

自來水會刊第 31 卷第 1 期目錄



特 載

水資源環境教育之思維與作為—宜蘭深溝水源生態園區案例……………陳福田……………1

實務研究

自來水工程綠美化之策略評估研究……………陳韋嘉、許敏能……………10

每期專題 綠色供水

邁向綠色供水城市的台北……………陳曼莉……………17

離心泵能耗標準與節能技術方法……………簡煥然、施澍育、鄭詠仁、沈宗福、盧江溪……………21

淺談綠色水廠之國際發展現況與環境永續……………陳淑芬、王天元……………31

一般論述

我國自來水事業產銷平衡表之芻議……………周國鼎……………40

臺北地區節水(能)方案推廣—以飯店業為例……………鄭錦澤、許敏能、黃裕泰……………53

無預力鋼筋混凝土高牆拱頂圓形水池設計探討……………曾浩雄……………61

他山之石

Veolia Environment及Suez Environment之水務研究與創新運用探討……………
……………李丁來、陳郁仁、唐俊成……………70

協會與你

中華民國自來水協會第17屆理監事會第5次聯席會暨第17屆第2次會員代表大會預備會會議紀錄……………81

中華民國自來水協會第44屆自來水節慶祝大會暨第17屆第2次會員代表大會會議紀錄……………84

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法……………39

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 cllin@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，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：陳福田

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

吳美惠

委員

駱尚廉、葉宣顯、陳曼莉、陳錦祥、蘇金龍

張怡怡、林財富、周珊珊、蕭宏民、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、黃建源、陳孝行、陳志銘、簡俊傑

洪世政

執行編輯：林正隆

電話：(04)22244191 轉 514

行政助理：古蔡苓

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

水資源環境教育之思維與作為 — 宜蘭深溝水源生態園區案例

文/陳福田

一、前言—江水嗚咽

自從十八世紀工業革命以來，工業化帶來現代化文明，提升人類生活水準、堆砌空前物質財富，惟諸多經濟活動忽略了、污染了生態環境，一江春水因而蒙塵，其妨礙人類社會永續發展，致有識之士紛由不同角度倡言因應之道。1972 年，聯合國人類環境會議發表《人類宣言》，認為絕大部分的環境問題根源於人類思想及行為的偏差，推展環境教育應是舒緩環境危機根本之道，藉由教育之潛移默化，才能有效改變人類的思想與行為。

臺灣地區屬海島型生態環境，蘊育豐富繽紛的動植物資源，惟亦屬高災害潛勢地區。近年經濟快速發展，許多地區自然資源的開發利用，超過環境負荷能力，破壞生態平衡。尤其，面臨氣候變遷、全球暖化，隨著生活水準提高、需水之高科技產業活絡，臺灣地區民生與工業用水遽增，復因地狹人稠、水源開發不易，島上水資源面臨「缺水」臨界點。

自來水事業之永續發展與水資源環境息息相關。為營造「環境永續」(環境利益)與「事業發展」(經濟利益)之雙贏局面，自來水事業責無旁貸，當透過環境教育傳播，提升國人愛護水資源與節約用水的環境素養，籌謀水資源環境之源遠流長。要言之，本文旨在闡述深溝水源生態園區「綠」、「水」、「長」、「流」

之核心理念，據以演繹本公司水資源環境教育之策略及具體作為。

本文之作，前以「江水嗚咽」啟言，旨在隱寓經濟發展對生態環境造就之遺憾，後以「三生有幸」結語，旨在彰顯水資源環境教育涵養「個人生活、廠商生產、環境生態」之三生價值。內文首依 Why(為何做)→What(做什麼)→How(如何做)之論述邏輯，詮釋「水資源環境教育」；其次概述「深溝水源生態園區」，進而探索優質環境學習場域之核心理念；其後，分由「綠色思維」、「水源教育」、「長期發展」、「流轉擴散」，試抒本公司落實水資源環境教育之策略與具體作為。茲勾勒本文觀念架構如次。

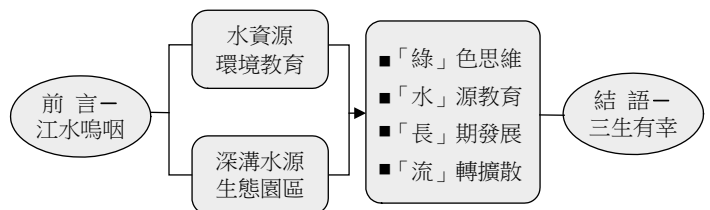


圖 1 本文觀念架構

二、水資源環境教育

本節循 Why(緣起)→What(定義、類別)→How(環境學習場域四要素)之論述邏輯，詮釋水資源環境教育之內涵。

(一)緣起

晚近，環境教育之重視與推動逐漸成為現代社會之生活方式 (Life Style)，這種新思維肯定了生態對於人類生活品質的價值。易

言之，唯有生物社群能夠維持活潑的生命力，人類社群才能獲得健全的生存環境。為使環境保護觀念深植人心、落實環境保護行為，政府致力環境教育之立法，經多年努力，「環境教育法」終於在 100 年的世界環境日(6 月 5 日)公布施行。

以往，人們普遍認為水資源是天然的，可以無限量、無代價地獲得。由於人類恣意開發利用水資源，忽略了水資源及其相關環境的生態保育，世界各地紛紛面臨水資源枯竭的危機。台灣也不例外，已被聯合國列為全球排名第十八位缺水國家。是故，面對缺水危機，政府及自來水事業皆應本諸「環境教育法」，推動水資源環境教育，以引導民眾認識水資源、合理利用水資源，並保護水資源及其生態系統。

(二)定義

有關環境教育、水資源環境教育之界定散見各文獻，眾說紛紜。筆者試從相關文獻及學者觀點歸納如下定義。

「環境教育」(Environmental Education)係為關懷、保護與利用環境而實施的教育。宏觀的環境教育擴及兼顧生活、生產、生態的永續發展，兼顧社會、經濟、環境三面向之和諧、共贏。

「水資源環境教育」旨在啟發人們關愛水資源並維護其生態環境，期求水資源之永續利用，由而涵養「個人生活、廠商生產、環境生態」之「三生」價值。

(三)類別

1975 年，聯合國在在在南斯拉夫貝爾格勒召開國際環境教育研習會，會後發表貝爾格勒憲章(Belgrade Charter)，強調「環境保育之落實，

須由正規教育與非正規教育分途並進」。「正規教育」以各級學校師生為主，以學校為教學場域；「非正規教育」以全民為主，係在學校教育機構外所進行的環境教育，多數由民間團體(NGO)或是相關社教機構如動物園、博物館和自然中心推行，也就是所謂的社會環境教育。

環境教育之施行，可經由口述、圖片、實物觀察、實地體驗等多種途徑，獲致生態環境的知識與觀念。一般言之，口述的說明不如圖片的講解；圖片的講解不如實物觀察；實物觀察不如讓學習者實地親身體驗。時值體驗經濟蔚然成形，環境教育宜走出教室，置身戶外環境，讓學習者的身體、情感、心靈與自然相契合，更能幫助學習者建構正確的環境素養。因此，在今日環境問題不斷加劇，體驗式的「環境學習場域」較注入式的「傳統學校教學」益顯重要。強調自然體驗之水資源環境教育，亦復如是。

(四)環境教育場域四要素

世界各國因應時代的潮流，紛紛在各地設立環境學習場域，以拉近人與環境間的距離。該等環境學習場域名稱不一，如環境學習中心、環境教育中心、自然中心、戶外教室等，均為具有環境教育功能的場域。不同於傳統學校教育，其具有如下本質。

- 是一個地方的環境教育系統，係藉由地方資源、人力、管道的整合，所經營的環境教育活動。
- 是一塊土地區域，有房舍、設施與專業人員配置，提供高品質的環境教育、戶外教育、生活教育之教材課程。
- 是作為地方性的文化、休閒、社區服務的場所，以促成民眾改善環境行動為目的。



姜永浚先生於「探討優質環境學習中心之特質——一個德懷術研究」乙文中指稱，研究英國的田野學習中心、日本的自然學校、美國的自然中心等社教機構之發展過程，歸納優質環境學習場域所需具備的條件，不外乎一處自然的環境、建築物及其他配合發展的設施，以及對於這些設施的維護、專業人員、活動方案與組織架構等。

台灣師範大學環境教育所周儒教授於「環境教育理想的實踐場所——環境學習中心」乙文中指稱，一個環境教育場域必須具備活動方案(Program)、設施(Facility)、人(People)及營運管理(Operation)等四項基本要素，彼此互相依存、影響。茲圖示並說明如下。

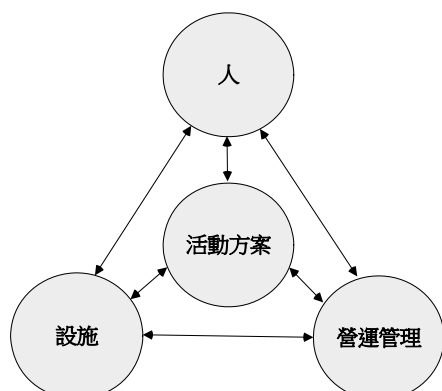


圖 2 環境學習場域四要素

1.活動方案

活動方案是一個環境學習場域的最基本條件。方案可以有許多不同類型的活動，針對不同年齡、屬性、對象之不同需求而設計。大致上可區分為教育、解說、傳播等三大類型活動。

2.設施

一個具有環境教育功能的學習場域，必須具備足夠的設施，才足以發揮其功能。這些設施包括(1)展示、研究規劃、保存等設施(2)教育設施(3)解說設施(4)休息、住宿設施(5)

衛生、環保設施等。

3.人

一個環境學習場域須有人的存在、人的活動，才能使得學習場域的存在具有實質意義。而人可以包括(1)管理人員(2)環境教育專業人員(3)共同合作夥伴(3)設施與服務使用者(學校師生、社區民眾)等。

4.營運管理

學習場域的存在、運作與發展有賴有效的經營策略與實際的執行，涵括人事、財務、行銷等面向。

同理，水資源環境教育場域可經由上揭四個要素的精心規設，營造親水環境，讓民眾因親水而愛水、惜水、節水，從而培養全民具備環境倫理與永續發展的素養。本公司爰以宜蘭深溝水源生態園區為案例，依序闡明雕塑優良水資源環境教育場域歷程如下。

三、深溝水源生態園區

(一)園區概述

本園區以台七省道為主要聯絡道路，離宜蘭市區約 10 分鐘車程，接深洲大道後，15 分鐘可抵羅東商城。附近有員山忠烈祠、蜂采館、金車酒廠、橫山頭休閒農業區、大湖底休閒農業區等遊憩據點，已結合為「水空間」聯盟，可供規劃半日或一日文化生態休閒之旅。

本園區面積廣達 21 公頃，大致可分為自來水處理區、涵養池、水道與原生林。整體環境自然和諧，水體與植群的面積廣大，佔園區的 2/3 強。水池、水道與湧泉的「藍」，及草地樹群的「綠」相互輝映，渲染成為一片錦繡大地。

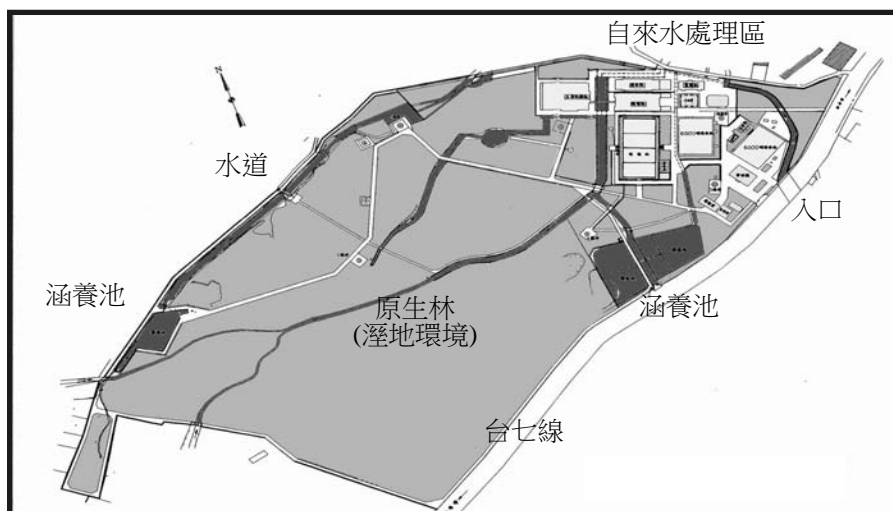


圖 3 深溝淨水場配置圖

(二) 園區發展

面對近年來缺水危機，水資源環境教育之推動實乃當前台灣環境教育重要之一環。台水身為國營事業的一員，除須追求事業之永續發展，也必須善盡環境永續的社會責任。躬逢「環境教育法」施行，本公司責無旁貸，爰積極推動水資源環境教育，冀期善盡地球公民之責。

本園區具有先天自然生態條件，於民國 92 年申請文建會地方文化館經費補助，推動

「藍與綠計畫」。經多年努力，園區已成為一處融合水知識、水安全、水生態和水文化的場域，彷彿是一個渾然天成的自然教室，成效普受認同。本公司爰以園區良好的發展條件，逐漸擴展成為優質環境學習場域，為維護台灣水資源環境略盡一分棉薄心力。

為達成「優質環境學習場域」之目標，本公司先就園區本身所擁有的優勢、劣勢，以及外在環境的機會、威脅，予以通盤的審視、釐清。茲表列 SWOT 分析如表 1。

表 1 園區 SWOT 分析

優 勢	劣 勢
1. 具備推動環境教育之友善環境和軟硬體設施，可望通過環境教育設施場所認證。 2. 本公司核心職能與水資源有關。 2. 員工素質高，學習力與實踐力強。 3. 交通便利，易於吸引學校團體及民眾參訪、徵募各種背景志工參與。 4. 公司重視環境教育政策之推動、落實。	1. 年度預算有限，每年只能完成一部分計畫。 2. 員工環境教育之專業、知能待提升，方能因應任務需要。 3. 環境教育所需設施尚無法因應需求。 4. 園區專業人力尚不足。
機 會	威 脅
1. 環境教育法正式施行，對施行環境教育場域的需求孕育而生，帶來新契機。 2. 綠色產業日益增長，可以策略聯盟方式增加綠色展示和教育的資源。 3. 樂活觀念興起，民眾對自然體驗活動需求增加。 4. 政府持續推動節能減碳政策，推廣環境教育活動相關方案獲得補助機會提高。	1. 生育率下降，學生客群減少。 2. 目前實施環境教育之非正規教育機構日增，如自然中心、溼地、公園等，分別具有不同的特色。

(三)核心理念

經由上揭 SWOT 分析，本公司除善用園區本身之優勢、外在環境之機會，亦克服園區本身之劣勢、外在環境之威脅，就周儒教授所提「優質環境教育場域四要素」—設施、活動方案、營運管理、人，分別研提「綠」色思維、「水」源教育、「長」期發展、「流」轉擴散等四項核心理念，據以發展彼等之經營策略與具體作為(詳如四~七)。茲繪示「環境教育場域四要素→核心理念→經營目標」之對應關係如圖 4。

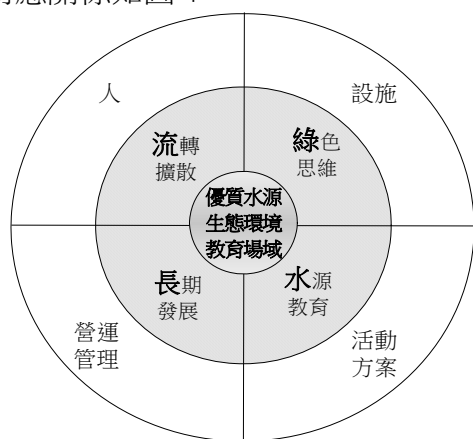


圖 4 「環境教育場域→核心理念→經營目標」之對應關係

四、「綠」色思維

綠色思維(Green Thinking)強調在設計階

段就將環境保護的觀念植入設計主體，小至施工製作污染之最低，大至如何達到節能減碳、創造綠能，期求設計主體對環境衝擊極小化，達到永續經營之目標。

為呈現「綠色思維」之核心理念，本園區採取如下經營策略。

(一)友善環境

為加強環境保護，積極推行園區減廢、減碳，資源回收再利用，減少能源消耗，以及推廣「低污染、省資源、可回收」的環保標章產品，期將環境保護之作為落實於工作及日常生活中。

(二)景觀綠化

進行整體景觀綠化，重視綠地的自然性、多樣性，既能增加園區的綠化覆蓋率，提高綠視率，拓展綠化空間，又可美化園區景觀、改善生態環境。

(三)生態復育

積極進行原生動植物保育及復育行動，以增加生物多樣性，建構園區成為多樣性物種共同生存的平台。

為落實前揭三項經營策略，茲列示彼等之具體作為如表 2。

表 2 「綠色思維」之策略及其具體作為

策 略	具 體 作 為
友善環境	<ul style="list-style-type: none"> ■本園區深溝淨水場以環境友善行為進行供水生產，並於 99 年 12 月通過 ISO14001 環境認證。 ■體現綠色供水之思維，導入先進的自動化監控系統，可監控宜蘭縣境內南北長達 110 公里 37 座淨水場生產操作。 ■利用每次參觀活動，宣導節約用水、節能減碳，並推廣水源涵養觀念，讓水資源永續觀念落實於平日。
景觀綠化	<ul style="list-style-type: none"> ■辦理景觀設施增設及改善工程。 ■運用當地原生植物(例如水茄苳、風箱樹等)進行景觀塑造。 ■定期進行綠化維護、管理(花木栽植、修剪、草坪整理)。
生態復育	<ul style="list-style-type: none"> ■推動原生物種復育計畫，94 年進行台灣赤楊步道建置；99 年進行姑婆芋、野薑花復育；100 年進行甲蟲復育。 ■以溼地環境涵養水源，並利用園區內自然溼地環境，建置為水源涵養、生物淨化能力教育場地。

五、「水」源教育

本園區跳脫教條式、填鴨式的學習，而係提供參訪者親近自然、從自然中學習的體驗機會。課程活動重視啟發而非教導，強調互動而非單向的灌輸。具體言之，本園區為呈現「水源教育」核心理念，採取如下經營策略。

(一)分眾行銷

傳統「大量行銷」係以單一型式之教育推廣，滿足芸芸眾生之需求；本園區採行「分眾行銷」，針對不同目標族群，依其背景、需求、喜好和興趣，選擇所欲傳達的內容和方式，設計各種環境教育課程，以提高教育推廣效果。

另，網路漸漸取代傳統之宣傳管道，成為e世代最依賴的媒體。著重「虛實併進」，除了傳統的實體課程，並結合網路宣傳吸引網路族群參與。

(二)寓教於樂

善用深溝水源生態園區特有的人文、水源及生態條件，以創造遊客體驗價值；以推動環境教育為目的，將體驗活動嵌入環境教育課程，冀期寓教於樂，創造親水、愛水，進而節水之情境。

為落實前揭二項經營策略，茲列示彼等之具體作為如表3。

表 3 「水源教育」之策略及其具體作為

策略	具體作為
分眾行銷	<ul style="list-style-type: none"> 結合在地自然人文資源，以水資源為主題，分為「水與生活」、「水與生命」、「水與環境」三類，依據參訪者不同的需求，設計課程方案架構如次。 <pre> graph TD Water((水)) --- WaterLife[水與生活] Water --- WaterEnv[水與環境] Water --- WaterLife2[水與生命] WaterLife --- WaterLife2_1[解開自來水的身世之謎] WaterLife --- WaterLife2_2[水生昆蟲館] WaterLife --- WaterLife2_3[外來種剋星] WaterLife --- WaterLife2_4[水生植物學堂] WaterEnv --- WaterEnv_1[溼地小學堂] WaterEnv --- WaterEnv_2[水水寶藏] WaterEnv --- WaterEnv_3[水源生態之旅] </pre> <ul style="list-style-type: none"> 建置網路行銷系統，提供園區簡介、線上申請及問卷調查等服務，並委託規劃設計數位導覽系統。
寓教於樂	<ul style="list-style-type: none"> 藉由多元化的活動，如自然觀察、動手操作、田野調查、藝術創作、戲劇表演、演講等，讓學習者在輕鬆的氛圍中，獲得兼具教育性及娛樂性的學習經驗。 規劃環境保護、節能減碳之教育或展示活動，透過導覽解說探索學習。

六、「長」期發展

為求生根、茁壯、成長，有賴長期耕耘。因此，本公司擬訂長期發展計畫（藍與綠計畫），持續投入人力、物力、財力，發展優質的水資源環境教育場域，為維護台灣水資源環境略盡一份棉薄心力。

本節分由「人力組織」、「設備投資」與「財務籌措」三方面，闡述本園區落實「長期發展」之策略與作為如下。

(一)人力組織

設置園區經營管理單位(如圖5)，由第八區管理處經理、副理及全職環境教育人員等

組成「決策中心」，下設5組，每組設組長1人、組員2人，共計18人。此外，設置環境教育專業人力、志工隊擔任園區之導遊、解說，另有協力單位可提供支援協助。

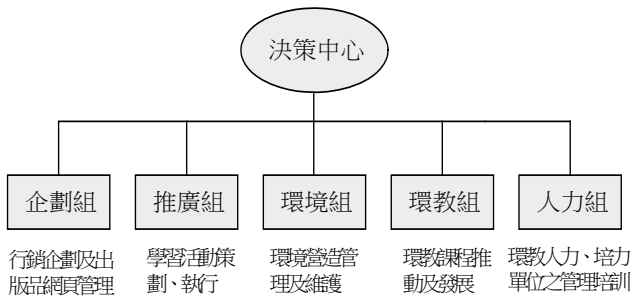


圖5 園區組織架構

(二)設備投資

自民國93年起，逐年依據計畫投入經費辦理水資源教育場所之建置，總投資金額已達2800萬元，並將持續進行綠色環保公廁、停車場及園區導覽解說系統等工程。茲彙示陸續投資之園區設施與設備如表4。

表4 陸續投資之設施與設備

類別	相關設施、設備
已完成	園區指示系統、交通動線、簡報室、飲水台、解說牆面、生態池、生態渠道、入口休憩服務區、水源生態教育中心。
建置中	自來水文史館、生態停車場、綠色環保廁所等。
規劃中	數位導覽解說系統、園區識別體系等。

(三)財務籌措

本園區環境教育業務之推動不以營利為目的，係以收支平衡為財務目標。茲表列本園區永續發展之財務籌劃如表5。

表5 永續發展之財務籌劃

經費來源	說明
申請政府機關補助	向教育部、環保局等申請環境教育專案經費補助，辦理學生戶外教學活動。
向學習者酌收費用	視課程方案內容酌收場地及材料費用，以收支平衡為原則。
公司預算	行政人力人事費用等由本公司編列預算支應。

七、「流」轉擴散

本園區與其他公民營機構分工合作、互補有無，建立「魚幫水、水幫魚」之網絡合作關係，以「分工」(Division of labor)為手段，共創「合作」(Integration)之綜效(Synergy)，經由環境教育活動「流轉」，達到全面化、普及化之「擴散」效果。

為呈現「流轉擴散」核心理念，本園區採取如下經營策略。

(一)產官合作

陸續與各級政府機關合作，如行政院文建會、法務部宜蘭地檢署、林務局、宜蘭縣政府等，冀期善用行政資源，互補有無。

(二)產學合作

有效利用學校現有設備與人才，促進學術研究與實務應用結合；合作範圍涵蓋行政支援、師資設備、課程教材編選與研究發展等。

(三)產產合作

結合民間營利性企業或非營利性組織的力量，公私部門協力運作，活絡公私夥伴關係 (Public-Private Partnerships, PPP)，共同攜手合作促進環境教育產業發展。

為落實前揭三項經營策略，茲列示彼等之具體作為如表6。

表6 「流轉擴散」之策略及其具體作為

策 略	具 體 作 為
產官合作	<ul style="list-style-type: none"> ■於行政院文化建設委員會指導、補助下，進行深溝水源生態園區自然資源調查(藍與綠計畫)，以為園區長程發展藍圖。 ■與法務部宜蘭地檢署合作，推動原生物種復育計畫，由該署派遣社會勞動役人力每日 15 人支援深溝水源生態園區環境維護及原生物種保育復育工作。 ■長期與林務局羅東林區管理處轄屬之員山森林生態館合作，共同舉辦「山林是水的故鄉」，廣邀縣內國中小學師生參與。 ■與宜蘭縣員山鄉公所合作，由清潔隊定期至園區，以碎木機械將園區產生之樹幹(枝)絞成木屑，一則鋪設園區林下木屑步道，再則垃圾減量，期求資源循環利用。
產學合作	<ul style="list-style-type: none"> ■與國立宜蘭大學簽訂產學合作協議，雙方就園區自然資源調查、環境負荷、水資源有效利用、濕地涵養水源淨化水質等議題，及成立學生環境教育志工隊等進行合作。 ■委託台灣大學城鄉發展基金會就本園區已蒐集之文物及史料，研究發展成立蘭陽自來水文史館。
產產合作	<ul style="list-style-type: none"> ■與鄰近之地方休閒產業合作，如橫山頭休閒農業區發展協會、蜂采館、勝洋水草館、八甲魚場、天雕公園、可達羊場、鳳凰宿甲蟲生態館等，鼓勵業者引領遊客入園進行生態教育，組成「水空間聯盟」。 ■每年與荒野保護協會合作，舉辦節能減碳環保活動，如世界地球日、清除外來種等活動。 ■與人禾文教發展基金會、蘭陽博物館家族協會、宜蘭縣美術學會、宜蘭縣攝影學會等團體合作，致力環境教育之推廣行銷。

八、結語—三生有幸

往昔，環保運動人士與經濟發展論者面對「環境保護與經濟發展」兩者孰重孰輕的兩難，爭論已久。環境與經濟都是以「永續」為主要訴求，但兩者在理論與實踐上卻不相容。近年，從環境教育著手，藉由增進相互的認識與介入，使經濟發展、環境永續兩者思考路線不再是平行線。

台灣環境教育之發展已十年有餘，其重要性也深獲認同。學校裡、社會上關注環境教育的呼聲與作為此起彼落，愈來愈多的人關心環境教育，也有愈來愈多的人投身環境教育志工。看起來，我們是走在一條康莊大

道上，但實際上，我們還有許多地方猶待發展與努力。這是一項永無止境的挑戰，但正因如此，我們更有揮灑的空間。

水雖是上天賜予，惟卻有限；水係生活、生產、生態之所必需，惟易受損害，而須善加保育。本公司身為地球公民之一員，肩負穩定供水重任，近年來屢受極端氣候影響，旱澇有如連續劇，致調配水源之難度倍增；雖配合政府政策，積極宣導節約用水，但成效仍屬有限。是故，水資源環境教育之推動實屬必要，也正逢其時，本公司當竭智盡心、致力而為，籌謀水資源之永續利用，期求「個人生活、廠商生產、環境生態」之三生有幸。

參考文獻

- 1.王鑫，”自然中心戶外環境教學意義與初步構想”，環境教育季刊，民國80年。
- 2.周儒，”環境教育理想的實踐場所—環境學習中心”，中華民國環境教育學會第四屆第二次會員大會暨校園環境教育研討會論文，民國90年。
- 3.姜永浚，”探討優質環境學習中心之特質—一個德懷術研究”，台灣師範大學環境教育研究所碩士論文，民國95年。
- 4.梁明煌，”美國自然與環境教育中心目標的設定問題”，環境教育季刊，民國81年。
- 5.Evans, B. & Chipman-Evans, C., “How to Create and Nurture a Nature Center in your Community”. Austin, TX: University of Texas Press, 1998.
- 6.Milmine, J. T., “The Community Nature Center's Role in Environmental Education”. Master Thesis of University of Michigan, 1971.
- 7.Simmons, D., “Are we Meeting the Goal of Responsible Environmental Behavior? An Examination of Nature and Environmental Education Center Goals”, Journal of Environmental Education, 1991.

作者簡介

陳福田 先生

現職：台灣自來水公司總經理

專長：工程管理、策略管理、績效管理

自來水工程綠美化之策略評估研究

文/陳韋嘉、許敏能

摘要

本研究之主要目的在於提升優質的自來水管線的同時，降低施工對用戶居家環境之衝擊，以綠美化的手法重新賦予施工現場新的外觀生命，並以置入性行銷方式再造優質企業形象，為此本研究針對北水處現有工程之施工圍籬、交通錐及連桿、工作車等三部分，進行國內外資料收集及相關法令之彙整；在不違反相關法令規定前提下，審酌國內綠美化需求、視覺效果及經濟效益合理性，以用路人的觀點利用景觀設計及置入性行銷手法，分析現有條件後進行方案設計，並預以電腦模擬現況方式合成現場照片作為決策參考；本研究設計擬定出切合現行法令規定之最佳決策方案，為工地圍籬及相關施工設施注入綠美化新的構想及提昇企業形象，並提供企業有效融入現場的行銷空間，使工程能更貼近用路人，重新賦予施工現場外觀新生命。

一、前言

為營造一個質優量足的不缺水城市，並有效降低漏水率，北水處從 2003 年起，每年均以超越 IWA 所建議之年汰換率 1.5% 的速度進行管線汰換工作，近幾年年汰換率更達到 2.6%，在民眾意識抬頭對於生活環境品質提升有所要求的條件下，如此大量施工，勢必對民眾生活品質造成影響；近來首善之區一片市容美化措施下，市容大大改觀，相對於近在咫尺的道路工程，影入眼簾的是對比性極高的粗曠施工現場，彷彿進入另一世

界。

為改善施工現場給予民眾生硬之觀感、提昇北水處之形象、有效降低施工現場揚塵問題並附加廣告效益，以美化交通錐及圍籬的方式，在兼顧經濟效益合理性、以及增加環境保護的目標，為冰冷的施工現場注入新的構想及設計。

二、相關規定及現行美化辦理情形

由於自來水管線工程在施工過程中，施工圍籬、交通錐等附屬設施涉及用路人之生命安全，因此國內相關單位對於施工圍籬、交通錐等訂有相關規範，所以進行綠美化的同時亦應一併考量相關規定，以確保綠美化兼顧安全及實用性；本報告進行國內外資料蒐集及相關法令之彙整如下：

(一)施工圍籬

行政院環境保護署「營建工程空氣污染防治設施管理辦法」第 6 條規定「營建工程進行期間，應於營建工地周界設置定著地面之全阻隔式圍籬及防溢座。屬第一級營建工程者，其圍籬高度不得低於二·四公尺；屬第二級營建工程者，其圍籬高度不得低於一·八公尺。但其圍籬座落於道路轉角或轉彎處十公尺以內者，得設置半阻隔式圍籬」。第 4 條規定第一級營建工程與第二級營建工程之認定基準。第 2 條規定「全阻隔式圍籬：指全部使用非鏤空材料製作之圍籬。半阻隔式圍籬：指離地高度八十公分以上使用網狀鏤空材料，其餘使用非鏤空材料製作之圍籬」。^[1]

由於臺北市政府依發展局「臺北市建築物施工中妨礙交通及公共安全改善方案」對綠美化已有明確規定且相關施工處所亦已開始執行，比較附圖 1~圖 4 可明顯感覺出美化前後之差異；相較於國外的美化方式（圖 5），採行綠化美化似乎為城市注入另一種生命。

(二)交通錐、連桿

交通部「道路交通標誌標線號誌設置規則」第 141 條規定「交通錐、交通筒、交通桿及交通板，用以輔助拒馬阻擋或分隔交通。交通錐，高度至少七十公分。交通錐夜間使用時上端應安裝銀白色反光材料或反光導標。交通錐之顏色分全橙色及橙白相間斜紋兩種」^[5]。另「交通工程手冊」訂有交通錐及設置要點。

礙於國內「道路交通標誌標線號誌設置規則」等規定，對於交通錐與連桿的形式、尺寸與顏色難以另作更動，能進行美化再造的空間有限，圖 6~圖 8 為北水處施工與國外採用交通錐之施工現況。

(三)工作車(工程車)

行政院「道路交通管理處罰條例」第 16 條「汽車有左列情形之一者，處汽車所有人 100 以上 200 以下罰鍰..各項異動，不依申報登記者..未依規定於車身標明指定標識者..在前、後兩邊玻璃門上，黏貼不透明反光紙者」^[7]。目前道路施工中之工程車屬密封式車廂的並不多見，一般張貼車廂廣告以公車、計程車及營業用廂型車居多；圖 9~圖 11 為北水處承商工程車及國內外採用之車廂廣告現況。



圖 1 傳統彩繪圍籬(全阻隔式圍籬)^[2]



圖 2 傳統圍籬(半阻隔式圍籬)



圖 3 經帆布美化之圍籬



圖 4 經密植方式綠化之圍籬^[2]



圖 5 國外圍籬美化後^{[3][4]}



圖 6 管網改善施工



圖 7 修漏施工



圖 8 國外施工擺放交通錐情形



圖 9 國外施工擺放交通錐情形^[6]



圖 9 施工中停放道路旁之工程車



圖 10 國內計程車車體廣告^[8]



圖 11 國外車廂廣告^[9]

三、改善方案介紹

相關工程單位于用路人的第一印象往往來自於圍籬外觀，美化後之圍籬除改善工程生冷的刻板印象另賦予新的視覺效果；由於交通錐、連桿可變更性不大的前提，如何給用路人感到清新、活潑又不因過分矯作而淪於雜亂，本報告提供另類綠美化方案。

(一)施工圍籬

圍籬為用路人與工區間之區隔設施，相關工程于用路人的第一印象往往來自於圍籬外觀，美化後之圍籬除改善工程生冷的刻板印象另賦予新的視覺效果；在眾多美化方式下，如何給用路人感到清新、活潑又不因過分矯作而淪於雜亂，本報告擬定以下方案：

1.密植綠美化

本案採 1/2 面積密植綠化，密植綠化部分採單體密植方式種植盆栽壁掛、壁盆或掛盆，便利維護與管理，並預為回收再利用之準備，其綠化配置方式採橫向間隔整齊設置，未綠化之面積以淺色為基底，每處未綠化之圍籬取中間 1/4 空間預為看板等行銷及樹立本處良好形象的空間；全面積密植綠化與本方案 1/2 密植綠化之差異，在於提供豐富的視覺變化及預留行銷廣告空間，使用路

人不至於有進入雜林中的錯覺，相關設施如圖 12。

2.帆布美化

「臺北市建築物施工中妨礙交通及公共安全改善方案」規定部分區域不需執行「1/2 以上面積採密植方式綠化」，本報告以帆布取代密植綠化，未設帆布之面積以白色為底色，取中間 1/4 空間為看板或帆布廣告，做為行銷及樹立本處良好形象的空間；本方案與 1/2 密植綠化同為提供豐富的視覺變化及預留行銷廣告空間，使用路人不至於有單調生冷的感覺。

(二)交通錐、連桿

鑒於「道路交通標誌標線號誌設置規則」等規定，在交通錐與連桿的形式、尺寸與顏色無法更動情形下，針對管線工程等道路工程施工的特性進行分析，在不影響施工與更動範圍最小的原則下，於交通錐間之連桿附掛廣告帆布，本方案除可有效改變施工現場給人之凌亂觀感、降低裸露地粉塵逸散的作用及作為美觀裝飾外更可提供做為行銷及樹立北水處處良好形象的空間；因本方案採附掛方式設置，故可依現況進行拆裝，當現場風力過強時可隨時取下，使用上具相當的彈性變化。

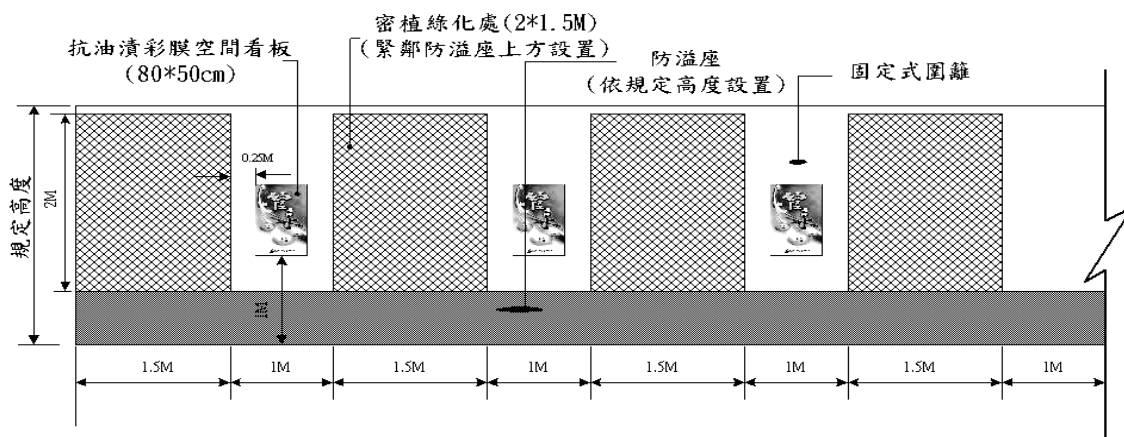


圖 12 圍籬密植綠化配置方式

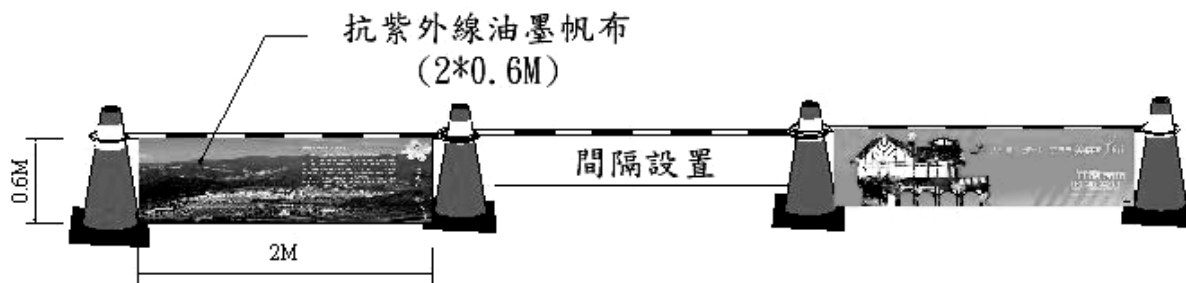


圖 13 連桿附掛帆布配置方式



圖 14 張貼車廂廣告前



圖 15 張貼車廂廣告後

(三)工作車(工程車)

「道路交通管理處罰條例」對於車廂廣告並無相關處罰案例，然而考量工程車車廂的維護與保持潔淨外觀為美化後的重點，本案僅依現況製作模擬照片而未執行（圖 14~圖 15）。

四、方案分析與成果運用

(一)施工圍籬

傳統圍籬及未綠美化區域目前採用的圍籬大部分為簡易綠色或彩繪圖樣噴漆或完全未做任何處理，雖然預算上較為經濟但已不符合現行需求，本報告所提之相關方案，目前已列入北水處各工程契約中應配合辦理之事項。

