

自來水會刊第 35 卷第 4 期目錄



實務研究

淨水場藥槽等設備改善工程實例探討……………張琰竣…………… 1

本期專題

營運管理及績效評估

小型 C 級水量計性能實證研究……………黃心怡、江淑惠、吳振榮、董書炎、王淑芳…………… 8

無自來水地區供水之探討……………葉泓暉…………… 16

台水公司營運系統改版實務暨效益分析……………周皓天、鮑雯霞、尤志豐、許美雲…………… 26

用水管理與增壓直接給水適用性之探討……………朱健行、呂慶元、翁森柏、李育輯…………… 31

事業交付承攬之職業災害預防作為探討—以台灣自來水公司為例……………

……………楊碧變、陳信利、黃大豪、蘇佩汶…………… 39

一般論述

自來水事業永續發展議題探討—以台水為例……………羅治信…………… 50

水量計國家規範 CNS14866 之探討……………王志隆…………… 57

慢濾池設計、操作準則之探討……………陳文祥…………… 63

他山之石

參加 2016 國際水協會世界大會與展覽會紀實……………陳錦祥、朱聖心…………… 72

國際視窗

「你知道嗎？」—水與性別……………本刊編輯小組…………… 83

協會與你

歡迎投稿 106 年「每期專題」…………… 25

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法…………… 56

封面照片：台灣自來水公司提供

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、自來水工作現場等文稿。
- 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。「自來水工作現場」供自來水從業人員，針對工作現場發表感想。「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。機關出版品：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 aael@mail.water.gov.tw，並請註明真實姓名、通訊地址（含電話及電子郵件地址）、服務單位及撰稿人之專長簡介，以利刊登。
- 八、稿費標準為專門論著、實務研究、一般論述、每期專題、專家講座、法規櫥窗、他山之石、特載等文稿 900 元/千字，「業務報導」為 500 元/千字，其餘為 400 元/千字，文稿中之「圖」、「表」如原稿為新製者 400 元/版面、如原稿為影印複製者，不予計費。
- 九、本刊係屬贈閱，如擬索閱，敬請來信告知收件人會員編號、姓名、地址、工作單位及職稱，或傳真(02)25042350 會務組。本刊將納入下期寄贈名單。
- 十、本會刊內容已刊載於本協會全球資訊網站（www.ctwwa.org.tw）歡迎各界會員參閱。
- 十一、本刊中之「專門論著」、「實務研究」、「一般論述」、「每期專題」及「專家講座」，業經行政院公共工程委員會 92 年 3 月 26 日工程企字第 09200118440 號函增列為技師執業執照換發辦法第五條第一項第四款之「國內外專業期刊」，適用科別為「水利工程科」、「環境工程科」、「土木工程科」。

自來水會刊雜誌

發行單位：中華民國自來水協會

發行人：胡南澤

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

李丁來

委員

駱尚廉、葉宣顯、康世芳、王根樹、林財富、
陳曼莉、范煥英、洪世政、莊東明

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：李丁來

執行主編：林正隆

編審委員

甘其銓、周國鼎、鄭錦澤、陳文祥、黃文鑑、
梁德明

執行編輯：陳品如

電話：(04)22244191 轉 266

行政助理：古蓁苓

印刷：松耀印刷企業有限公司

地址：台中市北區國豐街 129 號

電話：(04)22386769

淨水場藥槽等設備改善工程實例探討

文/張琰竣

一、前言

淨水處理藥劑之儲存、正確添加及處理操作程序等，均會影響淨水處理效能。氫氧化鈉(NaOH)、多元氯化鋁(PACl)及次氯酸鈉(NaOCl)為淨水處理之重要原料，其儲存設備之穩定性將直接影響淨水處理之用藥穩定，而藥槽之強固亦涉及操作人員之人身安全。臺北自來水事業處(以下簡稱本處)為確保淨水藥品安全儲量及檢驗合格後方能使用之規定，提升轉運調度穩定性，於 103 年起進行長興淨水場藥槽等設備改善工程，積極改良設備，以提升淨水處理效能。

二、背景說明

(一)藥槽汰換

本處長興淨水場 100 噸氫氧化鈉(NaOH)及多元氯化鋁(PACl)藥槽於民國 72 年設置，使用年限為 18 年。因該 5 座藥槽(NaOH 3 座、PACl 2 座)已老舊逾使用年限，且槽體膨脹嚴重變形，為確保淨水藥品儲存安全及儲存量穩定，故亟需予以汰換。

(二)提升次氯酸鈉儲存量

將原氫氧化鈉(NaOH)40M³ 玻璃纖維強化塑膠(以下簡稱 FRP)藥槽 2 槽遷移至長興淨水場加藥室後方，內襯整修後改為次氯酸鈉(NaOCl)藥槽，以提升長興場次氯酸鈉儲存量，俾確保其他淨水場藥品轉運調度之穩定。

三、實例施工說明

本處長興淨水場藥槽等設備改善工程於 103 年 7 月 31 日開工，原訂契約工期(550

日曆天)至 105 年 2 月 6 日，已提前於 104 年 12 月 23 日竣工，計完成新建不銹鋼藥槽 5 槽(含基座)、新建不銹鋼藥槽 5 槽及藥槽整修 7 槽之內襯 FRP 鋪設等工程。

(一)主要施工內容：

1.藥槽拆除(水泥+內襯不銹鋼)及新設(316L 不銹鋼+內襯 FRP)：

(1)藥槽拆除：

既設藥槽拆除前需做好安全防護及隔離，管溝受影響區域設置鋼板防護，確實避免拆除及施工過程影響加藥管路及加藥室正常加藥作業。拆除已老舊逾使用年限，槽體膨脹嚴重變形及龜裂之水泥藥槽(內襯不銹鋼)5 槽，如圖 1~3。

(2)PACl 及 NaOH 儲槽區藥槽汰換，儲槽主要規格如表 1 所示：

PACl 100M³藥槽 1 槽汰換為 150M³ NaOH 藥槽；PACl 100M³藥槽 1 槽汰換為 300M³ PACl 藥槽；NaOH 100M³藥槽 1 槽汰換為 150M³ NaOH 藥槽；NaOH 100M³藥槽 2 槽汰換為 300M³ PACl 藥槽。



圖 1 100 噸氫氧化鈉(NaOH)藥槽 3 槽已老舊逾使用年限，槽體膨脹嚴重變形



圖 2 100 噸多元氯化鋁(PACI)藥槽 2 槽已老舊逾使用年限，槽體膨脹嚴重變形



圖 3 拆除藥槽

(3)材料規範-316L 不銹鋼

藥槽槽體使用之 316L 不銹鋼，須符合 CNS8497 G3163 或 CNS 8499 G3164 標準中種類符號 316L 或 A316L 規定，或依慣例採用符合 ASTM、JIS 等相當標準之材料。

(4)藥液儲槽本體

A.316L 不銹鋼板需提供鋼鐵工廠之出廠檢驗證明。316L 不銹鋼板現場組裝前，由監工會同進行厚度量測與取樣，厚度誤差範圍符合 CNS 規定後進行取樣，並送至經 TAF 認可實驗室檢驗，檢驗內容至少包含成分及機械性質，須符合規定後方能開始安裝。

表 1 儲槽主要規格一覽表

設備名稱	NaOH 藥液儲槽	PAC 藥液儲槽
數量	2	3
槽體尺寸(m)	6800 mm ϕ ×5100 mm SH	6800 mm ϕ ×9160 mm SH
槽側板厚度(mm)	6	6/8
槽底板厚度(mm)	6	8
槽頂板厚度(mm)	6	6
操作溫度	常溫	常溫
容量(m ³)	150	300
焊接效率	85%	85%
放射線檢查 (焊道總長)	15%	15%
腐蝕裕度(mm)	0	0
內容物及比重	45%NaOH 藥液 ，比重 1.45	PAC 藥液 ，比重 1.2
塗裝(槽內)	FRP 內襯	FRP 內襯
塗裝(槽外)	環氧樹脂(EPOXY)	環氧樹脂(EPOXY)

備註：300 m³ 藥槽側板，底部起算至藥槽側板高度 3m，原則上採用 8mmt 316L 不銹鋼鋼板，其餘部分使用 6mmt 316L 不銹鋼鋼板。

B.本體、管嘴、人孔及內部補強等接液部份材料使用 316L 不銹鋼，過牆管使用 316L 不銹鋼 SCH.10S 鋼管內襯 FRP；槽外補強、爬梯、安全護欄及槽頂欄等非接液部份材料均使用 304 不銹鋼，槽體板厚度及補強材規格等製造商需依藥液儲槽操作條件，並依相關規範標準設計之。

C.藥液儲槽以現場組裝焊接為原則，為考慮現場組裝及加工之方便性，鋼板及附屬設施可於工廠先予加工成型，再運至工地組裝，如圖 4~5；惟廠商需負責選擇適當的搬運機具及避免成型材料因搬運而產生的變形或損傷。



圖 4 新建 150 噸不銹鋼藥槽吊運安裝中



圖 5 新建 300 噸不銹鋼藥槽吊運安裝中

類」相關適用規定辦理，檢驗結果分類需優於第二種缺陷等級(含)方判定合格。



圖 6 焊道放射線檢測



圖 7 焊道放射線檢測

D.檢驗：

- (a)儲槽焊接過程，廠商依施工進度分批於已完成焊道進行 100%焊道非破壞檢驗(如超音波或液滲)，施工中檢驗不合格部分，該批焊道經處理並檢驗合格後方能繼續施工，全部焊道檢驗合格後能進行放射線檢測。
- (b)槽體施工過程或完工後，依相關準則規定辦理尺寸檢查,至少須量測真圓度及垂直度,須符合準則規定誤差。
- (c)儲槽於完成焊接作業後，採放射線檢測法 (RT) 施行非破壞性檢測，如圖 6~7，檢驗長度至少為焊接長度之 15%，檢驗位置由監工指定，其檢測方式依照中國國家標準 CNS 12619-Z8076「不銹鋼熔接件射線檢測法」及 CNS 12671-Z8090「不銹鋼熔接縫放射線透射試驗法及透射照片之等級分

2.基座設計功能說明

(1)藥槽基礎:

主要支撐不銹鋼儲槽及儲存藥液重量，基座全高約 1.2m，地面上高度至少 0.5m，本工程拆除既設藥槽後新設 150M³ NaOH 藥槽 2 槽、300M³ PAC 藥槽 3 槽。基礎設計參考圖說設計，若強度不足，廠商依負載設計修正基礎設計，強度須符合國家標準。

(2)PACl 及 NaOH 藥槽區基座:

A.PACl 及 NaOH 藥槽區:內部容納 150M³ NaOH 藥槽 2 槽， 300M³ PACl 藥槽 6 槽，廠商依儲藥槽藥液種類、管路配置方式及現場環境進行基座細部設計。

B.基座四周設置防溢堤,避免洩漏後藥液溢流至外部,防溢堤高度約 0.75m;基座內部四周配合排水系統及管溝設計集水溝及集水坑,收集後雨水集中於集水坑,集水坑位置配合基座及排水系統設置,基地內積水由內部集水坑流到基地外排水系統,基地外設置集水坑除收集基地內積水或洩漏藥液外,尚收集設於基地外兩側排水系統及管溝內積水,收集後積水與路旁排水系統連結。基地內外集水坑設置排水管路連接並將基地內積水排至基地外,並於方便操作位置設置閥類開關以利操作。

C.基座底部原則上鋪 10cm 140kgf/cm² PC+20cm 210kgf/cm² RC,上方以承載回收藥液槽車為設計基準,廠商依負載設計基座,強度須符合國家標準。

D.入口 2 藥槽間設回收藥液槽車置放區,表面具備防滑功能,槽車置放區域以耐蝕漆標示區域,防溢堤於槽車進出位置設置不銹鋼防水閘門,閘門寬約 6.2m,高度至少與防溢堤高度相同,防水閘門採單開或對開式,平時關閉,槽車進出時開啟。

E.不銹鋼防水閘門(如圖 8):

(a)閘門:內外兩面使用 6mmt 316L 不銹鋼鋼板做為面板,內部及邊框使用至少與面板相同厚度 316 L 不銹鋼鋼材進行補強,加工組立成 6cm 厚閘門本體。

