

自來水會刊第 27 卷第 4 期目錄



特 載

國際水協會2008年世界水會議及展覽會報告

……………廖宗盛、許培中、駱尚廉、葉宣顯、吳陽龍、陳曼莉、王文賢、陳宏濤……………1

第41屆自來水節大會專務理事致詞……………日本水道協會專務理事御園……………10

專門論述

國際水價現況解析……………廖宗盛、周國鼎……………14

實務研究

板新給水廠白濁水期間淨水處理之最佳加藥條件探討

……………廖仲洲、吳美慧、姚寶蓮、楊詩思、黃永富、杭子樵、蘇金龍……………24

淨水場淨水設備池頂加蓋暨附太陽光電設施規劃設計--以臺北公館淨水場為例

……………吳陽龍、王潔圭……………33

一般論述

自來水事業建置環境管理系統模式之研究……………郭瑞華、陳曼莉、吳能鴻、張序周……………48

供水加壓站節能之具體作為……………陳明州、李育樟……………66

研究快訊

水庫水質優養化相關參數合理性研究……………吳俊宗、吳先琪、王美雪……………82

淨水處理程序與配水管網微生物控制與指標性之探討

……………樓基中、黃建二、張庭璋、韓佳芸、陳必祥、林建宏……………83

淨水場廢污處理設施通則及緊急排放合理化之探討……………張維欽、莊順興、歐陽嶠暉……………85

IWA 活動園地

國際研討會訊息……………編輯小組……………86

國際自來水瞭望台……………范家瑋……………87

協會與你

中華民國自來水協會第十六屆理、監事會第九次聯席會議

暨第十六屆第三次會員代表大會預備會議紀錄……………91

自來水會刊雜誌稿約

- 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會刊，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、本會刊內容已刊載於本協會全球資訊網站（www.ctwwa.org.tw）歡迎各界會員參閱。
- 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」。

自來水會刊雜誌

發 行 單 位：中華民國自來水協會

發 行 人：廖宗盛

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)

自來水會刊編輯部

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：(04)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

國際水協會 2008 年世界水會議及展覽會報告

文/廖宗盛、許培中、駱尚廉、葉宣顯、吳陽龍、陳曼莉、王文賢、陳宏濤

一、前言

國際水協會是於 1999 年由國際水質協會與國際自來水協會合併改爲國際水協會，並於英國設置總部，每二年舉辦一次年會，我國亦爲國際水協會之團體會員。2008 年 9 月 5 日至 13 日在奧地利維也納市(Vienna Internation Centre)舉行世界水會議及展覽會(World Water Congress and Exhibition)盛會。我國水界產、官、學代表人士十六人組團，由本協會理事長廖宗盛博士率隊出席，9 月 6 日晚搭乘華航班機，經停留阿布達比(Abu Dhabi)，9 月 7 日清晨飛抵維也納，投宿於開會會場附近之 Hotel Donauzentrum)，並於當天下午參加世界水會議的開幕典禮。

二、大會進行概況

我國國家代表駱尚廉教授及葉宣顯教授於 9 月 4 日搭機前往維也納並參加 9 月 5 日開始的會長晚宴 (Presidents dinner，包括參觀美泉宮之 Castle Schönbrunn 及在 Orangerie 之 Palais Ferstel 舉行的晚宴)。並於 9 月 6 日上午九點在 Hilton Hotel (Stadtpark) 2F 召開理事會，首先確認去年在阿姆斯特丹的理監事會議紀錄，接著由會長 David Garman 致辭，回顧過去一年的重要活動及變革作一說明，從今年開始，YWP(Young Water Professionals) 代表將參與理監事會。

執行長 Paul Reiter 進行年度報告，去年 IWA 共舉辦 42 場研討會 (共 24 個國家主辦)，超過 7500 人參加各類研討會，今年維也納世界水會議共有 1357 篇論文投稿，選出

406 篇口頭報告，446 篇張貼論文展示及 37 場 Workshops。過去一年新成立一個 specialist group，4 個專案任務小組 (task forces)，都是與全球氣候變遷與適應有關。至 2008 年中，共有 4852 位個人會員，427 團體會員及 2196 團體會員代表。IWA 除總部及出版部份仍留倫敦外，大部分辦公室人員已移至海牙 (Hague)，並已設立新加坡、北京及墨西哥市三個分區辦公室。過去一年共出版 29 本新書，24 本技術報告及 AWWA 共同出版 68 本研究報告，Water Science and Technology 再回到 SCI 期刊內，impact factor 並上升至 1.240，Water Research 達 3.427，並居水領域的排行第一位。Paul Reiter 在 Annual Review 2008 中特別提到 ASPIRE 雙年會的成功舉辦，成爲規模最大的分區研討會，2009 年並將在台灣舉辦第三屆 ASPIRE 研討會。

會長 David Garman 因在去年阿姆斯特丹會議已投票獲得連任，因此本屆大會後，兩位副會長 (Vice president) Dr. Glen Daigger (CH2M HILL 的副總裁) 及 Prof. Shinichiro Ohgaki (東京大學教授) 均任期屆滿，要改選副會長。今年共有三位副會長候選人，第一位是羅馬尼亞 (Romania) 水事業界的 Dr. Vasile Ciomos，第二位是現任的 Dr. Glen Daigger，第三位是南非的 Dr. Hamanth Kasan，經自我介紹及休息後，開始進行投票，已繳今年會員國會費的每國僅能投一票 (共 31 票)，第一輪是現任的副會長 Dr. Daigger 最高票 (佔 48.1%)，第二位是南非的 Dr. Kasan (29.6%)，第二輪投票投出 Dr.

Daigger 擔任 senior 副會長 (61.3%)，Dr. Kasan 為第二副會長 (38.7%)。

IWA 世界水會議 2010 年的地點是加拿大的蒙特利爾 (Montreal)，2012 年是韓國的釜山 (Busan)，2014 年地點經初步討論建議在歐洲地區，此次仍應經理事會通過，結果獲得 71.4% 的同意。後即有瑞士的日內瓦 (Geneva)，葡萄牙的里斯本 (Lisbon) 及土耳其的伊斯坦堡 (Istanbul) 提出有意申辦，各國並分別上台介紹在地國主辦的優點，希望大家在 2009 年理事會 (2009 年 9 月在 Mexico City) 支持他們。

此次理事會並將 2006~2010 年的策略計畫 (Strategic plan) 提出檢討，過去兩年內，Young Professionals Program 及 Leading Edge Technology 均成功推出，Sanitation 21 第一階段也甚成功，另外在 Utilities Program 及地區分會組織上也均有進展。未來兩年，則將在推動 LET 六年輪動與發展，IWAe (教育訓練與檢定) 活動，地區自給式辦公室建立，Sanitation 21 第二期等方面繼續發展。IWA 在 2005 年呈現虧損，2006 年、2007 年財政均為有盈餘，但為統計各方面資料以供理事會參考，也擬將年度改為從每年的 10 月至次年的 9 月。

此次理事會也通過 Paul Reiter 所建議的執行董事名單，包括會長、兩位新副會長及原來的名單，其中出版改由 Gustaf Olssen 擔任，並增加 Vasile Ciomos、Shinichiro Ohgaki、Cassilda Carvalho、Katerina Ruzicka 為新執行董事成員。通過 Paul Reiter 所建議的程序委員會 (Programme Committee) 成員，包括 Takashi Asano (US) 等 11 位。通過 2008 年 IWA 獲獎名單，Grand Award：Jim Gill、Mark

van Loosdrecht；Award for Outstanding Contribution：Mike Farrimond、Yoshimasa Watanabe；Outstanding Service Award：Francisco Cubillo；IWA publishing Award：David Dixon；YWP Award：Enrique Cabrera；Heijin Woo Award：Joan Rose。駱教授與葉教授則在休息及午餐時分發由我國主辦之第 3 屆 IWA-ASPIRE 會議的第二次徵文通知與小禮品，歡迎各位理事明年前往台北參加會議。

9 月 7 日下午三點理事長廖宗盛博士率團到維也納國際會議廳進行報到，並在五點參加世界水會議的開幕式，由執行長 Paul Reiter 擔任司儀，奧地利總理 (Chancellor) Alfred Gusenbauer 親臨致詞，他表示維也納位處歐洲的中心位置，並位於流經 14 國的多瑙河沿岸，1990 年初期開始，多瑙河流域就開始有國際合作以永續經營的理念，維也納也自覺要扮演此國際合作的重要角色，而維也納的水資源永續經營更已有 130 年的歷史，IWA 在此召開世界水會議有其重要的理由，而不論開發與保護如何衝突，水生系統維護仍應最為優先。

會長 David Garman 及大會會長 Walter Kling 亦分別致歡迎詞，然後頒發各項獎項與六位榮譽會員，新加坡水與環境部長也參與開幕式，但並未致詞，歷經一個多小時後結束，即展開熱鬧的歡迎酒會。本協會理事長廖宗盛博士與許培中秘書長、國家代表駱教授、葉教授利用時機與亞太地區及世界各地朋友介紹 2009 年的 IWA-ASPIRE 會議，日本水道協會專務理事 Yoshihiko Misono、研修國際部國際課 Ikuo Mitake 及 Masafumi Sekine 等也表示會協助日本產業界來台參展；東京大學 Mino 教授及 Ohgaki 教授、京都大學 Fujii

教授及北海道大學 Watanabe 教授等人均保證會組 100-150 人的團隊參加，韓國 Zuwhan Yun 教授、In S. Kim 教授及 Changwon Kim 教授也將組近百人團隊參加，新加坡 PUB 執行長 Teng Chye Khoo 及新加坡國立大學教授、馬來西亞新任的水協會長 Dato' IR. HJ. Wan Ngah Bin Wan Ali 及執行長 Ir. HJ. Mohmad Asari Daud、紐西蘭 IWA 理事 Dr. Marion G Savill、澳洲 Goen Ho 教授及 S (Vigi) Vigneswaran 教授等均表示會協助邀請同事及認識的人參與研討會，IWA 會長 David Garman、資深副會長 Glen T. Daigger 及執行長 Paul Reiter 等均已確定會參與研討會。

三、研討會暨展覽會論文發表及心得

9 月 8 日開始至 9 月 11 日連續四天為正式的研討會論文發表及展覽，場地共分成三層，展覽場地佔著會議中心中央最重要的地區，佔地近 6000 m²，共 200 家廠商參展。大會將休息點心、午餐供應均安排在展覽場地四週，希望讓參展廠商增加商談貿易的機會，並在 9 月 8 日下午 2:15 開始，安排所有的 IWA 理事及貴賓一場 Exhibition VIP Opening Tour，在每個重要的參展地點由廠商介紹產品及技術服務一分鐘，歷經一小時始結束。

本次國際水協會世界水會議口頭論文發表共計安排口頭發表論文 406 篇（每篇含問題詢答共 20 分鐘），另安排部份壁報論文以每篇 5 分鐘時間報告其論文內容，此部分「短論文」共計 195 篇。此外，尚有多篇屬於特別演講之發表會，例如獲得 Global Project Innovation Award 之得主所進行之演講。發表論文口頭發表部份因發表數量龐大，在 9 月 8 日至 9 月 11 日計四日間共安排

16 個會議室，以每間會議室每天上下午各兩個議程（session），每個議程 4 篇口頭發表論文（每篇 20 分鐘）及 2 篇壁報短論文（每篇 5 分鐘）的方式進行。研討會期間總計安排 190 個議程，另安排 22 個 Panel discussions，由各專業團體安排不同議題進行討論。

依論文主題分類，本次會議口頭論文發表數量可分為下列幾大項（依論文數排列，不含 5 分鐘壁報論文報告）：

1. Wastewater Treatment 143 篇
2. Water Treatment 85 篇
3. Health and Environment 49 篇
4. Managing and Planning Water Services 37 篇
5. Design and Operation of Water System 36 篇
6. Water Resource and Riverbasin Management 28 篇
7. Issues in Developing Countries 16 篇
8. Climate Change 8 篇
9. Managing and Planning Water Services 4 篇

由以上論文數量排列，可看出「水處理」仍為目前水研究領域之重心。本次世界水大會水處理領域論文口頭發表數達 228 篇，且廢水處理數量仍遠多於淨水處理（廢水處理 143 篇，淨水處理 85 篇）。無論廢水或淨水處理，水中有害物質之分析檢測及高級處理技術（含 N 及 P 之處理）均為目前研究中心。此外，廢水處理再回收利用亦為重要發展方向，因此包含薄膜技術在內之高級處理技術研發相關之論文發表佔有相當之比例。而在傳統處理技術方面，生物處理技術之發展（包括活性污泥、生物膜、生物降解等）亦有相當數量之論文於本次大會發表。

比較值得注意的是，僅次於水處理類論文數的是以 Health and Environment 為主題之

論文，口頭發表論文數量達 49 篇。研究領域包括污染物監測、風險評估技術、影響健康之微生物等。此種現象顯示水環境與健康之議題不僅為一般民眾所重視，亦為現今水環境研究者相當關注之課題。

由於水資源的持續匱乏，對於水資源之開發、管理及供水系統設計亦為本次會議之重要主題。以本次會議口頭發表數量來看，Managing and Planning Water Services 之論文數佔 37 篇，Design and Operation of Water System 有 36 篇，Managing and Planning Water Services 類之論文有 4 篇，另有 28 篇關於 Water Resource and Riverbank Management 之論文。如將此類類文一起歸類為水資源開發管理，其總數量達 105 篇，可看出水資源課題為未來值得關注的重要議題。在水資源管理相關之論文中，Riverbasin Management 是一個值得我國參考的研究主題。這部份的論文議題包括水資源管理政策、點源及非點源汙染控制、管理機構之建立、法規建置、水資源保育等課題，均為我國目前所應注意之議題。由於本次研討會在多瑙河畔的維也納舉行，而多瑙河又流經歐洲數國，因此扮演河運、觀光、供水等多重功能的多瑙河谷的管理課題是歐洲數國共同的課題。本次大會即針對多瑙河谷管理提供多個議程，辦理區域性河谷管理相關（local riverbasin management issues）之論文發表及討論。

本次會議另一重要議題為氣候變遷。口頭發表論文中與氣候變遷相關之論文雖僅 8 篇（兩個議程），但另安排三個以氣候變遷之因應為主題之 Workshop，專注於探討全球氣候變遷導致水資源異常及未來應有之因應措施。大會辦理期間，議題主持人多次強

調氣候變遷課題自墨爾本水大會開始討論迄今，歷次水大會中與氣候變遷相關之論文數量不斷增加，至本次會議已成為最受重視之主題之一。除水資源之因應措施外，與此相關之另一主題為水處理系統（包括淨水及廢水處理）溫室氣體排放控制技術之研發，以達到節能減碳、改善氣候暖化之目的。

除口頭論文發表外，本次大會安排相當數量之 Workshop，針對都市供水、海水淡化、水產業與能源、氣候暖化、休閒用水等 37 個議題（topics）共提供 84 個議程（sessions），供與會人士自由參與。本次大會提供之 Workshop 涵蓋各種不同之主題，內容包括科技發展、能源管理、區域發展等與水產業及水資源相關之課題，議程數量幾佔口頭發表論文議程數量（190）之一半，有些 Workshop 的主題與民眾生活息息相關。例如今年為飲水消毒 100 年之紀念，因此大會特別針對消毒議題提供兩個議程的 Workshop 供與會者參與，有別於消毒及消毒副產物的論文發表內容，此 Workshop 由最基本之消毒原理發展過程開始介紹，提供與會者關於消毒作業最基本重要的背景知識。

除論文口頭發表及 Workshop 外，大會亦安排 18 個 sessions 之 Industrial Forum，主要是由各大工程顧問公司（多數兼為大會之贊助廠商）針對不同課題進行演講及討論。如同前述論文口頭發表及 Workshop，Industrial Forum 涵蓋之主題極為廣泛，舉凡海水淡化、氣候變遷、處理技術、能源、永續水資源、水回收再利用等課題均有所探討。

本次大會之展覽場地佈置較特別，依照會場之場地限制，分為一、二樓及地下一樓

三個部份。地下一樓為非營利事業團體之展覽例如聯合國 (UN-Habitat)、國際水協 (International Water Association)、國際衛生組織 (World Health Organization) 及美國水協 (American Water Works Association) 等。除推廣其協會事務外，另有水資源教育講座，主要為推廣水資源保育及全球水資源公平分配，全球水資源不均之問題如同現今能源缺乏、分配不均之課題同樣需要大眾之重視且將水資源妥善應用。因氣候變遷等多重原因，水資源在某些地區短期內即將面臨缺乏問題，如何平均分配水資源實為重要課題。其它展示例如 Solar Cookers International 其目的為推廣原水大腸桿菌簡易且低成本之測試方法，並利用成本低之太陽能炊具達到殺菌之效果。此法可使未發展國家之居民，可有安全之飲水，進而大幅減低水生病原之威脅。此法已成功在肯亞等地區達到有效之成果。另外，韓國因為是 2012 年 IWA Water Congress 主辦國，在地下一樓展場也由眾多韓商組成一大型展示，其中包括 Samsung、K-water、Doosan Heavy Industry & Construction 等廠商。

地面一樓展場主要規劃由地主國奧地利及其他國家，例如德國、瑞典、挪威等國。此次展場規劃較其他亞洲國家舉辦會議時較不同之處為大多展覽以國家為單位設立大型統合之展場，內部再由各國家內之廠商以小型展示區分。其特色在於可以突顯國家、地區文化。在同一國家區域中雖有不同廠商，但其展示設計統一規劃，除具整體性外，也不失各參展廠商之獨特性，此一展場規劃值得我們學習效法。地上二樓之展場則為沿走廊兩側規劃佈置為較傳統之廠商及

攤位設計，每一廠商都有一單獨區域隔間，此區廠商多為單獨參展，例如少數西班牙、法國及其它國際性廠商等。整體而言，此次大會商展部分為規劃突顯國家特性，但又不失個別廠商特色，實為一成功之規劃方式。

9 月 10 日上午 11 時左右，我國駐奧地利代表處秘書汪錫麟先生至會場致意，廖理事長與駱教授和汪秘書見面談話半小時，介紹 IWA 之組成及我國在 IWA 的國家代表地位，雖然用 Chinese Taiwan 有些委屈，但已是 1999 年 IAWQ 的正式決定，我們並希望汪秘書籲請外交部支持並協助明年我國舉辦的 IWA-ASPIRE 會議及展覽。

9 月 11 日中午 (12:30~14:00) 在 U2 層 G631 與 H632 室舉行第 5 次 IWA-ASPIRE Council Meeting，由駱教授尙廉擔任主席，IWA 出席人員有會長 David Garman、執行長 Paul Reiter、新加坡辦公室主任 Ryan Yuen、Steen Bjerggaard，我國尙有廖理事長宗盛、葉宣顯教授、許培中秘書長、李丁來博士、王根樹教授、周國鼎先生，澳洲代表 Goen Ho 教授，中國大陸代表楊敏教授、張曉建教授，香港代表 David C. W. Chau、C. K. Fung，日本代表 Yoshimasa Watanabe、Yoshihiko Misono、Ikuo Mitake、Yoji Matsui、Shigeo Fujii，韓國代表 In S. Kim、Changwon Kim，馬來西亞代表 Ibrahim bin Yusoff、Mohd Asaribin Daud，紐西蘭代表 Marion Savill，新加坡代表 Hu Jiangyong、Ng How Yong、Tan Yok Gin、Maurice Neo、Brenda Lai。

會長、執行長及廖理事長均致歡迎詞，然後確認第四次在 Perth 的會議記錄，接著由 Ryan Yuen 報告這一兩年 IWA 在東亞及亞太地區所舉行的各項活動，並將繼續邀請其

他國家加入成爲 Governing members，而明年的 IWA-ASPIRE 研討會及展覽會當然是最重要的活動，另外陸續在規劃的上有 Water Safety Plans（包括訓練及區域與國際討論會等），Water Operators Partnerships（WOPs），Non-Revenue Water Programme 及 Global Development Solutions Programme（例如台灣已在全力配合的 World Water Monitoring Day），接著是駱教授尙廉報告 ASPIRE 2009 籌備情形，並分發第二次的徵文通知及紀念品，馬來西亞因剛換水協會長，要求再增加一名至 IAC 委員名單內。最後是有關第 2 屆 ASPIRE 會議在 Perth 之總結報告及盈餘回饋至新加坡辦公室的 14,000 英鎊之使用方式，最後決定由六人小組商議使用原則（會中多位代表提議可用於 LIC 之 YWP 年會或參加研討會的註冊費、旅費等，但會長 David 主張不應全額補助，應以一半爲原則，以誘導年青人加入 IWA 之活動），此六人包括台灣、澳洲、Ryan、新加坡、日本及馬來西亞代表等。ASPIRE Council Meeting 之後，全體與會人員集合至第二層樓的 A 廳，進行最後的閉幕講演、討論及閉幕儀式，先由奧地利 Helmut Kroiss 作一簡要說明，然後由美國代表 James Barnard 進行 Harremoes lecture，題目爲從廢水產生能源-展望與挑戰，然後由執行長 Paul Reiter 主持 Panel discussion，題目是“ How should IWA support water professionals to address the critical challenges of today and tomorrow and continue to lead innovation in the water sector? ”，參與的人包括 David Garman、James Barnard、Helmut Kroiss、Michael Storey、Bo Jacobsen 及 Katerina Ruzicka。

奧地利維也納市政府極爲重視此會

議，將地下一樓作爲海報的展示場所，本次海報共計有 446 篇，參予國家包括德國、加拿大、智利、波蘭、美國、英國、澳洲、挪威、韓國、日本、台灣等世界各國。主要分爲環境資源與河川流域管理、水處理、廢水處理、水系統之設計與操作、自來水服務之管理與規劃以及健康與環境等六大領域。其中以廢水處理相關領域爲最多，共計 184 篇，以廢水的處理技術與回收技術爲主要內容；環境資源與河川流域管理領域計有 68 篇，多以河川流域的水質與管理爲主軸，並包涵多國之河川案例(法國、土耳其等)；水處理共計 65 篇，以水處理程序及加氯消毒副產物爲兩大探討主軸；水系統之設計與操作計 23 篇，自來水服務之管理計 36 篇，此兩大領域多由各國之政府單位或廠商發表；最後健康與環境共計 70 篇，內容包涵致病性微生物研究、飲用水安全、砷的分析等，內容較爲廣泛。另外，主辦單位於 9 月 11 日下午頒發最佳海報獎，獲獎國家包括：奧地利、荷蘭、西班牙與台灣，其中台灣之最佳海報獎由駱尙廉教授研究群（駱尙廉、劉雅瑄等）所獲得，共獲得 150 多張票，爲所有海報論文評選票數最多的。

閉幕式仍由 Paul Reiter 擔任主席，包括感謝贊助最多的三家廠商代表上台致詞，分別是 Veolia Water 的 Petra Höfingler、Siemens 的 Keith Spiro 及 Suez Environment 的 Jacque Labre。IWA 此種作法很值得學習，就是儘量讓參與者能與參展與贊助廠商有接觸與互動，充分尊重贊助廠商，主動讓他們有機會發表他們的看法、展望與介紹其在水專業上的構思與特點，因此每次雙年會都有國際大廠商願意贊助活動。然後是會長交接，由於

David Garman 是連任，因此將會長掛牌交還給 Paul，然後再替 David 掛上會長的掛牌，完成交接。最後的節目就是主辦國交接，由此次大會會長 Walter Kling 就主辦權杖交給加拿大蒙特利爾大會會長 Peter Jones，並由其致歡迎詞及播放加拿大歡迎大家光臨的宣傳片，完成整個閉幕式。(張副處長嬉麗、李丁來博士、周國鼎工程師在閉幕式會場分發 2009 第三屆 ASPIRE 籌辦第二次徵文通知)

大會晚宴在維也納市政廳大堂舉行，由於參與的人太多，十分擁擠、悶熱，食物也採自助餐型式，菜餚有限，啤酒、紅酒及白酒倒是無限量供應，並有舞會，西方代表多能享受此種娛樂方式，但東方與會者多提早離場，返回飯店休息，東西方文化之差距立即呈現。

大會圓滿閉幕後，因時值辛樂克颱風侵襲台灣，本會理事長廖宗盛博士取消其他行程，經洽請我國駐奧地利代表處汪秘書錫麟先生代購 9 月 12 日上午九時二十分之機票提前返台；於 9 月 13 日清晨抵台即直奔北部各淨水場關心出水狀況，及赴中部督導(台中輸送彰化)900m/m 輸水管流失搶修工程，以解決用戶用水為優先工作，在 36 小時內架設 972 公尺 800m/m 臨時管供應彰化地區，使受災地區縮短缺水現象，並達成穩定供水任務。

作者簡介

廖宗盛先生

職稱：中華民國自來水協會第 16 屆理事長

許培中先生

職稱：中華民國自來水協會第 16 屆秘書長

駱尚廉先生

職稱：中華民國自來水協會第 16 屆理事

葉宣顯先生

職稱：中華民國自來水協會第 16 屆理事

吳陽龍先生

職稱：中華民國自來水協會第 16 屆理事

陳曼莉小姐

職稱：中華民國自來水協會第 16 屆理事

王文賢先生

職稱：中華民國自來水協會第 16 屆理事

陳宏濤先生

職稱：中華民國自來水協會第 16 屆理事



開幕典禮-奧地利總理 Alfred Gusenbauer 致詞

廖理事長與國際水協會會長 David Garman 會面

廖理事長與日本水道協會專務理事 Yoshihiko Misono 會面

廖理事長與北海道大學 Watanabe 教授會面

新加坡展覽場環境及水源部長剪影

廖理事長與新加坡環境及水源部長會面

圖 1 廖理事長率團參加維也納國際水協會 2008 年世界水會議及展覽會花絮(1)



廖理事長邀請法國 Degremont 公司亞洲區經理 Mr.Langard 2009 年來台參展



IWA 相關委員聽取我國主辦 2009 年 3rd IWA-ASPIRE 籌備會議情形



Paul Reiter 於閉幕典禮致詞



廖理事長宴請國際水協會相關人士



廖理事長於維也納宴請我國參加此次 IWA 年會之各界團員



我國參加此次 IWA 年會之各界團員互祝 2009 年於台北舉行之 3rd IWA-ASPIRE 年會成功

圖 1 廖理事長率團參加維也納國際水協會 2008 年世界水會議及展覽會花絮(2)

第 41 屆自來水節大會專務理事致詞

文/日本水道協會專務理事御園

本人係日本水道協會專務理事御園，今日受邀參加中華民國第 41 屆自來水節大會實感無比歡喜，日本水道協會與中華民國自來水協會，透過資訊、研習等人員與技術交流，從而建立了相互友好關係，並為爾後進一步提升台日良好關係為基礎，理當能共同為自來水之發展攜手邁進。

首先容我介紹日本自來水現況，日本自來水始於 1887 年(明治 20 年)橫濱市鋪設現代化自來水管迄今，已歷時 120 餘年，期間以地方公營企業方式於各都市展開自來水事業，並致力推廣自來水相關設備及普及率，時至今日普及率已逾 97%，全國各地均可安心飲用自來水，奠定引以自豪之世界級自來水文化。

自來水發展至今，不僅得面對並需解決水量、水質及事業體經營等各種問題，尤以水資源有效利用之觀點而言，漏水防治工作係重點業務且著力甚深。

本人截至去年 7 月止，以東京都水道局長之職，實際參與自來水事業各層面工作，眾所周知東京都水道局肩負日本自來水事業之引領職責，有關防治漏水更列為重要施政方針，積極執行之工作。

除漏水調查及修繕外，老舊管線更新為 DIP 管、給水外線由鉛管汰換為不銹鋼管等防漏措施雖持續推展，惟其成效並非一蹴可幾，最重要的是上述業務仍需確實執行，特別是將鉛管改為不銹鋼管後，成效最為顯著。現今不銹鋼管係採用波狀管，該管種可謂施工簡易，將接頭部分減少且價格便宜之

優良管材，不銹鋼管自 1980 年採用時，漏水率由 15.4% 下降至 2007 年 3.3%。

上述事項本人於 2007 年 5 月紐約舉辦之第 2 屆世界大都市氣候變遷高峯會發表後，立即獲得世界各國讚賞，故提議防治漏水除可增益水資源有效利用外，亦能發揮減少 CO₂ 之效，應積極執行。

現今如謂日本之自來水建設已達完善境界，實則不然；蓋不論台灣抑或日本均處於環太平洋地震帶國家。故於國內建設可有效因應地震等頻繁天然災害之自來水設備實屬當務之急；此外，尚需處理更嚴峻之水質標準、資深職員退休潮伴隨而來之技術傳承等問題。

兼以普及率快速提升時期所投資建設之自來水設備，現大都已面臨重置期，現今日本自來水需求量屬低迷期，故水費收入無法提升，在經營上已出現窘境。

1999 年 9 月 21 日台灣中部發生驚世之大地震，近年來日本國內亦常發生多次大規模地震；因此，如何提升自來水設備之耐震性，實為重要之課題。

截至 2005 年 3 月止，於日本國內強化耐震比例之淨水場約占 12%、配水池約為 20%、輸送幹管約 11%，然此等比例仍屬偏低。由於強化耐震之效果，不易立即顯現，且承上所述於現時財務困難之際，如何籌措所需重置成本，確為一嚴重問題，致毫無進展。

日本水道協會為推展強化耐震之措施，與厚生勞動省、有關機關團體等合作推

行相關活動，期獲得用戶認同與支持。

另自 1997 年著手修改之水道施設耐震工法指針・解説作業，此次修訂內容係將幾次大地震所得之經驗及知識納編，俾符合現狀所需之工事指南，對於自來水強化耐震之推展應有其效果。

現在日本為實現 2004 年 6 月厚生労働省訂定之「自來水願景」目標，著手進行各項作業，此一目標為建立世界第一永續經營之自來水為基本理念，分析評估我國自來水現況及未來展望，並將應有之願景作為自來水相關業者之共同目標，其中亟思如何將整體自來水業務之指標值予以量化，為其最大特徵。

在此一指標化下，2005 年 1 月日本水道協會制訂自來水事業指南，係將自來水事業之供水基準，以定量方式加以評估，俾利業

務指標之綜合判斷，又業務指標之涵蓋內容計有安心、安定、永續、環境、管理與國際等 137 項，藉由業務指標可多方面將建設目標及營運效率等各項工作數值化，可供事業經營者自行評估參採，亦提供外界簡易明瞭之資訊。

以上所述，係日本自來水事業嚴峻之一面，但為將自來水文化傳承至下一代，本人當戮力以赴。

期望在台灣之自來水界之相關人員團結一致，以高標準之目標將自來水事業推向更高境界。

明年在台北舉辦之 ASPIRE 大會，本人將會出席並祝大會成功，日本亦竭力協助。

本人謹祝現場各位貴賓身體健康、職場順利，台灣自來水事業蓬勃發展。

<2008 年 10 月 14 日於台灣台北市>

原文：第 4 1 回自來水節大会專務理事挨拶

文/日本水道協會專務理事の御園

只今、ご紹介いただきました日本水道協會專務理事の御園でございます。

本日は、第 4 1 回自來水節大会にお招きいただき、誠にありがとうございます。

日本水道協會は、これまで中華民國自來水協會と情報交換・研修などを通じて人的・技術的交流を行い友好的な関係を築いてまいりました。今後もこれまで以上に台湾との関係を良好なものとして、共に水道の発展に寄与することができればと考えております。

まず、日本の水道についてお話しをさ

せていただきます。

日本の水道は、1887 年（明治 20 年）に近代水道が横浜市で敷設され、これまで 120 年が経過いたしました。この間、地方公営企業として各都市の水道事業体が水道の整備、普及に努めてまいりました。現在では、97%を超える普及率を達成し、全国のどこでも安心して蛇口の水を飲むことができるという、世界に誇れる水道文化を確立しております。

現在に至るまでには、水量面、水質面、経営面など、事業運営上の様々な課題

に直面し、それらを乗り越えてまいりましたが、特に、水資源の有効利用の観点から漏水防止対策には力を注いでまいりました。

私は、昨年7月まで東京都水道局長として実際の水道事業全般に携わってきました。東京都水道局は、ご存じのとおり、日本の水道事業の先導的役割を担っており、漏水防止についても最重要施策と位置付け、積極的に取り組んでまいりました。具体的には、漏水調査及び修繕のほか、老朽送配水管のダクタイル鉄管への取替、宅地内メーターまでの給水管の鉛管からステンレス管への取替等を行ってきました。

漏水防止の効果は、一朝一夕に得られるものではなく、このような地道な努力を続けていくことが重要と考えております。特に、給水管を鉛管からステンレス管に替えた効果は大きいものがあります。現在、ステンレス管は、波状管を採用しておりますが、これは施工性に優れ、継ぎ手も最小限にすることができる安価で優れた給水管材料と言えます。

この結果、ステンレス管を採用した1980年に15.4%あった漏水率を

2007年には、3.3%まで改善することができました。

このことについては、2007年5月にニューヨークで開催された第2回世界大都市気候変動サミットで私が発表した

ところ、世界各国の関係者が驚嘆しておりました。

漏水防止は、水資源の有効利用の面はもとより、CO₂削減にも寄与する施策であり積極的に取り組むべきと提案してまいりました。

それでは、現在、我が国の水道は万全であるかといえば、残念ながらそうではありません。台湾も日本も同じ環太平洋に位置する地震国ですが、我が国では、頻発する大地震等の自然災害への備えが急務であり、また、一層厳しくなる水質基準への対応、ベテラン職員の一斉退職に伴う技術継承問題など、早急に取り組まなければならない数多くの問題を抱えております。

さらに、普及率が飛躍的に向上した時代に建設された多くの水道施設が、更新の時期を迎えています。現在、日本の水需要は低迷しており、料金収入が伸び悩み、非常に厳しい経営状況にあります。

