

自來水季刊第 26 卷第 4 期(104)目錄



專門論著

單一水平井於河畔取水效益之研究.....謝堉煌、陳忠偉、李振誥.....1

實務研究

淨水場營運智識支援平台之建置與推廣成效林秀麗、陳淑芬、黃志彬.....9

校園飲用水品質之分析研究鍾佩伶、仲崇毅、林碩生.....20

處理高濁度原水最佳加藥策略之研究吳美惠、張嬉麗、姚寶蓮、張進興、張鴻銘.....30

一般論述

國外淨水用藥劑資料庫之建置與探討.....胡伯瑜、楊琇瑩、曾治乾、洪世政、賴明裕.....36

配水系統水壓提升探討.....吳天瑛.....45

業務報導

花蓮配水監控中心之系統建構與效能.....胡燦健.....52

研究快訊

淨水場鉛、銻問題分析及對策評估.....黃耀輝、王根樹、康世芳.....61

高純度A113混凝劑之混凝特性及製備研究.....袁如馨、黃志彬.....62

飲用水水質處理藥劑主成分、不純物品質管制標準及檢驗方法之研究.....

.....董德志、陸瑩、曾素媛、吳堉鑾.....64

IWA 活動園地

IWA出版刊物訊息編輯小組.....65

國際自來水研討會訊息.....編輯小組.....66

國際自來水瞭望台.....范家瑋.....67

協會與你

自來水協會第 16 屆理、監事會第五次聯席會議暨第 16 屆第 2 次會員代表大員預備會議紀錄
.....71

「自來水」季刊免費索閱登記調查.....74

「自來水」季刊論文審查作業要點.....75

入會申請書.....76

勘誤說明 63

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」係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」係國內、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。
- 四、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。
- 五、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。
- 七、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。
- 八、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。
- 九、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、本刊內容自 88 年 5 月起已公布於台灣自來水公司全球資訊網站 (www.water.gov.tw) 歡迎各界參閱。
- 十一、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」、「土木工程科」。

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

葉宣顯、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、周珊珊、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：古藜苓

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

單一水平井於河畔取水效益之研究

文/謝堯煌、陳忠偉、李振誥

摘要

水平井一般與寬口井搭配而成輻射井取水工，水平井可增加進水量與減緩井壁堵塞情況。由於水平井設置方式將對管內進水產生影響，故本研究將進行水平管設置之因子影響評估，並尋求最佳水平井設置方式。

本研究以 MODFLOW 建立地下水數值模式，並以 Joshi(1988)及呂勁(1993)之解析公式進行驗證。利用數值模式進行水平井在不同深度、長度、出水量與透水係數等多項因子影響評估，由模式水平衡分析推估水平井入水量與來源。由研究成果顯示，增加水平井埋設深度，可降低地下水位洩降，水平井設置長度應隨出水量加以合適評估。水平井設置前應考慮含水層之地質參數，進行最佳出水量評估。

關鍵字：水平井、輻射井、MODFLOW、水平衡分析

一、前言

台灣目前水庫開發較為困難，如能利用水利設施汲取河川之伏流水，則可減少地表逕流量與增加水資源可用量。當山區大雨導致河川水濁度太高，無法直接引用河川水時，埋設於河床底下之水平井則可取得水質較佳水源。

水平井取水解析模式推估近年為 Joshi(1988)⁽¹⁾提出單一水平井於地層中取水之解析公式，並應用於 Abandoned 與 Algyo 等地，評估各試驗場之取水情況。竇宏恩(1996)⁽²⁾修正並簡化 Joshi(1988)之解析公

式，應用於冷平、樹平與任平等地區之油井開採。蔣廷學(2000)⁽³⁾以平面徑向方式簡化求解過程，推導多分枝水平井之解析公式，其研究成果顯示可有效分析水平井之滲流機制。台灣地區對於水平井取水之相關研究較少，僅只有部分工程施做時，利用攔河堰擷取伏流水，如屏東林邊淨水場由林邊溪取伏流水。台灣地區水資源開發綱領計畫(2001)⁽⁴⁾中提出，利用集水廊道開發濁水溪西螺河段之伏流水，該區域河床為粒徑較大的之礫石組成，地質條件適合進行伏流水開發。Schafer(2003)⁽⁵⁾應用 MODFLOW 地下水流數值軟體，推估美國 Louisville 地區含水層及河床水力傳導係數，並有效評估河床阻塞效率。

本研究分別利用解析與數值模式進行數值模式驗證，並利用數值模式探討水平井取水對環境之影響，進行水平井埋設深度、長度、出水量與位於不同透水係數含水層等因子之影響分析，研究流程示於圖 1。

二、解析與數值模式介紹

本研究將利用 MODFLOW 地下水流數值軟體，建構自行假設之虛擬流場數值模式，利用 Joshi(1988)之解析模式驗證其適用性。應用驗證完成之數值模式，探討各項因子對水平井進水量之影響。

2.1 Joshi(1988)解析模式

Joshi(1988)提出水平井之解析公式，假設水平井內水流流動由水平與垂直面組合而成。演算過程將水平井水平面假設為橢圓球

體，垂直面則假設為圓柱體，分別推估水平與垂直面之滲流阻力，採用歐姆(Ohm)和達西(Darcy)定律的相似原理，推求得產出量解析解。本研究以呂勁(1993)⁽⁶⁾修改 Joshi 提出之解析解如式(1)。

$$Q = \frac{2\pi K_h h}{\mu_0 B} \left[\frac{\Delta P}{\ln \frac{a + \sqrt{a^2 - (L/2)^2}}{L/2} + \frac{h}{L} \ln \frac{h}{2r_w}} \right] \quad (1)$$

其中 $a = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{h}{2}\right)^2}$

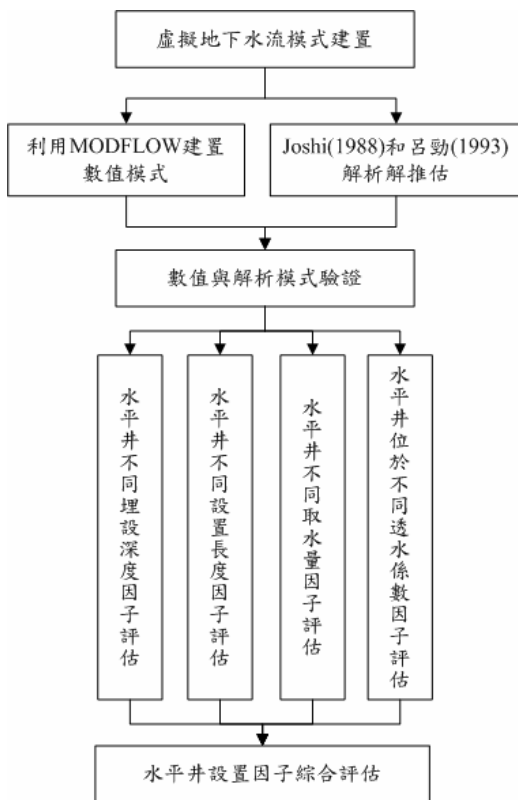


圖 1 研究流程圖

式(1)中之 Q 為抽水量(m/s)， K_h 為滲透率(m²)， h 為含水層厚度(m)， ΔP 為抽水前後之井內水位壓力差(pa)， B 為抽取前後體積比， μ_0 為黏度(Pa·s)， L 為水平井長度(m)， r_w 為水平井半徑(m)。本研究為進行出水量

之推估，假設水之黏度(μ_0)為 0.001(Pa·s)，水體假設為不可壓縮，故其體積比 B 為 1。

2.2 MODFLOW 數值模式介紹

本研究採用 PROCESSING MODFLOW 5.06，此套軟體是依據美國地質調查所(U.S.G.S.)之 MODFLOW(McDonald & Harbaugh, 1988)⁽⁷⁾地下水流模擬程式再行研發之軟體。MODFLOW 之地下水流控制方程式為假設在固定密度下，含水層三維地下水流的流動控制方程式之偏微分式如式(2)。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (2)$$

其中 K_{xx} 、 K_{yy} 和 K_{zz} 為分別為沿著 x 、 y 、 z 方向之透水係數[LT⁻¹]； h ：水頭[L]； W ：水之流入或流出單位體積流通量[T⁻¹]； S_s ：比貯水率[L⁻¹]； t ：時間[T]。由式(2)結合有限差分法、反向差分法及迭代運算技巧，可推算得 MODFLOW 模擬地下水流之基本控制方程式之解。

三、解析與數值模式驗證

本研究首先進行解析與數值模式之驗證，以確定地下水流數值模式 MODFLOW 之適用性。本研究建構一虛擬地下水模式，進行模式驗證與評估各項因子之影響。

3.1 虛擬模式條件與設定

本研究建構之虛擬地下水流場示於圖 2。由圖 2(a)顯示，模式範圍之東西向與南北向均為 1000 m，東西向與南北向均有 118 個網格，在抽水井(pw)附近之網格為 1m×1m 之網格，其餘網格為 10m×10m。東西邊界設為零流量邊界，南北邊界均為 17 m 之定水頭邊

界。

含水層為單一自由含水層，虛擬含水層剖面示於圖 2(b)。含水層底部高程為 0m，含水層頂高程為 20m，地下水位為高程 17m

處，水平井埋設於高程 12 m 至 13 m 位置。水平井管徑假設為 1 m，長度假設為 7 m，各項水文地質參數示於表 1。

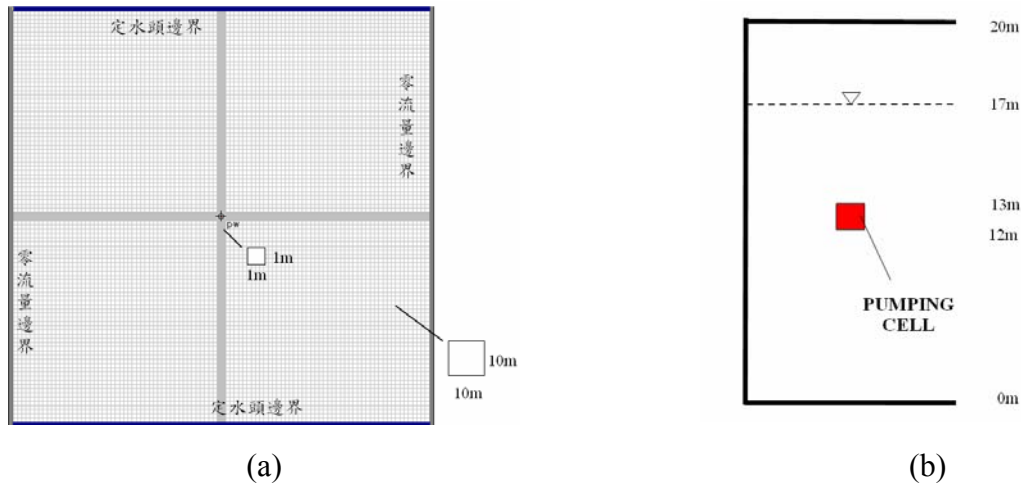


圖 2 虛擬地下水模式初始與邊界條件示意圖

表 1 虛擬含水層模式參數表

參數名稱	參數值	單位
水力傳導係數	43.2	m/day
有效孔隙率	0.25	-
含水層厚度	20	m
初始地下水位高程	17	M
集水井出水量	1000	m ³ /day
水平井水力傳導係數	1000	m/day
水平井有效孔隙率	0.99	-
出水時間	60	day

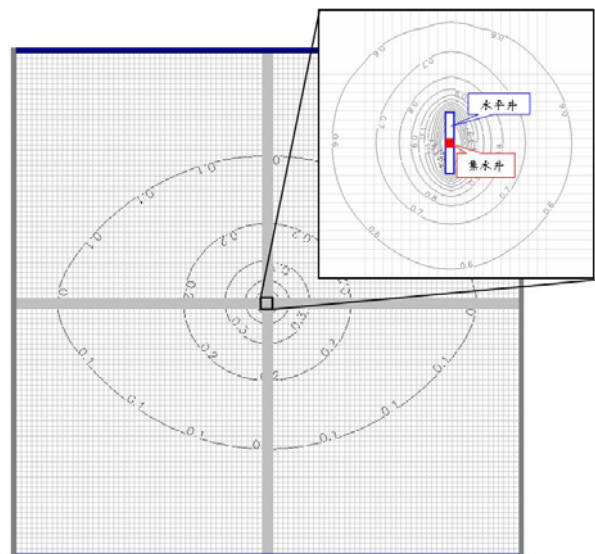


圖 3 數值模式推估地下水位洩降

3.2 數值與解析模式驗證

數值模式達穩態後，其地下水流模擬結果示於圖 3。由圖中顯示，集水井之最大水位洩降約為 1.8 m，集水井周圍受水平井集水影響，地下水位洩降等值線與水平井方向一致，呈南北向橢圓形狀，距集水井越遠則受模式邊界影響，呈東西向橢圓形狀。

為驗證本研究應用之數值模式之適當性，將模式之各項水文地質參數代入式(1)，推求解析解之取水量為 986 (m³/day)，與模式設定之出水量相對偏差僅為 1.4%。

四、水平井設置因子之影響評估

在數值解與解析解進行驗證後，本研究利用數值模式，分別假設不同水平井埋設深度、長度、取水量與透水係數等因子，並探討對地下水位洩降量、河川滲漏量與水平井集水量等影響，本模式於數值模式中增加河川模組，模式網格初始條件與邊界條件設定示於圖 4(a)。

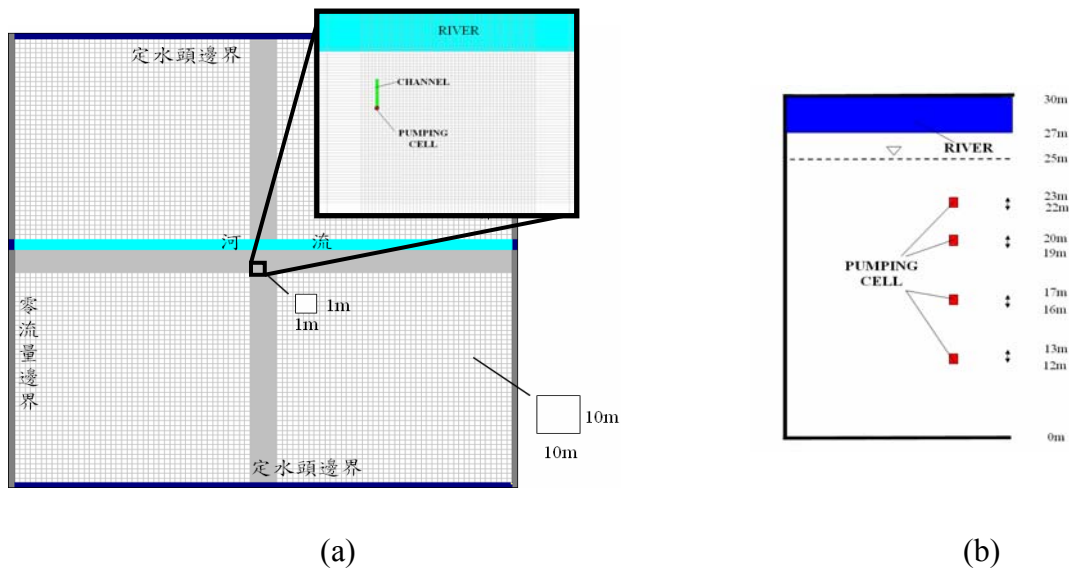


圖 4 水平井設置示意圖

利用數值模式建立四種不同水平井埋設深度模式，模式水平衡分析結果示於表 2。由表 2 中顯示，模式尚未進行取水之前，河川滲漏量為 22,046 m³/day，假設集水井取水量為 5000 m³/day，埋設深度距地下水水位面 2 m 時，水平井取水所引致之河川滲漏量為增加 3,883 m³/day。埋設深度為 12 m 時，取水所引致之河川滲漏量為則小幅度降為 3,853 m³/day，顯示水平井設置於不同深度取水時，河川滲漏量與取水量之百分比僅下降 0.6%，對含水層之影響不大。由水平井埋設深度相對於水平井集水量之影響結果顯示，水平井埋設深度變化時，水平井集水量與取

4.1 水平井埋設深度因子之影響

水平管長 10 m，井徑為 1 m，埋設位置分別為探討水平井埋設位置對其他因子之影響評估，設定水平井埋設位置示於圖 3(a)。假設位於 22m、19m、16m 與 12m 位置，含水層剖面與水平井設置位置示於圖 4(b)。

水量之百分比介於 58.16%至 60.42%之間，並無明顯影響。由以上研究成果顯示，水平井埋設深度愈深，相對於地下水位洩降減少 5.5%，河川滲漏量減少 0.6%，對水平井之集水量影響並不明顯。

將水位洩降百分比與埋設深度關係示於圖 5。由圖 5 顯示，埋設深度由 2 m、5 m、8 m 增加至 12 m 時，其洩降百分比由 10.0%降至 4.5%，顯示埋設深度越深，含水層地下水位洩降越小。

4.2 水平井設置長度因子之影響

本研究探討水平井設置長度相對於水平

井集水量之影響，水平井設置深度假設位於 12m 處，水平井井徑為 1m，水平井設置長度分別為 2 m、3 m、4 m、5 m、10 m、15 m、20 m、30 m 與 40 m，設置方式示於圖 6(a)。

由模擬結果顯示，水平井不同長度與地下水位洩降百分比示於圖 6(b)。由圖中顯示，水平井長度由 2 m 延伸到 10 m 時，地下水位洩降約增加 1%之地下水位洩降量。當水平井長度超過 10m，地下水位洩降值並無顯著減少。

表 2 水平井位於不同深度之影響

地表下深度 (m)	初始河川滲漏量 (m ³ /day)	取水後河川滲漏量 (m ³ /day)	取水引致河川滲漏量 (m ³ /day)	河川滲漏量與取水量百分比 (%)	水平井集水量與取水量百分比 (%)
2	22,046	25,929	3,883	77.7	60.38
5	22,046	25,918	3,872	77.4	58.96
8	22,046	25,909	3,863	77.2	58.16
12	22,046	25,899	3,853	77.1	60.42

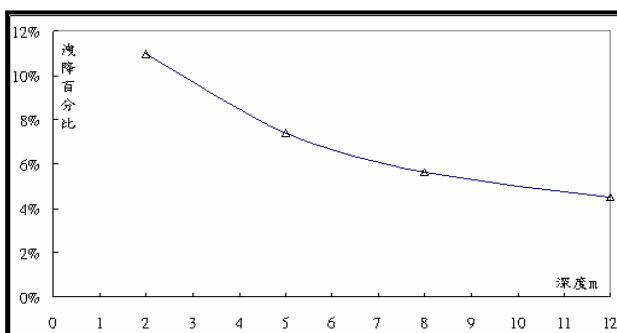


圖 5 水平井埋設深度與地下水位洩降百分比關係圖

不同水平井設置長度造成河川滲漏量變化關係示於圖 6(c)，圖中顯示水平井長度由 2 m 增加至 10m 時，取水引致河川入滲量百分比約提高 0.08%，當水平管長度增加至 40m 時，河川入滲量僅增加 0.03%，顯示水平管長度對河川入滲量之影響不大。

若以水平管設置長度對於水平井流入集水井水量進行探討，其水平井入流量(Q_i)對於取水量(Q_p)之百分比與水平井設置長度變化示於圖 6(d)。由研究成果顯示，水平井長度由 2 m 增加至 10m 時，其水平井集水量由 45%顯著增加至 60%，但水平井長度增加至 10 m 以上時，其水平井集水量則呈現水平無成長現象。由以上成果顯示，水平井設置長度對地下水位洩降與河川滲漏量之影響並不明顯，對於水平井之集水功能則有顯著增加，但本研究模式顯示水平井長度若超過 10m，則集水功能並無顯著增加，故水平井長度並非越長越好。

4.3 水平井取水量因子之影響

本研究探討水平井取水量相對於最大水位洩降、河川滲漏量以及水平井集水量之影響，水平井設置深度假設位於 12m 處，水平井直徑為 1m，水平井設置長度為 20m，設置方式示於圖 7(a)。

不同水平井取水量與地下水位最大洩降變化關係示於圖 7(b)。圖中顯示隨著取水量之增加，不論位於管內、管末端或管外 20m 處，取水量與最大水位洩降約呈線性正相關。管內由於連通性佳，取水點與管末端之最大水位洩降一致，而管外 20m 處之水位洩降，顯示含水層壓力水頭於抽水過程之洩降情形。

不同取水量與河川滲漏量變化關係示於圖 7(c)，圖中顯示取水量與河川滲漏量呈線性正相關。取水量及水平井之集水量關係圖示於圖 7(d)，亦呈現線性正相關結果。因此，藉由取水量之增加與含水層之水位洩降，抽水引致之河川滲漏量與水平井集水量三者，均有高度線性正相關關係。4.4 水平井位於不同透水係數之影響

本研究探討水平井位於不同透水係數(K)含水層取水之影響，水平井設置深度位於 12m 處，取水量為 1000m³/day，水平井直徑為 1m，水平井設置長度為 20 m，設置方式示於圖 8(a)。

經模式模擬水平井在不同 K 值之含水層

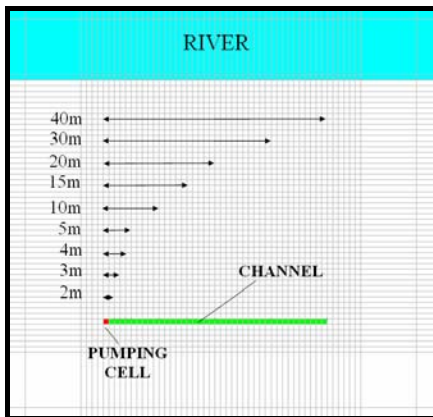


圖 6(a) 水平井不同長度設置示意

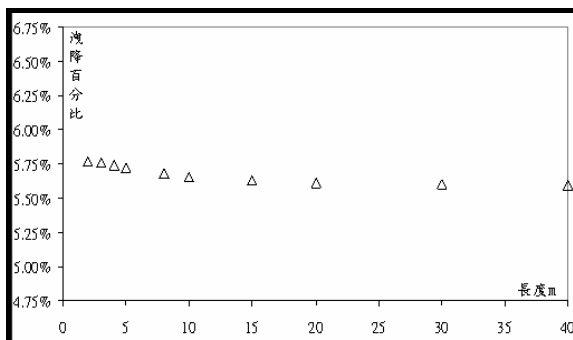


圖 6(b) 水平井長度與地下水位洩降百分比關係

取水時，含水層 K 值與最大水位洩降變化關係示於圖 8(b)。圖中顯示隨著含水層 K 值增大，最大水位洩降幅度逐漸趨緩，但 K 值增大到一定幅度時，顯示含水層之傳輸能力將接近於水平井內部，故兩者之最大水位洩降將會趨於一致。

隨著含水層 K 值之增大，抽水所導致河川滲漏量之關係圖示於圖 8(c)。由圖中顯示，當 K 值增加時，水平井之集水的效果將持續增加，相對水平井所引致之河川滲漏量逐漸減少。不同 K 值與水平井入流量/取水量 (Q_i/Q_p) 之關係圖示於圖 8(d)。由圖中可得知，隨著 K 值增加則水平井之集水效果也愈佳。