(b)門框:使用 6mmt 316L 不銹鋼鋼板加工,配合基座與防溢堤預埋。

(c)止水橡膠:材質 VITON,厚度至少 25mm,配合門框及閘門密合設計安裝。

(d)其他五金另料:閘門開關操作後扭,主軸至少 25mm,搭配銅軸套進行整體設計;閘

門及門框密合使用不銹鋼螺絲把手進行加壓迫緊,每扇門後扭及不銹鋼螺絲把手至少各 2 處。

(e)門框設計須避免車輛進出產生跳動或造成門框變形。

F.配合防水閘門設置,安裝門框及固定閘門處鋼筋及防溢堤厚度須進行補強設計,確保閘門操作正常。



圖 8 不銹鋼防水閘門施工

(3)原氫氧化鈉(NaOH)40M³ FRP 藥槽 2 槽遷移修整後更改為次氯酸鈉藥槽之基座:

A.基座尺寸約 10×8m,可容納 2 藥槽及次氯酸鈉補充系統,廠商依儲槽尺寸及管路配置方式,配合現場環境進行細部設計。

B.為避免儲槽有效餘氯降低,配合加藥室整體考量設置隔熱設備。

C.基座底部鋪 10cm 140kgf/cm² PC,藥槽底部須高於基座 20cm,廠商依負載設計基座,強度須符合國家標準。

(4)本工程土木結構基座(含混凝土坍度設計)及佈筋方式由土木或結構技師設計及簽證。

3.藥液儲槽 FRP 內襯規範功能說明

藥液貯槽用以存放 45% 氫氧化鈉(NaOH)、多元氯化鋁(PACl)及 12%次氯酸鈉



(NaOCl) 藥液，為強化藥槽之耐腐蝕能力，故增加 FRP 內襯處理，延長其使用年限。所有使用之內襯材料需能安全貯存藥液，且材料不得使儲存藥液變質。

(1)材料

材料係由乙烷基酯級樹脂(Vinyl Ester Resins)、玻璃纖維、硬化劑、促進劑和接著劑等所結合而成之高強度且具耐酸鹼特性之結構，選用之乙烷基酯樹脂抗化特性須能滿足儲存藥液種類，廠商自行選定材料及積層方式送審，測試合格且核備後施作。

(2)接液部表面耐蝕層:

儲存 PACl 及 NaOH 藥液，使用材料：表面蓆+乙烷基酯級樹脂；儲存 NaOCl 藥液，使用材料：不織布+乙烷基酯級樹脂，不織布或表面蓆鋪設過程面與面之間至少須搭接 2” 以上，施工如圖 9~10。



圖 9 內襯 FRP 施工



圖 10 內襯 FRP 施工

(3)檢驗

A.於規範規定事項須辦理檢驗部分，應依最新版 CNS 11656 K3085 玻璃纖維強化塑膠化學槽（纏絲成型）及 CNS 11657 K6884 玻璃纖維強化塑膠化學槽（纏絲成型）檢驗法辦理。

B.施工前材料試驗：

(a)玻璃纖維物性試驗：廠商於玻璃纖維內襯製造前，應會同本處人員於現場以廠商所提送之樹脂與纖維樣品製作玻璃纖維材料試片，厚度為分別為 3 mm 及 5 mm 以上(含)，本處並得於試片簽章以資識別上，並送至經 TAF 認可實驗室檢驗，符合規定後始可施工。其機械性質須符合 CNS 標準，並取得前述檢驗機構正本測試報告經本處審查核可後，方得採用。

項目	槽體試片
抗拉強度	須符合 CNS11656 K3085 表 14 規定 (橫向及垂直向各作一次，均須符合)
抗曲強度	須符合 CNS11656 K3085 表 14 規定
抗曲彈性率	須符合 CNS11656 K3085 表 14 規定
耐蝕試驗	45%之氫氧化鈉、多元氯化鋁及至少 12%次氯酸鈉浸泡 168 小時，無起泡或龜裂現象發生。

(b)試片製作前檢附預定施工材料使用之廠牌及型號，依據送審廠牌及型號製作試片，試片經測試合格並核備後做為施工材料依據;廠商若欲變更使用材料，需重新製作試片送驗，經本處核備後變更施工材料。

C.完工後檢驗或試驗

(a)厚度檢查

接液部耐蝕層施工前需會同監工人員

依設計需求規定進行厚度檢查，測量厚度所需工具由廠商負責提供，符合規定厚度後才能進行耐蝕層施工。

(b)外觀品質檢查：

依 CNS 11656 K3085 第 6 章進行施工後品質檢查，檢查結果須符合該標準。

(c)針孔檢測

內襯施作完成後，廠商應自備電壓針孔掃描儀器或設備，會同本處監工人員對於所施作之內襯辦理檢測，以規定之內襯厚度調整合適之電壓檢測(9.6KV)，如圖 11。檢測過程中須達無發生火花現象或無警報聲響為合格；如發生針孔反應點，該部位必須加以改善，直到全槽經針孔檢測合格後始得進行藥槽試水。



圖 11 針孔檢測

(d)藥液儲槽試水

本案工期內含每槽試水時間 7 天，試水期間若有洩漏，廠商需迅速整修並再經針孔檢測後再重新試水，試水時間重新計算，試水及整修皆包含於工期內。

D.外觀

藥液貯槽內、外壁應無銜接處，且必須平整光滑，無起泡、針眼、斑點或纖維突出等缺陷。

4.配合藥槽拆除，管槽及管路整合及既設藥槽整修：

- (1)既設 PACl 藥槽 1 槽及既設 NaOCl 藥槽 1 槽內襯整修。
- (2)既設 PACl 藥槽 2 槽內襯整修後改為 NaOCl 藥槽。
- (3)既設 PACl 藥槽 1 槽內襯整修後改為 NaOH 藥槽。
- (4)既設 PACl 藥槽 3 槽配合藥槽區整體外觀設計進行外部粉刷。
- (5)管溝拆除新建，如圖 12；設置進藥及轉運泵浦，如圖 13。



圖 12 管溝新建及 EPOXY 防蝕塗裝



圖 13 進藥及轉運泵浦安裝

(6)管槽及管路整合，如圖 14。



圖 14 管槽及管路整合

5.電氣及儀控設備工程：

- (1)進藥及轉運泵浦電氣盤、加藥室儀控訊號整合至新設 PLC 盤及控制桌。
- (2)監控系統及相關配合設施。

四、結論

本處長興淨水場藥槽等設備改善工程完工後，對水處理藥品儲存容量增加、用藥穩定及安全提升皆有重大助益，並可確保穩定其他淨水場藥品轉運調度，除確保淨水藥品安全儲量及檢驗合格後方能使用之規定，亦大幅降低淨水處理風險，使淨水加藥操作更便利，減輕操作人員負荷，提升淨水效能。

參考文獻

- 1.臺北自來水事業處，長興淨水場藥槽等設備改善工程契約，臺北自來水事業處，2014年。

作者簡介

張琰竣 先生

現職：臺北自來水事業處淨水科三級工程師

專長：化學工程、環境工程、淨水處理、自來水工程設計及施工

小型 C 級水量計性能實證研究

文/黃心怡、江淑惠、吳振榮、董書炎、王淑芳

摘要

水量計為台水公司與用戶間買賣售水之計價工具，水量計能否充分發揮計量功能，對水費營收影響甚鉅。依據國家標準 CNS14866-1 (民國 93 年) 載明，水量計區分為 A、B、C、D 四種等級，各種水量計等級依不同口徑、型式，均訂有適當流量範圍，如脫離其使用範圍時，勢將徒增不感流量或造成水量計損壞。

口徑 40mm (含) 以下 C 級水量計已有通過標檢局型式認證之產品，可做為台水公司採購安裝之標的，惟是否全面換裝，仍需審慎評估。為了解 C 級表裝置於用戶端之計量性能，採 BC 串聯方式進行同步計量，透過抄表度數分析 B、C 級水量計之計量差異，評估換裝水費營收效益，並作為未來選購水量計表種等級參考，本研究期望如下：

1. 依 B、C 級水量計特性，比較兩種水量計流量之實地量測差異性。
2. 藉由 C 級水量計靈敏度較高之特性，將過去傳統 B 級表不感流量有效計量，提升公司水費營收，減少用戶用水疑義。

關鍵字：C 級小型水量計、BC 串聯、抄表度數分析

一、前言

依台灣自來水公司 (以下簡稱台水公司) 105 年 6 月底統計資料，水量計裝置數約 696 萬 (含總表)，其中口徑 40mm (含) 以下小型水量計約 694 萬只，使用機械式水量計；口徑 50mm (含) 以上之大型水量計

約 2 萬只，使用電子式水量計，在 101 年以前台水公司採用水量計均以 B 級表為主。

從國內外水量計相關研究文獻，C 級表計量精度較 B 級表為高，可將傳統 B 級表無法量測到的不感流量 (Under Registration) 有效計量。為驗證 C 級水量計性能及耐用度，台水公司於 100 年擇口徑 50mm~100mm 大型水量計，進行為期半年 BC 串聯之用水量差異研究，測試結果發現 C 級大型水量計可明顯提升用水量 (微量及少量進水狀態用水量約增加約 6%，大流量約增加 1~2%)，自 102 年起大型水量計逐年汰換為 C 級表。至於小型水量計方面，實務上用戶曾質疑 B 級表之計量精準度，台水公司尚未針對小型 C 級水量計進行相關研究，因此規劃擇口徑 40mm (含) 以下小型水量計，採 BC 串聯方式進行同步計量研究，期藉由 C 級水量計靈敏度較高之特性，減少水量計不感流量，提升計量以裕營收。

二、計畫執行

為探討不同口徑 B、C 級水量計之計量差異，台水公司十二個區管理處依分配量擇適當表位，將 C 級表與 B 級用戶水量計串聯進行測試，測試樣本計 1,194 只進行一年之用水紀錄與觀察 (104 年 6 月~105 年 6 月)，配合抄表期程以每 2 個月為一期，抄表人員定期前往安裝地點同時抄錄 B、C 級表指針數。

藉由記錄 B、C 級水量計之累計抄見量，可以得到兩只水量計於測試期間的用水

計量資訊，進行測試樣本 B、C 級水量計之計量數據分析，以瞭解 B、C 級水量計在實際用戶進水狀況下的計量差異並加以分析研討。

三、測試計量資料分析

測試樣本之用水記錄配合抄表期程，每 2 個月進行抄錄，自 104 年 6 月底完成換裝後，至 8 月底彙整第一期資料(以下簡稱 BC 一期)，105 年 6 月底彙整第六期資料(以下簡稱 BC 六期)。測試期間對於抄表錯誤、水量計故障…等，該期視為無效樣本予以排除，各期以有效樣本計算 B、C 級水量計用水量及差異率。

(一)BC 一期

- 1.有效樣本 1,168 只，其中 C 級表小於 B 級表計 131 只，無差異計 285 只，C 級表大於 B 級表計 752 只。
- 2.B 級表總用水量 55,708 度、C 級表總用水量 58,798 度，BC 級差異量 3,090 度，差異率約 5.55%。
- 3.差異率以一區 9.59% 最高、其次三區 7.87%、八區 6.66%；最低十一區 3.15%、其次十二區 3.88%、四區 4.72%。

(二)BC 二期

- 1.有效樣本 1,149 只，其中 C 級表用水量小於 B 級表 130 只，無差異 209 只，C 級表用水量大於 B 級表 810 只。
- 2.B 級表總用水量 80,684 度、C 級表總用水量 84,485 度，BC 級差異量 3,801 度，差異率約 4.71%。
- 3.差異率以一區 9.94% 最高、其次六區 8.02%、三區 7.6%；最低十二區-0.14% 最高、其次二區 1.27%、四區 3.13%。

表 1 BC 一期用水量及差異率

區處	BC 一期用水量及差異率				
	有效 樣本	B級表	C級表	差異量	差異率
		A	B	C=B-A	D=C/A*100%
一區	99	3,745	4,104	359	9.59%
二區	93	3,485	3,674	189	5.42%
三區	99	3,051	3,291	240	7.87%
四區	100	7,839	8,209	370	4.72%
五區	100	4,455	4,713	258	5.79%
六區	98	3,707	3,943	236	6.37%
七區	94	5,428	5,740	312	5.75%
八區	98	1,831	1,953	122	6.66%
九區	99	4,180	4,450	270	6.46%
十區	92	4,496	4,732	236	5.25%
十一區	99	3,429	3,537	108	3.15%
十二區	97	10,062	10,452	390	3.88%
總計	1,168	55,708	58,798	3,090	5.55%