1999年9月21日、台湾中部で発生した大地震の被害は有名ですが、近年、日本でも大規模地震が数多く発生しており、この対策は急務であります。

2005年3月末現在の日本における耐震化率は、浄水場は約12%、配水池は約20%、導送配水本管は約11%と低い状況にあります。

耐震化については、その効果が目に見えないことや、先程申し上げたように非常に厳しい経営状況のなか、いかに更新費用

を確保するかが問題となり、思うとおりに進んでいません。

日本水道協会では、耐震化を推進するために、厚生労働省、関係団体などと協力し耐震化推進のキャンペーンを実施し、水道利用者の理解の促進などを行っているところでございます。

この他、1997年に発刊した水道施設耐震工法指針・解説の改訂作業にも着手しております。今回の改訂では、度重なる大地震により得られた教訓、最新の知見を盛り込み、現状に対応した指針として、水道事業体の耐震化の促進に役立つものと考えているところです。

現在、日本では、2004年6月に厚生労働省が策定した「水道ビジョン」実現のための取り組みを行っております。この水道ビジョンは、「世界のトップランナーを目指してチャレンジし続ける水道」を基本理念とし、わが国の水道の現状と将来見通しを分析・評価し、水道のあるべき将来像についてすべての水道関係者の共通目標を示したものです。この中では、水道業務全体を数値により指標化して考えることが大きな特徴となっています。

この指標化にあたっては、2005年1月に日本水道協会が水道事業ガイドラインを制定しました。このガイドラインは水道事業における給水サービスレベルなどを定量的に評価して、総合的に判断していくための業務指標であり、安心・安定・

持続・環境・管理・国際からなる137項目の業務指標が定められています。これらの業務指標により、整備目標や経営効率化への取り組みなど幅広い経営情報を数値化することで、多角的な視点から事業経営の自己診断を行うとともに、わかりやすい情報を提供できると考えています。

これまでお話ししたとおり、日本の水道事業を取り巻く環境は厳しいものがありますが、私は日本の水道文化を次世代に繋いでいくため、万全を尽くしていく所存でございます。

台湾水道界におかれましても、本日ご出席の皆さまをはじめとする水道関係者が一致団結し、高い目標を持って、水道事業の更なる維持・向上を目指されることを祈念しております。

なお、私は、来年開催されます台北ASPIREにおきまして基調報告を行う予定ですが、台北ASPIREの大成功に向けて日本としても最大限の協力をしていきたいと思っております。

最後になりますが、本日ご出席の皆さまの益々のご健勝とご多幸を祈念するとともに、台湾水道界が今後、益々発展することを期待して、私の挨拶とさせていただきます。

<平成20年10月14日於台湾台北市>

國際水價現況解析

文/廖宗盛、周國鼎

摘要

台灣自來水公司之水價自民國 83 年起即無調整過，迄今已經過 14 個年頭，近年國際物價高漲，自來水水價應不應該合理調整以反映成本，應有理性討論之空間。

根據國際水協會 (International Water Association, IWA) 甫於 2008 年 9 月發布最新之世界各國家庭用水戶資料，在 30 個國家或地區中，平均水價最高者為德國之 99.1 元，台灣自來水公司之平均水價排名第 27 名，為倒數第 4 名，平均每度水價為新台幣 10.84 元，僅達平均各國自來水價格 40.1 元之 26.9%。

87 年至 96 年間，我國平均每人 GDP 由 12,679 美元成長至 16,792 美元；平均每戶消費支出則由新台幣 64.6 萬元上升至 71.6 萬元，惟同期間之每戶每年自來水費負擔占消費支出比率卻由 0.34% 逐年下降為 0.3%，成長率為 -11.8%，與世界衛生組織認定合理自來水費負擔占消費支出之標準為 1% 至 2% 相去甚遠。

台灣自來水公司 96 年度之平均單位水價為每度 10.84 元，平均單位成本為 10.89 元，也就是水價甚至較成本為低，給水投資報酬率為負 0.07%，較經濟部 95 年 7 月 10 日所訂頒「水價計算公式及詳細項目」之法定給水投資報酬率 5%~9% 相差甚多。

本文之重點並非探討台灣地區之合理自來水價格究竟為何，而是將台灣地區現有自來水價格與世界各國之水價作各種面向之比較，以期有助於釐清水價之相關問題。

關鍵詞：自來水水價、自來水價格、水價

一、前言

台灣自來水公司之水價自民國 83 年起即無調整過，迄今已經過 14 個年頭，近年國際物價高漲，自來水水價究竟應不應該合理調整以反映成本，應有理性及客觀之討論空間。

台灣地區雖然平均年降雨量高達約 2,500 公釐，為全球平均值的 2.6 倍，不過台灣的雨勢集中在特定的季節，水量豐枯現象懸殊，加上地形陡峭、河川短促、水流湍急，70% 以上的降雨量全都流進大海，水資源不易蓄存。因此，台灣地區實際可用水量僅年降雨量之 26% 左右，台灣目前也已經被聯合國列為全球排名第 18 位具缺水危機的國家。降雨時空分布不均，加上水源開發不易，以致水資源調配運用困難，在在都使自來水事業之營運備極艱辛。

台灣自來水公司 96 年度之平均單位水價為每度 10.84 元，平均單位成本為 10.89 元，也就是水價甚至較成本為低，給水投資報酬率為負 0.07%，較經濟部 95 年 7 月 10 日所訂頒「水價計算公式及詳細項目」之法定給水投資報酬率 5%~9% 相差甚多。

水價過低，除無法有效鼓勵民眾節約用水、珍惜水資源，對於工業界回收再利用水資源之推動也毫無誘因，因為價廉物美之自來水使得工業界購買自來水之費用往往遠低於自行建置回收再利用系統之成本。

自來水事業單位將原水導送進入淨水

廠，經過繁複的淨化處理程序後，再經配水管將自來水輸送至用戶之水龍頭。這些過程所需投入的人力、物力，加上相關之管理成本即是自來水之成本。不過，目前台灣地區水價的訂定，係依據自來水法等相關法規，報請自來水法主管機關核定。而政府及民意機關在審議水價時須考慮供水成本、水資源保育、社會公平、行政效率、國民健康、民意接受性及其他政府政策，使得訂定合理之水價成爲一個極爲複雜之課題。

雖然要訂定合理之自來水價格並不容易，不過藉國際水協會(International Water Association, IWA)甫於 2008 年 9 月發布最新之世界各國家庭用水戶資料之時機，讓社會大眾了解國際間之水價概況，並將台灣地區現有水價與世界各國作各種面向之比較，有助於釐清水價之相關問題。

二、台灣地區自來水價格之現況

(一)平均單位水價

台灣自來水公司 96 年度之平均單位水價爲每度 10.84 元，平均單位成本爲 10.89 元，也就是水價甚至較成本爲低，投資報酬率爲負 0.07%，與經濟部 95 年 7 月 10 日所訂頒「水價計算公式及詳細項目」之法定給水投資報酬率 5%~9%相差甚多。

(二)合理水價

若以 94 年度至 96 年度審定決算資料爲基礎，依照給水投資報酬率 5%與 9%爲合理利潤來計算，合理水價（含營業稅）如下：

- 1.給水投資報酬率 5%時，合理水價爲每度 16.78 元。
- 2.給水投資報酬率 9%時，合理水價爲每度 20.32 元。

(三)統一水價

目前台灣自來水公司及台北自來水事業處之水費價格，無論工業、商業、一般用戶或都會地區、偏遠地區均採用同一標準收費。衡情論理，偏遠地區因住戶稀少且分散，所需埋設管線較長及供水設施較多，甚至需多段加壓方可將自來水送達，其成本自然較人口集中之城市高出許多，其水價理應較城市爲高。但一般而言，偏遠地區民眾之所得較低，爲照顧該地區民眾之生活，並兼顧水資源全民平等共享之精神而採用統一水價。

三、國際自來水費用資料來源

國際水協會係由國際自來水協會(International Water Supply Association, IWSA)及國際水質協會(International Water Quality Association, IAWQ)於 1999 年合併而成立，目前成員包括 1 萬名個人會員及 400 個團體會員，成員遍及 130 個國家，爲目前全世界最大之水產業科技國際組織。

國際水協會「統計及經濟專家小組」(The Statistics and Economics Specialist Group)於 2008 年 9 月，在奧地利維也納市(Vienna)舉行之年會中，發布 2007 年世界各國家庭用水戶每年用水 200m³之水服務費用調查資料，資料調查日期爲 2007 年 12 月 31 日，相關費用均以美元計算(以 2007 年 12 月 31 日之美元匯率換算)，資料範圍涵蓋 30 個國家(不含美國)或地區，及 113 個當地主要城市，其中代表我國家庭用水戶之水服務費用資料之城市爲台北市及高雄市。

本次國際水協會公佈之水服務費用調查資料包括自來水及污水之相關費用，由於本文意旨在分析國際自來水價格現況，因此本文僅節錄其中有關自來水者，項目包括自

來水固定費(Fixed Charge)、自來水變動費(Variable Charge)、及其他費用(Other Charge Drinking Water)等；污水處理及隨水費徵收如垃圾處理等相關費用則不列入計算。

國際水協會發布之 2007 年自來水服務費用調查資料包括 113 個城市，作為我國代表城市者為台北市及高雄市，分別代表生產供應台灣本島自來水之二個事業單位之水價，也就是台北自來水事業處、及台灣自來水股份有限公司（以下簡稱台灣自來水公司）。

四、分析討論方法

依據國際水協會發布之 2007 年世界各國主要城市家庭用水戶每年用水 200 m³之自來水費用調查資料，將自來水固定費、自來水變動費、及自來水其他費用加總，計算出平均水價，並加入各國平均每人 GDP 值，以各國國名英文字母依序列冊為表 1，再就各種面向加以分析討論，將我國自來水價格與世界其他 29 個國家及 111 個城市者加以比較，以進一步了解國際水價之現況與趨勢。分析比較之項目包括：

- (一)各國主要城市自來水價格
- (二)各國主要城市家庭年平均自來水費用支出與平均每人「國內生產毛額」(Gross Domestic Product, 以下簡稱 GDP)之比值(水費負擔率)
- (三)各國自來水價格(我國以台灣自來水公司之平均水價為代表)
- (四)各國家庭年平均自來水費用支出與平均每人 GDP 之比值(水費負擔率)
- (五)台灣地區歷年每戶每年用水費占家庭消費百分比統計

五、分析討論

國際水協會所提供自來水費用調查資料，資料範圍涵蓋共 30 個國家(不含美國)或地區，及 113 個當地主要城市，以下分別以「城市」及「國家」之區別，進行分析討論自來水價格相關面向。

(一)各國主要城市自來水價格(詳見表 1)

1.各國主要城市自來水價格之排名

- (1)最高之城市為瑞士日內瓦，每度水為新台幣 101.7 元。
- (2)最低之城市為馬拉威(第 113 名)，每度水為新台幣 0.4 元。
- (3)平均各國主要城市自來水價格每度為新台幣 43.3 元。(註：根據國際水協會統計資料計算，前述平均各國自來水價格每度為新台幣 40.1 元，與平均各國主要城市自來水價格之 43.3 元不符，似有錯誤，惟除國際水協會外，他人無法查證誤植之處。)
- (4)台北市及高雄市之水價在 113 個城市中分別排名第 110 名及 104 名，其水價遠低於超過九成以上之城市，屬於低水價者，平均每度水分別為新台幣 7.5 及 10.8 元，僅達平均各城市自來水價格 43.3 元之 17.3%及 24.9%。
- (5)鄰近國家之日本東京每度為新台幣 35.4 元、新加坡 32.3 元、香港則為 18.4 元(註：亞洲國家及地區僅日本、新加坡、香港、及我國列入國際水協會本次統計)。



表 1 各國主要城市 2007 年平均每戶家庭自來水價統計表

資料來源：國際水協會(IWA)
資料日期：2007 年 12 月 31 日

項次	國家 (英文)	國家 (中文)	每人 GDP (美元)	每人 GDP 排名	城市	平均水價 (新台幣/度)	排名	水費負擔率	排名
1	Australia	澳州	31,749	14	Brisbane	41.6	56	0.81%	68
					Adelaide	39.4	59	0.76%	74
					Melbourne	32.8	74	0.64%	87
					Perth	36.1	64	0.70%	84
					Sydney	43.2	54	0.84%	65
2	Austria	奧地利	37,418	9	Graz	79.5	9	1.31%	34
					Innsbruck	65.7	18	1.08%	48
					Linz	45.9	49	0.76%	76
					Salzburg	67.9	17	1.12%	46
					Vienna	61.7	24	1.01%	53
3	Belgium	比利時	34,751	12	Louvain	59.0	27	1.05%	52
					Genk	51.2	41	0.91%	58
					Kortrijk	63.7	20	1.13%	44
					Antwerp	48.5	45	0.86%	62
					Brussels	63.0	23	1.42%	31
					Liege	84.4	5	1.50%	26
					Ghent	63.7	20	1.13%	44
4	Brazil	巴西	3,284	28	Sao Paulo ^A	26.7	90	5.00%	2
					Sao Paulo ^B	5.9	111	1.11%	47
					Sao Paulo ^C	9.6	107	1.79%	19
5	Cyprus	塞浦路斯	27,352	16	Lamaca	35.7	65	0.80%	70
					Lefkosia	46.9	47	1.06%	50
					Lemesos	18.7	99	0.42%	104
					Paphos	32.9	73	0.74%	79
6	Denmark	丹麥	47,227	4	Aalborg	58.3	30	0.76%	75
					Aarhus	56.4	32	0.73%	80
					Copenhagen	58.9	28	0.77%	73
					Esbjerg	55.9	33	0.73%	82
					Odense	52.0	40	0.68%	86
7	Finland	芬蘭	37,005	10	Espoo	54.8	35	0.91%	57
					Helsinki	37.6	60	0.63%	88
					Tampere	52.4	38	0.87%	60
					Turku	58.3	29	0.97%	54
					Vantaa	55.0	34	0.91%	56
8	France	法國	35,311	11	Bordeaux	60.3	26	1.05%	51
					SEDiF	70.4	12	1.23%	37
					Lille	52.9	37	0.92%	55
					Lyon	69.9	14	1.22%	39
					Paris	48.6	43	0.85%	63
9	Germany	德國	34,720	13	Gelsenwasser	99.1	2	1.76%	20
10	Greece	希臘	20,794	19	Iraklion	70.1	13	2.07%	15
					Rethymno	82.8	6	2.45%	11
11	Hong Kong	香港	27,274	17	Hong Kong	18.4	101	0.41%	105
12	Hungary	匈牙利	11,236	23	Budapest	26.9	88	1.48%	28
					Debrecen	33.3	71	1.82%	18
					Miskolc	36.6	63	2.00%	16
					Pecs	57.2	31	3.13%	7
13	Israel	以色列	17,241	20	Jerusalem	41.6	55	1.48%	27
14	Italy	義大利	30,303	15	Bologna	39.6	58	0.80%	69
					Milan	5.2	112	0.11%	113
					Naples	28.1	84	0.57%	89
					Rome	16.3	103	0.33%	111
					Turin	20.9	96	0.43%	103
15	Japan	日本	38,455	7	Nagoya	28.3	83	0.45%	98
					Osaka	27.0	87	0.43%	101
					Hiroshima	27.7	86	0.44%	100
					Fukuoka	33.6	70	0.54%	95
					Sapporo	44.1	53	0.71%	83
					Sendai	52.4	39	0.84%	64
					Tokyo	35.4	66	0.57%	91
Yokohama	32.0	76	0.51%	96					

項次	國家 (英文)	國家 (中文)	每人 GDP (美元)	每人 GDP 排名	城市	平均水價 (新台幣/度)	排名	水費負擔率	排名
16	Lithuania	立陶宛	7,596	24	Lithuania	18.8	98	1.52%	24
					Klaipeda	16.7	102	1.36%	33
					Panevezys	18.5	100	1.50%	25
					Siauliai	30.3	80	2.45%	10
					Vilnius	20.6	97	1.66%	22
17	Malawi	馬拉威	176	30	Blantyre	0.4	113	1.57%	23
18	Mauritius	模里西斯	6,047	25	Mauritius	22.6	94	2.30%	13
19	Netherlands	荷蘭	37,465	8	Amsterdam	69.1	15	1.14%	43
					Rotterdam	45.6	51	0.75%	77
					Den Haag	64.3	19	1.06%	49
					Utrecht	49.7	42	0.82%	67
					Eindhoven	45.5	52	0.75%	78
					Masstricht	48.5	44	0.80%	71
20	Norway	挪威	55,907	1	Bergen	30.9	79	0.34%	110
					Oslo	31.4	77	0.35%	109
					Trondheim	34.8	68	0.38%	107
21	Portugal	葡萄牙	16,662	21	Lisbon	53.7	36	1.98%	17
					Loures	63.4	22	2.34%	12
					Sintra	47.5	46	1.75%	21
					Coimbra	39.9	57	1.47%	29
22	Romania	羅馬尼亞	3,682	27	Cluj	26.2	91	4.37%	5
					Lasi	29.8	81	4.98%	3
					Oradea	35.1	67	5.87%	1
					Brasov	27.8	85	4.64%	4
					Timisoara	25.0	92	4.17%	6
23	Serbia	塞爾維亞	2,565	29	Belgrade	10.8	105	2.59%	8
					NiS	9.1	108	2.18%	14
					Novi Sad	10.8	106	2.59%	9
24	Singapore	新加坡	49,677	3	Singapore	32.3	75	0.40%	106
25	South Africa	南非	4,177	26	Johannesburg	8.1	109	1.19%	40
26	Spain	西班牙	24,179	18	Barcelona	45.7	50	1.16%	41
					Bilbao	21.2	95	0.54%	94
					Madrid	26.8	89	0.68%	85
					Sevilla	31.2	78	0.79%	72
					Valencia	34.1	69	0.87%	61
27	Sweden	瑞典	40,765	5	Stockholm	24.5	93	0.37%	108
					Goteborg	33.2	72	0.50%	97
					Malmo	29.4	82	0.44%	99
					Uppsala	37.6	61	0.57%	90
					Linkoping	37.2	62	0.56%	92
28	Switzerland	瑞士	51,232	2	Gevena	101.7	1	1.22%	38
					Zurich	75.1	10	0.90%	59
					Lausanne	68.3	16	0.82%	66
					Basel	46.6	48	0.56%	93
					Bern	61.0	25	0.73%	81
29	Taiwan	台灣	15,470	22	Taipei	7.5	110	0.30%	112
					Kaohsiung	10.8	104	0.43%	102
30	United Kindom	英國	38,639	6	Birminham	81.7	7	1.30%	35
					Cardiff	89.2	3	1.42%	30
					London	72.4	11	1.15%	42
					Manchester	88.1	4	1.40%	32
					Leeds	79.5	8	1.27%	36
平均 GDP (美元)			26,279		平均水價 (NT)	43.3	平均值	1.25%	

註 1：*為 Gelsenwasser AG 公司數據，A 為一般住宅區、B 為中下階層住宅區、C 為高級住宅區

註 2：美元匯率採 2007 年 12 月 31 日者

註 3：「水費負擔率」定義 = 200m³ 之自來水費用 ÷ 平均每人 GDP

2.各國主要城市家庭年平均自來水費用支出與平均每人 GDP 之比值（水費負擔率）

若僅就世界各國家地區平均水價之高低，來評定水價廉價與否，對於各國家地區不盡相同的國民所得及國民生產毛額而言，顯得有失公允。為求公平合理的水價比較，本文以用水 200 m³ 之自來水費用代表每年家庭用水戶平均自來水費用，以該費用除以該國平均每人 GDP，所得之值稱之為「水費負擔率」。水費負擔率愈大，表示該國水價在同等的平均個人國民生產毛額下相對較高，意涵民眾用水費用支出負擔較重。

- (1)最高之城市為羅馬尼亞 Oradea，比值為 0.78%。
- (2)最低之城市為義大利 Milan，比值為 0.11%。
- (3)平均各國主要城市家庭水費負擔率為 1.25%。
- (4)台北市及高雄市之家庭水費負擔率分別為 0.3%及 0.43%，在 113 個城市中分別排名第 112 名（倒數第 2 名）及第 102 名（倒數第 12 名），顯示台灣民眾用水支出負擔較輕，僅達平均各國比值之 12%，也就是負擔程度約為其他城市之十分之一。
- (5)鄰近國家之日本東京為 0.57%、新加坡 0.40%、香港則皆為 0.41%。

(二)各國自來水價格（詳見表 1）

根據表 1，取各國或地區內代表城市水價之平均值，作為代表該國之平均自來水價格，並加入各國平均每人 GDP 值列冊如表

2。實際上，世界各國水價並非全國一致，多以城鄉為界，同一國家內各地水價往往互有不同。

1.各國自來水價格之排名

- (1)最高之國家為德國，每度水為新台幣 99.1 元。
- (2)最低之國家為馬拉威，每度水為新台幣 0.4 元。
- (3)平均各國自來水價格每度為新台幣 40.1 元。
- (4)台灣在 30 個國家或地區中排名第 27 名（倒數第 4 名，見圖 1），屬於低水價者，平均每度水為新台幣 10.8 元，僅達平均各國自來水價格 40.1 元之 26.9%。
- (5)依據平均每人 GDP 排名，台灣名列第 22 名，排名第 21 名及 23 名者為葡萄牙及匈牙利，其平均水價 51.1 元、及 38.5 元卻分別名列第 11 名及 14 名，遠高於台灣之第 27 名。
- (6)鄰近國家之日本每度為新台幣 35 元、新加坡 32.3 元、香港則為 18.4 元，均較我國高出甚多。

2.各國家庭年平均自來水費用支出與平均每人 GDP 之比值（水費負擔率）

- (1)最高之國家為羅馬尼亞，比值為 4.8%。
- (2)最低之國家為挪威，比值為 0.36%。
- (3)平均各國水費負擔率為 1.31%。
- (4)台灣家庭水費負擔率為 0.42%，在 30 個國家或地區中排名第 27 名，顯示台灣民眾用水費用負擔較輕，僅達各國平均值之 32%。
- (5)鄰近國家之日本為 0.56%，高於台灣之 0.42%；新加坡 0.40%、香港 0.41% 則與台灣差異不大。

表 2 各國 2007 年平均自來水價統計表 (依英文字母排序)

資料來源：國際水協會(IWA)
資料日期：2007 年 12 月 31 日

項次	國家 (英文)	國家 (中文)	每人 GDP (美元)	排名	平均水價 (新台幣/度)	排名	水費負擔率	排名
1	Australia	澳州	31,749	14	38.6	13	0.7484%	22
2	Austria	奧地利	37,418	9	64.1	5	1.0550%	15
3	Belgium	比利時	34,751	12	61.9	6	1.0967%	14
4	Brazil	巴西	3,284	28	14.0	26	2.6326%	2
5	Cyprus	塞浦路斯	27,352	16	33.5	16	0.7547%	21
6	Denmark	丹麥	47,227	4	56.3	8	0.7335%	23
7	Finland	芬蘭	37,005	10	51.6	10	0.8583%	18
8	France	法國	35,311	11	60.4	7	1.0531%	16
9	Germany	德國	34,720	13	99.1	1	1.7565%	8
10	Greece	希臘	20,794	19	76.4	3	2.2613%	5
11	Hong Kong	香港	27,274	17	18.4	25	0.4142%	28
12	Hungary	匈牙利	11,236	23	38.5	14	2.1093%	6
13	Israel	以色列	17,241	20	41.6	12	1.4843%	11
14	Italy	義大利	30,303	15	22.0	23	0.4474%	26
15	Japan	日本	38,455	7	35.0	15	0.5607%	24
16	Lithuania	立陶宛	7,596	24	21.0	24	1.6987%	9
17	Malawi	馬拉威	176	30	0.4	30	1.5682%	10
18	Mauritius	模里西斯	6,047	25	22.6	22	2.3016%	4
19	Netherlands	荷蘭	37,465	8	55.9	9	0.9189%	17
20	Norway	挪威	55,907	1	32.4	18	0.3563%	30
21	Portugal	葡萄牙	16,662	21	51.1	11	1.8872%	7
22	Romania	羅馬尼亞	3,682	27	28.8	21	4.8078%	1
23	Serbia	塞爾維亞	2,565	29	10.2	28	2.4513%	3
24	Singapore	新加坡	49,677	3	32.3	19	0.4003%	29
25	South Africa	南非	4,177	26	8.1	29	1.1872%	13
26	Spain	西班牙	24,179	18	31.8	20	0.8091%	20
27	Sweden	瑞典	40,765	5	32.4	17	0.4890%	25
28	Switzerland	瑞士	51,232	2	70.6	4	0.8475%	19
29	Taiwan	台灣	15,470	22	10.8	27	0.4296%	27
30	United Kindom	英國	38,639	6	82.2	2	1.3088%	12

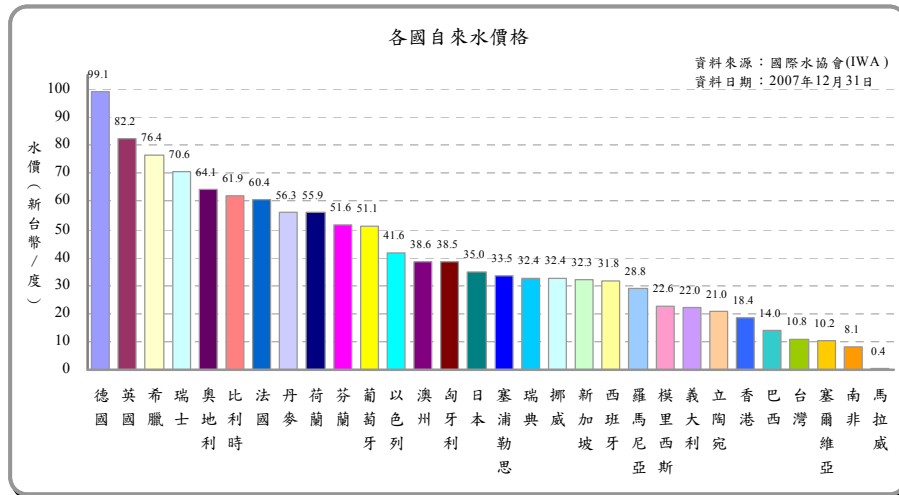


圖 1 各國自來水價格排名

表 3 各國 2007 年平均自來水價統計表 (依水費負擔率排序)

項次	國家 (英文)	國家 (中文)	每人 GDP (美元)	每人 GDP 排名	平均水價 (新台幣/度)	平均水價 排名	水費負擔率	水費負擔率 排名
1	Romania	羅馬尼亞	3,682	27	28.8	21	4.80777%	1
2	Brazil	巴西	3,284	28	14.0	26	2.63256%	2
3	Serbia	塞爾維亞	2,565	29	10.2	28	2.45133%	3
4	Mauritius	模里西斯	6,047	25	22.6	22	2.30164%	4
5	Greece	希臘	20,794	19	76.4	3	2.26128%	5
6	Hungary	匈牙利	11,236	23	38.5	14	2.10927%	6
7	Portugal	葡萄牙	16,662	21	51.1	11	1.88717%	7
8	Germany	德國	34,720	13	99.1	1	1.75645%	8
9	Lithuania	立陶宛	7,596	24	21.0	24	1.69866%	9
10	Malawi	馬拉威	176	30	0.4	30	1.56818%	10
11	Israel	以色列	17,241	20	41.6	12	1.48425%	11
12	United Kindom	英國	38,639	6	82.2	2	1.30880%	12
13	South Africa	南非	4,177	26	8.1	29	1.18722%	13
14	Belgium	比利時	34,751	12	61.9	6	1.09668%	14
15	Austria	奧地利	37,418	9	64.1	5	1.05495%	15
16	France	法國	35,311	11	60.4	7	1.05308%	16
17	Netherlands	荷蘭	37,465	8	55.9	9	0.91894%	17
18	Finland	芬蘭	37,005	10	51.6	10	0.85827%	18
19	Switzerland	瑞士	51,232	2	70.6	4	0.84747%	19
20	Spain	西班牙	24,179	18	31.8	20	0.80907%	20
21	Cyprus	塞浦路斯	27,352	16	33.5	16	0.75473%	21
22	Australia	澳洲	31,749	14	38.6	13	0.74843%	22
23	Denmark	丹麥	47,227	4	56.3	8	0.73350%	23
24	Japan	日本	38,455	7	35.0	15	0.56074%	24
25	Sweden	瑞典	40,765	5	32.4	17	0.48899%	25
26	Italy	義大利	30,303	15	22.0	23	0.44736%	26
27	Taiwan	台灣	15,470	22	10.8	27	0.42962%	27
28	Hong Kong	香港	27,274	17	18.4	25	0.41420%	28
29	Singapore	新加坡	49,677	3	32.3	19	0.40033%	29
30	Norway	挪威	55,907	1	32.4	18	0.35635%	30

表 4 我國自來水費負擔占消費支出比率統計表

年度	平均每人 GDP (美元)	平均每戶消費支出 (萬元新台幣)	每戶每年 用水費負擔率
87	12,679	64.6	0.34%
88	13,609	65.5	0.33%
89	14,519	66.3	0.33%
90	13,093	65.9	0.33%
91	13,291	67.3	0.32%
92	13,587	66.6	0.33%
93	14,663	69.3	0.31%
94	15,714	70.1	0.31%
95	16,073	71.3	0.30%
96	16,792	71.6	0.30%
成長率	32.4%	10.8%	-11.8%

(6)將表 2 依據「水費負擔率」排序(見表 3),發現往往平均每人 GDP 愈低之國家,其「水費負擔率」相形愈高。這可藉由簡單數學觀念即可理解,也就是分母愈小時,比值愈大。前四名之國家依序包括羅馬尼亞、巴西、塞爾維亞以及模里西斯,其平均每人 GDP 排名介於第 25 名至第 29 名,平均水價排名則介於第 21 名至第 28 名。惟台灣平均每人 GDP 雖然為第 22 名,平均水價排名為第 27 名,皆與該四國差異不大,其水費負擔率卻不如前述國家具有高排名,僅排名第 27 名,再度顯示台灣地區水價的確偏低。

(三)台灣地區歷年每戶每年用水費占家庭消費百分比統計

根據行政院主計處公佈之統計資料,將最近十年(87 年至 96 年)之我國平均每人 GDP、平均每戶消費支出、及每戶每年自來水費負擔占消費支出比率編製成表 4。由該表可發現,87 年至 96 年間,我國平均每人

GDP 由 12,679 美元成長至 16,792 美元,成長率為 32.4%;平均每戶消費支出則由新台幣 64.6 萬元上升至 71.6 萬元,成長率為 10.8%,二者均有穩定成長之趨勢,惟同期間之每戶每年自來水費負擔占消費支出比率卻由 0.34%逐年下降為 0.3%,成長率為-11.8%。

世界衛生組織認定合理自來水費負擔占消費支出之比率為 1%至 2%,我國在平均每人 GDP 及平均每戶消費支出逐年成長下,每戶每年自來水費負擔占消費支出比率倒是不增反減,不僅無法維持原有已不合理之極低比率,遑論要達到世界衛生組織所認定之標準。

六、結論

本文之重點並非探討台灣地區之合理自來水價格究竟為何,而是將台灣地區現有自來水價格與世界各國之水價作各種面向之比較,以期有助於釐清水價之相關問題。由諸多數據顯示,相較世界各國,不論是歐美先進國家,或亞洲鄰近國家,我國自來水價格已明顯不合理之偏低。

水價過低，除無法有效鼓勵民眾節約用水、珍惜水資源，對於工業界回收再利用水資源之推動也毫無誘因，因為價廉物美之自來水使得工業界購買自來水之費用往往遠低於自行建置回收再利用系統之成本。

此外，過低的水價將使自來水事業單位之財務狀況失衡，導致無法適時更新設備與汰換老舊管線，進而降低經營績效，相對形成政府對於大量用水者之補貼，衍生用水效率與社會公平的問題。

台灣自來水公司之水價自民國 83 年起即無調整過，近年國際物價高漲，自來水水價究竟是否應合理調整以反映成本，實應有理性及客觀之討論空間。惟水價雖有調整之必要，但台灣自來水公司為國營事業之一，須配合政府政策及考量社會觀感，選擇適當時機，循行政程序陳報經濟部准予合理調整。

作者簡介

廖宗盛先生

現職：台灣自來水公司董事長

專長：水利工程、自來水工程、土木工程、營建管理

周國鼎先生

現職：台灣自來水公司工程師

專長：給水工程、空氣污染防治、土木工程、環境管理

板新給水廠白濁水期間淨水處理之最佳加藥條件探討

文/廖仲洲、吳美慧、姚寶蓮、楊詩思、黃永富、杭子樵、蘇金龍

摘要

板新給水廠主要水源之一取自鳶山堰攔河壩，其平時平均濁度約為 50 NTU，且採以聚氯化鋁(PAC)混凝劑作為淨水處理藥劑，可有效去除水中濁度。然而於民國 96 年 12 月至 97 年 1 月期間，連續發生原水處理成效不佳之情形，初期發生時，按先前所添加 PAC 混凝劑於原水中，混凝後膠羽細小，沉降性不佳，而導致後續過濾池負荷過重，且過小膠羽也易貫穿濾床，而導致配水濁度瀕臨超出內控預警值，因此視此期間低濁度難處理之原水為白濁水。