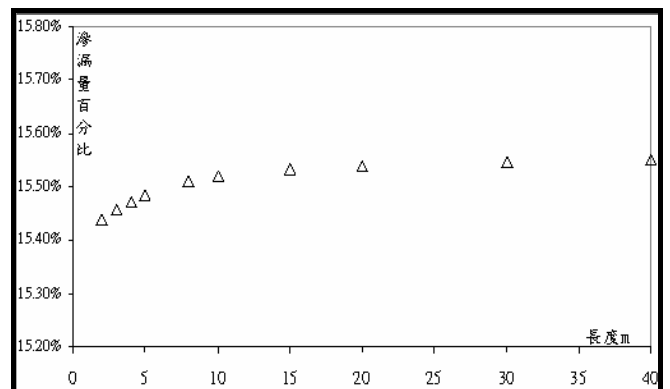


圖 6(c) 水平井設置長度與河川滲漏百分比關係

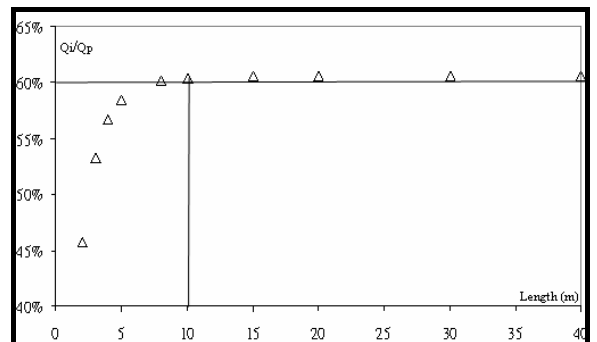


圖 6(d) 水平井入流量/取水量(Q_i/Q_p)與水平井設置長度關係

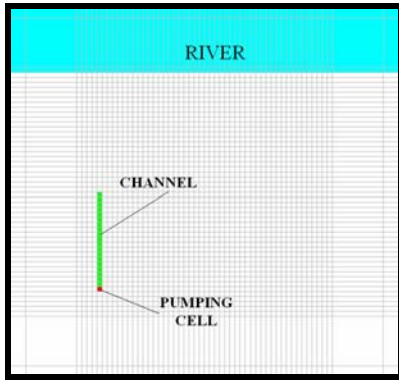


圖 7(a) 不同取水量之模擬場示意

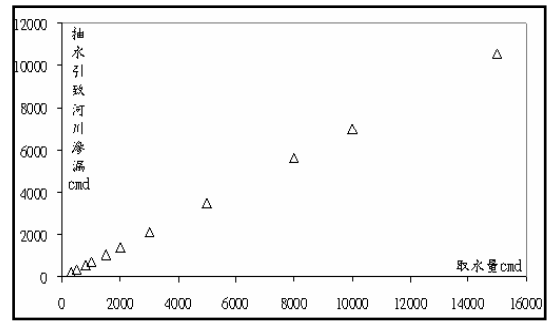


圖 7(c) 取水量與河川滲漏關係

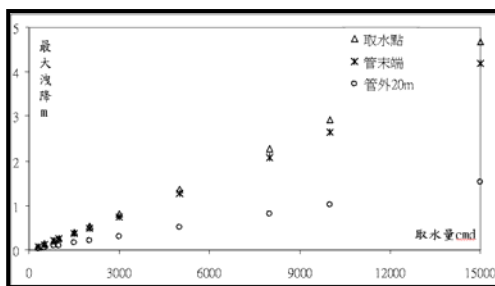


圖 7(b) 取水量與最大水位洩降關係

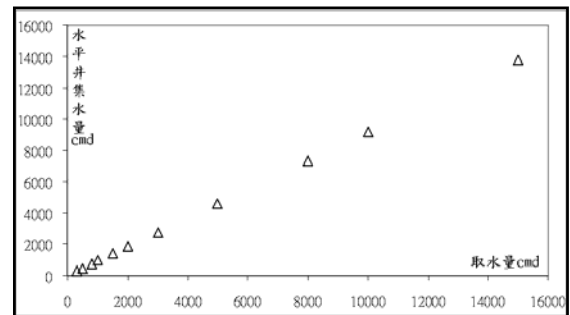


圖 7(d) 水平井集水量與取水量變化

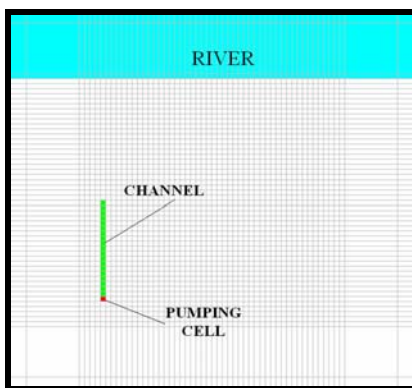


圖 8(a) 不同透水係數含水層示意

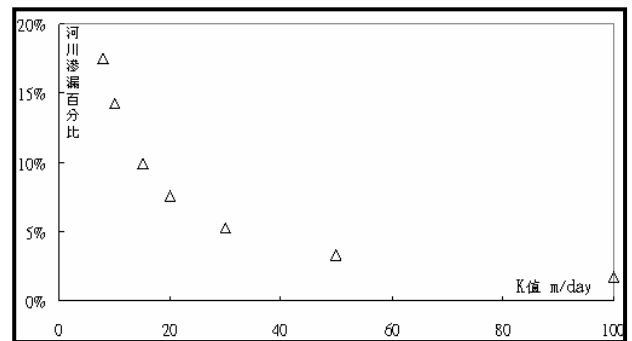


圖 8(c) 不同含水層 K 值與河川滲漏百分比

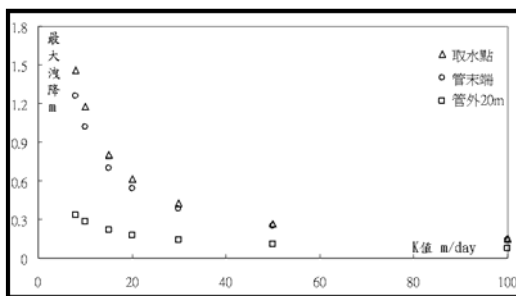


圖 8(b) 不同含水層 K 值與水位洩降

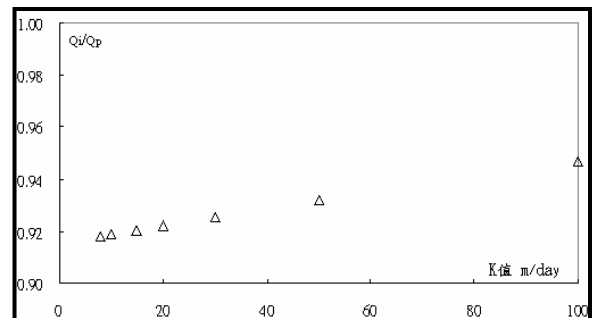


圖 8(d) 不同含水層 K 值與水平管供水量



五、結論與建議

本研究以一虛擬地下水流場，分別以數值模式與解析模式進行推估，結果顯示兩模式誤差僅為 1.4%。以數值模式分別進行不同水平井埋設深度、長度、取水量與透水係數等情況下，探討其對地下水位洩降、河川滲漏量與水平井入流量等影響。本研究分析成果如下：

1. 由數值與解析模式驗證，數值模式對水平井集水情形可合理模擬。
2. 在探討水平井不同埋設深度成果顯示，水位洩降隨著水平井埋設深度增加而降低，對河流滲漏量及水平井集水量並無顯著變化。
3. 在探討水平井不同設置長度成果顯示，長度在 10m 內能有效降低地下水洩降量，可增加河川入滲量與水平井集水量。本研究模式在水平井超過 10m 後，則各參數趨於穩定，故水平管的設置並非越長越好，需視出水量大小與水平井直徑進行適當評估。
4. 在探討不同水平井取水量成果顯示，取水量與最大水位洩降、河川滲漏量、水平井集水量等因子，皆呈線性正相關。
5. 探討水平井在不同透水係數含水層成果顯示，在透水係數較高之含水層設置水平井，其最大洩降及河川滲漏量皆會降低，對於水平管集水量有較佳集水效果。
6. 水平井之取水量必須同時考量取水效率與對環境之影響，透過本研究成果，由透水係數之探討成果，可應用於開發場址之選取，透過出水量與水平井最佳埋

設深度與長度，在達到取水目標下，將環境之影響降至最低。

參考文獻

1. Joshi, S. D., "Augmentation of Well Productivity Using Slant and Horizontal Wells", *Journal of Petroleum Technology* 6th, p.729, 1988.
2. 竇宏恩，預測水平井產能的一種新方法，*石油鑽採工藝*，第一期，第 18 卷，p.76，1996。
3. 蔣廷學，多分枝水平井穩態產能研究，*特種油氣藏*，第三期，第 7 卷，p.14，2000。
4. 水利署，台灣地區水資源開發綱領計畫，2001。
5. Schafer, D., "Use of aquifer testing and groundwater modeling to evaluate aquifer/river hydraulics at Louisville", *EGU*, April, p.6, 2003.
6. 呂勁，水平井穩態產油量解析公式及討論，*石油探勘與開發*，增刊，第 20 卷，p.135，1993。
7. McDonald, M. G., and A. W. Harbaugh, "A Modular Three Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model", *U.S. Geological Survey, Virginia*, 1988.

作者簡介：

謝堯煌先生

現職：台灣自來水公司第七區管理處經理

專長：自來水工程與管理、高級淨水處理系統、環境工程與資源管理

陳忠偉先生

現職：國立成功大學資源工程研究所博士生

專長：水資源開發、管理與聯合運用、數值模擬與地下水文分析

李振誥先生

現職：國立成功大學資源工程研究所教授

專長：地下水、水文地質、岩體工程



淨水場營運智識支援平台之建置與推廣成效

文/林秀麗、陳淑芬、黃志彬

摘要

淨水場之操作是否最佳化？淨水場中水質處理不良的原因為何？原有之淨水場設備是否加以妥善利用？等等有關淨水場高效能營運的問題在在考驗著水公司的管理者。自來水公司乃辦理相關計畫委外技術研究，由交通大學黃志彬教授帶領智磊知識服務股份有限公司的顧問團隊，利用綜合效能評估技術來鑑定淨水場中水質處理不良的原因，執行適用於台灣地區淨水場前瞻性、整體性的「營運效能評估及輔導 (OPEE)」研究，藉由「營運智識支援系統 (OKS)」資訊平台的建置，整合各項操作、檢驗及營運的資料，經系統化、標準化、合理化、資訊化與專業人員自我實現，產出與自來水公司淨水場管理相關之智慧資產，並建立專有技術知識化之典範，以完成淨水場現代化的目標。透過內部知識分享機制提升同仁專業智能，以加強淨水場之處理能力，並對淨水場之設計、管理、操作及維護之完整檢視及分析，以達淨水場之最佳化操作，以符合未來日趨嚴格的飲用水水質標準。

一、前言

1.1 研究動機及目的

對於自來水供應者而言，其主要目的乃是加強淨水場之處理能力，以符合法規標準並提供優質且穩定之供水。為有效提昇台灣省自來水公司淨水場之操

作，利用綜合效能評估技術來鑑定淨水場中水質處理不良的原因，並判斷是否將原有之淨水場設備，加以妥善利用，以期達到最佳的處理效率及效能，並對淨水場之設計、管理、操作及維護之完整檢視及分析，以達淨水場之最佳化操作。

因此藉由淨水場綜合效能評估制度的建立與落實，可對淨水場設計、操作、管理及維護進行整體性的評估與提出改善建議，對淨水單元處理功能與淨水場整體績效的提升，扮演著關鍵的地位。有鑒於知識管理在財星五百大公司中已經是一個企業中重要的主題，在國內外也有許多成功的參考案例，適逢台灣自來水公司為提升整體服務品質，並建立本土化淨水場 CPE 自我評鑑制度，透過智慧資產之累積與再利用，完整紀錄典範移轉之最佳方式。

1.2 研究範圍

本研究運用知識管理協同運作手法，建立營運智識支援系統(OKS)，確保 OPEE 之最佳化導入過程，並協助自來水公司建立標準化淨水流程產業知識，及跨廠區自我評鑑協同發展機制，以提升供水品質、促動經驗傳承、增進核心職能、協同創新研發，快速解決問題，提升長期自來水公司淨水廠經營績效。

營運智識支援系統包含二個模組：

淨水場設備及操作評估資訊模組及營

運相關技術及知識模組，如圖 1 所示。

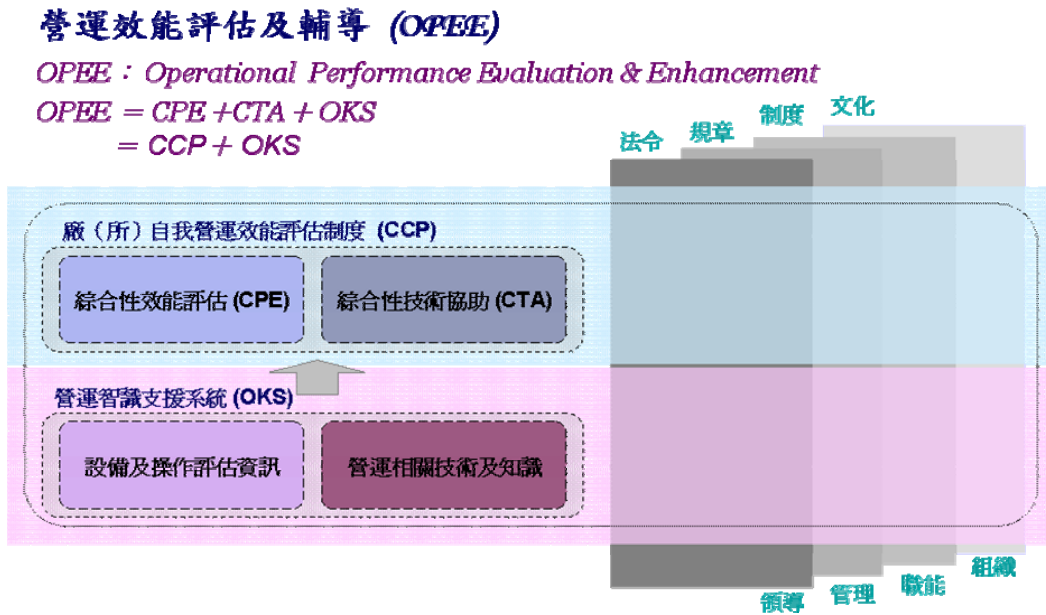


圖 1. 營運智識支援系統範疇

二、淨水場設備及操作評估資訊模組之建置

由於台灣自來水公司淨水場達 501 處，且為因應各淨水場原水水質變化，淨水場傳統的淨水流程及處理單元與國外之淨水場處理流程不盡相同，為達評估台灣省自來水公司淨水場處理效能及系統化管理制度之建立，須先對台灣省自來水公司所屬全體淨水場處理流程及相關處理設備進行全面性的調查。配合淨水場操作效能及設備現況問卷調查與現場訪查之結果，本研究小組在訪談台灣自來水公司之資訊環境並做一評估後，已建置完畢淨水廠資料調查互動式平台之系統。此一系統乃使用 Domino Server 為 Application Server，以 Microsoft IIS Server 為 Web Server，並以 SQL 為 DB Server，前端開發語言為 ASP.NET。此程式設計為 3-Tier 之架構，可使自來水公司所有使用者僅需要使

用 IE 即可使用本系統。

此模組之目的在提供一個平台供使用者進行新增評量表、編輯評量表、評量資料彙總查詢、濁度趨勢圖查詢及分類基本資料維護之操作。各功能之細部內容如下：

2.1 新增評量表

此功能提供一個 Web 介面讓使用者迅速地將評量表資料輸入已規劃好的關聯式資料庫中。

2.2 編輯評量表

此功能允許使用者透過 Web 介面對系統內已存放之效能評量表進行編輯修改。此外亦提供一個簡易搜尋功能方便使用者迅速找到所欲修改的表格。

2.3 評量資料彙總查詢

此功能針對使用者所關心的淨水場群組，提供一目了然之報表畫面，並讓

使用者得以瀏覽群組內各場每日出水量比較表，及單一淨水場之單元容量潛勢能圖。

2.4 分類基本資料維護

針對淨水場之「區處」、「廠(所)名稱」、「水源類別」及「給水廠出水量」等基本分類資料，使用者可以透過本介面來進行資料之新增、刪除及修改動作。

三、營運相關技術及知識模組之建置

藉由營運相關技術及知識模組資訊平台的建置，整合各項操作、檢驗及營運的資料，經系統化、標準化、合理化、資訊化與專業人員自我實現，產出與自來水公司淨水場管理相關之智慧資產，並建立專有技術知識化之典範，以完成淨水場現代化的目標。

本模組之建置除了一般之系統建置手法外，特以世界級知名顧問知識管理導入手法進行。概分為流程、系統、變革管理。

3.1 流程設計

本次營運智識支援系統的管理流程設計乃以系統化的方式，由流程分析、產生知識地圖、設計分類法則(Taxonomy)、設計文件架構及文件內容管理程序等步驟，逐一建構出系統及管理程序的樣貌。茲說明各個步驟之規劃內容如下：

(1) 流程分析與產生知識地圖

應用「建立自來水公司淨水場綜合效能評估研究及試行」計畫執行步驟為本，探查各步驟之知識需求及知識產

出，以繪製標示著知識需求及來源的知識地圖，確保重要知識不會被遺漏在分類項目之外。

(2) KM 分類法則需求搜集及 KM 分類法則設計

以知識地圖為依據，規劃出能讓使用者以最直覺的方式查詢到所需文件的分類法則。此外，規劃以三個項度(資訊類別、專業領域、技術領域)來進行文件的查循及歸類，以滿足在概念上文件分類的合理性並進一步提高查詢效率。

(3) 設計文件索引表-依據 KM 分類法則之內容設計文件索引表格

(4) 設計首頁文件架構-依據 KM 分類法則及相關系統使用需求

(5) 規劃文件內容管理程序

文件內容管理程序之主要步驟有：文件上傳、文件審核及專家評分、文件公布、讀者評分等。在本案的規劃上，考慮水公司現行的狀況及使用初期應以簡單應用來提高同仁對系統的接受度這個原則，目前規劃上所有文件之上傳皆不需審核即能上傳到知識庫。

3.2 系統開發

知識文件在上傳時會被歸類為某一資訊類別，並視文件屬性被貼上專業領域或技術領域等標籤，本系統在系統首頁即提供以資訊類別或專業領域、技術領域等分類架構來搜尋屬於該類別/標籤文件之功能，其細部操作請見表 1 之說明。另系統亦提供由每份文件之作者、作者所屬單位或文件標題來對文



件做進一步搜尋的功能。

表 1. 查詢知識文件

項次	功能名稱	功能說明
01	查詢知識文件	提供以分類架構及關鍵字查詢知識文件之功能
02	新增知識文件	提供新增各類知識文件之功能
03	我的文件	提供查看自己的文件草稿、文件送審狀態及文件上傳記錄之功能
04	討論園地	問題提問與分享
05	回饋建議	提建議給系統開發者
06	使用統計	查看使用者貢獻及點閱相關統計資料

3.3 變革管理

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。本研究在變革管理的項度所實施的重點分為獎勵與激勵措施(Reward and Incentive)、教育訓練(Training)、溝通(Communication)、組織承諾(Stakeholders and Commitment)

1. 獎勵與激勵措施

本研究為推廣 OPEE，特經水公司總經理之核示實施以下推廣辦法：

(1) 主旨

為確保 OPEE 專案之投資成效，並協助水公司建立學習型組織，擬透過貢獻分享與獎勵學習創新的『尋找水知識達人』活動，鼓勵同仁發揮樂於分享的工作精神，建立水公司知識創新的企業文化。

(2) 說明

本推廣建議實施期間：自系統上線日起至 96 年 03 月 31 日止，進行以廠所為單位之內部『尋找水知識達人』活動，以 OKS 之文件貢獻與學習兩個方向舉辦競賽，並同時透過高階主管的鼓勵與協助，找尋出水知識達人團體獎與個人獎得主，藉此活動鼓勵水公司同仁建立分享與創新的學習型組織。

(3) 辦法

內部宣導活動

- 1、OPEE 訓練課程宣佈活動辦法。
- 2、主管會報及經理會報中 15 分鐘說明

3、透過 eMail 通知同仁(上線公告)
獎項說明:

- 貢獻達人團體獎一名
- 貢獻達人個人獎一名
- 學習達人團體獎一名

- 最佳人氣個人獎一名
- 知識達人團體獎一名
- 知識達人個人獎一名

(4)獎勵辦法說明如表 2 所示

表 2. OPEE 推度獎勵辦法說明

獎項	獲獎條件	獎額
貢獻達人團體獎	以廠所為單位，在活動期間於 OKS 系統中，分享文件數最多之廠獲獎。	金石堂圖書禮券 新台幣八千元整
貢獻達人個人獎	以個人為單位，在活動期間於 OKS 系統中，分享文件數最多之個人獲獎。	金石堂圖書禮券 新台幣四千元整
學習達人團體獎	以廠所為單位，在活動期間於 OKS 系統中，點閱學習文件數最多之廠所獲獎。	金石堂圖書禮券 新台幣八千元整
最佳人氣個人獎	以個人為單位，在活動期間於 OKS 系統中，所分享之文件被點閱學習次數最多之個人獲獎。	金石堂圖書禮券 新台幣四千元整
知識達人團體獎	以區處或廠所為單位，在活動期間協助 OKS 系統推廣，貢獻最多之區處或廠所獲獎。	金石堂圖書禮券 新台幣一萬元整
知識達人個人獎	以個人為單位，在活動期間協助 OKS 系統推廣，貢獻最多之個人獲獎。	金石堂圖書禮券 新台幣五千元整

*若有相同條件之得獎人數名，則獎金均分處理。

經過本次系統推廣競賽，已有同仁自發性分享並上傳知識文件，例如:作者: 12 區/板新給水廠/黃永富

題目：廢水處理設備及操作之探討知識文件範例

2.教育訓練

本研究共舉辦 5 場教育訓練.

為幫助同仁儘早熟悉系統，撰寫以圖示為主、步驟分明的使用者操作手冊，並直接嵌在系統上，使用者有任何疑惑時可直接線上點選操作手冊來獲得協助。

另配合 OPEE 專案之整體教育訓練規劃，已於 95 年 11 月 8 日至 95 年 11 月 10 日三天，於水公司員工訓練所進行系統說明及

實機演練教育訓練，訓練內容包括「營運智識支援系統架構說明」、「淨水場設備及操作評估資訊系統模組使用方法」、「營運相關技術及知識系統模組使用方法」等，受訓員工

計 105 人次。講習過程中學員多踴躍參與，並於課程完畢後給予肯定的授課評量，訓練課程如表 3。

OPEE 訓練課程課後滿意度調查結果如表 4 及 5 顯示，本課程也獲得參與學員高度肯定。

另於 96 年 5 月 14 日及 96 年 5 月 28 日二天，於水公司員工訓練所進行自我營運效能評估及營運智識支援系統訓練班，其課程內容如表 6 所示。



3. 溝通

在溝通的項度，本研究在跨廠間之平行溝通執行”配合示範性給水廠之現場評估運作及演練作業，將研討會內容上載到系統”。

此為內部專家及跨廠所之標竿式學習手法。配合示範性給水廠之現場評估運作及演練，進行培養水公司內部之自評專家，結合外部專家之知識，可不定期舉辦跨各淨水場之標竿式學習，各淨水場除了透過 OKS 系統中之示範性給水廠之現場評估運作及演練多媒體教材之自我學習外，亦可至其他淨水

場觀摩其現場評估運作及演練。如此之標竿式學習，不僅可培養出水公司內部之自評專家，甚或找出標竿淨水場。

將示範性給水廠之現場評估運作及演練作業以攝影機將研討會內容及現場操作作業攝錄下來，並將影片、聲音及圖檔進行適當剪接等後置作業後將其上載到系統上，期能以豐富生動的影音內容，完整保留研討會的精華並引同仁前來瀏覽，達到隱性知識外顯化與傳遞的效果，如圖 2 所示。

表 3. OPEE 訓練課程表

時間	課程	講師
8:00 ~ 08:30	學員報到	
8:30 ~ 09:10	水公司水廠操作營運管理未來發展	總經理或供水處經理
09:10 ~ 10:10	營運效能評估(OPEE)制度及執行方法 (1)	黃志彬、甘其銓 教授
10:10 ~ 10:30	休息	
10:30 ~ 12:00	營運效能評估(OPEE)制度及執行方法 (2)	黃志彬、甘其銓 教授
13:30 ~ 14:20	營運智識支援系統架構說明	陳淑芬 顧問
14:30 ~ 15:20	淨水場設備及操作評估資訊系統模組使用方法	林民頤 顧問
15:30 ~ 16:20	營運相關技術及知識系統模組使用方法	林秀麗 顧問
備註	上課地點: 水公司員工訓練所	

表 4. OPEE 訓練課程課後滿意度調查表”(局部)

評核項目:(請打勾✓)	非常滿意 ←————— □ 非常不滿意						
	7	6	5	4	3	2	1
1. 請問您對本次課程所準備的教材與講義之滿意度:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 請問您對本次課程的教學環境設施之滿意度:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 請問您對本課程的時間安排滿意度:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 請問您對本次課程的進行方式之滿意度:(例如學員互動性)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 請問您對講師授課之滿意程度:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

表 5. OPEE 訓練課程課後滿意度調查結果

題目	公司各題目總平均(84)
1.請問您對本次課程所準備的教材與講義之滿意度：	6.15
2.請問您對本次課程的教學環境設施之滿意度：	6.18
3.請問您對本課程的時間安排滿意度：	6.13
4.請問您對本次課程的進行方式之滿意度：(例如學員互動性)	6.23
5-A.請問您對講師授課之滿意程度(表達技巧)：	6.39
5-B.請問您對講師授課之滿意程度(專業度)：	6.45
6-A.請問您對本課程的內容滿意度(切合主題)：	6.25
6-B.請問您對本課程的內容滿意度(內容充實)：	6.21
7.本課程對您工作的助益滿意度：	6.17
8.請問您對本課程之綜合評分：	6.24
平均	6.24

表 6. 自我營運效能評估及營運智識支援系統訓練班訓練課程表

時間	課程	講師
08:00 ~ 08:50	營運智識支援系統架構說明	陳淑芬 顧問
09:00 ~ 09:50	淨水場設備及操作評估資訊系統模組使用方法	林秀麗 顧問
10:10 ~ 11:00	營運相關技術及知識系統模組使用方法	林秀麗 顧問
11:10 ~ 12:00	OPEE-CPE 案例介紹	黃志彬 教授
14:00 ~ 14:50	CPE 案例介紹	劉廷政 副總工程師
15:10 ~ 16:50	討論及問題分享	劉廷政 副總工程師/黃志彬 教授

所有知識文件	
國內公共法規	建立日期文件編號 文件標題
國外公共法規	2007/05/18 17.05 深清OPEE觀摩會影像檔(9)-綜合討論(下)
規章	2007/05/18 16.57 深清OPEE觀摩會影像檔(9)-綜合討論(中)
行政命令	2007/05/18 16.48 深清OPEE觀摩會影像檔(9)-綜合討論(上)
研究報告	2007/05/18 16.33 深清OPEE觀摩會影像檔(8)-OPEE流程演練_委員會議
已知經驗方法	2007/05/18 15.58 深清OPEE觀摩會影像檔(7)-OPEE流程演練_訪談_效能及設備組
技術資訊分享	2007/05/18 15.45 深清OPEE觀摩會影像檔(6)-OPEE流程演練_訪談_操作及維護組
國內參考文件	2007/05/18 15.29 深清OPEE觀摩會影像檔(4)-OPEE流程演練_深清場執行情形簡報
國外參考文件	2007/05/18 15.02 深清OPEE觀摩會影像檔(5)-OPEE流程演練_訪談_管理組
淨水場評鑑期末報告	2007/05/18 13.56 深清OPEE觀摩會影像檔(3)-拾水廠簡介
OPEE 專案	2007/05/18 11.32 深清OPEE觀摩會影像檔(2)-OPEE執行流程說明
相關評估表格	2007/05/18 10.24 深清OPEE觀摩會影像檔(1)-致歡迎詞及觀摩會執行簡報
審查意見	2007/01/11 15.22 深清淨水場操作效能評估(OPEE)執行情形簡報
案例研究	2006/10/13 17.01 OPEE廠(所)自我營運效能評估制度-期末報告
專家報告	
其他	