表 2 BC 二期用水量及差異率

區處	BC 二期用水量及差異率				
	有效 樣本	B級表	C級表	差異量	差異率
		A	B	C=B-A	D=C/A*100%
一區	99	4,970	5,464	494	9.94%
二區	92	3,946	3,996	50	1.27%
三區	97	3,949	4,249	300	7.60%
四區	99	7,822	8,067	245	3.13%
五區	97	6,225	6,612	387	6.22%
六區	93	4,288	4,632	344	8.02%
七區	92	11,130	11,617	487	4.38%
八區	94	5,185	5,494	309	5.96%
九區	98	6,471	6,806	335	5.18%
十區	94	5,474	5,817	343	6.27%
十一區	96	8,786	9,310	524	5.97%
十二區	98	12,438	12,421	-17	-0.14%
總計	1,149	80,684	84,485	3,801	4.71%

(三)BC 三期

- 1.有效樣本 1,106 只，其中 C 級表用水量小於 B 級表 107 只，無差異 246 只，C 級表用水量大於 B 級表 753 只。
- 2.B 級表總用水量 74,283 度、C 級表總用水量 77,610 度，BC 級差異量 3,327 度，差異率約 4.48%。
- 3.差異率以六區 7.47% 最高、其次五區 7.09%、十區 7.03%；最低十二區 1.84%、其次四區 3.17%、七區 3.65%。

表 3 BC 三期用水量及差異率

區處	BC 三期用水量及差異率				
	有效 樣本	B級表	C級表	差異量	差異率
		A	B	C=B-A	D=C/A*100%
一區	97	3,696	3,863	167	4.52%
二區	91	4,259	4,432	173	4.06%
三區	95	3,696	3,911	215	5.82%
四區	99	7,456	7,692	236	3.17%
五區	93	6,378	6,830	452	7.09%
六區	94	4,286	4,606	320	7.47%
七區	88	11,371	11,786	415	3.65%
八區	91	6,616	6,978	362	5.47%
九區	90	6,056	6,317	261	4.31%
十區	90	4,710	5,041	331	7.03%
十一區	94	7,396	7,637	241	3.26%
十二區	84	8,363	8,517	154	1.84%
總計	1,106	74,283	77,610	3,327	4.48%

(四)BC 四期

- 1.有效樣本 1,114 只，其中 C 級表用水量小於 B 級表 99 只，無差異 266 只，C 級表用水量大於 B 級表 749 只。
- 2.B 級表總用水量 65,579 度、C 級表總用水

量 68,573 度，BC 級差異量 2,994 度，差異率約 4.57%。

- 3.差異率以六區 7.42% 最高、其次十區 6.99%、九區 6.03%；最低十二區 1.96%、其次四區 2.76%、十一區 3.47%。

表 4 BC 四期用水量及差異率

區處	BC 三期用水量及差異率				
	有效 樣本	B級表	C級表	差異量	差異率
		A	B	C=B-A	D=C/A*100%
一區	95	4,344	4,574	230	5.29%
二區	94	3,573	3,709	136	3.81%
三區	99	3,639	3,781	142	3.90%
四區	97	7,025	7,219	194	2.76%
五區	95	5,822	6,170	348	5.98%
六區	91	3,884	4,172	288	7.42%
七區	87	7,594	7,947	353	4.65%
八區	93	6,682	7,014	332	4.97%
九區	88	3,998	4,239	241	6.03%
十區	99	4,894	5,236	342	6.99%
十一區	96	7,385	7,641	256	3.47%
十二區	80	6,739	6,871	132	1.96%
總計	1,114	65,579	68,573	2,994	4.57%

(五)BC 五期

- 1.有效樣本 1,139 只，其中 C 級表用水量小於 B 級表 98 只，無差異 295 只，C 級表用水量大於 B 級表 746 只。
- 2.B 級表總用水量 77,835 度、C 級表總用水量 81,284 度，BC 級差異量 3,449 度，差異率約 4.43%。
- 3.差異率以三區 8.11% 最高、其次六區 7.09%、十區 6.25%；最低十二區 1.84%、其次一區 3.3%、十一區 3.74%。

4. BC 五期差異率較 BC 四期以三區增幅 4.21%最大，經查係因轄區通霄銅鑼所差異率 14.92%偏高所致，該所測試樣本均裝置於銅鑼鄉九湖村，屬配水管網末端，當供水壓力不穩定時，易導致用戶水塔浮球閥開關啟動頻繁，造成用戶水表異常轉動。從 C 級表漏水天數及反向天數之附加功能，本期因水錘作用及內線漏水之問題，微小流量情形偏高。顯示在供水壓力高且不穩定，小流不感機率偏高，致 C 級表計量較 B 級表為多，供水壓力亦為影響 B、C 級計量差異之因子。

表 5 BC 五期用水量及差異率

區處	BC 三期用水量及差異率				
	有效樣本	B級表	C級表	差異量	差異率
		A	B	C=B-A	D=C/A*100%
一區	99	4,972	5,136	164	3.30%
二區	87	4,092	4,276	184	4.50%
三區	99	4,056	4,385	329	8.11%
四區	96	5,465	5,679	214	3.92%
五區	97	7,622	8,024	402	5.27%
六區	94	4,191	4,488	297	7.09%
七區	94	11,118	11,558	440	3.96%
八區	96	6,183	6,476	293	4.74%
九區	92	10,855	11,285	430	3.96%
十區	99	4,833	5,135	302	6.25%
十一區	100	6,744	6,996	252	3.74%
十二區	86	7,704	7,846	142	1.84%
總計	1,139	77,835	81,284	3,449	4.43%

(六)BC 六期

1.有效樣本 1,155 只，其中 C 級表用水量小於 B 級表 94 只，無差異 268 只，C 級表用

水量大於 B 級表 793 只。

2. B 級表總用水量 78,669 度、C 級表總用水量 82,083 度，BC 級差異用水量 3,414 度，差異率約 4.34%。
3. 差異率以九區 6.72% 最高、其次六區 6.64%、三區 5.89%；最低十二區 1.29%、其次四區 2.82%、二區 3.51%。

表 6 BC 六期用水量及差異率

區處	BC 六期用水量及差異率				
	有效樣本	B級表	C級表	差異量	差異率
		A	B	C=B-A	D=C/A*100%
一區	98	4,405	4,571	166	3.77%
二區	97	3,993	4,133	140	3.51%
三區	99	4,501	4,766	265	5.89%
四區	98	6,880	7,074	194	2.82%
五區	93	6,279	6,628	349	5.56%
六區	96	4,352	4,641	289	6.64%
七區	93	11,917	12,354	437	3.67%
八區	99	6,774	7,047	273	4.03%
九區	93	8,411	8,976	565	6.72%
十區	98	5,652	5,969	317	5.61%
十一區	97	8,513	8,842	329	3.86%
十二區	94	6,992	7,082	90	1.29%
總計	1,155	78,669	82,083	3,414	4.34%

(七)BC 一期~六期

- 1.依測試期間六期 B 級表總用水量 432,758 度、C 級表總用水量 452,835 度，BC 級差異用水量 20,077 度，差異率約 4.64%。
2. 差異率以六區 7.18% 最高、其次三區 6.51%、十區 6.22%；最低十二區 1.7%、其次四區 3.42%、二區 3.73%。

3.經六期用水量及差異率分析發現，六區各期高差異率，十二區各期低差異率，十二區測試樣本用水量 52,298 度較六區 24,708 度為高，用水量多寡亦為影響 B、C 級計量差異之一，後續在（八）、4 研析。

表 7 BC 一期~六期用水量及差異率

區處	BC一期~六期總用水量及差異率			
	B級表	C級表	差異量	差異率
	A	B	C=B-A	D=C/A*100%
一區	26,132	27,712	1,580	6.05%
二區	23,348	24,220	872	3.73%
三區	22,892	24,383	1,491	6.51%
四區	42,487	43,940	1,453	3.42%
五區	36,781	38,977	2,196	5.97%
六區	24,708	26,482	1,774	7.18%
七區	58,558	61,002	2,444	4.17%
八區	33,271	34,962	1,691	5.08%
九區	39,971	42,073	2,102	5.26%
十區	30,059	31,930	1,871	6.22%
十一區	42,253	43,965	1,712	4.05%
十二區	52,298	53,189	891	1.70%
總計	432,758	452,835	20,077	4.64%

(八)用水計量影響因子研析

BC 串聯以同步計量測試用戶之計量數據，經六期測試差異率約 4.64%，實測結果 C 級表具有較高的低流計量敏感度，可提高用水計量。B、C 級表計量差異除低流不感外，本研究針對 BC 串聯測試樣本進行探討可能影響因子，如供水模式、C 級表串聯位置、B 級表齡、口徑大小、用水量多寡等項目研析。

1.供水模式-直接供水、間接供水

連接至用戶水量計的進水模式分為直接供水或間接供水，直接供水為利用配水管水壓直接供應用戶給水栓及衛生設備，閥門操作直接調整流量大小；間接供水藉由蓄水池或水塔，水面浮動上下自動開關閥門，控制方法分為浮球機械式、液位開關式。

統計測試樣本之供水模式，直接供水 616 只、間接供水 578 只，且用戶裝置的水塔型式以浮球機械式為多。以六期總用水量計算差異率(如圖 8)，直接供水 4.29%較間接供水 4.94%為低，顯示 B、C 級水量計之計量差異受到低流進水影響，直接供水直接反

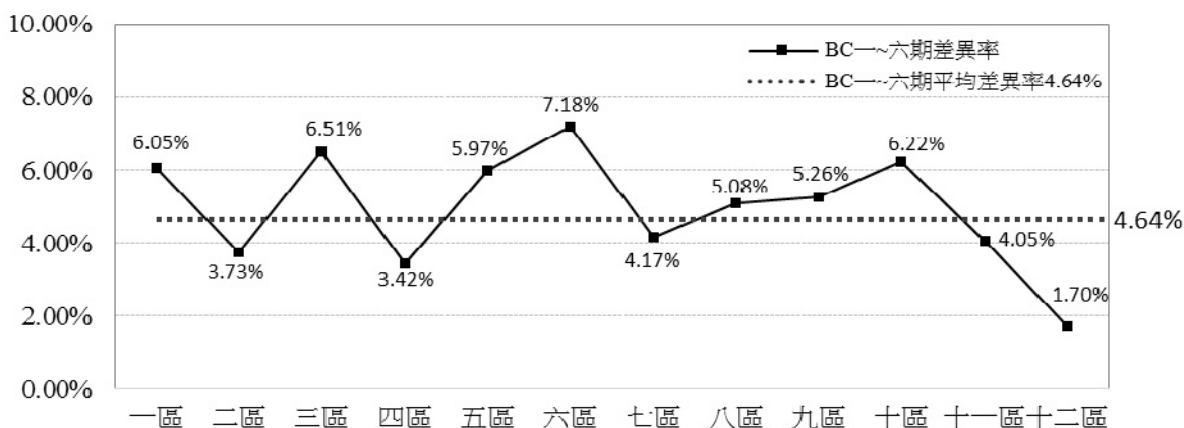


圖 1 十二區管理處 BC 一期~六期差異率

映用戶用水行為，低流所占比率較低；而浮球機械式水塔導致進水末期有閥門開度低導，低流進水比率較高，致 B、C 級差異率偏高。

表8 供水模式之BC級用水量及差異率

供水模式	BC 一期~六期			
	用水量		差異數	差異率
直接供水 (616只)	B 級表	198,802	8,521	4.29%
	C 級表	207,323		
間接供水 (578只)	B 級表	233,958	11,551	4.94%
	C 級表	245,509		

2.C 級表串聯位置-C 前 B 後、B 前 C 後

C 級表安裝原則分為 C 前 B 後或 B 前 C 後，經統計測試樣本之 C 級表串聯位置，C 前 B 後 899 只、B 前 C 後 295 只。為探討 C 級表位置是否影響 B、C 級計量，以六期總用水量計算差異率(如表 9)，C 前 B 後 4.53% 較 B 前 C 後差異率 4.96% 為低，惟兩者差異不大，研判 B、C 級表裝置位置相近，致 B、C 級表計量差異不明顯。