1.密植綠美化

本報告採行 1/2 密植綠美化與單體密植(種植盆栽壁掛、壁盆或掛盆)方式進行綠美化係基於相對單價及維護費低、面積小維護容易、視覺間格變化及預留有行銷廣告空間等優點，相對於大面積密植綠美化的高預算及維護成本及容易使人產生雜亂感受的缺點，採用 1/2 密植綠美化有絕佳的優勢。

本案考量綠能回收再利用之環保概念，採可重複使用之單體密植方式，除現場可隨時變更配置及單體損壞隨時更換機動性高外，相關購置及維護成本亦相對降低，如圖 16。

2.帆布美化

由於彩繪噴漆與帆布最大差異在於視覺上圍籬的平整度與清新，彩繪噴漆雖已美

化，但圍籬的刻板外型仍難以除去，採帆布不僅可卸除用路人對工程冰冷的感官心防，更提供視覺清新的感受，建議採用帆布進行綠美化設置，除電腦出圖不易因噴繪造成失真，艷麗的色澤更能使用路人有貼心的感受。因此「至少應有 1/2 以上面積採密植方式綠化」之規定區域外，以 1/2 帆布配合美化，未設帆布之面積以淺色為底色，做為行銷及樹立良好形象的空間，如圖 17。

(二)交通錐、連桿

由於交通錐與連桿依相關規定可更動處不多，採附掛廣告物，可有效改變施工現場之凌亂觀感、降低裸露地粉塵逸散及作為美觀裝飾與提供做為行銷及樹立良好形象的空間，如圖 18-19。



圖 16 1/2 密植綠化



圖 17 1/2 帆布美化



圖 18 修漏現場



圖 19 管網改善工程現場

五、結論

本研究所提之策略經評估已運用於北水處相關工程中，由於所提方案皆為使工程能更貼近用路人，因此施行至目前為止使用路人感到北水處之用心並創造出雙贏局面，在兼顧經濟效益合理性、提升視覺效果以及增加環境保護的目標下，本策略為工地圍籬及相關施工設注入施綠美化新的構想及設計，重新賦予施工現場外觀新生命，因此相關成效明顯而卓越；對於工程而言，綠美化可以多方面進行，本案僅針對部分安全設施進行調整，因此仍有許多面向待後續研究者評估研擬。

參考文獻

1. 行政院環境保護署，「營建工程空氣污染防治設施管理辦法」
2. 臺北市政府建築管理處綠美化範例，
<http://www.dba.tcg.gov.tw/ct.asp?xItem=12873574&ctNode=38513&mp=118021>
3. <http://brokensidewalk.com/2010/09/02/new-york-construction-fence-shows-world-walk-symbols/>，Broken Side Walk
4. Oecodomic，<http://oecodomic.blogspot.com/2010/07/urban-canvas-new-york.html>
5. 交通部，「道路交通標誌標線號誌設置規則」
6. <http://www.cumberlandnews.co.uk/opinion/agenda/cumbrian-drivers-facing-another-summer-of-construction-delays-1.862988?referrerPath=home/promotions>，The Cumberland News
7. 行政院，「道路交通管理處罰條例」
8. <http://www.42.com.tw/project/57-2-6-1.html>，42 廣告便車指南
9. <http://pacificcoastwraps.com/>，Pacific Coast Wraps

作者簡介

陳韋嘉先生

現職：臺北自來水事業處技術科幫工程司

專長：自來水工程規劃、施工及工程單價分析

許敏能先生

現職：臺北自來水事業處供水科股長

專長：自來水工程規劃、施工及自來水管材研發

邁向綠色供水城市的台北

文/陳曼莉

摘要

台北市的五座城門與城牆於一八八四年興建完成，自此「台北城」之名正式沿用至今。一八八五年，台灣省第一任巡撫劉銘傳下令鑿井給水。英國籍工程師巴爾頓(William K. Burton)建議的自來水興建計畫獲得採納，取新店溪水源，開始闢建自來水設施。一九〇九年四月，台北城最早的自來水工程完工，台北水源地唧筒室(即自來水博物館現址)與其他給水設施落成啟用，每天供應兩萬立方公尺飲用水給十二萬台北居民使用。

建府一百多年以來，台北市在各種時空環境改變的衝擊之下發生劇烈的變革。如今這座城市不但是中華民國的首都，也早已成為國際大都會，有能力供應潔淨衛生的飲水，品質不亞於已開發國家。此外，四通八達的捷運系統；故宮博物院坐擁古老文化與歷史珍藏，數千年文物典藏之豐富舉世聞名；一度雄踞世界最高摩天大廈寶座的台北 101 大樓也是這個都市的地標。

面對地球暖化、全球氣候變遷，台北市在 2002 年遭逢乾旱，期間長達四個月，不僅造成民眾生活上的不方便，對於經濟發展、外商投資意願等所造成之衝擊更是無法估計。因此，台北自來水事業處(以下簡稱北水處)除斥資新台幣 400 億持續進行供水管網改善，強化供水系統之備載能量及備援系統，提升水資源利用效能，減緩缺水風險外，也將進一步落實節能減碳措施，努力提供更多綠色服務，將台北市打造成永續發展

之綠色供水城市。

一、面對新挑戰

北水處目前平均每日配水量約 250 萬噸，供水人口 386 萬。除台北市 260 多萬人口外，供水範圍還包括新北市之三重、新店、中和、永和及部分汐止地區，涵蓋面積 434 平方公里。配水量中包括支援台灣自來水公司每天約 32 萬噸之水量，因此總供水人口已逼近 500 萬人。

新店溪是大台北地區數百萬居民唯一的水源，目前原水供水量已達總原水量的 97% 以上。幸而，政府早已積極規劃與落實多種水源保護措施，分別於 1978 及 1983 年將新店溪水源公告劃定「新店溪青潭自來水水質水量保護區」及「台北水源特定區」，並成立專責管理機構「台北水源特定區管理局」。經過幾十年的努力，已經展現良好績效，新店溪水源水質始終維持相當良好。

然而，1980 年代以前，台北地區夏季時有缺水現象，新店溪水源實在無法視為台北都會區的可靠水源。例如，1980 年的一場乾旱就迫使台北地區實施分區供水，時間長達一個月。

為了一勞永逸解決這項問題，台北市政府於 1987 年完成翡翠水庫之興建，蓄水量超過四億立方公尺，是以供應民生用水為單一目標之水庫。北水處也在 1984 年到 2004 年間，陸續完成 1 至 5 座直潭淨水場淨水設備。直潭淨水場出水能量達 270 萬 CMD，占北水處總出水量的 70% 以上。

就在我們多數人以為，大台北地區在 2121 年以前應不會再發生缺水問題之際，受到全球氣候異常的影響，2002 年北台灣發生 22 年來最嚴重的乾旱，歷時 4 個月。這段期間，不僅數百萬民眾飽受缺水之苦，連消防救災任務也遭到影響，甚至偶有管線錯接的問題。台北市固為全國首善之都，在此期間數百萬居民卻因水荒而苦不堪言。

回顧台北都會給水建設的歷史，這個問題其實早就露出端倪。過去數十年來，為了滿足快速經濟發展與都市化而不斷增加的用水需求，北水處一直把重心放在擴充供水設施上，且因資源排擠效應，漏水改善往往被忽略，導致漏水率居高不下。

有鑑於此，北水處痛定思痛，決定將有效利用水資源當作新的重點工作，並著手規畫長程處理方案。包括：全面推動管網改善、強化備援備載、推動綠色永續供水。這三項挑戰當中，最艱難的當屬長期的管網改善，減少無費水量 (Non-Revenue Water, NRW)。

二、管網全面改善

受到全球氣候變遷的影響，降雨變得十分不穩定；興建水庫、開發新水源等工作，也因環保意識高漲，困難度及相關阻力亦隨之大幅提升，這也是北水處急於加速漏水改善，降低無費水量的主要原因。

但北水處亦體認，漏水改善及控制是一項需要長期經營、一步一腳印的工作，絕非一蹴可及。以日本東京為例，二十年來已經劃設 3800 個管網分區，以落實漏水防治，效果非常顯著。因此，積極汲取東京都水道局的成功經驗，並且因應台北都會的需求與特色，規劃長期管網改善計畫。

2003 年開始著手辦理「管網改善中程計畫 (2003-2006)」，針對各種漏水原因，研商改善對策，參酌先進國家經驗，從系統角度思考解決，推動封閉區塊小區計量工作，以改進傳統漏水檢測工作，初步成果顯示對售水率提升確有顯著成效。並據以修訂長程計畫，期程為 2006 年至 2025 年，以 20 年為期，目標是將漏水率降至 10%。

研創適用於大臺北地區的「小區計量」工法，係以系統化的方法診斷及改善漏水，將街廓劃分成小型獨立供水區塊，於安裝計量表後核算該區塊之售水率，再透過檢測、修漏、汰換管線、換表等改善措施，逐次提昇售水率，並分析各項漏水原因。此外，為了使管線汰換工作更具效率，並以科學方法進行管線弱點分析，對轄區供水管網進行總體檢，找出漏水潛能最高的地區，優先劃設小區，進行管線汰換，以提升改善效率。在管管材方面，則比照先進國家，配水管採用防蝕、耐震、耐衝擊之「球狀石墨延性鑄鐵管 (DIP)」，用戶給水管則採用「不鏽鋼管 (SSP)」，雖然材料成本較高，但其漏水發生機率遠低於過去常採用的鑄鐵與塑膠管，品質更有保障。除管線汰換外，同時進行水壓管理、積極主動的漏水控制、提升修漏的速率及品質。這 4 個面向也就是國際水協會 (International Water Association, IWA) 建議成功漏水管理對策所涵蓋的四大主軸。

2003 到 2011 年，北水處已經完成五百多個計量小區的規劃，管線年汰換率也已從早期約 0.5% 逐步提升到 2.60%，遠遠超過國際水協會 (IWA) 所建議的 1.5%。截至 2011 年，台北自來水事業處每天的輸配水量已經減少了 20 萬噸，漏水率從 2002 年的 28.43% 降至 2011 年的 20.51%。(圖 1)

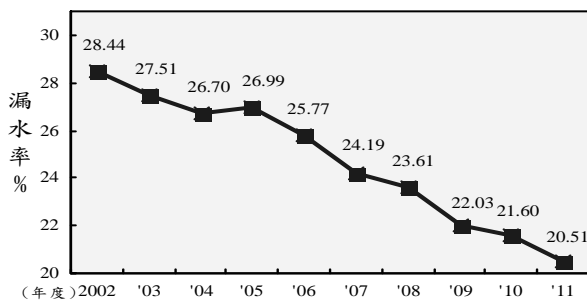


圖 1 北水處漏水率改善趨勢

三、強化備援備載

誠如前文所述，台北都會區只有一處水源，枯水期水庫固然會因降雨不足而有缺水危機，即便是豐水期也可能發生水荒，原因是颱風或暴雨來襲時，往往因上游土石崩塌等因素，導致原水濁度驟升，數小時內可以從 10NTU，暴增至數千甚至上萬 NTU。過去因為淨水備載能力有限，淨水場難以維持正常處理速度，出水量及出水品質都可能受到影響，造成民眾用水困擾。

歐、美、日先進國家的淨水場設備容量通常超過正常出水量的 50% 以上，甚至高達 100%。相較之下，北水處的淨水備載率只有 13%，在暴雨期間原水水質之變化情形更遠超過大部分國家，明顯有不足情形。更甚者，供應出水量佔總出水量 70% 以上直潭淨水場之原水輸水管只有 1 條，換句話說，再遭逢特殊天候狀況或災變時，是否能正常維持大台北地區之供水，確實值得省思。

有鑑於此，北水處已完成第 2 條直潭原水輸水管，可與原有的原水輸水管搭配互補。除此之外，亦正興建直潭淨水場第 6 座淨水設備，2013 年完工後，直潭淨水場的總淨水設備能量將增加到每天 340 萬立方公尺，總淨水備載率也將提升為 34%。併隨著原水雙系統的啟用，對於惡劣天候及緊急災變之因應能力將大幅提升。

在供水管網方面，北水處分別於 1987 年和 2002 年完成直徑分別為 3,400 mm 和 3,800 mm 的第 1 與第 2 清水輸水幹管，為台北都會區之清水調配作業奠定堅實基礎。儘管如此，仍有少數獨立給水區只配備一條清水輸水幹管，缺水風險自然相對較高。

2002 年發生的乾旱，同時也給了北水處加速健全供水備援系統之契機。目前北水處正在台北東區和北區興建清水輸水幹管的支管，也計畫在台北南區建造大型抽水站與輸配水管。未來北水處的供水轄區內，將有六條支管連通既有的兩條清水輸水幹管，各區塊間可以彼此支援，大幅增加供水調度彈性。

四、打造綠色供水城市

面對全球氣候變遷對水文與供水帶來的潛在威脅，北水處身為公營事業，自覺必須為保護環境貢獻一份心力。因此，積極建置環境管理系統(EMS)，將 2007 年定為北水處的環境元年，將環境保護納入企業經營責任，致力提升水資源利用效能、打造綠色環境、降低事業體對環境的衝擊。

同時成立「環境保護及節能推動委員會」由處長親自領導，由工程、營運、庶務及節約用水等面向全面推動。4 年下來，每立方公尺出水量所消耗的能源已經減少了 4.7%，累積減少二氧化碳排放量達 11300 公噸。

雖然已有可觀成效，但是北水處體認到應該擔負起更多企業社會責任，因此將以既有的環境管理系統為基礎，將影響力擴及供應商、消費者、員工等對象，共同努力把台北打造成綠色供水城市。

(一)綠色採購：為了確保計畫採購項目（包括房舍建築、管線、抽水設備、空調與

照明設備等)符合環保與節能標準,北水處研究訂定設計基準,透過遵循這些新基準,估計未來可以減少 14000 公噸二氧化碳排放。至於自來水事業處所採購的非客製化設備與產品,也必須通過環保認證;2011 年全處採購總額中,已有高達 95%通過環保認證的產品。

(二)綠色服務:北水處設有 24 小時服務全年無休之客服中心,提供各項服務。消透過北水處的網站,用戶不但可以繳交水費,還可進行多項給水相關申請。另外還提供多達 10 種繳交水費的管道,譬如金融機構、便利商店、自動櫃員機或行動電話,相形之下,親自臨櫃繳款的用戶,已經逐漸減少至 2%。用戶若是選用電子帳單,北水處還將寄發紙本帳單所節省的郵資,回饋給用戶。

(三)綠色責任:為了提昇社會大眾的環保意識,使人人養成節水的好習慣,進而將北建構成節水型的城市。2007 年開始,北水處推動為期 3 年的家戶節水計畫,130 萬家庭皆獲贈節水墊片組,計畫推行以來,平均每戶用水量已經減少 2.05%。除此之外,也設計《節約用水手冊》,自 2003 年起免費分發給台北市國小四年級學童,作為節約用水教育的輔助教材,至今已經發出 17 萬份。最後,自來水園區內水資源教育館每年吸引六十萬名遊客,充分體會寓教於樂的參觀經驗。餽了進一步推動環境教育,北水處更於自來水園區內成立「環境教育中心」,並已於 2012 年初,取得行政院環保署之環境教育場所認證,未來將更積極投入環境教育工作。

五、結語

2009 年上半年,由於降雨量稀少,翡翠水庫水位低於往年平均值,北台灣數度陷入旱象危機,過去 6 年來北水處戮力推動漏水防治與節水措施,台北都會區每日配水量大幅下降,北台灣才得以免於缺水窘境。這個結果不但驗證了北水處多年努力的成果,更確定了未來持續努力的方向。

儘管各項努力已初見成效,但北水處處長及全體同仁都深切體認,台北要邁向綠色供水城市還有很長的路要走,可能要多年後才能看到令人滿意的成果。2011 年在處長的領導及鼓勵下,「台北好水服務團隊」儼然成型,北水處同仁將會以更積極的態度,不但要為用戶提供更周到的服務,更希望能與所有用戶共同締造永續的綠色供水城市。



圖 2 公館淨水場屋頂建築與太陽能設備,展現綠色供水城市之美

參考文獻

- 1.郭瑞華、吳陽龍、郭復勝、邱福利(2003) : 赴日本考察供水管網調配及漏水防止對策暨自來水管線工程技術及管理心得報告
- 2.Man-Li Chen(Oct. 2009) : Taipei aims for a “green”water supply, Water 21-International Water Association

作者簡介

陳曼莉小姐

現職:臺北自來水事業處副處長

專長:自來水營運管理、水質管理、淨水處理

離心泵能耗標準與節能技術方法

文/簡煥然、施澍育、鄭詠仁、沈宗福、盧江溪

摘要

淨水場操作主要的動力來源為離心泵浦，泵浦的使用若以生命週期成本來分析，則大部分為電費使用為主，購置與維護成本只佔小部分，所以購置泵浦時必須考慮是否為高效率、長效型泵浦，將避免購買低價且效率低的泵浦，節約了購置成本卻消耗了更高的運轉電費。

本文擬介紹歐盟(EU)、中華民國(CNS)的相關泵浦標準，並進一步探討在現場實務上如何量測定頻泵浦的耗電功率與輸出流功之關係，以此作為判別泵浦系統是否運轉在合理效率區內，並介紹泵浦效率量測方法與工具，令使用者即早判斷泵浦運轉是否效能或劣化程度，避免運轉中泵浦長時間操作在低效率的耗能狀況。

一、泵浦耗能與輸送成本

自來水公司去年(2011)的電費約在 14~15 億元，其中泵浦即佔用最大部分電力，依據國際能源總署(IEA, International Energy Agency, 2006)研究，改善馬達系統可提升用電效率 20%~25%，故若自來水公司針對泵浦進行系統節能的改善，每年潛在節約電費約達數億元，在講求節能環保的今天，為值得慎重研究的課題。

泵浦粗略可分為正位移式泵浦(positive displacement pump)與離心泵浦(centrifugal pump)，離心式泵浦具備流量大，且適用於常壓及一般揚程，故在水源輸送上大量使

用。離心泵浦是利用葉輪的轉動把軸功傳遞給液體造成流動，並由離心力提升輸出壓力，使液體具有流功，而用來輸送液體的管路系統需要壓力來克服管路磨擦阻抗與液位高度差，使用者才能獲得所需的流量，流體的流功也因此由管路的阻抗磨擦生熱而消耗多數的流功。

評估泵浦能源效率的方法有數種，以功率比較法或單位體積耗電法二種方法最為方便且實用，泵浦的輸出流功(kW)是由泵浦增加的全壓(Nt/m^2)與流量(m^3/sec)的乘積再除以 1000，使用壓力計與流量計可以量測。而馬達輸入電功(kW)可以直接由電源側用功率計量測，當輸入電功(kW)除以輸出流功就可以得到耗電功率比，而且同一管路用途的泵浦可以直接比較，也就是輸出相同流功下，所需的輸入電功愈低能源效率愈高。進一步探討泵浦的效率與馬達效率，泵浦的效率等於輸出流功(kW)除以輸入的馬達軸功(kW)，馬達效率等於輸出馬達軸功(kW)除以輸入的電功(kW)，但是在工作現場無法獲得馬達軸功(kW)，常常也就無法獲得精確的泵浦整體效率。

使用者輸送流體的目的在所獲得流體總量時，較佳的能源效率指標是使用單位體積耗電法，就是將輸送流量乘以運轉時間計算以獲得總輸送體積，馬達的耗電量是以千瓦小時(kWh)計算，也就是馬達耗電功乘以運轉時數，把耗電量除以總輸送體積就可以獲得單位體積耗電量。使用者也可以進一步

把每一度電的電費乘以耗電量，由這樣簡單的計算流體每噸體積的輸送成本。

以上二種方法都可以找到最低耗電功率的泵浦，但泵浦的效率會受其比速率 N_s 影響而有不同的值，比速率等於轉速乘以流量(m^3/min)的開平方再除以揚程(m)，其中揚程(m)由全壓(Nt/m^2)換算而得。如圖 1 顯示泵浦的性能曲線中可以增加一條每噸水成本曲線，其單位可以是($元/m^3$)或(kWh/m^3)，也就是在 $H-Q$ 曲線上每一點的每噸水成本，操作範圍內為泵浦適用的運轉區域，範圍外的每噸水用電成本均升高，如圖 2 所示為泵浦廠提供的範例^[1]包含每噸水所需的用電度數，由電力成本曲線，可瞭解泵浦低流量下電力成本將大幅度增加。另外，在輸送過程中過高的管路阻抗也代表高昂的流體輸送成本，評估過程中必須優先考量管路系統的設計得到合理的管路阻抗，再根據阻抗值與流量值訂定適用的泵浦與馬達規格。

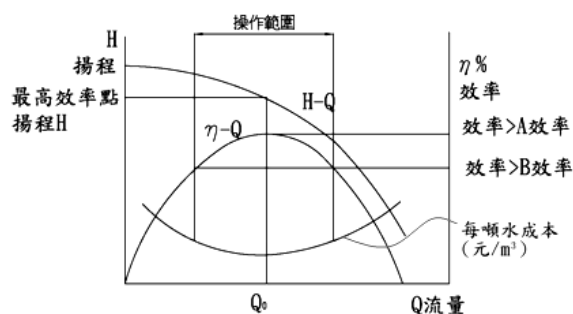


圖 1 泵浦的性能曲線

二、離心泵效率標準與使用

國際上已訂定相關的標準來規範泵浦額定點效率與操作範圍效率，以提升各國能源效率，圖 3 為 CNS 2138 B4004 小型渦卷型陸上清水離心泵效率，在額定流量下泵浦的效率必須高於 A 效率值，而操作範圍的效率必須高於額定流量下的 B 效率值。

歐盟在 2005 年推動的 Eup 指令^[3]將清水離心泵列為第 11 項產品(Lot 11)^[4, 5]，而此一文件增加了效率-比速率 N_s -流量曲線的計算公式^[6]如下。

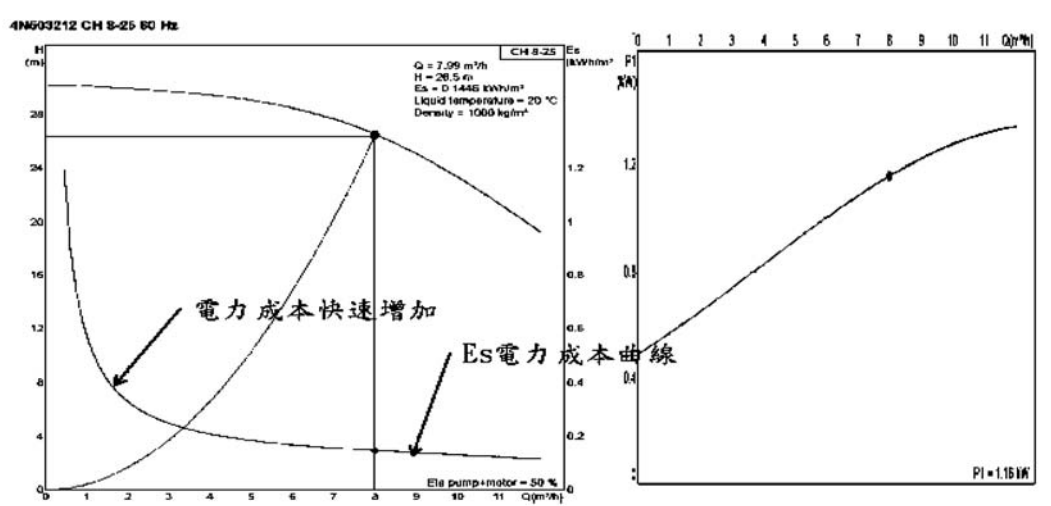
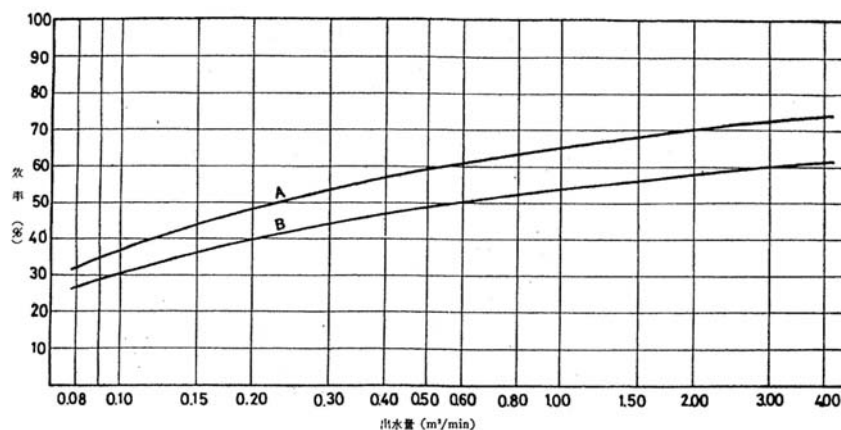


圖 2 泵浦廠提供的每噸水耗電範例^[1]



出水量 m ³ /min	0.08	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0
A 效率%	32.0	37.0	44.0	48.0	53.5	57.0	59.0	60.5	63.5	65.5	68.5	70.5	73.0	74.0
B 效率%	26.3	30.3	36.2	39.4	43.9	46.7	48.4	49.6	52.1	53.7	56.2	57.8	60.0	60.7

圖 3 CNS 2138 B4004 效率規定^[2]

$$\eta_{EOT} = -11.48x^2 - 0.85y^2 - 0.38xy + 88.59x + 13.46y - C$$

with
 $x = \ln(n_s)$ with n_s in $[\text{min}^{-1}]$
 $y = \ln(Q)$ with Q in $[\text{m}^3/\text{h}]$

$$Ns = \text{rpm} * (\text{m}^3/\text{sec})^{0.5} / (\text{m})^{0.75}$$

上式中的比速率之流量計算單位= m^3/sec
 但在計算效率時的流量計算單位= m^3/hr

公式中的比速率定義 $Ns = \text{rpm} * (\text{m}^3/\text{sec})^{0.5} / (\text{m})^{0.75}$ ，式中的 C 值被整理成效率指標值^[6]，如表 1 所示，該表中的縮寫代號為單級端吸泵(ES)/聯軸式單級端吸泵(ESOB)/直結式單級端吸泵(ESCC)/單級端吸管道泵(ESCCI)/立式多級泵(MS)/沉水深井泵(MSS)。表中 C 值是以市場中不合格比率(cut-off)作為產品最低能效的基準，例如，C10% 的值代表產品效率值在市場上的產品只有 10% 的產品不合格，因此，歐盟於 2008 年的工作會議^[7]建議歐盟市場先由 C10% 啟動泵浦效率管制，未來在 2020 年的效率希望都能達到 C80% 的水準，也就是泵浦效率值將會提高將近 8%-9%，例如由 70% 提高為 79%。

歐盟在 2003 年推出泵浦指引^[8]，其作法

是讓使用者更容易使用，使用簡潔的流量效率曲線加上揚程修正係數，當製造商提供給採購者一型泵浦的規格時，使用者首先比對其最高效率點是否高於 optimum efficiency selections 曲線，類似 CNS A 效率曲線，若高於此一曲線代表為高效率泵浦，若只高於 efficient selections 曲線，類似 CNS B 效率曲線，代表泵浦效率仍可接受，若低於 efficient selections 曲線代表性能不佳不建議使用，而使用者的操作點必須高於 efficient selections 曲線以確認泵浦都是運轉在合理效率範圍，由於泵浦的效率受揚程影響很大，指引中的修正係數 C 就是用來區別高揚程泵與低揚程泵的效率，也就是使用者可以找到修正係數 C 並由其 efficient selections 曲線值扣除 C 值就是合理的最低效率值。

例如，製造商提供一個操作點流量 100cmh/揚程 130m/2900rpm/效率為 68% 的 ESCC 泵浦，如何判斷是否符合高效率需求，efficient selections 曲線值為 71%，理論上

高於製造商的 68%，另外查效率修正值 C 為 14.8%，即需將 71%扣除 14.8%等於 56.2%，即是製造商提供的產品是符合標準，在於 68%高於 56.2%可接受泵浦效率，且製造商的 68%加上 14.8%等於 82.8%，也高於建議值 71%，此例說明效率會因揚程而改變，不能僅就流量就決定效率，各泵浦效率採用比速率^[9]Ns 進行評估為較佳的方式。

有關沉水式深井泵的各國效率比較，可根據各型產品規格訂出各種大小井徑的深井泵單級規格由 P4 到 P12，如表 2 所示，根據該表進行效率比較亦可得到結果，此處以公制的比速率 Ns 為基礎比較了 CNS^[11]、歐盟 C10%^[6]、中國^[10]的效率值，其中 CNS A、B 效率相對偏低，中國 A 效率相對較高。

表 1 效率計算公式之 C 值^[6]

	Quantity cut-off									
	5%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
C (ESOB 1450)	134.38	132.58	131.70	130.68	129.35	128.07	126.97	126.10	124.85	122.94
C (ESOB 2900)	137.28	135.60	134.54	133.43	131.61	130.27	129.18	128.12	127.06	125.34
C (ESCC 1450)	134.39	132.74	132.07	131.20	129.77	128.46	127.38	126.57	125.46	124.07
C (ESCC 2900)	137.32	135.93	134.86	133.82	132.23	130.77	129.86	128.80	127.75	126.54
C (ESCCI 1450)	138.13	136.67	135.40	134.60	133.44	132.30	131.00	130.32	128.98	127.30
C (ESCCI 2900)	141.71	139.45	137.73	136.53	134.91	133.69	132.65	131.34	129.83	128.14
C (MS 1450)	134.83	134.45	133.89	132.97	132.40	130.38	130.04	127.22	125.48	123.93
C (MS 2900)	139.52	138.19	136.95	135.41	134.89	133.95	133.43	131.87	130.37	127.75
C (MSS 2900)	137.08	134.31	132.89	132.43	130.94	128.79	127.27	125.22	123.84	122.05

表 2 沉水式深井泵的各國效率比較

型號	單級揚程 m	轉速 rpm	流量 m ³ /hr	CNS B效率 %	CNS A效率 %	中國 B效率 %	中國 A效率 %	流功1 kW	比速率 Ns	歐盟 C10% 效率
P4	6.6	3450	1	12.7%	24.7%	0.0%	0.0%	0.02	108.16	19.5%
P4	6.6	3450	2	30.7%	30.7%	0.0%	0.0%	0.04	152.97	35.9%
P4	6.6	3450	3	29.0%	34.0%	40.0%	45.0%	0.05	187.35	43.8%
P4	6.4	3450	5	33.3%	38.3%	47.8%	52.8%	0.09	247.51	52.2%
P4	6.4	3450	8	37.0%	42.7%	54.0%	59.0%	0.14	313.08	57.7%
P6	14	3450	8	37.0%	42.7%	54.0%	59.0%	0.30	174.06	52.1%
P4	5	3450	10	38.7%	44.7%	56.5%	61.5%	0.14	421.23	59.4%
P6	15	3450	10	38.7%	44.7%	56.5%	61.5%	0.41	184.79	54.9%
P6	14	3450	14	41.0%	47.3%	59.3%	64.3%	0.53	230.26	60.3%
P6	13	3450	18	43.0%	50.0%	61.2%	66.2%	0.64	276.01	63.5%
P6	13	3450	25	45.3%	53.3%	63.3%	68.3%	0.88	325.28	66.4%
P6	13	3450	33	48.0%	56.0%	65.0%	70.0%	1.17	373.72	68.1%
P6	12	3450	45	50.5%	59.3%	66.7%	71.7%	1.47	463.41	69.0%
P8	24	3450	45	50.5%	59.3%	66.7%	71.7%	2.94	275.54	69.4%
P8	24	3450	60	53.0%	62.0%	68.0%	73.0%	3.92	318.17	71.4%

型號	單級揚程 m	轉速 rpm	流量 m ³ /hr	CNS B效率 %	CNS A效率 %	中國 B效率 %	中國 A效率 %	流功1 kW	比速率 Ns	歐盟 C10% 效率
P8	22	3450	75	54.0%	63.5%	69.1%	74.1%	4.49	379.71	72.5%
P8	20	3450	90	55.0%	65.0%	70.4%	75.4%	4.90	446.78	72.6%
P8	18	3450	120	57.0%	67.0%	71.2%	76.2%	5.88	558.32	71.8%
P10	44	3450	60	53.0%	62.0%	68.0%	73.0%	7.19	201.94	68.3%
P10	40	3450	75	54.0%	63.5%	69.1%	74.1%	8.17	242.51	71.2%
P10	36	3450	90	55.0%	65.0%	70.4%	75.4%	8.82	287.50	73.1%
P10	32	3450	120	57.0%	67.0%	71.2%	76.2%	10.45	362.64	74.6%
P10	28	3450	160	58.3%	69.0%	72.3%	77.3%	12.20	462.84	74.5%
P10	28	3450	190	59.2%	70.2%	72.8%	77.8%	14.48	504.37	74.3%
P12	44	3450	160	58.3%	69.0%	72.3%	77.3%	19.16	329.77	75.7%
P12	40	3450	190	59.2%	70.2%	72.8%	77.8%	20.69	385.99	76.0%
P12	38	3450	210	59.5%	70.5%	73.1%	78.1%	21.72	421.71	75.9%
P12	36	3450	260	60.3%	71.3%	73.6%	78.6%	25.48	488.66	75.5%
P12	34	3450	320	61.0%	72.0%	74.2%	79.2%	29.62	565.86	74.4%
P12	34	3450	360	61.0%	72.0%	74.6%	79.6%	33.32	600.19	73.9%

型號	單級揚程 m	轉速 rpm	流量 m ³ /hr	流功1 kW	比速率 Ns	CNS B泵軸功 (kW)	CNS A泵軸功 (kW)	歐盟 C10% 軸功 (kW)	中國 B泵軸功 (kW)	中國 A泵軸功 (kW)
P4	6.6	3450	1	0.02	108.16	0.14	0.07	0.09		
P4	6.6	3450	2	0.04	152.97	0.12	0.12	0.10		
P4	6.6	3450	3	0.05	187.35	0.19	0.16	0.12	0.13	0.12
P4	6.4	3450	5	0.09	247.51	0.26	0.23	0.17	0.18	0.16
P4	6.4	3450	8	0.14	313.08	0.38	0.33	0.24	0.26	0.24
P6	14	3450	8	0.30	174.06	0.82	0.71	0.59	0.56	0.52
P4	5	3450	10	0.14	421.23	0.35	0.30	0.23	0.24	0.22
P6	15	3450	10	0.41	184.79	1.06	0.91	0.74	0.72	0.66
P6	14	3450	14	0.53	230.26	1.30	1.13	0.88	0.90	0.83
P6	13	3450	18	0.64	276.01	1.48	1.27	1.00	1.04	0.96
P6	13	3450	25	0.88	325.28	1.95	1.66	1.33	1.40	1.30
P6	13	3450	33	1.17	373.72	2.43	2.09	1.71	1.80	1.67
P6	12	3450	45	1.47	463.41	2.91	2.48	2.13	2.20	2.05
P8	24	3450	45	2.94	275.54	5.82	4.96	4.24	4.41	4.10
P8	24	3450	60	3.92	318.17	7.40	6.32	5.49	5.76	5.37

型號	單級揚程 m	轉速 rpm	流量 m ³ /hr	流功1 kW	比速率 Ns	CNS B泵軸功 (kW)	CNS A泵軸功 (kW)	歐盟 C10% 軸功 (kW)	中國 B泵軸功 (kW)	中國 A泵軸功 (kW)
P8	22	3450	75	4.49	379.71	8.32	7.07	6.20	6.50	6.07
P8	20	3450	90	4.90	446.78	8.91	7.54	6.75	6.96	6.50
P8	18	3450	120	5.88	558.32	10.32	8.78	8.19	8.26	7.72
P10	44	3450	60	7.19	201.94	13.56	11.59	10.52	10.57	9.84
P10	40	3450	75	8.17	242.51	15.12	12.86	11.46	11.83	11.03
P10	36	3450	90	8.82	287.50	16.04	13.57	12.07	12.53	11.70
P10	32	3450	120	10.45	362.64	18.34	15.60	14.02	14.68	13.72
P10	28	3450	160	12.20	462.84	20.91	17.67	16.37	16.87	15.78
P10	28	3450	190	14.48	504.37	24.48	20.64	19.48	19.89	18.61
P12	44	3450	160	19.16	329.77	32.85	27.77	25.33	26.51	24.80
P12	40	3450	190	20.69	385.99	34.97	29.49	27.22	28.41	26.59
P12	38	3450	210	21.72	421.71	36.51	30.81	28.61	29.72	27.81
P12	36	3450	260	25.48	488.66	42.23	35.72	33.76	34.62	32.42
P12	34	3450	320	29.62	565.86	48.55	41.14	39.81	39.92	37.40
P12	34	3450	360	33.32	600.19	54.62	46.28	45.10	44.66	41.86

三、馬達效率標準

歐盟為全球重視節能與環保議題的組織，歐盟 CEMEP(European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics)在 2007 年 9 月，IEC 發表了 IEC60034-2-1 取代了已公布 30 年的 IEC60034-2，IEC 技術委員會進一步針對 IEC60034-30 草案研擬與討論，主要將馬達重新定義為 IE1、IE2、IE3 和 IE4 共 4 個等級(IE4

目前仍訂定中，IE3 效率最高)，IE3 等級即為美國的 NEMA(National Electrical Manufacturers Association)等級。2003 年由經濟部標準檢驗局正式公告施行“CNS 14400 低壓三相鼠籠型高效率感應電動機”標準，相當 IE1 等級，有關 IE2、IE3 等級的 CNS 14400 效率標準修正建議案，2011 年工研院已提送標準局公開審查中，期望可與世界標準接軌，其中 60Hz 馬達極數與效率等級如表 3^[12]。

表 3 IEC60034-30 60Hz 馬達極數 ϕ /效率%等級表

功率 kW	60Hz 馬達極數 ϕ /效率%等級								
	2 pole			4 pole			6 pole		
	IE1	IE2	IE3	IE1	IE2	IE3	IE1	IE2	IE3
0.75	77.00%	75.50%	77.00%	78.00%	82.50%	85.50%	73.00%	80.00%	82.50%
1.1	78.50%	82.50%	84.00%	79.00%	84.00%	86.50%	75.00%	85.50%	87.50%
1.5	81.00%	84.00%	85.50%	81.50%	84.00%	86.50%	77.00%	86.50%	88.50%
2.2	81.50%	85.50%	86.50%	83.00%	87.50%	89.50%	78.50%	87.50%	89.50%
3.7	84.50%	87.50%	88.50%	85.00%	87.50%	89.50%	83.50%	87.50%	89.50%
5.5	86.00%	88.50%	89.50%	87.00%	89.50%	91.70%	85.00%	89.50%	91.00%
7.5	87.50%	89.50%	90.20%	87.50%	89.50%	91.70%	86.00%	89.50%	91.00%
11	87.50%	90.20%	91.00%	88.50%	91.00%	92.40%	89.00%	90.20%	91.70%
15	88.50%	90.20%	91.00%	89.50%	91.00%	93.00%	89.50%	90.20%	91.70%
18.5	89.50%	91.00%	91.70%	90.50%	92.40%	93.60%	90.20%	91.70%	93.00%
22	89.50%	91.00%	91.70%	91.00%	92.40%	93.60%	91.00%	91.70%	93.00%
30	90.20%	91.70%	92.40%	91.70%	93.00%	94.10%	91.70%	93.00%	94.10%
37	91.50%	92.40%	93.00%	92.40%	93.00%	94.50%	91.70%	93.00%	94.10%
45	91.70%	93.00%	93.60%	93.00%	93.60%	95.00%	91.70%	93.60%	94.50%
55	92.40%	93.00%	93.60%	93.00%	94.10%	95.40%	92.10%	93.60%	94.50%
75	93.00%	93.60%	94.10%	93.20%	94.50%	95.40%	93.00%	94.10%	95.00%
90	93.00%	94.50%	95.00%	93.20%	94.50%	95.40%	93.00%	94.10%	95.00%
110	93.00%	94.50%	95.00%	93.50%	95.00%	95.80%	94.10%	95.00%	95.80%
150	94.10%	95.00%	95.40%	94.50%	95.00%	96.20%	94.10%	95.00%	95.80%
≥ 185	94.10%	95.40%	95.80%	94.50%	95.40%	96.20%	94.10%	95.00%	95.80%

