
尺寸	長度(m)	52	80.4	74
	寬度(m)	9	18.5	45
	最小操作深度(m)	3	3	3
	總體積	1400	4400	10000
	有效體積(T ₁₀ /T Factor)			
操作 參數	消毒劑種類	氯		
	最大消毒劑濃度(mg/L)	前氯：1.3；後氯：0.9		
	最大 pH 值	8.3		
	最小溫度 °C	18		

二、操作資料

(一) 處理控制策略

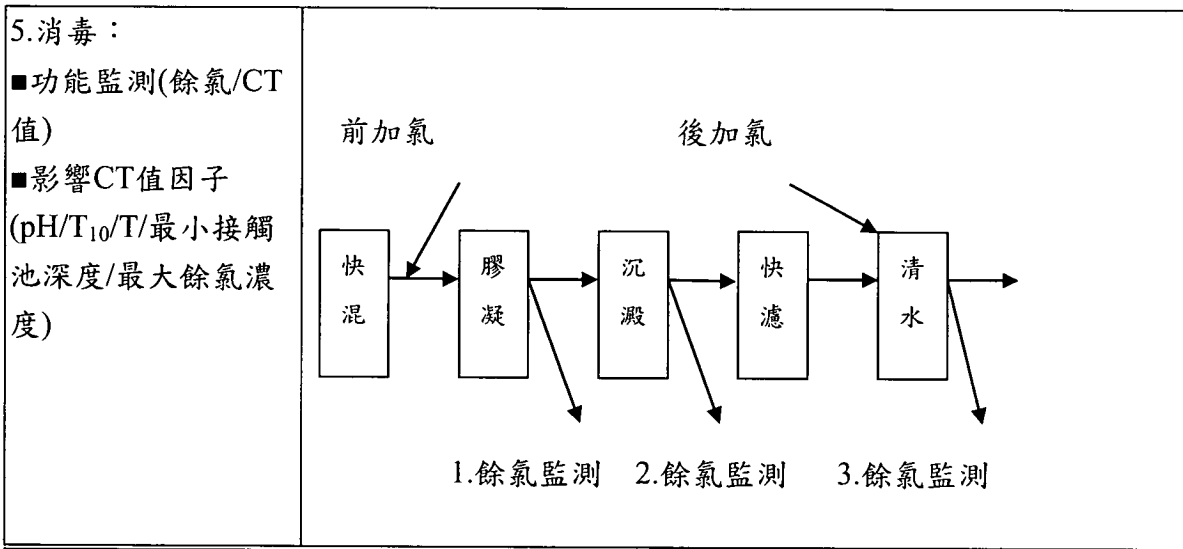
表3-2-1 處理控制策略

項目	說明
1.程控策略	
■何人設定主要控制策略與決策？	(1)廠長；(2)淨水股長；(3)代理人
■誰來作處理控制的決定？	(1)淨水股長；(2)代理人；(3)操作人員
■程控或最佳化過程中是否有適當之員工參與？	是
2.溝通方法	
■員工是否參與例行性會議？	是
■當未達要求的功能時，要至何處尋找幫助？	(1)本區處友廠(南化給水廠、烏山頭給水廠) (2)本區處操作課、檢驗室。
■工作人員是否提出意見？	是
■檢驗室、操作、維護間如何形成溝通？	操作：登記於重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表，緊急或重要事項即刻通知廠長或股長。 檢驗：記錄於規定報表，若檢驗結果偏離正常值，通知操作人員及股長，異常狀況需通知廠長。 維護：操作人員執行一級保養維護，另根據重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表進行維護，緊急或重要事項即刻進行維修。 審查：重要事項交班紀錄表，及設備故障維修紀錄表每日由股長、廠長審核追縱，規定之水質報表每週由股長、廠長審核。

(二) 程序控制

表3-2-2 程序控制資料

項目	說明
1.採樣與測試 採樣點：	說明：1、4為連續採樣監測，1為原水濁度，2為膠凝水（濁度、餘氯），3為沉澱水（濁度、餘氯），4為清水（濁度、餘氯）。
2.混凝/膠凝 ■使用藥劑 ■劑量控制	液體硫酸鋁 依照加藥曲線（依據瓶杯試驗及經驗值製作）加藥 瓶杯試驗操作頻率依公司規定為：原水濁度大於10NTU，至少每天一次；原水濁度小於10NTU，每月至少一次。未使用助凝劑。
3.沉澱： ■功能監測 ■污泥移除(控制/調整方法)	沉澱水濁度5NTU以下。餘氯0.2ppm。 參考沉澱水濁度，人工清除淤泥。
4.過濾： ■控制水力負荷率(控制/調整方法) ■反沖洗控制(測驗/決定頻率的方法)	入流水濁度：5NTU以下；出流水濁度：0.5NTU以下 視水頭損失



肆、 主要單元操作標準

(一) 快混單元

混合設備之操作標準	潭頂廠內操作 是否符合規定	說明
一、混凝劑加入水中後，應經混合設備，將其急速擴散於水中。	否	● 現場並無混合設備，將藥劑急速擴散於水中。
二、混合方法通常使用水躍池、拌合機或利用水流沖合等得到快速之攪拌。	是	● 透過水流沖合之方式 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

【標準解說】

關於一：混凝劑加入水中後，應經混合設備，將其急速擴散於水中。

混凝劑加入水中後會很快水解產生離子，因此應設法使其儘速均勻擴散於處理水體中，很快與膠體會合，進行混凝作用。為此混凝應先有適當之混合設備，以便將混凝劑加入其中後，藉快速攪拌急速擴散均勻於水中，做為進行有效混凝作用之起步。

關於二：混合方法通常使用水躍池、拌合機或利用水流沖合等得到快速之攪拌。

混合設備之主要功能在於能急速將加入水中之藥劑擴散於處理水體之中，以利水解之藥劑離子均勻與水體中懸浮固體接觸並起電化作用。要使藥劑擴散，應藉水體快速之混合；要水體快速混合，應靠一定之能量。此種能量之來源有二，其一為利用水體之位能或動能；其二則由外加入動能。所有混合設備均可歸類此兩種。水躍池、混合機及沖水等為最常用之方式。

(二) 膠凝單元

膠羽池之操作標準	潭頂廠內操作 是否符合規定	說明
一、經加藥混合之原水，應經膠羽池，藉速度差使膠羽形成增大。	是	● 相關膠凝操作參數需參酌表 3-1-3 與表 3-1-4
二、原則應為鋼筋混凝土造，並應儘量與混合池、沉澱池相連，必要時，得同為一池。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、進口與出口之配置應適當，以避免短流。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2
四、膠羽池應設排水設備。	是	
五、膠羽池應設照明設備，以供隨時觀察膠凝情況。	是	

【標準解說】

關於一：經加藥混合之原水，應經膠羽池，藉速度差使膠羽形成增大。

加入混凝劑並經快速混合，使藥劑均勻分散水體中水解起混凝作用，減低膠體物質減低其界達電位之後，就得設法增加微細膠體互相接觸並逐漸凝聚成顆粒較大，表面積減小，比重加大之膠羽。混凝處理之最後此一過程是為膠羽形成，要藉用於膠凝池中進行。

膠羽之形成要靠浮游水中微細顆粒之互相接觸，接觸的機會則靠水體緩慢之攪動提供。依 Camp 與 Stein 兩氏之理論，接觸之機會可以下式表示：

$$N = n_1 n_2 \left(\frac{G}{6} (d_1 + d_2) \right)^3$$

式中，

N ：單位時間內單位體積之膠羽接觸次數 $[1 / (m^3 \cdot s)]$

n_1 ：單位體積中粒徑 d_1 膠羽數 $[1 / m^3]$

n_2 ：單位體積中粒徑 d_2 膠羽數 $[1 / m^3]$

G ：流速坡降 (Velocity gradient) $[1 / s]$

由上式可知，膠羽接觸之機會，也則其形成之速度，與膠羽顆粒濃度之平方、粒徑之立方，以及G值成正比。就G值言，如將其提高，自可增加膠羽形成之速度，但另一方面也會提高剪斷力，反而會破壞已形成之膠羽，因此應有適當之限制。

攪拌所需能量或利用水體本身之位能，或由外提供，因而有不同形式之膠凝池。迴流式膠凝池則為利用本身位能者；膠凝機膠凝池則為靠外動力驅動攪拌機得到攪拌者，有豎軸型與橫軸型之別。

關於二：原則應為鋼筋混凝土造，並應儘量與混合池、沉澱池相連，必要時，得同為一池

加藥混合及膠凝本為一體之處理，所以混合之後就應連接著進行膠凝形成步驟，所以膠凝池應儘可能與混合池接連，使其反應作用不要有所間斷；至於膠羽形成之後，就希望儘快在沉澱池內沉澱，所以膠凝池與沉澱池間之距離應求愈短愈佳，才可避免因流程過長可能引起之膠羽中途沉澱或被水流冲破等問題。倘能將膠凝形成以及沉澱之步驟安排於同一池內更是理想，此時水流就能一路不斷直往行進，中間無需由膠凝池集在一起導送之後，又得再度分配於不同沉澱池，以及其全斷面上。

關於三：進口與出口之配置應適當，以避免短流。

原水在膠凝池中流動進行膠羽之形成作用，所以應有較均勻之滯留時間，否則便有部分之滯留時間不足，其膠羽之形成就無法完全。為此膠凝池之進出口等應妥予安排，藉以維持水流之均勻，儘量避免短流。

關於四：膠羽池應設排水設備。

膠凝池中難免有沉積物需要清理，也有放空維持之需要，所以應有排水、排泥設備。原水中可能會有浮游物，以及清潔劑等之泡沫，所以宜有排除之設備。

關於五：膠羽池應設照明設備，以供隨時觀察膠凝情況。

為明瞭膠羽之形成情形，操作人員需要經常就地加以觀察檢視，為此應有足夠照明設備為晚間作業之用。

(三) 沈澱單元

沉澱池之操作標準	潭頂廠內操作 是否符合規定	說明
一、應考慮沉澱池之溢流率、滯留時間、平均流速，以確保沉澱功能。	是	● 相關沈澱操作參數需參酌表 3-1-5
二、長期連續使用之沉澱池，應設二池以上。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、沉澱池之配置，應與膠羽池及快濾池相互配合。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2

【標準解說】

關於一：應考慮沉澱池之溢流率、滯留時間、平均流速，以確保沉澱功能。

沉澱為水處理以及其他化工上常用之固液分離法。係藉重力之作用，使懸浮於液體內之固體物自然下沉而被祛除於液體外。自來水工程上所用包括：(1)屬於單顆粒沉澱之沉砂池及普通沉澱池；(3)屬於混凝沉澱之膠凝沉澱池；以及(3)屬於層沉澱之高速膠凝沉澱池等。

除在水庫內或大型蓄水池中會有靜態沉澱之外，其餘所用均為連續流式沉澱。一般連續流沉澱除中間之主要沉澱區外，兩端分別有分散流量之進口區，與收集沉澱水之出口區，以及在池底積存沉泥之污泥區。如藉下面之理想橫流式沉澱池探討，凡沉降速度 V_s 大於 V_0 之顆粒都在流至出水區前沉到池底。如池深為 H ，沉澱區之容積為 V ，表面積為 A ，滯留時間為 T ，流量為 Q ，則：

$$V_0 = \frac{H}{T}, V = AH, T = \frac{V}{Q}, \text{ 故 } V_0 = \frac{Q}{A}$$

$\frac{Q}{A}$ 為沉澱池之表面負荷率，統稱溢流率。凡沉降速度大於沉澱溢流率者，理論上均能沉降池底而被祛除。沉降速度小於 V_0 之顆粒，除在大範圍進入者外無法在滯留時間內沉至池底，因此其除去率 y/y_0 為：

$$y/y_0 = \frac{v_s}{v_0} = \frac{v_s}{Q/A}$$

則在一定沉降速度及流量下，沉澱面積愈大，溢流率就愈小，所能去除之顆率也愈小，沉澱效率愈高。因此溢流率為決定沉澱效率之重要因素。至於池深與滯留時間則無直接關連。如能分層倍增沉澱面積，將可大

幅提高沉澱效果，多層、傾斜板或管之沉澱池則依此原理。又如設法分段提早提出部分流量，由於流量之減少，溢流率隨之減少，後段之沉澱效果自會隨著提高。

設計上所採用表面負荷率當視原水水質、混凝之成效以及膠羽之性質而定。依 AWWA Water Treatment Plant Design (第四版) 建議利用明礬混凝之膠羽，其溢流率宜在每日 15~22 公尺之間；依日本水道施設設計指針建議為 22~44 公尺之間。又一般明礬膠羽之比重約 1.002，如其尺寸能達 0.1cm，在 10℃ 下其沉降速度為 1,760gpd，約合每天 71 公尺，據此建議採用 900gpd，約合每天 36 公尺之溢流率。

理論上滯留時間不影響沉澱效果，但為利膠羽之繼續聚合以易沉澱，同時為維持沉澱池調整原水水量水質突變之重要緩衝機能，沉澱池應具有足夠容量，其滯留時間一般認為不得小於 2 小時，最好能維持在 3 小時以上。另一方面，因在一定溢流率下，水深將隨滯留時間增加，而水深之增加會大幅加重沉澱池池牆之結構負荷，因此滯留時間也不宜過長。

長方形沉澱池依下列原則：

1. 平均流速應在每分鐘 40 公分以下。
2. 池長與池寬比在 3 以上。
3. 有效水深為 3~4 公尺。
4. 沉澱池進水口設置適當之分水設備，使進水均勻分布。
5. 設整流設備，減少池內短流及密度流。
 - (1) 流入流出部設置整流壁，以利水流均勻流經全斷面。
 - (2) 整流壁距離出入口 1.0 公尺以上。
 - (3) 整流壁孔口總面積約為沉澱池面積 5% 左右。
 - (4) 在池內視需要設置導流壁及中間整流壁。

關於二：長期連續使用之沉澱池，應設二池以上。

為排泥清洗以及其他維修上之需要，沉澱池原則上應分設成二池以上。在小規模之場，原水有由混合池直接轉經過濾之可能時，自可採用單一沉澱池，但附設繞流管。為避免不同沉澱池間之負荷不均，在進水管渠設計時，對維持均等分水應妥善考量。

關於三：沉澱池之配置，應與膠羽池及快濾池相互配合。

混凝設備屬沉澱之預備步驟，將不易沉澱之微細膠體質藉藥劑膠凝成較容易沉澱之膠羽，以便能藉沉澱設備祛除，沉澱設備為處理懸浮於水中

固體物之主體，水質處理上大都寄望於利用它能將大部分之固體物祛除，如有未盡，才藉最後一道過濾設備把關。因此沉澱設備如能發揮功能，過濾設備之負擔就能減輕，符合水質處理之基本原理。

(四) 過濾單元

快濾池之操作標準	潭頂廠內操作 是否符合規定	說明
一、以快濾池處理之水應先經適當之處理，包括膠凝沉澱。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-6 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2
二、快濾池以重力式為準。	是	
三、池數應為二池以上，並視需要設置備用池。	是	
四、反沖洗速度應依所使用濾料之粗細、比重及溫度而定，或依實驗求得。	是	
五、表面沖洗，可使用轉動式或固定式。	是（轉動式）	
六、反沖洗及表面沖洗，可使用清水或混合空氣使用，其採用抽水機或洗砂水池供應，應視處理廠之配置及其建設費與維持費比較決定。	是	

【標準解說】

關於一：以快濾池處理之水應先經適當之處理，包括膠凝沉澱。

快濾池所用之濾砂較慢濾為粗，濾速較高，故須先將原水加藥膠凝，使水中之細菌、藻類及其他微細懸浮物等與膠凝聚成膠羽，使易被截留於濾層。此方式不以濾層表面之濾膜為截留膠羽之主體，而賴膠羽與濾料顆粒表面之物理、化學之吸附作用而被留於濾層之孔隙間。

加藥膠凝為快濾法不可或缺之前處理過程，原水中微細之懸浮物如不先凝聚成膠羽，將無法在快濾池之高濾速下截留於濾層孔隙中，而致貫穿。去除水中濁度之重點有沉澱池與快濾池，前者為傳統上所採認之基本理論，使膠凝生成堅韌而易於沉澱之膠羽，儘可能在沉澱池中被去除，而維持濾池進水之濁度在適當限度以內以減輕濾池之負擔，換言之，則為增

長快濾池之濾程，以達成快濾池之經濟運用。後者為直接過濾法，為原水濁度較低時所採用者，僅須以加藥混凝為主，使水中微膠羽凝聚粗大，不需先經沉澱處理而逕由快濾池承擔去除濁度之任務。

關於二：快濾池以重力式為準。

快濾設備可分成密閉之壓力式及開放之重力式，壓力式可採自動化操作，有不發生負壓及過濾操作水頭較高等優點，但無法隨時檢視快濾機內之運作情形，若以定壓過濾時有其濾速之變化幅度較大等考量，設計時應以池內有自由水面且自然流下過濾之重力式為宜，重力式快濾池於大水量時具有操作動力費用節省、土地面積需求較小以及出水水質穩定等優點。

適當之濾速與進水之水質情況，表面負荷，濾層之構造，濾程之長短等有密切之關係。對於濾前處理之考量，慎選濾料，並考慮操作管理方便所求之濾程等條件，參考下列標準，選擇設計濾速，當能獲得水質穩定可靠之濾水。

(1)單層快濾池：濾速以 120~150m/d 為準，

重力快濾池依下列原則：

- 1.濾速應視濾前水質處理效果、濾料組成，一般以每日 120 至 300 公尺為準。
- 2.過濾之操作水頭，宜在 2.5 公尺以下。
- 3.池數應為二池以上，並視需要設置備用池，每池過濾面積在 150 平方公尺以下。
- 4.濾層反沖洗一般以清水反沖洗配用表面洗，或清水併用空氣反沖洗為準。但深層粗砂濾料應採用清水併空氣反沖洗。
- 5.反沖洗水流速度應依所使用濾料之粒徑、比重及水而定，並應有調整設備供操作上之選擇。清水反沖洗，應能使濾層產生約 20~30%之膨脹，反沖洗水流速度應在每日 1000 至 1500 公尺之間。併用空氣沖洗時，水流速度應為每日 400 至 800 公尺之間。
- 6.反沖洗所併用之空氣，其流速應為每日 800 至 2000 公尺之間，空氣壓力相當於 3 至 4 公尺水頭。應有調整設備供操作上之選擇。

關於三：池數應為二池以上，並視需要設置備用池。

為便於沖洗，濾池檢修及濾料之換裝，池數含備用池最少應為 2 池。池數超過 10 池時，應另加 10%之備用池。依此原則設計時，當可維持設計淨水量。

濾池一池之面積過大時，不易達到全面均勻過濾及沖洗之效果，且沖洗設備規模太大。故應以淨水量之多寡決定適當之濾池數目及各地之面積，一般每池面積在 150m^3 以下。

關於四：反沖洗速度應依所使用濾料之粗細、比重及溫度而定，或依實驗求得。

濾層沖洗效果之良窳，對過濾機能有很大影響，故必須選擇能均勻而又有效之沖洗方式，將濾池全面及濾層內部全沖洗清淨。沖洗效果不完全時，將引起濾程縮短，濾水水質惡化，產生泥球，濾層龜裂，濾層表面不平整，濾層與牆面發生裂隙等等。為防止濾層內繁殖藻類及微生物而污染濾層或妨礙過濾機能，反沖洗水必須為含有餘氯之淨水。

關於五：表面沖洗，可使用轉動式或固定式。

表面洗可分為固定式表面洗與迴轉式表面洗兩種型式：

(1)迴轉式表面洗：水平迴轉管接在垂直迴轉管在濾層面上 $5\sim 25\text{ cm}$ ，管之側面及兩端設噴嘴，以 $5\sim 15\text{ rpm}$ 之速度迴轉。若迴轉半徑太大時濾池之角落處沖洗效果差者，須考慮與固定式併用。

表面洗強度是表面洗流量除以過濾池面積而得，表面洗強度與壓力通常採用：

(1)固定式沖洗強度 $0.15\sim 0.20\text{m/min}$ ，壓力 $15\sim 20\text{ m}$ 水柱。

(2)迴轉式沖洗強度 $0.05\sim 0.10\text{m/min}$ ，壓力 $30\sim 40\text{ m}$ 水柱。

表面洗效果，隨著給予濾料的能量愈大，則沖洗效果愈佳。再計算單位過濾面積之功率，固定式為 $37\sim 66\text{ kgf}\cdot\text{m/s}\cdot\text{m}^2$ ，迴轉式為 $24\sim 64\text{ kgf}\cdot\text{m/s}\cdot\text{m}^2$ 。給予濾層之能量，兩者差別不大，又分配水方法不同其水量亦不同，但容易分配的迴轉式所需水量較少。

關於六：反沖洗及表面沖洗，可使用清水或混合空氣使用，其採用抽水機或洗砂水池供應，應視處理廠之配置及其建設費與維持費比較決定。

沖洗濾層之標準方式為表面洗及反沖洗併用，表面洗係利用水流之剪力先將附著於表層濾料之濁質破壞，繼之以反沖洗之水流使全部濾層呈浮動狀態，藉濾料互相摩擦及水流之剪力，將附著於濾料之濁質完全剝離，排出濾池。

其他尚有空氣洗及反沖洗併用，則藉上升之氣泡，將濾層微微震動，以剝離濾料上之淤泥，繼以較低速之反沖水流，將其排出。

沖洗方式應視原水水質，前處理之程度，濾料之組合與厚度及濾層內

濁度可能分佈情形而定。傾向於表面過濾之濾層，以表面洗及反沖洗併用之標準沖洗方式為宜，深層過濾則以空氣洗及反沖洗併用方式為宜。

(1)表面洗：若濾層表面上所截留之濁質甚多，僅賴以反沖洗必無法獲得完全之沖洗效果，長時間使用後，濾層表面殘留之濁質，將積聚成泥狀物，非僅減少濾層內濁質之截留量，最後會形成泥球。為解決此問題，須於反沖洗之外，併用表面洗得到完全之洗淨效果。實施表面洗應在反沖洗之先，由噴射孔之高壓水對濾層表面作全面噴射，依水流之剪力能破壞泥狀層，以提升洗淨效果。

(2)反沖洗：反沖洗之要領在使濾層內所截留之濁質由濾料剝離並排出，因此必須保持必要的洗淨流速及均勻的水流分佈。反沖洗之作用分二個階段：

第1階段：反沖洗水流使濾料互相衝擊摩擦，或以水流之剪力，將附著於濾料內之濁質剝離。濾層之膨脹率保持 20~30%時可得最有效之洗淨效果。

第2階段：將與被反沖由濾層剝離之濁質迅速排除，此時須考慮排水槽之高度及其排列間隔之影響。

(五) 消毒單元

消毒之操作標準	潭頂廠內操作 是否符合規定	說明
一、加氯方法以溶液式為準。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-7
二、加氯設備應有可靠之性能，加氯速率及數量應準確易於控制，並有良好之安全設施。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、加氯地點應選在氯劑能均勻混合於水中之處。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2
四、加氯設備之容量，應以最大處理水量及最大加氯率決定之，並應有備用設備。	是	
五、流量經常有變化之處，消毒時應設自動控制設備，保持一定之加氯率。	是	
六、自來水事業應訂定加氯消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。	是	

【標準解說】

關於一：加氯方法以溶液式為準。

加氯方法以溶液式為準，加氯機有乾式及濕式二種，皆利用添加液氯於水中，通常與氯化器或氯瓶連接，可連續供給安全且正確計量氯氣。乾式加氯機乃將氯化後之液氯以氣體狀態直接加入所要處理水中，而濕式加氯機乃將氣體狀態之氯先溶於水，使成為較濃之氯液而加入處理水中。

濕式真空加氯機：為近年來普遍的被採用之加氯機。自液氯瓶或液氯筒引出氯化氯至氯計量器之構造與壓力式相似，因為使用水力噴射器（Injector）及壓力控制機構產生真空，所以氯氣洩漏及殘留於容器內之情形較少，若噴射器之壓力下降時加氯機內之真空壓力變為正壓，即可自動停止加氯。噴射器為真空加氯機操作產生真空（負壓）之動力來源，同時使經過計量之氯氣與壓力水混合成氯液後加入水中。其給水量依加氯機之能量而有差異，須能使氯完全溶解，該氯液之濃度通常在 0.3% 以內為宜。

噴射器入口之給水壓力，須足以克服噴射器操作所需之壓力及由噴射器注入氯液於水中之全部管路之總水頭損失。

濕式壓力式加氯機：由液氯容器中取出經計量之氯氣溶成為濃氯液後加入所要處理水中，與乾式加氯機比較，此種方式更能均勻混合氯氣。

關於二：加氯設備應有可靠之性能，加氯速率及數量應準確易於控制，並有良好之安全設施。

加氯機室及液氯貯藏室均應選擇陰涼乾燥、通風良好及遠離熱源之處，並附設必要之測漏、警報、防漏以及中和設備。加氯機房及貯存室：若加氯機室與加氯點距離甚遠，則易發生流入管斷裂而消毒中斷情形，為預防噴射器之給水壓力下降時之逆氣，加氯機室應高於加氯點水位，並避免置於地下室或低窪潮濕處所，因氯氣約比空氣重 2.5 倍，洩漏時將停滯於低處而不易排除，且遇濕氣後其腐蝕性極強。加氯室須採光良好以便操作，其上部設換氣孔，必要時應設人工通風裝置，使通風良好。若發生意外時亦能密閉，以防止氯氣逸散於室外，並且其下部須有抽風設備，能將沉滯於下部之氯氣抽至中和設備消除其毒性。室內溫度最好約能維持在 15～20℃ 之間，若溫度太低時氯化速度極慢，無法達到所需之加氯量。

液氯筒之貯存與運輸須依內政部頒布之「高壓氣體安全衛生設施標準」、環保署之「毒性化學物管理手冊」及 CNS2571「液氯儲運使用安全規章」等有關規定。貯存與運輸：液氯之貯存應符合 CNS 2571「液氯儲運使用安全規章」，內政部公布之「高壓氣體安全衛生設施標準」及各級政府之有關規定。

液氯筒之貯存設備有關規定如下：應採用合格之 50 公斤、1 噸之容器，貯存容量須維持 40℃ 以下，須有固定容器之架台，若採手 1 噸容器時須有搬運設備。

可能與氯接觸之器材應具有耐腐蝕性能。耐腐蝕之器材：氯氣含濕時可腐蝕所有金屬類，但乾燥的氯氣在常溫時不與鋼及銅起反應。由於裝接容器之補助閥時有氯氣洩漏之可能，因此應採用具有耐腐蝕處理的電氣器具，而其電氣配線儘量佈設於高處。

各種液氯設備所採用之配管，應依各使用條件選定管件之材質。一般而言，液態或氣態氯之配管須採用壓力配管用之低碳鋼管，小口徑之支管則可用鋼管。直接由貯存槽引出之管線必需裝設雙重控制閥，液氯鋼瓶之瓶頭開關亦需附裝補助開關。埋設於建築物內部之管線須儘量配設副管為安全及檢修。容器內之壓力對整個管路之安全極有關係，故應設壓力監視裝置，為因應緊急時可切斷液氯之流通。

氯液所用之管線可採用耐蝕性良好之硬質橡膠管，硬質氯乙烯管，塑膠或橡膠襯裡管及橡膠軟管等。由加氯室至加氯點間之管線，應儘量裝配於無蓋之專用管槽內，並於適當處所裝設法蘭式接頭以便檢修。加氯點之位置宜低於加氯機，以防止在加氯機停止運轉時，水流逆轉，同時應有防

止空氣進入氯液管之設備。

關於三：加氯地點應選在氯劑能均勻混合於水中之處。

氯加進水中之後與水中所含之不純物起反應及殺菌作用，因此應設法在清水池（塔）或其他適當處所有足夠接觸時間，或藉混和或擴散設備促進氯劑反應產生效果後，始行供水。

氯劑加入地點應依處理之目的、原水水質，於淨水流程上選定適當之地點，必要時應以實驗決定。氯劑加入地點，如只以消毒為淨水設備時應設於分水井，加氯井或清水池入口等，而有濾池設施者設於過濾後之加氯井，清水池入口等處。若因送配水管線甚長或配水池容量甚大，在貯水及送配水過程中，水中餘氯有顯著降低之可能，以及送配水管線至用戶水栓距離有長短關係，不能以超量加氯引起餘氯量差異很大時則應在送配水途中再加氯。自來水系統接受其他自來水系統之供水補充時，需在接水地點再加氯，但若所補充之水中能維持必要之餘氯時則可免之。

預氯處理：在淨水過程中，通常在過濾後加入氯劑以達消毒目的，而預氯處理為在過濾之前加氯於原水中。因氯具有殺滅菌類及藻類之功用，且氧化力強，所以在原水水質受污染時，預氯乃成為淨水處理上極重要之一環。茲將其目的分述如下：

- 細菌之處理：原水中細菌總數在 5,000/ml 以上，或大腸菌類數（MPN）在 2,500/100ml 以上時，預氯處理可減少過濾前水中之細菌，提高其安全性，且可維持沉澱池及過濾池內之清潔衛生。
- 生物之處理：可消除藻類、浮游生物及鐵菌等，並抑制其繁殖。
- 鐵、錳之處理：溶於水中之鐵、錳等經加氯而濁度、色度增加，故先轉化為不溶性之氧化物予以祛除。
- 氨氮、有機物等之處理：可氧化氨鹽、亞硝酸氮、硫化氫、酚類、有機物等。
- 異味之處理：對硫化氫、下水、藻類等有異味之物質，有祛除效果，但應注意某種物質與氯作用後亦使臭味強或產生新臭味之可能。

又因氯對慢濾池層上之生物膜有不良影響，所以原則上慢濾池不採用預氯處理。預氯處理雖有上述之效果，但對於某些原水而言，則不能獲得預期之目的，甚至有水質反而轉劣之情形。又因需要較高度之水質管理，所以採用前須慎重考慮。

關於四：加氯設備之容量，應以最大處理水量及最大加氯率決定之，並應有備用設備。

一般而言，以加氯機能量之 60~80% 內操作最為準確可靠。為預防加

氣機故障時發生消毒中斷情事，或遇意外狀況必須加強消毒，因此最少應有備用加氣機一台，則總數應有 2 台以上。

關於五：流量經常有變化之處，消毒時應設自動控制設備，保持一定之加注率。

加氣量：加氣量可由加氣率與處理水量相乘而求得。

液氯之加藥量（質量）

$$V_w = (Q \times R) / 1000$$

式中， V_w ：加藥量（mg/h）

Q ：處理水量（ m^3/h ）

R ：加氣率（mg/l）

次氯酸鈉之加藥量（容積）

$$V_v = Q \times R \times (100/C) \times (1/D) \times 10$$

式中， V_v ：加藥量（l/h）

C ：有效氯濃度（%）

D ：濃度 $C\%$ 時，次氯酸鈉之比重（kg/l）

加氣控制系統需有定量控制，流量比例控制及餘氯量控制等方式。惟各種控制及計量器均須考量水量、水質之變化，設備之規模及維護管理等因素選定，並要經常校正，以維持其準確性。