表9 C級表串聯位置之BC級用水量及差異率

串聯方式	BC 一期~六期			
	用水量		差異數	差異率
C 前 B 後 (899 只)	B 級表	326,866	14,820	4.53%
	C 級表	341,686		
B 前 C 後 (295 只)	B 級表	105,893	5,256	4.96%
	C 級表	111,149		

3.B 級表齡-新 B 新 C、舊 B 新 C

螺紋式水量計裝置後發生機械性磨耗，受到日曬雨淋以及溫差漲縮影響，使葉輪或內部構件變形，水質不佳造成水量計進水口遭到微量阻塞，使水流噴射速度加快，

致檢查器差大多為正器差，隨著進水口遭到阻塞越多，較小的流量無法帶動葉輪轉動，使得水量計轉動偏慢，檢查公差多轉負器差。

為探討 B 級表齡是否影響 B、C 級計量差異，B 級表以裝置 103 年度定義為新 B，其餘各年度定義為舊 B，且不考慮後續各期水量計裝拆變動。

經統計測試樣本舊 B 新 C 為 787 只、新 B 新 C 為 407 只。以六期總用水量計算舊 B 新 C、新 B 新 C 差異率(如表 10)，舊 B 新 C 差異率 4.29% 較新 B 新 C 差異率 5.39% 為低，探討原因 B 級表會隨使用年度影響正、負器差，惟本研究未對各年度 B 級表辦理器差檢測，無法確認舊 B 表之器差表現，舊 B 新 C 差異率較低之成因，需再進一步研析。

表10 B級表齡之BC級用水量及差異率

B 級表齡	BC 一期~六期			
	用水量		差異數	差異率
舊 B 新 C (787 只)	B 級表	294,809	12,642	4.29%
	C 級表	307,451		
新 B 新 C (407 只)	B 級表	137,947	7,439	5.39%
	C 級表	145,386		

4.水量計口徑-13mm~40mm

水量計口徑較大能準確測量大流量，惟過小的流量難以推動水量計無法量測；口徑較小的水量計可準確測量小流量，但大流量大於超載流量，測量不準且易減損使用年限，用戶平均用水量與口徑大小會影響水量計的計量準確度，倘若用戶裝置口徑不適宜之水量計，容易產生計量不準確問題，且口徑越大，其小流不感的機率越大。

台水公司「水量計(13~40mm)不準度

研究」(1)，進行水量計計量頻譜測試之用戶進水狀況，探討口徑 13~40mmB、C 級表之計量差異率，經由 FWME 修正計算其差異並刪除離群值後，所得平均值 13mm 4.9%、20mm 5.3%、25mm 6.9%、40mm 8.5%，研究結論口徑 40mm 低流不感情形較為嚴重，差異率較其他口徑大，口徑 13mm 差異率則較其他口徑小。

有關各口徑測試樣本數，分別 13mm 39 只、20mm 1,027 只、25mm 126 只以及 40mm 2 只，共計 1,194 只。以六期總用水量計算口徑 13~40mm 差異率（如表 11），口徑 13mm 4.47%、20mm 5.03%、25mm 3.64%、40mm 8.72%，以口徑 40mm 差異率最高，25mm 差異率最低，40mm 低流不感機率較高，所得差異率最高，與「水量計(13~40mm)不準度研究」結論相同，惟 25mm 差異率最低係因極端值之測試樣本，或是其他影響因子需再深入探討方可得知。

5. 水量計口徑 20mm 之用水量分析

為探討 B、C 級差異率與各期平均用水量之間關聯性，擇樣本數最多口徑 20mm 1,027 只為研究對象，依六期平均用水量劃分五個群組，計算各群組差異率（如表 12）。

表 11 各口徑之 BC 級用水量及差異率

口徑	裝置數	BC 一期~六期			
		用水量		差異數	差異率
13mm	39	B 級表	10,124	453	4.47%
		C 級表	10,577		
20mm	1,027	B 級表	300,790	15,130	5.03%
		C 級表	315,920		
25mm	126	B 級表	120,448	4,383	3.64%
		C 級表	124,831		
40mm	2	B 級表	1,410	123	8.72%
		C 級表	1,533		

第一群組（平均用水量 0~11 度）樣本數 209 只、差異量 202 度、差異率 18.43%；第二群組（平均用水量 12~25 度）樣本數 208 只、差異量 436 度、差異率 10.55%；第三群組（平均用水量 26~41 度）樣本數 199 只、差異量 587 度、差異率 8.64%；第四群組（平均用水量 42~66 度）樣本數 210 只、差異量 647 度、差異率 6.04%；第五群組（平均用水量 67 度以上）樣本數 201 只、差異量 756 度、差異率 2.54%。

當各期平均用水量越小，C 級比起 B 級增加計量效果較明顯，所得計量差異率較高（如第一群組），反之，各期平均用水量越高，C 級比起 B 級增加計量效果不明顯，所

表 12 口徑 20mm 之用水量及差異率

群組	各期平均用水量	20mm 樣本數	B 級表用水量	C 級表用水量	差異量	差異率
第一群組	0~11 度	209	1,096	1,298	202	18.43%
第二群組	12~25 度	208	4,134	4,570	436	10.55%
第三群組	26~41 度	199	6,792	7,379	587	8.64%
第四群組	42~66 度	210	10,716	11,363	647	6.04%
第五群組	67 度以上	201	29,799	30,555	756	2.54%

得計量差異率較低（如第五群組）。另從用水量分析發現，C 級表安裝於高用水量之群組，在分子（差異量）、分母（用水量）皆高情形下，所得差異率雖低，但比起 C 級表安裝於低用水量之群組，可得到較高的差異水量，對台水公司增加較多的水費收入。

四、研究結論

B、C 級串聯測試樣本數計 1,194 只，進行一年用水觀察並每 2 個月記錄 B、C 級表抄見量（計六期），BC 一期~六期差異率落在 4.34%~5.55% 間，以 BC 級六期總用水量計算差異率約 4.64%，實測結果 C 級表靈敏度高，能改善 B 級表小流不感，提高用水計量。

分析測試樣本數 1,194 只 B、C 級計量表現，C 級表計量大於 B 級表佔 70%，B、C 級表計量無差異佔 20%，C 級表計量小於 B 級表佔 10%，顯示 B、C 級水量計受用戶的用水行為影響。裝置於用戶端水量計器差 $\pm 4\%$ ，倘 B 級表為正器差（如微量異物阻塞進水口），而 C 級表為負器差，器差正負相抵將有 C 級表計量小於 B 級表之情形，C 級表計量並非絕對大於 B 級表，受到其他因子影響。

對於影響 B、C 級計量相關因子，包含供水壓力、供水模式、C 級表串聯位置、B 級表齡、口徑大小、用水量多寡等方面研析。

(一) 在供水壓力高且不穩定情形下，易導致用戶水塔浮球閥開關啟動頻繁以及水錘作用，致 BC 級差異率偏高。

(二) 供水模式間接供水之浮球效應，小流不感機率偏高，致差異率較直接供水為高。

(三) 串聯順序 B 前 C 後、C 前 B 後，裝置 B、C 級表串聯位置相近，兩者差異率相近，研判非主要影響因子。

(四) 水量計隨著使用年度、水質異物等因素

阻塞進水口，器差檢查多為正器差，新 B 新 C 所得差異率較舊 B 新 C 為高。

(五) 分析口徑 13~40mm 差異率，以口徑 40mm 差異率最高，口徑 25mm 差異率最低。

(六) 「低用水量群組」差異率較「高用水量群組」為高。

參考文獻

1. 台灣自來水公司，水量計（13~40）mm 不準度研究，2015。
2. 鄭國華、許敏能、黃欽稜、周家榮、蔡淑惠、蔡裕國，用戶總表計量效能之宏觀分析與計量效能提升對策，自來水協會研究計畫，2014。
3. 水量計檢定檢查技術規範，CNMV 49 第 3 版，經濟部標準檢驗局，2008 年 6 月 25 日公告。
4. 水量計型式認證技術規範，CNPA 49 第 2 版，經濟部標準檢驗局，2005 年 12 月 8 日公告。

作者簡介

黃心怡女士

現職：台灣自來水公司營業處組員

專長：水量計營運管理、數值分析

江淑惠女士

現職：台灣自來水公司營業處組長

專長：水量計營運管理、數值分析

吳振榮先生

現職：台灣自來水公司副總經理

專長：自來水營運規劃與業務管理

董書炎先生

現職：台灣自來水公司營業處處長

專長：自來水營運規劃與業務管理

王淑芳女士

現職：台灣自來水公司營業處副處長

專長：自來水營運規劃與業務管理

無自來水地區供水之探討

文/葉泓暉

摘要

自來水供水系統受限於水源地取水限制，供水須自水源處取水，經過導水設備、淨水設備、配水設備，經由供水管網系統再連接至各使用端。由於相關設備設置地點受是否容易取得土地及所規劃之供水範圍、配合都市發展限制，並無法涵蓋所有人口居住之處，致有少數地區至今仍無自來水供應。一般而言，無自來水地區大多處於地勢較高之偏遠地區，該地區因離都市人口密集處較遠，人口分布較為稀少，且民眾已習慣就地取用山泉水，甚至認為山泉水口感較自來水優，或者較具規模之社區，採取自設供水系統設置簡易自來水設備，以致自來水事業基於經濟規模考量下，並未鋪設管線設備至該地區。惟近年來氣候異常雨量不足，枯水期間，部分偏遠地區居民即發生無山泉水可用之窘境，另水源污染問題日益嚴重，居民無法取得乾淨衛生的水源使用，導致偏遠地區之居民要求相關政府單位協助提供自來水供其使用。

一、前言

臺灣地區自來水之供應系統分為兩部分，臺北市及部分新北市由臺北市政府臺北自來水事業處(以下簡稱北水處)供應，其餘地區由經濟部國營事業之台灣自來水公司(以下簡稱台水公司)供應。北水處供水區之自來水普及率達 99.6%，供水戶數約 161 餘萬戶，供水人口約 385 餘萬人；台水公司之自來水普及率約為 91.81%，供水戶數約 594

餘萬戶，供水人口約 1,745 餘萬人；另離島地區之金門縣自來水普及率達 94.53%，供水戶數為 2,060 戶；連江縣自來水普及率為 97.47%，供水戶數為 265 戶。與其他先進國家相比，南韓 93%、瑞典 88%、奧地利 89%，皆較其他國家為高，惟仍有部分地區尚無自來水可用，估計約 53.6 萬戶。主要分布於屏東縣 14.35 萬戶、臺中市 5.11 萬戶、高雄市 4.32 萬戶、南投縣 3.9 萬戶等。

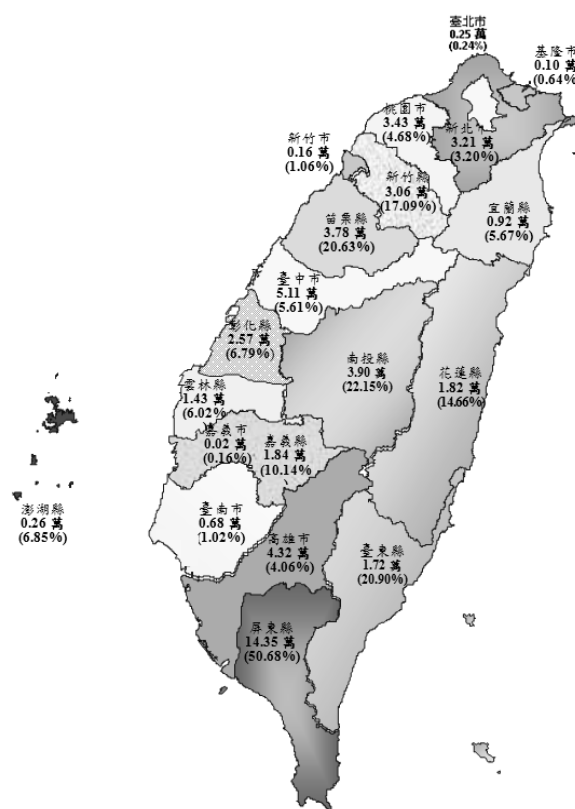


圖 1 臺灣地區尚未接引自來水戶數與比例圖

鑒於未來經濟情勢新發展、環境永續、全球氣候變遷等對水資源經營管理之影響，我國政府已籌謀因應對策，研議水資源經理基本計畫，俾為分年推動區域內水資源

規劃、工程實施暨有關經營管理計畫等之參據。

現階段政府之水資源計畫整體架構層次，區分為『政策綱領』，次為『區域性經理基本計畫』，再次為『個案計畫』等 3 層次，其中『區域性經理基本計畫』參酌水資源政策綱領之願景與主張，視各區域水源供需情勢、待解決問題，檢討並彙整關聯事項，研擬相關方案及個案工作計畫，再彙整為全國性之『臺灣地區水資源經理基本計畫』，作分年推動之水資源規劃及關聯計畫實施之參據。