在白濁水發生期間，嘗試以各種不同混凝劑(硫酸鋁、PAC)與助凝劑(石灰、高分子、高嶺土)來做杯瓶試驗，但以上所添加不同混凝劑與助凝劑表面上似乎可以處理到符合後續處理程序的濁度，但經這些方法處理後濁度的顆粒皆為過小，並不適合用來處理白濁水藥劑。爾後，在原有 PAC 和硫酸鋁混凝劑另外添加 NaOH，可得到較大膠羽，這可能是因所添加 NaOH 能有效提高 pH 來改變顆粒之界達電位，並增強顆粒負電性與 Al^{3+} 結合能力，使其膠羽變為較大也較重，而有利於後續處理流程。其中又以 NaOH 和 PAC 添加效果最好，這可能是所添加 PAC 對於水中鹼度消耗少於硫酸鋁之消耗，這有利於顆粒在較鹼性環境下形成更大顆粒。

一、前言

(一)研究緣起：

近年來因地球溫室效應造成全球暖化

氣候變遷等異常現象，全球各地不斷有水災或乾旱的災情傳出，台灣亦不能幸免。尤其經歷 921 地震後，又遭逢敏都利颱風、艾利颱風帶來四十年來罕見的大雨，造成河川上游各水庫集水區嚴重冲刷坍塌，土石流隨山洪沖入水庫，導致水庫淤積嚴重，淨水場高濁度原水的處理問題已成為必修的課題。然於 96 年 12 月至 97 年 1 月期間本公司板新給水廠又遭遇另一淨水處理課題—低濁度白濁水之處理。

(二)研究目的：

本公司板新給水廠主要水源之一—鳶山堰水源，來自石門水庫洩洪或發電後排水經由大漢溪會流地面未控流量水源，於鳶山堰攔河壩取水，以往於颱風來襲或豪大雨過後，高濁度及低鹼度水源，導致淨水處理困難。然於 96 年 12 月至 97 年 1 月期間板新給水廠面臨另一淨水處理課題—低濁度白濁水之處理。

鳶山堰水源有別於一般水庫或湖泊水源，其平時（扣除高濁度異常期間）平均濁度高達 50NTU，皆以聚氯化鋁（Poly Aluminium Chloride，簡稱 PAC）混凝劑作為淨水處理藥劑。白濁水發生初期，淨水場現場處理效果不佳，混凝後膠羽顆粒細小、沉降效果差，過濾池負荷增加，供水時有超出淨水場內控預警值之情形。原以為混凝劑品質異常，幾經混凝劑主成分再確認無異常。請求總管理處協助、提供支援，界定此期間難處理水為俗稱白濁水。為克服此白濁水期間水處理問題，以期提供品質穩定優良的自

來水，故有此系列研究。

二、研究方法與內容

(一)文獻回顧

本公司各淨水場淨水處理常用之混凝劑（硫酸鋁、聚氯化鋁、氫氧化鈉…）與助凝劑，皆為行政院環境保護署公告之飲用水水質處理藥劑。表 1 為各種混凝劑與助凝劑之優缺點比較。

(二)研究方法

由杯瓶試驗，分別添加不同混凝劑、組合及不同劑量，以期找出最佳建議加藥量。

1.實驗規劃

(1)實驗藥品：聚氯化鋁、硫酸鋁、石灰、高嶺土、高分子、NaOH。

(2)實驗設備：pH 計：附有溫度補償裝置、鹼度測定設備（滴定管、電磁攪拌器、燒杯或錐形瓶）、濁度計、溫度計、杯瓶試驗機、計時器、量瓶、移液管。

2.實驗流程

本研究之架構及實驗流程如圖 1、圖 2 所示：

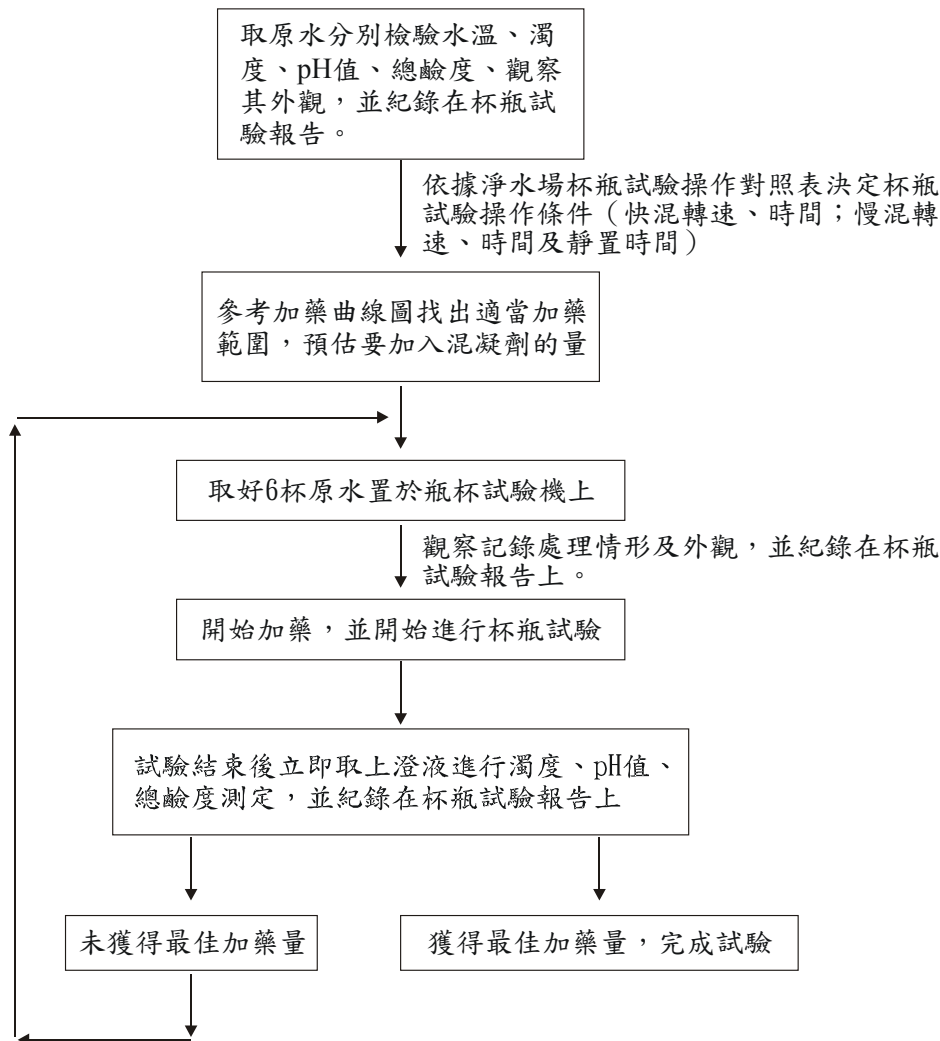


圖 1 研究架構

表 1 各種混凝劑與助凝劑之優缺點

藥劑種類	用途	優點	缺點
硫酸鋁	混凝劑	價廉	形成膠羽小
聚氯化鋁	混凝劑	1.對低濁度、高濁度混凝效果好 ^[2] 2.消耗鹼度少 3.形成膠羽大	價貴
石灰	助凝劑	1.增加膠羽重量 2.增加鹼度	增加硬度
高分子	助凝劑	1.高濁度使用時，可以減少混凝劑使用量 2.不消耗鹼度	
高嶺土	助凝劑	1.增加膠羽重量	

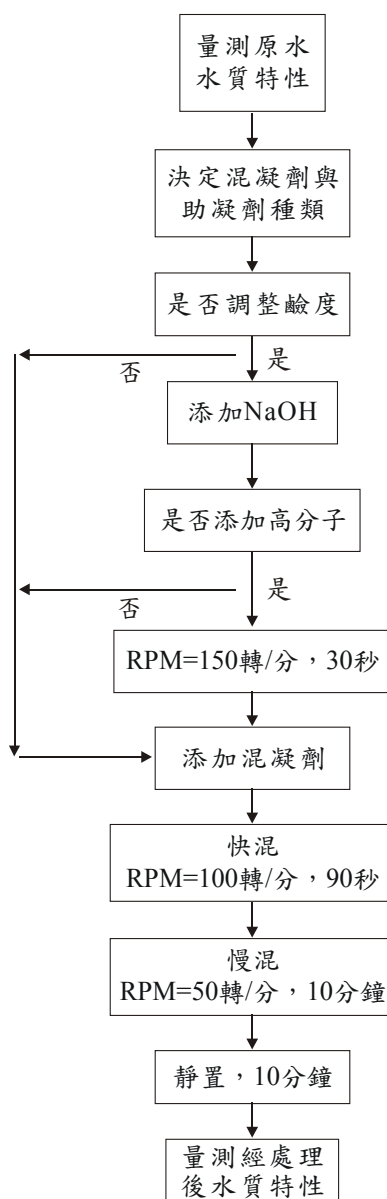


圖 2 實驗流程圖

(三)研究內容：

以 96 年 12 月至 97 年 1 月期間，板新給水廠鳶山堰水源發生白濁水為主要研究對象。因其發生時間為漸進式，故本次研究皆以真實水樣，進行一系列研究。

1. 添加不同量硫酸鋁和不同量 PAC 之比較。
2. 添加不同量石灰與硫酸鋁之比較。
3. 添加高分子與不同量 PAC 之比較。
4. 添加高分子與不同量硫酸鋁之比較。
5. 添加不同量高嶺土、不同量 PAC 與硫酸鋁之比較。
6. 添加不同廠商硫酸鋁之比較。
7. 添加不同量 PAC 和不同量 NaOH 之比較。
8. 添加 NaOH 與不同量硫酸鋁和不同量 PAC 之比較。

(四)檢驗方法：

1. 酸鹼值 pH：依據行政院環境保護署 NIEA W424.51A 方法
2. 濁度：依據行政院環境保護署 NIEA W219.52C 方法本
3. 鹼度：依據行政院環境保護署 NIEA W449.00B 方法

三、結果與討論**(一)添加硫酸鋁和 PAC：**

表 2 原水濁度 59.6 NTU，由杯瓶編號 1.2.3 可知硫酸鋁量固定而增加 PAC 的量，並不會對於上澄液濁度有所降低，反而會有增加趨勢，從杯瓶編號 4.5.6 嘗試與杯瓶編號 1.2.3 相同之 PAC 量而增加硫酸鋁量，上澄液濁度有增高趨勢，這是因低濁度的原水，添加過多藥劑並未能有效去除水中之濁度，此批次部分實驗上的濁度可以有效降低，但殘留於水中的顆粒皆屬於細小，混凝效果不彰，單純添加 PAC 和硫酸鋁不適合白濁水濁度之去除。

(二)添加石灰與硫酸鋁：

表 3 原水濁度 59.6 NTU，杯瓶編號 7,8,9 是固定硫酸鋁而另外逐序增加石灰量，上澄液濁度不降反增，而另外杯瓶編號 10,11,12 不添加任何石灰而僅增硫酸鋁量，對於上澄液濁度有顯著降低，參照杯瓶編號 7,8,9,11 相同 PAC 量而杯瓶編號 7,8,9 有另加石灰，上澄液濁度會因石灰添加量而有所增加，此批次添加石灰為助凝劑，目的是為了形成更粗的膠羽，但此次實驗並未發現有顯著的效果。

表 2 PAC 與硫酸鋁混合使用於瓶杯試驗

杯瓶 編號	劑 量			外觀		上層水靜置後之情況		
	PAC (mg/L)	石灰 (mg/L)	硫酸鋁 (mg/L)	顆粒	外觀	濁度 (NTU)	pH 值	鹼度
1	30		30	細小	白濁	3.91	7.22	62
2	40		30	細小	白濁	4.17	7.10	58
3	50		30	細小	白濁	4.36	7.05	54
4	30		40	細小	混濁	7.15	7.07	56
5	40		40	細小	白濁	4.12	7.02	54
6	50		40	細小	白濁	5.54	7.00	54

(三)添加高分子與PAC：

杯瓶編號30以前為同天所取的水質，原水濁度59.6 NTU；杯瓶編號31至48為另一天所取的水質，原水濁度72.3 NTU，特別以粗線予以區分（見伍、附件五批次不同試驗之原始數據）。從表4杯瓶編號41,44和42,45為固定PAC而另添加高分子，此批次添加高分子的混凝效果不佳，形成膠羽過於細小，不適合白濁水濁度之去除。可知在低濁度時，額外添加高分子並不代表可以得到良好的處理效果。

(四)添加高分子與硫酸鋁：

表5杯瓶編號32至36與46至48為一組添加高分子而另一組未添加高分子，有添加高分子及硫酸鋁的濁度高於未添加高分子的。由數據可知在低濁度原水，增加硫酸鋁的添加，可以有效降底原水的濁度，但另添加高分子，則濁度反而有增加趨勢，高分子主要是靠架橋作用來去除水中之濁度，但添加於低濁度的原水，並沒有降低濁度之效果。

表 3 添加石灰於瓶杯試驗

杯 瓶 編 號	劑 量			外觀		上層水靜置後之情況		
	PAC (mg/L)	石灰 (mg/L)	硫酸鋁 (mg/L)	顆粒	外觀	濁度 (NTU)	pH 值	鹼度
7		5	60	細小	白濁	5.23	7.30	62
8		10	60	細小	白濁	6.29	7.32	63
9		20	60	細小	混濁	8.13	8.80	76
10			50	細小	白濁	4.21	7.22	60
11			60	細小	白濁	3.58	7.10	60
12			70	小	白濁	2.92	7.05	58

表4 添加高分子於含有PAC杯瓶試驗

杯 瓶 編 號	劑 量			外觀		上層水靜置後之情況		
	PAC (mg/L)	石灰 (mg/L)	硫酸鋁 (mg/L)	顆粒	外觀	濁度 (NTU)	pH 值	鹼度
13	20	0.1		細小	混濁	9.73	7.63	60
14	40	0.1		細小	白濁	3.94	7.42	62
15	60	0.1		細小	白濁	4.50	7.32	62
41	60			細小	混濁	7.50	7.34	62
42	80			細小	白濁	3.86	7.20	58
44	60	0.1		細小	白濁	5.87	7.20	60
45	80	0.1		細小	白濁	6.66	7.01	52



表 5 添加高分子於含有硫酸鋁杯瓶試驗

杯 瓶 編 號	劑 量			外觀		上層水靜置後之情況		
	PAC (mg/L)	石灰 (mg/L)	硫酸鋁 (mg/L)	顆粒	外觀	濁度 (NTU)	pH 值	鹼度
16		0.1	20	細小	混濁	15.4	7.57	62
17		0.1	40	細小	白濁	6.92	7.24	62
18		0.1	60	細小	白濁	4.42	7.08	60
32			40	細小	白濁	4.7	7.40	64
34			60	細小	白濁	2.97	7.16	54
36			80	小	白濁	1.88	7.00	52
46		0.1	40	細小	白濁	5.56	7.27	64
47		0.1	60	細小	白濁	3.68	7.11	60
48		0.1	80	細小	白濁	4.03	6.99	56

表 6 添加高嶺土於杯瓶試驗

杯 瓶 編 號	劑 量			外觀		上層水靜置後之情況		
	PAC (mg/L)	石灰 (mg/L)	硫酸鋁 (mg/L)	顆粒	外觀	濁度 (NTU)	pH 值	鹼度
19		5	60	細小	白濁	4.80	7.14	62
20		10	60	細小	白濁	4.34	7.09	60
21		20	60	細小	白濁	3.80	7.07	62
25	50	10		細小	白濁	3.63	7.27	64
26	70	10		細小	白濁	4.39	7.17	62
27	50	20		細小	白濁	5.45	7.25	62
28	70	20		細小	白濁	4.55	7.16	64
29	50	30		細小	白濁	3.80	7.25	62
30	70	30		細小	白濁	2.88	7.18	62

(五)添加高嶺土與PAC與硫酸鋁：

表6原水濁度59.6 NTU，為先添加高嶺土後分別再添加硫酸鋁和PAC，由杯瓶編號19,20,21為固定硫酸鋁並逐步增加高嶺土的含量，濁度有逐步降低的傾向，但仍有微小顆粒無法去除，外觀呈白濁。另外杯瓶編號25、27、29和26、28、30兩批次則是固定PAC

而逐步增加高嶺土，但濁度不會因增加高嶺土含量有所降低或增加。杯瓶編號25、26和27、28和29、30三批次為固定高嶺土而逐步增加PAC，濁度也不會因此有所降低，故高嶺土與PAC混合並用不一定對於白濁水濁度去除有所幫助。

(六)添加不同廠商硫酸鋁：

表7原水濁度72.3 NTU，以 A、B不同廠商生產之硫酸鋁用於杯瓶試驗，由表7杯瓶編號37、38和39、40可看出不同廠商所生產的硫酸鋁對於水中濁度去除有不一樣處理效果（A廠商較B廠商為佳，可能因為不同廠商生產之硫酸鋁耗鹼量不同所致，詳細原因不在此探討），但兩者硫酸鋁所形成膠羽皆過小，仍有微小顆粒無法去除，外觀呈白濁。

前三次批次處理方法包含藥劑選擇（PAC、高分子、硫酸鋁、高嶺土、石灰、不同廠商藥品）、不同藥劑的搭配及添加藥劑含量的改變。其測試的結果單以濁度而言，有多組加藥模式其沉澱後濁度符合現場處理

程序內控的濁度，但經此方法處理後濁度的顆粒皆過小，易於在後續沉澱、過濾之流程產生有貫穿現象的發生，而造成、清水配水濁度升高。

(七)添加PAC和NaOH：

從表8實驗開始，另外再選擇添加NaOH來提高水中之pH，藉由提高pH來改變顆粒之界達電位，並增強顆粒負電性與Al³⁺結合能力，使其顆粒變為較大也較重，以利於後續處理流程。

表8原水濁度63.7 NTU，杯瓶編號49、50、51和52、53、54為固定NaOH含量而添加不同量PAC，顆粒形成的大小會因PAC增加而有所增大。

表 7 A、B 不同廠商硫酸鋁於杯瓶試驗

杯 瓶 編 號	A 廠商硫酸鋁 (mg/L)	顆粒	外觀	濁度 (NTU)	pH 值	鹼度
37	60	細小	白濁	2.75	7.20	62
38	80	小	白濁	1.88	7.02	56
	B 廠商硫酸鋁 (mg/L)	顆粒	外觀	濁度(NTU)	pH 值	鹼度
39	60	細小	白濁	4.45	7.15	60
40	80	細小	白濁	3.99	7.04	52

表 8 添加 NaOH 和 PAC 於杯瓶試驗

杯 瓶 編 號	劑 量			外觀		上層水靜置後之情況		
	PAC (mg/L)	NaOH (mg/L)	硫酸鋁 (mg/L)	顆粒	外觀	濁度 (NTU)	pH 值	鹼度
49	20	10		中	尚可	12.1	8.58	72
50	40	10		大	清澈	5.06	7.88	64
51	60	10		大	清澈	2.56	7.65	64
52	20	4		中	尚可	8.96	7.88	70
53	40	4		大	清澈	6.07	7.65	62
54	60	4		大	清澈	2.30	7.42	60

(八)添加NaOH和硫酸鋁和PAC

表9原水濁度47.3 NTU，杯瓶編號55、56和57、58為相同硫酸鋁而比較有無添加NaOH差異，而有添加NaOH似乎濁度並未降低，反而還有增高傾向，但顆粒大小絕對會因NaOH的增加而有所增大，杯瓶編號57、58

和59、60為相同之NaOH但添加藥劑種類不同，可看出PAC與NaOH搭配所去除的濁度好過於硫酸鋁與NaOH搭配，這可能是添加PAC對於水中鹼度消耗少於硫酸鋁之消耗^[2]，這有利於顆粒在較鹼性環境下形成更大顆粒，也減少NaOH之添加。

表 9 添加 NaOH 之硫酸鋁、PAC 杯瓶試驗

杯 瓶 編 號	劑 量			外觀		上層水靜置後之情況		
	PAC (mg/L)	NaOH (mg/L)	硫酸鋁 (mg/L)	顆粒	外觀	濁度 (NTU)	pH 值	鹼度
55			40	中	尚可	7.08	7.36	62
56			60	中	清澈	3.87	7.18	54
57		10	40	中	清澈	9.51	7.62	66
58		10	60	中	清澈	5.34	7.42	56
59	40	10		大	清澈	3.03	7.93	66
60	60	10		大	清澈	1.22	7.63	64

表 10 添加各種混凝劑處理之效果比較

混凝劑種類及組合	顆粒	外觀	處理效果
PAC+硫酸鋁	細小	白濁	差
硫酸鋁+石灰	細小	白濁~混濁	差
PAC+高分子	細小	混濁	差
PAC	細小	白濁~混濁	差
硫酸鋁+高分子	細小	白濁~混濁	差
硫酸鋁	細小~小	白濁	尚可
硫酸鋁+高嶺土	細小	白濁	差
PAC+高嶺土	細小	白濁	差
硫酸鋁+NaOH	中~大	清澈	好
PAC+NaOH	大	清澈	優

四、結論與建議

由上述三、結果與討論之各組試驗結果彙整於表10，試驗結果以硫酸鋁加氫氧化鈉（NaOH）及以聚氯化鋁（PAC）加氫氧化鈉（NaOH）之加藥處理方式，形成膠羽顆粒大，白濁水中顆粒皆可藉由重力及過濾掃除，外觀呈清澈狀，尤其是以PAC加NaOH之加藥處理方式，其沉澱後濁度符合現場處理程序內控的濁度。

此次板新給水廠白濁水期間，即依據杯瓶試驗結果，以添加NaOH後再加PAC之加藥處理方式應用於現場，克服低濁度白濁水難處理問題，減少細小顆粒貫穿濾床之現象。清水、配水濁度明顯下降，達淨水場內控之標準0.5NTU。

然一般因不同水源、不同地質特性或不同時段所形成之低濁度白濁水，其水質特性不同，適用於淨水場之最佳加藥組合可能有所不同，建議仍需依實際杯瓶試驗結果，作為現場加藥之參考準則。

參考資料

- 1.板新給水廠杯瓶試驗SOP。
- 2.給水工程－高肇藩，1990：253。

作者簡介

廖仲洲先生

現職：自來水公司第十二區管理處檢驗室技術士
專長：水質檢驗與水質處理

吳美慧小姐

現職：自來水公司第十二區管理處檢驗室工程員
專長：水質檢驗與水質處理

姚寶蓮小姐

現職：自來水公司第十二區管理處檢驗室主任
專長：水質管理

楊詩思小姐

現職：自來水公司第十二區管理處板新給水廠技術士
專長：水質檢驗與水質處理

黃永富先生

現職：自來水公司第十二區管理處板新給水廠淨水股
股長
專長：水質管理

杭子樵先生

現職：自來水公司第十二區管理處板新給水廠廠長
專長：水質管理

蘇金龍先生

現職：自來水公司第十二區管理處經理
專長：自來水工程管理與水質管理

淨水場淨水設備池頂加蓋暨附太陽光電設施規劃 設計—以臺北公館淨水場為例

文/吳陽龍、王潔圭

摘要

為確保淨水場的安全、有效防止藻類滋生及餘氯損耗，臺北自來水事業處於公館淨水場計劃將快混、膠凝池、傾斜板沉澱池及過濾池池頂面積約 13,000M² 加蓋，同時在管理廊屋頂及沉澱池上之覆蓋板裝設太陽光電板，預估能發電約 258KW_p，年總發電量約為 186542KWH，可供給公館淨水場管理大樓所需用電，同時與台電市區線併聯，多餘的電可回售台電，以達到節能減碳的目的。如依能源局 96 年我國電力排放係數，1KWH 發電時的二氧化碳抑制量為 0.637Kg-CO₂/KWH，則每年二氧化碳減量約為 118.8 公噸，相當於約 10.6 公頃森林面積或 15840 株樹木之二氧化碳吸收量。

一、前言

公館淨水場於 1977 改建為快濾水場，設計出水量為 480,000 CMD，其主要處理單元包括分水井（1 座）快混池（4 座）、機械凝池（8 座）、沉澱池（8 座）、快濾池（14 座）、加氯池（1 座）及污泥脫水設備。經處理後之水，則由清水抽水機加壓至輸配水管網系統，供應台北地區之用水。

臺北自來水事業處為推動水資源教育同時拓展附屬業務，於民國 91 年將公館淨水場區外約十七公頃之土地開發為自來水園區，提供民眾親水遊憩、綠蔭健行、文化教育、賞景聽樂等的全方位休閒場所，開幕以來，頗受好評，一年來客已達 40 餘萬人；

為確保淨水流程的安全，除於淨水場周圍加設多重圍籬外，另計劃於相關的池頂上加蓋；鑒於全球暖化危機，節能及抗暖化已成為全世界共同關心的重要課題，同時也配合「樂山悅水-優質臺北」：建設臺北為節能生態都市的政策，選擇日照良好的部分覆蓋板上裝設太陽光電板，發電以供場區使用，達到節能及減碳的目的，同時民眾參觀自來水園區時，也可推廣民眾對太陽能發電與節能減碳相關的知識及教育。

二、池頂加蓋規劃、設計考量

(一)淨水場池頂加蓋的優點

1.防止外物侵入淨水處理設施：

於池頂加蓋後，將能防止外物侵入的機會，同時避免任何外來的自然或人為因素而影響，淨水場的正常運作及出水水質。

2.免除風對池內水流的干擾：

露天的淨水處理池內之水流會因強風導致產生迴流現象（circulation），而影響沉澱效果，池頂加蓋頂板將能避免此一干擾。

3.避免池內水體產生熱分層效應：

露天的淨水處理池內之水會因日照產生水溫及密度的變化，於水平流沉澱池中有熱分層（thermal stratification）效應造成之短流(short circuiting)現象；池頂加蓋頂板後，應可獲得改善。

4.抑制藻類滋長：

原水若有優養（eutrophication）情形，於露天池內易滋長藻類，不但對水質有所衝

擊，大量聚生亦會影響水流，特別是在沉澱池傾斜管中；池頂加蓋後，藻類茲生的狀況將會舒減。

(二)池頂蓋板基本需求

- 1.池體頂板材料及結構應力須能承受可能的天然外力（如風力、地震等）之衝擊，及搭載物（如太陽電池模組）之重量。
- 2.搭載太陽電池模組之頂板，其外型須考量應具較佳日照效率之傾斜角度（如 19°~25°）。
- 3.方便雨水及清洗水之排洩，並配合場區之排水系統，將其予以做適當的收集及導

流，以避免版面有積水、納垢的情事、及防止其滲入水池而影響水質。

- 4.為方便檢視池內設備運轉狀況（如混凝機、傾斜管或板、快濾反沖洗等），所有淨水池皆採拱型移動式蓋板，俾便操作人員之巡察。
- 5.池體頂板造型及色彩，須能與現有場區周遭景觀環境相互搭配。

(三)蓋板材質之選擇

- 1.池體頂板材質的選用原則：
 - (1)材料物性強度夠、(2)耐酸鹼性、(3)耐鹽性、(4)耐候性、(5)阻燃性、(6)絕緣性、

表 2-1 頂板材質之比較

材料類別	樹脂基複合材料類	塑膠類	金屬類	木料類	玻璃類
物性強度	佳	普通	佳	差	差
耐酸鹼性	佳	佳	差	差	佳
耐鹽性	佳	佳	差	差	佳
耐候性	佳	普通	差	差	佳
阻燃性	佳	差	佳	差	佳
絕緣性	佳	佳	差	佳	佳
美觀性	佳	佳	差	差	佳
重量	輕	輕	重	普通	普通
施工及加工性	易	易	難	易	難
保養維護	易	易	難	難	難
對水質之影響	無	無	無	無	無
價格	低	低	高	高	高
常用於土木工程之材料	玻璃纖維強化塑膠 (GFRP) - 建議採用之材質	聚氯乙烯 (PVC)、聚乙烯 (PE)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS)	鋼鐵、不銹鋼、鋁、合金材料	原木、夾板	強化玻璃

(7)美觀性、(8)施工與加工性、(9)保養維護容易、(10)不對自來水水質的影響、及(11)價格合宜。

2. 材質的選用:

依前述原則，市場上可供作池體頂板之材質計有：(1)樹脂基複合材料類、(2)塑膠類、(3)金屬類、(4)木料類及(5)玻璃類等五種。經比較後（如表 2-1 所示），其中以複合材料在物性強度、耐酸鹼性、耐鹽性、耐候性、阻燃性、絕緣性、及美觀性上較其他類之材質具優勢，且其重量亦相當的輕，並具較佳的施工及加工性，無需特殊的保養維護工作。

因此，採用樹脂基複合材料中玻璃纖維強化塑膠（Glass Fiber Reinforced Plastics, GFRP）為池體頂板材料。蓋板積層之基體材料以鄰苯類樹脂，補強材料採玻璃纖維；最外層則以耐中度酸、鹼及鹽類環境的間苯類樹脂為主材。

(四)淨水池池頂蓋板範圍及結構分析

公館淨水場淨水池為鋼筋混凝土構造，使用迄今已逾 31 年，經目視檢測現狀，及調閱原設計圖說，依蓋板自重及風力載重新分析其結構的安全性。

經檢討分析，既有池體結構足堪負載新設蓋板，無需進行結構補強，同時也不影響淨水場運作功能。

三、太陽能蓋版規劃、設計

(一)太陽能發電系統型態

1. 獨立型(Stand Alone、Off Grid)系統(如圖 3-1)

- (1)適用地點：高山、離島、基地台…等市電無法到達處。
- (2)工作方式：白天太陽光發電系統發電供應負載並充電、夜間由電池供電，可以

自給自足(必需搭配蓄電池)。

2. 混合型(Hybrid)系統(如圖 3-2)

- (1)適用地點：混合型(Hybrid)系統一般用於離島或偏遠地區。
- (2)工作方式：利用地區性太陽光發電系統發電與風力發電時段互補之特性，可減少太陽電池組列、風力發電機與蓄電池設置容量之投資。混合型(Hybrid)系統可搭配柴油發電機，於太陽光、風力與蓄電池都不足時，啟動柴油發電機，以確保負載用電不中斷。

3. 併聯型(Grid Connected、Grid Tie、Grid Interactive)系統(如圖 3-3)

- (1)適用地點：電力正常送達之任何地點，作為輔助電源使用。
- (2)工作方式：白天太陽光發電系統併聯發電、夜間由台電供電。

4. 防災型(併聯型及獨立型兩者混合型)系統(如圖 3-4)

- (1)適用地點：有防災需求(照明、給水、通信…)之公共設施。
- (2)工作方式：平時太陽光發電系統併聯發電，效率高、利用率高、夜間由台電供電。視需要建置足夠之防災用電池，長時間停電時，白天太陽光發電系統發電供應負載並充電，夜間由電池供電，適合作為救災用電力來源。

依上述分析及考量往後維護，本案採併聯型(Grid Connected、Grid Tie、Grid Interactive)系統。

(二)淨水場負載分析

目前公館淨水場園區用電契約容量約為 2,900KW。其高壓用電負載供高壓泵浦 400HP 4 台，500HP 4 台，600HP 4 台，各泵

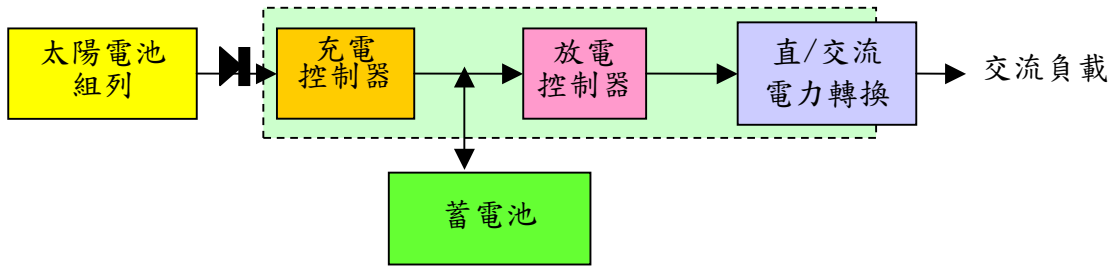


圖 3-1 獨立型(Stand Alone、OffGrid)系統

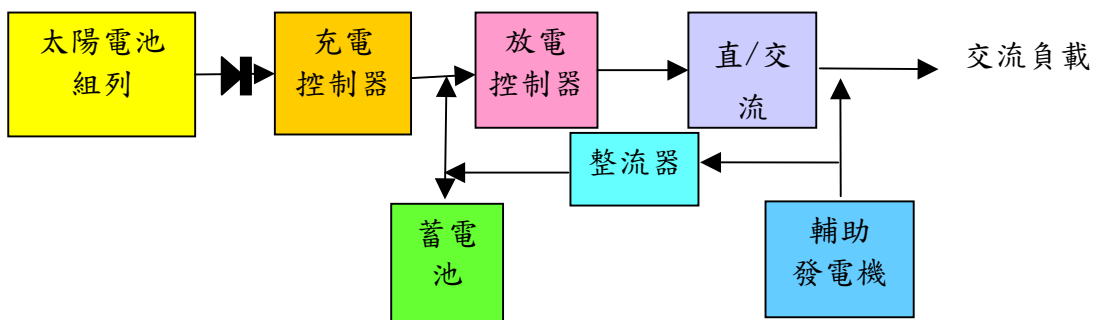


圖 3-2 混合型(Hybrid)系統

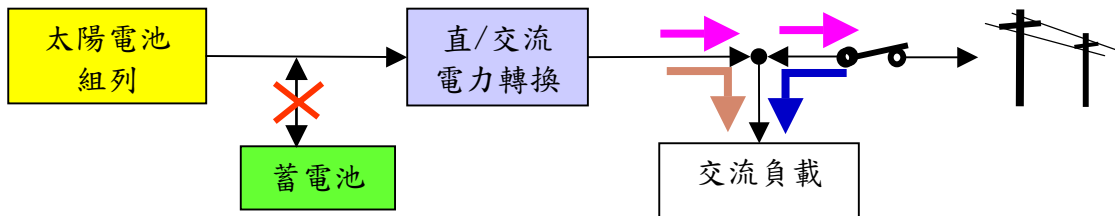


圖 3-3 併聯型(Grid Connected、Grid Tie、Grid Interactive)系統

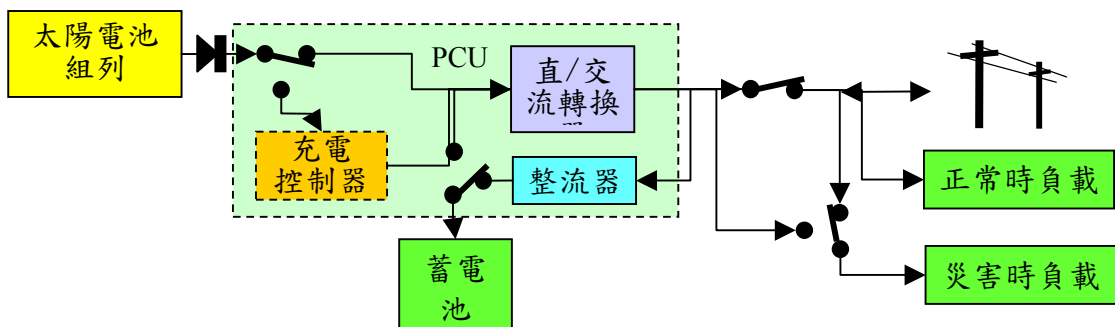


圖 3-4 防災型(併聯型及獨立型兩者混合型)系統

浦不定時運轉使用。

低壓用電負載為辦公大樓、管理廊、污泥處理廠、水霧花園…等使用。

在分析低壓供電負載並經現場查驗發現，辦公大樓及管理廊冬季日間用電量約為 100KW，污泥處理廠用電量約為 120KW～300KW，上述兩處合計最低低壓用電負載約為 220KW，裝設太陽能光電，以提供滿足低壓之基本負載原則，以充分發揮太陽光電最