加氣控制：加氣控制系統有定量控制，流量比例控制及餘氯量控制等方式。惟各種控制及計量器均須考量水量、水質之變化，設備之規模及維護管理等因素選定，並要經常校正，以維持其準確性。

定量控制：處理水量與氯量之變化小，略以一定量之氯劑量則可維持所需餘氯量時採用的方法。

流量比例控制：處理水量有變化，而水質變化少，且需氯量略為一定時，依處理水量之變化所加氯劑量則可維持所需餘氯量時採用的方法。

餘氯量控制：所處理水量，需氯量均有變化時以餘氯量作為目標值所採用的方法。

關於六：自來水事業應訂定加氣消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。

自來水事業應訂定加氯消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。防止氯氣毒害之安全設備，除依照一般高壓氣體之安全衛生規定外，由於自來水為一公用事業，故須有足夠之能力使損害減至最小，並防止加氯中斷及設備腐蝕情形發生。其設計應包括防止洩漏氯氣之擴散設備、檢測警報設備、中和設備、吸收劑及防護用具等。

因氯氣之毒性極強，即使液氯貯存量最少的 1,000kg 之淨水場，為防止意外事故發生，亦應有適當之安全措施及防護設備，最好亦應有檢警報設備。例如在液氯貯存室、倉庫或加氯機室附近取用方便之處存放消石灰，並在地上掘一深約 1 m 可放置氣瓶之坑井。若漏氯無法阻塞，則將容器移置坑內，再於其上覆以足量之消石灰及砂土，以防止氯氣外洩。此外，尚應配備可搬運 50kg 氣瓶之手推車，以便於事故發生時作迅速之安全處置。

消石灰吸收劑之存量應依規定，並具有狀況發生時能迅速均勻散佈之石灰散佈機，其型式有手動式及動力加壓式。消石灰應以袋裝貯存於乾燥處，以免因受潮及吸收二氧化碳而凝結降低效力。

防護用具之種類及其最低數量：

(1)防毒面具 (Mask)

空氣呼吸器或送氣式面具	3 只
隔膜式面具 (全面高濃度型)	3 只
空氣或氧氣瓶	3 瓶

(2)保護用具

防護衣 (橡膠製)	2 套
防護手套及長靴 (橡膠製)	2 雙
安全帽 (Helmet)	2 頂

(3)特殊工具

防止漏氯之安全蓋	1 只
螺帽及墊圈	1 組
鉛栓及軟木塞 (Cork)	1 組
法蘭型盲蓋	1 組
退火的鐵絲及膠布	1 式
緊急修理用之工具	全套

防毒面具內須裝有適量之亞硫酸鈉或活性碳，雖可達到防毒效果，但在高濃度氯氣時，將因空氣不足而致使呼吸困難，此時應使用附有氧氣瓶之防毒面具。

因氯與氯接觸，即生成氯化胺之白煙，用濃度 28% 以上之氯水可檢測微量之漏氯。

防護用具之存放場所及保管方法：防護用具須存放於接近可能有洩漏氯氣之處所，並在緊急狀況發生時，隨即可取用。其保管方法為經常保持清潔，定期更換消耗性之吸收藥劑，每次使用後應加以清理，更換或補充。

附錄五

和美淨水場主要單元操作作業規範 與技術標準案例

彰化給水廠第三淨水場

壹、處理流程簡介

第三淨水場位於彰化縣和美鎮詔安里水源路，於民國六十六年設廠完成，正式參加營運，鑿取 15 口深井地下水井為原水來源，採 Green Leaf 重力流自動平衡式快濾池處理淨水。初期設計出水量四萬立方公尺惟因深井出水量日漸枯竭，目前日出水量僅三萬立方公尺。本場負責供應彰化市地區之飲用水，日平均約出三萬噸，全能負載設計為四萬噸。

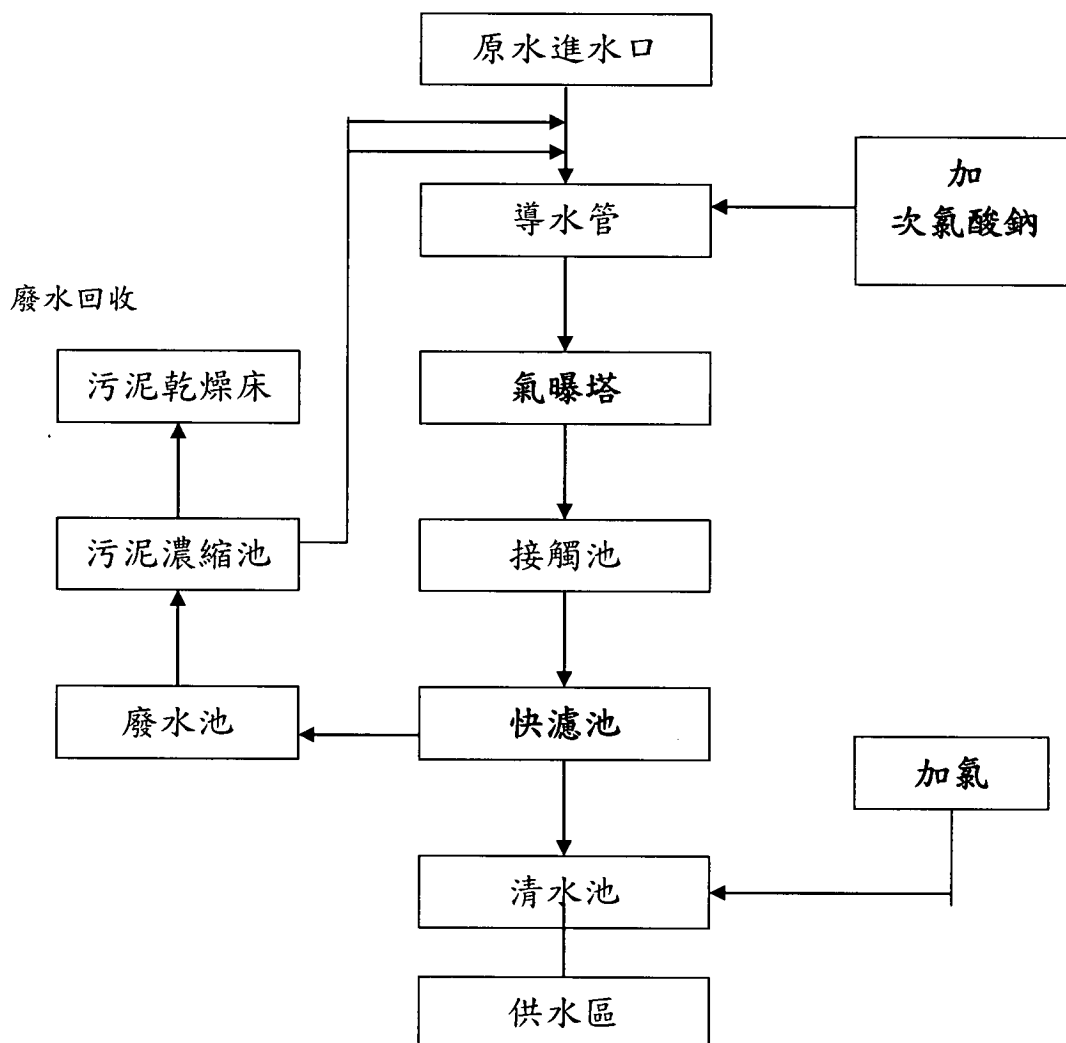


圖 1-1 操作流程示意圖

貳、 主要單元說明

彰化第三淨水場之主要處理單元，包括氣曝池、接觸池、快濾池、消毒等單元。處理目標主要設置在快濾池，快濾池出水的錳濃度須低於 0.01mg/L，濁度須低於 0.5NTU。餘氯處理目標主要設置在清水池，餘氯應維持在 0.3~0.7 mg/L。

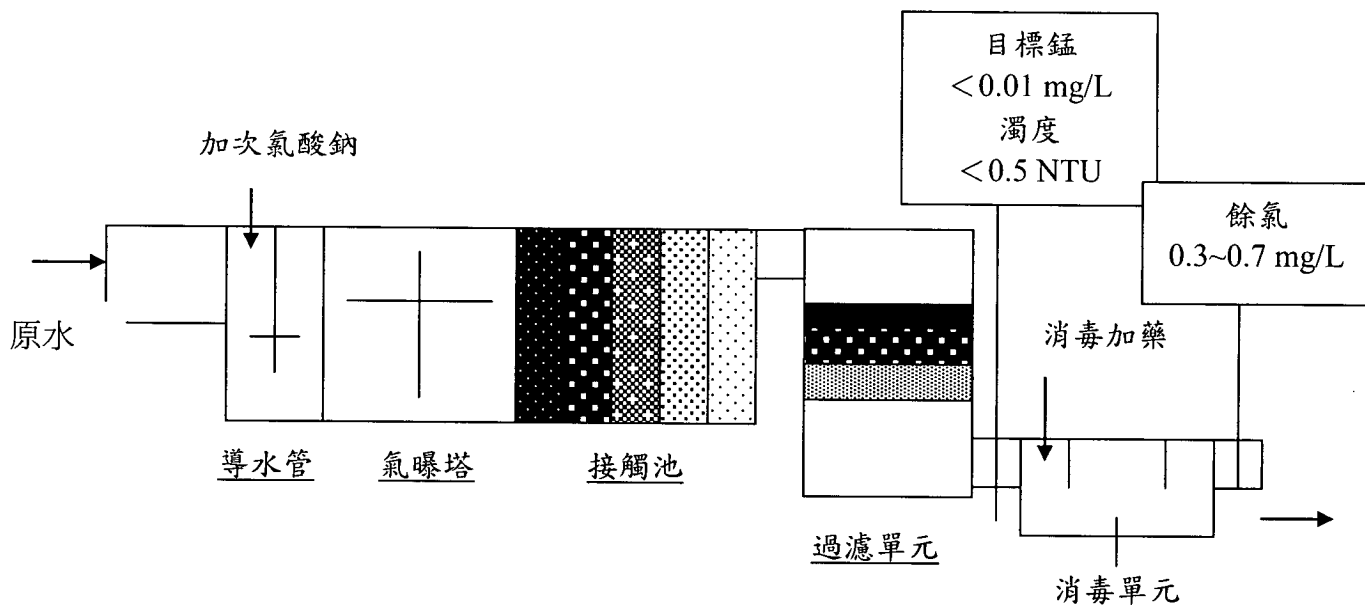


圖 2-1 彰化第三淨水場主要單元說明

參、 主要單元設計、操作、維護資料

一、設計資料

(一) 淨水場設計與處理量

1.處理流程圖

略

2.流量資料

表 3-1-1 流量設計

項目		參數
設計流量	平均流量	40,000CMD
	最大水力流量	60,000CMD
瞬時尖峰流量		58,000 CMD
目前操作流量		40,000 CMD

(二) 主要單元操作

1.接觸池：

表 3-1-2 接觸池設計資料

項目	參數
1.形式	重力式
池數	2
尺寸 (m)	9.6m×3.75m×3.75m
動力	5HP
總體積 (m ³)	110
2.流量	
設計值(CMD)	40,000
操作值 (CMD)	30,000
3.停留時間	
設計值(min)	9.7
操作值 (min)	12
4.溢流率	
設計值 (M/D)	556
操作值 (M/D)	416
5.操作問題	--

2.過濾池：

表 3-1-3 過濾池設計資料

項目		參數		
形式(單一/多重濾料)		單一 (綠葉式)		
池數		16		
尺寸(每池)	長度(m)	3.25		
	寬度(m)	3.25		
	總表面積 (m ²)	225		
控制方式(定率/定壓)		定率		
濾率	設計值 (m/d)	178		
	操作值 (m/d)	133		
濾料	濾料種類	深度(cm)	均勻係數	有效粒徑(mm)
	石英砂(表面覆錳)	70	<1.7	0.55~0.65
表面沖洗	形式	---		

	水流量 (m ³ /hr)	---
	表面沖洗速率 (m/hr)	---
	沖洗時間 (min)	---
反沖洗速率	設計值(m/d)	1246
	操作值 (m/d)	931
	操作時間(min)	5
操作問題		

3.消毒單元：

表 3-1-4 消毒設計資料

項目		參數
接觸形式(清水井/儲水槽)		清水井
T ₁₀ /T Factor		
尺寸	長度(m)	20
	寬度(m)	10
	最小操作深度(m)	5
	總體積	1000
操作參數	消毒劑種類	次氯酸鈉
	最大消毒劑濃度(mg/L)	前氯:0.8 後氯：0.6
	最大 pH 值	8.0
	最小溫度 °C	15

二、操作資料

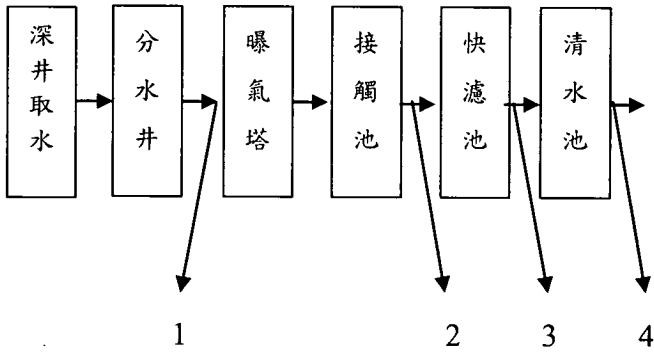
(一) 處理控制策略

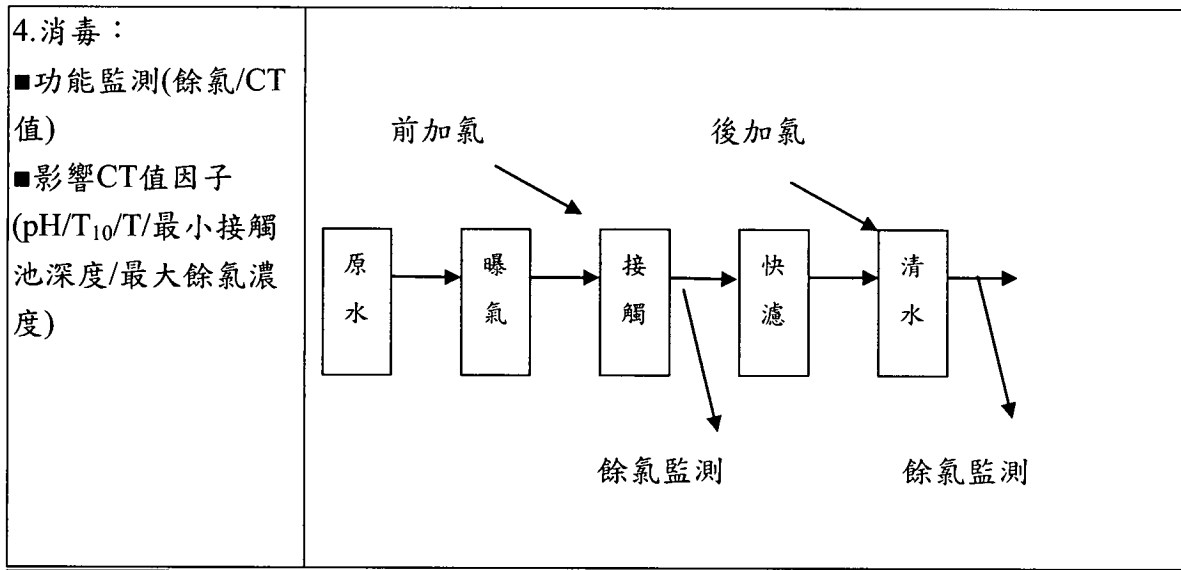
表3-2-1 處理控制策略

項目	說明
1.程控策略	
■何人設定主要控制策略與決策？	(1)廠長；(2)操作員；(3)代理人
■誰來作處理控制的決定？	(1)廠長；(2)股長；(3)代理人
■程控或最佳化過程中是否有適當之員工參與？	是
2.溝通方法	
■員工是否參與例行性會議？	是
■當未達要求的功能時，要至何處尋找幫助？	(1)十一區處操作課、檢驗室。
■工作人員是否提出意見？	是
■檢驗室、操作、維護間如何形成溝通？	操作：登記於重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表，緊急或重要事項即刻通知廠長或股長。 檢驗：記錄於規定報表，若檢驗結果偏離正常值，通知操作人員及股長，異常狀況需通知廠長。 維護：操作人員執行一級保養維護，另根據重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表進行維護，緊急或重要事項即刻進行維修。 審查：重要事項交班紀錄表，及設備故障維修紀錄表每日由股長、廠長審核追縱，規定之水質報表每週由股長、廠長審核。

(二) 程序控制

表3-2-2 程序控制資料

項目	說明
1.採樣與測試 採樣點：	 說明：1、4為連續採樣監測，1為原水(濁度、pH)，2為接觸池(濁度、餘氯)，3為濾出水(濁度、餘氯、鐵錳濃度)，4為清水(濁度、餘氯、鐵錳濃度)。
2.接觸池 ■使用藥劑 ■劑量控制	液體次氯酸鈉 依照加藥曲線(依據瓶杯試驗及經驗值製作)加藥
3.過濾： ■控制水力負荷率(控制/調整方法) ■反沖洗控制(測驗/決定頻率的方法)	出流水錳濃度：0.02 mg/L以下 出流水濁度：0.5NTU以下 視水頭損失



肆、 主要單元操作標準

(一) 接觸單元

混合設備之操作標準	彰化第三淨水場操作 是否符合規定	說明
為氧化原水中鐵錳、除去二氧化碳、硫化氫等腐蝕性物質及臭味之生成物質等，應有適當處理設備；處理方式，應依其目的、原水水質、其他擬採用處理方式、抽水情形、空氣需要量、對污染之防範、當地環境等加以研究選定。	是	● 現場透過重力水落方式將次氯酸鈉急速擴散於水中。 ● 相關操作參數需參酌表 3-1-2 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2
前項處理方式，如使用氣曝不經過濾時，氣曝設備應設有覆蓋，按需要裝設抽風設備，並應考慮防止昆蟲及藻類之生長及污染。	是	

(二) 過濾單元

快濾池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、以快濾池處理之水應先經適當之處理，包括膠凝沉澱。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-3
二、快濾池以重力式為準。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、池數應為二池以上，並視需要設置備用池。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2
四、反沖洗速度應依所使用濾料之粗細、比重及溫度而定，或依實驗求得。	是	
五、表面沖洗，可使用轉動式或固定式。	無表洗裝置	
六、反沖洗及表面沖洗，可使用清水或混合空氣使用，其採用抽水機或洗砂水池供應，應視處理廠之配置及其建設費與維持費比較決定。	是	

(三) 消毒單元

消毒之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、加氯方法以溶液式為準。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-4
二、加氯設備應有可靠之性能，加氯速率及數量應準確易於控制，並有良好之安全設施。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、加氯地點應選在氯劑能均勻混合於水中之處。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2
四、加氯設備之容量，應		

以最大處理水量及最大加氯率決定之，並應有備用設備。 五、流量經常有變化之處，消毒時應設自動控制設備，保持一定之加氯率。 六、自來水事業應訂定加氯消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。	是 是 是	
---	----------------------------	--

附錄六

利嘉淨水場主要單元操作作業規範 與技術標準案例

台東利嘉淨水場

壹、處理流程簡介

利嘉淨水場設於民國十九年，位於卑南鄉利嘉村，主要供給台東市及卑南鄉多數住戶用水，隨著台灣光復，歸屬台東自來水廠，進而於民國六十三年台灣省自來水公司的成立，再次併入台灣自來水公司『第十區管理處台東營運所』。其供水戶數及範圍隨合併過程逐漸擴大，出水量亦相續增加，為因應出水量的增加，於八十六年辦理擴建，將舊有之慢濾設備改為快濾設備，出水量亦由 20,000CMD，增加至 30,000CMD，供水人口約 8 萬人。

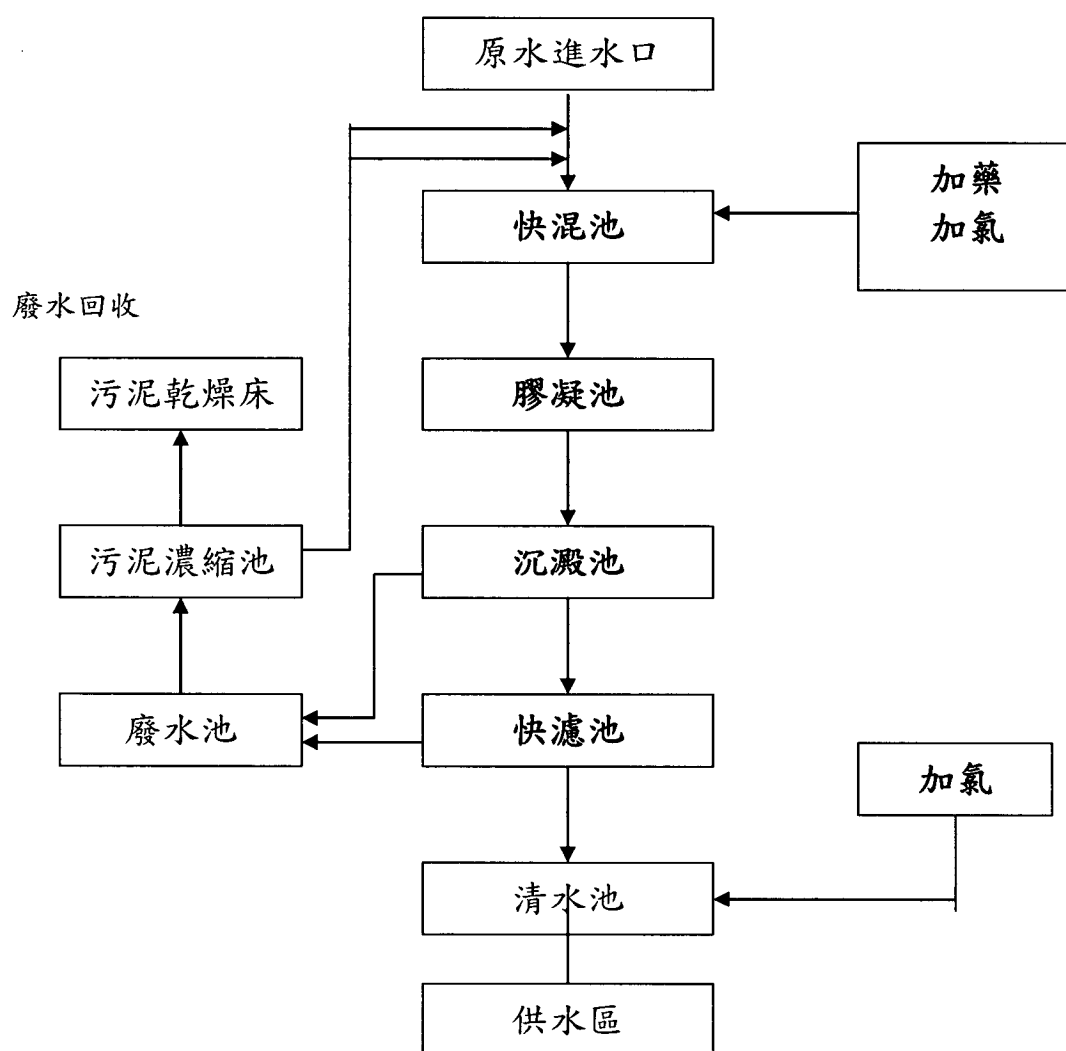


圖 1-1 操作流程示意圖

貳、 主要單元說明

利嘉淨水場之主要處理單元，包括快混、膠凝、沉澱、快濾、化學加藥、消毒等單元。濁度處理目標主要設置在沉澱池與快濾池，在一般原水濁度情形下，沉澱池平均出水濁度低於 3 NTU，快濾池出水濁度低於 0.5 NTU。餘氯處理目標主要設置在清水池，餘氯應維持在 0.3~0.7 mg/L。

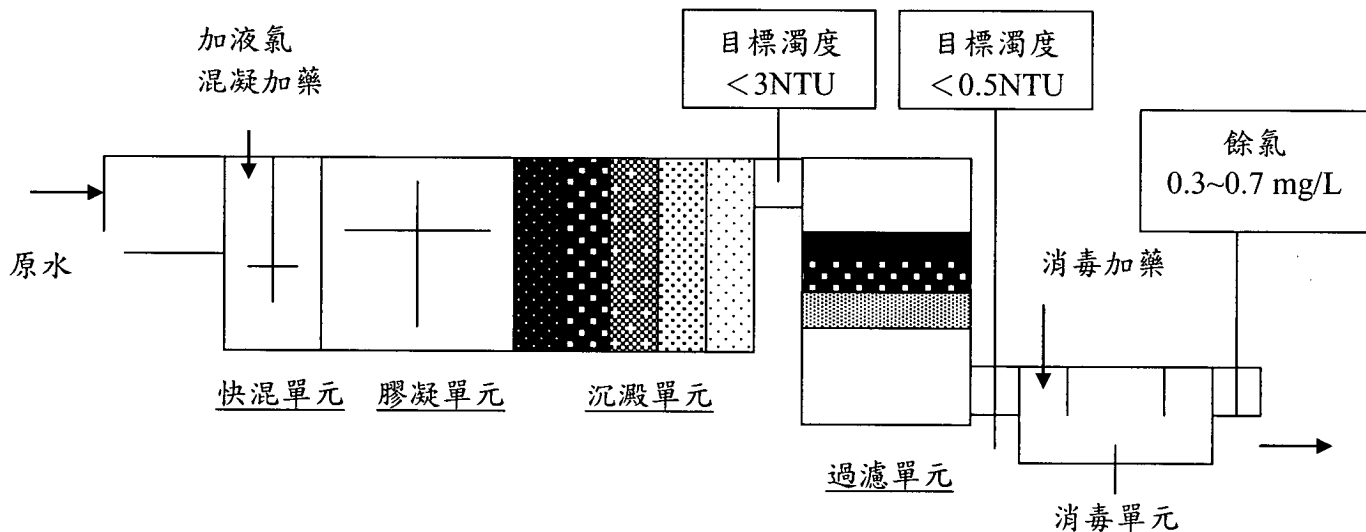


圖 2-1 利嘉淨水場主要單元說明

參、 主要單元設計、操作、維護資料

一、設計資料

(一) 淨水場設計與處理量

1.處理流程圖

略

2.流量資料

表 3-1-1 流量設計

項目		參數
設計流量	平均流量	23,000 CMD
	最大水力流量	30,000 CMD
瞬時尖峰流量		32,000 CMD
目前操作流量		26,000 CMD

(二) 主要單元操作

1. 快混池：

表 3-1-2 快混設計資料

項目	參數
1.形式	水躍式
攪拌機數量	1
池數	1
尺寸 (m)	5.25m×5.25m×4m
動力	5HP
總體積 (m ³)	110
2.流量	
設計值(CMD)	30,000
操作值 (CMD)	26,000
3.停留時間	
設計值(sec)	180
操作值 (sec)	200
4.G 值	
設計值 (sec ⁻¹)	200
操作值 (sec ⁻¹)	200
5.操作問題	--

2. 膠羽池：

表 3-1-3 膠羽池設計資料

項目		參數
形式		傳統重力
池數		3
尺寸(每池)	長度(m)	5.25
	寬度(m)	5.25
	有效深度(m)	5
混凝時間	平均(min)	30
	最大(min)	40
	操作值 (min)	33
膠羽機	設計值 (Hp)	5HP、3HP、2HP
	操作值 (Hp)	5HP、3HP、2HP
操作問題		

3.沉澱池：

表 3-1-4 沉澱池設計資料

項目		操作參數
形式(傳統/斜版/管式)		傳統重力
池數		4
尺寸(每池)	長度(m)	40
	寬度(m)	8.6
	有效深度(m)	5
	每池表面積(m ²)	344
	總表面積(m ²)	1376
滯留時間	平均(hr)	4.1
	最大(hr)	5.2
	操作值 (hr)	4.0
溢流率	設計值 (m/day)	75.85
	操作值 (m/day)	70
操作問題		---

4.過濾池：

表 3-1-5 過濾設計資料

項目		參數		
形式(單一/多重濾料)		單一 (綠葉式)		
池數		8		
尺寸(每池)	長度(m)	5.6		
	寬度(m)	5.6		
	每池表面積 (m ²)	31.36		
	總表面積 (m ²)	250.88		
控制方式(定率/定壓)		定率		
濾率	設計值 (m/d)	120		
	操作值 (m/d)	120		
濾料	濾料種類	深度(cm)	均勻係數	有效粒徑(mm)
	石英砂	70	1.5	0.55
表面沖洗	形式	---		
	水流量 (m ³ /hr)	---		
	表面沖洗速率 (m/hr)	---		

	沖洗時間 (min)	----
反沖洗速率	設計值(m/d)	800
	操作值 (m/d)	800
	操作時間(min)	20
操作問題		

5.消毒單元：

表 3-1-6 消毒設計資料

項目		參數	
接觸形式(清水井/儲水槽)		清水井 (2 池)	
T ₁₀ /T Factor			
尺寸	長度(m)	50	60
	寬度(m)	10	30
	最小操作深度(m)	3	3
	總體積	1500	5400
操作 參數	消毒劑種類	次氯酸鈉	
	最大消毒劑濃度(mg/L)	後氯：0.9	
	最大 pH 值	8.0	
	最小溫度 °C	15	

