

## 自來水會刊第 32 卷第 2 期目錄



### 特 載

台水公司外在環境剖析.....陳福田..... 1

### 實務研究

配水系統中配水池最佳營運與管理.....朱健行、黃仁正、李叔龍..... 18

### 每期專題

供水應變（災害應變、供水應變、水源污染與保護、水質監測）

以簡訊發送停水通知之個案成效研討.....陳志銘、潘虹如、賴永森..... 23

自來水管線搶修應變作業之行動應用方案探討.....時佳麟..... 28

從海峽對岸自來水爆管探討應變與風險管理策略.....鄭錦澤..... 39

自來水管線震後救災維修工程人員機具指派最佳化.....林瑜禎、許敏能..... 51

### 一般論述

加強自來水供水系統工程規劃智能並建立正確觀念之研討.....曾浩雄..... 59

2012 國際水價現況解析.....周國鼎..... 72

### 業務報導

台水公司 TOSHMS 管理系統導入與推動.....林鳳英、陳信利、李壬貴..... 87

### 感性園地

台水公司成立的推手—林洋港先生.....江慶轟..... 96

### 協會與你

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法..... 27

歡迎投稿 102 年「每期專題」..... 71

封面照片：自來水博物館（臺北自來水事業處提供，蔡俊生攝影）

## 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，**本刊對於來稿之文字有刪改權，如不願刪改者，請於來稿上註明**；無法刊出之稿件將儘速通知。
- 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](mailto: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](http://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 824

行政助理：古蓁苓

印刷：松耀印刷企業有限公司

地址：台中市北區自強街 50 號

電話：(04)23607717

# 台水公司外在環境剖析

文/陳福田

## 一、前言—時勢造英雄

再大的公司都不能自絕於環境的衝擊，即使曾為大電腦市場的領導廠商、藍色巨人 IBM 也難倖免。早在 1965 年，英特爾 (Intel) 創辦人莫爾 (Gordon Moore) 曾預測，每隔 18 到 24 個月，微處理器電晶體數目會增加一倍、尺寸會縮小，但效能加倍、價格則減半，此即著名的莫爾定律 (Moore's Law)。歷經四十餘年的考驗，莫爾定律依然屹立不搖，業者不斷推出運算能力愈來愈強的微處理器，裝進愈來愈便宜的機器，先是迷你電腦 (Minicomputer，相對於大型主機而得名)，然後是個人電腦 (PC)，再再侵蝕 IBM 在大型主機的霸權。漠視科技潮流，終使 IBM 黯然失色，由藍色巨人蛻變為無法適存環境的藍色恐龍。

企業不能遺世獨立，必須仰賴外在環境提供之人力、物力、財力等資源。美國管理大師亨利·明茲伯格 (Henry Mintzberg) 於其大作《策略巡禮》(Strategy Safari) 揭示「環境學派」論點，指稱策略是一種反應的過程，主動權不在於組織內部，而是外在環境的脈絡，因此，外在環境為策略抉擇與組織設計最關鍵因素。然而，外在環境可能為企業創造契機，也可能帶來威脅，管理者必須隨時偵測外在環境趨勢，據以釐定合適之策略 (Adaptive Strategy)，方能趨吉避凶、生存發展。

本公司成立於民國 63 年元月。成立之初，肩負著加速提高全省自來水普及率之重大使命，因經營環境相對單純、穩定，故埋

首自來水工程建設全力耕耘，以追求「內部效率」(Internal Efficiency) 為重點。近年來，自來水經營環境丕變，諸如消費者意識抬頭，用戶要求更高服務品質；又如氣候異常，天災頻仍，台水必須隨時眺望窗外，掌握環境脈動，提升組織適應能力，以提升「外部效能」(External Effectiveness)。

本文前以「時勢造英雄」啟言；後以「英雄造時勢」結語，隱寓企業應先偵測環境趨勢，以求適應生存 (時勢造英雄)；再創新求變，從而引領潮流 (英雄造時勢)。內文首依學理概述企業外在環境；次就實務觀點，援引 PESTE 分析類型，循序闡釋自來水事業之政治法律環境、經濟環境、社會文化環境、科技環境、生態環境之「變動趨勢」，並就適應、引領環境變動之道，試抒芻議，冀期拋磚引玉、就教有方。

## 二、外在環境面面觀

### (一) 環境分析

企業環境調影響企業生存、成長之有關變數，涵括內在環境與外在環境。企業環境分析乃運用「SWOT 分析」(Strength, Weakness, Opportunity, Threat)，剖析外在之機會、威脅及內在之優勢、劣勢，茲概述如下。

#### 1. 外在環境分析 (機會與威脅分析)

外在環境 (External Environment) 係指影響組織生存、成長之難以掌控變數 (Uncontrollable Variables)。藉由外在環境分析，自外在環境中找出對企業有利的機會

(Opportunity) 與對企業不利的威脅 (Threat)，促使企業及時掌握機會、迴避威脅。

## 2. 內在環境分析(優勢與劣勢分析)

內在環境(Internal Environment)係指影響企業生存、成長之可控變數(Controllable Variables)，可分別評價行銷、財務、生產、研發與人力資源等系統，對組織的正、負面影響，以界定企業之優勢、劣勢，據以擬定策略，冀期運用優勢、改善劣勢。

俗云：「命不可改，而運可改」。企業對於內在環境的優勢、劣勢，較能操之在己、藏拙揚善，乃謂「運可改」；但對於外在環境的機會、威脅，企業往往只能逆來順受地適應，即所謂「命不可改」。雖然這些因素難以改變，但並不表示管理者可以忽略這些力量，而將這些因素當作績效不佳的擋箭牌或視而不見，反而應隨時掌握其變動趨勢，期能趨吉避凶。本文囿於篇幅，乃聚焦外在環境因素之探討。

## (二) 外在環境組成要素

基本上，外在環境因素可分成產業環境、總體環境、超環境三類。通常，跨出了「組織疆界」(Organization Boundary)之外，首先面臨的是產業環境；跨越了「產業疆界」(Industry Boundary)，面對的是總體環境；而在「知識疆界」(Knowledge Boundary)之外則為超環境。茲分項說明並圖示如次。

### 1. 產業環境(Industrial Environment)

亦稱個體環境，其乃影響特定產業或組織的環境因素。產業環境通常包括顧客、供應商、競爭者、工會、商業組織、政府及利

益團體等，乃直接影響組織營運的利害關係「人」。

### 2. 總體環境(Macro-Environment)

亦稱一般環境，係指所有的產業或企業都會受到影響的環境因素，概屬「人為措施」，例如各項基礎建設、政治法律環境、社會文化環境、國際環境等，這些環境因素對各行各業經營的影響程度不一，但多半是比較間接及長時間。學者對總體環境之分類論述不一，陸續提出 PEST、SLEPT、PESTEL、STEEPLE 等不同的分類，惟組成要素大同小異、互有增長，茲臚列如表 1。

表 1 總體環境分析類型及其組成要素

分析類型	組成要素
PEST	政治法律(Political & Legal)、經濟(Economic)、社會文化(Social & Cultural)、科技(Technological)等環境
SLEPT	社會文化(Social & Cultural)、法律(Legal)、經濟(Economic)、政治(Political)、科技(Technological)等環境
PESTEL	政治(Political)、經濟(Economic)、社會文化(Social & Cultural)、科技(Technological)、環境/自然(Environmental/Natural)、法律(Legal)等環境
STEEPLE	社會 / 人口 (Social/demographic)、技術(Technological)、經濟(Economic)、環境/自然(Environmental/Natural)、政治(Political)、法律(Legal)、道德(Ethical)等環境

### 3. 超環境(Super Environment)

指影響企業生存、發展之「非人為」因素，包括企業所生存之的自然空間，例如溫度、溼度、雨量等生態環境；另，部分管理者相信某些冥冥不可知的力量也會影響組織績效，例如公司風水、開工時要拜拜和看時辰、辦公室裡要擺魚缸或發財樹等，惟這些神祕的力量往往非現有知識架構所能理

解，亦無法確知其與組織績效有必然關係，因此未見於企業環境偵測之列。然而，生態環境中大自然的力量與組織績效密切關聯，乃係企業環境分析不可漠視的一環。

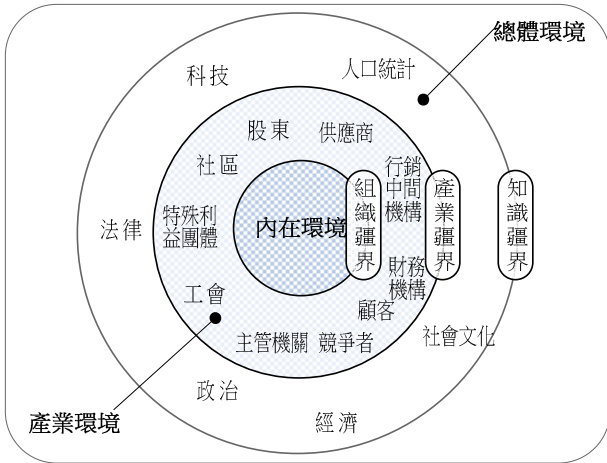


圖 1 企業環境組成因素示意圖

資料來源：林建煌，《策略管理》，智勝文化事業有限公司，台北市，民國 92 年。

### (三)環境之適應與控制

企業環境管理策略可概分為兩類：(1)適應策略(或稱內部策略)，意謂改變自己以適應環境(2)控制策略(或稱外部策略)，其乃影響或改變外在環境，使環境有助於組織運作。企業對於產業環境或許尚能改變，較能採取「控制策略」，例如向誰買原料、將產品賣給誰，或有某種程度的裁量權；然而，企業對於政治、經濟等總體環境則難以改變，惟需隨時掌握其變動趨勢，採取合適的「適應策略」，以降低環境所帶來的衝擊。

### (四)自來水事業之外在環境

外在環境應包含那些項目及其對組織的影響程度，視各企業而異；而各企業對這些環境因子重要性之認知亦且不同。

由於自來水事業產銷的特殊性(如投資金額大、產能利用率低、普及率越高單位成

本越高等)，自來水法特別規範特定供水區域內須有專營權。因此，具有區域自然獨佔性，諸如無競爭者、替代品替代彈性小、用戶需求穩定等，因此，產業環境相對穩定。反觀，近年來總體環境複雜度、變動性提高，影響自來水事業經營績效甚鉅。因此，就自來水事業而言，確認及因應總體環境變動導致的轉機與危機，要比面對產業環境變化來得重要。

因自來水事業「產業環境」相對穩定，爰本文不予探討。本文乃聚焦「總體環境」之探討，擇其中對自來水事業較具影響力者，採取 PEST 分析模型，依序循政治法律(Political & Legal)、經濟(Economic)、社會文化(Social & Cultural)、科技(Technological)環境等；又，近年溫室效應、極端氣候影響日亟，本文在 PEST 之外，另加生態(Ecological)環境，而為 PESTE 分析類型，茲循序探討其「變動趨勢」與自來水事業「適應之道」如次。

### 三、政治法律環境

二十世紀以來，隨著政府職能不斷擴大，使得政府和企業的關係也趨於密切。由於政府在立法、政策或行政措施上的新增、刪除與異動，都可能對產業產生機會與威脅，因此，企業必須時時注意及分析政府法令的變化。

自來水事業係公用事業之一，關係民眾福祉，故政府訂定法令規章，採取必要保護性措施，期使自來水事業生存發展；亦訂定必要的管制性措施，期能保障用戶之權益；

以及施行干預性措施，賦予自來水事業承擔政策性任務。茲分由(1)保護性措施(2)管制性措施(3)干預性措施等三者說明如次。

### (一)保護性措施

自來水事業是一種獨佔性之永續事業，供水後不得任意停業為自來水事業應盡之義務。為幫助事業體得以安心經營，不致影響供水，故立法當時仿照電業經營及公共汽車權之規定，於「自來水法」中明示自來水事業之專營權，即同一個區域內，只能有一個自來水事業體，不容許其他自來水事業擅自進入經營。因此，自來水事業具區域自然獨佔性，法有明文。茲列示自來水法「專營權」相關條文及其他保護自來水事業正常營運發展之法條如表 2。

表 2 自來水法中保護自來水事業營運發展之法條

條 款	條 文	立法旨意
第 25 條	在同一地區內，同時有二個以上之民營自來水事業興辦人，申請自來水事業專營權時，……於一定期間內自行協議，協議不成時，由中央或直轄市主管機關核定之。	使自來水事業體得以安心經營
第 59 條	自來水價之訂定，應考量自來水供應品質，以水費收入抵償其所需成本，並獲得合理之利潤。	確保自來水事業之合理利潤
第 96 條	在水質、水量保護區域內，妨害水量之涵養、流通或染污水質，經制止不理者，處一年以下有期徒刑、拘役或五百元以下罰金。	保障自來水事業權益，確保正常營運發展
第 97 條	毀損自來水事業之主要設備，或以其他行為使主要設備之機能發生障礙因而不能供水者，處五年以下有期徒刑。	
第 98 條	竊水行為，處五年以下有期徒刑、拘役或五百元以下罰金。	

「國營事業管理法」第四條規定「國營事業必須依照企業方式經營，以事業養事業，以事業發展事業，並力求有盈無虧，增

裕國庫收入」，意謂賦予國營事業經營自主性，兼顧經濟性與非經濟性目標，期避免產生虧損情事。

### (二)限制性措施

自來水法中亦存在諸多不利自來水事業之限制條款，該等條文規範內容或涉及政府公權力之執行，或課以配合政府政策性措施之義務及費用負擔，不僅與自來水事業體制不合，亦對自來水事業經營體造成沉重負荷。茲臚列自來水法中限制自來水事業營運發展之法條如表 3。

表 3 自來水法中限制自來水事業營運發展之法條

條 款	條 文	限 制
第 41 條	自來水事業管有之不動產及自來水設備，非報經中央或直轄市主管機關核准，不得處分或設定負擔。	影響自來水事業企業化經營
第 46 條	自來水事業應配合公共消防設置救火栓。	徒增自來水事業經營之沉重負荷
第 59 條	用戶使用度數較上年度同期比較如負成長，自來水事業體得視營業收支盈虧狀況，給予費用折扣。	
61 條之 1	用戶加壓受水設備之代管。	
第 110 條之 1	簡易自來水事業之接管代管。	

自來水法第 59 條「自來水價之訂定…；其計算公式及詳細項目，由主管機關訂定；其由直轄市或縣(市)主管機關訂定者，應報請中央主管機關核定之」。然而，國營事業管理法第 20 條：「國營之公用事業費率，應由總管理機構或事業機構擬具計算公式，層轉立法院審定，變更時亦同。」此一法條，讓國營之公用事業費率公式，在立法院屢被否決，而難以合理反應成本。至於

每逢選舉期間，「凍漲」彷彿天經地義，任何一個政黨都不敢堅持依照公式調整價格。因此，國營事業陷於虧損乃不足為奇。

環保法規更迭，水質標準提高。「飲用水管理條例」於民國 86 年 5 月 21 日修正後，行政院環保署依該條例研擬「飲用水水源水質標準」，規定未符合所訂水源水質標準者，須採取改善措施或高級淨水處理，違反者禁止取用並處以罰則，因目前取用之水源諸多不符所訂標準，應增設淨水處理設施或增闢替代水源，且依「飲用水水質標準」亦有諸多淨水場之處理設備亟需改善，增加自來水事業之財務負荷。

### (三)干預性措施

自來水事業無自行選擇市場之自由，而須配合政府社會政策或經濟建設，亦即不能完全依經濟效益原則選擇供水區域，致本公司肩負諸多政策性任務（如離島、山地、偏遠等高成本地區之供水；澎湖海水淡化的成本一度水要 40 元，而本公司一度水只賣 10.92 元）。

法律無法自外於社會，為達成立法目的，法制更須配合時空變遷，因時制宜，與社會結合。「自來水法」等相關法規係用以規範「自來水之管理」及「自來水事業之管理」，實宜體認自來水在國家建設與民生福祉所扮演角色，釐清自來水事業的權責，以利其永續發展。

## 四、經濟環境

調影響企業之經濟面因素，涵括(1)經濟制度(2)總體市場需求(3)總體生產要素。企業組織無法控管這些經濟因素，但是此等因素卻對組織體的績效表現有重大的影響。本文擇取其中影響自來水事業較具影響者，就(1)國民所得(2)利率水準(3)人力資源(4)工業成長等探討如下。

### (一)國民所得

國民所得(National Income)係全體本國常住居民提供勞務、資本及技術，從事生產所獲得之報酬總和，一般以「平均每人國民所得」為衡量購買力指標，每人所得越高，購買力亦高；反之亦然。台灣多年來致力經濟建設，平均每人國民所得由民國 71 年 95,622 元，提升至民國 101 年 525,213 元，茲就(1)自來水普及率(2)每人每日平均用水量之消長，詮釋其間關聯性及其管理涵義如次。

#### 1.自來水普及率

國民所得提高，一般民眾裝接自來水的意願與能力亦隨之提升，迄民國 101 年底已達 91.32%。自來水普及率是現代社會文明的象徵，台水公司藉著管線的綿延伸展，與台灣社會進步、經濟發展緊密連結。然而，目前普及率已達 90%以上，預估未來增加空間有限，且由於供水管線延伸至偏遠地區，用戶分散而稀少，故管線利用效益低，但管線、水質、水壓維護成本則大幅增加，實不利自來水之經營。

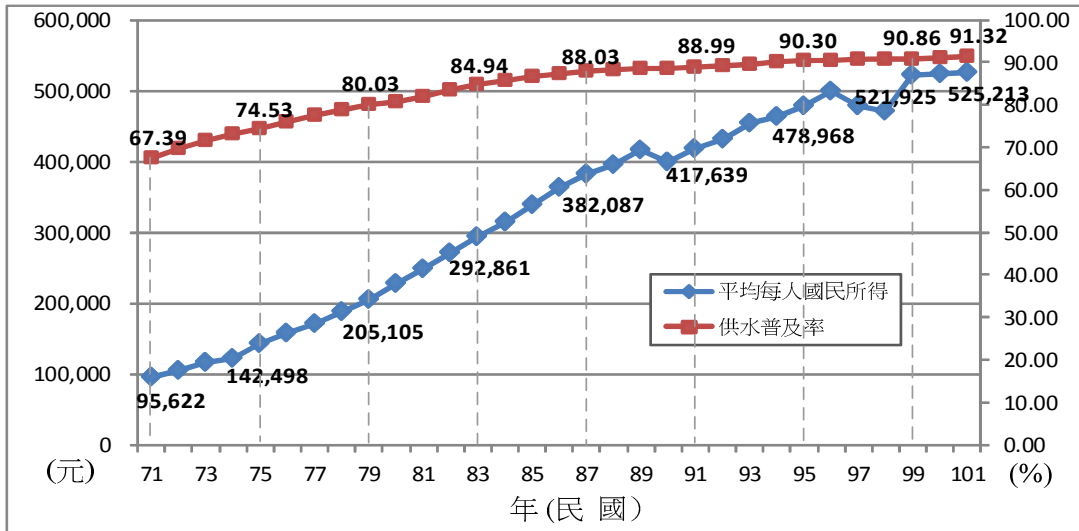


圖 2 國民所得與供水普及率關係

資料來源：1.行政院主計總處，平均每人國民所得，中華民國統計資訊網(<http://www.stat.gov.tw>)，民國 102 年 6 月上網資料。  
2.經濟部水利署，供水普及率，經濟部水利署全球資訊網(<http://www.wra.gov.tw>)，民國 102 年 6 月上網資料。

## 2.每人每日平均用水量

國民所得之提高加深民眾對自來水之依存程度，其對自來水質、量的要求亦隨之升高，不僅要求水質優良，亦難以忍受暫時性停水、缺水。尤其，水價低廉，每人每年水費負擔僅占國民所得極小比率(約 0.23%)，致用水浪費，台灣地區每人每日平均用水量

逐年攀升，由民國 71 年的 188 公升逐年遞增至民國 82 年的 283 公升，迄去(101)年底為 268 公升(如圖 3)，仍較國際標準之 250 公升高出甚多，徒增水資源開發壓力。尤其，都會地區用水量有明顯偏高趨勢，台北市一般每人每日的生活用水約在 350~400 公升之間，也呈現了城鄉明顯的差異。

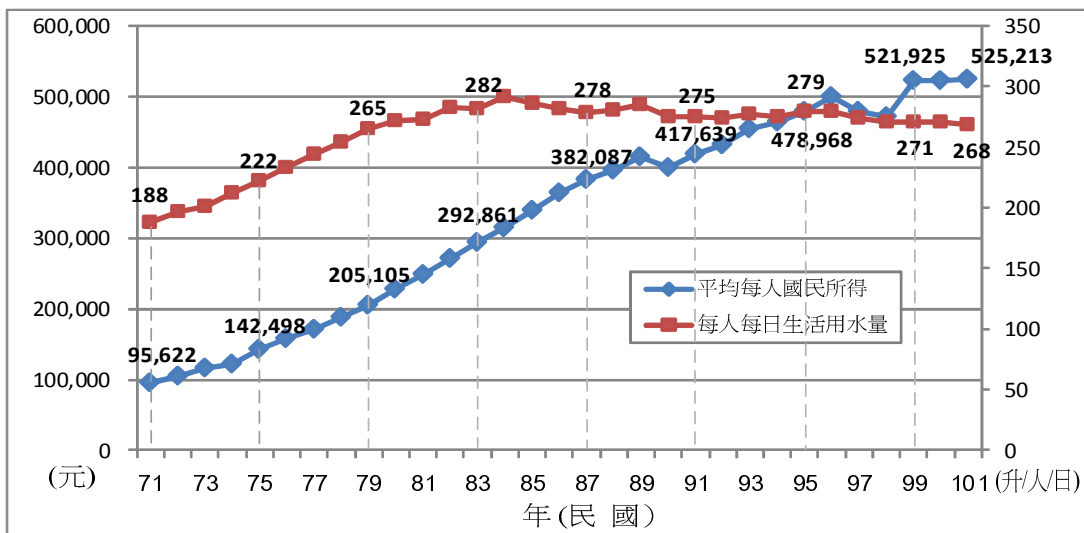


圖 3 國民所得與用水需求關係

資料來源：1.行政院主計總處，每人每日生活用水量，中華民國統計資訊網(<http://www.stat.gov.tw>)，民國 102 年 6 月上網資料。  
2.台灣自來水公司，《台灣自來水事業統計年報(第 35 期)》，民國 102 年。

值得一提的，83 年起自來水事業分兩階段調整水價，政府並大力推動節約用水，

每人每日平均用水量從 83~97 年接近持平趨勢。反觀近年來政府一直不遺餘力地宣導

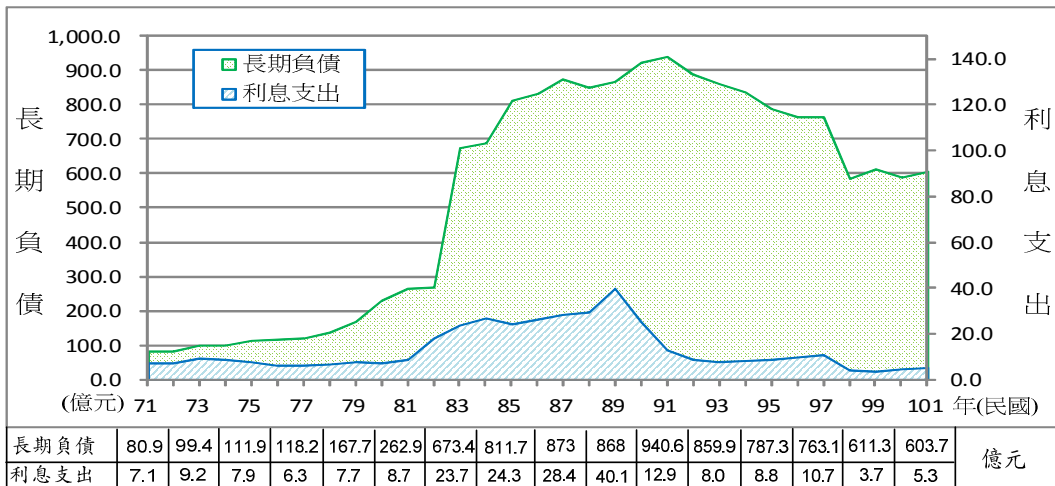
民眾「節約用水」，惟其成效並不顯著，足見民眾並不珍惜水資源，其因或與水價長期偏低存有重大關係。是故，水價若不能合理反映水資源的經濟價值，節約用水將只是難以實現的口號。

## (二)利率

利率會影響企業的資金成本(Cost of Capital)，以及募集資金與投資新資產的能力。利率愈低，公司的資金成本就愈低，也就能進行更多的投資。

就自來水事業而言，各項重大工程建

設或固定資產投資，均以政策性因素為優先考量，利率高低非為資產投資的決定因素，實與一般企業投資決策殊異。自來水事業開闢水源、興建淨水設施，以及埋設供水管線，投資金額龐大，大都以貸款方式興辦工程，再以水費償還本利，利率水準高低影響財務負荷甚鉅。以台水公司為例，其年度借款隨設備投資逐年增加而增加，幸因近年市場利率偏低，其利息支出未隨借款增加而攀高(如圖 4)，公司財務困境稍獲喘息。



註：因會計期間改變，民國89年利息支出40.1億元係涵括88年下半年及89年全年。

圖 4 歷年台水公司長期負債與利息支出

資料來源：台灣自來水公司，《台灣自來水事業統計年報(第 35 期)》，民國 102 年。

## (三)人力資源

人力資源主要指人口中的勞動力，即 15 歲至 64 歲的人口，係總體產銷要素之一。在知識經濟時代，競爭力的來源在於高素質的員工，人力資源市場是企業應該積極重視的外在環境因素之一。

台灣近 40 年的經濟發展，提高國民生活水準與教育程度，已經累積雄厚的人力資本。另，隨著人口結構的老化，勞動力結構

也同時存在勞動人口的老化現象，增加企業營運困境。茲闡釋近年台灣人力資源重要趨勢及對自來水事業之影響如次。

### 1.平均壽命增加

由於醫療進步、營養提升、健康改善，現代人的平均壽命有逐漸增加的趨勢(民國 101 年底時台灣男性約 76.64 歲、女性約 83.06 歲)，到達法定退休年齡時，體能、心智與工作仍維持相當程度。

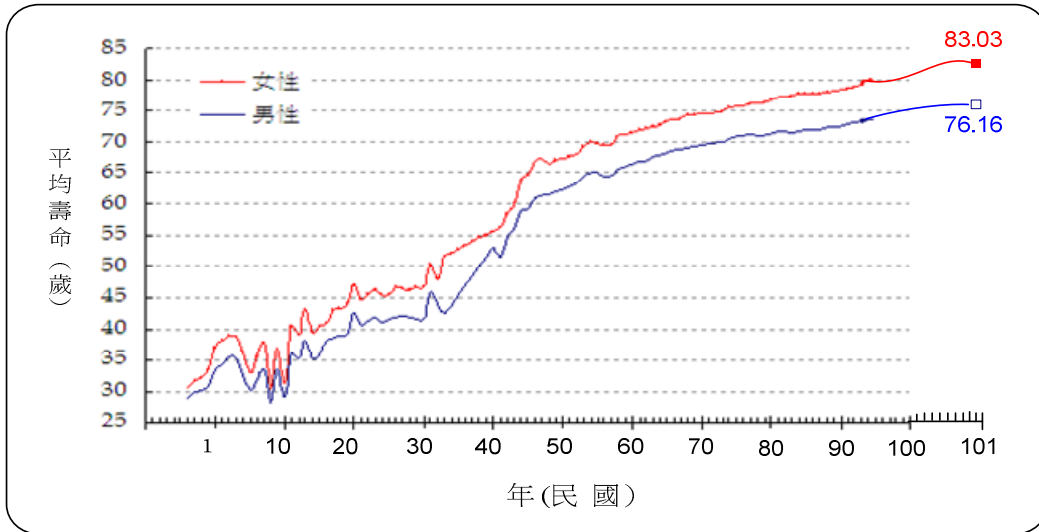


圖 5 台灣人口平均壽命變化圖

資料來源：1.國立暨南國際大學，台灣人口平均壽命，國立暨南國際大學教職員工個人網站(<http://staffweb.nccu.edu.tw>)，民國 102 年 6 月上網資料。

2.內政部戶政司，人口統計資料，內政部戶政司全球資訊網(<http://www.ris.gov.tw>)，民國 102 年 6 月上網資料。

截至 101 年 12 月 31 日，本公司員工平均年齡已達 48.80 歲，人力集中於中高年齡層，50 歲以上達 58.90%，人力結構過於老化，不僅用人費用負擔沈重，亦導致經驗傳承之斷層。時值知識經濟時代，卻因員工年齡老邁，接受資訊化程度較低，專長轉換困難，致使人力資源無法充分運用。爰本公司須持續推動優惠退休制度，加速進用年輕、

高素質員工，有效地暢通升遷管道，從而促進組織之新陳代謝。

## 2.人力素質提升

隨著高等教育之普及化，大學以上(大學院校、研究所)教育程度者所占之比例驟增，已由民國 86 年的 7.51% 提升至民國 101 年的 27.79%(詳圖 6)，已成為提昇國內產業發展中最珍貴的資源。

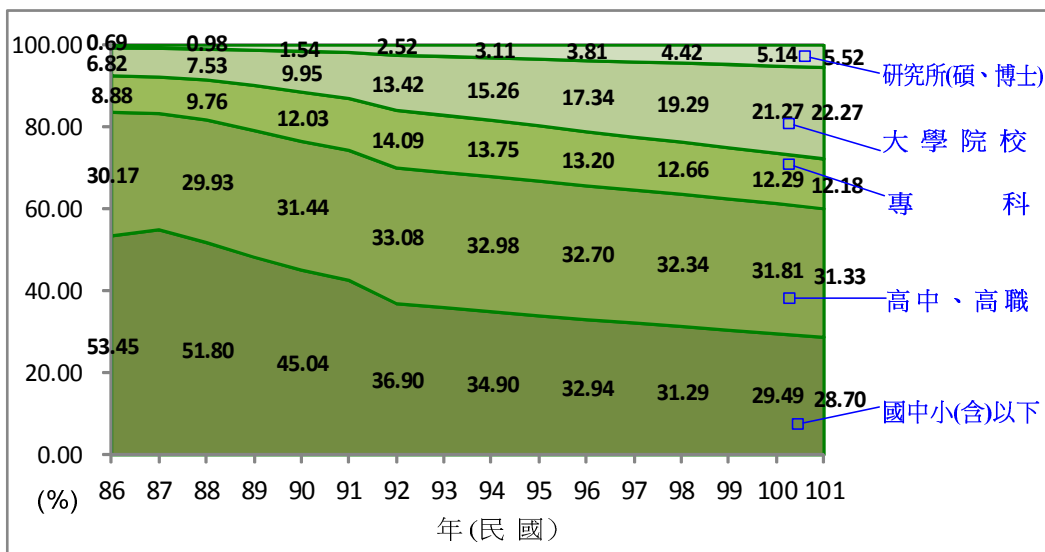


圖 6 台灣就業人口教育程度消長趨勢

資料來源：行政院主計總處，台灣地區就業人口教育程度，中華民國統計資訊網(<http://www.stat.gov.tw>)，民國 102 年 6 月上網資料。



本公司即將邁入四十不惑之年，人力老化、經驗斷層等危機日亟，且在「用人費」、「預算員額」的雙重控管下，人力增補不易，致各單位人力普遍吃緊。為突破前揭人力困境，本公司積極進用年輕、高學歷人力，企求以「質」填補「量」的不足。隨著高學歷人才增長，知識工作者的質與量明顯提升。然而，這群工作價值觀迥異於傳統工作者的知識型工作者，具有重視工作成就、工作發展與自主管理等特質，越來越無法忍受官僚制度，如何培育與留任這些具備「游牧民族」性格的知識工作者，如何提高領導效能，係台水公司必須正視的人力課題。

### 3. 家庭結構改變

在台灣，小家庭制度已盛行多年。雖然經濟發展程度升高，惟人口出生率普遍降低，以致多數(雙薪)家庭僅育有 1~2 名子女。由於子女數少，父母平均花費較多教育資源培育子女智能與才藝，但也較疼愛子女，無形中讓子女養成不同的(勞動)價值觀。企業雖能獲得教育程度較高的勞動力，惟如何讓這些不喜歡壓力、挫折容忍度低的

年輕「草莓族」融入團隊、發揮才能，確係未來必須面對的人力課題。

卡內基訓練大中華地區負責人黑幼龍先生曾說：「卡內基是人的事業，員工就是最寶貴的資產。為什麼我們的員工願意長時間留下來打拚？因為我們讓他們在不確定年代裡擁有安全感，在關鍵時刻支持他們。」值得本公司深思、借鏡。

### (四) 工業成長

近十餘年來，隨著科學園區、工業區的開發，台灣需水高科技產業蓬勃發展，其中光電業用水量尤其驚人，此皆有賴自來水事業穩定供水，方能提升台灣工商業產值。

就自來水事業而言，工業用水需求成長對自來水事業之營運是機會，也是威脅。以用水別區分，自來水分為「一般用水」、「工業用水」、「機關及其他用水」等三類，其中工業用戶用水量，其適用費率屬高費率(目前水價係採分段差別費率)，乃現階段自來水事業營業利益主要來源。茲繪示本公司各用水別成長趨勢如圖 7。

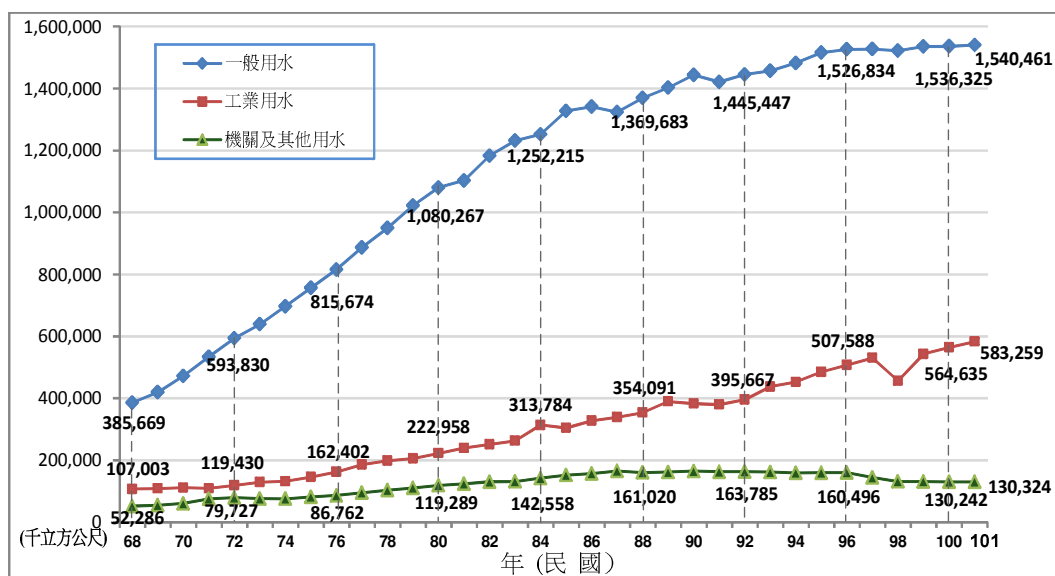


圖 7 台水公司各用水別成長趨勢

資料來源：台灣自來水公司，《台灣自來水事業統計年報(第 35 期)》，民國 102 年。

民生用水為生活必需品，較不受景氣循環所影響，惟工業用水量深受經濟景氣左右，例如民國 98 年金融風暴，導致景氣急遽轉差，工業用水量驟降。因此工業用水消長變化較大且難以預測，為支應工業成長不時之需，需預先開發水源、投資供水設施，致加重自來水事業之財務負擔；另，大量工業廢水若未經處理排入河川，將導致水源水質污染，亦增加自來水事業淨水處理成本。

隨著工商業持續發展，農業占國民所得的比例不斷下降；尤其，我國加入世界貿易組織(WTO)，陸續開放國外農產品進口，對本土農民已產生衝擊，間接影響農業用水量。惟目前國內水權分配已不符現況，依水權資料庫統計，產值不高的農業用水占比高達七成，民生用水占兩成，工業用水僅占一成；若以 2016 年實踐 馬總統「六三三」政策目標估算，工業用水量將大幅增加。若民生用水需求量持平，農業用水則必須明顯減少，方能支應工業用水成長。因此，水權分配比率實有必要重新檢討。

### 五、社會文化環境

社會文化(Sociocultural)指生活社群之價值觀、社會風氣及國民素質等綜合因素。這些因素影響所及，匯為「倫理規範」及「輿論監督」，係法律環境拘束力以外之重要社會正義防線，對企業自發性社會責任之履行，有強大致約力量。當社會價值、習俗、品味改變時，管理者必須隨時修訂其經營策略，以符合當地社會的期望。例如當員工逐漸注重生活與工作平衡時，組織就該做出具體回應，如家庭休假方案、彈性工時，甚至附設托兒所等。

就世界各國的經濟和社會發展而觀，隨著國民所得提高，民眾的消費需求、生活型態也會改變。在物資缺乏、經濟發展落後的國家，民眾所得支出以民生食品為主。而當國民所得愈高，食品消費支出的占比就愈低，休閒娛樂消費支出則明顯增加。台灣在 1970 年代之前，大部分的民生花費都用在食、衣、住、行等生活必需品；近年來，教育之普及、國民所得之提高，民眾對醫療保健、休閒娛樂支出提高(如圖 8)，更重視有品味、有格調的生活。

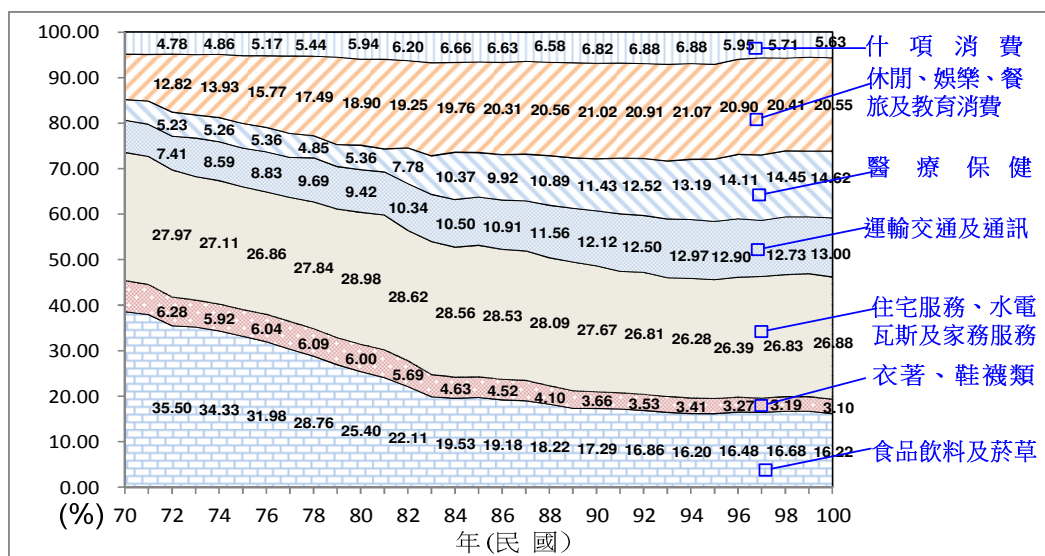


圖 8 台灣地區家庭消費支出結構

資料來源：行政院主計總處，台灣地區家庭消費支出結構，中華民國統計資訊網(<http://www.stat.gov.tw>)，民國 102 年 6 月上網資料。

尤其，由於生產技術持續進步，生產效率不斷提升，商品生產過剩已是無法改變的事實。因此，現今企業的挑戰再也不是如何更有效率地(Efficiently)生產，而是能夠提供消費者什麼不同的消費經驗，體驗經濟(Experience Economy)於是生焉。體驗經濟強調現代的消費者需要商品提供一些特殊的經驗，如格外好的服務、令人意想不到的欣喜感等。

