

自來水會刊第 26 卷第 1 期目錄



自來水季刊改版序 徐享崑 理事長 1

專門論著

- 高錳酸鉀前氧化劑處理優養化原水之研究 陳振正、葉宣顯、曾怡禎 2
可程式遠端監控在自來水水錶錶頭自動讀取系統 許桂樹、陳克群、林宏麟、黃裕仁 12

實務研究

- 大台北地區水源利用之現況及檢討-以新店溪為例
康世芳、林瑞廷、王為森、朱孝恩、洪章哲 19

一般論述

- 如何消除用戶馬達直接抽水弊病 朱健行 25
系統備載及備援讓供水更安全穩定 吳陽龍、許芳山、朱撼湘 31
天氣風險應用於供水管理之探討 陳茂雄、曹敏中、盧德光 41

他山之石

- 現代化自來水客服中心之探討-以上海浦東自來水運營中心為例 謝素娟 45

人物專訪

- 結合設計與技術的自來水工程專家-劉廷政副總工程師 陳淑芬 49

感性園地

- 花蓮自來水的回顧與前瞻 林建財、徐文玉 53

研究快訊

- 高濁度原水最適化處理技術之研究 吳志超 67
台灣地區水庫、壩、堰、河川地面水源水質安全維護探討研究 許仲景 68
國外使用淨水用藥劑之申請公告研究 胡伯瑜、楊琇瑩、曾治乾、周珊瑚 70
本公司各淨水場清水、配水鹵化乙酸含量背景資料調查建立暨淨水處理技術與處理成本
之評估分析 王根樹 72

學術活動

- 國際自來水研討會訊息 編輯小組 74
國際瞭望台 編輯小組 75

協會與你

- 自來水協會第十六屆理、監事會第二次聯席會議紀錄 77
「自來水」季刊論文審查作業要點 80

自來水季刊雜誌稿約

- 一、本刊為中華民國自來水協會所發行，係國內唯一之專門性自來水季刊，每年二、五、八、十一月中旬出版，園地公開，誠徵稿件。
- 二、歡迎本會理監事、會員、自來水從業人員，以及設計、產銷有關自來水工程之器材業者提供專門論著、實務研究、一般論述、每期專題、業務報導、專家講座、他山之石、法規櫥窗、協會與您、會員動態、研究快訊、學術活動、出版快訊、感性園地等文稿。
- 三、「專門論著」應具有創見或新研究成果，「實務研究」應為實務工作上之研究心得（包括技術與管理），前述二類文稿請儘量附英文題目及不超過 150 字之中英文摘要，本刊將委請專家審查。「每期專題」由本刊針對特定主題，邀請專家學者負責籌集此方面論文予以並列，期使讀者能對該主題獲致深入瞭解。「專家講座」為對某一問題廣泛而深入之論述與探討。「一般論述」為一般性之研究心得。「業務報導」為國內自來水事業單位之重大工程或業務介紹。「他山之石」為國外新知或工程報導。「法規櫥窗」為針對國內外影響自來水事業發展重要法規之探討、介紹或說明。「研究快訊」為國內有關自來水發展之研究計畫期初、期中、期末報告摘要。「學術活動」為國內、外有關自來水之研討會或年會資訊。「出版快訊」為國內、外與自來水相關之新書介紹。「感性園地」供會員發抒人生感想及生活心得。「會員動態」報導各界會員人事異動。「協會與您」則報導本會會務。惠稿每篇以三千至壹萬字為宜，特約文稿及專門論著不在此限。
- 四、文章內所引之參考文獻，依出現之次序排在文章之末，文內引用時應在圓括號內附其編號，文獻之書寫順序為：期刊：作者，篇名，出處，卷期，頁數，年月。書籍：作者，篇名，出版，頁數，年月。機關出版名：編寫機構，篇名，出版機構，編號，年月。英文之作者姓名應將姓排在名之縮寫之前。
- 六、本刊原則上不刊載譯文或已發表之論文。惠稿(含圖表)請用電子檔寄至 tinlai@mail.water.gov.tw，並請註明真實姓名、通訊地址（含電話及電子郵件地址）、服務單位及撰稿人之專長簡介與 1 吋照片一張，以利刊登。
- 九、稿費標準為專門論著、實務研究、一般論述、每期專題、專家講座、法規櫥窗、他山之石、特載等文稿 900 元／千字，「業務報導」為 500 元／千字，其餘為 400 元／千字，文稿中之「圖」、「表」如原稿為新製者 400 元／版面、如原稿為影印複製者，不予計費。
- 十、本刊係屬贈閱，如擬索閱，敬請來信告知收件人會員編號、姓名、地址、工作單位及職稱，或傳真(02)25042350 會務組。本刊將納入下期寄贈名單。
- 十一、本會刊內容自 88 年 5 月起已公布於台灣省自來水公司全球資訊網站(www.water.gov.tw)歡迎各界參閱。
- 十二、本刊中之「專門論著」、「實務研究」、「一般論述」、「每期專題」及「專家講座」，業經行政院公共工程委員會 92 年 3 月 26 日工程企字第 09200118440 號函增列為技師執業執照換發辦法第五條第一項第四款之「國內外專業期刊」，適用科別為「水利工程科」、「環境工程科」、「土木工程料」。

自來水季刊雜誌

發行單位：中華民國自來水協會

發行人：徐享崑
會址：臺北市長安東路二段一〇六號七樓
電話：(02)25073832
傳真：(02)25042350

中華民國自來水協會編譯出版委員會

主任委員
黃志彬

副主任委員
劉廷政

委員
葉宜顯、盧至人、張怡怡、蘇金龍、吳美惠
吳陽龍、陳曼莉、張廣智、李丁來(兼秘書)

自來水季刊編輯部

臺中市雙十路二段二號之一
行政院新聞局出版事業登記證局第 2995 號

總編輯：吳美惠
執行主編：李丁來

編審委員
鄭錦澤、周珊瑚、黃建源、陳孝行、陳志銘
簡俊傑、林財富、洪世政
執行編輯：林正隆
電話：(02)22244191 轉 514
行政助理：古蓁苓

印 刷：松耀印刷企業有限公司
地 址：台中市北區自強街 50 號
電 話：(04)23607717



「自來水」季刊

改版序

「自來水」季刊為中華民國自來水協會所發行，係國內唯一定期出版之專門性自來水刊物，每年出版四期，提供本會會員、自來水從業人員、自來水專業學者專家，以及設計、產銷有關自來水工程之器材業者，發表與自來水相關之研究成果及從業心得的園地。

「自來水」季刊於此刻進行小幅度改版有其時代意義。一則因「自來水」季刊迄今已發行 25 年，剛屆滿 100 期，自來水協會也進行大幅改組，代表水協會精神之「自來水」季刊自然也要有新的氣象、新的思維；二則時值二十一世紀，台灣自來水的發展面臨新的轉捩點，必須加快現代化及國際化腳步，「自來水」季刊負有引領國內自來水業界嶄新視野和希望之責任，此刻改版更具指標意義。

從本(101)期開始的「自來水」季刊，不但編輯、排版風格較以往精緻、活潑，在內容方面增加國際瞭望、人物專訪及連載等專欄，舉凡科技新知、水業人物特寫，解釋名詞、小故事等，益顯多樣、深入淺出且具國際觀，提高文章之可讀性。未來在企畫方面，冀望能擴大對國內、外自來水界所面臨之挑戰與問題提出探討，同時也能廣納各方意見，針對政策推動的過程和問題的癥結鞭辟入裡地剖析，尤其增加與國際自來水專業協會或團體的互動，企盼能對政策執行的主管機關，提供良好的建議方案。

二十五載的悠悠歲月，「自來水」季刊更名至今，在各界自來水先進的褓抱提攜、彈心竭慮盡心撫育下，宛如稚幼的嬰兒，長成眼前的青壯，卓然有成。拭目以待這份刊物能達到五個目標：一、能將國內自來水的發展方向、理念、明確的呈現。二、成為水教育的媒介，自來水從業人員的專業知識充電站。三、強化自來水界與政府的互動關係。四、介紹國際自來水新作法及進步的觀念。五、透過網際網路傳播，更加提昇水協會在國內外自來水業界的定位。

最後，本人謹以水協會理事長身份，於此歷史時刻獻上誠摯祝福，期許「自來水」季刊秉持「不是最好，但求更好」、「不是第一，但持續奮進」的精神，以讀者興趣為導向，鼓勵自來水界同仁積極投稿，分享專業知能及工作經驗，進而提高自來水工作執行績效。期望改版後之「自來水」季刊能承先啟後，更發揮其影響力，為臺灣自來水事業之技術發展及知識服務作出重大貢獻。

中華民國自來水協會 理事長

徐享峯 謹序

2007 年 2 月

高錳酸鉀前氧化劑處理優養化原水之研究

文/陳振正、葉宣顯、曾怡禎

摘要

為瞭解高錳酸鉀前氧化劑對優養化原水之影響，本研究分別進行實驗室純藻試驗及模型場實際原水試驗。由純藻試驗結果得知，高錳酸鉀作為前氧化劑對藻類之混凝去除，具有幫助。在適當劑量下，高錳酸鉀並未破壞藻體細胞，藻體細胞穩定性亦無太大變化。高錳酸鉀氧化可誘使藻類細胞表面釋出胞外物，胞外物能促進 MnO_2 吸附於藻體表面，並使藻體凝聚而增進去除。此外，對於混凝除藻作用，高錳酸鉀存有最適劑量，且於鈣硬度存在時，高錳酸鉀幫助藻類混凝去除效果，明顯提升。模型場試驗同樣發現，高錳酸鉀可幫助混凝除藻。此外，高錳酸鉀對濁度及THMFP之混凝作用亦有幫助，但對於提升溶解性有機物之混凝去除，幫助效果並不顯著。

關鍵詞：高錳酸鉀、藻類、胞外物、 MnO_2 、混凝

一、前 言

高錳酸鉀應用於原水作為前氧化劑，對於藻類之控制，有相當的助益。研究指出(1, 2)，高錳酸鉀對於產生臭味之藻類，如Synura等，或引發濾床阻塞之藻種，可有效抑制藻類活性，甚至具有殺死藻類之能力。Petruševski等(3)研究有無高錳酸鉀對直接過濾除藻之研究，結果指出有高錳酸鉀前氧化時，直接過濾後除藻效果明顯優於無前氧化劑者，作者且認為高錳酸鉀能增加藻類去除，是由於高錳酸鉀能使藻類失去活性，或是促使藻類產生胞外物，而此胞外物性質似助凝劑，能加速顆粒凝聚，因而具有幫助藻類

去除之效益。

雖然高錳酸鉀具有幫助除藻之能力，但另外一方面，其亦有可能造成藻體細胞溶出(lysis)現象，尤其處理對象是具有生成藻毒之細胞，如藍綠藻，尤其應特別小心(4)。Lam等(5)研究便指出，高錳酸鉀與氯不適合處理含藍綠藻之原水，因其易使藍綠藻釋出microcystin等毒性物質。Peterson等(6)之研究亦有相同結論，高錳酸鉀會使藻體釋出有機物及臭味物質。而Fitzgerald(2)之研究，則顯示出高錳酸鉀對不同藻種之毒性劑量並不相同，因此利用高錳酸鉀作為前氧化劑，處理原水中藻類，應特別注意使用劑量之高低，及藻體特性等問題。

高錳酸鉀除了對水中鐵錳及臭味物質具有氧化作用之外，對於濁度、有機物及THMFP含量，亦有幫助混凝去除之功能。Ma^(7, 8)等分別於實驗室與實廠之研究指出，以高錳酸鉀作為前氧化劑處理表面水，可提升混凝及過濾單元效率，有效降低水中之濁度及有機物含量。高錳酸鉀產生之 MnO_2 可吸附有機物成為更大顆粒，增加膠羽密度，因而促進有機物及細小有機物顆粒之去除。但Colthurst⁽⁹⁾的研究卻認為， MnO_2 對腐植酸等天然有機物吸附去除功用不大，原因是兩者在天然水體中皆帶負電荷，因此 MnO_2 對有機物之去除，幫助有限，反而是在有鈣離子之情況下， MnO_2 對腐植酸等有機物吸附能力才會提升。另外，高錳酸鉀對於THMFP之控制，亦有不錯之表現。高錳酸鉀可氧化有機物使之減少生成THM之機會⁽¹⁰⁾。



¹¹⁾。雖然如此，高錳酸鉀之反應性與效益仍與其劑量、原水水質及pH等因素有關，未溶解之高錳酸鉀甚至易成為紅水來源，不利於水質外觀，殘留錳之問題，亦需重視。

為瞭解高錳酸鉀前氧化劑對藻類及重要水質參數之影響，本研究分別於實驗室及模型場進行研究。實驗室試驗是以一種常見之純種綠藻*Chodatella sp.*為對象，進行高錳酸鉀氧化藻類及混凝去除藻類之試驗，而模型場試驗，則以澄清湖高級淨水模型場為主，探討高錳酸鉀對混沉及過濾單元之影響。進行實驗室及模型場試驗，以期瞭解高錳酸鉀對藻體細胞之作用及高錳酸鉀除藻之機制，並對處理優養化原水之影響，有所瞭解。

二、實驗方法與材料

2-1 純藻培養與人工藻液配製

本研究試驗藻種為*Chodatella sp.*，屬於綠藻的一種。*Chodatella sp.* 培養方式⁽¹²⁾如下：將配製好之營養鹽500 mL置入1 L之血清瓶中，之後利用高溫高壓殺菌釜進行滅菌(1.5 atm, 121°C, 30 min)，取出營養鹽降溫後，植入綠藻母液並於培養箱培養，綠藻培養箱為恆溫光照箱(ANCER, AS-25)，溫度控制為28°C，光照時間24 hr/day，光照強度 $10000 \pm 2000 \text{ lux/m}^2$ 。綠藻培養過程中，每天加入約10 mL CO₂ 氣體，做為綠藻所需之碳源。純藻培養至7天，藻液自恆溫培養箱取出，隨即分裝於離心管，以4000 rpm(3000×g)離心5分鐘，之後將上澄液棄置，以0.015 M NaClO₄溶液洗下藻體，使藻體再次懸浮於0.015 M NaClO₄溶液中，並調整成適當藻類濃度之人工純藻混合液，而CaCl₂溶液及NaHCO₃溶液則作為調整人工藻液所

需硬度與鹼度之用。

2-2 藻類濃度計數

藻體計數以顯微鏡計數為主。而實驗室純藻試驗，因綠藻濃度極高，則改以分光光度計(Model U-2001 UV/Vis Spectrophotometer, Hitachi, Japan) 配合顆粒計數器 (Model 8000A, HIAC, Pacific Scientific Instruments, USA) 與境檢方式，進行藻類濃度測定。

2-3 氧化試驗與沉降試驗

取固態高錳酸鉀 (Merk, Germany) 10 g，以加熱溶解方式溶於1 L二段水中，靜置24 hr之後，將溶液通過0.2 μm濾膜以除去二氧化錳，濾液存於棕色瓶中，此即為高錳酸鉀儲備液。取適量高錳酸鉀儲備液，再稀釋成高錳酸鉀標準溶液。定量純藻混合液，分別加入不等量高錳酸鉀標準溶液，令其攪拌反應，反應時間皆為60 min。

經氧化劑氧化反應後之藻液，隨即倒入圓錐沉降管(Imhoff cone)進行沉降試驗，分別於不同時間時，於液面下5 cm處取樣測定藻體濃度，以瞭解在有無氧化劑下對藻類沉降性之影響。

2-4 混凝試驗

混凝試驗以瓶杯試驗機(Phipps & Bird, USA)進行。定量水樣置於1公升燒杯中，分別加入不等量之混凝劑，使之成為吾人所需之混凝劑加量。以100 rpm快混3分鐘，35 rpm慢混15分鐘，進行混凝，之後令水樣靜置30分鐘，再分別取上澄液(液面下3 cm)測定藻體濃度。而藻體細胞混凝時之表面電位測定，則於加入混凝劑快混1分鐘時，迅速取得適量水樣，進行界達電位測定。

2-5 藻體細胞表面觀察

藻體細胞受高錳酸鉀作用，細胞表面結

構產生之改變，利用電子顯微鏡進行觀測。藻體細胞於適當前處理之後，利用高解析度電子顯微鏡(JEOL Jsm-35 SEM, Jxa-840 SEM及Hitachi S-3000n SEM)，作細胞外觀之觀察。前處理時，需避免對細胞表面微細構造之破壞，而且欲使試樣於電子顯微鏡下，具有良好之解析度，應有適切之脫水與乾燥程序。

2-6 界達電位測定

界達電位分析所使用之儀器為界達電位分析儀 (Zetasizer 2000HAS, MALVERN, U.K.)。本儀器利用PCS (Photon Correlation Spectroscopy) 法進行溶液或懸浮液中顆粒擴散速率之偵測。利用兩束雷射光束交叉於量測管內之靜止層 (Stationary Layer)，使其產生干涉條紋 (Interference Fringe)。樣品粒子在干涉條紋中移動時所產生之散射光，經由PM (Photo-Multipler) 管收集後，可以其強弱及變化速率快速準確偵測出粒子之電泳速度，再計算出其界達電位。水樣分析前，需先以標準品進行儀器之校正。標準品之界達電位值需為 -50 ± 5 mV。水樣可偵測粒徑大小範圍為 5 nm ~ 30 μm。

2-7 化學性分析

1. 非揮發性溶解性有機碳(Non-Purgable Dissolved Organic Carbon, NPDOC)

取適量之水樣，經 0.45 μm 濾膜過濾，以 6 N HCl 酸化至 pH 2，再以高純氮氣曝氣5~10 分鐘後，水樣注入總有機碳偵測儀器(Total Organic Carbon Analyzer, Shimadzu TOC-5000, Japan)，以高溫氧化-紅外線法(Combustion-Infared Method)偵測分析之。

2. 胞外物萃取

藻體胞外物成分，種類繁多，很難逐一

定性定量⁽¹³⁾，本研究萃取之胞外物皆以NPDOC作為定量工具。胞外物萃取步驟，如圖1所示。另外，於萃取胞外物之同時，同時取適量樣品，進行胞外物中錳含量測定，以瞭解錳化合物與胞外物結合情形，及錳化合物在藻體表面所扮演角色。萃取過程，為避免胞外物產生變性，若樣品無法立即施測NPDOC，會以填充氮氣方式保存樣品。另外添加NH₄OH萃取藻體胞外物時，應注意攪拌程度，以避免破壞藻體細胞。

3. 鉀離子

氧化劑氧化後之純藻混合液以預先浸泡過之 0.45 μm 濾膜(MFS membrane filters, USA)過濾，取得之濾液約 50 mL 置於預先酸洗過之PE瓶，然後加入 6 N HCl 數滴，使其 pH ≤ 2，此酸性濾液隨即進行原子吸收光譜儀(Atomic absorption spectrometer, Hitachi Z-5300, Japan)分析鉀離子濃度。原子吸收光譜儀，鉀離子方法偵測極限為 0.005 ppm。

4. 錳離子

分析錳離子使用之儀器為感應耦荷電漿光譜儀 (Jobin Yvon, JY 38 Plus)，攜行氣體為超高純度氬氣。溶解性錳離子測定，水樣先以 0.2 μm 之濾膜過濾之後，再以硝酸酸化水樣至 pH < 2.0。分析水樣之前需作儀器之率定。先自 1000 mg/L ICP 專用之儲備溶液 (Merck, Germany) 中，分別稀釋一系列之標準溶液作為檢量線。

5. 三鹵甲烷生成潛能(Trihalomethane formation potential, THMFP)分析

THMFP 係水樣添加適量次氯酸鈉溶液，於 25°C 之恆溫箱中培養 7 天之三鹵甲烷與瞬間水樣所含之三鹵甲烷之差值，可代表水樣中可能形成三鹵甲烷之物質總量。而三鹵甲



烷之分析，是依照美國水及廢水標準檢驗方法⁽¹⁴⁾第 19 版所列 Purge and Trap Packed-Column Gas Chromatography Method I 之方法進行分析。

2-8 模型廠試驗

澄清湖高級淨水處理模型廠以高錳酸鉀為前氧化劑，經混凝、沉澱及過濾等程序。試驗期間高錳酸鉀加量為 0~1.75 mg/L，明礬加藥量為 70 mg/L（液體硫酸鋁，7.5%Al₂O₃）。快混池攪拌機之轉速定為 110 rpm，慢混池之 G 值控制在 40 sec⁻¹，傾斜管沉澱池溢流率則為 69.8 m³/m²·d，砂濾槽濾速 200 m/d。

三、結果與討論

3-1 實驗室試驗

1. 表面電位變化

高錳酸鉀對藻體細胞氧化後之界達電位變化，如圖 2 所示。未添加高錳酸鉀時，藻體細胞界達電位值平均為 -32.8 mV，而高錳酸鉀加量為 1 mg/L 及 3 mg/L 時，藻體細胞界達電位值分別為 -32.6 mV 及 -33.3 mV，藻體細胞表面電位，並不隨高錳酸鉀劑量有太大改變。因此，若以界達電位變化，判斷高錳酸鉀對藻類穩定性之改變，於此有其不適之處。

高錳酸鉀進行氧化時，在大部分 pH(3.5~12)範圍會生成 MnO₂ 膠體。本試驗配製之人工藻液大多為 pH 中性，因此，MnO₂ 膠體表面應為負電荷，這些微小膠體，可能與藻體表面進行特定吸附，並以一定比例附著於藻體表面，造成高錳酸鉀氧化藻體細胞後之界達電位，變化不大。造成高錳酸鉀氧化藻體細胞界達電位變化不大，另一可能為藻體因高錳酸鉀氧化而釋出胞外物，此胞外

物似負電荷聚合物⁽¹⁵⁾，甚至胞外物與二氧化錳膠體特定吸附於藻體表面，因此藻體細胞表面電位，並不隨高錳酸鉀劑量而有太大改變，仍然維持穩定狀態。

2. 細胞破壞程度

氧化劑幫助原水中藻類之去除，應以去除完整藻體細胞為主⁽¹⁶⁾，以避免藻體細胞因氧化劑而釋出臭味物質或消毒副產物前質等有機物，增加淨水困擾與負荷。高錳酸鉀對藻體細胞之作用情形，可利用藻液中有機物與鉀離子濃度之變化，以瞭解高錳酸鉀對藻體細胞破壞程度。圖 3 為不同高錳酸鉀劑量時鉀離子釋出相對強度之變化。圖中虛線代表藻體經高溫高壓滅菌後(1.5 atm, 121°C, 15 min)，鉀離子釋出相對強度變化情形。由於鉀離子(K⁺)在藻體細胞中大部分儲存在胞內液泡中，少量存在於細胞壁⁽¹⁷⁾。若高溫高壓滅菌能完全使藻體破壞，則由鉀離子釋出程度可知，高錳酸鉀對藻體破壞程度應屬有限。同樣由藻液中 NPDOC 濃度變化，再次證實高錳酸鉀之氧化，對藻體細胞之破壞程度不大。不同高錳酸鉀劑量時，藻液中 NPDOC 濃度變化，如圖 4 所示。藻體經高錳酸鉀氧化之後，藻液中有機物濃度變化不大，有機物濃度並無隨高錳酸鉀劑量增加而增加。由有機物與鉀離子釋出情況，顯示高錳酸鉀於此濃度範圍之氧化，應無使藻體細胞溶出之可能，對藻體細胞之破壞程度不大，其作用可能僅限於細胞表面。

3. 胞外物生成與凝聚現象

表 1 為不同高錳酸鉀劑量時，單位藻體萃取出之胞外物生成量變化。藻體表面胞外物量隨高錳酸鉀劑量增加而升高。由未添加高錳酸鉀時之單位藻體胞外物量 2.0

$\mu\text{g}/\text{mg}$, 升高至高錳酸鉀劑量 0.6 mg/L 與 1.3 mg/L 之胞外物量 $9.7 \mu\text{g}/\text{mg}$ 及 $12.9 \mu\text{g}/\text{mg}$, 顯示高錳酸鉀使藻體細胞釋出胞外物質。表中同時指出，隨高錳酸鉀劑量增加，溶解錳含量亦隨之增加，此溶解錳係由萃取之胞外物中分析而得，顯示有錳化物吸附於藻體表面。換言之，高錳酸鉀氧化藻體，使之釋出胞外物於藻體表面，而 MnO_2 膠體則進一步吸附於藻體表面。於此亦可同時瞭解何以添加高錳酸鉀後，藻體表面電位仍維持相當負值，顯然與 MnO_2 及胞外物之作用有關。

圖5是有無高錳酸鉀氧化之顯微鏡藻相。由圖清楚發現受高錳酸鉀氧化之藻體細胞表面，細胞壁上網狀結構有生成物出現，且吸附許多 MnO_2 膠體，同時顯示高錳酸鉀氧化藻體細胞，會使藻體細胞形成凝聚現象(圖C)，藻體凝聚且 MnO_2 膠體吸附於藻體表面，有助於藻類沉降去除。圖6即為有無高錳酸鉀時，藻體沉降去除率比較。由圖顯示添加高錳酸鉀後，藻體沉降去除率明顯高於未添加高錳酸鉀者，此原因應為高錳酸鉀使藻體細胞釋出胞外物，胞外物使藻體細胞形成凝聚現象，並由於 MnO_2 吸附致細胞密度增加而利於沉降去除。

4. 混凝除藻

圖 7 為不同高錳酸鉀劑量時，混凝藻體去除率變化。未添加鋁鹽時，藻體即有部分去除情況，係如前述所討論，高錳酸鉀氧化藻體，藻體細胞分泌胞外物質， MnO_2 並吸附於藻體表面，因此藻體凝聚而有部分去除。再由圖明顯看出，高錳酸鉀可增進混凝除藻之功效，高錳酸鉀劑量為 1.7 mg/L 時，有最佳之混凝除藻效果。

圖 8 為不同高錳酸鉀劑量時，藻體混凝

之界達電位值變化。初期未添加鋁鹽時，界達電位並不隨高錳酸鉀劑量之改變而有較大變化 ($-32 \sim -33 \text{ mV}$)，而加入鋁鹽之後，界達電位變化亦不明顯。當鋁鹽劑量為 20 mg/L 與 40 mg/L 時，未添加高錳酸鉀之藻體，其界達電位因混凝劑吸附及電性中和而趨向正值，其變化比添加高錳酸鉀者明顯，而經高錳酸鉀氧化之藻體，在較高混凝劑量時，藻體細胞仍然保持穩定，此現象可能與還原態之 MnO_2 有關， MnO_2 與胞外物錯合附著於藻體，導致藻體表面界達電位仍維持穩定而不易混凝。Konno⁽¹⁸⁾ 之研究，認為藻體表面附著胞外物比表面光滑藻體更易吸引鋁鹽(未有前氧化)吸附，若此，在高錳酸鉀劑量增加，胞外物量亦提高之情形下，混凝除藻效果亦應隨之提高，然而情況不然，從圖 6 却發現高錳酸鉀加量與混凝除藻之間存有一最佳劑量。此外，以 MnO_2 為核心與釋出之胞外物生成之膠體，亦可能消耗部分鋁鹽，使藻體混凝作用不足

圖9為 1.3 mg/L 高錳酸鉀劑量時，有無鈣硬度對混凝除藻之影響。當鈣硬度存在時，高錳酸鉀混凝除藻能力明顯高於未有鈣硬度時，而且所需鋁鹽有效劑量亦相對減少。圖10為 1.3 mg/L 高錳酸鉀劑量於有無鈣硬度時，混凝藻體之界達電位值變化。未有鈣硬度時，藻體細胞界達電位值隨混凝劑量之增加，其絕對值變小，但當有鈣硬度存在時，藻體細胞界達電位絕對值變得更小，此現象說明鈣硬度具有幫助高錳酸鉀混凝除藻之作用。

3-2 模型場試驗

1. 不同藻種去除

圖11分別為模型廠試驗時，有無高錳酸



鉀之混凝沉澱與過濾之藻類去除率。由圖11 A看出，添加高錳酸鉀能夠增進混凝沉澱去除藻類，由未添加高錳酸鉀之48.57%，增加為添加高錳酸鉀之91.20%，對三種藻種之混凝去除，高錳酸鉀皆有所助益。此外，由圖11 A發現，不管有無高錳酸鉀之前氧化作用，綠藻相對有較低之混凝沉澱去除率，此現象應與綠藻藻體細胞個體較小，不易混凝去除有關⁽¹⁹⁾。圖11 B則為過濾之後，累積之藻類去除率。添加高錳酸鉀對過濾去除藻類，亦有幫助，總藻類去除率可達99%以上。高錳酸鉀提升混凝沉澱除藻，間接地可減少濾池之負荷，因此有利於藻類過濾去除率。

2. 重要水質參數

(1). 濁度

高錳酸鉀對藻類之作用，除氧化之外，高錳酸鉀生成之MnO₂膠體，其表面之-OH基可能會吸附顆粒與帶電物質或中性分子，而於混凝時共沉降去除⁽²⁰⁾。圖12為有無高錳酸鉀之沉澱與過濾池出流水濁度變化。圖中數據代表單元之累計去除率。由圖發現，高錳酸鉀顯然具有幫助混凝沉澱去除濁度之功能，並可使平均濁度降至2 NTU建議值以下，並且有高錳酸鉀之過濾池，對去除濁度亦有所幫助，可使過濾池出流水濁度平均降至0.2 NTU，低於未有高錳酸鉀之0.4 NTU。Ma⁽⁸⁾等進行高錳酸鉀提升混凝之研究，同樣發現高錳酸鉀可提升中國與英國表面水之混凝作用，使混凝後殘留濁度降低，並認為僅0.5 mg/L高錳酸鉀加量便可達到效果。