二、操作資料

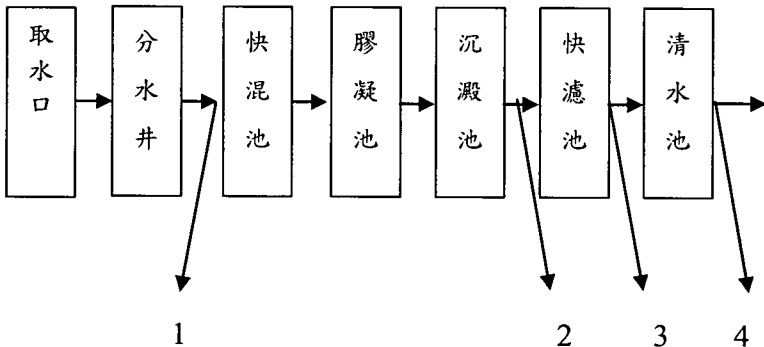
(一) 處理控制策略

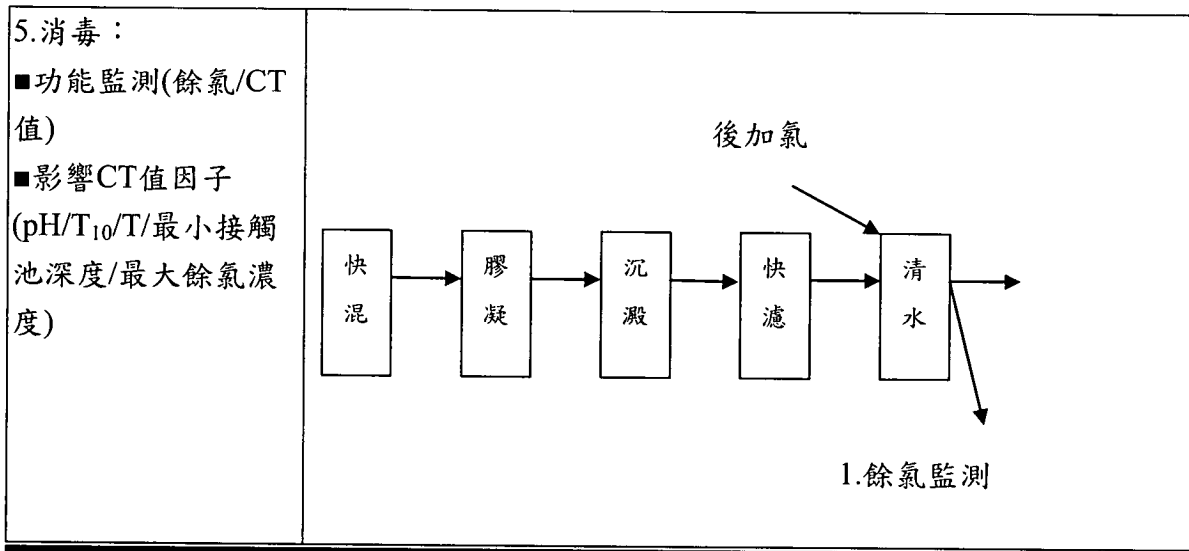
表3-2-1 處理控制策略

項目	說明
1.程控策略	
■何人設定主要控制策略與決策？	(1)主任；(2)操作員；(3)代理人
■誰來作處理控制的決定？	(1)操作人員；(2)代理人
■程控或最佳化過程中是否有適當之員工參與？	是
2.溝通方法	
■員工是否參與例行性會議？	是
■當未達要求的功能時，要至何處尋找幫助？	(1)十區處操作課、檢驗室。
■工作人員是否提出意見？	是
■檢驗室、操作、維護間如何形成溝通？	操作：登記於重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表，緊急或重要事項即刻通知廠長或股長。 檢驗：記錄於規定報表，若檢驗結果偏離正常值，通知操作人員及股長，異常狀況需通知廠長。 維護：操作人員執行一級保養維護，另根據重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表進行維護，緊急或重要事項即刻進行維修。 審查：重要事項交班紀錄表，及設備故障維修紀錄表每日由股長、廠長審核追縱，規定之水質報表每週由股長、廠長審核。

(二) 程序控制

表3-2-2 程序控制資料

項目	說明
1.採樣與測試 採樣點：	 說明：1、4為連續採樣監測，1為原水濁度，2為沉澱水（濁度），3為濾出水（濁度），4為清水（餘氯）。
2.混凝/膠凝 ■使用藥劑 ■劑量控制	液體硫酸鋁 依照加藥曲線（依據瓶杯試驗及經驗值製作）加藥 瓶杯試驗操作頻率依公司規定為：原水濁度大於10NTU，至少每天一次；原水濁度小於10NTU，每月至少一次。未使用助凝劑。
3.沉澱： ■功能監測 ■污泥移除(控制/調整方法)	沉澱水濁度3NTU以下。 參考沉澱水濁度，人工清除淤泥。
4.過濾： ■控制水力負荷率(控制/調整方法) ■反沖洗控制(測驗/決定頻率的方法)	入流水濁度：3NTU以下；出流水濁度：0.5NTU以下 視水頭損失



肆、 主要單元操作標準

(一) 快混單元

混合設備之操作標準	利嘉淨水場操作 是否符合規定	說明
一、混凝劑加入水中後，應經混合設備，將其急速擴散於水中。 二、混合方法通常使用水躍池、拌合機或利用水流沖合等得到快速之攪拌。	是 是	● 現場透過水躍方式將混凝藥劑急速擴散於水中。 ● 透過水流沖合之方式，相關操作參數需參酌表 3-1-2 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

(二) 膠凝單元

膠羽池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、經加藥混合之原水，應經膠羽池，藉速度差使膠羽形成增大。	是	● 相關膠凝操作參數需參酌表 3-1-3 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2
二、原則應為鋼筋混凝土造，並應儘量與混合池、沉澱池相連，必要時，得同為一池。	是	
三、進口與出口之配置應適當，以避免短流。	是	
四、膠羽池應設排水設備。	是	
五、膠羽池應設照明設備，以供隨時觀察膠凝情況。	是	

(三) 沈澱單元

沉澱池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、應考慮沉澱池之溢流率、滯留時間、平均流速，以確保沉澱功能。	是	● 相關沈澱操作參數需參酌表 3-1-4 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2
二、長期連續使用之沉澱池，應設二池以上。	是	
三、沉澱池之配置，應與膠羽池及快濾池相互配合。	是	

(四) 過濾單元

快濾池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、以快濾池處理之水應先經適當之處理，包括膠凝沉澱。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-5
二、快濾池以重力式為準。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、池數應為二池以上，並視需要設置備用池。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2
四、反沖洗速度應依所使用濾料之粗細、比重及溫度而定，或依實驗求得。	是	
五、表面沖洗，可使用轉動式或固定式。	是（轉動式）	
六、反沖洗及表面沖洗，可使用清水或混合空氣使用，其採用抽水機或洗砂水池供應，應視處理廠之配置及其建設費與維持費比較決定。	是	

(五) 消毒單元

消毒之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、加氯方法以溶液式為準。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-6
二、加氯設備應有可靠之性能，加氯速率及數量應準確易於控制，並有良好之安全設施。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、加氯地點應選在氯劑能均勻混合於水中之處。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2
四、加氯設備之容量，應		

以最大處理水量及最大加氯率決定之，並應有備用設備。	是	
五、流量經常有變化之處，消毒時應設自動控制設備，保持一定之加注率。	是	
六、自來水事業應訂定加氯消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。	是	

附錄七

烏崁淨水場主要單元操作作業規範 與技術標準案例

澎湖營運所烏坎海淡廠(一&二期)

壹、處理流程簡介

烏坎海淡廠位於澎湖縣馬公市烏坎村，本場水源係抽取海水作為水源，經初砂濾、微過濾系統後再經 RO 薄膜系統，淨水處理成為清水進入清水井（加氯），再加壓將水送至輸配水系統，圖 1-1 為操作流程示意圖。設計每日出水量 6500 公噸，目前每日出水量約為 5400 公噸。供水區域主要為馬公市與湖西鄉部分地區。

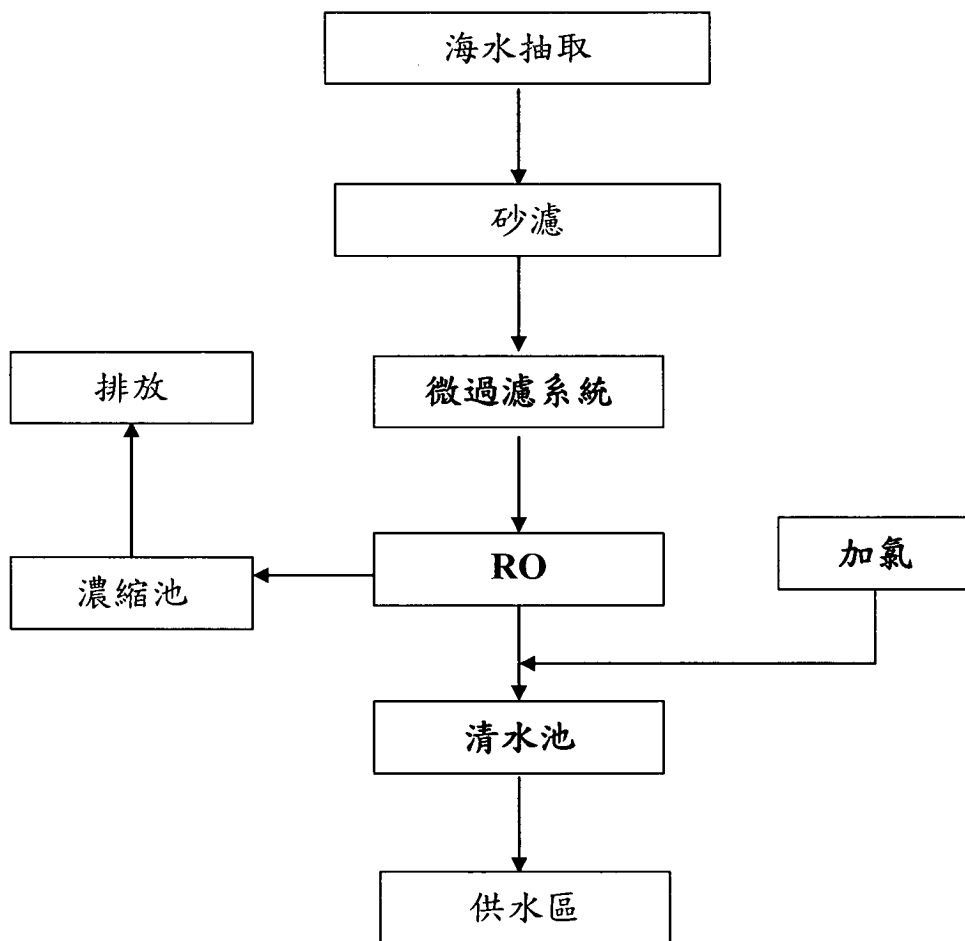


圖 1-1 操作流程示意圖

貳、 主要單元說明

烏坎海淡廠之主要處理單元，包括初砂濾、微過濾、RO 與消毒等單元。濁度處理目標主要設置在與微過濾與 RO 系統，出水濁度須分別低於 0.5NTU 與 0.1 NTU。餘氯處理目標主要設置在清水池，餘氯維持在 0.3~0.7 mg/L。

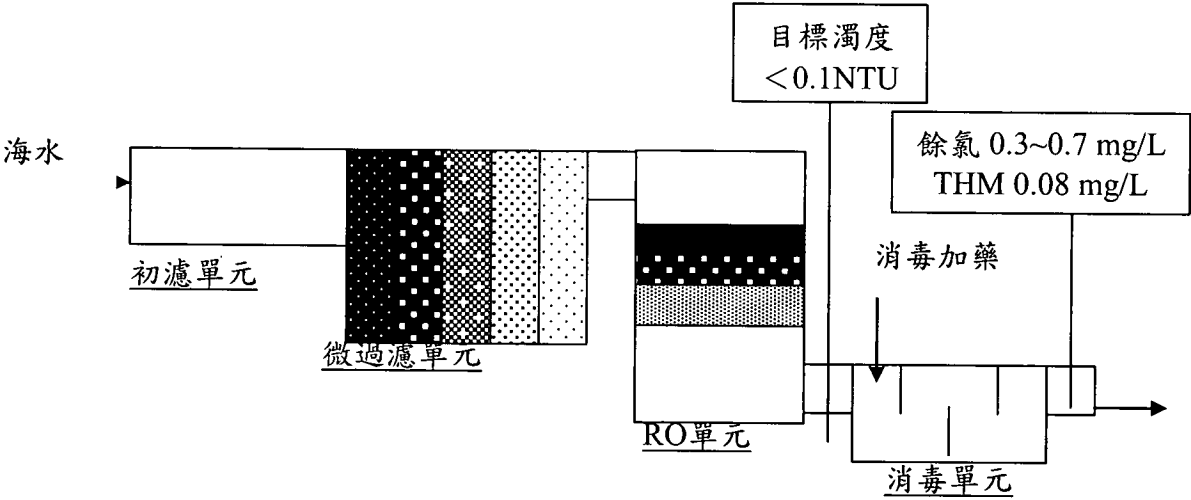


圖 2-1 烏坎海淡廠主要單元說明

參、 主要單元設計、操作、維護資料

一、設計資料

(一) 淨水場設計與處理量

1.處理流程圖

略

2.流量資料

表 3-1-1 流量設計

項目		參數
設計流量	平均流量	5000 CMD
	最大水力流量	6000 CMD
瞬時尖峰流量		6500 CMD
目前操作流量		5400 CMD

(二) 主要單元操作

1.初砂過濾：

表 3-1-2 設計資料

項目	參數
1.形式	過濾桶
2.停留時間：	
設計值(hr)	1
操作值 (hr)	1
3.濾料	石英砂
深度	50 cm
有效直徑	0.55cm
均勻係數	<1.7
4.反洗啟動	水頭損失

2.微過濾：

表 3-1-3 設計資料

項目	參數
1.形式	Micro-Filtration 掃流式
2.停留時間	
設計值(hr)	3
操作值 (hr)	3
3.過濾有效面積	
設計值 (m ²)	5000
4.使用壓力	1 kg/cm ²
5.反洗頻率	1 次/天

3.RO 系統：

表 3-1-4 設計資料

項目	參數
1.形式	捲軸式 RO
2.停留時間	
設計值(hr)	2
操作值 (hr)	2
3.過濾有效面積	
設計值 (m ²)	10000
4.使用壓力	65 kg/cm ²
5.反洗頻率	1 次/天

4.消毒單元：

表 3-1-5 消毒設計資料

項目		參數
接觸形式(清水井/儲水槽)		清水井
操作 參數	消毒劑種類	氯
	最大消毒劑濃度(mg/L)	1.0
	最大 pH 值	8.5
	最小溫度 °C	15

二、操作資料

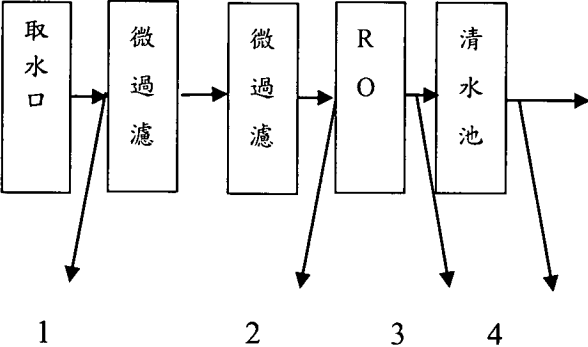
(一) 處理控制策略

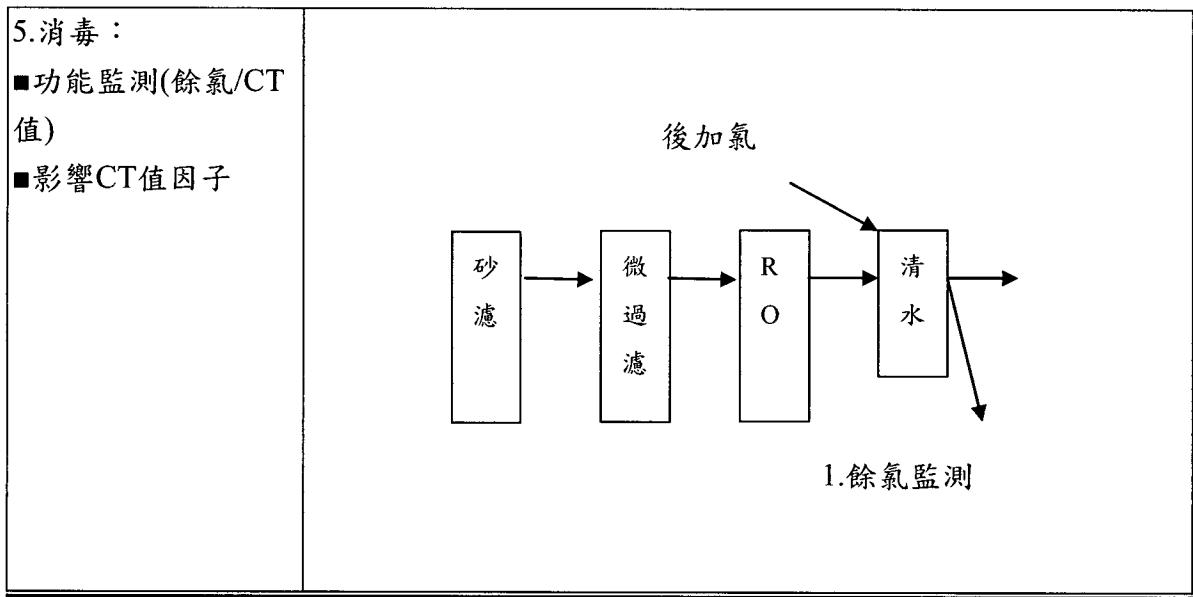
表3-2-1 處理控制策略

項目	說明
1.程控策略	
■何人設定主要控制策略與決策？	(1)主任；(2) 操作人員；(3)代理人
■誰來作處理控制的決定？	(1) 主任；(2)代理人；(3)操作人員
■程控或最佳化過程中是否有適當之員工參與？	是
2.溝通方法	
■員工是否參與例行性會議？	是
■當未達要求的功能時，要至何處尋找幫助？	操作課與檢驗室
■工作人員是否提出意見？	是
■檢驗室、操作、維護間如何形成溝通？	操作：登記於重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表，緊急或重要事項即刻通知主任或主任。 檢驗：記錄於規定報表，若檢驗結果偏離正常值，通知操作人員及股長，異常狀況需通知廠長。 維護：操作人員執行一級保養維護，另根據重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表進行維護，緊急或重要事項即刻進行維修。 審查：重要事項交班紀錄表，及設備故障維修紀錄表每日由股長、廠長審核追縱，規定之水質報表每週由主任、廠長審核。

(二) 程序控制

表3-2-2 程序控制資料

項目	說明
1.採樣與測試 採樣點：	 說明：1、2、3皆為連續採樣監測，1為原水（濁度），2為微過濾出水（濁度），3為RO出水（濁度），4為清水（濁度、餘氯）。
2.混凝/膠凝 ■使用藥劑 ■劑量控制	無
3.微過濾： ■控制水力負荷率(控制/調整方法) ■反沖洗控制(測驗/決定頻率的方法)	出流水濁度：0.5NTU以下 利用時間控制濾池濾程以作為反洗依據
5.RO： ■控制/調整方法	入流水濁度：0.5NTU以下，SDI小於1，出流水濁度：0.1NTU以下。



肆、 主要單元操作標準

(一) 過濾單元

快濾池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、以快濾池處理之水應先經適當之處理，包括膠凝沉澱。	---(詳見說明)	● 進流原水為低濁海水 ● 過濾單元為砂濾桶，便於擴充處理量 ● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-2 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2
二、快濾池以重力式為準。	---(詳見說明)	
三、池數應為二池以上，並視需要設置備用池。	是	
四、反沖洗速度應依所使用濾料之粗細、比重及溫度而定，或依實驗求得。	是	
五、表面沖洗，可使用轉動式或固定式。	無表洗設備	
六、反沖洗及表面沖洗，可使用清水或混合空氣使用，其採用抽水機或洗砂水池供應，應視處理廠之配置及其建設費與維持費比較決定。	是	

(二) 微過濾單元

設備之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
無	---	● 設備說明需參酌表 3-1-3。 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

(三) RO 單元

操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
無	---	● 相關操作參數需參酌表 3-1-4 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

(四) 消毒單元

消毒之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、加氯方法以溶液式為準。 二、加氯設備應有可靠之性能，加氯速率及數量應準確易於控制，並有良好之安全設施。 三、加氯地點應選在氯劑能均勻混合於水中之處。 四、加氯設備之容量，應以最大處理水量及最大加氯率決定之，並應有備用設備。 五、流量經常有變化之處，消毒時應設自動控制設備，保持一定之加注率。 六、自來水事業應訂定加氯消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。	是 是 是 是 是 是	● 相關操作參數需參酌表 3-1-5 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

附錄八

太湖淨水場主要單元操作作業規範 與技術標準案例

金門自來水廠太湖淨水場

壹、處理流程簡介

太湖淨水場為於金門縣金湖鎮，本場水源係抽取太湖、陽明湖、田埔水庫等湖庫之水源處理及成功、瓊林共 3 口深井供應，經曝氣井後再經快混（加氯、液體硫酸鋁）、浮除、快濾與慢濾等淨水處理流程後成為清水進入清水池（加氯），再加壓將水送至輸配水系統，圖 1-1 為操作流程示意圖。設計每日出水量可達 12,000 公噸，目前每日出水量約為 5000 公噸。供水區域主要為太武山營區、金湖鎮及金沙鎮之大洋里、光前里、何斗里等地區。

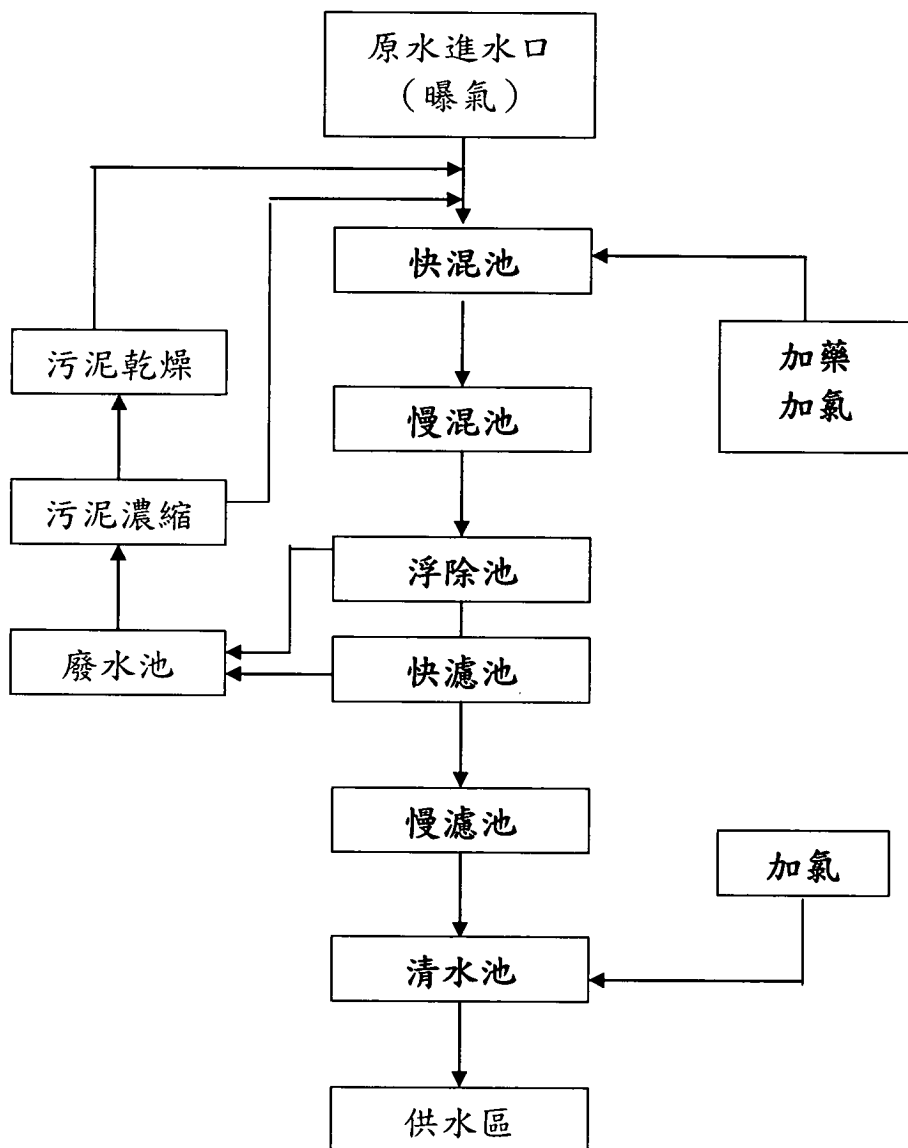


圖 1-1 操作流程示意圖

貳、 主要單元說明

太湖淨水場之主要處理單元，包括快混、慢混、浮除、快濾、慢濾、化學加藥、消毒等單元。濁度處理目標主要設置在與快濾池，快濾池出水濁度低於 0.5 NTU；氨氮與 TOC 處理目標設置在曝氣、浮除與慢濾池，慢濾池出水濁度低於 0.5 NTU。餘氯處理目標主要設置在清水池，餘氯維持在 0.3~0.7 mg/L，THM 應為持在 0.08 mg/L 以下。

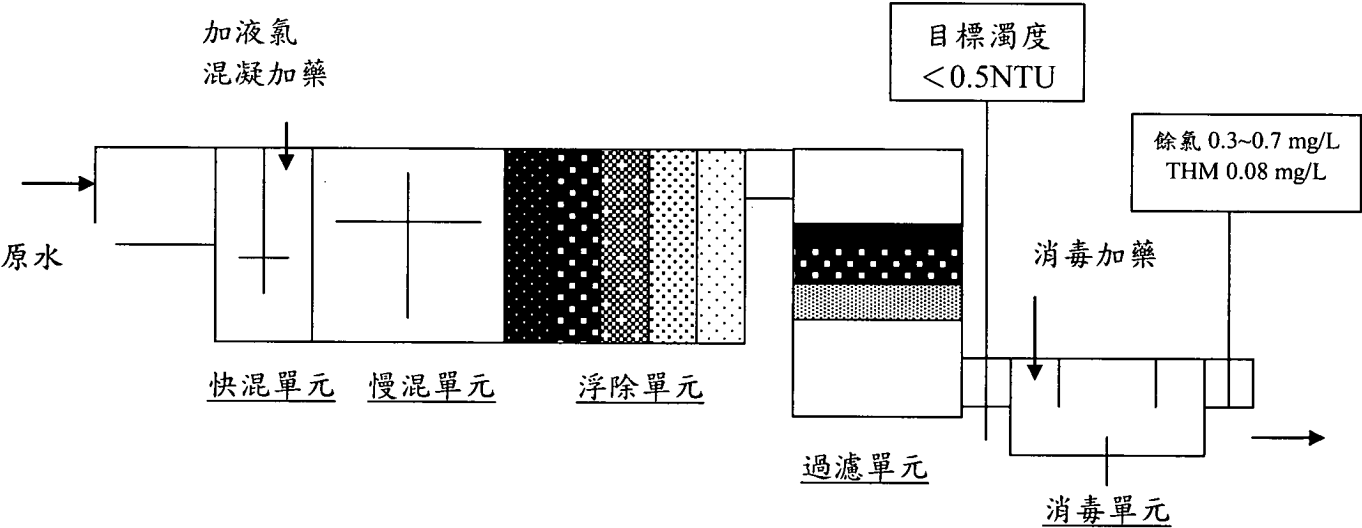


圖 2-1 太湖淨水場主要單元說明

參、 主要單元設計、操作、維護資料

一、設計資料

(一) 淨水場設計與處理量

1.處理流程圖

略

2.流量資料

表 3-1-1 流量設計

項目		參數
設計流量	平均流量	6700 CMD
	最大水力流量	7400 CMD
瞬時尖峰流量		12000 CMD
目前操作流量		5000 CMD

(二) 主要單元操作

1.快混池：

表 3-1-2 快混設計資料

項目	參數
1.形式	水躍式
尺寸 (m)	1.2m×1.2m×0.7m
2.流量	
設計值(CMD)	12000
操作值 (CMD)	5000
3.停留時間	
設計值(sec)	120
操作值 (sec)	180
4.G 值	
設計值 (sec^{-1})	300
5.藥品注入	目前只靠重力混合。

2.膠羽池：

表 3-1-3 膠羽池設計資料

項目		參數
形式		豎軸式
尺寸(每池)	長度(m)	4.5
	寬度(m)	4.5
	有效深度(m)	3.6
流量	平均(CMD)	5,000
混凝時間	平均(min)	66
Gt 值	設計值	50、20
	操作值	50、20
操作限制		

3.浮除池：

表 3-1-4 設計資料

項目		參數
形式		平流式
池數		1
尺寸(每池)	長度(m)	10.5
	寬度(m)	5
	有效深度(m)	4.5
	每池表面積(m ²)	52.5
	總表面積(m ²)	52.5
流量	平均(CMD)	5,000
滯留時間	平均(min)	35
溢流率	設計值 (m/day)	120~180
	操作值 (m/day)	100
操作限制		---

4.快濾池：

表 3-1-5 設計資料

項目		參數		
形式		ABW		
池數		1		
尺寸(每池)	長度(m)	10.5		
	寬度(m)	5		
	每池表面積 (m ²)	52.5		
	總表面積 (m ²)	52.5		
控制方式(定率/定壓)		以出水閥開度控制濾率		
濾率	設計值 (m/d)	150		
	操作值 (m/d)	115		
濾料	濾料種類	深度(cm)	均勻係數	有效粒徑(mm)
	石英砂	60	<1.5	0.6
表面沖洗	形式	--		
	水流量 (m ³ /hr)	--		
	表面沖洗速率 (m/hr)	--		
	沖洗時間 (min)	--		

反沖洗速率	設計值(m/d)	300
	操作值 (m/d)	280
	操作時間(min)	--
操作參數		利用水頭損失以作為反洗依據

5.慢濾池：

表 3-1-6 設計資料

項目		參數		
形式(單一/多重濾料)		單一		
池數		1		
尺寸(每池)	長度(m)	40		
	寬度(m)	20		
	每池表面積 (m ²)	800		
	總表面積 (m ²)	800		
濾率	設計值 (m/d)	10		
	操作值 (m/d)	7		
濾料	濾料種類	深度(cm)	均勻係數	有效粒徑(mm)
	石英砂	60	<1.5	0.6
操作參數		利用水頭損失以作為刮砂依據		

6.消毒單元：

表 3-1-7 消毒設計資料

項目		參數
接觸形式(清水井/儲水槽)		清水井
操作 參數	消毒劑種類	氯
	最大消毒劑濃度(mg/L)	1.0
	最大 pH 值	8.5
	最小溫度 °C	5