二、法令概述

依自來水法第 61 條第 1 項：「自來水事業在其供水區域內，對於申請供水者，非有正當理由，不得拒絕。」並依自來水法施行細則第 8 條：「本法第 61 條第 1 項所稱正當理由如下：一、配水管尚未敷設到達者。二、當地出水或配水系統供水能力已達飽和尚未完成擴充者。三、供水有特殊困難，暫時無法克服者。四、其他經主管機關認定者。」據此，自來水法規範自來水事業在其供水區域內，對於申請供水者，雖有提供用水之義務，惟考量自來水事業經營須自負盈虧及供水條件無法配合情況下，對於部分地區未鋪設自來水管網系統，及當地供水能力飽和，供水困難暫時無法克服者，仍可拒絕供水申請。對於無自來水地區之居民，自來水事業因水價未反映實際成本與財務困難等因素，無法編列預算全面鋪設配水設備及管線工程，常常是被忽視的一群，因為這些無自來水地區零星用戶通常都位於較偏遠的高地區，供水至該地區須配合設置加壓站、配水池等設施，由原供水系統分段加壓並鋪設

管線，除須花費龐大建置費用，用地之取得亦相當困難，早期辦理無自來水地區改善，乃是請當地人士(通常是里長)協助取得設施設置地點之私人土地同意書後進行施作，後歷經土地之買賣或繼承，常有現有地主不同意設置之爭議，以致自來水事業常因私有土地問題涉訟，而對無自來水地區改善為之怯步，甚或在排除萬難完成供水系統建置後，申請用水戶數卻寥寥可數，所花費之成本與產生效益不成比例，亦是自來水事業對於無自來水地區供水改善未積極辦理之原因。

為保障無自來水地區居民之用水權利，在自來水法第 61 條第 1 項雖賦予自來水事業拒絕申請接水之一定的權利，惟於同條文第 2、3 項：「無自來水地區居民，申請自來水供水之用戶設備外線費用，得由政府逐年編列預算補助，並應優先補助低收入戶；其施設簡易自來水者，亦同。」、「前項補助辦法，由中央主管機關定之。」，並於第 4 項：「第一項申請供水者，對拒絕供水如有異議，得申請主管機關核定之。」除責由政府編列預算補助無自來水地區居民之用戶設備外線費用外，並提供申請供水遭拒絕之行政救濟管道。

三、改善計畫

基於自來水法協助無自來水地區接用自來水之精神，使用自來水攸關民眾生活品質之提昇，以及自來水普及率對一現代化社會有指標性的作用，各級政府對於無自來水地區供水改善亦列為其重要推動政策，臺灣地區分屬北水處及台水公司兩個供應系統，主管單位分屬臺北市政府及經濟部，於編列補助經費方面，經濟部自 91 年起逐年爭取預算，辦理自來水延管工程及補助直轄

市與縣(市)政府辦理簡易自來水工程及系統營運,並於 98 年至 100 年配合行政院推動「振興經濟新方案－擴大公共建設」爭取經費辦理「加強辦理無自來水地區供水改善計畫」。續於 101 年至 105 年辦理「無自來水地區供水改善計畫第二期(101-105 年)」,持續辦理改善民眾用水問題,目前執行中,計辦理自來水改善工程約 2 千件,受益戶數約 7 萬戶(表 1)。

表 1 經濟部歷年辦理自來水工程改善情形表

年 度	自來水改善工程				
	件數	受益 戶數	接水 戶數	預算數 (千元)	決算數 (千元)
91(偏遠)	45	3,375	(無調查 資料)	199,590	178,806
92(偏遠)	49	3,565	928	200,000	192,993
93(偏遠)	80	3,588	1,161	199,040	192,610
94(偏遠)	88	4,507	1,917	389,781	344,669
95	85	2,274	1,875	231,000	229,832
96	111	3,294	2,609	297,974	294,504
97	107	3,090	2,239	299,989	294,917
98	118	3,914	2,711	400,000	389,424
98(振興)	144	3,673	2,592	500,000	452,766
99(振興)	224	5,447	4,280	800,000	687,123
100(振興)	264	12,847	11,032	900,000	759,919
101 (第二期)	155	4,031	3,199	388,900	330,996
102 (第二期)	128	2,914	2,263	300,000	299,810
103 (第二期)	94	2,715	1,057	300,000	296,518
104 (第二期)	334	11,471	8,664	1,300,000	-
總計	2,026	70,705	46,527	6,706,274	4,944,887
平均	135	4,714	3,323	447,085	353,206

立法院並於 103 年 10 月 22 日第 8 屆第 6 會期經濟委員會第 6 次全體委員會議,要求經濟部規劃提升自來水普及率達 100% 方案,經濟部水利署亦於 103 年度辦理「台灣本島無自來水地區供水改善策略評估」,進行接飲自來水情況調查、評估並研議後續全台自來水改善策略,分區塊獨立經費分別評比辦理,納入計畫內一併考量。

由於「無自來水地區供水改善計畫第二期(101-105 年)」將於 105 年屆期,為利民眾供水改善工作無縫接軌,經濟部刻正研提「無自來水地區供水改善計畫第三期(106-109 年)」俾奉核後執行。

依行政院主計總處「中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法」附表一「中央對直轄市及縣(市)政府補助事項及最高補助比率」規定,有關「無自來水地區供水改善計畫」之補助比率未包含「各直轄市及縣(市)政府財力分級級次表」財力等級為第一級之直轄市及縣(市)政府(目前僅臺北市屬第一級),故北水處轄區僅新北市部分適用該計畫,並由新北市政府為補助單位。

臺北市政府雖未獲中央補助協助經費,惟對於北市無自來水地區亦規劃改善方案,並自行負擔經費。目前大臺北地區自來水供水普及率雖已達 99.6%,但仍有少數居住在偏遠高地區之散戶,尚未能接用自來水系統,為照顧這些民眾的用水需求,由市府逐年編列公務預算興建供水設施,將平地自來水分段加壓至高地區供應住戶,或興建簡易自來水設施,以供高地居民使用(表 2)。

表 2 北市歷年辦理自來水工程改善情形

行政區	地區	經費(萬元)	受益戶數	受益人數	完成日期
士林區	公館里	380	20	60	84年9月
	菁山里	44	25	100	84年5月
	平等里(內厝及內寮各50噸)	334	324	1,432	84年6月
	平等里(內厝擴大為400噸)	972	324	1,800	92年7月
	溪山里	412	353	1,800	87年9月
	東山里	150	10	40	103年11月
北投區	稻香里	1,345	240	823	86年12月
	中和里(大屯國小附近)	2,196	60	240	87年4月
	中和里(清聖宮附近)	1,392	80	320	90年2月
	奇岩里	540	180	1,063	88年10月
	泉源里	939	27	150	101年9月
文山區	萬興里(棲霞山莊)	855	54	240	87年4月
	指南里(觀光茶園)	6,059	400	1,500	88年6月
	老泉里	2,500	100	400	98年4月
	指南里(指南宮、圓山及草湳一帶)	4,370	49	196	103年12月
	指南里(指南宮後山至萬壽路107巷1-9號)	250			105年2月
內湖區	內溝里	730	60	250	85年
	碧山里	6,125	200	800	98年3月
南港區	舊庄里	7,238	155	620	90年3月
	山豬窟垃圾掩埋場	5,300	80	320	95年1月
	九如里	3,400	70	300	94年6月
總計		45,531	2,811	12,454	

除此之外，簡易自來水部份，各縣市政府均針對簡易自來水事業訂定管理辦法，輔導民眾經營管理。統計目前共有簡易自來水場 898 處，供水戶數約 10.9 萬戶，供水人口數約 36.6 萬人左右，超過半數之簡易自來水系統皆已組織管理委員會，辦理管理維護等事宜。

統計 101-105 年自來水延管工程長度(表 3)，101 年度及 102 年度約 10 萬公尺，103 年度約 13 萬公尺，104 年度約 39 萬公尺，

表 3 101-104 年已接管長度表(公尺)

縣市別	101 年	102 年	103 年	104 年	合計
臺北市	1,049	-	5,044	-	6,093
宜蘭縣	4,823	3,451	13,457	11,930	33,661
花蓮縣	630	2,460	200	27,375	30,665
南投縣	150	2,332	2,809	3,360	8,651
屏東縣	19,644	2,909	-	39,134	61,687
苗栗縣	18,588	23,917	15,085	45,327	102,917
桃園市	366	2,785	2,708	4,189	10,048
高雄市	10,414	21,848	9,963	35,317	77,542
基隆市	-	-	1,200	-	1,200
雲林縣	8,765	6,804	588	10,682	26,839
新北市	650	2,801	-	6,900	10,351
新竹市	-	200	-	70	270
新竹縣	7,160	8,962	14,851	57,182	88,155
嘉義縣	4,439	3,482	6,650	45,143	59,714
彰化縣	7,580	1,673	2,260	14,520	26,033
臺中市	13,107	9,147	53,911	78,101	154,266
臺東縣	750	370	-	5,809	6,929
臺南市	3,923	6,857	1,980	6,897	19,657
嘉義市	-	-	-	200	200
澎湖縣	-	-	173	370	543
總計	102,030	99,998	130,870	392,500	725,421

合計 101 至 104 年度約 73 萬公尺。各長度主要集中在臺中市、苗栗縣、新竹縣、高雄市、屏東縣及嘉義縣等普及率較低之鄉鎮市區，對於無自來水地區民眾供水改善有明顯助益。

統計 101-104 年自來水接水戶數(表 4)，101 至 104 年度合計受益戶數 21,517 戶、接水戶數 15,921 戶，接水率約 74%(無意願者約 26%)。各直轄市及縣(市)之接水戶數，主要集中在臺中市、屏東縣、苗栗縣、新竹縣、高雄市、嘉義縣及彰化縣等普及率較低之鄉鎮市區，供水普及率自 100 年底的 92.55% 至 104 年底的 93.45%，提高 0.9%。

四、面臨問題

無自來水地區居民常以儲存雨水或直接取用溪水、河川水、地下水、山泉水之方式，或取用上述水源經簡易自來水設施處理後作為當地民生用水，其中部分地區水量充沛、水質佳，並無接引自來水之需求；其餘地區則有水量不豐或不穩定、水質有健康之風險，而迫切需要接引自來水。惟在實際執行上，仍有下列問題亟待解決：

(一)改善經費需求龐大

全國約有 53.6 萬戶尚未納入自來水系統，水利署 103 年度辦理調查評估全國尚未接引自來水情況並估算現階段欲全面施設自來水延管工程，所需總經費超過 3 仟億元，囿於國家財政，近年來各項公共建設預算均大幅縮減，致核列經費未如預期。經費遭刪減。統計近年資料，各年度民眾所提出之需求，約在 20 億元之譜，而計畫年度奉核執行之預算經費則平均約 4.5 億元，不敷需求使用。

表 4 101-104 年接水戶數關係表(戶)