四、泵浦節能的實務做法

以往的使用者與製造商都分別針對馬達與泵浦效率做驗收，但實務上仍存在一些缺點，其中最大的缺點就是在工作現場無法獲得馬達軸功(kW)，亦即無法獲得精確的泵浦效率及馬達效率，故使用者無法依賴泵浦效率及馬達效率建立起有效的系統運作耗能監控計畫；而在現場監測中量測輸入電功與輸出流功其實是相對簡便且實用的數據，非常有利於建立起有效的系統運作耗能監控計畫，尤其針對泵浦或馬達因磨耗產生性能衰減的問題。

最基本的概念即是直接監測輸出流功與輸入電功並建立統計資料，例如耗電功-流功統計圖，再根據不同使用時數及階段記錄出長期數據的劣化趨勢，由數據的變遷來判斷機組是否有潛在耗能過高問題，以下針對陸上泵與深井泵分別詳細說明。

根據 ISO 2858^[13]規格進行流功計算，並分別參考各泵浦標準 CNS^[2]、GB^[10]、歐盟^[8]、歐盟 C10%^[6]之泵浦效率即可獲得軸功，並且引進 CNS 馬達效率^[14]以獲得輸入電功。本文的計算係以 CNS 馬達效率為基準，各國標準的流功-電功比較之計算結果，如圖 4 所示，以相同流功比較，圖中歐盟 A 效率所耗電功最低，CNS B 效率所需電功為最高，二者的差異值可以高達 20%以上，顯示本國 CNS 的效率值要求確實過低。

依 ISO 2858 規格的資料進一步整理，以額定點(rated point)流量為單位計算額定點的每噸水成本，如圖 5 所示，發現低流量產品的單位成本較高且揚程高低影響很大，效率高低也直接反映在成本單價上，當資料以額

定點比速率 N_s 為單位計算額定點每噸水成本，如圖 6 所示，發現低比速率 N_s 產品的單位成本較高且高比速率 N_s 產品其單位成本明顯下降，符合比速率 N_s 與效率的關係，且相同比速率 N_s 流量大者會有更低的單位成本。

由於深井泵為複數個葉輪與導葉組成多級泵型式，因此無法像陸上清水泵一樣使用固定功率的馬達來計算輸入電功，僅能以各國標準的泵浦效率計算出單級軸功，此處的泵浦規格係可參考各廠商規格訂定，參考表 2 所示，做成單級軸功比較圖，如圖 7 所示，在相同輸出單級流功下，中國 A 效率的單級軸功最低而 CNS B 效率的單級軸功最高，歐盟 C10%的單級軸功稍高於中國 A 效率的單級軸功，此一單級軸功統計圖將有助於使用者採購泵浦的參考。

在泵浦運轉階段時，針對流功-耗電功的管理，可於管路裝置上考慮增設壓力表與流量計，輸入電力的量測工具也須包含量測輸入功率之功能，以正確評估耗電功。單純的電流評估方式常受電壓高低的影響，缺乏正確的流功值作為比較基礎，對效率容易造成誤判。

以下為泵浦節能實務管理上的參考做法：

(一)建立單級泵浦的效率-比速率 N_s 統計與管理

用比速率 N_s 評估製造商的技術優劣，評估範圍包含全系列產品，測試數據必須以至少 3 級以上且全尺寸葉輪外徑的泵浦進行測試，最後數據可以依據口徑來建立效率-比速率 N_s 管制圖，如圖 8 所示，並以平均

效率曲線做為新採購案的效率基準。

(二)建立現有泵浦的流功-電功統計圖

使用者可針對廠內的泵浦進行流功-電功數據的紀錄監測，並建立平均耗能曲線，當泵浦磨損之後流功-電功數據將會落在高耗能區，使用者容易判斷泵浦能源效率是否低下並決定是否維修或更新，如圖 9 所示，而此一數據也可以作為採購新品的參考，並請供應商在出廠驗收試驗報告中增列流功

與耗電功數據。

(三)運轉中泵浦的耗能監控

使用者在監控運轉中泵浦時，常以需求水量與耗電流來判斷泵浦的磨耗情況，正常磨耗的泵浦其輸出流功的減少量會大於輸入電功的減少量，而非使用者習知的合理範圍，如圖 10 所示，即是使用者必須定期檢查泵浦的運轉數據，並確認泵浦耗能的合理性。

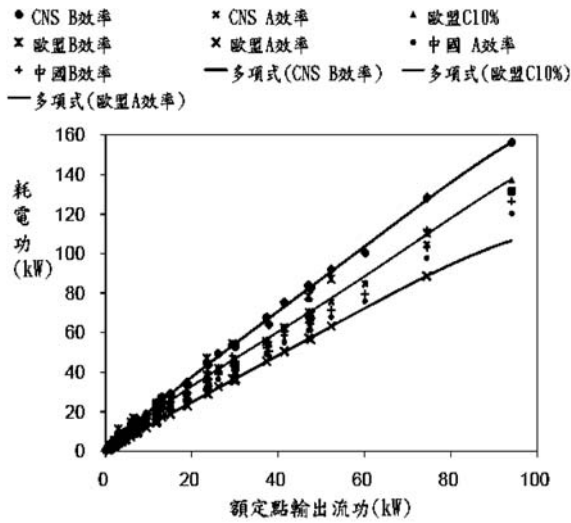


圖 4 各國標準的流功-電功比較

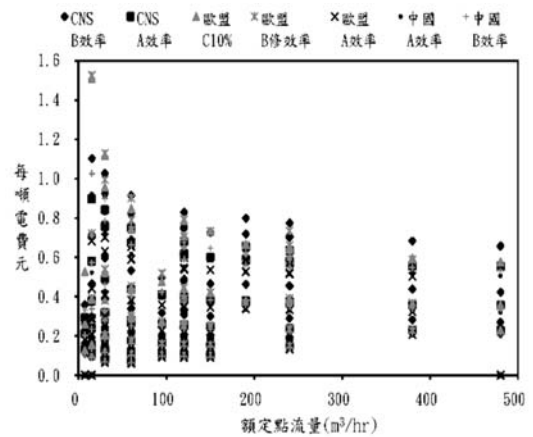


圖 5 額定點流量每噸水成本比較

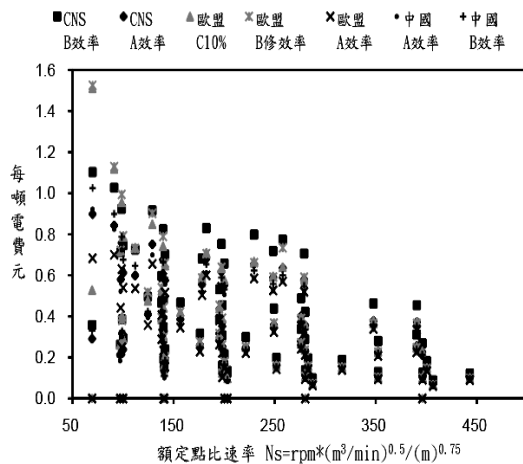


圖 6 額定點比速率每噸水成本比較

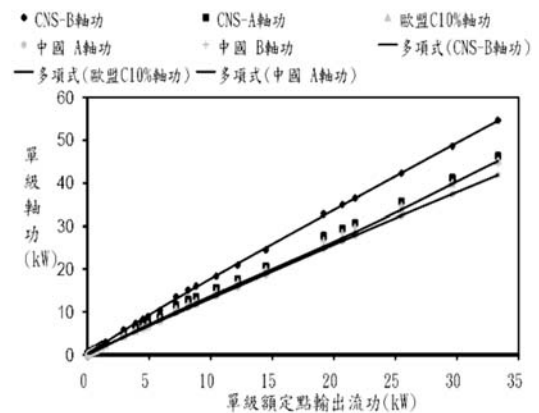


圖 7 單級額定點流功與軸功比較

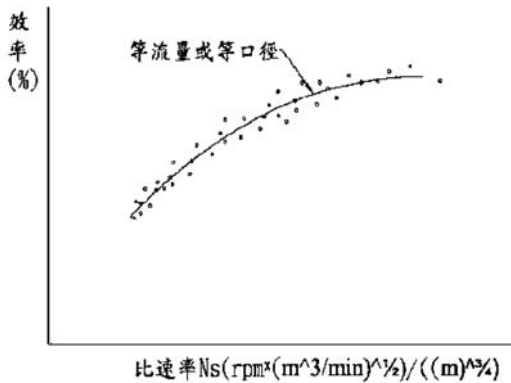


圖 8 比速率 Ns-效率管制圖

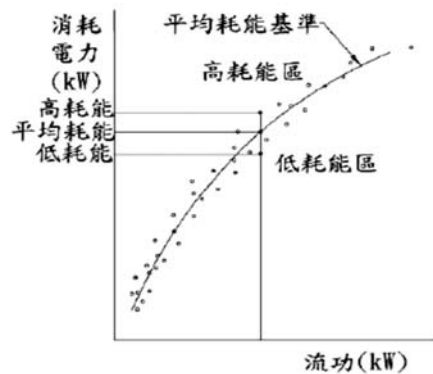


圖 9 泵浦能源效率判斷示意圖

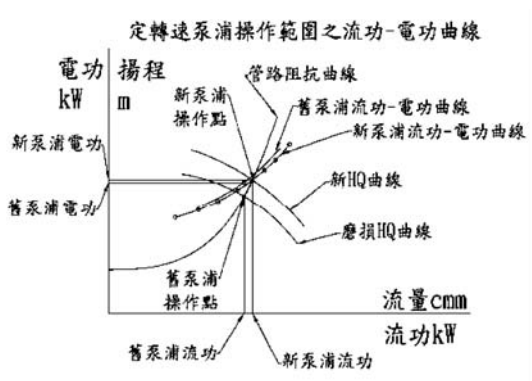


圖 10 新舊泵浦定轉速流功與電功關係

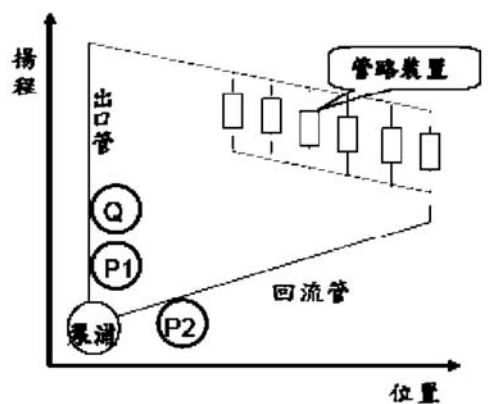


圖 11 簡單閉迴路管路示意

五、管路系統節能的實務做法

(一) 阻抗曲線計算：自來水供水負載的變動是隨季節時間、隨用戶人數的變動而變化，系統阻抗曲線的變動可以正確描述這種負載變動，其中的關鍵在於系統阻抗曲線的量測與正確計算，由於自來水的管網系統較為複雜，本文謹以一簡單閉迴路管路進行說明，如圖 11 所示，其中阻抗曲線的計算法如下：

1. 量取出入口壓力、流量
2. 計算流量轉換成流速(m/sec)
3. 轉換壓力單位(Nt/m²)錶壓力：P(kg/cm²)
4. 計算揚程損失 HL=泵浦輸出揚程 Ht
5. 設定系統淨高 C₀，須考慮 U 形管效應
6. 將 H_L(m)帶入以下公式、C₀與 Q (m³/min)，計算 C₁值

$$H_L(m) = C_0 + C_1 * Q(m^3/min)^2 \text{ -----公式}$$

7. 建立系統阻抗曲線
 8. 輸入 Q(m³/min)計算 H_L(m)
 9. 依據 Q(m³/min)與 H_L(m)重新選擇泵浦規格
- (二) 操作點評估：許多的泵浦在安裝完成後並沒有再精確測試與分析，使得泵浦是否能在期望的操作點運轉無法而知，如圖 12 所示，操作點的評估說明如下：
1. 操作點 A 是最佳的操作點
 2. 操作點 B 是在大流量低揚程區域，代表管路為低阻力管路系統，增加管路系統阻抗曲線，使操作點 B 移向操作點 A，可大幅降低運轉耗能。
 3. 操作點 C 代表管路為高阻力管路系統，降低管路系統阻抗曲線，使操作點 C 移向操作點 A，可大幅降低運轉耗能。
 4. 或是操作點 B 與操作點 C 重新選用正確規

格的泵浦，以操作在操作點 A

(三)案例說明：在許多管路系統節能評估的案例中，發現只有少數的泵浦運轉在高效率區，多數是需要重新選用適合的泵浦才能得到節能效果，其原因在於系統設計之初無法正確評估系統阻抗曲線，也導致選用的泵浦規格無法正確操作在高效率的原因，故針對現有系統的節能改善方案必須同時考慮管路與泵浦規格的改善，如圖 13 所示，該案例為現有管路系統阻抗過高，調整的細部說明如下：

1. 管路曲線 A 是原有系統。
2. 當產能要由流量 Q_1 的操作點 A 增加到流量 Q_2 時的操作點 C 時，泵浦揚程必須大幅提高，即由 A 泵浦改成 C 泵浦，C 泵浦會比 A 泵浦大幅增加揚程與軸功率。
3. 當管路系統修正成管路曲線 B，代表管路阻力大為降低。
4. 當選用 B 泵浦，在管路曲線 B 的操作點 B 代表 B 泵浦在較低的揚程下，也可以獲得需要的流量 Q_2 ，這時 B 泵浦的功率比 A 泵浦高但低於 C 泵浦。
5. 同時兼顧降低管路系統阻抗曲線與泵浦性能將可大幅降低運轉耗能。

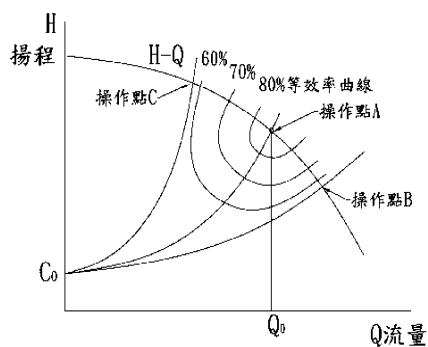
七、結語

根據以上針對離心泵能耗標準與節能計算的介紹，以下幾點結論供參考：

- (一)以生命週期評估，泵浦的成本大部分為電費，購置與維護成本只佔小部分，所以購置泵浦時必須考慮是否為高效率、長效型泵浦，避免購買便宜的泵浦卻浪費更多操作電費。
- (二)流功-電功曲線為可靠有效的監測方法，可正確監控運轉耗能與泵浦磨損狀況。若於採購合約中泵浦驗收工作最好

應包含現場量測操作範圍內的流功-電功曲線，並做為未來營運耗能監控的參考數據。

高效率泵浦 VS. 低能源效率泵浦



低能源效率的風險——管路阻抗曲線計算的不確定

圖 12 泵浦操作點與效率分佈關係

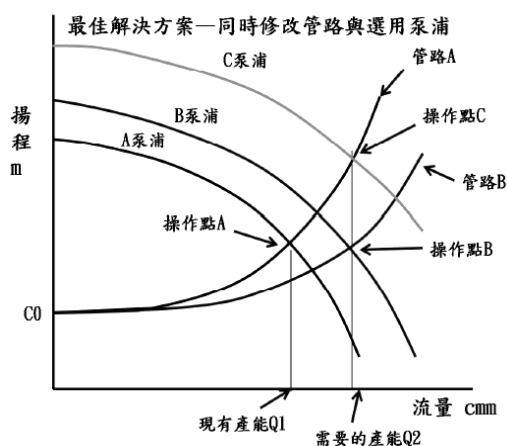


圖 13 同時考慮管路與泵浦規格改善關係

- (三)單級流功-電功曲線必須在完成現場測試驗收完成後記錄，尤其深井泵的整機在操作範圍內的流功-電功曲線測試完成後，須再除以級數才可以得到單級流功-電功曲線，以做為未來採購時預估泵浦電力需求及評估耗能的參考。
- (四)採購合約中泵浦驗收工作，較佳的方式需包含現場管路系統阻抗曲線量測，作為確認泵浦操作點是否在高效率區的依據，並做為未來擴大產能時管路設計變更的參考依據。
- (五)耗能管理應列入日常管理的一環，尤其

管路系統負載變動時，必須記錄不同負載下的管路阻抗曲線，計算泵浦在變動負載下的流功-耗電功值並進行分析，始能達成節能目標。

參考文獻

1. CH 離心泵型錄，葛蘭富泵浦，Grundfos 公司
2. CNS 2138 B4004 小型渦卷泵
3. Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council of 6 July 2005 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-using products and amending Council Directive 92/42/EEC and Directives 96/57/EC and 2000/55/EC of the European Parliament and of the Council
4. Lot 11 Water Pumps (in commercial buildings, drinking water pumping, food industry, agriculture) final, AEA Energy & Environment, 2008
5. Lot 11 Classification of Circulators final, AEA Energy & Environment, 2008
6. A method to define a minimum level of pump efficiencies based on statistical evaluations, Technical University Darmstadt, 2008
7. Meeting of the Ecodesign Consultation Forum, 27,28,29, May 2008
Annex 2: Working document on possible eco design requirements for single stage end suction, vertical multistage and submersible multistage pumps
Annex 2: Working document on possible ecodesign requirements for 0.75-200(370) kW electric motors
Annex 2: Working document on possible ecodesign requirements for standalone glandless circulators
8. European guide to pump efficiency for single stage centrifugal pumps May 2003
9. Alexey J. Stepanoff, Centrifugal and axial flow pumps : theory, design, and application, Wiley, 1948
10. GB 19762 清水離心泵能效限定值及節能評價值
11. CNS 11327 B4064 深井用沉水電動機泵
12. 離心式泵耗能標準與節能實務簡報，2010.11，簡煥然、鄭詠仁、沈宗福、盧江溪
13. ISO 2858 End suction centrifugal pumps (rating 16 bar)-Designation, nominal duty point and dimensions
14. CNS 14400 C4482 低壓三相鼠籠型高效率感應電動機(一般用)

作者簡介

簡煥然 先生

現職：協磁股份有限公司技術顧問、煜然有限公司研發經理

專長：泵浦技術、智權研發

施澍育 先生

現職：自來水公司工務處 處長

專長：水處理技術

鄭詠仁 先生

現職：工研院機械所先進機械技術組 經理

專長：馬達系統節能技術

沈宗福 先生

現職：工研院機械所先進機械技術組 工程師

專長：馬達系統節能技術

盧江溪 先生

現職：工研院機械所先進機械技術組 副工程師

專長：馬達系統節能技術

淺談綠色水廠之國際發展現況與環境永續

文/陳淑芬、王天元

一、前言

自工業革命以來，人類大量的製造二氧化碳、氧化亞氮、甲烷、氟氯碳化物等溫室氣體，提高了全球暖化的可能性。隨著科技日新月異，綜觀國際趨勢如何在建築的全壽命週期內，推動綠色建築將能有效保護環境並減少污染，進而為人們提供健康、適用和高效率的使用空間，透過與自然和諧與環境共生的理念營造低碳環境，已儼然成為一種新的綠色環保趨勢。

面對低碳經濟時代的來臨，高耗能的淨水處理設施如何快速有效回應環境節水、省能、減廢、低污染之要求，已是刻不容緩的課題。因此，倘若能從自來水廠建設工程規劃之初即以追求環境共生、共利之綠色水廠為設計目標，除環境友善外也能透過良好的採光、通風、能源管理與水資源管理設計讓水廠在未來營運管理階段有效降低維護成本、提升使用效益、落實國家節能減碳之政策目標，進而作為水處理產業永續發展基礎。

二、研究目的

雖說近年來由於政府透過公共建築規範大力倡導綠建築相關認證，台灣的淨水廠也已逐漸由國內的綠建築制度-EEWH 引導相關設計架構，進而發展出專屬於台灣本土化綠色水廠架構。

然而，綜觀國際綠色水廠發展趨勢，其他國家亦有些綠色水廠認證，為避免國內閉門造車之憾，本研究擬透過現有的國際綠色

水廠的認證案例歸納出綠色水廠主要設計重點，以為自來水產業發展綠色水廠之參考。

三、綠色水廠的發展現況

(一)定義

在綠色水廠定義方面就如同「綠建築」在世界各國被稱為「環境共生建築」、「生態建築」、「環保建築」或「永續建築」般，「綠色水廠」目前在世界各國並無統一的定義或標準，唯綠色工廠在國際間已有許多相對應的認證機制，本研究僅就現有資料彙整如表 1 所示。

(二)台灣綠色水廠的發展現況

1. 認證系統說明：

目前國內綠建築主要以 EEW H (Ecology, Energy Saving, Waste Reduction, Health) 為認證標準，其相關九大指標概述如表 2 所示。

2. 綠色水廠認證現況：

- (1) 目前已獲綠建築標章之鳳山淨水場，資料如表 3 所示。
- (2) 目前已獲得綠建築候選之路竹淨水場，資料如表 4 所示。
- (3) 台灣綠色水廠共同認證的 EEW H 指標，如表 5 所示。

(三)日本綠色水廠的發展現況

1. 認證系統說明：

目前日本綠建築認證以國土交通省發展的建築物綜合環境性能評價系統 CASBEE 為主，其中包含「環境品質·性能」(係指建

築對於居住者和使用者的功能性和舒適性等與私人環境相關的性能與「環境負荷」(係指建築對於超過了佔地界限與公共的環境的負荷性能)，整體評價以 S 等級 (極好：

Excellent)、A 等級 (非常好：Very good)、B+等級 (稍好：Fairly good)、B-等級 (稍差：Fairly poor)、C 等級 (差：poor) 五個等級來表示建築物的綜合環境性能。

表 1 各國綠色工廠認證系統與定義

	綠建築系統名稱	工廠、產業建築的定義
台灣	EEWH - GF 2010	一般中小型工廠、加工廠、傳統產業與高科技廠房，但不包括露天作業型工廠
英國	BREEAM 2008	儲存和分配類型倉庫，輕工業/工廠單位，工作坊
美國	LEED 2009	製造、倉儲、物流中心類建築。
加拿大	GBTOOL 2008	無定義
日本	CASBEE 2010	工廠、停車場、倉庫、物流中心、機房等
中國	綠色工業建築評價標準	工廠或工業建築群中的主要生產廠房，其它輔助生產廠房、集中動力站房、倉儲類建築
印度	IGBC 2009	印度境內所有工業類型之建築 (大致為實驗型與輕工業、倉儲類)
澳洲	GREENSTAR	倉儲類以及輕工廠類

(本研究整理)

表 2 台灣 EEWH 相關認證指標

EEWH 系統	指標名稱
生態(Ecology)	1.生物多樣性指標
	2.綠化量指標
	3.基地保水指標
節能(Energy Saving)	4.日常節能指標
減廢(Waste Reduction)	5. CO ₂ 減量指標
	6.廢棄物減量指標
健康(Health)	7.室內環境指標
	8.水資源指標
	9.污水垃圾改善指標

表 3 鳳山淨水場相關認證資料

建築物名稱	建築物概要	地址	EEWH 符合指標	分級
鳳山淨水場臭氣機房	地上 2 層鋼筋混凝土構造其他類建築	高雄鳳山	1.綠化量 2.基地保水 3.日常節能 4.水資源	合格級

(本研究整理)

表 4 路竹淨水場相關認證資料

建築物名稱	建築物概要	地址	符合指標	分級
路竹淨水場新建工程	地下 1 層，地上 2 層鋼骨構造及鋼筋混凝土構造	高雄路竹	1.日常節能 2.室內環境 3.水資源 4.污水垃圾改善	合格級

(本研究整理)

表 5 台灣綠色水廠共同認證的 EEW H 指標

EEWH 系統	符合指標
節能(Energy Saving)	日常節能指標
健康(Health)	水資源指標

(本研究整理)

CASBEE 主要評估指標為能源效率、資源效率、地域環境與室內環境等四項，目前受規範新建建築物類型如下表 6 所示。

2.綠色水廠認證現況:

日本在綠色水廠方面或因建物已納入 CASBEE 之管理規範，故著墨不多，惟箇中

因自來水事業用電佔全國用電量的千分之八，故厚生勞動省已於 2008 年訂定「自來水願景」並於 2009 年修訂「自來水事業環境對策指引」，該指引包含「自來水事業之環境對策」、「自來水事業環境計畫研擬與管理」及「自來水事業環境對策之具體案例」，用以強化自來水事業的能源使用效益。

(1)水廠能源使用效益提升

社團法人水道協會亦曾於 2009 年出版「水道施設節能對策之實例」，以為自來水事業應用與參考，箇中相關能源政策請詳如圖 1 所示。

表 6 CASBEE 所規範之建築範疇

建築功能	建築類型
辦公建築	辦公大樓、政府建築、圖書館、博物館、郵局等
學校	小學、初中、高中、大學、技術學院、進修學校、各類學校等
商店	百貨公司、市場等
餐飲	餐廳、自助餐廳、咖啡館等
集會場所	禮堂、會場、保齡球館、體育館、劇場、電影院、展覽設施等
工廠	工廠、車庫、倉庫、觀賞場所、批發市場、機房等
醫院	醫院、養老院、身障者福利院等
飯店	飯店、旅館等
公寓式住宅	公寓式住宅（戶建建築除外）

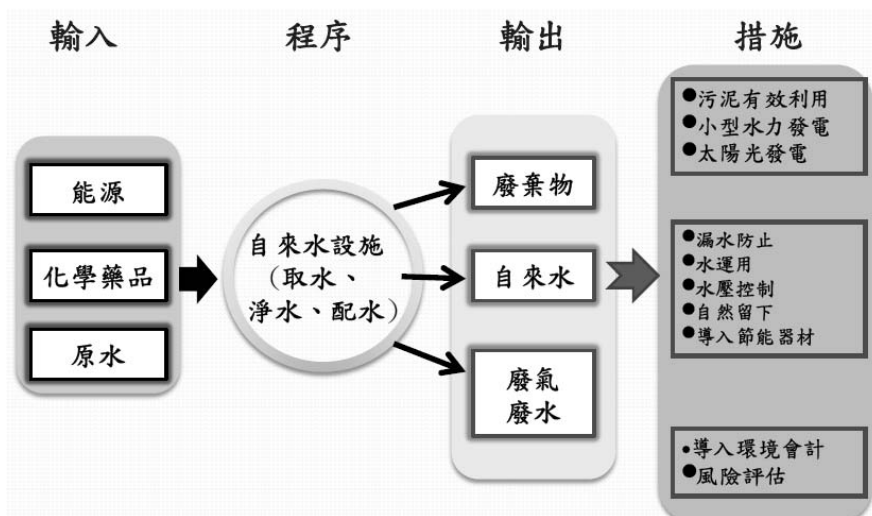


圖 1 日本的能源政策

(2)節能對策

日本水道協會針對水道施設節能對策之實例演繹，相關項目與配套措施彙整如下表 7 所示。

(四)美國綠色水廠的發展現況

1.認證系統說明:

美國綠色水廠之設計規劃與認證主要

以美國現有的綠建築認證制 LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) 為主。

(1)LEED 係由美國綠建築協會所制定，自 1998 年正式公佈以來已成全美共通之綠建築評估準則，整體認證之總分共 69 分，相關認證結果與等級如下表 8 所示。

表 7 日本節能項目與相關措施

節能項目	相關配套措施
抽水機節能	設備數量控制、容量規格檢討或改造、閘類開度控制、轉速變頻控制、採用可動翼抽水機
其他設備	導入特高壓、高壓與低壓之高效率變壓器、導入高效率電動機
能源效率管理	管理最大需量、改善功率因素、導入電力監控系統、檢討契約容量、降低尖峰用電量、導入 NaS 電池等電力儲存設施
水資源效率運用	活用配水池容量、管理送配水壓、採用重力流系統、水廠間相互調度
水處理效率提升	採用迴流式混凝池、調整沉澱池運轉方式、提升污泥排出效率、採用虹吸式過濾池、檢討過濾時間、加藥量控制
室內環境改善	導入換氣、空調、照明等節能改善措施與設施
管理制度導入	以 ISO14001 推動節能措施、導入環境會計制度、採行 ESCO 方案推動能源管理
導入再生能源	小型水力發電、太陽能發電與風力發電等

表 8 美國 LEED 認證等級

認證級別	分數
第一級 Certified (認證通過)	26-32 分
第二級 Silver (銀級認證)	33-38 分
第三級 Gold (金級認證)	39-51 分
第四級 Platinum (白金級認證)	52-69 分

表 9 美國 LEEDLEED 認證之項估評項目

主要項估評項目	總分	得分比例
永續性基地開發 Sustainable Sites	14 分	20%
用水效率 Water Efficiency	5 分	7%
能源與大氣 Energy and Atmosphere	17 分	25%
材料與資源 Materials and Resources	13 分	19%
室內環境品質 Indoor Environmental Quality	15 分	22%
創新與設計過程 Innovation and Design Process	5 分	7%

(2)LEED 認證之項估評項目共分為六項，略分述如表 9 所示。

2.綠色水廠認證現況：

目前美國已通過 LEED 認證之綠色水廠案例茲說明如下：

(1)Cocheco Well Water Treatment Plant Rochester NH，0.8 MGD

設計每日處理量 3,028 公噸之地下水處理廠，由 Wright-Pierce 公司設計規劃，獲得 LEED 合格認證 (27 points)，相關 LEED 認證項目如表 10 所示。

(2)Northampton Water Treatment Plant Whitehall

PA，12 MGD

設計每日處理量 45,425 公噸之水處理廠，由 Gannett Fleming 公司設計規劃，造價 1860 萬美元，獲得 LEED 合格認證(31 points)，相關認證項目如表 11 所示。

(3)The Champaign County Water Treatment Plant Champaign IL，20 MGD

每日設計處理量 75,708 公噸之水處理廠，由 Hazen and Sawyer 公司設計規劃，獲得 LEED 合格認證(30 points)，相關認證項目如表 12 所示。

表 10 Cocheco Well Water Treatment Plant 認證項目

	永續設計規劃項目	說明
1	建築外觀配合周遭景觀	以傳統穀倉風格設計建築外形，配合周遭鄉村景觀
2	保溫外牆	具隔熱層的磚砌外牆，高反射性屋頂
3	採地源空調系統	採用地源空調系統(HVAC)進行製冷與製熱
4	在地建材	使用 20%以上之在地建材
5	使用永續林產木材	50%以上之木材採用 FSC 認證之永續林產木材
6	廢棄物回收再利用	75%以上之建築廢棄物回收再利用
7	雨水回收系統	雨水回收再利用、廁所零廢水排放(堆肥式廁所)
8	低干擾工法	降低對鄰近 Cocheco River 與濕地影響
9	節能效益	能耗節約達 24%

(本研究整理)

表 11 Northampton Water Treatment Plant 認證項目

	永續設計規劃項目	說明
1	使用再生混凝土	使用混合回收爐石與水泥之混凝土
2	建築能耗模擬評估(地下三層)	應用外殼能耗模擬分析確保節能效益，地下三層之建築設計提高保溫效果並減少對周遭環境之干擾
3	採節能燈具與變頻抽水機	-
4	再生橡膠地板	-
5	辦公與公共區域引入自然光	-
6	紫外線消毒用量優化	-
7	使用永續林產木材	-
8	降低 VOC 材料使用	提升室內空氣品質

(本研究整理)

表 12 The Champaign County Water Treatment Plant 認證項目

	永續設計規劃項目	說明
1	在地建材使用 46%	以減少運輸能耗
2	建築廢棄物回收 68%	在當地回收
3	廢水回收再利用	節水 35%
4	抽水機變頻控制	-
5	採地源空調系統	採用地源空調系統(HVAC)進行製冷與製熱，投資回收期<5 年
6	建築節能設計	屋頂設計減少熱島效應
7	綠美化採原生植物	採原生植物減少能源與水資源耗用
8	透水路面	降低逕流並提高雨水回收率

(本研究整理)

表 13 美國地區已符合 LEED 認證之綠色水廠與設備

	水廠/設施名稱	所在城市	版本	點數	認證等級	認證日期
1	Triangle Wastewater Treatment Plant	Durham	NC 2.0	27	Certified	05/10/26
2	Central Wastewater Treatment Plant Maint	Dallas	NC 2.1	27	Certified	09/10/19
3	Northampton Water Treatment Plant	Whitehall	NC 2.1	31	Certified	07/4/30
4	Champaign Cnty Water Treatment Facility	Champaign	NC 2.2	30	Certified	09/10/20
5	City/County Water Treatment Plant	Santa Fe	NC 2.2	31	Certified	
6	Cochecho Well Water Treatment Plant	Rochester	NC 2.2	27	Certified	11/10/16
7	London Road Water Treatment Facility	West Boggstown	NC 2.2	33	Silver	10/4/30

(本研究整理)

(4)自 2005 年至 2011 年已有七家水廠/設備符合 LEED 認證之綠色淨水廠與設備(Water treatment plant/facility)，彙整如表 13 所示。

(五)加拿大綠色水廠的發展現況

1.認證系統說明：

目前有兩家水廠目前仍以 LEED 符合性認證為方向，相關資訊分述如下：

(1)Kamloops River Street Membrane Water Treatment Plant

加拿大第一座綠色建築公共用水淨水

廠，以 LEED 金質認證為設計營運目標，相關設計項目說明如表 14 所示。

(2)Seymour-Capilano Filtration Plant

符合地區發展及資源保護的淨水廠，以 LEED 銀質認證為設計營運規範，相關設計項目說明如表 15 所示。

四、結論與建議

根據美、加所認證之 LEED 綠色水廠案例，試將其共同認證項目彙整如下表 16 所示。

表 14 Kamloops River Street Membrane Water Treatment Plant 認證項目

	永續設計規劃項目	說明
1	應用回收水減少 50%園藝景觀用水	薄膜超過濾回收水 100%用於綠植被屋頂及園藝灌溉、以透水地面收集雨水回收
2	減少 30%一般用水	採用省水式自動水龍頭、馬桶與免沖水尿斗、全廠回收水利用率達 99%
3	增進能源使用最佳化效率 20%	廠房挑高並使用高效能玻璃窗、利用自然通風與採光降低空調負荷、採用高效率熱回收鍋爐、地源空調製冷製熱、採用耐旱低維護綠屋頂增進隔熱效果
4	使用水力及太陽能等可再生能源	-
5	施工期間減廢 75%	減少營建廢棄物達 75%、分類回收再利用、營運後全廠區採資源分類回收
6	使用 20%在地材料	-
7	使用低污染建材	採用環保水泥、使用回收鋁建材、使用 75%回收鐵建材、使用非溶劑塗料
8	75%建坪自然採光	-
9	90%建坪擁有室外景觀	淨水廠外觀與園藝景觀以融入鄰近社區為設計目標，45%廠地於完工後復原為原生植被與濕地

(本研究整理)

表 15 Seymour-Capilano Filtration Plant 認證項目

	永續設計規劃項目	說明
1	應用回收水減少 50%園藝景觀用水	100%回收水用於園藝景觀
2	減少 30%一般用水	採用省水式自動水龍頭、馬桶與免沖水尿斗、全廠回收水利用率達 99%
3	增進能源使用最佳化效率 10%	採用高效率熱回收鍋爐、地源空調製冷製熱
4	使用地熱及水利等可再生能源	-
5	施工期間減廢 75%	減少營建廢棄物達 75%、分類回收再利用、營運後全廠區採資源分類回收
6	使用 20%在地材料	-
7	使用低污染建材	採用環保水泥、使用回收鋁建材、使用 75%回收鐵建材、使用非溶劑塗料
8	80%建坪自然採光	-
9	90%建坪擁有室外景觀	-

表 16 美、加地區通過 LEED 認證項目彙總

	永續設計規劃項目	Cochecho Well	Northampton	The Champaign County	Kamloops	Seymour-Capilano
1	建築外觀配合周遭景觀 (含擁有室外景觀)	X			X	X
2	建築節能設計 (採光、保溫外牆、能耗模擬)	X	X	X	X	X
3	採地源空調系統	X		X		
4	在地建材(含低污染建材)	X		X	X	X
5	使用永續林產木材	X	X			
6	廢棄物回收再利用	X		X		
7	水資源管理(含雨水、景觀用水、廢水與一般用水)	X		X	X	X
8	低干擾工法	X				
9	增加能源使用效益(含抽水機變頻)	X	X	X	X	X
10	使用再生建材(含混凝土、地板)		X			
11	紫外線消毒用量優化		X			
12	降低 VOC 材料使用		X			
13	綠美化採原生植物			X		
14	透水路面			X	X	
15	使用可再生能源				X	X
16	施工期間減廢 75%				X	X

(本研究整理)

綜合上表所述之綠色水廠推動成果與實務綠色工廠推動經驗，一般而言，綠色水廠在節能及節水效益上皆具顯著成果。概括而論，透過有效的能源管理與水資源管理舉措，每座建築物大約都能節省 10-20%的電費與用水量。

另據美國 LEED 認證輔導單位所言，綠色水廠之認證最好能在規劃初期就設定之認證目標，以節省過程中反覆驗證與修改設計之時間跟經費。就尋常 LEED 認證案例而言，每座新建築的申請案從設計到施工加文件送審，大約需要三年的時間方可完成。

因此，倘若我們期望能透過除台灣綠建築制度 EEWB 外，也能加入國際綠建築認證機制(LEED)來引導國內建造符合環境永續

目標的綠色水廠與國際趨勢接軌，我們勢必要在規劃新興水廠的過程中，將環境友善、再生能源使用、建築物自然採光與通風、再生建材的使用、建物隔熱降溫與設備節能等設計都能一一併入規劃初期之考量，才能有效降低建造成本與後續水廠之營運費用，進而創造出符合穩定安全供水需求與環境永續目標之本土化綠色水廠之典範。

參考文獻

- 1.日本厚生勞動省，2009，自來水事業環境對策指引。
- 2.日本水道協會，2009，水道施設節能對策之實例。
- 3.康世芳，2011，日本自來水事業節能減碳策略。經濟部水利署，自來水事業碳足跡評估與減