二、操作資料

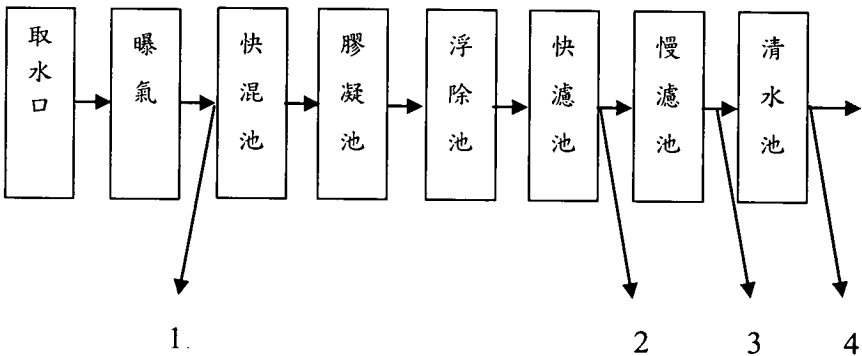
(一) 處理控制策略

表3-2-1 處理控制策略

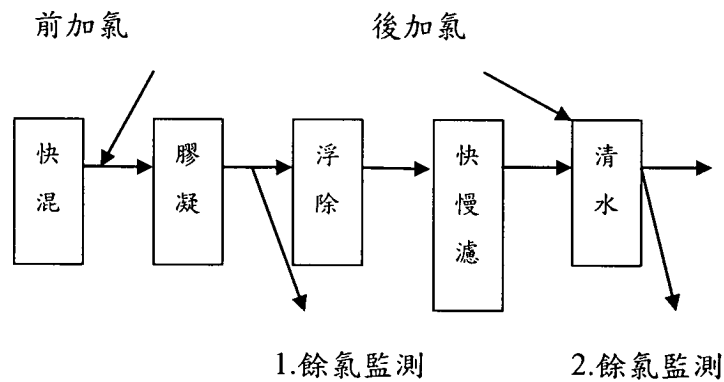
項目	說明
1.程控策略	
■何人設定主要控制策略與決策？	(1)廠長；(2)主任；(3)代理人
■誰來作處理控制的決定？	(1) 主任；(2)代理人；(3)操作人員
■程控或最佳化過程中是否有適當之員工參與？	是
2.溝通方法	
■員工是否參與例行性會議？	是
■當未達要求的功能時，要至何處尋找幫助？	金門自來水廠
■工作人員是否提出意見？	是
■檢驗室、操作、維護間如何形成溝通？	操作：登記於重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表，緊急或重要事項即刻通知廠長或主任。 檢驗：記錄於規定報表，若檢驗結果偏離正常值，通知操作人員及股長，異常狀況需通知廠長。 維護：操作人員執行一級保養維護，另根據重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表進行維護，緊急或重要事項即刻進行維修。 審查：重要事項交班紀錄表，及設備故障維修紀錄表每日由股長、廠長審核追縱，規定之水質報表每週由主任、廠長審核。

(二) 程序控制

表3-2-2 程序控制資料

項目	說明
1.採樣與測試 採樣點：	 說明：1、2、3、4皆為連續採樣監測，1為原水（濁度），2為快濾出水（濁度），3為慢濾出水（濁度、餘氯），4為清水（濁度、餘氯）。
2.混凝/膠凝 ■使用藥劑 ■劑量控制	液體硫酸鋁 依照加藥曲線（依據瓶杯試驗及經驗值製作）。
3.浮除： ■功能監測 ■污泥移除(控制/調整方法)	出流水濁度2NTU以下。 人工清除淤泥。
4.快濾： ■控制水力負荷率(控制/調整方法) ■反沖洗控制(測驗/決定頻率的方法)	入流水濁度：2NTU以下；出流水濁度：0.5NTU以下 利用水頭損失、濁度監測與時間控制濾池濾程以作為反洗依據
5.慢濾： ■控制/調整方法	入流水濁度：0.5NTU以下。

■影響CT值因子



肆、主要單元操作標準

(一) 快混單元

混合設備之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、混凝劑加入水中後，應經混合設備，將其急速擴散於水中。	是	● 混合設備說明需參酌表 3-1-2。
二、混合方法通常使用水躍池、拌合機或利用水流沖合等得到快速之攪拌。	是	● 透過水躍攪拌之方式混合 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

(二) 膠凝單元

膠羽池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、經加藥混合之原水，應經膠羽池，藉速度差使膠羽形成增大。	是	● 相關膠凝操作參數需參酌表 3-1-3 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2
二、原則應為鋼筋混凝土造，並應儘量與混合池、沉澱池相連，必要時，得同為一池。	是	
三、進口與出口之配置應適當，以避免短流。	是	
四、膠羽池應設排水設備。	是	
五、膠羽池應設照明設備，以供隨時觀察膠凝情況。	是	

(三) 浮除單元

浮除池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
無	---	● 相關操作參數需參酌表 3-1-4 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

(四) 快濾單元

快濾池之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、以快濾池處理之水應先經適當之處理，包括膠凝沉澱。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-5 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2
二、快濾池以重力式為準。	是	
三、池數應為二池以上，並視需要設置備用池。	是	
四、反沖洗速度應依所使用濾料之粗細、比重及溫度而定，或依實驗求得。	是	
五、表面沖洗，可使用轉動式或固定式。	--- (無表洗)	
六、反沖洗及表面沖洗，可使用清水或混合空氣使用，其採用抽水機或洗砂水池供應，應視處理廠之配置及其建設費與維持費比較決定。	是	

(五) 慢濾單元

慢濾之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、 使用為地面水者，其原水之濁度經常低於二十濁度單位，最高以不超過五十濁度單位為原則。使用地下水者，其鐵錳含量應在每公升三毫克以下。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-6 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2
二、 地面水有較高濁度、污染現象或色度高時，應採用初步處理。	是	
三、 應有適當之備用池，池數應在二池以上，使用進行刮砂及補砂等工作時，其他各濾池均能維持在正常濾速下操作。	是	

(六) 消毒單元

消毒之操作標準	潭頂廠內操作 是否符合規定	說明
一、加氯方法以溶液式為準。	是	● 相關過濾操作參數需參酌表 3-1-7
二、加氯設備應有可靠之性能，加氯速率及數量應準確易於控制，並有良好之安全設施。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2
三、加氯地點應選在氯劑能均勻混合於水中之處。	是	
四、加氯設備之容量，應以最大處理水量及最大加氯率決定之，並應有備	是	

用設備。 五、流量經常有變化之處，消毒時應設自動控制設備，保持一定之加注率。 六、自來水事業應訂定加氯消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。	是 是	
--	-------------------	--

附錄九

白沙淨水場主要單元操作作業規範 與技術標準案例

澎湖營運所白沙淡化場

壹、處理流程簡介

白沙淡化場位於澎湖縣白沙鄉，本場水源係抽取地下水(半鹹水)作為水源，經微過濾系統後再經 RO 薄膜系統，淨水處理成為清水進入清水井（加氯），再加壓將水送至輸配水系統，圖 1-1 為操作流程示意圖。設計每日出水量 500 公噸，目前每日出水量約為 350 公噸。供水區域主要為白沙鄉與西嶼鄉等地區。

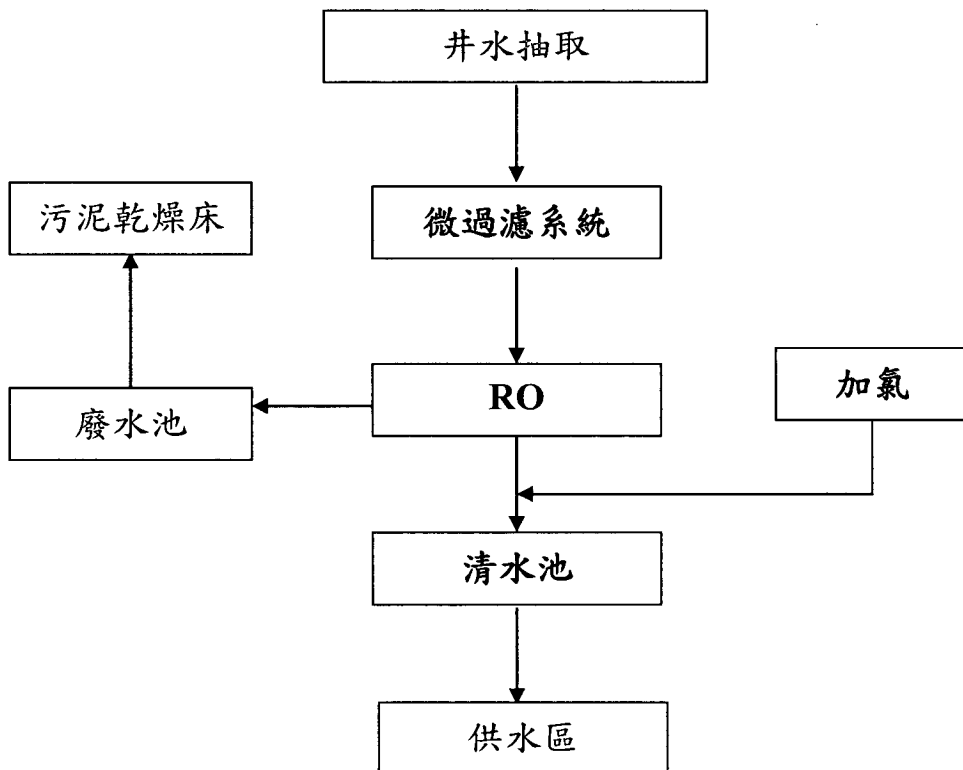


圖 1-1 操作流程示意圖

貳、 主要單元說明

白沙淡化場之主要處理單元，包括微過濾、RO 與消毒等單元。濁度處理目標主要設置在與 RO 系統，出水濁度低於 0.1 NTU。餘氯處理目標主要設置在清水池，餘氯維持在 0.3~0.7 mg/L，THM 應為持在 0.08 mg/L 以下。

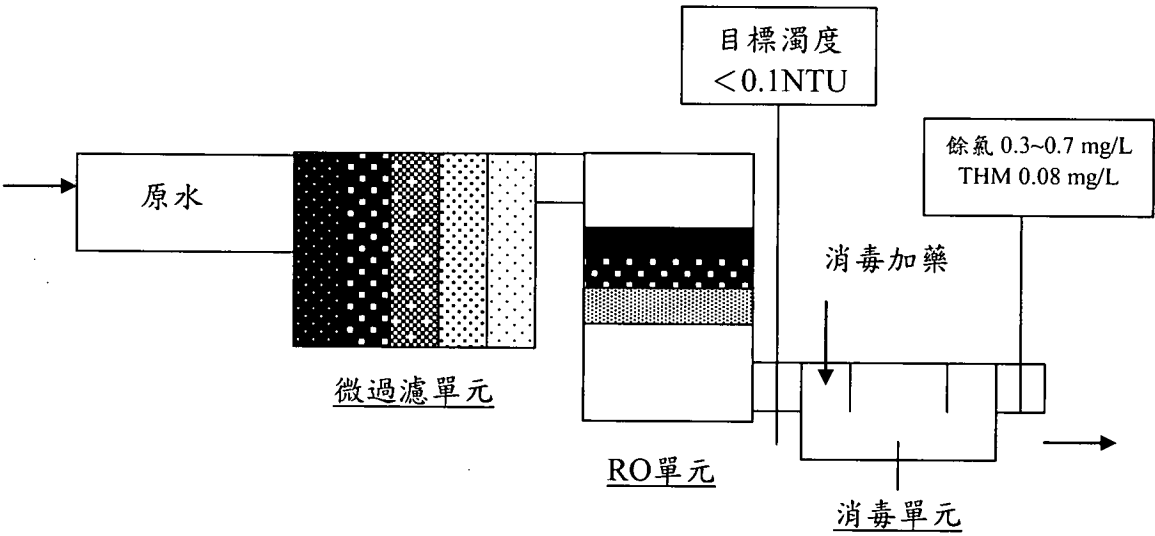


圖 2-1 白沙淡化場主要單元說明

參、 主要單元設計、操作、維護資料

一、設計資料

(一) 淨水場設計與處理量

1.處理流程圖

略

2.流量資料

表 3-1-1 流量設計

項目		參數
設計流量	平均流量	350 CMD
	最大水力流量	400 CMD
瞬時尖峰流量		800 CMD
目前操作流量		350 CMD

(二) 主要單元操作

1.微過濾：

表 3-1-2 設計資料

項目	參數
1.形式	Micro-Filtration 掃流式
2.停留時間	
設計值(hr)	2
操作值 (hr)	1.5
3.過濾有效面積	
設計值 (m ²)	300
4.使用壓力	0.8 kg/cm ²
5.反洗頻率	1 次/2 天

2.RO 系統：

表 3-1-3 設計資料

項目	參數
1.形式	捲軸式 RO
2.停留時間	
設計值(hr)	3
操作值 (hr)	2
3.過濾有效面積	
設計值 (m ²)	1500
4.使用壓力	32 kg/cm ²
5.反洗頻率	1 次/天

3.消毒單元：

表 3-1-4 消毒設計資料

項目		參數
接觸形式(清水井/儲水槽)		清水井
操作 參數	消毒劑種類	氯
	最大消毒劑濃度(mg/L)	1.0
	最大 pH 值	8.5
	最小溫度 °C	15

二、操作資料

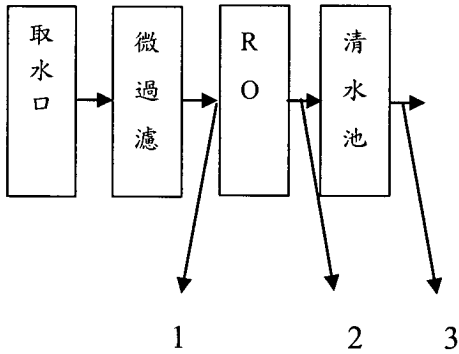
(一) 處理控制策略

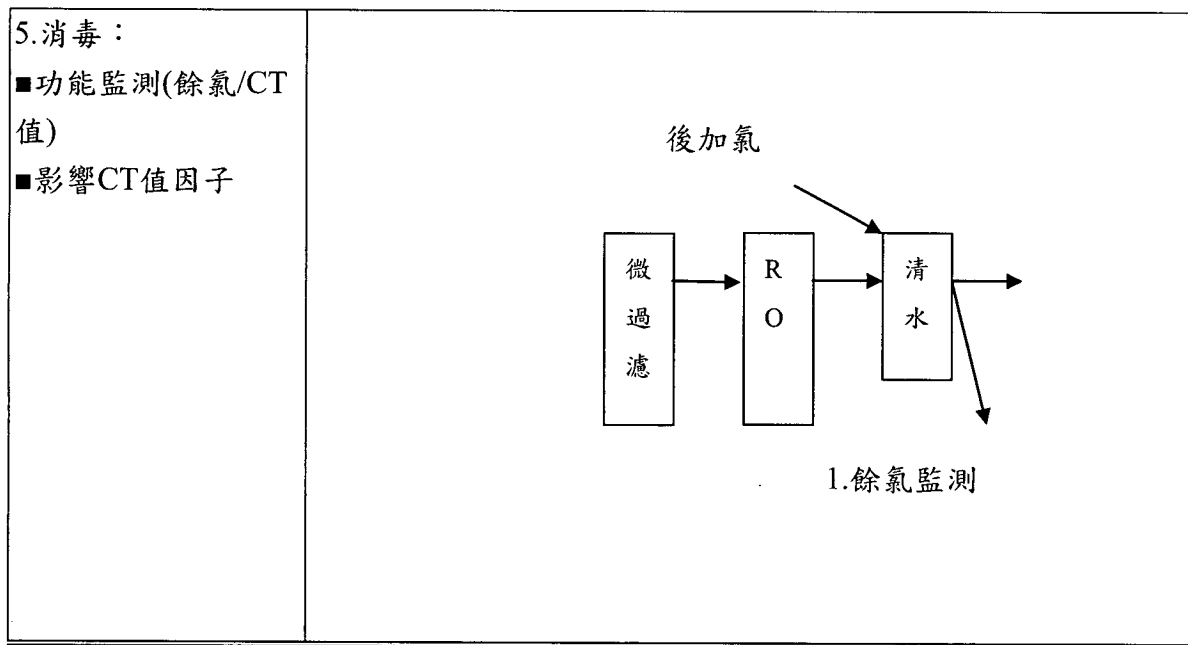
表3-2-1 處理控制策略

項目	說明
1.程控策略	
■何人設定主要控制策略與決策？	(1)主任；(2) 操作人員；(3)代理人
■誰來作處理控制的決定？	(1) 主任；(2)代理人；(3)操作人員
■程控或最佳化過程中是否有適當之員工參與？	是
2.溝通方法	
■員工是否參與例行性會議？	是
■當未達要求的功能時，要至何處尋找幫助？	操作課與檢驗室
■工作人員是否提出意見？	是
■檢驗室、操作、維護間如何形成溝通？	操作：登記於重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表，緊急或重要事項即刻通知廠長或主任。 檢驗：記錄於規定報表，若檢驗結果偏離正常值，通知操作人員及股長，異常狀況需通知廠長。 維護：操作人員執行一級保養維護，另根據重要事項交班記事表，及設備故障維修紀錄表進行維護，緊急或重要事項即刻進行維修。 審查：重要事項交班紀錄表，及設備故障維修紀錄表每日由股長、廠長審核追縱，規定之水質報表每週由主任、廠長審核。

(二) 程序控制

表3-2-2 程序控制資料

項目	說明
1.採樣與測試 採樣點：	 說明：1、2、3皆為連續採樣監測，1為原水（濁度），2為微過濾出水（濁度），3為RO出水（濁度），4為清水（濁度、餘氯）。
2.混凝/膠凝 ■使用藥劑 ■劑量控制	無
3.微過濾： ■控制水力負荷率(控制/調整方法) ■反沖洗控制(測驗/決定頻率的方法)	出流水濁度：0.5NTU以下 利用時間控制濾池濾程以作為反洗依據
5.RO： ■控制/調整方法	入流水濁度：0.5NTU以下，SDI小於1，出流水濁度：0.1NTU以下。



肆、 主要單元操作標準

(一) 微過濾單元

設備之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
無	---	● 設備說明需參酌表 3-1-2。 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

(二) RO 單元

操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
無	---	● 相關操作參數需參酌表 3-1-3 ● 處理控制策略需參酌表 3-2-1 ● 程序控制需參酌表 3-2-2

(三) 消毒單元

消毒之操作標準	場內操作 是否符合規定	說明
一、加氯方法以溶液式為準。	是	● 相關操作參數需參酌表 3-1-5
二、加氯設備應有可靠之性能，加氯速率及數量應準確易於控制，並有良好之安全設施。	是	● 處理控制策略需參酌表 3-2-1
三、加氯地點應選在氯劑能均勻混合於水中之處。	是	● 程序控制需參酌表 3-2-2
四、加氯設備之容量，應以最大處理水量及最大加氯率決定之，並應有備用設備。	是	
五、流量經常有變化之處，消毒時應設自動控制設備，保持一定之加注率。	是	
六、自來水事業應訂定加氯消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。	是	

附錄十

自來水事業相關從業人員 質性訪談綱要表

自來水設施標準增修評估問卷調查

親愛的自來水事業先進 您好，

本問卷乃針對「自來水工程設施標準」(如附件)之第四章淨水設施的條文增修進行專家意見調查。

經濟部水利署於民國九十二年訂定「自來水工程設施標準」，以進行相關規範，其條文共分為八章共一百零五條，其中第四章關於淨水設施及第七章關於儀表控制設施對於淨水監控操作技術有直接的關連性。在自來水工程設施標準中的第四章淨水設施部份（第六十三條至第八十一條），針對淨水場各處理單元，包括混合設備、膠羽池、沉澱池、高速膠凝沉澱池、快濾池、慢濾池及清水池等均加以規定。而第七章有關儀表控制設施部份（第九十八條至第一百零四條），也針對加藥設備及過濾設備之儀表控制加以規定。但由於時代的演變，台灣自來水處理業已引進不同的處理技術，如薄膜高級氧化或生物處理技術，但台灣的「自來水工程設施標準」之中共 105 條的條文中仍尚未將相關之技術規範納併於條文之中，其實，美日的規範已將相關之技術羅列於規範之中。

有鑑於此，未來「自來水工程設施標準」第四章淨水設施的條文修改部分包含：薄膜處理技術之規定、原水有藻類問題之除藻相關規定、海水淡化之相關規定、選用高級處理技術之相關規定及綠色材料或具節能概念之相關設施設備為優先考量之規定，如表 1 所述。

透過您專業寶貴的意見，將使「自來水工程設施標準」增修工作更為順遂，感謝。

表 1 「自來水工程設施標準」增修草擬條文規範

增列條文 1. (建議插入原有條文 74~75)

薄膜處理技術之相關規定如下：

- 一、以薄膜處理之水應先經適當之前處理，如膠凝沉澱。
- 二、應具備現地反洗之功能。
- 三、系統數量應為二套以上，並視需要設置電力備用系統。
- 四、納濾與逆滲透膜的設置應考量進流水的淤泥指數(SDI)。

增列條文 2. (建議插入原有條文 74~75)

海水與半鹹水淡化之相關規定如下：

- 一、納濾與逆滲透膜技術需符合前述增修條文 1 之規定。
- 二、需注意清水水質與對輸送管的腐蝕情形。
- 三、薄膜排放水應符合環保規定。
- 四、其他方法。

增列條文 3. (建議插入原有條文 78~79)

除藻之相關規定如下：

- 一、應減少含藻的進流原水為優先考量。
- 二、應定期清理淨水處理流程中茲生的藻類。
- 三、除藻之化學藥品應符合淨水藥劑規範。
- 四、應設置適當的藻類監控設施設備。

增列條文 4. (建議原有條文 79 修改)

自來水處理方法可依原水水質、清水水質要求、設備費用及維護費用等予以考慮比較後選用適當處理技術，如：

- 一、粉狀活性碳吸附技術。
- 二、粒狀活性碳吸附技術。
- 三、離子交換樹脂技術。
- 四、生物處理技術。
- 五、高級氧化技術。
- 六、結晶軟化技術。
- 七、其他技術。

增列條文 5. (建議插入原有條文 81~82)

自來水處理設施設備應以綠色材料或具節能概念之相關設施設備為優先考量。

第一部份：【個人基本資料表】

姓名		性別	☐ 男； ☐ 女			
年齡	☐ 未滿 30 歲 ☐ 31-40 歲 ☐ 41-50 歲 ☐ 51-60 歲 ☐ 61 歲以上					
最高學歷	☐ 高中職 ☐ 專科 ☐ 大學 ☐ 碩士 ☐ 博士					
自來水從業經驗	1. 職業分類： ☐產業界 ☐政府單位 ☐學校或研究單位 2. 自來水從業經歷簡述： (1) 民國 ____ 年至 ____ 年任職 _____ (單位)，擔任 _____ (職務) (2) 民國 ____ 年至 ____ 年任職 _____ (單位)，擔任 _____ (職務) (3) 民國 ____ 年至 ____ 年任職 _____ (單位)，擔任 _____ (職務) (4) 民國 ____ 年至 ____ 年任職 _____ (單位)，擔任 _____ (職務) 3.除了本國「自來水工程設施標準」法規之外，您有閱讀過其他國家的相關規範： ☐有 _____ ☐沒有					
聯絡方式	電 話： _____ 電子信箱： _____					

第二部份：【主要問卷】

【必要性評估】訪談綱要

1.就您對台灣地區的了解，是否能請舉例說明您所知道無法利用傳統的淨水處理流程所能處理之特殊水質經驗？並就您的專業，簡單建議相關處理技術。

範例：■含砷原水；處理方式 活性炭吸附 或 離子交換樹脂

☐高濁水；處理方式 _____

☐白濁水；處理方式 _____

☐有機物污染之原水；處理方式 _____

☐含重金屬之原水；處理方式 _____

☐含鐵錳之原水；處理方式 _____

☐含有害物質（如砷、氨氮、硝酸鹽）；處理方式 _____

☐含藻類；處理方式 _____

☐其他 _____ ；處理方式 _____

【有效性評估】訪談綱要

1. 就您對上述「自來水工程設施標準」增修草擬條文內容的認知，您認為增修草條文後最直接的影響對象有哪些？(可複選)

☐淨水廠操作人員 ☐管理人員 ☐設計工程師 ☐設施設備廠商

☐用水戶 ☐其他 _____

2. 就您對上述「自來水工程設施標準」增修草擬條文內容的認知，您認為增修草條文後對淨水廠的淨水操作的影響？(可複選)

(1) 淨水成本支出 ☐增加 ☐減少 ☐不變 ☐難以預估

(2) 人力素質要求 ☐增加 ☐減少 ☐不變 ☐難以預估

(3) 工作負荷 ☐增加 ☐減少 ☐不變 ☐難以預估

(4) 供水水量 ☐增加 ☐減少 ☐不變 ☐難以預估

(5) 供水水質 ☐增加 ☐減少 ☐不變 ☐難以預估

3.就您對上述「自來水工程設施標準」增修草擬條文內容的認知，您認為目前所提之增修草

條文規範範疇是否明確，有無需增補之處？

【效益評估】訪談綱要

就您對上述「自來水工程設施標準」增修草擬條文內容的認知，您認為如增修草案條文後對台灣自來水事業與相關產業的影響？

(1) 自來水用戶信心 ☐增加 ☐減少 ☐不變 ☐難以預估

(2) 水利產業的發展 ☐增加 ☐減少 ☐不變 ☐難以預估

(3) 淨水技術發展 ☐增加 ☐減少 ☐不變 ☐難以預估

(4) 其他_____

感謝您撥冗協助，您的寶貴意見將是推動台灣現代化自來水事業的動力。

自來水工程設施標準

中華民國九十二年十二月三日經濟部經水字第○九二○四六一三四一○號令訂定

第一章 總則

第一條 本標準依自來水法第四十二條第一項規定訂定之。

第二條 自來水工程設施所在地點，應調查下列事項後選定：

- 一、具有第五條所定作為水源之條件。
- 二、自來水工程設施之建設及管理均安全而容易。
- 三、自來水工程設施之建設費及維持管理費便宜。
- 四、水量、水質、水權及用地等有利於將來之擴建。

第三條 自來水工程設施之配置，應就下列事項檢討比較後選定最佳方案：

- 一、適合地勢。
- 二、建設及管理均安全而容易。
- 三、建設費及維持管理費便宜。
- 四、有利於都市將來之發展，並與都市計畫相配合。
- 五、取水、淨水、配水等各項設備之位置，須適合於發揮各該設備之機能。
- 六、對地震、颱風、洪水等災害具有高度之安全性。
- 七、與原有設備能相互配合。

第四條 自來水工程設施之構造規定如下：

- 一、在結構耐力上對於自重、載重、水壓、土壓、風壓及地震力等均安全。
- 二、具有高度之水密性，不得有水污染或漏水之虞。
- 三、築造在地下水位較高處之構造物，在施工中及完成後應注意地下水浮力對構造物之安全。
- 四、水池牆體之構造應注意內滿外空及其他各種可能危險狀態時之安全。

第二章 取水及貯水設施

第五條 自來水取水設施之水源必須水量充足、水質良好，除能經常確保計畫取水量外，並應考慮將來發展之需要，其經過淨水處理後，應符合自來水法第十條規定之水質標準。

第六條 自來水取水設施之計畫取水量以計畫最大日供水量為準，並視需要另加處理廠內之處理用水量及原水輸送之損失水量。

第七條 自來水取水設施以河川表流水為取水水源者，應先就下列事項作長期之調查，並利用過去之流量與氣象資料以估計水源之安全出水量：

- 一、水量及水位：

(一)每年最低枯水量、枯水位。

(二)水量、水位變化情形。

(三)每年最高洪水位。

二、水權。

三、水質：

(一)勘查影響水質之天然與人為因素。

(二)降雨與濁度之關係。

(三)整年之水質變化。

第八條 前條河川表流水之安全出水量，應以重現期距為二十年之枯水流量為準。但小規模自來水設施以小溪流為水源而無長期流量紀錄可供分析時，得斟酌情形推定其安全出水量。

第九條 以河川表流水為水源之取水地點之選定規定如下：

一、流速和緩將來流心不致於變遷或河床上升降低之地點。

二、取水地點及其附近應為地質良好且不致因沖刷而破壞之地點。

三、避免污水流進之處所及有潮汐可到達之地點。

四、與防洪及其他水利設施及計畫相配合。

第十條 以河川表流水為水源之取水設備之構造，應於取水地點所預期之水位及水量變化範圍內能取得設計水量，必要時應考慮由不同水深取水；並應有防護沖刷、流水、流砂及漂浮物等之必要設備。

第十一條 以水庫為水源之取水設施應依下列事項作長期之調查：

一、每年實際最高與最低水位，水位及貯水量實際變化情形。

二、水權。

三、水質：

(一)勘查影響水質之天然與人為因素。

(二)湖岸之狀況、風向、風速、降雨與濁度之關係。

(三)整年之水質變化：在不同水深內微生物之季節性繁殖及分布狀況。

第十二條 興建水庫作為自來水水源設施時，除利用過去所有可供分析之流量與氣象等資料，以估計水庫應有之貯水量外，並應預先就下列事項作長期之調查：

一、壩址上游集水區內之情況。

二、水庫上游集水區之降雨量及其與進水河流量間之關係。

三、水庫淹沒區蒸發量。

四、水庫淤積量。

五、洪水量。

六、地質與滲透性。

七、河流進水之水質。

八、水權。

第十三條 水庫有效貯水量基準枯水年之決定，應以重現期距為二十年之枯水年為準。

第十四條 水庫有效貯水量應依前條基準枯水年，以水庫進水量與水庫計畫取水量之差額累加決定。

前項計畫取水量，除水庫計畫之取水量外，應加上必要之損失水量及下游既有水權水量。

第十五條 以水庫為水源之取水地點之選定規定如下：

- 一、避免因波浪、鬆土、坍方等致水濁度增高之地點。
- 二、避免污水之流進處所，接近航道之處所及因湖底、水庫底沉澱物之攪亂而容易引起水污染之地點。
- 三、避免有漂浮物漂進之地點。
- 四、取水設備能安全築造之地點。

多目標水庫應由各用水標的之主辦單位依前項各款規定，於互相協調後選定其位置。

第十六條 以水庫為水源之取水設備之構造，應在水庫所預期之水位變化範圍內能取得設計之取水量。

取水口之構造應依微生物、濁度或鐵錳等含量之分布，調節其取水高度。

第十七條 地下水調查，應蒐集附近地質構造，與已開發地下水源取水設備之構造及其出水量、水位、井距與水質之資料。

地下水水源之調查事項如下：

- 一、自由地下水及受限地下水應以試鑿及必要之電阻驗層法決定合適之取水層，在枯水期作抽水試驗以調查水量與水位，並採樣檢驗水質。但如水量、水位及水質可由附近已設水井之調查而確定時不在此限。
- 二、伏流水，應就下列事項調查：
 - (一)河川表流水或湖泊水與預定取水地點伏流水間之關係，及枯水期伏流水水位與水量。
 - (二)應在預定地點加以試挖調查地下構造，並作抽水試驗調查枯水時及洪水時之水量與水質。
- 三、湧泉應調查其水量與水質整年之變化。
- 四、取水地點接近污染來源時，應以試探井作長期水質試驗而確定有無污染影響。