大發電效益。

於 3、4 號沈澱池頂及操作廊屋頂附掛太陽電池組列，覆蓋面積約 2,570m²，估約可產生 257KWp 以上標準試驗條件下電力（Standard Test Condition, STC），足供前述所需的低壓負載需求。

各池體單元及操作廊屋位置如圖 3-5 所示。

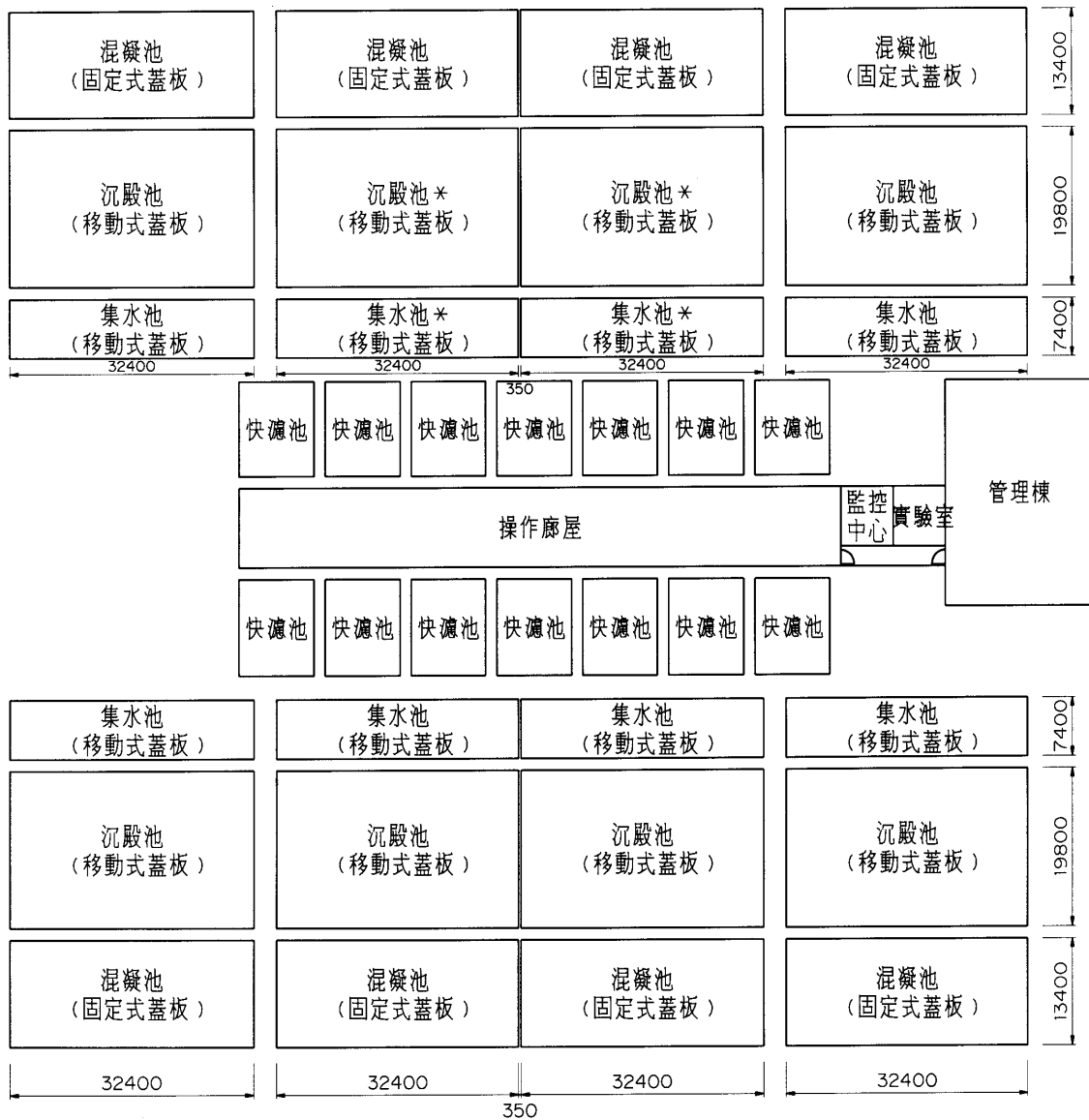


圖 3-5 公館淨水場各池體單元及操作廊屋平面配置圖

表 3-1 地表面反射率

太陽高度 (度)	反射率 (%)
90~50	2.5
40	3.5
20	13.6
10	35
0	100

※規劃時則依年中太陽高度較多的 3.5% 為準。

(三) 陽光發電系統設置分析

1. 日照分析

(1) 日照分析時應考慮事項

A. 地球表面上之日照強度：

一般氣象資料皆按月以 $KWH/m^2 \cdot d$ 的日平均日照量提供。

B. 地表面反射日照量：

依裝置地區的表面性質而異，分析日照量時須依地表面性質考慮反射日照量之影響，依 Japan Solar Energy Society 出版的 New Solar Energy Utilization Handbook 提供，地面的地表反射量係依太陽高度而異。其反射量如表 3-1 所示。

C. 亂射日照量：

本 Nsol 軟體則使用 Liu-Jordan 公式來計算亂射日照量／全天候日照量之比值 \overline{K} ，其計算公式如下：

$$\overline{K} = 1.390 - 4.027\overline{KT} + 5.53\overline{KT}^2 - 3.108\overline{KT}^3$$

式中 \overline{KT} 為晴天指數，Nsol 軟體上則依地區別有 \overline{KT} 值的顯示。

(2) 本工程日照分析情形

依中央氣象局最近 5 年平均氣象資料，本案規劃裝置情形以 Nsol 軟體分析地球表面及傾斜組列表面的日照分析結果，如表 3-2

所示。

2. 遮陰模擬分析原理與公式探討

本案池體基地高程為 $GL + 11$ ，而影響本園區遮陰物體有觀音山 (C 點) 及鄰近建築物 (D 點) 等。本分析將以年中日陰最長之冬至 (12 月 22 日)，針對 C 點及 D 點分析整日日陰情形，以確認本太陽光電裝置是否會受到其日陰影響。

C 點高程為 $GL + 43$ ，若再加上樹高 7 公尺，則高差為 39 公尺。D 點高程為 $GL + 29.2$ ，其高差為 18.2 公尺。

(1) 磁偏角：

由圖 3-6 可知，地球繞太陽公轉的平面 (黃道面) 與地球自轉的平面並非平行，其間有 23.45 的差異，再加上地球繞太陽公轉的軌道 (黃道) 是橢圓形而非正圓形，因此會產生磁偏角 (solar declination) 也有人稱為赤緯角。

雖然實際上是地球繞著太陽公轉，但是以人的立場看，卻習慣將自己所站的地球視為固定不動，而看成是太陽繞著地球轉動的方式，這樣比較容易理解與接受。因此，我們將圖 3-6 改畫成圖 3-7，並將整個天空視為一個天體圓。

由圖 3-7 中可看出，全年之中，每一天太陽和地球的連線與天體圓赤道之間所形成的夾角，也就是所謂的磁偏角 δ 都不相同，會在 +23.450 與 -23.450 之間變化，其計算公式為

$$\delta = 23.45^\circ \sin\left[\frac{360(284+n)}{365}\right]$$

其中 n 為自 1 月 1 日算起的第幾天。

(2)時角：

因為地球自轉一周約為 24 小時，所以，太陽每小時大約自東往西移動 15° ($360^\circ/24$)，定義正午的時角為 0° ，故時角 ω 的計算公式為

$$\omega = 15^\circ [12-H]$$

其中 H 為 24 小時制的時間， ω 為正表示偏東， ω 為負表示偏西。

例如上午 9:00，則 H=9，代入公式

$$\omega = 15^\circ [12-9] = 45^\circ \text{ (偏東)}$$

(3)太陽的高度角：

$$h \text{ (度)} = \sin^{-1}(\sin\phi \sin\delta + \cos\phi \cos\delta \cos\omega)$$

式中

ϕ = 當地緯度

δ = 真赤緯角

ω = 時角

(4)太陽方位角：以真南時為 0° 並以順時鐘方向表示之。

$$\psi = \sin^{-1} \frac{\cos\delta \sin\omega}{\cos h}$$

G、計算遮陰長度：

$$L_s \text{ (m)} = \text{遮陰體高度 (m)} \times \cot h$$

3.遮陰分析結果：

(1)日期：12 月 22 日 (冬至)。

(2)遮陰物體：

A.觀音山山頭。

B.鄰近建築物。

(3)模擬分析結果：(如表 3-3)

(4)遮陰分布圖：

圖 3-8 示依上述分析結果的日陰分布情形，依本分析結果得悉本太陽光電組列裝置將不受日陰影響。

(四)太陽光電發電系統設計

1.系統方塊圖

圖 3-9 示本系統設計方塊圖，含組列接線、直流集線箱、直交流電力轉換器、低壓交流配電盤、高壓配電盤 (含昇壓變壓器) 及併聯匯流排等。

2.設計要點：

(1)直交流電力轉換器容量須 $\leq 6\text{KW}$ ，以維持其三相不平衡電力在 6KW 以下。

(2)模組串接數：串接後其最大組列輸出 V_{oc} 須 \leq 直/交流電力轉換器之最大電壓追蹤器 (Maximum Potential Point Tracer, MPPT) 電壓範圍 (以 0°C 模組溫度時為準)，最低組列運轉電壓須高於 MPPT 最低電壓範圍 (以 75°C 模組溫度為準)。

(3)每具直/交流電力轉換器連接組列容量：連接於每具直交流電力轉換器之模組 STC 輸出電力須 \leq 直交流電力轉換器額定輸出容量。

(4)串接模組：每串串接模組須為同型、具相同傾斜角且相同串接數者。但為配合支架配置且經業主認可者得將不同傾斜角模組予以串接，但其容量不得大於組列總容量之 5%。

表 3-2 本工程日照分析結果

區別	方位角 (度)	傾斜角 (度)	模組日照強度 (KWH/年·m ²)
管理廊屋 (A 區)	225	36.83S	889.15
		28.65S	1029.30
		20.46S	1058.50
		12.28S	1073.10
	45	36.83N	876.00
		28.65N	870.05
		20.46N	992.80
沉澱池 (B 區)	225	23.70S	1047.55
		17.00S	1065.80
		10.20S	1073.10
		3.40S	1073.10
	45	23.30N	974.55
		16.60N	1011.05
		10.00N	1040.25
集水池 (C 區)	225	17.60S	1065.80
		11.80S	1073.10
		5.90S	1073.10
		0.00S	1065.80
	45	17.60N	1003.75
		11.80N	1032.95
		5.90N	1054.85

備註：本表日照強度係集合 Nsol 日照量分析表所示的年日照量 (KWH/年·m²)

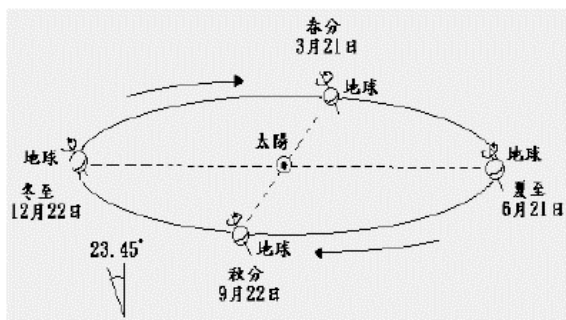


圖 3-6 黃道示意圖

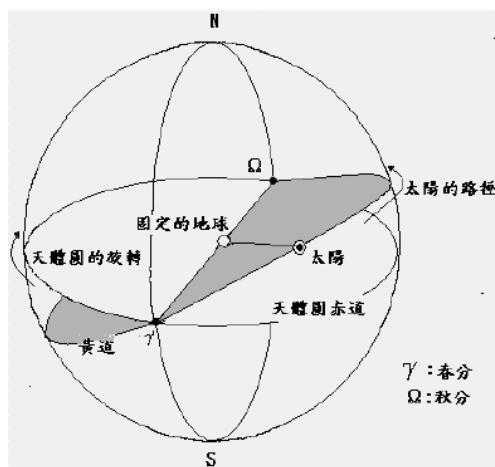


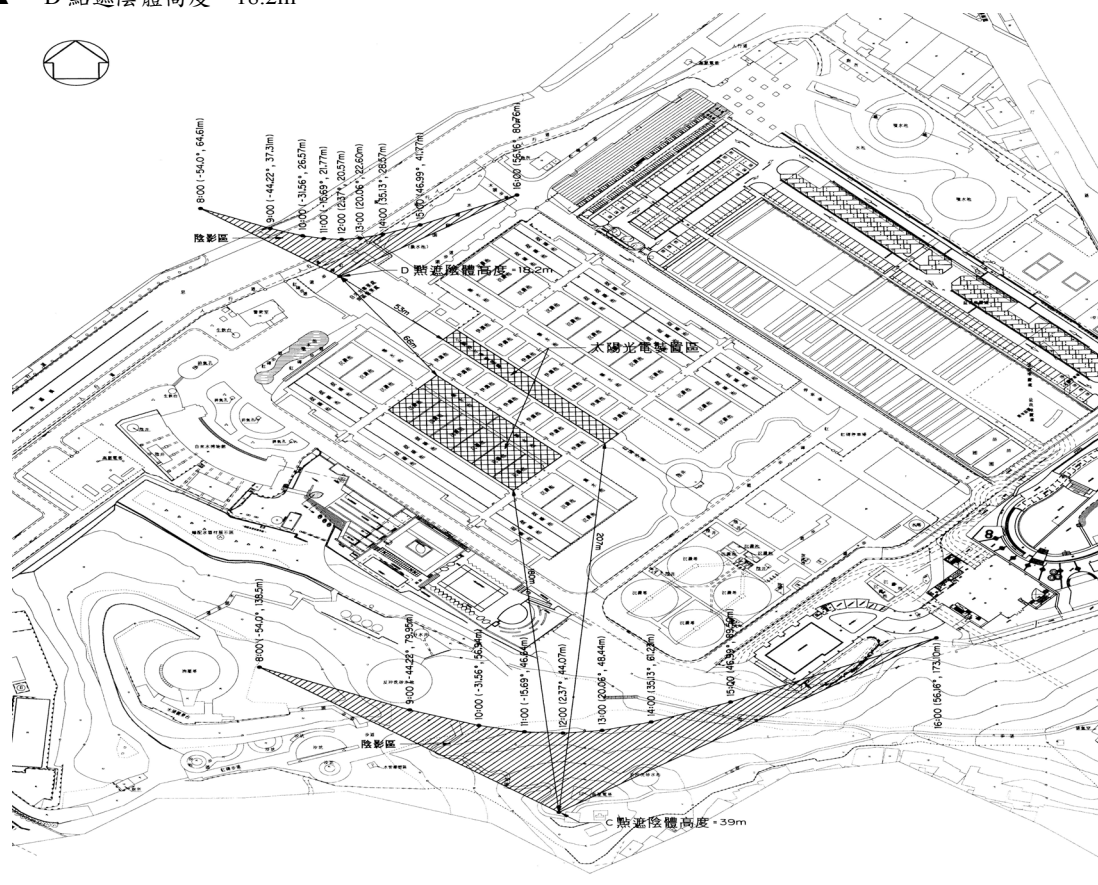
圖 3-7 天體圓示意圖

表 3-3 模擬分析結果

項目時刻	太陽高度 (h) (度)	遮陰方向 (ψ) (度)	遮陰長度 (C) (公尺)	遮陰長度 (D) (公尺)
7:00AM	4.236	-61.67	526.5	245.7
8:00AM	15.75	-54.0	138.5	64.61
9:00AM	26.05	-44.22	79.95	37.31
10:00AM	34.42	-31.56	56.94	26.57
11:00AM	39.91	-15.69	46.64	21.77
12:00PM	41.50	2.37	44.07	20.57
1:00PM	38.83	20.06	48.44	22.60
2:00PM	32.50	35.13	61.23	28.57
3:00PM	23.54	46.99	89.50	41.77
4:00PM	12.88	56.16	173.10	80.76
5:00PM	1.13	63.38	1982.00	92.47

備註：▲ 遮陰方向係以正南為零度，並以順時鐘方向量測的太陽方位角。

- ▲ C 點遮陰體高度=39m。
- ▲ D 點遮陰體高度=18.2m。



太陽光電裝置配置圖
1:1000

圖 3-8 遮陰分析圖

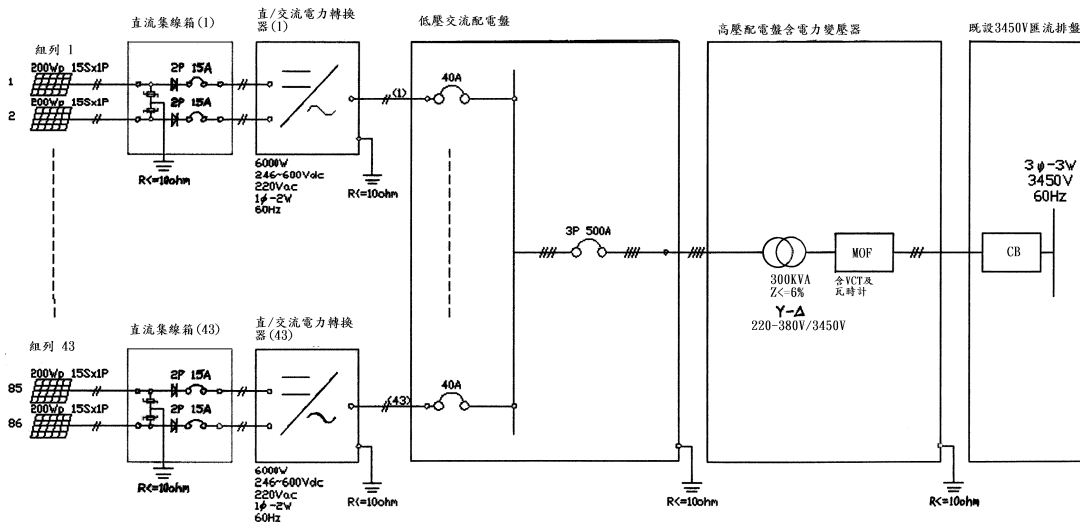
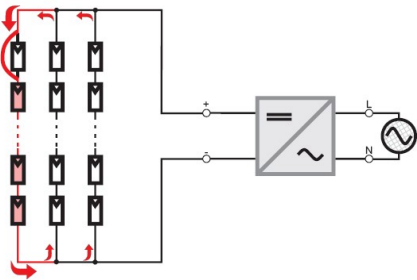


圖 3-9 系統設計方塊圖

(5) 逆送電流：



如上圖所示原則上只有將模組併聯且其端子開路電壓不同時，才會產生逆送電流。

在正常運轉時，如串接電路長度相同，則可予避免。

因模組上的日照強度對模組開路電壓並無顯著影響，在正確規劃的 PV 發電系統，不會產生過大逆送電流，只有在光電發電系統發生故障時(如在 1 個或以上模組短路時)才會產生逆送電流而導致串接模組端點開路電壓相對較其他併聯串接端子電壓為低。

在最嚴重情況下是當故障串接電路電壓在剩餘發電元件的最大功率點 (MPP) 電壓範圍時，太陽電池的內部二極體構造將使

逆向電流通過串接電路至故障點，電流大時，可能導致過熱或損壞該串接電路內模組。

直流電路設計時，應使每一串接電路至直交流電力轉換器間的壓降低於 2%，以防正常運轉情況下產生逆送電流問題。

防止逆送電流之設計有下列幾種方式：

A. 採用串接電路技術方式 (String technology)

在串接電路裡的所有配件設計(模組、電纜、截面積、插頭)需具備其他發電系統以短路電流型態流入的逆送電流容量。在 2 串接體併聯連接時，其逆送電流將不大於該串接電路的短路電流。

B. 裝設阻流二極體方式 (Blocking diode)

與個別串接電路串聯的所謂阻流二極體，可阻止任何逆送電流流入該串接電路。該二極體經常串接於發電串接電路，使流入該二極體時產生極大連續損失。再者二極體本身故障可能導致安全功能或導致整個串接電路的故障。

本方式為目前所常用方式，唯因二極體

本身也會發生故障，國際電氣準則(National Electrical Code；簡稱 NEC) 2005 年版仍要求依串接電路技術要求設計模組連接導線容量大於併聯電路逆送電流容量。因此在市電併聯型的 Multi-String 方式，則不建議採用阻流二極體方式來防止逆送電流。

C.串接熔絲方式 (String fuses)

串接於個別串接體的串接熔絲可限制該串接電路的逆向電流於可許最高範圍，串接熔絲的故障顯然比二極體為低。熔絲故障可依熔絲監視系統檢出。

本設計以採用 String technology 方式較佳。

3.組列設計

- (1)組列最大輸出開路電壓須 \leq 電力轉換器 MPPT 最高電壓。
- (2)組列最低運轉電壓須 \geq 電力轉換器 MPPT 最低電壓。
- (3)組列支架強度須能忍受最大風壓，且須經結構技師簽證。
- (4)組列支架高度均控制 1.5 米以下，不須申請雜項執照。

4.器材選用

(1)太陽電池模組：

所使用模組以單晶／多晶太陽電池不透光型模組為原則，模組特性與品質須符合下列各項要求。

A.安全認證：須經 TUV 等依國際電工委員會 IEC61215、日本工業標準 JIS C8990、CEC503、美國保險業實驗所 UL1703 或其他經業主認可同意之標準認證合格。

B.性能保證：90%輸出電力／10 年以上。

(2)直／交流電力轉換器：

A.安全認證：須依 JIS C8962、UL1741 或德

國電氣工程師協會 VDE0126 / VDE0126-1-1 等標準或其他業主認可之標準認證合格。

B.型式：屋內型 IP20 以上、屋外型 IP54 以上。

C.電氣規格：

(A)最大輸出功率追蹤電壓範圍、容量等須與組列輸出電壓及容量配合。

(B)額定輸出交流電壓：併聯於低壓系統者須與市電電壓配合經昇壓變壓器併聯者，依製造廠額定電壓。

(C)額定頻率：60Hz。

(D)最大負荷轉換效率： $\geq 94\%$ 。

(E)操作功能：

a.可隨輸入側太陽能組列變化或市電停電時自動啓、停。

b.符合美國電子、電機工程師協會 IEEE recommended practice for utility interface of photovoltaic systems 標準要求。

c.具系統低電壓、過電壓、低頻、過頻保護及孤島效應保護功能。

d.屬無隔離變壓器型電力轉換器的逆送直流電流須 $\leq 0.5\%$ 轉換器 AC 側額定電流。

(3)昇壓變壓器：

須由合格國內變壓器廠設計、製造，並須符合 CNS 相關標準要求。

(4)其他配電盤類：

須由專業配電盤商裝置，其使用元件、配線等須符合國內 CNS 相關規定要求。

(5)輸出電量計測瓦時表：

在太陽光電系統市電輸出端裝設一具輸出電力計測用之瓦時表。該瓦時表須經驗證合格。

5. 太陽光電系統裝置之設計

(1) 不同系統導線裝設：

太陽系統電源電路及太陽光電輸出電路不得與其他系統饋線或分路裝設於同一槽板，電纜溝、電纜、出線匣或其他類似配件內，但將不同系統導線使用隔板分隔者不在此限。

為保持被接地線連續性，模組端子間或接線間與被接地太陽光電電源電路導線間，應使用跳線連接。

(2) 設備：

直／交流電力轉換器或模組等須屬經驗明屬使用於太陽光電系統且與系統型式符合者。

(3) 接地故障保護：

太陽光電系統的市電併聯型電力轉換器，須裝設接地故障檢出與斷路裝置，簡稱 GFCI。此一裝置須能啓斷接地故障電流並顯示故障。

該裝置須能於解開接地跳線時動作或於檢出 5mA 故障電流時開啓非接地導線。

四、太陽光電發電系統發電效率檢討

(一) 系統發電量估算

依 3.3.1 節日照分析結果，系統估計損失（以 10% 為準）及直／交流電力轉換器效率（以 96% 為準），並考慮昇壓變壓器及交流配線損失 15%，使用 Nsol 軟體估算系統年發電量結果，如表 4-1 所示。

(二) 發電效率

依 IEC61274 標準及現行太陽光電系統依下式計算各子系統之年太陽光電系統之 PR 值。依工業技術研究院訂定標準，該 PR 值須 $\geq 70\%$ 。

計算公式 $PR = (\text{各子系統年發電量}$

$(KWH) / \text{各子系統容量}(KW) / (\text{年日射量強度}(KWH/m^2) / \text{標準日射強度}(KW/m^2))$

式中：

年發電量及日射量係依中央氣象局臺北地區觀測站資料及各子系統裝置模組方位角與傾斜角下使用 Nsol 電腦軟體算出數據。

標準日射量強度則等於 $1 KW/m^2$ 。

(三) 減碳效益檢討

1. 減碳基準

依據能源局公佈 96 年我國電力排放係數，1KWH 發電時的二氧化碳抑制量為 0.637Kg-CO₂/KWH；另單位面積林地二氧化碳固定量約 11.2 公噸/公頃/年，而平均單株二氧化碳固定量約 7.5 公斤/年。

2. 環境貢獻效果試算

以本計畫估算之年發電量 197516.70KWH 估算，每年二氧化碳減量約為 118.8 公噸，相當於約 10.6 公頃森林面積或 15840 株樹木之二氧化碳吸收量。

3. 減碳量顯示

本工程將於展示板除顯示系統功能數據外，同時顯示減碳情形，以使民眾了解太陽光電系統減碳功能。

五、結論

(一) 淨水場一般設置於開闊地區，如日照良好又有用電需求時，基於維護淨水設施、飲用水安全及有效防止藻類滋生、餘氯損耗等考量，需於快混池、機械混凝池、沉澱池、快濾池等淨水處理單元上加設蓋板時，可考慮於蓋板附設太陽光電發電系統，如此除可提高淨水場淨水設施及飲用水安全外，亦可利用太陽光電發電供給場區用電或回賣給臺電，

表 4-1 年發電量分析表

區別	方位角 (度)	傾斜角 (度)	組數 (組)	發電量 (KWH/年)
A-1	225	36.83S	2	8044.50
A-2		28.65S	2	9292.00
A-3		20.46S	2	9586.00
A-4		12.28S	2	9682.00
A-5	45	36.83N	2	7092.00
A-6		28.65N	2	7830.50
A-7		20.46N	2	8966.00
A-8		12.28N	2	9284.00
A 區組列容量=96 KWp，年發電量=70587.00KWH/年				
B-1	225	23.70S	4	18924.00
B-2		17.00S	2	9627.00
B-3		10.20S	2	9702.00
B-4		3.40S	2	9682.00
B-5	45	23.30N	4	17608.60
B-6		16.60N	2	9112.00
B-7		10.00N	2	9399.00
B-8		3.30N	2	9590.00
B 區組列容量=120 KWp，年發電量=93644.60KWH/年				
C-1	225	17.60S	1	4805.00
C-2		11.80S	1	4845.00
C-3		5.90S	1	4851.00
C-4		0.00S	1	4831.40
C-5	45	17.60N	1	4532.20
C-6		11.80N	1	4661.40
C-7		5.90N	1	4759.10
C 區組列容量=42 KWp，年發電量=33285.10 KWH/年				
總組列裝置容量=258KWp，總年發電量=197516.70 KWH/年				

備註：a. 方位角係以正北為 0°，正東為 90°為準。

b. 年發電量係依中央氣象局之最近 5 年之台北地區氣象資料為準。並以 Nsol 軟體估算之。

c. 表中組列傾斜角及方位角係依支架實際設計為準。

表 4-2 各子系統發電效率評估結果

區別	方位角 (度)	傾斜角 (度)	組數 (組)	發電量 (KWH/年)
A-1	225	36.83S	2	8044.50
A-2		28.65S	2	9292.00
A-3		20.46S	2	9586.00
A-4		12.28S	2	9682.00
A-5	45	36.83N	2	7092.00
A-6		28.65N	2	7830.50
A-7		20.46N	2	8966.00
A-8		12.28N	2	9284.00
A 區組列容量=96 KWp，年發電量=70587.00KWH/年				
B-1	225	23.70S	4	18924.00
B-2		17.00S	2	9627.00
B-3		10.20S	2	9702.00
B-4		3.40S	2	9682.00
B-5	45	23.30N	4	17608.60
B-6		16.60N	2	9112.00
B-7		10.00N	2	9399.00
B-8		3.30N	2	9590.00
B 區組列容量=120 KWp，年發電量=93644.60KWH/年				
C-1	225	17.60S	1	4805.00
C-2		11.80S	1	4845.00
C-3		5.90S	1	4851.00
C-4		0.00S	1	4831.40
C-5	45	17.60N	1	4532.20
C-6		11.80N	1	4661.40
C-7		5.90N	1	4759.10
C 區組列容量=42 KWp，年發電量=33285.10 KWH/年				
總組列裝置容量=258KWp，總年發電量=197516.70 KWH/年				

備註：由上表分析得悉本工程設計發電效率 (PR 值) 皆在 72% 以上，大於一般標準值 70%。

另可響應全世界共同關心的節能、減碳課題，亦可達到節省用電成本。

(二)本計劃設置 FRP 蓋板面積約為 13,000M²，太陽光電發電容量為 258KWp，經費分別為約 1 億 8 佰萬元及 7 仟 9 佰萬元，太陽光電發電每 KW 建置成本約 30 萬元，年發電量約為 197516.70KWH，以 20 年為太陽光電發系統使用壽命評估，太陽能發電每度成本約為 20 元，與臺電每度電費 2.5~2.8 元仍有一段距離，但本案屬示範性質，為推動節能及溫室氣體減量措施，建設臺北為節能生態都市策略。長期趨勢太陽光電發電系統建置成本是往下降的，當太陽光電發電系統所發 1 度電費用少於臺電電費時，則是太陽光發電系統能普遍推廣的時候，但近期國內再生能源補助相關法案如能儘早立法通過，則可使國內設置太陽光發電系統意願提高，為全球暖化危機，儘一份地球國民的心力。

(三)再生能源除太陽光電發電外另有風力發電系統，臺灣除本島沿海臺北縣至彰化縣每年約可發電 3000 小時，屬最佳風場區域外，還有世界一級的絕佳風場澎湖，每年約可發電 4000 小時，大型風力發電系統（容量：600KW~6000KW）設置最多的地方是彰化縣彰濱工業區約 150 座，相當是臺灣風力發電設置機組數量的一半，以風力發電設置成本每度約 2.4 元低於臺電電費，比太陽光電發設置有誘因，除臺電有設置大型風力發電外，目前另有英華威公司設置，未來亦可評估本計劃自來水博物館園區內是否有可設置風力發電系統之可行性。

參考文獻：

- 1.台電公司興建太陽光發電系統及投資太陽光電產業可行性研究,台灣電力公司,93年12月
- 2.「太陽能應用推廣說明巡迴列車講義」、經濟部能源委員會，中華民國90年。
- 3.「太陽光電建築應用說明會講義」、工業技術研究院太陽光電科技中心，中華民國96年
- 4.Planning & Installing Photovoltaic Systems(2005)
5. New solar energy utilization handbook
- 6.IEEE recommended practice for utility interface of PV systems
- 7.IEEE guide for terrestrial photovoltaic system safety
- 8.Standard for static inverters and charge controllers for use in PV power systems
- 8.吳旭晉、陳耀銘「固定式太陽能電池最佳安裝角度之研究」中華民國第21屆電力研討會 pp.967-971,2000。
- 9.林俊銘、李明博、黃聖澤、劉宏益、林文德、卓胡誼「太陽能追日系統之研究：第一篇：公式的準確性」崑山科技大學電機系。
- 10.李清男「建築節約能源設計分析與全尺度實驗印證」中山大學博士論文，91年5月。
- 11.顏文治「風力發電系統設計與建築應用」工研院新能源技術組。