就自來水事業而言，民眾對自來水的需求，先求其「有」，次求其「好」，終求其「美」。尤其，身處「體驗經濟」時代，消費者意識抬頭，對自來水的需求，除追求「生理層次」的滿足外，更進一步企求「心理層次」的滿足。過去強調「量足」(求有)、「質優」(求好)之供水，僅係滿足用戶基本的生理需求，但卻尚不足以讓顧客「心」生感動(求美)。

易言之，今後台水公司努力的方向，「量足、質優」是必要的前提，同時，注入「體驗」價值，創造用戶愉悅的用水經驗，才能讓用戶「有感」。爰當從「心」出發，加強軟體服務，諸如(1)強化客服中心功能(2)改善實體櫃台服務(3)善用水源地及淨水場，營造民眾優質的休憩場所，結合水資源環境教育，以善盡環境永續之社會責任。本公司「宜蘭深溝水源生態園區」於 101 年 4 月 16 日通過環境教育設施場所認證，為經濟部第一個取得認證的機關，同時也是宜蘭

縣第一個獲得認證的環境教育設施場所。本公司當廣續推動「高雄澄清湖」、「花蓮砂婆礑」取得認證，其目的在使台水品牌除有「理性」的功能性利益(量足、質優)外，還增添一分「感性」的用水體驗。

## 六、科技環境

就總體環境而言，二次世界大戰後改變最快的便是科技，人類的科技發展，可謂是一日千里。自從十九世紀「工業革命」(Industry Revolution)以來，發明(Invention)及創新(Innovation)一直伴隨著時代的腳步。尤其是，自從電腦問世以後，資訊時代已然來臨。電腦成為人們生活不可或缺的重要工具，尤其是電腦在統計、分析、文字處理，以及資料儲存的驚人表現，更令人嘆為觀止；「自動化」已成為所有組織及企業的共同需求。組織內的軟硬體設備及資訊人才的培育，更是刻不容緩。

資訊科技發展日新月異的結果，使得企業間資訊科技應用能力的差距增加，這種數位落差(Digital Divide)的現象隨著資訊科技的發展而益形擴大，造成強者恆強、「贏者全拿」(Winner-take-all)的結果。新的科技可提升企業效率、創造出許多新產品，卻也提高企業間的競爭程度，常使現有產品一夕過時。當機會存在但所需要的技術卻缺乏時，科技反成一種限制。茲繪示歷年我國上網人數與網路普及率成長之趨勢如圖 9。

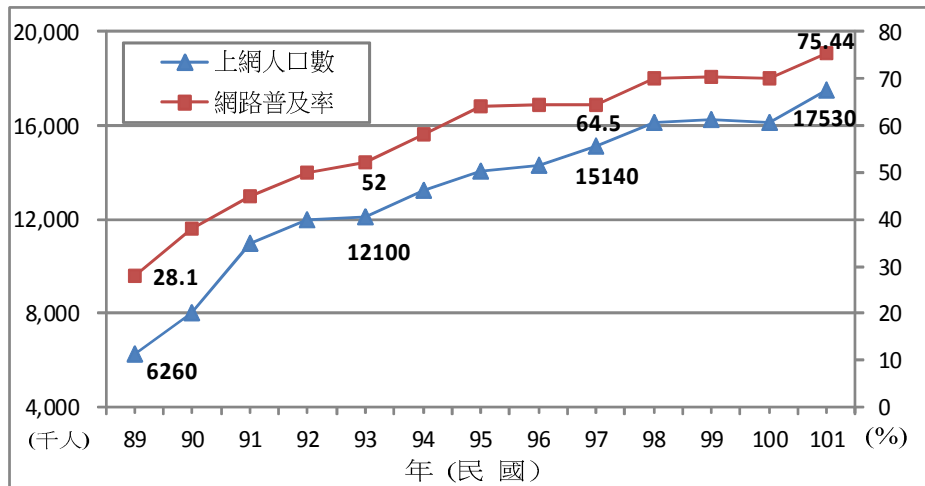


圖 9 歷年我國上網人數與網路普及率成長之趨勢

資料來源：整理自 Key 2000-2010 Country Data & Miniwatts Marketing Group, Internet Usage Statistics, 民國 100 年 6 月 30 日。

就自來水事業而言，無論水量、水質、水壓狀況之掌握，操作維護之控管，管理與服務之精進等皆與科技有關。本公司近年陸續實施手提抄表機、場站操作自動化、業務電腦化等措施，有效地節省人力、降低用人費。茲扼舉本公司在淨水、供水、售水之重大科技運用如次。

### (一)淨水處理

為解決高雄地區水源區遭受嚴重污染之問題，台水公司斥資以結晶軟化、生物活性碳吸附、臭氧或奈米薄膜等方式淨水，大大提升高雄地區自來水品質，除平息「水質差，高雄居民買水喝」的民怨，亦係本公司提升水質重要的里程碑。

澎湖地區因先天水文氣象條件不佳，致湖庫水源不敷使用，且地下水亦有鹽化現象。為改善澎湖地區之供水緊絀，本公司建置海水淡化廠，利用科技及能源將鹽水分離成兩部分，一為含鹽量極低的淡水，另一則為含高鹽量之鹵水，由此達成海水淡化之目的。

上揭海水淡化廠及高級淨水處理，雖可

賴精密科技來順利解決水質、水量問題，然而，相對地亦大幅提高供水成本。

### (二)供水設施

漏水問題已成為現代自來水事業之包袱。台水公司除持續加強老舊管線汰換，改善供水管網體質外，準確「抓漏」亦攸關成效之優劣，必須藉由高科技的力量，推動主動漏水控制，讓整個供水系統可以透過監控，進而更明確的掌控漏水狀況。茲簡述本公司運用資訊科技於「主動漏水控制」之相關作為如下。

#### 1.地理資訊系統(GIS)建置

透過資訊技術，快速擷取各項圖資以完成工程設計、資料統計等各項工作，並大量節省傳統拼湊、查詢紙圖過程中所耗費之時間，提升作業效率。目前本公司 150 個供水系統皆已完成圖資數化，持續辦理閘栓現測並校正中。

#### 2.分區計量管網建置

藉分區計量以掌握漏水量高之地區，執行檢修漏及汰換管線，係降低漏水率較有效

率之作業方式。一個分區計量管網可分「大區管網」、「中區管網」、「小區管網」三層次，屬於大裡有中、中裡有小，網中有網的自來水管網。各層次之管網均可獨立計量，不過，比對及檢測漏作業之實施僅限於小區管網，其他規模者則僅執行監控與校核作業。

### 3. 監控系統建置

目前約 66.46% 的配管仍以耐壓強度較差之 PSCP、PVCP 等管材埋設，常因施工影響、供水壓力變化、車輛輾壓、地震等原因，導致管路漏水，其中以供水壓力變化屬內部管理可控制要因，宜強化水壓管理。本公司近年來已於重點節點佈設 1,511 處水壓監測設施，未來除依實際需求外，亦將配合小區管網建置，每年約佈設 200 處水壓監測設施，加強水壓管理。

### 4. 提升檢漏技術

擇定高漏水率地區，辦理「檢漏分區計量管網(DMA)試辦計畫」，規劃可計量封閉區域、辦理檢測漏作業、降低供水系統配水量，藉以量化檢漏績效之外，可進而提供管線汰換的參考依據。另，本公司近期引進免停水侵入式測漏施工法(Smart Ball)，於貢寮送基隆之送水幹管檢測漏水，試辦成果良好，因此，將積極推廣各區管理處，以確保重要管線正常供水。

## (三) 用戶服務

本公司客服中心(Call Center)於 99 年 6 月 15 日正式上線運作，開啟本公司便民服務新紀元，提供用戶 24 小時全年無休之服務管道。未來將介接地理圖資(GIS)、產水監控系統(SCADA)，建立更便捷、快速之反

應機制，實現「一通電話全程服務」。

鑑於行動上網、智慧型手機日漸普及，本公司將積極開發、建置搭載於智慧型行動裝置(智慧型手機或平板電腦)，供使用者運用之應用服務，主要涵括：

1. 建置台水行動版網站(Mobile Web): 供民眾透過智慧型行動裝置上網瀏覽之網站服務行動版網站及行動化應用軟體
2. 開發用戶行動化應用軟體(Mobile App): 民眾自行下載安裝於智慧型行動裝置之資訊軟體，此服務軟體以用戶經常須查詢或提醒之功能為主，例如停水訊息查詢，水費查詢及申辦進度查詢等。

資訊科技使得組織內部、外部都變得更平等、更民主。對組織內部管理而言，資訊科技改變組織溝通方式(任何員工可透過電子通訊，跳越組織層級，輕易地與公司最高主管溝通)、企業的組成與運作(組織趨於扁平化並縮短工作流程);而就組織對外關係而言，小企業可仰賴資訊科技與大企業抗衡，而企業間協調合作更形容易。因此，資訊科技也成為企業在擬定策略時的重要工具，自來水事業在策略制訂的過程須納入資訊部門的觀點，才能提升資訊科技的附加價值。

## 七、生態環境

全球溫室效應、氣候變遷，旱澇災害發生機率提高，而災害規模亦有擴大趨勢。以地表水為主要水源的台灣而言，降雨時間之分佈不均日趨嚴重。夏季豐水期，洪水挾帶土石流，使原水濁度驟增，導致「有水不能

用」的窘境；而冬季枯水期，降雨量不足，造就部份地區缺水情事。洪旱交替頻率密集，影響幅度變大，不是水太多，就是水太

少，旱澇迅速交替的劇本，近年來不斷在臺灣重複上演。茲彙示台灣年平均降雨量旱澇趨勢如圖 10。

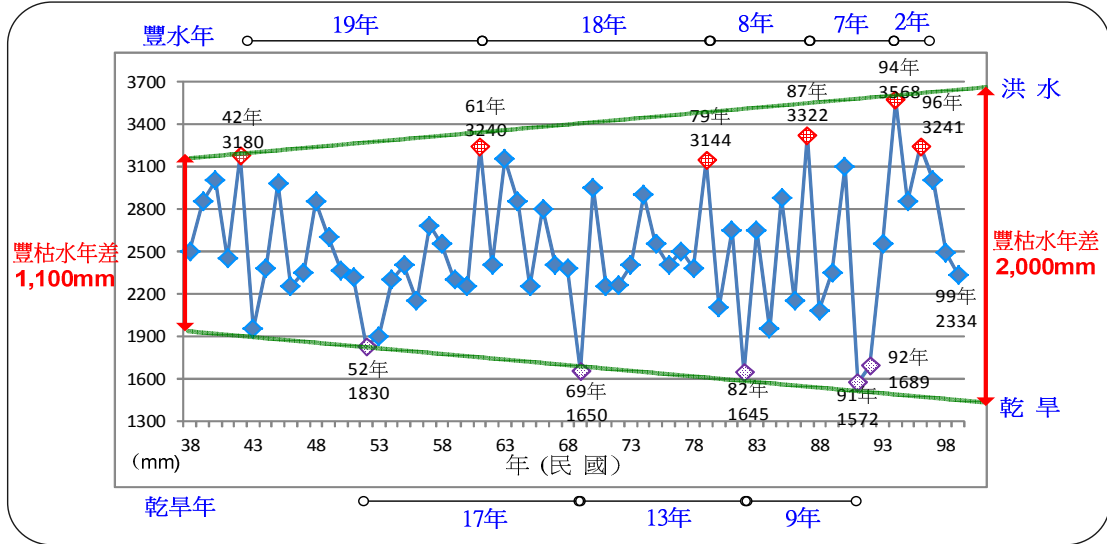


圖 10 台灣年平均降雨量旱澇加遽趨勢

資料來源：經濟部水利署，〈聰明調適，珍惜水台灣〉，2013 年氣候變遷國際研討會，民國 102 年 1 月 15 日。

面對極端氣候導致危機日亟的壓力，除需推動節約用水、降低漏水等節流措施外，必須推動相關水源開發調度及各項充實備援備載計畫，以強化供水系統的彈性。本公司分由原水(多元化水源開發)、淨水(淨水設施擴建及更新)、供水(設置備援管線)等，建立適應環境不確定性之緩衝(Buffering)功能，茲分別闡釋相關作為如次。

### (一)多元化水源開發

台灣目前水源開發主要以傳統水源(地

面水、地下水)為主，一方面配合水利署水源開發計畫為前導計畫，與水庫聯合調配運用，辦理相關下游供水工程；另一方面積極充裕自有水源，例如攔河堰及取水設施更新、自行開發區域性小型水源(深井及伏流水)等。惟受到氣候、環境、設施功能影響大，為彌補傳統水源穩定性不足之缺憾，尚須推動較穩定、環保與深具開發潛能的新興水源(再生水、海淡水)。茲繪示台灣傳統水源與新興水源類別如圖 11。

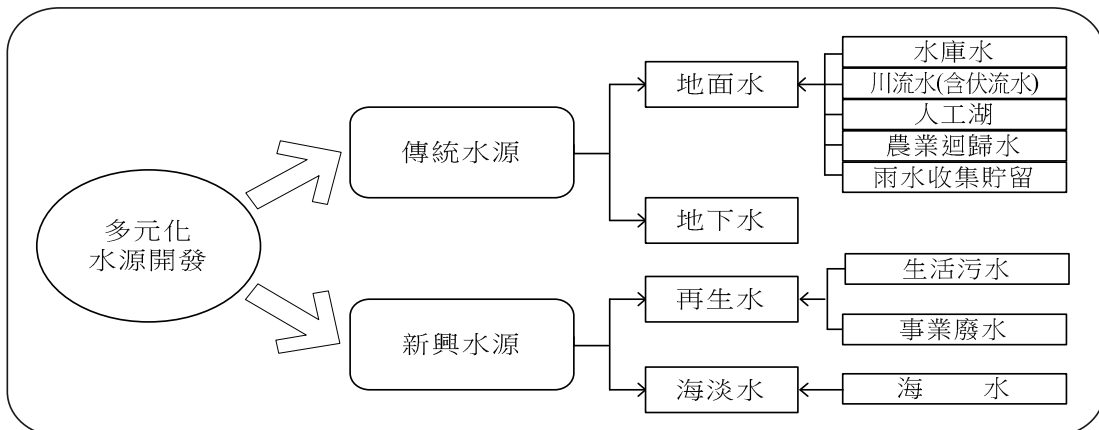


圖 11 台灣傳統水源與新興水源類別



在全球水資源日漸匱乏下，新興水源發展前景可期。然而，在台灣開發新興水源，尚存在諸多滯礙，例如(1)廢污水回收再利用囿於法規面及技術面(法規尚研議階段、水質標準規範未完善)等不確定性因素，復以成本明顯高於現

行水價，缺乏使用誘因(2)海水淡化因產量少、代價昂貴，復以海水淡化一噸水要用三度電，等於用能源換取水源。茲比較新興水源成本與現行水價如圖 12，水價明顯偏低實乃推動新興水源的一大阻力。

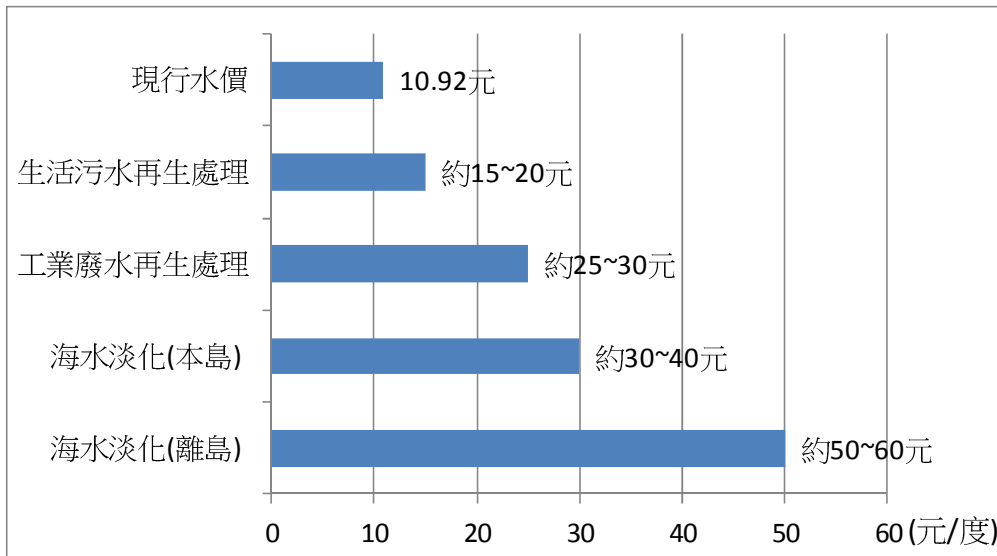


圖 12 新興水源單位成本與現行(101 年度)單位水價對照

## (二)淨水設備更新及擴建

本公司各型淨水場計有 500 餘處，因部分淨水場營運多年，設備已逐漸老化，導致出水能力漸減，爰須推動「淨水設備更新、改善」；又，針對易缺水地區，持續辦理「淨水設備新(擴)建工程」，冀期提升備載能量、降低缺水危機。

## (三)設置備援管線

為加強水資源備援，本公司設置「跨系統或區域間備援管線」，在乾旱、暴雨或其他特殊情況下，進行區域性水源及水利設施的調配運用，冀期調豐濟枯。惟囿於輸水管線加壓操作、漏水損失及成本效益等因素，水資源之運用應以流域內調度為優先，即先

以流域內水源聯合運用，如有盈餘或缺乏，再以跨區聯通管網進行跨區調度，以加強現有水資源之運用效率。

為確保用戶可獲得充裕水量，通常配水率須維持在 65%~70%，若高於此，即需辦理系統擴建，因自規劃、設計、施工至完成供水，平均約需 2~3 年時間，故配水率高於 65%即須評估與規劃系統擴建。依據本公司「六年(102~107)經營計畫」之推論，預計民國 107 年系統供水能力應達 44 億 8,081 萬立方公尺/年，並本於「分區規劃，區域調配」之理念，核算各(北、中、南、東)區預估配水率如圖 13~16，以提升區域供水調度能力，促進水資源有效運用。

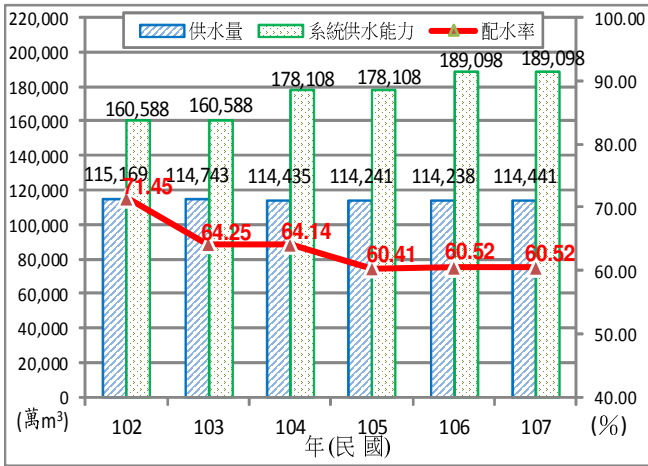


圖 13 北區(基隆、新北市、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣) 102~107 年預估配水率

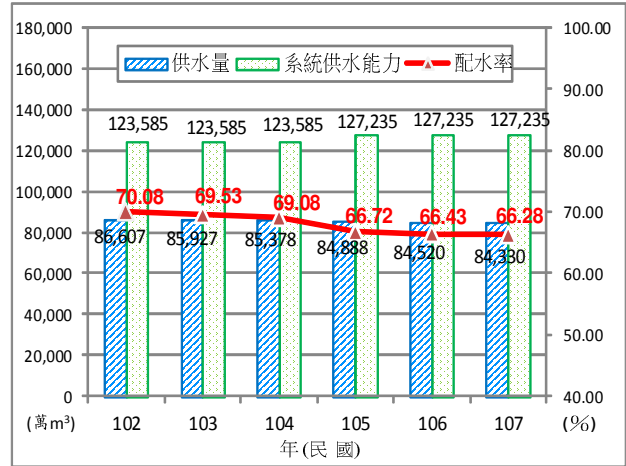


圖 14 中區(台中市、南投縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣市)102~107 年預估配水率

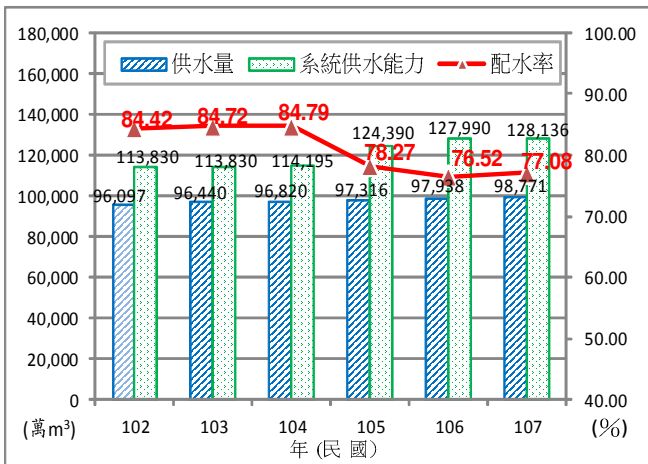


圖 15 南區(台南市、高雄市、屏東縣、澎湖縣) 102~107 年預估配水率

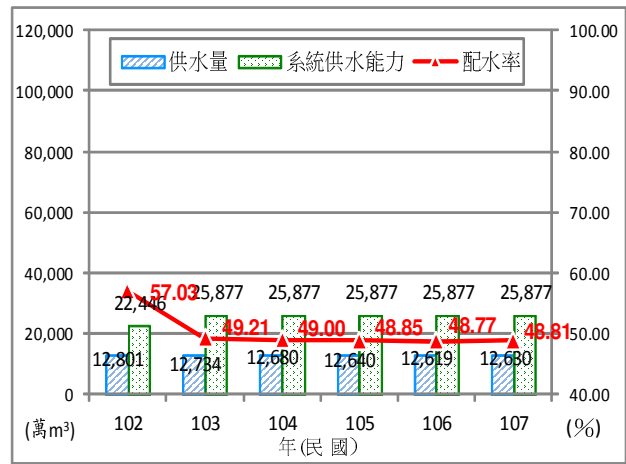


圖 16 東區(宜蘭縣、花蓮縣、台東縣) 102~107 年預估配水率

由各區配水率顯示，南部地區配水率雖有改善，惟仍緩不濟急。爰針對台南、高雄等高缺水風險潛勢地區，必須落實辦理「曾文、南化、烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫」，藉由提升現有水源之調度及備援系統、增加南化水庫庫容及尋求新的替代水源等策略，冀期由 102 年預估配水率 84.42%，降至 107 年之 77.08%，提高備援備載能量，穩定南部地區供水。

### 八、結語—英雄造時勢

環境變動常促使企業策略的改弦易張，這就是英特爾(Intel)前總裁高登·摩爾(Gordon

Moore)所說的「策略轉折點」(Strategic Inflection Point)。英特爾曾經歷數次策略轉折，例如當英特爾的DRAM業務無法和日本廠商競爭時，毅然決然放棄DRAM，轉為以微處理器為主。然而，企業要追求成功，不僅企業策略須配合外在環境，還須透過策略來重新塑造有利的環境，例如瑞士帥奇錶(Swatch)將手錶重新定位(Repositioning)，手錶不再只是用來顯示時間，因為手錶通常與佩戴者24小時形影不離，比其他飾物更能代表個人「個性」(Personality)的延伸，將手錶定位為「個人飾物」，成功地改變消費者需求屬性，將手錶由過去的功能性利益(顯示時間)

轉為情感性利益(時尚配件)。

「環境偵測」(Environmental Scanning) 對於組織的重要性，就像人體的五官對於環境的重要性一樣，無法準確接收環境各項訊息的組織，將因為反應過慢，而無法適應環境，進而難以存活。企業經由環境偵測，據以瞭解環境現實後，才能夠更精確地掌握市場的機會，明白應該提供哪些產品或服務給顧客。另則需藉由內在環境分析，確認自己能夠做的事，亦即因為擁有獨特資源(Resources)、潛能(Capabilities)所能夠採取的舉動。易言之，外在環境的機會與威脅決定企業應做的事(Might Do)，而內在環境的優勢與劣勢決定企業能做的事(Can Do)，二者交集為企業之策略性企圖(Strategic Intent)，繼而選定及執行策略。

《孫子兵法》虛實篇云：「水無常形，兵無常勢，能因敵變化而取勝者，謂之神。」意謂領兵打仗不能沿用一套作戰方法，應該依隨戰場形勢變化與敵我態勢，實事求是地靈活應變。面對更迭、多變之環境，台水公司為求永續經營，必須避免陷入「行動慣性的陷阱」，時刻惕勵「眺望窗外」、面對現實，亦且不忘「攬鏡自照」、反躬自省，隨時檢視、調整經營策略，從而落實執行，冀期形塑新時代高績效的自來水經營新風貌，讓台水金字招牌於歷史長河中光輝燦爛。

## 參考文獻

- 1.中山大學企業管理學系，《管理學：整合觀點與創新思維》，前程文化事業有限公司，新北市，民國94年。
- 2.王銘博、朱健行，〈氣候變遷下自來水事業供水管理之挑戰〉，《自來水會刊》，台北市，民國101年。
- 3.李誠，《人力資源管理的12堂課》，天下文化出版公司，台北市，民國91年。
- 4.林金榜譯(Henry Mintzberg等著)，《策略巡禮》，商周出版，台北市，民國92年。
- 5.林建煌，《策略管理》，智勝文化事業有限公司，台北市，民國92年。
- 6.湯明哲，《策略精論—基礎篇》，天下文化出版公司，台北市，民國92年。
- 7.Stewart, Thomas A., J.U., *Intellectual Capital : The New Wealth of Organizations*, New York : Bantam Doubleday Dell Publishing Group, Inc., 1997..
- 8.Teece, D. J., *Firm Boundaries, Technological Innovation, and Strategic Management*, 7th Pacific Asia Conference on Information Systems, Adelaide Australia, 2003.

## 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

# 配水系統中配水池最佳營運與管理

文/朱健行、黃仁正、李叔龍

## 摘要

自來水事業輸配水系統是將淨水場送出之清水，透過加壓站或旁通重力流之運用，依監控中心預先之供水時程計畫，送水至供水轄區各供水分區內之配水池，以及時適量適壓輸配水。氣候變遷極端旱澇下，帶給自來水事業供水計畫各種風險，有效即時之加壓站暨配水池充分配合營運管理送水是非常重要的，若不能及時送至重要需供水之地區，如醫院、學校、機關及工業區等，就必須要依靠各配水池，於平日夜晚非尖峰用水機動之儲水，充分貯備以備萬一。臺北供水轄區內，目前加壓站暨配水池運作效率極為良好，可以民生及松山加壓站暨配水池為例。由於直潭淨水場具有絕佳的位能，若能在下游區建置大型配水池，於尖峰用水時，充分利用重力流執行供水；若能運用其運轉機制，達到省電環保的目的，則其節能減碳效果是值得其他城鎮學習的，加以合適之配水池維護管理及運用，將有助於營運與管理，吾人亦將更加重視配水池最佳運用與管理。

關鍵詞：配水池、重力流、氣候變遷極端旱澇、省電環保、節能減碳

## 一、前言

自來水工程為重要公共建設之一，是為生命、生產、生態之維生線。透過監視監控系統使自來水事業在營運管理上，水壓水量水質更佳化，大臺北供水區在努力經營精進中，累積良好經驗及建立系統制度，包括建立 S/3 SCADA 監視監控運用系施，涵蓋

PLC(可程式控制器)、RTU(遠方監視點)、CITECT(圖控軟體)、電傳設備及傳輸線路、備援系統等，並努力與 GIS、MIS 系統完成整合與運用，且有效建置維護管理制度，發揮最佳最完整效益。監控系統設立之重要目的為：迅速完全完整掌握配水系統壓力、流量與水位之變化情形，達成最小成本且系統完整制度與效益。

## 二、輸配水系統與配水池運用

自來水事業輸配水系統乃將淨水場生產之清水供輸貯留於各處與預存儲水量，經過預先妥善架構成配水系統重要組成因素，配水池具有如倉庫般可貯留自來水之功能。因此根據其功用，大抵可闡述如下(一)輸配水系統運用之重要基礎；及(二)配水池運用之目的與基礎。

臺北自來水事業處(以下簡稱北水處)供水系統設有整合全體自來水系統最佳操作運用之監控中心，於監控中心建立有效執行配水池運用之軟硬體，介紹如下：

- (一)北水處供水特徵與監控中心設立背景。
- (二)北水處自來水配水池配合運作要素。
- (三)監控系統導入配水池之目的及其效果。

## 三、北水處每日營運與管理之內容

為有效實施配水池運用，必須詳細的執行每日之運用與按時定期維護管理。北水處自來水監控中心以 24 小時制，執行整個系統包括配水池之水運用，其實例內容介紹如下：

- (一)每日水運用實務之運轉順序及重項。



**(二)水運用計畫之決策與監控操作管控。**

自來水監控中心根據統計數據，預測隔日各大大小小配水池日配水量，計畫分配各設施(加壓站暨配水池)供水量；預測每個配水池單位時間配水量，依此決定配水池運用計畫，充分掌握各個時段配水監控運用狀況。

**(三)需水變動與事故發生的因應**

依監控資料發現需水量瞬間變動或事故，掌握與調整運轉，以便迅速執行，並考慮緊急事故時，切換至完善備援等對策。

**(四)配水調整之協調**

若監控中心無法有效精進配水調整時，監控中心機動下達命令機動調控，避免無水可用或溢流漫流，以協調人為的作業，必須作到使命必達。

**(五)配水池維護管理**

介紹配水池之硬體管理體制與檢查改善之重點概要及運用手冊。

**四、配水系統中配水池運用管理**

若北水處供水轄區內二條輸水幹管，能夠利用重力流到達加壓站，而管中壓力常高達 1.69kg~2.53kg/cm<sup>2</sup>，如何藉由重力流的位能(綠能)來取代啟動馬達所耗掉的電能，此為配水管理運用中，重要課題之一。最有效率的加壓站暨配水池運用，需要監控人員具有多年操作經驗，並加上供水需求預測計畫，加以研判後，以最省電能且節能減碳的方式，充分滿足用水需求。北水處主要加壓站如圖 1 所示，目前加壓站數量為 69 處，持續建置中，預計於 2013 年大臺北地區將增為 71 處加壓站。



圖 1 臺北自來水事業處所屬加壓站列表

管網的供水主要區分為兩大方式供應，分為加壓供水及重力流供應兩大類。以加壓供水來說，須靠抽水機的運轉提昇壓力，送達用戶端，此方式為損耗電力能量的一種方式。而重力流供應，則是利用位能差，自然的流動供應。所以加壓站的運轉並配合著重力流的調配，關係著整體供水運轉效率，是為最佳化的調配流量操作運用，但技術上是一大難題。

一般而言，在電力耗費考量下，當然以利用位能差之重力流供應為最佳，但實際上臺北供水轄區直潭淨水場之重力流，仍不足供應全部用戶；以大臺北地區而言，為盆地地形，由外向內凹，其從主要供水端-直潭淨水場，送達至最遠端大同加壓站之進水壓達  $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$  左右，是為自由放流之位能壓差，尚可供給部份用戶，所以部分地區則可無須加壓即可供應，但於尖峰時段，大量用水狀態下，若即使壓力略顯不足時，仍須再啟動抽水機補充不足之壓力。

管網設計中，均須配置配水池，俾利調配水量，可單獨選擇採重力流方式，或電力啟動泵浦供給方式輸水至配水池，再利用位能差或電能再供給用戶，採四種組合之供水方式，然而以大臺北地區而言，大部份僅能以重力供水至大同配水池，然後再利用電能供水至用戶端。

然而大部分管網中建置之配水池都是如上所述之調配方式，重力方式供給配水池進水，再由加壓站供應用戶，示意圖如圖 2，如此調配的方式，自然而然的屬於耗能之方式，但在此類耗能情況下，若能減少耗能取得最佳調配方式，將以松山及民生配水池加壓站為實例，說明探討供水效能之改善。

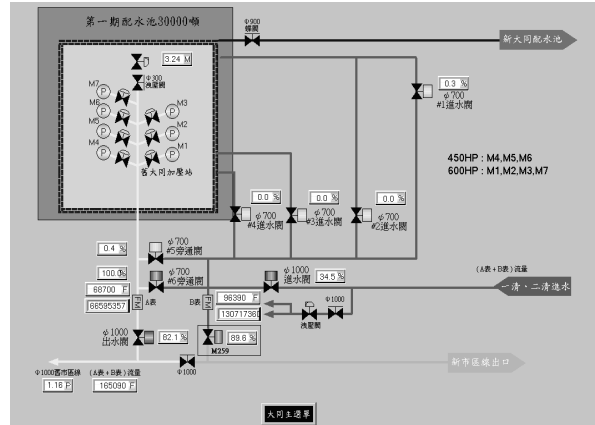


圖 2 重力供應配水池水位與加壓供應示意圖

### (一)松山加壓站暨配水池調配改善

松山配水池有效儲水量為 20,000 噸，水池深度 10m，變頻抽水機  $700\text{hp} \times 6$  台，平日進水壓為  $0.7 \sim 0.9\text{kg}/\text{cm}^2$ ，抽水機運轉 4~6 台，其中主要原因是因為當水池進水閥開啟時，將導致主進水管之壓力下降，連帶附近之管網壓力，亦受進水閥開度影響。然而若將進水閥全關時，主進水管壓力，卻可高達  $1.9\text{kg}/\text{cm}^2$ ，明顯地，若能有效應用從淨水場源頭之重力流壓力，則必然可以減少加壓站內抽水機之運轉台數。針對松山加壓站之市區線，即使供水加壓，僅  $1.2\text{kg}/\text{cm}^2$ ，即可滿足用戶須求，所以若能將加壓站進水閥關閉，則市區線就不必加壓即可供水，然而若關閉進水閥則配水池無法進水，即無法供應內湖地區用水需求，因配水池容量不夠大，在供水關閉兩者之中，有彼此相斥之問題。

改善策略：若於加壓站外側增設旁通管路，設置電動操作機及流量計，當進水壓足夠時，直接旁通供應即可如圖 3，然而亦可能仍受進水閥開度影響，特別是一般進水蝶閥，其閥體出水流量和閥開度非屬線性比例時，若能於加壓站進水管增設多噴孔進水閥，方能正確調整進水流量，可避免影響進水壓力。

平時離峰時段僅控制重力出水閥開度，即可調配供水，(出水壓可達 1.2kg/cm<sup>2</sup> 以上)。但是若市區線出水壓不足，只得關閉重力出水閥並啟動抽水機運轉供水。其中進水閥採多噴孔進水閥，並搭配重力出水閥開度，將不會造成進水流量受開度差異影響。相對於改善前，進水至配水池，則重力位能將降為零，故須加壓供應；而當增設旁通回路後，除緊急支援需大量出水外，均暫時無須採電能加壓供水，對管網操作節能甚有助益。

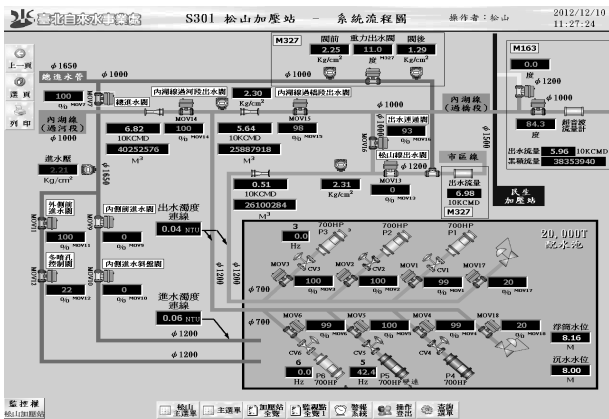


圖 3 松山加壓站旁通改善示意圖

## (二)民生加壓站暨配水池調配改善

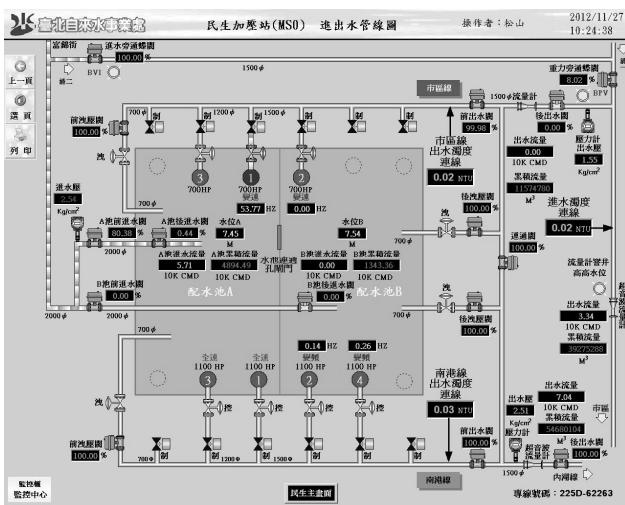


圖 4 民生加壓站旁通改善示意圖

如圖 4 所示，設於右上角的重力旁通蝶

閥 BPV 開啟 8.02 度，出水壓為 1.55KG，流量為 3.34CMD；這說明了重力流供水足以取代加壓供水，以往將清水流入配水池內，再啟動馬達抽取加壓供水，造成不當耗能，然而並不是所有供水區域以重力流供水就可滿足，如圖 4 中上位置(亮紅色)700hP 馬達運轉，而下方出水壓顯示為 2.51kg 即表示有的供水區域需要高於重力流的壓力，故需要加壓供水。在這二種供水需求下，加壓站如何控制配水池水量，足以使得於馬達抽取加壓供水。而不需開啟進水閥補充水量(因開進水閥時，重力流壓力會降低而無法滿足供水要求)。以現行的供水管網 加壓站配置時，如圖 3 類似松山加壓站的架構，如也開啟重力出水閥供水(供水區域與民生加壓站部份重疊)，因松山加壓站的配水池容量較小，需全時間開啟進水閥補水，配水池需水量之水池水位趨勢圖，例如(松山加壓站進水閥開度趨勢)所示，故無法滿足尖峰時段供水需求。但如搭配民生加壓站(10 萬噸配水池)重力供水，又如民生加壓站進水閥開度趨勢所示，監控人員應視狀況適時於離峰用水時段開啟進水閥，而不影響重力供水的壓力，如此全天調度利用重力供水，才是加壓站暨配水池最佳的管理模式。

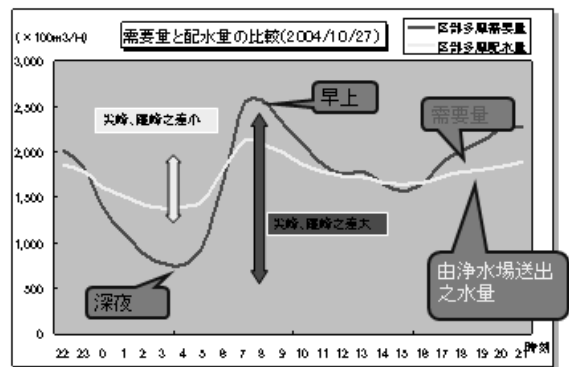


圖 5 配水池需水量之水池水位趨勢圖

## 五、結論與建議

輸配水系統運用之基本要件是(一)因應需水量，確保水壓穩定的輸送、分配、供水；(二)災害與意外等異常時，能迅速因應，減少對供水之影響；(三)輸配水過程中水質不劣化；(四)系統全體節能，且有效率地運用；其他尚有輸配水管網化及資料監控·掌握。而其中配水池扮演著重要角色是(一)將貯留水配水至指定區域；(二)靈活調整不同時間之需水量；(三)活用貯留效能及區域特性，確保緊急有效供水；(四)防止水質惡化，確保供水品質。