第十八條 地下水取水地點之選定，應調查附近可能之污染來源、各項建築物及目前與將來土地利用情形，並考慮最高洪水位及浸水高度與所選定地點地表高度間之關係。

第十九條 水壩位置應就不同地點調查研究比較，選取符合下列事項之地點：

- 一、以最經濟之水壩獲得所需要之貯水量。

- 二、壩址及水庫地質良好。
- 三、水庫興建成本低。
- 四、集水區大與水土保持及水源涵養良好。
- 五、築造用材料容易取得。

第二十條 壩高應為儲蓄水庫計畫取水量所需要之基本高度加必需之出水高度。

第二十一條 壩型及種類應研究比較下列事項選取符合建造目的、安全且最經濟者：

- 一、壩址之地形及地質。
- 二、水力條件。
- 三、築造材料取得之難易。
- 四、氣象條件。
- 五、交通。
- 六、維護管理之難易。
- 七、其他。

第二十二條 引水壩(堰)及防潮堰之位置規定如下：

- 一、靠近取水口、地基固定、地質滲透性低之地點。地基軟弱時應予加強，滲透性較大時應有減少上舉力等之措施。
- 二、引水壩(堰)不得設於河川狹窄處。但兩岸均為岩質者不在此限。
- 三、引水壩(堰)原則應與河川流向成垂直。
- 四、避免因平時及洪水時之水位上昇而對上游橋樑、道路、水利設施等影響較多之處。

第二十三條 引水壩(堰)之高度以能引取計畫取水量，並考慮該河川或設施地點泥砂淤積情形決定。

第二十四條 引水壩(堰)護床之施設規定如下：

- 一、護床應視河床地質情形施設。如河床為岩盤時得免設。
- 二、護床之長度以能確保壩(堰)體之安全決定。在地質軟弱之河床，除徹底防止河床表面冲刷所需之護床長度外，應考慮保持必要之地下滲透水流距而延長護床長度。
- 三、護床應有三十公分以上之厚度。
- 四、為溢流水之消能，應在河床末端設砥堰或齒狀護床，或在護床中央部分設砥墩。

第二十五條 與前條護床相接之下游河床及引水壩(堰)上游河床均應施以保護工程。

第二十六條 設在引水壩(堰)之活動堰，其大小及堰數以需要排除之計畫洪水量決定之。

第二十七條 引水壩(堰)有海水倒灌之虞時，應設防潮堰，其高度應以已往最高潮位及波浪高度決定之，防潮堰應有防止海水地下滲透之措

施。

前項防潮堰之閘門、鋼板樁及其他金屬設備應有防蝕措施。

第二十八條 引水壩（堰）及防潮堰應設必要之排砂門、魚道、流水路、船塢等附屬設備。

第二十九條 取水門之施設規定如下：

- 一、應設於地基良好之處，如地基軟弱應加固其基礎。
- 二、門柱應使用鋼筋混凝土。
- 三、應裝設閘門或擋水板。
- 四、門頁鑲嵌閘門或擋水板之溝槽，應以堅固材料保護並具備水密性。

第三十條 攔污柵應裝設於取水門之上游，並遮蓋全部水門，防止垃圾及流木等之流入，其構造應便於日後清理工作。

第三十一條 爲減少砂石流入取水門內，取水門之流進速度應採用每秒一公尺以下之流速。

第三十二條 地表水源水位變化幅度較大，且在岸邊難取水質良好之水時，應以取水塔取水。

前項取水塔不得設在難以開設取水孔之淺水地點。

第三十三條 取水塔形狀及高度規定如下：

- 一、塔體應採用對水流阻礙最小之形狀，如採橢圓形或其他形式時，其長軸方向應與河川流向平行。
- 二、塔體頂蓋及行人橋樑樑底高程均應高於河川或水庫之最高洪水位或計畫最高水位。
- 三、塔體之大小應能開設大於計畫取水量之取水孔。

第三十四條 取水塔應裝設照明設備、避雷針、操作維護用之行人橋、水尺及其他必要附屬設備。

第三十五條 取水口之構造規定如下：

- 一、上游應設擋水板，以調節適應水位及河床高度之變化。
- 二、攔污柵應設於擋水板下游，其構造應便於日後之清理。
- 三、擋水設備及攔污柵得視需要設聚砂坑於後，其頂蓋約與洪水基準線同高，並設人孔。
- 四、擋水設備至管渠前之取水口處之流速應在設計枯水位時每秒三十公分以下。
- 五、管渠高度應以在設計枯水位時能取得設計取水量決定之，其內面底應等於或低於擋水設備底版面高度。

第三十六條 埋設於河川地而有被沖刷之虞之集水暗渠，應予以保護，其周圍之河床應施以河床保固等保護工程。

第三十七條 集水暗渠埋設之方向，應與伏流水之流向垂直為原則。如同時埋設幹支管渠時，以幹支管渠合計集水量最有利之方向為準。

第三十八條 聯絡井之設置規定如下：

- 一、集水暗渠應在其末端、分歧點及其他必要處所設聯絡井，以利檢查維護。
- 二、內徑應為一公尺以上。
- 三、應予加蓋，並考慮其水密性，所有開口應為雨水、河水、垃圾、昆蟲或其他小動物無法進入之構造。

第三十九條 深度未達第一不透水層之淺井井數在二個以上時，應儘量使其排列方向與地下水或伏流水之流向垂直，其間隔應使其互相之影響減少。

第四十條 淺井之大小應根據試井之抽水試驗結果，並以進水速度在每秒三公分以下範圍內決定。

第四十一條 淺井附屬設備之規定如下：

- 一、應設通氣孔、人孔、水位計。所有開孔應為雨水、垃圾、昆蟲或其他小動物無法進入之構造。
- 二、外圍應有良好之排水設備，並以混凝土、粘土等材料保護地面以防井之污染。
- 三、設於河川地集取伏流水之井，其通氣管口應高出最高洪水位以上。

第四十二條 集取第一不透水層以下之深井井數在二個以上時，應保持井與井間之距離，並儘量減少互相干擾；其排列方向應儘量與地下水流向成垂直，由多數井組成之井群得排成鋸齒形。

第四十三條 深井安全抽水量之規定如下：

- 一、深井應以抽水試驗決定臨界抽水量，安全抽水量應以臨界抽水量之百分之七十為準。
- 二、應每年舉行抽水試驗一次，其抽水量應經常能保持試驗所得安全抽水量以內。

第四十四條 深井水源應置備用井，如不能置備用井時，應置備用抽水機。

第四十五條 沉砂池應設在靠近取水口之地點，並不得設在有妨礙水流之處。

第四十六條 沉砂池應有二池以上，如僅設一池應以隔牆隔開或裝設繞流管，以利沉砂之清理。

第三章 導水及送水設施

第四十七條 設計導（送）水量應以計畫最大日供水量為準，將來擴充困難，或經工程經濟分析有利者，應視情形預留設計容量以備將來之用；設計導水量應視需要另加處理廠內之處理用水量及原水輸送之損失水量。

第四十八條 送水方式以使用壓力水路為原則。

第四十九條 導水渠構造應具有充分之水密性材料築造。使用明渠時應有防

止污染及人畜危險之措施。

第五十條 導水渠最大流速不得超過每秒三公尺；最小流速應考慮所導送原水含砂及水量變化情形後決定，原水含砂時，不得小於每秒三十公分。

第五十一條 導水渠之路線應儘量避免在斜坡面、斜坡頂、斜坡腳及填土等地基不安定之處所。

第五十二條 導水渠之伸縮接縫規定如下：

- 一、明渠及暴露之暗渠應視需要設伸縮接縫。
- 二、容易發生不均勻沉陷之處所，橋、制水閘門、聯絡井之前後，或地質有變化之處所等，應設撓曲性較大之伸縮接縫。

第五十三條 導水渠應視需要設溢流口、排泥設備及沿全線之養護道路。

第五十四條 導水渠應視需要在其分歧點、匯合點及其他必要地點設聯絡井或人孔。

前項聯絡井或人孔應視需要設量水設備、排泥管及溢流設備，並在出水口及排泥管裝設制水閘門或制水閥。

第五十五條 隧道應具有充分之水密性，必要時以混凝土襯裏或施以灌漿，並在其進出口加以充分之保護。

第五十六條 導水渠橫過深谷河川之處，應考慮建造水路橋。

前項水路橋之規定如下：

- 一、材料應視橋墩之高低及橋本身安全決定之。
- 二、應為對風壓及地震力安全之構造，橋墩處應視地基承载力及河流情形，施以適當之基礎工程及保護工程。
- 三、應考慮附近人行養護用通路。

導水渠在橋墩橋台等支承處應設伸縮接縫，並對地震仍能牢固錨定水渠。

第五十七條 導（送）水管管種之選用應使用適合於當地土壤性質及水質之水管，其為鑄鐵管、延性鑄鐵管或鋼管，應施以適當之襯裏。

第五十八條 導（送）水管管線之規定如下：

- 一、以選定在公有道路或管線專用路線或其他自來水用地範圍內為原則，選在其他用地時，應視需要設沿全線之養護道路。
- 二、應儘量避免水平或垂直方向有急劇轉彎者。
- 三、任何一點不得高出最低水力坡降線。
- 四、使用抽水機輸送且導（送）水管較長者，應視需要在管線上裝設洩壓閥或平壓塔等安全設施。
- 五、視需要埋設二條管線並互相連接。
- 六、送水管不得與有污染可能之其他管線、水池等相連接，且所有新設、修復、或抽換之管線應經過消毒後始可使用。

第五十九條 導（送）水管管線局部最高點，應裝設排氣閥。

前項排氣閥需要附設制水閥，在地下水位較高，或有淹水可能

之處所並應裝設必要高度之添加管。

第六十條 排泥管及排出口之規定如下：

- 一、排泥管應裝設在管線之低處而有適當之排水路或河川附近。
- 二、接納排水之水路為下水道等有污染可能時，排泥管不得直接與之連接。
- 三、接納排水之河川或排水路面高於管底時，排泥管與排出口之間應視需要附設排泥窰井。
- 四、排出口附近應築造堅固之護岸。

第六十一條 大管徑之導（送）水管，應在必要地點設置檢查及修理人孔。

第六十二條 水管橋及過橋管之規定如下：

- 一、水管應採用耐於溫度變化、振動及地震力之接頭。
- 二、第五十八條第一款至第三款及第五款適用於水管橋。
- 三、過橋管應配合橋之活動端位置使用伸縮接頭，且在每一橋孔間妥當固定。
- 四、過橋管在橋台、橋墩部分應使用機械接頭等具有可撓性及水密性之伸縮接頭，如因活載重而橋梁有較大之撓度時，橋孔間亦應採用適當之接頭。
- 五、儘量避免水管架設於木橋。
- 六、引道部分之地基與橋台間有較大不均勻沉陷之虞時，此部分之水管應使用容許較大變位之撓性接頭。

第四章 淨水設施

第六十三條 淨水方法之選定規定如下：

- 一、原水淨水方法應以能有效除去各種不需成分，並依原水水質加以研究或實驗決定。
- 二、採用新淨水方法，應有其試驗或操作報告，並有水質檢驗分析資料，能證明其水質符合標準。

第六十四條 淨水設備之設計容量，應相當於最大日供水量另加處理廠用水量。

第六十五條 淨水設備之位置、配置及構造之規定如下：

- 一、所處位置不在低窪之地，環境衛生良好。
- 二、配置應使各項設備均能充分發揮其機能，互相有效配合，並使操作管理方便。
- 三、淨水場之配置，應預留場地以配合將來之擴建。
- 四、濾水及清水應防止污染，有關設備應使其與外界隔離，以防污水、雨水及昆蟲等進入。
- 五、淨水場內之廁所、污水坑、垃圾堆等應使用不漏水構造，其位置應儘量遠離水池及水管等。

六、各設備間之水位關係，應依水力分析計算或實驗決定。

第六十六條 淨水場應設置適當之量水設備。

第六十七條 自來水之淨水流程應符合處理水質之需要，所使用之藥品及其加藥率之選定，應根據實驗，比較其效果及經驗分析決定。

第六十八條 加藥設備之容量應依據選定之加藥率與設計最大處理水量決定，並應有備用設備。

第六十九條 混合設備之規定如下：

- 一、膠凝劑加入水中後，應經混合設備，將其急速擴散於水中。
- 二、混合方法通常使用水躍池、拌合機、或利用水流沖合等得到快速之攪拌。

第七十條 膠羽池之規定如下：

- 一、經加藥混合之原水，應經膠羽池，藉速度差使膠羽形成增大。
- 二、原則應為鋼筋混凝土造，並應儘量與混合池、沉澱池相連，必要時，得同為一池。
- 三、進口與出口之配置應適當，以避免短流。
- 四、膠羽池應設排水設備。
- 五、膠羽池應設照明設備，以供隨時觀察膠凝情況。

第七十一條 沉澱池之規定如下：

- 一、應考慮沉澱池之溢流率、滯留時間、平均流速，以確保沉澱功能。
- 二、長期連續使用之沉澱池，應設二池以上。
- 三、沉澱池之配置，應與膠羽池及快濾池相互配合。

第七十二條 高速膠凝沉澱池之規定如下：

- 一、處理原水濁度之最高值以不超過三千濁度單位為原則，超過者應預先處理。
- 二、各池之處理水量應儘量維持一定。
- 三、池數之決定應考慮清除或故障時不影響淨水處理。
- 四、池面應設具有堰或孔口之出水槽，使原水在池內均勻分布。
- 五、應設有連續或自動操作之排泥設備。

第七十三條 快濾池之規定如下：

- 一、以快濾池處理之水應先經適當之處理，包括膠凝沉澱。
- 二、快濾池以重力式為準。
- 三、池數應為二池以上，並視需要設置備用池。
- 四、反沖洗速度應依所使用濾料之粗細、比重及溫度而定，或依實驗求得。
- 五、表面沖洗，可使用轉動式或固定式。
- 六、反沖洗及表面沖洗，可使用清水或混合空氣使用，其採用抽水機或洗砂水池供應，應視處理廠之配置及其建設費與維持費比

較決定。

第七十四條 慢濾池之規定如下：

- 一、使用為地面水者，其原水之濁度經常低於二十濁度單位，最高以不超過五十濁度單位為原則。使用地下水者，其鐵錳含量應在每公升三毫克以下。
- 二、地面水有較高濁度、污染現象或色度高時，應採用初步處理。
- 三、應有適當之備用池，池數應在二池以上，使用進行刮砂及補砂等工作時，其他各濾池均能維持在正常濾速下操作。

第七十五條 清水池之規定如下：

- 一、有效容量應依淨水場之操作方式決定。
- 二、最高水位應保持與濾池間必要之落差。
- 三、應設覆蓋及防止外界污染之構造。
- 四、應避免與未經過處理之水池共用一牆相鄰接。
- 五、建築在地下水位高之地點時，應防止浮起現象。
- 六、最高水位應有適當之出水高度，並設有足夠容量之溢流管。溢流管不得直接與排污水管相接。
- 七、應在池底最低處設充分之排水管。其排放口不得浸在污水中，無法自然排水之清水池，應採用抽水機排水。
- 八、應設通風設備，其大小依清水池之最大進出水量計算，開口應套以細目網，並能防污雨水之侵入。
- 九、應在操作方便之處設水位計，必要時並應裝設高低水位之指示燈及警報設備。
- 十、應裝設繞流管，其大小與進水管相同。
- 十一、進水管、出水管、繞流管及其他水管均需設置制水閥或制水閘門，制水閥以設在池外為準。
- 十二、裝設在池牆上之管件不得漏水，池牆外側並應裝設可撓性接頭。

第七十六條 自來水採加氯消毒，其消毒之規定如下：

- 一、加氯方法以溶液式為準。
- 二、加氯設備應有可靠之性能，加氯速率及數量應準確易於控制，並有良好之安全設施。
- 三、加氯地點應選在氯劑能均勻混合於水中之處。
- 四、加氯設備之容量，應以最大處理水量及最大加氯率決定之，並應有備用設備。
- 五、流量經常有變化之處，消毒時應設自動控制設備，保持一定之加注率。

自來水事業應訂定加氯消毒之標準作業程序及氯氣外洩之緊急應變計畫，並定期演練。

第七十七條 為氧化原水中鐵錳、除去二氧化碳、硫化氫等腐蝕性物質及臭味之生成物質等，應有適當處理設備；處理方式，應依其目的、原水水質、其他擬採用處理方式、抽水情形、空氣需要量、對污染之防範、當地環境等加以研究選定。

前項處理方式，如使用氣曝不經過濾時，氣曝設備應設有覆蓋，按需要裝設抽風設備，並應考慮防止昆蟲及藻類之生長及污染。

第七十八條 除鐵錳之處理規定如下：

- 一、溶於水中之鐵錳先用氣曝、預氣處理或加藥等方法加以氧化。
- 二、經氧化之鐵錳，其祛除方法與一般濁度之祛除相同。
- 三、加藥、膠凝、沉澱、過濾等設備之選用，主要應視水中鐵錳含量之多寡及其型態而定。
- 四、鐵錳之祛除，必要時應經試驗確定其最有效之方法，作為設計之依據。

第七十九條 自來水軟化方法應依原水水質、軟化程度、設備費用及維護費用等予以考慮比較後選用。

第八十條 處理場內一般配管之規定如下：

- 一、場內主要設備間，應採取最短之連接管渠，必要時並應設置繞流管，以防部分設備停用時影響全場之操作。
- 二、未完成處理之水，不得與清水相連接。
- 三、濾水與清水之繞流管應儘量設置排水管。

第八十一條 處理場內應設置有效之排水系統，以排除雨水、污水與各設備之廢水。

第五章 配水設施

第八十二條 設計配水量，應於平時能滿足最大時供水量，火災時能滿足最大日供水量加消防用水量。

第八十三條 計畫目標年社區集居人口在一萬人以上時，配水管之容量應考慮消防用水。

第八十四條 配水方式之規定如下：

- 一、應考慮供水區域規模、特性及其附近地勢、有效利用水頭、供水區域內水壓均勻、供水安全、合理之工程效益、現有配水管線之耐壓及漏水情形，未來維護管理操作之難易等因素。
- 二、供水區域內或其附近有適當高地時，應建配水池，採用自然流下方式或浮動方式，避免使用直接加壓方式，以免停電等事故發生時無法供水。
- 三、供水區域內或其附近有高地，如高地不能以自然流下方法供水時，可採用部分自然流下方式，其他部分可用加壓抽水機補足之。

第八十五條 配水池之規定如下：

- 一、位置應儘量設於供水區域之中央。
- 二、採用自然流下方式時，配水池之高度應以在設計最低水位時，配水管線之各點能保持最小動水壓為準。
- 三、供水區域地面高低相差懸殊時，應分為高低不同之若干供水分區，並裝設減壓閥或加壓抽水機設備，或各分區分設配水池。
- 四、應避免建築於斜坡頂、斜坡面、斜坡腳或填土等地基不穩定或有崩坍之虞之處所附近，無法避免時，應施以基礎加固、斜坡保固等工程。
- 五、應設在不淹水地點，池底應高出地下水位，並應儘量設在地面上。如設在地面下時，應與污水管、雨水管、廁所、滯積之表面水等可能之污染來源保持至少十五公尺之距離。
- 六、有效容量應考慮滿足設計最大日供水量之時間變化加消防用水量為原則。
- 七、有效水深不得低於三公尺。

第八十六條 配水塔及高架配水池之構造規定如下：

- 一、對塔（池）內水壓、空塔（池）時之風壓、滿池之地震力均安全者，其基礎應視地基承载力予以加固。
- 二、應為水密性之構造，並設覆蓋，開口應防止雨水流入及昆蟲等進入。

第八十七條 配水塔及高架配水池之基礎及支柱規定如下：

- 一、應建築於具有所需承载力之地基上，其基礎應有足夠之底面積及重量，以求穩定。如建築在地基不佳之地點時，應以打樁，或其他適當方法加固其基礎。
- 二、高架配水池之支柱，應使用堅固材料，並固定於基礎上，支柱上之支承台應與水池牢固扣結，使所有支柱與水池成為一體。

第八十八條 配水塔及高架配水池，應在塔（池）底之最低處裝設排水管，並在排水管裝設制水閥。

第八十九條 配水管之配置規定如下：

- 一、在同一道路下埋設有配水幹管及配水支管時，用戶進水管應裝接在配水支管上。
- 二、配水管線應儘量佈置成為網狀，並避免死端，如無法避免時，應在死端處裝設救火栓或排泥管，排泥管不得直接與污水管線連接。
- 三、供水區域由二個以上之不同系統供水時，供水分區交界處之配水支管應互相連接，必要時，配水幹管亦應裝設聯絡管。
- 四、與其他自來水事業之配水管線相接近時，應由雙方協議裝設聯絡管。

第九十條 配水管線之制水閥設置規定如下：

- 一、應考慮日後配水管之修復、裝接用戶進水管、維護操作等時之方便，以操作少數之制水閥，能使停水區域局限於最小範圍。
- 二、分歧管應裝設制水閥，分歧點下游之幹線以裝有制水閥為原則。
- 三、應裝設在水管過河底、鐵路或橋等較易發生事故而復舊較難處所之前後。
- 四、應裝設在排泥管及不同配水系統間之聯絡管。

第九十一條 減壓閥及安全閥設置之規定如下：

- 一、減壓閥應設在水壓互異供水分區間之聯絡管線，水壓過高時應裝設在其上游之配水管線，使最大水壓不超過所用管種規格容許之最大靜水壓。
- 二、安全閥應裝設在配水抽水機及加壓抽水機之出口處，及其他容易發生水錘之處。

第九十二條 流量計及水壓計設置之規定如下：

- 一、配水幹管之起點及其他必要處所，應裝設流量計。
- 二、流量計應採用具有流量指示、紀錄及累積量表示等各項設備。
- 三、應在供水區域內必要處所，裝設具有自動紀錄設備之水壓計。

第九十三條 配水管防止污染之規定如下：

- 一、配水管線不得與有污染之虞之管線、井、抽水機或水槽等直接連接。
- 二、配水管線不得穿過污水管線之人孔，或與之接觸。
- 三、制水閥室（窰井）、排氣閥室（窰井）、排泥室（窰井）、流量計室（窰井）、排泥管線及排氣閥等不得與污（雨）水管線或其人孔直接連接。

第六章 機電設施

第九十四條 抽水機口徑之規定如下：

- 一、口徑之大小，應以吸水口及出水口口徑表示，二者相同時，得以一個口徑表示。
- 二、吸水口口徑，應依抽水量及抽水機吸水口之流速決定。
- 三、吸水口之流速，以原動機之回轉數、吸水揚程等決定。

第九十五條 抽水機總揚程，應依淨揚程、吸水管與出水管之水頭損失及水管末端之設計速度水頭決定。

加壓抽水機總揚程，應由出水口之總水頭及吸水口之總水頭決定。

第九十六條 抽水機應有備用設置，其出水管線應有防止或減輕水錘發生之裝置。

第九十七條 電動機必須安裝適當之保護設備，其開關與起動設備相互間，

應設防止誤操作之聯鎖裝置。

第七章 儀表控制設施

第九十八條 儀表控制基本原則之規定如下：

- 一、儀表控制設備須能符合自來水設施之經濟效益及管理合理化。
- 二、儀表控制設備之規模及自動化之程度，應依設施規模之大小，維護之難易，操作人員之技能程度及社會環境等因素決定。

第九十九條 儀表控制管理室為設施管理之中樞，應有良好的環境，便於工作人員之服勤及儀器之操作養護。

第一百條 儀表配備之儀器及其計測、控制信號之種類，應符合其使用目的並能充分發揮其功能。

第一百零一條 設施管理所必要之各種物理量（水量、水位、水壓、濁度及制水閥開度等），及化學量（酸鹼值、鹼度、硬度及有效氯等），應按其重要性予以監控，並將其結果作為整體合理有效之操作管理依據。

第一百零二條 加藥設備之儀表控制規定如下：

- 一、應以能達成最佳加藥效果為目標。
- 二、其設備之操作控制範圍應較實際為大。
- 三、儀表化及未儀表化之操作過程必須配合。
- 四、藥品處理設施之儀表控制設備，其必要部分應有充分之耐腐蝕性。

第一百零三條 過濾設備之儀表控制規定如下：

- 一、應以能達成濾池之最佳操作及處理效果為目標。
- 二、過濾池之濾量或濾率控制應確實，並應能隨時控制全部濾水量為原則。
- 三、快濾池之自動洗砂操作，應確實發揮其功能，並與其他有關部分之操作相互配合。

第一百零四條 各項設備之儀表控制，應通盤考慮，互相調和，並具有高度之安全性，使其操作管理合理有效。

第八章 附則

第一百零五條 本標準自發布日施行。

附錄十一

實驗室混凝加藥杯瓶試驗數據

實驗次數	採樣日期	溫度 (°C)	原水濁度 (NTU)	導電度 (μS/cm)	pH	鹼度 (mg/L)
1	2009.8.5	27.0	100.0	330	7.80	238.0
2	2009.8.9	26.0	2660.0	172.6	7.20	128.0
3	2009.8.10	26.0	2302.0	182.1	7.60	142.0
4	2009.8.11	23.0	1488.0	213	7.70	153.0
5	2009.8.12	30.0	796.0	239	7.70	165.0
6	2009.8.19	26.0	59.0	277	7.80	205.0
7	2009.8.20	23.0	21.0	281	7.90	208.0
8	2009.8.26	27.0	63.0	313	7.70	222.0
9	2009.8.28	30.0	13.0	293	8.40	203.0
10	2009.10.2	26.9	31.0	380	8.03	140.0
11	2009.10.5	24.3	31.7	377	7.86	128.8
12	2009.10.6	23.9	143.0	296	7.90	103.3
13	2009.10.7	24.2	57.9	343	8.16	121.3
14	2009.10.8	24.8	29.7	366	8.10	129.3
15	2009.10.9	25.2	37.3	377	8.10	131.0
16	2009.10.12	24.0	9.9	367	8.06	116.7
17	2009.10.13	25.4	11.2	369	8.04	117.0
18	2009.10.14	24.6	11.8	368	7.90	118.0
19	2009.10.15	24.3	9.6	368	7.78	113.7
20	2009.10.16	24.2	12.5	358	7.94	113.1
21	2009.10.22	23.0	11.7	342	7.92	107.3
22	2009.10.23	22.8	11.5	341	7.93	106.4
23	2009.10.27	23.5	19.0	347	7.96	110.0
24	2009.10.28	23.9	16.2	349	7.97	111.6
25	2009.11.2	20.2	13.0	355	8.04	103.9
26	2009.11.3	19.3	12.1	353	8.02	102.5
27	2009.11.4	22.1	13.2	358	8.05	106.0
28	2009.11.10	24.8	24.4	373	7.91	102.3
29	2009.11.13	19.6	476.7	283	7.89	88.0
30	2010.01.06	18.0	97.4	390	8.11	112.3
31	2010.01.07	17.0	103.0	394	7.91	120.2
32	2010.01.08	16.4	113.0	404	7.91	134.0
33	2010.01.22	20.0	89.3	411	7.89	142.5
34	2010.01.25	19.0	60.0	399	7.95	134.5
35	2010.01.26	15.8	128.3	362	7.94	124.4
36	2010.02.22	17.2	26.7	277	8.12	97.0
37	2010.02.23	16.8	11.2	289	7.89	99.5
38	2010.04.14	22.5	31.1	352	8.32	128.9
39	2010.04.15	20.6	23.4	357	8.32	130.4
40	2010.04.23	20.5	68.4	364	8.44	130.7
41	2010.05.11	22.5	79.6	283	8.14	95.0
42	2010.05.24	26.3	420.0	238	8.11	76.0
43	2010.06.04	22.5	102.3	232	8.15	81.9
44	2010.06.11	25.9	188.0	225	7.82	73.0
45	2010.06.24	27.5	18.2	305	8.18	108.2
46	2010.07.27	23.5	200.0	215	8.11	72.9
47	2010.09.03	26.5	25.9	292	8.06	104.0
48	2010.09.07	26.0	41.1	311	8.07	109.5
49	2010.09.08	27.8	17.5	307	8.38	110.7
50	2010.10.21	23.6	104.0	421	7.70	110.0
51	2010.10.22	24.2	108.0	225	7.99	94.0
52	2010.10.22	25.2	34.5	239	8.03	96.0
53	2010.10.28	21.3	53.6	314	7.82	104.0
54	2010.10.28	21.5	33.5	292	7.94	103.0
55	2010.10.29	21.8	38.6	270	7.87	102.0

實驗次數	採樣日期	DOC (mg/L)	界達電位	平均顆粒粒徑 (μm)	原水鹼度 (mg/L as CaCO_3)	快混最終pH值
1	2009.8.5	0.98			238.0	7.30
2	2009.8.9	0.83			128.0	6.50
3	2009.8.10	0.51			142.0	6.80
4	2009.8.11	0.14			153.0	7.30
5	2009.8.12	0.04			165.0	7.20
6	2009.8.19	0.22			205.0	7.30
7	2009.8.20	0.24			208.0	7.70
8	2009.8.26	0.45			222.0	7.40
9	2009.8.28	0.71			203.0	7.80
10	2009.10.2	1.84		845.10	140.0	7.98
11	2009.10.5	1.50			128.8	7.86
12	2009.10.6	1.13		28.57	103.3	7.66
13	2009.10.7	1.17			121.3	7.86
14	2009.10.8	0.90			129.3	7.83
15	2009.10.9	0.69			131.0	7.87
16	2009.10.12	1.73		693.70	116.7	7.72
17	2009.10.13	1.22			117.0	7.63
18	2009.10.14	1.21			118.0	7.47
19	2009.10.15	1.17			113.7	7.65
20	2009.10.16	1.51			113.1	7.62
21	2009.10.22	2.74			107.3	7.57
22	2009.10.23	1.64			106.4	7.79
23	2009.10.27	1.53			110.0	7.79
24	2009.10.28	1.33			111.6	7.77
25	2009.11.2	2.10			103.9	7.78
26	2009.11.3	2.79			102.5	7.79
27	2009.11.4	2.41			106.0	7.74
28	2009.11.10	1.36			102.3	7.46
29	2009.11.13	2.19		11.32	88.0	7.45
30	2010.01.06	0.69	-14.2	11.53	112.3	7.64
31	2010.01.07	0.83	-13.6	14.40	120.2	7.76
32	2010.01.08	1.50	-14.4	8.02	134.0	7.65
33	2010.01.22	1.60	-14.1	9.90	142.5	7.32
34	2010.01.25	1.36	-12.8	10.35	134.5	-
35	2010.01.26	1.21	-15.0	14.23	124.4	7.48
36	2010.02.22	0.49	-15.8		97.0	7.50
37	2010.02.23	0.42	-13.3		99.5	7.53
38	2010.04.14	1.56	-14.7	16.64	128.9	7.90
39	2010.04.15	1.48	-15.8	13.16	130.4	8.04
40	2010.04.23	1.23	-14.5		130.7	8.29
41	2010.05.11	1.45	-16.3	12.59	95.0	7.49
42	2010.05.24	1.67	-19.8		76.0	7.72
43	2010.06.04	0.94	-17.6		81.9	7.84
44	2010.06.11	1.45	-18.5	27.40	73.0	7.62
45	2010.06.24	0.68	-14.8	10.03	108.2	7.72
46	2010.07.27	1.58	-18.0	7.21	72.9	7.30
47	2010.09.03	1.16	-16.3	12.30	104.0	7.59
48	2010.09.07	1.00	-15.6	13.00	109.5	7.64
49	2010.09.08	0.96	-13.6	10.56	110.7	7.77
50	2010.10.21	1.12	0.1	25.70	110.0	7.51
51	2010.10.22	0.81	-0.1	7.37	94.0	7.42
52	2010.10.22	1.13	0.9	20.00	96.0	7.37
53	2010.10.28	0.96	0.6	13.68	104.0	7.44
54	2010.10.28	0.96	-0.3	24.86	103.0	7.56
55	2010.10.29	0.83	0.1	29.92	102.0	7.52