(2). NPDOC

圖13為有無高錳酸鉀之沉澱與過濾池出流水NPDOC濃度變化。由圖發現，高錳酸鉀對混凝沉澱及過濾去除溶解性有機物，並

無明顯助益。Colthurst⁽¹⁶⁾進行高錳酸鉀氧化試驗，結果指出高錳酸鉀生成之MnO₂，在天然水體中性pH時，MnO₂表面與腐植酸一樣，帶負電荷，兩者並不易吸附，但在有鈣硬度情況下，會幫助MnO₂吸附有機物，而於混凝沉澱時去除。依澄清湖水質而言，係屬高硬度原水，因此生成之MnO₂幫助吸附有機物，應屬可能，然而此模型廠試驗，卻發現並無高錳酸鉀幫助混凝沉澱去除溶解性有機物之現象，但高錳酸鉀對去除濁度卻有幫助(圖11)，其原因可能與原水水質有關，澄清湖原水係以小分子有機物為主⁽²¹⁾，加上有機物被高錳酸鉀氧化，可能轉變為更小分子之有機物，而此小分子有機物較不易被MnO₂吸附⁽²²⁾，因此對於NPDOC之混凝去除，高錳酸鉀之幫助，並不明顯。

(3). THMFP

圖14為有無高錳酸鉀之沉澱與過濾池出流水THMFP濃度變化。高錳酸鉀顯然對生成消毒副產物之前驅物，具有氧化能力，使高錳酸鉀後之混凝沉澱出水有較低之THMFP濃度，但對過濾池去除THMFP之幫助並不顯著。Colthurst⁽⁹⁾的研究結果，同樣認為高錳酸鉀能氧化THM前驅物質，使水中THMFP濃度降低。

四、結論

以高錳酸鉀作為前氧化劑，探討混凝作用對藻類及有機物去除之影響，經實驗室純藻試驗及模型場實際原水試驗，獲致以下結論：

- 1.高錳酸鉀在適量情況下，並未破壞藻體細胞，細胞表面穩定性並未有太大改變。
- 2.高錳酸鉀氧化作用使藻體細胞釋出胞外物，胞外物促使MnO₂吸附於藻體表面，增進

藻體凝聚，提高沉降去除。

3. 高錳酸鉀可提升藻類混凝去除，其間並存有最適劑量。
4. 高錳酸鉀同時提升濁度及THMFP之混凝去除，但對於溶解性有機物幫助不大。

參考文獻

1. Kemp, H. T., Fuller, R. G., and Davidson, R. S. (1966) "Potassium Permanganate as An Algicide.", *Jour. AWWA*, 58: 2: 255-263.
2. Fitzgerald, G. P. (1966) "Use of Potassium Permanganate for Control of Problem Algae.", *Jour. AWWA*, 58: 5: 609-614.
3. Petruševski, B., Van Breemen, A. N. and Alaerts, G. (1996) "Effect of Permanganate Pre-treatment and Coagulation with Dual Coagulants on Algae Removal in Direct Filtration.", *J Water SRT-AQUA*, 45: 5: 316-326.
4. Vlaški, A., van Breemen, A. N., Alaert, G. J. (1996a) "The Algae Problem in The Netherlands from A water Treatment Perspective." *J. Water SRT-Aqua*, 45: 4: 184-194.
5. Lam, A.K.Y., Prepas, E.E., Spink, D. and Hrudey, S.E. (1995) "Chemical Control of Hepatotoxic Phytoplankton Blooms: Implications for Human Health.", *Wat. Res.* 29: 8: 1845-1854.
6. Peterson, H. G., Hrudey, S. E., Cantin, I. A., Perley, T. R. and Kenefick, S. L. (1995) "Physiological Toxicity, Cell Membrane Damage and The Release of Dissolved Organic Carbon and Geosmin by Aphanizomenon Flos-aquae After Exposure to Water Treatment Chemicals.", *Wat. Res.*, 29: 6: 1515-1523.
7. Ma, J., Chen, Z. L., Xu, G. R., Cai, G. Q. (2001) "Enhanced Coagulation of Source Waters with High Organic Content by Permanganate Preoxidation.", *Wat. Sci. Tech: Water Supply*, 1: 1: 51-61.
8. Ma, J. Graham, N., Li, G. (1997) "Effect of Permanganate preoxidation in Enhancing The Coagulation of Surface Water-Laboratory Case Studies.", *J. Water SRT-Aqua*, 46: 1: 1-10.
9. Colthurst, J. M. and Singer, P. C. (1982) "Removing Trihalomethane Precursor by permanganate Oxidation and Manganese Dioxide adsorption.", *Jour. AWWA*, 74: 2: 78-83.
10. Moyers, B. and Wu, Y. S. (1985) "Removal of Organic Precursors by Permanganate Oxidation and Alum Coagulation", *Wat. Res.*, 19 : 3 : 309-314.
11. Singer, P. C., Borchardt, J. H., Colthurst, J. M. (1980) "The Effect of Permanganate on Trihalomethane Formation in Drinking Water.", *Jour. AWWA*, 72: 10: 573-578.
12. Norris, L., Norris, R. E., Calvin, M. (1955) *J. Exptl. Botany*, 6: 64.
13. Paralkar, A. and Edzwald, J. K. (1996) "Effect of Ozone on EOM and Coagulation.", *Jour. AWWA*. 88: 4: 143-154.
14. APHA, AWWA, and WEF (1995) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.
15. Bernhardt, H. (1984) "Treatment Disturbances with Water Out of Eutrophic Reservoirs as Consequence of Extensive Algal Development." *Water Supply: the Review Journal of the International Water Supply Association*, 2: ss.4-7~ss.4-15.
16. Drikas, M., Chow, C.W.K., House, J., and Burch, M.D. (2001) "Using Coagulation, Flocculation, and Settling to Remove Toxic Cyancbacteria.", *Jour. AWWA*, 93: 2: 100-111.
17. Hellebust, J. A. (1974). Extracellular Products. In: Stewart, W. D. P. (ed.) *Algal Physiology and Biochemistry*, Chap.30, University of California Press, Los Angeles, 838-863.
18. Konno, H. (1993) "Settling and Coagulation of Slender Type Diatoms.", *Wat. Sci. Tech.*, 27: 11: 231-240.
19. Bernhardt, H. (1989) "Studies on the Treatment of Eutrophic Water." *Water Supply: the Review Journal of the International Water Supply Association*, 7: ss.12-1 ~ ss.12-16.
20. Bratby, J. (1980) "Coagulation and Flocculation with An Emphasis on Water And Wastewater Treatment." Uplands Press.
21. 葉宣顯 (1998), “本省自來水水源中溶解性有機物成份之分析及現有淨水程序對其去除效率之評估”，台灣省自來水公司委託研究報告。
22. 彭惠君 (2002) “高錳酸鉀對水中有機物去除機制之研究”，國立成功大學環境工程學系碩士論文。

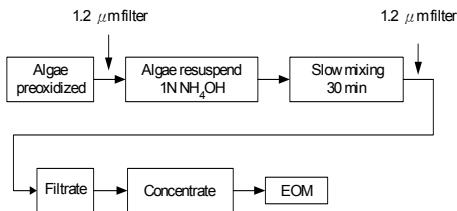


圖1 藻體細胞胞外物萃取步驟

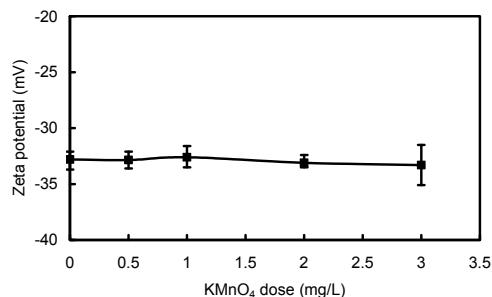


圖2 不同高錳酸鉀劑量對藻體細胞
之界達電位變化

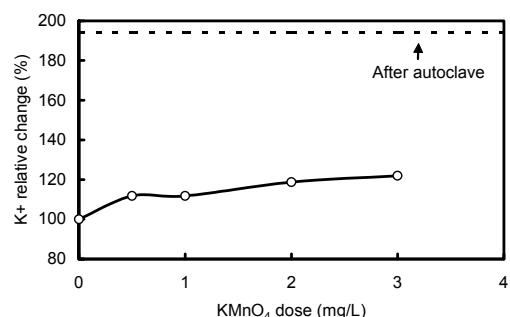


圖3 不同高錳酸鉀劑量時鉀離子釋出相對強度之
變化

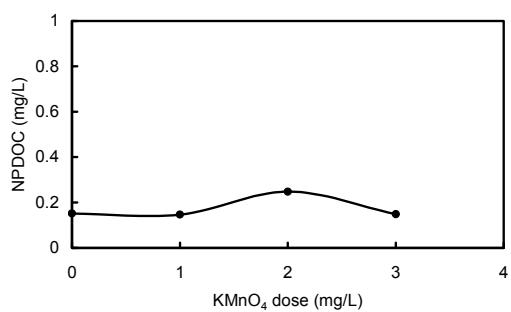
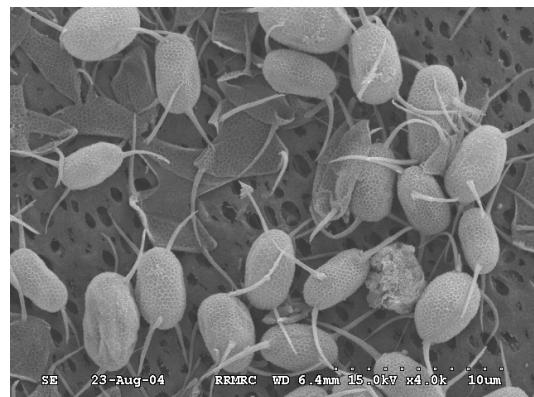
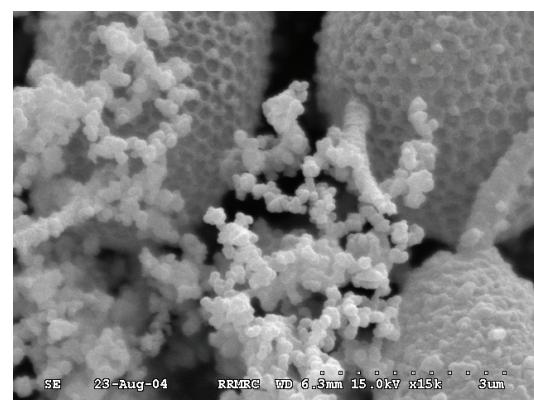


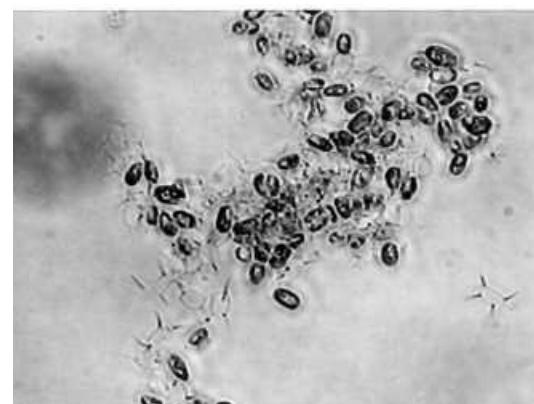
圖4 不同高錳酸鉀劑量時，藻液中NPDOC濃度變化



(A)藻體細胞；電子顯微鏡 $\times 4000$



(B)高錳酸鉀氧化後，MnO₂膠體吸附
於細胞表面；電子顯微鏡 $\times 15000$



(C)高錳酸鉀氧化後，藻體細胞凝聚現
象；光學顯微鏡 $\times 400$

圖5有無高錳酸鉀氧化之藻相

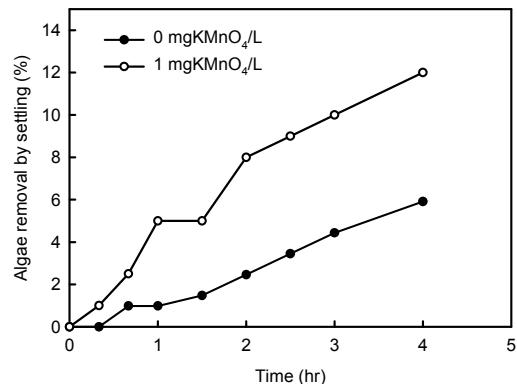


圖6 有無高錳酸鉀氧化之藻體沉降去除率變化

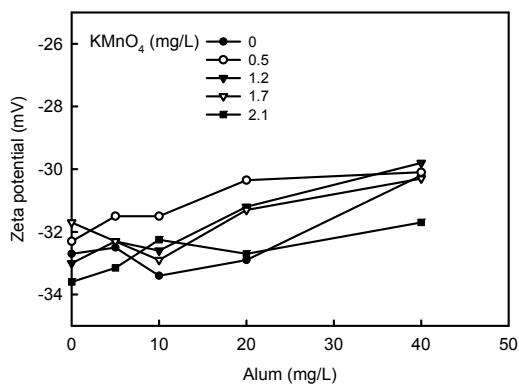


圖7 不同高錳酸鉀劑量時藻體混凝去除率變化

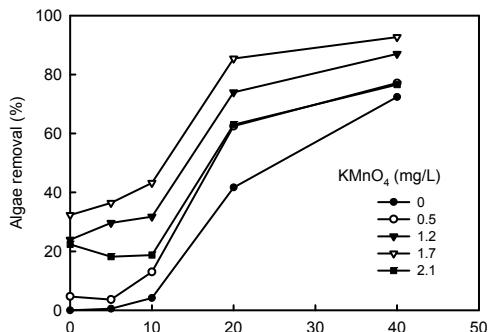


圖8 不同高錳酸鉀劑量時，藻體混凝之界達電位值變化

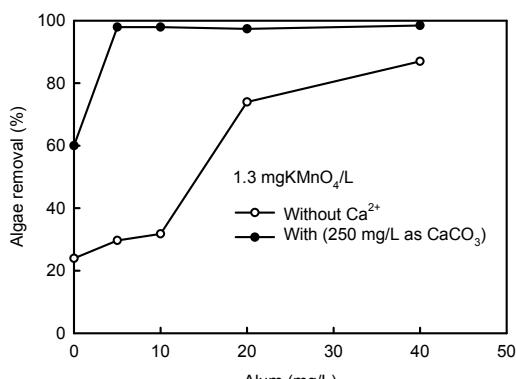


圖9 高錳酸鉀於有無鈣硬度時，藻體混凝去除率之變化

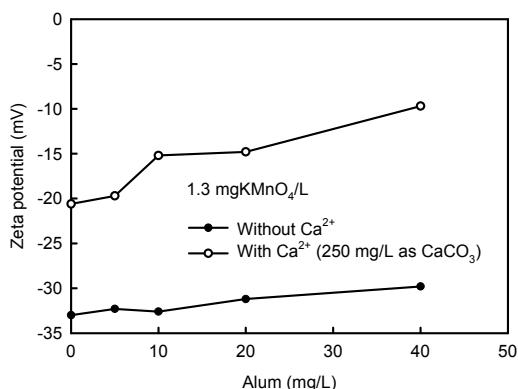


圖10 高錳酸鉀於有無鈣硬度時，藻體混凝之界達電位值變化

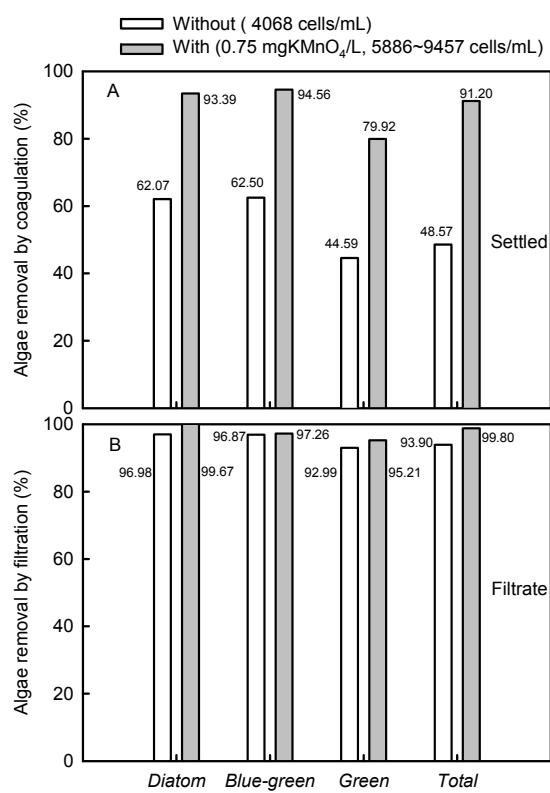


圖11 有無高錳酸鉀時，混凝沉澱與過濾之藻類去除率

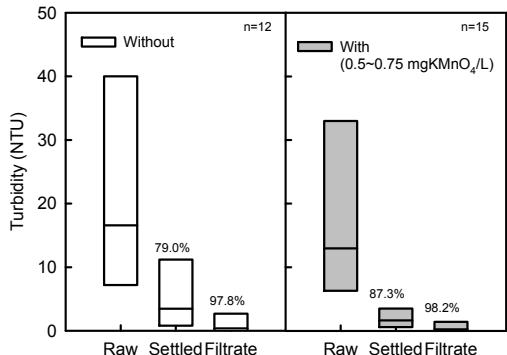
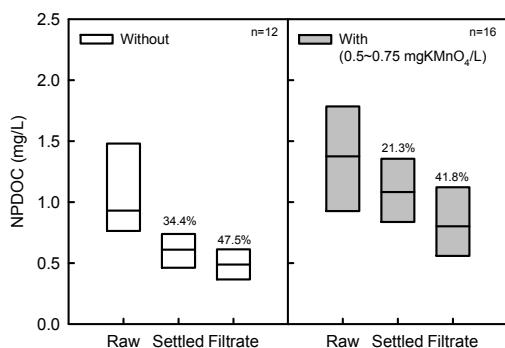
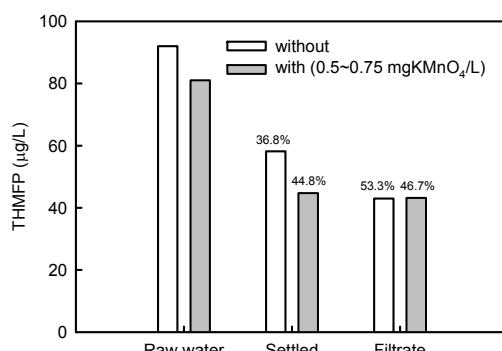


圖12 有無高錳酸鉀時，混凝沉澱及過濾出流 水濁度變化。圖中數據代表單元之累計去除率



表1 不同高錳酸鉀劑量時，藻體細胞表面萃取出之胞外物量與溶解錳含量

KMnO ₄ mg/L	EOM extracted μg C / mg Cell	Mn in EOM μg / mg Cell
0	2.0	0.3
0.6	9.7	0.34
1.3	12.9	0.41

圖13 有無高錳酸鉀時，混凝沉澱及過濾出流
水NPDOC濃度變化。圖中數據代表單
元之累計去除率圖14 有無高錳酸鉀時，混凝沉澱及過濾出流
水THMFP濃度變化。圖中數據代表單元
之累計去除率

作者簡介

陳振正先生

現職：大仁科技大學環境資源管理系 副教授
專長：水處理與藻類利用技術

葉宣顯先生

現職：國立成功大學環境工程學系 教授
專長：飲用水處理

曾怡禎先生

現職：國立成功大學生命科學系 副教授
專長：微生物生態、淡水藻類、微生物的附著

可程式遠端監控在自來水水錶頭自動讀取系統

文/許桂樹、陳克群、黃裕仁、林宏麟

摘要

近年來電腦的進步讓人類的各種活動都變的不一樣了，利用電腦做各式各樣的控制也是趨勢，使用電腦程式語言達到監控設備之目的為工廠自動化中重要的部分。因此，將Visual Basic和網路監控系統結合起來，成為非常實用的監控系統應用。監控系統應用除了能設計出適合人性化的圖形介面，並利用通訊系統的傳遞，使得工作環境沒有時空限制。其使用範圍相當廣泛、如廠房、辦公大樓、賣場等開放性公共場所之監控等。

目前機器的設計、製程的自動化使得產品製作效率提高、產量快速的增加。各產業除了機器、機台自動化在產品數量上以量取勝外，同時也希望所生產的產品在品質上也能取勝，因此工廠在生產過程中保證產品的優劣及降低成本將是目前即需發展的重點項目。近年來在國內許多學術單位之專家學者也常常發表關於遠端監控系統之圖控設計方法，及如何建構平台之技術等，近年也與產業界進行互動，利用網路的快速及便利性而使生產的效率及精確度提升，在製程中盡可能節省人力，降低生產成本，來達成工廠無人化之作業。

一、前言

本研究「可程式遠端監控在自來水水錶頭自動讀取系統」，乃採用串列介面RS-232來相互傳遞資料，設計此設備控制系統與電腦之通訊及圖形監控軟體，使用Visual Basic來達成其目的。本研究主要述說新型的技術層面，並且

參考相關自動化理論與學說，希望有效地處理產品的製造過程，減少大量的人力需求達到遠端自動化監控的發展。

本研究先探討過去自來水水錶校正組裝作業程序、如圖(1-1)，現場校正作業員每一次以300公升作為測量值，作業員每次調整十個水表表頭，打開手動閥，以不加壓方式等300公升的水流完之後，以人工的方式一一觀看水表上的轉輪數值是否在產品出貨誤差範圍以內，後調整水錶裡面的旋鈕達到校正之動作，如此反復的作業，等到整組的水錶校正完成後，才能進行下一組之作業，如此之作業方式需重複2~3次，每次約十五分鐘，整個流程結束需40-50分鐘，此作業非常浪費時間且沒有效率。



圖(1-1) 過去水錶校正組裝作業程序

本研究係改善過去水錶校正組裝作業程序並依據其程序將自動化施行分成數個別步驟，分期完成，最後形成整套完整的自動化組裝校正監控裝置。本研究研發過程是希望，將節省傳統



的人力資本，並且用快速的自動化遠端監控作業，來取而代之。這才合乎二十世紀所講求的速度與精準。

本研究在自來水水表之指針上設置一反射元件，再以光源穩定之紅外線進行反射來計算反射元件之轉動頻率，並將數值呈現於顯示器上以提供校正人員作為參考，以輔助校正之進行。並依據所得到的計數量判斷該單位時間內所經流過的水流量，可將此對通過的水量與監控所得的數字做比較，依結果對水表作校正調整之動作。

為方便管理，將所讀到的資料，傳送至主控之工作站（中控室），可決定由PC控制讀取或由讀取錶頭設備自行讀取(每秒或每分鐘一次)，將所讀取的資料傳送至中控室，來達到遠端監控之目的；如由主機控制讀取可設定任意之讀取時間。

二、研究目的

水表工廠在組裝出貨前，都有其檢驗標準規格，本研究目的是藉由可程式遠端監控在自來水水錶錶頭自動讀取系統，以遠端自動讀取監測系統來檢測水表的轉速是否合乎標準範圍之內，並希望在水錶工廠組裝出貨的過程中，能夠採用自動化生產監控技術來取代人工裝配水錶，來達到監測、控制、記錄等功能，並完成節省時間及提高品質兩大目標。

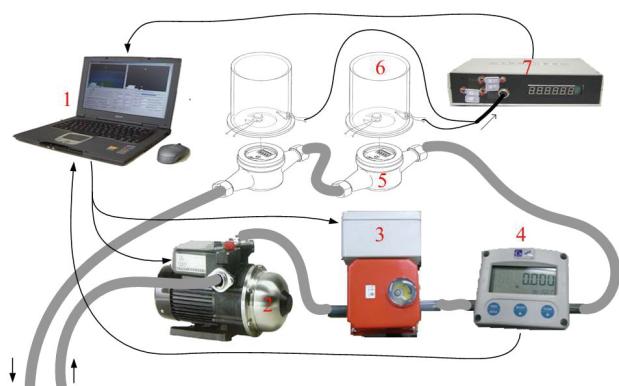
此研究可將每個檢測台讀取設備的資料傳送至中控室，方便管理人員做相關的控管；節省人力的目的除了減少公司成本外，更希望藉由自動化過程而

增加產能；而提高品質是藉由減少人為作業，部分製程以自動化取代，來提升品質。短程的目標是先將各製程自動化，長期的目標是將各製程自動化連接起來，成為整條組裝生產線的自動化。國內外相關的文獻及討論對有關數位電表的製造大都以生產各式水表及給水零件等，或是對缺陷檢測系統，提供製造業者在缺陷檢測、視覺檢測方面的服務，但對於水表製作過程皆以傳統人工組裝校正為主。

三、系統硬體組成

可程式遠端監控在自來水水錶錶頭自動讀取系統之設備，其系統硬體組成以下列說明之：

1. 中控電腦
2. 抽水馬達
3. 數位式流量控制閥
4. 數位感測水流量器
5. 新型水表表頭
6. 黑色感測筒
7. 流量顯示器



圖(3.0)系統硬體組成圖

3.1 中控電腦

中控電腦之功能：

1. 下指令讓抽水馬達啓動。

- 2.下指令控制流量閥之閥位。
- 3.接收數位感測水流量器之系統即時流量。
- 4.接收計數顯示器所讀取之資料。
- 5.選擇接收資料之模式(分、秒)，並能因應模式而有不同之顯示方式。
- 6.以圖控方式顯示數據資料。
- 7.監控數位感測水流量器及計數顯示器之數據，並做比較。
- 8.自動讀取系統可延伸至一對多之監控功能。

3.2 抽水馬達

爲使此系統能夠有持續的水源以供量測，因此系統中設置一抽水馬達以爲系統所應用。

3.3 數位式流量控制閥

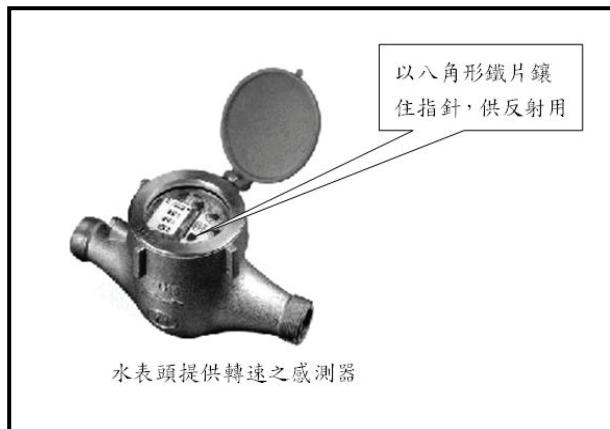
爲使受測之水錶錶頭得到較準確的資料乃利用數位式流量控制閥來控制水流量，以使有固定的水壓供系統所應用，其功能爲根據輸入電壓之大小來控制流量閥開闔之程度，達到控制水流的流速。

3.4 數位感測水流量器

使用數位感測水流量器，感測單位時間內的水流量，觀察水流量是否穩定，並能將流量之數據資料以即時之方式傳回中控電腦做監控之動作。

3.5 新型水表表頭

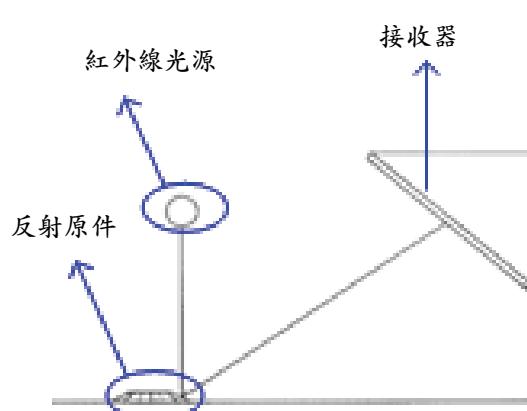
一般水表之表面由指針及數字輪所組成，缺乏可接收或輸出的感測器，因此設計一八角鐵片圓柱體鑲在水表表頭上、圖(3-5)，以便紅外線感測器之設計使用，利用紅外線射出照射，當水流通過水錶錶頭，帶動水表儀表板上的八角折射片旋轉，折射於接收器裡。



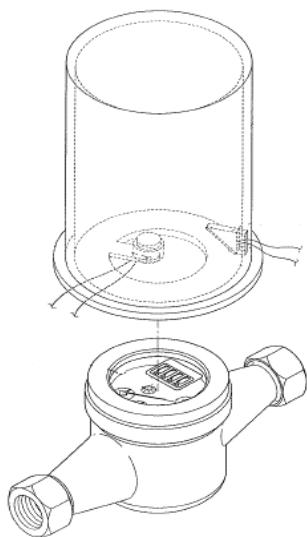
圖(3-5) 新型水表表頭(附有八角折射片)

3.6 黑色感測筒

經測試採用聚光性佳一點的紅外線筆，來當作動元件，而八角折射片是被動元件，再將紅外線筆及接收LED設計在黑色感測圓筒中，避免外界光線影響偵測結論。當水流通過水錶，帶動葉片傳動齒輪，相對也帶動八角折射片來轉動。紅外線照射時，每照射一個鐵片，就會折射到LED接收器(圖3-6-1)。因此，每當照射一塊反射片，就會產生折射於接收LED上，藉由這些斷斷續續的訊號，產生電子脈波，最後再透過電路板上的電路IC，做訊號處理。



(圖 3-6-1) 紅外線折射到接收器示意圖



(圖 3-6-2) 黑色感測圓筒安裝示意圖

3.7 流量顯示器

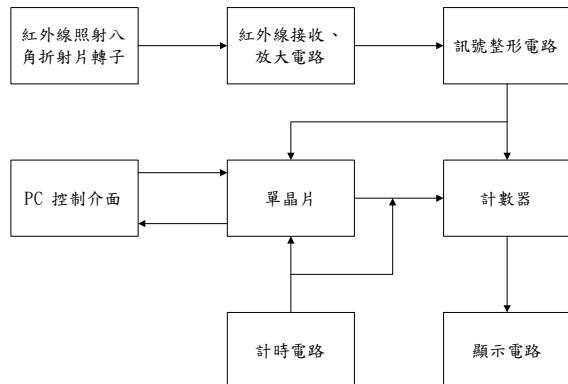
接收器是以數個紅外線接收器為主，接收從水表表頭由紅外線筆之光源經反射後所得之電子脈波，並將所得之電子脈波傳自至計數顯示器(圖3-7)，加以解讀計算，並設計為每秒及每分鐘的流量為單位之計數功能。