本文以符合配水池運用之邏輯方式，建議有效運用重力流(所謂的綠能操作)的模式，與以往高地配水池先加壓進水存入配水池，待供水區需水時，再重力或加壓供水(泵浦加壓將耗費不需浪費之電能)；如此就經濟效益而論：實惠且省能，亦即以最少的電力運轉搭配既有之重力流(綠能或稱位能)，才是最佳的管理，而且達到節能減碳環保之效益，加上平日定時定期維護管理，有助最佳營運管理。

## 參考文獻

1. 栗園達夫，配水系統配水池之運用與管理實例，公共給水配水管網管理維護技術國際研討會，2011年9月29日。
2. 中華民國自來水協會，自來水設備工程設施標準解說，1995年12月30日。
3. 中華民國自來水協會，自來水設施維護管理指南，2008。

## 作者簡介

### 朱健行先生

現職：臺北自來水事業處供水科工程員

專長：自來水資源管理、氣候變遷

### 黃仁正先生

現職：臺北自來水事業處供水科技術士

專長：供水調配、水壓監控

### 李叔龍先生

現職：臺北自來水事業處供水科副工程司

專長：機電工程設計、水壓管理

# 以簡訊發送停水通知之個案成效研討

文/陳志銘、潘虹如、賴永森

## 一、前言

台灣自來水公司向以「提供量足、質優自來水」為使命，然而在實際營運上，有時為因應工程進行的需要、旱季水源短缺或其他因素等，而對某些區域用戶暫時停止供水，實為不得已。

為降低停水對用戶造成的不便及影響，本公司以往通常採用多重管道發送停水訊息來通知用戶，包括發送宣傳單、宣傳車播送、透過報紙廣播電視新聞發佈、有線電視跑馬燈字幕、本公司網站公佈、電子報發送、1910 語音訊息等等，然而即使已竭盡可能地將訊息公告周知，但每當停水時，總還是會有少部分用戶抱怨沒有收到停水通知。

為改善此一情形，提供用戶「有感」的貼心服務，本公司第四區管理處大里服務所於 101 年 9 月率先試辦以手機簡訊方式直接向轄內用戶發佈停水通知，以期提高停水訊息傳播普及度，確保訊息傳達的成功率，從而減少用戶的不便與抱怨。

## 二、手機簡訊特性

手機簡訊 (Short Message Service, SMS) 是行動電話服務的一種，利用數位化文字即時傳送、精確說明、易於保存及隨時閱覽的特性，增加訊息傳達的可靠性，提昇雙方在溝通上的效率並滿足大量傳播的需要。簡訊發送者可針對目標群的特性來設計不同的簡訊內容，透過行動簡訊的發送，「即時」、

「大量」、「有效」的對目標族群傳遞訊息並產生互動。

## 三、實施方式

### (一)背景

本公司第四區管理處配合中區工程處辦理『后豐大橋水管橋二期工程』，轄區之第三供水區自 101 年 9 月 16 日上午八時至 17 日上午八時，共計 24 小時全面停水，影響用戶數達 23 萬戶。其中包含大里服務所轄區台中市大里區及太平區全部，用戶數約 11 萬 2,700 戶亦在此次停水範圍中，除原有方式通知用戶停水訊息外，新增以手機簡訊的方式通知。

### (二)方案比較

停水宣傳方式概略可分為兩大類，一類為利用既有資源或公益資源，不需另外支付費用，例如本公司網站公告、電子報、1910 客服專線，或報紙、廣播、電視新聞及有線電視跑馬燈等傳播媒體；另一類則需另行支付費用，例如印製派送宣傳單、僱用宣傳車沿街廣播，以及此次開始試行的手機簡訊發送等。

各項宣傳方式的特性不同，針對的目標族群不同，宣傳效果也有所差異，然而以公司營運成本考量而言，免付費的宣傳方式無論效果良窳，均可繼續採用，以期儘可能提升訊息的觸及率。但後者因需另付費，攸關費用支出，則做整體成本效益的衡量評估，茲將各項方案比較如表 1。

相對而言，手機簡訊具有價格便宜、確達性高、較環保及方便保留重覆讀閱的特性，在停水訊息的傳達上，值得採用來作為主力方式，以宣傳單發送及宣傳車廣播為輔，並漸次減少後二者比重，以達成降低宣

傳成本，提高宣傳效果的目的。

### (三)簡訊價格比較

以發送 2 萬則簡訊為基準，針對市面上較具規模的 4 家簡訊系統業者價格作比較，平均每則簡訊單價，以「三竹資訊股份有限

表 1 需付費之停水宣傳方式比較

通知方式 比較項目	宣傳單	宣傳車	手機簡訊
價格	高 印刷費每張 0.5 元 派/夾報費每張 0.5 元， 每戶成本合計約 1 元	低 12 輛宣傳車費用 7 萬 7,000 元，平均每戶成 本約 0.7 元	中 每則 0.85 元，倘購買數 量更大，可低於每則 0.8 元
確達性	中 實際投遞率難以掌 握，即使投遞成功也可 能被當成一般廣告傳 單忽略	低 集中特定時段，錯失訊 息可能性高；路線難以 全面，大樓或偏僻巷弄 地區較聽不到	高 具專對性，且系統可顯 示傳遞成功與否訊息
環保程度	低 使用大量紙張、浪費不 環保	低 噪音污染、擾民	高 不用紙張、沒有噪音、 環保程度高
可保留性	高 可保留訊息，重覆讀閱	低 聽過即逝，無法保留訊 息	高 可保留訊息，重覆讀閱

表 2 各家簡訊系統業者價格比較

簡訊業者	三竹資訊	台灣簡訊	EVERY8D 簡訊	中華電信
每則單價 (以購買 2 萬則 為基準)	0.85 元	0.95 元	1 元	網內 1.17 元 網外 1.53 元



公司」報價為最低，如表 2。

#### (四)發送簡訊

9 月 13 日優先發送第一波停水簡訊給轄區 66 位里長，9 月 14 日第二波正式全面發送停水簡訊給用戶。大里服務所停水用戶數約 11 萬 2,700 戶，自用戶水籍資料庫匯出有效手機門號數共 2 萬 3,630 筆，成功送達 1 萬 9,224 筆，送達率約為 81.4%，其餘 18.6% 未送達原因可能是門號已停用、號碼錯誤或傳送簡訊時用戶手機長時間未開機。

### 四、後續效應

#### (一)用戶反應

自停水簡訊發出之後，大里服務所即湧入許多詢問確認停水訊息的電話，另外也有用戶本身未收到簡訊通知，但因親友在本公司傳送名單之中而收到簡訊，也來電要求加

入簡訊通知服務。

相較於以往歷次大規模計畫性停水，經此次預先發送簡訊通知後，抱怨未接到通知的電話明顯減少，且陸續有許多原本沒收到簡訊的用戶主動提供手機號碼，要求日後亦能以簡訊通知停水訊息，顯示其亦具有傳播擴散的效果。

#### (二)媒體報導

##### 1.聯合報

聯合報於 101 年 10 月 8 日於中部地方新聞版報導，同時刊載於聯合新聞網，如圖 1。

##### 2.民視新聞台

101 年 10 月 16 日民視新聞採訪小組至大里服務所實地採訪相關內容，並於 10 月 21 日晚間新聞時段播出，全長 1 分 40 秒，如圖 2。



圖 1 聯合新聞(水公司以電話簡訊通知停水訊息)



圖 2 民視新聞報導

### (三)檢討

簡訊停水通知經此次試辦結果成效非常顯著，藉由新聞媒體披露報導之後，又有許多用戶來電要求加入手機簡訊通報系統(102年4月累積有效手機門號已近30000筆)，顯示用戶普遍肯定認同本公司此項創新服務，值得運用於本公司未來在計畫性停水之前，預先發送訊息通知用戶以便其因應，甚而應用至其他需通知用戶訊息的各項業務上。然而現階段仍待克服的問題在於用戶

水籍資料庫中手機檔案的建立仍不夠完整與正確，需要持續更新修正，愈完整的資料將能達到愈良好的訊息傳達效果。

### 五、結論

不管採用何種方式傳遞停水訊息給用戶，最主要的除了是讓用戶有充裕的前置時間做好實質與心理準備，還要讓用戶有被重視與受尊重的感覺，而不是在毫無預期的情況之下，打開了乾涸的水龍頭，才驚訝憤怒的認為自己是那個唯一未被告知停水的

人，民怨於是隨之紛至沓來。

利用手機簡訊通知停水，因具有專對性及可確達性，並且便於將訊息儲存保留，提高停水訊息傳遞的達成率與效果，是相對較經濟而有效的方法，在降低公司成本的同時也能提升效率並兼顧環保，實為一個值得推行的方案，也可以讓我們的服務更貼近用戶的需求，所謂「魔鬼藏在細節裡」，我們的貼心做為用戶一定感受得到，用戶抱怨減少了，同仁的工作量及壓力亦相對減輕。此次手機簡訊通知停水試辦後評估成效十分良好，預期未來可做為通知用戶停水訊息的主力方式，再結合其他各項方案搭配使用，期能發揮最大綜效，有效地提升用戶服務滿意度。

## 參考文獻

1.陳亭羽、陳美慧、朱雅筠(2006)。多媒體簡訊

特性對廣告價值與廣告效果之影響研究。行銷評論，秋季第3卷，第3期。

2.Mark Hughes(2005)。「吵」作銷售行情 (Buzz Marketing)。大師輕鬆讀，156。

## 作者簡介

### 陳志銘先生

現職：台灣自來水公司第四區管理處大里服務所營運士

專長：資訊管理

### 潘虹如小姐

現職：台灣自來水公司第四區管理處大里服務所主任

專長：自來水工程用地取得及管理

### 賴永森先生

現職：台灣自來水公司第四區管理處經理

專長：自來水工程區域系統規劃設計、自來水供給調配

## 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。

# 自來水管線搶修應變作業之行動應用方案探討

文/時佳麟

## 摘要

智慧型手機及行動平板的熱賣，不但加快無線網路的發展，更因為結合行動網路及雲端資料庫，結合應用程式(Application, App)的迅速發展，可即時照片視訊回傳、網頁查詢…等功能，已能媲美桌上型電腦或筆記型電腦，改變一般人使用電腦資訊的習慣。使用者不必在電腦前做事，只要使用適當的行動載具，利用內建 3.5G 網路或連接 WIFI 無線網路基地臺，一樣可以收發電子郵件(E-mail)、即時通訊、上網查資料及撰寫報告，大幅增加手機及平板電腦的便利性及即時性。

由於行動網路快速發展，雲端資料與行動應用已逐漸融入我們的生活。對於大多數在道路上施工的自來水管線工程而言，由於作業地點不固定，監工人員現場監造發生臨時狀況時，須將現場情形回報單位主管或查詢相關資料庫以協助現場判斷，過去必須往返辦公室及現場方能達成需求，現在管線監工在現場使用雲端資料庫及相關的行動運用，讓工程人員所在之地即成為辦公室之所在，利用行動科技加強現場管理，正是好的時機。

本研究主要探討國內雲端運用現況，說明如何運用智慧型手機或平板電腦，結合雲端資料庫的建置，並以管線監工行動辦公室 App(Mobile Office Of Pipeline Supervision Application, MOPSAApp)之概念為出發，提供自來水管線監工一個行動運用整合平臺，讓

監工人員在現場處理工程事務時，增加判斷及分析的依據，即使在現場亦可即時記載處理日常報表，並將即時訊息傳遞回辦公室讓主管掌握現場狀況，提供正確資訊並進行有效率的雙向溝通協調，甚而透過無線 IP 網路攝影機，在遇重大事故時，利用網路視訊方式將現場狀況回報，達到訊息傳遞即時化，溝通數位化、參與普及化的行動化政府要求。

本文另以北水處自來水管線漏水搶修應變作業為例，探討搶修作業過程中，從查詢自來水管線圖資、關閉週邊制水閥避免災害擴大、發佈緊急停水範圍訊息、處理無缺水案件、進行漏水管線搶修作業，修護完成後則需排除管內污水後，再進行供水恢復作業。若搶修費時則必須依據圖面研討供水系統，確認停水影響範圍及用戶數，當影響用水過大時，則需啟動供水應變計畫，包括供水系統支援、規劃水車送水及設置供水站等設施，即時進行供水調配。這些程序現階段即可藉由行動載具及應用程式(App)的導入，搭配標準作業流程(SOP)，大幅提昇施工現場管理效率。

關鍵字：自來水搶修應變作業、MOPSAApp、行動辦公室、網路攝影機、行動化政府

## 一、前言

兩三年前智慧型手機開始流行，2011 年智慧型手機的發展進入高峰，而在電信通路商的銷售策略[0 元綁約買智慧型手機、平板]

的大力推動下，以及中國大陸手機低價策略的發展，造成在都市或鄉村的任一個角落，都看得到人們低著頭，用手指在手機或平板電腦螢幕上滑動著，使用各式各樣 App 應用程式，這種手機上的應用程式(Application, 簡稱 App)已是一種趨勢，將逐漸取代桌上型電腦，成為許多現代人生活的一部份。此一現象的普及，可從立法院特別於 101 年 5 月 8 日三讀通過《道路交通管理處罰條例》修正案，為避免發生交通意外，增訂「低頭族條款」，將智慧型手機與平板電腦等電子產品納入行車規範。行車上路時不准以手持方式講手機、看簡訊、操作平板電腦、玩應用程式 (App)。

為因應智慧型手機的行動應用普級化，政府機關亦在持續推動無線網路服務，例如臺北市政府即「以市民為中心的市政服務、服務導向的資訊建設應用」架構下，持續配合推動適地性服務 (LBS) 等無線寬頻市政應用服務，提供市民網路行動化、互動化之多元服務內容，以增加競爭力，提升效率。而此時許多自來水從業人員，已使用智慧型手機中許多功能，包括電子郵件、網頁、微網誌、社群軟體、即時訊息 App、多媒體訊息(MMS)或 SD 記憶卡，進行網路查詢、傳送資料或直接讀取資料。

其中免費使用應用程式 (App) 的種類也愈來愈多，除了一般人休閒娛樂用遊戲 App 外，還包括交通運輸、天氣、生產應用、社交、通訊及攝影…等類別。例如 LINE、SKYPE、Gmail 即為通訊 App，雲端硬碟 (Google、Dropbox 等)、雲端筆記(Evernote)、Jorte (備忘記事本)、QRCode 工具 (QuickMark) 等屬於生產應用 App，還有

Facebook(臉書)、Google+、Twitter(推特)及出門必備的 Google 地圖則是社交及旅遊與地方資訊 App。這些常用 App 除了一般生活使用外，都可結合施工中各階段，提昇溝通及管理效率。

對於自來水工程人員而言，這些運用常用的應用程式(App)，建立完整的「免費 App(應用程式)輔助管線工程作業程序」，應用於一般管線施作及漏水搶修作業，提昇工作效率，已是必然的趨勢。本文即以自來水管線搶修應變作業之行動應用為例，利用常用應用程式 App，整合搶修作業流程，介紹各種常用 App 使用於管線搶修等方式，提昇搶修作業中各環節的溝通效率與速度。

除了利用常用 App 打造自來水管線搶修應變作業環境外，本文亦針對固定場所常用的無線 IP 網路攝影機，探討在管線施工現場之應用方式，研究透過 3.5G 網路基地台及無線 IP 網路攝影機等參數設定，搭配移動電源等設備，建構可移動視訊鏡頭。並說明實際測試結果，在無線網路穩定情形下，能持續將現場視訊播送，讓遠端人員利用電腦、手機或平板查看施工現場情形，即時瞭解現場進度。

行動應用可提供自來水事業單位主管、工程人員於家中、夜間、假日或發生緊急搶修事件時，能即時運用圖資系統進行查詢調閱工程圖資，或利用通訊 App 即時傳送分析現場狀況，避免往返辦公室與工地現場，得以節省大量時間提升第一線監工之工作效率，可節省往返費用與能源外，又可作快速正確之應變，使漏水處理時間因此而大幅縮短，無形中提昇事業單位正面形象。

雖然使用現有應用軟體 App 的功能已

能符合部份行動業務需求，但由於開發方式及資料存取方式，對於資料安全性卻不夠嚴謹，屬於具有緊急與臨時性的自來水管線搶修應變作業，因與事業單位資訊系統分開，尚無可慮之處。但若全面推展至公務上，則必須考慮「資訊放在網路上的適當性」，建議結合事業單位雲端資料庫開發時程，發展管線監工行動辦公室應用程式，即 MOPSAApp(Mobile Office of Pipeline Supervise App)，提供自來水工程人員一個行動運用整合平臺，讓工程人員在現場處理工程事務時，增加判斷及分析的依據，有更強的後勤支援。

## 二、行動應用發展現況

近年來行動化(Mobile)整合技術崛起，架構在行動化智慧平台上功能及應用程式數量都大量增加，更因為結合行動網路及雲端資料庫，各類應用行動化通訊網與網路資訊交換能力等应用能力，已能媲美桌上型電腦或筆記型電腦。藉由無線通訊裝置如 GPRS、3G、3.5G、Bluetooth 與 Wi-MAX 等各項無線技術平台技術即可創造出一個即時 3A 行動化環境 (Anytime, Anywhere, Anything)，更由於行動型裝置具備體型輕巧、攜帶容易及可無線上網的諸多優點，更能直接上網進行雲端資料庫的新增、變更及查詢，大幅增加行動型裝置的便利性及即時性。

### (一)行動裝置與無線網路發展

全球著名的 IT 及電信行業市場諮詢和顧問機構 IDC(International Data Corporation, 國際數據資訊)統計指出，2012 年全球智慧型連網裝置的出貨量中，桌上型 PC 及筆電

合計僅佔 29.1%(3.5 億台)，而其餘則是平板電腦 10.7%(1.28 億台)及智慧型手機 60.2%(7.22 億台)<sup>[1]</sup>。IDC 臺灣區研究副總監江芳韻認為，2013 年智慧型手機和平板電腦的出貨量仍會居高不下。觸控功能已成為智慧型手機、平板電腦等裝置的必備條件。而資策會預估 2015 年行動裝置的出貨量就會超過筆記型電腦<sup>[2]</sup>。

而在使用者方面，財團法人台灣網路資訊中心(Taiwan Network Information Center, TWNIC)於「2012 年台灣無線網路使用調查」報告發現，2012 年無線網路上網裝置的使用比例，使用手機上網相對人次逼近於筆記型電腦，顯示 2012 年許多人無線上網改以智慧型手機取代筆記型電腦<sup>[3]</sup>。而行動網路連網速度的加快、行動裝置及使用者數量的增加、更大量的多媒體影片，及行動應用方式普及，導致網路數據流量增加。日前思科(NASDAQ CSCO)統計，2012 年全球行動數據的流量比就 2011 年成長了 70%，預測至 2017 年全球行動數據流量將成長 7 倍。而且 2012 年至 2017 年，平均行動網路連線速度將以年成長率 49%的速度增加。<sup>[4]</sup>

### (二)行動應用程式(App)

到了行動應用時代，說到「應用程式」已非微軟辦公室(Word 或 EXCEL 等等個人電腦軟體專用，行動應用程式(App)已泛指個人電腦及智慧型手機上的使用的應用程式，例如臉書(Facebook)、Google 地圖、Google Chrome、Line...等。這些 App 應用程式不像過去軟體動輒數千元，大部份幾乎免費，若要付費也只是過去軟體 1/10 價格。<sup>[5]</sup>行動 App 依據作業系統，可區分為蘋果系統

(iOS, Mac OS)的 App Store、Google 系統 (Android)的 Google Play、微軟系統(Windows 8)的 Windows Store 市集，及黑莓機系統 (BlackBerry)的 App World…等。

根據 Canalsys 網站最新發表的調查報告，2013 年第一季於 Google、蘋果、黑莓、微軟四大應用程式商店所下載的應用程式數量達 1,340 億次，營收達 22 億美元；其中 51%下載量來自 Google Play 應用程式商店，但在營收方面蘋果仍是大贏家，營收佔整體的 74%<sup>[6]</sup>，但不論是那一種系統，購買智慧型手機或平板後，第一件是就是下載 App，來好好的操弄(玩)一下。以下介紹自來水搶修應變作業中可用到的免費 App：

#### 1.即時通訊 App：

行動 App 與個人電腦上的微軟 Windows Live Messenger 及奇摩即時通 (Yahoo! Messenger)相似，但可在智慧型手機或平板使用，除了即時訊息交談外，許多 App 提供視訊會議與網路電話(VoIP)之網路會議整合功能。其中自 2011 年 6 月起發佈的 LINE，在臺灣使用者眾多，用戶間可以跨國界及不同電信網路進行免費語音通話或傳送簡訊。共有 iOS、Android、Windows Phone 及 BlackBerry 4 種版本，還包括在 Windows 及 Mac OS X 個人電腦版本，所以出門在外使用智慧手機版，在家裡和辦公室內使用電腦版，都可使用 LINE 與好友連絡。另外最近因為自 2013 年第一季替換 Windows Live Messenger 而被一般民眾注意等 Skype，是採用點對點技術支援語音通訊的即時通訊軟體，可以免費高清晰的與其他使用者語音對話，也可以付費撥打國內及國際電話，費率

比起通訊網路價格便宜，是重要特色。

#### 2.社群網站 App：

社群網路服務 (Social Networking Service, SNS) 主要功能是建立網路線上社群，提供擁有相同興趣的人互動與活動的平臺，一般稱為「社群網站」。社群網站提供多種讓互動式，包括聊天、電子郵件、影音、檔案分享、部落格、討論群組等。其中 Facebook(臉書)全球活躍用戶數於 2012 年 10 月突破 10 億，其中 6 億為智慧型手機使用者，成為全世界最大的社群網站。而 Google+是 Google 公司 2011 年挑戰社群網路競爭對手 Facebook，推出的一項虛擬社群網路服務，該服務有 7 大功能包括訊息串、相片、社交圈、個人資料、群組訊息 (Huddle)、話題靈感 (Sparks)、多人視訊會議 (Hangouts) 和遊戲。社交圈是 Google+ 最重要的一個功能，針對 Facebook 過於開放的缺點，使用者可以選擇和組織聯絡人，將好友分成不同的群組，以隱私功能作為區分點，讓用戶可以在不同的朋友圈裡，分別傳送不同的訊息，讓分享最佳化。

#### 3.雲端硬碟：

亦稱網路硬碟 (Online hard drive)，為提供檔案上下載服務的網站 (File hosting service)，旨在方便用戶存取檔案，宣稱可以取代個人硬碟及隨身碟。由於檔案儲存在網路伺服器內，所以設定存取的人都可隨時隨地透過網路存取檔案。如果使用者的網路頻寬大，則像是使用個人電腦上檔案一樣。例如 Google 雲端硬碟、Dropbox、Microsoft SkyDrive、WebStorage 等都是可以免費存取的空間。

#### 4. 雲端筆記

行動應用的另一項功用就是隨時記錄生活點滴，抓住腦中一瞬間想法及工作過程，並且能避免資料因電腦當機或手機遺失而不見，這時雲端筆記 Evernote 就能派上用場，它會全自動幫你同步更新資料到雲端伺服器，也支援許多系統及繁體中文語系，可在個人電腦、智慧型手機及平板使用相同資料。成為許多網友們生活必備的 App。

#### 5. QRCode 掃瞄 App

QRCode (Quick Response Code 快速反應矩陣碼) 是二維條碼的一種，於 1994 年由日本 DENSO WAVE 公司發明。QRCode 呈正方形，在 3 個角落，印有幫助解碼定位像「回」字的的正方圖案，不需對準以任何角度掃瞄，資料仍可正確被讀取且可比一維條碼可以儲存更多資料。最早使用在汽車製造廠追蹤零件，今日 QRCode 已廣泛使用在各行各業，在自來水管線中可應用於制水閥管理。

#### 6. Google 地圖

Google 地圖是 2005 年由 Google 公司向全球提供的電子地圖服務，地圖提供向量地圖、衛星照片、地形圖及「街景」(Street View) 服務。臺灣版地圖於 2007 年 10 月推出，圖資是由勤崙科技所提供。除可放大與縮小地圖基本功能外，在行動裝置上執行，結合 Google 搜尋(Google search)進行周邊搜尋、分類搜尋，並可規劃路線及導航服務。另外具有我的地圖功能，分類儲存自己標註地點，或者追加註釋、照片或影片，製作一份自己專屬地圖，亦可透過網際網路進行共享，邀請好友一起編輯。

#### (四)無線網路 IP 攝影機

Lauren DrellDec 在 2012 年 12 月指出，智慧城市(Smart City)需要有的 25 項科技中，第 14 項即為「在高犯罪率區架設照明燈及監視攝影機」<sup>[7]</sup>，安全監控是近年來最熱門的領域之一，技術的進步與各國對安全產業的需求，更加速安控產業的成長。顧中威指出「Camera 就等於是人的眼睛，只要是需要有人去監控、看顧的地方，安全監控都可以應用，」<sup>[8]</sup>。基於安全監控的需要，無線網路 IP 攝影機的發展日新月異，而這項科技應用在固定區域，結合無線網路基地臺的設置，可有效進行地區安全監控。本文探討以智慧型手機數種 App 之視訊功能，與無線網路 IP 攝影機結合 3.5G 無線網路，應用於自來水管線搶修應變作業之比較，說明在自來水管線工程施工時相關技術之可行性。

### 三、自來水管線搶修應變作業

對於自來水管線漏水是否動員大批人力或進行供水緊急調配，必須依據現場狀況而定，例如漏水管線口徑愈大、路面損壞(破洞)愈大、位於交通要道嚴重影響交通、造成大量漏水有損及週邊民眾財產生命壞情形，或已有媒體民意代表關心…等情形時，都與一般漏水處理需有不同動員人次。

依據臺北自來水事業處(以下簡稱北水處)「管線漏水緊急搶修應變分級分類作業表」<sup>[9]</sup>，即將漏水緊急搶修應變依據不同情況區分為 4 個等級。一般給水管漏水或漏水量小，不影響交通且無淹水之虞者為第 1 級漏水，但如有里長、民代或長官關切案件，則為第 1 級漏水之特殊情形；小管徑配水管漏水，已輕微影響交通，惟研判無淹水之虞者為第 2 級漏水；管徑  $\phi$  300 以上配水管漏



水或漏水量大，已影響部分交通，且有淹水之虞者為第 3 級漏水；管徑  $\phi 400$  以上配水管或輸水管漏水或漏水量極大，已嚴重影響交通，且有路面下陷及淹水情形者為第 4 級漏水。

除了第 1 級漏水修漏承商應於接獲案件通報後 20 小時內進場施工外，第 2、3、4 級漏水及第 1 級漏水特殊情形，修漏承商應於接獲案件通報後 2 小時內進場施工。有關北水處管線漏水緊急搶修分類作業流程及各級漏水狀況、執行作業、到場機具等說明，分別如圖 1 及表 1 所示。

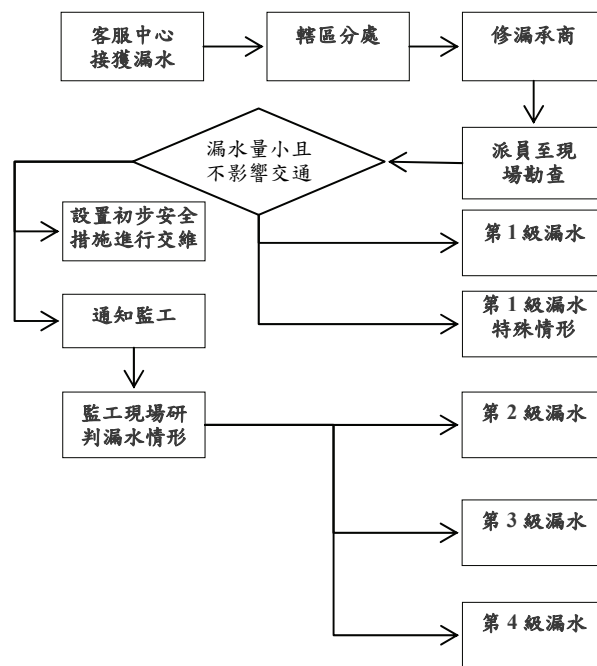


圖 1 北水處管線漏水緊急搶修分類作業流程

表 1 北水處自來水管線漏水分級定義

項目 \ 級數	第 1 級漏水	第 1 級漏水特殊情形	第 2 級漏水	第 3 級漏水	第 4 級漏水
狀況	一般給水管漏水或漏水量小，不影響交通且無淹水之虞者。	第 1 級漏水，惟屬里長、民代或長官關切案件，須即時搶修案件。	小管徑配水管漏水，已輕微影響交通，惟研判無淹水之虞者。	管徑 $\phi 300$ 以上配水管漏水或漏水量大，已影響部分交通，且有淹水之虞者。	管徑 $\phi 400$ 以上配水管或輸水管漏水或漏水量極大，已嚴重影響交通，且有路面下陷及淹水情形者。
到場人員	修漏承商施工人員。	轄區監工人員及相關幹部。修漏承商施工人員。	轄區監工通知股內相關幹部及人員到場。修漏承商施工人員	轄區監工通知監控中心及分處主任及相關幹部人員到場。修漏承商施工人員。	轄區監工依緊急事件通報流程通知監控中心通報本處相關人員，並通知分處主任及相關幹部人員到場。修漏承商施工人員。
執行作業	無其他特殊障礙之案件，修漏承商應於接獲案件通報後 20 小時內進場施工。	無其他特殊障礙之案件，修漏承商應於接獲案件通報後 2 小時內進場施工。	現場指揮官邀集相關人員依據圖資研商搶修策略及作業步驟，以指揮修漏股相關人員及承商關閉制水閘、隔離污染源及設置安全措施，並進行領料、修漏施工，無其他特殊障礙之案件，修漏承商應於接獲案件通報後 2 小時內進場施工。	通知總務科出動搶修指揮車或現場成立指揮中心，進行應變措施，現場指揮官邀集相關人員依據圖資研商搶修策略及作業步驟，以指揮分處相關人員及承商關閉制水閘、隔離污染源及設置安全措施，並進行領料、修漏施工，無其他特殊障礙之案件，修漏承商應於接獲案件通報後 2 小時內進場施工。如無法正常關水，現場指揮官除指揮擴大區域關水，並可視情況提升漏水等級至第 4 級，通知本處相關人員及單位進行支援應變。	通知總務科出動搶修指揮車或現場成立指揮中心，進行應變措施，現場指揮官邀集相關人員依據圖資研商搶修策略及作業步驟，以指揮分處相關人員及承商關閉制水閘、隔離污染源及設置安全措施，並進行領料、施工，修漏承商應於接獲通知後立即進場施工。供水科支援檢測、加壓站操作調配水壓或進行不斷水施工以協助關水。總務科支援發布新聞及無水戶送水。淨水科進行污染防治及相關淨水場出水調度。供應科支援相關物料供應。水質科支援用戶水質檢測。
到場機具及設施	工具車及一套完整小型機具(符合本處契約規範)。			指揮車、摺疊式桌椅、搶修指揮中心布條、工具車、一套完整小型機具及大型機具(符合本處契約規範)。	

依據北水處 100 年統計年報 89%管線漏水屬自來水給水管線，而在 11%之輸配水管線漏水中大部份情形屬漏水量小情形，所以大部份情形都是第 1 級或第 2 級漏水，真正屬於第 3、4 級漏水，而需要建置搶修指揮中心、並發佈緊急搶修新聞情形寥寥可數。因為第 3、4 級漏水極少發生，即使發生亦因搶修指揮中心建立，可就近進行管制，所以並不是本文探討重點。重點在於建置一套各級漏水(尤其是數量較多的第 1、2 級漏水)均可運用之自來水管線搶修應變運用行動應用方案，做為自來水搶修單位平日管理之工具。

#### 四、自來水搶修應變行動應用方案

工程作業與一般行政作業在資訊需求不同，最大差別在於工程圖面與資料的整合，在工程資訊領域的發展應用的研究甚多，過去主要是利用個人數位助理(PDA)做為行動載具，將資料下載到 PDA 並安裝自訂程式後加以運用。最常見在災害調查方面，例如何明錦等人研究將 GPS/GIS/RS 科技整合應用於南投縣坡地社區環境潛勢災害分析<sup>[12]</sup>。管線工程資訊應用方面，則以開發各類管線資訊系統開發為主，例如陳宏志探討下水道推進施工資訊系統之建置<sup>[14]</sup>。郭瑞華等則對臺北自來水管線資訊管理系統整合應用發表建置經驗<sup>[18]</sup>。

北水處自 87 年開發電腦圖資，91 年發展圖資系統，成為工程人員執行公務時不可或缺的一部份。96 年完成外部 VPN 網路 WEB 圖資，98 年建立離線管線 PDF 圖資。在解決突發狀況發生時，已有不少運用成功

案例。但自來水管線工程大多數在道路上進行，由於作業地點不固定，列印圖資到達現場現場判斷及口頭回報單位主管現場情形時有落差。

為解決這些情況發生的困擾，希望經由雲端資料與行動載具的整合應用，101 年筆者在北水處提出打造 MOPSAApp(Mobile Office Of Pipeline Supervise App, 管線監工行動辦公室)構想(如圖 2 所示)。這支 App 應包括行動管線圖、行動報案、行動日誌、行動公文及行動訊息。這些功能需要另行開發或直接用免費 App，可依據群組人員多寡、資料安全及事件緊急性調整。其中行動圖資(MOPS-Map)已撰寫 Android 版本之 App 程式，供北水處監工使用。

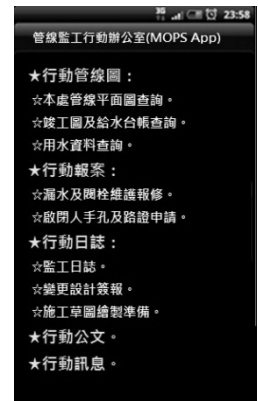


圖 2 行動辦公室 (MOPS App) 架構圖

北水處為鼓勵行動應用發展，100 年曾就網路視訊回報指揮中心之可行性，分析不同架構回報方式及做法並進行比較(表 2)，考量當時技術及連線品質，以筆記型電腦透過無線網路方式，對指揮中心電腦採視訊電話(MSN、SKYPE、Yahoo Message、Gmail 或 Facebook ...等)連線及側錄最為可行。並指定各工程單位試辦在筆記型電腦、桌上電腦及手機間使用視訊軟體包括 MSN、Yahoo 即時通、Google Hangout、Skype 及 Facebook 等通訊軟體在施工現場的運用功能，但經各單位分別試用後，在 3.5G 行動通訊網路下，基本畫面查看尚可達成，但在解析度需要較



高及網路頻寬不足情形下會有遲滯現象。

表 2 網路視訊回報應用方案(101 年 1 月)

應用	優點	缺點
3G 視訊電話 →3G 視訊電話	設備簡單 手機費用較低	傳輸費率高 無法存檔及轉傳送 影片畫素差
筆記型電腦 (NB) →雲端 →電腦(NB·PC)	影片畫素可提高 連線較穩定 電源問題易解決 設備可供其他使用 指揮中心可側錄存檔	設備較大不易保管 建置費用較高
智慧型手機 →雲端 →電腦	攜帶方便 指揮中心可側錄存檔	手機耗電量大 固定架設及保存不易 建置費用較高,有固定月費支出 手機連線較慢及不穩定
智慧型手機 →雲端 →智慧型手機	攜帶方便 可用程式及 APP 較多 相對手機對電腦,連線情形較為穩定	手機耗電量大 固定架設保存不易 建置費用較高,有固定月費支出 手機連線不穩定 指揮中心無法側錄
3G 網卡+基地台 →雲端 →電腦	建置費較低 設備較小架設容易 可架設多只鏡頭 多人觀看監看網頁	基地台設備品牌眾多,所列功能需再實際測試

但 1 年多來國內網路建置成熟,智慧型手機各大廠牌競爭激烈,呈現跳躍式的快速發展,當初以筆記型電腦為主的建議,已直接由智慧型手機及平板取代,運作模式示意圖如圖 3 所示。

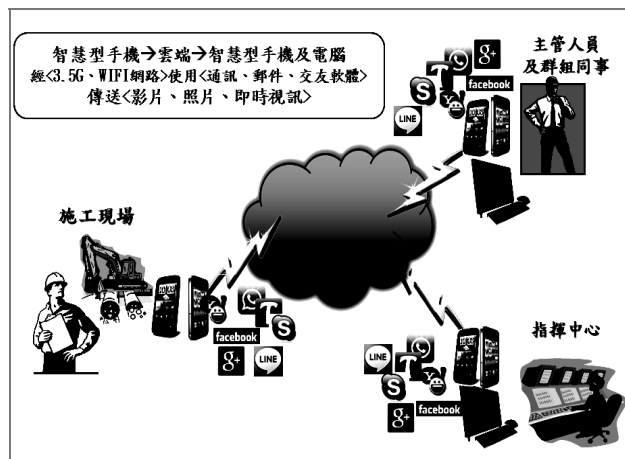


圖 3 智慧型手機行動應用方案運作模式

智慧型手機行動應用方案運作模式,可應用在自來水管線搶修應變作業,從現場圖資運用、閘栓操作、現場訊息傳送、整體資訊運用及視訊運用,分別利用自行開發及免費應用程式(App)已能有效運作。

### (一)行動圖資、即時查詢

為了推動 MOPS 的構想,筆者規劃開發 Android 系統之管線圖資查詢 MOPS-Map App 應用軟體,結合 PDF 離線版圖檔讓監工透過智慧型手機或平板電腦將圖資隨身攜帶。以內嵌 Google 地圖方式開啟,利用 Google 地圖定位功能,定位至查詢地點。定位完成後於圖面上想要查詢管線圖的位置點一下,即可打開圖號屬性頁,依需要開啟相關圖檔(如圖 4),可提供現場即時瞭解管線及閘栓分佈情形。當自來水管線漏水時,解決監工現場瞭解圖資需求,再搭配即時通訊 App,可傳送現場照片或接收竣工圖,可減少監工往返現場時間,縮短緊急搶修案件處理時間,進而提昇本處工作績效及企業形象,其成果及效益將不可計量。

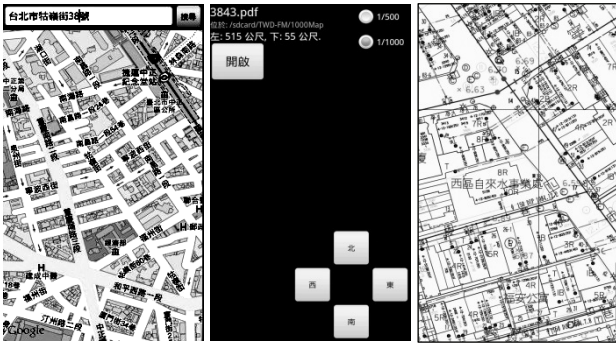


圖 4 MOPS-Map 操作畫面

## (二)閘栓 Qrcode、現場管理

北水處為加強管理閘栓狀態，逐步建立相關閘栓操作制度，強制操作後留下相關紀錄以供查詢，為加強承商回報操作，於 101 年下半年進行制水閘蓋及人孔背板，張貼包括閘號、編號及口徑之 Qrcode 銘牌，二維條碼格式為 (1234A-123@1200)，可使用一般 Qrcode 掃描 App 即可讀取資料。如此管線搶修時可即時判斷閘栓屬性，做為現場人員操作判斷依據。

另外北水處亦開發發閘栓操作回報 App，人員操作制水閘時，利用智慧型手機開啟 App 掃描閘栓 Qrcode 銘牌，即可取得閘栓編號及人員位置，將閘號自動輸入手機內，由操作人員於螢幕上點選啟閉狀態、操作時間等相關資料後，即可經由雲端即時將操作紀錄轉入圖資「閘栓維護系統內」，進而掌握現場閘栓操作及維護情形。