碳發展實務技術應用交流之研討會。

4. 李政憲，2005，生活用水淨水廠及公共工程實例。經濟部工業局，永續產業發展雙月刊，第 23 期，98-103 頁。
5. U.S. Green Building Council Website : LEED , <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=51>
6. Hazen and Sawyer Website : LEED Certified Design/Build: Bradley Avenue WTP , <http://www.hazenandsawyer.com/work/projects/Bradley-Avenue-wtp/>
7. Hazen and Sawyer Website : Chasing LEED certification for a new water treatment facility , <http://www.hazenandsawyer.com/publications/chasing-leed-certification-for-a-new-water-treatment-facility/>
8. Gannett Fleming Website : LEED-Certified Water

Treatment Plant , <http://www.gannettfleming.com/projectdetail.asp?ProjAspect=406>

9. Wright-Pierce Website : Sustainable Design of Water Treatment Facility Earns National Recognition <http://www.wright-pierce.com/rochester-water-treatment-facility-earns-leed-certification.aspx>

作者簡介

陳淑芬 小姐

現職：穎瑋永續服務(股)公司 總經理

王天元 先生

現職：穎瑋永續服務(股)公司 專案主任

專長：智慧建築規劃設計，水處理節能規劃，電鍍廠廢水處理

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法

98 年 2 月 10 日第十六屆理監事會第十次聯席會議審議通過(99 年 5 月部分修正)

一、目的

為鼓勵本會會員踴躍發表自來水學術研究及應用論文，以提升本會會刊研究水準，特設置本項獎勵辦法。

二、獎勵對象

就本會出版之一年四期「自來水」會刊論文中評定給獎論文，最多三篇，每篇頒發獎狀及獎金各一份，獎狀得視作者人數增頒之。

三、獎勵金額

論文獎每篇頒發獎金新臺幣貳萬元整，金額得視本會財務狀況予調整之。

上項論文獎金及評獎作業經費由本會列入年度預算籌措撥充之。

四、評獎辦法

(一)凡自上年度第二期以後至該年度第二期在本會「自來水」會刊登載之「每期專題」、「專門論著」、「實務研究」及「一般論述」論文，由編譯出版委員會於每年六月底前，推薦 6-9 篇候選論文，再將該候選論文送請專家學者審查 (peer-review)，每篇論文審查人以兩人為原則。

(二)本會編譯出版委員會主任委員於每年七月底前召集專家學者 5~7 人組成評獎委員會，就專家審查意見進行複評，選出給獎論文，報經本會理監事會議遴選核定後公佈。

五、頒獎日期

於每年自來水節慶祝大會時頒發。

六、本辦法經由本會理監事會審議通過後實施，修訂時亦同。

我國自來水事業產銷平衡表之芻議

文/周國鼎

摘要

自來水管網漏水量的多寡通常需經由水量產銷分析而得知，然而我國自來水水量產銷分析迄今仍無一套共同之規範可供各自來水事業單位遵循。在現行體制下，不同自來水事業單位對於同一個漏水案件所估算之漏水量可能就會有所差異。我國二個最主要的自來水事業單位，台灣自來水公司與台北自來水事業處所使用之水量產銷分析方式即互有不同，不僅容易因相關基本用語、定義及計算方式之差異，造成一些無謂的誤解；主管機關在管理上也顯得困難，遑論我國自來水事業單位如何與世界其他國家者在國際共同之平台上針對相關指標作比較。在考量與國際接軌之前提下，國際水協會(International Water Association, IWA)在 2000 年所公布之水平衡表(Water Balance)及有關損失水量之基本標準用語與定義不啻為我國自來水事業單位作為水量產銷分析之最佳選擇。惟如何將該水平衡表之基本用語準確轉譯為中文，乃目前的重要課題。本文除了引介國際水協會水平衡表及相關定義，以利我國自來水從業人員了解國際發展趨勢；並將相關基本用語準確轉譯為正體中文，以供未來我國各自來水事業單位及從業人員，乃至相關主管機關使用。

關鍵字：水平衡、漏水量、漏水率、售水量

一、前言

國際水協會(International Water Association, IWA)在 2001 年於德國柏林所舉行之大會中發表了「國際損失水量管理與技術報告」(International Report on Water Loss Management and Techniques)，該報告刊載了包括美國、挪威、丹麥、日本、韓國及我國台灣省與台北市等世界上一共 18 個國家或地區自來水「無收費水量」(Non-Revenue Water, NRW)率之數據(見表 1)，其中台灣省及台北市分別是 23.1%及 41.8%，二者差值高達 18.7%。

根據國際水協會訂定之水平衡表(見表 2)，國際間所謂之「無收費水量」包括「損失水量」(Water Losses)及「無計費合法用水量」(Unbilled Authorized Consumption)，而自來水漏水量僅為損失水量之其中一部份。如果完全沒有無計費合法用水量、竊水以及水表不準確度等誤差之存在，「無收費水量」就會等於自來水漏水量，而這種情形幾乎是不可能達成的；否則，「無收費水量」就應大於自來水漏水量，同樣的，無收費水量率就會大於漏水率。

根據該報告，台灣省無收費水量率不僅遠遠優於台北市，甚至比起其他亞洲國家或地區，包括馬來西亞、韓國、香港及泰國曼谷等也都是不遑多讓，顯示當時台灣省之無收費水量防治績效在亞洲名列前茅，可能僅次於日本。(註：該報告中並無登載日本之無收費水量率，僅加註其漏水率為 5%至 10%)

表 1 國際水協會 2001 年發布之各國無收費水量率

City or Country	Current NRW (%)	Targets Mentioned
Malaysia	36.4	NRW 25% in 2005
Italy	30 to 40	'Acceptable' Long-term NRW 15%
Korea	29.3	NRW 15% in 2001
Japan	-	Real Losses 5% to 10%
Finland	12 to 25	NRW under 10%
France rural	10 to 40	Lowest compatible with economic balance
France urban	10 to 30	
Poland	<10 to >20	System-specific based on consumption
Romania	-	Real Losses 15% to 20%, next 10 to 20 years
Hong Kong	30.5	Real Losses 16% in 20 years time
Portugal	18 to 58	Not stated
Murcia, Spain	9.7	Not stated
Norway	40	NRW less than 20% would not be economic
Denmark	7.6	NRW < 10%, tax of 5 Kr/m ³ if above this
Bangkok, Thailand	38.8	NRW not to exceed 30% in 2004
Hungary	24	Not stated
USA	5 to 37	Target systems with NRW >10%
Taiwan Province	23.1	Not stated
Taipei, Taiwan	41.8	Not stated

資料來源：國際水協會 2001 年「國際損失水量管理與技術報告」(International Report on Water Loss Management and Techniques)

表 2 國際水協會水平衡表(IWA Annual Water Balance)

System Input Volume	Authorized Consumption	Billed Authorized Consumption	Billed Metered Consumption	Revenue Water
			Billed Unmetered Consumption	
System Input Volume	Authorized Consumption	Unbilled Authorized Consumption	Unbilled Metered Consumption	Non-Revenue Water (NRW)
			Unbilled Unmetered Consumption	
	Water Losses	Apparent Losses	Unauthorized Consumption	
			Metering Inaccuracies and Data Handling Errors	
		Real Losses	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains	
			Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks	
	Leakage on Service Connections up to Point of Customer Metering			

但是，相關資料顯示，台灣省之自來水漏水率在 2001 年前後大約是 24%，與前述其無收費水量率 23.1% 相近。因此，合理的推測是當時因為對於國際上所使用自來水產銷分析方式（日本稱「配水量分析」）及「無收費水量」之定義不甚明瞭，誤將漏水量與「無收費水量」混為一談，進而發生將漏水率之數據誤植為無收費水量率之情形。換言之，該 23.1% 之數據應僅為「漏水率」之部分，而非「無收費水量率」，實際上，「無收費水量率」會大於「漏水率」。至於台北市之無收費水量率，截至 2010 年為止，已降至 32.8%，漏水率則為 21.6%；此外，台北市政府更計劃在 2025 年前將漏水率降低至 10%。

雖然國際水協會在 2000 年 10 月時即已公布有關損失水量之基本標準用語以及定義，並鼓勵各國採用，以避免因各國定義以及計算方式互有不同，而產生一些不必要的誤解。然而當時採用該標準用語以及定義之國家或地區仍然有限。因此，國際水協會在 2001 年發表之「國際損失水量管理與技術報告」中，即加註略以「由於各國計算『無收費水量』之準則互有不同，因此所得到之數據不必然是可供相互比較的」。

我國自來水產銷分析方式及損失水量之相關定義，迄今仍無一套共同之規範可供各自來水事業單位遵循。不過早在 2000 年 2 月 14 日由經濟部水資源局召開之「自來水漏水率面面觀座談會」中，時任台北翡翠水庫管理局局長、曾任台北自來水事業處（北水處）之郭瑞華處長就曾發言建議略以「漏水率如何計算必須加以定義，同樣的，其他相關名詞的定義及計算方式也應一併加以訂定」。該建議甚至被歸納為該座談會之唯

一結論，顯示當時與會專家已普遍認知其重要性。但是，時至今日已十年有餘，從無相關主管機關出面整合制定一套共同的規範以供我國各自來水事業單位遵循，遑論如何與世界其他國家在國際共同之平台上作比較。

在考量能與國際接軌之前提下，國際水協會在 2000 年所公布有關損失水量之基本標準用語以及定義不啻為我國自來水事業單位之最佳選擇，不過如何將相關用語及定義準確轉譯為中文是另一個重要的課題。

二、目的

(一)引介國際水協會分析方式及定義

為避免因各國自來水產銷分析方式以及定義互有不同，而產生一些不必要的誤解，國際水協會在 2000 年 10 月已公布有關損失水量之基本標準用語以及定義，並鼓勵各國採用。目前我國各自來水事業單位所使用之自來水產銷分析方式及損失水量相關用語、定義亦互有不同，對於國際水協會所建議最佳操作規範之認知亦不普及，因此本論文希望藉此引介國際水協會之分析方式及定義，以利我國自來水從業人員了解國際發展趨勢。

(二)研訂標準中文用語

本論文除將引介國際水協會在 2000 年所公布有關水平衡表之基本標準用語，並嘗試將其準確轉譯為中文，以利未來我國各自來水事業單位及從業人員，甚至主管機關使用，避免因用語之出入，產生無謂誤解。

(三)呼籲制定共同規範

目前北水處及台灣自來水股份有限公司（台水公司）之產銷分析方式互有差異，即使分類項目之中文名稱相同，其實質內容



也可能不同，因此有必要訂定共同規範，否則各自來水事業單位有關供水效率指標，例如無收費水量率或漏水率等，其比較將不具任何意義，對於主管機關在管理上以及績效考核上也會造成不便。

本論文所提出自來水產銷分析方式之中文標準用語及定義將提供相關主管機關作為參考範本，並呼籲儘速整合制定一套能與國際接軌並可在同一平台上作比較之規範。

(四)建立自來水從業人員之正確觀念

我國自來水事業機構，不論是北水處或是台水公司由於皆曾長時期未進用足額人員，目前均出現嚴重的人力斷層，為改善該現象，近年來紛紛辦理人員招聘。在新進自來水從業人員逐漸增加之趨勢下，本論文希望有助於自來水新血建立對於國際上自來水產銷分析之正確觀念，進而有效推動降低損失水量之相關政策，加速達到政府設定之降低漏水率目標。

三、日本及我國之自來水產銷分析方式

我國主要自來水事業單位包括隸屬經濟部之台水公司及台北市政府所轄之北水處，所採用之自來水產銷分析方式不同，但都深受日本自來水事業之影響，以下分別說明其分析方式：

(一)日本

要談我國自來水產銷分類方式，就不得不先說明日本之作法，因為我國自來水事業以往深受日本之影響。圖 1 所示為日本自來水事業單位（東京都水道局）現行之自來水產銷分析方式，該分析方式依據「配水量」

是否有效被使用而分類成「有效水量」與「無效水量」。此種分類方式的優點是可以突顯出部份系統損失水量雖然沒有計收水費，但已受到有效的利用，而不同於漏水量等一般的無謂損失。然而依據該分類方式，無效水量項下之「漏水量」並未收取水費，卻不屬於未計收水量，容易造成混淆，現在僅有巴西與日本等少數國家採用。

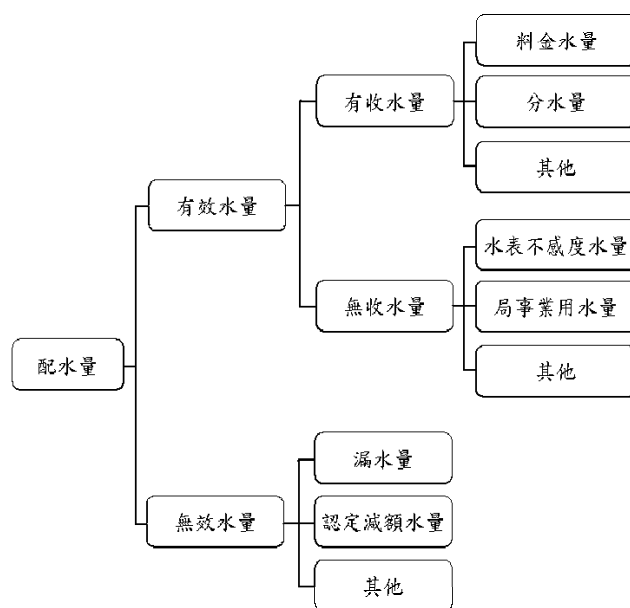


圖 1 日本自來水產銷分析方式

「竊水量」常見於其他國家自來水產銷分析中，不過在日本之分類項目中並無單獨列項，或許反映出相較其他國家，日本治安良好，人民普遍守法，因此竊水之影響程度不值得一提。

(二)台水公司

圖 2 所示為台水公司現行自來水產銷分析方式，與日本分析方式相同的是將「配水量」分類成「有效水量」與「無效水量」，不過其中最大之差別除了前述日本並無明列竊水量之項目外，就屬「消防用水量」。與世界大多數國家相同，台水公司將消防用

水量歸類於「未計收水量」，也就是沒有計量收費之水量，但是在日本消防用水量均有計量，每輛消防車上都裝設流量計，可確實

掌握使用於消防救災之水量。此外，在屬於高度缺水國家之以色列，其消防栓亦裝設有流量計（見圖 3）。

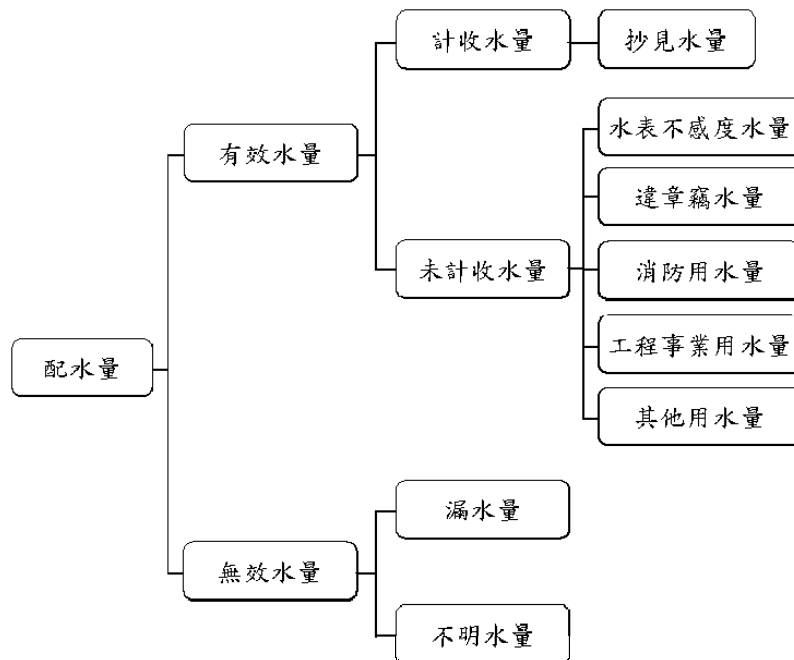


圖 2 台水自來水產銷分析方式



圖 3 裝設流量計之以色列消防栓（周國鼎拍攝）

(三)北水處

北水處原使用之自來水產銷分析方式（見圖 4）係於 2003 年 3 月制訂，該方式亦與日本者大致相同，將「配水量」分類成「有

效水量」與「無效水量」；不過，日本將「核減水量」歸類為「無效水量」，北水處則將其置於「有效水量」之「不計費水量」項下，此點為二者最大之差異所在。

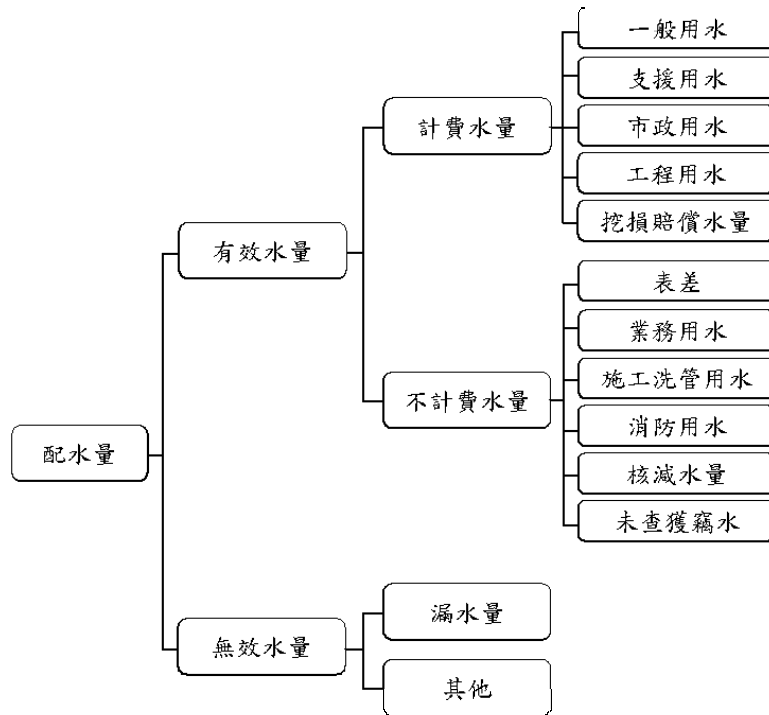


圖 4 北水處原有（2008 年 1 月前）自來水產銷分析方式

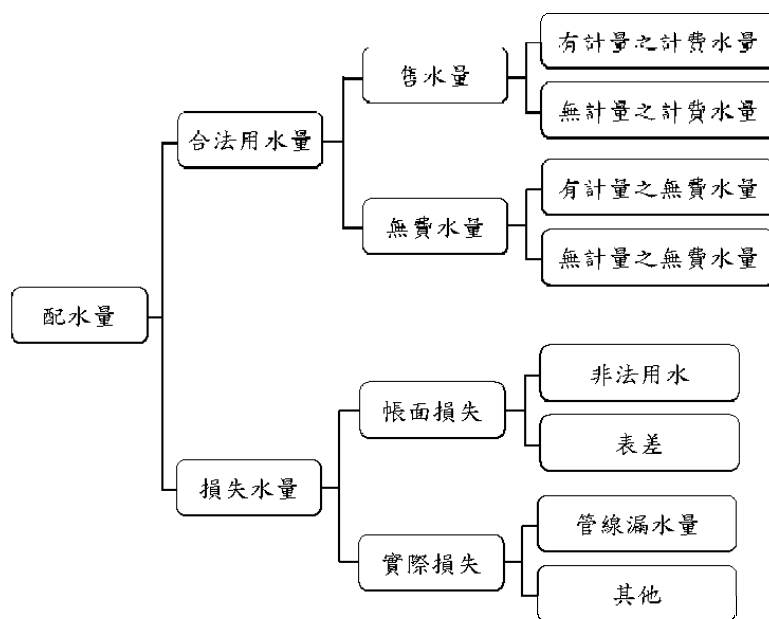


圖 5 北水處 2008 年 1 月至 2010 年 5 月之自來水產銷分析方式

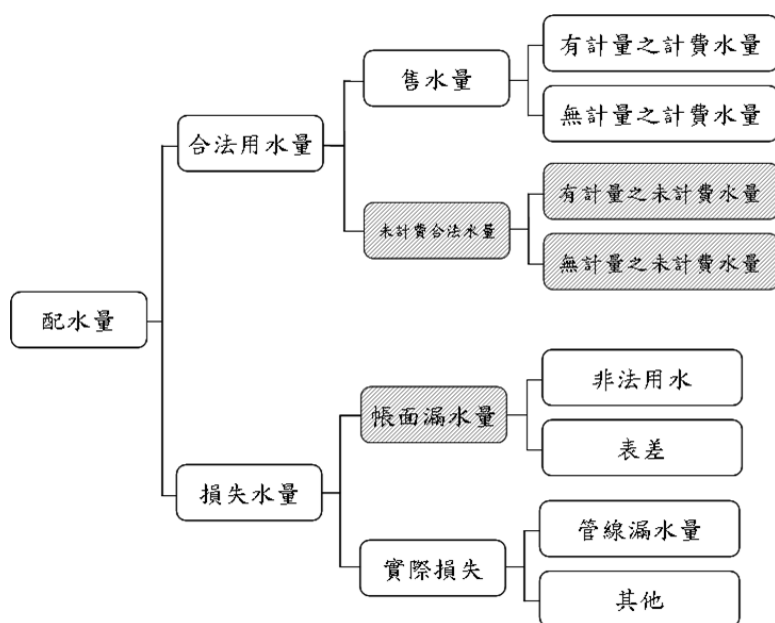


圖 6 北水處現行自來水產銷分析方式 (2010 年 5 月起)

為達到與國際接軌之目的，北水處參考國際上普遍採用之國際水協會水平衡表之架構，另行訂定一套產銷分析方式（見圖 5），並自 2008 年 1 月起使用。該產銷分析方式已不再使用「有效水量」與「無效水量」之分類，而是將「配水量」改採「合法用水量」及「損失水量」二大分類之方式。自此開始，台水公司與北水處所使用之產銷分析方式已不同，相關項目之數據非經重新調整計算不可直接比較。

北水處之後再度修正產銷分析方式（見圖 6），並自 2010 年 5 月起使用。本次修正之重點有二，修正處見圖 6 以框內斜底線加註者，分別是將「無費水量」修正為「未計費合法水量」，以及將「帳面損失」修正為「帳面漏水量」。

四、國際水協會水平衡表

(一)國際水協會

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，為目前全世界最大之水產業科技國際組織。

(二)損失水量專案小組(Water Losses Task Force, WLTF)

在 1996 年，國際水協會供水部門之操作維護委員會成立了「損失水量專案小組」，該小組負責檢討當時可供國際間比較供水系統中損失水量之方法，其主要目標包括：

- 1.擬訂基本標準用語，以供計算「實際損失水量」及「帳面損失水量」之用。
- 2.檢討以及建議可供國際間比較之損失水量績效指標。

國際水協會「損失水量專案小組」設立之初原為臨時性組織，現已成為永久性單位。

(三)水平衡表

國際水協會損失水量專案小組從許多已具有水平衡國家標準程序及專用術語並已使用在大量文獻中之國家（各國版本可能不同），包括法國、德國、日本、英國與美國等，彙整挑選其中之最佳專用術語，於 2000 年 10 月發表了水平衡表（見表 2），並建議各國自來水事業單位採用。

每個國家所使用之專用術語和國際水協會建議之標準者會有某種程度之不同，這種差異並不單是因為語言不同所造成。因此，在作各國之比較時，對於已有國家標準規範，但該規範不同於國際水協會水平衡表之國家者，有必要首先將該表中之組成項目調整成國際水協會所建議之組成項目；至於尚未有計算水平衡之國家標準者，國際水協會強烈建議採用其設計之標準用語作為範本。

國際水協會之水平衡分析係依據是否有水費收入，將「系統進水量」分成「收費水量」(Revenue Water)與「無收費水量」(NRW)，此種分類方式是目前大多數國家採用的方式，其主要的優點是出水量只分成「收費」與「無收費」二大類，相當簡單明瞭，加上使用的國家較多，無須經過額外的計算或調整就可以直接比較。

不過，「無收費水量」與以往國際間廣泛使用之「流向不明水量」(Unaccounted-for Water, UFW)一辭常容易造成混淆，應該要特別注意。實際上，由於各國對於「流向不明水量」之定義互有不同，國際水協會已呼籲停止繼續使用該用語。基本上，「流向不明水量」與「損失水量」(Water Losses)之定義相同，而「無收費水量」在實務上會大於「流向不明水量」。

為避免季節性用水量不同之影響，水平衡分析通常以 12 個月為計算周期，沒有硬性規定必須自 1 月 1 日開始及 12 月 31 日結束。至於水平衡分析中之各種用水量及損失水量則以體積為單位，例如立方公尺(m^3)或百萬立方公尺(106 m^3)等方式皆為可行。

(一)使用國家及組織

Allan Lambert 在 2003 年發表名為「Assessing Non-Revenue Water and Its Components」之文章中指出，國際水協會建議之水平衡表最佳範例快速獲得國際之接受，並且已經被以下單位或人士採用或推動：

- 1.自來水相關協會組織：德國瓦斯及水協會、澳洲水務協會及昆士蘭環保局、馬爾他水務公司、南非水務研究委員會、紐西蘭水及廢棄物協會、美國自來水協會、加拿大自治市聯盟及國家研究中心等
- 2.以下國家之自來水事業單位及(或)顧問：奧地利、巴西、賽普勒斯、迦納、約旦、哈薩克、馬來西亞、安曼、巴勒斯坦、沙烏地阿拉伯、英國、烏茲別克、德國、澳洲、馬爾他、南非、紐西蘭、美國、加拿大等國
- 3.Thornton 在 2002 年及 Farley 與 Trow 在 2003 年所發表之書籍

(二)國際水協會水平衡表標準用語及定義

在作任何有關損失水量之討論前，水平衡表中之各項目以及補充資訊都應該先明確定義，如此之討論才具有意義。本文試將國際水協會水平衡表標準用語準確轉譯為中文，以利未來我國各自來水事業單位及從業人員，甚至主管機關使用，避免因用語之出入，產生無謂之誤解。國際水協會水平衡

表標準用語之定義及中文標準用語詳列如表 3。

本文轉譯國際水協會水平衡表標準用語為中文時，遵從原文直譯之原則，部分主要用語之中文轉譯如下：

- Authorized：合法；Unauthorized：非法
- Consumption：用水量；Losses：損失水量

- Billed：計費；Unbilled：無計費
- Metered：計量；Unmetered：無計量
- Revenue：收費；Non-Revenue：無收費

(三)國際水協會水平衡表標準用語中英對照版

表 4 係將表 3 內之中譯標準用語置入國際水協會水平衡表（見表 2），與原文標準用語對照並列。

表 3 國際水協會水平衡表標準用語之定義及中文用語

國際水協會標準用語	中文標準用語	定義	說明	備註
System Input Volume	系統進水量	進入送水系統或配水系統之水量。	「System Input Volume」直譯為「系統進水量」，係由「自有出水量」及「其他自來水事業單位躉售或支援」之水量所組成，其供水標的包括供給轄區用水之「配（供）水量」及「躉售或支援其他自來水事業單位」之水量。	<ol style="list-style-type: none"> 1.部份專業人士或單位稱「System Input Volume」為「出水量」「配水量」、或「供水量」，此種用語忽略了與其他自來水事業單位相互「躉售或支援」之水量，故語意上略顯狹隘。 2.在我國，「出水量」係指自淨水場之生產水量，以出水總水量計量，日本則稱之為「配水量」，應避免混淆。 3.在我國，配（供）水量係指供水系統為滿足轄區用水需要之全年供應水量。
Authorized Consumption	合法用水量	包括經計量及（或）未經計量供予用戶、自來水業者自身及其他經明文或未明文授權使用之水量，以作為家戶、商業及工業等目的使用。也包括支援或售出給其他自來水業者之水量。	「合法用水量」包括救火及訓練、幹管或汙水管清洗、街道清洗、公園澆灌、公共噴水池等項目之用水量，這些用水量之計費及計量與否可能因地不同。	用戶水表後端之漏水量及溢流量亦屬於「合法用水量」。

國際水協會 標準用語	中文 標準用語	定義	說明	備註
Billed Authorized Consumption	計費合法 用水量	「合法用水量」中需計費之用水量。	「計費合法用水量」包括「計費計量用水量」及「計費無計量用水量」。	1. Billed 為開立帳單之意，意即須付費使用。 2. 用戶水表端以後之漏水量，即用戶內線之漏水量，屬於計費計量用水量。 3. 部份專業人士及自來水事業機構將其譯為「售水量」，
Unbilled Authorized Consumption	無計費合法 用水量	「合法用水量」中無需計費之用水量。	「無計費合法用水量」包括「無計費計量用水量」及「無計費無計量用水量」。	1. Unbilled 為無須開立帳單之意，意即可免費使用。 2. 在國際間，市政用水多屬於「無計費合法用水量」，而在我國則歸類於「計費合法用水量」。
Water Losses	損失水量	「系統進水量」扣除「合法用水量」後之水量。	「損失水量」可以整個系統為計算範疇，亦可以單就部份系統為之，例如原水幹管、送（導）水或配水等系統。而納入水平衡計算之組成可依照各種情況適作調整。「損失水量」包括「實際損失水量」及「帳面損失水量」，「損失水量」實際上與以往國際間常用之「流向不明水量」(UFW)一辭同義。	由於水給予人的印象是流動的，曾有部份專業人士將其譯為「流失水量」，然而「水表不感度」及「抄表資料錯誤」等造成自來水事業單位營業損失之項目非關水量「流失」，因此不宜譯為「流失水量」，而以「損失水量」為佳。
Real Losses	實際 損失水量	加壓系統至用戶水表間實際流失之水量。	這些經由各類漏水、爆管及溢流之水量多寡取決於發生頻率、流量及平均漏水延時。Real Losses 與世界銀行(World Bank)慣用之 Physical Losses 同義。	1. 用戶水表端以後之漏水量屬於「計費計量用水量」，不屬於「實際損失水量」。 2. 部份專業人士將其譯為「真漏損量」。
Non-Revenue Water	無收費水量	「系統進水量」與「計費合法用水量」之差值。	「無收費水量」(NRW)不同於「流向不明水量」(UFW)，因各國對 UFW 之定義不同，國際水協會已呼籲停止使用 UFW 之用語。	部份專業人士及自來水事業機構將其譯為「無費水量」，惟該用語易與「無計費合法用水量」(Unbilled Authorized Consumption)混淆，故應稱之為「無收費水量」，以利明確區分。

國際水協會 標準用語	中文 標準用語	定義	說明	備註
Real Losses	實際 損失水量	加壓系統至用戶水表間實際流失之水量。	這些經由各類漏水、爆管及溢流之水量多寡取決於發生頻率、流量及平均漏水延時。Real Losses 與世界銀行(World Bank)慣用之 Physical Losses 同義。	1.用戶水表端以後之漏水量屬於「計費計量用水量」，不屬於「實際損失水量」。 2.部份專業人士將其譯為「真漏損量」。
Apparent Losses	帳面 損失水量	包括「非法用水量」(竊水或非法使用)及各種與產水計量及用戶計量有關之不準確度。	自來水事業單位產水計量用水表負偏差以及用戶計量之水表正偏差將會導致低估「實際損失水量」；而產水計量用水表正偏差以及用戶計量之水表負偏差將會導致高估「實際損失水量」。「Apparent Losses」與世界銀行慣用之「Commercial Losses」同義。	1.Apparent 即為 Real 之反義字，以對應損失水量中非因自來水供水設施漏水而造成之損失水量。 2.部份專業人士將其譯為「表面損失水量」或「表觀損失水量」。 3.另有專業人士將其譯為「假漏損量」，北水處則稱其為「帳面漏水量」，惟「水表不準確度」、「資料處理誤差」及「非法用水量」等均與「漏水量」無涉，因此該類用語恐有高度誤導之可能。
Apparent Losses	帳面 損失水量	包括「非法用水量」(竊水或非法使用)及各種與產水計量及用戶計量有關之不準確度。	自來水事業單位產水計量用水表負偏差以及用戶計量之水表正偏差將會導致低估「實際損失水量」；而產水計量用水表正偏差以及用戶計量之水表負偏差將會導致高估「實際損失水量」。「Apparent Losses」與世界銀行慣用之「Commercial Losses」同義。	1.Apparent 即為 Real 之反義字，以對應損失水量中非因自來水供水設施漏水而造成之損失水量。 2.部份專業人士將其譯為「表面損失水量」或「表觀損失水量」。 3.另有專業人士將其譯為「假漏損量」，北水處則稱其為「帳面漏水量」，惟「水表不準確度」、「資料處理誤差」及「非法用水量」等均與「漏水量」無涉，因此該類用語恐有高度誤導之可能。
Non-Revenue Water	無收費水量	「系統進水量」與「計費合法用水量」之差值。	「無收費水量」(NRW)不同於「流向不明水量」(UFW)，因各國對 UFW 之定義不同，國際水協會已呼籲停止使用 UFW 之用語。	部份專業人士及自來水事業機構將其譯為「無費水量」，惟該用語易與「無計費合法用水量」(Unbilled Authorized Consumption)混淆，故應稱之為「無收費水量」，以利明確區分。

製表人：周國鼎

表 4 國際水協會水平衡表標準用語中英對照版

System Input Volume 系統進水量	Authorized Consumption 合法用水量	Billed Authorized Consumption 計費合法用水量	Billed Metered Consumption 計費計量用水量	Revenue Water 收費水量
			Billed Unmetered Consumption 計費無計量用水量	
		Unbilled Authorized Consumption 無計費合法用水量	Unbilled Metered Consumption 無計費計量用水量	Non-Revenue Water (NRW) 無收費水量
			Unbilled Unmetered Consumption 無計費無計量用水量	
	Water Losses 損失水量	Apparent Losses 帳面損失水量	Unauthorized Consumption 非法用水量	
			Metering Inaccuracies and Data Handling Errors 水表不準確度與資料處理誤差	
		Real Losses 實際損失水量	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains 送(導)水幹管及(或)配水幹管之漏水量	
			Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks 配水池之漏水量及溢流量	
			Leakage on Service Connections up to Point of Customer Metering 接管點至用戶水表間之漏水量	

製表人：周國鼎

五、結論

- (一)在作任何有關損失水量之討論前，水平衡中各組成項目以及補充資訊都應該先明確定義清楚，後續之討論才具有意義。
- (二)有關自來水產銷分析方式及損失水量之相關定義，我國急需制定一套共同的規範以供各自來水事業單位遵循，如此不僅便於在國際共同平台上作比較，也利於政府相關主管機關管理。
- (三)我國可採用國際水協會研訂之水平衡表及損失水量相關定義，以利國際接軌。

- (四)發展損失水量防治策略的首要工作應該是建立水平衡表，不過唯有確保相關水量之查核是正確的，所得之水平衡表才有意義。
- (五)損失水量應藉由最佳可行之方法，將其分為「帳面損失水量」及「實際損失水量」，並應附上可獨立計量之區域管網夜間流量紀錄及（或）漏水模擬研究及相關計算補充資料（如「帳面損失水量」之估計）。
- (六)「無收費水量」(NRW)之觀念在我國仍不普及，對於非自來水從業人員，例如

民眾或民意代表等，往往會將「無收費水量」當作漏水量來評估漏水損失，無謂造成自來水事業單位的困擾。

(七)即使採用國際水協會水平衡表，用水量之計費或計量與否仍是因地而異，例如市政用水在許多國家歸類為無計費水量，在我國則是屬於含有折扣之計費水量。

(八)停止使用「無費水量」之用語，以免無法分辨所指稱者為「無收費水量」(NRW)或「無計費合法用水量」(Unbilled Authorized Consumption)。

(九)水平衡估算應以年為單位，並且應每年都實施。

(十)水平衡表中之所有組成項目都應該以「水量／年」之單位表示。

六、未來展望

(一)政府相關機關應加速整合制定一套能與國際接軌之自來水產銷分析方式及統一標準用語，以供我國各自來水事業單位共同遵循。

(二)本論文研擬之水平衡表中文標準用語及定義，擬提供政府相關主管機關作為制定我國國家規範之範本。

(三)系統進水量及相關計量用水量之量測應務必準確。

(四)自來水事業單位加速建置可獨立計量之區域管網，以提高水平衡分析之準確度。

(五)自來水事業單位應加強「帳面損失水量」之估計，相關估算應有科學根據，資料則應透明、公開。

(六)加強自來水事業從業人員有關「無收費水量」(NRW)觀念之教育宣導，以利分辨其與漏水量及「流向不明水量」(UFW)

之差別。

(七)我國各自來水事業單位每年定期依照指定格式提出水平衡表及相關計算補充資料，以利主管機關管理及提高供水效率。

七、誌謝

感謝北水處吳陽龍處長、陳曼莉副處長、吳能鴻科長、朱孟聰專員與馬龍堯副工程司以及台水公司陳昭仁秘書等人士，不吝百忙之中提供諮詢及寶貴資料，協助完成本文之撰寫。

參考文獻

- 1.自來水漏水率面面觀座談會會議紀錄，2000，經濟部水資源局
- 2.駱尚廉，1997，減少漏損及無費用水之經濟研究，中華民國自來水協會
- 3.平成15年度東京都水道局事業年報，2003，東京都水道局
- 4.Alegre H., et al. (2000) Performance Indicators for Water Supply Services. IWA Manual of Best Practice, 1st Edition. ISBN 900222272
- 5.Lambert A., 2001, International Report on Water Loss Management and Techniques, International Water Association
- 6.Lambert A., Hirner W., 2000, Losses from Water Supply Systems - Standard Terminology and Recommended Performance Measures. IWA - The blue pages, International Water Association-Hill

作者簡介

周國鼎先生

現職：台灣自來水公司組長、環工技師

專長：水處理、空氣污染防治、環境規劃

臺北地區節水(能)方案推廣-以飯店業為例

文/鄭錦澤、許敏能、黃裕泰

一、前言

交通部觀光局大力推動國家觀光客倍增計畫，對觀光飯店的需求與日俱增。依據觀光局之「觀光旅館發展總量計畫」，國內需要再增建觀光級客房 15,100 間，飯店業能源的使用量勢必大幅增加，而台灣地區百分之九十七以上之能源均需仰賴進口，故加強飯店業節約能源推廣及宣導，以提昇能源使用效率，減少能源費用支出，不僅可提升國內旅館業整體競爭力更可帶動台灣發展為永續觀光的「綠色矽島」。

隨著國人經濟條件與生活水平的提昇，對於能源的需求與消耗量也日益增加，而觀光飯店是屬較耗能源的事業(水、電、瓦斯...)，亟思有所作為之業者為了做好節約能源無不費盡心思，如何在服務品質與節能間取得最佳化，是飯店業者須因應的重要課題之一。台灣是水資源十分缺乏的地區，近年來因氣候變遷，時有旱象須考量實施限水措施，實施節水可幫助業者節省水費開支外，也是實踐環保生活重要的一環，亦是對後代子孫的一種負責任的作為。

水是上天賜予之珍貴資源，應妥善運用於需要的地方，雖然自來水事業重要業務為提供優質自來水銷售予用戶，但是亦有企業責任推廣節水方法與觀念，將寶貴資源留給下一代。為此，臺北自來水事業處(以下簡稱北水處)近年來積極推廣節水教育，並擬定節水推動計畫，推動家戶及社區節水，已有相當成效。台北某知名五星級飯店，近年積極