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：自來水工程規劃、設計、施工及工程品質管理

王潔圭先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊 副工程司

專長：自來水電機設計、規劃

自來水事業建置環境管理系統模式之研究

文/郭瑞華、陳曼莉、吳能鴻、張序周

摘要

自工業革命以來，人類汲汲於生產效率與經濟發展，大量開採自然資源，各類產業累積之污染，肇致臭氧層破裂、溫室效應、酸雨、熱帶雨林消失、土地沙漠化等全球性的生態浩劫，環境再生功能日漸失衡，部分物種瀕臨消失，人們終於體認到唯有確保生態資源的穩定，方為經濟永續發展治本之道。

企業今天要面對的問題，除了獲利外，更要思考企業存在是否對社會有利？是否改善了環境？而不只是獲利的工具，更應是負責任的公民，管理大師波特強調現在全球企業領導的當務之急，就是思考企業公民（Corporate Social Responsibility, CSR）的角色，將社會責任與經營策略結合，將是企業未來新競爭力的來源；自來水雖然是傳統產業，決不能自外於這波開創永續價值的浪潮！

特進行本研究以建立自來水組織之環境管理模式，期望類似產業亦能循此模式，有效管理環境降低事業活動對環境的衝擊，建立環境管理系統，以期水資源永續綿延。

一、前言

ISO 環境管理系統標準之建立，肇始英國於 1992 年 3 月提出的英國標準「BS7750 環境管理系統」，顯見其環境管理方面之領導地位，而成立於 17 世紀初期的泰晤士水務公司（Thames Water Utilities Ltd.）則是該

國規模最大之自來水與下水道公用事業機構，自是籌設環境管理系統者師法對象。相較西方國家，日本東京都係該國自來水系統最為完善的都市，東京都水道局之自來水處理技術與管理制度，均執亞洲國家之牛耳，我國自來水建設肇始日本，組織與制度等方面多係沿襲日本實務；職是之故，本研究將先行蒐集渠等 ISO 制訂環境管理系統之始末、核心精神及具體規範，以深入渠等環境管理實務經驗，盼能結合東西方之精學，作為導入我國自來水事業之參考。

本研究除分析英日兩國自來水實務外，並將針對我國自來水各項作業與國情之特性，嘗試建立自來水事業靜態管理系統模式，並以此系統模式導入臺北自來水業處為例，具體說明據此模式之導入成果。

二、英國泰晤士水務公司環境管理系統概況

成立於 17 世紀初期的泰晤士水務事業有限公司，供水轄區涵蓋倫敦及英國東南地區，每天供應 260 萬噸清水至 850 萬用戶，其環境管理起步甚早，環境保護等相關理念、實務作法等各方面，在在顯示其規劃之百年遠見，茲摘要該公司相關環境管理事項，供自來水產業同仁參考。

環境承諾計畫：

泰晤士水公司現行環境管理系統中的「環保承諾計畫」，係根據 ISO 14001 與該公司特定目標訂定，重點計有：1.查明環境法律和相關政策規定 2.確定重大環境影響程度

3.設定目標以管理這些影響 4.定期稽核。推動組織則係由公司行政總裁綜理環境管理之責，並設有環境總監、搭配環境保護專家共同執行相關任務。

(二)環境政策 (Environmental Policy)：

針對每個關鍵環境影響訂定環保目標，包括「水資源管理」、「能源管理」、「減少廢棄物及再生利用」、「廢水管理」、「地表水源控制」、「污泥燃燒」、「運輸」、「生物多樣性」、「土地管理」、「綠色採購」、「氣候變化之因應」等環境政策，進而制定具體政策及行動方案，摘要如下：

1.水資源管理：

係由水資源與用戶需求等兩個角度進行管理；一方面儘量降低對環境衝擊，另一方面則必須滿足用戶需求，對內致力降低管線損漏，對外則提供用水知識及誘因，以鼓勵用戶主動查修自家用用水設備。

2.能源管理：

自 1995 年起，該公司即導入一套綜合能源管理系統，訂定長期節約能源計畫及行動方案，並透過能源研究所之能源效率認證計畫，審查能源管理實務，以減少能源消耗。2005 年該公司共使用 1,223 千兆瓦小時電力，其中 87%購自外部電力公司，13%來自沼氣再利用及直接焚燒淤泥之再生能源；除電力外，該公司亦使用天然氣和柴油作為備用發電，並以 2005 年為比較基準，預定於 2010 年可產生 10%的額外再生能源。

3.減少廢棄物及再生利用：

針對 Defra's waste guidelines 事業運轉用廢棄物、資本投資廢棄物及消耗性廢棄物進行減量及再利用研究；經由持續研究新技術和導入減少浪費增加再生利用的創新解決

辦法，迄 2005 年已連續 4 年降低 15%廢棄物。

土地管理：

持續檢討土地管理政策，以確保良好的土地質量永續維護與管理；具體措施包括：檢討相關策略，以符合土地污染法規、從地方政府角度深入了解現行業務，並作出回應、主動採取自願性行動，透過自訂審查程序，經由監管機構或第三方，以彌補泰晤士水公司施工時造成的土地污染問題。

5.綠色採購：

該公司認為維持長期供應關係當可降低對環境和社會風險。為此，泰晤士水公司 7 成以上的採購，係透過開口合約模式和 300 個策略性供應夥伴簽定供應協議，並定期檢討供應合約，以確保它們能夠繼續滿足業務需求，就長遠目標而言，符合開放的、非歧視的、具競爭性的招標程序，加上穩定的業務關係，除有助於降低成本外，也符合公平原則，各方都能受益。

6.運輸：

汽車是造成當地和全球污染的元兇，該公司約擁有 2,500 車輛，每年運輸里程超過 13 萬公里，因而訂定以下綠色交通政策：(1) 所有車輛安裝及監測自動車輛定位系統，以評估燃油效率改善實績 (2) 提供員工關於汽車對環境影響的資訊，作為他們購置車輛的參考 (3) 審查支持替代汽車備選方案，包括步行、騎自行車和使用大眾運輸工具等 (4) 推廣替代工作方法，減少出差需要，例如視訊會議、遠距會議等。

7.污水：

污水處理技術變得越來越複雜，該公司透過 67,000 公里污水下水道管網、2,478 座

抽水站、349 處污水處理廠，收集及處理超過 1,300 萬人及眾多產業所產生的污水，入超過 10 億英鎊於污水處理建設，採用最嚴格的標準，幫助泰晤士河流域維持不錯的水質。

8.氣候變化之因應：

氣候變化和變異是全球性問題，並影響整個水循環，包括夏季更炎熱、冬季多雨、更頻繁的極端天氣事件，例如乾旱、洪水肆虐頻仍、季節性乾旱等，這些變化影響波及各地水務產業；該公司預估氣候變化加上日後可能增加的人口，將是該公司的重大挑戰，因此不僅需要減少溫室氣體排放，尚須積極規劃和管理對氣候變化的影響。

三、日本東京水道局環境管理系統概況

東京水道局不但在淨水工程技術採用之「高度淨化處理」領先亞洲其他國家，更因該國長期重視環境保護，相關的環境管理政策與具體方案，頗值臺灣自來水事業借鏡學習；茲分別針對「環境基本方針」、「政策架構」、「政策方向」、「具體目標」、「推動組織體制」等項目，逐一概略介紹其環境管理系統內容（如圖 1）。

(一)環境基本方針：

- 1.維護水資源：水源區保育治理，以提供永續穩定、安全的自來水。
- 2.維護淨水過程環保：淨水工程的噪音、排放及一切運作過程，均以降低環境影響為目標。
- 3.維護生活環境負荷：有效利用天然資源，防止地球暖化，並廢棄物再利用，以達到節能減碳。
- 4.提升環保意識：灌輸員工環保觀念，進而

影響用戶以建立環保共識。

- 5.持續改善環境管理系統：訂定環境目標，並時時檢視修正環境管理系統。
- 6.遵守環保法規：遵守水道事業所適用之相關環保法規。

(二)政策架構：

在環境基本方針下，訂定 11 個推動方向，並延伸出 65 項行動方案與重點目標，以落實環境基本方針，摘要如下：

- 1.政策方向：(1) 水源區保育治理 (2) 有效利用水資源，確保安全用水 (3) 淨水用藥劑安全管理 (4) 降低用車廢氣排放 (5) 降低設施工程噪音及振動對環境之影響 (6) 防止地球暖化 (7) 減少廢棄物並再利用 (8) 溫室效應對策 (9) 提升員工環保意識並加強溝通用戶 (10) 環境管理系統持續修正 (11) 更明確對應相關法規責任。

2.行動方案及重點目標：

行動方案係綜合環境基本理念、基本方針，並配合相關環保法規，從環保面考量經濟性或技術性來選定，每年檢視 1 次，並檢討新設方案，以符合實務，並依環境基本方針及政策方向分類管理，各年度均明確制訂預定目標並列示於行動計畫表內，尤其涉及民有林地影響水源區水土保持不良、處理設施增加能源使用量、建設工程廢棄物或淨水產生污泥等後續衍生的問題，均列為行動方案之重點目標，2006 年重點目標摘要如下：

- (1)提高水源區林地保育：人工育林，增加林地覆蓋比率為 4.4%。(以 2002 年度的 3.6%)。
- (2)有效利用天然能源：太陽能發電規模達到 6,800KW。(2002 年度的 1,600KW)。

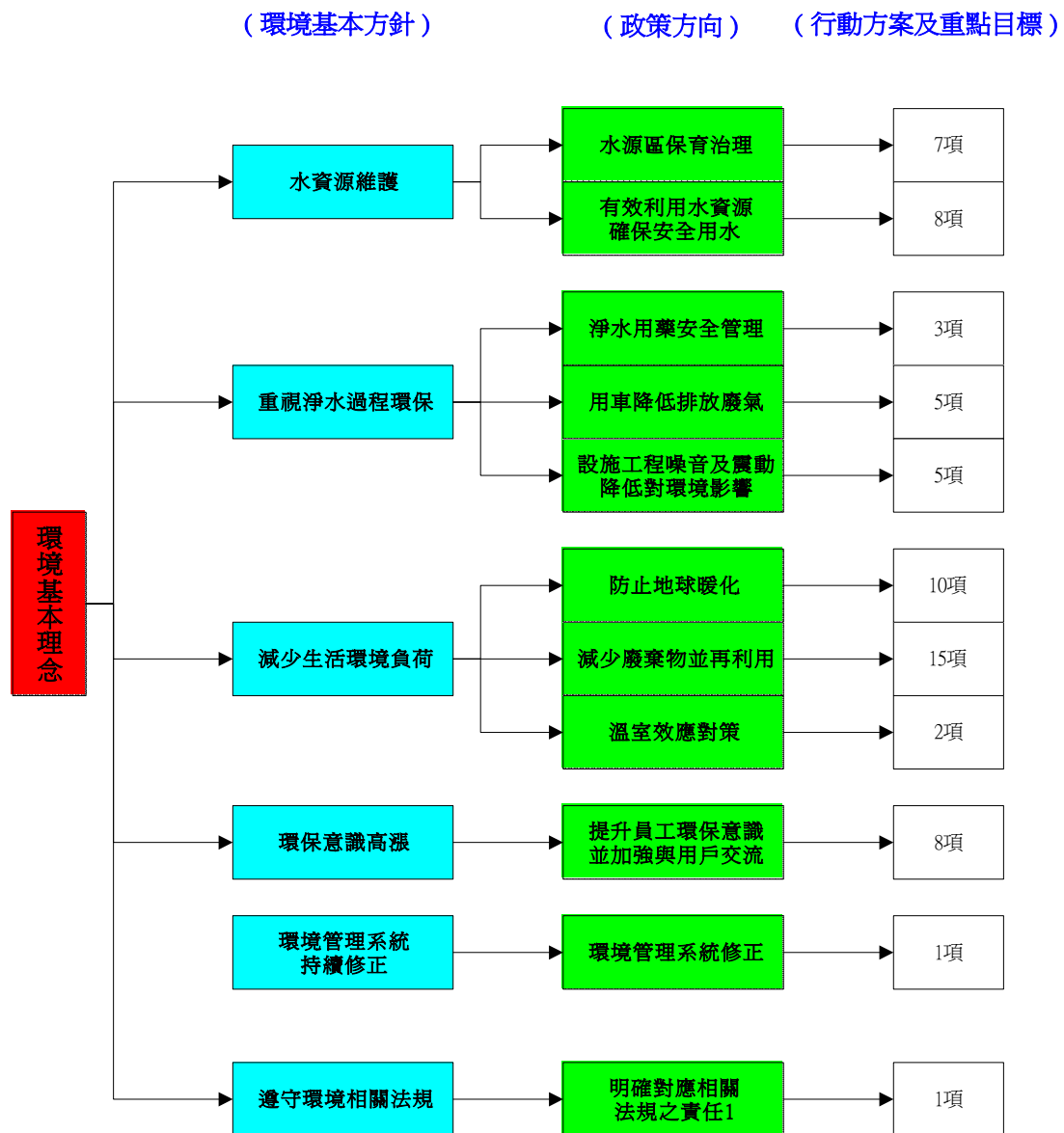


圖 1 日本東京都水道局環境基本理念架構

- (3)有效利用淨水所產生的污泥：淨水後所產生污泥利用率達到 88%。(2002 年度的 66%)。
- (4)降低二氧化碳排放量：水道局事業運作所產生二氧化碳排放量降低 2%。(以 1990 年度為基準，包含水源區林地所吸收效果)。
- (5)另有關京都議定書大家需協力制止地球暖化計劃，期程若超出中程計畫時，則列

為長程目標，預定降低水道局事業運作產生二氧化碳排放量 6% (以 1990 年度比較的 2010 年度目標年)。

(三)推動組織體制 (如圖 2)：

為有效執行行動方案可以 PDCA (計畫、執行、稽核、建議改善) 來檢視，並訂定推動環境計畫之組織架構，各層次執行分工項目如下。

- 1.管理層：水道局環境計畫最高負責人。

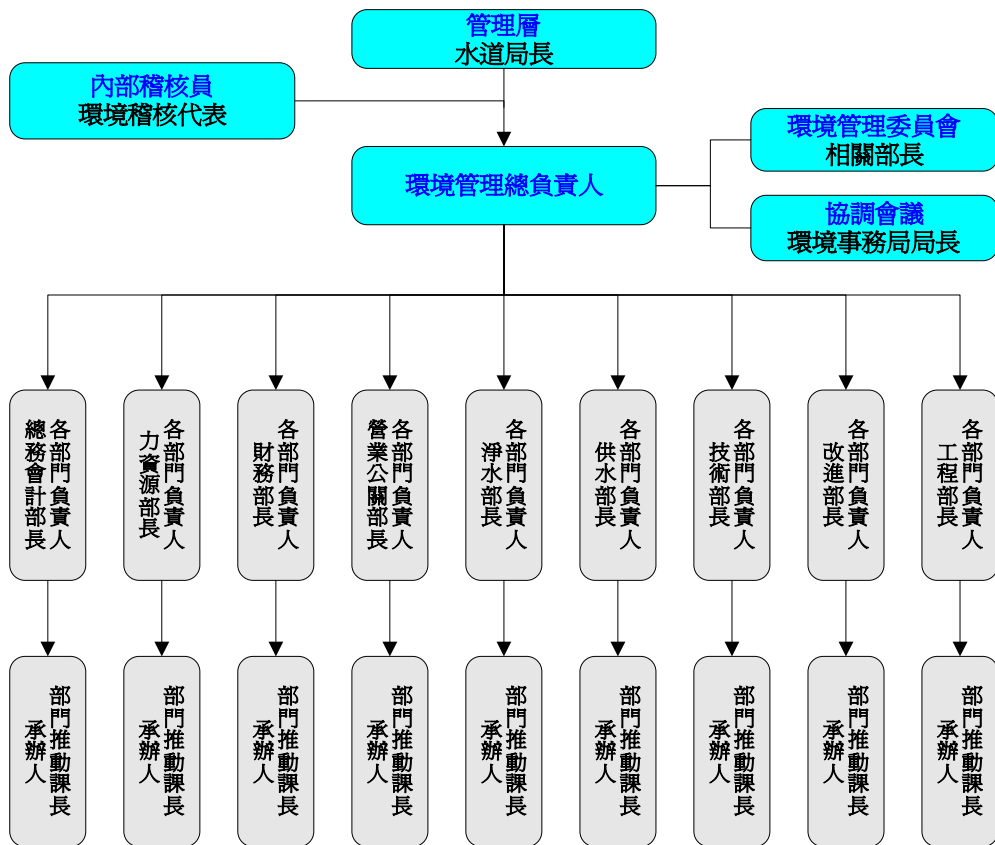


圖 2 日本東京都水道局推動環境管理組織圖

- 2.環境管理總負責人：總負責執行水道局環境計畫。
- 3.環境管理委員會：審議環境計畫執行並提報。
- 4.協調會議：執行部門與環境管理事務局的協調。
- 5.內部稽核員：稽核行動方案的執行並評審。
- 6.環境管理事務局：執行水道局環境計畫之事務局。
- 7.執行部門：依據職能別，責由各部門主管負責規劃行動方案並予完成。

前述日本東京都水道局與英國泰晤士水務事業有限公司之環境管理內容，顯示即便同為自來水產業，東西方觀點與重視的方向互有異同，在推動組織方面，均由組織最高層次主導推動事宜，並另設環境管理總負責人幕僚單位；基本方針則均以遵守環境法

律為原則，並持續稽核、修正相關作業；環境政策方面，水資源及能源管理、溫室效應等相關因應政策均有列入項目，惟環境意識與對應法律方面，可能英國已步成熟階段，故未特別列為政策內容。渠等各項環境管理規劃內容，殊值我們參考學習，為有效導入我國自來水產業施行，整理如表 1。

四、自來水事業建置環境管理系統之模式

國際標準組織自 1996 年起，陸續具體制訂 ISO 14000 環境管理系列標準，其中 ISO 14001 環境管理系統標準主要即針對企業建立環境管理制度，且適用於各種規模及產業型態。企業可依據本身之條件，控制對環境的改善速度與幅度，建立適合自己運作之環境管理系統。另外，企業於建立環境管理系

統之後，應持續有效的運作，並改善其環境績效，後續應逐步建立環境績效指標，並以出版企業環境報告書為目標。

本研究的目的是在於能建立一個自來水事業環境管理系統模式，供自來水組織推動環境管理統導入的參考，這個系統模式在過往討論中較侷限於「環境管理制度」，很多案例上就直接引用 ISO 14001 標準作為環境管理系統的模式，但在實務導入過程中有些

許的不足，本研究嘗試增加「環境推動組織」與「環境政策方案」等 2 個模式（如圖 3），以「環境管理制度」、「環境推動組織」與「環境政策方案」作為環境管理系統模式的架構，環境推動組織配置資源，落實執行環境政策、目標與方案；以環境管理制度持續檢討環境政策適當性，評量環境目標方案的成效；環境推動組織遵循管理制度不斷進行管理循環。

表 1 日本東京都水道局與英國泰晤士水務公司環境政策與重點目標比較表

比較項目	日本東京都水道局	英國泰晤士水務公司
推動組織 層次	水道局局長領導 另設環境總監	行政總裁領導 另設環境計畫總負責人
環境政策 及 重點目標	<p>相同或類似項目：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 水資源維護、水源區保育治理，有效利用水資源，並確保安全用水 2. 遵守環保相關法規，更明確對應相關法規責任 3. 環境管理系統持續修正 4. 維護生活環境負荷、降低對環境之影響 5. 淨水用藥劑安全管理、維護淨水過程環保 6. 減少廢棄物並再利用 7. 防止地球暖化、溫室效應 8. 用車降低排放廢氣 <p>相異項目：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 提升員工環保意識並加強與用戶溝通 	<p>相同或類似項目：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 水資源管理、地表水源控制 2. 查明環境法律和政策規定 3. 定期稽核，確保持續改進。 4. 確定重大環境影響，設定目標，管理影響程度 5. 污水、廢水管理 6. 減少廢棄物及再生利用、污泥燃燒 7. 氣候變化之因應、綠色採購 8. 運輸 <p>相異項目：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能源管理 2. 土地管理 3. 生物多樣性

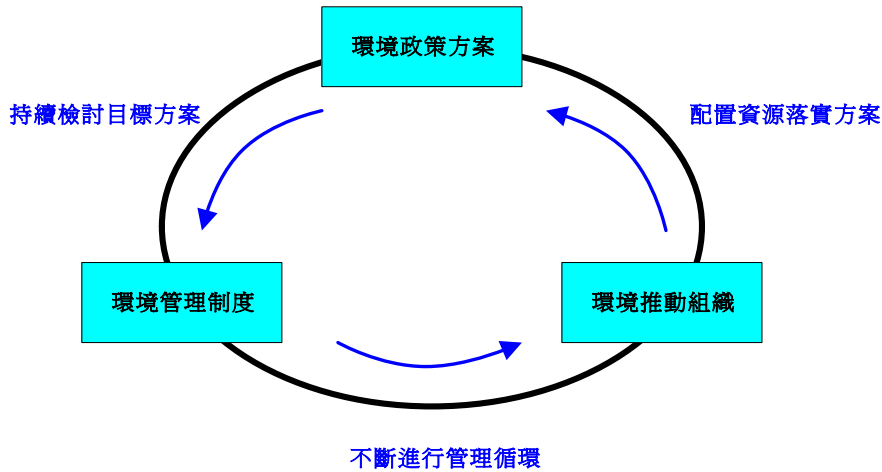


圖 3 自來水事業環境管理系統模式架構

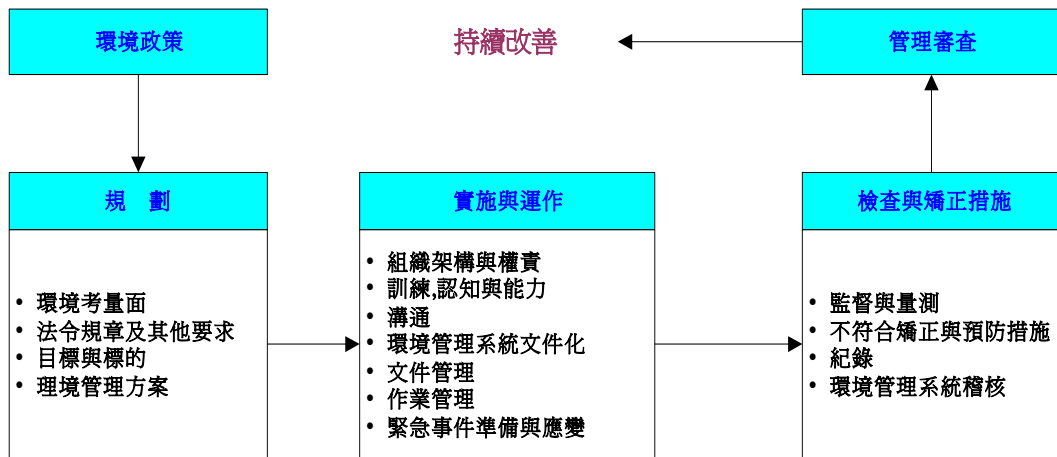


圖 4 ISO 14001 環境管理系統模式

(一)環境管理制度

1.ISO 14000 旨在鼓勵廠商自願性建立其本身適用之環境管理系統，以污染預防及資源節約為手段進行組織環境的改善，其環境管理模式是依照「PDCA 管理循環」：計畫 (Plan)、執行 (Do)、考核 (Check)、改善 (Action) 的邏輯構成。重點在於管理系統，而非技術，其主要基本精神注重在污染預防及持續改善以增進環境績效；核心內容依序為環境政策 (environmental policy)、規劃 (planning)、實施與作業

(implementation and operation)、檢查與矯正措施 (checking and corrective action) 等項目 (如圖 4)。

2.自來水事業在環境管理制度建立上，本研究建議以 ISO 14001 為基礎，再視事業特性與導入階段作調整，如導入初期為避免過多文書作業與繁瑣的紀錄，降低組織的熱忱，對文件、紀錄與量測儀器等型態管理要求，可暫不納入，俟推展有成效後再逐步納入為宜。另公營事業機構在環境資訊揭露與民眾溝通的需求，可加入環境報告

書制度。自來水事業實施環境管理初期，不宜整套移植，以免負荷過重，導致全盤皆墨，應據此結合自來水事業特性、現有人力、物力限制等因素，摘要而行，本研究綜合考量日本環境管理制度、ISO14000 管理模式與自來水事業特性，建議初期暫以「環境政策」、「環境規劃」、「環境考評評估」、「環境保護目標」、「環境管理方案」、「實施與管制」、「檢查與矯正」、「環境管理審查」等 8 項建置環境管理系統架構（如圖 5）

五、環境推動組織

實施環境管理系統除了必備的「策略」、「系統」、「工具」外，ISO 14001 在執程序上，特別強調「員工訓練」、「全員參與」及「持續改善」的精神，最重要的，還是要有一個獲得領導階層的支持並具備執行力的「團隊」，才能真正落實環境保護的責任。以日本東京水道局為例，係以水道局長為最高管理層，並設置環境管理總負責人、環境管理委員會、協調會議、內部環境核員等 4 個幕僚單位，再往下以職能別，設置各部門環境管理負責人、承辦人；由其組織架構可得知，環境管理務必由組織最高層領導推動，輔以內部稽核與中階主管的協調會議，再逐層往下落實執行。

在環境推動組織的模式方面，各自來水事業組織中較少有專責環保單位，既使有要由環保部門來推動環境政策、目標與方案，而要能讓其他部門優先配置資源配合推行，組織運作上也較為困難，綜觀日本各水道局均成立跨部門委員會，由最高階層主持運作，成立規劃與稽核幕僚單位，原各功能部門擔任環境管理責任單位，考量我國自來

水與水利等產業，多沿襲日本制度而行，故類似這種推動委員會的模式，或可作為自來水事業導入環境管理系統之組織運作的參考。

考量導入之初，組織稽核能力尚未成熟，同時環境管理知識亦尚待充實，故建議先由外部顧問擔任指導之責，俟日後逐漸熟悉後，再完備內部稽核功能；另相對日本東京都水道局的橫向協調會議，為避免討論方向不明確而流於形式，建議針對自來水事業特性，先行區分「工程」、「營運」、「庶務」及「節約用水」等 4 個規劃小組輔助總負責人進行各項規劃作業（如圖 6）。

六、環境政策方案

自來水事業在建置環境管理系統方面，在「環境管理制度」與「環境推動組織」可能與其他事業差異性不大，但在「環境政策方案」模式上自來水事業有其不同特性，在建立自來水事業「環境政策方案」模式前，應先分析自來水事業的主要作業對環境產生哪些作為，從水源→淨水→送水→營業庶務等四個主要作業，分析其對環境產生作為（如圖 7），主要回產生作為為耗用水資源、耗用能源、加藥、產生廢棄物、噪音等。

在研訂環境政策方案時，多數企業都會將符合國家或世界相關環保法令規章列為其環境政策，日本東京水道局也是將「遵守相關環保法令規定」列為其環境政策，與「水資源的保護」、「關懷水處理對環境的影響」、「對水資源孕育環境做出保護貢獻」、「提升環保意識」、「環境管理系統的持續改善」等構成六項環境政策構面。

另歐洲國家提倡環保數十年，相關法令與環境管理體系完整，相較其自來水事業環

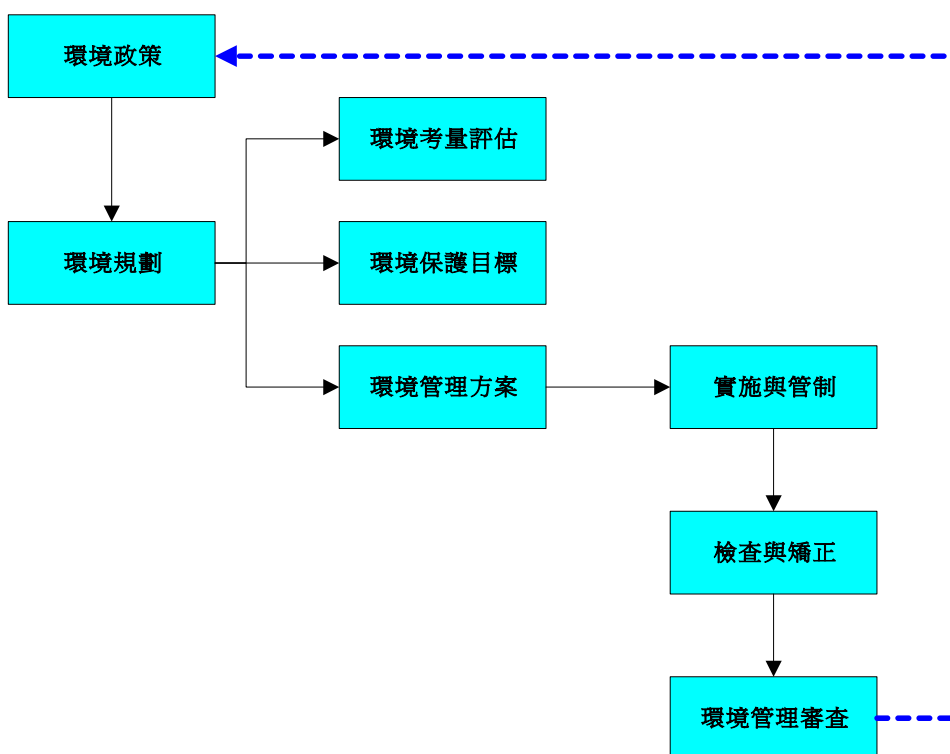


圖 5 自來水事業環境管理系統架構

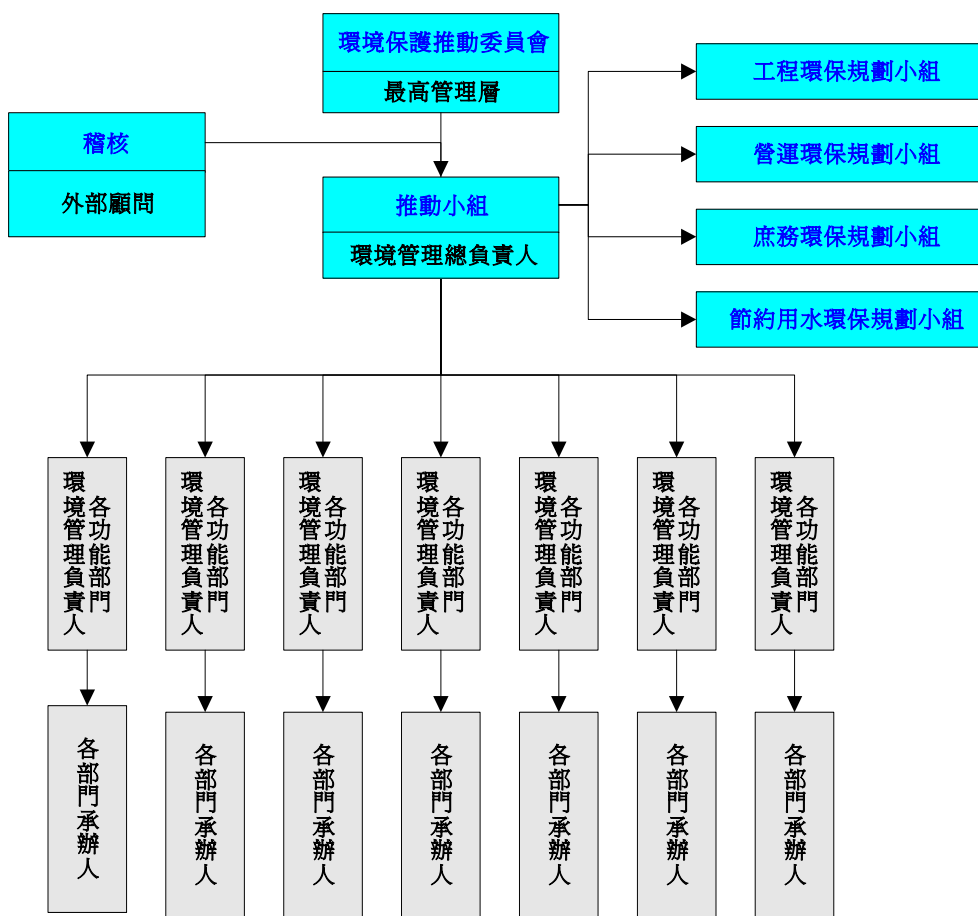


圖 6 我國自來水事業推動環境管理系統組織建議架構

境政策構面也較為廣泛與深化，以英國泰晤士水務事業有限公司為例，其共有「水資源管理」、「能源管理」、「減少廢棄物及再生利用」、「廢水管理」、「地表水源控制」、「薛澄再造」、「污泥燃燒」、「運輸」、「生物多樣性」、「土地管理」、「綠色採購」、「氣候變化之因應」等 12 項環境政策。

不論英國或日本其環境管理系統都經常年發展下來，國內若欲馬上全面引用導入，除有資源分散之虞，也難以立竿見影，

影響組織士氣與永續發展，因此就上述分析自來水事業對環境產生的主要作為，建議「環境政策方案」模式分三階段導入：

(一)第一階段：設施操作面（如圖 8）

第一階段對於剛起步的自來水事業可將環境政策先聚焦設施操作面，包含「水資源保護」、「降低能源耗用」、「提升水資源利用效能」、「減少廢棄物產生」及「遵守相關環保法令規定」等 5 個面向（如表 2）：

表 2 第一階段環境政策方案

環境政策	環境目標	環境方案
一.水資源保護	1.水源區保護	1.水源林的保育 2.水源污染防治
	2.提升管有土地綠敷	3.樹木植栽管制 4.增植林木
二.降低能源耗用	3.降低供水耗能	5.降低淨水用電量 6.降低加壓送水用電量
	4.降低庶務耗用耗能	8.降低報公室用電量
	5.發展及使用低碳能源	9.太陽光電發電 10.配水池水力發電 11.使用生質柴油與酒精汽油
三.提升水資源利用效能	6.降低管網漏水	12.改善管網，降低漏水率
	7.推廣節約用水	13.降低每人每日平均用水量
	8.雨中水再利用	14.推廣與水中水收集利用
四.減少廢棄物產生	9.廢棄物減量	15.垃圾廢棄物減量 16.降低紙張耗用量
	10.資源再回收利用	17.淨水淤泥回收再利用 18.垃圾資源回收
五.遵守相關環保法令規定	11.環境影響監測	19.淨水家藥與水質監測完整度 20.加壓站噪音監測完整度 21.施工環保監測完整度 22.資源回收與垃圾廢棄物監測完整度
	12.事業活動符合環保法規	23.管制事業活動環保法規的符合度