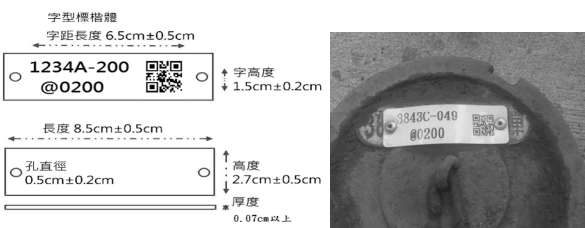


圖 5 北水處制水閘 Qrcode 銘牌

## (三)即時訊息、群組管理

使用智慧型手機最重要功能就是利用網路傳送即時訊息，包括文字、圖片、照片、影像。本文利用 Line(免費通訊 App)的群組功能，建置即時訊息管理網路。無論臨時發生工作(例如：0412 總隊景平路 1000 施工復水小組)、例行標案執行(例如：102 西區 A 標連絡及廠商回報、102 西區 B 標連絡及廠商回報)，或日常單位工作連絡(例如：西區修漏-請假&佈告板)，如圖 6 所示。

群組訊息為點對點發送，只有群組人員看得到訊息。與臉書(Facebook)、Google+等社群軟體上傳至雲端分享有所不同，訊息內容封閉使用，資料相對安全。



圖 6 以 LINE 群組與即時訊息傳送現場資訊

## (四)前線後勤、互相支援

經由 Line 建立群組後，最重要步驟就是將相關人員納入群組，如果是臨時搶修功能，依管線漏水分級內容，邀請有關人員加入群組。若屬第 1、2 級漏水則以固定群組，如圖 6 中「102 西區 A 標連絡及廠商回報」群組處理即可。

當發生自來水管線臨時發生大口徑施工或漏水，可由指揮官或幕僚立即建立 Line 群組，將監工、閘栓操作、內業助理、直屬長官及重要支援人員，邀請加入群組。由群

組人員即時輸入工作進度供其他人參考，當有疑問或有重大訊息，可即時線上詢問及討論。對於較小口徑漏水或相關施工問題，則經由固定群組進行討論，無論發生漏水時需要施工圖面、現場工作稽查，或發現漏水案件將現場照片即時傳送，因為有圖有真相，即時讓群組人員瞭解狀況及工作進度。

另外藉由 Line 電腦版本，在上班時間更可由辦公室內業人員建立後勤支援系統，當現場(前線)發生漏水情形，現場人員需要相關圖資、人力支援、物資支援，都可經由內業人員協助通知或調度。現場人員亦可將現場狀況及停水訊息即時傳送群組，讓辦公室人員能更精確答覆用戶詢問電話。

### (五)無線網路、視訊運用

北水處 100 試辦在筆記型電腦、桌上電腦及手機間使用視訊軟體包括 MSN、Yahoo 即時通、Google Hangout、Skype 及 Facebook 等通訊軟體在施工現場的運用，在 3.5G 行動通訊網路下，基本畫面查看尚可達成。如圖 7 所示。



圖 7 以 Yahoo 即時通傳送現場視訊

在 101 年筆者在北水處試驗 2 種組合模式建置「可移動輕巧型的視訊鏡頭」。第 1 種利用 3.5G 網卡、分享器、外接電源及視訊鏡頭放置於透明容器內，利用分享器內部韌體，藉由網頁能持續將現場視訊播送供遠

端具權人員觀看(如圖 8)。另一種採用 3.5G 網路基地臺、外接電源及 IP 網路攝影機，搭配 iPhone 及 Android 系統手機下載 IP 攝影機 App，經由設定即可從智慧型手機觀看現場視訊(如圖 9)。

經由實測結果二種方式，均可將工地現況即時轉播，協助監工及管理人員掌控現場施工進度，但仍受 3.5G 網路頻寬影響，尤其在基地臺設置較疏的偏遠山區，常有無法連接視訊現象。但若在固定工地則經由相同網域 WIFI 無線網路傳送，視訊品質更為流暢，監控效果更佳，另配合網路文件伺服器的設定(FTP Server)，可定時將現場畫面儲存至網路特定位置，對於現場狀況可進行事後查證。



圖 8 可移動視訊測試<sup>1</sup>

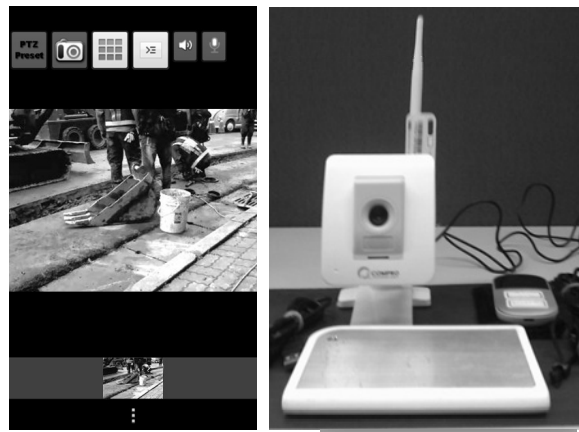


圖 9 可移動視訊測試<sup>2</sup>

## 六、結論及建議

由 iThome 2013 年 CIO 大調查報告即指出「行動裝置普及，促使服務業打造便利無線連網環境」、「行動應用趨勢為平板帶領企業 IT 行動化」、「資源不足先推 Web-based 行動應用」為 2013 年行動應用趨勢。當行動裝置與平板電腦成為核心工具時，鼓勵員工自帶裝置 (Bring Your Own Devices, BYOD)，以私人的行動裝置或平板電腦，透過事先申請 VPN 的方式，就可以透過 VPN 連線存取公司重要的營運系統，打造辦公室無線網路。<sup>[10]</sup> 未來，自來水人員在管線搶修應變使用行動裝置已是必然趨勢，但事業單位需考量下列建議：

- (一)硬體的推陳出新已是電信業者例行工作，但發展行動 APP 已是未來生活及工作方式，在行動載具使用 APP，就相當於辦公室使用電腦。建議自來水事業是以輔助方式採購硬體購買及上網費用，單位則應著重於手機 APP 程式的開發及資安控管，並強化對於相關行動裝置與平板電腦的管理。
- (二)經由北水處提供 MOPS-Map APP，協助監工專注於現場事務處理，證明提昇監工效率及穩定工作情緒方面有相當大的助益。
- (三)利用閥栓 Qrcode 輔助，建立 Line 訊息群組做為自來水搶修應變現場與支援系統溝通及訊息平臺，並運用無線 IP 網路攝影傳送現場施工畫面，可有效達成自來水管線搶修應變之效能，提昇施工管理效率。

## 參考文獻

1. IDC(International Data Corporation),

Worldwide Smart Connected Device Market Crossed 1 Billion Shipments in 2012 ,

<http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24037713> , 2013年3月

- 2.曾筱媛，iThome網路雜誌，趨勢2013－臺灣企業要關注的10大IT趨勢，<http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=78333&s=1>，2013年1月
- 3.梁德馨，2012年台灣無線網路使用調查報告，財團法人台灣網路資訊中心，2012年7月
- 4.楊智傑，iThome網路新聞，思科：全球行動數據流量4年後將成長7倍，<http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=79523>，2013年3月
- 5.Atticus Wu，Engadget中文版網路雜誌，App微型應用程式的崛起，<http://chinese.engadget.com/2011/06/20/app/>，2011年6月
6. Canalys，“11% quarterly growth in downloads for leading app stores”，<http://www.canalys.com/newsroom/11-quarterly-growth-downloads-leading-app-stores>，2013年4月
- 7.Lauren DrellDec，25 Technologies Every Smart City Should Have，<http://mashable.com/2012/12/26/urban-tech-wish-list/>，2012年12月
- 8.數位時代網站，多元應用創造安全監控新商機，<http://www.bnext.com.tw/article/view/cid/0/id/10176>，2008年11月
- 9.臺北自來水事業處，管線漏水緊急搶修應變分級分類作業表，2008年7月
10. iThome，CIO看2013- iThome 2013年CIO大調查，<http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=78682>，2013年1月

## 作者簡介

時佳麟先生

現職：臺北自來水事業處西區營業分處股長

專長：自來水工程設計、管網數值分析、施工資訊及地理資訊系統

# 從海峽對岸自來水爆管探討應變與風險管理策略

文/鄭錦澤

## 一、前言

海峽兩岸水質安全控制技術與管理研討會暨 2013 供水高峰論壇，為海峽兩岸現階段自來水領域交流和合作的最主要平臺之一。2013 年 4 月 24-25 日，由天津市自來水集團有限公司、中國科學院生態環境研究中心和交通大學（台灣）聯合主辦的“第八屆海峽兩岸水質安全控制技術與管理研討會暨 2013 供水高峰論壇”在天津賽象酒店順利召開。本屆行程台灣自來水公司與臺北自來水事業處（以下簡稱北水處）原分別由陳總經理福田與吳處長陽龍帶隊，惟其後另有重要行程，前者改由施高級研究員澍育及吳處長美惠；後者改由筆者分別帶隊前往。大會開幕式由天津市自來水集團有限公司孫奇總經理主持，天津市自來水集團有限公司劉秋水董事長、中科院海峽兩岸科技合作中心張松林主任、交通大學（臺灣）黃志彬教授及中國科學院生態環境研究中心曲久輝院士出席開幕式並講話，成功大學（臺灣）林財富教授、哈爾濱工業大學李圭白院士以及曲久輝院士、黃志彬教授作為特邀嘉賓做了大會報告。

此次會議有大會報告、分組報告、圓桌會議討論及高峰論壇四種形式。會議共收到論文 110 多篇，分組報告分為 8 個議題，安排了 65 篇口頭報告，有近 200 位來自海峽兩岸的業界代表、專家學者以及行業管理官員參加會議。圓桌會議分別討論“管網漏損率

的控制與標準”與“面對全球氣候變遷與水質污染-自來水事業之調適與因應”等二個議題。另邀請來自業界 20 餘名自來水企業高層與學者專家出席了高峰論壇，圍繞氣候變遷下水廠升級改造中的若干問題進行深入交流，並形成了會議紀要和專家結論。

“海峽兩岸水質安全控制技術及管理研討會”自 2004 年 11 月揭開帷幕以來，相繼在高雄、北京、新竹、上海、澳門、鄭州、台南和天津成功舉辦了八屆，成為兩岸各地供水界同行交流經驗、相互學習、加強合作的重要平臺。經高峰論壇研討下一屆會議預定 103 年 4 月在台中市召開。

在這個瞬息萬變的時代中，從政府機構到私人企業，誰也無法保證自己絕對不會碰到突如其來的意外，也許意外的發生出人預料，但是如何預防、妥善處理危機，進而將危機化為轉機，便考驗著企業的危機管理能力。危機管理是現代企業必須修行的課題，從預防、處理到善後，每一個階段都馬虎不得，惟有謹慎小心，才能將危機化為轉機，重建企業聲譽。現代風險管理的應用範圍極廣，如工業安全、生命及財產的保險、財務管理等領域，但行政機關或公營企業導入風險管理卻是遲至最近二十年的事。早期政府風險管理的應用，仍侷限在政府的準私人行為，如國有財產運用的保險、國家賠償制度下的過失行為保險等。其後至大英國協的成員國，陸續推動行政機關風險管理，此一觀

念及作法才普及開來。本文配合自來水會刊本期專題，希分別就海峽對岸自來水爆管分析，及北水處以往相關案例，探討應變與風險管理策略進行說明，以提供自來水從業人員對於危機應變處理及知識管理之用。

## 二、自來水管線爆管災損危機應變與風險管理案例探討

### (一)海峽對岸自來水爆管事故分析

海峽對岸自來水市政供水系統是保證城市、工業企業等用水的各項構築物和供水管網組成的系統，其中供水管網如城市的維生線，承擔著水的運輸和分配功能。一旦自來水管線發生爆管，不僅導致區域內水壓驟降，用戶水量減少或者停水，還往往伴隨著交通中斷，地面塌陷等事故的發生等危機。供水管線的爆管將嚴重影響人民的生產和生活，是社會公共安全的一部分。近年來，海峽對岸市政供水管網爆管事故頻發，如何提高供水的安全性成為行業內重要研究領域。一般市政供水管網爆管事故的相關數據只能從當地自來水企業獲得，有關供水管線爆管的分析主要基於個別地區，不能全面系統地分析爆管事故發生的特點和規律。此次，借助第八屆海峽兩岸水質安全控制技術與管理研討會相關報告，收集 2012 年海峽對岸有關供水管線爆管的新聞資料，經過篩選，整理出海峽對岸市政供水管網爆管事故的有效數據，並加以分析，尋求爆管事故發生的特點和規律，本文希能提供自來水從業人員知識管理之用。

2012 年海峽對岸市政供水管網經 349 件事務分析發現，發生爆管在南方沿海城市居多；冬季是爆管發生的主要時期，主要集中在

在 1 月、2 月和 12 月，而夏季 7 月份爆管也較頻繁；一天當中 5-17 時段內爆管發生的次數較多；在交通主幹、道路路口和交叉口位置發生爆管事故概率較高；另與 2009 年到 2011 年爆管事故對比發現，管線老化和施工造成的爆管為事故的主要原因；爆管管徑集中在口徑  $\phi$  300-600mm、口徑  $\phi$  800mm 和口徑  $\phi$  1000-1200mm 區間內，其中口徑  $\phi$  600mm 管道發生爆管次數最多；管材為鑄鐵管、水泥管，管齡在 20-30 年的管線發生爆管機率較高。惟爆管事故數據是通過收集媒體報導統計而來，具有迅速及時的特點，能夠在一定程度上反應爆管事故發生的特點和規律性。但是由於新聞報導在數量和詳細程度上常存在局限性，因此統計結果不能全面反應爆管發生的特點和規律性，需要更多的數據支援來探究爆管發生的本質。爆管事故發生特點和規律性可供自來水企業有針對性地對易發生爆管的管道進行重點維護，在易發生爆管的時段進行重點監控，及時有效地降低爆管事故的發生。

### (二)臺北地區 $\phi$ 2000 mm 北投輸水幹管應變與風險管理

北水處近年來藉由持續推動規劃北水五期後續計畫，建立完備供水分區相鄰系統備援與容量備載之機制，達到有效風險管理之目標。此次說明多年前  $\phi$  2000 mm 北投輸水幹管災損案例，該幹管起自大同配水池加壓站，主要供應士林、北投地區約四十萬人自來水，該幹線位於基隆河左岸圓山兒童育樂中心段，前因中油公司承商於河岸施作水平導向式鑽掘(HDD)，引起邊坡地層滑動，導致北投幹線多處位移及一處接頭鬆脫嚴重

漏水。對於已發生漏水處，雖停水二十八小時進行緊急搶修後恢復供水，但在搶修時，曾深入下游段輸水幹管內踏勘與攝影，發現竟有十九處幹管接頭產生異常鬆脫現象，其中九處已超過容許變位值，若稍有外力影響，可能隨時會發生接頭鬆脫，導致嚴重漏水，供水安全堪慮。所以自完成上次搶修漏水接頭後，臺北自來水事業立即進行替代路線之設計與緊急發包施工，在河岸邊坡地層滑動區域外通過兒童育樂中心範圍，埋設一條約 261 公尺鋼管作為替換管線。當替換管線完成後，必須停水以進行管線兩端接頭的轉接工作，並且進行停水與復水計畫，動員該處各單位整體配合支援，並藉由大力宣導，以減少停水期間可能造成之衝擊與不便，在進行為期三十六小時停水施工作業，經由周密之計畫，提前十小時完成，並普遍獲得相當良好的反應。希藉由前後兩次作業之經驗，扼要探討危機處理與管理，以提供自來水相關從業人員知識管理之用。

**第一次作業分析與改進：**此次搶修作業雖以最短時間完成，將民眾之不便降至最低，惟事後檢討仍有許多項目待改善，對於議員、媒體及外界提供許多寶貴意見與批評，水處都虛心接受，並在恢復供水的隔日，即十月十五日上午十一時立即邀集有關人員召開搶修工作檢討會，茲將幾項應改進工作敘述如下：

**1. 建立多重管道，強化宣導工作：**十月九日傍晚決定停水搶修時間後，在一個半小時內立即發出新聞稿，並電話告知記者，請其協助刊登，惟十月十日僅聯合報等三家媒體刊登，且惟篇幅不大，十一日上午日

報續有五家媒體採用該新聞稿刊登篇幅亦小。為強化宣導工作，水處應在十月十日立即召開記者會親自對外說明此一重大事件，其宣導效果可能更佳。因此日後再有類似狀況，水處將請新聞處協助，以高頻率、高強度方式作業，增加多重的宣導管道，加深民眾即將停水之印象，早日儲水因應。

**2. 強化新聞稿內容，吸引媒體及停水戶重視：**有關第一次所發佈緊急新聞稿內容部份，由於未特別強調停水戶數及受影響人口數，予人「一般停水」之印象，可能比較不受重視，有關此點水處應加以檢討改進。當決定召開記者會宣佈停水消息時，為顯示問題的重要性，未來將由市府更高層主管出面主持記者會，使停水消息能在最短時間內迅速傳播。

**3. 提前供水調度，滿足停水前高用水需求：**經媒體廣泛報導十月十三日凌晨開始大停水，惟大量用戶集中在停水前數小時才開始儲水，導致部份地區在晚上九時前即已缺水，讓民眾誤認停水時間提前。對於此一問題，水處未來在發佈新聞稿時會加入「由於開始停水時間前市民將會有大量儲水需求，可能導致管線末端民眾無水可存，請民眾提前在開始停水前六小時完成儲水」，同時水處供水管網系統在停水前十二小時，將會加以調整，以最大自來水供給量全部送往預定之停水區域，直至預定停水時間為止，以滿足停水前民眾之高用水需求。

**4. 積極協調相關機關協助，以減少停水時用水之不便：**對於淡水、竹圍、關渡等地區，雖不在水處服務轄區範圍內，但平時係由

臺灣省自來水公司第一區處每日依其需要向水處購買所需之水量，本次因搶修而停水，水處無法提供額外售水服務，但第一區處並未緊急調配其他地區水量充分供應，導致上述地區之用戶、機構、醫院等無水可用，造成許多民眾抱怨。因此未來將積極協調臺灣省自來水公司事先儘量調配水量供應，必要時至少應提供水車或消防車送水等服務，以減少當地民眾因缺水所造成之不便。

**5. 建立資料庫，主動瞭解提昇為民服務：**當恢復通水後，由於初期用水量相當大，有少部份民眾在預定全面供水時間後，可能發現仍無水或水壓較低，基於水處為一服務性事業，應主動提供為民服務，因此未來在發佈新聞稿時，將會增列「如士林、北投地區民眾在上午六時以後尚無自來水供應，可能係馬達或用水內線發生問題，請立即通知自來水處服務中心，電話是八七三三五六七八，我們將竭誠為您服務」等類似字句，以協助民眾解決問題。同時為瞭解實際恢復供水之狀況，將主動與所有停水區域之裏長聯絡瞭解是否該裏已恢復供水，並建立各區域內有代表性用戶之電話資料庫，主動撥電話與其聯絡，以充分掌握恢復供水後各區域用戶用水狀況，對於有供水問題之個別用戶，則迅速派員前往服務。

**6. 動員可資運用資源，增加傳播之深度及廣度：**大停水影響用戶生活不便甚鉅，本次水處雖在十月十日（假日）下午一時即派出三部巡迴車以國、台語沿街廣播停水消息，但因停水區域相當大，應增加廣播車

輛數，未來再有類似狀況，將動員所有水處之車輛同時至停水區域不停地來回廣播，以加深民眾印象。同時應緊急印製停水通知單，動員張貼至各主要道路、巷口及裏鄰佈告欄，對於通知裏長、鄰長、媒體、重要機構等，將採交叉複式動員方式為之，務必使主要機構及個人都能儘早獲得停水消息，得以預為因應。

**第二次搶修供水調度風險管理探討：**針對第一次作業分析與改進，對於議員、媒體及外界採多重宣導及複式動員為強化宣導工作，動員可資運用之車輛同時至停水區域不停地來回廣播，以加深民眾印象。同時應緊急印製停水通知單，動員張貼至各用水戶、主要道路、巷口及裏鄰佈告欄，對於通知裏長、鄰長、媒體、重要機構等，水處多次召開記者會親自對外說明此一重大事件，並請新聞處、環保局、研考會及民政局等相關機關協助，以高頻率、高強度方式作業，增加多重的宣導管道，加深民眾即將停水之印象，早日儲水因應。本次搶修作業在全處相關工作同仁通力合作下，並且由馬市長多次蒞臨現地巡視，以提昇效果，並以最短時間完成相關作業，將民眾之不便降至最低。

為利民眾儲水因應，在發佈新聞稿時會加入「由於開始停水時間前市民將會有大量儲水需求，可能導致管線末端民眾無水可存，請民眾提前在開始停水前六小時完成儲水」，同時水處供水管網系統在停水前二十四小時，將會加以調整，以最大自來水供給量全部送往預定之停水區域，直至預定停水時間為止，以滿足停水前民眾之高用水需

求。積極協調臺灣省自來水公司事先儘量調配水量供應，必要時請消防局及公園路燈工程管理處提供水車或消防車送水等服務，以減少當地民眾因缺水所造成之不便。同時為瞭解實際恢復供水之狀況，將主動與所有停水區域之裏長聯絡瞭解是否該裏已恢復供水，並建立各區域內有代表性用戶之電話資料庫，主動撥電話與其聯絡，以充分掌握恢復供水後各區域用戶用水狀況，對於有供水問題之個別用戶，則迅速派員前往服務。危機發展基本可以有系統地分為四個階段：潛伏期、爆發期、擴散期及解決期。鑒於前次之案例，針對本次危機項目相當明確，因此成立統一指揮中心，密切協調聯繫，以整合各部門系統，藉由事先預防及管理，將危機消弭於無形，並具體改善提昇事業之形象，獲致市府及民眾良好之觀感。

### 三、自來水危機應變與風險管理探討

風險管理在行政機關的應用會如此的遲緩，主要是因為行政機關推動風險管理，並不是毫無困難而可以輕易的水到渠成的，探究主要的原因有以下兩項：

- (一)行政機關與公營事業不是商業組織，不以營利為主要目的，和風險管理的策略目標—「提高公司的價值」，在應用的時候有本質上的差異。
- (二)行政機關與公營事業的組織價值和政策目標，在量化的評估和衡量上有時存在實際的困難。因為政府施政目標有極長期的意涵，常見的「跨代」、「永續」等政府價值，然而在工業及財務等領域的風險管理技術上常難以處理。

其次，政府行政作為的重復性極低（政

策制定機關尤其如此），既然沒有「分母」，當然就很難評估機率；如沒有前例，就不容易評估危害的程度。所以，行政機關要推動風險管理，必須克服許多技術和觀念上的問題。針對以上兩項行政機關推動風險管理的困境，拜社會科學研究方法的進步之賜，其目標的建構和評量的技術已有適宜的解決之道：

- (一)行政機關導入風險管理的意涵，界定在所有會影響組織目標達成的因素。亦即在風險的定義，和風險辨識的過程中，已建立了專屬於行政機關適用的內容。
- (二)行政機關的風險項目，其危害的影響程度和發生機率之評估，在量化上的困難，目前已有可行的質化研究來取代。常見的方法是首先由風險辨識者以專業判斷法（Professional Judgment Approach），建構初步指標。接下來可以選用德菲法（Delphi Tech）、名目團體法（Nominal Group Tech）或專家深度訪談的方式，校正這個指標。

94 年 6 月 8 日行政院第 2943 次院會院長提示：「行政機關推動整合性風險管理在國內係屬首創……，希望各機關能重視並積極配合辦理，並內化成為機關文化的一部分。尤其現在民意高漲、媒體發達，各機關如能重視風險管理及危機處理，將會減少人民的焦慮及不信任感」。為培養行政院所屬各機關風險管理意識，促使各機關清楚瞭解與管理施政之主要風險，以形塑風險管理文化，提升風險管理能量，有效降低風險發生之可能性，並減少或避免風險之損害，以助達成組織目標，提升施政績效與民眾滿意度。自 94 年 8 月 8 日行政院於訂頒「行政機

關風險管理推動方案」後，正式在政府行政部門亦導入風險管理機制。

「危機管理及處理」如此時髦又重要的課題，身為自來水從業人員，亦應當有所認識，才不至於遇見問題時，慌亂失措。如能做好危機處理與管理，將降低危機之影響程度。概「危機」之文字組合，「危」即代表危險，「機」代表機會，因此「危機」的發生代表一個關鍵時刻，如處理得宜即為轉機，處理不當就是危險，可以導致組織、系統或個人的傷害、崩潰與瓦解。究竟在那一種情境下才可以構成「危機」呢？其特質說明如後：1.內外環境突然發生變化，而且該變化已經影響到組織體基本目標的達成。2.各種變化之間具有連動性，即使微小的顧客投書風波都可能造成危機。3.該變化會帶來風險，單充其量祇能事前預估模擬，卻不能完全避免，所以危機的發生是條件機率，當條件具備時，危機爆發的機率就達到警戒值。4.對變化作反應處理之時間非常有限而且緊迫。忽略危機的徵兆，或因人為因素疏忽，或因通報系統失靈。前者多來自於對環境過度樂觀或危機意識不足，後者多歸因為建立合宜通報制度與威權領導風格所致；因此研判危機的徵兆及訓練面對壓力情境的情緒控制相當重要。

#### (一)危機處理與管理認知與差異性探討

危機的形成，一般而言可分為四類：一.內在的非人為因素所造成的危機，如設備故障、管線受損與事故、職業意外災害。二.內在人為因素所造成的危機，如操做失當、勞資雙方的衝突、內部管理失控、溝通管道閉塞等。三.外在的非人為因素所造成的危機，如颱風、地震、豪大雨、乾旱等。四.

外在人為因素所造成的危機，如群眾抗爭等。又危機的形成大致可分為四個階段，即：潛伏期、爆發期、擴散期及解決期，在實務上要將危機發展明顯地切割成數個獨立階段並不容易。一般而言，危機處理著重在爆發期的因應對策，而危機管理則涵蓋四個階段，尤應重視潛伏期的發掘及解決期後之檢討反省。士林北投 $\phi$ 二〇〇〇mm幹管漏水第一次搶修供水即屬前者，第二次計畫搶修供水即屬後者。從預防、處理到善後，每一個階段都馬虎不得，惟有謹慎小心，才能將危機化為轉機，重建企業聲譽。自來水為民生必需品，為現代化都市及居民不可或缺，自來水系統如發生危機事故，將造成社會人民之衝擊。

對於「危機」其被關注之程度，經常係以其佔新聞版面的篇幅多寡來衡量，除非受到或可能受到媒體關注，有些意外事故情況雖然相當嚴重，卻不一定受到管理階層視為危機；反之，即使祇是一個小問題，一旦主要媒體以頭條加以報導，就會被當作危機處理。由於通訊科技的進步，政府要求或被要求透露內部資訊、公益團體及調查單位的告發，危機曝光的情況及機率愈來愈普遍，另外心懷怨懟員工的告發也是危機資訊來源之一，而且難以避免。藉由衛星及網路的普及使用，政府機構及企業，常因個人提供表達意見及關心，直接或間接提高危機傳播之機率及速度。新聞媒體對於危機一向嗅覺敏銳，因為新聞的定義包含了五個 C：災難（catastrophes）、危機（crises）、衝突（conflict）、犯罪（crime）、腐化（corruption）；因此，危機不太可能密而不宣。有智慧的經理人及從業人員必須瞭解危機形成的原

因，以及發展，公司弱點所在，盡可能地減少意外發生的機率；如一旦發生，也要想盡辦法減少生命、財產的損失，而公司最寶貴的資產『信譽』更應優先加以保護。

基本上每一種危機在發生之前均會有徵兆出現，此危機的徵兆可能已潛伏多時，經一突發事件而引爆。大體而言，來自內部的危機發生率較高，但也較容易掌握及化解，所以做好危機管理，第一步就是讓機構內部員工能和諧團結，上下溝通管道暢通，一切依法定程式辦事。另在危機爆發前應建立儲存相關危機資訊知識庫，並在專家的指導下進行二項重要工作；第一是針對各種危機組合，擷取他人危機處理經驗，草擬「最糟劇本」，根據這些虛擬之情境，建立危機計畫系統（該系統內存在二個次系統：一為危機訓練系統、一為危機感應系統；前者負責最糟劇本模擬演練、後者負責危機情境的偵測與預警）；第二是針對組織成員進行問卷調查，再依問卷調查結果研析值得重視的危機組合，做好危機管理管控表，此外再輔以嚴謹的危機管理機制，做好動態管理模式，應是預防危機發生的較佳的方法。基本上危機管理是一個生生不息的學習過程，從學習中認識他人的經驗，並以之做為借鏡。

臺北供水區域涵蓋範圍廣大，其供水人口約 400 萬，佔臺灣地區人口 1/5，藉由清水二號主支幹管興建次第完成，配合原有之清水一號系統等，將建構成有效之輸供水管網；藉由監控系統及供水資訊化研析、輸配水幹管各時段及分區切換水理分析及模擬，並配合維修時改善部份設備，雖可有效提高供水調配監控及應變能力。然仍針對各種危機組合研擬 40 種相關災害防救業務計

畫，其主要目的為臺北自來水事業處負責供應大臺北地區「安全、衛生、便利」的自來水及合理周到的用戶服務，每日出水量約 270 萬噸，服務人口超過 400 萬人。為有效防範旱災、風災及水災、震災等災害，必須採取必要之預防及應變措施，以降低災害損失，並儘速達成搶修及復原工作。因此藉由擷取他人危機處理經驗，草擬各種危機組合，擬具計畫之實施步驟，說明如後：

1. 掌握地區災害危險性（實施災害潛勢評估）：應確實考量直接災害（颱風、豪雨、地震等）、間接因素（急傾斜地、軟弱地盤、危險物設施等）、以往災例，進行科學化、綜合性之災害潛勢評估，以掌握地區災害危險性。
2. 防災措施之基本方向：依自來水法第十條：「自來水事業所供應之自來水水質，應以清澈、無色、無臭、無味、酸鹼度適當，不含有超過容許量之化合物、微生物、礦物質、及放射性物質為準。」，第十六條：「本法所稱自來水，係指以水管及其他設施導引供應合於衛生之公共給水。」，故北水處防災措施之基本方向即在於維護自來水水質、健全自來水供水管網系統功能、維持供水水量穩定。
3. 製作防災資料：蒐集彙整各類災害業務主管機關有關之計畫，查詢中央氣象局等政府機關及災防會與各大學等研究機構網站與防救災有關資料，作為北水處各項防救災措施之訂定依據。
4. 資料資訊之整備：就臺北地區發生頻率高、影響範圍較廣、事業特性之風災、水災、地震、旱災、其他類型之災害蒐集資料資訊整備。爾後將就災害防救法明定之

各類重大災害蒐集資料，逐項研擬具體對策。

緊急應變體制依臺北市各級災害應變中心作業要點：「應於機關內部設緊急應變小組並建立緊急應變機制，並依程式辦理，以處理災害應變中心交付任務，並回報災害應變中心。另依臺北市各級災害應變中心作業要點：「風災……、水災……、依氣象局發布……警報，……由消防局通知各機關首長親自或指派主任秘書層級以上人員進駐市災害應變中心，處理各項應變事宜。」北水處「客服中心」及「監控中心」於接獲災情後，依臺北自來水事業處事件緊急通報流程，在災害發生後適時依狀況發生之影響，以電腦傳輸、傳真、電話等方式循通報體系逐級報告，儘速傳達相關成員。如有需要依處長指示因應災害成立緊急應變小組或於必要時成立災害應變中心。該緊急應變小組由總工程司擔任召集人，其成員除副總工程司、淨水科長、供水科長、政風室主任、營業分處主任、工程總隊總工程司等必要人員外，得另邀臺灣區水管工程同業公會臺北辦事處主任，以及其他與自來水工程相關之專家、技術人員參加，編組成員名冊及緊急電話聯絡。緊急應變小組依照臺北市災害應變中心之指揮，及臺北自來水事業處防救各類災害緊急應變計畫進行各項應變。

## (二)危機應變與管理策略應用探討

危機一旦發生，已不是上下推諉及相互指責的時候，而應該團結一心，冷靜應變。不論是單位主管或基層員工，皆應按照危機管理模式及平日演練程式，迅速展開行動，使單位或人員所受的傷害減到最低。謹淺述在危機發生時宜把握的處理原則如下：

- 1.靈活的通報系統：吾人皆知作戰有賴良好的通信系統，才能運籌帷幄決勝千里；危機處理亦如同作戰，同樣應有靈活的通報系統，使單位無論是處理天然災害、工安事故或群眾事件時，單位主管才能確實掌握事情發展狀況，做出正確妥適的處理方案。通報系統除應隨時保持有線及無線通訊暢通外，宜考慮在電力全無時，訊息傳遞的應變措施，本處現已建立監控中心做為危機通報體系如圖 1。
- 2.成立危機處理小組：危機發生後，最忌諱群龍無首，如此可能使危機迅速擴散，甚至無法收拾。此時，應立即召集有關人員成立「危機處理小組」，共同瞭解研商事情發生原因及現況，研判危害程度，研採妥善處理方式，必要時得要求最先到達狀況現場者，設立前進指揮所，掌控現況，隨時回報。
- 3.分工合作：為能完善的處理重大危機事件，絕非單位主管等一二人就可竟其功，必須能針對問題，妥適運用人力與分工，排除本位主義，相互支援合作，才不至於顧此失彼或延誤處理時機。例如發生工安事故及造成人命傷亡時，分工事項宜包括：協助交管維持安全、安撫民眾及員工情緒、緊急傷亡救護送醫、協調媒體採訪報導，事後與傷亡家屬溝通撫恤及蒐證或照相存證等。
- 4.妥適面對媒體：問題發生後，媒體基於民眾有知的權利，常會蜂擁而來，爭相報導，此時單位的發言人即應發揮化妝師的角色，把事件發生原因，處理的經過及如何檢討與善後等，做妥適的說明。但為避免因面對媒體詢問的過程表現不當，影響單

位處理誠意及形象，宜注意下列事宜：

- (1)勿迴避媒體：單位若刻意迴避媒體，勢將使記者對事件形成臆測或杜撰，或迫使媒體為搶新聞而轉向員工探詢，造成不明究理或一知半解員工傳遞出錯誤的資訊，而衍生單位處理的困擾，甚至可能使危機擴大。故勇於迎向媒體，展現誠意，爭取認同，當是單位面對媒體時應有的認識。
- (2)注意肢體語言：發言人接受媒體訪問時，尤其是電子媒體，應注意個人服儀外，面對鏡頭時，臉部表情應保持沈著、誠懇，勿顯現不耐或不屑情緒。要注意肢體動作，勿做出揮手等舉動，以免被誤會有打人的情形。發言人回答媒體的詢問後，單位元主管可視需要作補充說明，以爭取主動，掌控場面。
- (3)妥備書面資料：面對媒體前，如有充裕時間，宜先備妥相關書面資料，如發言稿、新聞稿及案件處理經過等，俾方便採訪記者參考運用，必要時亦可主動補充最新狀況及目前處理情形等，幫助平面媒體記者充實版面，如此可避免杜撰或自由心證，引起外界誤解。
- (5)講求談判技巧：在危機處理的過程中，雙方為避免發生衝突，或減低衝突，妥善規劃的談判或溝通，是轉危為安的重要步驟。談判是智慧、耐性與技巧的表現，成功的談判，可創造雙贏的契機並消弭後遺症。因此，談判前的準備工作尤其重要，如：應確立目標，多方蒐集資訊，作彼此的優劣情勢比較、事前的沙盤推演，選擇談判效果最有利的時間、地點及談判團隊，隔離不必要的群

眾及媒體，多請教專業人士如律師、會計師、保險公司人員等，均為營造雙贏談判不可或缺的技巧。通常當事人或單位主管不宜扮演談判主角，以避免形成無法轉圜的僵局，宜多利用書面的參考文獻及法令規章等資料，代替口頭回答，可減少對方因曲解語意而造成的誤會。

- (6)善後與檢討：危機處理告一段落後，善後工作仍是不可輕忽。就如同企業要講求良好的售後服務，才能贏得消費者信賴，也才能永續經營一樣。單位應即對危機所產生的後續問題，如人員的安撫照顧、組織架構的重建及形象口碑的再造等，皆需作適當的規劃處理，期能儘快脫離受創後的陰霾，迎向未來。對問題的發生應有客觀深入的調查與瞭解，並針對缺失確實檢討改進；對危機處理的過程，有無缺失？是否適當？亦宜一併檢討，並將此經驗納入危機管理的範疇，防杜下一個危機的發生。

如何化危機為轉機，如果不能藉由危機管理，僅憑藉救火式的危機處理，當然不容易達成，以下謹就危機管理做法簡述如次：

- (1)建立危機管理組織：雖說任何危機都有徵兆可循，然危機的爆發卻可能是瞬間、無預警的，所以建立一個「危機管理小組」，成員不宜多，一般以五、六人為宜，針對單位特性及業務性質，深入瞭解易生狀況的癥結，並隨時偵測發掘可能的危機，透過腦力激盪、資訊收集、研採防範措施，防患未然，應是每個單位首應重視的課題。
- (2)完成危機應變計畫：一份完整周延，具

體可行的計畫，可使危機管理與處理不至於失去依據，甚至貽誤時機。機構中宜針對可能發生的各種危機，撰擬不同之應變計畫，此應變計畫應是具體可行的，不應只是少數人閉門造車的產品，宜由員工共同參與制定，使該計畫在危機發生時，基層人員就可以立即執行。應變計畫書也不應該像是機密文件，必須鎖在公文櫃中，或奉核准後就束之高閣，應當是給第一線人員人人必知能做的。

- (3) 模擬演練：當然，危機管理不能只有一套計劃及一組管理人員即可，應當針對可能發生的危機，模擬狀況，進行演練。演練時宜有「最糟劇本」，即將可能最壞最糟的狀況均放在劇本中，經常排演，藉以研究出一套最佳的解決方案。除此之外，平日亦應蒐集國內外危機管理與處理模式及成功或失敗的案例，教育員工。所謂「他山之石可以攻錯」，吸收他人的經驗，正可以檢驗及發掘自身潛存的危機因數。
- (4) 貫徹標準作業程式：單位中每一個部門若能針對業務性質訂出一套標準作業程式，使每一位同仁處理職掌內工作時，皆能按既定之標準貫徹執行，一定不容易產生差錯，也間接的消弭了潛伏的危機，就算是一位初接業務者，只要按標準作業操作，相信也能很快入狀況。前述會屬某醫院即在發生病毒事件後，要求各部門訂有標準作業規定，若能貫徹執行，應對減少危機的發生，甚有助益。
- (5) 設立發言人制度：當危機發生時，在狀