進行節水(能)各項措施，並主動與北水處聯繫，希望藉由北水處經驗，協助該飯店用水設備進行診斷，並提供節水相關建議。本報告主要以此飯店業為例說明藉由勘查、分析及彙整相關資料評估，探討說明如何構思節水方案及可行之建議措施，希望提供具體可行之方案供相關業界人士參考。

二、北水處節水教育措施

由於地球暖化造成氣候異常及臺灣地區天然地形影響，近年來乾旱愈來愈長，而洪水也愈來愈大，這種一年水災、一年旱災的怪現象，可能會變成常態，可見水資源問題，確是不可迴避須積極面對因應的課題。臺北地區為都會化極高地區，由於商業用水及流動人口的影響，用水量明顯較非都會地區為高。為讓民眾瞭解水資源是相當珍貴且有匱乏之虞的事實，北水處利用行政措施與正確管道提供正確資訊，透過宣導與教育鼓勵民眾節水，辦理相關主要措施包括：

(一)設置節約用水網站

于北水處網站下設立節約用水網站，內容包括家戶省水 36 計、回收水再利用、省水器材介紹等節水方法，並介紹臺北水資源及保護水資源方式。另外網站亦設置兒童版，以活潑生動如同玩遊戲的方式，將節水觀念帶給小朋友，由教育下一代著手，更可達到推廣目的。

(二)辦理「建國百年-家戶節水送獎金及好禮」活動

為改變過去較浪費的用水習慣，進而節

約用水、惜水惜福，鼓勵家戶節約用水，凡一般用戶總用水度數，較去年相同 2 期總用水度數之「省水比例」超過 10%(含)以上者，均具參加抽獎資格，特獎獎金高達 1 佰萬元，另有其他許多獎項，極具吸引力。

(三)辦理優良節水社區評比

為將節水意識與行動帶入社區，發揮社區群體力量，以落實節水家戶化政策，辦理優良節水社區評比。優良節水社區分為「最佳節水社區」及「節水進步社區」兩組評比。「最佳節水社區」組以 100 年 7-10 月平均每戶每日用水量為評比依據；「節水進步社區」組則以 100 年 7-10 月平均每戶每日用水量，較去年同期減少量為評比依據。獲選為「最佳節水社區」與「節水進步社區」者，並於耶誕前點燈場合公開表揚、頒發獎座及獎金。

(四)成立節水服務團

由北水處員工組成節水服務團，至參加前項評比之社區輔導社區節水，共動用近 1000 人次，輔導 105 個社區，將節水觀念散佈至社區，再擴及至家庭，除此之外，另進行水質檢測及用水設備水池水塔檢查，以維護並提昇用戶用水安全，成效斐然。

三、節水方案構思步驟

北水處近年大力推廣用戶節水措施及觀念，已有相當成效。飯店(旅館)業為耗能產業，且其用水特性及習慣與一般產業不同，飯店業係提供不特定對象使用之產業，而不特定對象之用水習慣不易掌握，因此在推廣節水措施時，對象除自身員工外，亦應思考如何管理房客之用水。從許多節水成功的案例顯示，在決定推行與投入節水工作之

前，能否掌握單位自身的用水結構特性，以及釐清各種節水方法技術的屬性與適用對象，為日後節水是否成功，用水效率能否提升的重要關鍵之一。在此一原則下，節水的工作可依序從「瞭解用水現況」、「掌握用水特性」、「節水方案可行性評估與施行」及「持續追蹤與改善」等四個步驟進行，說明如下：

(一)瞭解用水現況：

執行節水計畫之初，應先蒐集、建立單位自身的用水相關資料與數據，包括近年用水水費/水量紀錄、各用水用途的分項資料（即各用途／類別的用水量彙總表）、各用水用途的實際支出（包括購買、水處理、再生、排放等費用）等，以充分瞭解單位之各用途別的用水狀況及成本。

(二)掌握用水特性：

為構思規劃節水方案，除了對「量」的掌握，接著透過全面性地調查與分析，明瞭各用水設備於單位內分布狀況與運轉情形，以掌握不同用途別之用水特性，是持續用水還是瞬間大量用水，用水的尖離峰時段為何，掌握特性後為才能規劃適合企業體之節水方案。

(三)節水方案可行性評估與施行：

根據各項條件例如節水所能獲致的成果、經濟效益、器材設備使用年限等因素，擬定適合企業本身之節水方案，並客觀地評估節水方案的效益可行性，確認各階段所要採行的節水步驟和措施。

(四)持續追蹤與改善：

如同管理學中 PDCA 之管理循環，持續就施行的各項節水方案及措施落實情形、執行前後的相關數據資料進行比較分析，並列為績效追蹤的重點。對無法獲得改善的場所

及設備，應檢討變更改善方案，再進行管理追蹤，以獲得更佳的節水效果。

上述步驟中最基本也是最重要的就是瞭解用水現況，也就是用水資料調查，用水量是否合理，水用到哪裡去。瞭解用水可透過裝設水量計(水表)來掌握，一般飯店可區分為幾個區塊，例如客房、泳池三溫暖、冷卻水塔、員工區域、餐廳等，每個區塊可加裝管理用水表，瞭解各區塊用水情形，再針對各區塊用水情形構思改善方式，依照水表的紀錄，很容易便可依各單位的用水特性做成水平衡圖，瞭解整個用水情形，以評估具潛力的節水點(如圖 1)，將有限人力物力投入最需改善之處，增進管理效能。

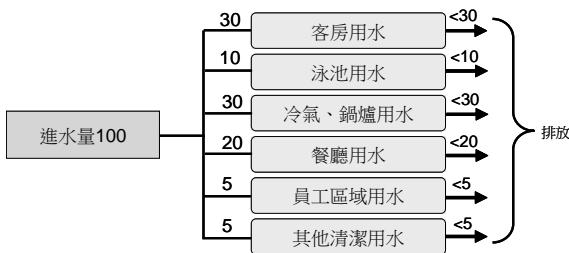


圖 1 依用途別區分之水平衡示意

四、飯店業節水方案具體建議

就用水來講，飯店(旅館)是個密集的用水場所，它的用水對象主要是人，所以人為的行為主導了用水的量。節約用水可說是行為管理與技術運用的結合，飯店節水措施可分為硬體及軟體兩方面，硬體就是不斷研究、改進省水及回收水之設備及方法；而軟體就是宣導節約用水觀念，隨時提醒員工們注意節水外，而且更進一步推廣至住房客人，希望客人也能配合節水、珍惜用水，並且仍能提供高品質的服務水準。節水與節能是息息相關的，因為用水減少，自然會減少抽水馬達抽水次數及時間，進而節省用電

量。以下將針對一般性節水建議方案加以說明。

(一)一般性節水措施

1.硬體部分

- 每間客房浴室的水龍頭和蓮蓬頭上，加裝節流器，控制出水量。將全轉式水龍頭換裝新式 1/4 轉水龍頭，縮短水龍頭開關的時間以減少水的流失量。
- 換裝省水型馬桶。
- 公共區域及員工廁所洗手台裝設紅外線感應水龍頭，達到節約用水之目的。
- 小便池沖水設備採用自動沖水器。
- 雨水、廢水回收，經沉澱過濾處理用於澆灌綠地、洗車、降溫等用途。
- 配合天候澆水。雨天時關閉自動灑水器，強風時澆水易飛散，應避免。
- 回收凝結水。鍋爐蒸汽之凝結水，水溫仍達 70°C-80°C，每噸凝結水約含 6 公斤輕油燃燒的熱量，應善加利用。一家中型飯店一年可回收凝結水近 5000 噸。
- 飯店的冷卻塔會形成大量的水霧，一家中型飯店一天約飄掉 60 噸水，一年飄掉近 5000 噸水。可以通過改變氣流的角度及安裝收水器，即可大大降低水霧飄灑的損耗。
- 游泳池溢水可回收過濾再使用，作為花圃澆水、空調冷卻水、廁所沖洗、消防用水等的水資源再利用。
- 洗碗、洗菜、洗衣，應放適量的水在盆槽內洗濯，以減少流失量。
- 定期檢查調整蓄水池補水液位高低，避免水面液位超過溢流孔，以減少浪費。

2.軟體部分

- 營造節水的氛圍，用生動的形式提示客人

和員工。

- 在洗手台處張貼節水標籤，隨時提醒員工珍惜用水。
- 客房內放置節水標示之壓克力牌，請客人將使用之浴巾、浴袍依個人需求來決定是否更換清洗，亦即一客一換方式，讓客人也能一同響應節水與環保。
- 發動員工養成節水良好習慣，定期檢查抽水馬桶、水塔、水池、水龍頭或其他水管接頭以及牆壁或地下管路有無漏水情形。
- 定期舉辦員工訓練及節約能源會議，透過內部的教育訓練，來加強推動各項節水措施。

(二)重新配置用水系統

大部分飯店用水系統為過水表後進入地下水池，再以馬達抽水至屋頂水塔，供各樓層用水。此種用水方式必須耗費電能，可重新思考用水系統配置，一般飯店公共區域、餐廳、洗衣房、員工休息室、污水處理設備等大多位於 3 樓以下，甚至多設於地下室，可透過供水系統的改變，如壓力許可條件下，於表後以分支管方式直接供水，可節省部分電力費用。當然對大部分飯店而言，供水系統的改變並不是一件簡單的事，惟業者可以先行思考規劃最佳供水方式，未來配合飯店進行整修時，可一併進行修改。

(三)空調冷卻水塔改善

依經濟部統計國內事業單位之冷卻水塔的用水量約占整個事業單位總用水量的 20%~50%，因此如何減少冷卻水塔用水為一重要課題。冷卻水塔目的主要是藉由水作為吸收熱之介質，以使空調或冷卻負載之設備降溫。當水吸熱之後被輸送至冷卻水塔藉由風扇散去水體中的熱，散熱後的水再迴流至

原設施中進行吸熱。冷卻水塔運作過程需消耗相當多的水量，一般冷卻循環水損失主要包括：蒸發損失(Evaporation)、排放損失(Bleed-off)及飛散損失(Drift)。而損失的水量必須馬上補入冷卻水塔中，這種水被稱為補充水(Make-up Water)，以確保系統設備可以安全穩定地運轉操作。

蒸發損失可藉由適當遮蓬減少直接曝曬，飛散損失可安裝回收器，將飛散水收集再回歸至冷卻水塔使用。冷卻水塔排放水之目的在於減少溶解性固體(TDS)附著於冷卻水塔系統內，即所謂的結垢(scaling)，這將造成整個系統熱傳效率的降低。雖然冷卻水塔仍有持續注入補充水，惟在蒸發過程中，水中的溶解性固體並未伴隨水分子的蒸發而一起被排除，因此系統中溶解性固體的濃度持續增高，若無任何排放水，當循環水質之 LSI(藍氏飽和指數) >1 時，溶解性固體將被析出並在冷卻水塔系統內附著，降低熱傳效率引發耗能。一般冷卻水塔節水技術包括：

1. 替代水源法：

一般冷卻水塔多採自來水做為補充水源，為減少自來水的消耗，可採用雨水回收、游泳池清洗及溢流水或冷凝水等做為替代水源，可減少自來水需求量。使用替代水源必須注意水質之 LSI 值，同時搭配適宜的化學藥劑予以處理，避免冷卻水塔系統發生結垢或是腐蝕。添加的藥劑種類依替代水質而定，此部分可由專業人員進行評估；另須注意避免系統混接影響用水安全。

2. 防止冷卻水塔結垢：

冷卻水塔使用期間，水中溶解性固體濃度會持續增加，必須適時加以排放，避免產生結垢。因此若能有效防止冷卻水塔結垢產



生，即能減少排放水量，進而達到節水之目的，另外防止結垢產生亦能增加冷卻水塔操作效率，節省電力使用。常用方法包括：

- 臭氧處理法：將循環水中包括鐵、錳、鈣、鎂等硬度物質產生鈍化反應，形成軟泥型態沉澱於冷卻水塔底池，這些軟泥可經由過濾器排除，不會黏著於循環系統之管壁表面。臭氧處理法除可減少冷卻水塔結垢情形，也能氧化引發腐蝕的離子，增加系統防腐蝕的效果。臭氧亦能破壞病毒和細菌的細胞膜，抑制循環水中微生物的生長，避免或減少產生青苔或生物膜。冷卻水塔之臭氧處理設備一般包括臭氧機組、注入器、泵浦、袋式過濾器及電控箱等(如圖 2 所示)。
- 磁化法：利用管夾式磁化設備可防止冷卻水塔循環系統不發生結垢，其機制為藉由強大磁力的作用(最大磁力可達 80,000 高斯)，改變管線內水體中諸如 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Si^{4+} 等正電荷離子之價電位，由正電荷強迫改變為負電荷，以致失去與水中之陰離子，如 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 O_2^- 等結合的能力，藉由同性相斥避免結垢發生。磁化設備裝置示意圖如圖 3。



圖 2 冷卻水塔臭氧處理套裝設備

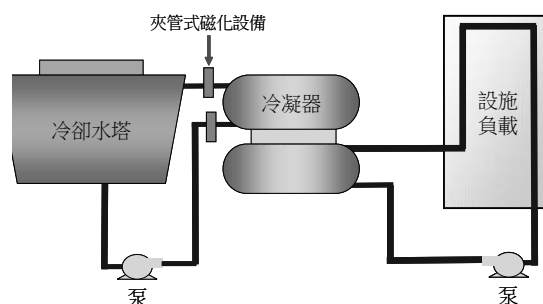


圖 3 磁化設備裝置示意

(四)雨水回收利用

臺灣是一個多雨的地區，年平均雨量約為 2,500 毫米，所以雨水利用措施可節省珍貴自來水源並降低水費，更能落實水資源有效利用之目標。一般而言，雨水是相當乾淨的水源，除非是空氣污染嚴重地區，否則建築物均可規劃及利用屋頂作為雨水收集面積，把雨水經由適當處理與貯存，並設置二元供水系統（即自來水及雨水分別使用之管線），將雨水作為生活雜用水，如沖廁所、澆灌、補充空調用水之補充水源等。

雨水貯存供水系統可依現場狀況做適當設置，一般而言，一個完整的雨水貯存供水系統包括：集水區域、導管系統、初級雨水處理系統及貯水設備四個部分。如為新設飯店，可於設計時將雨水回收系統納入，對既有飯店建築物而言，大規模設置雨水供水系統恐非易事，建議於屋頂收集雨水就近供應空調冷卻水塔使用，應該是較可行之方案。雨水貯留供水系統需特別注意屋頂的防滲漏處理，並應定期清理，以免雜物阻塞進/排水管路，造成系統損壞。貯水筒須覆上遮蓋以防止灰塵、蟲等雜物進入，且覆蓋需牢固。溢流管、放流管也應有適當的掩蔽，以防止雜物進入。目前工研院已完成各縣市雨水貯留供水系統貯留筒容量與集水面積供

水率關係曲線圖，可提供作為裝設雨水貯留供水系統之參考。臺北市關係曲線如圖 4。

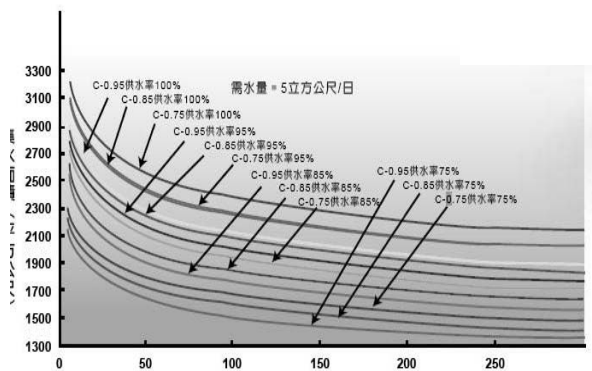


圖 4 台北市集水面積-供水率關係曲線(工研院 1997)

(五)生活用水回收再利用

生活用水回收再利用系統是指將使用過的水（如洗澡水、洗手水、洗碗水），經由匯集、儲存及簡單處理後再度使用。一般而言需達一定水質標準，且使用於非與身體接觸用水、非飲用之回收水處理系統，處理後之再生水水質要求不得低於表 1 之規定。在日常生活中廁所沖洗所佔比例最高，且對水質要求不高，如能把自來水改用生活雜排水來沖廁，其省水效益將頗為可觀。如與雨水利用系統相較，因生活雜排水利用系統收集之水源通常有較高污染，故淨化設備會比雨水利用系統昂貴，但其優點為水源較穩定，不若雨水利用系統會受氣候及季節影響，再利用水使用後直接排入公共下水道處理。其供水概念如圖 7 所示。為維持系統正常運作，讓使用者能安心無慮的使用再生水，再生水之操作維護管理應由取得再生水相關操作管理證照者/或委由合法代操作業者負責執行。

一般老舊飯店欲大規模改管設置生活用水再利用系統恐非易事，建議可於未來進

行管線或結構整修時將雜排水再利用系統考慮進去，當然這部分投資仍要考慮成本效益，在水價偏低且遲遲無法調整情形下，是否值得投資，仍有賴飯店決策者整體考量。

表 1 再生水水質設計基準

項目	景觀用水	廁所沖洗用水
BOD 生物處理 (mg/L)	10 以下	15 以下
COD 膜處理 (mg/L)	20 以下	30 以下
大腸菌類數 (個/毫升)	不能檢出	10 以下
濁度 (NTU)	5 以下	10 以下
色度 (度)	40 以下	40 以下
PH	6.0 ~ 8.5	6.0 ~ 8.5
餘氯 (mg/L)	臭氧消毒	> 0.1
臭氣	無不舒適	無不舒適
外觀	無不舒適	無不舒適

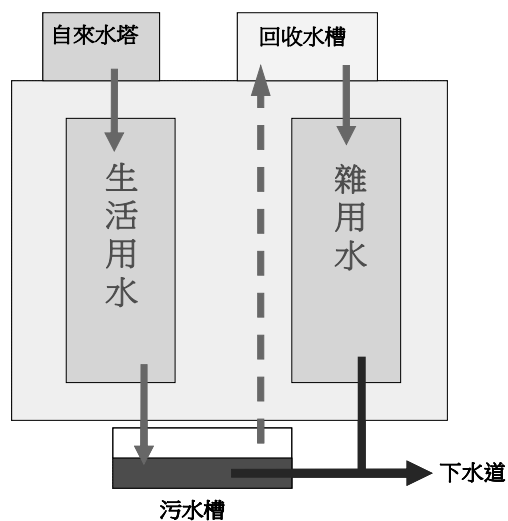


圖 7 水回收再利用示意

(六)提昇鍋爐效能

鍋爐在飯店業負責熱水及蒸氣產出的重要角色，無論是廚房蒸煮、洗衣設備、客房熱水、SPA 三溫暖、溫水游泳池及暖氣供應，其來源都是由鍋爐經燃燒能源產生熱水

提供，其所耗用能源約佔 20-30% 之旅館能源成本比例，因此提高鍋爐能源效率至為重要，以下說明鍋爐系統節水、節能重點。

1. 提昇鍋爐效率：

鍋爐效率好壞直接影響到耗油量大小，新鍋爐不一定絕對有較高的鍋爐效率，一部高效率鍋爐不僅系統設計要良好，還須有優良的操作管理人員才能將鍋爐操作得盡善盡美。提升鍋爐效率應注意下列事項：降低排氣溫度、減少排氣含氧量、加強保溫、預熱燃油、改善飼水品質、避免鍋爐經常低負載運轉、減少鍋爐不完全燃燒。

2. 回收冷凝水：

鍋爐冷凝水回收再利用具有下列幾個優點：

- 冷凝水為最純的蒸餾水，不含鍋垢之固體成份，可節省大量清洗費、水費、電費。
- 提高鍋爐給水水質，蒸汽品質提高，減少鍋爐排放(BlowDown)節約能源。
- 減少鍋爐補給水量，並減少爐內外水處理費用。
- 給水溫度提高，水中含氧量減少，可避免鍋爐管線銹蝕，增加熱傳速，提高效率。
- 給水溫度提高，減少鍋爐氣鼓的溫度差，避免鋼板熱脹冷縮，應力不平衡，延長鍋爐壽命，同時蒸汽壓力穩定。
- 給水溫度升高，增加鍋爐蒸發量，減少單位蒸汽生成熱能的需要量，直接節省燃油消耗，提高鍋爐效率。

此外，一般飯店多為開放式冷凝水回收系統，常使回收之高壓冷凝水至回收槽時，形成二次蒸汽排放掉，造成能源之浪費，如採用密閉式冷凝水回收系統或將高壓冷凝水先經蒸汽再生槽形成中壓蒸汽，可供中、

低壓力蒸汽系統使用或提高鍋爐飼水溫度，以節約能源耗用。

3. 減少祛水器洩漏：

蒸汽祛水器主要功能，是將管內凝結水及不凝結氣體排出，同時儘可能使水蒸汽之漏失減至最少程度。由於保溫的不完全、水質的不良、蒸汽供應的不平衡等，都會造成管路中凝結水及水膜的發生，這些凝結水積集於管路底部，會產生水錘(Water Hammer)現象，影響正常生產操作，如何立即排除管中形成的凝結水和混雜的不凝結氣體，對提高鍋爐效率是非常重要的。一個優良的祛水器必須達到以下三個要求：

- 凝結水一經形成，立刻將其排出。
- 排放空氣、二氧化碳等不凝結氣體。
- 降低蒸汽的漏失。

祛水器洩漏有許多檢驗方法，傳統以觀視鏡檢查之方法，無法確定漏水位置，並不可靠；較可靠之檢驗洩漏方法是以超音波測漏器來檢驗，或是利用冷凝水的導電性來作為檢驗的依據，這種檢驗法主要的優點就是所測得的訊號可立刻顯示，不必再由檢驗人員靠經驗來判斷，且可以遠端顯示方式對不易接近之地點進行檢驗。

(七) 按裝水表紀錄器

一般飯店人員為瞭解飯店每日用水量，通常係派人每天定時抄表，以嚴格管控每日用水量，如有異常可即時反映處理。大部分飯店使用總表為口徑 50 毫米以上大表，且多為附電子表頭之水表，因此多可按裝水表紀錄器。水表紀錄器係依設定時間區間紀錄水表進水狀況(例如每 1 分鐘或 10 分中紀錄 1 筆資料)，因此可得到用戶用水量與時間之關係曲線，進而瞭解用戶用水情形，

例如哪個時段用水量最大，是否有異常用水量，是否有疑似漏水情形等，亦能判斷水表口徑是否適合該飯店使用，為用戶進行用水管理相當方便且有效之工具。

(八)其他節能措施

依財團法人台灣綠色生產力基金會「旅館節能技術手冊」所列旅館節能措施還包括：電力系統、照明系統、空調系統、冷凍冷藏系統、廚房設備系統、熱泵熱水系統等，上述系統之節能改善措施牽涉到不同專門領域，飯店業者可洽相關機構，如財團法人台灣綠色生產力基金會、台灣能源技術服務產業發展協會等，尋求專業協助。

四、結語

聯合國氣候變化綱要公約第 15 次締約國大會暨京都議定書第 5 次締約國會議 (COP15/CMP5) 已於 2009 年於丹麥哥本哈根召開，會議最終達成「哥本哈根協定 (Copenhagen Accord)」，雖未訂定 2013 年後全球應執行之減量目標，但各國已就其他主要歧見形成共識，為極重要的後續行動基礎。我國雖非聯合國之一員，為善盡地球村成員的責任，政府相關部會皆持續且積極的研擬溫室氣體減量對策。節水即為節能減碳之重要項目，且每個人均可由日常生活做起。企業進行節水、節能措施，除可減少企業本身成本支出，增加利潤收益，亦是對整體環境之友善行為。

飯店業為高耗能產業，近年來各飯店業者均致力於降低各項能源成本，且已有相當成效，惟臺灣地區水價與鄰近國家相比實屬偏低(約為日本 1/5)，以致裝設節水設備或改善現有設備之費用，比節省下來之水費貴很多，因回收年限長，業者基於經濟效益的考

量，往往不願投入，以本處輔導之飯店為例，如 2 年內無法回收成本，即不列入改善考慮，這也是在推動節水時最大的困難。惟節水觀念是需要長時間累積的，雖然業者基於成本考量不願立即投入改善，北水處基於企業責任仍願意持續推廣，共同為這片土地努力。

參考文獻

1. 臺北自來水事業處，「優良節水社區評比及輔導計畫」，2011。
2. 臺北自來水事業處，「建國百年-家戶節水送獎金及好禮實施計畫」，2011。
3. 林村豐(2009)，「冷卻水塔節水實務技術」，財團法人臺灣綠色生產力基金會。
4. 財團法人中技社節能技術發展中心，「旅館業節能技術手冊」。
5. 經濟部水利署，「機關學校節約用水技術手冊」，2008。
6. 經濟部水利署，「節約用水資訊網」。

作者簡介

鄭錦澤先生

現職：臺北自來水事業處技術科科長

專長：供水調度及管理、淨水處理、技術研發、工程規劃與管理

許敏能先生

現職：臺北自來水事業處技術研發股股長

專長：自來水管材、工法研發、內線審驗

黃裕泰先生

現職：臺北自來水事業處技術研發股幫工程司

專長：自來水管材、技術研發、工程管理

無預力鋼筋混凝土高牆拱頂圓形水池設計探討

文/曾浩雄

一、緣起

目前國內各種用途(含儲存任何液體、穀物與藥粉)之圓形水池，不論其直徑之大小、池牆之高低及有無蓋版等之設計，一般均以美國波特蘭水泥協會 (Portland cement association, PCA) 編著之「無預力鋼筋混凝土圓形水池」^[1](符合美國鋼筋混凝土協會製訂衛生工程構造物規範 ACI 350 R77 之規定)為藍本。而台灣自來水公司前總經理陳榮藏先生根據本書所編著的「水池設計(二)--預力圓形鋼筋混凝土水池」^[2]，則成為該公司所有土木工程人員設計圓形水池時之範本。但它對拱頂圓形水池之設計，只列出其計算公式及步驟，並未舉例說明也未提及地震力之計算公式，因此每位設計者的算法都不盡相同。圓形水池之設計其內容較為繁雜，但其結構體較能承受作用於圓周方向之水壓，以及發生地震時對慣性力、動態水壓及晃動壓力等反復載重所造成之張應力(只在牆底處較大)。故在結構應力分析觀點上，採用圓形水池比同容量之矩形水池較為經濟。因此若水池建地不受限制，獨立之水池以採用圓形為宜。本文所提之高牆拱頂圓形水池，其容量達 $5,200\text{m}^3$ ，依目前之造價約需新台幣 3 千 6 百萬元($7,000 \text{元}/\text{m}^3 * 5,200\text{m}^3$ 含基樁；但不含任何內部塗裝)。

二、鋼筋混凝土圓形水池設計規範

圓形水池之設計均須符合我國最新建築法及相關法規之規定，且水工結構物之混

凝土強度應不可低於 $245 \text{kgf}/\text{cm}^2$ 。其細部設計應符合 ACI-350 最新版 ($w/c < 0.45$) 之規定。鋼筋之材質須符合 CNS 560-A2006，SD-28 或 SD-42 之規定。水泥之品質則須符合 CNS-61-R2001 之規定，混凝土使用細粒料之級配、有害物質含量及強度，應符合 CNS-1240 A2029 之規定。水池結構物之基礎部分均採筏式基礎設計，其厚度不得少於 40 cm。

三、鋼筋混凝土之應力

本文依上述規定採用鋼筋之拉力強度： $f_s' = 2,800 \text{kgf}/\text{cm}^2$ ；抗彎應力 $f_s = 1,400 \text{kgf}/\text{cm}^2$ ；環鋼筋允許應力 $f_t = 990 \text{kgf}/\text{cm}^2$ ；彈性係數 $E_s = 2.04 * 10^6 \text{kgf}/\text{cm}^2$ ；混凝土之抗壓應力 $f_c = 245 \text{kgf}/\text{cm}^2$ ；抗彎應力 $f_c' = 0.45 * 245 = 110.25 \text{kgf}/\text{cm}^2$ ；抗張應力 $f_c'' = 245 * 0.1 = 24.5 \text{kgf}/\text{cm}^2$ ；抗剪應力 $f_{cs} = 0.02 * 245 = 4.9 \text{kgf}/\text{cm}^2$ (牆、版及基礎 $= 0.53 * \sqrt{245} = 8.3 \text{kgf}/\text{cm}^2$)；收縮係數 $= 0.00003$ 。另依鋼筋設計手冊^[3]重新計算其相關數據如下：混凝土之彈性係數 $E_c = 2.449 * 10^5 \text{kgf}/\text{cm}^2$ 。 $n = E_s / E_c = 2.04 * 10^6 \text{kgf}/\text{cm}^2 / 2.449 * 10^5 \text{kgf}/\text{cm}^2 = 8.33$ ； $k = 1 / (1 + f_s / (n * f_c)) = 0.394$ ； $a = f_s * j / 100000 = 0.01224$ ； $j = 1 - k / 3 = 0.868$ ； $K = f_c k j / 2 = 18.85$ 。

四、高牆拱頂圓形水池之設計

(一)水池之尺寸：直徑 $D = 24\text{m}$ ；池高 $H = 11.5\text{m}$ ；容量 $V = \pi / 4 * (24)^2 * 11.5 = 5,199.84\text{m}^3 \approx 5,200 \text{m}^3$ ，水池斷面示意詳如圖 1。

(二) $h_a = D / 8 = 24 / 8 = 3\text{m}$ ；曲率半徑 $R = (D^2 + h_a^2)$

$1/2ha=25.5\text{m}$ ；池高+拱高=11.5+3=14.5 m

(三) $\phi_1=\sin^{-1}(12/25.5)=28.07^\circ$ ； $\phi_0=0^\circ$ (拱頂沒開口)

(四)球面拱形蓋版表面積 $A=2\pi *R*ha=2*3.14 *25.5*3 = 480.42\text{m}^2$ ；或 $A=2\pi *R*(\cos\phi_0-\cos\phi_1)=2*3.14*25.5*(1-12/25.5)=480.42\text{m}^2$

(五)拱頂厚度：10~15cm，平均 12.5cm。拱頂單位面積之活荷重 $wuL=150\text{kg/m}^2$

(六)拱頂單位面積之靜荷重 $wud=2.4*0.125+0.005$ (PE 防水層)+0.020 (粉刷)=0.325 T/m²

(七)拱頂總荷重 $Wu=(0.150+0.325)*480.42=228.20\text{T}$

(八)拱頂對拱下橫樑之單位壓力 $V=228.20/(3.14*24.7)=2.94\text{T/m}$ ；水平力 $H'=V$

$*D/R=2.94*24.7/12=6.06\text{T/m}$ ； $C=V$

$*R/r=2.942 *25.5/12=6.25\text{T/m}$ (如圖 2)

(九)拱頂單位壓應力 $pc=C/bd=6.25*1,000/(100*12.5)=5\text{kgf/cm}^2 < 110\text{kgf/m}^2\text{ OK}$

(十)拱頂版所受之剪應力 $v=H'/jbd=6.06*1,000/(0.868*100*12)=5.82\text{kgf/cm}^2 < 8.3\text{kgf/cm}^2\text{ OK}$

(十一)最小鋼筋量 $As_{min}=0.003*100*12.5=3.75\text{cm}^2$ ；採用 $\phi 10@18\text{cm}$ 雙向 $As=(3.96\text{cm}^2)$

五、拱頂橫樑(t=110cm*h=100cm)

(一)地震力： $V_1=Z * K * C * I * Wu = 0.8 * 1.33 * 0.135 * 1.25 * 228.200$ ； $T=0.18 * 228.20 = 40.97\text{T}$ (Z、C、I 分別與地區、構物材質與其危險性等有關)^[4]

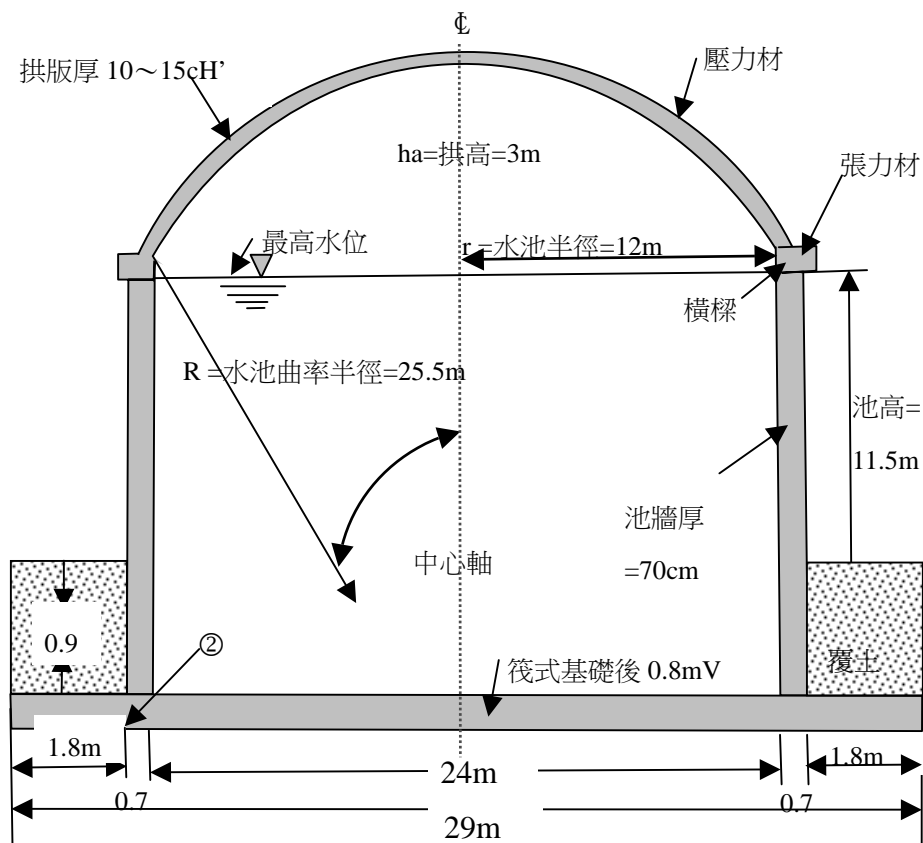


圖 1 無預力鋼筋混凝土球面拱頂圓形水池斷面示意

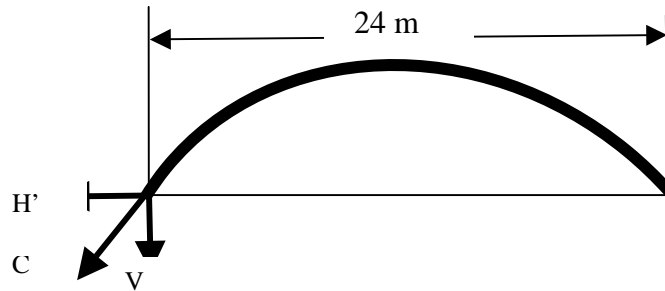


圖 2 拱頂總重分力示意

(二) 拱頂徑線方向作用力 $T_f = H \cdot D / 2 = 6.06 \cdot 24 / 2 = 72.72 \text{ T}$; $72.72 \text{ T} / 3 = 24.24 \text{ T} > 40.97 / 2 = 20.48 \text{ T}$ OK

(三) $A_s = 72,674 / 990 = 73.41 \text{ cm}^2$; 採用兩排 10- $\phi 22$ (77.42 cm^2)

(四) 抗剪應力 $f_c'' = (0.0003 \cdot 2.04 \cdot 10^6 \cdot 77.42 + 72.72) / (100 \cdot 65 + 8.33 \cdot 77.42) = 6.64 \text{ kgf/cm}^2 < 24.5 \text{ kgf/cm}^2$ OK

(五) 拱頂橫樑所受之剪應力 $v_c = T_f / jbd = 72.72 \cdot 1000 / (0.868 \cdot 100 \cdot 105) = 7.98 \text{ kgf/cm}^2 < 8.3 \text{ kgf/cm}^2$ OK

六、基礎載重

(一) 拱頂總荷重 $W_u = 0.475 \cdot 480.42 = 228.20 \text{ T}$

(二) 拱頂橫樑重 $W_b = 2.4 \cdot 1.1 \cdot 1.0 \cdot 24.7 = 65.21 \text{ T}$

(三) 池牆總重 $W_c = 2.4 \cdot 3.14 \cdot 24.7 \cdot 0.7 \cdot 11.5 = 1,498.42 \text{ T}$

(四) 池底 $W_f = 2.4 \cdot 3.14 / 4 \cdot ((1.8 + 0.7) \cdot 2 + 24)^2 \cdot 0.80 = 1267.56 \text{ T}$

(五) 土壤總重 $W_s = 1.65 \cdot 0.9 \cdot 3.14 \cdot (29^2 - 25.4^2) / 4 = 228.3 \text{ T}$

(六) 水池(不含底版)及土壤總載重 $P = 228.20 + 65.21 + 1,498.42 + 228.3 \text{ T} = 2,020.13 \text{ T}$ (空池)

(七) 水池(含底版)載重 $W_t = 228.20 + 65.21 + 1,498 + 1267.55 = 3,059.38 \text{ T}$ (空池)

(八) 水池及土壤之載重 $W_t' = (3,059.38 + 228.3) \text{ T} = 3,287.7 \text{ T}$ (空池)

(九) 水池(含底版)及土壤總載重 $P' = 228.20 + 65.21 + 1,498.42 + 1,267.56 + 228.3 + 1 \cdot 3.14 / 4 \cdot 24^2 \cdot 11.5 = 8,487.53 \text{ T}$ (滿池)

(十) 底版面積 $A = 3.14 / 4 \cdot ((1.8 + 0.7) \cdot 2 + 24)^2 = 660.2 \text{ m}^2$; 土壤單位面積淨反力 $p = P / A = 2,020.13 / 660.2 = 3.06 \text{ T/m}^2$

七、池牆與筏式基礎之力矩

(一) 池牆之 $H^2 / (D \cdot t) = (11.5)^2 / (24 \cdot 0.7) = 7.872$, 由原書之表 VII 可查得 $H^2 / (D \cdot t) = 6$ 及 8 之力矩係數, 然後在以插入法求得 $H^2 / Dt = 7.872$ 時, 之力矩係數, 從而求得池牆底端之垂直方向力矩 $= -18.25 \text{ T-m/m}$; 底版固定端徑向力矩係數可由原書之表 X V 查得, $M_r = C \cdot p \cdot r^2 = -0.125 \cdot 3.06 \cdot 12^2 = -55.08 \text{ T-m}$, 但仍須以牆與底版所誘發之力矩, 對邊緣之影響予以修正。(參表 1~表 4)

八、底版與池牆力矩分配

(一) 池牆之 $H^2 / (D \cdot t) = (11.5)^2 / (24 \cdot 0.7) = 7.872$, 由表 VII 可查得 $H^2 / (D \cdot t) = 6$ 與 8 時, 池牆之剛性係數分別為 0.903 及 0.783 , 再以插入法以求得 $H^2 / (D \cdot t) = 7.872$ 時, 其剛性係數 $= 0.783 + (0.903 - 0.783) / 2 \cdot 1.872 = 0.895$; 由表 X IV 查得底版剛性係數 $= 0.104$ (中央支柱)