(圖 3-7) 計數顯示器

PC控制在介面左上方有一模式型態顯示訊息，可讓使用者借著模式選擇按鈕，選擇讀資料模式或PC控制模式。讀資料模式乃將計數顯示器所讀取的資料顯示並傳送至PC；PC控制模式當使用者按下開始計時，計數顯示器開始讀取資料，當到達計時的時間，則要求資料讀取裝置傳回讀取之資料；讀取之時間由可由使用者在面板自行設定。偵測結論只要對照數

位感測水流量器及計數器傳至工作站之的數值，在PC控制介面上就能顯示並判定轉速誤差值。



(圖 3-7-1) 計數顯示器電路方塊

四、研究方法

4.1 系統設計

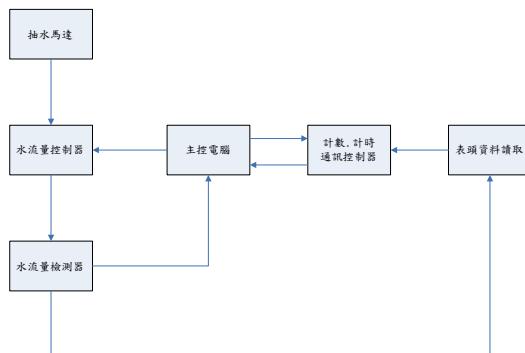


圖 4.1 系統架構

如圖4.1所示本階段組裝主要之困難除了要求生產機械穩定、快速、可靠以外，由於光源經反射而由接收器所擷取之訊號必須考慮頻率及反應時間，穩定的水流經穩壓的過程流入於水表中其振動過程中是否會引起接收器之訊號不穩或互相干擾等現象等必須作徹底之探討後，找出一種最有效的方式來處理才有可能成功。

接收器是以數個紅外線接收器為主，接收從水表表頭由紅外線筆之光源經反射後所得之訊號，並設計為每秒及每分鐘為單位之計數功能。

4.2紅外線光源

一開始測試，使用一般的紅外線光源，但有光源散射的現象，於是決定採用聚光性佳一點的紅外線筆測試，來當作動元件，有很明顯的效果，也使紅外線接收器所接收到的脈波也更加穩定。

4.3黑色感測圓筒

黑色圓筒外殼，本裝置是由紅外線光源照射反射原件，並接收其脈波訊號，所以必須內部是黑色或深色。才不會使外部光源進入，影響偵測結論。

使用抽水馬達抽水時，水流會有呈現不穩定的狀態，測試時，會影響黑色紅外線感測圓筒偵測結論，經多番測試，決定使用數位式流量控制閥，並用電腦介面控制來加快調整流量控制閥的速度，並達到監控的效果。

4.4數位式流量控制閥

要控制數位式流量控制閥之閥位，第一步要先控制輸入控制閥馬達之電壓值，馬達會依輸入之電壓值來決定閥位的開閉程度，經多番測試後使用了網路監控模組(如圖4-3 7520、7021、7012D)來搭配Visual Basic，能夠在電腦介面上即時調整電壓值，並在電腦螢幕上監控其輸入電壓數值與輸出電壓數值是否一致，達到系統之回授整合。



(圖 4-4) 網路監控模組 A

4.5數位感測水流量器

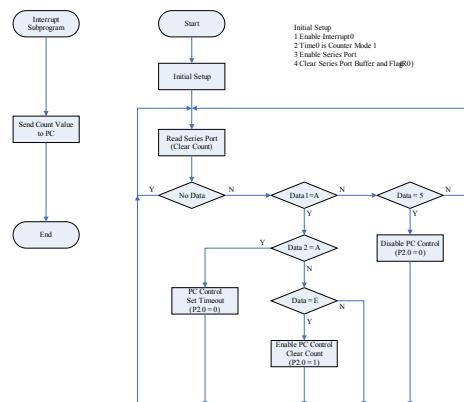
自動讀取系統中期望將數位感測水流量器的數值，能夠呈現於電腦上，來輔助數位式流量控制閥電壓值的調整，並將數位感測水流量器所輸出的output端訊號接收，把系統流量顯示於介面上，測試時，透過網路監控模組(如圖4-4 7520、7080、7044)，來抓取數位感測水流量器所輸出的頻率值，再以Visual Basic之程式，把頻率值換算成流量值，並呈現於控制介面上。



(圖 4-5) 網路監控模組 B

4.6檢測嵌入式系統

系統可提供二種工作模式，一為讀取系統獨立工作並將資料傳送至PC另一模式為使PC控制讀取系統之讀取時間由PC控制，在考量成本因素使用8051單晶片做為系統之主體，其工作流程如圖4-6。



(圖 4-6) 嵌入式系統流程



4.7 串列通訊埠

經整合後本系統之使用通訊串列埠 RS-232，在本系統中所使用為數位式流量控制閥、數位感測水流量器之網路監控模組及嵌入式系統之資料傳送。一般電腦中 RS-232 之通訊埠通常有 COM1、COM2 二種選擇，早期的電腦將 COM1 以 9pin 之接頭接出，COM2 以 25pin 之接頭接出，新一代之電腦均以 9pin 之接頭接出 RS-232 之通訊埠。

RS-232 之通訊埠之功能：

1. 載波偵測
2. 接收/傳送字元
3. 要求傳送
4. 清除傳送
5. 響鈴偵側

五、結果與討論

5.1 系統說明

抽水馬達用於抽起水槽的水，並用數位式流量控制閥控制並穩定水流量，由數位感測水流量器來感測單位時間內的水流量並觀察水流量是否穩定，操作員可一次安裝多個水表表頭在管線末端，並將黑色感測圓筒及計數顯示器裝置完成。

操作員於中控電腦啓動監控畫面，以監控介面之功能啓動抽水馬達及數位式流量控制閥，開啓數位式流量控制閥之閥位，並啓動監測數位感測水流量器所傳回系統流量之功能。然後於另一監控畫面上開啓計數顯示器之數據資料傳回中控電腦，因此自動讀取系統設計為能夠一次使用多個感測圓筒量測多個水錶之指針轉速，所以能在工作站之監控畫面上同時觀看所有感測器傳回之讀取數據資料，並比

對系統之單位時間流量及感測器傳回之讀取數據資料，判斷應否對水表作校正調整之動作。

5.2 工作站電腦監控之畫面



本自動讀取系統用 Visual Basic 編寫一圖控程式，搭配模組 A〈7520, 7021, 7012D〉用來控制數位式流量控制閥之輸入電壓及量測輸出之電壓，達到即時控制數位式流量控制閥之閥位。並搭配模組 B〈7520, 7080, 7044〉用來量測數位感測水流量器之輸出之頻率(HZ)，監測數位感測水流量器之系統流量數並傳回中控電腦。

另一讀取計數顯示器之設計能以不同之通訊選擇模式讀取資料，並能選擇資料以每分或每秒鐘之顯示方式，且能在介面上讀取所有裝設黑色感測圓統所偵測之數據資料。

5.3 未來展望

本自動讀取系統預期的效益是將現行約 30~50 人的品質校正人員，透過自動讀取系統，減少成為 10 人以下，透過本自動讀取裝置只需要現場之感應器安裝人原、以及監控系統之操作員，省掉以往現場人員等待所需之量測流量完成時間、及一一檢驗水錶轉輪，並能一次讀取所有水錶之數據資料來進行品質比對，大大減少

了時間及人力成本

；另成品完成後不良率也希望從現行的百分之十，減少到百分之二。並能協助傳統作業升級為自動化作業，並改善品質，成為有競爭能力的公司。

六、參考文獻

- 1.黃錦珍，自動讀表系統(AMRS)現場適用期末報告，中華電信研究所，(1988)。
- 2.李泰雄，用戶大表計量品質改進之研究，中華民國自來水協會，(1999)。
- 3.CNS14274，「自動讀表系統使用電信網路讀表介面單元」，經濟部標準檢驗局，(1988)。
- 4.楊新乾，智慧型大樓中央監控系統，(1992)。
- 5.賴麒文，8051單晶片嵌入式系統入門實務，(2002)。
- 6.謝澄漢、江增昌，遠端資料擷取與控制實務，(2001)。
- 7.陳瑞和，感測器，(2003)。
- 8.程啓正、何坤鑫、陳正義，Visual basic程式設計與圖形監控應用，(2003)。

9.范逸之、陳立元、賴俊朋，Visual basic串列通訊控制，(1999)。

10.IEEE Std1390，IEEE Standard for Utility Telemetry Service Architecture for Switched Telephone Network, the Institute of Electrical and Electronics Engineers, (1995)。

作者簡介

許桂樹先生

現職：高苑科技大學機械與自動化系副教授兼系主任
專長：機器人控制、網路監控、生產自動化

陳克群先生

現職：嘉南科技大學空間資訊中心研究員
專長：製造業自動化、多功能數位機器人、微電腦電梯群控系統、機器人追蹤控制。

林宏麟先生

現職：高苑技術學院土木系講師
專長：平面測量、工程測量、GPS 測量、攝影測量

黃裕仁先生

現職：高苑科技大學機械與自動化工程碩士班
專長：網路監控感測原理與應用



大台北地區水源利用之現況及檢討—以新店溪為例

文/康世芳、林瑞廷、王為森、朱孝恩、洪章哲

摘要

新店溪為大臺北地區之主要水源，藉由翡翠水庫的操作調節合併南勢溪流量之利用，得以充份滿足大臺北地區民生用水需求與支援鄰近市鎮缺水，達成水庫興建目標、發揮蓄洪濟枯功效，紓解每至炎夏經常發生限水之痛苦夢魘。

本文首先簡述新店溪水源運用及原水供應流程，俾利對新店溪水源利用之了解。其次介紹翡翠水庫運轉之現況，討論自板新工程改善計畫一期工程於93年完工後，估計每日最大原水供應量為345萬立方公尺〔此時支援板新地區最高用水量將達53萬立方公尺/日清水〕，已達翡翠水庫設計之最大供水能力，原至民國119年之設計目標年，已儼然提前到達。

再次探討新店溪水源支援板新地區供水之相關議題。板新地區供水改善計畫一期完工後，板新二期計畫則尚在審議中，預計支援水量將增加至101萬立方公尺/日。因新店溪為單一水系，其上之翡翠水庫又為單一目標自來水專用水庫並無農業用水等其它標的用水可供移撥調度，若無適當之新水源開發及與其它供水區之管網聯通調度設施，僅有增加供水負擔，使水源供水區的缺水風險增高。文中特引用經濟部水利署水利規劃試驗所之水源專題報告及「翡翠水庫洪水調節運轉作業檢討(二)」報告，探討板新二期計畫對缺水風險造成之影響，其缺水指數由翡翠水庫原規劃設計時之0.02，推估至板新二期昇至0.32之結果，獲致「缺水風險顯著增加」之結論。

最後以歷年(87~94年)相關水源利用資料

，探討分析得板新一期計畫及板新二期計畫可能使翡翠水庫之平均年缺水率由22%增為27%、年平均供水量由517.1昇至683.9百萬立方公尺、年平均可能供水日數分別為286、302天，未來板新二期計畫不僅增加翡翠水庫之供水負擔，也同樣導致增加大台北地區之缺水風險。

一、新店溪水源簡介

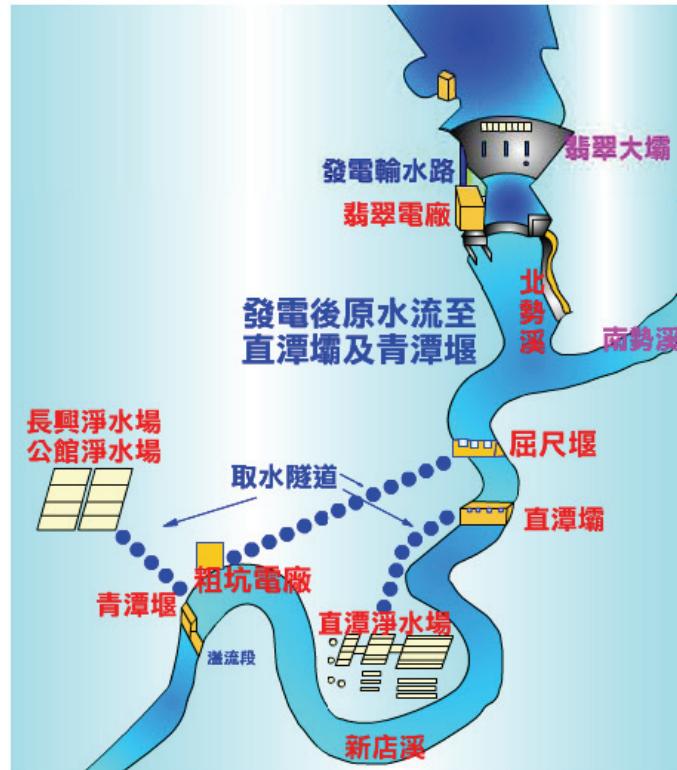
大台北地區水源以新店溪水系為唯一主要水源，新店溪發源於棲蘭山，全長82公里，流域面積916平方公里，主要支流為北勢溪與南勢溪。北勢溪長50公里，流域面積310平方公里，民國76年於北勢溪開發完成翡翠水庫；南勢溪長45公里，流域面積332平方公里。南、北勢溪至雙溪口匯合後始稱為新店溪。直潭壩位於新店溪流最狹窄的地方，攔蓄新店溪水源藉重力經直潭原水路輸送至直潭淨水場處理供大台北供水區家用及公共給水使用，青潭堰位於直潭壩下游，即於台電粗坑電廠下游約800公尺處，攔蓄新店溪水源後亦以重力流方式經由青潭原水路主線與支線輸送至長興及公館二淨水場處理後供應大台北供水區使用(如圖一所示)。

二、翡翠水庫運轉現況：

翡翠水庫位於新店溪支流北勢溪之翡翠谷，距台北市約30公里，係為滿足台北地區包括台北市、三重、新店、永和、中和、淡水及三芝等地區之自來水長期需要而興建之單一目標水庫。

翡翠水庫各階段最大需水量係於民國74年於「台北翡翠水庫建設委員會-翡翠水庫運轉規則」報告中所擬定。各階段之水庫運轉

最大需水量如表一。



圖一 原水供應示意圖

表一 翡翠水庫各階段運轉最大需水量

	第一階段	第二階段	第三階段	第四階段
淨水場	第二座	第三座	第四座	第五座
淨水場完成年度	民國76年 (原預定民國75年12月)	民國80年 (原預定民國79年12月)	民國85年 (原預定民國85年12月)	民國93年7月 (原預定民國102年12月)
運轉最大需水量	227.6萬噸	276.9萬噸	326.3萬噸	346.3萬噸
原預定適用年度	民國76-79年	民國80-85年	民國86-102年	民國103-119年

翡翠水庫目前係依據93年5月由經濟部核定之「翡翠水庫運用要點」操作，其核定之翡翠水庫水源與南勢溪流量合併運用每日最大原水供應量為345萬立方公尺，已約與水庫規劃設計時之下游最大需水量346.3萬立方公尺相當。亦即板新工程改善計畫一期工程於93年7月完工後，翡翠水庫與南勢溪天然流量合併運用，透過臺北自來水事業處(北水處)管網系統，每日支援板新地區最高支援清水量可達53萬立方公

尺。在此最大支援量下再加上臺北自來水事業處原供水轄區需水量，其最大原水供應量達每日345萬立方公尺，約與翡翠水庫設計之最大需水量346.3萬立方公尺相當，此已達翡翠水庫設計之最大供水能力，由表一知原至民國119年之設計目標年，已儼然提前到達。

三、板新工程改善二期計畫增加大台北地區缺水風險



板新工程改善計畫一期工程已於93年7月完工，因應其完工後，翡翠水庫調節與南勢溪天然流量合併運用〔翡翠水庫系統〕，透過臺北自來水事業處管網系統，每日支援板新地區最高支援量可達53萬立方公尺。在此最大支援量下，已達翡翠水庫設計之最大供水能力346.3萬立方公尺。

目前中央推動之板新工程二期計畫，預計將板新供水區全部納入北水處供水或全區由北水處支援水量，支援板新地區水量則將由每日53萬立方公尺增加至每日101萬立方公尺，屆時翡翠水庫每日原水供應量將增至每日約402萬立方公尺，已大幅超過翡翠水庫最大供水能力。然翡翠水庫為單一目標供應民生用水之水庫，且因其單一水系、單一水源(北勢溪)特性，故翡翠水庫並無其他水源可供備援或調度；此情況與美國、日本主要都市水源供應比較，凸顯出我們現有水源之脆弱性與高風險。其中紐約市之水源哈德遜河水系有19座水庫，東京之水源利根川、多摩川、荒川水系有14座水庫，大阪市之淀川水系有8座水庫，皆有多座水庫共同調蓄運轉，良好之水源調配彈性。因翡翠水庫供水區無備用水源，也無農業用水可供移撥調度，且供水網路僅能單向支援板新地區用水，大漢溪水源無法支援大臺北地區用水。故板新二期計畫之推動將使大台北地區缺水風險大幅提高。建議中央應積極開發新水源及建立新店溪水源與大漢溪水源之雙向管網機制以因應未來可能產生之水源缺乏。由於板新二期計畫造成之總需水量高達每日401.5萬立方公尺，已大幅超過翡翠水庫設計之最大供水能力，若僅增加新店溪供水負擔，而無增加水源之相關配套措施，勢必增加大台北地區之缺水風險及翡翠水庫供水之負擔。

四、歷年水量運用分析：

為探討板新二期計畫對翡翠水庫水量運用所造成之影響，本文蒐集歷年（87年至94年）每日之水庫進流量、南勢溪流量、直潭取水量、青潭取水量等資料，以此資料並分別以板新一期計畫總原水需求量每日345萬立方公尺，板新二期計畫總原水需求量每日401.5萬立方公尺計算可能之缺水率、可能之供水量、每年可能之供水日數，分析結果如表二所示。

自來水總原水量係由直潭取水量及青潭取水量相加並加上10%河道損失而得，文中有關歷年水量運用分析之計算，分別說明如下：

- (1) 實際供水日數：南勢溪流量不足以供應自來水總原水量而需由翡翠水庫補充放流供水之年合計日數。
- (2) 實際供水量：南勢溪流量不足以供應自來水總原水量者均由翡翠水庫補充放流水量之年總和。
- (3) 含板一可能供水日數：將自來水總原水量改為板新計畫一期每日345萬立方公尺之需水量並重複(1)之計算即可得。
- (4) 含板一可能供水量：將自來水總原水量改為板新計畫一期每日345萬立方公尺之需水量並重複(2)之計算即可得。
- (5) 含板二可能供水日數：將自來水總原水量改為板新計畫二期每日401.5萬立方公尺之需水量並重複(1)之計算即可得。
- (6) 含板二可能供水量：將自來水總原水量改為板新計畫二期每日401.5萬立方公尺之需水量並重複(2)之計算即可得。
- (7) 含板一可能缺水量：將每日含板一可能供水量扣除翡翠水庫進水量再進行年加總可得。
- (8) 含板一可能缺水率：將含板一可能平均日

缺水量除以345萬立方公尺之年平均即可得。

(9) 含板二可能缺水量：將每日含板二可能供水量扣除翡翠水庫進水量再進行年加總可得。

(10) 含板二可能缺水率：將含板二可能平均日缺水量除以401.5萬立方公尺之年平均即可得。

上述缺水量及缺水率之分析係假設在不經水庫調節下之估算值。

由表二顯示板新二期計畫造成新店溪水源可能之年平均缺水率高達27%，顯示新店溪水源在板新二期計畫下的支援水量能力非如預期樂觀，而在南勢溪天然流量無法調節情況下，僅靠翡翠水庫對抗北勢溪之調

節，大台北供水區風險將大幅提高可想而知。表二中板新二期計畫實施後，預估需由翡翠水庫供水之年平均供水日數達302日幾乎一年內有10個月皆需由水庫補充供水，而可能之年平均供水量高達684百萬立方公尺，比板新一期計畫之517百萬立方公尺增加近32%，由此可知板新二期計畫不但增加翡翠水庫之供水負擔，也大幅增加大台北地區之缺水風險。故表二中板新二期計畫比板新一期計畫可能使翡翠水庫之平均年缺水率由22%增為27%、年平均供水量由517.1昇至683.9百萬立方公尺、可能供水日數也由286日增為302日，未來板新二期計畫不僅增加翡翠水庫之供水負擔，也增加大台北地區之缺水風險。

表二：歷年(87~94)水量運用分析表

單位：百萬立方公尺

年份 (年)	翡翠水庫進水量	自來水總原水量	南勢溪流量	實際供水日數 (日)	實際供水量	含板一可能供水日數 (日)	含板一可能供水量	含板一可能缺水量	含板一可能缺水率(%)	含板二可能供水日數 (日)	含板二可能供水量	含板二可能缺水量	含板二可能缺水率(%)
87	1583.56	1173.25	1665.67	222	357.79	234	414.42	215.28	17.1	265	556.01	306.46	20.9
88	720.43	1196.04	904.65	294	445.56	300	494.41	230.57	18.3	316	669.28	347.46	23.7
89	1401.96	1294.63	1603.26	254	398.33	255	382.66	170.09	13.5	270	531.03	263.19	17.9
90	1397.46	1269.43	1555.23	292	461.21	292	457.36	191.57	15.2	305	626.81	300.28	20.5
91	543.14	1076.25	665.67	334	618.08	342	783.37	509.87	40.5	346	977.84	680.20	46.4
92	537.62	1059.70	598.02	324	548.94	337	730.27	470.76	37.4	345	923.18	632.32	43.1
93	3681.69	1066.61	1381.11	262	351.67	288	503.94	273.77	21.7	305	671.67	391.77	26.7
94	1303.45	1027.77	1829.85	213	221.14	244	370.57	149.52	11.9	267	515.67	238.56	16.3
平均	1396.16	1145.46	1275.43	274.38	425.34	286.50	517.13	276.43	21.9	302.38	683.94	395.03	26.9

五、相關研究報告之新店溪水源分析

經濟部水利署水利規劃試驗所於「板新地區供水改善計畫二期工程檢討評估暨新店溪水源開發計畫檢討」之水源專題報告中分析新店溪供水能力，其成果如表三。由表三可知當原

水供水量為334萬立方公尺/日時(較接近板新一期之原水供水量345萬立方公尺)，缺水指數為0.04；而當原水供水量為401萬立方公尺/日時(較接近板新二期之原水供水量401.5萬立方公尺)，缺水指數為0.20，亦即板新二期工程將使新



店溪水源缺水指數上升近5倍。另又在研究報告「翡翠水庫洪水調節運轉作業檢討(二)」中提及翡翠水庫原規劃設計在直潭第五期完工時之年缺水指數為0.02，並指出「翡翠水庫在擴大供應板新地區用水之期程三(即板新二期)下，年缺水指數為0.32，嚴重枯旱年時缺水風險將顯著增加」之結論。由上可知以，板新二期工程將使翡翠

水庫原規劃設計之缺水指數上升10或16倍之多，亦即大臺北地區之缺水風險將顯著增加，故在新店溪水源並無餘裕水量且無其他水源可供備援或調度下，推動板新二期計畫應有積極開發新水源之相關配套措施及建立新店溪水源與大漢溪水源之雙向支援管網機制。

表三：新店溪水源供水能力一覽表

單位：萬立方公尺/日

缺水指數(SI)	0.01	0.03	0.04	0.11	0.12	0.20	0.28	0.40	0.61	0.80	1.00
原水供水量	295	322	334	372	378	401	418	428	445	457	468
供水能力	扣除10%損失	266	289	301	334	340	361	376	385	400	411
	扣除15%損失	251	273	284	316	322	341	351	364	378	388

備註：1.本表未含北水處所轄陽明、雙溪(計每日8萬立方公尺)及其他小型獨立供水系統。

2.分析資料期間：民國47-91年計45年。

3.扣除損失中，5%屬淨水損失，其餘為河道輸水損失。

六、結論與建議

1.以歷年資料探討分析，板新一期計畫及板新二期計畫可能使翡翠水庫之平均年缺水率由22%增為27%、年平均供水量由517.1昇至683.9百萬立方公尺、可能供水日數分別為286、302天，未來板新二期計畫不僅增加翡翠水庫之供水負擔，也增加大台北地區之缺水風險。

2.由歷年水量計算分析板新二期計畫推動後，其缺水率及供水量皆呈大幅增加，並由經濟部水利署水利規劃試驗所之水源專題報告及「翡翠水庫洪水調節運轉作業檢討(二)」報告之缺水指數數據，顯示由翡翠水庫原規劃設計時之0.02大幅昇至0.32，板新二期計畫將使台北地區缺水風險大幅提高，在新店溪水源並無餘裕水量且無其他水源可供備援或調度下，推動板新二期計畫應有積極開發新水源之相關配套措施。

3.建議中央應積極開發新水源，以因應未來可能之用水短缺。由於板新二期計畫造成之總需水量高達每日401.5萬立方公尺，已大幅超過翡翠水庫設計之最大供水能力，若僅增加新店溪供水負擔，將來除可能發生水源不足情況外，也嚴厲考驗著翡翠水庫之調節能力，未來勢必造成大台北地區缺水風險大增。

4.建議中央建立新店溪水源與大漢溪水源之雙向管網機制，並能儘速著手進行，以保障大台北地區之用水安全。

參考資料

- 1.中興工程顧問社，臺北翡翠水庫運轉規則，民國74年
- 2.臺北翡翠水庫管理局，水庫操作年報，民國87年至94年
- 3.財團法人成大研究發展基金會(經濟部水利署水利規劃試驗所委託)，北部地區水資源系統備用水源及管網之分析檢討，94年
- 4.經濟部水利署水利規劃試驗所，板新地區供水改善計畫二

- 期工程檢討評估暨新店溪水源開發計畫檢討，94年
5.經濟部水利署水利規畫試驗所，94年度水資源規劃期中簡報，94年
6.經濟部水利處，板新地區供水改善計畫，89年
7.財團法人成大研究發展基金會(臺北翡翠水庫管理局委託)，
翡翠水庫洪水調節運轉作業檢討(一)、(二)，91、92年
8.臺北翡翠水庫運用規則，78年8月
9.翡翠水庫運用要點，93年5月

作者簡介

康世芳先生

現職：淡江大學水資源與環境工程學系教授
專長：廢水物化處理、給水工程、水庫經營管理、水庫水質

林瑞廷先生

現職：臺北翡翠水庫管理局簡任技正兼水庫運轉中心主任

專長：水資源規劃、水庫操作及經營管理

王為森先生

現職：臺北翡翠水庫管理局水庫操作科科長

專長：水資源規劃、水庫操作及經營管理

朱孝恩先生

現職：臺北翡翠水庫管理局水庫操作科操作股股長

專長：水資源規劃、水庫操作及經營管理

洪章哲先生

現職：臺北翡翠水庫管理局水庫操作科副工程司

專長：水資源規劃、水庫操作及經營管理



如何消除用戶馬達直接抽水弊病

文/朱健行

時代的進步，許多自來水供水配水設備及用戶給水設備機能大為進步，但受限於自來水用水設備標準第14條明定：『用戶裝設之抽水機，不得由受水管直接抽水』，由於此為強行禁止事項，要求用戶若不設蓄水池，任意加裝馬達亦屬違反上述事項，由於本處無核准之權限，惟本處若基於實際情形需要，亦可主動建議中央主管機關修正前開規定，使馬達直接抽水行為在有條件情形下得為法律所許可，而不影響鄰近用戶水壓及安全用水。然斯時如何確保馬達直接抽水行為，無礙於管線設備之安全，且不會造成負壓污染，將是本處於給水工程執行上急須解決之問題，如何克服萬般困難，與廠商、學、研界與自來水事業共同研發，才能有效修法或發展更優良、有效便宜之給水設備，造福民眾福祉。

一、前 言

在大台北供水轄區內，自來水長久以來扮演著維生管線之重要角色，轄區內居民幾乎全是以自來水為給水來源；91年旱災時因極端的旱象，不得不以「供五停一」之供水方式，謹慎供水，造成用戶不但量的減少，同時衍生「質」的不良，尤其是部分用戶之給水設備，早已將蓄水池拆除，或蓄水池在原防火巷內，長久未清洗或失修，汙穢不潔而被打掉，或因堆積廢物等種種因素，經調查許多用戶皆採用馬達直接抽水，即「直接從配水管以馬達直接抽水」，且可能是於通告配水管暫時停水時，用戶不知給水已停止仍然以馬達直接抽水，可能部分水管有破損產生虹吸現象，因而可能造成負壓給水（壓力為負值產生吸力吸入污水），則使用馬達直接抽受水管之水（可能已受污染），嚴重影響用戶安全、健康及生活品

質，此類用戶飲水方式急待協助改善。然而各種改善之方法尤其以防止產生負壓給水急需產、官、學、自來水界之共同努力研究及討論，研發成本低廉安全有效防止負壓之用水設備，例如增壓直接給水、恆壓變頻馬達或防止負壓控制之馬達等設備，若能努力研發得到ISO認證，且馬達給水設備能經濟便宜，則在有效且安心情況下，將可提供安全衛生之自來水而能福利民生。

二、研究問題與目的

以往臺北自來水事業處（簡稱本處）在用戶申請接水之前，要求送審用水設備內線目的之一，即考慮到自來水管網配水的水壓與水量是否充足或夠用，恐怕不足而規定2層樓以上用戶，必須採用間接加壓之用水設備；壓力不很充裕地區，由於用戶於1樓或地下室設有水池，樓頂設置水塔，進水容易，且可保持適當蓄水量，遇缺水或停水時，用戶不至於面臨立即缺水之不便，且只要定期清洗水池水塔，飲用水即能確保衛生安全；然而經本處供水分研究，是否可以要求用戶加裝不會產生負壓之馬達，以解決馬達直接抽水問題，經徵詢企劃科意見：「由於自來水用戶用水設備標準第14條明定：『用戶裝設之抽水機，不得由受水管直接抽水』，此為強行禁止事項，要求用戶不設蓄水池，加裝不產生負壓之馬達，亦屬違反上述事項，由於本處日平均水壓不超過 2.0kg/cm^2 甚至只有 1.5kg/cm^2 左右，本處因壓力不足，無『核准』之權限」。因此探討如何推動修法或是採取變通之規範，乃是關心用戶的一大重要課題，或增強精進用戶給水設備馬達之功能，減輕用戶用水成本，以達到有效供給清潔衛生適量之自來水，是為當務之急。