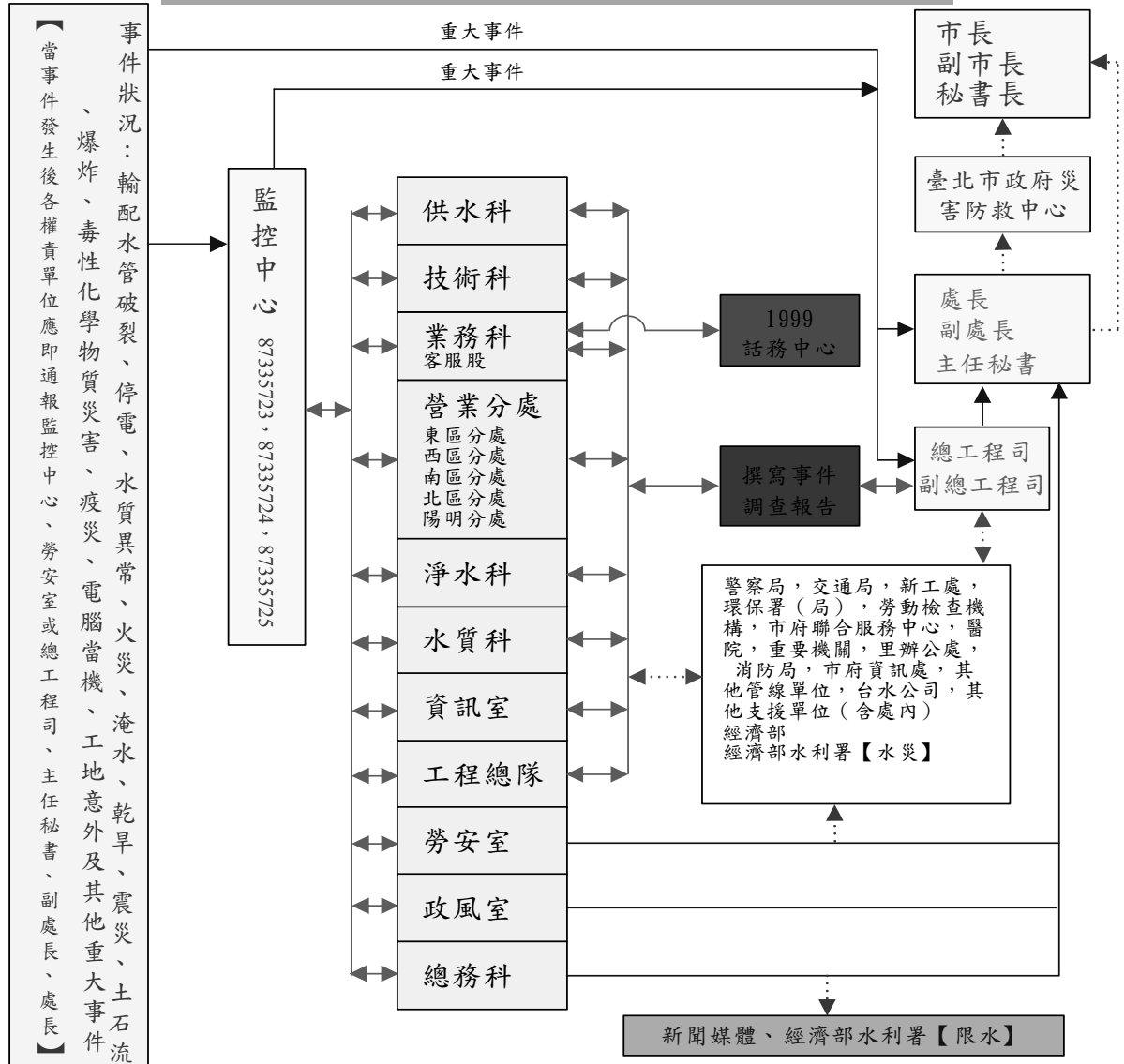
況不明朗，資訊不完整的情形下，極易導致外界恣意猜測與不正確的報導，為避免單位內不明瞭實情人員隨意對外發言，扭曲事實，造成處理的困擾及無謂的後遺，單位宜設立發言人制度，由一位能掌握單位內部狀況及口齒清晰人員擔任，遇有危機發生，需對外發言時，能迅速提供確實資訊予媒體，並保持良好的互動關係，以正視聽及爭取處理時效。

#### 四、結語

如何化危機為轉機，若能具備踏實的危機管理，並進入全面危機管理的境界，將能有效降低危機發生的機率，一旦不幸發生，亦可從容不迫地果斷因應。「全面危機管理」之觀念主要有幾點內涵如後：(一)危機管理包含事前預防、演練、通報，及事發時的隔離、控制、清除，以及事後的檢討、修正及形象重塑。(二)危機管理是全體機構從業人員與客戶、生活區的共同責任，不僅僅是專業部門的職責。(三)危機管理不僅著重於機構內得縱向指揮整合，須建立指揮、協調、現場等三級體系，而且各機構單位間的橫向聯繫整合更加緊要。(四)危機管理是恆常性的作業，危機文化的普及生根，危機意識的廣泛認同，並應建立結合「全面品質管理」精神的控管機制。(五)危機管理是多元科技的有機整合，包括行為科學、社會科學、數量統計、營運管理與風險管理等管理科學，而且必須是相互間功能。

自來水事業體針對可能發生之突發狀況預為準備，對於萬一發生狀況後，應進行之作業項目及工作，將全部建立標準作業程式，隨時提高警覺，減少可能產生之衝擊，

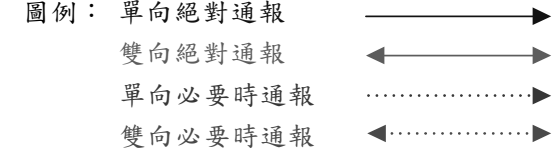
# 臺北自來水事業處事件緊急通報流程



### 通報注意事項：

- 一、各單位於所有自來水系統發生任何異常狀況時，均應即時通報監控中心。若發生重大事件恐影響市民，應即刻將事件狀況、影響範圍及處理情形通報監控中心，俾利後續緊急通報作業。
- 二、下列重大事件發生時，應立即通報勞安室、總工程師、主任秘書、副處長及處長，並填寫重大事件通報紀錄，傳真客服股再由客服股向1999話務中心通報及傳真。
  1. 管徑400mm以上輸配水管、重要輸配水管遭挖損或破裂。
  2. 氣氣外洩有造成人員傷亡之虞。
  3. 淨水場、加壓站因停電或其它事件，致影響正常供水。
  4. 淨水場原水濁度高於100NTU。
  5. 水質異常(淨水場出水不符水質標準或施工造成水質污染)致影響100戶以上之用水安全。
  6. 影響學校、醫院或其他重要機關供水逾0.5小時尚未恢復正常。
  7. 系統主機或網際網路設備當機有影響用戶權益之虞。
  8. 工地發生人員傷亡或瓦斯外洩爆炸等其他需立即處理之情事。
  9. 取水口進水量未達標準，有影響出水之虞。
  10. 施工單位工程延誤，經其判斷有影響供水之虞時。
  11. 市府、議會及相關單位通報有影響供水之虞事件。
  12. 颱風、地震或其他天然災害事件。
  13. 其他經判斷為重大之事件。

- 三、發生以上重大事件，監控中心判斷將有影響供水、交通、淹水之虞並可能上新聞媒體時，通知總務科依規定陳報臺北市政府市長室、副市長室、研考會及臺北市政府發言人室。
- 四、本處各管轄工程工地發生緊急及意外事故，監造單位應責承包商依「臺北市政府所屬各機關公共工程施工安全衛生須知」填報「緊急及意外事故立即回報單」並辦理通報作業。
- 五、權責單位應於事件後24小時內陳報「事件調查報告」，陳核後應送防災業務單位(勞安室)備查。【水質異常須會同水質科】
- 六、發生重大緊急事件，由勞安室依「本處緊急應變小組作業要點」適時建議處長成立本處緊急應變小組。
- 七、本處發生重大工安意外，由勞安室主動協助處理。



99/09/21修定

圖1 北水處事件緊急通報流程

以提高為民服務水準。藉由強化危機處理及管理之機制，改善監控中心及客服中心軟硬體設備，以提昇應變通報機制之功能。另為期建全，藉由軟硬體建設降低危機發生機率，提高風險管理成效。如能著手研擬調整組織，以及培訓危機風險管理專家，將強化提昇危機應變與風險管理之能力。

### 參考文獻

1. 鄒俊、李樹平、趙子威，「2012年國內媒體報導給水爆管分析」(102年(2013))，同濟大學環境科學與工程學院，第八屆海峽兩岸水質安全控制技術與管理研討會，天津。
2. 鄭錦澤、許敏能、許志浩，「提昇臺北供水區調度應變與應用效能探討」(97年(2008))，臺北市政府年度研究計畫。
3. 鄭錦澤，「參加「國際水協會第五屆世界水大會」談水危機管理、漏水改善及市場經濟」，(95年(2006))，中華民國自來水協會會刊，第25卷，第4期，第77-100頁。
4. 鄭錦澤，「臺北自來水調度及備載能力探討」(95年(2006))，國立中央大學，經濟部水利署，第十五屆水利工程研討會。
5. 鄭錦澤等人，「由青潭原水管檢修經驗探討臺北供水系統危機管理新模式」，(94年(2005))，第一屆水資源及水質管理研討會，中華民國環境工程學會，第B3-2-1-14頁。
6. 鄭錦澤等人，「臺北區供水系統暨管網健全改善之研究」(92年(2003))，台北市政府。
7. 鄭錦澤等人，「臺北地區供水系統合理調配暨危機管理之探討」(91年(2002))，台北市政府。
8. 「台北區自來水第五期建設給水工程後續計畫」(2006)，臺北自來水事業處。

### 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、圖資應用

# 自來水管線震後救災維修工程人員機具指派最佳化

文/林瑜禎、許敏能

## 摘要

近來地震在世界各個國家時有所聞，且規模之大都造成嚴重災害，尤以日本發生在東北地方外海三陸沖規模 9.0 的地震最為驚人，地震常造成自來水維生系統管線許多的損壞，且後續的餘震同樣會毀損自來水管線，此時自來水維生系統管線之修復將極為急迫且重要；惟傳統自來水管線維修工程案件之人員機具派遣上，多憑經驗法則做適當之調派，在案件量多且人力有限時，決策者的調派決定適當與否就成為重要之課題，若調度不當一則浪費人力，一則無法及時解決民生用水問題，效率不彰將造成民怨，更是浪費珍貴的水資源。本研究係依每日所需進場維修之案件，如何依現有人力及機具做最快速進場指派為研究範圍，利用整數規劃最佳化模式，求出各案進場時間及人員、機具資源指派，提供決策者調度運籌之參考，以達最快進場及如期完工為目標；此外依據各參數之敏感度變化趨勢進行敏感度分析，藉此求得所有案件需要之人力機具之最小值，達成人力機具充分運用之目的。求解方法上，本研究將各案件需要人力、機具、工時及報案時間等資料，利用 EXCEL 軟體編輯成基本資料檔，而後輸入 LINGO 8.0 套裝軟體求解，即可得最快進場時間、人力及機具指派情形等結果，讓救災能快速且有效率的進行。

## 一、前言

當地震災後，各地自來水管線破損及報

修案件量必定非常大，若以平時處理修漏案件之方式依序派工，不但管理效率不彰，且浪費人力機具工時，又會延遲管線搶修之時程，更使災區整體恢復供水的時間延後。本研究之目的在於利用數學整數規劃理論，以自來水管線維修工程現有人力及機具為資源基礎，規劃限制式，發展最佳化模式，利用電腦軟體為工具，將之編譯成語言程式，以求解出最佳化之人力機具指派。當地震發生且造成自來水管線損壞時，所有報修漏水案件，能以本模式依現有人力及機具資源限制下，求解出最快進場施工維修之指派順序，使能達成各案於報案後 24 小時內完工之目的。

建立模式前必須先定義限制條件及基本參數，針對模式之特性予以一一釐清，並將模式特性轉換為限制條件，再轉換成以數學規劃模式表達之限制條件式，連同目標式建構最佳化作業模式；再由建構之作業模式，與實務情形再作比對分析，排除不合理之現象，使模式建構合理可行。在問題求解方法上，以整數規劃為基礎，由上述建構之數學規劃模式(目標函數及限制式)，以 LINGO 8.0 (LINDO Systems Inc., 2002) 套裝軟體為工具，將模式轉換成軟體可接受之語法，利用 OFFICE EXCEL 套裝軟體建立參數，並運算出已知資料參數值，一併輸入程式中，以求解本研究最佳化指派計畫及最快進場施工規劃模式，作為管線維修工程決策者進行人員機具調度、控管之輔助決策工具。

## 二、模式構建及求解

關於人力與機具指派，實務上首先由具經驗之決策者（例如：北水處工程師）依據經驗對每日所有案件預估施工所需之人員與機具數量，再進一步預估每案施工之難易度，據以定出預計施工時間，再將現有人力依大工及小工人數依報案順序一一排入分配表，再將現有機具依各案需求一一排定；未排入之案件，再視最先完工之人員或機具挪移至該案，以達能於報案後 24 小時期限內完工（完工時間可依各機關決策更改為 36 或 48 小時等等）。

為確保本研究模式架構的合理且能符合實際之應用，在模式建構上提出下列幾點已知資訊及假設條件：

- (一)每案均須派遣人員進場，所需之大工、小工數量由決策者經驗判斷得之，惟機具則依案而定，有些案件不需派遣機具（當決策者希望某案能先進場時，可增加該案人力或機具之數量，即可加大其權重）。
- (二)每日各案所需之各大工、小工、機具均同時於同一時間點進場施工，不可有時間差進場之排列情形。
- (三)各案經指派進場開始施工之人員與機具，必須連續作業至該案完工結案回報，方可移至下一指派案場。
- (四)各案報案時間均不相同，惟各案件基本資料，以每日早上八時為各項計算之基準，計算時報案已過時間經計算後為已知條件，如表 1 所示範例。
- (五)本研究以臺北自來水事業處南區營業分處為範圍，預計工時已計入人機移動時間。

- (六)各案之報案時間皆紀錄至分鐘，惟計算考量予以整點化為基準（以時為基本單位）。
- (七)每案工時之判斷由決策者依已知之客觀條件判斷，對於地下開挖後無法預測之臨時狀況，忽略不計。
- (八)所有大工擁有相同技能，皆可於各標案獨立施工。
- (九)所有小工擁有相同技能，皆可於各標案施工，但需有大工帶領。
- (十)人員、機具進場施工以「時」為施作單位時間。
- (十一)機具含操作人員，其操作人員不含在各大、小工之間，惟各大工、小工及機具均以符合勞基法一日工作時數 12 小時之限制為原則（工時可依當時狀況由各主管機關訂定）。

表 1 報案已過時間計算表範例

案件 (I)	1	2	3
報案時間	2011/5/20 17:00	2011/5/20 19:00	2011/5/20 23:00
計算基準時 (8:00am)	2011/5/21 8:00	2011/5/21 8:00	2011/5/21 8:00
報案已過時間 (hour)	15	13	9

參數定義說明如下：

- i：第 i 個自來水管線破損漏水案件，假設有 n 案， $i=1\sim n$ 。
- j：第 j 個大工人員， $j=1\sim m$
- k：第 k 個小工人員， $k=1\sim p$ 。
- d：第 d 台機具， $d=1\sim q$ 。
- t：第 t 工作時，工期計算  $t=1\sim 24$  小時。（以早上 8 點為計算基準， $t=1$ ）

$s_i$  : 第 i 案開始計算時 (即早上 8 點) 報案已過時間。

$h_i$  : 第 i 案施工需要的工時。

$F_{it}$  : 第 i 案進場工作, 涵蓋工作 t 時點區間的集合。

$$F_{it} = \{a | 1 \leq a \leq 24, a \leq t \leq a + h_i - 1\}$$

所有工作時區間的集合說明: 為滿足指派之人力與機具進入各案場開始施工後, 必須連續作業至該案完工回報, 方可離開至下一指派場所的限制, 設此 {a} 集合。

$F_i$  : 第 i 案可工作時點的集合。

$$F_i = \{t | 1 \leq t \leq 24 - s_i - h_i + 1\}$$

$a_i$  : 第 i 案需要大工人數。

$b_i$  : 第 i 案需要小工人數。

$c_i$  : 第 i 案需要機具數。

決策變數說明如下:

$x_{ijt}$  : 第 i 案, 第 j 大工在時間 t 是否進場施工。

$y_{ikt}$  : 第 i 案, 第 k 小工在時間 t 是否進場施工。

$z_{idt}$  : 第 i 案, 第 d 機具在時間 t 是否進場施工。

$e_i$  : 第 i 案開始進場時間。

數學模式如(1)~(19)所示。

大工、小工人力及機具以最佳化指派求取最快進場時間; 本目標式建構原則為將所有大工、小工、機具的進場時間予以加總並求其最小值, 以求得最快進場時間, 但因各案需求人數及機具數不盡相同, 故若有案件較為困難, 需較多大工、小工或機具資源時, 該案的各項資源進場時間會多重加總, 使得該案含有較大權重觀念, 在模式求解時將會優先指派, 其優點為可使困難案件較快進場、完工, 若因臨時突發狀況工期必須延後時, 能有充裕的時間應變。

Min

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^{24} t \times x_{ijt} + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^p \sum_{t=1}^{24} t \times y_{ikt} + \sum_{i=1}^n \sum_{d=1}^q \sum_{t=1}^{24} t \times z_{idt} \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t \in F_i} h_i \times x_{ijt} \leq 12, \quad \forall j = 1 \dots m \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t \in F_i} h_i \times y_{ikt} \leq 12, \quad \forall k = 1 \dots p \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t \in F_i} h_i \times z_{idt} \leq 12, \quad \forall d = 1 \dots q \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{t \in F_i} x_{ijt} = a_i, \quad \forall i = 1 \dots n \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^p \sum_{t \in F_i} y_{ikt} = b_i, \quad \forall i = 1 \dots n \quad (6)$$

$$\sum_{d=1}^q \sum_{t \in F_i} z_{idt} = c_i, \quad \forall i = 1 \dots n \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{t \in F_i} t \times x_{ijt} = a_i \times e_i, \quad \forall i = 1 \dots n \quad (8)$$

$$\sum_{k=1}^p \sum_{t \in F_i} t \times y_{ikt} = b_i \times e_i, \quad \forall i = 1 \dots n \quad (9)$$

$$\sum_{d=1}^q \sum_{t \in F_i} t \times z_{idt} = c_i \times e_i, \quad \forall i \in (c_i \neq 0) \quad (10)$$

$$t \times x_{ijt} \leq e_i, \quad \forall t \in F_i, j = 1 \dots m, i = 1 \dots n \quad (11)$$

$$t \times y_{ikt} \leq e_i, \quad \forall t \in F_i, k = 1 \dots p, i = 1 \dots n \quad (12)$$

$$t \times z_{idt} \leq e_i, \quad \forall t \in F_i, d = 1 \dots q, i = 1 \dots n \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{a \in F_{it}} x_{ija} \leq 1, \quad \forall t \in 1 \sim 24, \forall j = 1 \dots m \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{a \in F_{it}} y_{ika} \leq 1, \quad \forall t \in 1 \sim 24, \forall k = 1 \dots p \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{a \in F_{it}} z_{ida} \leq 1, \quad \forall t \in 1 \sim 24, \forall d = 1 \dots q \quad (16)$$

$$x_{ijt} = 0 \text{ or } 1, \quad \forall i, j, t \quad (17)$$

$$y_{ikt} = 0 \text{ or } 1, \quad \forall i, k, t \quad (18)$$

$$z_{idt} = 0 \text{ or } 1, \quad \forall i, d, t \quad (19)$$

將本研究模式所架構之目標式及限制式，並其所代表之數學涵義或所限制之範圍目標全數列舉如下：

目標函數(1)：廠商人力及機具資源，以最佳化方式指派，其所有人員、機具指派進場時間之累計加總，本目標式主要求此加總時數能最小，即達成最快時間進場施工，因各案所需之人員及

機具數量不同，因案件複雜度而增減，故本目標式依各案之人機數量而含有權重之觀念。

式(2)：每日各大工 j 施工人員於各案工作總時數之限制，依勞基法為 12 小時之限制。

式(3)：每日各小工 k 施工人員於各案工作總時數之限制，依勞基法為 12 小時之限制。

式(4)：每日各機具  $d$  於各案工作總時數之限制，依勞基法為 12 小時之限制。

式(5)：第  $i$  案大工人員需求數分配。

式(6)：第  $i$  案小工人員需求數分配。

式(7)：第  $i$  案機具需求數分配。

式(8)：每日第  $i$  案進場時間即為大工進場時間。

式(9)：每日第  $i$  案進場時間即為小工進場時間。

式(10)：每日第  $i$  案進場時間即為機具進場時間。

式(11)：同 1 案 2 個以上大工進場時間應相同之限制。

式(12)：同 1 案 2 個以上小工進場時間應相同之限制。

式(13)：同 1 案 2 台以上機具進場時間應相同之限制。

式(14)：同一時間內，大工只能在一個作業場所施工之限制。

式(15)：同一時間內，小工只能在一個作業場所施工之限制。

式(16)：同一時間內，機具只能在一個作業場所施工之限制。

式(17)：決定大工是否指派之決策變數，0 表示不指派,1 表示指派。

式(18)：決定小工是否指派之決策變數，0 表示不指派,1 表示指派。

式(19)：決定機具是否指派之決策變數，0 表示不指派,1 表示指派。

上述模式之各項參數確定後，即可將擬定完成的目標式及各項限制式，轉譯成程式語言，並輸入至 LINGO 8.0 套裝軟體求解，並可依輸入之參數作敏感度分析，使能瞭解各參數對目標值最快進場總時間之影響程

度，據以分析判斷，作為決策之參考。

### 三、範例測試

假設西元 2011 年 5 月 21 日早上 8 點所得資訊，各案件( $i$ )之報案時間等基本資料，經整理後算出排程時已歷時間及剩餘可施作時間如表 2 所示。每案進場施工需求之大工、小工、機具數量及各案施工所需時間如表 3 所示。修漏承商備有人力及機具資源為大工 5 人、小工 8 人、機具 2 台。

表 2 各案件基本資料

案件 (i)	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7
報案時間	2011/5/20 14:00	2011/5/20 16:00	2011/5/20 21:00	2011/5/20 23:00	2011/5/21 0:00	2011/5/21 4:00	2011/5/21 7:00
排程時間	2011/5/21 8:00	2011/5/21 8:00	2011/5/21 8:00	2011/5/21 8:00	2011/5/21 8:00	2011/5/21 8:00	2011/5/21 8:00
排程時已歷時間	18	16	11	9	8	4	1
剩餘可施工時間	6	8	13	15	16	20	23

表 3 各案人員機具需求數量及工作時間

案件	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7
各案大工需求數 (j)	1	1	2	1	1	1	1
各案小工需求數 (k)	1	2	4	2	1	1	2
各案機具需求數 (d)	0	1	1	0	0	0	1
預計工時 (hour)	4	5	8	2	4	3	6

透過 OFFICE EXCEL 建立基本資料，再輸入至電腦 LINGO 軟體運算，即可快速求得各案最快進場的目標值，並可將人工經

驗指派結果進行比較，以顯示本研究效益與價值。本研究以自行撰寫之數學模式為架構，利用 LINGO 8.0 軟體程式進行模式求解，作業平台為 Microsoft Windows XP，硬體設備為 Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU E6550 2.33GHz、2.00GB RAM；先使用 Office Excel 軟體程式建立基本資料，再利用 LINGO 8.0 套裝軟體配合資料匯入功能，輸入資料後以目標函數及各項限制式之構建，求出最佳化解答，求解過程具有快速、高效率之效果。LINGO 8.0 套裝軟體之部分參數值變化會影響求解速度與結果。本研究之求解參數設定為 5% 的收斂誤差，其餘設定採用軟體之原始設定值。

本模式經 LINGO 8.0 最佳化程式求解結果畫面如圖 1 所式，其相關資訊為：在目標值方面求出人機最快進場時間總和為 62 小時、決策變數共 2551 個、限制式有 1479 式、求解循環次數為 1,485,844 次、求解時間共花了 3 分 25 秒。其運算結果與指派情形經整理分析，各案最快之進場時間如表 4 所示，另人力與機具指派情形與排程結果總表如表 5 所示。傳統人工經驗估算之機具與人力指派結果如表 6 所示，第 1、2、3 案上午 8 點進場、第 4 案中 12 點進場、第 5、6 案下午 1 點進場、第 7 案下午 2 點進場，依模式目標值的計算方式，將經驗指派之人員機具進場時間全部加總，結果得 80 小時。本研究模式與人工經驗指派求解之效益比較如表 7 所示。

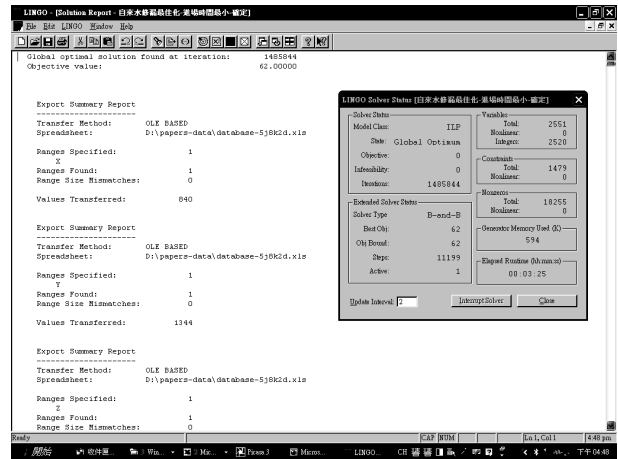


圖 1 最佳化程式求解結果畫面

表 4 模式運算結果各案進場時間

案件	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7
進場時間續	3	1	1	1	6	3	6
進場時間點	10時	8時	8時	8時	13時	10時	13時

表 5 經最佳化模式運算後人力與機具指派表

案件 (i)	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7
進場時間續	3	1	1	1	6	3	6
預計工時	4	5	8	2	4	3	6
進場大工 (j)	J5	J1	J3、J4	J5	J1	J2	J2
進場小工 (k)	K1	K2、K3	K4、15、K6、K8	K1、K7	K7	K7	K2、K3
進場機具 (d)		D2	D1				D2

表 6 依人工經驗指派結果推算進場總時數

案件 (i)	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7
進場施工時間	1	1	1	5	6	6	7
進場大工 (j)	J1	J2	J3、J4	J5	J1	J2	J5
進場大工數	1	1	2	1	1	1	1
進場小工 (k)	K1	K2、K3	K4、K5、K6、K7	K8、K1	K2	K3	K8、K1
進場小工數	1	2	4	2	1	1	2
進場機具 (d)		D1	D2				D1
進場機具數	0	1	1	0	0	0	1
進場時間小計	2	4	7	15	12	12	28

表 7 人工指派與最佳化指派效益比較表

效益評估	人工經驗指派	本研究模式	差異	節省 (%)
目標值(人力機具進場時間點之總和)	80 時	62 時	18 時	22.50%
(7 個案件)求解時間	1080 秒	205 秒	875 秒	81%

#### 四、敏感度分析

敏感度分析為探討各項參數對於模式之結果影響，依據輸入不同參數求解對人員機具指派進場時間目標值之影響程度，以利收集其相關參數資料，找出影響目標值的敏感參數，利於決策者管理之依據。

本研究分析大工、小工人員人數變化及機具數量變化之敏感度，因不同人力機具數量變化將影響每日可工作總工時，也對各案場之進場時間產生變化，每日可施工人力總數多寡直接影響進場時間及人員於各案派遣之次序。本研究提供決策者是否須再調派人力支援，且分析其增減對指派作業目標值之影響，以提供決策者管控人員機具之依據。

在案件量不變原則下，將模式中的大工人員 (j)、小工人員 (k)、機具 (d) 以上述範例修漏廠商現有之人力機具數量做增減調整，視其數量變化對目標式之敏感度分析。當大工人員由原有的 5 人減少 1 人降為 4 人時，解得模式目標值由原來的 62 小時變為 73 小時，代表全體人員機具進場時間因此而有向後延遲之現象，當然結案時間也會向後延遲。但當大工人員由原有的 5 人減少 2 人降為 3 人時，解得模式目標值為無解 (no feasible solution)，分析其主要原因乃案件數所需工作時間已超過大工人力總時數所能

容納範圍，因假設條件中，個別人員機具於各案之總施工時間不得大於 12 小時。當大工人員由原有的 5 人增加 1 人變為 6 人時，解得模式目標值沒變化仍為 62 小時，代表全體人員機具進場時間並不因大工人數增加而加快各案進場時間。大工人員數量之變化影響進場總時數之目標式的變化情形如圖 2 所式。小工及機具之敏感度分析如圖 3 及圖 4 所式，不再贅述。

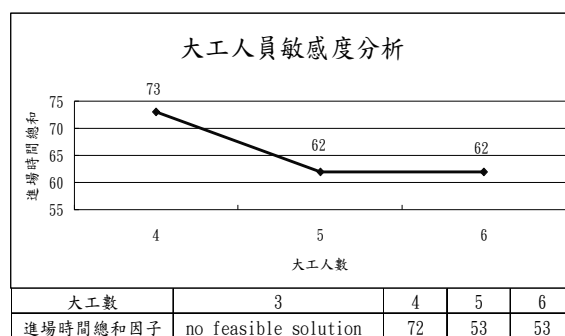


圖 2 大工人員數量變化敏感度分析圖

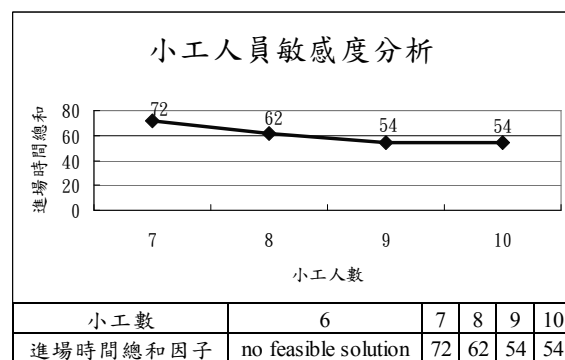


圖 3 小工人員數量變化敏感度分析圖

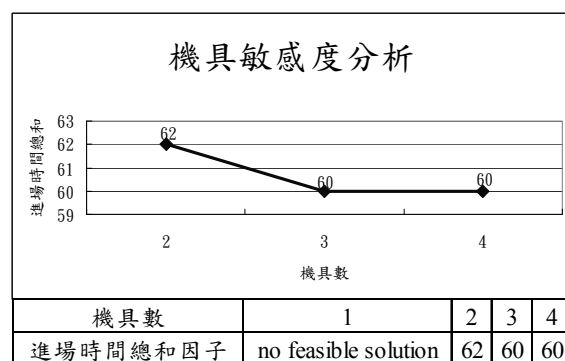


圖 4 機具數量變化敏感度分析圖

在上述敏感度分析中，我們發現不論大工、小工或機具，可求得各別資源最少要求數量，以大工而言參考圖 2 可知最少需要 4 人始有最佳解；小工參考圖 3 可知最少需要 7 人始有最佳解；機具部分參考圖 4 可知最少需要 2 台始有最佳解。根據上述最少需要資源數量當成基本參數，可於模式中求得最佳解，各案最快之進場時間如表 8 所示；另人力與機具指派情形與排程結果總表如表 9 所示。由此敏感度分析衍生出的方案分析可幫助決策者，找出當日案量所需最小資源後，依此人員機具於模式中求得最佳解，據以指派人力與機具至各案場，多出之人力或機具則可以調派至其他災區，或做為其他支援之用，可使決策者在運籌帷幄當中充分利用資源。

表 8 最少資源條件下各案進場時間

案件 (i)	A	B	C	D	E	F	G
進場時間	1	1	4	1	5	1	6
進場時間點	8時	8時	11時	8時	12時	8時	13時

表 9 最少資源條件下人力與機具指派表

案件 (i)	A	B	C	D	E	F	G
進場施工時間	1	1	4	1	5	1	6
預計工時	4	5	8	2	4	3	6
進場大工 (j)	J4	J2	J1、J3	J1	J4	J3	J2
進場小工 (k)	K1	K3、K5	K2、K4、K6、K7	K4、K6	K1	K7	K3、K5
進場機具 (d)		D1	D2				D1

## 五、結論

資源有效運用在災後人力物力缺乏及時間急迫的環境中是極為重要的一環，如何應用科學方法使人力與機具資源做最佳化指派為本研究目標；為解決自來水管線維修工程現場人員機具指派管理問題，使其指派結果更有效率且合理，決策者只要依經驗判斷出每日各案所需分配之人員、機具數量及每案預計工時，佐以現有人力機具，即可以

利用本研究之模式簡單快速研判各案場派入之人員及機具之組合，且消除閒置時間，以達最快時間進場至各案施工，最恰當指派人力與機具資源完成所需執行的修漏工程，祈能使震災所造成之民生用水影響盡早恢復如常。

## 誌謝

本研究要特別感謝國立中央大學土木工程學系顏上堯教授 (Shangyao Yan, Ph.D., University Distinguished Professor Department of Civil Engineering National Central University) 在模式建構及求解方法上給予指導，使本文更臻完美。

## 參考文獻

- 顏上堯，最佳化設計與管理講義，國立中央大學土木研究所，2000。
- 蘇鴻，「道路工程機具與人力指派最佳決策模式之研究」，碩士論文，國立中央大學土木研究所，2010。
- LINDO Systems Inc., LINGO User's Guide, LINDO Systems Inc., 2002.
- Herroelen, W., R. Leus and E. Demeulemeester, "Critical Chain Project Scheduling : Do Not Oversimplify", Project Management Journal, pp. 48-60, December 2002.

## 作者簡介

### 林瑜禎先生

現職：臺北自來水事業處南區分處幫工程司

專長：自來水工程規劃及施工、水表工程施工及用水分析

### 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

# 加強自來水供水系統工程規劃智能並建立正確觀念之研討

文/曾浩雄

## 一、緣起

自來水事業之興衰在於供應用戶之水量及水壓是否正常/充足，而正常的供水則有賴於健全之供水系統。優秀的規劃人員才能研撰出健全之供水系統。由此可見自來水規劃人員對自來水事業之重要性。

國外之自來水機構，針對其規劃設計之業務，有的採取自辦方式；有的則採用委外方式辦理。但無論是自辦或委外辦理，其不良後果均須自行承擔。因此本機關若無足以承辦或審核案件能力之規劃人員，只能委外辦理，且對其錯誤規劃之思維無法予以匡正；對其規劃成果之良莠也無法判斷，等於將整體供水之安全性完全任憑外人擺佈，其危險性不言可喻。由此更可見自來水機構之規劃人員其能力之重要性不可等閒視之。

台水公司自 1993 年起，大幅縮減規劃業務，後來為精簡人力更將工程處部分人力調至管理處，因此原已人力不足之工程處更加捉襟見肘。新的工程計畫只經初步計劃後便即進行設計，結果造成工程經費膨脹，工程品質降低之不良後果。到了 2002 年初雖已決定重新擬訂公司長中程發展計劃，並恢復辦理區域性規劃。但前者不久即無疾而終；後者因規劃人員發生斷層，新進人員規劃能力不足，且常因隨時被調去辦理緊急工程之設計，致無暇專注於規劃工作。加上原有資深之規劃人員逐漸退休，且退休後部分人員或因體力漸感不支；或因無心再兼顧，故至今仍無多大的具體成果。

目前委外規劃之案件，其成果並不見得

很理想。筆者於本刊前兩期(31 卷第 4 期)曾提及某機構委外辦理之自來水系統規劃案件，其撰成之規劃報告與自來水供水工程之規劃原則多處不符，例如：在淨水場內興建之水池應屬清水池，其容量至少須可貯存淨水場正常出水能力 1 小時( $1/24=0.042$ )之出水量，但它並不具備調配用水時變化之功能，除非其容量達到淨水場正常出水能力之 0.25，且自淨水場至水區之送水管，其管徑須足以輸送最大時之需水量(約正常出水能力之 1.5 倍以上)。該報告中因市區內無處可建，乃將所須設置之蓄水池建在淨水場內(無可或非)，但其容量只達淨水場正常出水能力之 0.036，不僅未達清水池之容量，與蓄水池所需之容量相比，更是差得離譜，且其送水管管徑竟然只能輸送淨水場正常出水量而已，其錯誤之思維可謂相當嚴重。該報告定稿前雖經多次召開審查會議，也逐層輾轉陳核，但均未有人就此提出修正意見，可見相關單位及各級人員對自來水系統規劃之認知已今非昔比。

該案日後苟真照此規劃報告付諸實施，則將來該供水區在高峰用水量時段必會發生缺水現象(因為其蓄水池及送水管無法輸送滿足該時段所需之水量)。該報告所列之工程費為 32 億元，但付諸實施後才發生缺水現象再設法彌補時，則需再花費 9 億元(須再購地興建乙座 2.14 萬  $m^3$  之蓄水池，以補足其所需之容量，並另埋設一條同管徑之送水管，其總工程費用約為  $1,000 \text{ 元}/m^2 * 0.37 m^2 / m^3 * 21.4 \text{ 萬 } m^3 + 4,000 \text{ 元}/m^3 * 21,400 m^3 +$

50,000 元/m \* 17,000m<sup>3</sup> = 9 \* 10<sup>9</sup> 元，屆時若原理管道路已無空間可再埋管，致須改以推進工法施工時，則所需之費用更將高達數十億元，其所造成之不良後果相當嚴重。承辦本案之顧問公司其主持人具有國外著名大學之博士學位，在國內所承辦之規劃案件也不計其數，但所規劃之成果竟然完全偏離自來水供水工程規劃之原則，可見現今各界規劃人員之素質亟待提升。因此乃特撰本文，供新進人員參考。本文前半段著重於自來水工程規劃上之基本學術與知能；後半段則在強調規劃人員具有正確觀念之重要性。

## 二、自來水供水系統工程規劃

### (一) 規劃項目及承辦者之智能

供水系統工程之規劃工作項目包括：人口預測、水源、需水量估計、供水工程方案計畫(含工程費概估及年費分析)及定案計畫。其中以擬定供水工程方案計畫最為重要，也必須具備供水系統之業務及工程技術上之學理、智能及正確之規劃觀念者才能勝任。

### (二) 供水系統工程內容

自來水供水系統工程方案計畫包括 1. 水源及取水工程、2. 加壓工程(壓力流系統)、3. 導/送水管工程、4. 淨水場工程、5. 蓄水池/水塔工程、6. 配水幹管及配水支管工程、7. 整個自來水供水工程之監控系統。

### (三) 擬定供水系統工程計劃方案

上述自來水供水系統中之各項工程，其設置之地理位置，若在平面及立面上在天然環境下都幾乎成一直線，且其地勢都依次順勢而下，則因其管線長度最短；能源最省，

故所形成之供水系統最為理想。但實際上其可能性並不高，因此同一供水系統中會就產生若干不同之計畫方案。例如水源之種類、取水口、淨水場或蓄水池/塔之位置(位能)或其形式、導、送水管之埋設路線、材質、穿過溪河之方式(由溪底或架橋通過)、遇山丘繞山或推進甚至挖開山丘通過等大自然環境之不同，而有不同之計畫方案。

## 三、供水量之時變化

### (一) 每日與每時之時間變化

任何自來水供水系統其每日或每時之供水量都會因用戶需水量之多寡而有所變化。依「自來水工程規劃」<sup>[1]</sup>乙書所述：日本於 2000 年曾就二千個正式自來水事業(另有八千個簡易自來水事業)做過實際統計，其結果如下：供水人口大於 50 萬人之供水區其最大日與平均日需水量之比值為 1.16；供水人口小於 5 千人之供水區則為 1.49(如表 1)。可見供水區規模越大；其時段性之需水量變化越小(因為區內之用戶較為多元性，其日、夜生活之族群較為平均，故各時段用水人口也較為均勻。

表 1 最大日與平均日用水量之比率表

供水人口 (萬人)	>50	50~25	25~10	10~5	5~3	3~2	2~1	1~0.5	<0.5
最大日/平均日	1.16	1.17	1.18	1.2	1.2	1.2	1.29	1.35	1.49

### (二) 最大時與最大日用水量之比率

1. 供水區規模越大；用戶數越多，其最大時與平均日需水量之比值則越小，詳如表 2。

表 2 最大時與平均日之比率表

供水戶數(戶)	1	10	100	1,000	10,000	100,000
最大時/平均日	60	30	15	7.5	3.75	1.88

註：每戶人口約為 2.26 人左右。至於最小時與平均日用水量之比率約為上述數值之一半。

2.如果在配水管網中或其上游，均未設置配水池，則淨水場清水池與配水管網間之送水管應受最大時需水量控制。

### (三)供水區各時段之供水量

由以上之說明，同一供水區各時段之供水量都不盡相同。茲假設某一供水系統之人口數為 40 萬人，每人每日平均需水量(tpcd)以 250 公升計，則其平均日需水量為 10 萬 CMD；最大日需水量約為 11.7 萬 CMD；最大時需水量約為 188,000CMD。