圖 2. 專家內隱知識外顯化-1

在上對下之溝通，本研究執行「知識專家訪談並將訪談內容上載到系統」為提高同仁對營運智識支援系統的興趣與重視，特邀請自來水公司劉廷政副總工程師針對其參訪法國自來水廠之經驗做心得分享，訪談過程中劉副總工程師對於其所見所聞皆娓娓道來，

另外，還有新竹二場與豐原場等三個個案分享，相信對於後輩工程師視野之拓展或水公司經營策略之指引皆有相當之助益。本段專訪經剪接作業後亦將呈現在到營運智識系統上，如圖 3 所示。

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

所有知識文件	
國內公共法規	建立日期/文件編號
國外公共法規	2007/05/18 17:23
規章	2007/05/18 17:09
行政命令	2007/05/18 16:38
研究報告	
已知經驗方法	
技術資訊分享	
國內參考文件	
國外參考文件	
淨水場評鑑期末報告	



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。

圖 3. 專家內隱知識外顯化-2

4. 組織承諾

基於建立水公司知識傳承的機制，本研究邀請了黃總經理與我們分享了這幾年來他推動責任中心制度專案的執行心得與相關組織變革過程的管理技巧，相信這樣大型專案的經驗傳承與分享，一定能夠成為後生晚輩推動專案的指引與參考，如圖 4 所示。

在「廠（所）自我營運效能評估及營運智識支援系統」（OPEE）講習課程，也邀請到黃總經理蒞臨為水公司員工致詞。以下為摘錄部分演講詞：「…本計畫預期成果，在於建置本土化淨水場綜合效能評估制度，提昇自來水事業競爭力，以達淨水場國際化、制度化及標準化目標，提供消費者更優質安全穩定之用水，並利用營運智識支援系統平

台與專家知識分享示範社群建構，協助提升自來水公司 OPEE 相關專業知識能力。…」

5. 持續推動

民國 96 年 5 月 31 日，假台灣自來水公司總管理處第一會議室舉辦了「水知識達人」的頒獎活動，本競賽期間自 96 年 1 月至 96 年 4 月底截止，由水公司同仁登錄至：<http://OPEE> 網站，進行分享與學習活動，本活動提供六個獎項，獲獎名單如下：貢獻達人團體獎由 12 區管理處的板新給水廠獲獎、貢獻達人個人獎由水質處的林正隆獲獎、學習達人團體獎由 2 享與學習並且持之以恆，以為台水團隊知識創新的礎石。區管理處的平鎮給水廠獲獎、最佳人氣個人獎由 12 區管理處的黃永富獲獎、知識達人團體獎

由 8 區管理處的深溝給水廠獲獎、知識達人個人獎由供水處的陳文祥獲獎。所有獎項的獎金及獎狀皆由黃總經理親自授獎如圖 5 所示。在典禮完成後，黃總經理也期勉所有獲獎單位與同仁要繼續運用本專案

為台灣自來水公司開發的「自我營運效能評估及營運智識支援系統」，其中所包含的營運智識支援系統(OKS)為一開放式平台，以建立零時差的跨區處同仁分享機制。

96 年大禹獎得主——一個從臨時工到總經的台水傳奇-

專訪台灣自來水公司 黃慶四總經理



看起來就像從論語走出來的賢哲那般遙不可及。但言談之間卻像長者般的親切和藹，知無不言且言無不盡。奉行著「務實」、「誠信」與「謙卑」的人生觀，一步一腳印，走出從臨時工到總經理的台水神話。

圖 4. 專家內隱知識外顯化-3



圖 5. 水知識達人受獎人與黃總經理合影

另「尋找水知識達人活動」，是期望能透過變革手法中的激勵制度鼓勵同仁，自動自發的建立學習、運用/創新、分享的行為習慣如圖 6 所示。

四、結論與建議

1. 淨水場效能評估模組及營運智識支援系統已完成功能性的系統建置。唯知識創新型企業的建立有賴高階領導人的長期

支持與制度化的持續推廣，並配合企業發展持續調整系統功能，以切合企業成長發展之需要。

2.OPEE 推廣辦法從 OKS 上線以來推廣至今，已獲得初步之成效。除前面所提到之同仁自發性分享並上傳知識文件之實績外，在促進知識的運用與創新面(即考察同仁查閱系統文件的情況)，亦收到相當的成效：從系統統計數字來看，截至 96 年 10 月 29 日止，系統已吸引了 154 人次上傳分享知識(資訊)，共計 1629 次的瀏覽點閱，如圖 7 所示。足見部分同仁已建立分享之行爲習慣，且透過系統化分享的方式已引起廣泛之注意與迴響。

3.營運智識支援系統所包括的範疇，絕非

僅止於文件管理，如何能將淨水廠相關重要資訊作一有效管理與運用，以及水公司資深同仁寶貴經驗的傳承也是營運智識傳承重要的一環。本專案過程中透過一些有效的方法，將這些寶貴經驗與知識或技術透過系統化、資訊化的方式傳承給後進。應可有效縮短新人的學習曲線，甚而可能變成公司內部可再利用的智慧資產。OPEE 專案是以提升淨水廠營運效能的標的，OKS 也是專業技術知識系統化的起點。只要透過持續性的促動與鼓勵，建立水公司同仁的分享行爲習慣，假以時日透過區處間無私的分享，一定能有效提升水公司知識創新能量並建構有效知識傳承架構，以爲水公司知識型企業永續發展的基礎。

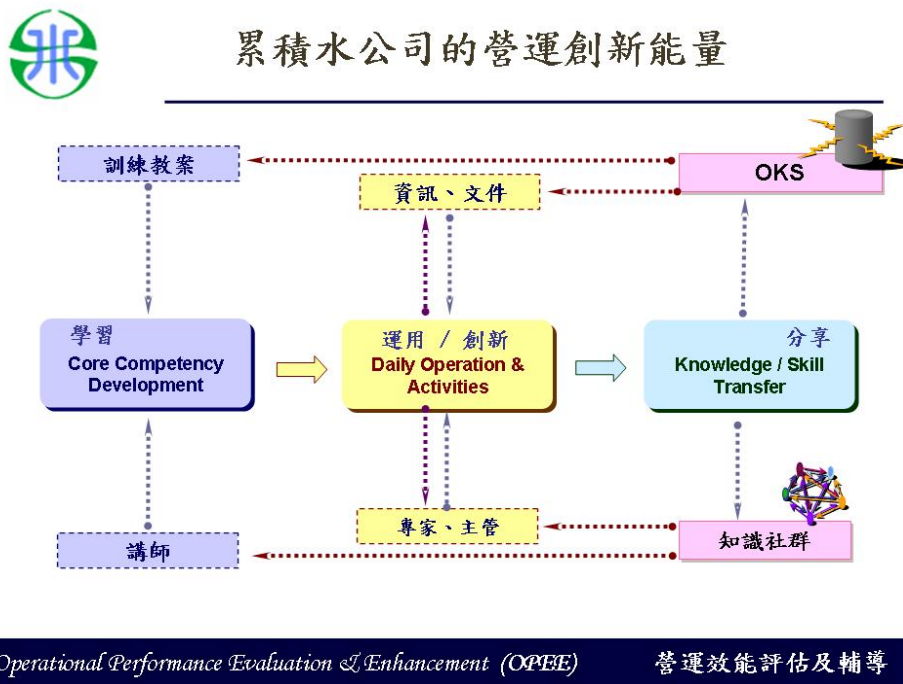
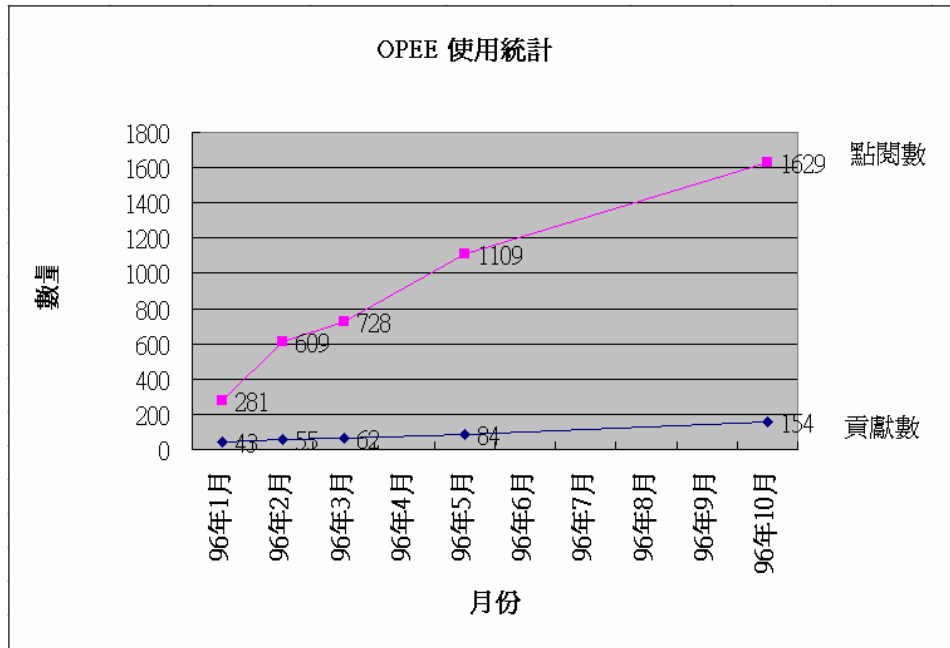


圖 6. OPEE 功能示意



(系統文件貢獻數量及文件點閱次數成長圖)

圖 7. OPEE 使用統計

作者簡介

林秀麗小姐

現職：智磊知識服務股份有限公司首席顧問

專長：行銷管理、知識管理

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：行銷管理、知識管理及組織變革與創新管理相關方案規劃

黃志彬先生

現職：國立交通大學環境工程研究所教授

專長：環境工程



校園飲用水品質之分析研究

文/鍾佩伶、仲崇毅、林頌生

摘要

本研究旨在探討屏東縣各級學校校內飲用水水源品質，以問卷調查及採樣分析方式進行，調查屏東縣轄區內 42 所學校飲用水現況，將調查分析結果依據使用水源、學校層級及學校地點等不同條件區分探討。研究結果顯示屏東縣各級學校飲用水有 45% 以自來水為主要水源，而以地下水及地面水為飲用水水源者分別佔 29% 及 26%。高中(職)以上學校飲用水水源有 57% 主要為自來水，而國中以下學校則有 52% 乃以地面水為主要飲用水水源。位於城(鎮)學校有 67% 水源為自來水，而地點位於鄉區之學校則有 52% 使用地面水。高中(職)以上學校大多使用單機飲水機及開飲機供水，而國中以下學校則以管線接至水龍頭供水佔最多。水質檢測結果顯示水源中微生物檢驗不合格率為 26.2%，物化性質及重金屬含量除採用自來水為水源之國中以下學校水中濁度略高於標準值外，其餘各項指標均符合國內飲用水標準。

關鍵詞：學校，飲用水水源，水質

一、前言

飲用水品質的優劣，直接影響到全體國民的健康⁽¹⁾，飲用水的管理措施合宜與否又關係著飲用水品質優劣，而學校以水池或蓄水塔儲水再經淨水處理供應校園內師生每日飲用，若水源遭受污染或淨水處理效能不佳將衍生校園飲水品質問題。民國 86 年 10 月新竹關西鎮某小學即因飲用地下水而爆發學

童集體感染桿菌性痢疾事件，擴散到該地區其他學校及幼稚園，共有 157 名師生及家屬受到感染，造成痢疾擴散的原因是該校將抽取之地下水與自來水混用，而地下水可能遭受化糞池的污染。另外民國 90 年 12 月高雄縣某小學亦爆發桿菌性痢疾事件，共有 24 名學童遭受感染⁽²⁾，故校園飲水安全問題實不容忽視。

依據環保機關抽驗飲用水水源結果顯示，自來水抽驗 13,870 件中，不合格率僅 0.8%，但公私立場所及各級學校飲水機抽驗 4,668 件，即有不合格 1,143 件，不合格率高達 24.49%。在抽驗的資料中，以自來水做為飲水機的水源約佔 96%，顯示飲水機維護管理不周是造成飲水機水質檢驗不合格率偏高的主要原因⁽³⁾。屏東縣國中以下的學校共有 337 所，包括 138 所公私立幼稚園、199 所國小及 40 所國中；高中(職)以上學校共有 26 所，包括 19 所高中(職)及 7 所大專院校，總學生人數高達拾幾萬人，每日於學校中飲用校園提供之飲用水，校園飲水設備及供水品質對師生健康則顯極為重要。屏東縣環保局曾針對境內 171 所小學、39 所國中、14 所高中職及 7 所大專院校飲用水進行調查⁽⁴⁾，結果顯示屏東縣各級學校飲用水水源可分成自來水、地面水、地下水、地面水與自來水共用、地下水與自來水共用、地面水與地下水共用、地面水與地下水與自來水共用及其他等八種。使用地面水為飲用水水源之學校可能因經費不足及位置偏遠而無法使用自來

水，屏東縣目前自來水普及率僅四成左右，估計仍有 54 萬人未使用自來水，自來水建設落後的地區必須飲用河川、湖泊、山泉或淺層及深層地下水，若以非自來水為飲用水源常易造成學校飲水機供水上的衛生問題⁽⁵⁾，而學校廚房若有自來水與地下水兩種水源之水龍頭，廚房在烹飪時有可能交叉使用兩種水源，使菜餚、食器或雙手容易受到病原菌的污染⁽⁶⁾。因此，屏東縣自來水的普及程度及校園飲水品質問題應於重視。為進一步瞭解屏東縣各級學校飲用水現況，本研究乃挑選屏東縣轄內 42 所學校進行飲用水供水狀況及飲水品質調查分析。

二、研究方法

本研究挑選屏東縣轄區內 21 所高中(職)以上及 21 所國中以下共 42 所學校，進行校園飲用水水源品質及供水現況分析，寄發問卷調查各學校飲水水源、飲用水設備等相關資料，並對調查對象進行水質檢測分析。

2.1 問卷內容

- 1.基本資料：填寫人、職稱、電話、地址、有無宿舍、學生人數。
- 2.飲用水水源：水源、使用年數。
- 3.飲用水設備：處理設備、供水方式、清洗頻率、維護費用、管理單位、維護上及執行上之困難度等。

2.2 水質分析

本研究對學校飲用水水源進行水質檢測，項目包含水質物化性質及微生物檢測。物化性質檢測主要為水溫、酸鹼度、總溶解固體、濁度、總硬度、自由有效餘氯及水中金屬含量等；至於微生物

物檢測則包含大腸桿菌群和總菌落數。

1.物化性分析

(1)水溫

以攜帶式溫度計(Model 7000H, Jenco, USA)現場測定(NIEA W217.51A)。

(2)酸鹼度值

依據行政院環保署公告之電極法(NIEA W424.51A)測定之。

(3)總溶解固體

依據行政院環保署公告之 103℃~105℃乾燥法(NIEA W210.57A)測定之。

(4)濁度

依據行政院環保署公告之濁度計法(NIEA W219.52C)測定之。

(5)總硬度

依據行政院環保署公告之 EDTA 滴定法(NIEA W208.51A)測定之。

(6)自由有效餘氯

依據行政院環保署公告之分光光度計法(NIEA W408.51A)測定之。

(7)金屬

依據行政院環保署公告之感應耦核電漿原子發射光譜法(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES)檢測之(Model Liberty-II, Varian, USA)(NIEA W311.51B)。本研究檢測飲用水水源中之金屬主要包括錳、鋅、銅、鐵及鎂與鈣等元素。

2.微生物檢測



(1)大腸桿菌群

依據行政院環保署公告之濾膜法(NIEA E230.52B)進行檢測分析。

(2)總菌落數

依據行政院環保署公告之濾膜法(IEA E205.55B)進行檢測分析。

三、結果討論

3.1 調查對象基本資料

本研究針對屏東縣各級學校飲用水品質進行問卷調查及水質採樣分析，共調查 42 所學校，發出 42 份問卷，有效問卷回收率為 100%。調查學校包括 21 所高中(職)以上學校及 21 所國中以下的學校，若依學校所在位置區分，位於城(鎮)及鄉區之學校分別各有 21 所。調查之學校中學生人數介於 1001~3000 人者佔 33.3%，101~1000 人者佔 30.9%，100 人以下之學校數佔 24.1%，而 3001 人以上之學校則佔 12.7 %之比例。

3.2 飲用水水源

本研究調查屏東縣轄區內 42 所各級學校之飲用水水源，結果發現有 45%之學校以自來水為主要水源，而以地下水及地面水為水源者則分別佔 29%及 26%(見表 1)。21 所高中(職)以上學校當中以自來水為飲用水水源者佔 57%，其次為地下水，佔 43%；而在 21 所國中以下學校中則主要以地面水為飲用水水源，佔 52%，其次有 34%使用自來水，而使用地下水者則有 14%之比例。位於城(鎮)之學校中有 67%的飲水水源係以自來水為主，其次為地下水，佔 33%；而地點位於鄉區之學校則有 52%以地面水為主要飲用水水源，另外使用自來水與地下水者分別各佔 24%。

3.3 飲用水水源處理及供水方式

各級學校飲用水處理方式主要區分為逆滲透及煮沸處理兩類(見表 2)，比例為 1：0.55。高中(職)以上學校中以逆滲透方式處理者佔 70.3%；而國中以下學校則有 54.5%採此法處理；若以學校所在位置區分，位於城(鎮)之學校有 71.9%以逆滲透方式處理，而鄉區學校使用逆滲透與煮沸方式處理水源之比例分別為 55.6%及 44.4%。對於使用自來水為水源學校較多以逆滲透方式處理，佔 78.6%；而使用地下水及地面水為水源之學校採用此二種方式處理之比例均約略各半。

各學校飲用水之供水方式可分為以管線連接至飲水台或出水龍頭供應飲水，亦有將處理後水源經過濾飲水機出水或將水裝至開飲機等方式供水。以自來水為水源之學校以單機飲水機供水為主，佔 39.3%，其次採用管線連接至出水龍頭及以開飲機供水者各佔 21.4%。至於採用地下水之學校則有 40%以開飲機供水，另外分別各有 20%之比例乃以管線連接飲水台及使用開飲機供水。而使用地面水為水源之學校則主要是以管線接至水龍頭供水方式最多，佔 45.5%，其次則有 27.3%使用開飲機供水。高中(職)以上學校有 37.8%之比例以單機飲水機供水，另外亦有 35.1%的學校是以開飲機供水；至於國中以下學校則以管線接至水龍頭供水者佔 59.1%為最多，其次則有 18.2%以開飲機供水。地點位於城(鎮)之學校將水源處理後以單機飲水機供水者佔最多數，佔 31.3%，另外以管線接至水龍頭及使用開飲機供水者各有 25%；對於地點位於鄉區的學校則有 33.3%是以開飲機供水，其次使用管線接至水龍頭及單機飲水機供水者分別都有 22.2%之比例。

3.4 飲用水水質分析

本研究調查對象中有 19 所學校以自來水為飲用水水源，12 所學校採用地下水，而使用地下水之學校則有 11 所，將各學校水源進行檢測，分析項目包括 pH 值、濁度、總溶解固體物、總硬度、自由有效餘氯、金屬及微生物等，分析結果如表 3，茲說明如下：

1. pH 值

依據行政院環保署公告國內現行水質之 pH 標準值為 6.0~8.5，本研究受測學校水質之 pH 值介於 6.1~7.6 間，顯示各級學校無論使用何種水源，其 pH 值均合乎國內飲用水標準。

2. 濁度

根據研究指出，當水質濁度大於 1 NTU 時，將影響消毒效率，而大於 5 NTU 時，則由肉眼即可辯視其水質污濁，常易造成使用者抱怨⁽⁷⁾。目前國內飲用水水質濁度標準為 2 NTU，本研究調查學校檢測結果除使用自來水之國中以下學校其濁度值為 2.1 NTU，略高於國內現行標準外，其餘學校飲用水水源濁度均低於標準值。

3. 總溶解固體物

總溶解固體量為多種物質之總稱，主要包括碳酸氫根離子、氯鹽、硫酸鹽鈣、鎂、鈉、鉀等無機鹽及少量可溶性之有機物。世界衛生組織⁽⁸⁾飲用水水質基準影響感官之建議值為 500 ppm，並指出總溶解固體量低於 600 mg/L 時水質口感佳；低於 1000 mg/L 可接受；通常超過 1200 mg/L 無法接受。本研究各學校水中總溶解固體物介於 4.2~10.3 mg/L 之間，遠低於國內飲用水標準值 500

mg/L，而以自來水、地下水、地面水為水源之學校其水質總溶解固體物平均分別為 6.8、7.2 及 4.5 mg/L。

4. 總硬度

水體中總硬度主要來源為周圍礦石溶出之鈣鹽、鎂鹽，濃度因各地區地質差異而不同。硬度在飲水中之影響主要為味覺口感，而水質之味覺閾值則因人而異，若水中總硬度太低，將可能導致加速管線腐蝕作用，而當水中總硬度太高時(超過 200 mg/L)，則可能在加熱過程中形成鍋垢或水垢。若依可口美味的水標準，總硬度之標準值訂為 10 ~ 100 mg/L as CaCO₃，世界衛生組織曾提及總硬度小於 100 mg/L 屬軟水且具腐蝕性；大於 200 mg/L 會增加水垢；大於 500 mg/L 則消費者無法接受⁽⁸⁾。而國內飲用水總硬度標準則為 300 mg/L as CaCO₃。本研究調查結果顯示，位於城(鎮)地區且使用地下水為水源之學校，其水質硬度最高，約為 146.9 mg/L，不過仍較標準值為低；而水質硬度最低者則為地面水，水質硬度為 28 mg/L as CaCO₃。

5. 自由有效餘氯

加氯為確保飲用水安全之必要處理單元，氯在水中濃度約 2~3 mg/L 時，人類嗅覺即能感受到其特殊刺激之氣味，為考量多數人的感覺及確保殘餘劑量之消毒效力，WHO 推薦飲水水源中氯之殘餘劑量介於 0.6~1.0 mg/L 之間為基準⁽⁸⁾。國內飲用水水標準之有效餘氯容許範圍為 0.2~1.0 mg/L。在自由有效餘氯檢測結果，所有學校幾乎趨近偵測不出，根據黃等人⁽⁹⁾之研究，飲用水處理



後之餘氯，因過濾之濾材對氯有吸收作用，以致有 94.6% 的水源其自由有效餘氯值為零。

6. 金屬

本研究檢測之學校飲用水中重金屬包含錳、鋅、銅、鐵及鎂、鈣等六種項目，無論使用何種水源，各項金屬濃度檢測結果均符合標準(見表 4)。根據研究報告指出，鐵雖不具毒性，但濃度高時會造成水中色度增加，亦會增加味覺不適之困擾；至於銅對已被證實對動物具致癌性⁽¹⁰⁾ (Morin, 1985)，銅每日理想攝取量低於 2 mg/day 時對人體不具累積性危害，當高劑量時方被視為毒性物質，急性銅中毒主要會刺激消化道而造成嘔吐、疼痛等症狀，銅之味覺閾值約在 1~2 mg/L 之間，超過 5 mg/L 之飲水令人無法接受，而國內現行飲用水中銅之標準為 1.0 mg/L，因人類味覺極易感知，所以經由飲水造成之急性銅中毒極少發生⁽¹¹⁾。鋅為人體必要微量元素之一，每日理想攝取量約為 4~10 mg/day，為低毒性或無毒性之物質，水質中鋅含量超過 4 mg/L 以上時，可能會產生澀味，另外濃度長期超過 5 mg/L 時，會導致煮沸容器壁產生乳白色滑膩之薄膜⁽¹²⁾，國內現行飲用水水源中鋅含量標準為 5 mg/L。至於鈣及鎂離子濃度，雖然國內未定飲用水之標準，但二者均為人體必要微量元素，每人每日必須自飲食中攝取鈣 0.7~2.0g 及鎂 3.6~4.2mg 方能維持生理機能⁽¹³⁾，且為影響水中硬度之主要物質。

7. 微生物檢測

本研究對水質微生物檢測分為大腸

桿菌群及總菌落數兩項。由於大腸桿菌群為人與哺乳動物等腸內常存在的細菌，經常隨著糞便排出，因此，若在水中大量發現大腸桿菌，即可判斷此水源受到人類或動物糞便所污染。國內淨水廠多以氯作為消毒劑，在 30,000 個清水樣本中，經氯消毒後，合格率高達 99%，可見以氯消毒足可有效預防大腸桿菌群之危害⁽¹⁴⁾。各先進國家對飲用水大腸桿菌群標準值多訂為「不得檢出」^(15,16)，作為用來判斷水質消毒完成與否及是否遭受到外來污染之依據，以保障民眾飲水安全，而國內之標準則為 6 CFU/100ml。

總菌落數可估計水質中細菌之總數及淨水處理效率與配水管線受污染之程度，若水質中細菌之總數存在量過高，表示消毒不完全，即顯示水質已遭微生物之污染⁽¹⁷⁾，故此亦為飲用水受微生物污染指標之一，可作為評估消毒效率的要素。美國主管健康當局建議水中偵測大腸桿菌群值低於 100 CFU/mL 時則適合飲用；介於 100~500CFU/mL 之間時則可能危害人體健康⁽¹⁸⁾。而依據行政院環保署公告之國內現行標準則為 100 CFU/mL

3.5 飲用水品質

水質微生物檢測時，若大腸桿菌群或總菌落數其中有一項不合標準則視為不合格，本研究檢測結果表 5 所示。42 所學校中有 11 所不合格，不合格率為 26.2%；而就水源區分，以自來水、地下水、地面水為水源的學校中，微生物檢測不合格率分別為 26.3、25 及 27.3%；

若以學校所在位置區分，城(鎮)及鄉區學校水源微生物檢測不合格率則分別為 23.8% 及 28.6%；若以層級區分，高中(職)以上學校飲用水水源微生物不合格率為 28.6%，而國中以下不合格率則為 23.8%。就處理方式而言，以逆滲透處理之學校其不合格率為 23.8%，另外以煮沸方式處理者，水質微生物不合格率則為 26.8%。