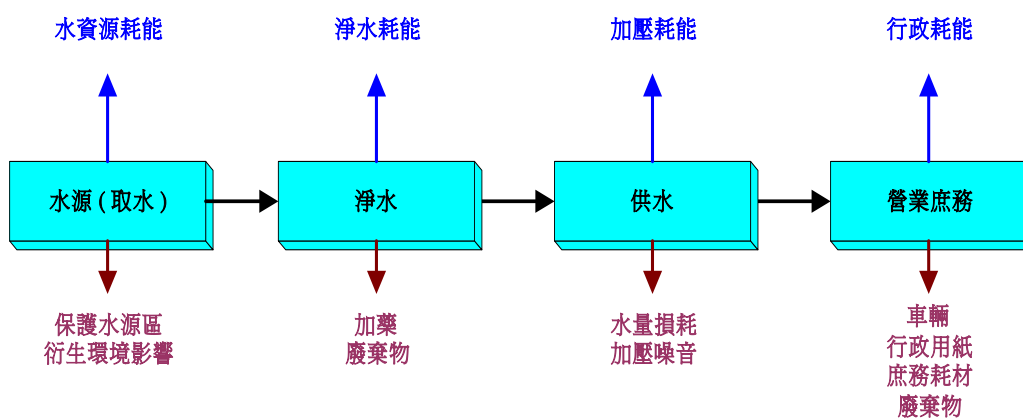


圖 7 自來水事業對環境產生的主要作為

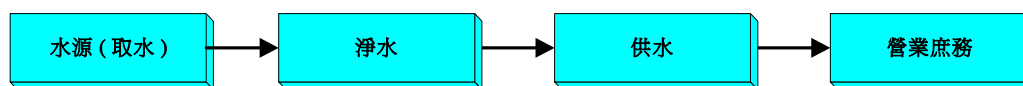


圖 8 設施操作面

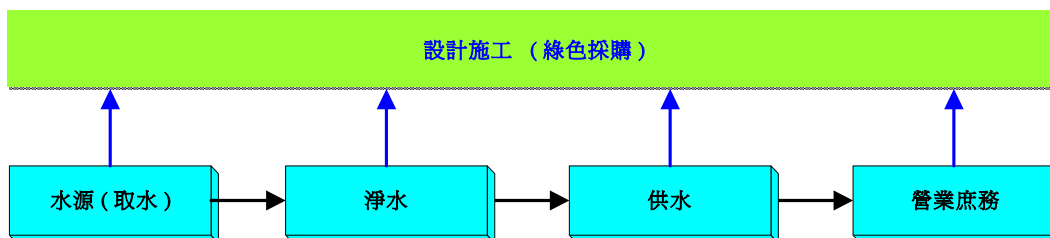


圖 9 設計施工面

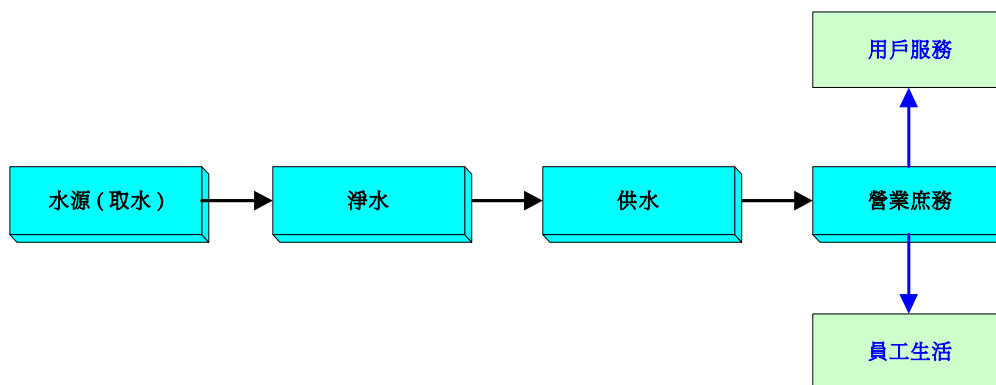


圖 10 環保意識面

表 3 第二階段環境政策方案

環境政策	環境目標	環境方案
六.綠色採購	13.設計環保與低耗能之設施	24.研訂土建、機電與管線工程之環保節能設計準則，並管制設計案的符合性 25.研訂土建與管線工程之環保節能施工準則，並管制設計案的符合性
	14.優先購買綠色產品	26.管制各項採購產品符合綠色標章

表 4 第三階段環境政策方案

環境政策	環境目標	環境方案
七.提升環保意識	15.提升員工環保意識，落實環保生活	27.宣導教育員工環保生活習慣 28.推行員工環保節能生活記錄
	16.提供用戶環保的服務	29.擴大用戶使用網路服務 30.鼓勵推廣用戶使用電子帳單

(二)第二階段：設計施工面（如圖 9）

第二階段可延伸至設施採購作業，也就是在設計施工時就先規劃到設施建置、位操作維護是環保與節能的，環境政策增加「綠色採購」面向，環境政策方案展開如下（如表 3）：

(三)第三階段：環保意識面（如圖 10）

第三階段將事業活動的環保再延伸至員工與用戶，提升其環保意識，環境政策增加「提升環保意識」面向，環境政策方案展開如下（如表 4）：

七、臺北自來水事業處導入案例

在建構環境政策方案上，大部分的企業都會將遵守國家環保法令規章列為其環境政策，這是一項基本也是相對消極的環境政

策，在參考日本東京水道局「水資源的保護」、「關懷水處理對環境的影響」、「對水資源孕育環境做出保護貢獻」、「提升環保意識」、「環境管理系統的持續改善」及「遵守相關環保法令規定」等六項環境政策構面，而歐洲國家為環保的先驅，相對其自來水事業環境政策構面也較為廣泛，經分析自來水事業作業特性後，對於剛起步的是自來水事業可將環境政策先聚焦在「水資源保護」、「降低能源耗用」、「提高水資源利用效能」、「減少廢棄物產生」及「遵守相關環保法令規定」，展開環境政策體系建議如下：

(一)建置環境管理制度

1.環境政策（Environmental Policy）對環境的管理方向與對待態度，即為組織對環境的承諾與日後致力方向重心：

- (1)減少耗能、綠化環境、對抗暖化。
- (2)提升水資源利用效能。
- (3)降低事業活動對環境的衝擊。

2.環境規劃：

- (1)環境考量面 (Environmental Aspects)：對所有的事業活動可能的環境影響衝擊進行評估，用以辨別出造成環境影響的原因與結果，做為環境管理的依據。
- (2)法令規章與其他要求評估：應能適時掌握環保法令資訊，持續蒐集、更新及查核環保法令規章符合狀態，使各項事業活動產生的環境損失程度能確實符合法規之要求，並作為訂定環境保護目標的參考。
- (3)環境目標與標的 (Objectives and Targets)：依據環境政策、環境考量面與環保法規評估結果及社會團體的期望，考量技術與財務限制，訂定環境目標，確保其符合相關需求及與環境政策保持一致性與完整。環境目標分為中長期及年度達成目標，應包含下列項目：各項工程採節能及環保之規劃設計、淨水場、加壓站及辦公室節能與 CO₂ 排放降低量、淤泥水及廢棄物減量及增進再利用、各場區、加壓站增進環境綠化、水資源利用效能。
- (4)環境管理方案 (Environmental management programmes)：依據前項訂定環境目標，由各工作小組研定達成目標的環境管理方案，管理方案內容須明述執行權責、預算、進度及作業內容等，並按季追蹤各階段應完成之工作要項及績效，評估檢討環境管理方案修正之必要性。

3.實施與運作

- (1)作業管制：各單位應針對顯著性環境考量面有關之各項作業與活動，制定對應之作業管制程序等，以確保各項運作(儲藥及運送管制、自來水加藥控制、出水控制、管線工程管制、大型工程管制、廢棄物管制)均能符合規定要求；同時相關作業管制內容應訂定對環境保護管制重點，必要時得採巡檢、查檢及查核等方式進行管制。
- (2)緊急事件準備與應變：研議各項事業活動可能產生的環境災害事件，制訂其緊急事件應變作業程序與計畫，預防意外或災害發生時、能夠緊急搶救與疏散，以避免或減少對環境產生衝擊，確保鄰近人員生命及財產安全。緊急應變計畫需涵蓋組織架構與權責、應變程序、通報方式、緊急疏散方式、救災處理方法及災後復原等項目。

4.環境檢查及矯正措施

為確認環境管理系統與作業管制活動正常運作，對環境進行必要之量測紀錄、監督與獨立性稽核，採取矯正及預防措施。

- (1)監督與量測：各單位對所執行的環境管理方案與對環境產生衝擊的作業活動應建立日常自主環境管理事項，包含作業程序及記錄表單，並應教導與監督各成員，確實按作業標準進行量測與監控，記錄活動主要特性作定期追蹤。
- (2)不符合處理：對環境進行量測時，若發現不符合時，應加以記錄並提報單位主管，分析不符合原因即時採取矯正措施，若發現不符合環保目標、違反環保法規、環境管理系統相關要求、相關利害團體意見反

映等，或雖符合但有偏向不符合惡化之趨勢，應分析對策提出預防措施。

(二)成立環境推動組織

由處長擔任主任委員，副處長、工程總隊總隊長、主任秘書、總工程司、專門委員及淨水科、技術科、供水科、總務科、業務科、企劃科、勞安室等單位主管擔任委員，負責本處 EMS 之管理與績效審查；同時為順利推動業務，特聘請外部專家學者擔任顧問，輔導建置 EMS、教育訓練及提供環保專業諮詢等事宜，下設數個工作小組及各職能分工單位提供必要之專業及技術協助（如圖 11）。

1.環保工作小組：

研訂建物、管線、加壓與機電設施之節能及環保設計規範、管線及土木建築工程最佳工法之技術規範，降低施工對環境污染。

2.營運環保工作小組：

提出現有建物之土建、加壓與機電設施之年度節能改善案、研訂取水淨水供水之環境污染防治規劃、淨水場區與加壓站之綠化規劃與管制。

3.庶務環保工作小組：

研訂照明及空調建置之節能設計規範、對現有照明及空調提出年度節能改善案、車輛節能及環保管制、辦公室環保規範研訂與管制。

4.節約用水工作小組：

研議年度節水宣導目標及推行方案，定期檢討執行成效。

5.EMS 推動小組：

研議環境管理系統運作制度、辦理環境保護及節能推動委員會會議幕僚工作、辦理環境管理系統稽核作業。

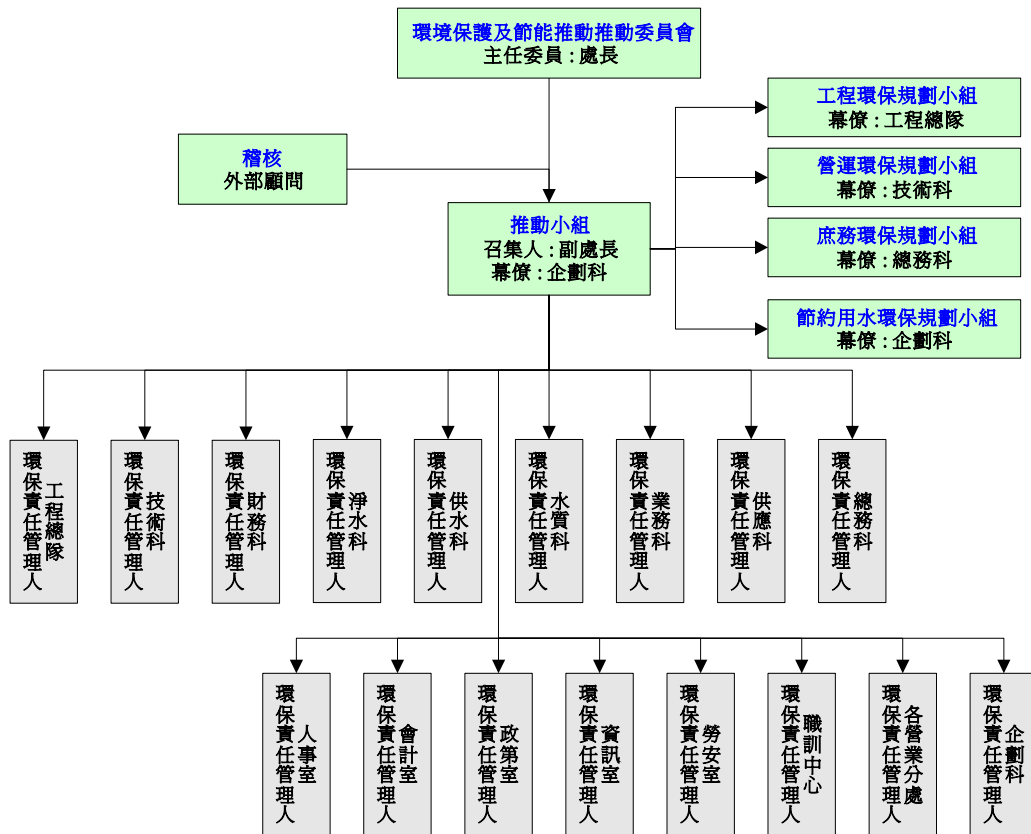


圖 11 臺北自來水事業處環境管理系統推動組織

表 4 臺北自來水事業處環境政策及目標

環境政策	100 年長期環境目標	97 年環境目標方案
減少耗能 綠化環境 對抗暖化	1.降低單位供水耗能 6%	● 以 95 年為基期，降低單位供水生產耗能 3%
	2.發展及使用低碳能源，減少 692 噸年溫室氣體排放	● 1.完成公館場太陽光電系統委託設計及主體工程發包 ● 2.評估配水池水力發電可行 ● 3.車輛使用 E3 酒精汽油量 90%
	3.降低辦公室耗用電能 20%	● 以 95 年為基期，辦公室用電量減少 15%
	4.增加場站植栽提升綠敷率 2%	● 建立綠化植栽管制處理要點及推行 ● 增植 240 棵喬木
	5.建置減少耗能之設施設計規範，導入降能設計	● 1.研訂土建、管線汰換與機電之節能、環保設計準則 ● 2.機電、土建及管線工程施工節能成果達 1,500 噸以上
提升水資源 利用效能	6.改善管網，降低漏水率 6%	● 降低漏水率 1%，節省水資源 933.3 萬噸
	7.推廣宣導家戶節約用水，降低總用水量 3%	● 完成轄區 30%用戶「節水墊片組」發放，降低總用水量 1.5%
降低事業活動 對環境影響	8.資源回收率提升至 10%	● 1.提升資源回收量 5% ● 2.降低紙張採購量 2% ● 3.維持淤泥處理零排放與 100 %回收再利用
	9.完成環境影響監測系統	● 1.納入水質監測系統 ● 2.建立單位淨水加藥量指標與監測作業 ● 3.建立加壓站噪音監測作業 ● 4.建立資源回收量監測作業
	10.管制事業活動符合環保法規與社會期望	● 相關環保法規收集與應用整理 ● 環保法規符合性評估

(三)研訂環境政策方案(如表 4):

依據環境政策，具體訂定短期與長期目標(至民國 100 年)，並量化渠等預期效益，摘要如下：

1.降低供水生產耗能：

依據行政院環保署「節能減碳全民行動網」公布資訊，經濟部能源局公告 96 年電

力排放係數為 0.637 kg 二氧化碳，使用 1 度電會產生 0.637 kg 二氧化碳。以水處 95 年生產用電量 147,874 千度為比較基準，每降低 1%生產用電量即可減少排放二氧化碳約 942 噸(147,874 千度 × 1% × 0.637 = 941,957 公斤)；97 年目標設定減少耗能 3%，約可減少排放二氧化碳量近 2,826 噸。

2.減少辦公室行政用電量

以 95 年行政用電量 4,109,881 度為比較基準，每降低 15%行政用電量即可減少排放二氧化碳將近 400 噸 ($4,109,881 \text{ 度} \times 15\% \times 0.637 = 392,699 \text{ 公斤}$)。

3.使用低碳能源：

配合經濟部自 96 年 9 月 29 日啓動「綠色公務車先行計畫」，車輛使用 E3 酒精汽油，可使用 E3 酒精汽油車輛共計 17 部，全年總用油量約為 27,000 公升，扣除因任務位置，不便赴 E3 加油站加油比例，以總用油量 90%均採 E3 汽油計算，可減少排放二氧化碳逾 50 噸 ($27 \text{ 公秉} \times 90\% \times 2.1 \text{ 噸} = 51.03 \text{ 噸}$)。

另於公館淨水場增設太陽能發電，每日約可減少排放 655 公斤的二氧化碳，每年約減少排放二氧化碳 240 噸 ($1,028 \text{ 度} \times 365 \text{ 日} \times 0.637 = 239,015 \text{ 公斤}$)。

4.改善管網，降低漏水率：

95 年度配水量為 958,241 千噸，每度自來水產生二氧化碳量為 0.1064 公斤，以此為比較基準，每降低漏水率 1%，即可減少排放二氧化碳逾 1,000 噸 ($958,241 \text{ 千噸} \times 1\% \times 0.1064 \text{ 公斤} = 1,019,560 \text{ 公斤}$)。

5.推廣節約用水，發放省水器材，降低總用水量：

本項計畫自 96 年起預計 3 年完成，全數完成後預估可降低總用水量 3%，截至 97 年 1 至 6 月，平均節水率約 1.92%，節省水量約 351 萬噸，相當減少排放二氧化碳約 334 噸。

(四)實施績效

北水處自訂定 96 年為環境元年後，即以 95 年各類作業之相關數據為基礎，進行各項改善措施並逐月紀錄 96 年相對數據予

以比較、分析，以「環境警鐘」、「環境尖兵」、「環境監測」、「環境提升方案」、「環境會計」等 5 大主題，呈現北水處針對環境保護的努力，並於 97 年出版「2007 環境報告書」呈現各項具體績效，內容說明如下：

- 1.環境警鐘：以全球暖化的危機起頭，配合污染數據，提醒國人注意環保的重要性。
- 2.環境尖兵：針對環境保護承諾及目標，包括環境管理系統架構、環境政策、短期及長期環境目標與具體執行方案。
- 3.環境監測：分別針對「水量」、「加藥量」、「取水水質」、「淨水水質」、「綠敷率」及「耗能」等 6 方面，進行改善措施並紀錄相關數據。
- 4.環境提升方案：以「節能減碳抗暖化」、「提升資源利用效能」與「推廣水資源教育」等 3 方面，具體進行各項改善方案。
- 5.環境會計 (Environmental Accounting)：藉由環境會計，可識別隱藏或其他誤植於企業內部和外在的環境成本，更確實地反應產品或製程的成本，提供企業管理者獲得最佳的預測資訊，做出最好的決策。水處歷經多方努力，97 年環境會計顯示共計減少二氧化碳排放 6,765 噸、減少 41,503 噸廢棄物的產生、節省 58.9 萬噸的水資源 (如表 5)。

八、結論與建議

- (一)本研究期望能建立一個自來水事業環境管理系統模式，供自來水組織推動環境管理統導入的參考，這個系統模式包含「環境管理制度」、「環境推動組織」與「環境政策方案」等三個模式。

表 5 臺北自來水事業處 96 年環境會計彙整表

環境方案	投資費用	經濟效果	環保效果
降低供水耗能	6,951,792	4,785,374	減少二氧化碳排放量 5,556 噸，降低噪音及震動。
辦公室節能	205,328	612,585	減少二氧化碳排放量 400 噸。
建立綠化環境	246,804	0	減少二氧化碳排放量 1.5 噸，降低噪音及震動。
太陽能發電	158,934	5,558	減少二氧化碳排放量 1.86 噸，年供 5 名學生教育功能。
酒精汽油	0	0	減少二氧化碳排放量 0.5 噸。
節水家戶化	5,712,000	0	節省 58.9 萬噸水資源(2 個月)，減少二氧化碳排放量 87.16 噸。
淤泥處理零排放 再利用	25,078,165	89,874,234	減少 41,499 噸廢棄物，產生增加 41,499 噸建材資源，減少二氧化碳排放量 705.48 噸。
資源減量與垃圾 回收	0	1,153	減少 659,000 張 A4 紙張耗用，減少廢棄物 1.13 噸，產生增加 1.13 噸可用再生資源，減少二氧化碳排放量 13 噸。
合計	38,353,023	95,278,904	減少二氧化碳排放量 6,765.5 噸，節省 58.9 萬噸水資源，減少 41,503 噸廢棄物垃圾產生。

(二)自來水事業在環境管理制度建立上，本研究建議以 ISO 14001 為基礎，再視事業特性與導入階段作調整，如導入初期為避免過多文書作業與繁瑣的紀錄，降低組織的熱忱，對文件、紀錄與量測儀器等型態管理要求，可暫不納入，俟推展有成效後再逐步納入；另公營事業機構在環境資訊揭露與民眾溝通的需求，可加入環境報告書制度。

(三)在環境推動組織的模式方面，各自來水事業組織中較少有專責環保單位，既使有要由環保部門來推動環境政策、目標與方案，而要能讓其他部門優先配置資源配合推行，組織運作上也較為困難，觀日本各水道局均成立跨部門委員會，由最高階層主持運作，成立規劃與稽核

幕僚單位，原各功能部門擔任環境管理責任單位，這種推動委員會的模式，可作為正要自來水事業導入環境管理系統之組織運作的參考。

(四)在建構環境政策方案上，大部分的企業都會將遵守國家環保法令規章列為其環境政策，這是一項基本也是相對消極的環境政策，參考日本東京水道局與英國泰晤士水務事業有限公司及分析自來水事業作業特性後，對於剛起步的自來水事業可分「設施操作面」、「設計施工面」、「環境意識面」三階段導入（如表 6）：

(五)環境管理系統的推動，若無搭配可量化績效評估機制，易流於形式，也會缺乏持續進步的動力，而日本水道局的「環

表6 自來水事業導入環境管理系統階段表

階段次序	主要內涵	具體目標
第一階段 設施操作面	(一)水資源保護 (二)降低能源耗用 (三)提高水資源利用效能 (四)減少廢棄物產生 (五)遵守環保法令規定	1.水源區保護 2.提升管理土地綠敷 3.降低供水作業耗能 4.降低庶務作業耗能 5.發展及使用低碳能源 6.降低管網漏水 7.推廣節約用水 8.雨中水再利用 9.廢棄物減量 10.資源再回收利用 11.環境影響監測面的完整度 12.管制事業活動符合環保法規
第二階段 設計施工面	(六)綠色採購	13.設計環保與低耗能之設施 14.優先購買綠色產品
第三階段 環保意識面	(七)提升環保意識	15.提升員工環保意識，落實環保生活 16.提供用戶環保的服務

境會計」可作為環境績效評估的呈現方式，建議應用上可配合轉換成減少二氧化碳的單一指標，使的環境績效評估更為具體，也能做組織內外的溝通工具。

參考文獻

- 楊致行等人，ISO 14000 環境管理系統規範、指導手冊及施行技術手冊，中華民國品質學會，1998。
- 陳建雄，ISO 14001 環境管理系統推行要點解析，華宇企業管理顧問公司，1997。
- 東京水道局，東京都水道局環境計畫，平成16年1月（2004）。
- 東京水道局，東京都水道局環境報告書，平成16年1月（2004）。
- 英國泰晤士水務事業公司網站，2008。
- 臺北自來水事業處，臺北自來水事業處環境方案計畫，2007。
- 臺北自來水事業處，臺北自來水事業處環境報告書，2008。

作者簡介

郭瑞華先生

現職：臺北自來水事業處處長
專長：水資源管理、自來水事業經營

陳曼莉小姐

現職：臺北自來水事業處副處長
專長：淨水處理、自來水事業營運管理

吳能鴻先生

現職：臺北自來水事業處企劃科科長
專長：自來水事業營運管理

張序周先生

現職：臺北自來水事業處副企劃司
專長：營運規劃

供水加壓站節能之具體作為

文/陳明州、李育樟

摘要

節約資源不論是針對水資源或是能源，都是一樣的重要。因應地球暖化，京都議定書已於 2005 年正式生效成為國際公約，全球已進入溫室氣體管制新紀元，身為地球村的公民，對於如何節能與創源，提升能源的有效利用率，以降低 CO₂ 之排放量，並有效的節省水資源，故節能減碳已成為臺北自來水事業處(以下簡稱北水處)當前重要之課題。

依據政府部門的統計資料，我國有將近 98% 能源要仰賴國外進口，且供需受非經濟因素影響的風險越來越高，價格也不斷上漲，如何藉由使用省能高效率之設備及精進之操作管理，建立供水場站節能之最佳運轉模式刻不容緩，俾藉由北水處率先推動節能減碳作為，以為民間表率，同時善盡企業之環保社會責任。

加壓站為供水系統之心臟，肩負加壓供水之重要功能，本文以探討目前加壓站大電力節能之具體措施為主，含括採用最有利之電費結構、使用高效率之變頻器、變壓器及抽水機等設備、實施計畫性負載管理、幹管餘壓利用、設備功因改善、能源管理監控及設備維護等層面介紹實際作法及執行成效，同時以辦公室節能為輔，簡介目前照明、冷氣機及事務機器等辦公室設備執行節能之作法。

一、前言

加壓站節能具體措施可大致區分為(一)

使用高效率之省能設備(二)操作管理的精進兩大方向；在設備改善方面，使用省能高效率之變頻器、高效率抽水機、非晶質變壓器、LED 等設備，以提升能源使用效率為目標。在操作管理精進方面，除採最有利之電費結構及提高用電功率因數，減少電費之支出外，並實施計畫性負載管理改變傳統操作方式，同時主動參加優惠電價方案及結合能源管理監控，北水處可享有台電公司之優惠電價及有效抑低尖峰時間用電量等效益，台電公司可延緩電源開發及避免限電風險，雙方互盟其利共創雙贏。

二、加壓站節能具體措施

(一)使用高效率之省能設備

1. 變頻器

供水系統使用變頻設備所能獲得的經濟效益，實際上與負載特性、抽水機馬力的大小、管網的特性、控制模式以及氣候季節等因素息息相關，雖然初次投資成本高昂，但以北水處的使用經驗來說，無論是低壓系統(600V 以下)的小型中繼加壓站，或是中壓系統(3.3kV)的大型供水加壓站，實施變頻操作後，對於減低能耗、穩定管網水壓、減少漏水量、提升運轉效能、降低抽水機啟動電流及延長使用壽命等，確實可以產生莫大之效益。

變頻器為節能利器，亦為水壓管理利器，使用變頻器之無段變速特性，搭配電腦監控管理，改變傳統之出口壓力回授控制方式，改採管網末端壓力回授控制可有效精緻



管理尖、離峰管網之水壓，節能成效大，且對於供水管網最佳化之操作，發揮更具即時性的自動調配功能。

(1)定壓力控制

抽水機特性曲線圖與其轉速函數關係可由相似定律(Affinity Law)來說明，所謂相似定律是指當抽水機的轉速改變時，抽水機的輸出流量、揚程及軸功率，具有以下之關係式：

$$\text{(流量)} \quad \frac{Q}{Q_0} = \frac{N}{N_0}$$

$$\text{(揚程)} \quad \frac{H}{H_0} = \frac{Q}{Q_0} \times \frac{N}{N_0} = \left(\frac{N}{N_0}\right)^2$$

$$\text{(軸功率)} \quad \frac{P}{P_0} = \frac{Q}{Q_0} \times \frac{H}{H_0} = \left(\frac{N}{N_0}\right)^3$$

式中，

N_0 ：額定轉速

N ：實際運轉速度

Q_0 ：在 N_0 時之流量

Q ：在 N 時之流量

H_0 ：在 N_0 時之揚程

H ：在 N 時之揚程

P_0 ：在 N_0 時之軸功率

P ：在 N 時之軸功率

根據相似定律抽水機轉速的變化對於輸出流量、揚程及軸功率分別為線性、平方與立方的函數關係，因此，轉速的降低將可有效降低軸功率的需求。

如圖 1 所示為抽水機之運轉特性曲線，依據供水系統之負載需求，使用變頻器改變抽水機之轉速時，以定壓力控制模式可維持固定之輸出壓力(為目前北水處採用之模式)，當抽水機運轉之操作點位於 A-C 線上移動且連續變化下，則軸功率將會在 K-M 曲線上作連續之對應變化。我們可以利用變頻器來控制抽水機進行無段變速運轉，隨著轉速減少而降低軸功率，即達到省能運轉之功能。

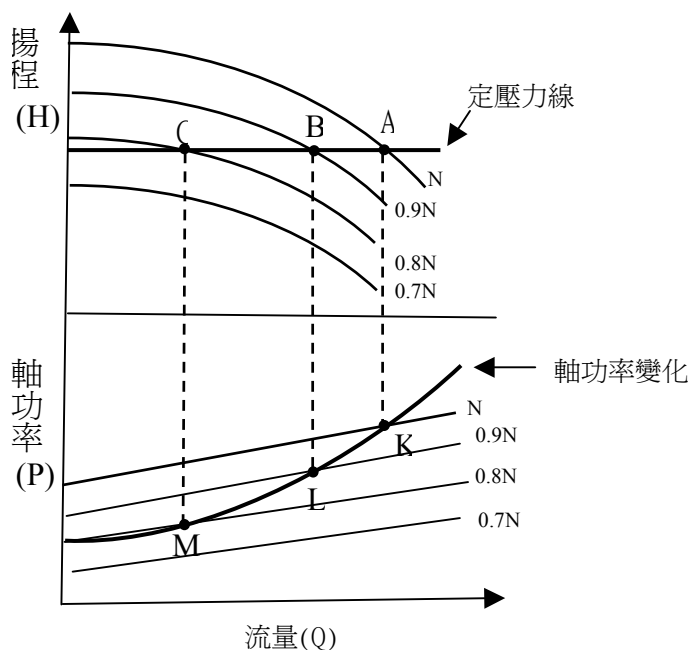


圖 1 抽水機定壓力運轉時轉速與軸功率之關係

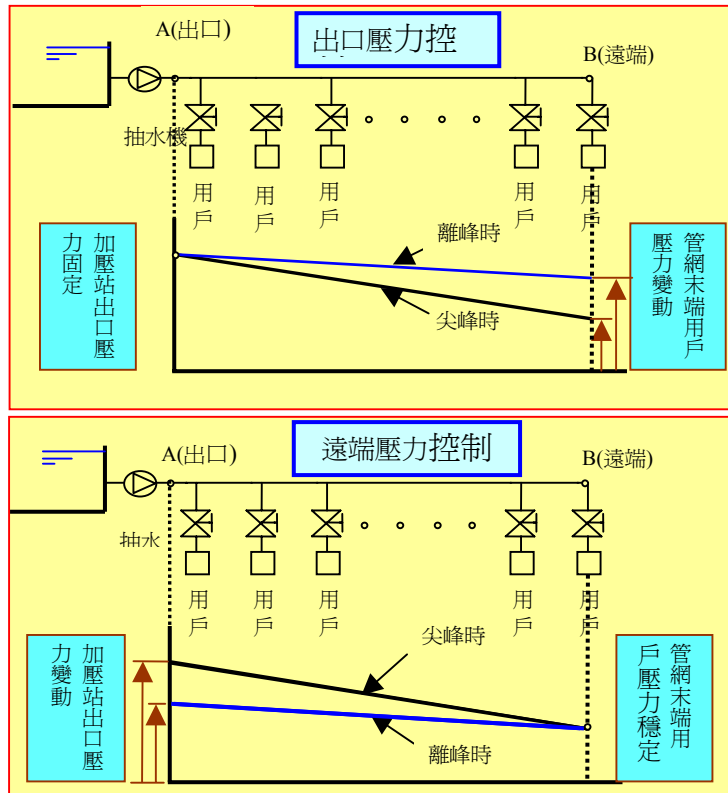


圖 2 變頻器擷取加壓站出口壓力(A)與管網末端壓力(B)回授控制之比較

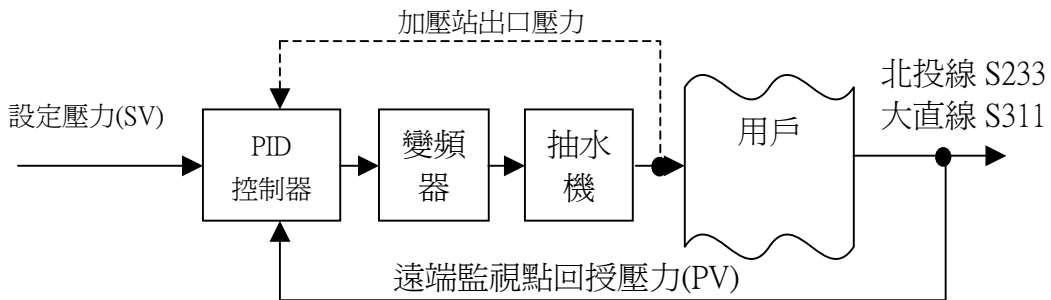


圖 3 變頻器遠端控制示意圖

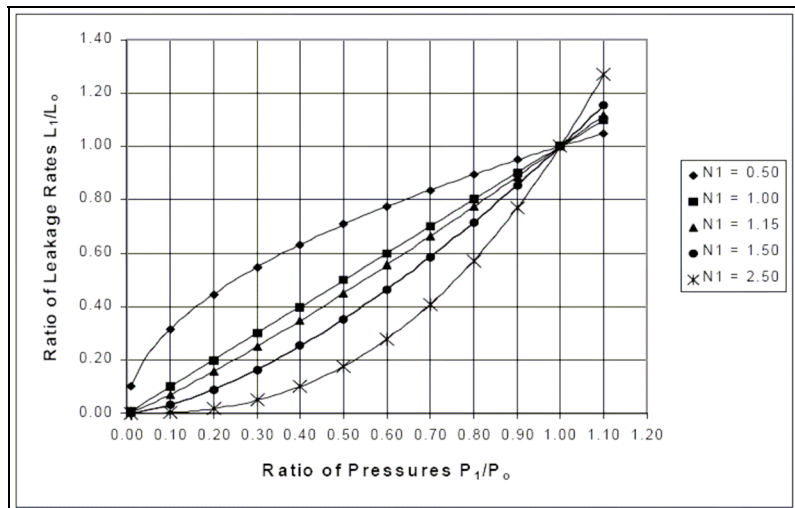


圖 4 η 值相對水壓及漏水率之關係

表 1 抽水機使用變頻、多台並聯與閥門開度控制比較表

控制方式	變頻控制(A)	多台抽水機操作(ON-OFF) (B)	閥門開度控制(C)
特性說明	可依據需求水壓或水量藉由變頻器增、減抽水機轉速，以調節抽水機性能及輸出能量，具低啓動電流及無段變速之特性，可維持管網最佳之水壓或水量，能精確的控制輸出量。	數台抽水機以並聯或大小配方式操作，依使用需求水壓或水量調節抽水機運轉台數，在加、減台時，易造成水壓或水量突升突降之情形。	藉由調整抽水機出水口閥開度，控制出水壓力及出水量。以往這種方法被視為最簡單的流量控制方法廣為運用，但會造成管路壓損提高，故電能損失會很大。
投資成本	低壓抽水機用變頻器技術已相當成熟，單價較低，中(高)壓抽水機用變頻器因技術層次較高，單價較高。	由於必須設置數台抽水機，因此在 3 個案例所需要的安裝空間最大，價格居中。	閥門開、啓頻繁、因此必須選用流量及壓力操作性能佳的閥門，其初期投資在 3 個案例中最少。
耗能成本	採變頻器以定壓力或定流量控制，抽水機軸功率與轉速 3 次方成正比，能精確的控制輸出量，因此節能之成效大。	多台抽水機並聯或大小配方式，啓動電流大，加減台時會有水錘現象產生，當運轉於臨界值時，會有加台時輸出量太高，減台時量又不夠的情形，無法精確控制輸出量，能源損耗在 3 個案居中。	當閥門開度減小時，僅造成壓力之改變，並使管線水頭損失提高，抽水機耗能成本高，在 3 個案例中表現最差。