## 四、供水系統各項設施之容量

### (一)淨水場之出水能力

所謂最大日需水量，係指某一天之需水量為全年中單日最大需水量。淨水場每日出水量應能充分供應是日之需水量，故其正常出水能力應達是日之需水量，以上節為例，應為 11.7 萬 CMD(實際上宜採用 12 萬 CMD)。

### (二)送水管之容量

淨水場至供水區配水系統之間的輸水管線稱為送水管。因供水區內用戶之最大時需水量達平均日需水量之 1.88 倍，若淨水場至供水區配水系統之間，因故無法設置蓄水池/塔時，則在最大時需水量時段，淨水場之出水量必須達其正常出水能力(最大日用水量)之 1.88 倍。亦即其送水管之管徑需能輸送最大日用水量之 1.88 倍；反之，若其間設有蓄水池/塔，則淨水場之出水量可以正常能力出水，同時其送水管之管徑只要能輸送最大日需水量即可。由此可知淨水場至供水區

配水系統之間若設有蓄水池/塔，則可減小送水管之管徑(最大日需水量)。而蓄水池/塔至供水區配水系統之管線(仍稱為送水管)仍須採用最大日需水量之 1.88 倍(最大時需水量)。但若蓄水池/塔正好設在配水系統之正中央，或在配水系統之下游其管徑只需能輸送最大時與最大日供水量之差額即可；但後者在地理上因已超逾其供水區，故會增加送水管之總長度。

### (三)蓄水設施之功能及應有之容量

一般蓄水設施均設在淨水場與供水區之間或供水區之下游，故淨水場每天出水量維持可維持不變。在最小時用水時段可將用戶未使用之水量儲存於蓄水設施中；俟最大時需水量大增時，再由蓄水設施所儲存之水量供應用戶之需求。此乃蓄水設施最主要之功能(另有消防用水及緊急應變供水之功能)，自來水供水系統時變化供水情形如圖 1。

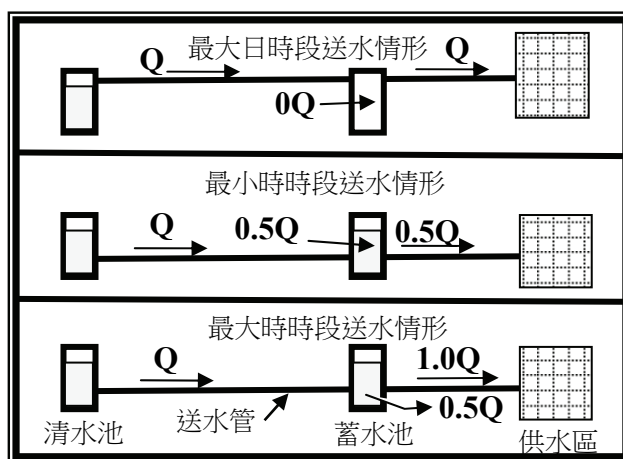


圖 1 自來水供水系統時變化示意圖

依據美國自來水專家 Fair 氏之建議：供水系統中之蓄水設備，其容量宜達供水系統最大日供水量之 1/4，其中之 1/2 用以調節最大時之供水量；容量之 1/4 作為應付發生火災時之消防用水；另外容量之 1/4 則作為支

應供水系統臨時發生事故時之供水量。依此原則，最大日供水量為 11.7 萬 CMD 之供水系統，須設置 11.7 萬  $\text{CMD} \times 1/4 = 29,250 \div 30,000 \text{m}^3$  之蓄水池/塔。若因現於用地等問題無法集中興建，可分散在供水區內各地設置。

### 五、供水系統之能量

#### (一)位能

地球上任何高於基準平面 (Datum Plane，一般均以平均海平面為準) 之一點，均具有其位能 (Potential energy)。假設流體所在之位置距離基準平面之高度為  $Z$ ，其質量為  $m$ ，則其所具有的位能  $E_z = mg \cdot z$  ( $g$  為重力加速度)。

#### (二)水頭

1. 水體距離基準平面的高程  $z$ ，即為水體之水頭 (Water head)。簡而言之，距離基準平面 10 公尺高之流體，其水頭為 10 公尺。
2. 靜水頭：在供水系統中，當水流完全停止流動時，任何一點之水位與其出水池之水位差即為該點之靜水頭，如圖 2 所示。

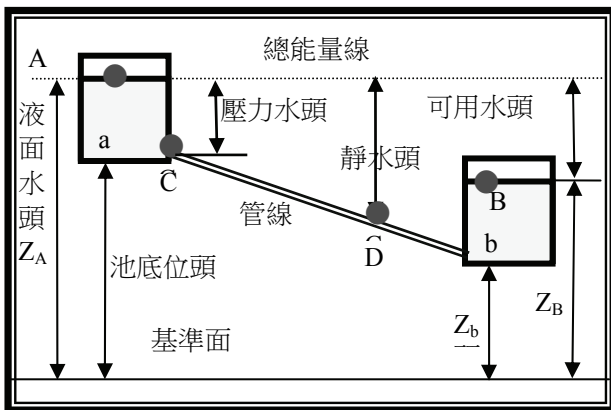


圖 2 供水系統靜止時之水頭示意圖

3. 速度水頭：水在管中流動其流經每一斷面之流速  $V = Q/A$  ( $Q$  為流量， $A$  為管線之斷面

積)，則其速度水頭為  $h_v = V^2/2g$ 。一般水體在管中之流速約為 3m/sec，故其速度水頭 =  $(3\text{m/sec})^2 / (2 \times 9.8\text{m/sec}^2) = 0.46\text{m}$ 。

4. 水頭損失 (Loss of head)：水在管中流動必然會因與管壁摩擦而損失其水頭。(1) 較長送水管之水頭損失  $h_f$  可依海忍-威廉 (Hazen-Williams) 公式： $h_f = 10.666 * L / (Q/C)^{1.85} / D^{4.87}$  求得。式中之  $Q$  為送水量 (CMS)， $C$  為水管之 Hazen-Williams 流速係數 (一般為 100 至 130) 原水管一般都採用 100；清水管則可採用 110 (無襯裡) 至 130 (PE 管)， $D$  = 管徑 (m)， $L$  = 直管之長度 (m)。設淨水場最大日供水量為 12 萬 CMD，淨水場至供水區之送水管 (襯裡 DIP) 管徑  $D = 1200\text{mm}$ ，長度 = 10Km，則其水頭損失  $h_f = 10.666 * 10,000 \text{m} * (120,000/86,400/120)^{1.85} / 1.2\text{m}^{4.87} \div 11.48 \text{m}$ 。(2) 較短配水管之水頭損失水頭  $h_f$  可依 Hardy-Weisbach 公式： $h_f = f * L / D * V^2$  求得。式中  $f$  = 管壁之粗糙係數 (舊管或較粗糙之管線其值約為 0.04，新管或較平滑之管線約為 0.02)， $L$  = 直管之長度 (m)， $V$  = 管中之流速。(3) 另件之損失水頭：水流經管線上諸多配件 (含閥類) 也會發生水頭損失，其值可依公式  $h_f = f * V^2 / 2g$  求得，式中之  $f$  為配件之摩擦係數 (詳如表 3，或查各家製造廠商之型錄)。當速度水頭 = 0.46m 時，通過 45° 另件之損失水頭  $h_f = 0.04 * 0.46\text{m} = 0.018\text{m}$ 。

表 3 管線上配件摩擦因數 K 值表

另件	三通	90°	45°	入口	出口	蝶閥
k 值	1.0	0.20	0.04	0.05	1.00	0.02

5. 可用水頭：(1) 在重力流情形下，當水流完全停止流動時，出水池之最低水位與受手水池最高水位之水位差即為兩者可用水頭 (Available water head)。若後者之最高水位為圖 3 中之 B 點 (位頭 =  $Z_B$ )，則當水流動時其管中水頭總損失及速度水頭之和，不得大於可用水頭；否則前者的水將無法流到後者，此時必須將管徑放大，以減小其水頭總損失及速度水頭。(2) 在壓力流情形下，出水池之水位加上總揚程後與受水池之水位差即為其可用水頭。
6. 剩餘水頭：在供水系統中，起點之水頭減掉送水途中某一點所有之水頭總損失及速度水頭後，所剩餘之水頭，即為該點之剩餘水頭。依飲用水管理條例之規定：在配水系統之末端，其剩餘水頭須維持在 10m 以上，亦即  $1.0\text{kg/cm}^2$ 。
7. 操作水頭：上述剩餘水頭也可稱為該點之操作水頭。例如清水池之最低水位為 EL：100m，則該處之操作水頭為 100m。池中之清水流至某一點，其所有之總水頭損失 (含摩擦損失及速度水頭) 若為 5m；則該點之操作水頭 (即剩餘水頭) 為  $(100-5)\text{m}=95\text{m}$ 。
8. 壓力水頭：管線或容器中若某一點距其液面之高度為  $h$  時，則該點之水壓  $p = \gamma * h$  ( $\gamma$  為水之密度)，易言之，其壓力水頭  $h = p / \gamma$ 。自來水供水系統之管線中任何一點之剩餘水頭即為該點之壓力水頭，以下圖 3 之第 3 點為例，其壓力水頭  $h_3 = Z_1 - K_{\text{出}} - V^2/2g - K_{\text{入}} - V^2/2g - h_f - V^2/2g = p_3 / \gamma$ 。簡而言之，第 3 點之壓力水頭  $h_3 =$  起 (第 1) 點之

總能量減去總損失能量 (速度水頭也是損失能量之一)。

9. 動水頭：在供水系統中，當水在流動時，任何一點之水位，經扣除其因水流而產生水頭總損失後與其出水池水位之差即為該點之動水頭。

### (三) 能量恆定律

假設管線在理想流的情形下 (忽略流體的黏滯阻力)，任何兩點間之能量恆為定值，該能量定律可以伯努利方程式 (Bernoulli Equation) 表示之。易言之：能量方程式乃表示管線各斷面能量變化後之總能量恆為定值。其實際狀況分為靜態及動態兩種：

1. 靜態能量恆定律 = 位頭 + 壓力水頭  
 $= Z_1 + p_1 / \gamma = Z_2 + p_2 / \gamma = Z_3 + p_3 / \gamma = C$  (常數)，  
 $p_1 / \gamma = 0$ 。
2. 動態能量恆定律 = 位頭 + 壓力水頭 + 速度水頭 + 水頭損失  
 $Z_1 + p_1 / \gamma + V_1^2 / 2g = Z_2 + p_2 / \gamma + V_2^2 / 2g = Z_3 + p_3 / \gamma + V_3^2 / 2g + h_B = C$  (常數)。詳如圖 4 所示。
3. 能量坡降線：供水系統之管線中，任何一點之位頭減去其所損失之位頭 (水頭總損失) 後所剩餘能量之連線即為能量坡降線 (如圖 3 之點線)。
4. 水力坡降線：供水系統之管線中，任何一點之位頭減去其水頭損失及速度水頭 (總能量減掉能量總損失) 後所剩餘壓力水頭之連線，即為水力坡降線 (亦為壓力水頭坡降線，如圖 4 之虛線)。不論是導水管或送水管，其埋設之高程，必須低於該處之水力坡降線；否則 (高於水力坡降線之處)，水無法通過，且會產生負壓。

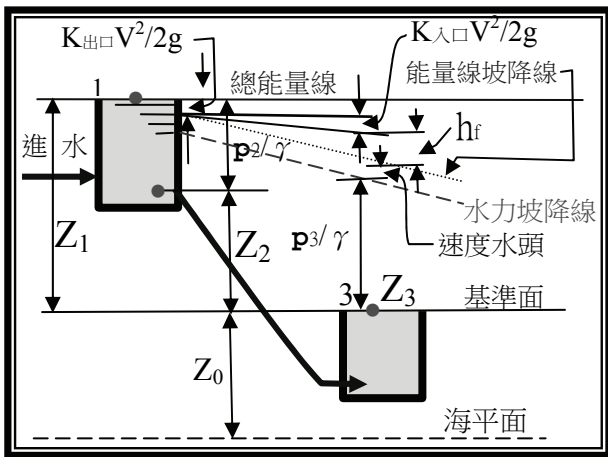


圖 3 能量及水力坡降線示意圖

## 六、高架水塔

### (一)設置高架水塔之必要性

目前高架水塔之造價以其容量計約為 8,000 元/m<sup>3</sup>；而建在地面上之水池其造價約為 4,000 元/m<sup>3</sup>，可見前者之造價約為後者之兩倍，因此盡可能以興建後者為宜。並假設淨水場最大日供水量为 120000CMD (1.39CMS)，清水池之最低水位為 EL：35m，送水管管徑 D=1200mm $\phi$ ，池底標高為 EL：31 m；供水區之地面高為 EL：15m，兩者之距離為 2,000 m；蓄水池建在距供水區 200m 處，而淨水場之清水池至供水區之地面係順勢平緩下降，則該處之地面標高= 200/2,000 \* (31-5) + 15 = 17.6m，水體流經 1,800m 長送水管至蓄水池之水頭損失= 10.666 \* 1,800m \* (1.39/120)<sup>1.85</sup> / 1.2<sup>4.87</sup> = 2.07m，另考慮進出水池、速度水頭及次要(配件)水頭損失 0.53m，則流至蓄水池之剩餘水頭= (35- 2.07-0.53) m = 32.4 m。由下(4)圖可知，若圖中之高架水塔改為建在地面上成為地面蓄水池，設蓄水池之最低水位為 EL：17m，則水體流入蓄水池後，其操作水頭/剩餘水頭便降為 17m，無形中損失 32.4-17 =15.4m。蓄水池至供水區之

水頭損失=2.07\* 200/1800=0.23m，假設配水幹管及支管之水頭損失為 1.7m(其精確值須由管網分析求得)，則流至供水區之剩餘水頭/操作水頭=17- 0.23-1.77=15m，而地面標高為 EL：15m，其高差 15-15=0m，不僅未達飲用水管理條例之規定：其剩餘水頭須維持在 10 m 以上，而且只能流到供水區之地面，在此情況下需藉由抽水機加壓供水，才能符合剩餘水頭須維持在 10 m 以上之規定。

### (二)高架水塔之常水位

其實在上述供水系統中，若蓄水設施採用高架水塔，其常水位設為 EL：32.4m，經扣除流經 200m 長送水管之水頭損失 0.23 m 及流經配水幹、支管及所有配件等之水頭損失 1.87m，則配水支管末端之剩餘水頭=32.4-0.23-1.87=30.3 m。而供水區之動水頭= 30.3 -15=15.3m > 10m，在此情況下水池之出水可藉由重力流下。簡而言之，若建高架水塔可避免損失 30.3-17=13.3m 之水頭，對節省能源功效相當卓著，此乃興建高架水塔之必要性。

若清水池之最低水位提高為 EL：45m，而高架水塔之常水位仍維持在 EL：32.4m，則流入高架水塔後之操作水頭=40-2.07\*0.23 =37.7m，比上述高架水塔之常水位 32.4m 高出 5.3m，即其水力坡降線高出高架水塔之常水位。此時高架水塔之進水管須加設高度閘，俾將其操作水頭降至高架水塔之最高水位以下。並另設溢流管俾將因故溢出之水量導入送水管中，以免水塔溢流之清水流至地面影響水塔之安全。高架水塔在供水系統中之水位關係圖詳如圖 4。

由以上所述可知，興建高架水塔主要之目的是在維持供水系統的位頭(避免浪費寶

貴之能源)。因此浪費掉之位頭越大更須以高架方式興建蓄水設施，但若支撐水池之支架太高超出結構力學上之經濟及安全性，則只好降低其高度，其因而不足之出水操作水頭，只好再藉由抽水機加壓供水。

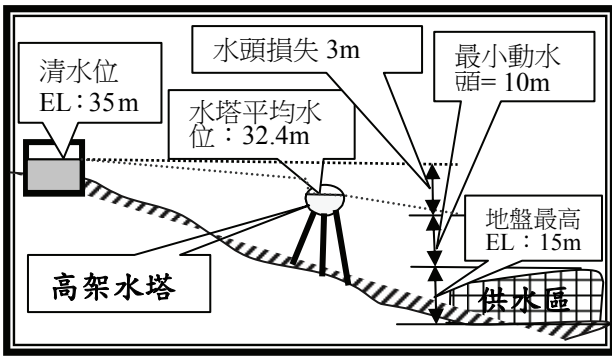


圖 4 高架水塔在系統中之水位關係圖

### (三)高架水塔至供水區送水管之水壓

設淨水場之常水位為  $EL=50m$ ，供水區最低用戶處之地面標高為  $15m$ ，則其靜水頭  $= (50-15)m=35m$  小於自來水設施標準所限定之最大靜水頭  $50m$ ，OK；反之，若淨水場之常水位為  $EL=80m$ ，最大靜水頭大於  $50m$ ，則淨水場至高架水塔之間在其地面高差大於  $50m$  之上游處，應加設減壓池或減壓閥，以免管中之靜水壓超過  $5.0\text{ kg/cm}^2$ ，而淨水場至減壓設施間送水管之管材須選擇  $5.0\text{ kg/cm}^2 * 1.5=7.5\text{ kg/cm}^2$  級之管種。

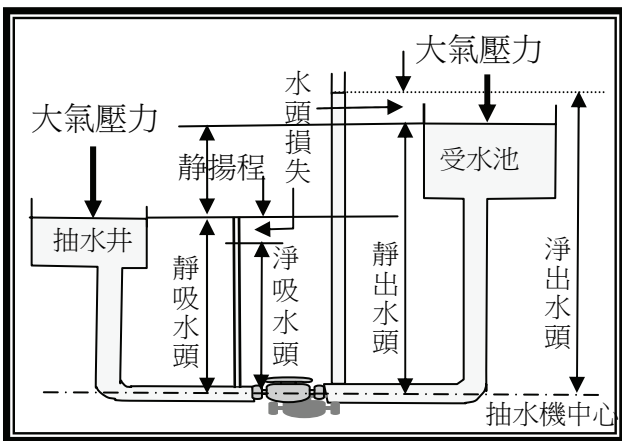


圖 5 抽水機相關水頭示意圖

## 七、供水系統中之抽水設備

如上節所述，出水池因大自然地理環境所限，其常水位只為  $EL: 10m$ ，則池中之清水無法藉由其重力流至供水區 ( $EL: 15m$ )，在此情況下須改以抽水機壓送之方式送水。

### (一)抽水機各項水頭名稱(詳如圖 6)

- 1.靜吸水頭( $H_s$ )：以抽水機位置中心起算，其與抽水井液面高度差。當抽水井液面高於抽水機中心時水是吸降，此時靜吸水頭為正；當抽水井液面低於抽水機中心時水是吸升，此時靜吸水頭為負。
- 2.淨吸水頭( $h_s$ )：等於靜吸水頭減去摩擦損失(含入口水頭損失等)。
- 3.靜出水頭( $H_d$ )：以抽水機中心起算，其與受水池液面高度之差。
- 4.淨出水頭( $h_d$ )：等於靜出水頭加上揚水管摩擦損失。
- 5.靜揚程( $sh$ )：為受水池液面高度減去抽水井液面高度。
- 6.總揚程(Total dynamic head)：在抽水系統之管線中，抽水機運轉所需克服之水頭。其值可由靜出水頭減去靜吸水頭加上抽水機前後吸水管及出水管之摩擦損失水頭、速度水頭及次要損失水頭等計算而得。

### (二)抽水機馬力

- 1.水馬力 = 抽水機單位時間所做的功 (WHP)。就水體而言： $WHP=QH/6480$ ，式中  $H$ = 抽水機總揚程 (m)。 $Q$ = 抽水量 (CMD)。若  $Q$  之單位為 CMS 單位，則  $WHP=QH/75$ 。
- 2.軸馬力係指要啟動抽水機所需之總動力 BHP，抽水機效率  $\eta=WHP/BHP$ ，所以軸馬力  $BHP=QH/6480\eta$ ；或  $=QH/75\eta$ 。
- 3.需要馬力：因為抽水機與馬達連結，因此

須考慮兩者間之效率損失，故計算需要馬力時，尚須略加其效率損失，亦可稱為安全係數  $\alpha$  (馬力數越小其效率損失越大，一般約為 10~25%)，亦即需要馬力  $HP = BHP * (1 + \alpha)$ 。

### (三)抽水機口徑

抽水機的大小，一般以其出水口口徑表示之。而抽水機的吸水口徑，則以抽水量及吸水口的流速來決定，流速通常以 1.5~3.0 m/s 為準，抽水機之迴轉速高時取高值；迴轉速低時取低值，一般計算式如下： $D = 146 * \sqrt{Q/A}$ ，式中： $D =$ 抽水機口徑(mm)。 $Q =$ 抽水量(cmm)； $V =$ 吸水口流速(m/s)通常在 1.5 ~ 3.0 m/s，最高可達 4.5 m/s。

### (四)抽水機之特性曲線

大型抽水機係依其流量及揚程而製造，因此每台抽水機都有其特性。抽水機之特性曲線(Characteristic Curve)、效率曲線、馬力數與抽水量之關係等曲線詳如圖 6 所示。

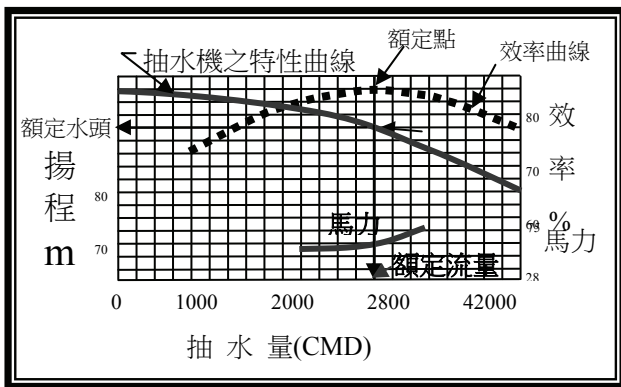


圖 6 抽水機之各項曲線圖

### (五)抽水機計算實例

如欲將清水池(常水位為 EL:5m)之清水藉由抽水機壓送至 2,000m 外之蓄水池(常水位為 EL:15m)，其抽水量為 12 萬 CMD(1.39CMS)，送水管  $D = 1200\text{mm } \phi$ 。其速度水頭  $= (1.39 / (3.14 * 1.2^2 / 4))^2 / (2 * 9.8) \approx$

0.8m，由上節之計算，其主要水頭損失 2.3m，次要水頭損失以 0.4 m 計，則抽水機之總揚程  $= (15 - 5 + 2.3 + 0.8 + 0.4)\text{m} = 13.5\text{m}$ ，其所需之馬力  $HP = 120,000 \text{ CMD} * 13.5\text{m} / 6480 / 0.85 * (1 + 25\%) = 357.65$  馬力，採用 4 台 120 馬力/台，其中一台備用。抽水機在自來水加壓系統中各階段之水力坡降線如圖 8。

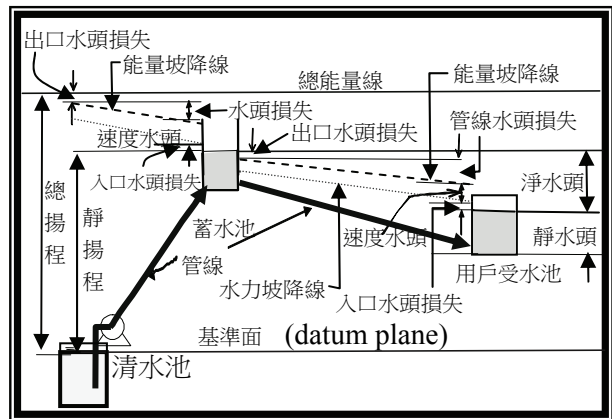


圖 8 自來水加壓系統水力坡降圖

## 八、管徑與抽水機之關係

抽水機之需要馬力與其揚程成正比，而揚程中管線之水頭損失又與管線之口徑成反比，故管線之口徑越大則抽水機之需要馬力越小。但抽水機之馬力數又與其造價及動力費成正比，因此決定管線之口徑須就兩者之總年費加以比較。設  $r =$ 年息%， $I =$ 管線設備費  $= I * r / 100$ ， $E =$ 抽水機動力年費， $T =$ 管線與抽水機之總年費。最佳管徑可按各種口徑之實際造價、抽水機所需之馬力數及電價分別算得管線與抽水機之年費及兩者之總年費和，進而畫出各項年費之曲線如下(9)圖。管線與抽水機總年費之切線與縱座標之交點為其最小年費；與橫座標之交點為其最佳管徑。

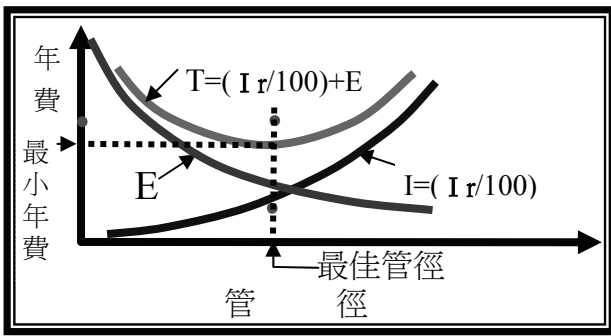


圖 9 管徑與抽水機之總年費關係曲線圖

另可依公式  $D=6.36\sqrt{4320 * C^{-1.85} * Q^{2.85}}$  計算。式中 C 為管線摩擦因素，Q 為輸水量 (cms)，S 為單位電價，依台電公司最新電力價格表<sup>[2]</sup>(2012 年 6 月 10 日開始實施)，流動電費分別按週一至週五及週日與夏月及非夏月不同之電價，經加權平均再打 7 折(公用事業之電費以實際費用之 70%計收，但委外操作其電費由廠商支付者則不打折)約為 2.0 元/kwh、r 為年利率(%)，以上述情形為例：當  $Q= 188,000/86,400 =2.176$  CMS， $S=2$  元/KWH， $r=3\%$ ，則  $D= (43200 * 2.176 * 2 * 3^{-1})^{1/6.36}=1.81m$ ，採用 2000mm  $\phi$  (商製品)。

## 九、計畫方案之工程費

### (一)計畫方案之工程費/建造成本

各方案所需之總工程費之計算方法為：

- 1.統計工程設施項目(取水、沉砂、抽水、淨水、清水池、加壓站、導/送/配水管、蓄水池(地面或高架)、控制閥等設備及整個系統之監控系統設施)之容量(含備用容量)。
- 2.依據各種設施之單位造價，原則上依據過去之實例、統計數據、民間之實際售/造價，甚至直接詢價而定，至於假設工程搭架、圍水、擋土、點井、安全措施等，均以分攤在各項工程造價內，不需另行計算。
- 3.估計土地、農作物、建物等之購置費/補償

費/遷移費或修復費及路面修復費等。

4.管理費依政府之定計算。

5.雜項空污費等稅捐利潤(10%)及物價波動準備金、施工利息及工程預備費。以上之總計即為各該方案之總工程費，亦為各該供水工程計畫方案之總建造成本。

## 十、工程方案之年費及方案比較

### (一)工程方案之年費

計算工程計畫方案年費之項目包括：

- 1.人事費(元/人/年)，10 萬 CMD 之自來水供水系統人員之設置約為員級人員 6 人；操作人力(士級人員)20 人，其年薪至少宜以 15 個月份計算。
- 2.動力費：(1)基本電費為  $137.5 * 70\% = 96.27$  元/kwh/月(契約用電)，(2)流動電費約為 2.0 元/kwh。
- 3.土建設備：各項設備建造成本之 1.5%。
- 4.維護費：(1)管線設備：1%、(2)機電設備：2.5 %、(3)土建設備：2.5%(各設備建造成本之比例)。
- 5.折舊費：(1)管線設備：3%、(2)機電設備：7%。
- 6.藥品費：液氯(8.1 元/公斤)、次氯酸鈉(10%)5.5 元/公斤、硫酸鋁液體(7.5~8.2%)：4.98 元/公斤、氫氧化鈉(45%以上)：6.55 元/公斤、聚氯化鋁(10~11 %)：6.56 元/公斤。
- 7.利息：資金成本率：總建造成本之 3%。

### (二)計畫方案之單位成本

工程一次償付之單位成本分析如下：

- 1.單位設施成本：總工程費(新台幣元)/每日正常出水量(CMD) =新台幣元/CMD。
- 2.單位出水成本=總年費(新台幣元/年)/總出水量( $m^3$ /年)。
- 3.單位售出水成本=總年費(新台幣元/年)/總

出水量( $m^3$ /年)/售水率=新台幣元/ $m^3$ 。

4.依台水公司 100 年度統計年報，其售水率約為 70.80%；第七區管理處為 73.67 %。

## 十一、定案計畫

各工程計畫方案中，就其 1.操作年費之多寡。2.施工進度之難易度。3.用地取得及管線埋設許可申辦之難易度。4.配合事項辦理對施工之環境影響。5.操作之便利性。6.設備維修之難易度。7.居民之接受度。8.供水之永續及安全性等因素加以選擇，以最適宜之方案作為定案計畫。

## 十二、規劃觀念

### (一)正確的邏輯觀念

辦理規劃案者其邏輯觀念一定要正確；所擬定之方案要可行。早在 15 年前澎湖縣馬公地區因久旱不雨，台水公司在迫不得已之情形下，乃商請台澎輪自高雄港運水支援其用水。事後經核算其成本約為 180 元/ $m^3$ 。5 年前澎湖縣吉貝島因當地之地下水已逐漸涸乾，亟需再開發 100 CMD 之新水源。台水公司乃委外辦理其水源開發計畫。當時承辦該案之顧問公司曾提出自高雄港運水至該島作為其新開發水源替代方案之一。並認為高雄港至馬公港之航程約 120 km，載水船每天載水到達馬公港後再航行約 20k m 就可到達吉貝島，故將其開發成本按兩者距離之比率加以換算，而得  $180 \text{ 元}/m^3 * 140 \text{ km}/120m = 210 \text{ 元}/m^3$ 。

筆者當時擔任該委外規劃案之評審委員，曾以下列理由予以反駁：1.台澎輪運水到澎湖須先清洗底倉然後再消毒，而底倉裝載之水量須達其壓艙之重量(每趟載運水量  $1,000 \text{ m}^3$ ，即 1000 噸)，若清倉後只裝  $100 \text{ m}^3$

之水量後，不能再裝其他貨物，致使壓艙重量不足，根本無法航行。2.台澎輪運水到澎湖港，除收取運水費外，尚可收取客運費，搭船客人到達馬公後幾已全部下船，故再航行到吉貝島幾無客運費可收取，故其成本不能按距離之長短加以換算。3.馬公港水深足以讓台澎輪進港卸水；而吉貝島並無此條件，故台澎輪根本無法載水到吉貝島再進港卸水。4.台澎輪進馬公港卸水時，客人會魚貫下船，同時自台灣運來澎湖每天賴以維生之貨物須急行卸下，然後再裝上翌日須運往台灣之貨物，等到所有貨物都裝上船後已至深夜，哪有精神與時間再開到吉貝去卸水再回到馬公港。但評審會主席仍裁示：「請洽航運公司後再議」。二個月後再召開審查會時，該公司承辦人的回答是：「經洽航運公司後，據回告：『本公司不接辦此業務』」，因此該案就此無疾而終。

### (二)確勿迷失於往日之紀錄

民國 81 年初台水公司為解決澎湖縣馬公地區長年缺水之苦，當時的李錦地總經理決定推動海水淡化工程，但公司內部有人反對，筆者曾被他責以：「沒工程師之骨氣；知道馬公海水淡化工程不該辦，總經理要推動，你卻不敢說不」。他認為馬公市已建有成功、興仁及東衛等三座水庫，只要有下雨，水庫蓄滿水馬公地區就不會缺水，何必浪費公帑(很費能源)去做畫蛇添足的事。事實上直到 84 年澎湖成功海淡廠完工出水後，三座水庫迄未因蓄足雨水而免除當地缺水之困苦!!!該座海淡廠之出水確實造福了當地之用戶。

數年後當地又開始發生缺水現象，台水公司乃於 89 年決定再推動海淡廠擴建工

程，並希望在 2 年內興建完成。惟當時的省府主管機關，仍以同一理由予以駁回。筆者曾當面向其主管說明：「過去的水文紀錄已不足取」，但她仍以：「我們有美國最新的水文分析程式軟體，根據馬公歷年來的水文紀錄加以分析後，現有三座水庫未來的蓄水量確足以供應當地之需水量直到 93 年，故海淡廠擴建工程還可延後兩年才推動」，堅持不准興建。台水公司迫於無奈，乃跳過該機關逕行報請中央核定，也幸蒙中央立即核准辦理。但 90 年當地仍發生嚴重缺水，澎湖賴峰偉縣長曾親自要筆者立即推動台水澎運事宜。筆者也確實立刻極積推動，且另緊急推動馬公機場雨水引至成功水庫工程(也幸能及時將是年雨季之雨水引入水庫)，才度過難關。甚至後來台水公司又推動海淡廠第二期擴建工程，才使馬公嚴重缺水問題緩和下來。其實數十年來全球聖嬰現象已日益嚴重，各地氣候均已發生遽變，故過去的水文紀錄已不能再用以分析未來雨量。

上述馬公機場雨水引至成功水庫(紅籬越域引水)工程，早期水利署規劃機場排水工程時曾有此議，惟因台水公司人員以：「機場雨水會遭飛機之燃料汽油污染」加以反對致未成案。其實飛機之燃料汽油非常容易因蒸發而消失，在降雨量 1000mm；蒸發量高達 1800mm 之馬公地區，實應珍惜此寶貴之天然水資源，若有油污問題仍可設法解決。

### (三)錯誤的規劃會造成嚴重的損失

自來水系統供水工程選定定案計畫時，若判斷錯誤將會造成嚴重的後果。以高雄市五福路高架水塔(如圖 9，載自 Google 地圖)為例，它位於高雄市光華路與五福路口東南側，其最大蓄水量為 3,800m<sup>3</sup>，每天所能

調節之水量約 11,000 m<sup>3</sup> (水塔每天以調節 3 次計)，則約有 4 萬人可於最大時供水量之時段，免受缺水之苦，但因水塔之最低水位為 EL：30 公尺，地面標高為 EL：30 公尺，距離地面下之管線約 26.6 公尺(地面標高為 EL：30 公尺)，故管線所受之壓力達 2.66kg/cm<sup>2</sup>。因此水塔若要發揮其功能，則地面下之管線須能承受該壓力，而目前高雄自來水供水系統之配水管網因過於老舊，其所能承受之壓力只約 0.5 kg/cm<sup>2</sup>，因此該水塔若加入營運，則地面下之配水管網將因管中之水壓過高而破裂。



圖 9 高雄五福路高架水塔圖

該水塔係於民國 49 年運用美援技術及經費建造而成。規劃之初我國自來水專家均認為該水塔建造完成後，勢必無法發揮其功能，要建高架水塔倒不如先汰換老舊管線，故均極力反對興建，但主其政之美援顧問團堅持己見，認為管線可於日後再慢慢汰換，而調節時變化之蓄水設備是任何自來水供水系統不可或缺之設施，必須先行建造，甚至揚言若不同意興建，將停止美援經建計畫。最後該水塔在國內外專家意見不合之

下，以當年新台幣 41 萬元建造完成，迄今已將近 53 年，期間又花費約新台幣 2 千多萬元加以維修，去(102)年底剛發包之油漆及維護工程費即達 847 萬元。若按一次投資，平均年利率以政府公定之 5%計(早期曾高過 10%)，則 53 年來所累計之本利和及營造工程物價指數加以計算，幾高達 1 億元，若以目前之造價 8,000 元/m<sup>3</sup> 計算，3,800 m<sup>3</sup> 之高架水塔其建造費只需 3,040 萬元，實在可惜！而且當時若正確的進行管線汰換，不僅可減少漏水量；增加供水量，進而增加營收，一舉數得。由此可見辦理規劃的人員應有正確的觀念，才不會因而誤入歧途，也不能因骨氣違背現實而誤事，更不能擇「誤」固執，剛愎自用造成金錢及用戶用水上龐大之損失，不可不慎。

#### (四)工程人員均須具備規劃之智能

南化淨水場送水管之埋設路線，在規劃設計時是經北寮轉入左鎮至新化，途中遇到小山丘(如圖 10 所示)，係採用推進工法以直線方式通過(可所短管線長度，進而減少管線之水頭損失)，但施工時因遭遇附近居民阻擾，未按設計路線施工，改為沿山路埋設，致增加管線長度，但管徑未隨著加大，致水頭損失加大，而原有加壓送水之抽水機馬力數又沒增加。因為  $HP=Q \cdot H$ ，若  $HP$  不變， $H$  增加，則  $Q$  必然減小之原則下，工程完工後每日送水量當然無法達到預期之目標。水頭損失加大等於總揚程  $H$  增加，若當時施工人員在變更路線時，能隨之加大其管徑以減少水頭損失，便不至於發生如此荒謬之憾事。

### 十三、結論與建議

#### (一)加緊辦理區域性規劃

依照慣例自來水供水系統之規劃包含：

- 1.公司整體之長中期發展計劃(每 3~5 年須更新一次)。
- 2.區域性規劃(包括水源調配及系統分割導水，淨水，送水方針之規劃，每 5~10 年更新一次並擴大區域範圍)。

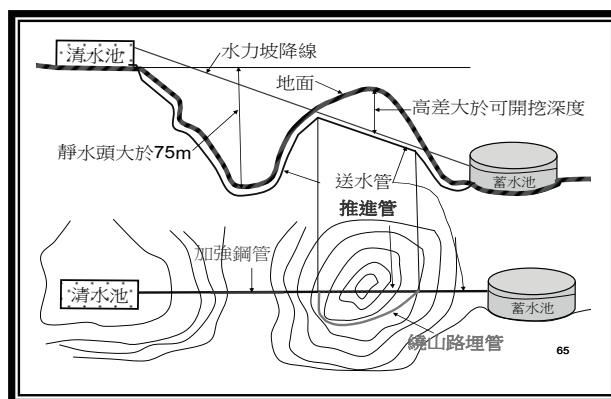


圖 10 管線通過高山之工程方案示意圖

- 3.可能發生供水能力不足之系統規劃或細部規劃(至少三年前須開始規劃。再以區域性規劃結果為依據，辦理取水，導水，淨水，送配水，小區管網等較詳細之規劃)。而台水公司自 1993 年起上述工作幾乎完全停頓，對供水之安全性影響至鉅。目前台灣在行政及地理上即將分成 6 都 10 個縣市，民眾狹隘的地緣觀念將較前淡薄，未來各地區之水源可更加靈活運用，為使各地區之供水系統更為健全，亟需儘速重新辦理區域性規劃，將原有之區域範圍擴大並就各地區之水源加以整合調配運用，才能儘量減少各地區之缺水現象。

#### (二)加緊培訓規畫人才

工欲善其事；必先利其器。有優秀的人才始能辦出妥善之規劃報告，目前台水公司已恢復進用新人力，而這些人員中不乏可造就之人才，因此建議台水公司積極培訓這批新進人員(包括規劃、設計及施工)，以提高

其自來水供水系統規劃之智能並導正其規劃觀念，以應未來之需要。

### (三)自來水供水系統應早日正常化

呼籲經濟部暨其所屬各機關與台水公司積極推動水價調整事宜，期能增加台水公司之營收，俾以其盈餘大力進行管線汰換工作，除讓各地區之自來水供水系統早日正常化(水壓與水量均充足)外，尚可減少漏水量、增加售水收入，屆時家家戶戶不必再於其頂樓自行搭建之水塔，也不必自設抽水機違章直接抽水，而省下之費用足以支付所增加之水費，也讓早日投下鉅資所興建之高雄市五福路高架水塔，能發揮其調節時變化用水之功能。