各學校對飲水設備的清洗頻率，高中(職)以上學校有 52% 乃是一個月清洗一次，其次有 38% 之比例半年清洗一次；而國中以下的學校則以三個月清洗一次佔多數(67%)，其次為半年清洗一次(29%)。42 所學校中有 12 所學校飲水設備清洗頻率在 1 個月以內，其中有 1 所學校飲用水中微生物不合格，不合格率為 8.3%；清洗頻率在 3 個月以內者有 16 所學校，其中亦有 1 所微生物不合格，不合格率為 6.3%；而清洗頻率在半年以內之 14 所學校中則有 9 所學校微生物不合格，不合格率則高達 64.3%。對於各校飲水機更換濾心時間調查，有 32 所學校於 1 個月內即更換一次濾心，其中僅有 1 所學校飲水中微生物含量超過標準，不合格率為 3.1%；但有 10 所學校飲水機濾心更換時間超過 3 個月，而這些學校飲水中微生物含量均不合格，顯示加強清潔飲水設備次數及勤換濾心乃可確保飲水品質。

四、結論

本研究探討屏東縣各級學校校內飲用水水源品質現況，以問卷調查及採樣分析方式，調查 42 所學校，包含 21 所高中(職)以上

學校及 21 所國中以下學校，並將調查分析結果依據使用水源、學校層級及學校地點等不同條件區分探討。

研究結果顯示屏東縣各級學校飲用水水源主要分為自來水、地下水及地面水三類，高中(職)以上學校飲用水水源多為自來水，其次則分別為地下水與地面水；國中以下學校採用水源多寡依序為地面水、自來水及地下水。地點位於城(鎮)學校水源多為自來水，其次為地下水；而地點位於鄉區之學校則多使用地面水，其次為自來水與地下水。各級學校不論使用何種水源或何種層級及地區，飲用水的處理方式以使用逆滲透方式處理者佔最多，高中(職)以上學校大多使用單機飲水機及開飲機供水，而國中以下學校則以管線接至水龍頭供水佔最多。位於城(鎮)及鄉區的學校大多以單機飲水機及開飲機供水。水源中微生物檢驗不合格率為 26.2%，至於水質物化性質及重金屬含量僅以自來水為水源之國中以下學校其水源濁度值 2.1 NTU 略高於標準值外，其餘項目均符合國內飲用水標準。

以自來水、地下水、地面水三種不同水源學校水源微生物檢測不合格率分別為 26.3、25 及 27.3%；城(鎮)及鄉區學校水源微生物檢測不合格率則分別為 23.8% 及 28.6%；高中(職)以上及國中以下學校飲用水水源微生物不合格率為 28.6% 及 23.8%。以逆滲透處理之學校其不合格率為 23.8%，另外以煮沸方式處理者，水質微生物不合格率則為 26.8%。

參考文獻

1. 王俊傑(2002)，「水資源保護與飲用水安全」，環境工程期刊，12：2：31-35。
2. 林明瑞(1996)，「學校飲水衛生問題及設備之探

- 討”，環境教育會刊，29：4-30。
- 3.行政院環境保護署(1999)，“飲用水設備水質抽驗檢查結果”。
 - 4.行政院環境保護署(1999)，“飲用水水源水質歷年抽驗檢驗結果”。
 - 5.蔡勇斌(2000)，“市售淨水器處理機制與處理後水質變化之研究及維護清洗頻率之研訂-單機飲水機”，3-35。
 - 6.陳品詩(2001)，“中央飲水系統單元處理效率及清洗維護頻率之研究”，台中師範學院環境教育研究所碩士論文。
 - 7.李澤明(1999)，“飲用水之管理與法規內涵”，自來水會刊，18：4：53-55。
 - 8.WHO (2006).
(http://www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/summary_tables/tab5.htm)
 - 9.黃志彬、許昺幕、許永華(1998)，“飲用水安全之指標微生物及其管制標準”，自來水會刊，17：2：50-70。
 - 10.Morin, M. M., Sharrett, A. R., Bailey, K. R., and Fabsitz, R. R. (1985) “Drinking water source and mortality in US cities.”, *Int. J. Epid.* 14:2:245-263.
 - 11.Karelekas, P. C., and Ryan, C. R. (1983) “Control of lead, copper, and iron pipe corrosion in Boston.” *J. Am. Water Works Assoc.* 71:5:92-95.
 - 12.Raina, S. P., and Pollari, L. F. (1999) “The relationship between E. Coli indicator bacteria in well-water and gastrointestinal illnesses in rural families.” *Can. J. Public Health.* 90:3:172-175.
 - 13.Payment, P. P., and Richardson, L. L. (1991) “A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water meeting current microbiological standards.” *Am J. Pubic Health.* 81:703-708.
 - 14.黃淑玲(2000)，“台灣南部地區學校飲用水衛生之探討”，高雄醫學院公共衛所碩士論文。
 - 15.Cantor, P. K., and Lynch, F. C. (1999) “Drinking water source and chlorination byproducts in Iowa.” *Risk of brain cancer. Am. J. Epid.* 50:3:152-165.
 - 16.Rook, J. J. (1997) “Formation of Haloforms During Chlorination of Natural Water.” *Jour Water Treatment and Examination*, 23:234-243.
 - 17.Batterman, S., Zhang L., and WANG, S. (2000) “Quenching of Chlorination Disinfection By-Product Formation in Drinking Water by Hydrogen Peroxide.” *Wat. Res.*, 34:5:1652-1658.
 - 18.AWHA (1995) “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.” Washington

表 1 屏東縣各級學校飲用水水源

水源	層級		地點		
	高中(職)以上	國中以下	城(鎮)	鄉區	
自來水	19(45%)	12(57%)	7(34%)	14(67%)	5(24%)
地下水	12(29%)	9(43%)	3(14%)	7(33%)	5(24%)
地面水	11(26%)	0(0%)	11(52%)	0(0%)	11(52%)

單位：學校數(百分比)

表 2 屏東縣各級學校飲用水處理/供水方式

處理/供水方式*	水源			層級		地點	
	自來水	地下水	地面水	高中(職)以上	國中以下	城(鎮)	鄉
逆滲透處理							
管線連至飲水台	4(14.3%)	2(10%)	0	6(16.2%)	0	4(12.5%)	2(7.4%)
管線連至水龍頭	5(17.9%)	2(10%)	3(27.3%)	1(2.7%)	9(40.9%)	6(18.8%)	4(14.8%)
單機飲水機	9(32.1%)	2(10%)	1(9.1%)	11(29.7%)	1(4.5%)	8(25%)	4(14.8%)
開水(飲)機	4(14.3%)	5(25%)	1(9.1%)	8(21.6%)	2(9.1%)	5(15.6%)	5(18.5%)
其他	0	0	0	0	0	0	0
小計	22(78.6%)	11(55%)	5(45.5%)	26(70.3%)	12(54.5%)	23(71.9%)	15(55.6%)
煮沸處理							
管線連至飲水台	1(3.6%)	2(10%)	1(9.1%)	3(8.1%)	1(4.5%)	2(6.3%)	2(7.4%)
管線連至水龍頭	1(3.6%)	1(5%)	2(18.2%)	0	4(18.2%)	2(6.3%)	2(7.4%)
單機飲水機	2(7.1%)	2(10%)	0	3(8.1%)	1(4.5%)	2(6.3%)	2(7.4%)
開水(飲)機	2(7.1%)	3(15%)	2(18.2%)	5(13.5%)	2(9.1%)	3(9.4%)	4(14.8%)
其他	0	1(5%)	1(9.1%)	0	2(9.1%)	0	2(7.4%)
小計	6(21.4%)	9(45%)	6(54.5%)	11(29.7%)	10(45.5%)	9(28.1%)	12(44.4%)

*此問題選項為複選

單位：學校數(百分比)



表 3 屏東縣各級學校飲用水水源之物化性質

水源	檢測項目	pH	濁度	總溶解固體物	總硬度	自有效餘氯
	標準值*	6.0~8.5	(2NTU)	(500mg/L)	(300mg/L)	(0.2~1.0mg/L)
自來水						
城(鎮)學校		6.9	1.5	10.3	103.0	ND
鄉區學校		6.7	1.4	4.2	136.5	ND
高中(職)以上		6.8	1.1	7.2	108.8	ND
國中以下		7.0	2.1	5.5	124.1	ND
平均		6.9	1.5	6.8	118.1	ND
地下水						
城(鎮)學校		6.7	0.7	8.1	146.9	ND
鄉區學校		6.2	1.3	5.6	91.5	ND
高中(職)以上		6.1	1.1	5.8	119.6	ND
國中以下		7.6	0.7	9.2	92.7	ND
平均		6.7	1.0	7.2	112.7	ND
地面水						
鄉區學校		6.7	1.4	4.5	28.0	ND
國中以下						

*國內飲用水標準

表 4 屏東縣各級學校飲水水源中金屬含量

水源	檢測項目	Mn	Zn	Cu	Fe	Mg	Ca
	標準值*	(0.05 mg/L)	(5.0 mg/L)	(1.0 mg/L)	(0.3mg/L)	----	----
自來水							
城		1.8	87.2	30.8	73.8	307.7	192.4
鄉		1.1	89.6	67.0	40.2	254.0	236.6
高中(職)以上		1.5	70.3	34.4	80.6	265.1	202.8
國中以下		1.8	118.0	50.6	38.1	342.4	206.0
地下水							
城		1.3	48.9	26.0	41.6	303.9	285.7
鄉		1.0	21.6	20.4	39.8	260.0	218.8
高中(職)以上		1.2	38.5	26.1	40.6	270.3	262.3
國中以下		1.3	34.3	16.4	41.7	331.3	244.3
地面水							
鄉		1.3	36.8	48.9	35.8	376.2	198.0
國中以下							

*國內飲用水標準



表 5 屏東縣各級學校飲用水水質微生物檢驗

	學校數	不合格數*	不合格率(%)
水源			
自來水	19	5	26.3
地下水	12	3	25.0
地面水	11	3	27.3
層級			
高中(職)以上	21	6	28.6
國中以下	21	5	23.8
地點			
城(鎮)	21	5	23.8
鄉區	21	6	28.6
處理/供水方式			
逆滲透	21	5	23.8
煮沸	21	6	28.6
清洗頻率			
1 個月	12	1	8.3
3 個月	16	1	6.3
半年	14	9	64.3
更換濾心時間			
1 個月	32	1	3.1
3 個月	7	7	100.0
半年	1	1	100.0
1 年以上	2	2	100.0
總計	42	11	26.2

*檢驗項目包含大腸桿菌群及總菌落數，有一項超過標準即屬不合格。

作者簡介

鍾佩伶 小姐

現職：大仁科技大學餐飲/餐旅管理系 講師

專長：飲用水品質管理

仲崇毅 先生

現職：大仁科技大學環境資源管理系 副教授

專長：環境污染物分析

林碩生 先生

現職：屏東科技大學食品科學系 教授

專長：感官品評



處理高濁度原水最佳加藥策略之研究

文/吳美惠、張嬉麗、姚寶蓮、張進興、張鴻銘

摘要

台灣地區於 921 地震災害之後，當豪暴雨發生時原水濁度經常超過 10,000 NTU 以上，淨水場常因此被迫減量供水甚至關場停水，惟自來水公司上承「無論濁度再高仍需供水正常」之政策指示，處理高濁度原水的加藥策略已成為重要課題。本公司以板新給水廠進行模擬測試，依試驗結果顯示，發現高濁度原水經適當調整原水 PH（酸鹼）值後，先以 PAC1 混凝劑作為主凝劑，再以高分子凝聚劑—聚丙烯醯胺（PAM）或聚氯化己二烯二甲基胺（PDADMAC）作為助凝劑，分二段式加藥的條件下，沉澱池上澄液殘餘濁度可達到預設控制目標值 10 NTU 以下；並經由技術面、法規面以及經濟面分析綜合討論結果，據以建立本公司處理高濁度原水最佳加藥策略。惟超高濁度原水處理後所產生之大量污泥後續處理問題如何解決以及如何建置高濁度原水之緊急排放應變機制，是後續淨水場所應面對的重要課題。

一、前言

台灣由於 921 地震災害之後，溪流沿岸（如石門水庫集水區、大甲溪沿岸）地質鬆軟，土石流不斷，遇雨成災，影響溪流水源水質甚巨（尤其以大甲溪沿岸地震前、後原水濁度檢測紀錄結果足為證明），2004 年遭逢敏都利颱風、艾利颱風帶來罕見的豪大雨災害，造成水庫集水區上游嚴重沖刷坍塌，土石流隨山洪沖入集水區，導致水庫淤

積嚴重，原水濁度急遽升高。當原水濁度升高時，本公司除供水量相對降低外，淨水處理費用也相對增加，而本公司屬事業單位，亦擔負著自負盈虧的責任，惟本公司上承「無論濁度再高仍需供水正常」之政策指示，面臨原水濁度日益惡化之際，處理高濁度原水的加藥策略已成為重要課題。

二、研究方法與內容

2.1 選擇不同處理藥劑以瓶杯試驗模擬淨水場處理高濁度原水淨水處理程序

選擇不同處理藥劑與本公司目前所使用之混凝劑聚氯化鋁（PAC1）於同樣原水濁度，設定多樣之加藥模式下，以瓶杯試驗模擬淨水場處理高濁度原水淨水處理程序，並分別添加不同計量之膠凝劑，以找出最佳建議加藥量。除選擇以現行環保單位已公告用於處理高濁度原水之高分子混凝劑—聚丙烯醯胺（PAM）、聚氯化己二烯二甲基胺（PDADMAC）等高分子凝聚劑外，另選擇國內生技公司新開發之生物高分子凝聚劑（Biopolymer）以及國外新開發之矽藻精土（A、B）等不同處理藥劑，與本公司目前所使用之混凝主劑聚氯化鋁（PAC1）。

2.2 杯瓶試驗條件

依據淨水場淨水處理程序—混凝

(快混、慢混)、沉澱單元之處理機制與停留時間作瓶杯試驗，以模擬處理不同濁度原水之處理情形可分為：

- (1) 超高濁度原水 (94,000 NTU)
之瓶杯試驗作業程序：
a. 快混 230 轉/分、30 秒 b. 慢混 40 轉/分、10 分 c. 靜置時間 第一階段 10 分、第二階段 30 分
d. 檢測上澄液濁度、導電度、各階段沉降泥量
- (2) 中高濁度原水 (21,000 NTU)
之瓶杯試驗作業程序：同上
- (3) 高濁度原水 (3116 NTU) 之瓶杯試驗作業程序：
a. 快混 190 轉/分、30 秒 b. 慢混 65 轉/分、10 分 其於同上

2.3 成效優劣差異之比較原則

依據杯瓶試驗過程中之懸浮膠羽顆粒之沉降速率、顆粒粒徑以及杯瓶上澄液殘餘濁度需可達 10 NTU 以下，淨水處理後清水水量在 90 % 以上，污泥廢水產生量在 10 % 以下等相關條件比較，另就法規面、技術面與經濟面作綜合評比分析，比較其優劣差異之處。

三、結果與討論

3.1 不同處理藥劑瓶杯試驗之比較

由表 1 結果可知以聚氯化鋁搭配高分子即可將原水濁度 21000 NTU 處理至濁度小於 10 NTU。

表 1 不同處理藥劑瓶杯試驗之比較

藥劑	藥量 (mg/L)	原水濁度 (NTU)	上澄液濁度 (NTU)	導電度	外觀	沉降泥量 (%) 30 分鐘
Biopolymer + PAC1	40 + 200	21,000	25	270	渾濁	12.0%
-	40 + 250	21,000	31	270	渾濁	12.5%
-	40 + 300	21,000	48	276	渾濁	13.0%
矽藻精土 (A)	100	21,000	20	237	渾濁	12.5%
矽藻精土 (B)	100	21,000	36.6	270	渾濁	11.6%
PAC1 + PAC1	250 + 250	21,000	13.7	356	白濁	13.6%
PAC1 + PAM (PH9.0)	500 + 0.05	21,000	15.5	358	白濁	13.8%
PAC1 + PAM	500 + 0.1	21,000	7.82	362	清	13.3%
PAC1 + PDADMAC	500 + 0.1	21,000	7.57	365	清	13.0%



3.2 最佳加藥量之模擬試驗

表 2 為高濁度原水加聚氯化鋁 (PACe)，實驗結果顯示原水僅以混凝劑聚氯化鋁 (PACe) 處理其上澄液濁度均降至 10，甚至 3NTU 以下，處理成效佳。

表 3 則比較原水僅以混凝劑聚氯化鋁 (PACe) 及先加鹼提高水中 pH 值至 8.5，再以混凝劑聚氯化鋁 (PACe) 處理之可能最佳加藥量試驗；結果先以 6

mg/L 氫氧化鈉 (NaOH) 調理後，所需聚氯化鋁 (PACl) 量由 120 mg/L 降低為 100 mg/L。

表 4 至表 7 則為原水濁度高到 20,000 NTU 之實驗結果。原水僅加聚氯化鋁時劑量高到 750 mg/L 時上澄液濁度仍無法降到 10NTU 以下，但先以 NaOH 提高水中 pH 值至 9.2，PACl 加藥量可降至 300 mg/L 即可使上澄液濁度降到 4.0NTU 以下。

表 2 高濁度原水加聚氯化鋁處理結果

原水水質	濁度：3,000 NTU		酸鹼值 pH：7.90		鹼度：74(mg/L)	
序號	1	2	3	4	5	6
PACl 用量(mg/L)	100	120	140	160	180	200
上澄液濁度(NTU)	1.81	1.41	1.13	1.53	2.14	1.77
酸鹼值(pH)	7.1	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7
鹼度(mg/L)	60	57	54	52	50	48

表 3 高濁度原水加聚氯化鋁與先加鹼後再加聚氯化鋁處理結果

	濁度：3,000 NTU		酸鹼值 pH：7.7		鹼度：50(mg/L)	
序號	1	2	3	4	5	6
NaOH 用量(mg/L)	0	0	0	6	6	6
調整後原水 pH	7.7	7.7	7.7	8.5	8.5	8.5
PACl 用量(mg/L)	80	100	120	80	100	120
上澄液濁度(NTU)	16.8	8.09	4.61	8.73	3.82	3.01
酸鹼值(pH)	7.0	7.0	6.9	7.2	7.1	7.1
鹼度(mg/L)	48	46	45	51	48	47

表 4 超高濁度原水加聚氯化鋁處理結果

原水水質	濁度：20,000 NTU		酸鹼值 pH：7.74		鹼度：50(mg/L)	
序號	1	2	3	4	5	6
PACl 用量(mg/L)	300	450	600	750	900	1050
上澄液濁度(NTU)	36.1	24.4	15.8	12.7	64.2	224
酸鹼值(pH)	6.2	5.9	5.3	4.8	4.2	4.0
鹼度(mg/L)	32	20	10	7.0	4.0	2.0

表 5 超高濁度原水先加鹼後再加聚氯化鋁處理結果

原水水質	濁度：20,000 NTU		酸鹼值 pH：7.74		鹼度：50(mg/L)	
序號	1	2	3	4	5	6
NaOH 用量(mg/L)	60	60	60	60	60	60
調整後原水 pH	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
調整後原水鹼度	86	86	86	86	86	86
PACl 用量(mg/L)	100	200	300	400	500	600
上澄液濁度(NTU)	145	83.0	12.6	5.55	3.31	5.33
酸鹼值(pH)	9.1	8.0	7.2	6.8	6.5	6.4
鹼度(mg/L)	62	55	48	42	36	29

表 6 超高濁度原水加不同量鹼後再加聚氯化鋁處理結果

原水水質	濁度：20,000 NTU		酸鹼值 pH：7.74		鹼度：50(mg/L)	
序號	1	2	3	4	5	6
NaOH 用量(mg/L)	20	40	60	20	40	60
調整後原水 pH	9.2	9.9	10.2	9.2	9.9	10.2
調整後原水鹼度	68	75	86	68	75	86
PACl 用量(mg/L)	400	400	400	500	500	500
上澄液濁度(NTU)	4.01	3.09	3.80	3.10	2.38	3.34
酸鹼值(pH)	6.4	6.6	6.9	6.1	6.3	6.5
鹼度(mg/L)	30	34	44	24	28	34

表 7 超高濁度原水先加鹼後再加聚氯化鋁處理結果

原水水質	濁度：20,000 NTU		酸鹼值 pH：7.74		鹼度：50(mg/L)	
序號	1	2	3	4	5	6
NaOH 用量(mg/L)	20	20	20	20	20	20
調整後原水 pH	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
調整後原水鹼度	68	68	68	68	68	68
PACl 用量(mg/L)	100	200	300	400	500	600
上澄液濁度(NTU)	19.0	15.1	3.63	3.71	3.24	5.58
酸鹼值(pH)	7.6	7.0	6.6	6.3	6.0	5.8
鹼度(mg/L)	55	46	39	31	26	17

四、綜合成效優劣差異之比較

4.1 技術面分析

由各組試驗結果顯示，結果發現

PACl + polyacrylamide (PAM) 混合加藥，濁度去除效果較 PACl 相當，且可以增加濁度物質沈降速率及大幅減少污泥產生量。在原水濁度高達 3,000 NTU 以上時，僅以聚氯化鋁作為淨水處理藥



劑，耗費劑量相當大，必須加氫氧化鈉提升原水水中酸鹼值及鹼度，始可獲得較經濟處理效果，節省加藥量。

4.2 法規面分析

- (1) 依據環保署公告：飲用水管理條例第十三條飲用水水質處理所使用之藥劑，一般規定事項第二條：自來水事業單位使用藥劑處理飲用水水質時，所用藥劑以經中央主管機關指定公告者為限。另依據環保署規定：當飲用水水源之原水濁度大於 250NTU 時，始得使用本公告之高分子凝聚劑，未依規定申報或申報不實者，不得使用高分子凝聚劑作為飲用水水質處理藥劑。
- (2) 目前環保署僅公告聚丙烯醯胺、聚氯化己二烯二甲基胺及氯甲基一氧三環二甲基胺聚合物等三項高分子凝聚劑為飲用水水質處理

藥劑且聚丙烯醯胺最大添加劑量為 1mg/L、聚氯化己二烯二甲基胺最大添加劑量為 10 mg/L、氯甲基一氧三環二甲基胺最大添加劑量為 20 mg/L，均有使用最大限值。

- (3) 依據環保署之飲用水水質處理藥劑公告規定：微生物製劑作為飲用水水質處理藥劑時，應依本署 87 年 3 月 30 日環署毒字第 0018323 號公告之「飲用水水質處理藥劑申請指定公告作業要點」之規定辦理。Biopolymer、矽藻精土屬新開發之產品，目前並未在公告藥劑項目內，依規定尚不得使用。

4.3 經濟面分析

表 8 依單位處理原水成本計算，每噸原水之淨水用藥成本比較相差近 1.7 至 16 倍及 22 倍。

表 8 使用加藥方式成本分析比較

加藥方式	聚氯化鋁 + 聚丙烯醯胺	Biopolymer	Biopolymer + 聚氯化鋁	矽藻精土
成本分析	0.73 元/每噸	12 元/每噸	1.23 元/每噸	16.5 元/每噸
相對倍數值(以聚氯化鋁 + PAM 為基準)	1	16	1.7	22

註：依單位處理原水成本計算，每噸原水之淨水用藥成本比較相差 1.7 倍、16 及 22 倍。

五、結論與建議

1. 依經濟面分析，依單位處理原水成本計算，每噸原水之淨水用藥成本比較相差近 1.7 至 16 倍及 22 倍，以 PAC1+PAM 之處理較符合經濟效益。

2. 對高濁度原水處理所使用淨水藥劑之選擇，主要係為能上澄液殘餘濁度降至 10 NTU 以下，以利過濾處理，另過濾處理後清水水量約佔 90% 以上，污泥廢水產生量約 10% 以下之條件，以獲得良好水質與足量之供水需求為



最終目標；依實場測試數據顯示，本公司目前常用之聚丙烯醯胺與聚氯化己二烯二甲基胺均尚可達上述目標。

3. 依據上述測試結果建立處理高濁度原水之加藥模式為：

- A. 適當調高原水 PH (酸鹼) 值。
- B. 以 PAC1 混凝劑當主凝劑。
- C. 加高分子凝聚劑聚丙烯醯胺 (PAM) 或聚氯化己二烯二甲基胺 (PDADMAC) 當助凝劑。

參考文獻

1. 板新給水廠原水高濁度期間淨水處理加鹼調理之最佳加藥量及經濟效益探討－姚寶蓮，2006。
2. 生物性凝聚劑及處理高濁度水之方法－徐毓蘭，2006。
3. 高效率混凝沈澱模型場－周珊珊等，2005。
4. 高效率混凝劑評估－林志麟等，2005。
5. pH 值和鹽度對矽藻土界達電位 (ξ - potential) 及陽離子交換容量 (CEC) 之影響－蔡文田，2004。
6. Optimal condition for modification of Chitosan : A Biopolymer for coagulation of colloidal particles by Chihpin Huang, Shuchuan Chen, and Jill Ruhsing Pan, 1999。
7. Evaluation of a modified Chitosan Biopolymer for coagulation of colloidal particles by Jill Ruhsing Pan, Chihpin Huang, Shuchuan Chen, Ying-Chien Chung 1998。