三、用戶馬達直接抽水之緣由

依據自來水法，北水處各營業分處及技術科審圖室，在受理新建築物之接水申請案件，從審圖、設計、施工、檢驗、裝表各項作業過程中，嚴格把關遵守規範並無放鬆。然而主要問題發生在北水處對用戶之用水設備，並無定期檢查之機制，早期興建的4~6樓之公寓，進水管允許從防火巷進入，且蓄水池設於後院，有地上式或地下式，後來經過數年後，原來的防火巷被違章建築所佔，蓄水池被打掉或移至防火巷，而防火巷空間狹小，更是藏污納垢之所在；加上蓄水池或水塔未定期清洗，用戶自然漸漸失去信心而不敢再使用而改購買過濾器，且許多用戶是在無照水電工驅使下，擅自改為馬達直接抽水，雖一時解決用戶紛爭，但馬達直接抽水之後患逐漸顯現：

- (一) 用戶用水設備外線老舊，若有破損，遇水壓低或停水，馬達而仍然繼續抽水，則容易吸入污水，有水濁、水臭等現象，嚴重影響飲用水安全甚鉅。
- (二) 馬達直接抽水，拆除原有蓄水池，用戶就毫無備用之水，可能冒缺水之險，且造成生活上之不便。
- (三) 馬達抽水機使用一段時間，機件易耗損，無維修保養下運轉時，雜音越來越大，形成噪音，影響用戶安寧。

民國88年下半年及89年，北水處配合行政院內政部擴大內需專案執行改善用戶用水設備汰換計畫，其中包括鼓勵原來在屋後防火巷裝接自來水設備之用戶，改裝至屋前並配合修改屋內自來水管線。主要工程內容是規定用戶自行僱用水管承裝商，將原有位於防火巷或屋內之表位改設至屋前，且其穿越室內使用不鏽鋼管，並採不挖掘地面之方式施工者，本處負擔1/2之工程費；若以挖掘地面施工者，本處不負挖補之責，且僅就不

鏽鋼管之部分負擔1/2工程費。

本計畫若能有效實施，應可將早年允許之老舊管線，甚至許多已經擅自改為馬達直接抽水者，如圖1，或有污染水質之虞的用戶，給予全面改善之機會。然而配水管一律埋設於屋前巷弄道路上，技術上好像並無困難，但實質上，麻煩的是在屋前不易找到空間安置蓄水池及加壓設備，因此北水處特地放寬限制作下列2項規定：

- (一) 經會勘認定穿越室內明管施工困難者，得於屋前適當位置裝設經本處認可之加壓設備，直接加壓送水至屋頂水塔供水。
- (二) 北水處供水系統壓力足以直接送水至屋頂水塔之用戶，經本處同意免裝設前述加壓設備。



圖 1 馬達直接抽水情況四樓公寓現場

四、負壓污染防治

有鑑於民國91年大台北地區抗旱分區供水時期，因馬達直接抽水導致負壓污染案例4百餘件，引起民眾恐慌，不少用戶皆是因蓄水池廢棄或進水量不足，而私自改用馬達直接抽水，如此極易造成負壓污染而且違法；法規雖明文規定不可以馬達直接抽水，但因小部分管線末端水壓不足，本處因而無法對違規者斷然採取斷水措施，在未能提供有效具體改善措施下，負壓污染仍無法有



效改善，可能影響用戶之飲用安全。

當用戶使用馬達直接抽水可能造成負壓污染，若管線老舊破損，將導致漏水點污水回流或倒虹吸而污染水質，污染輕者造成異味，嚴重者可測出氨氮及大腸桿菌有礙健康。即使老舊自來水管線如期汰換，仍難以達到低漏水量，惟有靠用戶端具有防止負壓進水之用水設備，方能有效預防負壓導致水質污染事件發生。目前國內飲用水設備管理，主要是依據「飲用水管理條例」、「自來水法」及經濟部水利署92年頒布之「自來水用戶用水設備標準」加以規範。國內不少用戶因蓄水設備廢棄或進水量不足，而改用馬達直接抽水，嚴重影響鄰居用水權益；若遇尖峰用水時段水壓降低，難免發生負壓進水而污染水質，極易造成負壓污染。為避免以上所述，北水處針對負壓污染研擬較經濟可行之技術對策，以利降低漏水量，在均衡水壓政策下，仍負起確保用戶水質維護責任。

(一) 防止馬達負壓抽水模擬試驗

防止馬達負壓抽水模擬試驗設備詳如圖2所示，係採用蓄水池及有用戶端抽水機，僅增設一小型回流槽，由槽中浮球自動調節抽水量。水壓足夠時回流槽滿水位則

無回流，抽水機吸入端水壓維持正壓，供水不足時，部分抽水出水將自動回流至回流槽，補充抽水機正常所需抽水量，以防止管線出現負壓；除連續測試收集前後抽水機水壓及水量等連續監測數據外，並實際觀測是否發生負壓進水。圖2係模擬各種用水時段，比較抽水機出口回流與否對實際抽水量及水壓之影響。測試設備平台範例如圖2。結果整理如表1。

(二) 馬達直接抽水用戶防止負壓抽水案例

93年11月9日北市信義區福德街使用馬達直接抽水用戶之水質檢驗結果：餘氯 0.07mg/L ，雖無氨氮反映惟大腸桿菌呈陽性反應，疑水質受污染，前往設置負壓防治設備及水壓監測設備。



圖2 馬達直接抽水模擬試驗測試設備

表1 不同時段及抽水回流量對抽水量及吸入端水壓之影響

狀況別	用水時段	回流閥	回流量	吸入端水壓	實際抽水量
A	離峰	close	無	0.3 kg/cm^2	23公升/min
B	尖峰	close	無	-0.34 kg/cm^2	13公升/min
C	尖峰	open	大	0.03 kg/cm^2	3~10公升/min
D	一般或離峰	open	小或無	0.1 kg/cm^2	13~22公升/min

(三) 馬達直接抽水改善技術方案比較

本處水質科將研究過程提出三種改善方案評估：

方案A：改用變頻式抽水泵，並於抽水泵

吸入端加裝「壓力控制設備」。

方案B：改裝為「雙管式送水機」。

方案C：續用抽水馬達，惟須增置「回流槽」。

表2 馬達直接抽水改善技術表

改善方案	優點	缺點	材料費概估(元)
A	有類似商品，抽水量可隨水壓微調，避免間續抽水，省能。 水壓計需改設於抽水機吸入口，使用壽命長。	專利，設置費用高，維護成本高、既有抽水機不能續用。	1~4 萬
B	沉水泵有水位感應器，負壓消除設備，噪音小，整體組裝。 水壓大時可自動進水至低揚程水塔，可破壞負壓。	水泵故障時，須整套設備更換。 尖峰用水時，沉水泵啟動頻繁。	1 萬
C	利用小型回流槽自動調節抽水量，無污染之虞。 既有抽水機仍可續用，必要時可增設自動切斷裝置。	需專業廠商認同，保證方可施工。 高水壓時，如同管中加壓可省能。	3 千

上述各方案皆具有維持管線正壓之優點外，分析如表2：

三方案比較結果，C方案經濟可行，A方案品質保證，B方案口碑中上。本處謹提供數種方案，由用戶依經濟能力決定選用適用產品。

五、增壓直接給水設備

增壓直接給水方式是在從配水管取得的給水管下游側，直接由增壓泵、控制器及逆流防止器等構成的「增壓給水設備」，增壓給水到每一建築物內的用水設備。東京都之「增壓直接給水方式」係指：對建築物之給水管，把增壓給水設備，直接加以連接，以便淨水場生產出之潔淨水不經過受水池，避免受到污染，直接輸入中高層建築物之給水方式。增壓直接給水在國外已實施多年，充分利用配水管內動水壓，除了可總體節約能源外，並且確保正壓供水，減少水池水塔，且避免受到污染，此為正壓密閉系統，可以減少水池水塔設置空間，並減少能源耗費；用戶若是要先使用複合式給水，或許其為階段性任務，其重要性亦非比尋常，但屋頂水塔亦可能遭受污染，隨著時代進步科技發達，優良的用水設備如：泵、控制器、逆止閥..等，將提供更便利之給水設備供

用戶充分應用。如果能將用戶所直接使用馬達抽水之弊病，能採用增壓直接給水，並學習日本水道界有計劃增設給水所，則將有助益供給可飲用安全衛生之自來水。

六、恆壓變頻變速泵之訴求

(一) 恒壓

恆壓即是指設定之要求壓力，在使用水量變化時，其壓力仍維持不變，其線性範圍正負1%，壓力穩定可達96%（當然其設定壓力是在本處要求試用壓力指令上）。

(二) 變速

速度控制方式使得動力節約，溫度變化對於泵、水量、揚程、軸動力的物理性變化；泵之速度控制方式，就是使泵迴轉數連續變化，在泵運轉點所要求之水量下，尚能保持一定壓力的控制方式。

(三) 變頻

變頻方式有很多，如齒輪、皮帶輪、變速馬達等，變頻是目前最好且最進步之變速利器。因其啟動平滑，啟動電流小，無啟動接點火花、省電、用多少水，耗多



少電，緩慢停止，無水錘發生。保護功能多：過載保護、高電壓保護、低電壓保護、瞬間跳電保護、逆轉保護、漏電保護、欠相保護，故障原因及運轉功能可以顯示，並且可以多次自動回歸。其優點是節省用水、體積小、壽命長。為確保用戶用水方便衛生，研擬出較易為民眾接受之改善方案，俾保障用戶，本處目前為降低漏水率，所採行的是低水壓政策下之安全用水。

穩定供水水壓對策是為當務之急，本處諸多高地配水池，皆因離峰用水時段水壓不足，而無法有效蓄水，現已加強觀念改為，離峰時段增加高地配水池蓄水，尖峰時釋出高地配水池所儲蓄之水，所改善之構想，使能發揮穩定管網水壓功能，以降低負壓污染水質之機率。



圖3 廠商新研發間接加壓機組（自來水廠商開發）

七、用戶用水設備檢查與檢討

(一) 直接用水戶：未經水池水塔直接供水至用戶家中，採用馬達直接抽水。由自來水管（水表）直接抽水，極易造成管中負壓吸入污染物污染自來水，應避免直接抽水；如計劃停水期間，務必事先通知用戶關閉抽水馬達。

(二) 間接用水戶：經過水池水塔間接供水至

用戶家中，採用馬達抽水。從自來水管線（水表）不經水池水塔，極易造成管中負壓，吸入污染物污染自來水。由於馬達直接抽水係短時間內大量抽取配水管內水量，在尖峰用水或水壓偏低時水管內水壓比其周圍的壓力來得小，亦即負壓（Negative Pressure）的形成，如遇管線有裂縫會產生虹吸作用，使外側污水自裂縫處被吸入自來水管中，造成水質嚴重污染，亦屬於住家自來水二次污染之重要因素。

(三) 相關規範說明

推動消除用戶馬達直接抽水之相關依據：

- (1)「用戶裝設之抽水機，不得由受水管直接抽水。」
- (2)「蓄水池容量為設計用水量十分之二以上；其與水塔容量合計應為設計用水量十分之四以上，至二日用水量以下。」

八、結論與建議

(一) 結論

本專題係針對本處調查到的馬達直接抽水用戶，為他們消除馬達直接抽水之行為，也避免自來水遭受水質污染損害用戶健康，更為配合本處積極進行用戶給水管線抽換施工，解決防火巷髒亂用水品質低落之陳年老問題。為使營業分處執行有所遵循，應共同研訂「臺北自來水事業處馬達直接抽水作業須知」¹種「草案」，協力推動民生法案。

(二) 建議

- 1、修法：依臺北市自來水用水設備規範第九條規定，僅要求給水管50mm以上者，

進水口低於地面之蓄水池，應設置地上式接水槽或安裝持壓閥於表箱內。今後協助用戶檢查持壓閥功能，給水管50 mm以下者加裝自動破壞負壓裝置，並積極修法俾利推廣及執行，均屬迫切需要之要務。

- 2、提供誘因：比照不同給水管徑之水費差予以優待；用戶配合消除馬達直接抽水在日後調整水價方案中，降低其漲價幅度。
- 3、水壓調配：協調於尖峰用水時期優先調配或改善管網水壓及供水量。
- 4、輔導合格廠商：由於水電裝修業普遍缺乏，改善馬達直接抽水，及負壓污染之觀念及專業知識，本處應主動輔導合格施工廠商，並由廠商建檔追蹤，確實保固功能及保證故障排除。
- 5、職訓中心教育訓練，講解防火巷管線施工要領、改裝表位立式裝置原則及消除馬達直接抽水之作業等須知。
- 6、蒐集最新國際水質管理相關資訊予以研析、法規趨勢掌握及前瞻性水質管理策略規劃。

九、致謝

感謝台北自來水事業處多位長官，蔡視察、檢驗中心王主任、王銘水股長，前任副處長李泰雄先生等更是提供寶貴資料，尤其是水質科江清蓮股長提供技術資訊

、圖文檔案，得以充實完成本文，衷心感謝；其他參與專案人員在此一併致謝，並希望若需更深入探討時，更能同心協力，完成任務。

十、參考文獻

- 1.臺北自來水事業處，臺北地區複合式給水設備適用性之探討，臺北市政 府93年度計畫研究報告，民國93年12月。
- 2.臺北自來水事業處，供水水質與管網操作維護管理關係探討，臺北市政 府93年度計畫研究報告，民國93年12月。
- 3.朱健行，自來水有效維持管理要點之探討，自來水會刊19卷第3期，2000年8月。
- 4.臺北自來水事業處，提升大台北地區供水系統用戶用 水設備供水品質之探討，2002年12月。
- 5.朱健行等，增壓直接給水設備適用性之探討，民國92年11月。
- 6.江清蓮、林淑美，消防錯接污染防治技術探討，自來水會刊築志24卷第3期。
- 7.王根數，自來水用戶設備管理體系之建立，2002年。
- 8.日本水道協會，水道施設設計指針，2002年。
- 9.江清蓮，負壓污染防治技術探討，自來水會刊築志。

作者簡介

朱健行先生

現職：臺北自來水事業處供水分科工程員

專長：監視監控水壓水量、調配水壓、審核管網改善工程、 蒐集國外技術文獻研討寫作。



系統備載及備援讓供水更安全穩定

文/吳陽龍、許芳山、朱撼湘

壹、前 言

「台北區自來水第五期建設給水工程計畫」(以下簡稱北水五期計畫)，係臺北自來水事業處(以下簡稱本處)為滿足大臺北供水區民國119年前各階段之供水需求，並確保供水穩定及提高供水品質，於民國77年規劃，並於民國80年經行政院核定執行。本計畫分為兩階段執行，辦理原水系統、淨水設備、輸水系統、配水池加壓站、管網系統及淤泥處理設備等自來水設施之新設、擴建及更新改善等各項工程。第一階段自民國80年至95年，計畫總工程費219億餘元，完成重要工程項目包括：第二條原水輸水系統場區涵渠段、直潭淨水場第四座及第五座、第二條清水幹線、民生加壓站及配水池等工程。

考量近年來地震、枯旱、暴雨、原水高濁度、供水設施事故等影響民生正常用事件明顯增加，造成供水風險日趨升高，因此本處決定啓動北水五期第二階段計畫，重新檢討供需狀況，滿足民國119年供水需求，並建立容量備載與系統備援之機制，提升供水系統穩定性與安全性。

貳、規劃基準

2.1 供水壓力

就現行供水模式而言，一般平房建物以直接供水方式為主，樓高在二樓以上建物則利用建築物本身設置的地下蓄水池及屋頂水箱，採間接供水方式進行供水。依據臺北市建物樓層分佈比率調查結果，四層樓(含)以上建築物比例高達61.8%，預期未來平均樓層高度將愈來愈高，這些高樓層用戶無法僅由配水管網的供水壓力直接供水，

因此建議維持現有的供水模式。

供水壓力基準建議應滿足一樓直接用戶的用水需求及道路救火栓出口壓力需求，此外，考量「臺北市自來水事業工程設施標準」第179條規定：配水管線之水壓，供水人口在一萬人以上者，最小動水壓以 1.5 kgf/cm^2 為準。故建議民國119年時管網系統最小動水壓採 1.5 kgf/cm^2 作為本計畫供水壓力目標。

2.2 需水量變化

經調查本處民國78年~92年間供水系統最大日需水量與平均日需水量之比例值介於107%~123%間，在15年數據中，有11年之比例值介於111%~117%，經檢討後，建議訂定最大日需水量為平均日需水量之117%。

至於最大時及最小時需水量，依據現行「臺北市自來水事業工程設施標準」，經檢討後，建議訂定最大時需水量為最大日需水量之130%；最小時需水量為最大日需水量之60%。

2.3 備載容量

由於備載容量基準甚少見於相關標準或規範中，因此建議採用日本水道維持指南(日本水道協會，1998)中設備餘裕度的標準，再依各項設施的運作水量不同，參考國內自來水工程設施標準及日本水道用語辭典的容量規定，以及國際自來水協會「Performance Indicators For Water Supply Services」(IWA，2000年)中設施比較指標的定義，建議備載容量基準如表2-1。

表 2-1 備載容量建議基準表

	設備容量	備載容量	備註
貯水設施	100day 計畫取水量		
取水設施	1.1day 計畫取水量	0.1day 計畫取水量	1.計畫取水量=最大日供水量+處理場內耗損水量+原水輸送損耗水量 2.通常以計畫取水量=1.1 倍最大日供水量計算
導水設施	1.3day 計畫導水量	0.3day 計畫導水量	計畫導水量=計畫取水量
淨水設施	淨水設施： 1.25day 計畫淨水量 清水池： 1hr 計畫淨水量	0.25day 計畫淨水量	計畫淨水量=最大日供水量+處理場內耗損水量
送配水設施	送水設施： 1.2day 最大日供水量 配水設施： 1.2day 計畫配水量 配水池： 0.5day 最大日供水量	0.2day 最大日供水量 0.2day 計畫配水量	1.配水設施係指抽水機組容量 2.加壓站直接供水或經管中加壓中繼加壓站供水時，計畫配水量=最大時供水量。 3.加壓站供水至中繼配水池加壓站供水時，計畫配水量=最大日供水量。 4.配水池容量不含私人蓄水池容量

參、規劃目標年供水需求預估

3.1 目的與方法

自來水供水區域內未來人口之成長情形與需水量大小之推估有密切之關聯，而需水量之多寡為決定水源開發、取水、原水輸水、淨水處理及輸配水等主體工程與其他附屬設施設計容量之依據，且為供水分區劃分之基本參考資料。

預估方法，首先推估供水區域內未來於規劃目標年(民國119年)之人口成長情形、人當量用水量，及普及率、售水率等參數，再依下列計算式計算出供水需求量。

供水需求量=供水人口*人當量用水量*普及率/售水率

3.2 供水人口預估

預估供水範圍之供水人口數，於計畫目標年民國119年時，直接供水區之總人口數為4,734,755人，分水支援區之總人口數為251,151人。

3.3 人當量用水量預估

本處統計年報中定義之每人每日用水量為每日平均計劃用水量除以用水人口數，然計劃用水量中包括家庭用水、營業用水、機關用水、學校用水、市政用水及支援省水等，其計算方式與台灣省自來水公僅計算家庭用水量之方式不同，常易引起用水量過多之誤解，所以在本計畫中對於每人每日用水量之定義將採與台灣省自來水公司相同方式，僅計算家庭用水量。而本處原計算之每人每日用水量之方式將其定義為人當量用水量。

考量配合政府節約用水政策，預估至計畫目標年每人每日用水量將減至245 LPCD。至於營業用水之部分，考量工商業長期發展趨勢，評估用水量仍會持續成長，預估至計畫目標年為105 LPCD。至於機關用水、學校用水、市政用水及其他用水等，預估至計畫目標年為31 LPCD。總計前述用水量，推估臺北自來水系統之人當量用水量至民國119年時為381 LPCD。



3.4 普及率與售水率預估

有關供水普及率方面，目前無論直接供水區域及分水支援區域，供水普及率均已接近100%，所以供水普及率均以訂為100%。

有關售水率方面，直接供水區域部分，本處目前正積極辦理自來水供水管網改善長期計畫，預估直接供水區域之售水率至計畫目標年民國119年可達到80%，至於分水支援區之售水率則採70%計之。

3.5 需水量預估

依據前述各項參數檢討，推估民國119年臺北自來水系統直接供水及分水支援區域需水量合計為239萬CMD。

另外，考量支援用水量，包括淡海新市鎮需水量為18.5萬CMD，板新一期計畫之需水量為53萬CMD，如板新二期計畫啟動，需水量則將提升至101萬CMD。

綜計以上各項水量於民國119年時之需水量，統計如表3-1。

表 3-1 臺北自來水系統總需水量統計表

區域或計畫	需水量 (CMD)	說明
臺北自來水系統直接供水區	225萬	民國119年
臺北自來水系統分水支援區	14萬	民國119年
淡海新市鎮	18.5萬	三期完成期程民國118年
小計	257.5萬	
板新一期工程	53萬	已完成(最大需水量)
板新二期工程	101萬(含一期)	規劃中，水量(最大需水量)為暫定，預估民國100年完成
合計	310.5萬/358.5萬	含板新一期/含板新二期

肆、水源及原水系統規劃

4.1 水源系統

一、系統現況

臺北市自來水的水源，97% 以上來自新店溪，其他尚包括雙溪水源及陽明山、北投水源等地區性水源。新店溪的水源主要包括南勢溪水源及北勢溪水源，其水源運用的方式係利用南勢溪的川流水源，配合北勢溪翡翠水庫的庫容水源，以聯合運用的方式由直潭壩、青潭堰引水供應大臺北地區用水，如圖4-1。

二、規劃內容

直潭壩於民國67年7月完工，因無替代原水路，故無法停水進行維修清淤，依據

相關文獻分析，壩後庫容淤沙約有80萬立方公尺，考量引水運轉正常運作，及避免原水水質濁度升高，故規劃辦理淤沙清理。此外，直潭壩現有之閘門水封、閘門吊門機、及電氣設備及相關營管系統等軟、硬體設備均已老舊，故規劃配合辦理更新。預估總工程費約5.1億元，預定於民國99~102年執行。

4.2 原水系統

一、系統現況

目前台北自來水系統中已完成二條主要原水輸水路，一條為直潭場第一條原水輸水路，自直潭取水口引取後，經原水導水路將原水送至直潭淨水場，輸水能量270

萬CMD。另一條為青潭原水輸水路，由青潭取水口引取後，經原水導水路分別將原水送至公館淨水場及長興淨水場，輸水能量108萬CMD，如圖4-1。

目前本處正進行直潭淨水場第二條原水輸水系統，規畫輸水能量270萬CMD。使用台電粗坑頭水路之粗坑堰取水口進行取水，完成後將與直潭第一條原水輸水路互為備援。目前正進行施工中，預定民國99年完工。

二、規劃內容

(一)直潭二原粗坑頭水路改善工程

二原上游段使用台電粗坑水路，興建於日據時代，年代久遠，其明渠段為梯型漿砌卵石構造，恐無法承受過大沖刷流力，且未設有防污設施；隧道段為紅磚襯砌構造，當隧道滿管時恐對隧道襯砌結構安全有影響；此外，粗坑堰取水口於颱風暴雨時常遭垃圾雜物堵塞無法取水，以及粗坑頭水路中途有鄰近地面排水溝直接接入，土砂常隨雨水由上游集水區帶下，淤積管內，影響原水品質。為解決上述問題，本計畫編列工程經費約為2.5億元，預定於民國96~98年執行頭水路改善工程。本工程完成後，頭水路隧道段可增加10%輸水面積，穩定二原供水量，並可提高粗坑頭水路供應原水之水質。

(二)直潭第一條原水輸水路維修工程

自民國73年完工通水後，因無替代原水輸水路，無法辦理停水檢修，為降低漏水及延長輸水管壽命，計畫於直潭第二條原水輸水路完成後，辦理全面檢視及維修工程。總工程經費約為7,300萬元，預計於民國99~102年執行。

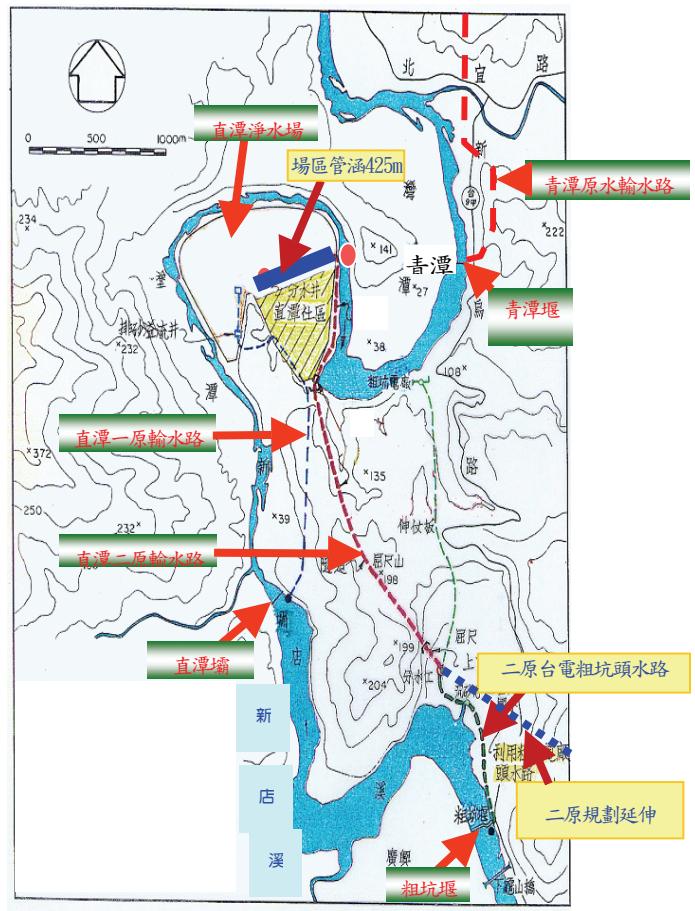


圖4-1 臺北自來水系統水源及原水系統圖

伍、淨水、清水及淤泥系統規劃

5.1 淨水系統

一、系統現況

臺北地區自來水淨水系統現有直潭、公館及長興三座主要淨水場，如圖5-1，此三淨水場皆利用新店溪水源

之原水，此外，尚利用雙溪水源之雙溪淨水場，及利用陽明山水源之陽明淨水場等。

上述5座淨水場總設計處理能量為391萬5千CMD，惟經本處依據美國於1991年所發展之綜合性效能評估方法(Comprehensive Performance Evaluation, CPE)進行評估結果，實際總處理能量約為366萬3千CMD，較原設計值減少25萬2



千CMD之處理能量。檢討其主要原因係環保法規日趨嚴格，故本處採用濁度內控標準值較原設計標準提高所致，致使沉澱單元操作出水能力減低所致。

考量臺北自來水系統最大日需水量加計備載容量需求，在包括支援板新一期計畫狀況下，計畫目標年民國119年時之設備總處理能量需求為455萬CMD，則現有設備處理能量將不足88萬7千CMD，對此，本處已規劃新建直潭場第六座淨水設備70萬噸，及將直潭場第三座淨水設備提升增加20萬噸，完成後即可滿足需求。

但當板新二期計畫納入至本計畫供水範圍時，設備總處理能量需求將增加為525萬CMD。此時，處理能量短缺158萬7千CMD，扣除新設直潭六座及改善直潭三座後所增加90萬噸處理能量，仍不足68萬7千CMD。為解決此一問題，本處進行相關規劃。

二、規劃內容

(一)長興場水平東西側處理能量提升工程

依據效能評估結果，長興場水平東西側處理能量低於原設計量，故針對水平東西側處理單元規劃更新工程，內容包括：水平東西側沉澱池安裝傾斜管，將原綠葉式快濾池，改成重力式快濾池，及設置反洗加壓單元。總工程經費約為2.4億元，預定於民國99~102年執行。本工程完成後，水平東西側處理能量可提升約10萬CMD。

(二)直潭場第一、二及四座淨水設備處理能量提升工程

第一、二及四座淨水設備之原水涵渠及處理單元等結構物，水力設計條件均採70萬CMD，但單元中之處理設備及設施包括混凝機、膠凝機及傾斜管等設備則採50

萬CMD處理能量設計，因此，計劃將各座淨水設備之處理能量提升至70萬CMD。總工程經費約10億元，預定於民國105~109年執行。本工程完成後，可增加淨水處理能量60萬CMD。

(三)直潭第一座快濾池改善工程

第一座淨水設備之快濾池，經測試後發現表洗效率不足，噴嘴已阻塞達百分之五十，且判斷部份濾池濾料已有流失。故規劃更新快濾池設備，以穩定出水量與質。總工程經費約1.1億元，預定於民國102~104年執行。

5.2 清水系統

一、系統現況

大臺北供水區現有2條清水輸水幹線，均由直潭淨水場出水，第一條清水輸水幹線主幹線全長約17.3公里，輸水能力為每日1,927,000立方公尺。第二條清水輸水幹線輸水容量248萬CMD，主線全長約17.4公里，如圖5-1。

為使二條清水輸水幹線可相互調度，且互為檢修備援幹管，共設置安康、中和、公館、長興、信義、民生等六條支線。目前除信義支線因需配合信義捷運線共同管道施工，尚未完成外，其於5條支線均已完成。

經由電腦模擬分析結果，以現有的清水幹線系統容量，未來如納入板新二期計畫水量時，會影響到清水幹線系統之備載容量。故未來如需配合板二計畫時，宜另案考量興建第三條清水輸水幹線工程，以滿足備援需求。