縣市別	101 年	102 年	103 年	104 年	合計
普及率	92.74%	92.93%	93.14%	93.45%	+0.71%
臺北市	10	-	20	-	30
宜蘭縣	105	48	270	263	686
花蓮縣	26	74	13	366	479
南投縣	-	42	-	77	119
屏東縣	1049	124	-	1,205	2,378
苗栗縣	391	453	99	885	1,828
桃園市	8	52	42	140	242
高雄市	371	535	81	718	1,705
基隆市	-	-	45	-	45
雲林縣	331	98	83	245	757
新北市	20	42	-	305	367
新竹市	-	15	-	3	18
新竹縣	163	224	44	1,317	1,748
嘉義縣	40	59	125	688	912
彰化縣	202	55	60	463	780
臺中市	413	336	169	2,523	3,441
臺東縣	27	15	-	92	134
臺南市	53	91	23	74	241
嘉義市	-	-	-	5	5
澎湖縣	-	-	3	3	6
接水戶數總計	3,206	2,263	1,077	9,372	15,921
原核定受益戶	4,181	2,914	2,951	11,471	21,517

另經估算平均每接水 1 戶所使用之經費約 60 萬元。部分自來水普及率較高之地區如臺北市，以目前正規畫中之案件，平均每戶將達 90 萬元(表 5)。為使民眾使用自來水，投入成本所費不貲，接水後每戶以平均 20 度用水計，每月僅需繳納約 300 元水費，一年水費收入 3,600 元，以設備使用年限 40 年計，設備可使用期間水費收入為 14.4 萬，此尚未計算出水成本及加壓設備電費及維護

支出，且並非規劃接水戶皆會接用自來水，與投入成本相差甚大，未符合經濟效益。

表 5 臺北市無自來水地區供水統計表(規劃中)

行政區	地區	規劃經費(萬元)	規劃戶數(戶)	受益人數(人)	經費/規劃戶數
內湖區	碧山里(草蓐園一帶)	6,854	61	170	112
內湖區	安泰里(安泰街底)	2,450	26	100	94
信義區	四獸山	1,800	29	116	62
		平均值			90

(二)接管率不如預期

部分民眾在申請建設自來水延管工程時已同意接水，卻於設施完成後，未如預期實際接水，如北市部分行政區(表 6)，歸納原因如下。

表 6 臺北市低接管率地區統計表

行政區	地區	經費(萬元)	規劃戶數	接水戶數	實際接水戶數/規劃戶數
北投區	泉源里	939	27	10	37.04%
文山區	指南里(指南宮、圓山及草湳一帶)	4,370	49	16	32.65%
內湖區	碧山里	5,590	200	19	9.50%
南港區	九如里	3,400	70	29	41.43%
				平均	21.39%

- 1.水源水量與水質：部分地區民眾用水水源來自山泉水或地下水，水源豐富且原水水質良好，民眾取用方便又無需繳納水費；而且不需繳交自來水用戶設備外線費用，民眾無意願接自來水。
- 2.用水習慣：自來水事業供應之自來水，依

法應先經過淨水、消毒，且供水中尚應保持 0.2-1.0 PPM 的餘氯量，以確保飲用水安全。惟部分民眾不喜歡且不習慣餘氯味道，即使告知不符飲用水水質標準，仍堅持原有用水習慣，不願接自來水。

- 3.無力負擔自來水用戶設備外線費用：部分經濟弱勢者，在自來水延管工程設施完成後，因經濟因素，並未如預期實際接水。
- 4.未符合接水條件：建物使用執照或合法接水證明文件及水權等相關文件，未依法取得或無法取得等，亦因無法接水而撤銷辦理。

(三)用地問題未能解決

由於無自來水改善計畫屬補助型計畫，依據「中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法」第 10 條規定，「…計畫型補助款，均不含土地取得及維護費用。」爰計畫屬非自償性經費不包含土地取得與維護費用，工程所需用地與地上物補償費等事項，須由民眾、直轄市或縣(市)政府協處。因中央補助費不包含土地補償費用，致用地取得須經多方協調處理，致執行時耗費相當時間與人力。

部分工程常需增設配水池及加壓站等工程用地，倘用地爭議無法解決、用地未能同意使用或取得，則需耗時協處，影響執行過程。

(四)尚需路權單位配合

- 1.各直轄市及縣(市)政府於先前計畫需免收取路修費，始可受理，倘有部分地方路權單位要求收取路修費時，則申請案無法受理；另部分公路路權單位仍有收取路修費，致申請案成本過高，不易獲核。
- 2.部分路權單位因禁挖限制令，將造成施工

單位無法施作。

(五)相關費用未能如期到位

基於中央與地方共同分擔地方事務及使用者付費之精神，改善計畫設有配合款、分擔款及自來水用戶設備外線費用機制，倘配合款與分擔款未能到位、民眾無意繳交配合款或預繳自來水用戶設備外線費用時，將延宕發包訂約期程，部分案件則因無共識而註銷辦理。

(六)後續維護管理之責

- 1.土地糾紛：因無自來水地區之供水，須配合設置加壓站、配水池，部分設置於私有土地上，施作當時雖已取得土地所有權人同意書，惟日後因繼承或買賣，造成土地所有權之轉移，致現有土地所有權人提出異議，不同意設置相關設施，使自來水事業涉訟。
- 2.日後維護及設備老舊汰換費用之負擔：中央及各直轄市及縣(市)政府於興建自來水系統時雖編列預算補助，惟設備機電、管線系統於使用多年後，皆須辦理維護及汰舊更新，屆時因自來水事業已為設備維護單位，相關維修及汰換費用，多由自來水事業吸收，無法由政府編列預算支應，造成自來水事業營運負擔。

五、檢討與建議

(一)提升接水普及率

自來水延管工程完工後，由自來水事業納入自來水系統經營管理，財產歸屬自來水事業或受補助之直轄市及縣(市)政府。考量直轄市及縣(市)政府所提案件資料多藉由公所、村里長或社區管理委員會調查撰寫，後續由自來水事業提供各項名冊、證件及款項取得與許可等技術協助，提升後續案件執行

品質。

為提升接水率 70%以上，自來水事業應對於供水管線已到達地區及接水普及率低之直轄市或縣(市)，以企業經營管理精神主動加強宣導推廣用戶。考量提昇接水普及率策略如下：

- 1.對配水管線已到達而接水率偏低之地區，派員出席村(里)民大會主動宣導，鼓勵住戶踴躍接用自來水。
- 2.協調鄉鎮市區公所於道路拓寬或路面翻修時，預先通知配合辦理，並鼓勵住戶及早提出申請，可減輕申請戶路面申挖費用負擔。
- 3.為減輕距配水管線較遠之住戶工程費負擔，現場予以機動調整表位，以縮短自來水用戶設備外線長度，另可鄰近數戶一併提出申請，表位集中設置，使用同一給水外線，共同分擔給水外線費用；並向用戶宣導申裝完成後可再依「經濟部水利署自來水用戶設備外線補助計畫」向各縣市政府申請補助，可補助民眾申裝用戶設備外線經費之三分之二，最高可以補助 15 萬元。
- 4.已設籍個別住戶，若其經濟困難，訂定分期付款規定，在取得既有用戶保證之前提下，申裝工程費給予分期付款。
- 5.依建築法第 73 條：「建築物非經領得使用執照，不准接水、接電及使用。但直轄市、縣(市)政府認有左列各款情事之一者，得另定建築物接用水、電相關規定：一、偏遠地區且非屬都市計畫地區之建築物。二、因興辦公共設施所需而拆遷具整建需要且無礙都市計畫發展之建築物。三、天然災害損壞需安置及修復之建築物。四、其他有迫切民生需要之建築物。」一般而言，

偏遠地區居民，其居住之建築物大多未能取得使用執照，為保障居民民生用水基本權利，各縣市政府皆配合建築法規訂定「未領得使用執照之建築物申請暫接水電辦法」，只要建築物為可供人居住狀態，並有設籍即可由當地政府同意核發暫接水電證明文件，憑該文件即可申裝自來水。

6. 自來水單位申辦新用戶接水，皆要請申請人委託合格自來水管承裝商繪製內線圖，現場依圖配置管線水栓完妥後，由自來水單位辦理審圖檢驗，檢驗完妥後再行設計施工。一般現場因已使用原山泉水，相關管線衛浴設備皆已配置完成；惟申請人須花費約萬元委託水管承裝商之繪圖送審費用，此部分為協助偏遠居民接水，一併提升接水率，可專案辦理，由自來水工程師協助民眾繪製用戶用水設備內線圖，再辦理相關檢驗等後續程序，減輕民眾接用自來水負擔，為服務民眾的實際作為。

(二)各單位平行溝通配合

為照顧偏遠無自來水地區民眾用水，各單位於評估規畫階段、需充分溝通將可預見之問題先行協調處理，如經費分攤及挖掘道路，中央、各縣市政府及自來水單位須與居民進行意見交流並完整說明，施工期間共同協調處理施作介面，影響交通狀況等：

1. 經費取得與分攤：十年以上集建住宅之自來水延管工程，由直轄市及縣(市)政府補助配合款予自來水事業，以降低用戶負擔，配合款繳交後如因特殊因素無法執行者，無息退還；簡易自來水工程及系統營運則依據行政院主計總處公告直轄市及縣(市)政府財力等級規定補助以外由直轄市或縣(市)政府部分負擔。

基於中央財政拮据，改善計畫鼓勵直轄市及縣(市)政府參與工程，直轄市及縣(市)政府(含其他單位)可分擔部份經費，以降低每戶成本。

2. 道路挖掘許可：無自來水改善計畫所涉路權單位為直轄市、縣(市)政府或交通部(公路總局)，考量改善計畫屬改善各地方民生用水之基礎建設，應由中央與地方共同合力完成，爰有關因施工所需使用地方管轄之道路，路權單位未同意免收取路修費用，不得受理，並且不得要求施工單位做二次刨鋪、加收申請或使用費及其他替代修復之費用。公路單位轄管之道路，原則上由交通部(公路總局)配合有條件地免收取路修費用在案，惟相關道路修復依公路總局相關規定辦理。

(三)土地使用取得

有關自來水用地的取得，自來水事業可依自來水法第 52 條：「自來水事業於其供水區內或直轄市、縣(市)政府於轄區內因自來水工程上之必要，得在公、私有土地下埋設水管或其他設備，工程完畢時，應恢復原狀，並應事先通知土地所有權人或使用人。」及 53 條：「前條使用公、私有土地，應擇其損害最少之處所及方法為之，如有損害，應按損害之程度予以補償。」「前項處所、方法選擇及補償如有爭議時，自來水事業、土地所有權人或使用人得報請直轄市、縣(市)主管機關核定之。」「前項爭議補償之裁量基準，由中央主管機關定之。」「第二項補償核定且償金發放或提存完成後，土地所有權人或使用人不得拒絕自來水事業或直轄市、縣(市)政府之使用。自來水事業並得請求直轄市、縣(市)政府協助使用之。」

對於埋設土地下方之自來水管線，自來水法有相關規定可以遵循。雖可不經土地所有權人同意進行施作，惟仍需給予補償金。

至於加壓站及配水池用地，自來水法並未明確規定自來水事業可以視必要性而使用公、私有土地，故仍必需取得公、私有土地所有權人同意後方可規畫施作。惟部分配水池設置完妥多年後私有土地經過繼承、買賣等移轉後，現有地主提出異議，使得自來水事業有無權佔用之疑義而涉訟。

對於土地問題處理，自來水事業應於規畫初期即對於管線及設施所使用的土地予以全面清查，公有土地部分由地方政府依程序辦理無償撥用及變更管理人，對私有土地部分皆要取得土地所有權人無償使用同意書，此部分可請民意代表、里長及鄉鎮區公所協助辦理。並建議由中央或地方政府額外編列公務預算，提存私有土地之管線經過土地所需補償金及配水池用地所需價購金額，供日後土地發生爭議時所需。

(四)後續維護管理及汰換費用負擔

管線機電設備使用期間必須進行維護管理而衍生相關費用，且設備經使用多年後，達到使用年限需汰舊換新，亦需負擔相當費用。中央及地方政府僅於初期興建編列經費，設置供水系統完妥後即交由自來水事業維護管理，後續維護管理及設備汰換皆未給予補助，屆時常由自來水事業自行吸收。建議可比照北水處辦理代管用戶自設加壓系統之規定，依加壓段數隨水費加收操作維護費，用戶於繳納水費時，除負擔一般平地水費支出外，一併負擔因加壓送水衍生相關費用之操作維護費，用以支付設備維護管理及汰換費用。