作者簡介

吳美惠小姐

現職：台灣自來水公司水質處經理

專長：水質管理

張嬉麗小姐

現職：台灣自來水公司水質處副理

專長：水質管理

姚寶蓮小姐

現職：台灣自來水公司第十二區管理處檢驗室主任

專長：水質檢驗

張進興先生

現職：台灣自來水公司水質處工程師

專長：淨水處理、水污染防治

張鴻銘先生

現職：台灣自來水公司水質處工程師

專長：淨水處理、水污染防治

國外淨水用藥劑資料庫之建置與探討

文/胡伯瑜、楊琇瑩、曾治乾、洪世政、賴明裕

一、前言

淨水藥劑之選用，為攸關國計民生之重大技術課目。依環保署現行淨水藥劑提出公告申請規定事項，未來提出申請者須符合美國、加拿大、日本、紐西蘭、澳洲及歐盟已使用或公告之淨水用藥劑資格。爰此，針對前述六個國家與地區之水質處理藥劑效用特性加以探討與分析，並探討其建置依據與分類原則，以期對於我國未來淨水用藥之遴選與推展提供良好參考依據與導引。

二、美國、加拿大淨水用藥劑資料庫

美國在飲用水的規範上主要依循 1996 年修正的飲用水安全法案(Safe Drinking Water Act, SDWA)，飲用水安全法修正案所訂定的飲用水水質標準規定，飲用水中污染物濃度不得超出最大容許量(Maximum Contaminant Level, MCL)，而這些表列污染物可以粗分為微生物(計 7 種)、消毒副產物(計 4 種)、消毒劑(計 3 種)、無機化學物質(計 16 種)、有機化學物質(計 53 種)以及輻射物質(計 4 種)等 6 大類。在北美洲，國家衛生基金會(National Sanitation Foundation International, NSF)是最具公信力的認證機構。NSF 所建立之飲用水處理藥劑健康影響評估的國家標準 NSF/ANSI 60，廣為各淨水廠所採用。藥品製造商可以根據 NSF/ANSI 60 標準中所訂定的認證程序將產品送驗，在通過 NSF 認證程序之後，產品上可以標示 NSF 的認證標章，並可登錄在 NSF

獲證產品的網站上，該網站可依產品製造商、產品名稱、化學名稱、產品功能或產地位置來搜尋獲得認證之藥品且每日更新。對加拿大的調查顯示，在全國 13 個省/領地中有 9 個要求該省境內的淨水廠所採用的處理藥劑需遵循 NSF/ANSI 60 標準。

經 NSF/ANSI 60 飲用水處理藥劑國家標準認證通過的藥劑可以依其功能粗分為(1) 混凝劑/膠凝劑，(2) 水質礦軟化劑/抗腐蝕劑，(3) pH 調整劑，(4) 消毒劑/氧化劑/管線抗垢劑等幾大類。如表 1 所示。

三、日本淨水用藥劑資料庫

自 1960 年代起，日本的自來水淨水用藥劑由日本水道協會(Japanese Water Works Association, JWWA)代為制定規格並審議其種類，再由日本政府對外公告。目前依據日本厚生勞動省的規定，自來水淨水用藥劑必須符合該省訂定之「淨水藥劑(不純物)評價標準」，所處理之自來水水質只要符合「自來水水質標準」，該藥劑就可作為淨水用藥劑，不需要政府的認可公告，因此無法確定日本使用淨水藥劑種類之數量。由於淨水用藥劑的選擇與採用是由各淨水廠自行決定，日本政府所扮演的角色只有藥劑評價基準之訂定，及自來水水質之管理監測而已。這也表示，即使淨水廠選擇非 JWWA 制定的淨水用藥劑，只要符合上述兩項標準，就無違法問題。

目前所依循的自來水水質標準係於平成

15 年（2003 年）由厚生勞働省重新修訂，內容包括與人體健康相關的 30 種項目以及與自來水性質相關的 20 種項目，總計 50 種規

定項目，自來水水質必須完全符合 50 項規定。日本自來水水質標準如表 2 所示。

表 1 經 NSF 認證之飲用水處理藥劑總覽

藥劑分	中英文名稱	化學式	效用特性	適用範圍
混凝劑 助凝劑	皂土（膨潤土）/Bentonite	$\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	助凝劑	正濁度
	氯化鋁/Aluminum Chloride	AlCl_3	混凝劑	正常濁度
	氯化鐵/Ferric Chloride	FeCl_3	混凝劑	低濁度/ 正常濁度
	氯化亞鐵/Ferrous Chloride	FeCl_2		
	硫酸鋁/Aluminum Sulfate	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$		
	硫酸亞鐵/Ferrous Sulfate	FeSO_4		
	偏鋁酸鈉/Sodium Aluminate	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$		
	硫酸鐵/Ferric Sulfate	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	混凝劑	高濁度
	聚丙烯醯胺/Polyacrylamide PAM	$(\text{CH}_2\text{CHCONH}_2)_n$	高分子混凝劑	高濁度
	聚(多)胺/Polyamine, DMA			
	聚氯化己二烯二甲基胺 /Poly(diallyldimethyl-ammonium	$(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{NCl})_n$		
	聚乙烯胺/Polyethyleneamines			
	聚氯化鋁/Polyaluminum Chloride	$(\text{Al}_2(\text{OH})_n\text{Cl}_{6-n})_m$	混凝劑	高濁度/ 正常濁度
	聚氯硫酸鋁/Poyaluminum			
	矽酸/Silicic Acid	$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	助凝劑	正常濁度
	矽酸鈉/Sodium Silicate	$\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$		
聚矽硫酸鋁/Poyaluminum Silicate		混凝劑	正常濁度	
水質礦 化劑軟 化管線 防腐蝕 劑	磷酸二氫鉀	KH_2PO_4	防蝕劑	管線腐蝕
	磷酸氫二鉀	K_2HPO_4		
	磷酸氫二鈉	Na_2HPO_4		
	磷酸	H_3PO_4		
	四偏磷酸鉀/Potassium	$(\text{KPO}_3)_4$		
	三偏磷酸鈉/Sodium Trimetaphosphate	$\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$	防蝕劑	冷卻水塔 產生水垢
	焦磷酸鈉/Sodium Pyrophosphate, SPP	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$		
	三聚磷酸鉀/Potassium	$\text{K}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$		
	三聚磷酸鈉/Sodium Tripolyphosphate,	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$		

藥劑分	中英文名稱	化學式	效用特性	適用範圍
水質礦化劑軟化管線防腐蝕劑	聚磷酸鋅鈉/Sodium Zinc Polyphosphate	$(MPO_3)_n \cdot M_2O$, M=Na and/or	防蝕劑	冷卻水塔 產生水垢
	聚磷酸鈣鎂鈉/Sodium Calcium Magnesium Polyphosphate	$(MPO_3)_n \cdot M_2O$, M=Na, $\frac{1}{2}$ Ca, $\frac{1}{2}$ Mg		
	聚磷酸鋅鉀鈉/Sodium Zinc Potassium Polyphosphate	$(MPO_3)_n \cdot M_2O$, M=Na, K, Zn, at 1:1:0.5	防蝕劑	管線腐蝕/ 產生水垢
	焦磷酸鉀/Potassium Pyrophosphate, KPP	$K_4P_2O_7$	防蝕劑	管線腐蝕
	磷酸鈉/Sodium Phosphate	Na_3PO_4		
	磷酸鉀/Potassium Phosphate	K_3PO_4		
	氧化鈣	CaO	調整 pH	管線腐蝕
	氧化鎂	MgO		
	硫酸氫鈉	NaHSO ₄		
	鹽酸	HCl	調整 pH	原水 pH 過高
	硫酸	H ₂ SO ₄		
	氫氧化鎂	Mg(OH) ₂	調整 pH	原水 pH 過低
	氫氧化鉀	KOH		
	碳酸鈉 (蘇打)	Na ₂ CO ₃		
	碳酸氫鈉 (小蘇打)	NaHCO ₃		
	氫氧化鈉	NaOH		
	氫氧化鈣	Ca(OH) ₂		
	碳酸鈣	CaCO ₃		
	二氧化碳	CO ₂	消毒	水中生菌 數過高
	次氯酸鈉	NaOCl		
	次氯酸鈣	Ca(OCl) ₂		
	氯氣	Cl ₂		
	雙氧水	H ₂ O ₂		
	氯酸鈉	NaClO ₃		
	亞氯酸鈉	NaClO ₂		
	氯化鋅	ZnCl ₂	抗垢劑	管線腐蝕/ 產生水垢
	硫酸鋅	ZnSO ₄		
磷酸鋅	Zn ₃ (PO ₄) ₂			

表 2 日本自來水水質標準

編號	項目	最大限值(mg/L)	備註
影響人體健康之相關項目			
1	總菌落數(Total Bacterial Count)	最大限值 100 CFU/mL	微生物
2	大腸桿菌數(Coliform Group)	不得檢出	
3	鎘及其化合物(Cadmium)	以鎘計 0.01	重金屬
4	水銀及其化合物(Mercury)	以水銀計 0.0005	
5	硒及其化合物(Selenium)	以硒計 0.01	
6	鉛及其化合物(Lead)	以鉛計 0.01	
7	砷及其化合物(Arsenic)	以砷計 0.01	
8	六價鉻化合物(Chromium)	以六價鉻計 0.05	
9	氰化物離子及氰化氫(Cyanide)	以氰計 0.01	無機物質
10	硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮(Nitrate-N, Nitrite-N)	10	
11	氟及其化合物(Fluoride)	以氟計 0.8	
12	硼及其化合物(Boron)	以硼計 1.0	
13	四氯化碳(Carbon Tetrachloride)	0.002	一般有機化學物質
14	1,4-二氧陸圜(1,4-Dioxane)	0.05	
15	1,1-二氯乙烯(1, 1-Dichloroethene)	0.02	
16	順-1,2-二氯乙烯(cis-1, 2-Dichloroethene)	0.04	
17	二氯甲烷(Dichloromethane)	0.02	
18	四氯乙烯(Tetrachloroethene)	0.01	
19	三氯乙烯(Trichloroethene)	0.03	消毒副產物
20	苯(Benzene)	0.01	
21	氯乙酸(Chloroacetic acid)	0.02	
22	三氯甲烷(Trichloromethane)	0.06	
23	二氯乙酸(Dichloroacetic acid)	0.04	
24	二溴氯甲烷(Dibromochloromethane)	0.1	
25	溴酸鹽(Bromate)	0.01	
26	總三鹵甲烷(Total Trihalomethane)	0.1	
27	三氯乙酸(Trichloroacetic acid)	0.2	

編號	項目	最大限值(mg/L)	備註
28	溴二氯甲烷(Bromodichloromethane)	0.03	
29	三溴甲烷(Tribromomethane)	0.09	
30	甲醛(Methylaldehyde)	0.08	
自來水使用上可能產生問題之項目			
31	鋅及其化合物(Aluminium)	以鋅計 0.2	顏色
32	鋁及其化合物(Aluminium)	以鋁計 0.2	
33	鐵及其化合物(Iron)	0.3	
34	銅及其化合物(Copper)	1.0	
35	鈉及其化合物(Sodium)	以鈉計 200	味覺
36	錳及其化合物(Manganese)	以錳計 0.05	顏色
37	氯化物離子(Chloride ion)	200	味覺
38	硬度 (鈣、鎂等) (Hardness)	300	
39	溶解固體量(Dissolved Solids)	500	
40	陰離子介面活性劑(MBAS)	0.2	產生泡沫
41	反-1,10-二甲基-反-9-萘烷醇 (Geosmin)	0.00001	臭味
42	2-甲基異莰醇(2-Methylisoborneol)	0.00001	
43	非離子介面活性劑(Nonionic Surfactant)	0.02	產生泡沫
44	酚類(Phenols)	以酚計 0.005	臭味
45	有機物 (總有機碳(TOC)量)	5	味覺
46	pH 值	5.8-8.6	基本狀態
47	味道(Taste)	不得有異常	
48	臭味(Odour)	不得有異常	
49	色度(Colour)	5 度	
50	濁度(Turbidity)	2 NTU	

日本現行使用的自來水淨水處理藥劑可分為混凝用藥劑、消毒用藥劑以及其他藥劑等三大類。由於淨水用藥劑種類的選擇與採用是由各淨水廠自行決定，不受政府約束，

因此除了 JWWA 原先所制定的 13 種淨水用藥劑外，還有一些淨水處理效果良好的藥劑也在各淨水廠的使用名單上。日本現行使用之淨水用藥劑名單如表 3 所示。

表 3 日本現行使用之淨水用藥劑總覽

藥劑分類	中英文名稱	化學式	效用特性	適用範圍
混 凝 劑 \ 助 凝 劑	硫酸鋁/Aluminum Sulfate	$Al_2(SO_4)_3$	混凝劑	正常濁度、低濁度原水
	皂土(膨潤土)/Bentonite	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$		
	聚丙烯醯胺/Polyacrylamide	$(CH_2CHCONH_2)_n$	混凝劑	高濁度原水
	聚氯化鋁/Polyaluminum Chloride	$(Al_2(OH)_nCl_{6-n})_m$	混凝劑	正常濁度、高濁度原水
	聚矽酸鐵混凝劑/Polysilicato Iron Coagulant (PSI)	$Fem(SiO_2)_n$	混凝劑	低濁度、白濁水
	藻酸鈉/Sodium Alginate	$(NaC_6H_7O_6)_n$	助凝劑	混凝顆粒不易凝結或沉澱
	矽酸鈉溶液/Sodium Silicate Solution	$Na_2 \cdot nSiO_2$	助凝劑	混凝顆粒不易凝結或沉澱
軟化劑	偏磷酸鈉/Sodium Metaphosphate	$(NaPO_3)_n$	水質軟化	水中硬度過高
pH 調整 劑	硫酸	H_2SO_4	調整 pH	pH 過高
	鹽酸	HCl		
	氫氧化鈉	NaOH	調整 pH	pH 過低
	碳酸鈉(蘇打)	Na_2CO_3		
	氫氧化鈣(消石灰)	$Ca(OH)_2$		
消毒劑 \ 氧化劑 \ 管線抗 結垢劑	次氯酸鈉/Sodium Hypochlorite	NaClO	消毒	水中生菌數過高
	液氯(Liquid Chlorine)	Cl_2		
	硫酸銅/Copper Sulfate	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$		
	次氯酸鈣/ Calcium Hypochlorite	$Ca(OCl)_2$		
	臭氧/Ozone	O_3	消毒、氧化	水中生菌數過高
	高錳酸鉀/Potassium Permanganate	$KMnO_4$	氧化劑	水中生菌數過高、藻類問題
	二氧化碳/Carbon Dioxide	CO_2	管線抗結垢劑	管線結垢
其他	粉末活性炭/Powdered Activated Carbon	C	吸附臭味	臭味、藻類問題
	氯化鈉	NaCl	防腐劑	水中餘氯過高
	亞硫酸鈉	Na_2SO_3		
	亞硫酸氫鈉	$NaHSO_3$		

四、紐西蘭、澳大利亞淨水用藥劑資料庫

澳洲淨水藥劑之公告，係由國家健康與 Research Council, NHMRC)對淨水廠所使用的水處理藥劑進行普查式的檢驗工作，並提供藥品使用的建議清單。NHMRC 所建議的藥劑包含硫酸鋁、氫氧化鈣、雙氧水、活性炭等 31 項，其制定之參考對象為美國自來水廠協會之 AWWA standards 和食品化學藥典 Food Chemical Codex。紐西蘭則在飲用水水質標準中規範飲用水水質處理藥劑內容，以文字敘述為主。其訂定雜質限制值 (Specific Impurity Limit, SIL)之精神與美國

醫藥研究協會(National Health and Medical Water Chemicals Codex 中所採用的最大建議限值 (Recommended Maximum Impurity Content, RMIC)相似。美國自來水廠協會 (American Water Works Association, AWWA) 的 AWWA standard 和 Water Chemical Codex 也都提供飲用水添加藥劑的主成分和雜質限值，但其規範較為寬鬆，部分藥劑含量或雜質含量可由採購雙方協議決定，但須經由 ANSI 認可之機構加以檢驗核可。紐西蘭澳大利亞所公告之淨水藥劑如表 4 所示。

表 4 紐西蘭\澳大利亞淨水藥劑總覽

藥劑分類	中英文名稱	化學式	效用特性	適用範圍
混凝劑 助凝劑	硫酸鋁/Aluminum Sulfate	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	混凝劑	低濁度/正常濁度
	活性炭	C	助濾劑	正常濁度/高濁度
	磁鐵礦/Magnetite	Fe_3O_4		
	聚氯化鋁/Polyaluminium Chloride	$Al_8(OH)_{10}SO_4Cl_{12}$	混凝劑	高濁度/正常濁度
	聚氯化己二烯二甲基胺 Poly(diallyldimethyl-ammonium Chloride)	$(C_8H_{16}NCl)_n$	混凝劑	高濁度
	聚丙烯醯胺及丙烯酸 /Polyacrylamides and Acrylic Acid	$(CH_2CHCONH_2)_n$ $(CH_2CHCOOH)_n$	混凝劑	高濁度
	褐藻酸鈉/Sodium Alginate	$(NaC_6H_7O_6)_n$	膠凝劑	正常濁度/ 高濁度
	氟矽酸鈉/Sodium Fluorosilicate	Na_2SiF_6		
	矽酸鈉/Sodium Silicate (water glass)	$Na_2O(SiO_2)_n$	混凝劑	正常濁度/高濁度
	偏鋁酸鈉/Sodium Aluminate	$Na_2Al_2O_4$	混凝劑/水質軟化劑	低濁度/正常濁度
水質礦化劑 軟化劑	碳酸鈉 (蘇打) /Sodium Carbonate	Na_2CO_3	水質軟化劑	水中硬度過高
	六偏磷酸鈉/Sodium Hexametaphosphate	Na_n+2PnO_{3n+1}	水質軟化劑/管線抗腐蝕劑	水中硬度過高/管線腐蝕
pH 調整劑	碳酸氫鈉 (小蘇打)	$NaHCO_3$	調整 pH	原水 pH 過低
	氫氧化鈉	$NaOH$		

藥劑分類	中英文名稱	化學式	效用特性	適用範圍	
	硫酸/Sulphuric Acid	H ₂ SO ₄	調整 pH	原水 pH 過高	
	氧化鈣/Calcium Oxide	CaO	調整 pH	原水 pH 過低	
	氫氧化鈣/Calcium Hydroxide	Ca(OH) ₂			
	銀+過氧化氫/Silver Hydrogen Peroxide	Ag+H ₂ O ₂	氧化劑	水中有機物過高/水中硬度過高/水中生菌數過高	
	氨水	NH ₄ OH	消毒劑	水中生菌數過高	
	氫氟矽酸/Hydrofluorosilicic Acid	H ₂ SiF ₆			
	氯氣/Chlorine	Cl ₂			
	次氯酸鈉/Sodium Hypochlorite	NaOCl			
	過氧化氫/Hydrogen Peroxide	H ₂ O ₂			
	次氯酸鈣/Calcium Hypochlorite	Ca(OCl) ₂			
	硫酸銅/Copper Sulfate	CuSO ₄ · 5H ₂ O	氧化劑	水中硬度過高/重金屬	
	高錳酸鉀/Potassium Permanganate	KMnO ₄			
	磷酸鋅/Zinc Phosphate	Zn ₃ (PO ₄) ₂			抗結垢劑
聚磷酸矽酸鈣/鈉/ calcium /sodium /Poly-phosphate Silicate		管線抗結垢劑			管線結垢
生物作用之營養鹽	乙醇(酒精) /Ethanol	C ₂ H ₅ OH	碳源	硝酸鹽氮過高	
	硫酸銨/Ammonium Sulfate	(NH ₄) ₂ SO ₄	氮源	水中有機物過高	
其他	氯化鈉/Sodium Chloride	NaCl	防腐劑	出水抑菌需求	
	氟化鈉/Sodium Fluoride	NaF	隔離劑	防止蛀牙	

五、歐盟淨水用藥劑資料庫

歐盟在 1998 年成立新的飲用水指導原則(Drinking Water Directive)，並參照世界衛生組織的飲用水標準，建立歐盟的飲用水標準(EU's Drinking Water Standards)。在歐盟中不同的國家對飲用水處理藥劑的相關規定亦不盡相同。歐盟允許使用之淨水處理用化學品，除常用之飲用水藥劑外，尚包括防腐蝕劑、抗垢劑、軟化劑、沈澱劑、隔離劑、pH 調整劑、殺菌劑、氧化劑等多項。

六、結論

依據前述六個國家/地區之淨水用藥劑資料庫加以探討，可得下列結論：

1. 未來我國制定新淨水用藥時，除須考慮法規規定之國外與地區已公告或使用之藥劑外，對於藥劑的功效、理化特性、藥劑效能、使用資訊、功能整合、生物毒性、急/慢毒性試驗結果與相關資料，並考慮國內大量採購時可能價格等因素，審慎找出適切且合乎

安全性、經濟性與技術性之新淨水用藥。

- 2.綜合各國淨水用藥劑的特性與功能，原則上可分為五類：生物作用之營養鹽類、混凝劑/膠凝劑/助凝劑/助濾劑類、水質礦化劑/水質軟化劑/管線抗腐蝕劑類、pH 調整劑類、消毒/氧化劑/管線抗結垢劑類。

參考文獻

1. Drinking water treatment chemicals-health effects. NSF/ANSI 60-2003
2. <http://www.nsf.org/> (NSF 國家衛生基金會網站)
3. <http://www.nsf.org/Certified/PwsChemicals/> (NSF 國家衛生基金會飲用水處理藥劑登錄及搜尋網站)
4. Survey of ASDWA Members Use of NSF Standards and ETV Report – NSF report, March 2003.
5. Survey of Canadians Provinces/Territories Use of NSF Drinking Water Standards – NSF report, September 2006.
6. <http://www.mhlw.go.jp> (日本厚生勞動省網站)
7. <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/index.html> (日本厚生勞動省水道課網站)
8. <http://www.jwwa.or.jp/> (日本水道協會網站)
9. http://www.jwwa.or.jp/ninsyo_index.html (日本水道協會品質認證中心網站)
10. <http://www.epa.gov.tw/main/index.asp> (行政院環保署網站)
11. <http://www.lenntech.com/EU's-drinking-water-standards.htm> (歐盟飲用水水質網站)
12. <http://www.moh.gov.nz> (紐西蘭飲用水水質網站)
13. <http://www.dwi.gov.uk/> (英國飲用水稽查局網站)
14. <http://www.nhmrc.gov.au/> (澳洲 NHMRC 網站)
15. http://global.ihs.com/standards.cfm?RID=Z56A&MID=W084&selected_org=AWWA&gcid=S14922X009-AWWA&KEYWORD=awwa%20standards&s_kwid=awwa%20standards|343532002 (AWWA 水質資料庫網站)
16. <http://www.lenntech.com/drinking-water-standards.htm> (世界衛生組織飲用水標準)
17. <http://www.lenntech.com/EU's-drinking-water-standards.htm> (歐盟飲用水質標準)

作者簡介

胡伯瑜先生

現職：財團法人工業計術研究院能源與環境研究所研究人員

專長：水化學、水處理工程

楊琇瑩小姐

現職：財團法人工業計術研究院能源與環境研究所研究人員

專長：海洋生物、生物處理

曾治乾先生

現職：財團法人工業計術研究院能源與環境研究所研究人員

專長：生物處理、廢水單元設計

洪世政先生

現職：台灣自來水公司水質處水污染防治組組長

專長：環境工程、給水工程及水污染防治

賴明裕先生

現職：台灣自來水公司水質處水污染防治組工程員

專長：水質檢驗、水污染防治



配水系統水壓提升探討

文/吳天瑛

一、前言

自來水事業負責供應充裕而合於衛生之用水，供水有一定的區域範圍，提供安全、衛生及適飲自來水，是自來水事業處責無旁貸的使命，因此確保在淨水場、配水管及用戶端各階段供水環節之自來水品質，為自來水事業努力的目標。目前用戶給水設備大部分採用將用水設備蓄水池設置於地面上或於建築物地下室，除一樓用戶採直接給水外，其餘樓層皆經過設於地面或地下室內之水池抽水上屋頂水塔，再採用重力流方式，供給各用戶之水龍頭用水。惟歐美日等國水壓均維持高水壓供應，並朝直接給水方式供應各用戶是本處值得學習的。因此，藉由參考國外經驗，探討提升水壓之可行性。

自來水事業的發展已由水源開發及淨水配水設施的擴充改善，提升至改善服務品質方面。為了能生產充裕自來水供居民飲用，近代淨水技術已不是問題，輸配水輸送管理也因技術提升，自來水供應之水量及水壓愈來愈佳。惟居民要求的標準相對愈來愈高，對於送至建築物水池再供應至各住戶的給水系統，亦有居民反映水量或水壓不足之疑問，甚至因水池水塔久未清洗導致水質變差的疑慮，已突顯自來水事業配水系統壓力亟待改善。

都市居民對於環境品質的要求日益增強，自來水除做為飲用外，建築物的熱水系

統、消防系統、冷卻系統等亦使用自來水，水質的要求依據水質標準供應，用戶給水方式如能改為直接給水方式，自來水事業需要以前瞻的視野逐步改善設備並減少漏水，以滿足用戶需求並符合現代化國家的水準。

都市景觀與建築物設計良窳有關，水塔設置於屋頂會破壞美感，直接給水可以消除部分水塔使整體都市景觀變好，亦是自來水事業要考慮的。

二、自來水配水方式

各都市的配水方式皆完全配合配水區域的地形，並有效利用地形優勢、考量自然、兼顧合理性與經濟性後設置自來水設施。在山區者即利用地形的特性，將淨水場設置於高處並以重力方式送水至配水池及配水區。淨水場設置於較低處時，則使用抽水機送水至配水池，再由配水池以重力方式配水。利用給水塔的高度，以重力方式配水到使用區域，另外，無法以重力方式配水時，則使用配水池的抽水機加壓進行配水。配水池送水至配水區域時，由於地形等各種因素而無法維持適當壓力時，於中間點設置中繼加壓站以支援管路後端壓力不足地區，配水方式如圖 1。