### 參考文獻

- 1.自來水工程規劃：台灣自來水公司，2011年3月，1-14頁。
- 2.台電公司電價表：台電公司，  
[http://www.taipower.com.tw/TaipowerWeb/upload/files/11/main\\_3\\_6\\_3.pdf](http://www.taipower.com.tw/TaipowerWeb/upload/files/11/main_3_6_3.pdf)。

### 作者簡介

曾浩雄先生

現職：尚潔環境工程公司技師

專長：自來水工程規劃、設計及施工

## 本刊 102 年「每期專題」

期別	專題主題名稱	副主題項目	時程
31 卷第 1 期	供水損失控制	漏水檢測、免開挖管線更新技術、管線資產維護管理、供水損失管理實務	2 月
31 卷第 2 期	供水應變	災害應變、供水應變、水源污染與保護、水質監測	5 月
31 卷第 3 期	淨水操作與管理	淨水高級處理、供水系統、廢水處理、消毒技術、過濾等	8 月
31 卷第 4 期	永續利用	綠色水廠、水源保護、環境教育與管理、氣候變遷、水回收再利用	11 月

~ 歡迎各界就上述專題踴躍賜稿，稿酬從優 ~

## 2012 國際水價現況解析

文/周國鼎

### 摘要

我國自來水價格自民國 83 年起即無調整過，迄今已經過 19 個年頭，近年來國際物價高漲，自來水價格應不應該合理調整以反映成本，應有理性討論之空間。

根據國際水協會(International Water Association, IWA)於 2012 年 9 月公布之世界各國家戶用水資料，以每家戶每年使用 200 度自來水為基礎來計算，在 44 個國家(或地區)中，每度水價最高者為瑞士之 86.8 元，台灣排名第 40 名，平均每度水價為新臺幣 9.2 元，僅達各國自來水平均價格 37.6 元之 24%。

在「水費負擔率」方面，44 個國家(或地區)之平均值為 1.72%，最高者為位於非洲的馬拉威，其平均值為 17.07%，台灣則為 0.16%，排名全球倒數第 1 名，僅達各國平均值之 9%，充分顯示台灣民眾的用水費用負擔極輕。

我國主要 2 個自來水事業單位之一的台灣自來水股份有限公司 101 年度之平均單位水價為每度 10.92 元，平均單位成本約為 11.16 元，也就是水價甚至較成本為低，給水投資報酬率為-0.30%，較經濟部 95 年 7 月 10 日所訂頒「水價計算公式及詳細項目」之法定給水投資報酬率 5%~9%相差甚多。

本文之重點並非探討我國合理自來水價格究竟為何，而是將台灣地區現有自來水價格與世界各國(或地區)之水價作各種面

向之比較，以期有助於釐清水價之相關問題。

關鍵詞：自來水水價、自來水價格、水價

### 一、前言

我國自來水價格自民國 83 年起即無調整過，迄今已經過 19 個年頭，近年國際物價高漲，自來水水價究竟應不應該合理調整以反映成本，應有理性及客觀之討論空間。

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

我國主要 2 個自來水事業單位之一的台灣自來水股份有限公司(以下簡稱台水公司)，101 年度之平均單位水價為每度(註：1 度=1 立方公尺=1,000 公升)新臺幣 10.92 元，平均單位成本約為 11.16 元，也就是水價甚至較成本為低，給水投資報酬率為-0.30%，較經濟部 95 年 7 月 10 日所訂頒「水價計算公式及詳細項目」之法定給水投資報酬率 5%~9%相差甚多。

水價過低，除無法有效鼓勵民眾節約用水、珍惜水資源，對於工業界回收再利用水

資源之推動也毫無誘因，因為價廉物美之自來水使得工業界購買自來水之費用往往遠低於自行建置回收再利用系統之成本。

自來水事業單位將原水導送進入淨水場，經過繁複的淨化處理程序後，再經配水管將自來水輸送至用戶之水龍頭。這些過程所需投入的人力、物力，加上相關之管銷成本即是自來水之成本。不過，目前台灣地區水價的訂定，係依據自來水法等相關法規，報請自來水法主管機關核定。而政府及民意機關在審議水價時須考慮供水成本、水資源保育、社會公平、行政效率、國民健康、民意接受性及其他政府政策，使得訂定合理之水價成為一個極為複雜之課題。

雖然要訂定合理之自來水價格並不容易，不過藉著國際水協會(International Water Association, IWA)於 2012 年 9 月公布最新之世界各國家戶用水資料之時機，讓社會大眾了解國際間之水價概況，並將台灣地區現有水價與世界各國作各種面向之比較，有助於釐清水價之相關問題。

## 二、台灣地區自來水價格之現況

### (一)自來水事業單位營運成本比較

目前供應台灣本島自來水共有 2 個事業單位，也就是臺北自來水事業處（以下簡稱北水處）及台水公司，二者因經營環境不同，造成營運成本差異，以致水價不一。

#### 1.維護營運費用

北水處供水區域小、管線短、用戶集中，故其維護營運費用較低。台水公司供水區域遍及偏遠地區，管線長、用戶分散，不僅投資金額龐大，維護營運費用相對亦高。台水公司供水轄區的人口密度比臺北市低

許多，在相同的接管長度（相同的接管費用）時，可供水的用戶數相對的比臺北市低，在接管線至用戶端時所花費的成本自然不同。

#### 2.原水、清水成本

北水處水源取自翡翠水庫，水源充沛，原水價格低，又其污染少，處理費用亦較低。台水公司自有水源不足，購水成本較北水處高，加上部分水源受污染嚴重，處理費用亦較高，因此給水成本高於北水處。

#### 3.稅捐負擔

北水處係臺北市政府行政單位之一，免繳營利事業所得稅、房屋稅與土地稅。台水公司除須繳交房屋稅與土地稅外，每年度之盈餘尚需繳納 25%之營利事業所得稅，稅捐負擔較重。

#### 4.工程需求與資金成本

臺北市為繁榮之都會區，截至 101 年 12 月，供水普及率已達 99.60%，因而北水處所需擴建工程較少，且經費多由政府補助，資金成本較低。

台水公司服務區域遍佈全台，截至 101 年 12 月，供水普及率為 91.32%，歷年來為配合政府政策提高普及率，每年須辦理多項供水工程。此外，由於水價長期未能獲准合理調整，造成台水公司自有資金不足，必須舉債支應各項鉅額工程經費，以致利息負擔沉重，資金成本較高。

### (二)平均單位水價及平均單位成本

北水處及台水公司在平均單位水價及平均單位成本的定義上差別不大，僅專有名詞之用字略有不同（詳表 1）。不過，為避免無謂困擾，主管機關有必要出面整合制定一套共同的標準用語、定義及規範，以供我國各自來水事業單位遵循。

表 1 北水處及台水公司 101 年度平均單位水價及成本統計表

101 年度		北水處	台水公司
平均單位水價	定義	給水收入÷計費水量	給水收入÷售水量
	新臺幣	8.43 元	10.92 元
平均單位成本	定義	自來水成本÷計費水量	給水總成本÷售水量
	新臺幣	7.79 元	11.16 元
投資報酬率		+0.56%	-0.30%

如前所述，北水處及台水公司因經營環境不同，造成營運成本差異，以致水價不一。此外，二者在投資報酬率上面，一者為正值，另一者為負值，更是天地之別。

### (三)合理水價

若以台水公司 98 年度至 100 年度審定決算資料為基礎，依照給水投資報酬率 5% 與 9% 為合理利潤來計算，其合理水價（含營業稅）如下：

- 給水投資報酬率 5% 時，合理水價為每度 16.40 元。
- 給水投資報酬率 9% 時，合理水價為每度 20.11 元。

### (四)統一水價

無論是工業、商業或一般家戶，也不管是都會地區或偏遠地區，北水處及台水公司分別在其供水轄區內採用同一標準收費。

衡情論理，偏遠地區因住戶稀少且分散，所需埋設管線較長及供水設施較多，甚至需多段加壓方可將自來水送達，其成本自然較人口集中之城市高出許多，水價理應較城市者為高。不過，一般而言，偏遠地區民眾之所得較低，為照顧該地區民眾之生活並兼顧水資源全民平等共享之精神而採用統

一水價。

## 三、國際自來水費用資料

### (一)資料來源

國際水協會係由國際自來水協會 (International Water Supply Association, IWSA) 及國際水質協會 (International Association on Water Quality, 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。

國際水協會「統計及經濟專家小組」(The Statistics and Economics Specialist Group) 於 2012 年 9 月在韓國釜山市 (Busan) 召開之世界水務雙年會 (World Water Congress) 中，公布 2011 年世界各國用水戶之水服務費用調查資料，相關費用均以美元計算（以 2011 年 12 月 31 日之美元匯率換算）。

### (二)資料範圍

本次國際水協會公布之水服務費用調查資料包括自來水及污水之相關費用，由於本文意旨在分析國際自來水價格現況，本文僅節錄其中有關自來水者，項目包括自來水「固定費用」(Fixed Charge)、自來水「變動費用」(Variable Charge) 及「其他費用」(Other

Charge Drinking Water)等；「污水處理」及隨水費徵收如「垃圾處理費」等費用則不列入計算。

該調查資料範圍涵蓋 44 個國家（或地區）及 175 個當地主要城市，代表我國家戶用水服務費用資料之城市為臺北市及高雄市，其自來水相關費用則分別代表北水處及台水公司之水費價格。

### (三)人均用水量（公升／人／日）

平均每人每日用水量就稱為「人均用水量」，如以平均每戶 4 人來計算，每家戶每年使用 100 度的自來水量代表人均用水量為 68.5 公升，200 度者則代表人均用水量為 137 公升，二者均遠低於我國全國的人均用水量 270 公升（100 年，經濟部水利署）。

根據本次國際水協會所公布 174 個城市（或地區平均值）註的 2010 年人均用水量統計資料（詳附圖），最高者為義大利米蘭之 464 公升，最低者為位於非洲的布吉納法索之 45 公升，平均值則為 154 公升。人均用水量低於 68.5 公升的只有包括美國華盛頓特區（51 公升，倒數第 2 名）等 7 個城市，其比例不及 4%；低於 137 公升者則有 80 個城市，其比例為 46%。人均用水量超過我國平均值（270 公升）的城市只有 13 個，其中包括了本次代表我國家戶用水資料的城市臺北市（346 公升）及高雄市（285 公升），分別是第 4 名及第 9 名，顯示我國用水效率普遍偏低，有頗大之改善空間。

註：本次國際水協會除公布 175 個城市之 2011 年水服務費用，還包括 174 個城市（或地區平均值）之 2010 年人均用水量，惟二者之城市名單並非一致。部分城市僅列水服務費用之資料，而無人均用水量之數據；也有一些城市僅列人均用水量之資料，而無水服務費用之數據。

### (四)「200 度／戶／年」之水費為比較基礎

本次國際水協會所公布之水價資料分別列出每家戶每年使用 100 度及每家戶每年使用 200 度者，惟所有城市之家戶年平均用水量約 225 度，與 200 度者較接近，因此本文僅取每家戶每年使用 200 度自來水之相關數據作各方面之分析比較。

#### 1.自來水「固定費用」

自來水費含有「固定費用」、「變動費用」及「其他費用」，「固定費用」所占整體水費之比例會隨著使用度數增加而下降，因而平均單位水價也會隨著使用度數增加而下降。換言之，「100 度／戶／年」之平均單位水價會較「200 度／戶／年」者為高。以臺北市為例，「100 度／戶／年」之平均單位水價為新臺幣 12.5 元，「200 度／戶／年」者則降為 8.6 元，二者相差高達 3.9 元，占「200 度／戶／年」者之 45%。

根據本次國際水協會公布之水服務費用調查資料，並非所有城市的自來水費用均含有「固定費用」，包括新加坡、韓國、香港、澳門、亞美尼亞、保加利亞、匈牙利、以色列、義大利、波蘭、羅馬尼亞、蘇格蘭、瑞典、烏干達及美國等地，都有免收自來水「固定費用」的城市。不過，整體而言，收取自來水「固定費用」的城市仍占大多數。

代表我國的北水處及台水公司，其水費結構均包含「固定費用」，也就是「基本水費」，其收費基準與使用水量無關，而是隨水表口徑大小呈級距性的增加。

#### 2.自來水「變動費用」

根據本次國際水協會公布之水服務費用調查資料，部分城市的自來水費用不含「變動費用」，也就是其收費基準與使用水

量無關，包括日本、中國大陸、阿根廷、巴西、加拿大、模里西斯、紐西蘭、蘇格蘭及斯洛伐克等地，都有免收自來水「變動費用」的城市。

值得注意的是，調查資料所列蘇格蘭之城市既不收取自來水「固定費用」，也不收取「變動費用」，只收取「其他費用」。

#### (五)平均每人國內生產毛額

本次國際水協會公布之調查資料中「平均每人國內生產毛額」(GDP per capita，又稱「人均 GDP」)係指「購買力平價」(Purchasing Power Parity，簡稱 PPP)者，數據出處為美國中央情報局之網站(<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>)。

「購買力平價」又稱「相對購買力指標」，是一種根據各國不同的價格水平計算出來的貨幣之間的等值係數，使我們能夠在經濟學上對各國的國內生產總值進行合理比較，這種理論匯率與實際匯率可能有很大的差距。

該資料所公布的 44 個國家(或地區)中，2011 年「人均 GDP」以新加坡的 59,900 美元為最高，挪威的 53,300 美元次之，日本為 34,300 美元，名列第 20 名，台灣則高達 37,900 美元，名列第 14 名。

### 四、分析討論方法

#### (一)計算平均單位水價

依據國際水協會於 2012 年 9 月公布之世界各國主要城市家戶每年用水 200 立方公尺(度)之自來水費用(以美元計)調查資料，分別計算出各國主要城市平均單位水價、各國平均單位水價及各區域平均單位水價，再根據國際水協會所採用的 2011 年 12 月 31 日

美元匯率(1 美元兌換新臺幣 30.23358 元)，換算成以新臺幣計之平均單位水價。

#### 1.各國主要城市平均單位水價

依據國際水協會之自來水費用調查資料，將各城市之自來水「固定費用」、自來水「變動費用」及自來水「其他費用」加總，計算出該城市之全年自來水總費用，再將總費用除以 200，就可得到該城市之平均單位水價。

#### 2.各國平均單位水價

各國之平均單位水價則以所屬城市之平均單位水價加總平均後算出。

#### 3.各區域平均單位水價

另以各國(或地區)所在之區域分類歸納為非洲、美洲、亞洲、大洋洲、歐洲及中東地區等 6 區域，將區域內各國水價加總平均，所得值即代表該區域之平均單位水價。

#### (二)計算「水費負擔率」

若僅就單位平均水價之高低，來評定水價廉價與否，對於世界各國家(或地區)不盡相同的國民所得及國民生產毛額而言，顯得有失公允。為求公平合理的水價比較，本文以所公布用水 200 立方公尺(度)之自來水費用代表每年家戶平均自來水費用，以該費用除以該國「人均 GDP」，所得數值稱之為「水費負擔率」。

定義：水費負擔率 = 200 度之自來水費用 ÷ 人均 GDP

「水費負擔率」愈大，表示該國水價在同等的平均個人國民生產毛額下相對較高，意涵民眾用水費用支出負擔較重。

#### 1.各國主要城市「水費負擔率」

將各城市家戶用水 200 立方公尺（度）之全年自來水總費用除以該國「人均 GDP」，就可得到該城市之平均「水費負擔率」。

### 2.各國平均「水費負擔率」

各國之平均「水費負擔率」則以該國用水 200 立方公尺（度）之全年自來水總費用除以該國「人均 GDP」後算出。

### 3.各區域平均「水費負擔率」

另以各國（或地區）所在區域（包括非洲、美洲、亞洲、大洋洲、歐洲及中東地區等 6 區域）內各國用水 200 立方公尺（度）之全年自來水總費用加總平均，再除以該區域之平均「人均 GDP」，所得值即代表該區域之平均「水費負擔率」。

### (三)討論項目

將各城市水價、水費負擔率及各國人均 GDP 值，以各國（或地區）國名英文字母依序列冊（詳見附表），再就各種面向將我國自來水價格與世界其他 44 個國家及 185 個城市者加以比較分析，以進一步了解國際水價之現況與趨勢。分析比較之項目包括：

- 各國主要城市平均單位水價
- 各國主要城市水費負擔率
- 各國平均單位水價
- 各國平均水費負擔率
- 各區域平均單位水價
- 各區域平均水費負擔率
- 人均用水量與水費負擔率
- 台灣地區家庭用水費占消費支出比率統計

## 五、分析討論

國際水協會所提供自來水費用調查資料，資料範圍涵蓋共 44 個國家或地區，及 175 個當地主要城市，本文將分別以「城市」、「國家」及「區域」之區別，進行分析討論自來水價格相關面向。

### (一)各國主要城市平均單位水價（詳見附表）

#### 1.各國主要城市平均單位水價之排名

- 最高之城市為瑞士洛桑，每度水價為新臺幣 109.4 元。
- 最低之城市為模里西斯（第 175 名），每度水價為新臺幣 5.2 元。
- 各國主要城市自來水價格之平均值為每度新臺幣 38.5 元。
- 臺北市及高雄市之水價在 175 個城市中分別排名第 167 名及 166 名，其水價低於 94% 以上之城市，屬於低水價者，平均每度水分別是新臺幣 8.6 及 9.8 元，僅占平均各城市自來水價格 38.5 元之 22% 及 25%。
- 值得注意的是義大利米蘭（第 173 名）之單位水價極低，僅新臺幣 5.9 元。
- 鄰近國家主要城市之日本東京自來水價格排名第 47 名（50.2 元）、仙台第 10 名（77.0 元）、札幌第 27 名（64.0 元），韓國首爾第 160 名（13.4 元）、釜山第 157 名（16.5 元），新加坡第 84 名（35.5 元），香港第 154 名（17.3 元），澳門第 155 名（16.8 元）。（註：亞洲國家及地區僅日本、韓國、新加坡、香港、澳門及我國列入本次國際水協會每年家戶用水量 200 度者之統計）

#### 2.各國主要城市平均水費負擔率之排名

- 最高之城市為非洲的馬拉威，比值為 17.07%。
- 最低之城市為義大利米蘭，比值為

0.13%。根據國際水協會公布之統計資料，2010 年人均用水量最高的城市也是義大利米蘭，高達 464 公升。

- 各國主要城市家戶水費負擔率之平均值為 1.20%。
- 臺北市及高雄市之家戶水費負擔率分別為 0.15% 及 0.17%，在 175 個城市中分別排名第 174 名及第 173 名，顯示台灣民眾用水支出負擔極輕，僅占各國平均值之 13% 及 14%。
- 鄰近國家主要城市之日本東京之排名為第 88 名(0.97%)、仙台第 19 名(1.48%)、札幌第 46 名(1.23%)，韓國首爾第 165 名(0.28%)、釜山第 160 名(0.35%)，新加坡第 154 名(0.39%)，香港第 169 名(0.23%)，澳門第 162 名(0.34%)。

## (二)各國平均單位水價

取附表中各國（或地區）城市平均單位水價之加總平均值，代表該國之平均單位水價，並加入各國水費負擔率及人均 GDP 值，依照英文國名之字母順序列冊如表 2；另依照平均單位水價之高低順序及對應之水費負擔率繪圖如圖 1。

實際上，世界各國水價並非全國一致，多以城鄉為界，同一國家內之各地水價互有不同。

### 1.各國平均單位水價之排名

- 最高之國家為瑞士，平均每度水價為新臺幣 86.8 元。
- 最低之國家為模里西斯，平均每度水價為新臺幣 5.2 元。
- 各國自來水價格之平均值為每度新臺幣

37.6 元。（註：該數值與前述各國主要城市自來水價格之平均值 38.5 元略有不同，此乃因城市者係以各城市自來水單價之總和除以城市之數目而得，國家者則以各國自來水平均單價之總和除以國家之數目而得，以致二者之計算結果產生差異。）

- 在 44 個國家（或地區）中，台灣平均單位水價排名第 40 名（倒數第 5 名），在亞洲最低，屬於低水價者，平均每度水價為新臺幣 9.2 元，僅占各國單位水價平均值 37.6 元之 24%。
- 鄰近國家主要城市之日本自來水價格平均值排名第 13 名（49.6 元），韓國第 39 名（15.2 元），新加坡第 20 名（35.5 元），香港第 37 名（17.3 元），澳門第 38 名（16.8 元）。

### 2.各國平均水費負擔率之排名

- 最高之國家為馬拉威，平均值為 17.07%。
- 最低之國家為台灣，平均值為 0.16%。
- 各國水費負擔率的平均值為 1.72%。
- 在 44 個國家（或地區）中，台灣家戶平均水費負擔率之排名不僅是全亞洲最低，也是全球最低，僅占各國平均值之 9%，充分顯示台灣的自來水價格明顯過低，而台灣民眾用水費用負擔極輕。
- 鄰近國家日本之排名為第 13 名(0.96%)、韓國第 39 名(0.32%)、新加坡第 20 名(0.39%)，香港第 37 名(0.23%)，澳門第 38 名(0.34%)。

## (三)各區域平均單位水價

依照各區域內之平均單位水價之高低順序及對應之水費負擔率繪圖如圖 2。

表2 各國平均單位水價統計表(依英文字母排序)

項次	國家 (英文)	國家 (中文)	人均 GDP (美元)	人均 GDP 排名	平均水價 (新臺幣/度)	平均水價 排名	水費負擔率	水費負擔率 排名
1	ARGENTINA	阿根廷	17,400	32	5.6	43	0.21%	43
2	ARMENIA	亞美尼亞	5,400	40	8.6	41	1.05%	18
3	AUSTRALIA	澳洲	40,800	8	62.3	8	1.01%	21
4	AUSTRIA	奧地利	41,700	7	54.1	11	0.86%	28
5	BELGIUM	比利時	37,600	17	57.2	10	1.01%	22
6	BRAZIL	巴西	11,600	39	29.9	26	1.71%	5
7	BULGARIA	保加利亞	13,500	36	28.0	27	1.37%	7
8	BURKINA FASO	布吉納法索	1,500	42	22.8	33	10.06%	3
9	CANADA	加拿大	40,300	11	58.1	9	0.95%	25
10	CHILE	智利	16,100	33	26.7	28	1.10%	16
11	CYPRUS	塞浦路斯	29,100	25	41.2	16	0.94%	26
12	DENMARK	丹麥	40,200	12	79.9	3	1.31%	10
13	FINLAND	芬蘭	38,300	14	48.0	14	0.83%	30
14	GABON	加蓬	16,000	34	23.3	31	0.96%	23
15	GERMANY	德國	37,900	15	70.7	5	1.23%	13
16	HONG KONG	香港	49,300	3	17.3	37	0.23%	41
17	HUNGARY	匈牙利	19,600	30	31.1	25	1.05%	19
18	IRAN	伊朗	12,200	38	6.8	42	0.37%	38
19	ISRAEL	以色列	31,000	22	64.6	7	1.38%	6
20	ITALY	義大利	30,100	24	21.7	34	0.48%	35
21	JAPAN	日本	34,300	19	49.6	13	0.96%	24
22	LITHUANIA	立陶宛	18,700	31	24.1	30	0.85%	29
23	MACAO	澳門	33,000	20	16.8	38	0.34%	39
24	MALAWI	馬拉威	900	44	23.2	32	17.07%	1
25	MAURITIUS	模里西斯	15,000	35	5.2	44	0.23%	42
26	MOROCCO	摩洛哥	5,100	41	20.9	36	2.71%	4
27	NETHERLANDS	荷蘭	42,300	6	50.2	12	0.78%	31
28	NEW ZEALAND	紐西蘭	27,900	26	37.9	18	0.90%	27
29	NORTHERN IRELAND (UK)	北愛爾蘭	39,500	13	70.9	4	1.19%	14
30	NORWAY	挪威	53,300	2	46.6	15	0.58%	33
31	POLAND	波蘭	20,100	29	31.8	24	1.05%	20
32	PORTUGAL	葡萄牙	23,200	28	37.6	19	1.07%	17
33	ROMANIA	羅馬尼亞	12,300	37	24.4	29	1.31%	11
34	SINGAPORE	新加坡	59,900	1	35.5	20	0.39%	37
35	SLOVAKIA	斯洛伐克	23,400	27	40.0	17	1.13%	15
36	SOUTH AUSTRALIA	南澳洲	40,800	8	81.8	2	1.33%	8
37	SOUTH KOREA	韓國	31,700	21	15.2	39	0.32%	40
38	SPAIN	西班牙	30,600	23	33.3	21	0.72%	32
39	SWEDEN	瑞典	40,600	10	32.2	23	0.52%	34
40	SWITZERLAND	瑞士	43,400	5	86.8	1	1.32%	9
41	TAIWAN	台灣	37,900	15	9.2	40	0.16%	44
42	UGANDA	烏干達	1,300	43	21.2	35	10.77%	2
43	UNITED KINGDOM	英國	35,900	18	67.6	6	1.25%	12
44	UNITED STATES OF AMERICA	美國	48,100	4	32.5	22	0.45%	36

資料來源：國際水協會(IWA)

製表人：周國鼎

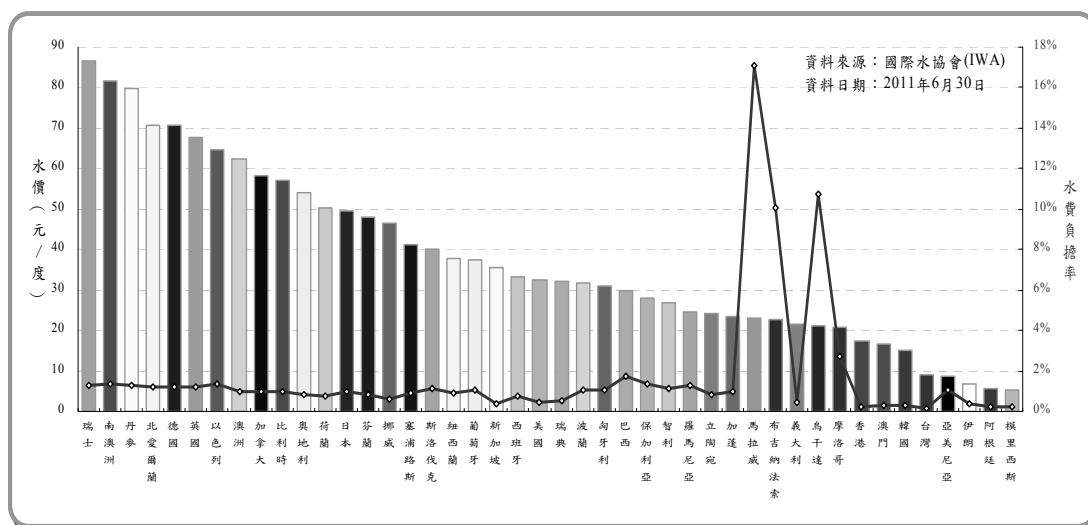


圖 1 各國平均單位水價及水費負擔率

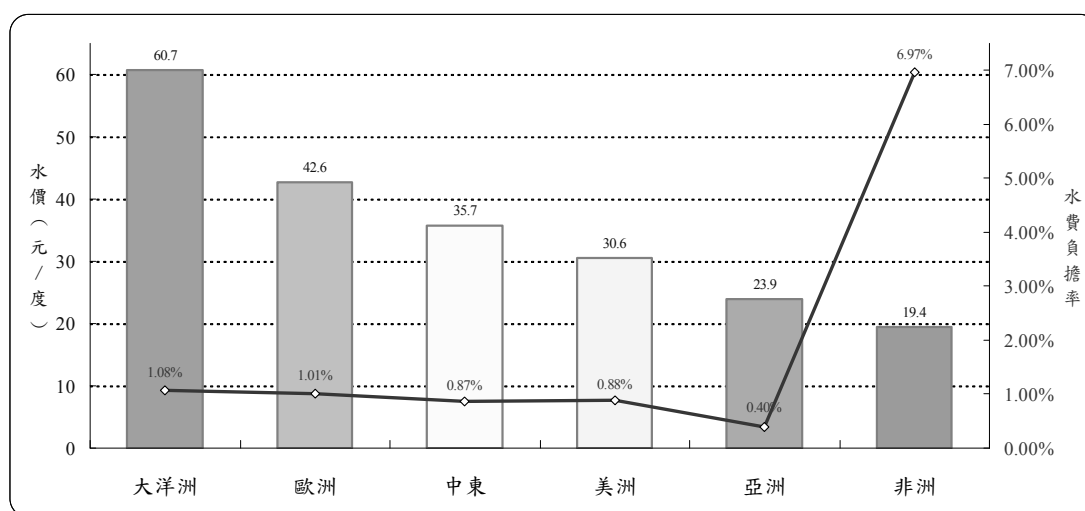


圖 2 各區域平均單位水價及水費負擔率

1.各區域平均單位水價之排名

- 最高之區域為大洋洲，平均每度水價為新臺幣 60.7 元。
- 最低之區域為非洲，平均每度水價為新臺幣 19.4 元。
- 歐洲、中東地區、美洲及亞洲的平均每度水價分別是 42.6 元、35.7 元、30.6 元及 23.9 元。

2.各區域平均水費負擔率之排名

- 最高之區域為非洲，平均值為 6.97%。
- 最低之區域為亞洲，平均值為 0.40%。
- 大洋洲、歐洲、中東地區及美洲的水費負擔率分別是 1.08%、1.01%、0.87%及 0.88% 元。

(四)人均用水量與水費負擔率

本次國際水協會所公布的 2010 年各城市人均用水量資料中，最高者為義大利米蘭 (464 公升)，最低者為位於非洲的布吉納法

索 (45 公升)，所有城市之平均值則為 154 公升。我國的臺北市人均用水量為 346 公升，高雄市則為 285 公升，在 174 個城市中排名分別是第 4 名及第 9 名。

將各城市「人均用水量」由高而低排列，再將其「水費負擔率」對應繪圖如附圖。由該圖可明顯看出，當「人均用水量」降低時，「水費負擔率」有逐漸上升的趨勢。也就是說，「人均用水量」高的地方，其「水費負擔率」就愈低。在 174 個城市中，義大利米蘭不僅是「水費負擔率」最低之城市，也是「人均用水量」最高者，充分證明「水價高低攸關用水效率」。

因此，政府相關機關如要降低「人均用水量」，並提高用水效率，捷徑之一就是調高自來水的價格。

#### (五)家庭用水費占消費支出比率

根據行政院主計總處公布之統計資料，將 96 年至 100 年間之我國人均 GDP、平均每戶消費支出及家庭用水費占消費支出比率編製成表 3。由該表可發現，該期間我國平均每人 GDP 由 17,154 美元成長至

20,006 美元，成長率為 16.6%；平均每戶消費支出則由新臺幣 71.6 萬元上升至 72.9 萬元，成長率為 1.8%，惟同期間之家庭用水費占消費支出比率卻由 0.38% 下降為 0.35%。

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

#### 六、結論

本文之重點並非探討我國合理自來水價格究竟為何，而是將台灣地區現有自來水價格與世界各國之水價作各種面向之比較，以期有助於釐清水價之相關問題。由諸多數據顯示，相較世界各國，不論是歐美先進國家，或亞洲鄰近國家，我國自來水價格已明顯不合理之偏低。尤其台灣在「水費負擔率」方面，排名全球倒數第 1 名，更是明顯的證明。

表 3 我國家庭用水費占消費支出比率統計表

年度	人均 GDP(美元) <sup>註1</sup>	平均每戶消費支出(萬元新臺幣/年)	家庭用水費占消費支出比率 <sup>註2</sup>
96	17,154	71.6	0.38%
97	17,399	70.5	0.38%
98	16,359	70.6	0.37%
99	18,503	70.2	0.37%
100	20,006	72.9	0.35%

註 1：中華民國統計資訊網 (<http://www.stat.gov.tw/ct.asp?xItem=14616&CtNode=3564&mp=4>) 「國民所得統計常用資料」

註 2：根據台水公司普通及軍眷用戶水費之資料換算

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

此外，過低的水價除將使自來水事業單位之財務狀況失衡，導致無法適時更新設備與汰換老舊管線，進而降低經營績效，同時相對形成政府對於大量用水者之補貼，一般用水少的百姓反而吃虧，衍生用水效率與社會公平的問題。

世界上大多數的政治人物都不願意觸碰水價調漲的議題，因為那是一個容易導致選票流失、不討好的議題。不過，沙烏地阿拉伯水電部部長 Abdullah Al-Hussayen 在 2010 年 10 月召開的沙國水電論壇中展現了與以往截然不同的立場，他首次表達水價有調漲的必要性。該國當時水價為每度新臺幣 0.8 元，實際平均單位成本卻高達每度 180 元（註：國際水協會並無將沙烏地阿拉伯列入 2012 年公布之統計資料），換言之，水價中有 99.6% 是由政府補貼。當地的自來水多由海水淡化而來，在油價高漲的時代，過度便宜的水價會傷及國家利益，增加消耗原本可以外銷賺取外匯的石油，長此以往對於國家

發展是不利的。Al-Hussayen 部長又表示，他們本來以為降低水價可以幫助老百姓，實際上反而是不利的，因為低水價變相鼓勵了浪費水資源，這都是在侵蝕國家的財富。

我國自來水事業具有公共服務之特性，雖然不是以營利為目的，不過水價之訂定仍然應該確實反映成本，藉此確保自來水事業單位之永續經營，並達到鼓勵節約用水、減少溫室氣體排放之效益。台水公司之水價自民國 83 年起即無調整過，迄今已經過 19 個年頭，尤其近年來物價高漲，自來水價格已迫切需要一個理性及客觀之討論空間。

## 七、誌謝

感謝台水公司李丁來處長、謝富全管理師、北水處陳英英專員及蔡淑惠科員等人士，不吝百忙之中提供諮詢及寶貴資料，協助完成本文之撰寫。

## 作者簡介

### 周國鼎先生

現職：行政院環境保護署科長、環境工程技師

專長：自來水工程、空氣污染防治、綠色採購



附表 各國主要城市家戶自來水價格統計表

項次	國家 (英文)	國家 (中文)	人均 GDP (美元)註 <sup>12</sup>	人均 GDP 排名	城市	水價 (新臺幣/度)	排名	水費負擔率	排名
1	ARGENTINA	阿根廷	17,400	32	Buenos Aires	5.6	174	0.21%	171
					Yerevan	10.1	165	1.24%	45
2	ARMENIA	亞美尼亞	5,400	40	Shirak	8.0	170	0.98%	87
					Lori	8.0	169	0.98%	86
					other cities	8.4	168	1.03%	80
					Brisbane	80.7	7	1.31%	37
3	AUSTRALIA	澳洲	40,800	8	Adelaide	67.8	23	1.10%	70
					Melbourne	54.3	41	0.88%	99
					Perth	54.6	40	0.88%	98
					Sydney	73.4	17	1.19%	58
					Canberra	74.0	15	1.20%	56
					Darwin	48.9	51	0.79%	115
					Graz	70.2	20	1.11%	66
4	AUSTRIA	奧地利	41,700	7	Innsbruck	54.8	39	0.87%	102
					Linz	40.4	68	0.64%	139
					Salzburg	55.8	37	0.89%	96
					Vienna	49.3	49	0.78%	121
5	BELGIUM	比利時	37,600	17	Louvain	59.6	34	1.05%	76
					Kortrijk	62.6	30	1.10%	68
					Genk	49.2	50	0.87%	103
6	BRAZIL	巴西	11,600	39	SABESP -social	10.8	164	0.61%	143
					SABESP -favela	6.7	172	0.38%	155
					SABESP -residential normal	30.1	98	1.72%	12
					SABESP -social assistance	34.0	90	1.94%	11
					SABESP -commercial	68.0	22	3.88%	4
7	BULGARIA	保加利亞	13,500	36	Sofia	18.8	152	0.92%	93
					Burgas	20.6	144	1.01%	83
					Pleven	26.8	107	1.32%	36
					Razgrad	39.7	71	1.94%	10
					Stara Zagora	34.3	88	1.68%	13
8	BURKINA FASO	布吉納法索	1,500	42	Country average	22.8	131	10.06%	3
9	CANADA	加拿大	40,300	11	Calgary	63.7	29	1.04%	78
					Winnipeg	47.8	52	0.78%	118
					Regina	65.0	25	1.07%	74
					Richmond	70.2	21	1.15%	62
					Durham	43.7	62	0.72%	134
10	CHILE	智利	16,100	33	Santiago de Chile	19.5	148	0.80%	112
					Valparaiso	37.9	77	1.56%	18
					Concepcion	22.8	130	0.94%	91
11	CYPRUS	塞浦路斯	29,100	25	Larnaca	52.9	43	1.20%	55
					Lefkosia	44.8	60	1.02%	81
					Lemesos	35.1	86	0.80%	114
					Paphos	32.0	94	0.73%	129
12	DENMARK	丹麥	40,200	12	Aalborg	78.9	8	1.30%	40
					Aarhus	82.2	4	1.35%	31

項次	國家 (英文)	國家 (中文)	人均 GDP (美元)註 <sup>12</sup>	人均 GDP 排名	城市	水價 (新臺幣/度)	排名	水費負擔率	排名
					Copenhagen	87.1	3	1.43%	23
					Esbjerg	77.5	9	1.28%	43
					Odense	73.6	16	1.21%	54
					Espoo	46.3	55	0.80%	113
					Helsinki	39.0	74	0.67%	136
13	FINLAND	芬蘭	38,300	14	Oulu	50.4	45	0.87%	101
					Tampere	43.1	63	0.74%	125
					Turku	63.8	28	1.10%	69
					Vantaa	45.4	59	0.78%	120
14	GABON	加蓬	16,000	34	Urban average	23.3	126	0.96%	89
15	GERMANY	德國	37,900	15	Country average	70.7	19	1.23%	47
16	HONG KONG	香港	49,300	3	Hong Kong	17.3	154	0.23%	169
					Budapest	24.7	118	0.83%	108
17	HUNGARY	匈牙利	19,600	30	Debrecen	25.6	112	0.87%	104
					Miskolc	31.9	95	1.08%	73
					Pecs	42.3	66	1.43%	24
18	IRAN	伊朗	12,200	38	Country average	6.8	171	0.37%	158
19	ISRAEL	以色列	31,000	22	Jerusalem	64.6	26	1.38%	27
					Bologna	33.1	92	0.73%	128
					Milan	5.9	173	0.13%	175
20	ITALY	義大利	30,100	24	Naples	26.5	110	0.58%	145
					Rome	19.2	151	0.42%	152
					Turin	23.6	124	0.52%	147
					Nagoya	37.4	80	0.72%	133
					Osaka	37.6	79	0.72%	131
					Hiroshima	39.3	73	0.76%	122
21	JAPAN	日本	34,300	19	Fukuoka	45.9	57	0.89%	97
					Sapporo	64.0	27	1.23%	46
					Sendai	77.0	10	1.48%	19
					Tokyo	50.2	47	0.97%	88
					Yokohama	45.4	58	0.88%	100
					Kaunas	22.9	129	0.81%	110
					Klaipeda	21.4	139	0.76%	123
22	LITHUANIA	立陶宛	18,700	31	Panevezys	20.7	143	0.73%	127
					Siauliai	34.3	87	1.21%	51
					Vilnius	21.3	140	0.75%	124
23	MACAO	澳門	33,000	20	Country average	16.8	155	0.34%	162
24	MALAWI	馬拉威	900	44	Blantyre	23.2	127	17.07%	1
25	MAURITIUS	模里西斯	15,000	35	Mauritius	5.2	175	0.23%	170
					Casablanca	25.5	113	3.30%	5
					Rabat/Sale	21.5	138	2.79%	6
26	MOROCCO	摩洛哥	5,100	41	Tanger	19.7	147	2.55%	8
					Tetouan	20.2	145	2.62%	7
					Marrakech	17.8	153	2.31%	9
					Amsterdam	57.6	35	0.90%	94
27	NETHERLANDS	荷蘭	42,300	6	Rotterdam	50.4	46	0.79%	116
					Den Haag	57.2	36	0.90%	95