實驗次數	採樣日期	*瓶杯試驗最適加藥量 (mg/L as Al)	*瓶杯試驗最適加藥量 (mg/L as 10% Al ₂ O ₃)	**水場實際加藥量 (mg/L as Al)	**水場實際加藥量 (mg/L as 10% Al ₂ O ₃)
1	2009.8.5	1.50	28.30	3.30	62.26
2	2009.8.9	3.50	66.04	10.50	198.11
3	2009.8.10	2.50	47.17	5.00	94.34
4	2009.8.11	2.00	37.74	6.50	122.64
5	2009.8.12	1.50	28.30	6.30	118.87
6	2009.8.19	1.00	18.87	3.00	56.60
7	2009.8.20	1.00	18.87	3.20	60.38
8	2009.8.26	1.00	18.87	-	-
9	2009.8.28	1.00	18.87	-	-
10	2009.10.2	0.75	14.15	1.05	19.90
11	2009.10.5	1.00	18.87	1.62	30.60
12	2009.10.6	1.25	23.59	1.62	30.60
13	2009.10.7	1.00	18.87	1.08	20.30
14	2009.10.8	1.00	18.87	1.97	37.20
15	2009.10.9	1.00	18.87	1.83	34.50
16	2009.10.12	0.75	14.15	2.05	38.70
17	2009.10.13	0.75	14.15	1.27	24.00
18	2009.10.14	0.75	14.15	2.67	50.30
19	2009.10.15	0.75	14.15	3.40	64.20
20	2009.10.16	0.75	14.15	2.01	37.90
21	2009.10.22	0.75	14.15	1.04	19.70
22	2009.10.23	0.75	14.15	1.14	21.50
23	2009.10.27	0.75	14.15	1.01	19.10
24	2009.10.28	0.75	14.15	0.89	16.70
25	2009.11.2	0.75	14.15	1.79	33.70
26	2009.11.3	0.75	14.15	1.74	32.80
27	2009.11.4	0.75	14.15	2.09	39.40
28	2009.11.10	0.75	14.15	1.66	31.40
29	2009.11.13	2.00	37.74	1.66	31.30
30	2010.01.06	1.50	28.30	2.53	47.80
31	2010.01.07	1.25	23.59	3.79	71.50
32	2010.01.08	1.25	23.59	3.63	68.40
33	2010.01.22	1.25	23.59	3.25	61.40
34	2010.01.25	1.25	23.59	3.35	63.30
35	2010.01.26	1.50	28.30	3.76	70.90
36	2010.02.22	1.00	18.87	3.52	66.40
37	2010.02.23	1.00	18.87	4.23	79.90
38	2010.04.14	1.00	18.87	1.72	32.40
39	2010.04.15	0.75	14.15	1.82	34.40
40	2010.04.23	1.00	18.87	2.17	40.90
41	2010.05.11	1.25	23.59	3.33	62.90
42	2010.05.24	1.25	23.59	3.56	67.10
43	2010.06.04	1.25	23.59	-	
44	2010.06.11	0.75	14.15	-	
45	2010.06.24	0.75	14.15	-	
46	2010.07.27	2.00	37.74		
47	2010.09.03	0.75	14.15		
48	2010.09.07	1.00	18.87		
49	2010.09.08	0.75	14.15		
50	2010.10.21	0.75	14.15		
51	2010.10.22	1.00	18.87		
52	2010.10.22	1.00	18.87		
53	2010.10.28	1.25	23.59		
54	2010.10.28	1.00	18.87		
55	2010.10.29	1.00	18.87		

附錄十二

快慢混攪拌機設計計算

(1)快混攪拌機設計

各項參數值：

機械快混池(V)*= L380×W380×H590 (mm) G 值=600 (s⁻¹) 停留時間(t)=60 (s)

處理水量(Q)=100 CMD

$$=1.157 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

*：機械快混池內徑尺寸

a.攪拌機槳板：

槳板長(Di)取 70%W = 70%×38 = 26.6 (cm) → 27 (cm)

槳板寬(Wi) = Di/6 = 27/6 = 4.5 (cm) → 5 (cm)

b.攪拌機轉速：

$$\text{反應水體積 } V_{\text{water}} \text{ (m}^3\text{)} = Qt = 1.157 \times 10^{-3} \times 60 = 0.069 \text{ m}^3$$

$$\text{水位高 } H_{\text{water}} \text{ (m)} = V/LW = 0.069/(0.38 \times 0.38) = 0.48 \text{ m}$$

$$\text{能量 } P \text{ (N-m/s)} = \mu G^2 V = K_T n^3 D_i^5 \rho$$

μ：動力黏滯係數(20°C，水的動力黏滯係數為 10⁻³ N·sec/m²)

K_T：impeller constant for turbulent flow (單槳: K_T = 2.25)

n：轉速(rps)

ρ：流體密度

$$\text{轉速 } n \text{ (rps)} = 1.974 \text{ rps} = 118 \text{ rpm}$$

c.攪拌機設計圖：

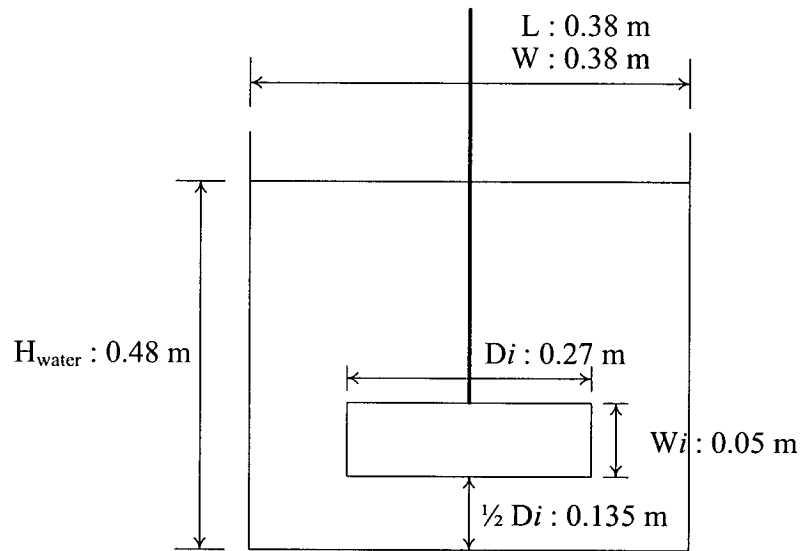


圖 1 快混攪拌機側面圖

(2)慢混攪拌機設計

各項參數值：

慢混池(V)* = L980×W980×H1890 (mm) G 值=46 (s⁻¹) 停留時間(t)=20 (min)

處理水量(Q)=100 CMD

$$=1.157 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

*：慢混池內徑尺寸

a.攪拌機槳板：

$$\text{反應水體積 } V_{\text{water}} \text{ (m}^3\text{)} = Qt = 1.157 \times 10^{-3} \times 20 \times 60 = 1.39 \text{ m}^3$$

$$\text{水位高 } H_{\text{water}} \text{ (m)} = V/LW = 1.39/(0.98 \times 0.98) = 1.45 \text{ m}$$

$$\text{槽體剖面面積 (m}^2\text{)} = LH = 1.85 \text{ m}^2$$

$$\text{槳板總面積 (m}^2\text{)} : 20Wi^2 \times 6 = 120Wi^2$$

槳板總面積占槽體剖面面積比例取 18%

$$(120Wi^2/(0.98 \times 1.89) \times 100\% = 18\%$$

槳板寬 $W_i = 0.053 \text{ m} = 5.3 \text{ cm}$

槳板長寬比設為 20

槳板長 $D_i = 5.3 \times 20 = 106 \text{ cm}$

b. 攪拌機轉速：

能量 $P \text{ (N-m/s)} = \mu G^2 V = 10^{-3} \times 46^2 \times 1.39 = 2.95 \text{ N-m/s}$

μ ：動力黏滯係數(20°C ，水的動力黏滯係數為 $10^{-3} \text{ N} \cdot \text{sec/m}^2$)

槳板相對於流體之速度 $v \text{ (m/s)} = 0.75\pi Dn$

D ：槳板間距($D_1 = 0.36$ 、 $D_2 = 0.57$ 、 $D_3 = 0.79 \text{ m}$)

n ：轉速(rps)

$v_1 = 0.85n$ 、 $v_2 = 1.34n$ 、 $v_3 = 1.86n$

能量 $P \text{ (N-m/s)} = 0.5C_d A \rho (v_1^3 + v_2^3 + v_3^3)$

C_d ：coefficient of drag (槳板長寬比 = 20， $C_d = 1.5$)

A ：槳板面積(m^2)

ρ ：流體密度

轉速 $n \text{ (rps)} = 0.155 \text{ rps} = 9.28 \text{ rpm}$

c.攪拌機設計圖：

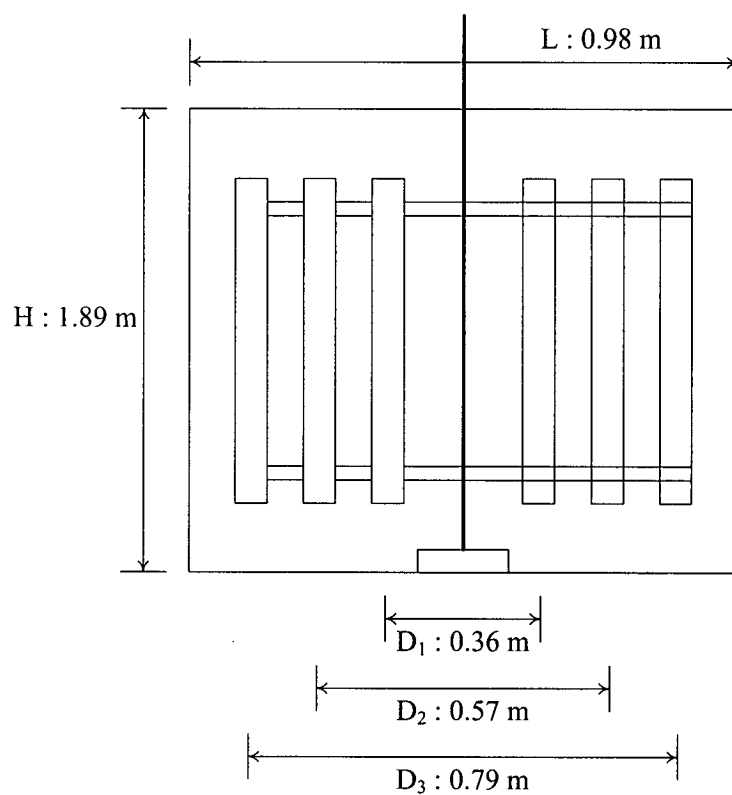


圖 2 慢混攪拌機側面圖

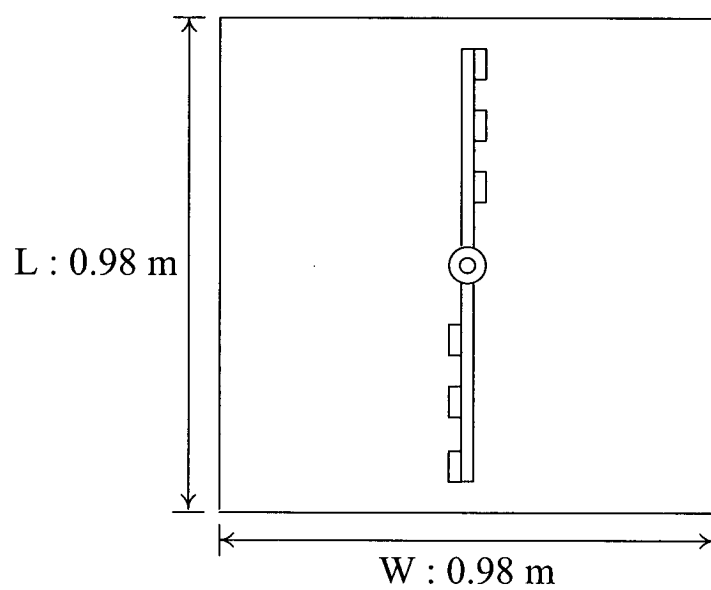


圖 3 慢混攪拌機俯面圖

附錄十三

第六屆海峽兩岸水質安全控制技術與 管理研討會議程及投稿摘要

第六屆海峽兩岸水質安全控制技術與管理研討會議程

The 6th cross-strait Conference on Water Safety Control

Technology and Management

(2010 年 10 月 11-13 日，鄭州)

日程安排

10 月 11 日		全 天	代表註冊
		晚上 20:30--21:30	預備會議
10 月 12 日	上 午	8:30--9:10 9:10--9:30 9:30-12:30	開幕式 茶歇、參會代表合影 大會特邀報告
	下 午	13:30--18:00	各分會場報告 (中場休息、茶歇 15 分鐘)
	晚 上	18:30	歡迎晚宴 (互贈禮品及聯誼活動)
10 月 13 日	上 午	8:30—12:30	各分會場報告 (中場休息、茶歇 15 分鐘)
	下 午	13:30—15:00	圓桌會議
		15:00-16:30	會展參觀、自由活動
		13:30-16:30 16:30-17:30	高峰論壇(平行舉辦) 閉幕式、交換旗幟等
	晚 上	17:30--19:30	歡送晚宴
10 月 14—15 日			少林寺、龍門石窟、開封兩日遊
10 月 16 日			代表返回

備註：預備會議參會人員另行通知

會議安排

10月12日 上午	開幕式及大會特邀報告	
	7:00-8:00	早餐
	8:00-8:30	與會代表乘車或自行前往會場
	8:00-8:30	鄭州地區代表註冊
	8:30-9:10	開幕式
	8:30-8:35	主持人介紹與會領導及嘉賓
	8:35-8:50	主辦方代表致歡迎辭
	8:50-9:10	有關領導致辭
	9:10-9:30	參會代表合影
	9:30-12:45	大會特邀報告
	9:30—10:00	陳福田 總經理(台灣自來水公司) 台灣自來水事業面臨之挑戰與經營策略
	10:00—10:30	邵益生 副院長(中國城市規劃設計研究院) 飲用水安全保障技術的研究與進展：水專項的 規劃與主題
	10:30-11:00	黃志彬 教授(臺灣交通大學,新竹) 綠色供水技術之發展
	11:00—11:15	茶 歇
	11:15—11:45	James Uber 教授(美國辛辛那提大學) 美國的水安全預警系統
	11:45—12:15	劉文君 教授(清華大學) O ₃ /BAC 深度處理工藝中微生物安全特性及其 控制
	12:15—12:45	曲久輝 院士(中科院生態環境研究中心) 飲用水水質控制技術與水廠提標改造
	12:45—13:30	自助午餐

備註：10月12日下午及10月13日上午共分四會場同時進行報告，請參閱下列表示

各分會場報告細項

1.水源水質特徵、污染防治與突發性污染應急處理分會場

10月12日下午

1	林財富, 陳彥旻, Mike Burch, Peter Hobson	成功大學環境工程學系	水源中底棲藻產生臭味物質之量測技術
2	黃永富, 曾迪華, 胡慧玲	台灣自來水公司	淨水場超高濁度原水處理之探討
3	王根樹, 王韻捷, 洪旭文, 林財富	台灣大學環境衛生研究所	比較次氯酸鈉及二氧化氯為前氧化劑對受污染原水消毒副產物生成之影響
4	邱宜亭, 連紹凱, 葉俐伶, 林財富	成功大學環境工程學系	淨水程式中前氧化處理對魚腥藻細胞活性及其代謝物釋出之影響
5	王東升, 趙豔梅, 解建坤, 邢麗楠, Chris Chow	中國科學院生態環境研究中心, 北京 100085	兩種不同微污染飲用水中溶解性有機物的混凝特徵
6	顏宏愷*, 林財富	成功大學環境工程學系	應用 Universal ProbeLibrary qPCR 技術分析水源中具產毒潛勢之微囊藻
7	解建坤 ¹ , 王東升 ¹ , 邢麗楠 ¹ , 趙豔梅 ¹ , 劉開博 ¹ , Christopher W. K. Chow ^{1,2}	1. 中國科學院生態環境研究中心 環境水質學國家重點實驗室, 北京 100085; 2. 澳大利亞水質中心, 南澳大利亞 5000	我國典型飲用水源水DOM的調查與表徵
8	劉娟, 於建偉, 楊敏, 郭召海	中國科學院生態環境研究中心 環境水質學國家重點實驗室, 北京, 100085	飲用水中溴酸鹽的微生物降解及群落結構解析

9	王萬峰 ¹ ，胡建英 ² ，於建偉 ¹ ，張海峰 ¹ ，楊敏 ^{1*}	1 中國科學院生態環境研究中心，北京 100085；2 北京大學城市與環境學院，北京 100871	飲用水中亞硝酸胺類消毒副產物及前驅物的分析及調查研究
10	盧甯，張東，孔繁鑫	上海城市水資源開發利用國家工程中心有限公司，上海，200082	含溴長江水臭氧化過程中溴酸根生成初步研究
10月13日上午			
1	劉宴輝 ¹ ，王紹祥 ² ，吳兩欣 ¹ ，張東 ¹	1 上海城市水資源開發利用國家工程中心有限公司 上海 200082；2 上海城投原水有限公司 上海 200050；	黃浦江水源水質監測預警方法與系統研究
2	王濤，趙長偉*，倪帆，李亦然，樂兆坤	中國科學院生態環境研究中心環境水質學國家重點實驗室，北京 100085	城市供水水源無機金屬污染的應急處理
3	李亦然，王軍，彭先佳，樂兆坤	中國科學院生態環境研究中心環境水質學國家重點實驗室，北京 100085	赤泥亞鐵複合藥劑用於工業園區重金屬污染突發事故應急處理
4	王錚 ¹ ，張東 ¹ ，申一塵 ² ，王紹祥 ² ，趙卉 ¹	1. 上海城市水資源開發利用國家工程中心有限公司，上海 200082；2. 上海城投原水有限公司，上海 200050	模擬突發酚污染原水應急處理試驗研究
5	李丁來，甘其銓，萬孟璋，	台灣自來水公司	不同氧化劑去除地下水中的二價鐵離子之研究

	蕭獻章,陳文祥		
6	白佳巾,鄭焜城,陳章勢,徐玟玲,吳庭燎	台灣自來水公司	以預氧化移除寶山水庫中錳離子之研究
7	宋武昌,賈瑞寶,孫韶華	濟南市供排水監測中心,山東濟南, 250021; 山東省給水處理工程技術研究中心, 山東濟南, 250021	微污染引黃水庫水有機物污染特性研究
8	李玉仙,樊康平,顧軍農,李禮	北京市自來水集團水質監測中心, 北京, 100192	河北應急水源的預氯化工藝研究
9	徐小衛,徐鵬,王東紅,王子健	中國科學院生態環境研究中心	中國三個不同城市飲用水中揮發性有機物的分佈情況研究
2.水質淨化和消毒技術分會場			
10月12日下午			
1	葉挺進,曹國棟,郭五珍,黃禹坤	佛山市水業集團有限公司,廣東佛山 528305	混凝/沉澱預處理對超濾運行效能影響研究
2	高志明,楊博名,黃俊仁,賴文亮	中山大學環境工程研究所	化學混凝結合薄膜技術處理半導體晶背研磨廢水(BG)
3	王占金,宋武昌,賈瑞寶,孫韶華	濟南市供排水監測中心,山東濟南 250021	MBF / PAFC -UF組合工藝處理微污染水庫水中試驗研究

4	廖訓誼, 張朝昌, 王炳鑫, 劉慈文	台灣自來水公司及第七區管理處及代操作廠商 (金棠科技股份有限公司)	薄膜技術在台灣自來水高級處理程式的應用-以高雄拷潭及翁公園淨水場為例
5	馬敏	中國科學院生態環境研究中心	預氧化過程中藻細胞內有機物釋放的控制研究
6	李翠翠 ¹ , 時文歆 ¹ , 徐勇鵬 ¹ , 趙璽 ¹ , 張東 ²	1. 哈爾濱工業大學 市政環境工程學院, 城市水資源與水環境國家重點實驗室, 哈爾濱, 150090; 2. 上海城市水資源開發利用國家工程中心有限公司, 上海, 200082	不同淨水工藝對鹵代消毒副產物及其前體物的去除特性
7	王炳鑫 (代報告), 陳振輝	台灣自來水公司	以消毒劑接觸實驗探討淨水場消毒劑最適添加濃度之研究
8	童心欣, 陳柏志, 郭又鳴	台灣大學環境工程學研究所	餘氯濃度對於快濾床生物活性之影響
9	王海亮, 周雲, 戎穎, 孫磊, 何義亮	1. 上海浦東威立雅自來水有限公司, 上海 200127; 2. 上海交通大學環境科學與工程學院, 上海 200240	上海市浦東自來水廠兩蟲去除研究
10	歐陽秀歡	美國HACH公司, 廣州510620	水質毒性分析的最新技術及應用

11	馬占勝	北京安恒測試技術有限公司	水質監測與安全風險識別的新技術方向
10月13日上午			
1	鐘錦珍, 洪世政, 吳文盛, 廖三億, 甄慧連	台灣自來水公司	淨水場杯瓶試驗及處理單元殘留鋁含量之探討
2	李昂臻	中國科學院生態環境研究中心	光電催化氧化對消毒副產物前驅體的去除研究
3	田川	中國科學院生態環境研究中心	氯/氯胺聯用消毒工藝控制含溴水體中消毒副產物生成研究
4	姜巍巍, 馬梅, 王子健	中國科學院生態環境研究中心	雙酚A氯化產物的甲狀腺激素受體抑制效應
5	周昆崙, 高滄君, 王炳鑫, 陳佩足	台灣自來水公司及第七區管理處及代操作廠商 (際星科技股份有限公司)	台灣自來水高級處理程式-鳳山淨水場 ROT高級淨水場操作成果
6	劉梅, 施翔宇, 趙景聯	西安交通大學環境工程系, 西安710049	二氧化鈦固載雜多酸光催化耦合降解酸性品紅染料的研究
7	伏渭娜, 施翔宇, 趙景聯	西安交通大學環境工程系, 西安710049	分子篩固載 Fe^{2+} -Fenton降解水中甲基橙影響因素的研究
8	陳建隆, 廖晉瓏, 吳志超, 江康鈺	逢甲大學環境工程與科學學系	影響電化學分解2,4-二氯酚速率因數間交互作用之探討
9	李玉仙, 顧軍農, 樊康平, 李禮	北京市自來水集團水質監測中心, 北京, 100192	氯氧化殺藻除嗅效果分析及副產物風險控制技術

10	賴文亮, 趙升雲, 何曉蓉, 陳振正, 仲崇毅, 廖少威	大仁科技大學環境管理研究所	超音波對Chlorella sp.與Chodatella sp. 之破壞及釋出各類有機物中螢光強度之變化
11	唐榮度	卡爾岡碳素有限公司	顆粒活性炭再飲用水處理的應用
3.水安全管理、安全輸配水技術與供水管網漏損控制分會場			
10月12日下午			
1	朱健行*	臺北自來水事業處	臺北區自來水安全輸配水管理系統
2	戴婕 ¹ , 王雪峰 ¹ , 張東 ² , 樊敏敏 ¹ , 舒詩湖 ²	1.上海浦東威立雅自來水有限公司; 2.城市水資源開發利用南方國家工程研究中心	世博園區浦東片供水管網安全保障技術集成
3	李恒利, 吳舉	北京市自來水集團管網管理分公司, 北京, 100089	基於ArcGIS的供水管網資訊管理系統設計與實現
4	李凌, 邵方, 宋非, 單國平, 周克梅, 孫光路	南京市自來水總公司, 南京市中山東路460號	淺談南京市供水管網地理資訊系統升級與發展
5	王榮合	清華大學深圳研究生院	給排水管網生命週期內的模型應用策略探討
6	顧軍農, 李玉仙, 劉文君	北京市自來水集團水質監測中心, 北京	多水源供水模式下管網腐蝕產物釋放與應對措施初探
7	張嬉麗 (代報告), 葉景洲 (作者)	台灣自來水公司	平鎮淨水場配水管網管線末端自由餘氯變化之探討研究
8	張世澤	1深圳水務集團管網分公司 管網管理部, 福田區濱河大道3197號大院上步水務大樓412室, 郵	城市供水管網應急能力建設的研究

		編：518033	
9	李能平，李能安	上海上龍閥門廠，上海蘭溪路10弄3號2903室，郵編：200062	有效防止回流污染是輸配水系統水質保障和安全供水的重要工作
10	張於	北京威派格科技發展有限公司	無負壓供水的發展與應用
10月13日上午			
1	徐強，陳求穩	中國科學院生態環境研究中心 環境水質學國家重點實驗室，北京100085	資料挖掘方法在城市供水管網漏損預測模型中的應用
2	黃欽稜*，楊境維，鍾添平	臺北自來水事業處	水錶計量誤差之數學解-相對誤差法
3	林子立	台灣自來水公司	分區計量 (DMA) 與防漏實務-澎湖吉貝系統篇
4	蘇政賢	臺灣弓銓企業有限公司	分區計量水量壓力管理系統無線傳訊之應用
5	玄惠萍，陸宇塵，李明	深圳市水務集團有限公司客戶服務分公司	水錶表觀漏耗控制和水錶應用、管理思路
6	劉書明	清華大學	管網管理面臨的機遇與新挑戰：以漏損控制和二次供水為例
7	陳凌潔	廣州市自來水公司供水部，廣州市中山一路12號，郵編：510600	淺談城市供水管網漏損率的控制
4.水行業發展規劃、供排水設備材料發展與應用分會場			
10月12日下午			

1	張麗珍	中國水網，北京市海澱區中關村南大街2號數碼大廈A座2109,北京 100086	新時代中國水行業的資訊化發展(產業資訊平臺在水質安全控制領域的應用)
2	劉廣奇	1.中國城市規劃設計研究院，北京100037; 2. 重慶大學，重慶400044	基於watergems的官網建模與規劃決策與支援系統研究
3	黃志彬 [*] ，林志麟 [*] ，袁如馨 [*] ，黃信元	交通大學環境工程研究所	混凝強度對天然濁水混沉及過濾效能之影響
4	陳大為 [*] ，黃志彬，林志麟	交通大學環境工程研究所	混凝最適化加藥之監控技術研究
5	楊曉林1,陳文傑2	1.江漢大學測控技術研究所;2.武漢嘉士能技術有限公司	自來水投藥安全生產自動控制系統
6	廖冠宇 [*] ，李慶昱 [*] ，李篤中，鄭雅伶，莊育權，李魁然，童國倫，黃志彬，李篤中	台灣大學化學工程學系	電漿改質PTFE膜應用於微過濾淨水系統之處理性探討
7	甘其銓 [*] ，楊惠玲，林建榮，郭弘億，黃志彬，李篤中	嘉南科技大學環境工程與科學系	不同表面特性之PTFE薄膜應用於自來水處理之研究
8	施澍育 [*] (代報告),葉清華,陳文祥	台灣自來水公司	快濾池效能及反洗程式技術實作探討

10月13日上午

1	李夢凱, 強志民*, 李庭剛, 史彥偉	中國科學院生態環境研究中心 環境水質學國家重點實驗室, 北京100085	一種新穎的紫外光強度分佈原位測試平臺的開發與應用
2	黃耀輝*, 鄭富吉, 塗耀仁	成功大學化學工程學系	以過錳酸鉀改質鐵氧化物對砷吸附之研究
3	陳文祥*, 謝永旭, 甘其銓, 李嘉榮	台灣自來水公司	以MF薄膜去除地下水中鐵錳之研究
4	倪帆, 彭先佳, 何勁松, 王軍, 樂兆坤	中國科學院生態環境研究中心 環境水質學國家重點實驗室, 北京100085	赤泥及其各種改性物對磷和砷的吸附研究
5	江康鈺*, 簡光勵, 顏慧茹, 呂承翰	逢甲大學環境工程與科學學系	自製環境吸附材料應用於吸附水中重金屬之可行性評估
6	彭祥1, 臧瑩1, 毛曉偉2, 陳明3	1.江蘇省鹽城市大豐城市汙水處理有限公司, 2.泰州市靖江城東汙水處理廠, 3.鹽城市大豐城北汙水處理廠	小城鎮汙水廠設備管理模式的探討
7	範致豪*, 官文惠, 江宛樺, 範書愷, 張克偉, 王信智, 陳秋楊	明志科技大學環境與安全衛生工程系	應用類神經網路演算法則建立濁度預測模式-以臺北水源特定區為例

8	張良純 ¹ ，楊有祿 ² ，張建國 ¹ ，陳球 ¹	1. 珠海九通水務有限公司，廣東珠海 519000；2. 河套水務集團，內蒙古 巴彥淖爾市 015000	水準管沉澱新技術的應用及工程實例介紹
---	---	--	--------------------

第六屆海峽兩岸水質安全控制技術與管理研討會

投稿摘要

混凝最適化加藥之監控技術研究

黃志彬¹、陳大為²、林志麟³

(¹臺灣交通大學環工所教授，新竹)

(²臺灣交通大學環工所碩士生，新竹)

(³臺灣交通大學環工所博士後研究員，新竹)

摘要

臺灣颱風或暴雨季節原水濁度變化急遽常使淨水場無法即時且準確的掌握混凝劑加藥量，故淨水場時常過量加藥，以穩定處理水質，導致加藥成本增加及淨水處理效能不彰。本研究主要開發混凝加藥之監測系統包含前饋及回饋加藥控制系統，首先利用智能型分析系統進行最適混凝劑加藥量推估與預測之前饋策略；接續以即時凝膠羽生成分析及觀測技術，輔助前饋加藥模式之混凝加藥量修正。前饋加藥系統開發採用主要以實驗室試驗結果為基礎，以淨水場實場原水及操作條件進行杯瓶試驗，建置混凝最適加藥劑量資料庫，並以此資料庫訓練及建立類神經網路預測最適混凝加藥量模式。回饋加藥系統則以發展膠羽影像色彩分析儀(floc image color analyzer, FICA)及光纖膠羽偵測儀(photometric dispersion analyzer, PDA)，監測最適混凝加藥量。

研究結果發現，實驗室杯瓶試驗之最適加藥量均低於實場杯瓶試驗所求得之劑量及實際加藥量，利用實驗室杯瓶試驗數據庫發展倒傳遞類神經網路(BPANN)運算模式之智能分析系統，現階段以4個input (pH、濁度、鹼度、DOC) 之運算模式可準確預測混凝最適劑量。FICA可藉由RGB值變化，以及RGB斜率大小輔助PDA判定混凝最適加藥劑量。