2.1 用戶給水方式

供水區轄內用戶之給水系統，係指建築物內之冷水系統，其興建完成後即負責供應安全衛生的飲用水供居住者或使用者使用，

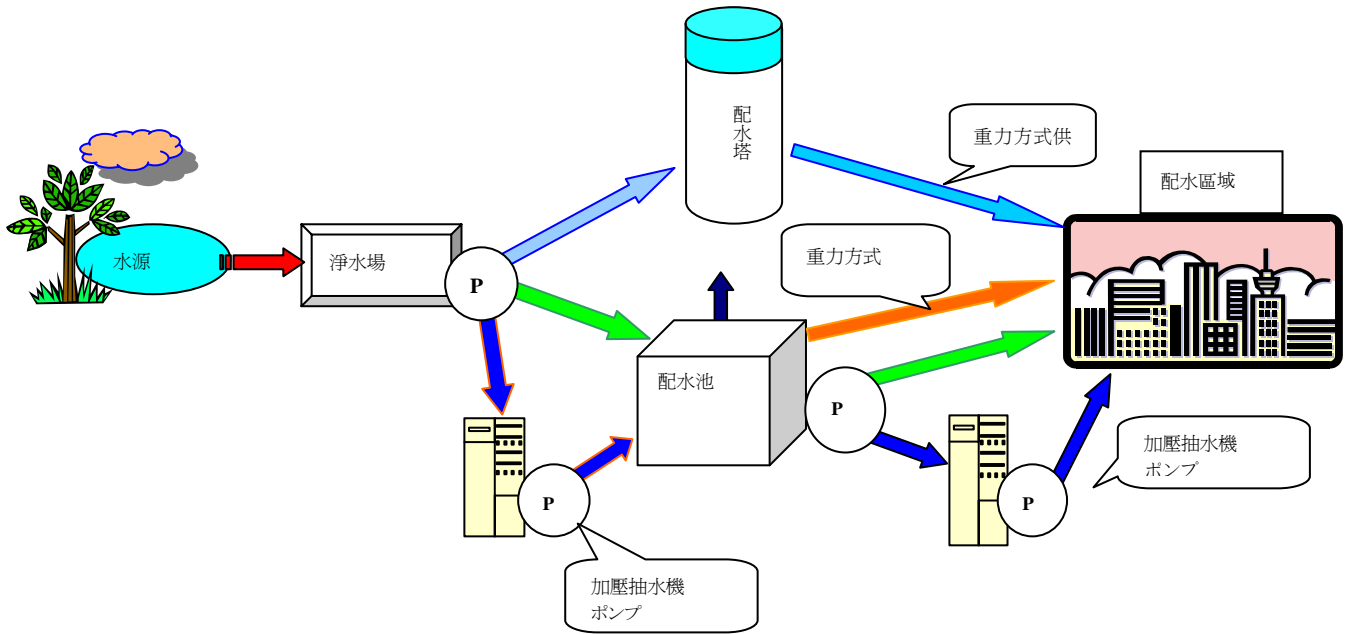


圖 1 配水方式示意

按照建築法及自來水法之規定建築物必須設置用戶用水設備，供水轄區之建築物，在興建前其用戶用水設備須經當地自來水事業審定後始得施工，完成後須經自來水事業檢驗合格始得接水。轄區管網水壓維持在 1.5kg/cm^2 ，因此二樓以上建築物均設有水池及水塔，提供居住者（或使用者）安全的自來水。

用戶之給水方式，由配水管水壓高低及用戶建築物高度等有下列各種給水方式：

1、直接給水

直接給水係利用自來水事業所操作管理之配水管水壓直接供應至用戶用水設備之水栓，可以 24 小時供應並必須滿足用戶最大時用水之需求。此給水方式，配水管需有充足的水壓達到建築物之適當樓層，並應依各地區供水壓力狀況決定之。如在管線末端或山坡地即不適合設置直接用水用戶，因在尖峰用水時段水壓一定會降低，進水量會發生不足現象而影響用戶用水，爲了維持良好的供

水品質，自來水事業除了積極進行軟硬體設施的改進。在用戶端管理方面，規定二層樓以上必須採用間接加壓之用水設備，以維持用水穩定。

2、間接給水

配水管之水壓較低，將水導入設於建築物地下室之水池（受水槽）。利用抽水機抽水上屋頂水塔，再利用重力方式給水，凡在供水系統水量不充裕的地區，用戶端設置水池及水塔，不僅進水容易，且可儲存適當的蓄水量，當缺水或短時間停水時，用戶不致立即面臨無水可用的不便，爲目前大部分用戶採行之方法。

圖 2~5 是幾種加壓給水或增壓直接給水之範例其比較如表 1 所示，皆是受供水條件影響，取其優點而執行給水任務，較不宜之給水方式將逐漸被替代。

2.2 用戶端水質問題

用戶端水質直接給水供應之水質與配水管水質應一樣，間接給水則是經由水池水塔

表 1 各種給水方式比較表

給水方式	優點	缺點
直接給水方式	用戶使用方便，不需對用水設備特別管理。 減省空間供其他用途（免設蓄水池及屋頂水塔）。 節省用戶電費支出。 工程費用較便宜。 減少水池水塔清洗之費用。	無貯水功能，遇斷水時即刻無水可用。 供水壓力降低時，供水量減少，甚至無水可用。 配水管水壓降低時，有發生逆流污染水質之可能。
間接給水方式	因設受水池而具有貯水功能，因此自來水工程施工或發生事故而發生斷水或減水供水時，能確保一定量之生活用水。	如疏忽貯水池水塔之檢視或清掃，水質會惡化。 因注入受水池而導致壓力釋放，故無法有效利用能源，浪費部分水頭。
直送屋頂水塔給水方式	用戶之水量、水壓均可穩定供水。 節省電費之支出。 緊急消防供水時，水塔仍有水可緊急滅火。 水塔蓄存水量在停水時尚可應付短時間用水。	水塔需定期清洗，增加維護管理及費用。 水壓降低時，屋頂水塔進水量會減少，減水太多時，超過屋頂水塔調節範圍，會影響正常供水。
複合式給水方式	屋頂使用空間減少。 水塔容量視戶數多寡調整。 因仍有受水池，確保安全供水，不受配水管水壓降低之影響。 部分樓層可以直接給水。 高樓層於水池後設加壓馬達揚水。	屋頂使用空間減少。 需定時清洗水池及屋頂水塔。

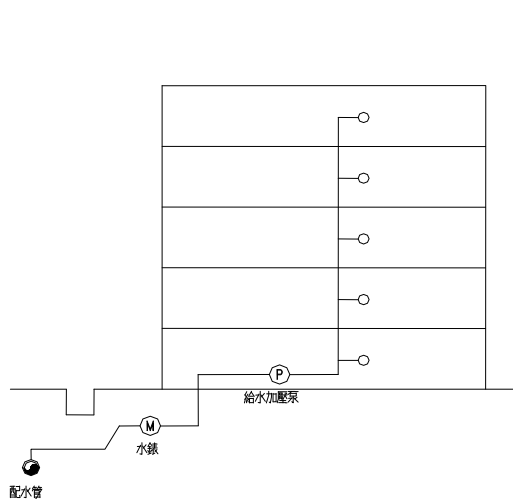


圖 2 直接增壓給水方式

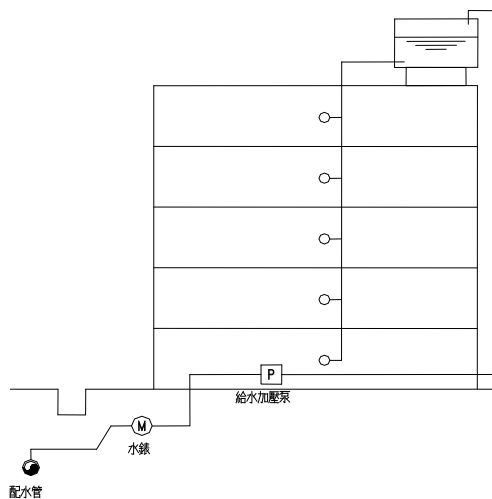


圖 3 表後增壓送屋頂水塔給水方式

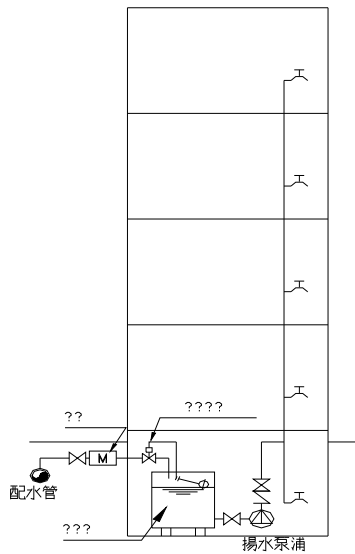


圖 4 水池後加壓給水方式

儲存，水質依用戶是否定期清洗而定使用之水質較不穩定。一般間接給水情形水質如下：

- 一、一般民生用水與消防用水有混用案例，導致容量太大。
- 二、建造蓄水池、水塔時未依規定的容量進行設計，以致設計的用水量或容量太大。
- 三、新建公寓、大廈完工初期，因住戶進住率不高，以致原設計的容量因用水人數未達原設計人數，造成一次進水量使用時間增長，以致餘氣量不足，易孳生細菌。
- 四、學校因學生減班或連續假期(逾 2 日)前，未適當減少水池、水塔之蓄水量。
- 五、水池水塔未定期清洗造成水質異常，附屬設施如有不健全造成異物或雨水流入等亦會造成水質不良。

三、直接給水問題點

3.1 提升配水管水壓

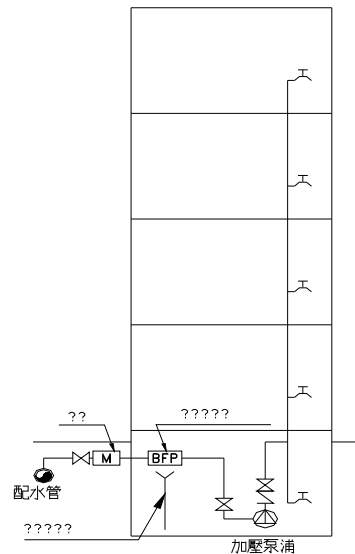


圖 5 直接增壓給水方式

自來水事業之供水系統由淨水場、加壓站及輸配水管線組成，依供水區域特性及人口分布情形分成若干區域採區域供水，為了掌握配水點壓力，現代化自來水事業於其供水區內設置遠端監視點(RTU)，以利調整壓力並將斷水事件之影響降為最低，根據歷年操作經驗，將各加壓站所供應壓力、流量作適當的調配，以提供足夠的水壓供用戶使用。水壓提升需要提高配水系統的水壓除調整尖離峰抽水機操作模式外，相關配套減少漏水量其實施的方法為加快修漏速率，持續汰換老舊管線及地下不明漏水點測出並加速檢修。歐洲國家直接給水水壓比較如表 2。

3.2 改善用水設備

對用水設備在防止逆流及管路尺寸應研定相關規定：

- 一、逆流防止裝置：自來水法規定用水設備應採取防止逆流裝置，防止自來水從用戶用水設備回流至配水管，用水設備每一用水栓應設防止逆流裝置，其目的為防止自來水系統遭受污染。

表 2 人口 100 萬城市水壓特性比較

城市名	人口(人) 每日配水量(噸)	配水池容量(噸)	配水管壓力	可直送樓層	樓層需增壓
慕尼黑市(德)	1,356,000 403,000	306,000	4~6 bar	≤ 6F	≥ 7F
阿姆斯特丹市 (荷蘭)	1,250,000 220,000	未調查	2.5~3.85 bar	≤ 3F	> 3F
維也納市(奧)	1,600,000 580,000	1,240,000	4~6 bar	≤ 7F	視水壓需滿足需求而定
巴黎市(法)	4,500,000 1,100,000	1,170,000	平均 5 bar	≤ 7F	> 7F
里斯本市(葡)	2,500,000 524,000		3~6 bar	≤ 6F	95%直壓給水,大用水戶設受水槽
馬德里市(西)	4,800,000 1,800,000	3,600,000	平均 6	≤ 5F	5 樓直壓, 高樓設受水槽
法蘭克福市(德)	850,000 222,000	142,700	3.5~6bar	≤ 6F	較高樓則設增壓泵

資料來源：日本水道產業新聞 1993 年 7 月 15 日

二、管路口徑：

管徑的大小將影響供應水量，另水錘問題將影響水管的安全，應依供水區域設定水壓值，依水理計算用戶管徑尺寸並限制流速。

三、水壓可達樓層檢討

依據台北自來水事業處民生社區之經驗四樓直接用水壓力維持在 2.8 kg/cm²，國外包括日本、美國及歐洲之經驗評估直接給水實施能夠使用戶穩定用水，各樓層最小動水壓建議如下：

四、直接給水預期效益

1 簡化管理

以歐美或日本為例，直接給水若可

樓層	水壓 (kg/cm ²)
二	2.0
三	2.5
四	3.0
五	3.5

送到五樓，水池水塔數量均可減少，以雙併 10 戶計算，至少可減少 6 噸，可免去清洗管理的不便，並增加地下室及水塔使用空間。

2 減少自來水在水池水塔受污染之機會

蓄水池經長久使用後，池壁易滋生污垢或有裂痕，必須清洗及裝修，又大



部分公寓水池缺乏管理，將減少受污染機會。

3 節約能源

設水池水塔之建築物需要以抽水機揚水，採用直接給水時因自來水由配水管直接供應，可節省動力費用及裝置費用。

4 保障都市公共安全

都市消防用水一般由自來水事業供應，水壓提高可以確保消防用水之供應，保障居家安全。

5 減少漏水量

減少流入水池水塔之水管，將減少一些接頭，可減少漏水量。

五、尚待改善的問題

1 調整配水系統

提高加壓站出水壓力，重新調整供水系統，降低增加配水池容量，減少配水管網水頭損失及改善漏水，需要長期測試以得到最佳的調配方式。

2 更新老舊設備

更新老舊淨水場及加壓站加壓抽水機、相關操作閥及儀控設備之即時檢修。

3 緊急電源的準備

抽水機無電源即無法起動，緊急發電機之購置是必需的。

4 增強系統監控能力

監控供水區內水壓水量可立即得知供水狀況作必要的處理。

5.採用增壓幫浦之可行性

用戶端自行設置增壓設備之可行性應即時探討，

6 緊急措施之擬定

水池水塔有儲水功能，對於地震後可能產生之無水可用現象，要事先預防。

六、結語

建築物給水方式在臺灣地區以間接給水為主，藉由改善低層建築物用戶之給水方式，以充分利用自配水管供應之水壓，來達到節省能源的目的。從國外大部分地區採用較高水壓之經驗，吾人可得知自來水事業逐步提高供水區水壓，是必然的趨勢。

- 1、為了自來水能讓使用者更便利使用並消除污染機會，自來水事業應逐步提高供水區水壓，提高可分階段及地區進行，初期以末端水壓可達 1.5 kg/cm^2 ，視供水區壓力平均且已逐步可提高之時，再提高水壓至 2.0 kg/cm^2 ，甚至 2.5 kg/cm^2 ，並能提升國際形象。
- 2、在水壓不高地區，用戶所設置之受水池不宜廢除，因其能儲蓄水量供後續加壓之用，亦是穩定供水的必要設施。相反的在水壓較高地區，可以依據樓層予以檢討將其給水設備予以調整，如水壓可送至水塔（其容量達十分之四設計用水量者）則可保留水塔，廢除水池。
- 3、五層樓以下建築物仍佔臺灣地區建築物之多數，未來在水壓逐步提高時，從二樓、三樓、四至五樓，新建築物在建築師設計時，即可考量建物高度及水壓情形，選擇一二樓直接給水，其餘樓層採用受水池後加壓向上（up）給水方式或水送至屋頂水塔後重力流向（down）給水供應。



- 4、對於新建築物之用水設備審查，除針對用水設備之數量確實核對外，另外應考量建築物之高度及接水點水壓等，如某地區可採直接給水或應酌情核准。

參考書目

- 1.利世旭、蔡長豔，配管實務設計，全華科技圖書有限公司，1995 年 4 月。
- 2.內政部建築研究所，建築物給排水衛生設備配管系統之研究，1991 年 3 月。
- 3.中華民國自來水協會，自來水設備工程設施標準解說，1996 年 12 月。
- 4.日本水道協會，水道施設設計指針，2000 年 4 月。
- 5.台北自來水事業處，臺北市五樓以下建築物直接供水之研究，1990 年 6 月。
- 6.東京都水道局，指定給水裝置工事事業者工事施行要領，2000 年 7 月。
- 7.東京都水道局，中高層建物への直結給水擴大の技術検討，2000 年。
- 8.台北自來水事業處，高層建築物用水設備規範探討，1989 年 6 月。

作者介紹

吳天瑛先生

現職：台北自來水事業處東區分處修漏股股長

專長：自來水工程規劃、設計施工、維護管理及研究發展



花蓮配水監控中心之系統建構與效能

文/胡燦健

一、前言

隨著經濟繁榮，生活水準提高，居民對自來水的品質要求相對提昇。優質供水需達成水量充足、水質良好以及水壓穩定之要求。台灣地區，由於用水量激增，加以潔淨充沛之水源難以覓得，導致各供水系統各給水廠調配正常供水難度增加。因此，為提高供水品質、掌握供水調配效率、使各水源能相互支援運用、適時適量適壓達到用戶用水所需，以及降低營運成本，故有待建構功能完整、效率高、操作容易、系統穩定且使用壽命長久的監控系統。

花蓮配水監控設施初創 1995 年，於花蓮給水廠設置監控設備營運迄今已十三年，為早期使用監控系統，於 2007 年一月配合花蓮區管理處管理大樓竣工，建構專職的供水監控中心，不僅可監控原水水源、供水水質標準，並可達到綜合整體供水區之全面監控，更配合電動閥之裝設完成，進而遙控指揮供水設備之運轉，使供水更順利。

二、花蓮地區供水操作管理之發展與演變

自日據時代草創迄目前，花蓮地區供水操作管理之發展與演變，可分為三階段。

- 2.1 傳統操作期：日據時代至民國 70 年，為人員到現場手動調整制水閥控制供水量，各供水管線壓力值以目視表頭檢查，供水量以手抄登記，水質狀況以人員定時採樣紀錄，每日、每周、

每月蒐整成報表，以供分析檢討。

- 2.2 自動化初創期：民國 70 年~84 年，部份重要淨水場有自動控制，站與站之間可形成點對點直接控制，外站部分壓力、水位、流量等訊號可傳回並在數字型指示器指示，仍無電腦化紀錄功能。
- 2.3 發展期：民國 84 年以後，花蓮北、中、南各給水廠、營運所，已分區全面電腦化監控，可在各分區直接遙控，外站部分壓力、水位、流量等訊號可傳回紀錄並自動產生報表。已經可執行單區域供水調配，掌握各區水質、水壓、水量變化，給與及時操作。
- 2.4 系統整合期：民國 96 年元月完成。

三、監控系統與架構

配水中心為全區設施監視、調配、控制及資料庫管理中心，負責執行全區自來水設施調配策略及狀態監測，為最高指揮中心。

監控中心由網際網路伺服器主機、資料庫伺服器主機、監控電腦主機、監控螢幕、影像監視主機、展示系統控制主機、展示系統、通訊控制主機、報表列表機、警報列表機、不斷電系統等組成，執行設施運轉之控制、運轉資料之蒐集、記錄、警報，以達監視及控制各相關淨水設施、抽水機、加藥機、電動閥、流量計、水質儀錶之功能。

監控中心透過電信或無線等網路與分區

監控中心通訊控制主機構成之數位通訊網路，收集各監控場站現場即時資訊，經全系統監控推演後，擬定自來水調配策略，指揮各分區監控中心執行區域自來水運轉控制，並追蹤各廠所場站水質、水量、水位、水壓等供水異常警報。

各分區監控中心設置通訊控制主機，透過通訊協定軟體，與影像、廣播、抽水機、加藥機、儀錶等監控設備連接，並將其透過電信或無線網路傳送至配水，再由電腦通訊

網路上之網際網路伺服器主機、監控電腦主機、影像監視主機及監控系統軟體來執行所有監視及控制之功能。

監控站由現場控制器、儀錶、不斷電系統或穩壓器、電氣元件、避雷及通訊設備構成，設置於各場站監控盤內，依場站之性質及通訊線路之速率可加裝攝影設備、廣播主機透過電信數據網路或無線電與分區監控中心連線，監控場站內自來水設施及運轉狀態其監控階層與功能，如表 1 所示。

表 1. 第九區供水系統監控階層與功能

階層式監控方式架構	監控功能
配水中心(第一階層)	全系統最高指揮中心。 監視、調配、控制及資料庫管理，指揮各分區配水。 負責執行全區管網系統之水質、水量與設施運轉狀態監測。 模式演算，用水調配策略之擬定及配水設施遠方控制。
分區監控中心(第二階層)	管轄各分區供水系統內之供水設施。 透過數據專線與所屬各現場站連線。 監視、授權控制、執行所屬管網之水質、水量與設施運轉狀態及監測等功能。 取水站原水水質之監控。
各類場站設備(第三階層)	加壓站、監控站及監測站。 各現場站均配備全套控制器與檢測設備。 經數據機專線傳輸至所屬分區監控中心。 配水設施程序控制。

四、配水監控功能

配水中心具有監視、控制及管理之功能，系統功能如下：

4.1 整合通訊及網路系統

1. 電腦網路

配水及各分區監控中心採用開放式架構之乙太網路通訊，網際網路伺服器主機、監控電腦主機、影像監視主機、展示系統控制主機、通訊控制主機、網路

集線器及印表機等皆連接至同一通訊網路。

2. 通訊骨幹網路

整合多個監控系統及單位，並負責大量即時之影像、語音、圖形及資料交換，因此配水與分區監控中心之間，佈設能應付大量資料傳送之電信寬頻電信或無線網路通訊系統。

3. 通訊控制主機通訊網路

各分區監控中心之通訊控制主機提

供多種控制器通訊協定整合處理功能，可處理配水及分區監控中心即時監控電腦工作站及現場控制器網路間之網路協定轉換及資料交換。

4. 電信數據網路

監控站資料及影像，使用電信或無線網路通訊傳輸至各分區監控中心。

5. 監控站資料蒐集網路。

現場控制器提供多種通訊協定（如

RS-232/ RS-422/RS-485 或乙太網路界面）及控制器輸入點（DI/AI），以蒐集各淨水場、加壓站與監測站之抽水機、加藥機、電動閥門等運轉狀況及儀錶等監測資料，並可利用控制器輸出點（DO/AO）經由監控中心遙控啟動或停止現場機電設備。系統總覽架構如圖 1～圖 3 所示