表 1 垂直力矩係數(三角形荷重，頂端自由；底端固定)垂直向 $M=W*H^3$

H ² /Dt	0.1H	0.2H	0.3H	0.4H	0.5H	0.6H	0.7H	0.8H	0.9H	1.0H
7.872	0.0000	0.0000	-0.0002	0.0001	0.0008	0.0021	0.0040	0.0058	0.0046	0.0000
誘發係數 0.0407	0.0407	0.0407	0.0406	0.0408	0.0415	0.0429	0.0447	0.0466	0.0454	0.0407
水壓垂直向力矩	61.96	61.96	61.69	62.04	63.14	65.19	67.97	70.83	68.99	61.96
地震垂直向力矩	2.64	5.67	9.46	14.40	20.87	29.26	39.95	53.32	69.76	89.65

註：轉錄自「無預力鋼筋混凝土圓形水池」乙書表 V II

表 2 牆與底板力矩分配表

項 目	牆	底板
分配係數	0.84	0.16
端點力矩	-18.25	-55.08
不平衡力矩	73.33	
誘發力矩	61.96	11.37
最終力矩	43.71	-43.71

表 3 環張力係數(三角形荷重，頂端自由；底端固定)環張力= $C*1*11.5*12=C*138$

H ² /Dt	0.0H	0.1H	0.2H	0.3H	0.4H	0.5H	0.6H	0.7H	0.8H	0.9H	1.0H
7.872	0.016	0.118	0.233	0.364	0.441	0.506	0.518	0.452	0.306	0.114	0.000
誘發係數=0.449	0.465	0.567	0.682	0.813	0.890	0.955	0.967	0.901	0.755	0.563	0.449
環張力	64.19	78.25	94.11	112.17	122.84	131.78	133.43	124.38	104.21	77.76	61.96

註：轉錄自「無預力鋼筋混凝土圓形水池」乙書表 I

表 4 均佈荷重，無中間支柱，周邊固定圓形版力矩

距圓心之距離	0.0r	0.1r	0.2r	0.3r	0.4r	0.5r	0.6r	0.7r	0.8r	0.9r	1.0r
徑向係數	0.075	0.073	0.067	0.057	0.043	0.025	0.003	-0.023	-0.053	-0.087	-0.125
加上+0.0258	0.101	0.099	0.093	0.083	0.069	0.051	0.029	0.003	-0.027	-0.061	-0.099
每 m 徑向力矩	44.42	43.54	40.89	36.48	30.32	22.38	12.69	1.23	-11.99	-26.97	-43.71
每段徑向力矩	0	4.35	8.18	10.95	12.13	11.19	7.61	0.86	-9.59	-24.27	-43.71
切線係數	0.075	0.074	0.071	0.066	0.059	0.05	0.039	0.026	0.011	-0.006	-0.025
加上+0.0258	0.101	0.100	0.097	0.092	0.085	0.076	0.065	0.052	0.037	0.020	0.001
每 m 切線力矩	44.42	43.98	42.65	40.45	37.37	33.40	28.55	22.83	16.22	8.72	0.35

註：轉錄自「無預力鋼筋混凝土圓形水池」乙書表 XV

(二)底版之剛性= $0.104 * (0.8)^3 / 12 = 0.004437 \text{ m}^4$; 牆之剛性 = $0.895*(0.7)^3 / 11.5 = 0.0267 \text{ m}^4$

(三)分配係數：牆= $0.0267/(0.0267+0.0044)=0.86$; 底版= $0.0044/(0.0267+0.0044)=0.14$

(四)牆誘發力矩= 61.96T-m/m ; 底版誘發力矩= 11.37 T-m/m (詳如表 2)

(五)誘發力矩係數：1.針對牆環張力 = $M/(w*H*r) = 61.96 / (1 * 11.5 * 12) = 0.49$; 2.針對牆垂直力矩 = $M / (w*H^3) = 61.96 / (1/11.5^3) = 0.0407$; 3.針對底版力矩= $M/P*r^2 = 11.37/3.06/12^2 = 0.0258$

九、池牆之設計

(一)池牆之環張鋼筋

- 1.設計條件：頂部自由；底部固定。直徑 $D=24\text{m}$; 池牆高 $H=11.5\text{m}$; 池牆厚 $t=70\text{cm}$
- 2.由表 1 可知最大環張力 $T_{\max}=133.43 \text{ T-m/m}$ (at 0.6H) ; $A_s=133.43\text{T-m/m}/0.990 = 134.8 \text{ cm}^2$; 採用兩排 8- $\phi 22+\phi 25$ ($A_s=142.96 \text{ cm}^2$)

(二)池牆之垂直力矩

- 1.池牆底滿水時因地震力所產生之力矩：
 - (1)水： $M_w = -7/30*a/g*w*H^3 = 7/30*0.18*(11.5)^3 = 63.88 \text{ T-m/m}$, $P_{\max} = 7/12* a/g*w*H^2 = 7/12*0.18*(11.5)^2 = 13.89 \text{ T/m}$
 - (2)拱頂壓力及牆混凝土重： $W_c=2.942+2.4(*0.7*11.5+(1.1*1.0))=24.90 \text{ T/m}$
 - (3) $P_c = 0.18*W_c = 0.18*24.902 = 4.48 \text{ T/m}$; $M_c=4.482*11.5/2=25.77 \text{ T-m/m}$
 - (4) $M_e=M_w+M_c=63.88+25.77=89.65\text{T-m/m}$; 從表 2 原 C 值經加上誘發力矩係數後，其最大正力力矩 $M=59.947 \text{ T-m/m}$
 - (5) $M/3 = 59.54/3 = 19.85 \text{ T-m/m} < 89.65 \text{ T-m/m}$; 因此採用地震力所產生 $ME =$

89.65 T-m/m

(6) $A_{s\max} = (46.27 + 89.68) / (0.01224*65*1.33) = 128.5 \text{ cm}^2/\text{m}$; 採用 2 排 $\phi 29@10\text{cm}$ (129.38 cm^2) (I F)

2.空池牆底因地震力所產生之力矩：

$W_c=2.4*0.7*11.5=19.32 \text{ T-m/m}$;

$P_c=0.18*W_c=0.18*19.32=3.48 \text{ T/m}$;

$M_c=3.48*11.5/2=20.01 \text{ T-m/m}$;

$A_s=20.01/(0.01224*65*1.33)=18.91 \text{ cm}^2$; 採用 $\phi 19@15\text{cm}$ (19.1 cm^2) (O F)

3.不論水池滿水或空池，池牆因地震所產生之力矩與因高度之不同而異，故為節省鋼筋量，可依其高度比值折減之。但仍不得少於表二所列之力矩所需之鋼筋量及其溫度鋼筋量(池牆內外側之溫度鋼筋均各為 $0.0025*70/100/2=8.75 \text{ cm}^2$)。

十、筏式基礎之設計

(一)每段徑向負鋼筋：

- 1.從表 3，每段徑向負鋼筋： $A_{s\max}=43.71*(0.01224*72.5)=38.79 \text{ cm}^2$ (at 1.0r 處，下層) ; 總鋼筋量= $3.14*24*38.79=2,923.2 \text{ cm}^2$; 池邊週長= $3.14*24\text{m} = 75.63\text{m}$; 採用 612 支 $\phi 25$, $A_s=3,099 \text{ cm}^2$
- 2.但在 0.8r 處之 $M=-9.59 \text{ T-m/m}$; $A_s=9.59/(0.01224*72.5)=10.81\text{cm}^2$; 故此處之鋼筋量可依上述鋼筋量之比值予以折減(留 $1/3 = 204$ 支)。
- 3.在 0.7r 處力矩轉為正，故在距池心= $0.6*12-12*0.025=6.9\text{m}$ 處均可切斷，改用溫度鋼筋(兩向鋼筋折成十字交叉排列)。
- 4.上下層每 m 溫度鋼筋量各為 $A_s = 0.0025 \text{ bt}/2 = 0.0025*100*75/2 = 9.375 \text{ cm}^2/\text{m}$, 採用 $\phi 16@20\text{cm}=9.93 \text{ cm}^2/\text{m}$

(二)每段徑向正鋼筋：

- 1.從表 4，每段徑向正力矩最大值發生在 0.1r 處(距池中央 1.2m，上層)，此處之徑向正力矩 =44.21T-m， $A_s=44.21/(0.01224*72.5)=49.82\text{cm}^2$ 採用 10 支 $\phi 25$ ， $A_s=50.64\text{cm}^2$ 。0.2r 至 0.9r 可依其力矩之比值加以折減，惟不得少於上述之溫度鋼筋量，通過 0.9r 後應以不少於溫度鋼筋量一直排到底版最外緣。
- 2.核算底版混凝土抗彎力矩： $F = bd^2 / 10000 = 100 * 72.5^2 / 10000 = 52.56$ ； $K = 48.76 / 52.56 = 0.93 < 18.85$ OK(無需壓力鋼筋)。
3. $V=p*D/2=3.06*24/2=36.72 \text{ T/cm}^2$ ； $v=V/jbd=36.72*1000/(0.868*100*72.5)=5.84 \text{ kg/cm}^2 < 8.3 \text{ kg/cm}^2$ OK

(三)環向正力矩(上層)：

- 1.從表 3 查得最大環向力矩 $M_r=44.42 \text{ T-m/m}$ ； $A_{smax} = 44.42 / (0.01224*72.5) = 50.1 \text{ cm}^2$ ，採用 10 支 $\phi 25 = 50.64 \text{ cm}^2$ ，(at 0.0r)。
- 2.從 0.0r~0.9r 環向鋼筋可依表 3 所列之力矩與最大力矩之比值予以折減。但不得小於溫度鋼筋=9.375 cm^2/m ，採用溫度鋼筋 $\phi 16@20\text{cm}=9.93 \text{ cm}^2$

十一、水池安全係數

- (一)地震力之 $M_{max} = 7/30*a/g*w*H^3 = 7/30*0.18*1*11.5^3*24/2 = 766.52 \text{ T-m}$
- (二) $P_{max}=7/12*0.18*1*11.5^2*24/2=166.64 \text{ T}$ ； $P_c=0.18W_c=0.18*(0.325*480.42+65.21+1,489.4)=307.93 \text{ T}$
- (三)空池傾倒力矩： $M_c = 307.93*(11.5+3) / 2 = 2,232.5 \text{ T-m/m}$ (空池)；空池傾倒安全係數： $SF=3,287.07*29/2/2,232.5=21.35 > 1.25$ OK

(四)滿水傾倒力矩： $M_c' = 2,232.5+766.52 +46.27*29/2=3,670 \text{ T-m}$

(五)安全係數： $SF = 3,287.7*24/2/3,670 = 10.75 > 1.5$ OK

(六)牆底端之剪力：查表 X II，在按其剛性=7.872 求得其剪力係數=0.110-(0.110-0.096) / 2*1.872=0.097

(七)側向合力= $166.64+307.93+0.097 * 1 * 11.5^2 * 24=782.45 \text{ T}$

(八)側向推倒安全係數： $SF = ((3,287.7 + 1*11.5*3.14 / 4*24^2) / 2) / 782.45 = 5.42 > 1$ OK

(九)牆底剪應力 $v = 782.45*1,000/(3.14*2470 * 70)=1.44 \text{ kg/cm}^2 < 8.3 \text{ kg/cm}^2$

(十)水平風力分析： $q=200 \text{ kg/m}^2$ ； $P=qcA=200 * 0.6*0.8*11.5*24.7=27.27 \text{ T}$

(十一) $M=27.27*11.5/2 = 156.8 \text{ T-m}$ ； $M_r = 3,287.7 * 25.4/2 = 4,175.3 \text{ T-m}$

(十二)水平風力安全係數 $SF = 4,175.3/156.8 = 26.2 > 2$ OK

十二、土壤反力分析

(一)土壤反力

1.底版面積 $A=3.14/4*((1.8+0.7)*2+24)^2 = 660.2 \text{ m}^2$ ；底版之慣性力矩： $I = \pi D'^2 / 64 = 3.14*29^4 / 64 = 34,701 \text{ m}^4$

2.池牆及橫樑總重 $W_c=2.4*3.14*24.7*(0.7*11.5)+65.21=1,563.6 \text{ T}$

3.空池總重 $W_t=3827.7 \text{ T}$ ；空池單位面積重 = $3,827.7/660.2=2.804 \text{ T/m}^2$

4.水單位面積重 $W_w=1 * 11.5=11.5 \text{ T/m}^2$ ；從表 3，底版端點內側力矩=-43.71 T-m/m

5.底版最外端因底版端點力矩所發生之二次應力 $P_m=-43.71*(24+0.7)*29/2/34,701 = -0.45 \text{ T/m}^2$

6. 底版最外端因地震力所發生之二次應力
 $P_e = (766.52 + 2,232.5 \text{ (空池)}) * 29/2 / 34,701 = 1.25 \text{ T/m}^2$

7. 土壤反力 $S = w/A \pm My/I = 3059.38/660.2 + 1.485 + 11.5 \pm 0.45 \pm 1.25 = 17.62 \pm 0.45 \pm 1.25 \text{ T/m}^2$

(二) 核算底版突緣斷面⁽²⁾(如圖 3 及表 5)之強度:

1. $p_1 = (3.06 + 1.485 + 0.45 + 1.25) \text{ T/m}^2 / 1.33 = 4.7 \text{ T/m}^2 < (3.06 + 1.485 + 0.45) \text{ T/m}^2 = 5.0 \text{ T/m}^2$

2. $p_2 = (3.060 + 1.485 + 0.39 + 1.09) \text{ T/m}^2 / 1.33 = 6.06 \text{ T/m}^2 > (3.06 + 1.485 + 1.09) \text{ T/m}^2 = 5.64 \text{ T/m}^2$

3. $p_3 = (3.06 + 11.5 + 0.37 + 1.03) \text{ T/m}^2 / 1.33 = 12.00 \text{ T/m}^2 < (3.06 + 11.5 + 1.03) \text{ T/m}^2 = 15.59 \text{ T/m}^2$

4. $p_4 = (3.06 + 11.5 + 0 + 0) \text{ T/m}^2 / 1.33 = 10.95 \text{ T/m}^2 < (3.06 + 11.5 + 0) \text{ T/m}^2 = 14.56 \text{ T/m}^2$, (池中心)

5. 力矩 $M_2 = [1.65 * 0.9 + 3.06 + 2.4 * 0.8 - (0.45 + 0.39) - (1.25 + 1.09)] * 1.8^2 / 2 = 5.32 \text{ T-m/m}$

6. $A_s = 5.32 / (0.01224 * 75) = 5.8 \text{ cm}^2$; 採用 $\phi 16 @ 25 \text{ cm} = 6.62 \text{ cm}^2$

7. 剪力 $V = [1.65 * 0.9 + 3.06 + 2.4 * 0.8 - (0.48 + 0.42) / 2 - (1.25 + 1.09) / 2] * 1.8 = 8.72 \text{ T}$

8. 剪力應力 $v = 8.72 * 1000 / 0.868 / 100 / 75 = 1.34 \text{ T/cm}^2 < 8.3 \text{ T/cm}^2 \text{ OK}$

表 5 底版各點地基承载力表

項目	單位	底版外緣	牆底外緣	牆底內緣
距離	m	14.5	12.7	12
P	T/m ²	3.06	3.06	3.06
P _s	T/m ²	1.485	1.485	0
P _w	T/m ²	0	0	11.5
P _m	T/m ²	0.45	0.39	0.37
P _e	T/m ²	1.25	1.09	1.03
合計	T/m ²	6.25	6.03	15.97
實際	T/m ²	P ₁ =5.00	P ₂ =6.06	P ₃ =15.59

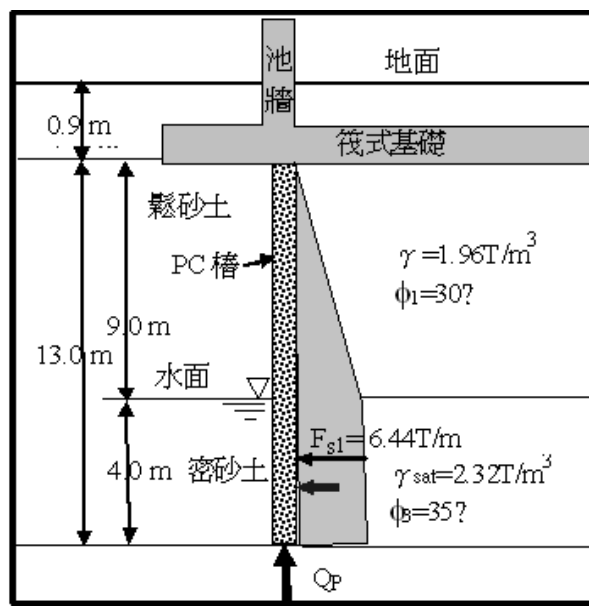


圖 3 水池建址土壤鑽探結果及基樁摩擦力示意

十三、樁基礎設計

- 1.一般土壤在深度 1.5m 以下，其容許承載力 q_a 約為 10.0 T/m^2 ，但實際設計時，仍須以實地鑽探資料為準。
- 2.本文之土壤容許承載力，經上述計算後其值 15.59 T/m^2 大於 10.0 T/m^2 ，故需打 RC 樁。
- 3.假設建址土壤鑽探結果：水池建址土壤係砂土層，距底版 9 公尺下有地下水，有關土壤其他資料詳註於如圖 4 所示。
- 4.依建築物基礎構造設計規範，第五章樁基礎有關群樁總支承力之規定如下：座落於堅實地層中且其下方無軟弱土層之點承樁，群樁垂直支承力(場鑄混凝土樁)其中心間距大於樁頭直徑之 2.5 倍，且不小於 0.7m) 之規定者，其群樁之總支承力為各單樁端點支承力之和其臨界深度為 $20d^{[5]}$ 。若採用 $600\text{mm}\phi$ 之 PC 樁，樁長 $t=13\text{m}$ > 其臨界深度 $=20*0.6=12\text{m}$ (剛好是地下水深度)。
- 5.利用 Meyerhof 基樁極限承載荷重公式： $Q_u = Q_p + Q_a = 50 * \tan\phi = 50 * N_{q'} * A_p + \sum \rho * \Delta(f * L) * S_p$ ，從施國欽編著之「基礎工程題解」(P.5-20)^[6]P.5-14 之表， $\phi = 35^\circ$ 時， $N_{q'} = 60\text{Kpa} = 60 * 0.1019727 = 6.11 \text{ T/m}^2$ ， $Q_p = 50 * 0.7 * 6.11 * 3.14 / 4 * 0.6^2 = 60.43 \text{ T/m}^2$ ； $f = K \sigma'_v * \tan\phi$ ，側向土壓力係數 $K=1.4$ ；樁體表面與砂土之摩差角 $\delta = 0.6\phi = 0.6 * 30^\circ = 18^\circ$ ， $f_{s1} = 1.4 * 1.96 * 9 * \tan 18^\circ = 6.44 \text{ T/m}^2 < 10 \text{ T/m}^2$ 。
6. $Q_s = \sum f_s * A_p = 1.4 * 6.44 * (9/2 + 4) * 3.14 * 0.6 = 144.38 \text{ T/支}$ 。基樁容許承載荷重 $Q_a = (Q_p + Q_s) / FS = (60.51 + 144.38) / 3 = 68.29 \text{ T/支}$ ；水池總載重(滿水) = $8,487.53 \text{ T}$ ；PC 樁數 $= 8,487.53 / 68.29 = 124.3$ 支，採用 12 排*每排

12 支=144 支，即樁數 $m=12$ 支；排數 $n=12$ 排。

8.設樁中心間距為 S ，而最外排基樁距底版最外緣 $0.5S$ ，則樁中心間距 $S=29/12=2.41 \text{ m}$ $> 2.5 * 0.6\text{m} = 1.50\text{m}$ OK

9.根據 Concerse-Lavarre 之理論，樁群有效率 $e = 1 - \theta / 90^\circ * [(n-1)m + (m-1)*n / (m*n)]$ ，式中之 $\theta = \tan^{-1}(d/S) = \tan^{-1}(0.45/2.41) = 10.576^\circ$ ， $e = 1 - 10.576/90 * ((12-1)*18 + (12-1)*12) / (12*12) = 0.73$ ，依該理論此時只折減磨擦力部分，且其安全係數應取 2^[5]。

10. $Q_a' = 60.43 + 0.73 * 144.38 / 2 = 113.12 \text{ T/支}$ $> 68.29 \text{ T/支}$ OK

十四、結論與建議

水池是自來水系統重要設施之一，尤其在近年來水源開發不易，原水量供應不足之情形下，大型蓄水池已成為充分供應用戶需水量不可或缺之設施。圓形水池之設計其內容較為繁雜，但其結構體較能承受作用於圓周方向之水壓(環張力)，及地震時慣性力、動態水壓及晃動壓力等反復載重所造成之張應力。而可以採用拱頂之圓形水池，只要其拱高 h_a 不大於其直徑之 0.24 倍，其拱面之受力全為壓應力(混凝土之各項應力以抗壓力為最大)。故其頂部之設計上非常簡單，其鋼筋之用量也只須滿足其溫度鋼筋之需求量即可，另外，大型之方形水池之池深越大，其結構體承受之水壓也越大(與水深 h 之 3 次方成正比)；而圓形水池並無此缺點。故在結構應力分析觀點上，採用圓形水池比同容量之矩形水池較為經濟。因此若水池建地不受限制，獨立之水池以採用圓形為宜。

而方形水池其結構體為減少混凝土因乾燥收縮及過度伸縮而裂損，每 20~ 30 m 左右應設置伸縮縫，但接縫處非常容易漏水，對保持水池之水密性較為不利。

但不管是方形或圓形水池，其基礎均應有足夠之支承载力以求穩定，必要時應以打樁或其他適當之設施以資因應。因為基礎之良莠決定配水塔或高架水塔之生命與價值。基礎不良會直接導致水池傾斜、滑動及傾倒，因此應事先確實詳細調查建址之地質及地盤，並藉鑽探或打樁，樁試驗等，以查明地層構造以及其安定性、承载力、地下水狀況等，做為決定基礎構造之依據。台水公司早年(約於民國 60 年初)在澄清湖入口對面興建一棟三層樓海水館，就因未做好該項工作，導致建成之海水館迄今因其結構體發生不均勻沉陷，成為危樓而廢棄不用。但台水公司在此方面尚無適當的資料可供設計者參考，讓從事這項工作的基層人員只好自行尋找資料自我決定。特此建議台水公司土木專業人員針對此領域整理出適當的資料，供設計者參考。筆者在文中除詳述大型拱頂圓形水池之設計步驟外，還刻意加入樁基礎設計方法，祈能有助於新進之土木人員辦理類似案件時有所依循。

參考文獻

- 1.無預力鋼筋混凝土圓形水池美國波特蘭水泥協會
- 2.水池設計(二)--無預力鋼筋混凝土圓形水池 陳榮藏 75年9月
- 3.鋼筋混凝土設計手冊(工作應力法) 混凝土工程研究會報告(四)中國土木工程學會

4.鋼筋混凝土計算法與實例 (P.57) 蘇棋福有志出版社

5.建築物基礎構造設計規範，第五章樁基礎 營建署

6.基礎工程題解(P.5-20)施國欽文笙書局95年5月

作者簡介

曾浩雄先生

現職：尚潔環境工程公司技師

專長：自來水工程

Veolia Environment 及 Suez Environment 之水務研究 與創新運用探討

文/李丁來、陳郁仁、唐俊成

摘要

為改善產業環境，提升國家競爭力，政府正積極推動產業創新，而 21 世紀被稱為“水世紀”，據估計全球水務商機每年高達 4800 億美元，值得國內水務相關單位積極思考參與，本研究係探討法國水務雙雄—威立雅環境 (Veolia Environment) 及蘇伊士環境 (Suez Environment) 之水務技術研究與創新運用實務，以供國內研擬水務研發方略的參考。結果認為國內自來水事業宜將水務技術研發創新視為強化企業核心競爭力一環，並以技術應用為導向，有系統且耐心投入，所需研發預算至少需佔年營收之 0.5%，研發人力約佔整體人力之 0.3%~0.5%。而為有效運用研發資源及因應實務研究之因地制宜，可考慮與國內、外著有聲譽之大學或研究機構建構互惠聯盟。水務技術尤強調模型場研究之重要性，宜經可行性評估、初步實驗室規模或小模型場、現場實證、全規模實場應用等階段，以確認技術之實用性，其歷程約需 3-5 年，對外商業技術輸出約需 8-10 年。為加強國內水務業對於水問題之解決能力，可參考增設技術指導處，以網羅各項水專業技術人員，專責進行實務技術評估及協助企業各部門解決新興且複雜之水技術問題。

關鍵字: Veolia Environment、Suez Environment、水務技術、研究與創新

一、目的

為改善產業環境，提升國家競爭力，政府正積極推動產業創新，而 21 世紀被稱為“水世紀”，據估計全球水務商機每年高達 4800 億美元⁽¹⁾，值得國內水務相關單位積極思考參與，本研究乃探討法國水務產業的翹楚—威立雅環境 (Veolia Environment) 及蘇伊士環境 (Suez Environment) 之水務技術研發與運用經驗，以供國內研擬水務技術研發方略的參考。

二、威立雅環境 (Veolia Environment) 之水務研發概況

(一) 威立雅環境 (Veolia Environment) 簡介

威立雅環境 (Veolia Environment，簡稱 VE) 營運規模，2011 年富比士 (Forbes) 全球 2000 大企業調查⁽²⁾，排名為第 307 名，2011 年總營收為 466 億歐元，盈利約 7.8 億歐元，為國際上規模最大的環境及公用事業服務公司。其業務範圍包括水(水循環之管理)、環境服務(廢棄物回用管理)、能源服務(能源管理)、運輸(人及貨物運輸管理)，如圖 1 所示。營運遍及 77 個國家，2010 年集團全球員工人數約 317,034 人，顯示全球“環境”業務商機蓬勃發展⁽³⁾。由 VE 2010 年各業務部門營收情形(如圖 2 所示)，可知威立雅水務 (Veolia Water，簡稱 VW) 是 VE 最重要成員，占 2010 年營收 348 億歐元之 35%，VW 2010 年營業額為 121 億歐元，目前為全球首屈一指之水務公司，2010 年 VW 在全球員工人數高達 96,260 人，主要提供市鎮及工業

界與水有關的全方位服務。

(二)VE 安茹(Anjou)研究中心及 Annet- sur-Marne 模型場試驗場

VE 重視研究與創新 (Research and Innovation, R&I)，在法國巴黎 (Maisons-Laffitte, Limay & Rueil) 共有 3 處主要 R&I 中心，分別為水研究中心、環境服務和能源研究中心、交通研究中心，另於美國 & 加拿大 (Indianapolis/Milwaukee/Montréal)、德國 (Berlin)、以色列 (Michmoret)、澳大利亞 (Adelaide and Brisbane)、亞洲 (China-Hong-Kong-Japan) 共設有研發分處，

目的在提供具創新性及實務性專業解決方案，以因應全球人口、都市及經濟成長所面臨之挑戰。2010 年共有 850 個研究人員(其中 425 名為研究人員及 425 名現場進行模廠操作與管理人員)，研究方向包括管理及保護自然資源、控制自然環境的衝擊、關心健康和環境、發展替代能源等方面進行研發，目前研究聚焦於永續發展，約有 70 名關注於溫室效應控制。VE 每年進行超過 150 個模型研究計畫，來驗證技術及提升效能，研發預算為 16 億歐元，並與各國近 200 個工業公司及公民營機構之研究單位結盟為科學研究夥伴⁽⁴⁾。

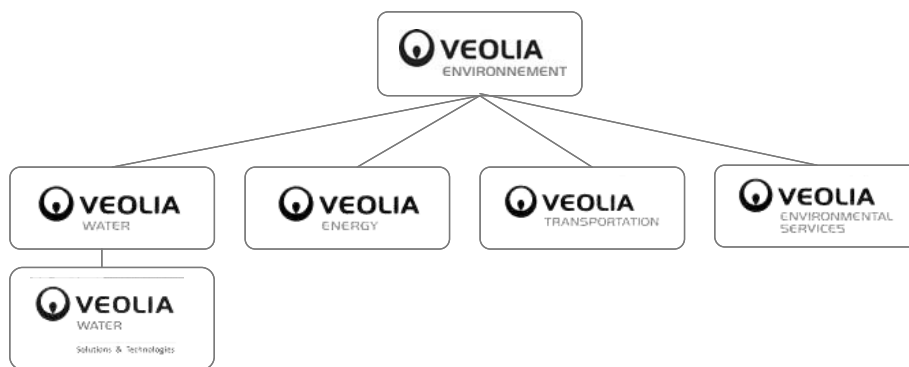


圖 1 威立雅環境(Veolia Environment) 2010 年組織架構

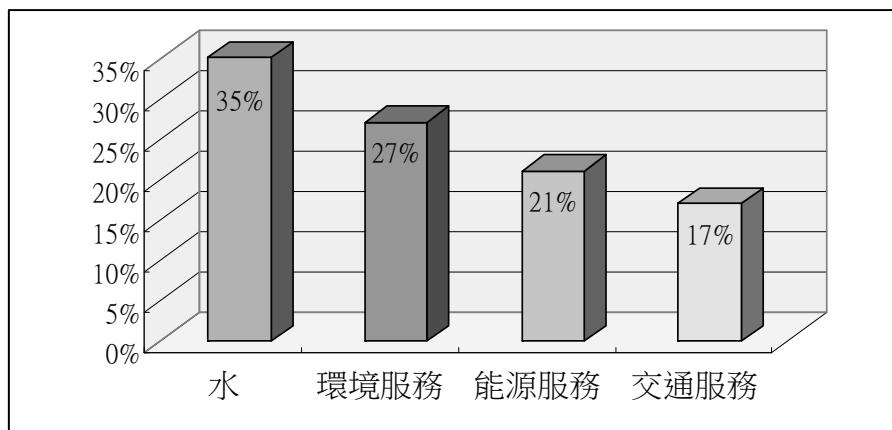


圖 2 威立雅環境(Veolia Environment) 2010 年主要業務營收分佈

VE 水研究中心，稱為”安茹研究中心”(Anjou Recherche)，位在法國巴黎郊外之 Maisons-Laffitte，於 1982 年成立，現有 215 個研究人員，是 VE 最大的研發中心，分為 3 個部門-飲用水及薄膜、廢水處理、工業用水，另有分析技術協助人員協助 3 個部門。飲用水及薄膜部門分為薄膜、飲用水淨水技術、消毒及管網系統等 3 個小組；廢水處理部門分為生物處理、微生物專家、氣體處理及臭味控制 3 個小組；工業用水部門分為物化程序、化學技術、水力模式及高級程序控制 3 個小組。

位於莫納河之 Annet-Sur-Marne 模型場試驗基地 (Testing hall)⁽⁵⁾，是 VE 研發具競爭力之高效率淨水處理技術所在，於 2007 年設置在 Annet-sur-Marne 淨水場(平均產水

量 105,000m³/day) 旁，佔地 1000m²，如圖 3 所示。此基地整合了數個研究計畫的 20 項模型場設備，均集中於此處進行研究，基於業務機密考量，該基地之研究設備一律謝絕攝影照相。目前研究議題：

- 1.提升水中有機物之去除效率，以維護管網中良好而穩定水質。
- 2.奈米過濾及低壓逆滲透程序最佳化，此類薄膜程序的孔徑約為 UF (ultrafiltration) 的 1/10，進行研究目的在降低奈米過濾技術的耗能，防止阻塞及提昇水質。
- 3.研發商業化混類 (hybrid) 處理程序，結合傳統處理及薄膜成為 Opaline™，此程序結合樹脂或活性碳吸附與 UF 薄膜(孔徑 0.01 μm)，可用於處理高有機物含量水質。
- 4.比較薄膜程序及傳統淨水處理程序效能。

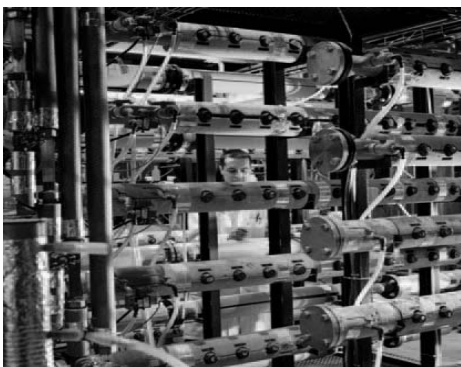


圖 3 威立雅環境(Veolia Environment)之 Annet-sur-Marne 模型場試驗基地及內部概況

(三)VE 之 R&I 預算⁽⁴⁾

由於 VE 認到研究與創新攸關該集團未來的生存發展，所以 2010 年 R&I 預算持續穩定增加達 1.6 億歐元（約佔營收 0.5%），研究與創新領域包括水、能源、廢棄物管理、交通、環境分析、健康風險及環境等。而為有效運用研發資源，其研究人員運用先進之技術工具及方法，包括模式建立、數值模擬、善用後勤支援及各種操作性研究。測試研究設備包括模型場、現場模組單元，並配合現場操作人員需求進行，VE 並擁有強大之環境分析實驗室（Environmental Analysis Center），可支援研究工作之進行。

VE 特別強調模型場研究之重要性，尤其運用在工業上務須於實場進行研究，以期將實驗室所開發之技術順利轉化應用，於世界各國（德國、英國、美國、澳洲）建立研究網路，進行超過 100 項研究計畫，主要由 5 個研究中心及 200 個各國著名的研究單位進行。其 R&I 過程大致需經可行性評估研究、初始實驗室規模研究、模型場研究、現場模型場研究、小規模工業應用、全規模實場應用，如圖 4 所示，VE 集團開發污泥熱水解氧化技術（Athos™）過程，從 1993 年開始可行性技術研究，歷經 8 年至 2001 始進行第一個工業級實場應用，2007 年始進行始進行商業運轉。

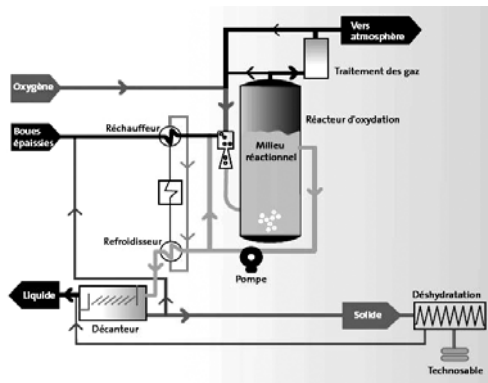
(四)威立雅環境(Veolia Environment)－威立

雅水解決方案技術指導處 DT (Direction Technique)⁽⁶⁾

VW 旗下之威立雅水解決方案及技術公司（Veolia Water Solution and Technologies, 簡稱 VWs）設立技術指導處 (Direction

Technique, DT) 具有各項專業技術領域的人員，負責整個集團的技術評估，集團內擬採用的技術必須透過此單位人員進行評估後，才予採用。主要分為市政組（Municipal Division）及工業組（Industrial Division）兩大組，另外有一小組人員協助技術方法及報告（Methods and Reporting）及健康風險/水資源品質（Health Risks/Water Resource Quality）。除此外，尚有市場調查 (Industrial Market Department) 處，與技術指導處互動密切，可協助技術人員瞭解市場需求趨勢。技術指導處主要任務如下：

1. 對操作部門提供技術支援（Technical support for operational entities）。
2. 對於設計-建造、設計-建造-操作或操作維護工程計畫進行驗證（Validation of DB, DBO or O&M projects）。
3. 對複雜之工程計畫提供技術支援（Expertise for complex projects）。
4. 對於基本設計、尺寸及程序進行驗證（Validation of basic design, sizing and process）。
5. 對工程試車提供技術支援（Support for contract start-up）。
6. 專案技術執行、試車、操作經驗累積回饋（Return on Experience: execution, commissioning, operation）。
7. 發展研究之持續跟催（Follow-up of development studies）。
8. 新技術產品及工具之工業化應用（Industrialization of new products and tools）。
9. 技術規則之研定（Technical rules, state of art）。



Athos™技術示意



Athos™實驗室研究設備



Athos™模型場研究設備



Athos™小型工業實場設備

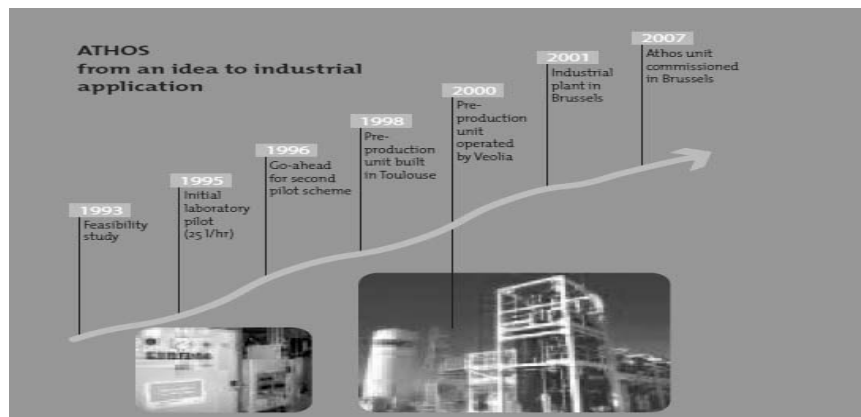


圖 4 威立雅環境(Veolia Environment)之污泥熱水解氧化技術 (Athos™) 研發歷程

- 10. 標準化之技術支援 (Standardization support)。
- 11. 科學觀察及競爭情報收集 (Scientific watch and competition intelligence)。

三、法國燃氣蘇伊士 (GDF SUEZ)

之水務研發概況

(一)法國燃氣蘇伊士 (GDF SUEZ) 簡介⁽⁷⁾

蘇伊士環境(Suez Environment, 簡稱 SE) 是全球最大的水務集團公司之一，創設於 1958 年，最早係 Ferdinandde Lesseps 為建設

和經營蘇伊士運河，而成立蘇伊士運河公司，業務遍及 130 多個國家。2000 年蘇伊士-里昂水務 (Suez Lyonnaise des Eaux) 更名為蘇伊士環境 (SuezEnvironment)。2008 年 7 月，與法國燃氣(Gaz de France，簡稱 GDF) 正式宣佈合併，世界級能源巨頭—法國燃氣蘇伊士 (GDF Suez) 正式誕生，營業範圍涵蓋歐洲及國際能源、法國能源、環境、能源服務、全球天然氣及液化天然氣、基礎設施等六大業務，2011 年富比士(Forbes)全球 2000 大企業調查⁽²⁾，排名為第 29 名，2010 年總營收為 845 億歐元，盈利約 46 億歐元，2010 年全球員工有 218,350 人，分佈約 70 國，GDF Suez 是一個國際化的工業和服務集團，致力於可持續發展，在能源和環境領域為企業、政府和個人提供嶄新的解決方案。依據 2010 年各業務部門營收情形 (如圖 5 所示)，可知蘇伊士環境 (Suez Environment) 是 GDF Suez 集團重要成員，占年營收之 16.4%，營業額 2010 年為 139 億歐元，目前為全球排名第二之環境服務公司，2010 年蘇伊士環境在全球員工人數高達 79,554 人，主要提供全球