關鍵字：水處理、混凝、膠羽影像色彩分析技術(FICA)、光纖膠羽偵測技術(PDA)

*通訊作者:E-mail: cphuang@mail.nctu.edu.tw 電話:+886-35726463

附錄十四

評審會審查意見及回覆

「公共給水現代化淨水操作監控及知識化資訊管理之示範建置計畫(2/3)」

評審會議意見回覆

委員意見	意見回覆
廖委員宗盛(中華民國自來水協會理事長) 1.不同處理方式間，如不同原水狀況(地面水(湖庫水、河川水)與地下水、不同外在環境(溫度)、有無藻類等，如何定義最適化混凝加藥之監測系統？ 2.最適化如何定義，目標函數為何？限制條件為何？(ex：加藥量或成本或能源) 3.研究內容豐富，惟重點應如何推動讓其可行？(ex：有無傾斜管) 4.建議針對台水公司 10 萬噸以上及 30 年以上老場提出具體建議。 5.p.3-1 傳統與現代化應如何定義加以闡述。	1.謝謝委員意見，最適化混凝加藥監測之定義簡單說明即為在不影響出水水質之條件下，可適當且即時地反應濁度變化之加藥，減少後續沉澱過濾之操作負擔，詳細說明如服務建議書修正稿 p.4-13。 2.最適化操作之定義簡單說明即為在不影響出水水質之條件下，可適當且即時地反應濁度變化之加藥，以減少後續沉澱過濾之操作負擔，降低操作成本，包括減少藥劑量、能耗與污泥量等，詳細說明如服務建議書修正稿 p.4-13。 3.謝謝委員意見，國內淨水場因建造年代及水源水質不同，可能具有不同的處理設施，因處理設施不同(如沉澱池有無傾斜板、快混方式如機械式或水躍式...等)，可能使本研究成果推動遭遇困難。為使水場能順利應用本研究成果，在模型廠建置規劃中，將對水處理操作影響最重之混凝及過濾單元列為監控對象，設計快混及過濾之不同型式處理設施，快混方式計有機械式及管柱快混二種；過濾型式有重力及壓力式快濾二種，期能使本研究成果供國內多數淨水場參考。詳細之模型廠單元處理設施說明如服務建議書修正稿 p.4-15。 4.謝謝委員意見，本研究設計規劃模型廠建造，場址選定原則為 1.出水量大(每日 10 萬噸以上)2.原水水源濁度變動較大(地表水)3.具備完整處理程序(混沉加過濾)等三個原則，未來在計畫執行中，將長期比較模型廠與實場操作效能之差異，找出水公司大型水廠提升操作效能之困難及解決方案之建議。 5.研析國際上淨水處理發展趨勢，淨水場提升操作營運主要目標包含以下四個面向：1.處理技術整合化 2.操作技術自動化 3.管理技術資訊化 4.營運成本最佳化，預期可得以下效益：1.處理單元效率高 2.設備操作簡單且彈性 3.設備維護方便且迅速 4.資產生命週期長。 本計畫所進行之研究，係利用自動化及資訊設備，提升目前淨水場操作及營運效能，與國際淨水處理趨勢相同，在名稱上為有別於

	目前淨水場，本計畫以”現代化淨水場”稱之，詳細說明如服務建議書修正稿 p.3-1。
邱委員峯旭(臺北縣政府水利局簡任技正) 1.調整池請注意攪拌設施的設置，以取得均態及具代表性水質，避免 sensor 偵測不具代表性，影響加藥量。 2.建議增加出水水質偵測與模擬慢混結果比較，並修正模擬慢混的誤差。 3.建議增加快慢濾設施壓差或其它操作參數偵測，參數輸入智能系統計算後產生反沖洗自動控制操作動作，以及濾材更換補充警訊。 4.建議智能系統增加排泥閥控制功能。 5.計畫結束後模廠應逐廠應用，以建立各實廠之自動控制系統，達到無人化操作理想。	1.謝謝委員意見，將視模型廠操作需求，若有必要會於調整池增設氣曝設備以穩定原水水質。 2.謝謝委員建議，本計畫會於模型廠操作過程監測出水水質濁度，並比較模擬慢混之結果，以協助修正混凝加藥模式。 3.謝謝委員意見，原規劃以濁度計、顆粒計數器、液位計及固定時間等操作參數作為反沖洗自動控制參數，將依委員建議將各操作參數輸入智能系統分析，另濾材更換時間警訊功能亦加入智能控制系統內，補充說明如服務建議書修正稿 p.4-19。 4.謝謝委員意見，現階段模型廠設計已將排泥閥與智能系統連結，模擬目前淨水場現場操作方式，設定固定時間進行排泥控制。 5.謝謝委員意見作為本計畫未來結束時，模型廠處置原則參考。
陳委員孝行(台北科技大學教授) 1.監控系統未來在使用上，界面希望能儘量簡單。 2.第一年的結果中提到原水鹼度受濁度的影響，與傳統的環工知識並不完全符合，是否能加以說明。 3.最適化混凝加藥，DOC 其實跟不同的原水差異很大，會不會在智能分析上造成困擾？ 4.參數間的相關性上，如果相關性高，常常會誤導最後的結果，但是本研究中(鹼度、濁度)、(濁度、顆粒數)的相關性都很高，會不會影響分析系統？	1.謝謝委員意見，監控系統之設計規劃以圖形化及直覺式操作界面，提升操作人員使用之便利性。 2.謝謝委員意見，原水鹼度確實不受濁度影響，但由於降雨因素造成原水濁度增高，同時因稀釋使原水鹼度減少，故原水鹼度與濁度呈現反比關係。 3.謝謝委員意見，最適化混凝加藥必然隨不同原水條件而變動，本研究設計之智能系統功能中具有學習功能，原水 DOC 僅作為最適混凝加藥之判斷水質參數之一，最適混凝劑量計算之經驗公式中將包含 DOC 之影響權重，因此原水 DOC 之變動應不致於造成分析上之困擾。 4.謝謝委員意見，本研究設計之智能系統功能中具有學習功能，於計畫執行過程中將以實驗室之分析結果初步建立混凝加藥之經驗公式，再經模型廠運作階段學習修正，應可使智能系統之分析實際反應各水質與加藥量之關係。
周委員珊珊(工業技術研究院組長) 1.在混凝加藥監控系統部分，”智能型分析系統”與”原水水質與混凝最適加藥量相關性分析”是重點，但實驗設計與規劃非常重要，如設計不同原水水質的	1.謝謝委員指導，本研究原始規劃構想為真實反應淨水場現實狀況，因此未以人工配置不同濁度水樣方式進行實驗，而是以人工採取

濁度與顆粒特性以進行相關實驗以取得資料庫，請補充說明實驗較細部的規劃，如何取得較完整不同原水水質範圍的最適加藥相關性。 2.在快濾池監控系統部分，建議須與具備程序控制專長的專家合作，針對測得之操作成效參數進一步分析，如何分析快濾池壓力微分值的變化，透過統計或數學的手法，以嘗試找到更有效的監測指標。 3.在淨水場知識化操作資訊系統平台部分，須考量此系統的建置，如何和台灣自來水公司與台北自來水事業處的資訊系統整合或連結，避免資源重疊，另須考量系統操作的方便性。	淨水場實際進流水水樣進行實驗分析，因此水質範圍非人為因素決定，為取得較完整不同原水水質範圍的最適加藥相關性，本研究擬於三年長時間之研究期程，儘可能取得不同原水水質範圍，以瞭解其最適加藥相關性。 2.謝謝委員意見，模型廠設計規劃階段，已與專長 PLC 程式撰寫及程序控制協力廠商溝通討論，達成快濾池監控系統之邏輯共識，作為未來快濾池控制模式之依據。 3.本計畫擬將整合後之全國自來水廠(包含台灣自來水公司、台北自來水事業處、金門、馬祖及連江縣自來水廠)之淨水場操作相關資料，如原水/供水量、淨水場主要處理單元、淨水場淨水與廢水處理設施等，透過全國現代化淨水場操作資訊系統提供水利署授權之自來水事業或研究單位進行資料查詢，以確保淨水場操作相關資料產出之一致性，並降低全國自來水廠操作單位反覆提供相同資料之作業時間，有效提升自來水事業之操作資訊回覆效能。 此外，關於台灣自來水公司與台北自來水事業處的資訊系統整合或連結與系統操作的方便性之問題，將於本期計畫中研議。
施委員澍育(台灣自來水公司處長) 1.本計畫第一期已完成基本資料之收集，設計完成自動操作監控之傳統程序模廠，以及資訊系統平台雛型，就第二年來持續辦理之各項工作，應具必要且可行的。 2.本計畫重點有混凝加藥與過濾反洗之監測，而混凝加藥量又與原水水質濁度有關係，以淨水場之規模來看，小淨水場因無混沉設備，反而較大之淨水場其具備之操作處理單元較完整，故建議就具備混沉設備之各廠以其不同原水水質多著墨作比較較有意義。另過濾反洗之監測應亦考量反洗水量之問題，最佳反洗之操作模式可達節能減碳之目標。 3.PDA 與 FICA 均可應用於低濁度原水約 10 NTU 及高濁度原水 1,000 NTU，然目前暴雨颱風期間，濁度高達數萬 NTU，在 5,000~6,000 NTU 時仍需出水，屆時是否仍可監測？	1.謝謝委員肯定，本研究第二年持續朝模型廠與實驗室數據庫建置方向辦理。 2.謝謝委員意見，委員所指部分即本研究第一年調查全國淨水場資料後進行分析之目的，小型淨水場因無混沉設備，因此在操作監控不如大型淨水場來得重要，本研究主要也是針對大型、具備完整處理程序淨水場進行測試、研究。另外，過濾反洗水量在本計畫原先規劃中已納入測試反洗最適化之指標之一。 3.謝謝委員意見，一年之中水廠遇暴雨颱風造成原水濁度高達數千度或上萬度之頻率較低，PDA 及 FICA 系統對於超高濁度之準確加藥監測功能會受影響，此時水廠混凝加藥操作上以前饋之數據庫經驗式進行混凝劑加藥控制即可。
蔡委員義發 (本署副總工程司) 1.請補充對於淨水操作人員之訓練方式。	1.謝謝委員意見，為使淨水操作人員順利利用本研究成果提升水場操作效能，本研究將規劃在第三年之工作項目中增擬相關的訓練

	內容及方式，以淺顯易懂之教材，將標準作業規範技術移轉至淨水操作人員。
李委員鐵民(本署顧問) 1.現代化淨水場操作應有哪些內含？目前既有淨水場存在哪些問題？若要改善為現代化操作須有哪些變革？可能經費多少(某一代表性規模)？未來維護管理有何特色與差異？均建議予以釐清。 2.所建立之操作資訊系統各項功能係提供水利署管理使用？亦或某一淨水場操作監控使用？避免系統過於繁雜與累贅，宜先予釐清。 3.模組廠於計畫完成後之運用方式，宜先予考量。	1.謝謝委員意見，研析國際上淨水處理發展趨勢，淨水場提升操作營運主要目標包含以下四個面向：1.處理技術整合化 2.操作技術自動化 3.管理技術資訊化 4.營運成本最佳化，預期可得以下效益：1.處理單元效率高 2. 設備操作簡單且彈性 3. 設備維護方便且迅速 4.資產生命週期長。 目前既有淨水場存在問題及解決方法建議對策包括 1.進流量與水質即時資訊掌握不確切，可加設調節池及流量計以掌握相關資訊。2.自動操作監控機制及標準作業缺乏，在混凝部分應建立混凝劑自動加藥控制策略，而過濾部分應建立控制砂濾之最適化反沖洗時機及操作參數，研提操作標準作業規範。 本計畫利用相關監測儀器，包括 PDA、FICA、線上濁度計、鹼度計等，進行操作監控，因此未來在實場應用時，僅需購置相關儀器即可，不需整建現有淨水場之硬體設備。 在自動操作監控機制及標準建立完成後，未來淨水場應朝自動化方向進行維護管理，減少以人力操作及判斷，提升淨水場操作營運效能。 2.本操作資訊系統各項功能係提供水利署暨其授權單位使用。具體之使用說明如下： 在提升管理效益與效能方面：本系統提供水利署及其授權單位經由網際網路之安全控管網頁登錄系統，針對資料庫中之所有操作資訊與操作知識進行資料查詢，或依關鍵字檢索淨水場操作資訊系統的資料庫內容，並可依實際需求制定與列印客製化管理報表。 在淨水廠的作業效能提升方面：本系統依使用者權限提供自來水事業更新維護轄下的淨水場基本資料、處理設備單元資料更新與操作相關管理知識查詢與分享。 3.謝謝委員指導，未來計畫結束後，模廠之產權隸屬於水利署，由於本計畫之研究期程，無法將台灣全部淨水場涵蓋進行測試，因此，計畫結束後可朝將設備轉移至水公司或

	北水處之方向為原則，持續運用模廠設備逐廠測試提升淨水場操作效能。
王委員國樑（本署水利規劃試驗所課長） 1.p.4-2 目前全國之淨水場係 377 座或 357 座，請釐清，建議針對搜集之淨水場相關資料進行加值分析，若能建立 GIS 系統結合空間屬性效果應更好。 2.四類規模之淨水場分類依據原則為何？由表 2 的統計數量，似乎大多集中在 5 萬 CMD 以下的為主？ 3.言及要發展”智能系統”來快速分析淨水場混凝加藥與原水水質間之相關性，建議針對”智能系統”加強說明或呈現。 4.本年度擬定新竹第二淨水場設置設計處理水量 50 CMD，可否就廠址選定、規模之原則加以說明，未來模廠之產權及計畫結束後之處置原則。	1.謝謝委員意見，目前全國屬於”淨水場”規模等級以上(包含淨水場、給水廠等、不包含抽水站、深井等)，共有 377 座，服務建議書 p.4-2 表 2 所述合計 357 座，係 20 座淨水場目前停用無出水量，造成誤解，將敘明於服務建議書修正稿 p.4-2。 謝謝委員意見，若將淨水場相關資料結合 GIS 系統應可使蒐集之淨水場相關資料呈現更為完整，但礙於本年度經費預算使用，將以模廠建置為主要工作執行項目，結合 GIS 系統暫無法列入年度工作執行項目。 2.參考臺灣自來水公司產能分析報表之淨水場分類，共分為 10,000 CMD 以下、10,000~50,000 CMD、50,000~200,000 CMD、200,000~500,000 CMD 及 500,000 CMD 以上等五個規模，因臺灣地區淨水場出水量在 100,000 CMD 以上場數僅約占 5.5%，因此本研究以四類規模淨水場分類作為。 臺灣目前淨水場場數多集中於 10,000 CMD 規模以下，而 100,000 CMD 以上淨水場唯場數較少，但供水人口約占 50%，因此 100,000 CMD 以上單場之出水水質所造成之民生用水影響更為重要，本計畫將模型廠建置之於 100,000 CMD 以上之淨水場，研究發展自動監控系統。 3.謝謝委員意見，本研究發展之智能系統為可即時分析混凝加藥及過濾之相關指標訊息，並快速以邏輯判斷最適化操控模式之電腦程式系統，相關說明補充於計畫書修訂稿 p.4-12。 4.謝謝委員意見，本研究設計規劃模型廠建造，場址選定原則為 1.出水量大(每日 10 萬噸以上)2.原水水源濁度變動較大(地表水)3.具備完整處理程序(混沉加過濾)等三個原則。 未來計畫結束後，模廠之產權隸屬於水利署，由於本計畫之研究期程，無法將台灣全部淨水場涵蓋進行測試，因此，計畫結束後可朝將設備轉移至水公司或北水處之方向為原則，持續運用模廠設備逐廠測試提升淨水場操作效能。

張委員延光 (保育事業組組長) 1.本計畫與北水處或水公司現有的東西要如何結合？並應增加與本計畫的互動。	1.謝謝委員指導，本計畫於第一年(98年)與北水處及水公司已初步之結合與互動，如淨水場基本資料蒐集、淨水工程設施標準意見交換及模型廠建置協調等，今年度計畫預計執行二場研商會(管理階層與操作人員各一場)，將更加強與二單位之結合與互動，期使本計畫研究成果最終能順利使水事業單位接受與實際應用，補充說明如服務建議書 p.4-6。
蘇簡任正工程司瑞榮(本署保育事業組) 1.p.4-5 增修條文有關薄膜之規定，因應新材料質薄膜(如鐵氟龍膜)開發使用，建議內文修正為”得依需要經適當之前處理”。 2.知識化管理系統未來在納入本署資訊系統時，應配合相關注意事項及格式製作。 3.p.7-1 陳淑芬小姐列為顧問，同時亦是智磊公司人員，請釐清兩邊同時支付費用是否適當。	1.謝謝委員意見，依委員意見修正於計畫書修訂稿 p.4-5。 2.本系統之使用者身分驗證及權限控管將依循「水利署水資源資訊服務平台」中央權限控管機制。 3.謝謝委員意見，已修正經費編列內容。
郭委員萬木 (保育事業組科長) 1.p.7-1 委辦經費中物品項共 182.7 萬，請補充細目分配。 2.p.4-17 模型廠建造進度完成時間是否會因招標作業而有所延誤，建議在合約訂定前再行檢視是否需要調整。 3.p.3-5 請補充有關”智能系統”之定義。 4.請補充計畫成效具體量化成果(ex：成本降低多少？、加藥量減少多少？)。最終端使用者是否有意願使用本計畫所研發之操作監控系統？另有關標準、規範訂定過程和水公司或水處應維持良好互動。	1.謝謝委員意見，修正稿將依委員意見補充物品項細目經費。 2.謝謝委員意見，修正稿將視模型廠建造進度因合約訂定時間是否需要調整修正。 3.謝謝委員意見，本研究發展之智能系統為可即時分析混凝加藥及過濾之相關指標訊息，並快速以邏輯判斷最適化操控模式之電腦程式系統，相關說明補充於計畫書修訂稿 p.4-12。 4.謝謝委員指導，由於本研究第一年尚在實驗室執行數據庫之建置，所得數據與實場數據比較所得成果較不客觀，待本計畫於模型廠建置完成後，實際測試驗證，再與實廠目前加藥量數據比較，方可瞭解本研究之具體量化成效，包括減少藥劑量、能耗與污泥量等，以利於推廣計畫所研發之操作監控系統。 經去年度(98年)計畫執行過程，相關自來水事業單位均對研究成果抱持高度期待，今年度計畫預計執行二場研商會，將更加強與二單位之結合與互動，期使本計畫研究成果最終能順利使水事業單位接受與實際應用，補充說明如服務建議書 p.4-6。

附錄十五

期中審查意見及回覆

「公共給水現代化淨水操作監控及知識化資訊管理之示範建置計畫(2/3)」
期中報告會議意見回覆

委員意見	意見回覆
周委員珊珊(工業技術研究院) 1.表 3 之工作執行進度除載明執行進度百分比外，建議另用文字說明各分項工作已執行之內容。 2.原水高低濁度的定義為何?文中多處顯示之數字略有矛盾，請修正。如 P.4-30 低濁度原水(約 10NTU)及高濁度原水約(1,000NTU)，圖 18、20 分別為 57NTU、64NTU(低濁度)，P.25 則提到低濁度 <25NTU。 3.混凝加藥 FICA 監測系統的 RGB 指標或斜率變化與加藥不足，適量與過量間的關係可否用一簡單表格比較以增加報告之易讀性。另 P4-23 起即採用 RGB 斜率作為指標，可否加些文字說明定義斜率之計算方式及為何採用此作為指標。 4.P4-29&4-30 是否缺少過濾單元之自動監控系統說明，未來還有請注意此部分研究比例不宜偏低。 5.P4-32 應有筆誤處-4.5 標題上 2 行在”過濾部分”為設定固定時間控制排泥閥…	1.謝謝委員意見，將補充說明各分項工作已執行之內容於期末報告。 2.謝謝委員指導，報告中部份說明低濁度所指為在各採樣數據中之較低濁度數據，因此將在期末報告中定義高低濁度之範圍，避免造成誤解。 3.(1)FICA 的基本理論與運用基礎一章將增加於期末報告中。 (2)RGB 斜率 RGB 指標或斜率與加藥不足，適量與過量間為一變化趨勢，斜率隨加藥量增加至最適加藥而變大，但一超過最適加藥時，斜率開始變小，就可知道已超過最適加藥量，故利用此變化趨勢來判斷是否達到或超過最適加藥量，無法整理出表格來做為判斷依據。 (3)當膠羽開始形成時，RGB 值會有下降趨勢，斜率之計方式為分析膠羽形成階段(快混期間)之 RGB 值，在最適加藥時，RGB 值下降趨勢最為明顯，斜率也最大，故可以 RGB 值之斜率作為是否為最適加藥量之指標。 4.過濾單元之自動監控系統係以過濾水濁度或水頭損失或濾程時間三者進行反洗時機及延時控制，目前已完成控制邏輯之規劃設計，未來待模廠設置完成運轉後，進行過濾單元最適之自動監控測試。 5.謝謝委員指正，將於期末報告時修正。
廖委員宗盛(中華民國自來水協會) 1.本期中報告大致符合原合約的要求。 2.P2~2(七)是否表示原水 NTU 在 10~1,000 不適用，是文字表達問題或是其他原因?若真是如此，即無推廣使用之餘地。 3.應建議凡是$\geq 100,000$CMD 處理能量之淨水場應優先建置監控系統。	1.謝謝委員。 2.謝謝委員意見，P2~2(七)係指在 98 年計畫實驗測試中，對於較低濁度(約 10 NTU)至較高濁度(約 1000 NTU)之濁度範圍，PDA 及 FICA 對於最適藥劑量均能即時監測。期末報告將修正文字表達方式，避免造成誤解。 3.謝謝委員意見，本研究在建立模廠測試之淨水場挑選原則之一，即選定大於 100000

4.表四(P3-4)表示仍欠周延，應再廣泛溝通。 5.P3-5 所找專家之對象似乎欠妥。 6.P4-1 及表 7 應註明引述資料來源，否則與本人認知不同。 7.報告內容太多英文縮寫，建議在報告前頁或後頁做一中文、英文全文、縮寫對照表，以利他人閱讀。	CMD 處理能量之淨水場，本研究三年期計畫旨在完成監控系統之測試研發，待計畫執行完成後，可視水場實際需求及研發成果，逐步建置。 4.謝謝委員意見，表四(P3-4)為 98 年度專家研商之初步共識，今年度計畫仍會針對「自來水工程設施標準」之增修內容及影響之部分，廣納各方意見於期末報告中提出相關建議。 5.謝謝委員意見，有關今年度專家研商座談會所邀請之與會人員，將視情況予以調整。 6.謝謝委員指導，參照臺灣自來水公司內部各區處廠所場站數量統計彙整資料，截至 97 年 12 月 31 日，各型淨水場數量為 504 座，由於部份小型場站並無處理設施，因此本研究僅針對『淨水場』規模等級以上(包含淨水場、給水廠等，不包含抽水站、深井等)進行統計，相關補充說明將於期末報告中增列。 7.謝謝委員意見，此部分將增加於期末報告。
邱委員峯旭(臺北縣政府水利局副總工程司) 1.建議增加出水濁度 sensor，並將資料二次回饋至智能系統，以作為修正加藥量參考值。 2.模廠之過濾槽，其自動反清洗控制機制是否有裝設？ 3.過濾層如產生穿孔，出水濁度會瞬間增加，如何修正或由智能系統產生警訊及控制，以避免加藥量亦瞬增。 4.Floc 影像偵測器對面側之槽壁，建議適度定期刷洗，清除槽壁因長時間運轉而黏附的膠羽或苔泥，避免重覆計算影像。	1.謝謝委員意見，模廠建置將於沉澱出水端設置濁度 sensor，作為混凝加藥量之判定指標之一。 2.過濾單元之自動監控系統係以過濾水濁度或水頭損失或濾程時間三者進行反洗時機及延時控制，目前模廠已於過濾出水端設置顆粒計數器及雷射濁度計，以監控反洗時機，另於反洗水槽設置濁度計，以監控過濾反洗延時。 3.謝謝委員意見，混凝加藥量之控制，係由 FICA、PDA、FlocCounter 及沉澱出水端之濁度計進行監測，在過濾出水端之雷射濁度計主要功能為監測反洗時間，並不會影響混凝加藥量之控制。 4.謝謝委員意見，FlocCounter 本體監測窗具有自動清洗功能，可避免因黏附膠羽或苔泥，導致 FlocCounter 計算造成誤差。
陳委員孝行(台北科技大學教授) 1.本研究的智能系學習功能的好壞，能否在最後成果呈現量化數據？比如說，一般常用的統計相關係數等。 2.水質參數與混凝加藥量並不容易，因為受到不同地方水質的影響，建議如果限制條件不容易訂出來，能針對各廠有成果也很好。(限制條件指 4 個訓練參數)。 3.報告的撰寫中，ΔFI、RGB 斜率可以描敘清楚些。	1.謝謝委員指導，將在期末報告時計算智能系統預測加藥量與實際加藥之差距百分比數據，以說明智能系統學習功能之優劣程度。 2.謝謝委員意見，期末報告將敘明本研究所測試之智能系統，其應用之範圍及限制條件。 3.RGB 斜率問題詳見周委員問題三回應。

比如說 RGB 斜率如何求得跟使用 RGB 斜率的理由。 4.如果期末報告有時間，可以 demo 資訊系統讓署內更清楚。	4. 謝謝委員建議，依委員意見辦理。
李委員鐵民(本署顧問) 1.本報告第三章工作方法及步驟已在期初工作計畫書內詳述，建議未來之期末報告將第四章之工作各項成果可單獨成章，每項成果可先概述其工作方法步驟等。 2.建議對所訂不同規模淨水場之操作作業規範與技術標準訂定通用性之規範，本規範未來亦可做為主管機關辦理評鑑之依據。 3.有關智能系統之建立： (1)本試驗所在地，規模，處理流程等宜先說明。 (2)圖 7 (p.4-5) 僅顯示濁度與加藥關係，建議另繪圖顯示 pH、鹼度、DOC、濁度與加藥之關係，以顯示濁度變化為影響混凝加藥之最主要因素。 (3)宜先證明本試驗之加藥量優於現場實際加藥量。 (4)宜有較詳細說明，主要的控制參數為何？ (5)本系統 (BPANN) 之輸入值 (pH、濁度、鹼度、DOC) 其通用之上限宜予訂定。 (6)圖 9-11 所顯示似未能檢定 BPANN 之參數，例如圖 10 顯示浮動甚大，本模式之參數須進一步檢定。又兩者之誤差標準為何？才符要求亦宜先說明。 4.操作資訊系統設計有「操作監控資訊管理功能」，其是否有即時操作資訊？有否連線或旁收即時資料問題？或僅定期或有修正時才由各水場登打，其作業功能宜說明之。	1.謝謝委員意見，將修正期末報告撰寫及章節編排方式。 2.操作作業規範與技術標準訂定乃針對主要淨水而定，其適用性並不會隨淨水場規模而有所不同，茲此說明。相關訂定規範亦期望大署能沿用於辦理評鑑淨水操作之依據。 3.(1)謝謝委員意見，將於期末報告補充模廠試驗之相關背景說明。 (2)謝謝委員意見，將於期末報告增加各單項 input 與混凝加藥之關係。 (3)謝謝委員意見，實驗室杯瓶試驗水樣雖來自於水場實際水樣，但與水場之採樣時間、採樣點及加藥率之量測方式不一定相同，況且實場加藥量往往採過量加藥，因此造成實驗室杯瓶試驗數據與水場加藥量之差異。未來規劃以本研究實驗室杯瓶試驗數據及水場加藥量分別進行 BPANN 訓練，以模廠平行測試兩者在達到水質要求條件下，經濟且適用之 BPANN 模式。 (4)謝謝委員意見，將於期末報告補充說明。 (5)謝謝委員意見，因目前水樣數據均在 FICA 及 PDA 可監測範圍內，待模廠設置完成連續運轉後，期能蒐集足夠數據以界定各項輸入值之通用上限。 (6)謝謝委員意見，本研究利用 BPANN 模式作為前饋模式進行混凝加藥量之粗調功能，後續再以 FICA 及 PDA 為回饋模式進行混凝加藥量微調，後續待模廠連續運轉增加數據庫資料，可降低 BPANN 預測值之誤差。 4.謝謝委員建議。本操作資訊系統所規劃之「操作監控資訊管理功能」，係只針對淨水場基本資料由系統產生之運算結果，以為管理決策之參考。有鑒於資訊需求之考量本系統僅需自來水事業單位定期敦促其轄下單

	位於資訊有修正時進行登打修訂，該作業功能謹說明如上。
王委員國樑 (本署水利規劃試驗所課長) 1.p.2-5 言及將以 10 萬 CMD 規模淨水場之操作相關資料為例，未來在擴展至不同規模淨水場的可行性如何？請加以說明。 2.p.3-9 選定新竹第二淨水場設置模型場之理由為何？應加以說明；另規劃於新竹第二淨水場原水池旁之模型廠未來之財產歸屬為何？未來如有需要時，是否可移動至另一個淨水場址進行探討？亦請說明。 3.依原訂模廠計畫進度，應於本(99)年7月15日完成正式運轉，模型廠是否已完成試運轉正在進行試驗中？請說明。(p.4-26 言及目前之進度約為完成總建造進度 80%是否矛盾？) 4.原水濁度之測試以 10~3000 NTU 是否足夠？高濁度的情況是否應納入考量較妥適或務實。 5.p.4-7 BPANN 訓練的過程是否可詳加說明較妥適。 6.p.4-12 FICA 相關原水濁度範圍選定在 10~200 NTU 之間是否太小，高濁度情況下的情境是否需納入考量。 7.p.4-37 本計畫本階段完成之全國現代化淨水場操作資訊系統在測試上可否擴大進行？ 8.本階段為期中會議，第伍章總結與後續工作之章名似乎不妥，建議改為後續待辦工作較適宜。 9.參考文獻似乎太少，建議適度補充較適宜。 10.本計畫模廠測試位置選在新竹第二淨水場，建議附錄一相關台南潭頂淨水場主要單元操作作業規範與	1.謝謝委員意見，本研究今年度工作項目為發展淨水場知識化操作資訊系統平台，並以 10 萬噸淨水場之操作相關資料為例，建立工作類別分析決策入口網站之示範模型，未來不同規模淨水場均可利用此操作資訊系統平台建置所屬之操作資訊，以提供水利署及其授權單位進行查詢。 2.謝謝委員意見，選定新竹第二淨水場設置模型場之理由將敘明於期末報告中。未來研究結束後，模型廠之財產歸屬於水利署，由於模型廠之設計即以可機動遷移，未來可視水公司或其他自來水事業單位之需求，移動至其他水場測試應用。 3.謝謝委員指正，模廠原訂進度，應於 99 年 7 月 15 日完成正式運轉，但由於天候因素及各監測系統整合問題，造成實際進度延誤，在期中報告繳交階段，模型廠約完成總建造進度 80%。 4.謝謝委員意見，由於本研究主要以水場實際遭遇之原水濁度為對象，計畫執行至今(包含前一年度計畫執行)，PDA 及 FICA 實場原水測試濁度達 1000 NTU，均可有效反應加藥量之變化，惟實際原水濁度無法控制，未來將針對高濁度原水重點採樣，期能了解更高濁度狀況下，自動監控系統之適用情形。 5.謝謝委員意見，有關 BPANN 訓練的過程將補充於期末報告。 6.FICA 之原水濁度並未設限於 200 NTU，唯本年度計畫執行至今，所採得水樣之最高濁度為，目前(包含前一年度計畫執行)實場原水測試可達 780 NTU，仍可有效反應 RGB 值之變動。目前以高嶺土配製人工高濁度原水至 1000NTU 時，FICA 仍可有效監測混凝之變化。受限於天候，更高濁度之原水可遇不可求，日後若需要，亦將以人工配製方式進行高濁度之 FICA 系統可行性評估。 7.謝謝委員建議。本計畫本階段完成之全國現代化淨水場操作資訊系統在測試部分擬邀請水利署長官指示之單位共同參與。 8.謝謝委員建議，依委員建議修正。 9.謝謝委員意見，將於期末報告中補充。 10.謝謝委員意見，由於淨水場主要單元操作作業規範係為了解淨水場之單元設施是否