目前清水幹線系統中，僅有信義支線尚未建造完成，其在清水幹線區段檢修時

，肩負調配輸水的重要功能，且必要時可採重力支援市府周圍區域，兼具區域備援之功能，因此，本計畫將二清信義支線納入執行。

二、規劃內容

二清信義支線工程需配合捷運與共同管道工程施工時併同施工，管線分為二段，第一段於建國南路與敦化南路間的信義路上新設 $\phi 2,400\text{mm}$ 管線，聯絡建國南路上的 $\phi 2,200\text{mm}$ 第一條清水輸水幹線與敦化南路上的 $\phi 2,400\text{mm}$ 第二條清水輸水幹線。第二段於敦化南路與松德路的信義路上新設 $\phi 1,000\text{mm}$ 管線。工程經費約 12.6 億元，預定於民國 97~101 年執行。

5.3 滲泥系統

一、系統現況

本處對於淨水後產生之淤泥及廢水採集中方式處理，所以目前僅有直潭及公館二淨水場設有完整之淤泥處理設備。其中直潭場之淨水處理容量較大，相對產生之淤泥量較多，故設置直潭淤泥廠專門處理。至於公館場之淤泥處理設備則負責處理公館、長興、雙溪及陽明等 4 座淨水場之淤泥，長興場之淤泥及廢水由專用之廢水泵抽送至公館場，雙溪及陽明淨水場之淤泥則以卡車載運至公館場併同處理。

二、後續規劃內容

經檢討公館淤泥場現有淤泥脫水機能量，操作時間過長，於深夜可能影響週遭環境品質，現有淤泥脫水機機房內尚預留有 1 組設備之空間，因此規劃增設 1 組備用脫水機及其相關附屬設備，以縮短操作時間，降低對週遭環境之影響。總工程費約 1.5 億元，預定於民國 99~101 年執行。

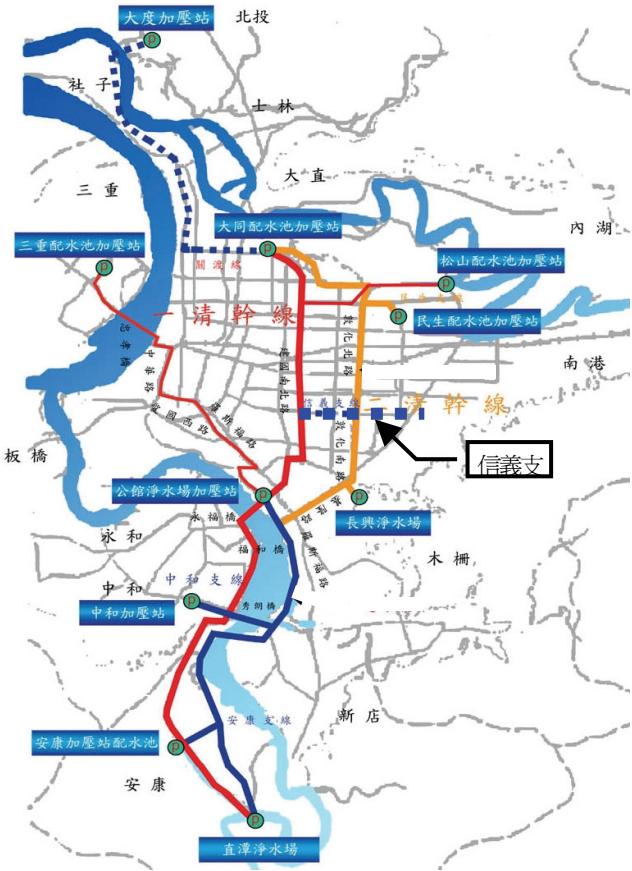


圖 5-1 臺北自來水系統淨水及清水系統圖

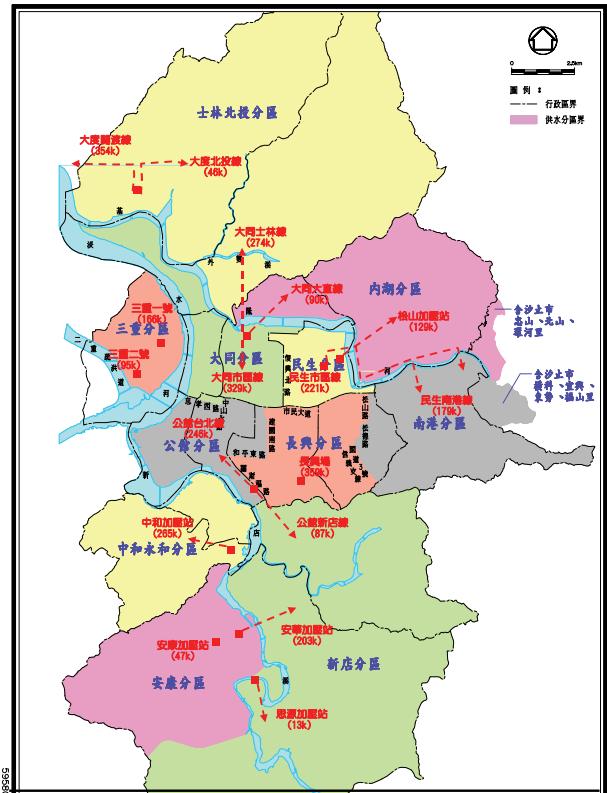
陸、配水系統規劃

6.1 供水分區

臺北自來水系統可分為 11 個供水分區，分別為：一、臺北市東供水分區，二、臺北市南供水分區，三、臺北市西供水分，四、臺北市北供水分區，五、南港供水分區，六、新店供水分區，七、安康供水分區，八、中和永和供水分區，九、三重供水分區，十、內湖供水分區，十一、士林北投供水分區。

本計畫考量各供水分區的加壓站規劃及管網系統，以及既有制水閥設置位置等因素，調整市中心的東、西、南、北等 4 個供水分區的供水範圍。並為避免與原五期計畫範圍混淆，將原有東、南、西、北等 4 個供水分區，依供水來源分別改稱為民生、長興

、公館及大同供水分區，此外，將南港供水分區之供水範圍擴大至松山路、松德路及國道三號信義支線與長興供水分區為界，以降低長興淨水場加壓站的負荷。臺北自來水系統直接供水區之未來各供水分區範圍及所負責加壓站之配置規畫如圖6-1。



6-1臺北自來水系統供水分區系統規劃圖

6.2需求評估

本計畫運用美國環保署國家風險管理研究實驗室發展之管網分析軟體EPANET，模擬各供水分區未來操作情況，藉以了解各供水分區潛在問題，並經由方案模擬，找出最佳之解決方案，作為新設汰換加壓站、配水池及管線之參考依據。

為使電腦模型接近現況，模型資料由「臺北自來水管線資訊管理系統」直接輸出，經程式轉換建置11個分區之管網模型，故對於管線位置、連接狀況與管徑、長度等基本

資料的掌握與正確性較以往提高許多。其後，再依據現況監控點資料進行分區驗證調整，以獲得接近現況之管網分析模型。

6.3 規劃內容

一、民生供水分區

目前主要由松山加壓站松山線進行供水，考量松山線機組容量已接近滿載操作，且民生供水分區的需水量預估仍持續成長，因此建議改由新近完成的民生加壓站市區線供水。

民生加壓站市區線現有抽水機組4台，考量備載需求，評估至計畫目標年仍需增購1台抽水機組，計畫納入日後年度設備更新計畫中再一併檢討添置。另依據管網模擬分析結果，本供水分區中，以八德路一帶壓力較為偏低，因此規劃增設區域的配水幹管，此外，民生加壓站市區線僅施作至光復北路與健康路口，計畫延伸至南京東路，並與南京東路捷運松山線工共同管道內預定施作的 § 700 mm管線接管，強化區域供水能力。

二、長興供水分區

現由長興淨水場加壓站供水，因長興淨水場即座落於長興供水分區轄區內可就近供水，因此無需變更。

經檢討現有抽水機能量可滿足民國119年最大時需水量加計備載之需求。另依管網模擬分析結果，本供水分區中以吳興街一帶為壓力偏低區域，因此建議增設配水幹管進入此區域。此外，目前基隆路 § 1,200m幹管負荷較大，且為供應長興及南港分區之唯一主要幹線，因此規劃新設五分埔支線，形成雙系統供水，提高供水安全性。

三、公館供水分區

現主要由公館淨水場加壓站台北線供水，依需水量變化分析結果，預估需水量將減少，故建議可維持現狀供水。

此外，依管網模擬分析結果，本供水分區之壓力分佈尚屬十分平均。惟為支援三重地區備援進水管需求，規畫於水源路有 $\phi 800\text{mm}$ 管線為公館新店線的分支管，沿環河南路堤外高灘地繼續埋設至中興橋，銜接 2 條 $\phi 500\text{mm}$ 之過河段管線，管線全長約 5,210m。

四、大同供水分區

目前規劃由大同加壓站舊市區線及新市區線進行供水，但目前清水幹線系統輸送清水至大同加壓站時，仍有近 2.0kg/cm^2 水壓，因此採直接旁通供水，惟日後隨著清水幹線系統輸送水量增加後，管中餘壓降低，可能無法再直接旁通供水，因此必須回歸為抽水機加壓供水。

大同加壓站市區線現有出水能力小於民國 119 年最大時需水量，故計畫動以更換。另依管網模擬分析結果，本供水分區預定增設之配水管線，包括承德路 $\phi 800\text{mm}$ 管線 1,720m，以及社子島開發計畫中的相關自來水管線等。

五、南港供水分區

目前與長興供水分區相同，均由長興淨水場加壓站供水，因供水範圍及負擔偏大，須以高水量及高揚程進行操作，尤其目前僅靠基隆路 $\phi 1,200\text{mm}$ 幹管往南港方向輸送，對此幹管不僅負荷較大，且若發生問題，對於南港分區用水將造成相當影響。雖然目前興建中之忠孝加壓站完成後，可由忠孝加壓站中繼加壓，適度降低長

興淨水場加壓站的負荷，但為徹底解決此問題，未來計劃改由目前施工中的 $\phi 1,500\text{mm}$ 民生加壓站內湖線供應南港分區。並適度擴大南港供水分區的供水範圍，由中坡南路、中坡北路向西擴張至松山路及松德路，作為與長興供水分區間的界線。

民生加壓站南港線機組規劃新設安裝 6 台抽水機。另依管網模擬分析結果，計劃於福德街中坡南路新設 $\phi 500\text{mm}$ 管線約 1,440m。

六、新店供水分區

目前由公館淨水場加壓站新店線供應景美地區，中和加壓站新店線供應木柵及新店地區，以及直潭淨水場的思源加壓站供應直潭社區、屈尺、廣興及北宜路至北新路間的新店地區。

初步建議公館淨水場加壓站新店線及思源加壓站的供水範圍維持不變，至於中和加壓站新店線供應的木柵及新店地區，規劃改由新設安華加壓站新店線進行供水。至於中和加壓站新店線則建議轉為中和加壓站中和線及安華加壓站新店線的備援系統。主要新設管線包括安華加壓站新店線 $\phi 1,500\text{mm}$ 管線等。

七、安康供水分區

現由安康加壓站供水，由安康供水分區需水量變化分析結果，需水量至計畫目標年民國 119 年為止仍大致維持穩定狀態，因此建議仍由目前的安康加壓站供水。惟考量安康供水分區位處高地，且僅有單一供水系統，因此規劃新設安華加壓站安康線作為備援系統。

八、中和永和供水分區



現由中和加壓站中和線供水，且依需水量變化分析結果，未來將會遞減，故建議維持由中和加壓站中和線供水。

另依管網模擬分析結果，以保安路與興南路為低壓區域，規劃由南山路設置 § 500mm 管線，藉以改善該區域水壓偏低問題。

九、三重供水分區

現由公館加壓站輸送至三重一號加壓站進行供水，考量三重地區目前僅有單一進水管線，供水風險高，故規劃增建三重二號配水池暨加壓站，供應中正北路及重新路以南的範圍，並作為支援省水位於五股王北街支援點之供水來源。

三重二號加壓站的進水管規劃有兩條，一條由忠孝大橋三重端銜接 § 1,200mm，另一條由中興橋三重端銜接 § 700mm 管線進入三重二號加壓站配水池。

十、內湖供水分區

現由大同加壓站大直線及松山加壓站內湖線供水，大直線供水範圍包括大直地區及陽光街以北的內湖地區，其餘則為松山加壓站內湖線的供水範圍。由於松山加壓站內湖線幾乎為全量操作，大直線僅有2台抽水機組，備載容量不足，因此內湖供水分區的供水風險相對較高。但在民生加壓站市區線啓用後，松山加壓站松山線抽水機組將可移供內湖線使用，松山加壓站將可完全供水至內湖供水分區，而大同加壓站大直線亦可納併新市區線的抽水機組一併使用。抽水機組經此調整後，應可滿足民國119年最大時需水量加信備載之需求。

十一、土林北投供水分區

供水範圍包括陽明山、士林、北投、石牌、天母、關渡等地區，並包括分水供給淡水、三芝使用，現主要由大同加壓站北投線及雙溪淨水場負責供水，並由北投加壓站中繼加壓至北投、關渡、淡水及三芝。另外由陽明山及北投高地區之小水源負責高地區之供水。依土林北投供水分區需水量變化分析結果，需水量大致呈現穩定狀態，惟目前土林北投平地區域僅有大同加壓站北投線一條輸水幹線，供水風險高，且考量未來計畫配合淡海新市鎮計畫開發，以及關渡地區、淡海新市鎮計畫及淡水、三芝分水支援需求，故規劃新建大同第三座配水池暨加壓站，經由新設之大同關渡線輸送清水至新設之大度配水池暨加壓站，再由新設大度加壓站關渡線供水至淡水三芝地區，及大度加壓站北投線就近供應北投地區，完成後，可建立土林北投供水分區雙系統供水。

至於陽明山供水區，因為位處高地區，且易受天候及水文影響，使得夏季枯水期間，部份地區如公館里及菁山里等常有供水不足的情形發生，因此規劃陽明山供水改善方案，以「高地水源保留於高地區使用」為原則，新設平地水源上送系統，利用新店溪較為穩定的水源，由平地管線系統中，經由新設之至善、華興、永嶺、下竹林及新安等五段加壓站配水池，經由中繼加壓將清水輸送至陽明山高地區，完成後，可使陽明山地區擁有雙系統供水，確保供水穩定。

6.4 工程經費與效益

依據前述規劃內容，配水池加壓站之工程

經費預估為36.8億元，配水幹線及管網設備之工程經費預估為80.1億元。

整體而言，本計畫配水系統完成後，將可有效提升區域供水系統之備載及備援能力，各供水分區加壓站之備載容量可達到20%以上，提升對於區域內各種突發狀況之因應能力。區域內各點供水壓力將可逐步達到 1.5kg/cm^2 ，提升區域內供水品質。此外，各供水分區均至少可由1個以上之鄰近供水分區進行備援，可大幅降低供水風險。

柒、結語

本計畫期程預定為15年，規劃自民國96年至民國110年逐年編列預算辦理。計畫總經費為153億元，其中土地費站6.7億元，工程經費佔146.3億元。

北水五期計畫於民國80年核定分為二階段執行後，第一階段主要目的在追求供水量需求之滿足，隨著第一階段相關工程逐漸完成後，在「量」及供水安全等方面已達到初步目標。惟考量近年因大氣變遷天候異常，豐水期與枯水期之分別特別明顯，且降水或颱風來襲時之暴雨強度增大，導致原水濁度大增，使淨水處理發生嚴重困

難，這些潛在風險因子，造成本處供水風險日益提高。

是以本處對於第二階段計畫重點，在追求「質」方面的提升，不單以滿足本計畫目標年民國119年之用水需求為目標，更重要是完成降低供水風險之相關因應措施，也就是提升供水系統之備載與備援能力，就如同為供水系統增加一道保險措施，當面臨各種不可預期供水風險發生時，能將影響程度降至最低，提供民眾免於缺水之生活品質。

作者簡介

吳陽龍先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊總隊長
專長：自來水系統規劃、設計、施工技術創新

許芳山先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊設計科股長
專長：自來水系統規劃、設計、施工監造

朱撼湘先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊設計科幫工程司
專長：自來水系統規劃



天氣風險應用於供水管理之探討

文/陳茂雄、曹敏中、盧德光

壹、前言

自然界的水循環和氣象息息相關，氣象因子驅使水在自然界流動著，然而氣候變遷使得天氣更難預測，也使得水庫蓄水量更難以掌握。台灣自 1970 年工業革命以來，降雨量減少了百分之五左右，顯示台灣正面臨氣候變遷的挑戰，種種氣象上的改變將影響水資源。同時台灣地區水文、地理條件特殊，百分之七十八降雨集中於五至十月之豐水期，豐水期與枯水期水源差異量甚大，如何克服水資源不足與不均之困境，掌握可靠之水資源，避免缺水問題為重要之政策方向。

行政院 85 年 3 月 27 日台 85 經 08128 號核定之「現階段水資源政策綱領」，以民國 110 年為目標年，預估民國 110 年之台灣用水需求量約為 200 億噸，研擬「台灣地區水資源開發綱領計畫」，作為未來水資源開發計畫推動之依據。此計畫以「節流與開源並重」、「生態保育與开发利用兼顧」及「取水者付費、受限者得償與破壞者得罰」三原則，並以積極改善現有水資源之經濟利用效率原則，期使水資源的利用達到永續發展的目標。「台灣地區水資源開發綱領計畫」首要原則為水資源有效利用。水資源的來源為降水，若能對降水所衍生的天氣風險進行有效管理，將能更有效的利用水資源。因此，能有效結合氣象資訊進行水資源管理，將是相關決策者之新思維方向。

聯合國「氣候變化跨政府小組」於 2007 年發表之氣候變遷報告書中指出，由

1990-2005 年觀測資料可知全球降水分布正在改變，亞洲中部和北部降雨量增加，南亞部分地區降雨量則在減少。自 1970 年起，乾旱持續的時間增長並日趨嚴重，尤以熱帶及副熱帶地區最明顯；陸地上強降水事件發生的頻率上升；熱帶氣旋、颱風及颶風強度也越來越強。2020 年全球平均溫度再升高攝氏一度，缺水人口將新增四億至十七億，且有某些兩棲動物將滅絕。2050 年若氣溫再升高攝氏一點八度，無水可用的人將增加二十億，全球物種約有二到三成瀕臨滅絕。同時人類可能開始因營養不良、疾病、熱浪、水災或乾旱而死亡。根據報告的極端預測，全球暖化最嚴重可能導致「全球五分之一以上人口遭受水患」、「十一到卅二億人口無水可用」及「全球性重大物種滅絕」。全球氣候變遷可能帶來的衝擊實不可等閒視之。

此外，中國之崛起導致用水量激增，資料顯示 2000-2005 年之『十五』時期，人工增雨面積高達 300 萬平方公里(83 個台灣)，累計增加 2100 億立方米，相當於四條黃河正常年的來水量，接近台灣翡翠水庫容量之 520 倍，相當於每年額外增加 104 個翡翠水庫的水量，相當的驚人。因此，如何因應其在上游之額外搶水可能對台灣造成之衝擊進行評估，乃為未來必須思考評估的具體作為。

貳、對策與目標

自來水公司在面臨氣象風險所帶來供水的多項挑戰，目前正朝整合氣象和供水資訊，進行有效之管理，研擬執行下列對策：

總體執行概念為導入天氣風險管理概念，提高對氣象及供水資訊之掌握，降低天氣所造成的災害性風險，進而增進營收；建立氣象供水資訊整合系統以提供水源區供水情勢之掌握與預警；評估未來中國人造雨對臺灣降水之衝擊及影響。

目標主要有：

- (一) 建立水源區氣象供水資訊整合資料庫。
- (二) 建立集水區即時天氣、水庫水位及原水濁度預警機制。
- (三) 建立短、中期天氣及劇烈天氣災害風險管理機制。
- (四) 建立劇烈天氣災害潛勢預報水情風險管理機制。
- (五) 評估中國人造雨對台灣降水所造成的衝擊及影響。

參、未來工作方向

一、水源區氣象供水資訊整合系統

針對水源區(包括水庫和川流水取水口)進行資訊整合，蒐集水源區區域水文資訊、原水濁度資料和鄰近雨量站之歷年降雨量，並結合每日短期天氣預報和水庫水位資料，建立一套完整之「氣象供水資訊整合預警系統」，提供相關人員使用，以達

水源區水資源管理之目的。主要工作內容如下：

- (一) 基本資料調查、蒐集、整理、分析及資料庫建立
 1. 各集水區之區域水文資訊、原水濁度和鄰近雨量站之歷年降雨量資料彙整與調查：包含地理位置、地形、地質、氣候、水文、產業及交通等。
 2. 分析上述資料及氣象模式歷史資料相關性以為預警標準。
 3. 先進國家執行現況調查：包含導入天氣風險管理於水源區供水管理之應用。
- (二) 水源區氣象供水資訊整合系統建置規劃

圖 1 所示為欲建置之水源區氣象供水資訊整合系統結構圖，整合歷年來氣象資料、水庫水情資料、原水濁度資料及模式短期天氣預報資料為水源區氣象供水資訊整合資料庫，並建立氣象、水位及原水濁度三項警報指標以為日後例行性工作之便。

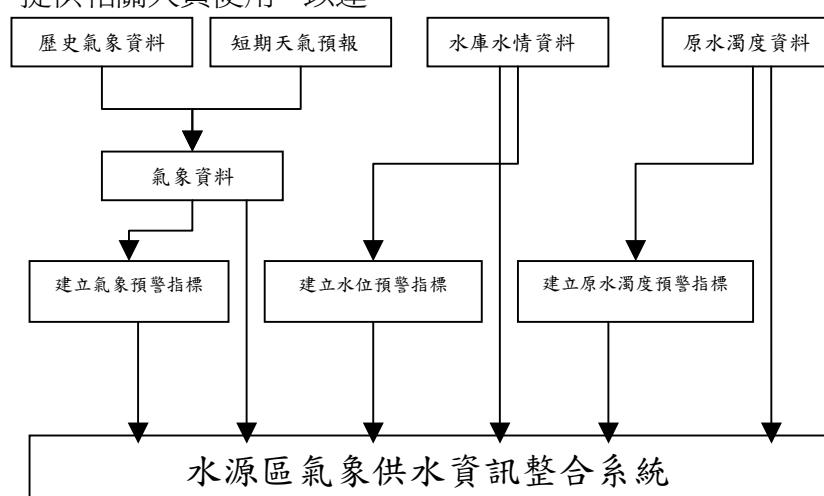


圖 1 水源區氣象供水資訊整合系統結構圖



其中預警指標之建立為

- 1.氣象預警：採用氣象供水資訊整合資料庫之完整蒐集，應用氣象科學原理及統計方法進一步分析各因子之相關性，建立一套氣象短期預警指標。
- 2.水位預警：水位預警指標包含水庫即時水位資料、集水區雨量站即時觀測資料之即時監控系統，及未來七天水庫水位預警指標。以淺顯易懂警示圖示呈現於水源區氣象供水資訊整合預警系統顯示界面，可即時預測水庫水位以便調配。
- 3.原水濁度預警：以個案探討方式制定各水庫水位預警指標，並於每個集水區內選取四至六個模式網格降雨預測資料，透過統計分析方法預估水庫集水區平均降水量，並依據歷史水庫水位及降水量相關性為基準，預測未來七天水位及預警指標。

二、短期天氣預報分析和中長期天氣展望預報

建立 5 至 7 天短期天氣預報分析。區分兩種形式：(1)每日電子郵件(E-mail)通知；(2)不定期短期天氣預報簡訊。內容為掌握未來天氣狀況與降雨情報。

建立中長期天氣展望預報，分析歷年資料掌握未來一個月雨量分佈，並預估未來降雨趨勢特徵做為決策參考。針對各區域進行每月、每季至半年後之降水量進行推估，以利乾旱期之供水調配。

三、劇烈天氣災害潛勢預報

建立劇烈天氣加強預警資訊。豪大雨或颱風將會帶來豐沛的水量，加強天氣資訊的提供將能有效降低供水風險。欲達到

完整的劇烈天氣災害潛勢預報，研擬執行下列對策：

- 1.當氣象災害(包括颱風和超大豪雨)形成時，提供初步之預判，提供可能雨勢、時間、強度及路徑推估。
- 2.當颱風和超大豪雨警報發佈時，每日提供一次整合性簡報，提供決策主管參酌。
- 3.陸上颱風警報發佈時，每日提供一至兩次整合性潛勢簡報，待颱風完全脫離影響台灣時即解除之。
- 4.氣象災害形成到解除期間，每日發布一則簡訊供相關人員參考。

四、進行中國人造雨作業之現況調查，並評估對台灣潛在影響性

中國之崛起導致用水量激增，尤其宣佈之數字顯示每年額外製造將近 104 個翡翠水庫容量之人造雨，非常的驚人，如何因應其在上游之降水對台灣造成之可能衝擊進行評估，乃為未來必須思考評估的具體作為。至去年底，中國已有三十個省、自治區或直轄市開始經常性的人工改造天氣，從事人員近三萬人。特別是在中國發生乾旱的一九九五年期間，實施人造雨作業的飛機、高射炮、火箭發射，中國政府評估認為對提高的降雨、防雹相當有效，氣象部門更認為開發空中雲水資源，在一定程度上能紓解中國水資源短缺問題。不過位於上游的中國如此開發空中雲水資源，是否會把原本隨大氣移動到台灣的雲雨帶強行「掠奪」，造成整體區域氣候異常，亦是國內宜探討之重點。

肆、結語

台灣是全球排名第 18 的水資源匱乏國

家，亦常因民眾之抗爭使水資源開發工程受阻及水源遭受污染嚴重，致適合取用之新水源日稀，且水權取得困難，目前水資源開發成本高達 15—25 元/噸，使得成本日益升高。自來水公司將採取更環保與積極的作法，對水源區的天氣風險進行有效的管理，更有效的利用水資源。配合產業進入知識經濟時代，決策者需掌握各項充分即時資訊，以因應環境變化及實際需求。因此建立一套水源區氣象供水資訊整合系統，有效的結合氣象資訊進行供水管理，並迅速提供相關決策者運用，是水資源利用新思維方向。

參考文獻

- 1.行政院85年3月27日「現階段水資源政策綱領」。
- 2.聯合國「氣候變化跨政府小組」2007 年發表之氣候變遷報告書。

作者簡介

陳茂雄先生

現職：台灣省自來水公司供水處經理
專長：供水管理

曹敏中先生

現職：台灣省自來水公司供水處水源組組長
專長：水資源管理

盧德光先生

現職：台灣省自來水公司供水處水源組技術士
專長：集水區經營管理



現代化自來水客服中心之探討— 以上海浦東自來水運營中心為例

文/謝素娟

一、台灣地區自來水客服中心發展現況

台灣本島目前分為台灣省自來水公司及台北自來水事業處，其中台北自來水事業處，供水範圍為台北市都會區，北水處為統一各營業分處客服人力運用，培訓管理及電腦資訊系統的運用，以有效維持服務品質一致性與標準化，建立便捷、迅速的反應機制，於 90 年已完成客戶服務中心的建置利用 CTI（電腦電話整合系統），自動分派來話，並配合後續的派工標準作業流程（SOP），提供 24 小時專人電話服務及後端處理追蹤。而台灣省自來公司，供水區域涵蓋全台（除北水處轄區以外），全省分十二個管理處，目前已推出 CSC(Customer service center system) 用戶服務中心整合客戶服務及現有的報修漏專線（0800-000-876）做為各區管理處統一對外的客服專線，接收用戶抱怨、無缺水案件申訴、各項查詢、報修漏處理及水質案件，目前為擴大提供用戶 24 小時的服務，正規劃辦理客服中心的建置，平時上班時間由各區管理處服務，夜間及例假日則集中至四區（台中）及七區（高雄），並透過經嚴格訓練的專業委外人力提供 24 小時服務。

二、上海浦東威立雅運營中心

2006 年國際自來水年會在北京舉

行，研討會中有關即邀請到威立雅水務副總 Paul 在「城市自來水策略發展與規劃-顧客服務」議題中，就該公司以三合一的運營中心提供上海浦東地區的自來水服務，成為自來水客戶服務中心專業典範以整合型的電話呼叫中心做為服務客戶的窗口，協會代表並親臨浦東威立雅運營中心參觀。

該公司於 2002 年成立，由中國及威立雅水務各擁有 50% 的股權，營運期間為 50 年，不同於以往的 ppp (public-private-partnership) 模式，是中國大陸第一個 FULL SERVICE (即由生產，配銷及服務全部外包的自來水公司) 的合資模式，服務轄區面積為 320 平方公里，目前有六座水廠，8 個加壓站，及 75 萬用戶及 2500 公里長的供水管網（口徑 75 公厘以上），該公司成立後，面臨 2010 世界博覽會在中國上海舉辦的重大挑戰，各項水服務的技術提升亦以符合國際水質標準為目標，利用現代化及整合科技與技術，提供供水區域客戶全方位的服務。

該公司投資 7000 萬人民幣（約 2.8 億台幣），在 2005 年推出結合水質中心、控制中心及電話呼叫中心三位一體的運營中心，以「專業的知識，確保完美的水質」，「掌握水的流動，配合迅速有效的反應」，「24 小時聆聽顧客的需要」，讓中國上海浦東地區一天二十四

小時都能在運營中心三個單位的緊密配合，提供安全穩定可靠的自來水服務，三個單位的組織及運作模式說明如下：

(一) 水質中心 (Central Water Analysis laboratory) :

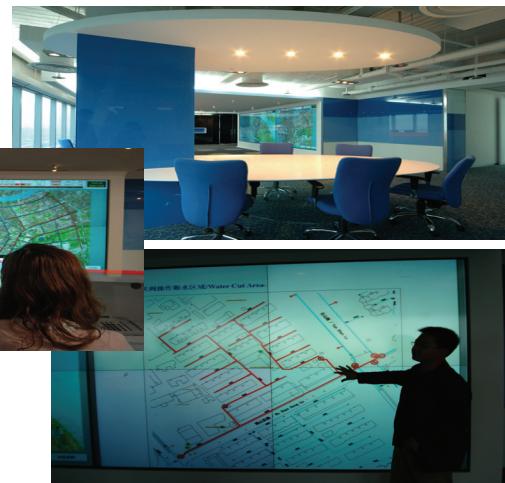
水質中心設置有有機化驗室、重金屬分析室、理化分析室、微生物分析室、便式水質測定儀，並配備採樣車，設置嗅味室及放射性室，負責原水、淨水場出水、管網水水質控制、監