目前使用變頻器控制轉速來調節抽水機輸出流量及壓力已成為節能主流，有關使用變頻系統、多台抽水機並聯系統與利用出口閥門開度控制流量三種不同操作方式之比較，請見表 1。

(2)傳統與創新壓力回授控制之比較

若變頻器以加壓站出口端 A 點(傳統)為壓力回授點(如圖 2 上)，PID 控制器讀取靠近抽水機端之出口壓力 A 為回授值(PV)，與設定值(SV)比較後，即調整變頻器輸出能量以改變抽水機轉速。此模式為一般最簡便之設置方法，優點是僅須於加壓站出水口端攫取回授壓力值即可，無遠端通訊易發生斷訊之問題；其缺點為離峰比尖峰時管網壓力普遍偏高，無法完全滿足管末用水之實際需求，節能之效果有限，且管線漏水量將隨水壓之提高而增

加。

若變頻器 PID 控制器讀取管網末端壓力點 B(創新)為回授值(PV)，與設定值(SV)比較後(如圖 2 下)，即調整變頻器輸出能量以改變抽水機轉速，故抽水機出口端之壓力為變動值而非固定，而管網末端壓力 B 則維持一定，可滿足所有用戶之需求。此模式之優點是管網壓力隨時處於滿足最低需求之穩定狀態，同時可規劃最適壓力參數之預設曲線，以自動調配轄區供水系統之水壓水量，除可減少管線漏水外，節能之效果十分顯著。然其缺點為須設置遠端水壓監視點，如圖 3，即為大同加壓站北投出水線及大直出水線之管末水壓回授點，且遠端監視點的選定，將影響供水系統之穩定與節能之成效。

(3)降低漏水率

依 FAVAD(Fixed And Variable Discharge)漏水率與水壓換算方程式：

$$\frac{L_1}{L_0} = \left(\frac{H_1}{H_0}\right)^\eta$$

其中 L 為推估漏水量(KM³)，H 為管線水壓值(kg/cm²)，而 η 為指數。當 η 值越大則代表漏水量相對於水壓變化之敏感度越高。依日本近二十年來之實務經驗， η 值等於 1.15，係考量實體上漏水多由管線龜裂或是閥栓接頭上之細縫流出，同時基於漏水已滲漏到周圍沙礫中之情況。圖 4 為 η 值相對水壓及漏水率之關係圖。

使用變頻器驅動抽水機，並以管網末端定壓力運轉，以滿足管網末端最適壓力要求，與傳統之 ON-OFF 控制或調節閥控制作比較，其管網壓力可降低，相對的漏水量也可有效降低。以大同加壓站為例，若 η 值取 1.15 代入 FAVAD 方程式計算，設置變頻器後相對漏水率北投線降低 9.98%，大直線降低 8.30%。

(4)使用變頻器之效益

利用變頻器之無段變速特性，抑低用電量最精準，且節能成效大。大型加壓站變頻器採管網末端壓力回授控制抽水機之創新操作模式，可隨時依尖離峰時段及春、夏、秋、冬不同季節改變壓力設定值，以滿足管網最佳壓力需求，提供穩定之供水品質，並有效降低管線漏水。小型加壓站因供水區域穩定且屬於較封閉性管網，多屬無人駐守之加壓站，故變頻器運轉控制皆採出口端定壓力且以 1 台抽水機控制 1 台變頻器的控制模式，力求控制簡單、穩定及標準化，藉以滿足尖離峰用戶

用水需求，並調節抽水機之輸出能量達節能之目的，經統計北水處加壓站抽水機搭配變頻器運轉可節省 14.3~59.5%之電量，表 2 為供水加壓站設置變頻器後省能效益情形。

整體而言，北水處加壓站抽水機使用變頻器之效益如下：

- a. 與傳統馬力大小配及 on-off 控制方式比較，可降低供水耗能，節省動力費用。
- b. 變頻器具無段變速之優點，採定壓力控制，可降低抽水機啓停次數，穩定管末端用戶水壓，提升供水品質。
- c. 具緩啓動功能，降低抽水機啓動電流，亦具緩停機功能，減低水錘現象，延長抽水機使用壽命。
- d. 尖離峰水壓管理維持管網最適壓力，有效降低管線漏水。
- e. 變頻器(Voltage Source Inverter)具電容性，可提高功率因數。
- f. 容易與監控系統整合，發揮系統化效益。

2.抽水機

北水處大型場站早期設置之抽水機，僅有少數採用沉水型，大都為豎軸陸上型，其實際運轉揚程(操作點)均明顯偏離低於原設計額定揚程，額定揚程與管網實際供水需求並不契合，抽水機不僅運轉效率較差而且較耗能，且豎軸陸上型抽水機並一直有噪音及散熱問題，為此近年來已陸續進行汰換，圖 5 為抽水機性能曲線。

抽水機運轉揚程如遠低於設計額定揚程，由於出水量之激增，速度及壓力損失隨之增加，如壓力接近或低於飽和蒸汽壓力，將發生孔蝕現象，在抽水機葉輪表面出現蝕孔及蜂窩狀組織，嚴重者甚至擊穿輪葉，造

成抽水機水力性能驟降及不平衡振動，導致抽水機效率降低及損壞。

換新之抽水機原則上均採沉水式清水型，額定揚程係以契合現有管網實際供水需

表 2 供水加壓站設置變頻器後省能效益一覽表

序號	加壓站名	抽水機台數 (變頻器台數)	壓力設定 kg/cm ²	設置後平均省電量 (%)
1	大同	北投線 1000Hpx8(2)	S233(1.4-1.9)	14.3
		大直線 600Hpx2(2)	S311(1.9-2.3)	
2	三張犁	60Hpx2 120Hpx2(2)	4.3	2.5(管網調整)
3	五分埔	50Hpx2(2)	6.5	52.1
4	黎和里	35Hpx2(2)	3.5	52.7
5	木柵二期	A 區 50Hpx3(3)	5.5	26.5
		B 區 15Hpx3(3)	1.0	
6	12 張	75Hpx2 150Hpx3(2)	4.5-5.2	26.2
7	雙城	100Hpx2 55Hpx2(2)	3.5	59.5
8	安康	I 座 100Hpx5(3)	3.5-4.5	2.8(管網調整)
		II 座 150Hpx2(2) 200Hpx1	3.0-3.5	
9	通北	20Hpx3(3)	5.6(3.3)	42.0
10	東湖	75Hpx2(2)	6.1	23.0
11	民生	35Hpx3(3)	2.8	17.0
12	內湖 4 期	75Hpx2(2)	2.4	35.0

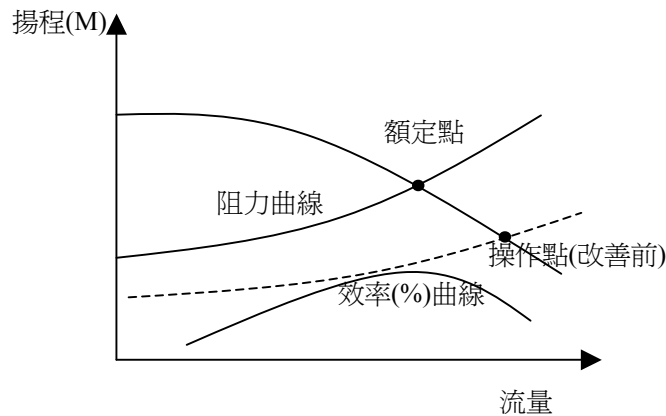


圖 5 抽水機性能曲線

求訂定，除參考近年來管網之平均最大時揚程，並將未來可能之需求列入考量，以接近實際運轉揚程，抽水機水力效率一般可提昇約 10~15%，惟因沉水式清水型電動機之效率平均比豎軸陸上型抽水機低約 5%，整體效率約可提昇 5~10%，以降低運轉耗能。沉水式清水型抽水機之電動機因係安裝於水池內，因此並沒機房散熱問題，加壓站之噪音量亦明顯減低 10dB 以上。上述加壓站汰換之抽水機，因大部分馬力數維持不變，而揚程降低之結果，使得抽水機之流量增大，並能有效提高系統之備載容量。表 3 為大型場站抽水機規格沿革一覽表。

抽水機效率說明：

(1) 電動機效率 = $\eta_m = \frac{\text{軸馬力}}{\text{入力}}$

(2) 泵浦效率 = $\eta_p = \frac{\text{水馬力}}{\text{軸馬力}}$ (水力效率)

(3) 總效率 = $\eta = \frac{\text{水馬力}}{\text{入力}} = \eta_m \times \eta_p$

(4) 揚水馬力 (kW) = 9.8x 總揚程 (M) x 出水量 (CMS)

(5) 總揚程 = 壓力水頭 + 高度水頭 + 速度水頭

(6) 入力 (kW) = $\sqrt{3}$ x 電壓 (kV) x 電流 (A) x 功率因數 (Cos θ)

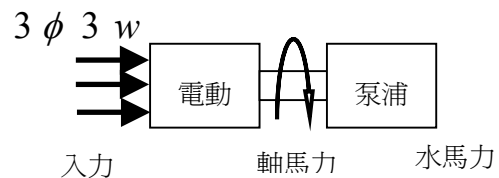


圖 6 抽水機總效率示意圖

表 3 大型場站抽水機規格沿革一覽表

名稱		原有豎軸型 (汰換前)		現有沉水型 (汰換後)		未來規畫	
場站	供水線別	馬力(Hp)/ 揚程(M)	台數	馬力(Hp)/ 揚程(M)	台數	馬力(Hp)/ 揚程(M)	台數
大同	北投線	1000/51	8	1000/45(93)	3	1000/45(98)	3
	大直線	600/51	2	600/45(93)	2	---	
	新市區線	600/51	2	600/45(93)	2	---	
北投	-	400/30	5	400/30(94)	5	---	
天母	-	400/50	2	400/40(94)	2	---	
中和	中和線	800/46	3	-	-	800/30(98)	2
		600/39	2	600/30(94)	3		
	新店線	600/39	2	500/30(94)	5	---	
		400/39	3	-	-	---	

註：抽水機馬力及揚程後面括弧內之數字係指換新年份。



圖 7 中和加壓站豎軸型抽水機(汰換前)



圖 8 大同加壓站豎軸型抽水機(汰換前)



圖 9 中和加壓站沉水型抽水機(汰換後)



圖 10 大同加壓站沉水型抽水機(汰換後)

3.變壓器

場站在新購或汰換變壓器時，選擇無載損(鐵損)及負載損(銅損)較小與效率較高的變壓器，如超高效率型或非晶質鐵心變壓器。其中非晶質鐵心變壓器為經濟部能源委員會認定之省能源產品，適用於經濟部民營公司購買節約能源設備或技術適用投資抵減辦法。

非晶質變壓器的鐵芯材料，是使用沒有晶界的鐵、鈷、鎳非晶質合金，它的製造法由快速降溫讓結晶來不及形成，由於沒有晶界，熱損低，因此大幅提昇變壓器的效率。在其鐵心材質係具有類似非結晶原子結構及優異之軟磁特性，無載損比一般傳統型矽鋼片減少約 70~80%；另改良式線圈結構，降低負載損約 20~25%，節能效果顯著。

非晶質鐵心原料製造，符合可回收、低污染及省能源等特性，因非晶質鐵心材料係使用板流鑄造技術(Planer flow casting process)生產，製程較傳統鐵心材質矽鋼片更為簡化，由原料直接板流鑄造完成；而矽鋼片在製造原料溶解之後，需再經熱壓、冷壓及多次退火等製程。所以非晶質鐵心材料在生產過程中，可以節省大量耗用之能源且可以回收再製，係為典型的環保材料。目前加壓站已陸續將傳統矽鋼片變壓器汰換為非晶質型式，如表 4。

由於近來因產業的需求，廣泛使用變頻設備、不斷電系統(UPS)、大眾捷運系統、電弧爐、整流設備等諧波源，使電源系統產生高次諧波，影響電力設備之正常運轉，但是非晶材料的物理及磁化性只有傳統鐵心的 1/10 損耗，除增加電力設備之能源效率，且在高次諧波時之表現非常優異，不但可以降

低電力系統的線路電力損耗，又可減少電源開發費用及燃料費，無形中降低了 CO₂ 排放量，減少空氣污染、酸雨及降低溫室效應為綠色環保產品，惟其缺點為購置成本較傳統型高。採用非晶質鐵心變壓器預期效益主要歸納如下：

- (1)非晶質材料耗損低，省能效益佳。
- (2)運轉溫升低、絕緣劣化緩慢、使用壽命長。
- (3)耐諧波性能優異，運轉噪音低。
- (4)環保材料可回收再製。
- (5)適用投資抵減獎勵，投資回收效益高。

(二)操作管理之精進

1.電費結構檢討

加壓站每月應繳電費主要包括基本電費與流動電費，其計算式為：

基本電費（元/每瓩每月×契約容量）+ 流動電費（元/每度×用電度數）

(1)基本電費部分

加壓站用電量會隨著出水量與出水壓之高低成正比變化，考量加壓站因供水區域改變或應緊急突發狀況相互支援時，避免因契約容量訂得太高，實際用電並未達到該契約容量而付出較多的基本電費，或者契約容量訂得太低，導致經常發生超約用電，支付之電費可能大於實際

用電之電費亦不經濟。故每年定期檢討加壓站用電契約容量，使契約容量合理化。

依臺電公司規定，用電量超出契約在 10% 以下部需罰繳 1 倍之基本電費，超出契約 10% 以上部分需罰繳交 2 倍之基本電費，若契約容量調降後需再調高，需再繳交高額之線路補助費予臺電公司，故契約容量之檢討應以 12 個月為週期較為適當，因加壓站供水量需求會隨四季節氣溫度變化呈現差異性，且亦有尖、離峰時間變化，若用電量僅短期少量超約，與整年度提高契約容量以增加用電裕度比較，如前者支出之電費較少，則可不必調整。故在檢討契約容量之合理性時，應考量供水管網負載特性、用電量之未來變化及契約容量調整前後之電費比較等因素。

另為有效的控制場站用電需量瓩數，在技術上可利用硬體設備即需量控制裝置及其控制通訊設備，或於既設監控系統撰寫用電需量控制軟體程式，以經常監測用電負載變動情形，當超出預設值時即發生警報或負載控制，以避免發生用電超約之情形。96 年加壓站檢討後共調降契約容量 615kW，一年計可節省 96 萬元基本電費。

表 4 加壓站傳統型變壓器汰換為非晶質型式一覽表

序號	加壓站名	變壓器容量	台數	原設置型式	新設置型式
1	天母	1000KVA	1	油浸式矽鋼片	非晶質
2	安康	750KVA	1	油浸式矽鋼片	非晶質
3	北投	2000KVA	1	油浸式矽鋼片	非晶質
4	松山	3000KVA	2	模鑄式矽鋼片	非晶質

(2)流動電費部分

目前台灣電力公司訂定的時間電價分為二段及三段式，為反映尖峰、半尖峰、離峰時間不同之供電成本，分別就尖、半尖、離峰時間訂定不同費率；尖峰時間電價較高，離峰時間電價較低，以鼓勵用電戶調整作業時間或增設負載管理設備等，俾移轉尖峰時間用電於離峰時間使用。

另又訂定季節電價，係反映不同季節供電成本差異的一種電價制度，主要目的在於引導用戶抑低夏季尖峰用電，降低供電成本，進而維持低廉的電價水準，這是電力公司之政策，適度調升供電成本較高的夏月(6~9月)4個月電價，並同時調降供電成本較低的非夏月(6~9月以外月份)8個月電價，用戶可以利用各項節約用電措施降低夏月用電所佔比例，而有效減少全年電費支出，進而延緩對新設電源之開發或降低可能面臨之限電風險，降低CO₂之排放量，減少民怨降低社會成本，電力公司則將所節省之投資相關成本反映在電價上。

以北水處而言，供水抽水機用電量佔加壓站總電量之95%以上，其餘為加壓站機房空調、照明及儀控設備等用電。依據台電公司最新公告之電價表，經統計分析加壓站尖峰、半尖峰、離峰各時段之歷史用電紀錄，比較採用二段式及三段式時間電價之效益，發現三段式電價費率只有全年用電時數之1/17(夏月尖峰時間)較高，其餘之16/17均較二段式低，且以水處供水負載特性分析，夏月供水尖峰時段約落在夜間18~24時，也是用電量最大之時

段，而此時段並非台電公司之供電尖峰時間(10~12及13~17)高電價計費時段，兩者負載之尖峰時段並不重疊，因此，對於每天需24小時持續供應民生用水之供水加壓站用電，採用三段式時間電價對水處確實較為有利。

自96年2月北水處18處高壓以上供電之中大型加壓站將原為二段式時間電價變更為三段式後，累計1年減少了600餘萬元之流動電費，約佔總動力費之5%，故採用三段式時間電價節省電費之效益明顯。

2.實施計畫性負載管理措施

所謂負載管理措施，係電力公司為降低供電成本維持低廉電價為最終目標，抑低尖峰負載而拉高離峰負載，故尖、離峰時段訂定不同之電價費率，以三段式時間電價而言，尖峰/離峰每度電價(流動電費)比為3.5倍，尖峰/離峰每瓦契約單價(基本電費)為5倍，以價制量之結果，加壓站採行負載管理措施抑低尖峰用電量，而將其移轉至離峰時段使用，除可享用低廉之離峰電價外，另使電力公司之尖、離峰時段供應之電力趨於平均，電力調度更為靈活，可避免發生限電危機，而影響民生及工業用電。負載管理之效益，可使加壓站與電力公司兩者均蒙其利。

如前節所述，抽水機用電量佔加壓站總用電量之95%以上，況且北水處供水尖峰時段與台電供電尖峰時段不重疊，因此，負載管理措施以抑低尖峰時間之抽水機用電為主要目標且效益較大，且又可使採用三段式時間電價發揮加乘效益，加壓站採行之負載管理措施如下：

(1)調整大型配水池進水時段

於半尖峰或離峰時間操作抽水機將配水池補滿水，避開於夏月(6~9 月)尖峰時段(10:00~12:00 及 13:00~17:00) 用電高峰及高電價時段補水，以減低電費支出。經由供水監控中心執勤人員手動操作及監控系統自動控制，由程式設定於離峰/半尖峰時段內自動啟動抽水機將配水池補滿水，並彈性調整水池之上、下限水位，增加配水池有效之蓄水量。

(2)變頻器之水壓管理

搭配變頻器之時段操作壓力設定，依尖、離峰時段，設定不同出水壓力，於半尖峰時間提高供水壓力使用戶水池(塔)進水，並於尖峰時段適度調降供水壓力，即可同步降低抽水機動力輸出，達到節能之目的。

(3)幹管餘壓供水

清水幹管在進入加壓站配水池前仍存在殘餘水壓，從節能之觀點，如果將殘餘水壓進入配水池歸零後再重新加壓，的確十分地浪費電能，若能同時兼顧節能及提升水量調配之彈性下，調整管網相關閘開度，以充份利用幹管餘壓來供水，公館加壓站及大同加壓站新舊市區線每日採幹管餘壓重力供水 14 小時以上，計可減少 1450HP 抽水機運轉電能，一年可減少 386 萬度電(KWH)。

3.主動參加優惠電價方案

為使加壓站負載管理措施之效益發揮到最大，除透過加壓設施與監控系統有效整合，利用配水池、變頻器及幹管餘壓供水外，同時主動參加台電公司「用戶計劃性減少用電措施(二)」優惠電價獎勵方案，其適用對象為契約容量在 500 瓩以上之高壓或特

高壓之用戶，實施期間為每年 6 月中旬起至 10 月電費月份(實際用電為 5 月 5 月中旬起至 9 月)，星期一~星期六(例假日除外)每日上午 10~12 時，下午 13~17 時，每日 6 小時，抑低契約容量 25~40%，優惠電價以月為計價單位，若達到上述要求時，台灣電力公司除當月基本電費給予減免外，從當年 11 月至翌年 5 月電費月份均可享有扣減優惠。

基於維持轄區正常供水前提下，根據供水管網負載之特性及調閱分析相關時段歷史用電紀錄後，擇定大同、公館、三重、中和及安康等大型加壓站於用電尖峰時段內調整加壓站操作模式，進行具體可行之抑低尖峰時段用電契約容量，以符合台灣電力公司優惠電價方案，本方案屬用電戶自願配合性質，即使當月未達到抑低契約容量標準，僅當月不享有優惠電價(基本電費)獎勵，電力公司對用電戶並無罰則，使加壓站供水調配更具彈性及機動性。因 96 年僅實施 3 個月屬試辦性質，且以優先維持正常供水為優先考量，實施後共優減基本電費 180 萬元，部分月份未達成優惠之主要原因為支援台水公司轄區供水及場站設備檢修，故 97 年度實施時已規劃場站設備維修時間與實施時段錯開，故預期可達到更好之成效。

4.能源管理監控

因應現代化企業管理之潮流，自來水事業供水設施正積極邁向自動化之目標，除可提升供水品質並提高危機應變處理能力，更可藉由電腦化監控功能來增進設備之有效管理。

加壓站為能降低基本電費支出，除了訂定適當契約容量外，同時為提昇及強化監控系統之功能，於既設監控系統圖控(Citect)撰

寫用電需量監測程式替代電力需量監測設備，節省了裝設相關硬體設備之費用，本程式除能即時監測用電負載變動情形外，並能同步記錄加壓站的歷史用電量趨勢，以作為日後契約容量調整之決策依據，圖 11 為用電量即時監控畫面。加壓站能源管理監測程式功能如下：

- (1)即時(Real Time)監視加壓站用電情形。
- (2)當用電瞬間值達到設定值時，發出警報以告知值班人員，及時切除可停、次要負載，避免超約用電罰款。
- (3)配合負載管理，與台電公司優惠電價之抑低契約容量整合，使達成優惠成效提高。
- (4)歷史用電趨勢紀錄，作為用電負載分析及避免發生用電超約之情形，合理訂定契約容量，減少電費支出。

(5)與供水監控系統整合，依管網遠端監視點之壓力需求可由監控電腦設定 24 時段壓力值以驅動變頻器運轉，並可隨時依尖離峰時段及不同季節改變壓力設定，以滿足管網最佳壓力需求，減少能源浪費。

5.改善功率因數

改善功率因數亦是節省用電項目之一。功率因數低，表示無效電力偏大，也就會使線路電流增大，而增加線路及用電設備的電力損失。一般改善方法，除用電設備選用高功率設備外，在靠近負載端的地方，加裝電容器，以提高功率因數。

任何改善功率因數的設備都可抵減無效電力的 KVAR 值，如果供給電容過量時，又會形成部份電容性的無效電流，而降低原來的省電效果。因此，採用自動功率因數調



圖 11 用電量即時監控畫面

整器來適時調節適當的 KVAR 值，更可收到最大的效益。

台電公司為鼓勵用戶提高用電設備功率因數，在電價表中訂定用戶用電的功率因數如超過 80%時，每超過 1%當月電費減收千分之一點五，如低於 80%時，每低於 1%當月電費加收千分之三，表 5 為功率因數與電費調整率對照表。改善功率因數，除了可以減輕電費並減少電力損失外，還可穩定電壓提高用電品質。

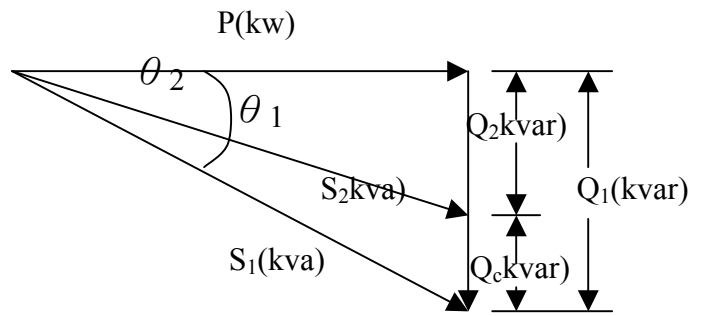
如負載實功率 P(kW)一定，該負載之虛功率 Q(kvar)及視在功率 S(kva)隨功率因數之變化而變動。如某負載之功率因數為 $\cos \theta_1$ ，功率因數角為 θ_1 ，改善功率因數後，其功因數為 $\cos \theta_2$ ，功率因數角為 θ_2 則：

改善功率因數前， $Q_1 = P \times \tan \theta_1$

改善功率因數後， $Q_2 = P \times \tan \theta_2$

所需增加之無效電力為

$$Q_C = P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$



由 θ_1 及 θ_2 之值，計算 $(\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$ 之值，乘以負載實功率 P，即可求得改善功率因數所需電容器的大小。

- (1)在電力系統中，安裝電容器以提高功率因數時，其裝置位置宜儘量靠近負載點，以增大效益。
- (2)感應電動機，以裝設個別電容器，效果較佳。
- (3)裝置高壓電容器方式，以集中裝置於變電站之高壓母線，此種裝置方法投資最少，惟僅對裝置地點之電源端較具效益。
- (4)高低壓電容器併裝方式，改善功因效果較大。

表 5 功率因數與電費調整率對照表

功率因數 %	無效電力	電費調整率 ‰	功率因數 %	無效電力	電費調整率 ‰	功率因數 %	無效電力	電費調整率 ‰
	有效電力			有效電力			有效電力	
70	1.03454	+30	85	0.63285	-7.5	100	0.10037	-30.0
69	1.06356	+33	84	0.65898	-6.0	99	0.17518	-28.5
68	1.09306	+36	83	0.68500	-4.5	98	0.22790	-27.0
67	1.12307	+39	82	0.71099	-3.0	97	0.27176	-25.5
66	1.15363	+42	81	0.73698	-1.5	96	0.31058	-24.0
65	1.18477	+45	80	0.76303	-0	95	0.34610	-22.5
64	1.21655	+48	79	0.78916	+3	94	0.37930	-21.0
63	1.24899	+51	78	0.81543	+6	93	0.41077	-19.5
62	1.28215	+54	77	0.84186	+9	92	0.44093	-18.0
61	1.31607	+57	76	0.86850	+12	91	0.47006	-16.5
60	1.35079	+60	75	0.89538	+15	90	0.49839	-15.0
59	1.38638	+63	74	0.92254	+18	89	0.52609	-13.5
58	1.42287	+66	73	0.94999	+21	88	0.55328	-12.0
57	1.46033	+69	72	0.97779	+24	87	0.58008	-10.5
56	1.49882	+72	71	1.00596	+27	86	0.60658	-9.0

- (5) 低壓側採電腦全自動控制 (A.P.F.R control)，以應負載變動大，且各時段機器設備開機率都不同之場合。
- (6) 電容器串聯電抗器可降低諧波成份在，設有變頻設備之場合，其電容器之額定電壓等級可適度提高，以提高電容器之使用壽命。
- (7) 裝置電容器容量以提昇功率因數至 95% 為原則。

6. 善加維護設備防止故障

加壓站的機電設備，遇事故的損害，不僅需負擔設備修護費用，尚有供水中斷，供水品質降低，水處形象受損等損失，若需要其它場站支援供水，可能額外增加耗能及電費。電氣設備為供水機電設備的神經中樞，所以平常應經常保養點檢維修，以降低突發事故所帶來的損失。

場站相關之設備需進行定期及不定期之檢驗、校正及維護等工作，俾使加壓站設備維持在最佳運轉效能，以維持供水穩定。其中屬於預防性之檢測項目有電氣設備之紅外線熱影像檢測、抽水機振動檢測及變壓器絕緣油檢測，以利早期正確診斷出設備發生異常前兆，倘發現有異狀可及早安排維修或汰換，避免因設備突發故障而影響正常供水及增加耗能。

預防性檢測採取積極主動式，以取代過去傳統當設備故障當機才進行保養或定時保養的被動式維修。過去的維修以設備運轉時數或功能異常時作為維修參數，著重機器拆修技術，類似外科手術工作；而預防性檢測則透過精密量測設備來預測設備狀況及堪用度，著重設備運轉惡化流程，依警戒決定維修時機或提供改善建議，類似內科醫生

預防醫療的工作。這對於加壓站之重要設備，應該才是最保險、最精準的保養方式。

預防性檢測已是未來保養的必然趨勢，其目的為在不降低維修品質之條件下，做到更嚴謹、精確及最有效率的維修，以節省維修費用、降低耗能並達到幾乎不發生任何意料之外的當機事件。它運用新的科技儀器進行檢測，來評估設備運轉狀況、預估設備必須維修時機或訂出安全運轉最後期限，並能提供診斷資料，提高維修效率與品質，北水處目前執行之設備預防性檢測項目，已大大的降低突發事故發生之機率。

(三) 辦公室的節能作為

本節為加壓機房及辦公室場所採取之節能措施，雖然此類場所之設備耗能較前述大型機電設備低很多，但是實施之成效較為顯著，原因為辦公室設備之耗能量較固定，可能因採取某個節能動作如隨手關燈或設定冷氣機之使用溫度等，即呈現良好之成效。以下為辦公室照明、冷氣機及事務機器等採取之節能作為。

1. 照明

在兼顧節能前提之下，同時為了得到最適切的照度，光源體與照明器具有各式各樣的組合，應考量不同使用需求，依配光曲線、演色性、空間及效率來選用燈具，並適度減少燈管數，以正確的配置方式進行裝設，以下為選購及使用照明燈具之原則。

- (1) 以 T5 日光燈管及電子安定器燈具取代現行 T8 燈管及傳統式安定器，可省電 30% 以上，另日光燈用電量僅有白熾燈的三分之一左右，故全面汰換為日光燈管。
- (2) 緊急避難指示燈、配電盤控制訊號指示燈及按鈕開關將逐步改為 LED 型，以達到省

能之目的。

- (3)高壓鈉氣燈的效率最高，逐步將機房水銀燈汰換為高壓鈉氣燈。
- (4)採用 40W 單管日光燈(含安定器)可較 20W 雙管日光燈效率高出 30%以上。
- (5)採用全面照明與局部照明並用為原則，川堂、走廊、廁所、樓梯間等不須高亮度場合可用局部照明來加以補足，並利用紅外線燈光感知器控制燈之啓閉，可發揮有人開燈，無人自動熄滅的節約能源功能。
- (6)天花板及牆壁儘量選用反射率較高之乳白色或淺色系列，並利用建築物的自然採光不但可減少照明用電，也可降低因照明器具散熱所需的空調用電。
- (7)燈管及燈具應該定期擦拭、清掃，以提高反射率，日光燈管的兩頭若已經有黑化的現象，應及早更換燈管，以保持室內充足的照度。
- (8)利用感光式點滅器控制屋外庭園燈、投射燈及路燈之點滅時間，以取代傳統 timer 控制無法應季節變化調整點滅時間之缺點。
- (9)新設建築物採用二線式數位控制方式，在不需變更管線情況下，可做個別或不同群組控制。照明迴路分的越細，越能利用所需使用燈光，所以就能更省電。

2.冷氣機

冷氣機屬辦公場所耗電較高之設備之一，因冷氣設定溫度每提高 1°C 可省電 6%，故在使用空調之場合將溫度設定在 26~28°C，可有效節省冷氣機之耗電量，以下為選購及使用冷氣機之原則。