五大洲七十餘國之市鎮及工業界與水及環境有關的全方位服務。

(二)SE「水及環境國際研究中心」簡介⁽⁸⁾

「水及環境國際研究中心」(International Research Center on Water and the Environment, 簡稱 CIRSEE) 是 SE 之主要專家中心，置有超過 120 個研究人員，提供集團各單位營運所需之技術支援、研究發展及知識管理，可說是該集團之智慧中樞，並建置全球性的科學暨技術網路 (如圖 6 所示)，全球聘用 400 位研究、專家及技術人員，設置 200 多個水和污水分析實驗室及 10 處研究實驗基地 (如圖 7 所示)，配備先進分析儀器及實驗設備，並與超過 120 個科學、技術及工業機構建立合作夥伴聯盟，每年執行超過 60 個以上研究發展計畫及在全球進行超過 7000 個/工作天之技術協助任務，為民生、市政及工業用戶提供服務，其研究涵蓋了飲用水處理、廢水回用與環境、健康及分析以及工業資訊系統 (含耗能診斷管理系統) 等多個領域，每年發表研究成果 100 餘篇，接待參訪超過 1000 名來自大學研究機構、客戶代表等國際人士。

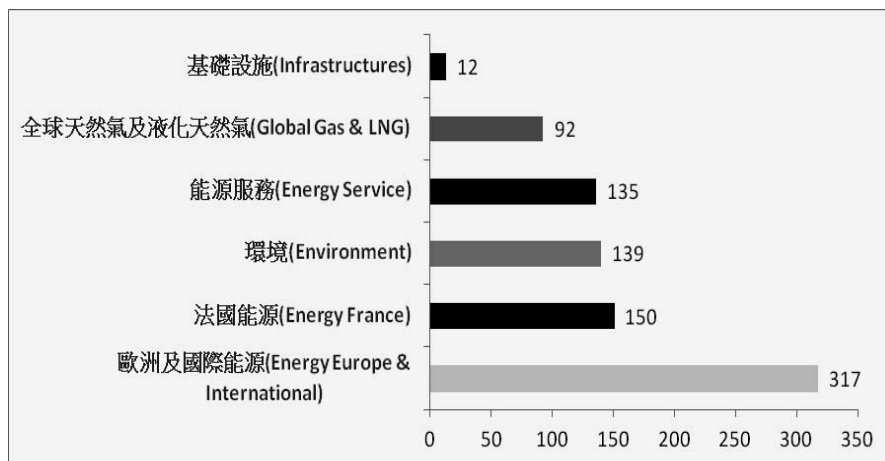


圖 5 法國燃氣蘇伊士 (GDF SUEZ) 2010 年主要業務營收概況⁽⁷⁾

CIRSEE 發源於 1934 年由里昂水務 (Lyonnaise des Eaux) 於法國 Le Pecq 所成立之「水控制及分析實驗室」(Water Control and Analysis Laboratory)，於 1970 年逐漸轉變為研究部門，研究重點在飲用水、臭氧及活性碳在水處理之應用，逐步旁及於廢水處理，1981 年始成立 CIRSEE，里昂水務之研究發展活動積極展開，並開始發展薄膜過濾技術之應用及其優化技術，除此之外，CIRSEE 的專業人員也參與蘇伊士環境在法國及世界各地的發展活動。2002 年，CIRSEE 新建完成新研究大樓，占地約 1000m²，歡迎各國研究人員針對水（從原水到配水）及去污染（工業及都市污水處理、臭味管理及環境衝擊）議題前往研討。

(三)SE 之研發預算⁽⁸⁾

2010 年 SE 投資於研究與創新預算達

7300 萬歐元，包括資產及資源保護管理（含固體廢棄物管理；收集及處理、分類、資源回收等）（28%），飲用水生產、供應及健康（含水及廢水營運業務所需之工程技術）（25%），環境惡臭物質削減（14%），洪水管理（含廢水及工業用水收集、處理及再利用）（14%），廢水污泥處理及再利用（10%），水計量（5%），能源管理（4%）等。

CIRSEE 之業務活動對蘇伊士環境之貢獻主要在三部份服務：

1. 管理及技術支援：對業務部門及其客戶提供一般管理及技術協助、訓練及專業工具，以協助導引、最佳化及管理，約佔 40% 業務量，例如運用計算流體力學模式（Computational Fluid Dynamics, CFD）為客戶量身訂製虛擬廠服務（Virtual Plant® Service）。

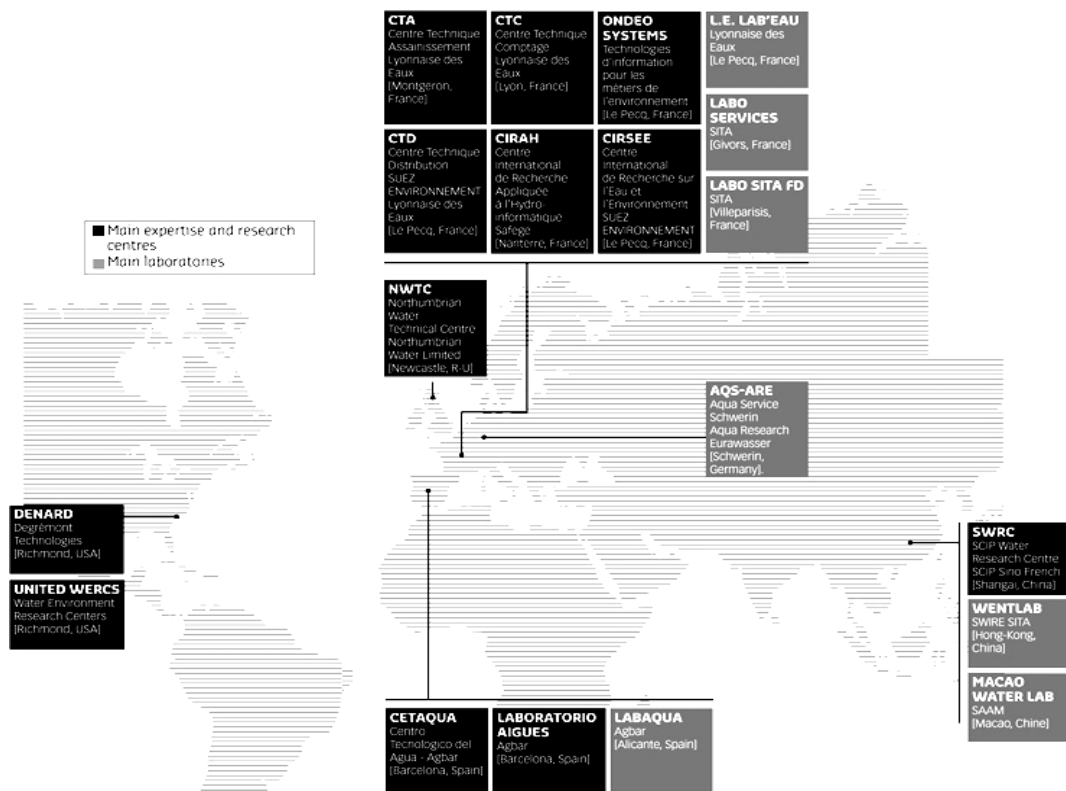


圖 6 蘇伊士環境 (Suez Environment) CIRSEE 2010 年全球性科學暨技術網路

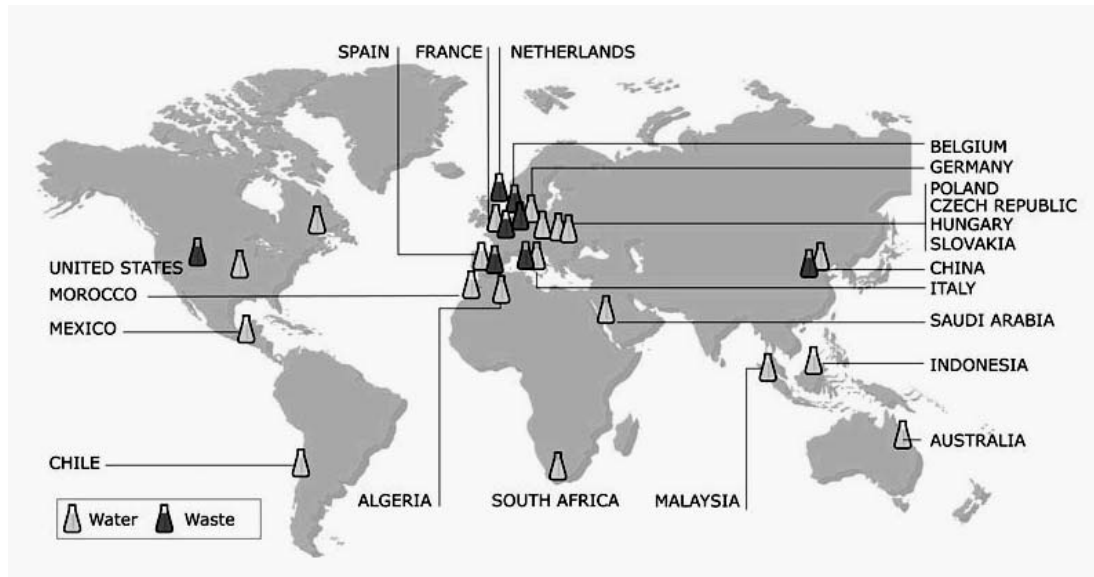


圖 7 蘇伊士環境 (Suez Environment) CIRSEE 全球分佈 200 多個水和污水分析實驗室

2. 研究及發展：支援從新創意到落實執行之研發創新業務，約佔 40% 業務量。
3. 知識管理：分享及傳遞最佳技術實務，約佔 20% 業務量。

CIRSEE 之重要研發產品：

1. 處理技術：Aquasource 超濾 (Ultrafiltration) 技術－Cristal®、自然過濾之廢水技術－Rhizopur®、污泥減量技術－Biolysis®、自動控制系統－Cariboue®、Ogar®、Mogador®、Emeraude、Saphir。
2. 技術方法：農藥分析、微量有機物、重金屬、細菌、病毒、廢水消毒指南、最佳實務作業、操作及管理指南。
3. 服務：模式、虛擬廠－Virtual Plant®、廢水類型學 (Wastewater typology)、廢水再用、飲用水的臭與味控制、退伍軍人菌 (Legionellas) 之風險管理、水資源管理、臭味污染管理。

CIRSEE 重要研發課題包括：

1. 對抗氣候變遷
- (1) 漏水檢測－AVERTIR 技術：這是一種永久性管網漏水檢測技術，配備聲音紀錄器

及 GSM/SMS 傳輸器，可進行區域性檢漏，自 2006 年起開始於法國 15 個市鎮試辦，可於 3 天內找到漏水點，較以往需時數月縮短，法國 Dijon 市試辦結果，可將漏水率降至 19% (目前是 15%)，年節省 100 萬立方公尺水量。

- (2) 漏水檢測－追蹤氣技術：因聲音檢測技術容易受到土壤、管材不同及低水壓因素干擾聲音傳播，致影響檢漏精確度，故而發展追蹤氣技術，將氣體 (例如氮氣或氫/氬混合氣) 施壓注入管網，然後以分光計 (Spectrometer) 檢測該氣體來發現漏水點，目前該技術在法國(Digne-les-Bains) 及其他國家(例如印尼雅加達)試辦。以蘇伊士環境在印尼的子公司 Palyja 為例，其供水區漏水率高達 15%，因此要求 CIRSEE 協助以氮氣檢漏技術協助，於初期 9 個月內檢測 1,000 公里管線 發現 800 處漏水點，節省約 300 萬立方公尺水量。
- (3) 水再用技術：與蘇伊士環境旗下之 Degremont 公司合作開發包括 UV、RO 及其他薄膜過濾技術。目前再生水係供非飲

用之農業灌溉、清洗街道、庭園及綠地澆灌，由於水再生技術提升，所以逐漸將再生水應用於歐洲高附加價值之農作。

(4)Virtual Plant®：這主要是研發用於飲用水及廢水處理程序之技術協助模式，運用計算流體動力方法（Computational Fluid Dynamics, CFD），提供處理程序內水力及物理－化學現象（包括質傳、化學動力、固液分離等）之計算及 3D 圖像顯示。可用於現有處理場最佳化、投資及操作成本最佳化、提升技術效能，最終則用於協助改善設計。

2.提供高品質飲用水及服務

(1)新興致病微生物：以分子生物程序，例如聚合連鎖反應（Polymerase chain reaction, PCR）及即時聚合連鎖反應（Real time PCR, RT-PCR），研發新分析技術，如液相層析串聯式質譜儀（Liquid chromatography with tandem mass spectral detection, LCMSMS）及分子生物（DNA 或 RNA），這些方法可於幾小時內檢測病毒、細菌及孢子暨其活性，以了解其威脅性，可用於許多新興致病微生物如隱孢子蟲（Cryptosporidium parvum）、比氏腸細胞內原蟲（Enterocytozoon bienersi）及退伍軍人症菌（Legionella）等之檢測。特別在危機處理時或用於加強檢測，以提升水質安全。

(2)供水管網資產管理：包括 AVIZ'EAU（管網用水即時監測無線傳輸系統，目前在法國 10 個市鎮試辦）、化學類管材－聚乙烯管可靠性計畫（因應歐盟對飲用水中鉛含量限值 $10 \mu\text{g/L}$ 要求，法國境內預定 2013 年完成汰舊換新）、PREVOIR 系統（管網

資產品質決策分析系統，供管線汰舊換新決策分析之用）、SCANNER 系統（管網資產品質診斷系統，運用磁場傳播原理，以非入侵方式掃瞄診斷金屬管線品質狀況，可預測管線破裂地點，目前在法國 15 個市鎮試辦）。

(3)薄膜微膠凝系統：此系統包括四項專利，係注入僅為目前薄膜操作時，1/30-1/80 之凝劑加藥量，可於薄膜表面形成保護層，防止阻塞且易於反沖洗去除，並可提升 20 to 60% 薄膜處理效能，可用於各種水質之薄膜處理，其膜處理表面之微膠凝泥餅概況。

(4)微風險（Microrisk）計畫：這是因應歐盟將於 2013 年推動新飲用水法規架構，包括小系統在內之所有供水業者，均需具備能監測供水系統中飲用水水質變動狀況之能力，以因地制宜研訂因應對策，因此需加強建立各種流行病學數據以評估風險。

(5)臭與味分析技術：用於分析飲用水中存在臭與味物質之專門技術，包括嗅覺層次分析、微量物質分析（GC-Sniff/MS）、臭味物質診斷及預測模式系統、淨水處理模擬改善建議。

3.環境保護技術

(1)AMPERES：係深入探討研究水體中微量污染物（農藥、醫療藥品、碳氫化合物、重金屬等）監測及去除技術。

(2)C3A®：廢水處理之感測器、控制及監測技術。

(3)CMRs：對於致癌性、致突變及毒害生殖系統物質之分析技術工具。

(4)海岸線保護（Coastline protection）：利用分子生物技術，迅速針對海岸線開放遊憩

前、中、後水體進行檢測，以確保民眾戲水健康。

- (5)退伍軍人症菌 (Legionella)：檢測及控制退伍軍人症菌之衛生風險、風險管理，並協助防範恐怖攻擊。
- (6)硝酸鹽轉向技術 (Nitrate-Shunt Method)：應用於廢水處理之氮去除技術，使用專利之 Cyclor® SBR 技術，以批次操作使硝化作用僅至亞硝酸鹽階段，可節省 20%曝氣能量、40%碳源補充量及 30%污泥量。
- (7)臭味管理技術 (NOSE)：應用於各項環境處理設施（如焚化爐、污水廠、垃圾場、堆肥場等）之臭味監測、去除及管理。
- (8)退伍軍人症菌控制計畫 (PERLE)：由於 2003 年法國發生 1527 件退伍軍人症案例，其中 11%導致致命，因此法國自 2004 年起啟動環境健康計畫，CIRSSE 參與其中，以分子生物技術加強退伍軍人症菌檢測、流佈及控制。
- (9)永久性排水網路診斷系統 (Permanent drainage network diagnostic tool)：運用專利之 DIAGRAP®建立管網基本資料，結合 CCTV 進行排水網路診斷，以決定是否進行汰舊換新。
- (10)污染緊急技術支援 (Pollution Emergency Callout)：應用於污染或災害事件之危機處理，包括污染源診斷、飲用水備援處理設備、包裝水緊急供應設備等。
- (11)波塞頓 (POSEIDON) 計畫：針對微量存在於水體之新興污染物（個人衛生用藥、清潔劑、抗生素、農藥等）進行去除技術評估，以維護用戶飲用水安全及提升水再利用品質。

(12)Rhizopur 技術：主要應用於小系統之污水完整淨化處理，內含植入之生物分解菌，以去除碳、氮污染物及水質過濾系統。

(13)洪水管理 (Stormwater management)：開發洪水預測模式，以對洪水進行有效管理及控制。

CIRSEE 未來研發方向，包括：衛生及環境風險之預估及控制、如何滿足客戶之需求、降低環境風險、污泥管理、降低成本及能源使用效率、資產管理（處理廠及管網）。

四、結論

探討威立雅環境 (Veolia Environment) 及蘇伊士環境 (Suez Environment) 之水務技術研發與運用實務，可供國內參考者臚列如次：

- (一)研究及創新攸關水務產業未來之生存發展，也是重要核心競爭力之所在，其所需預算約佔年營收之 0.5%，研發人力約佔全體員工之 0.3~0.5%。
- (二)為有效運用研發資源及因應研究實務之因地制宜，國內水務業界可與國內、外聲譽斐著之大學或研究機構成立策略聯盟，以交流技術創新經驗。
- (三)水務技術研發強調模型場研究之重要性，尤其運用在工業上，務須於實場進行研究，以期將實驗室所開發之技術順利轉化應用，其研發過程大致需經可行性評估、初始實驗室規模、模型場、現場模型場、小規模工業應用、全規模實場應用等階段，以確認其技術之實用性，從技術研究至第一個自用實場應用約需 3-5 年，對外商業技術輸出約需 8-10

年。

五、建議

為提高國內水務業對於水問題之解決能力，可參考 VWs 之經驗，增設技術指導處，以網羅各項水專業技術人員，專責進行實務技術評估及協助企業各部門解決新興且複雜之水技術問題。

誌謝

本研究須感謝經濟部國際合作處於 2008 年的經費補助，另感謝法商迪格蒙特股份有限公司專案營運經理傅郁蓉小姐、Degremont 公司亞洲區市場行銷處長 Mr. Jean Marc Langard、威立雅水解決方案技術公司 (Veolia Water Solutions & Technologies, VWS) 總部國際關係處處長 Mr. Jean-Luc Willems 及台灣區總經理羅經生先生之協助安排行程，使參訪之行圓滿順利。

參考文獻

1. Daniel Wild, Marc-Olivier Buffle and Junwei Hafner-Cai(2010), "Water: a market of the future-Global trends open up new investment opportunities", Sustainability Asset Management (SAM) Study, Zurich, Dec. 2010., http://www.sam-group.com/images/2010_Water_study_e_tcm794-263789.pdf
2. The Global 2000 (2011), <http://www.forbes.com/2011/04/20/biggest-world-business-global-2000-11-intro.html>。
3. Veolia Environment(2010), 2010 Annual Results, <http://www.finance.veolia.com/docs/2010annualresults.pdf>。
4. Veolia Environment(2010), Research & Innovation Report, 2010,

<http://www.veolia.com/veolia/ressources/files/2/3057,research-innovation-rapport-2010.pdf>

5. The Annet-sur-Marne site, <http://www.water-treatment-annet.veoliaenvironnement.com/>
6. 李丁來(2009), 經濟部九十七年度台法技術合作人員訓練計畫－「現代化水務運營中心建置及產水技術研發運用」, 行政院及所屬各機關出國報告, http://open.nat.gov.tw/OpenFront/report_detail.aspx?sysId=C09704252
7. 2010 Activities Report, GDF SUEZ (2010), <http://www.gdfsuez.com/en/group/profile/profile/>
8. International Research Center on Water and the Environment, CIRSEE, <http://www.cirsee.fr/en/homepage/>
9. 周珊珊、李丁來(2010), "國際永續水資源利用與管理現況－新加坡、以色列與澳洲經驗之介紹", 永續產業發展雙月刊No.50 Jun. 2010.頁 11-20。 <http://www.ema.org.tw/monthlymgz/pdf/50/p10-p20.pdf>

作者簡介

李丁來先生

現職：台灣自來水股份有限公司供水處副處長

專長：自來水工程設施規設、供水營運管理、淨水處理

陳郁仁先生

現職：台灣自來水股份有限公司供水處工程員

專長：自來水設施操作與管理、供水緊急應變、淨水處理

唐俊成先生

現職：台灣自來水股份有限公司供水處工程師

專長：自來水設施操作及產水管理、淨水處理

中華民國自來水協會 第 17 屆理監事會第 5 次聯席會暨 第 17 屆第 2 次會員代表大會預備會 會議紀錄

時 間：民國 100 年 11 月 16 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：陳理事長福田

出席理事：陳福田 黃敏恭 胡南澤 李公哲 王桑貴 籃炳樟 賴文正
林 岳 謝啟男 王炳鑫 施澍育 吳振欽 蔡茂麟 高文浩
張明欽 謝堯煌 陳曼莉 林連茂 吳美惠 吳陽龍 陳錦祥
黃志彬 王文龍 陳瑞忠 陳宏濤

出席監事：李錦地 賴永森 張順莉 周盛華 康世芳 呂崇德

請假理事：郭瑞華 駱尚廉 葉宣顯 孫新惠 王池田

請假監事：廖宗盛 林建財 楊豐榮

缺席理事：蘇金龍

列席人員：許培中 蔡麗嫻 李美娥 管惠嬋 謝雅婷 孫瑞嬪 施麗薰

記 錄：施麗薰

一、主席致詞：各位理、監事大家好！

第 44 屆自來水節慶祝大會暨本會第 17 屆第 2 次會員代表大會將於明日上午 9 時假中國石油公司國光會議廳(台北市松仁路 3 號)舉行，大會各項籌備工作，在吳主任委員陽龍精心規劃，王副主任委員桑貴、陳副主任委員曼莉和籌委會各委員盡心督導，以及各工作小組人員熱心積極辦理下，各項籌備工作均已準備完成，本屆大會定可如期順利圓滿舉辦，在此對大會籌備委員會全體成員及各工作小組人員之辛勞籌備，表達至誠感謝之意，並希望各位理、監事明天踴躍到場共襄盛會。

除了水協一年一聚的自家人年度盛會，也非常感謝各位理、監事的認真參與、用心鞭策，讓本會的國際知名度不斷提昇，並且在多項國際水界會議中都有耀眼的成果。上個月我們就先後參加了日本東京亞太會議，以及在新潟舉行的「第 7 屆台、美、日自來水設施耐震對策研討會」，且因本會多位理事在日本 311 震災後主動捐款援助，日本水道協會也特別於這次東京亞太會議後，頒發感謝獎牌向本會致意，非常謝謝他們。

本會自創會迄今，承蒙各位理、監事的鼎力支持，使協會各項業務得以順利推展，未來在大家的協助、耕耘下，更期許本會能在穩定中不斷茁壯。謝謝！請祕書長報告。

二、報告事項：

(一)秘長書綜合報告：詳如議程書面資料（略）

結論：洽悉。

(二)各種委員會報告：

編譯出版委員會：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：洽悉。

三、討論事項：第 17 屆第 2 次會員代表大會預備會議提案：

(一)案由：請審查本會第 17 屆第 2 次會員代表大會提案（案由、說明及辦法）請參閱第 17 屆第 2 次會員代表大會手冊提案，共計三案（各案內容自第 48 頁至 75 頁）。

1.為提報本會 99 年度歲入、歲出決算書，敬請追認通過。

審查意見：擬照辦法提請大會討論追認通過後，陳報內政部核備。

2.為提報本會 101 年度事業計畫（工作綱要）草案，敬請討論。

審查意見：擬照辦法提請大會討論通過後，陳報內政部核備實施。

3.為提報本會 101 年度歲入、歲出預算草案，敬請討論。

審查意見：擬照辦法提請大會討論通過後，陳報內政部核備實施。

(二)案由：請推定本會第 17 屆第 2 次會員代表大會暨第 44 屆自來水節慶祝大會各項表彰人員頒獎人及理、監事會工作報告、大會提案討論、臨時動議主持人、報告人：

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：陳理事長福田

報告人：賴常務監事永森

3.提案討論及臨時動議主持人：陳理事長福田

(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：

1.一級主管表彰案頒獎人：陳理事長福田

A.學術研究獎：李公哲常務理事--中華民國自來水協會諮議委員會（國立臺灣大學）。

B.營運管理獎：陳曼莉副處長--臺北自來水事業處。

C.工程技術獎：籃炳樟副總經理--台灣自來水股份有限公司。

2.基層工作人員表彰案

A.營運獎頒獎人：吳理事振欽

鄭永得工程員--台灣自來水股份有限公司。

陳慧美科員--臺北自來水事業處。

B.工程技術類頒獎人：胡常務理事南澤

詹其田工程員兼股長--台灣自來水公司第四區管理處。

施游金技術士--台灣自來水股份有限公司第二區管理處。

許敏能股長--北自來水事業處技術科。

張凱評副工程司--臺北自來水事業處工程總隊。

3.服務年資悠久會員表彰案

積滿 45 年者頒獎人：黃常務理事敏恭。

積滿 40 年者頒獎人：吳主任委員陽龍。

積滿 30 年者頒獎人：王常務理事桑貴。

積滿 20 年者頒獎人：李常務理事公哲。

4.績優信譽卓著廠商推薦表彰案頒獎人：台水公司阮董事長剛猛

偉盟工業股份有限公司--臺北自來水事業處推薦。

飛龍水電股份有限公司--臺北自來水事業處推薦。

明欣營造有限公司--台灣自來水公司推薦。

5.「自來水協會會刊論文獎」頒獎人：李監事會召集人錦地

A.「優養化原水有機物在預臭氧程序中變動之研究」得獎作者：黃文鑑、陳日昇

B.「關鍵績效指標之理論與實務--台水績效管理制度之應用」得獎作者：陳福田

四、臨時提案：

第 1 案 類別 會務 提案人：理事長 陳福田

案由：有關許秘書長培中簽請辭職案，因本會業務需要，提請延長其任期一年，請各位
理、監事鼓掌通過。

決議：通過。

五、散會：下午 5 時 20 分

中華民國自來水協會 第 44 屆自來水節慶祝大會暨 第 17 屆第 2 次會員代表大會 會議紀錄

時間：100 年 11 月 17 日（星期四）上午 9 時

地點：中油公司國光會議廳（臺北市信義區松仁路 3 號）

出席人員：應出席人會員代表 320 人，出席會員代表 178 人（內含團體會員代表 15 人）。
個人會員參加自來水節大會 432 人。

貴賓：行政院研考會黃副主任委員敏恭、經濟部水利署楊署長偉甫、經濟部水利署楊副署長豐榮、台灣自來水股份有限公司阮董事長剛猛、臺北市議會周副議長伯雅、王議員正德、厲耿議員桂芳、吳議員世正、郭議員昭嚴、中華民國自來水協會監事會召集人李錦地

主席：陳理事長福田

記 錄：傅中平

議 程：

壹、中華民國自來水協會第 44 屆自來水節慶祝大會典禮

一、典禮開始

二、恭讀總統、行政院院長賀電文

(一)總統賀電文

「中華民國自來水協會陳理事長福田、大會籌備會吳主任委員陽龍暨全體與會人士公鑒：欣悉 貴會訂於本（100）年 11 月 17 日舉行『中華民國第 44 屆自來水節慶祝大會暨第 17 屆第 2 次會員代表大會』特電致賀。至盼廣續匯聚智慧經驗，精進科技創新研發，強化水源開發維護，提升衛生安全品質，落實省水節能行動，共同為水資源之有效管理與永續利用貢獻心力。敬祝大會圓滿順利，諸位健康如意。」

(二)行政院院長賀電文

「中華民國自來水協會陳理事長福田暨全體會員大鑒：欣悉 貴會將於 100 年 11 月 17 日舉辦『第 44 屆自來水節慶祝大會暨中華民國自來水協會第 17 屆第 2 次會員代表大會』活動，際此盛會，各界賢達與佳賓鼎聚，特電申賀。並祝 活動順利成功！與會諸君健康快樂！」

三、主席致詞：（陳理事長福田致詞）

水利署楊署長、捷運公司蔡董事長、主辦單位吳處長、郭市議員昭嚴、各位常務理監事、各位會員代表、各位自來水先進，大家早！大家好！

今天是我們自來水界之年度盛會，除了慶祝第 44 屆自來水節，也是我們第 17 屆第 2 次會員代表大會。首先，本人謹代表自來水協會，感謝各位貴賓遠道而來，共襄盛舉；其次，對各位自來水事業伙伴勞心勞力，提供「質優、量足、服務好」之自來水，表達崇高之敬意。

過去這一年，國際間天災人禍頻傳，像日本 311 東北大地震、密西西比河水災、古巴乾旱、泰國水災，皆引發缺水或水污染相關之社會議題。身為自來水從業人員的我們，油然而生一份使命感，期盼在未來的日子裡繼續做個乘風破浪的領航員，讓「安心飲水」成為民眾不虞匱乏的生活寫照。

提到日本 311 大地震，想必大家記憶猶新。記得，當時水協會在產業界的 5 位理事，都立刻發揮「人溺己溺」的精神，慷慨解囊。台灣與日本之自來水界，素來交流頻繁。前年，日本派了 169 位自來水界的國際友人參加 ASPIRE 會議，所以今年 10 月 2 日在東京舉辦之亞太會議，水協會也特別邀請約 180 位產、官、學界人士參與盛會，與東京水道局、日本水道協會、東京水道服務社更進一步密切交流，並很榮幸與日本前首相森喜朗先生合影留念。值得一提的是，日本方面感懷我們於 311 時熱心賑災，特別頒發感謝狀向本會致謝。

各位都知道，自來水協會歷史悠久，會員人數眾多。在過去，屢獲內政部頒獎，在未來，除了期勉參與更多國際性交流活動，繼續把台灣自來水產業的成果展示於國際舞台，亦盼望、拜託產、官、學各界繼續提出寶貴之研究計畫，讓自來水技術向下紮根、向上發展。

宋代大儒張載指稱，「為天地立心、為生民立命、為往聖繼絕學、為萬世開太平」係聖人之四大志業。自來水從業人員為水辛苦為水忙，提供「質優、量足」之自來水，即是「為生民立命」之大事業。我們堅信：「自來水事業不僅是我們一時之職業，更是我們一生之志業」。讓我們一起努力，以自來水核心技術能力為經，以前瞻的經營管理為緯，羅織無限價值，共同開創新時代高績效的自來水經營新風貌，讓中華民國自來水協會金字招牌於歷史長河中光輝燦爛。

最後，除感謝台北自來水事業處同仁不辭辛勞籌備本次大會活動，亦敬祝大家健康快樂，萬事如意。

四、籌備會主任委員臺北自來水事業處處長吳主任委員陽龍致詞：

陳理事長福田、水利署楊署長、捷運公司蔡董事長、臺北市議員郭議員昭嚴、各位與會貴賓、各位自來水同業，大家早！大家好！在此，首先代表郝市長向各位致誠摯的謝意，歡迎到臺北市來開大會，希望各位在大會期間能夠多留幾天，在臺北好好的玩一玩，感受臺北這幾年的進步和美好，同時，他也敬祝大會能圓滿成功。

我現在以臺北自來水事業處處長的身分來歡迎各位。首先，謝謝陳理事長，給臺北自來水事業處這個機會，來籌辦民國 100 年第 44 屆自來水節大會，希望我們的用心和努力，能夠讓你們留下美好的印象。最後祝福大家健康快樂！萬事如意！

五、貴賓致詞：

(一)經濟部水利署楊署長偉甫

自來水協會陳理事長、臺北自來水事業處吳處長、郭議員、蔡董事長、各位自來水界的先進、各位貴賓，大家早安！大家好！

首先，代表經濟部施部長向自來水協會各位先進、各位貴賓，表達祝賀之意。本來今天早上施部長要參加年會的慶祝大會，因為另有要公，特別要我向各位致意。我非常感謝自來水協會的各位先進，在最近一段日子以來，對國內的自來水事業發展、規劃，甚至包括教育訓練、員工指導等等，都提供非常多且寶貴的建議。

我們都了解，自來水協會在國內的水利相關協會裡面，算是一個非常活潑且對政府的施政提供非常多寶貴意見的協會。今天看到大會的開幕典禮，這麼多的先進，在這麼早的時間準時到會場一起來共襄盛舉，就可以看得出來，這個協會每一位會員對我們協會的貢獻，對國家社會的貢獻。所以，在這裡特別對各位表達謝意。

台灣自來水公司、臺北自來水事業處，以及國內自來水事業的先進，在最近這一段日子以來，對國家面臨重大的氣候天然災害過程當中，面臨到我們水資源供應不穩定的階段，都提供我們很多協助，安定我們的經濟發展，在促進我們人民生活福祉的努力上面，我們大家都有目共睹。剛才陳理事長特別提到在國外最近也發生了很多相關的事件，都影響到了世界各地、各個國家人民之自來水供應的穩定。但是反觀我們國內，在最近幾年我們發生了很多的天然災害，可是我們在供水的穩定上面，由於各位的協助，使政府機關、2 大事業單位，以及離島 2 個供水事業單位，都能夠讓人民在用水上面獲得充分的保障。所以，在這裡我們也可以看得出來，我們臺灣的自來水事業，事實上，在世界所有先進國家裡面，是名列前茅的。

在這裡也代表我們水利署的所有同仁，向各位表達謝意。因為水利署目前身負重任，在現在氣候變化非常明顯的狀況之下，我們今天在這裡慶祝協會的週年紀念日，但是我們也不要忘了，在現在的環境之下，我們隨時都可能面臨水資源供應不穩定的情況。最近 2、3 天我們看到台灣地區下了不少的雨量，這也是我們今年一直到現在為止風調雨順，可是也面臨到逐漸有缺水危機的時候，所帶來的及時雨。所以，在這個時候，我們每一位自來水事業的同仁、每一位水利工作同仁，我們都是戰戰兢兢在面對這氣候變遷、非常急遽變化之下，供水穩定的工作。

感謝大家的合作，今天我們能夠暫時平安的度過好的一年。但是在未來的日子，我們還有很多的挑戰要去面對，我們也期待各位先進給我們協助，大家一起合作，讓我們台灣地區的自來水事業，讓我們臺灣的自來水供應能夠得到保障、能夠確保無虞。祝福今天的大會能夠圓滿成功！各位先進身體健康！萬事如意！謝謝大家，謝謝。

(二)台灣自來水股份有限公司阮董事長剛猛

大會主席陳理事長、籌備會主任委員吳處長、各位貴賓、各位自來水先進夥伴們，大家早安！大家好！

欣逢第 44 屆自來水節慶祝大會，剛猛能夠應邀參加盛會，感到無比高興，也分享各位先進的喜悅。首先，我要特別感謝我們自來水業界相關的從業人員以及學者專家，大家多年來的辛苦與努力，讓國人得以有優質及穩定的自來水可用，古詩云：「鋤禾日當午，汗滴禾下土，誰知盤中飧，粒粒皆辛苦」，我們滴滴自來水也是辛苦而來，我們都知道自來水非「天上掉下來，打開水龍頭就來」，須排除萬難找水源、且需尋地蓄水、再經專業技術取水、導水、淨水、配水等繁複過程，皆係我們自來水從業人員齊心協力合作、不畏辛勞流汗之成果，除水利署、北水處及台水公司的工作人員，當然也包括自來水技術研發的專家學者，自來水工程、管線、水量計等承商及工作人員。所以我們自來水從業人員以及相關的業界、學者專家，可以說是勞苦功高，大家盡心盡力，提供這麼好的水質給我們國人百姓來安心、放心使用。我在此對夥伴們表示崇高的敬意與謝意。

另一方面，我們要感謝上蒼，這一年來真是風調雨順，國泰民安，這是國人的福氣。本人 4 月 26 日就任前，正處枯水期雨量不足，不得已實施限水措施—第一階段限水、第二階段限水，正當公司同仁正焦頭爛額擬啟動第三階段限水之時，就任後約一星期，天降甘霖，一連下了十幾天的雨，接著颱風從臺灣邊境擦身而過，老天實在幫忙，有水無災、有風無颱，這是我們國人的福氣，國運昌隆。當然，我們不能掉以輕心，因為颱風季節還沒全然過去，明年仍有缺水危機，所以，身處氣候變遷、旱澇不均日趨嚴重的大環境下，仍需戰戰兢兢、兢兢業業，隨時整備應變，包括水利署、台水、北水以及業界、學者專家，相信以我們的努力，以我們的智慧，以我們的技術，大家上下一條心，全力以赴，攜手克服難關，一起開創美好的未來。

今天慶祝大會，主要的目的就是表揚資深優良的從業服務人員，所以，得獎的勞苦功高之前輩先進，在此本人再次表示恭賀之意，恭喜你們，辛苦了。另一方面，也藉此大家能夠聚集在一起的機會，互相勉勵打氣，下一個議程是專題演講，大家將研究精華不吝與大家分享，透過此學術討論方式，彼此互相學習切磋，增進技術及提升技能，讓自來水品質更為卓越。希望大家未來賡續以關懷顧客、堅持品質，關懷社會、奉獻犧牲的精神，服務社會大眾，以此與各位互相共勉之。最後，敬祝大會圓滿、成功，亦祝福各位貴賓、先進身體健康、萬事如意、闔家平安、幸福美滿！謝謝大家！