(三) 客戶服務呼叫中心 (Customer service call center)：為用戶解決用水問題，透過資訊流的傳遞，結合控制中心及水質中心為統一平台，使用與控制中心連接之大銀幕、即時應對緊急事件，回應客戶需求；實施績效及看板管理，三秒鐘刷新一次統計數據，顯示客服人員工作狀態、來電數、回電數、來電丟失數、排隊等待回電數、來電接聽百分率、來電等待時間及顧客滿意度。

測、科研試驗，含有機、重金屬對原水、淨水場出水及管網水進行監測。

(二) 控制中心 (Water Movement Management Cente): 透過 SCADA (小區管網及水壓監測)、結合 GIS (地理資訊系統)，水理分析模型(Hydraulic Model)分析，負責供水系統監控管理、應急調度、破管搶修等突發事件因應。



(四) 緊急事故運作模式範例說明：

1. 臨時發生破管事件，透過 SCADA 及 GIS 系統定出受影響區域：

當發生緊急破管案件，由供水管網的監測點透過 SCADA 傳回壓力及水量數據，經由 GIS 圖資系統劃出將受影響的區域及戶數及必須調控的制水閥。

2. 與電話呼叫中心同步向用戶發出停水警訊：



將訊息透過電腦同步在電話呼叫中心看板及大螢幕顯示，並透過已建立的用戶系統，自動向用戶發出警告，同時當客戶來電時，客服人員亦可隨時透過看板掌握修復

狀況及復水時間。

3.水質中心同步搭配至現場取樣：

經由控制中心通知，以行動採樣車配合同步至現場取樣，送回運營中心檢測，並持續觀測水質變化

水質中心	控制中心	客戶服務中心
用專業的知識 確保完美的水質	掌握水的流動 配合迅速有效的反應	24小時聆聽顧客的需要

狀況，將檢驗結果同步回饋至控制中心及電話呼叫中心。

4.修復完成電話呼叫中心 100%的回 CALL 用戶，告知修復訊息透過控

制中心、水質中心及電話呼叫中心三位一體的運作模式，縮短停水修復時間，對於停水區域用戶詢問或抱怨之來電均 100%回 CALL，以確

認完全回復供水。

三、台灣的自來水事業在考量客戶服務中心(call center)的建置與升級，將可參考上海浦東威立雅運營中心之模式，以「水質、控制、客服」三位一體觀點，為客戶提供全方位資訊，將現有已完成及陸續建置整合的 GIS、SCADA 管網、水質水量水壓監測系統及公司內部已建立的各項管理資訊系統，包含工

程管理系統、營收管理系統、修漏系統及供應商管理系統整合加值運用，以客戶服務中心做為對外的單一窗口，將可有效提升服務效率。

作者簡介

謝素娟小姐

現職：台灣省自來水公司 營業處服務組組長兼總經理室秘書

專長：企劃,策略管理,知識管理,顧客關係管理



結合設計與技術的自來水工程專家

專訪台灣省自來水公司 劉廷政副總工程師



溫文儒雅，具有中國儒家風格，看似嚴厲的表情，其實風趣不已，是一位除自來水工程專業外，對現代化科技產品也瞭若指掌的自來水專家。

文/陳淑芬

一個風和日麗的午後，伴隨著台中暖暖的春日與徐徐的微風，劉副總工侃侃而談他許多印象深刻的處理個案，從新竹二場的快濾池無法反沖洗說起，到協助處理受 921 重創的豐原淨水場過程，更甚而分享他到法國 Mery-sur-Oise 淨水廠參訪的心得。整個分享過程就好像 EMBA 課程的個案分析一樣，讓我這個門外漢窺探了一堂獲益匪淺的自來水工程進階課。

無可取代的自來水工程活百科

在西元 1960 年管理大師彼得·杜拉克 (Peter F. Drucker) 創立「知識工作者」此一名詞，直至二十世紀企業才開始熱烈討論知識管理。在此一講求速度與創新的時代裡，組織的力量更取決於知識工作者，因為他們擁有的知識攸關組織未來的競爭力。在大師觀點(MBA in a Box)一書中的專家也提到「企業組織應致力於研發、管理、保存、理解這些知識工作者的內隱知識，以強化企業的智慧資本。」

一般而言，要想將知識工作者的內隱知識外顯化是相當困難的，除了要有方法之外，知識工作者的配合度才是重點。很幸運的，我們的知識工作者-劉副總工非常樂於分

享。因此，我們可以透過其所分享的個案，整理出許多問題處理流程的最佳實務典範 (Best Practices)，並且透過科技的力量，讓知識分享跨越時空的限制，讓所有同業都能在日常操作管理過程中援用已具成效的改善方案，降低可能因誤試法(Trial and Error)所產生的額外成本。我個人認為，劉副總工這些經年累月透過實務工作所創造出的專家知識；實可稱得上是台灣省自來水領域的維基百科(Wikipedia)，而他的樂於分享，更是自來水工程同業之福。

劉副總工自民國 57 年加入公共工程局開始，迄今近 40 年的自來水工程經驗，在西元 2003 年至 2004 年間曾率水公司同仁，赴全省各區處共 18 座淨水場舉行綜合效能評估(CPE)，發現有些淨水場的效能表現不如早期興建的淨水場，檢視其原因，除了因環境改變(如：921 大地震、水源變更等)或原水水質改變致原設計處理設備難以適應，須增設原水調節池或初沉池等設備者外，亦有處理設備之功能欠佳或操作模式欠妥須辦理改善之情形，顯示已有技術人力斷層之狀況。為此，劉副總工自謙的說：「爰以老生常談的方式，分享一些實務經驗與心得，以供自來水工程同業之參考。」因限於篇幅的關係僅摘

錄訪談中關於新竹二場的部分經驗分享與法國巴黎淨水場的參訪心得。

新竹第二淨水場經驗分享：

新竹第二淨水場隸屬於台灣省自來水公司第三區管理處新竹給水廠，民國 89 年完工，主要水源為地面水，設計出水量每日 16 萬噸，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等，必要時支援湖口地區供水。

在 2003 年的 3 月初，當時的陳董事長提到其從未見過像新竹第二淨水場快濾池反洗的奇怪情況，因此請劉副總工前去了解並協助解決。由此引起新竹二場一連串的改善過程，也因此讓新竹第二淨水場的出水量回復正常，其整體營運效能之提升也就不言而喻了。

當劉副總工一到達新竹第二淨水場，那裡的快濾池的濾沙與濾石已清除，其結構是一個大池子分成左、右兩小池，請現場操作人員開始反洗快濾池後，發現一個奇怪的現象，整個空氣和水都流入同一側水池，而另一側水池卻沒水及氣泡可反洗。

從設計圖上看濾版上之濾水器(Strainer)及噴嘴(Nozzle)亦未顯示出任何特殊設計，因此請操作人員先把水放掉以檢查是否為濾版高度誤差過大。當水放完後，發現兩邊的濾版高度差距約為一濾水頭高度(約 5~6 公分)，就理論而言，這樣的高度差並不致導致此現象。因此，劉副總工懷疑是否因濾版下層之通氣孔兩邊高度一邊高、一邊低，所以空氣全部跑到同一邊去，導致另一邊完全沒水與氣泡。為確定造成此一現象的真因，決定從兩小池中間的反洗水渠分水處的頂板打

一個洞，撬開驗證是否為通氣孔的問題。

一週之後，工人已將反洗水渠的混凝土頂板打一個洞，原本希望透過這個洞來檢查兩邊通氣孔的高度是否相同，但因當天渠內有積水，已可見左邊的通氣孔大都露在水面上，右邊的通氣孔卻多是沉在水面下，左、右通氣孔之高度很明顯的不一致，印證了先前所推測的原因。

針對此問題的改善構想是：先把左、右邊各 40 個通氣孔中，位置太高或太低的都予堵塞起來，只留下與設計高度符合的通氣孔。由於，剩下未堵塞的孔數不到總數的一半，所以左、右兩邊皆需重新鑽孔使兩邊的孔數符合原來的設計，並使兩邊的通氣孔皆高度相同。

在改善工程所需的經費方面，所幸包商尚有保固保證金在第三區管理處，所以順利協調廠商針對此一施工瑕疵進行改善。三週後，重新鑽通氣孔之水池已完工併封妥頂版，當時的林廠長再次邀請劉副總工前往試水。經打氣、打水實際測試後，濾池兩邊都如預期般的有氣、有水，且該池也能如正常之快濾池反洗時所預期的把髒東西洗出來。在接下來近半年時間裡，其餘濾池皆陸續依此方法改善，當然也都陸續修好，恢復正常運作。

在快濾池問題得到解決後，新竹二場又陸續提出混凝沉澱單元分水不平均及沉澱池有不正常積沙等問題，為此劉副總工也都幫忙對症下藥，在經過分水井、膠凝機、刮泥機及初沉池等十幾項改善後，讓新竹二場的實際出水能力已可達到設計出水量的每日 16 萬噸，當然也就變成了新竹地區的主力淨水場。



由此個案我們不難發現，工程的設計與施工若差之毫釐將會失之千里，這許許多多的問題透過劉副總工、北區工程處與第三區管理處，彼此通力協同合作並持續改善，基於水公司精益求精的精神，把一個問題頗多的淨水場，變成一個可正常操作的淨水場。

法國巴黎 Mery-sur-Oise 淨水廠參訪心得

很多學者專家都參訪過這個有名的薄膜廠，但是劉副總工的這一次參訪，是由薄膜廠的設計監造團隊(Vivendi/Generale des Eaux)之主管一路陪同，也因而能比別人多一些的除了薄膜技術之外的參訪心得。

Mery-sur-Oise 薄膜廠的前身是一個臭氧活性碳廠，每日出水量約20萬噸，主要水源來自於塞納河，在河邊所設之原水調節池(即初沉池)，約可容納2天出水量之原水。換言之，來自塞納河的原水於初沉池滯流約2天後才進入淨水廠。

原水進場後分成兩部分處理，一部分為臭氧活性碳處理廠，另一部分則為薄膜處理廠，臭氧活性碳廠日處理水量約20萬噸，薄膜廠日處理量約14萬噸。薄膜處理是採用NF(Nanofiltration)薄膜過濾材料為主，其原水處理方式，先經傳統混凝、沉澱、過濾流程，再經MF(Microfiltration)過濾後才進入NF處理，此處理流程之主要目的係為去除原水之總有機碳(TOC)與除草劑(Atazine)。

劉副總工到訪時為2000年的10月，也就是該廠正式運作了約一年的時間(該廠於1999年9月開始正式運作)，當然在這一年之間他們也陸續發現一些當初做模廠未曾經歷的問題。

事實上整個薄膜處理廠的操作團隊，在

十年前(約1990年)他們就做過一個2800噸的模廠，整個模廠約持續研究運作了六年，至1996年才開始做實場。有鑑於整組操作團隊就是當初做模廠的人員，且該團隊同時也參與設計與建廠的工作，因此運作中發生的問題幾乎都能自行解決。

舉例而言，當他們遇到薄膜阻塞的問題時，就自行去找可能發生原因與處理方法，結果發現是在薄膜清洗過程中所使用的清潔劑(EDTA)附在薄膜上無法清除，而導致薄膜性能持續衰退。因該廠使用的薄膜模組(Module)為卷式(spiral-wound)模組，經其團隊探究後發現可將清水加熱至約50度左右，再灌入薄膜模組中浸泡，待EDTA溶出後，再以清水沖洗。此方法雖可有效解決EDTA殘留導致薄膜阻塞的問題，但接踵而來的清洗成本問題，亦不可小覷；每次浸泡都需要使用40噸的熱水，清洗成本甚高，類似的情況是操作團隊雖有六年的模廠經驗仍始料未及。

由此可知，模廠與實廠在實際運作上仍有相當程度的差距，但由於Mery-sur-Oise薄膜廠的團隊成員，從模廠開始到實場規劃、設計組裝，甚而實務操作都是同一批人，有長期共同合作的經驗，因此也較有能力解決實際運作上所發生的問題。反觀國內，如果真要找出薄膜阻塞的原因與解決方法，可能得大費周章，甚至最後可能會直接考慮把薄膜換掉。

另外的參訪心得是，雖說Mery-sur-Oise淨水廠的出水能力號稱為每日14萬噸，但就實際訪視其設施來預估其薄膜處理約僅用到其最大產水率的一半。因為它有八組薄膜，只用4~5組就能產水14萬噸。換言之，其備用機組將近一倍之多，安全性相當高。至此，

副總工還開玩笑說「如果這情形在台灣，我們就可能說它的出水能力是28萬噸了。」除此之外，其原水經傳統混凝、沉澱、過濾程序，再經MF過濾後其SDI值(淤泥指數)不到1(一般要求為低於2或3以下)，由此可見該淨水廠的操作控制能力相當高，相信這也是法國一直視該廠為二十一世紀淨水廠的原因。

巴黎的 Mery-sur-Oise 淨水廠為大型淨水場採用 NF 最成功案例之一。副總工也觀察到像這樣世界級的薄膜廠，設備非常先進，但相對的其造價也所費不貲。我很好奇台灣何時能有這樣世界級的淨水廠設備呢？副總工笑著說：「等我們水價能和法國一樣時應該就有可能了，法國的水價是台灣的五~六倍(一度水折新台幣約需五、六十元)。」這水還真是具世界級的價值呢！

在訪談的過程中，劉副總工引經據典；信手拈來的就是國外的研究報告資訊，在將近三小時的時間裡，我深深感受到他數十年如一日，始終以「協助淨水場自我改善、提升營運效能」為己任的使命感。最後，誠摯地感謝劉副總工在百忙之中仍撥冗接受專訪，並且對於許多自來水領域的專業辭彙也不厭其煩地為我解說與指正，讓我能透過這次訪談更深刻領悟到「誰知杯中水，滴滴皆辛苦」。也希望有機會他能再多分享一些個案，讓後生晚輩都能因此而提昇問題處理能

力與經驗值。

總而言之，劉副總工除前述兩個個案分享外，還拋磚引玉地分享了新竹二場的混凝沉澱單元分水不平均及沉澱池有不正常積沙等問題處理方式、豐原淨水場 921 災後復原過程、平鎮洗砂時間與濁度改善以及關於林內淨水廠、、、等許多經驗。所有個案知識分享的影音資料都將於整理後存放在 OPEE 專案的網站中，也歡迎所有對自來水領域的問題處理、改善有興趣的水公司同仁，都能連上網站(<Http://OPEE>)點閱，並分享您的寶貴經驗。

人物簡介

劉廷政先生

現職：為台灣自來水公司副總工程師

經歷：曾任職於公共工程局、台灣自來水公司水質處
經理、工務處經理

專長：精專於自來水工程相關方案規劃實施

作者簡介

陳淑芬小姐

現職：智磊知識服務股份有限公司行銷暨業務副總經理

專長：精專於行銷管理、知識管理及組織變革與創新
管理相關方案規劃。



花蓮自來水的回顧與前瞻

文/林建財、徐文玉

壹、前 言

空氣、陽光、水是生命的最基本要素，人類的文化也都發軔於水岸，遊牧民族逐水草而居，人和動植物不能一日無水，否則生命將無法維繫，水與人民日常生活息息相關，爰國際社會咸將自來水的普及率視為文明進步的指標。

花蓮縣的自來水建設始於民國初年，距今近一世紀，惟主要發展與進步則為近三十多年來，政府大力推展自來水建設，自來水從業人員竭盡心力，共同努力的成就。民國五十三年為因應台灣地區經濟快速成長及社會繁榮對自來水迫切需求，乃配合中央經建計畫時程，開始實施自來水事業長期發展計畫，分期推展自來水建設，迨至民國六十三年元旦，全省一二八個自來水廠合併成立台灣省自來水股份有限公司統一經營，將進展中之第三期計畫併入公司長中程發展計畫繼續執行。從此台灣地區之自來水建設即突飛猛進，邁入自來水發展史上嶄新的一頁。目前台灣地區的自來水普及率已超過九十%，躋列已開發國家水準，而本縣的自來水普及率為82.33%，還有發展的空間，仍待努力。

九十年八月三十日桃芝颱風來襲，經濟部林部長信義蒞臨花蓮勘災，吳前經理國貞於災情簡報後提出興建配水中心計畫，俾以掌控全縣供水情況，因應緊急狀況處理，吳前經理私下拜託立法院王院長金平協助，經立法院徐參事享崑（現今董事長）鼎力相助，林部

長信義於九十一年初指派經建會吳顧問建名，俞顧問傳旺實地考察，評估後同意辦理，自來水公司九十二年提出執行計畫，獲得上級補助款七千萬元，該計畫案於九十三年國營會列入管控，分三年執行完成，工程設計興建由本公司北工處辦理，水源特定區用地變更困難度高，承蒙立法院王院長金平、前內政部蘇部長嘉全、花蓮縣謝縣長深山的全力協助及前總務室林主任奕曦及承辦同仁克服萬難，解決建地問題，遂使工程順利進行。九十五年六月一日吳經理國貞退休，由總處材料處林副理建財接任，林經理承先啓後，並積極向總處爭取預算1仟伍佰餘萬，辦理自來水園區景觀工程；7佰餘萬建構配水中心監控整合系統，並充實中心文史展示級軟硬體設施，自來水園區展現出人文的、藝術的、科技的、生態的恢宏的局面。

今天配水中心大樓落成，感念自來水先賢、前輩華路藍縷創建自來水，慘澹經營，不斷拓展，全心全力奉獻，始克有今日的成果，惟歷史文物資料闕如，爰於配水中心設立「花蓮縣自來水文物館」，以紀念先賢、前輩，保存歷史文物及相關資料，以啓迪後人，本「回顧與前瞻」，期能簡要展現本縣自來水發展的歷史軌跡、現在、與未來願景，以饗讀者。

貳、日據時期之自來水

一、概述

台灣自來水建設始於日據初期，為軍事及港口用水需要，與防止各種傳染

病之蔓延，首先於民國前十三年三月完成淡水自來水後，陸續建設。至民國前一年底先後完成者，計有基隆、台北、彰化、北投、金山、吉安等處自來水設施，而後漸普及全島。花蓮地區在日據時，以吉野宮前（吉安慶豐）、清水（吉安福興）與玉里首先施設自來水，除玉里外，均用鐵管直接引山澗水，設備簡陋，次第及於花蓮港街（花蓮市）、壽豐、上大和（光復）、草分（吉安永興）、鳳林、新城、豐田、北林等地，並經民國二十二年（日昭和八年）與二

十六年，先後調整井位，擴張工作，繼續推展，規模略具。

由於都市人口逐漸集中，需要建設及擴充原有自來水設施為必要趨勢。諸如都市近郊之開發與農業發展，非但港埠都市，同時山地、鄉村亦所必需。於是人口規模由1萬至5萬人之中型地區建設自來水逐漸增加。在此期間全省（含澎湖）共完成大小101處自來水系統，本縣部分計玉里等9系統，給水慨況如表1。

表1 光復前花蓮縣給水慨況表

地點	完工年月	水 源	取水方法	區內總人口	實際供水人口	普及率
玉 里	民國 1 年 5 月	山澗水	自然流下	7,999	1,239	15
草 分	民國 3 年 2 月	山澗水	自然流下	277	277	100
上 大 和	民國 10 年 9 月	地表水	自然流下	966	966	100
花 蓮 港	民國 10 年 11 月	娑婆礑	自然流下	40,153	22,765	57
壽 豐	民國 16 年 12 月	地表水	自然流下	898	898	100
豐 田	民國 18 年 8 月	地表水	自然流下	1,123	1,123	100
新 城	民國 19 年 8 月	地下水	手搖或電動抽水	1,771	1,769	100
鳳 林	民國 19 年 9 月	地表水	自然流下	7,066	6,299	89
北 林	民國 20 年 6 月	地表水	自然流下	330	330	100

民國二十年九月，「九一八」事變後，更為嚴重。日本為擴張軍備，發動侵略戰爭，實行統制經濟及總動員計畫，至第二次世界大戰末期，日本國力消耗殆盡無法顧及台灣建設，許多新建、擴建計畫受時局影響，器材供應大受限制，技術人才亦感不足，困難重重，無法實現。

至光復前，因器材缺乏，人才莫繼，無力繼續維持自來水事業之正常養護與發展，且受戰爭之破壞，使整個自來

水已呈百孔千瘡，勉力維持殘破局面而已，有若干水廠甚至完全癱瘓停止供水，以花蓮市為例，管徑50-75公厘之鑄鐵管計256公尺及水表1,800個受損，嚴重影響供水。當時傳染病流行，死亡率突增，自來水設備不良及管理不善，亦為重要因素之一。

二、重要水廠簡介

（一）花蓮市自來水廠

花蓮市自來水事業，創於民國十年（大正十年），勘定公里餘之娑婆礑溪



上游海拔標高一百二十二公尺之地面水為水源，以自然下瀉引之，埋設二百公厘輸水管，導至市內，設置美崙淨水場，經過處理後，專供舊市區使用，設計出水量一千二百五十頓，給水一萬人。民國二十二年，擴充出水能力，增為一千九百五十頓，嗣以市區發展，用水量隨人口增加，供不應求，並配合遷建新市區及建港需要，乃復計擴建，第一次工程於民國二十六年六月開工，至二十九年完工，水源仍用婆婆礑溪，就近增設婆婆礑溪淨水場，將原水經過處理後，增設三百公厘輸水，導至市區美崙山高地配水池，供應新市區及船舶用水，計人口增至三萬，出水量為五千七百一十頓。第二次世界大戰，遭受盟機轟炸，所有設備，損壞嚴重。

(二) 吉安鄉自來水廠

民國初年，日人相繼移民於吉野（今吉安），分住宮前（今慶豐）、清水（今福興）、草分（今永興），開墾畜牧，日政府為在慶豐、福興、南華各山下，用鐵管直接引山澗水，至村中水櫃，供村民飲用。

(三) 壽豐鄉自來水廠

壽豐鄉自來水，創建於民國十年，自月眉次第營建，由共榮而壽豐，而豐田，迄溪口各村，嗣以設備損壞，僅存豐田給水區。

(四) 鳳林鎮、萬榮鄉聯合自來水廠

鳳林給水區，民國十九年九月創設，水源取鳳義里西面山麓之地面水，自然下瀉。

北林給水區，民國二十年三月創設，水源取北林、南平二里西南山麓之地

面水，自然下瀉。

(五) 光復鄉自來水廠

光復鄉自來水廠臺安給水區，創建於民國十年，原為供給火車使用，嗣因光復車站一帶居民百餘戶，缺乏飲水，向鐵路局商洽，利用晚間餘水供應之。

(六) 瑞穗鄉自來水廠

瑞穗鄉自來水廠包括有瑞穗、富源兩水源地，日據時已有供水設備，但僅少數居民飲用而已。

(七) 玉里鎮自來水廠

玉里鎮自來水事業，創設於日據時代，即民國元年五月間，其主要供水對象為當時駐紮鎮上之所謂「日本陸軍守備隊營房」，水源取自水源溪上游山澗水為水源，每日出水量僅278立方公尺，給水人口2,200人，嗣花蓮港廳（今之花蓮縣政府）負擔一部分水源工程費及鐵管理設費為條件，並經陸軍經理部之同意，將配水管線延長至市區，以公共水栓將剩餘之水供給一般住民，至民國六年始將水管延長至火車站及鐵路宿舍，翌年復埋設水管供鹽水港製糖會社及玉里樟腦館。但於供水量減少時，均以營房優先供水，一般住戶、機關時有停止供水之虞，每日供水量增為835立方公尺，供水人口為5,000人，於鎮內設置共公共水栓七處，貯水槽一座。

參、光復後之自來水

一、自來水整頓時期（民國34—39年）

水設施也基本台灣光復後，各地接管之自來水設施，因受戰爭影響，各項設備多有損壞，器材缺乏，維修困難，台灣省政府鑑於社會秩序業於恢復，自來水供應關係民生極為重要，乃以有限

人力、財力從事整修工作先後督促協助台北等重要都市整修自來水設備，增加或恢復供水能力，以維持市民及百業飲用水。民國三十八年，省府洽得中國農村復興聯合委員會指撥新台幣1,413,880元之補助，以及台灣省政府補助經費，全面修復鄉村自來水系統共計77處，於是年年底開工，至三十九年五月先後完成，使出水量與供水人口恢復至戰前水準，本縣原有自來上恢復供水。

二、自來水之初期發展（民國40-52年）

民國三十九年以前各地自來水設施，經逐漸修復後，恢復至戰前舊觀，然因人口增加及生活水準之提升，自來水供應量漸感不足，同時無自來水供應地區，亦紛紛要求新設，台灣省政府每年編列補助預算，配合地方自籌經費，以及美援補助，美援貸款等財源，逐年辦理擴建及新建自來水工程。

（一）花蓮市自來水廠

光復後，供水設施力加修治，始恢復應用，但經民國四十年大震災，出水量驟降，而人口與需水日增，遂再勘探地下水豐沛之中山路花蓮監獄對面，開鑿水井一口，翌年五月完成，日能抽水兩千噸，緊急補充，並陸續增建水池，抽換舊管，及時修漏。茲後，開闢國際港，興建國民住宅，及各項工業發展需水遞增，再擴充新線輸水管加壓站一處，同時加設新市區配水管，擴大給水管網。四十八年三月開工，翌年三月全部完成，日出水量增至1萬660噸，釐訂十年計畫，分二次擴建，第一次水源擴建工程，抽換原舊200公厘輸水管為350公厘，及改建市區配水幹管，提高供水

能力，於五十三年八月開工，五十四年完成，日出水量增至1萬5千噸，第二次工程賡續辦理。

花蓮市自來水廠有第一、第二兩給水系統，第一供應舊市區，第二供應新市區，取水口均設於娑婆礑溪上游海拔122.25公尺及125公尺兩處，匯集地面水，自然下瀉，導至淨水場。第一給水系統輸水管為350公厘，第二給水系統輸水管為300公厘，並於美崙山海拔27.70公尺處，設置加壓站一處。第一給水系統有分水井一口，內徑3.6公尺，水深2.7公尺，圓筒形沉澱池一座，容量1,420立方公尺，慢濾池三座，總面積1,323.14平方公尺，連絡井一口，內徑3.63公尺，深度3.27公尺，水深2.72公尺，配水池二座，容量一為648立方公尺，一為1,500立方公尺，及其他附屬消毒設備、堆砂場、總水錶等。第二給水系統有分水井、沉澱井、連絡井、配水井各一口，內徑3.7公尺，水深3公尺，沉澱池一座，容量1,800立方公尺，慢濾池四座，總面積1,855平方公尺，配水池一座，容量1,323立方公尺，加壓站100立方公尺水池一座，75馬力電動抽水機二組，30馬力一組，及其他附屬消毒設備、堆砂場、總水錶等。中山路水井室，內徑3公尺，深6.6公尺，淺井一口，30馬力電動抽水機一組，16馬力柴油引擎抽水機一組。送水管暨配水幹支管，管種包括鑄鐵管、混凝土管、鋼管、石棉管、白鐵管、塑膠管等，以鑄鐵管為主，總長依54年度計算，5萬683公尺，分布於新舊市區。

民國五十年，用戶人口總數51,447人，全年售水量208萬7,294立方公尺，



每月平均售水量17萬3,921立方公尺，
每日平均售水量5,718立方公尺。

(二) 吉安鄉自來水廠

光復後，吉安鄉人口激增，原有簡陋設備，不足應用，乃先擴建慶豐自來水，於民國五十一年六月至五十四年七月，分別完成慶豐、吉安、福興、稻香、永興等五村及太昌、南昌兩村一部分供水，繼廢福興山原有水源，但仍有少數村民利用原有舊管者，其南華水源擴建，合慶豐、南華總稱吉安鄉自來水廠。

廠之水源，引用慶豐山上七腳川溪水，在進水口築攔水壩，引入沉沙井，再用管引至慢濾池，過濾後，集中淨水池，以漂白粉消毒，輸送用戶，處理場設備有沉沙井一座，面積4立方公尺，慢濾池二座，一為12立方公尺，一為13立方公尺，淨水池容量400立方公尺。

民國五十五年，用戶人口總數8,371人，全年售水量24萬1,200立方公尺，每月平均售水量2萬100立方公尺，每日平均售水量670立方公尺。

(三) 壽豐鄉自來水廠

民國五十一年六月興工擴建豐田給水區，是年十一月完成，五十五年五月興工擴建溪口給水區，於九月完成。

豐田給水區包括豐山、豐裏、豐坪三村，水源取無名山腹地面水，自然下瀉，現有擋水壩一座，液氯消毒機一具，沉澱池一座，容量22立方公尺，慢濾池二座，面積48平方公尺。配水池一座，容量200立方公尺，送水、配水管線總長1萬2,388公尺等設備，日出水量500立方公尺，給水361戶2,124人，計

量給水。

溪口給水區為溪口村，水源取無名山腹地面水，現有擋水壩一座，慢濾池一座，面積48平方公尺，清水池一座，容量50立方公尺，漂白粉消毒，送水、配水管線總長3,340公尺等設備，日出水量500至600立方公尺。此外，另規劃取用荖溪水源供壽豐、共榮、共和、平和等四村居民飲用。

(四) 鳳林鎮萬榮鄉聯合自來水廠

昔之鳳林鎮自來水廠，僅包括鳳林、北林、西林三給水區，民國四十八年四月，萬里自來水新建工程完成，因萬榮鄉萬榮、西林二村，同一給水系統，乃協議於四十九年十月，成立鳳林鎮萬榮鄉聯合自來水廠。給水區有鳳林六里、北林二里、西林二村里、萬里二村一里、紅葉一村，水源散佈，地區遼闊，南北相距約四十二公里，東西相距約六公里。