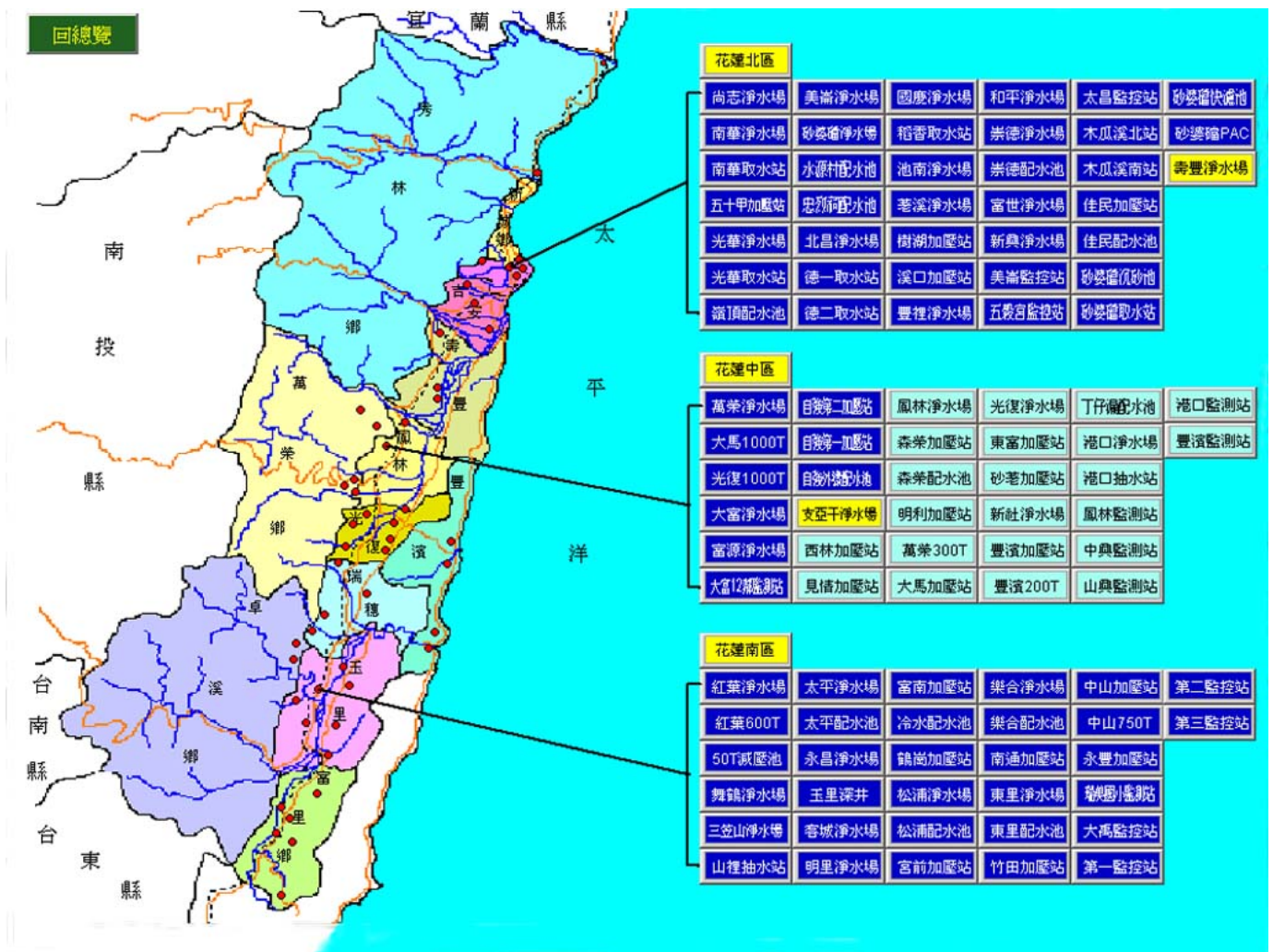


圖 1、花蓮全區總覽圖

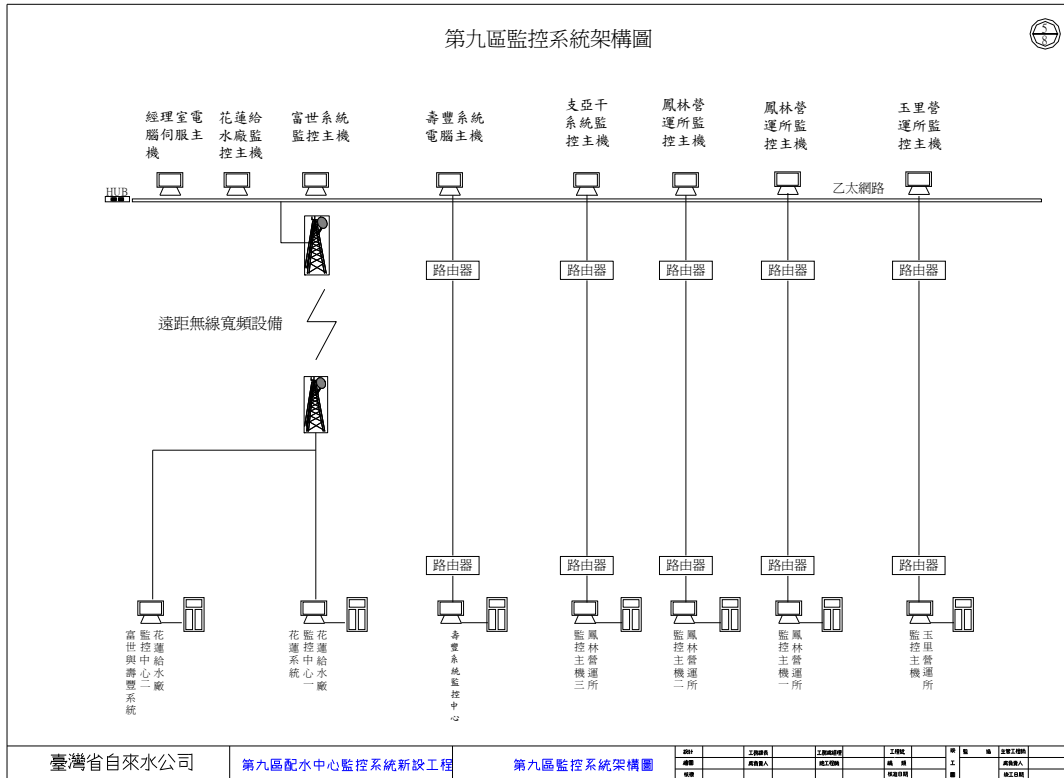


圖 2、供水監控中心系統架構圖

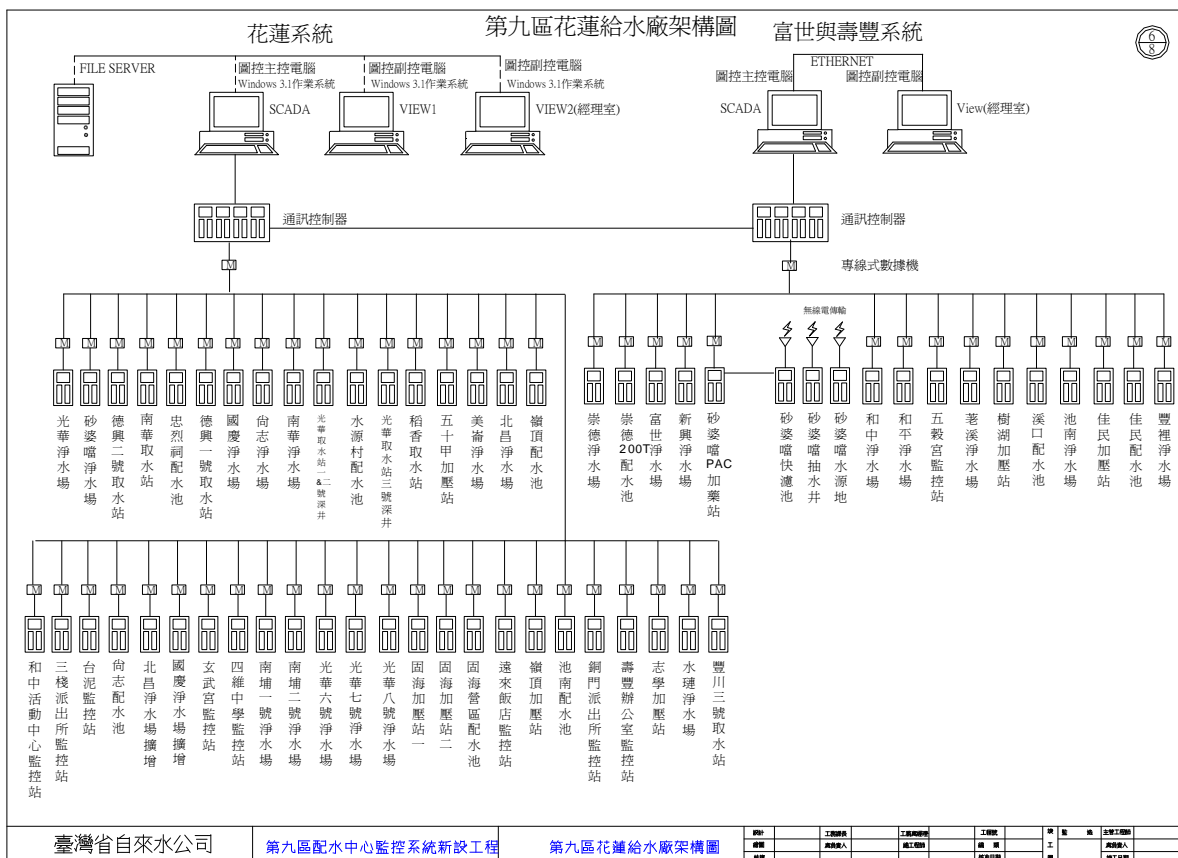


圖 3、花蓮給水廠系統架構圖



4.2 監控系統

1. 監控系統主要由網際網路伺服器主機、監控電腦主機、影像監視主機、展示系統控制主機、通訊控制主機、現場控制主機、影像伺服器、廣播主機所組成，以自動化分散式架構蒐集監控站資料，予以集中監視、控制及管理，並考慮未來擴充發展的需求，組成完整系統，期能提高供配水品質及管理效率。
2. 配水監控電腦主機及影像監視主機，透過電信或無線網路與各分區監控中心通訊控制主機連線，取得各監控站既設及新設之影像、機電及儀錶監測資料，以提供監視、控制、警報、廣播、紀錄、監測資料查詢及列印等功能。
3. 各分區監控中心既設監控電腦主機與影像監視主機，透過電信數據專線與現場控制器連線，取得各監控站既設及新設之影像、機電及儀錶監測資料，以提供監視、控制、警報、廣播、紀錄、監測資料查詢及列印等功能。
4. 具備網際網路伺服器主機功能
5. 圖形監控人機介面功能
6. 全覽示意圖

監控電腦工作站螢幕顯示本工程所有監控站如淨水場、深井等之概略位置及所經過之主要道路示意圖。

7. 抽水機運轉狀態

監控電腦工作站螢幕顯示場站名稱及編號、抽水機開關狀態、累計運轉時數、累計故障次數等，在異常時則以不同顏色閃爍顯示故障項目，並

發出警報通知操作人員處理。

8. 水壓、水位、餘氯狀態

監控電腦工作站螢幕顯示水壓及高低限值等資料。

9. 電氣單線圖

監控電腦工作站螢幕顯示電力設備之單線圖、三相電壓、三相電流及用電量。

10. 通訊狀態顯示

通訊故障及正常狀態於監控電腦工作站螢幕顯示。

11. 趨勢圖

監控電腦工作站螢幕顯示水位、水壓、水質、電力之歷史與即時趨勢圖。

12. 警報處理功能

警報種類包括抽水機故障、水壓過高或過低、監控箱開啓等。故障排除或恢復正常值後，警報狀態自動解除。

13. 資訊處理功能

有關水壓及抽水機運轉狀態等，監控電腦工作站每隔二小時記錄一筆，至少可儲存二年(含)以上歷史資料。

監控電腦工作站可即時或依設定之時間，查詢及列印各站當時之水壓及抽水機之運轉情況等資料。

4.3 多功能展示系統

1. 以六具大型無縫式 DLP 螢幕，畫面可依需求切割為不同供水區域或整合成全區配水系統。
2. 整合既設監控(測)場站統籌納入大

- 型顯示幕展示。
- 3.多元資訊系統提供動態監控管網劃面。
- 4.多媒體展示水資源簡報。
- 5.提供視訊會議系統之影音介面。
- 6.結合影像、語音、監控、現場環境、命令指派、警報、網站、緊急應變、氣象及即時新聞以掌握全區狀況，以達成配水中心應有之多功能指揮調度樞紐。



圖 4、花蓮供水監控中心全景

五、建置前後、提昇績效比較

5.1 提升管理功能方面

如表 2 所示。

表 2. 建置前後提升管理功能比較

建置前：	建置後：
<ul style="list-style-type: none"> 一、人員至場站定時定點巡查。 二、各項供水設備以現場手動操作，各項供水資料以現場抄錄方式。 三、在巡查中資料的累積是間斷性的抄錄。 四、供水調度為現場手動操作，無即時之全盤掌握，須等待現場人員回報，狀況反應較慢。 五、機電設備無法做尖離峰控制，每月用電量較高及機修費偏高。 	<ul style="list-style-type: none"> 一、電腦能提供許多控制室所能供給之功能，包括：監視、管理控制、警報、自動控制等自動化工作，提高現場操作人員及技術人員的工作效能。 二、監控中心遙控，除重要淨水場外，均可實施無人化自動運轉。 三、場站之間互相通訊，可得立即之訊息，做緊急應變之處理。 四、有效利用有限水資源，輸配水作業可統籌管理集中調配。 五、建立長期控管資料，以做為水質分析及用水記錄。 六、統一電腦操作及定時之統計報表，增加操作營運管理之便利性。 七、定時、定量、定壓及 PID 控制加壓、抽水馬達，或尖離峰控制，延長供水設備之故障周期、減少停水次數、節省能源及電費。 八、淨水場出水量及水質資料與用戶端之用水量與水質資料，在歷史資料之累積與數據分析後，做估算水管漏水率。



圖五、多功能展示系統

5.2 提升供水效能方面

將花蓮全縣分北、中、南區，對區內重要淨水場、加壓站、供水管網裝設監控站 104 站。96 年元月更將散置之各系統，全面整合後，成立配水監控中心，為納入總處中心，做預先準備。

1. 將區內供水維持供、需平衡操作，即時將供水操作及用戶需求監控管理。
2. 提高供水品質、掌握供水調配效率、使水源能相互支援，適時、適量、適壓滿足用戶所需，及降低營運成本。
3. 於區處供水監控中心集中監控管理、迅速掌握主要水源、淨水場、供配水設施及配水管網之抽水機、加藥機、電動閥等設備狀態及水壓、水位、餘

氯、水量等供水資訊。

4. 機動性強，可即時遙控抽水機、加藥機、碟閥等設備，節省往返操作時間，便於操作及水源靈活調度。
5. 區處與各廠所，廠所與各場站間，可即時以視訊達到強化危機處理機制，並提昇供水應變能力。
6. 水質、水量、水位、水壓、抽水機及加藥機異常之自動故障警報處理傳輸至區處，可追蹤廠所處理效率之考核追蹤。
7. 降低用電、加藥、水質處理等營運成本。
8. 解決目前因供水設備眾多，轄區遼闊人力不足之困境。
9. 場站自動化運轉、減少直接人工操作

及降低維護成本。

10. 即時掌握現水壓、水質、水量，確保用戶供水品質，避免環保罰款、加速判斷管線漏水及防範配水池水位過高溢流。
11. 淨水、輸配水等營運資訊電腦化、減少人工建檔錯誤，有效統計並分析資料，可提昇各級主管決策品質。
12. 輸配水作業可統籌管理集中調配。
13. 利用網際網路將水質、水量及設備操作狀況，可於任意地點隨時流覽監控，提昇操作便利性，更可透過資訊公開提昇客戶信賴及滿意度。
14. 配合政府政策

本計畫不但能配合行政院環保署施行之「水污染防治法」、「飲用水水源水質標準」、「飲用水水質標準」等規定並配合政府之環保政策，可提昇大花蓮地區之供水品質。

15. 區域發展

本計畫係以原有花蓮地區自來水供水系統與場站作整合監控，對花蓮地區周圍社區環境之供水品質，有正面發展。

5.3 節省人力方面

如表 3 所示。

表 3、第九區管理處供水操作管理人力需求之演進

	第一階段（設廠-民國 70 年）	第二階段(民國 70 年~95 年)	第三階段民國 96 年元月
場站	未建置監控，	建置監控後，	比較效益
花蓮給水廠	場站數 37 站 場站巡查 12 人 機電維護 1 人 儀表維護 1 人 小計 14 人	場站數 37 站 場站巡查 2 人 機電維護 1 人 儀表維護 2 人 小計 5 人	-9 人
鳳林營運所	場站數 34 站 場站巡查 6 人 機電維護 1 人 儀表維護 1 人 小計 8 人	場站數 33 站 場站巡查 1 人 機電維護 0.5 人 儀表維護 0.5 人 小計 2 人	-6 人
玉里營運所	場站數 33 站 場站巡查 6 人 機電維護 1 人 儀表維護 1 人 小計 8 人	場站數 34 站 場站巡查 1 人 機電維護 0.5 人 儀表維護 0.5 人 小計 2 人	-6 人
合計	30 人	9 人	-21 人

5.4、降低成本方面

如表 4 所示。

表 4、降低成本效益分析表

操作年費	減少用人費	效益
投資利息 1.2 億 x2.6%=312 萬 傳輸操作費 ADSL、GPRS、數據專線、無線電計 104 條 x800 元 x12 月=100 萬 監控設備維修費用 40-50 萬 折舊費(依堪用 12 年計)1,000 萬	由原來 30 人，減用到目前 9 人，故減少用土級 21 人。 依九等年功五級 56,580 元 x14.5 月 x21=1,722 萬元	減少用人 1,722 萬-操作年 費 1,460 萬=260 萬元
合計操作年費 1460 萬	合計減少用人費 1722 萬元	每年 260 萬元降低成本效益

5.5 服務品質提升方面

1. 達到提升服務品質及效率管理之目標，外在顧客達到不缺水、不停水及提供優質供水之基本需求，內在管理上則達到不浪費水及靈活供水之目標。
2. 枯水期間由配水中心依地面水源為主，遙控調節備用深井及各加壓站依設定值供水。
3. 春節等尖峰用水時段。配水中心監控全區統一調度供水，達到無抱怨，創造顧客滿意之供水目標。
4. 各供水區如發生火災時，配水中心接獲消防局通知後，可及時遙控該區水壓加壓，以應救火。
5. 全盤掌握水質狀況如餘氯值、濁度、PH 值、確保水質全程監控之目的。
6. 依據水壓、水量適度調配供水、避免造成水管爆裂以致停水影響民生及造成輿論負面之報導。
7. 依據機電歷史曲線及報表統計，運用離峰操作，有效降低電費。
8. 配水中心提供多媒體展示水資源簡報，使外界更了解水資源運用現況，建構增加與社會、社區溝通之平台。
9. 由配水監控中心之啓用，達成自來水經營公共建設現代化、經營多元化、

公司組織優質化之變革，對內符合「全面品質管理」的具體目標，提供民眾「全方位的服務」的施政理念，達成具親和性、企業性、服務性的全方位公司。

六、結論

1. 花蓮縣供水區遼闊場站眾多，因妥善規設監控系統，有效結合人力，僅北、中、南各一人，且發揮高效率管理及高服務品質目標，充分達到有效降低成本。
2. 本配水監控中心自 2007 年 1 月 30 日啓用以來，除達成充裕供水，對花蓮地區創造顧客滿意之供水目標有甚大助益。
3. 尤以本年五月迄今，歷經台灣東部最嚴重乾旱，宜、花、東區域性枯旱，花蓮亦無法倖免，但幸有本監控系統發揮功能，已充分發揮自動調控水資源，達到平衡操作之供水目標，而安然度過危機。

作者簡介

胡燦健先生

現職：台灣自來水公司第九區管理處工務課供水監控中心技術員。

專長：機電工程、自動控制、監控系統。



「研究快訊」一

計畫名稱：淨水場鉛、銻問題分析及對策評估

委託單位：台灣自來水公司

研究單位：國立台灣大學職業醫學與工業衛生研究所

研究人員：黃耀輝、王根樹、康世芳等

研究期間：自民國九十六年八月二日至民國九十七年八月一日

一、前言

環境保護署擬修訂飲用水水質鉛、銻管制項目之最大限值，鉛由現行標準 0.05 mg/L 修正為 0.01 mg/L；銻由現行標準 0.01 mg/L 修正為 0.005 mg/L，且預定施行日期為民國 96 年。台灣自來水股份有限公司(以下簡稱台水公司)統計 91 至 95 年資料，顯示其所屬單位中，有 93 座淨水場水質中鉛、銻濃度超過將修正之管制標準。本計劃目的即在探討淨水場水質中鉛、銻過量之問題來源及擬定相關改善對策。

二、研究內容

1. 此計劃為瞭解並改善飲用水中鉛、銻濃度值，彙整歐美先進國家飲用水管理相關法規對鉛、銻標準之要求，並蒐集現有文獻中對鉛、銻之最佳處理技術(BAT)及污染問題探討、改善實例及成本分析。依美國及日本研訂飲用水鉛銻標準時，指出傳統化學混凝僅可部分去除鉛，可採用石灰軟化去除鉛；調整水質以控制鉛管溶出鉛。傳統化學混凝無法去除銻，可採用石灰軟化、活性碳吸附、離子交換及薄膜去除銻。

2. 台水公司 93 座鉛、銻過量之淨水場重新檢測分析原水、淨水流程及供水管末直接供水用戶端之鉛、銻含量，並剖析問題根源。

3. 針對儀器分析檢驗單位加強低濃度分析之 QA/QC，並舉辦教育訓練將低濃度分析標準作業方法技術移轉台水公司相關分析檢驗室。

4. 利用計畫內容之分析結果，依超過管制標準濃度高低、風險評估、供水量大小及淨水流程模式，選定十座以上淨水場進行駐廠評估，研究相關對策，每座淨水場駐場 1 天，並採樣分析以評估改善對策之成效。

三、預期成果

1. 了解鉛、銻過量之淨水場發生問題的原因及污染源。

2. 建立低濃度分析技術，並轉移至台水公司相關分析檢驗室及舉辦教育訓練。

3. 經由駐廠診斷研擬鉛、銻最佳處理技術及建議改善方案。

「研究快訊」二

計畫名稱：高純度 Al13 混凝劑之混凝特性及製備研究(期末報告)

委託單位：台灣省自來水公司

研究單位：國立交通大學環境工程所

研究人員：袁如馨、黃志彬

研究期間：自民國九十五年七月二十五日至九十六年七月二十四日

一、前言

混凝程序為自來水公司淨水處理流程中不可或缺的前處理單元，混凝處理效果的優劣對後續處理程序的操作、飲用水品質及成本影響甚巨，其中所使用之 PACl 混凝劑中對混沉效果最重要的成份為聚合鋁(Al13)，本計劃針對高純度 PACl 混凝劑之混凝特性及製備進行相關研究，以了解高純度 PACl 對濁度及有機物之去除能力及混凝機制，並開發最適加藥監控方式，進而將高含量 Al13 之 PACl 混凝劑有效應用於本省淨水場，甚而研析建立產製控制流程模式，以提升台灣自來水公司給水廠淨水能力及未來產製的可能性。

二、研究方法

本研究之 PACl 混凝劑製備方法採用傳統的化學合成法，於 0.5 M AlCl₃ 溶液中加入 NaHCO₃，控制鹼化度 B (OH/Al) 為 2.1 及 2.3，並將溫度維持在 60°C，以製備高純度之 PACl。此外，鋁型態分析方法包括 Al-Ferron 法及 27Al-NMR 法以定量 PACl 中之 Al13 含量。

本研究中混凝試驗主要是利用瓶杯試驗比較不同純度 PACl 混凝劑在不同濁度下之混凝效能差異，並對天然有機物進行混凝效

能差異分析，以了解高 Al13 含量之 PACl 混凝劑對於處理不同天然原水的效益。同時，利用界達電位儀(Zetasizer, Malvern, UK)及 PDA (Photometric Dispersion Analyser, UK)作為高純度 PACl 之混凝加藥監測，以人工高嶺土濁水為處理對象，使用瓶杯試驗結果了解即時混凝監測設備是否適合應用於決定高純度 PACl 混凝劑之最適混凝劑量。研究亦比較傳統 PACl 及高純度 PACl 混凝劑加藥混沉後之殘餘鋁濃度差異，探究高純度 PACl 混凝劑應用於淨水處理對於處理水之水質是否會造成負面的影響，如 Al13 殘留於水體中對飲用水安全的風險評估。最後，在室溫下，長時間的置放以評估不同純度 PACl 中 Al13 之穩定性。

三、研究結果

鋁型態分析研究結果顯示，自來水公司採購之 PACl 中聚合鋁(Al13)成分偏低，均少於 20%，其中以大軒化工供應之 PACl 聚合鋁成分含量最低。此外，Al13 含量越高，Alb 與 Al13 之比值越接近於 1，若以 27Al-NMR 分析高總 Al 濃度樣品時，低 Al13 含量之 PACl 中 Alb 與 Al13 之比值可更接近於 1。



混凝試驗結果顯示，在中性條件下，含單體鋁較高之 PACl 會產生部分的沉澱掃除作用；而在鹼性 pH 條件下，Al13 含量較高之 PACl 則因 Al13 聚集體產生而產生混凝去除濁度的效果。當有機物存在時，高含量 Al13 之 PACl 對低濁度(20 NTU)之濁度去除效果較低含量 Al13 之 PACl 佳，且所需之劑量較少，同時較不易水解而消耗鹼度。在適當劑量下，低 Al13 含量與高 Al13 含量之 PACl 處理有機物之最適 pH 均在偏酸性區間內(pH 4~pH 6)，在 pH 6 時，高 Al13 含量之 PACl 對有機物(DOC)之去除率較低 Al13 含量之 PACl 佳。

光纖膠羽偵測儀(PDA)試驗結果顯示，無論使用高或低 Al13 含量之 PACl 混凝劑去除濁度，PDA 均可即時反應各種 PACl 混凝劑之最適加藥量。當處理濁度顆粒時，在 pH 6

之條件下，含 96% Al13 含量之高純度 PACl 殘餘鋁濃度最低；在 pH 7 之條件下，含 52% Al13 含量之 PACl 則有較低之殘餘鋁濃度；而 Al13 含量僅 12.4% 之 PACl，無論是在何 pH 條件下殘餘鋁濃度都是最高。然而，當單獨處理有機物時，在酸性條件下可有效去除有機物，此時各種 PACl 混凝劑之殘餘鋁濃度均為最低。

經六個月內 Al13 之穩定性試驗，試驗結果顯示 Al13 含量約為 65% 之 PACl-2* 穩定性較 95% Al13 含量之 PACl-Al13* 佳，PACl-2* 之 Alb 含量逐漸從 65% 下降至約 55%，而 PACl-Al13* 之 Alb 含量從 96% 快速下降至不到 80%，再經兩個月的置放後，其 Alb 含量下降至約 70%。此外，水公司採購之三種 PACl 中單體鋁及 Al13 含量於三個月內均大幅下降，並轉化為膠體鋁。

26 卷第 3 期（實體書）勘誤聲明：

1. 「河畔地區地下水之水量水質分析」乙篇，作者順序更正為「謝堯煌、陳忠偉、李振誥」。
2. 「分區計量區在管線汰換後售水率偏低之實務改善探討」乙篇，P13，最後 1 行，如圖「3」請修正為圖「4」；P19（一）第 9 行水壓力提高為「.35」 kg/cm² 請修正為「1.35」 kg/cm²。

「研究快訊」三

計畫名稱：飲用水水質處理藥劑主成分、不純物品質管制標準及檢驗方法之研究

委託單位：台灣自來水公司

研究單位：工業技術研究院能源與環境技術研究所

研究人員：董德志、陸瑩、曾素媛、吳堉鑾等

研究期間：自民國九十六年十一月十二日至民國九十七年七月十一日

一、前言

本計畫書係依據台灣自來水公司於 96 年 9 月所公告之「飲用水水質處理藥劑主成分、不純物品質管制標準及檢驗方法之研究」委託研究計畫評選須知內容訂定之，按前述委辦計畫執行之主要目的如下：台灣自來水公司各淨水場使用之飲用水水質處理藥劑，係依據各種不同水質情況採用經行政院環保署公告之飲用水水質處理藥劑進行加藥處理，惟行政院環保署於藥劑主成分部分未加以規定，另針對不純物成分部分行政院環保署雖訂有品質管制項目及標準，為考量水質安全及實際需求是否需要訂定較嚴謹之內控標準及增訂其他管制項目，期使台灣自來水公司使用淨水藥劑能確保處理成效及維護藥劑品質安全，乃擬定本委託研究計畫。

我國飲用水管理條例於八十六年五月二十一日修正公布，飲用水管理工作已然邁入另一個里程碑。行政院環境保護署隨即依該條例訂定完成飲用水管理條例施行細則、飲用水水源水質標準、飲用水水質標準、飲用水設備維護管理辦法、公告飲用水水質處理藥劑、飲用水水源水質改善計畫書審核作業