項次	國家 (英文)	國家 (中文)	人均 GDP (美元)註 <sup>12</sup>	人均 GDP 排名	城市	水價 (新臺幣/度)	排名	水費負擔率	排名
					Utrecht	46.2	56	0.72%	132
					Eindhoven	39.3	72	0.61%	142
28	NEW ZEALAND	紐西蘭	27,900	26	Wellington	40.6	67	0.96%	90
					Dunedin	42.3	65	1.00%	84
					Palmerston	26.5	111	0.63%	140
					Tauranga	35.9	83	0.85%	106
					Whangarei	44.1	61	1.05%	77
29	NORTHERN IRELAND (UK)	北愛爾蘭	39,500	13	Country average	70.9	18	1.19%	59
30	NORWAY	挪威	53,300	2	Bergen	53.3	42	0.66%	137
					Oslo	40.0	70	0.50%	148
31	POLAND	波蘭	20,100	29	Bydgoszcz	50.2	48	1.65%	15
					Wroclaw	33.4	91	1.10%	71
					Radom	24.4	119	0.80%	111
					Bialystok	28.4	103	0.93%	92
					Tarnow	22.4	135	0.74%	126
32	PORTUGAL	葡萄牙	23,200	28	Lisbon	30.1	98	0.86%	105
					Sintra	42.5	64	1.21%	53
					Porto	38.0	76	1.08%	72
					Loures	55.6	38	1.58%	17
					Braga	29.2	101	0.83%	109
					Coimbra	40.1	69	1.14%	63
					Faro	27.6	104	0.79%	117
33	ROMANIA	羅馬尼亞	12,300	37	Cluj	21.7	137	1.17%	60
					Iasi	26.7	109	1.44%	22
					Oradea	25.2	115	1.35%	30
					Brasov	25.4	114	1.37%	29
					Timisoara	19.3	150	1.04%	79
					Braila	24.2	120	1.30%	38
					Sibiu	22.8	132	1.23%	49
					Constanta	27.2	105	1.47%	20
					Arad	24.1	122	1.29%	41
					Bistrita	23.1	128	1.24%	44
					Buzau	29.6	100	1.59%	16
					Tg Mures	24.2	120	1.30%	38
					Satu Mare	24.9	116	1.34%	32
					Vrancea	24.1	122	1.29%	41
					Alba	22.2	136	1.20%	57
					Maramure	22.8	132	1.23%	49
					Severin	24.9	116	1.34%	32
					Medias	26.9	106	1.45%	21
34	SINGAPORE	新加坡	59,900	1	Singapore	35.5	84	0.39%	154
35	SLOVAKIA	斯洛伐克	23,400	27	Bratislava	35.3	85	1.00%	85
					Nitra	37.6	78	1.06%	75
					Ko.ice	47.0	54	1.33%	34
36	SOUTH AUSTRALIA	南澳洲	40,800	8	Adelaide	81.8	5	1.33%	35
37	SOUTH KOREA	韓國	31,700	21	Seoul	13.4	160	0.28%	165
					Busan	16.5	157	0.35%	160

項次	國家 (英文)	國家 (中文)	人均 GDP (美元)註 1	人均 GDP 排名	城市	水價 (新臺幣/度)	排名	水費負擔率	排名
					Daegu	14.1	159	0.29%	164
					Incheon	16.6	156	0.35%	159
					Gwangju	13.0	161	0.27%	166
					Daejeon	12.4	163	0.26%	168
					Ulsan	19.8	146	0.41%	153
					Gyeonggi	16.1	158	0.34%	161
					Barcelona	47.0	53	1.02%	82
					Bilbao	21.1	142	0.46%	150
38	SPAIN	西班牙	30,600	23	Madrid	32.1	93	0.69%	135
					Sevilla	30.1	97	0.65%	138
					Valencia	36.3	81	0.78%	119
					Stockholm	23.3	125	0.38%	156
					Goteborg	36.2	82	0.59%	144
39	SWEDEN	瑞典	40,600	10	Malmo	28.7	102	0.47%	149
					Uppsala	34.2	89	0.56%	146
					Linkoping	38.4	75	0.63%	141
					Geneva	80.8	6	1.23%	48
					Zurich	74.9	13	1.14%	64
40	SWITZERLAND	瑞士	43,400	5	Lausanne	109.4	1	1.67%	14
					Basel	76.0	11	1.16%	61
					Bern	92.6	2	1.41%	25
41	TAIWAN	台灣	37,900	15	Taipei	8.6	167	0.15%	174
					Kaohsiung	9.8	166	0.17%	173
42	UGANDA	烏干達	1,300	43	Uganda residential	21.2	141	10.77%	2
					Birmingham	74.7	14	1.38%	28
					Cardiff	65.8	24	1.21%	52
43	UNITED KINGDOM	英國	35,900	18	London	61.6	31	1.14%	65
					Manchester	75.9	12	1.40%	26
					Leeds	60.0	33	1.11%	67
					New York	52.9	44	0.73%	130
					Washington D.C.	60.8	32	0.84%	107
					Los Angeles	19.5	149	0.27%	167
44	U.S.A.	美國	48,100	4	Chicago	26.8	108	0.37%	157
					Denver	31.8	96	0.44%	151
					Miami	12.8	162	0.18%	172
					Minneapolis	22.7	134	0.31%	163
					平均水價 (新臺幣/度)	38.5	平均 水費	1.20%	-

資料來源：國際水協會(IWA)

製表人：周國鼎

註 1：指購買力平價者，數據出處為美國中央情報局之網站(<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>)

註 2：美元匯率採 2011 年 12 月 31 日者，出處 <http://nl.exchange-rates.org/historicalrates/E/USD/31-12-2011>

# 台水公司 TOSHMS 管理系統導入與推動

文/林鳳英、陳信利、李壬貴

## 一、前言

自來水事業勞工及承攬商勞工、系統、設施及作業，終年無休，以維自來水無間斷供應，依規模與性質，整體營運風險評估為中度風險事業，卻經常從事水岸、開挖、吊掛、基樁、坑道、擋土、局限空間、高架等高度風險作業，致有溺水、被撞、墜落、感電、崩塌等重大職災事故發生。

行政院勞工委員會（以下簡稱勞委會）為鼓勵並輔導事業單位建立自主性安全衛生管理體制，持續改進安全衛生設施，以發揮自主管理功能，自 1994 年即推動自主性評鑑管理系統，首度以創新的「聯集」概念整併 ILO-OSH:2001 與 OHSAS 18001:2007 之要項及要求，結合該二套制度的優點，並配合我國實際推動狀況及需求，訂頒一系列適合我國國情的「臺灣職業安全衛生管理系統（Taiwan Occupational Safety and Health Management System，簡稱為 TOSHMS）」相關規範，作為事業單位推動職業安全衛生管理系統之參考準則。

TOSHMS 相關規範包含：「TOSHMS 指引」、「TOSHMS 驗證規範」、「TOSHMS 指導綱領」及「TOSHMS 驗證指導要點」。目前認可之驗證機構共 12 家，截至 102 年 5 月 14 日為止，累計通過驗證單位共 776 家，經濟部也在 101 年 11 月公告，將這項系統訂定為 CNS15506、CNS15507 國家標準。

本文希望藉由台灣自來水股份有限公司（以下簡稱台水公司）所屬各單位建置 TOSHMS（臺灣職業安全衛生管理系統）之

概況，台水公司總管理處導入歷程及執行情形，人力與財務資源分析與統計，並做工安整體有形及無形之效益評估，提供經驗分享與建議，作為其他單位推動 TOSHMS 驗證之參考。

## 二、背景說明

經濟部於 99 年 4 月 23 日召開「經濟部職場安全衛生推動小組」第四次會議，會議結論三、（二）：「部屬事業中現僅台水公司未有通過 TOSHMS 驗證，爰請台水公司提報今、明兩年擬通過 TOSHMS 驗證之單位數，納入本部自行列管工作項目。」。又於 99 年 5 月 10 日召開「本部所屬高階主管工安管理研習會」，於會中林政務次長致詞指示：「各事業單位雖訂有完善工安制度，但仍應隨時檢視制度面是否有所改善空間；有關勞委會所提『臺灣職業安全衛生管理系統指引』，目前本部已依據該指引建構該系統之事業單位如中油公司申請 31 單位，建置完成 31 單位，達成率 100%；台電公司申請 50 單位，建置完成 30 個單位，達成率 60%，未建置完成之 20 個單位亦請儘速完成；至於台水公司部分，因剛剛起步，也應加緊腳步，即便工安危險性不如台電及中油公司，也應趕緊追上進度，如全部建置完成，制度面將更完善，同仁在職場上安全會更有保障。」。

另經濟部國營事業委員會（以下簡稱國營會）因所屬事業 99 年第 1 季工安事故相對往年似乎有攀升的趨勢，遂於 99 年 6 月 14 日召開經濟部所屬事業工安督導專案小組第 38 次會議，亦決議請各事業單位再檢視

規章制度、SOP 及應建置 TOSHMS 之事業單位儘速建置，並對發生重大工安事故之單位主管，從重追究相關管理責任。

根據勞工安全衛生法規規定，台水公司屬於水電燃氣業中的自來水供應業，為中度風險的第二類事業，為貫徹經濟部工安百分之百的指示，以及尊重生命、關懷健康之政策，台水公司採全面導入 TOSHMS，積極投入，期望能讓台水公司在既有的工安基礎下，恪遵安衛法規，透過全員參與，全面防患未然，貫徹 P、D、C、A 持續改善，提升供水服務品質，確保永續經營，成為國營企業勞工安全衛生的模範生。

### 三、台水公司所屬各單位建置概況

台水公司為加速推動所屬單位辦理 TOSHMS 驗證作業，於 99 年 6 月份經理會報中，陳總經理福田裁示：公司所屬 15 個單位，99 年應辦理 8 個單位；另 7 個單位應於 100 年導入 TOSHMS 驗證，藉以全面提升工安管理制度之健全。落實工安管理規劃→實施→檢查→行動（PDCA）機制，擬訂所屬 99 年由第一（基隆）、二（桃園）、六（台南）、八（宜蘭）、十一（彰化）、十二（新北）區管理處，以及北、南區工程處等八個單位為第一階段導入 TOSHMS 總計輔導 65 個廠所，並責其應於 99 年 12 月底前通過驗證；其餘第三（新竹）、四（台中）、五（嘉義）、七（高屏）、九（花蓮）、十（台東）區管理處及中區工程處，總計輔導 84 個廠所，於 100 年 10 月底前導入並通過驗證。台水公司為了督導及列管所屬各單位推動 TOSHMS 驗證事宜，除頒訂台水公司所屬各單位推動 TOSHMS 驗證計畫期程表外，並研擬委託專業服務說明書供所屬各單位參

考，並將執行進度張貼於台水公司內部網路之辦公室自動化入口網/工安管理資訊系統內管控。

台水公司為依據職業安全衛生管理系統模式（如圖 1），規劃(Plan)－實施(Do)－檢核(Check)－行動(Act)(PDCA)之方法論，輔導所屬各單位全力導入 TOSHMS，爰依據勞委會函頒之「職業安全衛生促進方案」，訂定「推動臺灣職業安全衛生管理系統作業要點」，明訂各單位之權責、成立督導小組、經費來源、員工考核獎懲及列入各單位年度責任中心考評等事項，以鼓勵及輔導所屬各單位推動順利。首先邀集所屬單位共同研議「職業安全衛生政策與目標」，由當時黃董事長敏恭正式簽署後函頒全公司，並於阮董事長剛猛在 100 年 4 月新上任後，重新簽署台水公司「職業安全衛生政策與目標」（如圖 2），以符職業安全衛生法規，確保永續經營及提升公司形象。

在相關單位同仁的共同努力之下，台水公司第一階段推動 TOSHMS 驗證之 8 個單位，分別於 99 年 12 月陸續通過驗證並個別舉行頒證典禮；第二階段推動 TOSHMS 驗證之 7 個單位亦順利於 100 年 10 月底前陸續通過 TOSHMS 驗證，並順利於次年度持續辦理定期追蹤稽核，以延續系統之落實。

### 四、台水公司總管理處導入歷程

台水公司所屬各單位自 99 年下半年起至 100 年 11 月底止，在短短不到一年半的時間，台水公司建立全部所屬單位職業安全衛生管理系統，實屬不易；而為持續提高職業安全衛生績效，總管理處亦於 101 年導入該系統，用以整合各單位執行工安管理之制度及文件。

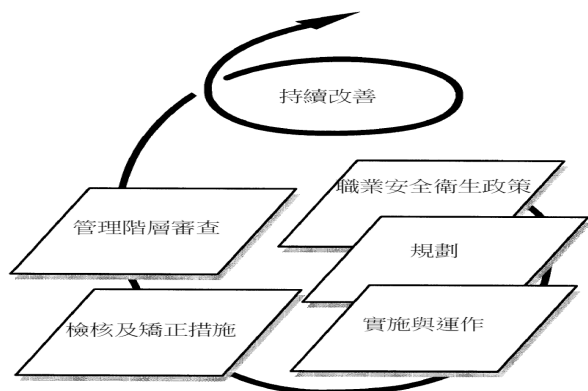


圖 1 職業安全衛生管理系統模式圖

## 台灣自來水公司職業安全衛生政策

台灣自來水公司以供應量足質優之自來水為本業，以環境設備本質安全為前提，以先知先覺防範未然為優先，尊重生命，關懷健康，增進福祉，促進勞資協調與和諧，提昇工作生活品質，願意藉由建立職業安全衛生管理系統，持續改善提高安全衛生績效，以達永續經營之目標，並努力達成以下承諾：

- 一、 符合法規：恪遵安衛法規，提升公司形象。
- 二、 防範未然：貫徹預知危險，預防傷害疾病。
- 三、 全員參與：諮詢溝通傳達，認知個人責任。
- 四、 持續改善：提高安衛績效，確保永續經營。

### 目 標

- 一、 嚴格遵守安衛法規，落實執行安衛制度。
- 二、 全員配合積極參與，提升個人安衛認知。
- 三、 持續改善作業系統，降低職災害發生率。

董事長 阮剛強

100年5月16日

圖 2 台灣自來水公司職業安全衛生政策與目標

為執行本項作業，總管理處於 101 年 3 月 5 日辦理「台灣自來水公司臺灣職業安全衛生管理系統（TOSHMS）建置與驗證委託專業服務」採購案，工期 210 天，以完成輔導總管理處通過 TOSHMS 標準正式評鑑取

得證書。服務內容包含下列工作項目：

- (一) 全程規劃並輔導總管理處及其轄屬之所有處、室、中心 TOSHMS 建置，通過 TOSHMS 的標準驗證並取得證書。
- (二) 廠商應以符合 TOSHMS 標準為架構，並得參酌其他職業衛生安全管理相關標準，結合台水公司現行管理制度，規劃並輔導建立台水公司 TOSHMS 管理制度，協助台水公司通過 TOSHMS 驗證並取得證書。培訓台水公司具備計畫、執行、檢查、改善等能力，持續落實職業安全衛生管理制度。

承攬廠商於導入、建置、落實及驗證各階段，應完成下列作業

- (一) 召開啟始會議。
- (二) 各部門組成工作推動小組。
- (三) 執行 TOSHMS 先期勞工安全衛生管理審查作業。
- (四) 進行教育訓練。
- (五) 應用「危害鑑別、風險評估」技術工具進行整體危害鑑別及風險評估。
- (六) 導入應用「法規查核」。
- (七) 審查修訂政策、目標及管理方案。
- (八) 整合檢討並建立 TOSHMS 管理系統相關文件。
- (九) 培訓內部稽核人員。
- (十) 協助討論內部稽核及管理審查之相關改善事項。
- (十一) 進行模擬預備評鑑。
- (十二) 協助進行正式評鑑。
- (十三) 協助申請 TOSHMS 驗證相關事宜。
- (十四) 技術移轉。

總管理處於 101 年 3 月 27 日與顧問公司簽訂契約，於 101 年 4 月 25 日成立總管理處

TOSHMS 推行委員會(如圖 3)，定義組織與職掌，並委派工安環保處業管副總經理擔任管理代表。

**職掌：**

主任委員：具有決策權人員擔任，由總經理擔任。

主要任務：訂定職業安全衛生政策。

管理代表：具有決策權人員擔任，由副總經理擔任。

主要任務：作為主任委員之諮詢幕僚。於會議中擔任主席(例：管理審查會議)。承擔活動成敗之責任。督導推行委員執行 TOSHMS 工作。

推行委員：由總管理處各處室、中心主管擔任，並請依職掌功能指派單位內承辦人員 1~2 名擔任推行幹事。

主要任務：TOSHMS 職業安全衛生管理的維持及改善。提供建議或研擬可行方案。督導職業安全衛生目標之達成。督導職業安全衛生政策之落實。督導執行職業安全衛生管理活動或會議決議事項。

執行秘書：由負責本專案規劃及進度掌控事項之承辦單位主管擔任。

主要任務：作為主任委員之諮詢幕僚。掌握委員會的任務，展開 P-D-C-A 工作。追蹤落實委員會議中所決議事項。檢討執行績效，並於會議中提報。確保改善活動，持續性的展開。

承攬廠商於 4 月 25 日提送「工作執行計畫書」，並舉行期初簡報；101 年 5 月 4 日分 2 組進行現況診斷，除總管理處大樓各處室辦公環境外，針對工作性質、作業環境風險

性較高之單位如水質處、行政處、人力資源處訓練所、漏水防治中心等單位之作業特性、原料、機械、設備等進行調查、訪談與瞭解並完成診斷報告。

總管理處於 101 年 5 月 15 日召開啟始會議，高階宣示推動決心。啟始會議之後接著一連串的安全衛生相關法規鑑別介紹、TOSHMS 條文解析、安全衛生危害鑑別風險評估介紹(含演練暨討論)、目標及管理方案制定說明(含演練暨討論)等教育訓練，其中並對總管理處的作業環境等進行安全衛生危害鑑別風險評鑑個別討論，且對總管理處各處、室、中心之安全衛生相關法規與其他要求符合性進行查核，並制定 101 年度目標及管理方案。

總管理處依預定進度於 101 年 6 月 30 日前製修訂完成一~三階文件及四階表單(如表 1)，並於 101 年 6 月 21 日召集所屬各單位勞安部門同仁及總管理處推行幹事等同仁共同審查文件，所有文件於 101 年 7 月 11 日簽請主任委員(總經理)核准，於同年 7 月 16 日首版發行，秉持 P→D→C→A 廣續辦理修訂，以符實需。

101 年 7 月 1 日至 101 年 8 月 17 日建立系統程序文件並以試行，維持 P-D-C-A 持續改善並留下表單紀錄；101 年 8 月 7、8 兩日實施 12 小時 TOSHMS 內部稽核教育訓練，包括稽核程序與稽核技巧、稽核前之準備與計畫書稽核執行與演練、稽核案例等。101 年 8 月 20、21 兩日執行內部稽核，8 月 27 日至 31 日期間辦理內部稽核缺失矯正，妥善處理不符合之狀況，並分配權責以達到管理成效。

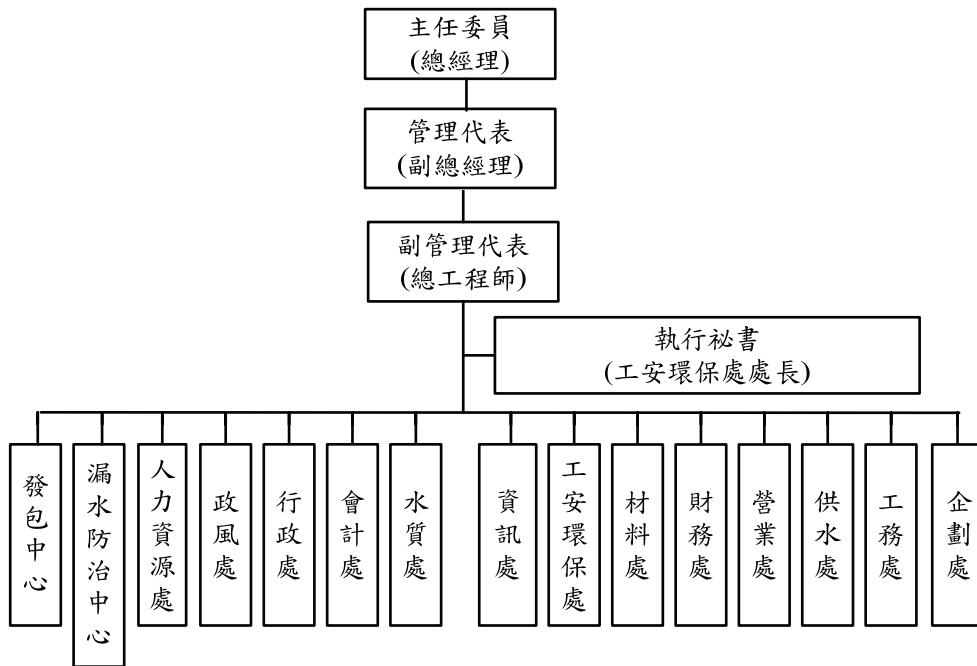


圖 3 台水公司台灣職業安全衛生管理系統推行委員會組織圖

表 1 台水公司 TOSHMS 文件階層、種類及定義

文件階層	定義	文件種類
一階文件	組織整體運作方案以及整體管理程序的處理原則	管理手冊
二階文件	對某種事情的處理辦法、方法及相關規定，以文字編成條文，逐項說明其執行、或以單位個別展開的各項業務運作程序	管理程序
三階文件	各程序文件中於執行時所引述或依據參考、說明之詳細說明及步驟、方式等	標準作業程序 (要點)
四階表單	為記錄、統計、分析各項經營資料或報告而設計的格式單據及其內容	表單

總管理處於 101 年 9 月 6 日上午召開管理審查會議，由管理代表親自主持，總計審查包括內部稽核結果在內共 13 個項目，以及安全衛生績效等 4 項產出。

管理審查會議審核通過後，9 月 6 日下午隨即辦理 TOSHMS 驗證前說明教育訓練，並於 9 月 11、12 兩日接受外部稽核初評、

文審(由第三者驗證機構主導)，10 月 4 日接受外部稽核正式評鑑，正式評鑑無開立主要缺失，惟驗證公司開出 7 張「矯正行動要求表」(次要缺失)，由總管理處於 5 個工作天內回復辦理改善情形，另發現 12 項之建議改善事項，由總管理處自訂期限辦理改善，改善情形填列「矯正與預防措施報告」送工

安單位部門彙整。於 101 年 10 月 15 日總管理處取得台水公司首張符合 CNS15506:2011 要求之臺灣職業安全衛生管理系統驗證證書，有效期限 3 年。

台水公司於 101 年度導入臺灣職業安全衛生管理系統時，為考量爾後全公司一體適用性，過程中召集所屬各單位勞(工)安課同仁共同審查並製訂所有文件。另為齊一工安管理文件，於 102 年 3 月 12 日總管理處通函本公司所屬各單位，於 102 年辦理職業安全衛生管理系統定期追查或重新驗證時，各階文件請由總管理處已頒訂之文件進行轉換。TOSHMS 文件整合方式，一~三階文件(包括表單)，統一採用總管理處已製(修)訂之文件，文件編碼除改為區處碼外，其餘編碼不予改變(含版次)，若因各單位作業場所特性需增訂文件(含表單)者，依編碼原則接續編製。102 年度已有 8 個單位須辦理換證，餘 7 個單位應辦理後續定期追蹤評鑑，對於外單位稽核所發現之缺失或建議改善部分，若為總管理處製訂之文件，則由總管理處回應並視需要辦理修訂，若為各單位因作業場所特性增訂之文件(含表單)，則由區處依職權辦理修訂，以達到持續改善之政策及目標。

台水公司並於 102 年 1 月 8、9 日及 15、16 日各 14 小時，辦理 2 梯次「CNS 15506 職業安全衛生管理系統訓練班」，訓練對象為各區管理處及工程處之勞(工)安課所有成員暨其他課、室、隊、廠、所(含人事、會計、政風)主管、職業安全衛生管理系統推行幹事(人員)，及總管理處相關管理人員。以提昇台水公司職業安全衛生管理系統主(協)辦相關人員規劃、督導並推動 CNS 15506

職業安全衛生管理系統業務，並落實系統實施與運作。台水公司總管理處推動 TOSHMS 執行進度，詳如表 2。

## 五、人力與財務資源

台水公司全員參與推動 TOSHMS，在所屬各區管理處由勞安課主政，各區工程處由工安課主政，並由各區處一級單位各指派 1~2 人為代表，參加相關教育訓練、檢視各單位之工作環境、機械、設備之安全性，提供意見並建置一、二、三階文件，落實表單製作及管理，接受外部驗證機構稽核並辦理改善。

台水公司年度預算未及編列推動 TOSHMS 所需經費，為提升個人安全衛生認知，落實執行安衛制度，經決策高層特准由「淨水費用—管理諮詢服務費」項下勻支，實際支用金額為 671 萬 2,373 元(未稅)，總管理處暨所屬 16 個單位平均每單位導入 TOSHMS 所需費用將近 42 萬元。

## 六、效益評估

依據事故型態分析，不安全的行為及狀況達到一定量的時候，就會發生虛驚事件、財產損失、輕微傷害、嚴重傷害甚至死亡事件。台水公司各單位導入 TOSHMS 系統驗證過程，經歷現況診斷及內部稽核等程序，藉由全體同仁在工作崗位觀察的角度，審視各工作場所淺藏的危機；以總管理處為例，現況診斷共發現 37 項缺失或建議事項，包括爬梯保護裝置不符、電氣開關未設隔板、未依規定擺放物質安全資料表及警告標示不足等；內部稽核所發現缺失則以系統建置有無紀錄為主，共有 24 項缺失或建議改善事項，包含有作業環境測定及部分程序表單無



紀錄等，對於各工作場所的安全性，實有助益。

台水公司從 99 年下半年度開始推動 TOSHMS 至今已三年時間，從符合 TOSHMS 要求持續改善到符合 CNS15506 要求之國家職業安全衛生管理系統，在全體同仁積極參與落實執行結果，獲得有形與無形之效益，茲略述如下：

### (一)有形效益

1. 確立風險的鑑別與評估方法，依不同角度考慮使重大風險突顯出來，以重大風險為管理系統運作及改善的方向，辦理改善。
2. 蒐集和篩選有關之法規和其他要求，檢討對法規的符合性，掌握最新法規及其他要求動態，讓員工及管理階層能對法規及其他要求有所了解。
3. 明訂教育訓練需求，使員工能依計畫接受訓練，並取得資格來執行特定作業；依作業場所及工作性質規劃人員教育訓練，加強同仁勞工安全衛生相關智能。
4. 制定台水公司職業安全衛生政策及目標，區分人力資源、技術及財務之規劃，有效改善目標標的，釐清組織架構及權責分工，合作全力推動職業安全衛生管理系統。
5. 清楚政策、目標的邏輯順序，透過目標規劃，對重大風險持續監控和改善，使各權責單位能確實擔負起改善有關的目標，由風險較高者依序辦理改善，建立安全健康之職場。
6. 建立系統可行的內部稽核程序，定期發掘管理面之執行問題，並持續檢討改善，對於所發現之缺失，填寫矯正預防措施報告，透過執行、稽核、改善之良性循環養成全員良好的作業習慣。

7. 制定一階文件管理手冊，二階文件管理程序及三階文件標準作業程序(要點)，頒布施行，文件化作業使規定明文化，並運用制定之表單，記錄、統計、分析各項資料或報告，各項必要紀錄皆可獲有效保存，易於調閱及驗證。
8. 確立管理方案執行方式及審查檢討時機，對資源運用、責任歸屬、方案執行進度等有效的規劃其可行性，授權管理代表全權推動及督導管理系統，並由管理代表報告執行績效，藉由管理審查會議，供高階主管了解與裁決。

### (二)無形效益

台水公司為評估 TOSHMS 推動前及推動後之整體工安無形效益，以士氣、激勵、工作技巧、內部形象、外部形象等五個向度，評估對象為推動 TOSHMS 有經驗之勞安人員合計 45 人，所得效益相當顯著，詳如圖 4。

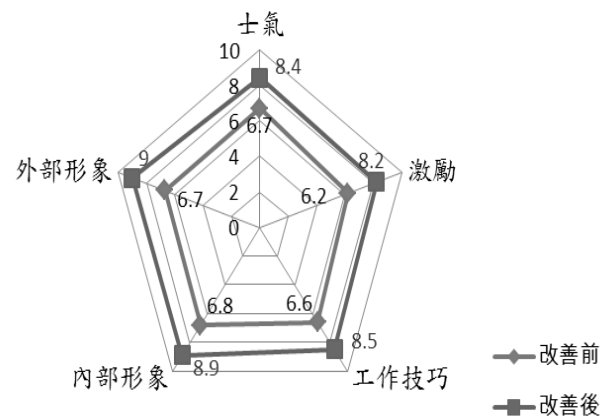


圖 4 TOSHMS 推動前及推動後之整體工安無形效益

## 七、建議與結語

TOSHMS 提供「制度化」、「系統化」的勞工安全衛生管理體系，但企業可能在其他

表 2 台水公司總管理處 TOSHMS 執行期程表

項次	工作項目	辦理日期	工作內容	累積進度%
1	期初簡報	101.04.25	提送「工作執行計畫書」，並舉行期初簡報	2
2	現況診斷	101.05.04	分 2 組進行水質處、行政處、人力資源處、漏水防治中心等單位之作業特性、原料、機械、設備等調查，進行訪談與瞭解完成診斷報告	5
3	啟始會議	101.05.15	高階宣示推動決心	10
4	安全衛生相關法規鑑別介紹 (3 小時，教育訓練)		初期審查結果 安衛法規鑑定說明、法規查核表製定 違反法規事項鑑定	
5	TOSHMS 條文解析 (3 小時，教育訓練)	101.05.18	TOSHMS 簡介、趨勢介紹 執行職安衛管理系統目的	12
6	安全衛生危害鑑別風險評估介紹 (含演練暨討論) (3 小時，教育訓練)	101.05.18	初期審查結果 危害鑑別及風險評估 重大安衛風險鑑定	15
7	安全衛生危害鑑別風險評估個別討論	101.06.01 101.06.27	建立系統第一步，確知不可接受風險，方可訂定政策、目標及方案，藉由個別討論發覺問題，議決不可接受安全衛生風險	25
8	安全衛生相關法規與其他要求符合性查核	101.05.11 至 101.06.27	審查相關環境及勞工安全衛生相關法令規章及其它要求事項，建立符合度查核表，確認符合性，議決違反相關法規事項	35
9	目標及管理方案制定說明(含演練暨討論)(3 小時，教育訓練)	101.06.20	訂定政策 制訂目標及方案	42
10	目標及管理方案制定討論	101.07.11	為達成目標與擬定方案，及資源運用責任歸屬、方案執行進度等有效的規定可行性並追蹤實施成效	45
11	製訂政策	101.06.27	高階承諾、管理系統最高指導原則及製訂管理方案基礎	45
12	製修二階文件	101.05.11 至 101.06.30	程序、作業標準及表單格式訂定，文件整合	60
13	製修三階文件			
14	製訂管理手冊			
15	審查文件	101.06.21		65
16	系統運作、紀錄與矯正	101.7.01~8.17	建立系統程序文件並以試行，維持 P-D-C-A 持續改善，留下表單紀錄	70
17	TOSHMS 內部稽核 (12 小時，教育訓練)	101.08.07 101.08.08	稽核程序與稽核技巧、稽核前之準備與計畫書、稽核執行與演練、稽核案例	75
18	執行內部稽核	101.08.20 101.08.21	妥善處理不符合之狀況，並分配權責以達到管理成效	80
19	內部稽核缺失矯正	101.8.27~8.31	妥善處理不符合之狀況，並分配權責以達到管理成效	85
20	管理審查會議	101.09.06	管理審查會議由高階管理主持	88
21	TOSHMS 驗證前說明 (3 小時，教育訓練)	101.09.06	TOSHMS 驗證注意事項 TOSHMS 驗證流程說明	90
22	外部稽核(初評)、外部稽核(文審)、外部稽核(正評)	101.09.11、12 及 10.04	第三者驗證機構進行初評、文審、正評	95
23	頒發證書	101.11.05	由驗證公司頒發證書	98
24	期末簡報	101.11.05	提送「期末報告書」，並舉行期末簡報	100

領域（如環境、物料及品質）導入類似之管理系統，可能面臨橫向業務及表單整合問題，如無法有效化繁為簡，將嚴重影響系統推行成效。

晚清中國權臣李鴻章曾就如何推展國家事務而就教於德國鐵血宰相俾斯麥，俾斯麥應之曰：“首在得君。得君既專，何事不可為？”。台水公司在導入初期由總經理於經理會報中決議全面推行，再由總管理處籌措經費來源並擇訂第一階段導入之單位，對於能夠在二年半之內全面導入系統，實有事半功倍之效。

在全面推動 TOSHMS 初期，因對系統不熟悉及面臨衍生許多必要性表單，而產生不少怨言，故導入管理系統幫助管理單位有系統統合各項管理事項後，對於各項文件、程序、要點及表單的執行，應就事業特性與標準要求，逐步整合及減少文件表單，並配合適當訓練及宣導推廣落實，以提高管理績效，而對於通過驗證之後，稽核人員的培育，以及如何建立跨處室之工作團隊，以利後續年度自行維護及改善，也是重要的課題。

國營事業面臨人力困窘以及老化的危機，台水公司也不例外，考量人力經常性輪調勢必成為常態之下，於驗證通過後定期辦理教育訓練更顯重要，藉由勞工安全衛生相關訓練或開立專班，講解 TOSHMS 精神及應辦事項，必能讓組織橫向溝通更順利，也能讓新進或新接觸的同仁，快速了解系統導入的原因及配合推動。

台水公司自 97 年成立工安管理一級單位推動職場減災計畫以來，職業災害率呈現明顯下降，除與行政院勞委會持續簽署安全伙伴關係外，每年舉辦的職場安全健康週及

高階主管的工安宣言、乃至於持續貫徹的工安政策及目標等；『勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法』修訂後，目前只明確要求第一類事業單位超過 300 以上的企業需導入 TOSHMS，台水公司雖然屬於第二類事業單位，並不在要求範圍內，但秉持長期重視工安議題及自我提昇下，所屬單位全員參與、全面導入職業安全衛生管理系統，將管理體系「制度化」及「系統化」，依導入、建置、驗證及落實等程序，歷經二年半年的努力，對於勞工安全衛生的成果與績效，有目共睹，讓勞工能在安全的作業環境中，健康而愉快的工作，持續提高自來水服務品質，進而創造公司經營績效，達到永續經營。

## 六、參考文獻

- 1.李壬貴，”自來水從業主管對勞工安全應有之體認，”八屆海峽兩岸水質安全控制技術與管理研討會，2013年4月。
- 2.全國工安金網路<http://safety.cla.gov.tw/>。
- 3.TOSHMS臺灣職業安全衛生管理系統資訊網<http://www.toshms.org.tw/>。
- 4.台灣自來水公司臺灣職業安全衛生管理系統（CNS15506）建置與驗證委託專業服務期末報告書。

## 作者簡介

### 林鳳英小姐

現職：台灣自來水公司工安環保處勞工安全衛生管理員

專長：風險評鑑、職安衛管理系統

### 陳信利先生

現職：台灣自來水公司工安環保處工安組組長

專長：工安管理

### 李壬貴先生

現職：台灣自來水公司工安環保處處長

專長：承攬管理、工安環保經營與管理

## 台水公司成立的推手—林洋港先生

文/江慶森

前司法院長林洋港先生已仙逝，他的政治家風範為世人所敬仰與懷念，他的一生，無論擔任南投縣長、台灣省建設廳長、台北市長、台灣省政府主席、內政部長或司法院長，都有卓越的貢獻。至今大家都還記得他在台北市長任內在有人強力反對下，毅然決定興建翡翠水庫，使北部地區居民的飲用水不虞缺乏。但是大家對於洋港先生在四十一年以前積極推動台灣省自來水事業統一經營，成立台灣省自來水公司所做的努力比較沒有印象，本人有幸忝為參與者之一，似應將當時的情形予以敘述。

民國六十年林洋港先生接任台灣省建設廳長時，台灣地區的自來水，除台北水廠（洋港先生擔任台北市長時改制為自來水事業處）以外，台灣省的自來水廠分省、縣、市、鄉、鎮營，共有一二八個自來水廠，由於水源開發不易，供水普及率不到百分之四十，而且水價高低相差懸殊，台灣地區居民無自來水可飲用者比比皆是。所以建設廳內正在研討台灣省自來水事業統一經營之可行性。林廳長鑒於台灣省在地水廠如能統一經營，對於健全財政、開發水源，提高供水普及率，必有莫大助益。於是邀集民政廳、財政廳、建設廳四科、公共工程局及專家學者等，並親自主持好幾次協調會議，共同研討作成結論，由本人記錄並整理簽奉林廳長核定，初步完成「台灣省自來水事業統一經營方案」之草案。

民國六十一年十二月十六日，行政院長蔣經國先生蒞臨台灣省政府主持健全都市

發展座談會，對台灣省自來水事業之發展指示：「台灣省供水普及率僅達百分之四十，與用電普及率百分之九十以上比較相差懸殊。且若干地區因工廠濫用地下水，引起地盤下陷，情況日益嚴重。為有效發展各地之公共給水，應即成立全省性之自來水公司統一經營，並在事前辦妥各項準備工作，如各水廠之資產重估，地方水廠股權之合併或收購與分期納入計畫，全省自來水水源之合理分配供應等。同時加速實施全省自來水長期發展計畫，以期集中有限之人力與財力，提高投資效益，減低營運費用。」建設廳林廳長洋港先生即召集建設廳及公共工程局有關人員成立專業小組就原草擬之「台灣省自來水事業統一經營方案」，再詳加檢討，歷多次修訂後，報經省府柯委員可選召集小組會議作兩次詳盡審查後，於民國六十二年三月十二日提經府會決議通過並准予成立自來水公司籌備處。籌備主任由澄清湖水廠陳廉泉擔任。林廳長隨於三月十六日召開自來水公司籌備座談會，正式成立自來水公司籌備處。隨即由陳籌備主任廉泉先生及有關人員分赴全省設有自來水廠之各縣、市政府、鄉鎮市公所協調，接洽水廠合併事宜。至民國六十二年底，全省絕大多數的自來水廠所屬縣、市政府，鄉、鎮、市公所多已同意水廠合併，乃於民國六十三年元旦，正式在台中市成立台灣省自來水公司，由林廳長洋港先生兼任董事長，陳廉泉先生為總經理，於是台灣省自來水公司正式誕生。

自來水公司成立初期，即協調省府有關

單位積極開發水源，如三峽的鳶山堰、石岡壩及鳳山水庫等，並致力發展供水計畫，提高供水普及率，對於全省工商業的發展，人民生活的改善，貢獻良多。自來水公司成立十年後，台灣供水普及率已達百分之七十八，現在已超過百分之九十一，如將台北自來水事業處供水區合併計算，將達百分之九

十三，與世界上一些先進國家比較已無遜色。這是由於經國先生的英明提示，洋港先生的積極推動及廉泉先生的努力籌備，才有台灣省自來水公司的誕生，他們對國計民生的偉大貢獻，使人無限敬佩。飲水思源，在台水公司成立將屆四十年之際，特撰此文，以表感佩之忱。



林洋港先生與蔣總統經國先生



林洋港先生

(照片來源：google 網站)

## 作者簡介

### 江慶轟先生

曾任：台灣自來水公司副總經理、中華民國自來水協會秘書長

專長：自來水營運管理