- (1)配合電風扇使用，使室內冷空氣加速循環，冷氣分佈均勻可提高冷氣的功效。

- (2)冷氣負荷變動過大的場所，可選用變頻式冷氣機以降低壓縮機啓閉頻度，節約用電。

- (3)裝置空調機的位置，可加裝窗簾、遮陽棚，避免日光直射及雨淋。

- (4)在空調機通風口附近不要堆放雜物，避免冷氣流通時因受到阻擋而降低冷氣效率，造成浪費。

- (5)冷氣不用時，應養成隨手關閉的習慣。

- (6)應選購高(EER energy efficiency ratio，能量效率比)，及具「節能標章」之冷氣機產品 (EER = 冷房能力 (kcal/h) / 使用電力 (W))EER 值愈高，則冷氣機愈省電，EER 值每提高 0.1，約可節省 3.5%之用電。

- (7)定期檢查濾網，原則宜每月清洗一次，以維持冷氣效率。

3.事務機器

辦公大樓之事務機器，包括電腦、影印機、傳真機、打孔機等，此類機器大部分以性能取勝，較少考慮省電功能，若能注意一些小細節，亦可達到節約能源的效果。以下為事務機器之節能作法：

(1)電腦

- a.選用符合環保標章之電腦主機，微處理器、低輻射量顯示器或平面顯示器及硬碟，當其工作暫停 5-10 分鐘後，即可自動進入低耗能休眠狀態。

- b.液晶平面顯示器也較一般傳統型螢幕顯示器省電。

- c.長時間不用電腦時可自動切掉總電源，減少待機損失。

(2)影印機

- a.請選購具省電功能之影印機，通常可在持續 15 分鐘未使用時，自動進入省電狀

態。

- b.影印機背面之排氣孔與牆面最少保持 10 公分之距離，以利散熱。
- c.勿將機器安裝在空氣不流通或灰塵多的地方，以免影響機器效率。
- d.複印前須先設定紙張大小及複印份數，以免增加無效的複印，浪費紙張及電力。

(3)其他

選購具「節能標章」之電器產品，亦能達到省能之目的，另一般常用電器的待機電量總在不知不覺中流失，宜將不在使用的電器主電源開關或插頭拔掉，以減少電費支出。

三、結語

臺灣暖化速度尤其嚴重，過去一百年來，年均溫增加了 1.3 度，是全球平均的兩倍。因為過去 15 年來，全球二氧化碳總排放量成長約 16%，臺灣卻高達 134%，每人平均年排放量超過 12 萬噸，是全球平均值的 3 倍！這些數據顯示我們更應該以嚴肅的態度及積極的作為來面對此一嚴峻的事實。

從宏觀的環境保護與節省能源的角度來看，各國政府應積極制訂各項節能創源政策，以減少石油的消耗，降低對環境的污染，開創更有效率的能源使用規劃。北水處為保護環境與節約能源，積極落實政府之節能減碳政策，目前已完成建構環境管理系統 (Environmental Management System,EMS)，以落實防污節能的生態理念，並透過環境管理系統推行，制訂環境政策與環境目標，據以規劃環境管理方案，進行環保績效評量，降低事業活動對環境的衝擊。

供水加壓站為 EMS 之重要環節，在節

能減碳的努力已獲得相當之成效，於 96 年度榮獲臺北市政府「我愛 Cool 地球省電大作戰」減碳節能績優單位及經濟部 97 年節約能源績優表揚活動選拔入圍獎等肯定，我們將持續擴大應用使用高效率之省能設備及精進之操作管理，俾建立供水場站節能之最佳化運轉模式，為保護地球盡一份心力，同時善盡企業之環保社會責任。

參考文獻

- 1.加壓站增設變頻器及電費結構之效益分析，臺北自來水事業處，陳明州、李育樟等，西元2006年。
- 2.變頻控制於流體機械節能之探討，中央大學，莊東漢，馬達科技研究中心第61期，西元2004年。
- 3.What Do We Know About Pressure : Leakage Relationships in Distrubution Systems ? Allan Lambert。
- 4.臺北自來水供水管網改善計畫，臺北自來水事業處，巨廷工程顧問有限公司，西元2004年。

作者簡介

陳明州先生

現職：臺北自來水事業處供水科科长

專長：機電儀控、淨水處理

李育樟先生

現職：臺北自來水事業處供水科副工程司

專長：機電工程規劃設計、電力及控制

研究快訊一

計劃名稱：水庫水質優養化相關參數合理性研究

委託單位：台灣省自來水公司

研究單位：中央研究院

研究人員：吳俊宗、吳先琪、王美雪等

研究期間：自民國九十七年十二月至九十八年十一月

水庫是國內最主要的自來水水源，近年來由於集水區的過度開發使用，造成許多水庫水質有優養化的趨勢，使得國內許多水庫正面臨水質優養化所產生的淨水成本增加、藻毒、臭味、毒性物質等問題。對於水質優養化的評估，目前國內各單位多採用卡爾森水質優養化指數法（Carlson TSI）。此指標已成爲國內最普遍使用的水庫水質優養化評估模式，其指標值係以葉綠素 a、總磷、透明度等三個參數，透過公式計算出卡爾森優養指數值，來評估出該水體的優養化程度。然而，台灣位處亞熱帶的太平洋邊緣，受季風雨，如颱風、驟雨、地形雨等之影響，自集水區帶來濃度甚高的懸浮固體，而使得水庫之濁度偏高，和測得之透明度偏低。此現象也常發生在水庫水體季節性翻混作用之時。此種高濃度懸浮固體不僅使得水體透明度偏低，也造成總磷測值偏高。進而導致卡爾森優養指數值偏高，而高估水質優養化程度。

爲解決此水質評估的問題，本計畫乃擬選定國內北、中、南區三個以上水庫，每季進行二~三次採樣，由水質及藻類分析，來評估卡爾森優養指標在應用時因濁度干擾所造成之偏差程度；並利用多變數統計分

析，探討卡爾森優養指標之適用條件和侷限性。並依據地區環境特性，找出透明度之最適化客觀條件和修正參數之權重，以建立本土化之優養指標修正式，供國內之參考使用。

此外，本計畫並擬收集國內水庫水質和藻類相之調查資料，由水庫藻類群落分析中，找出適用於水質指標的藻種，以建立水質之藻類指標資料，並予以簡化成非專家即可應用的指標模式，以作爲在卡爾森優養指標不適用時的可能替代模式。

研究快訊二

計劃名稱：淨水處理程序與配水管網微生物控制與指標性之探討

委託單位：台灣自來水公司

研究單位：中山大學

研究人員：樓基中、黃建二、張庭璋、韓佳芸、陳必祥、林建宏等

研究期間：自民國九十七年十二月至九十八年十一月

飲用水品質的優劣和供給率大小，常作為一現代化國家的指標。近年來，由於國民所得增加，生活水準提高，民眾對於每日生活必需的飲用水水質要求也相對的提高。因國內飲用水水源遭受有機物污染，除了造成原水水質惡化，也增加淨水處理的困難度，亦使清水水質變差外，(van der Kooij, 1990) 及 (LeChevallier, 1990) 指出配水管網內水質惡化，大部分來自於配管網內微生物之繁殖。目前一般認為控制後生長之最有效方法在於控制微生物生長所需之營養 (nutrients)，而許多存在飲用水中之微生物已被發現在幾個 $\mu\text{g/L}$ 碳之低濃度下，即可繁殖 (van der Kooij, 1995)，故如將水中之有機碳濃度控制於微生物之可利用濃度以下，則微生物之生長受到抑制，而此種水則稱為「生物穩定性 (biological stability)」高的水質。鑑於國內大部分淨水程序均採前加氯與前臭氧、混凝沉澱及濾床之操作方式，且由前述文獻研究得知，前加氯與前臭氧除會提早與有機物之接觸外，其反應時間亦隨之增加，故水中消毒副產物量也相對提昇，另由於有機物性質已轉換為親水性，除不利其於後續混凝去除外，此類基質若進入配水管網系統時，亦可能導致配水管網系統微生物

滋生之現象。若原水經氧化劑前處理，如臭氧及氯氣作用後，因疏水性有機物性質可轉化為親水性者，故混凝去除有機物之效率會降低，且前加氯除不利有機物之混凝去除外，另其可能形成消毒副產物及過量之生物可分解有機質等問題，而後者更可能導致配水管網內異營性微生物之繁殖，而使水質惡化，此即所謂之「再生長 (regrowth)」或「後生長 (after growth)」(van der Kooij, 1990, LeChevallier, 1990)，其對配水系統及供水水質之負面影響包括：因生物黏膜或某些鐵細菌繁殖加速輸水管材腐蝕；微生物代謝產物或管壁附著生物膜剝落造成水質惡化，並產生臭味及色度等問題；配水管網內所需維持一定濃度之消毒劑，因與生物膜作用而大量消耗，致無法維持有效的濃度，進而引起致病菌的繁殖；另外大量異營菌的繁殖亦將干擾大腸菌用做監測水質的意義。因此清水水質之好壞，可藉由淨水場是否能有效控制有機物之含量。

本研究乃由國立中山大學環境工程研究所樓基中教授之團隊負責執行，計畫將於九十八年十一月完成，預計將執行下列四項工作內容：

1. 探討各項水質檢項之相關性，建立以其他

檢測水質項目推估 AOC 濃度預測模式，作為水公司微生物預警指標應用之可行性；並建立三個淨水場淨水處理程序水質穩定之操作模式。

2. 探討生物可利用有機碳於三水廠之流佈情形與各淨水單元之去除效率，並探討三種不同氧化劑對於生物可利用有機碳之影響與後續處理之效果。
3. 依據管網採樣探討管網中生物可利用有機碳之流佈情形。
4. 根據相關文獻暨檢測資料，預測評估南部地區三座淨水場配水管中微生物再生的情形。

透過本計劃之採樣分析，可深入了解目前南部地區三座淨水場高級與傳統處理流

程之淨水場「澄清湖（臭氧）、小坪頂（液氯消毒）、嘉義公園淨水場（次氯酸鈉）」其消毒方法對於水中生物可利用有機碳之影響，並藉由各淨水流程之採樣可深入探討各項單元對於影響水中微生物再生長因子之消長。

藉由長時間的採樣，分別對南部地區三座不同淨水流程之清水於輸送管網佈點分析，藉以了解是否微生物有再生之情形，並了解經由不同淨水流程處理過後水質於管網中之變化，可得知自來水經由高級或傳統淨水處理及經由輸水管線過程，自來水水質是否維持穩定，可作為政府和自來水事業單位對民眾進行宣導的依據，強化或重拾民眾對自來水水質的信心。

研究快訊三

計劃名稱：淨水場廢污處理設施通則及緊急排放合理化之探討

委託單位：台灣自來水公司

研究單位：台灣水環境再生協會

研究人員：張維欽、莊順興，歐陽嶠暉等

研究期間：自民國九十七年十一月至九十八年十一月

台灣河川坡陡流急，一遇豪雨極易造成地表沖刷，更因集水區土質鬆軟，原水濁度常可遽增至 3000 NTU 以上。雖淨水廠盡其可能以各種應變措施加以因應，然而高原水濁度所衍生之大量污泥，常遠超過淨水廠之處理量，因此淨水場廢水處理實質成爲淨水場出水量之最大限制因子。緣此台灣自來水公司於 92 年委託第三者，依公證客觀立場辦理「原水高濁度期間自來水場放流水標準合理性修訂之研議」。經過各級單位的努力，環保署終於 95 年 10 月 16 日新修訂之「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」，提出當暴雨來臨，原水濁度達 2,000 NTU 以上之高濁期間對無法處理之廢水可進行緊急排放之折衷情形。

在 95 年 10 月水措管理辦法修訂以來，水公司即積極推動淨水場相關廢水處理業務（如：訂定「台灣自來水公司廢水處理設施設置及排放或回收水措申請通則」、推動廢水改善方案及推行廢水沉降試驗等等）。惟水公司在對新設與既設場進行廢污處理設施檢討時，均發現要在原水 2,000 NTU 內符合放流標準，處理設施所佔面積有異常過大之情形。因此，對於環保署所訂之緊急排放條件仍有窒礙難行而須進一步探討之必

要。此外，水措管理辦法所謂之暴雨高濁條件(2,000 NTU)，主要乃依 92 年所辦理之「原水高濁度期間自來水場放流水標準合理性修訂之研議」所提之建議值。事實上，在 92 年後無論北中南部之淨水廠，其原水之年平均濁度或累積 95% 機率濁度值均有明顯劇增之情形，是故 92 年後之各項情勢變更情形，似亦有一併重新納入檢討之必要。

因此本計畫擬藉由對資料之整體性彙整，並輔以第三人之實驗驗證提供科學性之數據，再透過專家學者綜合座談方式對水公司「廢水處理設施設置及排放或回收水措申請通則」及「淨水場合理之緊急排放條件」作一詳細的討論，以期彙總各方意見，獲致淨水場合理緊急排放條件，作爲水公司與環保署研商之依據。

國際自來水研討會訊息

編輯小組

日期	會議名稱 會議相關訊息網址	地點	主辦單位
08-12 Sep. 2008	6th World Water Congress www.iwa2008vienna.org/i8/	Vienna, Austria	International Water Association
11 Feb. 2009	Water recycling options for the UK: evidence and experience from across Europe www.cranfield.ac.uk/sas/water/cpd	Crandfield, UK	Academic Operations Unit Cranfield University
17 - 20 Feb. 2009	AWWA Utility Management Conference www.awwa.org/conferences/umc	New Orleans, USA	America Water Works Association
20 Feb. 2009	The 4th Annual Water Symposium www.legalwiseseminars.com.au	Sydney	Legalwise Seminars
16-18 Mar. 2009	Ozwater '09 - Australia's National Water Conference and Exhibition "From Challenges to Solutions" www.ozwater09.com.au	Melbourne, Australia	Australian Water Association
8-10 Apr. 2009	AWWA Water Security Congress www.awwa.org/conferences/security	Washington, USA	America Water Works Association
26-29 Apr. 2009	Water Loss 2009 www.waterloss2009.com	South Africa	America Water Works Association
28-30 Apr. 2009.	The 10th China Water Show for Water Supply, Drainage and Water Treatment www.c-watershow.com	Shangh, China	Shanghai ZM International Exhibition Co.
98 年 10 月 18~22 日	2009 年第三屆國際水協會亞太地區會議及展覽會 www.aspire2009.org/	台北市國際 會議中心	中國民國自來 水協會



國際自來水瞭望台

譯/范家璋

中東地區的海水淡化工程

在中東，水資源這個區塊總是面臨了多項挑戰。阿拉伯國家水資源利用協會 (ACWUA, Arab Countries Water Utilities Association) 指出，該地面臨的水資源困境多為長期性的問題，如水源缺乏、水體脆弱、當地的環境保護策略、高度的投資需求、有效管理及技術能力方面的限制、以至因人口成長而造成的需水量增加等。

水資源在中東地區肯定的是一項極具決定性的重要議題。前聯合國秘書長蓋里 (Boutros Boutros-Ghali) 就曾預言，該地區的下一場戰爭將會因為水資源問題而引爆。

在這裡，用以淨化海水的海淡法 (desalination) 數十年來都是各國慣以解決水量極度缺乏問題的技術。截至 2007 年中旬，中東地區的海淡工程佔了近全球總生產力的四分之三，即使是貧瘠的葉門也逐漸將其列入考量。葉門的環境水源部門更將此列入其 2005-2009 年間的開發計劃中，並表示：「將海淡技術延至地下水抽取枯竭才開始發展將是一項非常錯誤的決定。」除此之外，海淡法的使用也可避免當地下水抽取枯竭時立即面臨的關稅大幅上昇等潛在問題。

除此之外，於 2005 年進行的一項針對全球前百大營運中或建設中的海淡處理廠的統計報告中顯示，目前全球設備最完善的 38 座海淡廠中有 35 座位於中東。同時，一項近期的報告也指出，地中海沿岸的阿爾及利亞、利比亞、及以色列等國都在持續擴充其海淡廠的生產力，預計將之提高至目前的 300%。而逆滲透薄膜淡化程序 (Reverse Osmosis) 則有逐漸取代中東國家長久以來偏好使用的蒸餾海淡 (thermal desalination) 之勢，成為該地區被最廣泛使用的技術。

隨著科技的進步，部分新建的幾座超大

型海淡廠都擁有驚人的產能 - 如沙烏地阿拉伯的舒艾拜三廠 (Shuaiba III plant) 及拉斯阿爾朱爾港 (Ras Al Zour)，每天皆可生產約 800,000m³ 的淨水。同樣位於沙烏地阿拉伯的朱拜爾二廠 (Al Jubail II plant) 產量也可達到每日 730,000m³。阿拉伯聯合大公國計劃興建的傑貝阿里 M 廠 (Jebel Ali M plant) 在 2011 年正式營運後每天將可生產 600,000m³ 的淨水。

在各種大型海淡廠如雨後春筍般一座接一座出現的興建風潮之前，以色列的阿希科倫 RO 逆滲透廠堪稱全球最大，設備最新穎的海淡廠，每日產能可達 320,000 m³。而傑貝阿里年產量 300M.m³ 的多級閃化法蒸餾 (MSF, Multi-Stage Flash Distillation) 廠則緊接在後，為當時的第二大海淡廠。由於該地石油資源豐富，後期的建設巧妙的結合了海淡廠及發電的設備，以該廠發電產生的電力來供應海淡過程中所需的能源，再利用海淡過程中產生的餘熱協助發電，得到相輔相成之效。

為了同時利用 RO 及 MED (多效海水淡化, Multi-Effect Desalination) 技術的優勢，目前已逐漸出現同時具備 RO 及熱力海淡處理過程技術，更結合發電功能之複合廠的趨勢 - 如沙烏地阿拉伯的吉達 (Jeddah) 及雅布麥迪納 (Yambu Medina) 兩大廠就是以這個結構興建。威立雅水務工程技術公司 (Veolia Water Solutions & Technologies) 透過其專任熱力海淡的分公司 SIDEM 簽署了一項合約，將於 UAE 中富加瑞 (Fujairah) 的轄地內再興建一座同樣性質的工廠，每日生產 590,000m³ 的水。而伊朗也將於波斯灣內的基什島 (Kish Island) 上建立一座結合 RO 及 MED 兩項技術的 MED/RO 廠來更有效的利用廠內生產的能源，特別是在嚴峻的冬季。這項工程的委任工作目前預定於 2010 年夏季完

成。

技術的提昇

從技術發展層面來看，以色列的海水淡化技術有限公司 (IDE Technologies) 在其發表的一份報告中指出，能顯著提高熱傳導系數 (heat transfer coefficients) 的波狀熱傳導配合前饋式流向控制設計可以安全且有效的提高低溫的多效海水淡化 (MED) 及目前最有效的熱處理方式 - 機械壓汽蒸餾海水淡化系統 (MVC, Mechanical Vapor Compression) 操作時的溫度。除此之外，報告的作者也一致建議，如果能再配合將 MED 廠中相對效能較低的熱力壓縮機由蒸汽輪機帶動的機械式壓縮機取代，將更能達到理想的效果。

位於阿拉伯半島東部的卡塔爾 (Qatar) 一直以來都非常積極的參與海水淨化的發展。最近，卡塔爾方面才公佈一項由卡塔爾科技園區與西德州 A&M 大學卡塔爾分校 (West Texas A&M University at Qatar) 於七月份耗資 40 萬美元共同進行的工程，目標在解決海淡法對環境最主要的衝擊 - 廢水的排放。這項新開發的廢水零排放技術 (ZLD, zero liquid discharge) 將取代目前採用的以固態廢物製品製成的鹽鹵。目前，鹵水的處理辦法為將其放置於池塘或是以石油發電的蒸餾器中使其揮發。然而如此的操作方式卻佔了整個系統花費的絕大部分。而眼前最新的提案則是先以一種滲入石灰及鋁的混合物來去除鹽份，再由 A&M 大學進行一系列基準測試來判定 ZLD 的整體功效、能源需求量、及生產每公升淨水所需的總體成本。

除此之外，為了因應其對淨水及電力上急速上昇的需求，卡塔爾也積極投入熱電聯產的海水淨化工程。卡塔爾近期宣佈與各界合作的企劃案包括：卡塔爾石油公司 (Qatar Petroleum) 與 Mitsui 的合資企業，以及卡塔爾電力自來水總公司 (QEWC, Qatar Electricity and Water Company) 與蘇伊士

(Suez) 於拉斯拉凡工業城 (Ras Laffan Industrial City) 共同進行的熱電聯產工程。這項耗資 39 億美元的工程於 2011 年 4 月完工後擁有每日 63MGD (283,500,000 公升) 淨水的產能。

根據 ACWUA 的預測，卡塔爾在接下來的五年間對於淨水的需求將增加 11%。為了將全國的海水淨化產量於 2011 年前提昇至 343MGD (即每日 1.3M. m³)，QEWC 將開使著手進行一系列數十萬美元的企劃案，包括興建一座 45MGD (170MLD) 的海淡廠 - Ras abu Fontas A1, 預計於 2009 年中旬完成委任；及擴展目前的 Ras Abu Fontas-B 廠。沙烏地阿拉伯不僅在公國聯盟中為海水淨化的最大生產者，同時也是全世界之冠。然而因為近代人口上昇等因素，使其長期缺水的問題逐漸加劇。目前，該國 70% 適於飲用的水都是來自於去鹽後的海水。許多當地的大型廠房，如由美國柏克德工程公司 (BECHTEL) 建立的 Shoaiba 廠，設備都使用不需刻意維護及成本相對來說較低的多級閃化法蒸餾 (MSF)。

最近，威立雅水務工程技術公司被欽點設計及建造一座全球規模最大的海淡廠，並委託特拉克特貝爾工程公司 (Tractebel Engineering) 協助，預計將於 2010 年完工，屆時將可供應朱拜耳工業城 (Jubail Industrial City) 及沙烏地阿拉伯東部省份的用水。這項耗資 10 億 3 仟 9 佰萬美元，每日產能 800,000m³ 的多效蒸餾海水淡化 (MED) 廠將是這個快速成長且工業化導向區域長期拓展能源及海淡法產能開發計劃中極為重要的一環。

除了沙烏地阿拉伯外，約旦同時也在苦思該如何開發其海淡法的產能。最近，約旦方面才宣佈完工一座位於阿卡巴 (Aqaba) 南部海濱造價 3 仟萬美元，年產能 5M.m³ 的新廠。除此之外，在中東，僅有少數國家開始正視水源流失的問題。而身為全球缺水問題

最嚴重國家之一的約旦，部分地區水源流失的比例更高達 57%。配合其新廠的落成，約旦將致力整治當地水源的流失，以解決其長期缺水的窘境。

同時，約旦也為促進兩國之間核能發展上的合作，於近期內和英國簽訂合作備忘錄 (MOU, Memorandum of Understanding)，其中還包括了海水淨化上的使用。這個工程將是接下來數十年間一項相當重要的非發電類核能應用計劃。

多級閃化法 (MSF) 蒸餾在乾旱情形相當嚴重的科威特一直以來皆是主要使用的過濾法。然而科威特於最近簽訂的一份合約中卻破例指定以 RO 技術於 Shuwaikh 建立一座日產能 135,000,000m³ 的海淡廠。由承包商統包工程採購合約 (EPC) 也已於今年 3 月簽訂。

在 UAE，蘇伊士環境公司 (Suez Environment) 最近贏得一項新的建案，使其與阿布達比水電局 (ADWEA, Abu Dhabi Water and Electricity Authority) 以 40:60 的比例共同擁有阿布達比一座以天然氣運作的疏威哈特二號海淡廠 (Shuweihat 2)。這項建案預計於 2011 年前完工後將可達到每日 454,600m³ 淨水的產能。同一時間，蘇伊士環境公司於 UAE 尚有兩個案件在投標，一項位於阿拉伯國家阿曼的首都馬斯喀特 (Muscat)，一項則在沙烏地阿拉伯麥加省的省會麥加 (Makkah)。為了緩解其能源方面不段攀升的需求，阿布達比已經開始預先籌備疏威哈特三廠 (Shuweihat 3) 的建設了。

值得注意的是，這些進行中的建設並不止於地方自治區，Manufacturer Chris 近期內才收到一份阿拉伯聯合大公國鋁業計劃 (Emirates Aluminum Project) 第一期 (Phase 1) 的海水淨化合約，完工後將達到每日 20,300m³ 的供水。

威立雅水務工程技術公司與當地的一個合作夥伴於 2007 年共同贏得了一項以私有的

資金投資公共建設的案子 (BOO, Build-Own-Operate)，將於阿曼 (Oman) 境內靠近蘇爾 (Sur) 的地方興建一座每日產能 80,200m³ 的 RO 海淡廠，供應東部地區的用水。RO 普遍採取含鹽的地下水加以淨化，以提供阿曼的小型內陸地區及 UAE 內各大小社區的用水。

在埃及，部分紅海海濱的休閒度假名勝也使用海淡法來淡化海水，但對一個同時擁有地下水及尼羅河水源可以利用的國家來說，除了用於含鹽的地下水外，額外擴張海淡工程的成本還是讓人為之卻步。

同樣也在缺水的困境中僵持不下的以色列曾經擁有當時世界最大的廠房設備 - 由 IDE 於 2005 年於地中海海岸上建立的阿希科倫 RO 逆滲透廠 (Ashkelon RO plant)，平均每天都能提供 320,000m³ 的淨水。目前 IDE 正於位在特拉維夫及海法間的城市哈得拉建設另一座 RO 逆滲透廠，預計 2009 年完工，屆時每年將能供應 100M.m³ 的淨水。同時，以色列的 2000 總體規劃也預定延著海岸建立一系列的新廠，計劃於 2020 年前將淨水的產量提高到 750M. m³。而以太陽能發電的海淡法則是現今極受偏好的淨化方式。總計，目前全國三分之一的淨水都是由地中海粹取的。

研究

身為聯合以色列、約旦、巴勒斯坦三地研究工程的主要研究者，以色列理工學院 Technion 的榮譽教授 Josef Hagin 博士針對廢水處理並再利用於農業發展方面發表了一份報告；其中透露了 RO 薄膜的另一項可能用途 - 用以淨化水源供以農業使用。

他表示：「目前以色列所實行的灌溉方式為自然的第二期不完全淨化法 - 即將廢水收集後於露天的池塘中放置一段時間。在這期間，雖然絕大部分的有機物質都會氧化，大多數的固態沈澱及微生物也已遭毀滅，然而，鹽份卻始終存留於水中。而這些水也因

為水源的缺乏使得農民毫無選擇的將其利用在農作物的灌溉上。」

不幸的是，這種作法會使鹽份滲透到土壤中，「經年累月下來會使得土質鹽化並趨於鹼性。更嚴重的是，5 至 15 年後，這些土地將會因過度鹽鹼化而不再利於耕作。」

為此，第三期的 RO 廢水處理法就頗受各界青睞：RO 不僅可以將鹽份去除，同時也能有效的隔離各種微生物、病毒、及有機物質，使過濾後的水源可以無虞的被自由使用於灌溉作物。

然而，這個方法即使在以色列也尚未實施過，而臨近的約旦及巴勒斯坦更是以未經處理的廢水直接施于灌溉。Hagin 教授的這份報告促使以、約、巴三國頂尖的科學家齊聚一堂，共同探討 RO 淨水法是否可以在經濟許可的情況下應用於農業灌溉。

Hagin 教授表示：「RO 淨水法具有一定程度的可行性 - 它的費用比淨化海水來得低，並且對農業灌溉提供了一項值得仔細考量的辦法。」研究顯示，RO 淨水法每立方公尺的成本為海水淨化的二分之一。「很明顯的，RO 淨水法在經濟考量下是可行的。然而，將此用於灌溉小麥上可能就有點不敷成本了。約旦在這次研究中最主要的貢獻之一就是發現如果將 RO 處理過的廢水來種植溫室作物再出口至歐洲，所得的經濟效益將足以支付 RO 過濾的開銷。」

為了得到更確切的結論，Hagin 教授及其團隊將就此一主題進行更深入的研究工作，期待能拓展目前的初步發現，並將 RO 應用於更廣泛的商業途徑。這項工程除了有來自美國國際開發署 (USAID, United States Aid for International Development) 的經費外，也得到以色列和平組織 the Perez Centre for Peace 及其他機構的贊助。

Hagin 教授強調，這項工作一直以來皆為以色列、約旦、巴勒斯三地互相交流的三向學習，而不只是單方面從以色列將所知傳

至約旦及巴勒斯坦。這麼做，與海淡技術使用的創新及多元化應用一樣，都是相當具有前瞻性的理想結果。

(摘譯自 Water21 - Magazine of the International Water Association Oct., 2008, 范家瑋)

中華民國自來水協會第十六屆理、監事會第九次聯席會議暨 第十六屆第三次會員代表大會預備會議紀錄

時 間：民國 97 年 11 月 13 日（星期四）下午 4 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：廖理事長宗盛

出席理事：廖宗盛、陳福田、胡南澤、王桑貴、孫新惠、謝啓男、吳振欽、林 岳、高文浩、
陳曼莉、陳錦祥、王文賢、黃進財、楊清和、鄧志清、張明欽、黃志彬、宋金順、
蘇金龍、吳陽龍、駱尙廉

出席監事：李錦地、王炳鑫、齊景新、施澍育、蔡茂麟、謝堯煌

請假理事：黃慶四、郭瑞華、李公哲、賴文正、楊水源、林連茂、吳美惠、葉宜顯、陳宏濤、
王池田

請假監事：翁自保、呂鴻光

請 假：劉家堯顧問

列席人員：許培中、王魯人、蔡麗嫻、李美娥、管惠嬋

記 錄：王魯人

一、主席致詞：大家好！感謝各位理、監事撥冗出席本次會議。明天將舉行第 41 屆自來水節慶祝大會暨本會第 16 屆第 3 次會員代表大會，希望各位理、監事踴躍出席，蒞會指導。現在我們就按照議程進行會議。

二、報告事項：

(一)秘長書綜合報告：詳如議程書面資料（略）

結論：1.第 25 屆自來水研究發表會，原訂 14 日下午 1 時 30 分開始修正為下午 1 時。

2.14 日下午 6 時假公館水岸舉辦第 41 屆自來水節聯誼餐敘，希望各位踴躍參加。

3.餘同意備查。

(二)各種委員會報告：

國際事務委員會報告：詳如議程書面資料（略）

結論：1.「2009 年第三屆國際水協會亞太地區會議及展覽會」是一項重要的國際性水界會議，感謝駱教授的辛勞籌備。

2.同意備查。

技術研究委員會報告：詳如議程書面資料（略）

結論：同意備查。

(三)會務各組工作報告：詳如議程書面資料（略）

結論：同意備查

三、討論事項；

甲、第 16 屆理、監事會第 9 次聯席會議提案：

第 1 案 類 別：服務

提案人：祕書長 許培中

案 由：本會自來水器材檢驗業務服務擬移轉由財團法人中華自來水服務社辦理，提請討論公決。

決 議：1.本案原則通過。

2.與器材檢驗業務移轉有關之其他事項諸如：服務組人員年資結清、服務社 TAF 認證、委託器材檢驗業務收入甲、乙各方之分配、資產重置等問題，請雙方繼續協議，期年底前能有所結論。

3.大會手冊提案第二案提報本會九十八年度事業計畫（工作綱要）有關服務類接受委託器材檢驗業務之移轉請於大會時口頭補充說明。

4.本會實驗室之儀器、設備日後如須作移轉之處分，依社會團體財務處理辦法第十五條及本會章程第三十一條規定，應提會員代表大會通過，始得處理。

第 2 案 類 別：人事

提案人：理事長 廖宗盛

案 由：本會服務組檢驗人員羅錦楊屆齡退休，自本(97)年 12 月 1 日起生效。擬發給一次退休金新台幣 2,277,600 元正，請討論。

決 議：通過。

第 3 案 類 別：人事

提案人：理事長 廖宗盛

案 由：本會應國際事務日增及協助 2009IWA-ASPIRE 在台舉辦等相關事宜，自明(98)年 1 月 1 日起聘任蔡宜靜小姐為本會組員，提請討論。

決 議：通過。

乙、第 16 屆第 3 次會員代表大會預備會議提案：

一、案 由：請審查本會第 16 屆第 3 次會員代表大會提案計三案：

(一)為提報本會九十六年度歲入、歲出決算書，敬請追認。

審查意見：提請大會討論追認通過，並函報內政部核備。

(二)為提報本會九十八年度事業計畫（工作綱要）草案，敬請討論。

審查意見：提請大會討論通過，並函報內政部核備後實施。

(三)為提報本會九十八年度歲入、歲出預算草案，敬請討論。

審查意見：提請大會討論通過，並函報內政部核備後實施。

二、案由：請推定本會第 16 屆第 3 次會員代表大會暨第 41 屆自來水節慶祝大會理、監事會工作報告、大會提案討論、臨時動議主持人：

決議：1.理事會工作報告主持人	李監事會召集人錦地
報告人	許祕書長培中
2.監事會工作報告主持人	郭常務理事瑞華
報告人	王常務監事炳鑫
3.提案討論及臨時動議主持人	廖理事長宗盛

三、案由：對自來水事業發展有特殊重大貢獻人員及服務年資悠久頒獎人：

(一)一級主管表彰案頒獎人	廖理事長宗盛
(二)基層工作人員表彰案工程技術獎頒獎人	陳常務理事福田
基層工作人員表彰案營運獎頒獎人	王常務理事桑貴
(三)服務年資悠久會員表彰案頒獎人：	
1.積滿 45 年表彰人員	廖理事長宗盛
2.積滿 40 年表彰人員	郭常務理事瑞華
3.積滿 30 年表彰人員	李常務理事公哲
4.積滿 20 年表彰人員	胡常務理事南澤

四、臨時動議：無

五、散會：下午 6 時 15 分。