六、頒獎：

(一)陳理事長頒發獎章、獎牌表彰對自來水事業發展在學術研究、工程技術或營運管理上具有特殊重大貢獻之（一級主管）：中華民國自來水協會李公哲常務理事、臺北自來水事業

處陳曼莉副處長、台灣自來水股份有限公司籃炳樟副總經理。

- (二)吳理事振欽頒發獎章、獎牌表彰對自來水事業工程技術或營運上有重大貢獻人員(基層工作人員):臺灣自來水股份有限公司鄭永得工程師、臺北自來水事業處陳慧美科員。
- (三)胡常務理事南澤頒發獎章、獎牌表彰對自來水事業工程技術或營運上有重大貢獻人員(基層工作人員):台灣自來水股份有限公司詹其田工程員兼股長、台灣自來水股份有限公司施游金技術士、臺北自來水事業處技術科許敏能股長、臺北自來水事業處工程總隊張凱評股長。
- (四)黃常務理事敏恭頒發獎章、獎牌表彰服務年資滿 45 年資深人員陳肇欽等 11 人,由陳肇欽、林春美、林文瑞等 3 位上台代表受獎並接受表揚。
- (五)吳主任委員陽龍頒發獎章、獎牌表彰服務年資滿 40 年資深人員張明翰等 40 人,由王旭東、李仍鎮、張明翰、曾永年、許溪正、林家宏等 6 位上台代表受獎並接受表揚。
- (六)王常務理事桑貴頒發獎章、獎牌表彰服務年資滿 30 年資深人員蔡玉貴等 210 人,由黃德洋、楊華堃、練鐵瞳、陳敏華、曾景堯等 5 位上台代表受獎並接受表揚。
- (七)李常務理事公哲頒發獎章、獎牌表彰服務年資滿 20 年資深人員曾素珍等 28 人,由曾純儀、林俊翰、李叔龍、曾坤慧等 4 位上台代表受獎並接受表揚。
- (八)臺灣自來水股份有限公司阮董事長剛猛頒發獎章、獎牌表彰對自來水事業發展具績優信譽卓著之廠商:臺北自來水事業處推薦偉盟工業股份有限公司、臺北自來水事業處推薦飛龍水電股份有限公司、台灣自來水股份有限公司推薦明欣營造有限公司。
- (九)監事會召集人李錦地頒發獎章、獎牌表彰撰寫論文獲評選 100 年度自來水協會會刊論文獎。第一位弘光科技大學黃文鑑教授撰寫「優養化原水有機物在預臭氧程序中變動之研究」;第二位臺灣自來水股份有限公司陳福田總經理撰寫「關鍵績效指標之理論與實務 —臺灣自來水股份有限公司績效管理制度之應用」。

七、專題演講:主講人:經濟部水利署楊署長偉甫

各位貴賓,能夠受到我們大會的邀請來到這裡,感到非常的榮幸,但也很惶恐。大概向各位先進報告我們自來水事業目前的發展,和我們國家對自來水事業未來的願景。

今天報告的內容,有幾個項目要來向各位說明。首先,要向各位說明一下,目前我們臺灣的自來水建設,這 100 多年來的進程發展與所獲得的成就。接下來要提到我們未來的 10 年將面臨到甚麼挑戰。大家都知道,目前政府在馬總統的領導之下,我們提出了黃金 10 年的計畫。而我們自來水事業在這黃金 10 年裡,有那些計畫與內容,和我們希望達到的目標。再來,第 3 個要向各位報告的是相關的目標要達成,我們有那些政策、有那些願景,這裡面的願景和政策就像剛剛阮董事長所提到的有些堅持,有些創新的作法,更有行動的計畫。最後有一

個簡單的結論。我們看一下，在 2010 年，聯合國相關的會議裡面，有一個決議，就是世界各國共同的想法：「未來的潔淨用水，是我們全世界所有人類的基本人權。」而臺灣地區目前的潔淨用水、自來水普及率和水質，我剛剛已經向各位報告，在世界各國當中，我們已經看到，是非常前段的國家之一。在今年的 10 月 31 日，全世界的人口已經突破了 70 億人，而我們也了解恐怕有超過 20 億人以上是沒有安全潔淨的自來水、飲用水。所以在這個部分，我們臺灣的自來水建設，事實上，是一個相當進步的國家。由於沒有潔淨的自來水，所以有很多國家是落後的。目前是否有安全的飲用水，是全世界各個國家是否先進、是否為一個已發展國家的一個重要的評估指標。這個部份，我們臺灣地區確實是一個相當進步的國家。

我們再看一下臺灣自來水事業的發展，臺灣第 1 個現代化的水利設施，就自來水供應來說，是在 1896 年，日本人幫我們興建，那是由英國人所設計的滬尾水道，它的位置是在新北市的淡水地區，這個是開啟我們臺灣自來水現代化的一個里程碑。所以，從 1896 年算起，到現在為止，已經有 115 年的歷史，是非常了不起的一個成就。在 1974 年，我們台灣自來水公司成立。因此，自來水公司成立到現在也已經有 36 年的歷史。在 1977 年，我們臺北自來水事業處成立。那時，開始啟用在大臺北地區能夠穩定供水最主要的一個水庫，就是翡翠水庫。在離島部分，我們在民國 93 年，有幾個重要的建設，其中之一是琉球鄉的供水系統，在那裡有一條海底管線。所以，在供水的方法上面，我們不僅照顧到本島，事實上，我們也想辦法照顧離島地區，在供水不足的情況下，用技術的方式來克服，由本島或是由相關地區的水資源來互相支援，民國 96 年，完成澄清湖的高雄淨水廠（只有 1 座），民國 92 年南化水庫完工，以及民國 89 年澎湖的海水淡化廠，還有在南部地區鳳山淨水廠之淨水設施改善等，這些都是我們過去這些年來，重要的自來水事業的提升或是供水品質提升之重要里程碑，因此，在這裡特別跟各位做一個回顧。

目前臺灣地區有 4 個主要的自來水事業，這大家都耳熟能詳，臺北自來水事業處、台灣自來水公司、連江縣的自來水廠、金門自來水廠。它們各有供水人口，但是這裡面有一個非常重要的指標，就是這幾個水廠的供水普及率，都已經超過了 90%。當然，因為台灣自來水公司照顧的是整個廣大的臺灣地區，所以在本島地區，它的普及率是稍微偏低了一點點，但是這裡面超過 90%，所代表的意義是代表全島地區所有居住的人口，都受到了妥善的照顧。全島地區之自來水事業的區處，是紅色的部分，有 12 個區處，所以，我們今天看到很多區處的朋友先進一起來參加今天的盛會。我們目前的普及率，到去年為止已經達到 92.33%。我們知道，自來水事業最主要的目的，是要提供我們國民高品質、量足質優的水資源。目前水公司的供水系統有 190 個供水系統，每日的出水量高達 1,200 萬噸以上的自來水。臺北自來水事業處目前有 5 個淨水場，有 2 條清水輸水幹管，是主要的供水設施，而台北自來水事業處

的水源，主要是新店溪上游的南勢溪和翡翠水庫。所以，在北部地區來說，水資源的導引和穩定供水，靠的主要是川流水和水庫的聯合供應。而台灣自來水公司的部分，靠的也是水庫和川流水，還有一部分的地下水。

未來十年，我們會面臨那些挑戰？首先，就是天然災害的挑戰，天然災害在臺灣地區，根據我們過去的一些經驗，除了水量不穩定之外，更重要的是我們水質的問題。我們看到幾次颱風帶來的問題。除了我們的設施會受損之外，濁度是一個最大的，也是令我們所有從業人員最頭痛的部分。根據過去的經驗，有幾次的停水事件，包括民國 93 年納莉颱風，在石門水庫造成我們 19 天的停水。幾年前，莫那風災期間，在南部地區，包括台南和高雄都有高達 10 天左右的停水。這些情況都是天然災害所造成的。當然旱災的停水，更不在話下。因此，在這個部分，天然災害的影響、氣候災害的影響，事實上，是我們面臨最大的一個考驗。

第 2 點，就是我們的供需失衡和汙染的問題。汙染的問題，其實也包括氣候所造成的影響。像前一陣子，我們在金門地區有供水受到汙染的狀況，這個汙染，有一些是處理的技術層次之問題。這個汙染的問題，確實也使我們知道目前所面臨到的，是非常值得重視的挑戰。另外，漏水率偏高也是大家都耳熟能詳，都知道的。如何降低漏水率，來維護我們有限的水資源，使之充分供應，是我們必須要面對的另一個挑戰。還有，就是我們的偏遠地區，國人在飲用自來水，享受在我們政府的照顧之下，即使居住在非常偏遠的地區，都還是希望他們都能夠有一個穩定的供水。所以，我想，台北自來水事業處也是一樣，就以台灣自來水公司而言，我們現在所面臨最大的一個挑戰，我們常常會接到民眾或民意代表的要求供水到偏遠地區。這些偏遠地區，在它完成供水以後，接下來，就會有一個如何持續維護管理的問題。我們的水價這麼低，水公司如何能負擔得起。因此，偏遠地區的供水，對水公司而言，是一個非常沉重的負擔。但是，我們還是全力以赴，把這個工作做好。在此，也要向自來水公司說一聲「對不起」，因為偏遠地區的供水，也會造成自來水公司在營運上有一些困擾。

接著，我們再看一下，回顧一下，「天然災害」這個問題，我們可以比較一下，左邊的這上面 2 張圖，這是比較鄰近台灣的日本和韓國。臺灣地區水庫的供水所供應的量，大概是佔我們日常生活用水量的 10% 左右（可能有漲到 11%）。而日本和韓國這 2 個國家，大概有 1/3 的水源是從水庫供應。對水庫而言，大家都知道，是目前氣候變化如此明顯的情況下，穩定供水最可靠的方式。但是我們臺灣地區，因為最近幾年，興建水庫越來越困難，因為我們必須面對很多的挑戰和質疑，然而，這個部分仍是我們需要持續努力的地方。也就是水庫的興建還是必須要進行。目前國內還有 1 座水庫正在興建中，就是雲林地區的湖山水庫。緊接著我們會做一些平面水庫，就是人工湖，包括我們在高屏地區、在彰化地區，都有一些人工湖的計畫，這些計畫，都會和自來水公司一起合作。其次，我們也看到，我們水庫淤積的問題，

是我們最近所面臨的另外一個嚴重的挑戰。每一次的颱風災害之後，包括重要的翡翠水庫，都有淤積的問題，翡翠水庫目前淤積率是比較低的，主要的原因，是因為翡翠水庫集水區受到都市計畫的保護，土地開發受到限制。但是相對的其他中、南部的水庫淤積率就非常的高。甚至桃園的石門水庫都有超過 30% 以上的淤積，南部的曾文水庫也是一樣。除前述之外，南化水庫又是我們所面臨到的另一個挑戰。因此，這些水庫淤積的問題，也是我們未來必需去面對，而且是要積極去處理的，好讓水庫能夠永續的生存下去，來提供我們可靠的用水。

前面剛剛提到濁度的問題，是目前最傷腦筋的一個問題，其實，今年是國泰民安的一年，我們不缺水。但是，只要有豪大雨，我們就隨時要面臨濁度的問題。以現在最敏感的高雄、屏東地區，就高雄地區而言，它主要的水源是高屏溪的攔河堰，這個攔河堰只要每小時雨量超過 100 公釐以上，濁度就會上升，所以，最近幾次的下雨，我們一直在關注攔河堰水質的變化，因為水質濁度的處理，必須靠我們自來水公司從業的同仁去做，而高屏溪攔河堰的濁度處理能力大概可以到 5,000 NTU，是最安穩的，但是這個地區的濁度常常都是超過 2 萬、3 萬 NTU 以上，所以，這是一個很嚴酷的挑戰。我們再看這邊 2 張圖片，是過去面臨到風災地震後，以及面臨旱災之後，民眾缺水，或是設施受損的照片。

臺灣地區的地震非常頻繁，所以我們最近也看到一個問題，是需要趕快來處理。剛才提到漏水率的問題，其實，漏水率除了管材和採用結構外，因為沒有辦法非常有效率的讓所有管線系統在它的生命週期中，在還未到達必須要更換之前，能夠有一個正常的維護管理，而我們還另外面臨到地震所造成的影響，所以如何讓我們的管線系統、供水系統能有更好的抗震能力，提升抗震能力，也是我們必需去努力的。目前，在全世界的供水系統當中，只有少數幾個國家必須面對抗震的問題，日本當然是其中之一，因此，現在我們師法日本，我們有很多同仁都已經去日本參訪過。如何讓我們供水系統的抗震能力提升，恐怕是解決汰換管線之外，另外一個重要的課題。

繼續向各位報告，目前水資源在供應上的一個挑戰，這是剛才阮董事長提到的上游之主管機關水利署要去處理的。我們在南部的臺南和高雄都做了評估，就是到民國 120 年都會有供水的缺口，這也是為什麼水利署目前積極在南部地區興建人工湖的原因，因為我們沒有足夠的水源，而我們又沒有辦法有效的降低國人的用水量。我們的日平均用水量，馬總統曾經特別指示我們，希望達到每人 250 公升/天 的目標，直到現在為止，我們的用水量大概是 270 公升/天，可是不要忘了，我們還有很多的產業還在發展。故如何兼顧民生用水和工業用水，還有農民希望保有他們的既有水權。這些種種的因素加起來，在目前估計成長率如此高的情況下，南部地區未來 10 年、20 年都可能面臨到缺水。所以，在這個時候，我們有很多計畫都在推動中，也希望各位和我們一起努力來說服那些有不同意見的團體，好讓他們能夠支

持我們的計畫，使之順利執行。

另外有關離島地區的問題，離島地區目前因為水源不是很穩定，在缺水或雨量不足時，水質很容易起變化，此外還有一個因素，就是離島地區的水庫，或地面水的收集系統，因為雨量不多，因此，必須將地面之雨水收集到水庫裡，相對的就會造成水質不穩定。因為居住環境的雨、汗水，如果沒有取得好的處理系統，將之經過妥善處理，這些水會帶進生活污水排放的問題。故離島地區之水庫優養化的問題是非常明顯的。這些地區如何面對這個問題，以及如何處理，都是值得我們重視的課題。另一方面，本島地區也有同樣的狀況，石門水庫是一個典型的例子，因為石門水庫的集水區比較容易受到污染，所以常常會有 NGO 的團體和我們一起合作，甚至是監督我們，只要水質發生優養化的狀況，我們都可以在媒體上看見被披露出來，今天北區水資源局賴局長在這裡，他面對這個問題，常常需要謹慎的處理。故如何將污染源（主要是點的污染源）作處理，是管理上的一個課題。

另外漏水率的問題，大家都知道漏水率是我們最痛的地方，這部分，等一下會談到，包括我們有哪些想法和準備的策略。與先進國家來比較，我們還有很多的目標需要完成，我們最常聽到東京的漏水率，目前已降到 3%，而臺北自來水事業處，或是自來水公司，或是離島地區之漏水率平均大約是 20%，所以，我們還有很多要努力的空間，這個空間是要靠大家同心協力，才能達成。

講到漏水率，我有一個很好奇的地方，但是我也不知道答案，就是在歐洲地區，像法國自來水供水系統相當普遍，但是關於他們的漏水率，我曾經問法國的自來水系統、或是水利事業的主管，各位可能很難想像，他給我的答案是「他自己都不知道」，但是，他相信超過 40%，這原因在哪裡？為何不像我們，超過 20% 我們都承受不了，因為地緣的關係，還有就是他們的建築物和城市建設，都具有非常悠久的歷史和意義，所以管線汰換不易，甚至他們對建築物的保存是列為重要政策，房屋的改建必須保存原貌，也就是不能隨便動它的，因此，我相信它要改善漏水率，要把地下的管線挖出來再重新汰換，恐怕都有問題。但是在臺灣地區的我們，卻沒有那麼好的條件，可以承受這麼高的漏水率，這部分是臺灣地區各別挑戰的問題，當然，漏水率偏高會影響到水資源供應的穩定性，再多的水，只要漏水率偏高，都會使穩定供水打折扣。所以，政府在這些年來，都想辦法協助自來水公司，或台北自來水事業處降低漏水率。我們真是投資了不少經費，從民國 90 年到 99 年，統計一下，光是自來水公司就超過 210 億元，當然，臺北自來水事業處，最近幾年，在供水管網改善計畫裡，也投注了相當多的經費，來改善漏水率的問題。

偏遠地區的部分，前面我們提到，供水普及率在平地地區很容易達到 100%，但是在偏遠地區，有 3 個縣、市還是沒有辦法達到 80%，就是屏東、苗栗、南投，都達不到 80%。事

實上，除了這 3 個縣、市外，還有一些縣、市局部地區是沒有辦法提高普及率的。以阮董事長所居住的彰化縣芬園鄉來舉例說明，它的普及率大概只有 15%，為何只有 15%？自來水管線在芬園鄉附近都已經通過了，其實，主要是因為當地的地下水相當豐富，民眾已經習慣抽取地下水來使用。因此，我們今天所面臨的問題是如何要求提高自來水普及率？提高普及率最主要的目的是讓民眾不要再去飲用地下水。他或許會有汙染的問題，但民眾的意願又是如何呢？所以，自來水公司在這一塊和我們水利署正在努力合作，希望就局部地區，已經有自來水管線到達的地區，其普及率、自來水接管率要提升。這些都是除了政策因素，除了經費因素之外，還有民眾的問題，也就是民眾的心理、民眾接受度的問題。

偏遠地區簡易自來水的部分，也是最近努力的一個目標。在過去這幾年來，比起往年，我們有很大的突破，就是偏遠地區的簡易自來水經費的編列，水利署爭取到不少預算。在 10 年前，每年投資在偏遠地區簡易自來水的經費，大概不到 2 億元，但最近幾年，每年都有 7、8 億元。這塊是我們希望可以持續的，因為照顧到所有民眾是我們的願景，而就這個部分，還要有一些配套措施來配合。這裡面最重要的是管理系統，因為所有偏遠地區，在接水以後，我們不希望增加水公司的負擔，希望地方可以組成自己管理的組織，自己來管理。這個部分，就是有許多關鍵點必須突破。

另外，前面提到的願景，用水的供應，包括水資源的調度，都必須從源頭到最尾的末端，就是從水的一開始，到使用過後，不管是 2 次、3 次的循環使用過後，在流到大海之前，這個流程中，每一滴水的生命週期，我們都希望能做好管理，也就是從源頭管理是必須的。當然，這包括集水區的保育，是屬於和水質有關的，也和水量、大地、國土都有相關的工作。所以，從集水區的保育開始，就與我們自來水有關，甚至，一直到與民眾切身利益有關的，包括許多保護區的劃設（目前全國國土大約有 1/4 是屬於水質、水量保護區的範圍），這些保護區的劃設也面臨了挑戰和質疑。由於有相關法令保護與限制，保護區會有一些限制的行為（就是開發行為的限制）。如何讓這些限制條件，除了達到保護的目標之外，也能夠合理的使用這些土地，是我們現在正積極面對的狀況。在這當中，所提到的策略目標，研擬自來水之水質、水量保護區，低、中型開發及管理原則等，其主要目的就是為了達到以上所說的。

另外在充裕用水部分，我們希望自來水的合格率能夠達到 100%，這是一個非常高的標準，我們有信心可以達到這個目標，也就是如何讓新興的汙染源在未來水資源的管理上，環境的保護上，都能夠納入標準（即管理的標準），以減少水質處理之成本，這也是我們努力的目標。還有，就是希望我們自來水的供給能夠有備載容量，我們知道，台電公司的電力系統，都有備載容量，在尖峰的時候，才可以有調度的空間。臺灣地區的自來水，備載容量很不容易提升，因為我們可以看到，許多地區都還有缺水的狀況，故備載容量，以自來水系統而言，

目前還是有困難的。但是大臺北地區比較好，由於目前臺北自來水事業處和自來水公司的合作，臺北自來水事業處的備載容量，實際上，已經被拿來支援自來水公司的供水區，這部分是因為環境整體的需要，目前結為一體。但是，整個備載容量的提升，是我們未來努力的一個目標。

另外，提升緊急狀況的應變能力，以及風險管理的能力，也是一個重點。還有，邁入節水社會時，要使我們的用水達到每人 230 公升/天以下（剛才提到總統希望我們達到 250 公升/天，其實，水利署所訂的目標是 230 公升/天以下），因為這是一個高品質的社會所必須達到的，何況節約用水是我們每一個國民的責任。我們也看到全世界有很多的國家，尤其是現在氣候變遷非常大的歐洲國家當中，已經有非常高的共識，就是要簽署「設定未來水資源利用的承諾」，明年的 3 月 1 日，全世界有一個 NGO 和政府組織結合在一起的世界水協會（世界水論壇），將在法國的馬賽召開。這次會議是第 6 屆，過去的 5 屆，它雖然像水資源的聯合國一樣，但每一次的會議都有一些不同的主題。我們看到它這屆的主題，已經非常明確的訂出一個共同的目標，就是他們希望這次參加的所有國家，都要簽署這個承諾。因為大家都已經體會到氣候變遷是一個全球性的議題。在歐洲國家之間，水資源將會發生問題，因為在歐洲，國與國是相連的。河川之上、下游是串在一起的，假設水資源供應不足時，位處上游的國家把水攔下來，全都用盡了，那位處下游的國家怎麼辦？因此，這將變為是全球性的一個議題。明年世界水論壇之水的組織，將要面對並審慎的討論這個全球公約。

這樣的方式，其實，就是一種水資源契約。在此，我們臺灣是不是要有一個共同的心態，共同的想法，就是要與全世界齊頭並進，所以，這也是我們現在努力的目標。在臺灣地區，就水資源而言，我們是一個獨立型的海島國家，與其他國家並沒有直接的關係。但是，如果我們有這樣的概念，那才會有辦法來塑造臺灣成為一個節水型的寶島，如此，我們水資源的供應，才不會面臨到在氣候變遷不穩定時，會有大的風險。這個部分需要全民都有共識，而政府要有政策，且所有的從業人員要一起合作。

再繼續看一下保育管理方面，前面提到集水區的保育時，談到我們有很多的限制，讓人民了解並遵守法規。相對的，如何使受限者得到合理的補償，也是我們現在正積極進行中的。目前我們的水利法、自來水法已經規定，讓我們可以在民眾繳水費時，每一度水有 5 角的保育回饋費，這部分加起來每年大約有 12 億元的收入，這 12 億元的預算，是要回饋到各個保護區的運用上面。其實，這個部分在保護區，他們所得到的經費並不多，但是受限制之範圍卻是這麼廣大，在這種情形下，有許多保育團體又有不同意見，要處理並不容易，對這個制度，目前正積極進行檢討規範中。另外，有哪些限制區，某一些開發行為是可以被接受的，但卻是因現在的法律規定不足，讓民眾造成困擾，這方面我們已經列入屬於希望面對，且可

以解決的目標。而自來水的保護區，我們希望能分級管理。有很多的地區，並不是那麼重要，它的供水對象是以工業用水或其他用水為主。這種保護區，管理的強度要不要與自來水的保護區（也就是一般飲用水為主的保護區）之管理強度一樣，用同樣的標準來保護，確實應該要檢討。在此，我希望能夠把保護區整個系統做了檢討後，能夠有一些圖譜，有一些方案出來後，再來討論這個計畫。目前全國有 113 個保護區，約佔國土面積的 1/4。以離島地區而言，例如澎湖地區，我們最近就與自水公司陳總經理解決了一個問題。澎湖縣馬公也是被劃在保護區的範圍內，這樣的限制，對地方的發展是有不盡情理之處。

講到漏水率，我們希望到民國 110 年把漏水率降到 15% 以下，這是非常高難度的目標。也就是從民國 101 起，我們即將針對漏水預算的編列，希望能多給一些，也就是說自來水公司從明年開始已經增編預算，當然增編預算的後果，就是現在的財務狀況，會逐漸往負面的方向發展。所以，政府希望能夠對自來水系統漏水率降低之補助經費增加。而剛才所提到，可藉由一些方法和技術上的提升，一起配合，以求達到 15% 以下之漏水率的目標，其中每降低 1% 的漏水率，大約要投資接近 100 億元。這是一個高成本，但又必需去執行的一個目標。在漏水管理上面，也是一個問題，除了剛才提到的管線問題之外，還有就是管線汰換的方法。之前有幾位今天的獲獎者，或是獲獎的企業代表中，就有一些新的方法。我們看到有許多先進國家，在改善漏水率時，新的工法達到的目標，和過去管線汰換的工法，所達到的效益並不是一樣。因此如何引進新的工法是非常重要的。而檢測的方式、水壓的管理、修漏後供水系統的品質，都要繼續努力精進。底下右邊的這張圖，是臺北自來水事業處同仁根據過去的經驗所繪製之漏水率和水壓的關係趨勢圖。其中，如何讓水壓控制在一個穩定的範圍，確實是有助於達成降低漏水率的目標。在臺灣地區，因為地形的關係，要控制水壓，也有地形上必須克服的因素。所以，這些全都是我們必須去面對的問題。雖然如此，我們還是要想辦法一個一個的突破，就可一個一個的達成。

在穩定供水的部分，我們希望達到的是所有地區，即使沒有供水的地區之改善工程，都能夠繼續進行。在確保水質、水量，提供充裕衛生用水的部分，有幾個主要的策略。首先是淨水廠的設備能量及處理的能力要逐漸提升，而建設的方式和標準都要作檢討。另外，所有的管理系統（包括自來水的供水系統）以及和我們生活息息相關的民生管線維生系統的管理，都是一樣，必須靠資訊化來作管理，目前也正積極進行當中。已經聽到許多有關自來水公司或是臺北自來水事業處的計畫裡，都已將管理系統自動化或資訊化，列為重要的工作項目。在簡易自來水改善策略方面，我們希望能夠建立一個完整的資料庫，因為臺灣地區目前的簡易自來水系統有 707 個，各位請想一想，我們自來水公司的供水系統只有 160 個，而臺灣簡易自來水的供水系統卻高達 700 個以上，而且每個系統都非常偏遠，大大小小不一，所以這

個管理系統的資料庫，和地區管理制度，以及管理人員訓練的建立，都是非常重要。

在離島地區的部分，目前離島地區土地的開發利用，我們希望有一個合理的管制，但是要與民眾有一個契合及期待的地方。以澎湖為例，我們未來對金門或是馬祖，這些地區土地的利用，以上這些管理制度還是要作檢討，至於水廠也是個問題。我們最近看到一個問題，就是紅蟲事件，在金門縣自來水廠發生過，我們很感謝自來水公司和臺北自來水事業處，當我們知道金門自來水廠發現有紅蟲之後，馬上配合我們在很短的時間就組成一個專案小組到現場去，協助金門自來水廠作處理，後來得到的經驗，就是有一部分的因素，是我們自來水從業人員在加藥處理的過程中，有一些作法需要做調整，而調整後，就有很明顯的改善。經過 2 個單位的合作，沒有幾天，這樣的處理模式建立後，紅蟲問題就逐漸降低了。所以，水廠人員的素質確實是非常重要的。這是個小案例，我們不需要把它放大到全島的各個地區。所有的自來水系統人員之素質和教育訓練，從這個案例，也可看出這是一個重要的問題。

而在備載和抗震能力的提升，或管理上等等有些策略，在此也提出許多想法，包括相關的歷史資料調查分析、管線資料的建立、預警分析等，還有最近所發生的另外一個問題，像日本福島事件之後，做輻射災害防護，成為自來水系統全部的一個課題。假如這個情況發生時，萬一真有輻射污染，那我們的應變系統如何啟動？從這次福島事件的過程中，當接到日本核污染有可能影響到臺灣時，我們就開始啟動緊急應變機制。可是，我們發現這個應變機制，缺輻射污染這一塊，也就是沒有核污染的應變方案。因此，我們在很短的時間，便提出了結構上控制，並和各位先進討論方案後，訂出 5 條作法，但仍須再強化。因為過去不會發生的，在臺灣地區沒經驗的，並不代表未來就不會發生，當然我們希望它永遠都不會發生。而所有應變計畫還是要以有可能發生的，來做準備。所以，輻射污染防救災的業務將是我們所有從業人員，以及所有的供水系統都要去面對的，並要檢討風險管理制度、售後服務系統、震後服務系統等相關的問題。

另外，在提供備載和強化風險管理制度上，目前水利署正在進行一件工作，這也是上游的工作，就是在水源的開發利用上，能夠用再生水，能夠用海淡水，這個計畫目前正積極推行中。在我們的供水系統中，舉例說，中部地區有提到離島工業區的開發，台中港工業區的開發，這些開發都是在偏遠的鄉下，是供水最難到達的地方，也是我們飲用水，在排放到臺灣海峽之前的鄰近地區。因此是否應思考將這些已經使用過的污水，將它們回收再利用。過去我們曾經規劃大肚攔的研究計畫，大肚堰是將大臺中地區的生活污水，再攔下來，作第 2 次處理，然後供給離島地區，供給國光石化，供給綜合使用區第 4 期計畫。雖然這個計畫暫時停下來，但是這作法將來會積極的推動，好讓水再生利用。目前臺中福田，這個福田與陳理事長同名，所以這個計畫會在他的任內完成。臺中市有一個福田水資源回收中心，這就是

一個污水處理廠。每天臺中市所有人口的用水，使用後之排放水，供給這個水資源回收中心直接處理，故可以減少排放到河川造成汙染。現在，我們希望與臺中市政府合作，把這水定期的在它回收中心出口處攔截下來，埋管線送到 20 公里外的臺中港，在那裡再設一個污水處理廠，將處理後的水，供給臺中工業區使用，讓每 1 滴水都經過 2 次、3 次的利用。在此看見，目前要降低漏水率，還有一個方法，就是每 1 滴水都作 2 次、3 次的使用，可以減輕供水的壓力，並達成水資源平衡穩定的作法。

還有海淡廠，各位都知道海淡廠成本很高。但恐怕是臺灣未來要面臨的，故必需要有心準備。台灣在離島地區，海淡廠一共有 18 座，都在運作中，所以自來水公司在海淡廠運作上，是有一些經驗。至於本島在海淡廠上能不能推動，還要看時機和環境的成熟度，其實在 3 年前，我們本來在新竹就有海淡廠計畫，是要供給竹科，但那時的時機環境確實都不夠成熟，因為臺灣的水價太低，雖然台灣的供水不穩定，該計畫卻因成本太高，沒有辦法得到企業的共識，故沒辦法推動，但未來恐怕勢在必行。各位也許會問，海淡廠有高能源的消耗，如何讓能源的消耗降低。由於水資源和能源都是我們必需去面對的問題，如果海淡廠生產 1 度水需要 4 度的電，那我們是要水，還是要電？如果要水，就必須另外供應生產水所需要的電。那麼，我們現在就要思考如何讓電的來源，能夠搭配其他的計畫，例如熱能，又例如將台電公司的發電廠和海淡廠結合在一起，讓它們成為隔壁鄰居。那海水淡化廠的處理能源就會降低，水處理的成本就會降低。這些種種的問題，如何解決，我們都在進行評估中。

還有工業廢水的部分，是我們目前正積極進行的，已經有一個石廠，在高雄楠梓加工出口區，它有一個汙、廢水處理廠（廢水和污水不同，廢水已有十幾年了，污水則還沒有進展），廢水處理廠是用加工出口區一個現有建物改建的，這個石廠每天都有能力處理廢水，且處理後之水質非常的好，然後供給幾家公司的用水者，他們也都相當滿意。這就是為什麼這種情況容易推動，是因為它處理之後的營運管理費用成本並不高，大約是 15 元/度，而建廠費用則由政府吸收，所以，現在這幾家企業就是用這些由廢水處理後之再生利用的水。但這當中所增加的成本，足以使這些企業覺得好像在買保險，因為這些水是他們賺用的。因此，未來這樣的趨勢必然會產生，就是所有的工業廢水都會變成有效、有價值的水資源。目前，我們看到南部地區許多大廠，包括中鋼，在離島工業區，它也希望投資廢水處理廠，假如這些再生利用的水，我們都同意它可以拿到水權，則中鋼公司將來在南部地區就不怕缺水，因為這個水有好幾萬噸。中鋼公司最怕的是它的高爐，在缺水的時候，因為不能停爐，這時它的損失會非常嚴重，曾經估算過，假設中鋼公司在南部缺水時，無法供應中鋼公司冷卻用水，它的損失是數百億元來計算，若把這可能造成損失之風險，轉換成投資在廢水再利用的回收，中鋼公司覺得划得來。所以，中鋼公司和其他的企業目前都和我們水利署接洽，也和地方政

府洽談中，希望把生活的汙水，供應的廢水都能再利用。所以這個部分，是台灣未來另外的一個希望，也是另外一個趨勢。

在備載能力的部分，海淡廠也是屬這個部分，而在這裡要說明的是地下水的部分，地下水的取用，其實是不應該禁止的。但要如何合理的使用，是我們所需要思考的，事實上，現在有許多公司，甚至是自來水公司，也有少部分是取用地下水，臺北自來水事業處比較沒有問題，離島則還是取用地下水。因此，如何讓地下水的取用達到合理，且是在安全的範圍，是水利署正積極努力想去克服的。過去我們對地下水的了解和資料比較少，所以地下水的穩定供水能力有多少，才能確保環境，或是地層可以受到控制不會繼續下陷，達到平衡。這方面水利署也都積極努力想辦法去找到解決之方法。比較受到注意的是彰化、雲林地下水管制的問題，高屏地區地層下陷的問題。向各位報告，這些地區地層下陷的黃色計畫裡，地下水管制是一個重要的項目。台灣自來水公司的配合，必須要和這些地區所指定的深水井，在未來 10 年內一定要封井。其實在 3 年內就應該要封井。可是封這些井自來水公司也很傷腦筋，如何能找到替代水源呢？因為我們不能說將甲地的地下水井封掉，然後換乙地，還是去抽地下水來給甲地用。或許在理論上是安全可行的。但是從民眾的角度卻是別人家有地下水不抽，卻抽我家的地下水給別人家用，就會有不同的聲音。這也是水利署和自來水公司正努力要解決這個問題。這水源要從那裡來，儘量控制地下水在合理抽用的範圍。

在節水型社會邁向永續水資源的方法上，有很多策略，這裡面看起來是非常複雜。但基本上，就是我剛才向各位所提到相關之問題，要如何解決，另外一個重要的因素是工業發展、工業區的設立，這方面我們正積極和地方政府溝通。有許多地方政府希望能開發它地區性的工業區，但它選擇的地點都是地價比較便宜，或是稅金比較便宜的地區，因為它成本的考量，那麼水從哪裡來？因此，如何讓產業政策，和地方發展，和地方政府的策略結合，跟我們先考慮供水的可能性，以及供水的風險等，這是我們在永續發展上非常重要的一點。

從這點延伸的，就是土地使用管理和國土計畫的議題，在此談到水在現今全世界的國家中，它不是水資源單位、水利單位的問題，而是國土、是國家的一個議題。最近，我到過法國，法國在 5 年前成立了一個單位，因為水資源的問題變得很複雜，有很多國家水的議題，牽涉的部會有 7、8 個。所以，就組成一個和水有關的類似任務編組。而指揮者，都是非常高的層級，法國這個單位成立後，有絕對權力作決策，其他的開發計畫必須要經過這個臨時的委員會決定以後，才可以進行。相對的，譬如，新加坡或荷蘭等等這些國家，這也包括以色列，以色列也有同樣的情況。所以，未來臺灣地區，因為水資源供應風險越來越高的情況下，政府的組織內，勢必要審慎的再把這個有關水的的組織架構起來。這也是我們為何在環境資源部的設立上，在組織的過程中，一直建議政府，要把和水有關的部會、執行單位，全部都

要融入到環境資源部裡面來。但目前環境資源部還缺一角，就是農田水這一塊。大家都知道，當缺水時，調水的主要來源就是農田水利會的灌溉用水。如何將這些與水有關的單位，結合在一起，是我們要去面對，要去鼓勵的。

另外，推動全面節約用水是我們近來的口號。在 2 年前我們提出山泉節水，而在 2 年前的 11 月發生旱象，這個旱象，從去年到今年，事實上一年當中都有這個旱象，每一年都有這個現象，所以已經變成常態。剛剛阮董事長特別提到，他上任時，是臺灣在 2 階段限水的期間，其實我們已經準備好做第 3 階段的限水。到今年 6 月 12 日，第 1 波就要降至有效供水的 2 成不到，然而，今年現在為止都沒作第 3 階段限水。本來在 2 星期前，這波雨水未到以前，其實南部地區已經準備要限水，只是沒有明確的對外宣示。因為我們有信心，民生用水的調度沒有問題。但站在水利署的立場，灌溉用水確實是蠻多的，所幸上一波的雨和昨天開始的這波雨水，根據所得到的氣象預報訊息，有可能會解除旱象，但是我們還是不敢掉以輕心。因為灌溉用水是我們努力要去維持、維護的。尤其，現在是選舉的階段。這段期間，只要我們調度農業用水，就很可能被冠上和農民搶水的帽子。所以，水資源的調度，除了是技術問題，它也是政治的問題。這也是為何以前在省政府時代，當時，宋省長提過一個「水的政治學」。我們在那時，於書中被描寫的不是一個主角，只是角色之一，而這裡面所牽涉的問題是非常複雜。所以，水的問題，至終必須以政治手段來解決。

最後有幾點結論和各位來分享，自來水事業在臺灣地區，已經走過 115 年，如何維持量足、質優，而且是永續的水資源、自來水事業，是我們在座的每位從業人員的一個共同目標。所以應如何一起合作，從上游到下游，從政府到公司、到企業一同面對這些問題，讓臺灣地區的自來水事業更加蓬勃發展，是我們共同的目標。也希望我們今天大家能夠在分享經驗後，有一個共識。另外，展望未來，要面臨的挑戰還非常非常的多，就像剛剛提到的創新、堅持等這幾個理念，一定要持續下去。

今天是第 44 屆的自來水節，我相信再過 50 年，再過 100 年之後的自來水節，下一代坐在這裡時，都能夠和我們一樣，但那時候已經能夠達到永續的目標。這也是我們希望能夠鋪的路，能夠達到在我們服務期間可持續努力的目標，最後成果就像是我們所分享的。另外，下一個 10 年，我們的 10 年計畫馬上要啟動，這部分，希望所有的同仁和我們一起努力，並盼望未來會更好，謝謝大家，我今天的報告到這裡結束，謝謝。

八、禮成

貳、第 17 屆第 2 次會員代表大會：

- 一、理事會工作報告(詳大會手冊書面資料)
- 二、監事會工作報告(詳大會手冊書面資料)

三、討論提案：

(一)編號：第 1 號(會計)

提案人：理事長 陳福田

案由：為提報本會 99 年度歲入、歲出決算書，敬請追認通過。

說明：1.本會 99 年度歲入、歲出決算，業經本會第 17 屆理、監事會第 2 次聯席會議決議通過，並經送請本會同屆監事會第 1 次會議審查通過，復依規定先以 100.3.29 (100) 國水協會字第 000050 號函報內政部核備。

2.依照內政部訂頒「社會團體財務處理辦法」第十三條及本會章程第三十五條規定，請大會追認通過。

辦法：檢附本會 99 年度歲入、歲出決算書一份，敬請追認通過。

決議：照審查意見通過並函報內政部核備。

(二)編號：第 2 號(會務)

提案人：理事長 陳福田

案由：為提報本會 101 年度事業計畫(工作綱要)草案，敬請討論通過。

說明：1.本會 101 年度事業計畫(工作綱要)草案，業經本會第 17 屆理、監事會第 4 次聯席會議審議通過。

2.依照本會章程第二十三條第二款規定，應提會員代表大會通過實施。

辦法：檢附本會 101 年度事業計畫(工作綱要)草案一份，敬請通過以便實施。

決議：照審查意見通過並函報內政部核備後實施。

(三)編號：第 3 號(會計)

提案人：理事長 陳福田

案由：為提報本會 101 年度歲入、歲出預算草案，敬請討論通過。

說明：1.本會 101 年度歲入、歲出預算草案，業經本會第 17 屆理、監事會第 4 次聯席會議審議通過。

2.依照本會章程第二十三條第四款規定，應提會員代表大會通過實施。

辦法：檢附本會 101 年度歲入、歲出預算草案一份，敬請通過以便實施。

決議：照審查意見通過並函報內政部核備後實施。

四、臨時動議：無

參、散會：12 時 00 分。