鳳林給水區創設於民國十九年九月，水源取鳳義里西面山麓之地面水，自然下瀉。民國三十九年二月，修復擋水壩，取水槽，五十年四月，建消毒室，設液氯消毒機，五十四年八月，改裝西德製消毒機，慢濾池一座，容量300立方公尺，配水池二座，容量300立方公尺，送水、配水管線總長1萬6,658公尺，消防龍頭十處，設計出水量1,900立方公尺，供水8,700人，給水區域，鳳義、鳳智、鳳信、鳳禮、鳳仁、大榮等六里，原為計口給水，自五十三年十一月改為計量。

北林給水區創設於民國二十年三月，三十九年整修，水源取北林、南平

二里西南山麓之地面水，自然下瀉，建有擋水壩，消毒槽一座，簡易漂白粉消毒，慢濾池一座，容量950立方公尺，配水池一座，容量11立方公尺，送水、配水管線總長8,424公尺，設計出水量277立方公尺，供水1,200人，給水區域，北林里、南平里，原為計口給水，自五十二年六月改為計量。

西林給水區創設於民國四十二年十一月，水源取林榮、西林西面山麓之地面水，自然下瀉，建有擋水壩、集水井，民國五十五年六月建消毒室，設漂白粉消毒機，配水池一座，容量100立方公尺，送水、配水管線總長3,821公尺，設計出水量200立方公尺，供水2,000人，給水區域，林榮里、見晴村，原為計口給水，自五十五年三月改為計量。

紅葉給水區，水源取紅葉村西山邊地面水，自然下瀉，建有圓形集水井一座，內徑一公尺，深二公尺，民國五十年一月建消毒槽一座，簡易漂白粉消毒，配水池一座，容量25立方公尺，送水、配水管線總長2,036公尺，設計出水量150立方公尺，供水1,000人，給水區域，紅葉村，原為計口給水，自五十二年五月改為計量。

鳳林鎮萬榮鄉聯合自來水廠，民國五十年，用戶1,757戶，人口總數11,081人，全年售水量59萬408立方公尺，每月平均售水量4萬9,200立方公尺，每日平均售水量1,640立方公尺。

(五) 光復鄉自來水廠

光復鄉自來水廠於民國四十年七月成立，包括臺安、馬太鞍、大富三給

水區，分述之。

臺安給水區創建於民國十年，民國三十八年，改建現有水源地幹線882公尺，四十四年，復擴建為三對等方式迄今。水源取用地面水，自然下瀉，築擋水壩一座，集水槽一座，簡易過濾，漂白粉消毒，有配水池一座，容量78立方公尺，送水、配水管線總長1,618公尺，公共給水栓十二處，消防栓一處等設備，日出水量300立方公尺，設計給水量2,500人，計口給水。

馬太鞍給水區創建於民國十三年，民國四十四年擴建為三對等式，水源取用泉水，築有擋土壩、集水槽各二座，簡易過濾消毒，送水、配水管線總長4,858公尺，日出水量225立方公尺，設計給水量2,500人，計口給水。

大富三給水區創建於民國四十年，前此大富、大豐兩村飲用，溪賴糖廠自來水，供不應求，乃興建迄今。水源取用地面水，自然下瀉，引入集水槽，消毒入配水池，送水、配水管線總長1,121公尺，設公共給水栓八處，公共給水槽十處，消防栓三處，日出水量200立方公尺，設計給水量2,000人，計口給水。

(六) 瑞穗鄉自來水廠

瑞穗鄉自來水廠包括有瑞穗、富源兩水源地，光復後將原設備改進，復於民國四十九年六月，完成瑞穗水源擴建工程，將水源地改在瑞西（現改為瑞祥）村一鄰，日出水量約100公噸，足供飲用，供水區域由瑞穗村延長至瑞美、瑞良兩村。其富源水源及供水設備，則早於民國四十年改建，供水區域，由富



源村延長至富民、富興二村，現此三村皆飲用自來水。瑞穗、富源兩水源地均取用地面自然下瀉之水，建擋水壩，由鑄鐵管引至過濾池、沉澱池淨化後，輸水管配水池，依水壓設施，配水至市區用戶。

民國五十年用戶人口總數3,852人，全年售水量28萬6,160立方公尺，每月平均售水量2萬3,846立方公尺，每日平均售水量789立方公尺。

(七) 玉里鎮自來水廠

民國三十一年（光復前三年），水源遭受颱風沖毀，當時缺乏鐵管暫接竹管維持通水，迄本省光復由國軍聯勤總部營產管理所接收後交玉里鎮公所管理經營，至民國三十九年春，由美援撥助資材始行修復。至民國四十三年八月成立玉里鎮自來水廠，設管理員、雇員、技工、工友各一人，專責管理經營自來水業務。

由於市區人口激增，大多數居民均無自來水供應，遂於民國五十三年經自來水廠籌款擴建第二水源工程，將原鎮有廢用游泳池之淺井改建為第二水源，並增設抽水設備，抽取地下水加以消毒後直接供給市區居民飲用，供水量增為1,635立方公尺，供水人口增為10,000人，水荒始稍獲緩和。由於發展迅速，市區人口已超過兩萬人，供水率僅達百分之四十二，而市區外各里均飲用簡易自來水、河水或地下水。水廠的編制員額也隨業務增加而擴增為管理員、工務員、雇員、工友各一人，技工四人。

(八) 富里鄉自來水廠

富里鄉自來水，首創竹田給水區，

民國四十四年四月興工，同年八月完成，繼設富里給水區，民國五十二年七月興工，翌年四月完成，富里第二水源，於民國五十五年六月開工，同年八月竣工，分述之。

竹田給水區，水源取竹田村東方九岸溪山泉，建擋水霸，位置標高336.8公尺，以300公厘水管引入集水井，容量14立方公尺，井下接輸水管線，沉澱池一座，容量45立方公尺，濾沙池一座，容量100立方公尺，消毒室連配水井一座，容量14立方公尺，每日最大出水量280立方公尺，送水、配水管線總長2,700公尺，給水110戶，990人計量給水。

富里給水區，水源取富里村西北藤寮山澗水，建擋水霸，位置標高321.1公尺，簡濾引入集水槽，槽之容量120立方公尺，下接輸水管入沉澱池，遲容量30立方公尺，濾沙池二座，容量200立方公尺，清水池一座，容量200立方公尺，深井一口，深90公尺，口徑十英寸，容量14立方公尺，每日最大出水量480立方公尺，送水、配水管線總長7,411公尺，給水250戶，1,680人，計量給水。

民國五十五年用戶人口總數358戶2,610人，全年給水量12萬2,400立方公尺，每月平均給水量1萬200立方公尺，每日平均給水量340立方公尺。

三、長期發展計畫時期（民國53-65年）

第一期發展計畫，始於台灣省公共工程局自民國四十七年接管主持全省自來水業務以後，鑑於全省經濟之快速成長，對自來水之建設非採更遠、更深

、更快之步驟，難以配合社會迫切需要，乃著手擬訂遠程發展計畫，層請中央洽商世界衛生組織派遣專家顧問團來臺研究臺灣地區自來水之建設與未來發展之整體方案，經依據方案訂定長期發展計畫。(民國53-57年)

第二期發展計畫之四年間，台灣省部分計辦理73處新建及擴建工程，總工程費共計8億1仟5佰餘萬元，其中省府補助7仟7佰餘萬元，約占9.6%；地方自籌2億1仟餘萬元，約占25.9%；其他補助2仟8佰餘萬元，約占3.5%；各種貸款4億9仟8佰餘萬元，約占61%。(民國58-61年)

第三期發展計畫實施之初，即六十二年台灣省之設計出水量為每日1,364,769立方公尺，設計供水人口為5,804,572。(民國62-65年)

肆、台灣省自來水公司第九區管理處（民國63迄今）

民國六十三年，依據「台灣省自來水事業實施統一經營方案」全省128個水廠合併，成立台灣省自來水公司，隸屬台灣省政府。台灣省之自來水實施統一經營，集中人力，統籌財源，以加速其發展，經訂定自來水長中程發展計畫付之實施，台灣地區之自來水設計供水人口自六十二年之8,041,000人至七十二年之16,054,000人，增加一倍，供水普及率自六十二年之51.7%增加至七十二年之85.7%，增加率66%，平均每人每日用水量自六十二年之272公升增加至七十二年之346公升，增加幅度為27%。

民國七十三年至八十二年底，十年

間，台灣地區之供水普及率約81.1，提高至90.7%以上。

本區處成立於民國六十三年十月一日，當時係將花蓮縣內原有之花蓮市、吉安鄉、壽豐鄉、瑞穗鄉、富里鄉、玉里鎮、光復鄉、新城鄉、秀林鄉、卓溪鄉、鳳林萬榮聯合等十一個自來水廠合併而成，其間秉持上級長官之政策指示，致力於統合俾有效運用人力、物力、財力，以發展各地供水設施，加速推展自來水長期發展計畫，並期以管理科學化、經營企業化之方式，提高投資效益，減低營運成本，同時開發水源，擴充供水設施，擴大供水區域，提高供水普及率，以因應地方工商、產業及民生用水需要。

惟自來水愈普及，水源開發愈困難，管線埋設愈偏遠，投資及營運成本亦隨之提高，尤其本處現有供水系十八處，遍及花蓮縣十三鄉鎮市，地區遼闊、狹長，南北相距約一七六公里，系統小且分散，管理困難，經營條件較其他區處為差，致營運成本較高，因此今後如何開源節流，加強營運管理，提高售水率，以降低成本，乃為本區處努力的目標。

四、各廠所及管線隊組織沿革

(一) 檢修隊（管線隊）組織沿革

63年10月自來水公司第九區管理處成立，為防治漏水需要成立檢修隊並隸屬內部一級單位。辦理各供水系統檢漏作業，本處轄區供水系統計有十七處之多，遍佈花蓮縣境包括花蓮、秀林、新城、吉安、壽豐、鳳林、萬榮、光復、豐濱、瑞穗、玉里、富



里、卓溪等十三鄉鎮市，地形狹長而遼闊，南北相距約一七〇餘公里，目前設有花蓮給水廠，花蓮、吉安壽豐兩個服務所及鳳林、玉里二個營運所；均為本隊檢測範圍。

檢修隊於84年5月改制為管線隊，並改隸屬區處外設單位迄今。

(二) 花蓮給水廠組織沿革

成立於民國六十九年七月，前身為花蓮營運所，花蓮營運所前身為花蓮市自來水廠，隸屬花蓮市公所，原辦公地址在花蓮市復興街、中山路(今綜合市場)，與花蓮縣府、花蓮市公所、稅捐處等單位共同辦公，後因花蓮市地區發生大地震約民國四十五年，花蓮縣政府遷移花蓮市府前路，花蓮市公所，稅捐處遷移到花蓮市中正路東洋飯站前廣場與地方法院同一區塊辦公，自來水廠辦公處位於三民街與節約街轉角，及今市立托兒所(水錶修理場)，民國五十八年，因配合地區用戶增加需求之發展，辦理六期自來水擴建，增建田埔抽水站、砂婆礑水源地慢濾池、中山路深井(今中山路與建國路叉路口)等工程，乃在花蓮市水源街31號美崙淨水場興建辦公大樓(今花蓮服務所)民國五十九年遷移迄今，民國六十四年配合省府合併全省128個水廠，成立為台灣省自來水公司，花蓮市自來水廠易名為花蓮營運所，民國六十九年七月為配合大花蓮地區北迴鐵路工商業迅速發展供水所需辦理七、八期擴建計劃工程，將花蓮營運所擴編為花蓮給水廠、花蓮營運所二單位，本廠負責吉安、花蓮、新城、秀林等四鄉市水源、供水等業務，花蓮營運所負責營收、用戶新裝等業務，產銷

分離，由於前輩及上級長官睿智之決策次第完成七、八期擴建計劃，如砂婆礑、北埔、國慶、富世、新興、南華等淨水場及砂婆礑-光華、砂婆礑-尚志、尚志-北埔、國慶-花蓮市、吉安-光華等大口徑輸水管等工程，造就今日大花蓮四鄉市供水無慮，居功至偉。

(三) 花蓮服務所組織沿革

原為花蓮自來水廠，創設於民國10年。花蓮供水系統原分屬吉安、花蓮、新城及秀林鄉公所、美崙工業區管理委員會營管，63年1月吉安水廠(吉安及南華兩系統)首先併入台灣省自來水公司成立吉安營運所，63年10月自來水公司第九區管理處成立，吉安營運所隸屬於該管理處，花蓮水廠亦併入該公司，設立花蓮營運所，64年1月新城水廠併入花蓮營運所，66年秀林鄉公所將景美系統移交台水公司花蓮營運所，68年美崙工業區委員會將七星潭系統移交台水公司花蓮營運所，69年7月將吉安、花蓮兩營運所合併改設為花蓮給水廠及花蓮服務所，72年8月復將花蓮服務所分為花蓮及吉安兩服務所，亦即目前由花蓮、吉安服務所及花蓮給水廠共同營管。

花蓮服務所服務轄區為花蓮市、新城鄉、秀林鄉，其供水系統主要分為(1)花蓮系統(2)北埔系統(3)七星潭系統(4)景美系統(5)新秀系統。

(四) 吉安壽豐服務所組織沿革

吉安水廠設立於民國元年，在自來水公司尚未成立前，稱為吉安水廠，隸屬於吉安鄉公所建設課，自來水業務由鄉公所建設課承辦。當時吉安水廠供水系

統為吉安系統、南華系統。

六十九年七月，吉安、花蓮兩營運所合併改設為花蓮給水廠及花蓮服務所。七十二年八月，花蓮服務所分為花蓮及吉安兩服務所，九十一年一月，吉安服務所、壽豐營運所合併為吉安壽豐服務所，原壽豐營運所供水業務改併花蓮給水廠。

五十一年以前於吉安鄉公所內辦公，五十一年改於吉安鄉公所前右側一層樓辦公室(現已拆除，改作停車場)，五十八年因業務量激在原辦公廳旁增建一棟二層樓辦公室(現為吉安鄉調解委員會)，八十六年七月於稻香路新建三層樓辦公室，為依照本公司CIS企業識別體系建置之辦公廳，係目前使用中之辦公廳。

(五) 鳳林營運所組織沿革

鳳林營運所前身鳳萬聯合水廠，設立於民國18年，隸屬於鳳林鎮公所，業務由建設課承辦。當時鳳萬聯合水廠管轄供水系統為鳳林、北林、西林、萬里等四個系統，六十三年十月一日併入台灣省自來水公司。

自來水公司第九區管理處成立，設鳳林營運所。75年1月業務量成長，另成立光復營運所，91年1月為配合公司組織精簡廠所整併，合併光復營運所。

辦公廳舍在63年10月以前位於鳳林鎮中正路一段與中山路口鳳林鎮公所辦公廳舍合署辦公(現已拆除，改作停車場)。63年併入公司成立鳳林營所遷到現址辦公，為兩層樓建築。91年11月因業務量成長、辦公廳舍老舊，於現址改建三層樓辦公室，為依照本公司

CIS企業識別體系建置之辦公廳，係目前使用中之辦公廳。

(六) 玉里營運所組織沿革

本所前身為花蓮縣玉里鎮自來水廠，富里鄉自來水廠及瑞穗鄉自來水廠，於民國63年7月1日為配合政府政策，與富里鄉自來水廠同時合併改制為台灣省自來水公司玉里營運所，並直屬總管理處，至民國63年10月第九區管理處成立後與瑞穗鄉自來水廠分別改隸第九區管理處，民國90年間本公司為簡併基層作業單位，藉以降低營運成本並提昇經營績效計，經總管理處核定瑞穗營運所於91年4月1日起合併玉里營運所經營。

茲將花蓮縣玉里鎮自來水廠，富里鄉自來水廠及瑞穗鄉自來水廠創始沿革簡介如下：

(1) 玉里鎮自來水廠部份：

玉里鎮自來水廠首創於民國前1年(宣統3年、西元1911年、明治44年)，水源取自於玉里西南方約3.5km之源城溪上游為水源，原水引至淨水場至慢濾、慢濾池位於玉里鎮源城里源城溪上游(今源城國民小學西北後方約1,200公尺山谷中)，日據時期日本陸軍省(陸軍總司令部)，為供應飲用水給駐守玉里郡之守備隊(當年營地位於現今玉里榮民醫院院本部)士官兵用水，遂選定枯水期日出水量尚有1,442立方公尺以上，距營地3,418公尺之遙，與駐地落差78.2公尺高之異馬福(原住民話I BA FUKU)溪上游為水源，於民國前1年(宣統3年、西元1911年、明治44年)8月動工鋪設給水管道工程。

玉里鎮住民早已有公共給水的需求，當獲知軍方有給水管道鋪設工程時，即向軍方經理部（相當現今聯勤司令部）洽商爭取，結果以負擔水源工程及部份銑鐵管費用之條件下獲得軍方同意將給水管延伸至市區內供居民用水。

給水主幹管自水源地慢濾池起至守備隊營地共舖設 $\frac{1}{2}$ 吋銑鐵管 3,296 公尺，再由此延伸 716 公尺至玉里市街內重要處所，並設置公共給水栓 7 處，全部工程終於民國元年五月竣工，總工程耗資 33,806 元，分別由陸軍經理部負擔 25,000 元，花蓮港廳（現今花蓮縣政府）負擔 8,806 元，此為玉里鎮早期最大規模的公共建設，工程完工通水後委由軍方管理營運。

自來水設施完後，為因應日後經常性之維護，災害之復舊以及增加供水戶等需要，由經理部長，花蓮港廳長，鐵道部長等商議結果，以陸軍負責全部改善經費的二分之一，花蓮港廳、鐵道部各負責四分之一的原則下達成協議，在此協議基礎下陸續改善設備及增加供水戶，至民國 18 年（西元 1929 年）止，已增設公共給水栓 15 處，私有給水栓 110 個，用水戶數擴增至 495 戶，用水人口數亦達 2 千餘人。

民國 34 年台灣光復脫離日本統治後，由玉里鎮公所接管，繼續管理營運，至民國 41 年成立玉里鎮自來水廠並隸屬於玉里鎮公所附屬單位，民國 63 年 7 月 1 日為配合政府政策，改制為台灣省自來水公司玉里營運所至今。

迄目前為止創設於民國前 1 年之設備尚有慢濾池及地下儲水池各乙座，此

為本所僅存之最古老歷史遺跡，堪殊無價古寶文物，本所將予以妥善維護，俾供後人緬懷紀念。

玉里鎮自來水廠於民國前 1 年創設完成後，水源取自於玉里西南方約 3.5km 之源城溪上游為水源，原水引至淨水場經慢濾、消毒後，藉重力重力流下供應玉里地區軍民用水，計畫供水人口 5,000 人，設計出水能力 833CMD，民國 31 年水源設備遭山洪沖毀，民國 39 年始由美援會撥助資材修復。

民國 52 年第一次擴建，並利用廢棄之鎮有游泳池淺井為第二水源，按裝 15 馬力橫軸式抽水機二部，抽取地下水經消毒後加壓送至供水區，計畫供水人口增為 10,000 人，設計出水能力增為 1,640CMD。

民國 58 年由省公共工程局辦理水源改善計畫，闢建第三水源，開鑿深井抽取地下水，主要設備深井一口，250噸高架水塔一座，20HP 沉水式抽水機一台，計畫供水人口增為 25,000 人，設計出水能力增為 3,500CMD。民國 69 年由台水公司配合省府推動基層建設，延管供水至大禹，同時第二水源因環境欠佳，水源受污染而停用。

民國 70 年由本公司辦理二期計畫，配合縣政府重劃區之開發埋設管線，並於玉里南部客城擴建新淨水場，計畫目標年為民國 90 年，計畫供水人口增為 24,700 人，設計出水能力增為 6,630CMD。主要設備有深井一口、30HP 原水抽水機一台、500m³ 清水池一座、20HP 加壓抽水機 3 台、消毒設備、操作室、值勤宿舍及埋設 300mm $\frac{1}{2}$ 以下

送配水管線約16km，耗資2,300萬元，工程於72年開工，73年完工。

(2) 富里鄉自來水廠部份：

富里鄉自來水廠創設於民國53年，水源分別取自於山澗水及深井為水源，主要設備有山澗取水口、深井、氣曝台、沉澱池一座、慢濾池二座及200m³清水池一座、管理室、消毒設備、100mm § 以下導水管線2.5km及100mm § 以下送配水管線4.3km，計畫供水人口4,000人，出水能力80CMD。

竹田簡水系統建於民國44年，於九岸溪築壩取山澗水，計畫供水人口2,500人，出水能力280CMD，明里簡水系統設於民國59年，於明里西側山谷設取水口引山澗水，計畫供水人口1,200人，出水能力144CMD。

民國70年由省自來水公司擬定富里地區自來水系統規劃報告，將各小系統納入供水，於秀姑巒溪明里橋旁新設淨水場，主要設備含淺井、15HP原水抽水機、混合池、快濾池二池、500m³清水池、控制室、消毒設備、30HP清水抽水機3台、750m³配水池、擴充後送配水管線25.1km。工程於民國70年動工，72年初完工，共耗資約2,400萬元。

(3) 瑞穗鄉自來水廠部份：

瑞穗鄉自來水廠創設於民國41年，水源取用瑞穗村西方2公里外之山澗山，計畫供水人口2,200人，後因水源乾涸於民國49年改取瑞穗西方3.5km處之虎頭山山澗山為水源，計畫供水人口5,400人，設計出水能力650CMD，擴大供水至瑞美、瑞良兩村。

民國50年由省環境衛生實驗所補助興建紅葉簡易自來水，水源取自紅葉溪，主要設備含集水設備，25m³配水池、消毒設備、50mm § 以下送配水管長約1.0km，以民國60年為計畫目標年，計畫供水人口900人，設計出水能力90CMD，僅供水紅葉村。

民國59年再度辦理擴建，並於瑞穗北側花東公路旁開鑿深井，為第二水源，增加瑞西、瑞北兩村供水區，虎頭山水源為備用，該期中程以民國70年為計畫目標年，計畫供水人口8,000人，設計出水能力1,300CMD，主要設備有深井、7.5HP沉水式抽水機二台、氣曝塔、200m³清水池、加氯設備、12HP清水抽水機、150mm § 以下送配水管線約6km計耗資150萬元。

民國69年因配水量已達飽和，即配合基層建設經費，辦理第三期擴建，第一、第二水源留為備用，以民國80年為計畫目標年，計畫供水人口10,450人，設計出水能力2,600CMD，本期工程於民國71年中完工，主要設備有淺井、150mm § 導水管條長0.1km、慢濾池、加氯室、加氯機二台、500m³減壓井、600m³配水池、250mm § 以下送配水管長6.9km，工程費約1100萬元。

民國74年為改善供品質及配合花東公路拓寬並將紅葉系統併入乃辦理瑞穗系統四期工程，工程內容包括興建慢濾池一座，600m³配水池一座，150mm § 以下送配水管線7,602m。民國76年增設淺井一口，民國79年興建瑞穗辦公室，工程費600萬元。

民國80年至82年間為改善紅葉地



面水源，因每逢豪雨期即原水濁度過高不適飲用，耗資約660萬元改善設備，鑿深井一口，新設15HP沉水式抽水機一台及其配電設備、沉澱池一座、1000噸配水池一座，送配水管線250mm §以下長5,426m。

五、各供水系統

(一) 花蓮給水廠供水系統

花蓮給水廠前身為花蓮營運所，民國69年7月奉總管理處改編為花蓮吉安服務所、花蓮給水廠等三個單位，本廠負責花蓮市、吉安鄉、新城鄉四個鄉鎮市供水、管線維修、調配水壓、水量等業務，民國91年4月份再經總管理核定將壽豐營運所供水等業務合併本廠。

本廠轄區系統分佈於花蓮市、吉安鄉、新城鄉、秀林鄉、壽豐鄉、計有花蓮、南華、新秀、和中、壽豐、銅門、水璉等七個供水系統，25處淨水場、8處加壓站、9處抽水站、6處監控站，目前平均出水量109,324CMD，送配水管線長度約1550.5公里，遍及95個村里面積達1982平方公里，供水區域人口數至95年10月 243,584人佔花蓮縣總人口數 345,521人之 70.9% 民國63年改制為台灣省自來水公司，依上級單位政策指示，加速推展自來水中長程發展計劃，辦理七、八期擴建計劃陸續依計劃執行已完成各淨水場、輸配管線管理之擴建，已達成供水規模力求提高投資效益，降低營運所成本，提高供水普及率，滿足工商業及民眾飲用水之需求。

(二) 凤林營運所供水系統

1.鳳林系統

本系統供水區域包括鳳林鎮鳳林

、北林、南平、水車寮、林榮、萬里橋、開發處中心埔、森板、水庫寮、平林、中原農場、內田、大榮一、二村、中興、山興；萬榮鄉萬榮、見晴、支亞干、明利等社區及壽豐鄉米棧村，供水區內總人口17485人，供水人口13920人，普及率79.6%，最大配水量7352CMD，平均配水量 6684CMD，售水量 3184CMD，售水率47.6%。

2.光復系統

本系統供水區域包括光復鄉太平村等13村，供水區內口14180人，供水人口9984人，普及率70.4%，最大配水量5913CMD，平均配水量5375CMD，售水量2311CMD，售水率43.0%。

3.豐濱系統

本系統供水區域包括豐濱、丁字漏、新社、東興、蚊仔山、水源地等社區，供水區域總人口3752人，供水人口2159人，普及率57.5%，最大配水量1040CMD，平均配水量946CMD，售水量479CMD，售水率50.6%。

4.富源系統

本系統供水區域包括瑞穗鄉富源、富興、山下及光復鄉大富、大豐村，供水區域內總人口5792人，供水人口3661人，普及率63.2%，最大配水量2594CMD，平均配水量2358CMD，售水量747CMD，售水率31.7%。

5.港口系統

本系統供水區域包括豐濱鄉港口、靜浦兩村主要集居社區石梯灣、石梯坪、港口、大港口（以上屬港口村）、靜浦、三富橋（以上屬靜浦村）等6處，係由豐濱鄉公所所管理之簡易自來水

供應。本系統之水源取用秀姑巒溪畔之山澗山，經消毒後蓄入消水以及配水池，再以重力供應港口村之大港口、港口兩社區及靜浦村，八十二年供水人口2,800人，供水量410CMD。

(三) 玉里營運所供水系統

玉里營運所前身為花蓮縣玉里鎮自來水廠，富里鄉自來水廠及瑞穗鄉自來水廠。民國63年7月1日配合政府政策，與富里鄉自來水廠同時合併改制為台灣省自來水公司玉里營運所，並直屬總管理處，至民國63年10月第九區管理處成立後，與瑞穗鄉自來水廠分別改隸第九區管理處，民國90年間本公司為簡併基層作業單位，藉以降低營運成本並提昇經營績效計，經總管理處核定瑞穗營運所於91年4月1日起合併玉里營運所經營。

本所轄區各系統分佈於玉里鎮、富里鄉、卓溪鄉、瑞穗鄉及萬榮鄉等五個鄉鎮，計有玉里、富里、崙山、松埔、瑞穗、舞鶴等六個供水系統，12處淨水場，7處加壓站、目前平均每日出水量18,940立方公尺，送配水管線長度511.5公里，用戶數10,021戶，供水區域人口數計有60,727人，改制公司體制後秉持上級長官之政策指示，加速推展自來水中、長期發展計劃，並配合以管理科學

化，經營企業化之理念，力求提高投資效益，降低營運成本，提高供水普及率，以應工商業繁榮及民眾飲用水之需求。

伍、結語

花蓮自來水的回顧與前瞻，非常感謝管線隊陳隊長威光協助整理歷屆經理資料及花蓮給水廠劉股長道光、鳳林營運所林主任裕翔、玉里營運所黃工程員桂林所提供的供水系統資料，以及各單位提供組織沿革、歷任主管資料，使本回顧與前瞻得以順利完成，由於編纂期程緊迫，疏漏或錯失在所難免，尚祈先進不吝匡正。

參考資料

- 1.花蓮縣志衛生自來水篇（民國65年6月）
- 2.台灣自來水誌東部自來水(民國82年版)
- 3.台水三十週年專輯（民國93年1月）
- 4.本處歷年業務相關資料(民國63年1月～95年12月)

作者簡介

林建財先生

現職：台灣省自來水公司第九區管理處經理

專長：環境衛生管理、自來水技術與管理、材料管理

徐文玉先生

現職：台灣省自來水公司第十區管理處人事室主任

專長：人事管理、自來水管理



「研究快訊」一

計劃名稱：高濁度原水最適化處理技術之研究

委託單位：台灣省自來水公司

研究單位：逢甲大學

研究人員：吳志超、周珊瑚，李茂松、葉作祥、謝健成等

研究期間：自民國九十五年十月至九十六年十月

近年來由於河川上游超限利用開發與 921 地震後土壤液化，每逢颱風大雨即使地表水質濁度暴增至數千甚至上萬 NTU，且高濁水發生之期間與年俱增，各淨水場常因原水濁度過高造成既有設備無法處理負荷，而需以減低處理量或停水因應之，對社會民生經濟造成莫大損失。依 95 年環保署公告，原水濁度超過 2,000 NTU 時，經申報並經核發機關核准，且採取緊急應變措施者，廢水得直接放流經核准之承受水體，故未來於高濁水(2,000 NTU 以上)發生時，可將處理之廢水、廢泥排於承受水體中，但在中濁度(2,000 NTU 以下)時仍有廢污、廢泥之處理問題。而由於高濁水期間越趨增長，對淨水場之操作處理將是嚴苛之考驗，因此高濁水之處理操作策略與污泥處理對水廠供水將有直接且重大之影響。本研究乃由逢甲大學與工業技術研究院之團隊負責執行，計畫將於九十七年十月完成，預計將執行下列四項工作內容：

1. 高濁度原水、淨水及廢水處理技術之回顧。優選可應用於高濁度原水淨水處理之技術設備與處理策略。
2. 優選淨水處理操作下，廢水處理最適化之研究探討。
3. 針對新竹第二淨水場及高雄坪頂淨