六、結語

無自來水地區改善計畫為照顧偏遠無自來水地區民眾用水，其辦理內容屬小型管線工程，且因屬零星工程，不涉及土地取得，供水完成後，尚難估計房地產增值收益或未來地價稅、房屋稅、土地增值稅、契稅等租稅增額財源，爰無跨域加值之適用。至於改善民眾健康所節省健保之支出、各直轄市及縣(市)政府及其它單位與各相關單位配合考量自籌經費投入，非加值收入，對於提高本計畫整體績效仍極具效益。

計畫完成後約可增加 30,000 自來水供水受益戶，改善民眾用水品質與安全，並以設施完成後接水率達 70% 以上為預期產出效益指標。藉以達到改善民眾用水品質與安全，及供水改善達到以替代民眾原自取水源(地下水或山澗水等)飲水之方式，以降低因水質污染所發生之傳染病等健康問題之社會層面效益，均衡地方發展，改善民眾用水品質、安全和方便性。計畫之供水標的為民生用水，未來主要歲入為售水價格，計畫年增供水量為 134.14 萬立方公尺，估計每年共可收益 1,470 萬元。

改善計畫主要為改善民眾用水品質與安全，其質化效益為滿足民眾基本民生用水需求，並降低因水質污染所發生之傳染病等健康問題之社會層面經濟效益，均衡地方發展，改善民眾用水品質、安全和方便性。「無自來水地區供水改善計畫」應持續辦理，其對改善民眾飲用水品質具直接效益，推動具必要性及急迫性，所需工程相關經費來源，由政府逐年編列公務預算及自來水事業預算分擔。

參考文獻

- 1.經濟部，無自來水地區供水改善計畫第三期(106-109年)(草案)，2015。
- 2.經濟部，近年來無自來水地區供水改善計畫執行成效，2011。
- 3.經濟部水利署，水利統計-- 公務統計報表，供水普及率，<http://www.wra.gov.tw/>。
- 4.經濟部水利署，台灣本島無自來水地區供水改善策略評估，2014。

- 5.經濟部，新世紀水資源政策綱領，2006。
- 6.陳敏文，從電力管線施設權利探討土地之使用補償，土地問題研究季刊，頁51-67，2005。

作者簡介

葉泓暉先生

現職：臺北自來水事業處供水科三級工程師

專長：自來水工程設計、漏水改善研究

本刊 106 年「每期專題」

期別	主題	子題	時程
36 卷 第 1 期	營運管理	自來水營運管理、績效評估、供水穩定設施作及維護與管理、漏水防治、分區計量、洩漏檢測、免開挖技術、智慧供水（智慧水表、智慧管網）、合理水價、用戶服務、人力資源、資訊管理、資產管理、能源管理、安全管理、管線狀況評估（管線健康檢查）、形塑水未來等。	2 月
36 卷 第 2 期	氣候變遷 及應變能力	氣候變遷、全球暖化、水源調度、災害應變、供水應變、水源污染與保護、抗旱準備、緊急應變及危機管理、供水水質突發污染應變與處理、韌性供水系統等	5 月
36 卷 第 3 期	水質處理	水質安全、多重屏障、水質檢驗、水質監測、淨水藥劑、消毒、過濾、臭味處理、供水操作、淨水處理、海水淡化、淨水高級處理、綠色生產等	8 月
36 卷 第 4 期	新興議題 與再利用	新興水質項目應對、突發事件預警、供水緊急應變、危機管理、氣候變遷與調適、國際水情、淨水用藥、廢水回收、淨水污泥再利用等	11 月

~歡迎各界就上述專題踴躍賜稿，稿酬從優~

台水公司營運系統改版實務暨效益分析

文/周皓天、鮑雯霞、尤志豐、許美雲

一、前言

台灣自來水公司(以下簡稱台水公司)自 1993 年起分年於全台各區管理處及服務(營運)所陸續導入 K600SI、K6000 α 與 Primergy 6000 系列主機並推展營運系統，雖獲致初期良效，然由於公司各項業務依賴資訊設備日深，即時連線作業需求亦不斷增加，而各式 K 系列主機使用已近 20 年，原廠早已宣布停止維護及停止零件供應多年，且有封閉式架構應用系統與資料庫維護困難等問題，屆時非但台水公司各服務(營運)所日常營運作業勢必停擺，亦將造成台水公司極高之經營風險。

由於當時資訊專業人力嚴重不足，台水公司資訊處就現有人力利用公餘時間及聘請工讀生協助下，使用 HTML、CSS、JavaScript 及 .NET Framework 等開放式平台標準技術改寫原 COBOL 程式及控制文(JCL)，並將檔案資料庫轉換至 MS SQL Server，完成舊版營運系統之程式改寫及資料庫轉換。試辦服務營運完成整合測試後，後續完成全台各區管理處及服務(營運)所新版營運系統全面上線作業。

新版營運系統上線以來，有效大幅降低依賴封閉式主機系統營運風險，亦省下龐大硬體及人力維護成本支出，應用伺服器與資料庫主機集中化管理也提供更安全、更可靠之資訊服務品質，並利支援其他應用需求如全球資訊網、1910 客服中心等以滿足用戶服務需求。另外也配合政府政策如「污水下水道使用費」及「公用事業導入電子發票實施

方案」導入相關功能，提高政府施政績效。

二、問題背景與解決方案

(一)問題背景

舊版營運系統程式以 COBOL 語言撰寫，使用 K 主機獨有之 FUJITSU 伺服器專用作業系統(ASP V17)與資料庫管理系統(RDM)設計而成，屬封閉式系統架構，設備相當老舊且故障頻仍，原廠已不再維護與生產相關零組件(如硬式磁碟、MO 等)，導致維護風險與成本高昂，且資料分享困難，無法與其他應用系統做介接。

舊版營運系統採用分散式網路架構，全台各區管理處及各服務(營運)所皆有專屬 K 主機並各自獨立運作，遇到需跨所收費情況時，則透過總管理處大型主機 GS8500 連線他所 K 主機進行跨所收費作業。分散式網路架構優點是某台 K 主機故障時並不影響其他 K 主機正常運作，但也因此付出龐大硬體及人力維護成本代價。

(二)解決方案

目前市面上開放式平台主流可分為 Unix 作業系統平台(含 Linux)與 Windows 作業系統平台，其常見搭配之資料庫系統分別為 Oracle 資料庫與 SQL Server 資料庫。一般而言，Unix 作業系統與 Oracle 資料庫系統之後續軟硬體維護、未來更新授權及技術服務等費用，均相較於 Windows 作業系統與 SQL Server 資料庫系統高出許多，又 Windows 平台技術門檻較低，相關技術支援與維護服務人才也較容易取得，故在設計新版營運系統解決方案上，我們選擇 Windows 作業系統平

台搭配 SQL Server 資料庫，舊版與新版營運系統技術平台比較整理如表 1。

相對於舊版營運系統分散式網路架構如圖 1，新版營運系統規劃採用集中式架構，將應用伺服器與資料庫主機集中建置於台水公司總管理處機房，統一控管程式版本與資料庫表格異動。不同於舊版營運系統程式與資料庫檔案皆在同一台 K 主機運作，新版營運系統將程式與資料庫分層各自獨立運作，如圖 2 所示，應用程式(Application)主機屬商業邏輯層，負責控制資料依照所訂定之業務流程規則處理，資料庫主機則屬資料服務層，負責提供資料存取服務如查詢、新增、修改、刪除等作業。這種分層運作方式具有易於專業分工縮短開發時程、提升資料安全性及方便後續維護與升級等優點。

三、系統改版實務

(一)K 主機程式轉換 Web 網頁程式

舊版營運系統以 COBOL 語言開發，其操作畫面以靜態文字為主，控制上也都使用鍵盤，為求降低使用者學習曲線，轉置至開放式系統平台時仍盡量保留原來操作方式。在開放式系統平台上，我們選擇 Web-based 架構，Web-based 架構優點是採用開放標準技術，不受平台限制，其 UI 工具

Web Browser，也為一般大眾熟悉且接受度高。這次轉置 Web-based 架構主要使用技術標準有以下四項：

1.HTML

全名為 HyperText Markup Language，是一種用來描述文字或資料如何呈現之標示語言，早在 1989 年出現，歷經版本演進，後來成為國際標準，目前由 W3C 維護與修改。

2.CSS

全名為 Cascading Style Sheets，是一種用來定義文件字型、外觀、排版等樣式語言，目前由 W3C 定義和維護。CSS 可以設定畫面的顏色、外觀等樣式，可以統一定義每個網頁所要表現樣式，也可以個別自行定義所需要樣式。

3.JavaScript

是一種用於客戶端 Web 開發之腳本語言，最早是由 Netscape 所開發出來，後來送交 ECMA 組織維護，成為普遍接受之國際標準。舊版營運系統畫面操作上都以鍵盤完成，為了能讓使用者順利銜接新系統，我們盡量以 JavaScript 來模擬鍵盤動作。我們在 HTML 標籤 <body> 宣告了 onkeydown="keydown" 這程式碼，表示使用者在網頁上按下鍵盤任一按鈕，都會觸發這段程式，而實作細節就寫在 HTML 標籤 <script> 裡面，細

表 1 舊版與新版營運系統技術平台比較表

	舊版營運系統	新版營運系統
主機	FUJITSU K6000 系列	IBM X3850 系列
作業系統	ASP E94 / ASP V17	Windows Server
資料庫	RDB6000	SQL Server
開發語言	COBOL-G、JCL	.NET、CSS、Javascript
編碼	EBCDIC	Unicode