技術標準案例說明，應改以新竹第二淨水場的說明資料較能對比。	有依照「自來水工程設施標準」之相關規範進行設計及操作，與本計畫實場之操作監控研究較無關聯，暫時仍以台南潭頂淨水場為案例。
陳工程師文祥（自來水公司） 1.因淨水設備處理程序互異，對於不同水質應變能力及方式不同，如傳統式、污泥毯等，對於膠羽之生成與控制建請分別探討。 2.建議加入膠羽之沉降分析，以了解膠羽在沉澱池內之實際行為，期能更正確掌握混凝劑之效益。 3.為能確實反映 PDA 及 FICA 之最適加藥判段邏輯，對於加藥機之加藥控制方式，建請一併探討。 4.對於△FI、RGB 之斜率等及其他相關參數定義及判定方式應於文內說明清楚，以利了解。 5.請探討 PDA、FICA 及膠羽計數器等儀器裝置，使實場現有之 PLC 監控系統之聯結與溝通情形。 6.目前有淨水場之規劃設計，恐無法滿足現況營運需求（包括水質、水量），當本計畫操作監控系統加入後將難提升其效益，是否有一套機制用以評估裝置操作監控系統之適當時機。 7.建請納入地下水為水源之淨水場之探討。	1.謝謝委員意見，由於臺灣地區各淨水場淨水設備處理程序互異，對於不同水質應變能力及方式不同，礙於研究時間及經費問題，僅能就傳統式淨水程序進行研究探討。 2.謝謝委員建議，本研究利用 FICA 及 PDA 系統監測膠羽之生成情況，並利用沉澱池出水之濁度監測作為二次回饋，可有效監測混凝加藥之優劣程度。 3.FICA 可用於回饋控制，在系統加藥後，由 RGB 斜率趨勢圖可知道，最適加藥量時，斜率最大而趨勢線下降至最低。當持續加藥，若斜率變大，趨勢線仍下降時，就可得知還未到達最適加藥量，必須增加加藥量；但是當斜率變小，趨勢線開始上升時，就可知道已過量加藥，則必須減少加藥量。 4.RGB 斜率問題請參照周委員問題 3 之回應。 5.謝謝委員意見，PDA、FICA 及膠羽計數器均可輸出 analog 訊號，雖各淨水場使用之 PLC 各不相同，但經工程人員編寫修改程式，相互應可良好聯結。 6.謝謝委員意見，本研究主要目的為針對原水濁度變化較大之水場進行操作自動監控，如此可即時準確地調整混凝加藥量，避免濁度變化時造成出水水質不佳或藥量之浪費。 7.謝謝委員建議，由於地下水為水源之淨水場主要操作問題在於鐵、錳之重金屬濃度較高，而本研究主要目的為針對原水濁度變化較大之水場進行操作自動監控，未來可另列專案進行探討。
羅正工程司裕國(台北自來水事業處) 1.第二年計畫已將第一年建議事項納入報告中，如： (1)模型廠水理計算、加藥控制、液位水損計、濁度計、膠羽計數器、反洗時機等部分 (2)發展快濾池操作監控系統，未來計畫完成後，對自來水事業淨水場操作觀念上應有相當助益。 2.第 3 章部分： (1)p.3-7 自動化混凝操作效能監測設備之「實驗級」自動監控系統？ (2)第 1 年實驗室數據 29 筆加上第 2 年僅有 45 筆，資	1.謝謝委員肯定。 2.(1)謝謝委員意見，本年度工作項目第五項，係指今年度應完成搭配自動化混凝操作效能監測設備之自動監控系統於實驗室之各項相關整合及測試，因尚未應用於模廠，因此尚屬於「實驗級」之自動監控系統。

料庫是否足夠？

- (3)快濾池操作成效參數建議將過濾出水量納入（濁度、水損、濾程）參數。
- (4)建議快混池出口端增設 pH 計。

3.第 4 章部分：

- (1)有關實驗室杯瓶試驗數據與水場（新竹第二淨水廠？）差異過大，應釐清原因（附錄三中水場杯瓶試驗數據為實驗室 1.2~5 倍）。
- (2)本計畫中言及智能系統為本計畫監控傳統淨水場混凝加藥升級為現代化淨水場重要且不可或缺之一環，輸入參數愈多（4 個）結果愈能接近實驗室杯瓶試驗，於現場操作在原水水質變化時如何能快速做出加藥因應（鹼度、DOC）？因於水質變化時，操作人員需專注於藥品加注及現場調控等應變作業，無法立即採樣送檢（檢驗室）。
- (3)報告書中不同加藥量 RGB 影像監測可否以彩色列印（表 10-16），表 10-11 表名稱是否有誤；fig-15 及 18 在不足加藥及適量加藥之圖形似乎類似，如何判斷？現場實用性？；p.4-13 管壁會帶出大顆粒膠羽，是否會影響判斷？連續偵測時管垢產生？衝出頻率？
- (4)模廠自動監控系統中快混池出口端計畫設置 PDA 及 FICA 兩套膠羽線上監測器，如何判斷智能系統輸出加藥量為最適？判斷邏輯。

(2)謝謝委員意見，類神經網路之特點即數據量愈多，愈可得到接近實際的結果，目前已有 45 筆實驗數據，未來將持續建立數據資料庫，尤其針對高濁度原水進行採樣試驗，並藉由模廠之連續運轉，持續建立數據資料庫。

(3)謝謝委員建議，依委員意見將過濾出水量納入快濾池操作成效指標。

(4)謝謝委員建議，快混池出口端之 pH 值控制，主要是為符合飲用水水質標準，對於淨水操作面較無直接影響，現階段暫不考慮設置。

3.(1)謝謝委員意見，實驗室杯瓶試驗水樣雖來自於水場實際水樣，但與水場之採樣時間、採樣點及加藥率之量測方式不一定相同，況且實場加藥量往往採過量加藥，因此造成實驗室杯瓶試驗數據與水場加藥量之差異。未來規劃以本研究實驗室杯瓶試驗數據及水場加藥量分別進行 BPANN 訓練，以模廠平行測試兩者在達到水質要求條件下，經濟且適用之 BPANN 模式。

(2)謝謝委員意見，現階段利用 BPANN 測試結果以 4 個水質參數輸入結果愈能接近實驗室杯瓶試驗，未來將測試藉由 BPANN 模式參數之調整，是否減少水質參數仍可精確預測最適加藥量，以因應實場現況。

(3)表 10-11 名稱已做修正。圖 18 為最適加藥量，由訊號值的跳動幅度可知道膠羽形成良好，跳動幅度頻繁，而圖 15 的訊號值只有些微的跳動頻率，有明顯差異。

進行 RGB 分析時，是將監測管中的 RGB 值取平均值，並且在加藥判定時，是以 RGB 於快混段的整體斜率變化為依據，所以管壁偶爾帶出的大顆粒並不會影響到加藥判斷。在實驗室為得到清楚膠羽影像以利研究，因此仍採取以蠕動幫浦在監測管後端抽水，在模場測試將以重力進水（已在實驗室中測試），將可避免較大尺寸膠羽在管中沉積爾後被帶出的問題。長期連續監測時，管壁積垢問題，則仍有待解決。

4.以 RGB 斜率變化值輔助 PDA 判斷最適加藥量，周邊設備如何與杯瓶試驗般便利性及應用時機，未來現場考慮使用時，將面臨的問題點（專業技術智能培養、人員素質、現場條件需求），請先多加考量。另錯漏字請修正。	(4)謝謝委員意見，PDA 及 FICA 分別利用 ΔFI 及 RGB 訊號變化判斷混凝最適加藥量，詳細說明請參閱期中報告 4.3 節所述。 4.FICA 系統因為可以直接觀看膠羽影像，與現場操作人員平日操作觀察膠羽工作相同，就觀測部份，置入現場操作之介面使用友善度應相當高。所謂智能系統，即是具有學習功能之系統，本計畫執行至今，由實驗室之原水與模擬原水之試驗結果發現，RGB 斜率變化的規則性，是可以用來訓練控制系統進行加藥量調整。簡單的說，智能系統不再倚賴人為控制，而是可能進一步輔助現場操作人員專業與經驗之不足。
黃委員泳塘(水利規劃試驗所) 1.p.3-4 建議將「自來水工程設施標準」第四章內容列於附錄，俾供比對。 2.前期成果已開發 PDA 及 FICA 兩套監測系統，惟 p.4-30 模廠設置時又加裝膠羽計數器，欲取代 PDA 系統，與前期成果略有出入，不同監測設備對自動監測系統是否有影響，可能要再敘明。 3.未來若擴及到實場，建議應就系統可操作性、經費，效益作探討，經費之估算如設置費用及人員訓練費用，與原有設備搭配改善費用等。 4.知識化資訊管理系統，未來建議除水利署管理介面開發新技術等屬性外，也需將資深人員操作經驗之內隱知識，儘量透過不同方式，如群組討論、座談等，化成外顯之文字、畫面資訊，供新進人員快速學習。	1.依委員意見增列於期末報告附錄。 2.謝謝委員意見，本研究期望能運用各種可行之膠羽監測設備進行測試，最終利用測試結果選擇最適水場實際應用之膠羽監測設備，以提昇操作自動監控系統之準確性及可應用性。 3.謝謝委員建議，待研究完成，將就系統可操作性、經費，效益及其他效益指標作探討，以瞭解開發操作監控系統之實質效益。 4.謝謝委員建議。在內隱知識外顯化部份擬分為兩部分進行示範：(一)以十萬噸淨水場為例，針對操作課課長、水場管理員與操作員，進行日常維護操作經驗分享，以為案例分享之示範。(二)以莫拉克風災時水場操作應變知識為主題，邀請水公司建議人員進行內隱知識外顯化之示範。以上產出將置放於平台討論區，以為同業分享及新進人員快速學習之參考。
郭委員萬木 (保育事業組科長) 1.請計畫團隊未來能以報告書中 P.1-2 所述”現代化淨水場提升操作營運主要目標”之面向為研究主軸，評量計畫執行之實質效益。 2.法規面之草案訂定應考量水公司或其他單位實際執行是否可行，並評量相關效益，如標準訂定後對水質是否有所幫助。 3. 專家座談會應儘快辦理。	1.謝謝委員建議，待研究完成，將就系統可操作性、經費，效益及其他效益指標作探討，以瞭解開發操作監控系統之實質效益。 2.感謝指導，相關調查評估會於期末報告中呈現。 3.謝謝委員意見，遵照辦理。
蔡委員義發 (本署副總工程司)	
1.淨水場目前是否已有相關作業要點，若有，應朝要點修正進行研擬。	1.淨水場並無受規範須建置作業要點，因此目前少數水場已有作業要點，大多數則無自身的作業要點。此一部分已與水公司及事業單位

	溝通，可從公司內部研擬” 主要淨水單元作業要點設置辦法” 進行規範。
2.自來水工程設施標準增修時機，現在是否適當？	2.針對淨水主要單元，由於水源水質日趨惡化，後端輸出處理水水質的要求亦越加嚴格，而因應上述，淨水的技術也日新月異，因此，若於此一時間點針對相關新穎技術的規範進行增修，將可透過最適的淨水技術增加淨水廠處理水的品質。

附錄十六

期末審查意見及回覆

「公共給水現代化淨水操作監控及知識化資訊管理之示範建置計畫(2/3)」

期末報告會議意見回覆

委員意見	意見回覆
周委員珊珊(工業技術研究院) 1.針對「不同規模淨水操作監控技術標準與作業規範」附件資料中，混凝/沉澱/過濾/消毒傳統程序的案例較為完整，但海水/半鹹水淡化的案例資料相對較不足，如微過濾及 RO 的控制/調整方法等建議再補充。另八個案例原水水質特性不同，雖然表 3-3 有描述原水水源，但建議在附件中，可個別再描述原水水質特性，如太湖水質有優養化問題。 2.針對「最適化混凝加藥測試」，本計畫最後選擇 PDA 及 FICA 兩種方式，建議以實驗結果初步比較兩者的特點、可行性與應用限制。另圖 3-42~3-45 請註明斜率為 RGB 值斜率，以增加易讀性。圖 3-17~3-23 ΔFI 軸座標是否改為一致，較易比較，但圖 3-23 過量加藥之 ΔFI 變化似乎又不明顯，是否可做說明。 3.針對「快濾池操作之監控系統」，此部分報告內容(P3-67~P3-69)略為單薄，是否可再補充。 4.針對「淨水場知識化操作資訊系統平台」，報告內容亦略為不足(P3-70~P3-73)，建議可將基本資料管理、處理設備單元管理及操作管理知識之系統架構再略為展開說明。 5.P3-7 增列條文 2，建議改為海水「與半鹹水」淡化之… 6.P3-13 五 錯字：“茲生”→“滋生”，另第 78 條為針對除鐵錳與藻類之處理規定，但藻類只在第五、六項提及“清理及監控設施”，並未提及“處理”，造成標題與內容不盡相同，是否須修正。	1.遵照辦理，請參酌修正後之表 3-3，已補充各水場的原水特性與遭遇問題。而微過濾及 RO 的控制/調整方法於附件中以建議的表達方式進行補充，研究團隊旨在凸顯台灣目前「自來水工程設施標準」並無相關微過濾及 RO 的技術規定。 2.謝謝委員意見，增加 PDA 及 FICA 之比較於期末報告書 P3-60，另圖 3-42~3-44 及圖 3-17~3-22 依委員意見修正。 期末報告中圖 3-23，ΔFI 變化不明顯，可能原因為實驗誤差，為避免混淆，已將圖 3-23 刪除。 3.謝謝委員意見，遵照委員意見補充快濾池操作之監控系統明於期末報告書 3.2.4 節。 4.謝謝委員意見。現代化淨水場操作資訊管理系統架構及系統發展時程及各項操作功能，均已詳細說明補充修訂於期末報告書 3.3 節。 5.遵照辦理，請參酌修正後之期末報告書 P3-14。 6.針對藻類處理，本團對建議由原水取水之控制著手，並不建議取含藻的原水進入處理廠的流程之中再行處理，主要目的在於減少淨水場的 THMFP，因此著重於“清理及監控設施”，但就淨水操作而言，原水的取水操作亦是淨水“處理”重要之一環，即“處理”一詞包含了“清理及監控”。
邱委員峯旭(臺北縣政府水利局副總工程司) 1.本計畫應能有效減少用藥量及污泥，未來希望能推廣到大型實驗場地運用。 2.如經費許可，未來建議於出水處加設水質偵測器用以二次回饋修正加藥情形及逆洗單元狀況，以確保出水安全性。 3.全自動化監控系統，於國內已屬相當成熟的技術，如本計畫能整併其它相關自動化單元應可大幅縮減	1.本計畫最終目的為減少目前淨水操作之用藥量及污泥，明年將利用模型廠進行測試、驗證及修正，符明年測試完成後，可視測試結果，逐步推廣至實場應用。 2.謝謝委員意見，現階段模型場快濾出水已安裝顆粒計數器及雷射濁度計二套線上水質偵測儀，利用此二套儀器作為最終處理水質之依據，由於淨水處理延時之問題，並未以此二套儀器作為二次回饋加藥之控制，但可作為類神經前饋數據庫之參考，以增加類神經模組預測之準確性。 3.謝謝委員建議，目前國內淨水場自動化監控系統尚缺本計畫研究之混凝及過濾單元，未

水場操作人力。 4.圖控流程為本計畫操控核心，惟提供之資料字體太小，無法辨識，請放大至可清晰判讀程度。	來待明年模型廠測試完成後，可進一步發展與淨水場其他自動監控系統整合之研究，以發揮最大之效益。 4.遵照委員意見修正於 P3-72。
王委員國樑 (本署水利規劃試驗所課長) 1.中文摘要部分建議以節錄各章節重點或重要數據，並儘可能以條列及圖表方式呈現較妥適。 2.報告本文的字體似乎仍太小，建議再適度放大較妥適。 3.p2-5 頁建議報告各章節之撰寫請依第二年計畫主要工作項目撰寫較妥適。 4.p3-6 頁表 3-3 淨水場主要單元操作作業規範與技術標準摘要說明，似乎太簡略，建議仍應將 8 座淨水場為例進行討論的關鍵問題扼要列於說明欄位較妥適。 5.p3-52 圖 3-46 模型廠處理流程 (50CMD 級) 應屬實驗模廠，其未來擴大至實廠規模的應用，有何差異性或尺度效益；另圖示中部分黑色塗黑的方塊代表意義為何？亦請檢討及補正。 6.p3-56 圖 3-17 模型廠建造工作項目及進度相關進度 barchart 似乎跑掉，亦請檢討修正。 7.p3-67 發展快濾池操作 (含反沖洗操作) 之監控系統及模型廠濾池操作最適化測試的內容建議應更具體些較妥適。 8. p3-70 淨水場操作資訊系統建置應補充已建置內容或成果扼要的說明資料，並就本系統之操作使用及維護管理相關文件加以補充，並讓本署相關同仁進行測試並檢討應改進之處較妥適。 9.第四章 總結及建議章名請修正為慣用之結論與建議較妥適。 10.p 參-1 參考文獻未來儘可能補充相關電子書，並呈現參考文獻引用於本文中何處較妥適。 11.附錄十中自來水工程設施標準請改以橫書直列方式排版較妥適。	1.遵照委員意見修正。 2.遵照委員意見修正，已將報告本文放大至 13 pt。 3.謝謝委員意見，期末報告各章節已依本計畫今年度工作項目撰寫。 4.遵照辦理，請參酌修正後之表 3-3，已補充各水場的原水特性與遭遇之關鍵問題。 5.謝謝委員指正。因模型廠與實場之規模及流況不同，會有一定之差異性，目前僅完成實驗室驗證階段，明年會放大至模型廠階段驗證，在模型廠驗證時，將一併探討比較與實場之應用差異性，以供未來實場應用之參考。另外 p3-63 圖 3-45 之黑色區塊為報告印刷問題，將於期末報告書一併修正。 6.謝謝委員指正，已修正於期末報告書 p3-69。 7.謝謝委員意見，本計畫今年於快濾部份之成果，著重於快濾之操作及反洗控制邏輯之建立，待明年模型廠測試時，將針對快濾操作最適化進行運轉測試，對於快濾操作建議將呈現於明年度計畫成果。 8.謝謝委員建議。由於本階段系統仍屬測試版本，且期末簡報後為回應主辦單位之建議，本專案團隊正進行整合自來水法規中相關管理需求之系統發展架構之可行性分析。 有鑒於改版在即，為避免資源重工，擬待後續系統開發相關事宜完備後，先辦理使用者教育訓練，再邀請相關單位進行測試並提交系統管理與維護相關文件，以為後續主辦單位維護系統之參考，再次感謝委員的寶貴建議。 9.依照委員意見修正。 10.謝謝委員建議，未來將儘可能補充相關電子書，以方便讀者參閱。 11.依照委員意見修正。
陳工程師文祥 (自來水公司) 1.淨水場操作監控技術之開發及知識化資訊管理對於	1.謝謝委員意見，本計畫將持續朝操作監控技

淨水場之操作程序(如加藥、快混、混凝、沉澱、過濾及消毒等)之正確性、有效性及成本管控,有正面意義。

2. 本研究已進行國內 8 座淨水場操作相關作業探討,若進行現有監控設備而進行研究建議之改良,預估提升之效益為何?所需費用為何?
3. 自動化混凝操作效能監測設備及自動化監控系統建置,將改變傳統對於混凝到膠羽生成之操作模式,目前僅針對出水 10 萬 CMD 級之淨水場進行測試,而對於中小型廠站之規劃如何?請說明(系統設置等級、誤差範圍設定、設備成本計算及人力配置等)。
4. 因淨水場之水力輸送條件無法達到完美之流體力學條件,以目前研究所展現之最適加藥量及攪拌條件等,與實場之差異為何?建議應進行哪些修正?
5. 關於淨水場操作資訊系統之建置,有效彙整國內淨水場之 14 項現況資料,惟本系統之使用者為何?使用需求為何?對於主管機關管理自來水事業體之具體意義為何?請說明。
6. 公共給水產業知識網絡發展架構,是否考量不同使用者之需求,如行政主管部門、自來水專業人士、一般民眾等,相關表報資料是否能連結行政報表需求,以節省基層人力於資料蒐集、填報等之投入。

羅正工程司裕國(台北自來水事業處)

1. 本計畫未來規劃在快混池出口端新設 1 套膠羽計數器,如何將其監測數據判斷為最佳加藥量及應用於調整混凝加藥量。
2. 於模廠試車完成後,建議於第三年(100 年)計畫中,

術之開發及知識化資訊管理之目標前進,期望協助國內淨水場朝現代化淨水場之方向邁進。

2. 謝謝委員意見,本計畫待明年模型廠測試完成後,將評估淨水操作監控所需之投資設備,並分析其經費及效益,以提出具體建議。
3. 謝謝委員意見,本計畫在國內屬創新技術之研究,由於較大水量淨水場(> 100,000 CMD)其水質優劣影響較為顯著,因此先從較大水量之淨水場著手,未來可視實際需求,逐步針對中小型廠站,進行規劃測試。
4. 謝謝委員意見,本計畫明年將處理規模放大至模型廠階段進行測試驗證,在模型廠驗證時,將一併探討比較與實場之應用差異性,並提出相關建議供實場未來應用之參考。
5. 謝謝委員意見。就本系統之建置目的而言,如何有效透過資訊化架構協助主管機關依據自來水工程設施標準之規範,針對自來水事業之工程設施進行管理與查核,以提升行政效率與效能,進而建立現代化淨水場資訊管理之示範,故現階段先針對自來水設施針對台澎金馬之所有淨水場之淨水場取水及貯水設施、導水及送水設施、淨水設施、配水設施等基本資料進行建檔,以為後續設備檢驗及改善管理之參考。此外,為協助人力精簡的淨水場管理人員快速回應相關研究機構之淨水場基本資料查詢需求,間接提升淨水場操作效能,故本系統收集許多前述設施以外之場所相關資料,惟箇中淨水場資料之準確性仍有賴各自來水事業相關單位協助予以更正與維護。
6. 公共給水產業知識網絡發展架構將以現代化淨水場資訊管理架構為基礎,規劃於下一工作年度建立網路版自來水設備檢驗及改善報告,主管機關可透過網際網路即時查詢所有自來水事業轄下淨水場在設備檢驗及改善情況,有效節省基層人力於資料蒐集、填報等作業時間,提升行政管理效能。委員其他寶貴建議將列為未來系統規劃之參考,謝謝委員意見。

1. 謝謝委員意見,本計畫規劃未來新增膠羽計數器作為混凝成效之監測儀器,但由於目前國外儀器製造商尚在測試階段,實物尚無法取得,待國外測試完成後,將視實際情況與本計畫自動監測系統結合,作為回饋監測儀器。
2. 謝謝委員意見,本計畫明年結束前,將依委

於高濁度原水後至本計劃結案前期間，辦理模廠運轉教育座談，以增進自來水從業人員對 PDA 及 FICA 應用於混沉程序之專業智能。 3.附錄 11「實驗室凝加藥加藥杯瓶試驗數據」第 42-55 筆請補正數據，另 2009.8.19 加藥數據誤植。	員意見辦理教育座談，增加本計畫推廣應用之效益。 3.謝謝委員指導，由於水場瓶杯試驗加藥數據僅為本計畫參考，而類神經網路之訓練為使用本計畫瓶杯試驗加藥數據，因此對於實質類神經網路訓練並未造成影響，為避免讀者混淆，已修正附錄 11，將水場實驗室瓶杯試驗數據刪除。
郭委員耀程(水源經營組) 1.第 VII 頁，所列中文摘要建議將各章節及今年度執行重要成果摘要說明，俾可使讀者快速了解報告書全貌。 2.第 2 章第 2.1 節，98 年度摘要成果內容似工作內容說明，如(三)蒐集 PDA、PICA、SCD、FCD、NTMS 等監控技術，未說明其適用性及優缺點，(四)分析台灣、美國、日本檢測技術標的物及選定原則，未說明分析結果，建議補述。 3.第 3 章第 3.1.1 節，選擇 8 處淨水廠作案例建立標準監控技術，其代表性請補強說明，另各淨水場討論結果請敘述於本文中。 4.本計畫將於新竹第 2 淨水廠建置自動監控系統模廠，建議試驗期間同時蒐集實廠各操作參數，俾可相互比較有無監控系統時對處理水質之影響。 5.p3-61 分析原水 DOC 後再回饋系統調整操作參數，惟 DOC 係於實驗室分析且需一定之試驗時間，如何即時回饋控制系統。另採沉澱池上澄液濁度監測結果回饋控制加藥，但原水至沉澱池已經 2~3 小時(一般沉澱池停留時間約 1~2 小時)水質狀況與同時間原水條件不同，其監控點是否適當，請說明釐清。 6.第 3-47 頁，請補充說明”斜率”意義及其作為決定最佳加藥量之依據。	1.依委員意見修正於期末報告書。 2.依委員意見修正於期末報告書 p.2-1 ~ p2-2。 3.遵照辦理，請參酌修正後之表 3-3，已補充各水場的原水特性與遭遇之關鍵問題。 4.謝謝委員意見，明年度執行模型廠測試時，將同時蒐集實廠各操作參數，以比較有無監控系統時對處理水質之影響。 5.謝謝委員意見，本計畫今年度於實驗室測結果，DOC 對於凝加藥量之相關性為最低，且實場亦無 DOC 之檢測，本計畫預計明年度模型廠測試時，將測試將 DOC 參數排除，以類神經網路模式修正，進行凝加藥量之調整。此外，沉澱池出水之濁度監測為確保 PDA 及 FICA 準確性之把關機制，其回饋資訊僅作為告知智能系統此筆加藥量錯誤，並未實質調整加藥量，實質加藥量係依據 PDA 及 FICA 之訊號進行調整。 6.謝謝委員意見，當膠羽開始形成時，RGB 值會有下降趨勢，斜率之計方式為分析膠羽形成階段(快混期間)之 RGB 值，在最適加藥時，RGB 值下降趨勢最為明顯，斜率也最大，故可以 RGB 值之斜率作為是否為最適加藥量之指標，有關”斜率”意義及其作為決定最佳加藥量之依據補充於期末報告書 P3-56。
郭委員萬木 (保育事業組科長) 1.有關 3.1.1 節之所擬訂之淨水場站操作監控技標準或相關作業規範研擬一節，相關工作內容請再檢視之。	1.自來水淨水流程中包含淨水設施、消毒及加藥設施等，為提供各設施操控管理之依據，需在各設施內各個處理流程或操作節點，依其必要性裝置符合功能需求之各式儀表設備來顯示及傳訊所計測之數據。淨水場內主

2.有關 3.1.2 節「自來水工程設施標準增修之影響評估」，請補充去年度研究成果之重點摘述，如修法之必要性、急迫性等。 3.有關 3.3 淨水場操作資訊系統建置一節，請補充自來水法相關子法規定之法源依據為主軸來編寫。 4.有關「自來水工程設施標準」僅以問卷調查方式是否略顯單薄，建議加入世界各國在高級淨水技術部份之相關規範。 5.建議「淨水場操作資訊系統」加入各自來水事業依「自來水設備檢驗辦法」定期申報之功能。	要監控技術分為加藥設備與過濾池操作之監控，其監控規定與詳細說明已再補充於表 3-8 所述。 2.遵照辦理，由於時代的演變，台灣自來水處理業已引進不同的處理技術，如薄膜高級氧化或生物處理技術，但台灣的「自來水工程設施標準」之中共 105 條的條文中仍尚未將相關之技術規範納併於條文之中，其實，於歐美日等國已將相關之技術羅列於淨水設計規範之中，爰此，台灣的「自來水工程設施標準」確有其研修之必要性。 3.謝謝委員建議，修正於期末報告書 3.3 節。 4.遵照辦理，已加入美國、澳洲、日本與中國之相關規範說明。 5.謝謝委員建議。委員建議之自來水事業依自來水設備檢驗辦法網上填報之功能，現擬透過「淨水場工程設施自我檢核表」、「自來水設備檢驗報告」、「自來水設備改善報告」、「年度自來水設備改善建議總表」等各式資訊化表單辦理，詳細規格將再與相關單位確認後制定，待可行性分析完成與系統需求確認後，將列入明年資訊系統程式發展規劃。
張委員義敏 (本署副總工程司) 1.「淨水場操作資訊系統」是否有要求各自來水事業單位配合提供網站所需資訊，請說明。 2.利用模場進行「淨水操作監控技術」實驗，對於未來淨水場現場操作驗證之可行性，請說明。 3.摘要部分較為簡略，請補充。	1.謝謝委員意見。 現階段之「淨水場操作資訊系統」中需要各自來水事業單位協助之部分試分述如下： ● 在淨水場基本資料方面：仍需要自來水事業協助確認資料之正確性。 ● 在淨水操作知識庫的方面：需要各自來水事業勇於分享自己場所中之最佳案例與最佳實務，以有效充實知識庫，達到專業知識交流之目的。 未來待「在設備檢驗及改善報告」系統模組完成後，仍需要各自來水事業共同參與上網填報，以為後續發展公共給水產業知識網絡之基礎。 2.謝謝委員意見，本計畫明年將處理規模放大至模型廠階段進行測試驗證，在模型廠驗證時，將一併探討比較與實場之應用差異性，並提出相關建議供實場未來應用之參考。 3.依委員意見修正於期末報告書。