水場進行詳細優選技術應用評估。

本研究主要探討當水場原水濁度分別高於與低於 2,000 NTU 時，水場可採行何種處理技術因應之，以達正常供水，或如無法正常供水其處理之濁度上限與忍受延時為何。其中主要將就新竹第二淨水場及高雄坪頂淨水場，就其現有淨水與廢水系統配合其高濁原水特性進行處理功能評估，以推算設施之最大處理極限，並就相關之文獻技術彙整，建議此二淨水場對高濁度原水之最適化處理/置技術與設備策略。此外亦對此二水場進行高濁水原水水質混凝沈降試驗，以協助建立操作因應資訊。另外亦就此二場之案例探討模式提供其它高濁原水水場改善參考建議。

「研究快訊」二

計劃名稱：台灣地區庫、壩、堰、河川地面水水源水質安全維護探討研究

委託單位：台灣省自來水公司

研究單位：華門工程顧問股份有限公司

研究人員：許仲景

研究期間：自民國九十五年十月至九十六年十月

前 言

自來水公司主要工作為供給民眾充足及安全之自來水，近年來由於氣候變遷導致降雨不均，河川水源上游水源涵養不良等因素，導致暴雨時地面水濁度增加，另長期旱季缺水嚴重，亦影響自來水供水是否充足，自來水公司已建立一套緊急應變程序因應，將暴雨或乾旱對民生供水影響降到最低程度。但因國際上恐怖活動的氣氛蔓延，以及日漸人性的不穩沉淪已對台灣地區提供重要公共給水之地面水源水質安全產生威脅。有鑑於此，如何透過地面水源水質平時之安全維護，有毒害物質相關資料庫之建立，並擬定水源水質安全問題時緊急應變方案，為目前當務之急。

一、國內現況

自來水為重要的維生必需品，水質安全為民眾所深切關心的，台灣自來水取水大部分來自於水庫、壩、堰、河川地面水水源，水源經淨水廠處理後，透過供水管網配送至用戶，地面水水源水質優良與否直接影響配水管供水之水質。

自來水公司主要工作為供給民眾充足及安全之自來水，近年來由於氣候變遷導致降雨不均，河川水源上游水源涵養不良等因素，導致暴雨時地面水濁度增加，另長期旱季缺水嚴重，亦影響自來水供水是否充足，

台灣省自來水公司已建立一套緊急應變程序因應，將暴雨或乾旱對民生供水影響降到最低程度。惟國際上恐怖活動的氣氛蔓延，以及日漸人性的不穩沉淪已對台灣地區提供重要公共給水之河川地面水源水質安全產生威脅。如何提升河川地面水水源水質安全維護是提供民眾安全飲用水重大課題。

二、目前地面水水源水質安全維護

由於地面水水源之水質安全性關係自來水之水質甚鉅，除自來水公司依飲用水平管理條例(民92年)第二章水源管理第五條「飲用水平水質保護區或飲用水平取水口一定距離內之地區，不得有污染水體之行為」，自來水公司平常時，則採取相關措施如加強地面水水源巡查，並依飲用水平標準項目定期對地面水源進行檢測工作，防範地面水源受到污染。

三、目前重要議題及因應方法

如何加強地面水安全維護及相關緊急應變相關議題可包括：有毒害物質污染地面水體發生原因及類型？有毒害物質種類及其物理、化學、生物及毒性特性？如何以早期生物預警系統有效偵測污染？該採取緊急應變皆需要詳加深入探討。

因應方法可包括以下：

1.案例分析研究

如收集過去曾發生有毒害物質污染



相關之案例，探討發生原因，毒害物質之物理、化學、毒害特性，數量，及各相關單位如何緊急應變、與後續追蹤等。分析結果，將與自來水公司現行平時之水質安全維護工作項目(檢測、管制、巡查)檢討分析，做為未來加強緊急應變之用。

2.有毒害物質偵測技術

雖然自來水公司依飲用水水源標準項目定期對地面水源進行檢測，其主要項目為大腸大腸桿菌群密度，氨氮，化學需氧量，總有機碳，及相關重金屬砷，鉛，鎘，鉻，汞，硒，地面水水源可能出現之有毒害物質檢測則較少。以生物分析方法(bioassay) 其具非化學特定性、快速篩選，偵測敏感，價格便宜及操作簡單等優點如水蚤(*Daphnia magna*) 及海洋發光菌(*Vibrio fischeri*)，監測水質是否有異常，並決定是否需要進一步化學分析。

3. 加強巡查管制工作

自來水公司對水源安全極為重視，禁止各項污染水源水質之行為，包括非法砍伐林木或開墾土地、工業區之開發或污染性工廠之設立等。並對水源水質進行檢驗工作，於供水單位取水後進入淨水場內之淨水處理設備前之足以代表該水源水質之適當地點採樣分析，惟由水庫集水區範圍大，巡查人力有限，難防有心人蓄意下毒，除加強巡查人力及頻率，並結合現行政府所推展之河川巡守隊或民間守望相助組織。除此之外，網路技術目前極為發達可用於監視水域是否有人闖入。可研究國內外遠距遙測

監控設備，嚴防人為破壞水源

4.建立毒害物相關資料

如無機性(氰化物，重金屬--汞，鉛，砷，硒)、有機性(有機溶劑，有機磷或有機氯農藥)，實驗室製劑等之物理化學及半衰期資料。以用)、放射性有毒害物質(鈷等)，收集並建立相關資料如有毒害物質之物理、化學、毒性、生物可分解性、特性皆會影響其在地面水中流布，及可用於緊急應變應採取之因應措施。

5.緊急應變方案

分析國內過去發生案例，並參考國內各單位如環保署(環保署，水污染應變處理手冊)、水利署或美國環保署反恐計畫中地面水源污染緊急應變計畫，研擬緊急應變方案，如威脅評估，緊急應變，場址特性及採樣，分析方法及復育技術之選擇，以因應未來發生地面水污染時，緊急應變之用。

四、結論

因國際上恐怖活動的氣氛蔓延，以及日漸人性的不穩沉淪已對台灣地區提供重要公共給水之地面水源水質安全產生威脅。透過各項工作如案例分析研究，有毒害物質偵測技術，加強巡查管制工作，建立毒害物相關資料，緊急應變方案之工作建立但，可提升台灣地區河川地面水源水質安全維護層次，強化地面飲用水水源水質安全

「研究快訊」三

計劃名稱：國外使用淨水用藥劑之申請公告研究（第一年）

委託單位：台灣省自來水公司

研究單位：工業技術研究院 能源與環境研究所

研究人員：胡伯瑜、楊琇瑩、曾治乾、周珊瑚等

研究期間：自民國九十五年十一月一日至九十六年十月三十一日

針對近年國內因天候影響，致使水源水質情況多變，自來水公司各淨水場大多使用飲用水水質處理藥劑處理水質，以使其符合飲用水規範。現行使用之淨水用藥係依據環保署公告之飲用水水質處理藥劑，使用層面涵蓋了混凝沉澱程序、消毒程序、氧化程序、管線抗腐蝕以及酸鹼中和等淨水程序。

近年來由於颱風、暴雨帶來的水源濁度遽增情況，對於各淨水廠的正常供水形成莫大壓力，現有的水質處理藥劑在處理超高濁度原水與特殊鹹度需求下，往往需要預先庫存足夠藥劑以為因應。然而由於國內的藥劑供應商並不具備向環保署申請水質處理藥劑公告的資格，自來水公司若需採用此類未經公告的水質處理藥劑仍須自行向環保署申請公告。

爰此，為減少在申請公告時之困擾，並使所需藥劑能順利通過審核公告，自來水公司乃擬定本委託研究，期望能透過本計畫替自來水公司建立飲用水水質處理藥劑的審核作業機制，藉此規範藥劑供應廠商之資格及列管所需相關資料，供自來水公司內部評估審核。自來水公司除審核申請公告藥劑相關文件的完整性之外，亦能對各水質處理藥劑進行技術性、安全性及經濟性上之評估，使申請公告藥劑確能符合自來水公司之需要。

本計畫研究內容包括蒐集與探討國外（美、加、日、紐、澳及歐盟）使用或公告之淨水用藥劑，並於二年研究期程中協助自來水公司完成向環保署提出 10 項，並於第一年中完成至少三項之本國未公告水質處理藥劑之公告申請；以及研訂相關藥劑之先行評估及審查機制。其中評估及審查機制建立除參酌現行中央主管機關審查流程之外，亦於建立國外資料庫過程中針對各國規範中之架構設計、審查邏輯與特殊事件因應辦法予以探討，務使研擬之審查機制充分適用自來水公司現況及未來發展方向。針對前項所蒐集之國外公告藥劑，將與我國相關法規比對，尚未公告者，依據其技術性、安全性及經濟性，研討排序自來水公司需求之藥劑，並依飲用水水質處理藥劑申請公告作業準則相關規定蒐集準備公告審查相關資料，協助水公司申請公告相關作業。

本研究執行完成後期能使自來水公司淨水藥劑使用多元化、現代化及符合水質處理需求，並符合環保署規定。預計將完成下列各項成果：(1) 建立國外飲用水水質處理藥劑參考資料庫 (2) 完成自來水公司需求之藥劑之公告審查相關資料之彙整 (3) 協助自來水公司申請公告相關作業 (4) 完成自來水公司內部相關藥劑先行評估及審查機制之訂定 (5) 完成至少 3 種未公告之水



質處理藥劑公告申請。

藉由本研究之完成，未來淨水藥劑使用

將更加多元，並更加彰顯自來水公司於淨水工程上之技術、安全及經濟上之有利保障。

本刊「研究快訊」專欄竭誠歡迎委託研究單位，或受託研究單位踴躍提供目前正進行中之各項研究計劃期初、期中或期末報告摘要（依本欄之格式撰寫），以期自來水界之人士了解國內各項最新研究之情形。

「研究快訊」四

計劃名稱：水公司各淨水場清水、配水鹵化乙酸含量背景資料調查建立暨淨水處理技術與處理成本之評估分析

委託單位：台灣省自來水公司

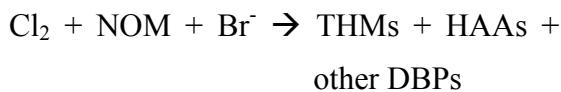
研究單位：台灣大學公共衛生學院

研究人員：王根樹、童心欣、張慧嫻等

研究期間：自民國九十五年十月至九十六年十月

一、計畫背景

自 1974 年 Rook 首次發現飲用水中的消毒副產物後，各界學者逐漸重視消毒副產物的健康效應，因此，近三十年來，各種消毒副產物相關的研究與議題，持續性地受到廣泛討論。飲用水中消毒副產物之生成係導因於化學添加劑與水中天然有機物與溴離子之反應。本主題中多數之研究均著重於與氯(最常用之消毒劑)之反應，以及消毒副產物(以三鹵甲烷及含鹵乙酸最為常見)之生成。



含鹵乙酸是飲用水氯化第二常見之消毒副產物類別。在某些水中，含鹵乙酸之濃度甚至高於三鹵甲烷之濃度。含鹵乙酸之生成隨著水體 pH 之下降而增加，此種形式正好與三鹵甲烷相反。因此，使用鋁鹽或鐵鹽進行混凝所需之微酸性水質 (pH 5.5 - 6.5) 有利於含鹵乙酸之生成，而以 pH 7.5 - 8.5 之水質進行氯化則有利於三鹵甲烷之生成。一般相信水中的腐植質(天然有機物中的疏水組成)是導致含鹵乙酸(及三鹵甲烷)生成之主因。因而實務上在沈澱及過濾後進行後加氯是降低含鹵乙酸(及三鹵甲烷)生成的有效方法，因為混凝過程可降低相當比例之腐植質。

共有九種含氯及/或溴之含鹵乙酸：

單鹵乙酸：一氯乙酸、一溴乙酸

二鹵乙酸：二氯乙酸、一氯一溴乙酸、二溴乙酸

三鹵乙酸：三氯乙酸、二氯一溴乙酸、一氯二溴乙酸、三溴乙酸

在多數水中，二氯乙酸及三氯乙酸是主要之成分。然而在含有較高溴離子濃度之水體中，例如在溴離子濃度大於 100 $\mu\text{g}/\text{L}$ 之水中，含溴物種可能是主要成分。在相似之情形下，含溴物種也是在含有較高溴離子濃度水體中三鹵甲烷之主要成分。

而含鹵乙酸部分由於為消毒副產物中的主要含量物種之一，且分析方法仍存在許多困難，尚未獲得有效解決，所以一直以來較少受到專家學者的重視。而在含鹵乙酸的管制部分，現今主要依據美國環保署於 1998 年所公告之消毒劑-消毒副產物法，來管制飲用水中的含鹵乙酸，目前 HAA₅ (MCAA、DCAA、TCAA、MBAA、DBAA) 在第一階段中最大容許濃度 (MCL) 為 60 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，第二階段預計提高 MCL 為 30 $\mu\text{g}/\text{L}$ 。灣地區現階段雖仍未針對含鹵乙酸制訂管制標準，不過環保署現已進行討論並計畫擬定中。

另外，在含鹵乙酸相關的分析部分，由於環境水體中含鹵乙酸個別物種濃度極低，且絕大部分以解離之含鹵乙酸鹽離子形式存在，又無法直接注入儀器分析，而需要經過



一連串繁複的萃取及衍生之前處理步驟等，種種問題使得含鹵乙酸的分析存在許多困難，現階段尚無最佳化的解決辦法。而目前各研究機構大多根據美國環保署公告之 USEPA Method 552.2 或 552.3 之標準分析方法，環檢所亦公告水樣中的含鹵乙酸分析方法 (NIEA W533.51B)，然而現有方法在針對含溴三鹵乙酸物種的分析上，仍存有衍生效果不全，物種本身對熱之不穩定性，容易於高溫裂解，且前處理步驟耗時等問題。

再者，也因為含鹵乙酸之分析仍面臨許多問題，加以台灣地區尚未訂定該類物種之法規管制標準，因此，台灣地區較為缺乏大規模之飲用水中含鹵乙酸濃度的散佈資料，所以，本研究將以 USEPA 552.3 標準方法為基準，調查台灣地區飲用水中含鹵乙酸之濃度散佈現況。

二、研究目的

鑑於環保署 92 年度委託研究計劃「飲用水水質標準中生物性及適飲性標準管制項目及標準之評估」研究報告中建議頒布 HAA₅ 飲用水水質標準，並訂定執行期程，台灣省自來水公司為因應此等趨勢乃擬訂本計畫，期能符合未來飲用水水質標準中對於 HAA₅ 飲用水水質標準之規定，建立水公司主要淨水場清水及其具代表性的配水之背景資料，並針對可能不符標準時所須淨水處理技術與處理成本進行評估分析探討，完成研究後研究報告能提供相關單位參考。

(一)計畫目標如下：

- 1.回顧國外資料有關 HAA₅ 淨水處理技術與處理成本資料收集、彙整及分析。並針對水公司清、配水較接近或超過 HAA₅ 上限之淨水場提出最適化淨水處理技術

與處理成本進行探討研析。

- 2.進行含鹵乙酸分析之前處理步驟中，萃取、衍生溫度、衍生時間、濃縮等各步驟條件測試，建立以 USEPA 552.3 為基準之標準分析方法。同時針對 NIEA W533.51B 進行分析條件測試。
- 3.調查台灣各地區飲用水中含鹵乙酸之濃度數據，並比較其分佈及季節變化。完成水公司至少 80 淨水場清水及其具代表性的配水之 HAA₅ 檢測分析，每場所進行清水及代表性的配水檢驗各二次（間隔約半年乙次，最好在豐枯水期各乙次），建立水公司主要淨水場清水及其具代表性之配水之背景資料。為瞭解 HAA 在淨水處理流程中之生成特性，另選取 5 個代表性淨水廠進行全流程 HAA 濃度分析，並針對該 5 個淨水廠之原水及清水進行 THMFP 及 HAAFP 試驗，以瞭解淨水流程對 DBP 前質之去除效率以供未來擬定改善計畫之參考參考。
- 4.受委託單位於檢測分析 HAA₅ 時，舉辦乙次（或以上）檢測分析 HAA₅ 觀摩講習會提供本公司各單位檢驗人員研習與經驗交流。
- 5.檢測 HAAs 之同時並分析主要淨水場 THMs 之濃度分佈，根據研究中所調查之 HAAs 散佈資料，分析 HAAs 與水中總有機碳及三鹵甲烷之間的關係。

國際自來水研討會訊息

日期	會議名稱 會議相關訊息網址	地點	主辦單位
1-3 May 2007	Water Framework Directive Implementation - Measures, Costs, Institutions & Communications www.wfdimplementation.eu	Dublin, Ireland	International Water Association
14–16 May 2007	IWA Conference on Water Management & Technologies Applications for Developing Countries 2007 www.watermalaysia.com	Kuala Lumpur, Malaysia	International Water Association
15 – 17 May 2007	International Conference on Membranes for Water and Wastewater Treatment www.iwamembranes.info	Harrogate, UK	International Water Association
15-19 May 2007.	World Environmental & Water Resources Congress http://content.asce.org/conferences/ewri2007/index.htm	Tampa, Florida, USA	American Society of Civil Engineers (ASCE)
3-6 June 2007	4th IWA Leading-edge Conference & Exhibition on Water and Wastewater Technologies www.iwa-let2007.com.sg	Singapore	International Water Association
25-28 June 2007	NOVATECH 2007 - 6th International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management www.novatech.graie.org	Lyon, France	NOVATECH
14-16 June 2007	1st IWA Utility Conference on “Customer Connection” www.moorga.com	Maastricht, the Netherland	International Water Association
23-24 May 2007	China Water Summit 2007 www.globaleaders.com/en/2007/water/water.asp	Shanghai, China	Global Leaders Institute
25-27 July 2007	Urban Water Planning and Management 2007 www.iqpc.com/au/urbanwater www.unesco.org	Australia	International Quality & Productivity Center (IQPC)
24-26 Sep. 2007	European Water & Wastewater Management Conference www.aqua-enviro.net	Newcastle, UK	Aqua Enviro Group



國際自來水瞭望台

編輯小組

全球：聯合國「氣候變化跨政府小組」 (IPCC)報告中警告氣候的激烈變化將 對水資源造成嚴重影響 (06/02/07)

來自聯合國「氣候變化跨政府小組」發表的新報告中警告氣候的激烈變化將造成歐洲、美國、中國及澳洲等地水資源嚴重的短缺。

此報告中預言至 2100 年時全球溫度將上升攝氏 2 至 4.5 度，結果將造成海水上漲泛濫將進一步的造成 7 億個家庭無家可歸。而非洲和孟加拉國等窮國，將無力應付連接而來的乾旱和海平面上升所造成的損害。

來自 IPCC 的今年度公布四份報告中的第一份報告，明確的指出自二十世紀中期以來因人類活動大量的排放二氧化碳、甲烷、氮氧化物及其他溫室氣體等，已使得全球溫度逐漸的上升。

報告預言在百年來全球的平均溫度將上升攝氏 3 度，因溫度升高造成的影響包括熱浪，洪澇、乾旱、颱風等天災侵襲，另外也造成冰河和北極冰的融進而造成全球海平面升高。

僅計算海洋範圍擴大及冰山融化的影響，21 世紀末海平面將上升 28 至 58 公分（與 1989 至 1999 年間的海平面高度相比），2001 年報告的推估值為上升 9 至 88 公分，然而，若溫度繼續上升、冰層持續融解，到 2100 年之時，海平面也很有可能上升到 1 公尺之多。

報告中警告當人們仍持續大量的製造出溫室氣體，如果全球溫度持續升高時，冰床將繼續融化。海上浮冰在南北極區均會有縮減情形。北極區海面的冰塊面積自 1978 年起，每 10 年便減少約 2.7%，夏季更是減至 7.1% 以上。

報告指出高緯度地區降雨量將可能大量的增加，而亞熱地區則相對減少降雨量。類似的變化已於二十世紀期間受到證實。而熱浪也很極有可

能持續的發生，雖然熱帶颶風的數量下降，但是這些風暴的強度卻則因海水的暖化而持續的增加。

在 IPCC 報告裡的一些可怕的預言，如果沒有努力降低溫室氣體的溢散發生，則溫度上升攝氏 4.5 度時，海平面下世紀將上升超過 58 公分。(摘譯自 Water 21 - International Water Association 2007，譯者從略)

全球：聯合國 (FAQ) 糧農組織發布全世界水資源短缺的警訊 (20/03/07)

聯合國糧農組織 (FAQ) 於世界水資源日前，提出一份報告警告世界將逐步遭遇水資源匱乏等問題。

“21 世紀的挑戰：對抗水資源的匱乏”指出水資源的逐漸的匱乏和競爭是未來減緩貧困首應處理的，尤其是在農村地區此現象更為嚴重。

在半乾旱地區，貧困的農民愈來愈覺得水源的獲得比健康及教育更重要。這份報告指出：非洲東部和北部的大部分國家處在水資源短缺的困境中，此外還有其他國家受缺水煎熬如墨西哥、巴基史丹、南非、中國大部和印度等國家。

在這些國家中，農業灌溉是水資源需求的主要原因，亦是水資源短缺影響的首要原因。為維持他們的需求，這份報告建議：國家必需專注於有效的使用水資源及致力於水資源分配計畫，使有限水資源得以發揮最大的經濟及社會效益，並且同時增進水的生產力。

應特別專注於水源使用的公正及水源分配政策所造成的社會影響。需求驅使經常引起水源

不足及過度分配，且在有限水系統內無法供給充足。

這份報告批評政策所採取的方法提及“大部份的例子中，當社會上的影響結果使特定族群被剝奪相關資源，因此在水資源政策上的決議將大於水力可行性計畫。

在很多地方，以制度及法律來管理水資源匱乏並不可行，大部份是以不公平及濫用資源之政策來執行。

在河川或其流域內的區域，水源匱乏應比在國家或全球更被體認。它建議：水資源匱乏的情形下，利用專門的知識（如學界及科技的各項專業知識）及良好的政策以達到效及公平的管理。

這份報告警告指出，水資源的匱乏將是一個貧困的議題，特別是針對貧困的農村而言—不乾淨的水和衛生缺乏是全世界貧困人民的命運。（摘譯自 Water21 - magazine of the International Water Association 2007，譯者從略）

小百科：3 月 22 日世界水資源日 (World Water Day)

水是地球上珍貴而且瀕臨嚴重威脅的資源，也與人類生存及文明的發展息息相關。為提昇人類對水資源的關心，聯合國大會在 1993 年 2 月 22 日通過決議，訂每年 3 月 22 日為「世界水資源日」(World Water Day)，提醒世人關懷水資

每年都有一個致力的主軸，今年 2007 年的主題著重應對水短缺。

源問題是共同的責任。

世界水資源日的活動自 1994 年開始舉行，根據聯合國的定義，當一個國家每人可使用水量低於 1,700 立方公尺時，就符合水資源缺乏指標。從歷年來世界水資源日的活動主題可以看出，世界水資源日的活動主軸，隨著水資源在當時的時代意義而改變。在初期，人們關心的是水量(水夠不夠)與水質(安不安全)的問題，但近年來人們逐漸開始關心水對未來的發展。

以下是自 1994 年起，每年世界水資源日活動的主題：

1994：關懷我們的水資源是每個人的責任

1995：女性與水

1996：水對缺水的城市

1997：世界的水—水足夠嗎？

1998：地下水—看不見的水資源

1999：居住在下游的眾生

2000：水對 21 世紀

2001：水與健康

2002：水對發展

2003：水對未來

2004：水與災難

2005：生命之水

2006：水與文化

2007：應對水短缺



第十六屆理、監事會第二次聯席會議紀錄

時 間：民國九十六年三月二日（星期五）下午三時卅分

地 點：本會會議室(台北市長安東路二段 106 號 7 樓)

主 席：徐理事長享崑

出席理事：徐享崑 廖宗盛 黃慶四 郭瑞華 陳福田 謝啓男 賴文正 李公哲 王桑貴 王池田
鄧志清 高文浩 吳振欽 楊水源 張明欽 陳曼莉 孫新惠 黃志彬 王文賢 宋金順
蘇金龍 陳宏濤 林 岳 吳陽龍 陳錦祥 駱尚廉 吳美惠

出席監事：監事會召集人 李錦地

王炳鑫 齊景新 呂鴻光 蔡茂麟

列席人員：許培中 康世芳 劉家堯 王魯人 李美娥 蔡麗式

劉玉李 管惠嬉

請假理事：胡南澤 楊清和 葉宣顯 林連茂

請假監事：翁自保 謝壩煌 施澍育

記 錄：王魯人

一、主席致詞：各位理、監事先生大家好！

新春伊始，在此先向各位理、監事先生、各位會務工作同仁賀年，祝各位新春愉快，諸事順遂，大吉大利。

本會目前已有專任祕書長，以後可就幕僚業務多努力些，使會務作業更臻完善；最重要的還是希望各位理、監事先生，將本會會務也能視為各位的核心工作，對協會有所協助，使本會發展日益茁壯。

現在我們就依照議程來進行會議。

二、報告事項：

(一)祕書長綜合報告：詳如議程書面資料(略)

結論：洽悉

(二)各種委員會報告

結論：各種委員會召集人、主任委員、副召集人、副主任委員、委員、祕書人選名單通過後，各委員會成立，即進行各項會務運作。

(三)專案小組「鋼襯預力混泥土管(PCCP)內壓及鋼線試驗觀察」工作報告：詳如議程書面資料(略)

結論：1、建請召集人轉洽報告原撰人同意，將封面名稱「鋼襯預力混泥土管(PCCP)內壓及鋼線試驗觀察」工作報告改為「鋼襯預力混泥土管(PCCP)內壓及鋼線試驗」工作報告。書面報告分送參與人員。

2、本會第十六屆技術研究委員會成立後，針對(PCCP)規範請技術研究委員會再作進一步探討並提供相關資料，作為政府決策單位修訂 CNS PCCP 規範之參

考依據。

(四)會務工作報告：詳如議程書面資料(略)

結論：洽悉同意備查。

三、討論事項：

編號 第一號 類別 會務 提案人 理事長 徐享崑

案由：為本會第十六屆第二次會員代表大會暨第四十屆自來水節慶祝大會如何籌辦？請討論。

決議：1.本屆大會委請台灣自來水公司第二區管理處籌辦。

2.大會日期：96 年 11 月 16 日(星期五)。

編號 第二號 類別 會務 提案人 理事長 徐享崑

案由：為本會第二十四屆自來水研究發表會是否請籌辦今年會員代表大會單位負責統籌辦理？或另商請他單位籌辦？請討論決定

決議：委請台灣自來水公司第二區管理處統籌辦理。

編號 第三號 類別 會計 提案人 理事長 徐享崑

案由：為編列本會九十五年度歲入、歲出決算表等一案，請審議。

決議：1.通過

2.送請監事會審查。

編號 第四號 類別 會務 提案人 祕書長 許培中

案由：請准予辭去原任監事一職，以符合社會團體工作人員管理辦法相關規定

決議：通過。

編號 第五號 類別 會務 提案人 祕書長 許培中

案由：為本會第十六屆各種委員會副召集人、副主任委員、委員、秘書等人選名單，提請同意通過後聘任，是否妥適？請討論。

決議：通過。

編號 第六號 類別 會務 提案人 理事長 徐享崑

案由：建請同意劉家堯先生為本會顧問並提擬自本(96)年 3 月 3 日起生效，提請公決。

決議：通過。

四、臨時動議：無

五、散會：下午四時三十五分



「自來水」季刊免費索閱登記調查

親愛的讀者您好，「自來水」季刊鑑於網際網路之便捷性與積極響應無紙化環保運動，並達節約預算經費之考量，配合季刊改版，自第 101 期起，紙本寄送對象將僅限回函索閱登記有案之「中華民國自來水協會」會員、各地公立圖書館及投稿作者為主，其餘讀者請至臺灣省自來水公司網站 (<http://www.water.gov.tw>)「網網相連」之「自來水協會會刊」下載閱覽，便能快速閱覽每一期季刊的精彩圖文，本刊將持續不斷精進，以提供讀者更豐富多元的內容，感謝您的支持、鞭策及不吝賜教。

「自來水」季刊免費索閱登記表

姓　名			會員編號
服務單位			職　稱
聯絡地址	(公)		
	(宅)		
e-mail			
聯絡電話	(公)		
	(宅)		
	手機		

免費索閱登記表請逕寄至：台北市中山區 10491 長安東路二段 106 號 7 樓「中華民國自來水協會」收即可，聯絡電話：(02)2507-3832，或傳真：(02)2504-2350，也可利用 E-mail：ctwwa@msa.hinet.net 索取。



「自來水」季刊論文審查作業要點

一、本刊論文分「一般性」及「專業性」兩類，其分類如表一。

表一、「自來水」季刊論文分類

一般性	專業性
一般論述、每期專題、業務報導、專家講座、他山之石、法規櫬窗、協會與您、會員動態、研究快訊、學術活動、出版快訊、感性園地等文稿。	專門論著、實務研究等文稿，「每期專題」論文如經負責籌編委員認定為屬「專業性」論文者亦同。

二、「一般性」論文先經本刊編輯小組作格式審查，呈經總編輯核可後刊出。

三、「專業性」論文經本刊編審委員會以同儕方式作實質審查(審查表如下)，審查完成後，總編輯依審查結果核可後刊出。

「自來水」季刊編審委員會

論文審查意見表

編號：

題目：	
作者：	

一、評論 (comments) (在適當之空格打勾)

	優良	良好	尚可	待改進	備註**
原創性					
論文之架構					
文獻回顧及引用					
文字、圖表清晰性					

	是	否	備註**
論文主題是否符合本刊發行宗旨			
論文題目、摘要與內容是否適當			
您是否見過內容相近論文在別處發表過			

二、綜合意見

- 推薦刊登 (照原稿刊登)
- 修改後推薦刊登 (修正意見填寫於下)
- 修改後再審 (修正意見填寫於下)
- 不推薦刊登

三、修改意見 (以下空格不夠時，請附頁)