要點、包裝或盛裝飲用水水源水質檢驗證明書申請核發作業要點等相關法令。藉此落實管理飲用水水質，並能有效保護飲用水水源，提昇飲用水的品質，維護國人的健康。主要重點工作要項包括：

1. 飲用水水源水質保護區及飲用水取水口一定距離，
2. 飲用水水源水質管理，
3. 飲用水設備管理，
4. 飲用水水質管理，
5. 飲用水水質處理藥劑管理，
6. 簡易自來水及供飲用之非自來水管理，
7. 包裝或盛裝飲用水水源水質管理。

本計畫即為因應前述第 5 項工作所衍生之研究計畫。

二、研究內容

本計畫主要工作內容包括：

1. 針對國內行政院環境保護署於 96/08/31 前所公告之各類水質處理藥劑（現已公告 20 種藥劑），蒐集美國、加拿大、日本、紐西蘭、澳洲及歐體(EC) 等上述先進國家及組織，准許使用之



飲用水水質處理藥劑主成分及不純物成分之品質管制標準及檢驗方法，並加以探討瞭解各種水質處理藥劑之製造原料及流程、使用目的方法與時機、建議最高使用劑量、保存期限及保存方式及原水水質適用範圍。


2·前項蒐集之資訊，需與現行行政院環境保護署(96/08/31 已公告之最新版本)及經濟部標準檢驗局所公告(96/08/31 前已公告之最新版本)各類飲用水水質處理藥劑之主成分及不純物品質管制標準比對，並考量台灣自來水公司一般之水源水質特性，與台灣自來水公

司研商訂定符合台灣自來水公司使用於淨水處理之飲用水水質處理藥劑主成分、不純物品質管制標準及檢驗方法。

3·訂定之各檢項檢驗方法應至少有 1 種以上，並建議採用之優先排序，經選定之檢驗方法應建立中文譯本。

三、預期成果

期能使台灣省自來水公司淨水藥劑使用多元化、現代化及制度化之需求，並符合環保署規定。



國際水協會 (IWA)
2007 年出版
刊物已經出爐，
有意了解的讀者，
請至 IWA 官方網站
(www.iwapublishing.com)
查詢、訂購



國際自來水研討會訊息

編輯小組

日期	會議名稱	地點	主辦單位
	會議相關訊息網址		
96 年 11 月 16 日	中華民國自來水協會第 24 屆自來水研究發表會	桃園	中華民國自來水協會
	www.water.gov.tw		
5-16 Nov. 2007	Advanced Issues in Water Resources Management	Washington DC	Institute for Public-Private Partnerships, Inc. (IP3)
	http://www.ip3.org		
25-28 Nov. 2007	World Water Sustainability - Renewable Energy Congress	Maastrich, The Netherlands	World Renewable Energy Congress
	www.wrenuk.co.uk		
6-7 Dec. 2007	Plastics Sewage & Drinking Water Networks: Innovative Solutions from PP & PE	Bielsko Biala, Poland	Przemysław Hruszka
	przemyslaw.hruszka@wavin.pl		
7-8 Feb. 2008	IWWA Convention 2008	Indore, India	Journal of Indian Water Works Association
	www.iwwa.info/AnnualConventions/40th_AnnualConvention.htm		
27-29 April 2008	The 9th China Int'l Water Supply & Drainage and Water Treatment Exhibition	Shanghai, China	中國環境科學學會
	www.wsdwtf.com		
21-23 May 2008	IWA Conference at Aquatech China	Shanghai, China	Amsterdam RAI
	www.show-info.nl/aquatechchina2008/e/home		
02-04 Jun. 2008	Membrane Technologies in Water & Waste Water Treatment (Regional Conference)	Moscow, Russia	IWA Specialist Group on Membrane Technology
	www.iwamembranes.ru		
24-27 Jun. 2008	International Symposium on Sanitation and Environmental Engineering	Florence, Italy	Organising Committees
	www.andistoscana.it		



國際自來水瞭望台

文/范家瑋

國際水資源值得關注的原因

雖然跨國性的水資源管理缺乏全球性的法定架構，1997 年制定的聯合國水道公約仍然如期執行，同時也預定以同等的方式處理地下蓄水層；由此可見，此類國際性資源的重要性已經相當明確。目前國際上主要的 263 條河川流域約佔全球淡水流量的 60%，並且橫跨地球表面的 50%。更重要的是，它們還是世界上 40% 人口的所在地。

爲了重申國際水資源的重要性，並爲籌備資金的發展提供更完善的基礎，全球環境協會創辦了全球性的國際水資源評估。去年度出版的期末報告將這項評估描述成「全球最大型從跨區角度分析整個生態系統的水資源議題」；不僅連接國際河川流域與其鄰近的大型海洋生態系統 (IMEs)，並爲國際水資源的現況研討提供了相當實用的起始點。

報告中，GIWA (全球國際水源評估) 將跨區的環境問題與五項最受關注的議題合併討論；包括：淡水的短缺、汙染、魚群過度捕撈、生態環境改變、以及綜合以上四點所導致的「全球性轉變」。值得一提的是，GIWA 的評估橫跨了六十六個地理區，其中每個都含有至少一個國際河川流域，並鄰近大型的海洋生態系統。除此之外，爲了鞏固 GEP (全球環境基金) 的發展，GIWA 的研究多著重於開放中國家；因此可能造成與其他地區的差異，進而導致在其他區域內沒有跨區水資源問題的錯誤印象。

淡水短缺

此項評估主要討論影響淡水供給的三項

關鍵因素 – 河川流量的變更、汙染、及地下水位的改變。

在過去三、四十年間，十七個地區內的河川流量變化被評爲「極度嚴重」。也就是說，目前河川每年的流量已經大幅度的改變，估計與過去常年平均值相差百分之五十之多。

此外，多達十二個地區的淡水汙染程度也因無法供魚類生存被評爲「嚴重」；而另外三十個地區則因爲對魚類生存造成威脅被評列爲「中度汙染」。

至於地下水位的改變，目前有九個地區內顯示爲嚴重。這可能表示，地區性的地下蓄水層正處於鹽鹼化的危機當中。

汙染

各類汙染源對環境破壞造成的嚴重性可以以水資源的可利用度來顯示。這些汙染源包括：漂浮物，經磷、氮等物質汙染造成的藻類急速繁殖，微生物，固態廢物，化學物質，石油外洩，放射性核種，及熱汙染。

對許多地區來說，汙染所帶來的負面影響遠比其他各項被受關注的議題要多。更甚



的是，被審核的六十六個區域內有三十七個因不同的汙染源造成極度嚴重的影響。其中，水中漂浮物造成的汙染在十六個區域內被評為嚴重，其水中生物的龐雜性及水底品種的死亡率跟過去相比都顯示出可觀的改變。

報告中也指出：「超過一半的 GIWA 團隊在不同地區發現水中的漂浮物對水質造成中等至嚴重的影響，這種情況在熱帶地區尤其明顯。」

除此之外，經磷、氮等物質汙染造成的藻類急速繁殖也因為在淡水生態系統中分布廣闊，甚至延伸到別的區域所以被特別提出。其影響因為造成組織缺氧及水域內有害藻類迅速增加的「藻華」現象而在十個河川流域中被評為「嚴重」。

評估中將大部分的養分過度強化的問題歸咎於農業，並指出：「肥料的使用使得全球食物的生產大量增加，但也使得硝酸鹽的汙染跟著大幅上揚。其中約有百分之八十的氮肥對環境造成的汙染遠比對作物產生的助益要大得多。」

再者，全球許多淡水系統也遭受到微生物的汙染，造成漁業產品的市場性因此受到重創。

除此之外，化學汙染在對環境的傷害上也不容小覷。雖然截至今僅有九個地區被評估為嚴重化學汙染，但受到中度影響的區域卻高達三十五個。固態垃圾方面，不僅民眾使用海灘的舒適度受到影響，對漁民拖網捕魚也帶來諸多不便。目前已有八個海岸被評為嚴重汙染區。

其他議題

漁業過度捕撈是另一項 GIWA 的評估中探討的主要議題。雖然其中大部分多與海洋生態活動有關，但 GIWA 表示：類似的破壞性魚釣及過度捕撈行為所造成的損傷在許多淡水生態系統中也是顯而易見的。除此之外，GIWA 的評估也藉由過去的二十到三十年間動植物棲息地的轉變來觀察近代生態系統的改變及損傷。其中三十一個區域表示遭受嚴重的生態環境改變，二十個區域則表示其生態環境因此造成嚴厲的重創。

全球局面

國際水資源約佔全球淡水流量的百分之六十。為了從更深遠的角度來看全球淡水的現況，《聯合國千禧年生態系統評估計畫》(UN Millennium Ecosystem Assessment) 更進一步的探討了近代環境上的實質變化、新品種入侵、漁業、汙染，及氣候轉變對水資源的影響。

評估中著重於內陸水資源系統對生態環境提供的各項功能，包括管理/規範水文，保存沉積物，蓄存/排放地下水，緩和氣候改變，提供各類產物，與其休閒及文化價值。然而近代許多文獻卻證實，內陸水資源對生態系統提供各項助益的能力都在逐漸衰退中；目前估計已經減弱到和其他如森林、草原、或沿海等系統相同甚至更糟的程度。雖然報告中指出，目前仍然沒有足夠的資料來估算全球動植物生態區的虧損程度，但其中最主要的一則訊息仍表示：「估計百分之五十的動植物生態區已在二十世紀受到嚴重毀損。」

去年聯合國發表的第二期《世界水資源發展報告》(UN World Water Development Report) 中也出現一項分析全球局面的總體



報告。報告中指出：「常於近代文獻中屢見不顯的是，過度抽取地表及地下水，並與上游分調，架設蓄水池，及砍伐森林等問題同時出現。諸如此類的破壞行為導致世界各地主要大型河流流量大幅減少。」

未來的展望

在概述全球水資源的現況之餘，《世界水資源發展報告》也對目前及未來的展望發表了評論，希望能拋磚引玉，引導各階層的實際行動。雖然大致上來說報告中的用語相當平和，但其中訊息的含意卻相當深遠：「雖然部分地區因之前的努力已經顯示出正面的跡象，這和目前極需的全國性、地區性、及次國家級的大規模、由自根本的改變來說卻只是個起步。唯有得到大眾的支持與參與，才能反制這些仍在進行中的實質傷害」。諸如此類的嚴峻訊息在報告中屢見不顯。針對生態系統，報告中即指出：「淡水中生物的龐雜度及污染的測量 – 如生化需氧量 (BOD) 及水中的硝酸鹽濃度等 – 目前的趨勢都顯示許多淡水生態系統都在遭受持續的破壞。」對於產業界，報告則指出：「工業污染及垃圾使得世界各地的各種生態系統造成破壞，更進一步危害到全球的水資源。」

與上述議題相對的是由跨政府氣候變遷工作小組 (IPCC) 於去年出版的一系列專注於氣候轉變可能帶來的影響的報告。如果溫室效應氣體排放量沒有被控制到，那麼在這個世紀中，高緯度地區的河川每年平均排水量及水的可使用量就會增加百分之十到四十，但於中緯度及乾燥的熱帶地區則會減少百分之十到三十。整體來說，多數地區將會經歷乾旱，豪雨發生的頻率也會增加，進而

增加水災的發生率。另外，由於冰河及被雪覆蓋面積的減少，由山上融雪提供用水地區的民眾及多達全球總人口數六分之一的居民可用水量也會隨之減少。IPCC 估計，非洲約七千五百萬至兩億五千萬人口將在 2020 年間因供水量的貧乏而暴露在乾旱的環境中，這還是未將逐年增長的用水量需求納入考量的情況下。

在亞洲地區，淡水的可用量將因氣候轉變於中亞，南亞，及中南亞地區減少，特別是在大型河川流域地區。潛在受影響的人數在西元 2050 年間可能高達十億。中國及印度等靠冰河溶雪的地區如興都庫什山區及喜馬拉雅山區供水量也將告急。南亞，中亞，及歐洲北部也都無法難逃區水的危機。除此之外，拉丁美洲也無法倖免；不僅降雨模式及冰河的銳減將造成供水量的短缺，民生用水、農業、發電等也都將遭受負面的影響。目前南美安地斯山脈的溶雪供給數千萬民眾用水，而其他如玻利維亞、厄瓜多爾、祕魯境內較小的冰河都將於往後數十年內消失殆盡。在降雨量低迷期間許多加勒比海及太平洋小島的水資源將出現供不應求的窘況。上述情形僅只是供水量一點帶來的負面影響。

IPCC 同時也警告，這種前所未見的綜合性氣候變化可能會超過生態系統的承受及恢復力，並帶來相關的混亂及其他各樣全球性的改變。海平面上升可能造成百萬人口遭受洪水的侵略，特別是在亞洲一帶的巨型三角洲及非洲地區。水資源的供給情形也直接的影響到食物的生產。除此之外，IPCC 也對部份拉丁美洲土質的鹽鹼化及沙漠化，亞洲地區作物收成的劇減，及非洲國家的雨養農業將在 2020 年間減少五成左右的預測



提出嚴重警告。特別是在亞洲，除了糧食銳減的預測外，因腹瀉或痢疾等腸胃問題造成的病痛或死亡也將成為該地區帶來一連串的困擾。為此，針對問題的起因提出相關因應措施已是當前首要的工作；雖然 IPCC 也聲明，僅僅緩和現況並無法全然避免氣候變遷帶來的負面影響：「即便是最嚴格的減緩行動也無法百分之百停止接下來數十年間氣候轉變對環境傷害的進行。因此，逐步適應環境的變遷也是絕對必要的，特別是對短期內即會出現的變化。長期來說，若無法減輕氣候的轉變，產生的效應將超過人類，甚至大自然能夠負荷的程度。」

除此之外，GIWA 稍早也於國際水資源的評估中根據導致上述環境問題的因素預測未來可能經歷的變化，並且詳述為何國際水資源在接下來幾年內將是一向值得關注的議題。GIWA 於報告中表示，經磷、氮等物質污染造成的藻類迅速繁殖現象在全球多個地區將因為肥料的大量使用而內加劇，特別是在非洲及亞洲地區。至於污染的問題也會因人口的增加、都市化、工業化等趨勢及農業的發展，在 2020 年內造成超過四分之三 GIWA 囊括的國際水域遭受污染。而人口數的增加、農業發展、水力發電、及錯誤的政策和市場導向則是導致水資源短缺的主要因素。在 2020 年內，這些問題將影響 GIWA 三分之二的淡水系統，特別是在乾燥及半乾燥地區，缺水的問題將格外嚴重。「淨水的匱乏在世界各地都將對社會和經濟的發展造成相當嚴重的威脅。」

(摘譯自 Water21-IWA-2007/10 global focus)

中華民國自來水協會第 16 屆理、監事會第五次聯席會議暨 第 16 屆第 2 次會員代表大員預備會議紀錄

時間：民國 96 年 11 月 15 日（星期四）下午 2 時 30 分

地點：本會會議室（台北市長安東路二段 106 號 7 樓）

主席：廖代理事長宗盛

出席理事：廖宗盛 陳福田 黃慶四 謝啓男 胡南澤 賴文正 王桑貴

楊水源 楊清和 高文浩 王文賢 吳振欽 張明欽 黃志彬

陳曼莉 宋金順 孫新惠 蘇金龍 吳陽龍 林連茂 陳錦祥

林 岳 駱尙廉 吳美惠 陳宏濤

出席監事：王炳鑫 齊景新 蔡茂麟 謝堽煌 施澍育

列席人員：許培中 劉家堯 藍炳樟 沈茂清 王魯人 李美娥 蔡麗

劉玉李 管惠嬋

未出席：徐理事長享崑

請假理事：郭瑞華 李公哲 葉宣顯 鄧志清 王池田

請假監事：李錦地 翁自保 呂鴻光 記錄：王魯人

秘書長先就本會召開第一次臨時常務理事會議情形，提出報告：

依本會章程第十六條：本會置理事長一人，由理事就常務理事中選舉之。連選得連任一次。綜理本會會務並為本會代表，如因故不能履行職務時指定常務理事一人代理之，未能指定時，應由常務理事互推一人代理之。理事長、常務理事出時，應於一個月內補選之

本會理事長現因故不能履行職務，亦無法請示理事長指定職務代理人情況下，乃於本(96)年 9 月 13 日召開本會第 16 屆第一次臨時常務理事會議，以研討是否須依章程規定，由常務理事互推一人代理之，俾本會會務得能順利運作。

經出席常務理事討論，認為仍須依本會章程規定由常務理事互推一人代理之。經由出席常務理事推舉廖宗盛常務理事代理理事長職務並自本(96)年 9 月 13 日起為期三個月，惟以理事長可履行職務時即行停止代理。本次臨時常務理事會議紀錄本會於 96.9.17 以(96)國水協會字 000234 號函報內政部核備。

一、主席致詞：

感謝各位於百忙中撥冗出席會議，由於本會理事長現因故不能履行職務，依社會



團體法規及本會章程相關規定，為本會各項會務能繼續順利推行，乃召開第一次臨時常務理事會議，共推本人代理理事長職務，在此向各位理、監事報告。現在我們就依照議程進行會議。謝謝！

二、報告事項：

(一)秘書長綜合報告：詳如議程書面資料（略）

結論：1.洽悉。

2.感謝大會籌備委員會籃主任委員、各籌備委員及全體工作人員的辛勞，在週全的規劃與準備下，本次大會定能順利圓滿完成。

3.「2009 年第三屆 IWA-ASPIRE 會議及展覽會」為一重大之國際性自來水會議，感謝李前理事長與國際事務委員主任委員駱教授的積極爭取，今後要把握時間，辦好會議各項籌備工作。請各位理、監事多予協助、指導。

4.自來水施工技術之提升是一項非常重要的工作，請自來水事業單位支持施工人員訓練作業之實施，加強對承商施工人員訓練資格之要求，共同為提升國內自來水施工品質，降低漏水率而努力。

5.本會元月至 10 月份損益表目前雖有盈餘，惟有數項大筆經費於年底核銷後，方能反應實際年度餘絀。

(二)各種委員會報告：

國際事務委員報告：詳如議程書面資料（略）

結論：洽悉。

(三)會務工作報告：詳如議程書面資料（略）

結論：洽悉。

三、討論事項：

(一)請審查第 16 屆第 2 次會員代表大員預備會議各項提案（案由、說明及辦法）請參閱第 16 屆第 2 次會員代表大會手冊（第 30 頁至 53 頁）

(1) 案由：本會九十五年歲入、歲出決算案

(2) 審查意見：提請大會討論追認通過。

(3) 案由：本會九十七年度事業計畫（工作綱要）草案

審查意見：提請大會討論通過。

(4) 案由：本會九十七年度歲入、歲出預算案

審查意見：提請大會討論通過。

(5) 案由：為修訂本會章程第卅三條，本會經費來源之第一項至第七項條文
審查意見：提請大會討論通過。

(二) 案由：請推定本會第 16 屆第 2 次會員代表大會暨第 40 屆自來水節慶祝大會主席團
主席人選、各項表彰人員頒獎人及理、監事會工作報告主持人、報告人、大
會提案討論與臨時動議主持人：

決議：1.推請理事長、常務理事、監事召集人、常務監事、大會籌備會籃主任委員
炳樟、駱理事尙廉為大會主席團主席。

2.對自來水事業發展有特殊重大貢獻人員（一級主管）頒獎人：廖代理事長

3.對自來水事業發展有特殊重大貢獻基層工作人員頒獎人：

黃常務理事慶四

4.對協助自來水事業發展績效卓著廠商頒獎人：

陳常務理事福田

5.服務年資悠久頒獎人：

服務年資四十五年-駱理事尙廉

服務年資四十年-駱理事尙廉

服務年資三十年-胡常務理事南澤

服務年資二十年-胡常務理事南澤

6.理事會工作報告主持人：王常務監事炳鑫

報告人：許秘書長培中

7.監事會工作報告主持人：賴常務理事文正

報告人：齊常務監事景新

8.提案討論及臨時動議主持人：廖代理事長

四、臨時動議：無

五、散會：下午 3 點 40 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](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@ms48.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。	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)

中華民國自來水協會

入 會 申 請 書

收件日期		年 月 日		<div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">製會發 員證號碼</div>														
收件編號																		
姓名	中文			別	性	籍	省	市	縣	出	前	年	月	日	黨	籍	粘貼相片處 (便入員證之用。 另審查通過後，填發會 費一幀，繳清)	
	英文																	
身份證號碼					號	別	貫	市	市	生	國							
學歷	校(院)名		系(科)別		起訖年月		畢業或肄業		學位		考	考試名稱		屆或舉行年月		證書字號		
經歷	自		至		現任工作詳細記載					小計		現職	服務機關					
	年	月	年	月						年數	月數		職	職稱				
										通訊錄	機關地址							
											本人住所							
											永久通訊處							
總計									聯絡電話									
入資歷介紹明人	姓名	會證號	詳細通訊處			簽章	申請人會資格適用第六條第款	附會籍登記(由本會填註)	審議編號		號		附納費登記(由本會填註)	入會費		年 月 日		備註
									審議結果					年 月 日		年 月 日		
	通過日期		第 屆		第 次				年 月 日		年 月 日							
	入會日期		年 月 日		年 月 日				年 月 日		年 月 日							
	入會地區								年 月 日		年 月 日							
										永久會費		年 月 證號						
										自由捐獻								

申請人： _____ (簽章蓋章) _____ 年 月 日

中華民國自來水協會章程 (摘要)

中華民國八十二年十一月三十日第十二屆第四次會員代表大會修正通過

內政部八十二年十二月廿二日台(82)內社字第八二二八七二〇號函准予備查

第五條：本會會員分為個人會員、團體會員、名譽會員等三種。

第六條：凡合於左列各款之一者，由個人會員二人之證明介紹申請入會，經理事會審查通過，得為本會個人會員。

- 一、專科以上學校畢業或高考或相當高考及格從事有關自來水工作者。
 - 二、高級職業學校相關學科畢業或普考或相當普考及格從事有關自來水工作一年以上者。
 - 三、高級中學或職業學校畢業，從事有關自來水工作二年以上者。
 - 四、從事有關自來水工作五年以上，具有成績者。
 - 五、現任自來水工程與器材之企業機構負責人具有聲譽者。
- 前項所稱有關自來水工作者；具有成績者；具有聲譽者；以及相關學科之範圍界定，由理事會定之。

第七條：有關自來水機關或自來水管理經營工程與器材企業機構具有聲譽，由本會團體會員二人之介紹，經理事會之審查通過，得加入本會團體會員。

團體會員按其規模大小分甲、乙、丙、丁、戊五級其分級標準由理事會定之。

團體會員依其分級標準推派會員代表大會代表人數如下：

- (1) 甲級：七人。
- (2) 乙級：五人。
- (3) 丙級：三人。
- (4) 丁級：二人。
- (5) 戊級：一人。

第八條：凡對自來水事業或學術有特殊貢獻者，由個人會員十人以上之署名推薦，經理事會通過，得為本會名譽會員。

第九條：本會會員有左列權利：

- 一、表決權、選舉權、被選舉權與罷免權。每一會員為一權，但名譽會員則無上述權。
- 二、享受本會所舉辦各種事業之權利。
- 三、得在本會業務範圍內請求協助。
- 四、其他應享之權利。

第十條：本會會員有左列之義務：

- 一、遵守本會章程及決議案。
- 二、出席各種應出席之會議。
- 三、擔任本會推選或指派之任務。
- 四、繳納會費。

第十一條：本會會員有違反法令章程或不遵守會員代表大會決議時得經理事會決

議予以警告或停權處分，其危害團體情節重大者得經會員代表大會決議予以除名。

第十二條：會員得以書面敘明理由，向本會申請退會。但其欠繳二個年度之會費，經本會函催二次仍不清繳者，其會員資格以自然喪失論。

第十三條：本會經費來源如左：

- 一、入會費：由會員於入會時繳納之，其標準為個人會員新台幣三〇〇元，團體會員新台幣一〇〇〇元，名譽會員免繳之。
 - 二、常年會費：由會員按年繳納之。其標準為個人會員新台幣三〇〇元。如一次繳納者，則為新台幣三、〇〇〇元。團體會員其屬民有自來水管理經營工程與器材企業機構，年按新台幣五、〇〇〇元以上之原則。公設機構年按新台幣一、〇〇〇元以上之原則繳納之。
- △會員之被除名或退會或喪失會員資格者，已繳會費概不退費。

附錄：中華民國自來水協會會費計收準則

中華民國八十二年九月四日修正通過
第十二屆理監事會第十二次聯席會議

一、本準則依據本會章程第七及三十三條之規定訂定之。

二、凡加入本會為會員者，除名譽會員外，應按左列標準，一次繳納入會費。

- 甲、個人會員：為新臺幣參佰元。
- 乙、團體會員：為新臺幣壹仟元。

三、凡本會，除名譽會員外，應按年繳納常年會費，其標準如左：

- 甲、個人會員：新臺幣參佰元；如一次繳納參仟元者，可永久免繳會費，並由本會發給證書。
- 乙、團體會員：

(一) 自來水事業機構各按當年決算售水量計算；但先按上年度決算數字每年分上(三月)下(九月)兩期各繳半數，並於決算後多退少補。

子、年售水量在十萬公噸以下者，概為新臺幣壹千元。

丑、年售水量超過一十萬公噸一百萬公噸以下者，每增加一十萬公噸加收新臺幣五百元。

寅、年售水量超過一百萬公噸一千萬公噸以下者，每增加一百萬公噸加收新臺幣一千五百元。

卯、年售水量在一千萬公噸以上者，每增加一百萬公噸加收新臺幣壹千元。

(二) 自來水工程與器材企業機構，年按新臺幣五千元以上之原則，有關公設機構年按新臺幣壹千元以上之原則，於每年六月底前繳納。

四、凡加入本會之團體會員在當年未滿六月個者，常年會費按半數一次繳納。

五、本準則經理事會議通過施行，修正時亦同。