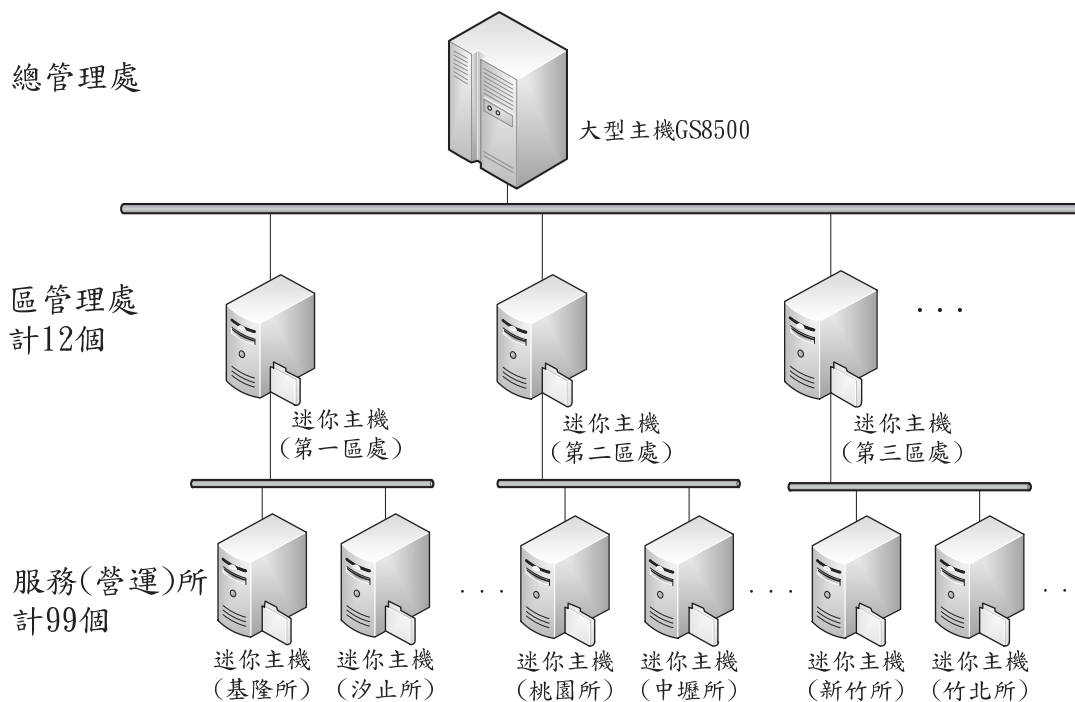


圖 1 舊版營運系統分散式網路架構圖

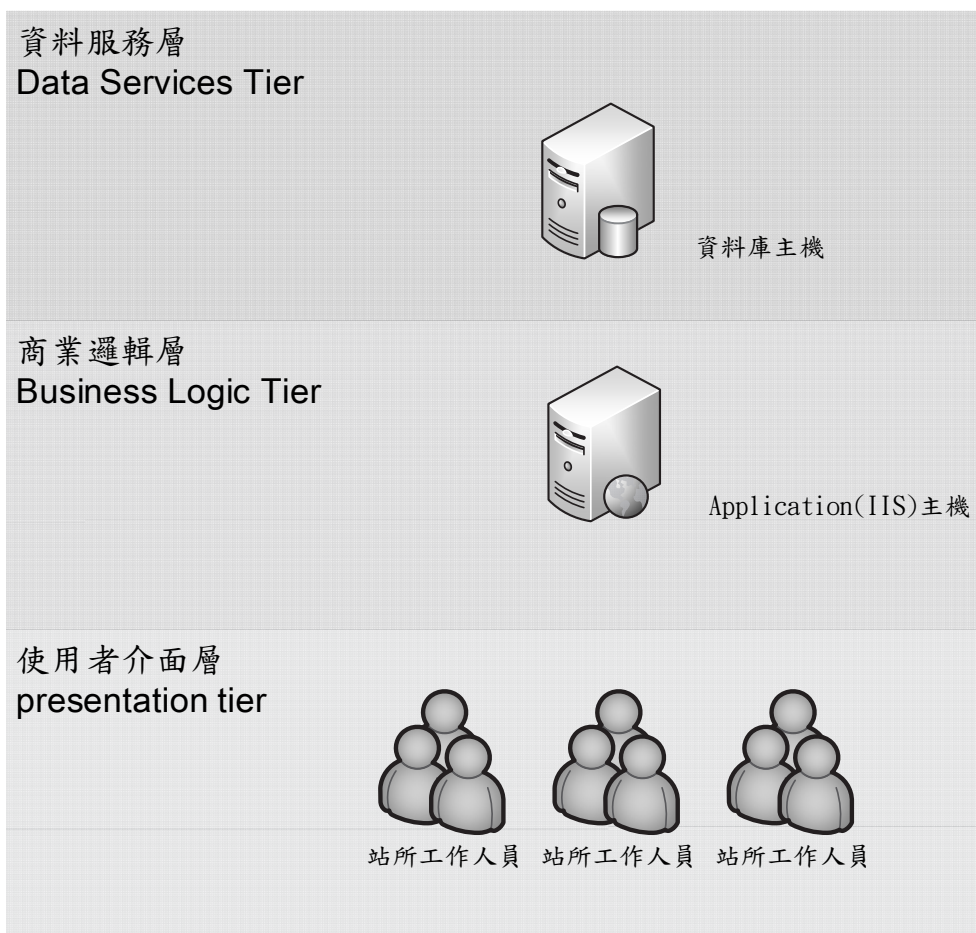


圖 2 新版營運系統集中分層式架構圖

節上我們定義了按「F9」、「F10」、「Enter」後系統所要做的動作。

4..NET Framework

由微軟公司所推出建置、部署及執行應用程式及網站服務之運作平台，支援多種語言如 C#、VB.NET、C++ 等開發程式軟體，並提供類別庫及 API 讓程式設計師可以快速開發應用程式，比如新版營運系統就使用 ADO.NET 函式庫來連結存取資料庫。因為每次擷取資料動作都大同小異，所以我們可以把它包成 getSQLDataSet 公用函式，到時有需要程式只呼叫即可，不用再重複寫類似程式碼。

為顯示多筆資料，在 Web 網頁使用 GridView 元件，在程式裡面撰寫查詢 SQL 語法並呼叫 getSQLDataSet 函式，執行後取得資料再丟給 GridView 元件。

(二)K 主機檔案轉置至 SQL 資料庫

K 主機檔案資料轉置至 SQL 資料庫主要步驟流程如圖 3 所示。

1. 下載 K 主機檔案資料

首先建立一個暫存檔案名稱為 TEMPFILE，並將要下載之檔案(BWBASPF)轉入 TEMPFILE。轉入 TEMPFILE 完成後，選擇下載檔案類型並輸入儲存檔案名稱及路徑，即可開始下載。

2. 進行轉檔作業

K 主機檔案編碼格式為 EBCDIC(中文部分為 TEF 碼)，須另外撰寫轉檔程式參照 TEF 對應 UNICODE 轉碼表將下載檔案編碼格式轉成 UNICODE 碼。

3. 建置 SQL 資料庫環境

登入 K 主機執行 FDG 指令，可看到檔案定義詳細資料，根據檔案定義資料來一一

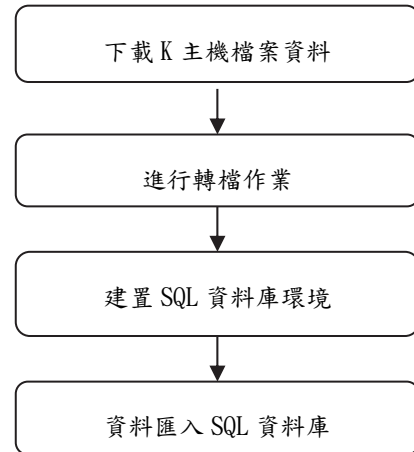


圖 3 K 主機檔案轉置至 SQL 資料庫流程圖

設定 SQL 資料表之「資料行名稱」、「資料型別」等各項資料，一個 K 主機檔案對應一個資料表。

4. 轉檔資料匯入 SQL 資料庫

SQL 資料庫環境建置好以後，利用 SQL Server 資料庫系統內建匯入功能，在設定資料來源、資料目的地、相對應資料表名稱(本例為 dbo.BWBASPF)等各項參數後，即可進行轉檔資料匯入作業。

四、效益分析

(一)節省硬體及人力維護成本

Fujitsu K6000 系列/PRIMERGY 6000 系列每年硬體維護費約 1,150 萬元(一台約 103200 元， $(99+12)*103200$)，在利用台水公司總管理處機房原有硬體設備(IBM X3850 系列)與其他應用系統共用硬體資源之情況下，相當於每年省下全額硬體維護費用。又全台各區管理處及各服務(營運)所 K 主機需設置兼職之主機管理人員一名，以平均每日 30 分鐘例行作業時間用於操作主機，在不增加員額情況下，形同每年可節省約 7 名人力 $((99+12)*0.5/8)$ 或 490 萬元(以月薪 5 萬元計， $7*5*14$) 費用。

(二)程式與資料庫統一控管，提高資訊服務品質

舊版營運系統因採用分散式架構緣故，程式更新或資料庫新增欄位時，需一台一台連線進行更新作業，不僅耗時且易出現忘記更新或更新錯誤等人為疏失，致使全台各區管理處及各服務（營運）所有 K 主機程式版本不一或資料庫欄位落差之情形，甚至出現程式與資料庫沒有同步更新出現執行錯誤問題，徒增人力修復時間及成本。新版營運系統伺服器主機集中建置後，統一進行更新異動作業，大幅減少如前述程式版本落差等問題之發生，提高資訊服務品質。

(三)更容易開放其他系統介接查詢

營運系統為台水公司核心業務應用系統之一，經常須提供相關資料給台水公司內部（或外部）其他應用系統使用，K 主機屬封閉式架構採用專屬通訊協定，擷取資料流程較為繁瑣費時，難免影響資料送達時效。營運系統改版後採用開放通訊協定標準，簡化擷取流程使其更容易開放其他應用系統介接如全球資訊網之線上申辦進度查詢、繳費狀況查詢等功能，另外台水公司 1910 客服也可直接連線查詢用水相關資訊回覆詢問民眾，提升用戶滿意度。

(四)配合政府政策順利推行

新版營運系統上線後，配合政府政策陸續辦理代徵高雄市政府「污水下水道使用費」作業及推動財政部「公用事業導入電子發票實施方案」等導入相關新增功能，因.NET 程式語言物件導向技術與關聯式資料庫易於擴充之特性，均能在期限內完成程式功能開發、整合測試並準時上線作業，提高政府施政績效。

五、結論與建議

營運系統為台水公司最大型與最複雜資訊系統之一，在舊版營運系統沒有零件且原維護廠商不願維修，危機四伏之艱難惡劣環境下，台水公司資訊處努力完成系統程式改版問題，終能達成新版營運系統順利上線任務，解除台水公司日常營運可能停擺之重大危機。

營運系統改版轉置開放式平台上作業不僅有利永續經營，亦滿足台水公司相關單位即時資料擷取、列印或查詢之需求，解決原封閉性系統架構較無彈性問題。將應用伺服器與資料庫主機集中建置於台水公司總管理處機房，除省下龐大維護費用外，也落實行政院資訊資源向上集中政策，提升資訊服務品質。資訊科技發展日新月異，當下熱門技術有行動應用 APP、雲端運算、大數據分析等，未來營運系統也可朝導入最新資訊技術方向發展，期能提供更多新穎便民措施等資訊服務。

作者簡介

周皓天先生

現職：台灣自來水公司資訊處工程師

專長：資訊系統設計、管理

鮑雯霞女士

現職：台灣自來水公司資訊處管理師

專長：營運管理、電子發票

尤志豐先生

現職：台灣自來水公司資訊處組長

專長：資訊系統規劃、開發

許美雲女士

現職：台灣自來水公司資訊處處長

專長：資訊管理、資訊安全

用水管理與增壓直接給水適用性之探討

文/朱健行、呂慶元、翁森柏、李育輯

一、前言

增壓直接給水適用性之探討，其重點與得到之結論，為適用於自來水用戶，使得每一用戶能夠選擇最適用之給水方式，因此須給予最佳之使用說明，並且提出實務性之建議，才能真正發揮其效益；以往自來水從業人員也曾做過多次最適之探討，但由於用戶、廠商並不能全然配合，以至缺乏實用性，導致成效不彰，塗然浪費公帑。

自來水事業在台灣為公營事業，其相關之研究報告不僅是自來水從業人員所接觸，用戶能否接受亦是一大考驗，必須深入探討；而且自來水相關行業，水管商、幫浦與機械控制製造商，是否有意願配合生產操控，亦影響自來水直飲計劃之有效執行，產、官、學、商、民等各界有效的協商配合，才能達到質優量豐，給予用戶最佳水質之自來水。

二、飲用水管理導論

近年來，臺北自來水事業處針對用戶馬達直接抽水弊病，仍大力勸導改善用戶用水設備，以避免虹吸效應影響供水品質，而國外因為歐、美、日等國家，在確保水質安全已大力採用直接給水方式，其成效足以為借鏡。為避免水管商與幫浦、機械控制製造商的產品不良、不安全之風險，除由自來水處提供適當之講習宣導之外，並加強對民眾廣為宣傳與告知，近年來已大力改善，甚至進軍國際市場；大台北都會區前在民國 91、92 年給水狀態遇到嚴重旱災，採分區輪流供

水，大家攜手相連，共度難關，共同打造，大台北地區自來水的美好願景，在『適用性及最適化』之目標下，同心努力為子孫，創造更美好的生活環境。

自來水直飲是北水處多年來努力之目標，儘管已全面完成一樓直接給水，其他樓層用戶，則採用水池水塔，間接供水方式給水，亦即是採用馬達、幫浦從地面或地下之蓄水池，揚水至屋頂之水塔或不鏽鋼桶、塑膠水桶。用戶以往常抱怨水質不佳，探討原因除了沒能，每半年至少清洗水池水塔一次外，也許是因北水處宣傳報導仍不夠確實，或因部分清洗水池水塔承商不夠專業，造成二次污染；然而本處亦有部分疏失，例如管網中閘栓啟閉及管末端滯留水垢，導致水質未達飲用標準、水管汰換管網改善更新未能達到預期進度、施工停水停開制水閘，易造成管內水垢沖刷進蓄水池，除了耗損進水管中之動水壓外，亦污染了水池水塔；不但浪費能源外，又造成用戶選擇燒煮開水，仍可能無法有效達到標準水質。

或購買過濾器浪費不必要之金錢，甚至以為裝上過濾器可以長期完全殺菌，而忽視定期清洗過濾器之重要性，反而增加受菌類或有毒物質之侵襲。

有一陣子學術界極力倡導飲用水分離，但在政府體恤廣大民眾的用水需求，除了強調加強水質查驗外，並要求提供充足水量與均勻合理的水壓，以期造福民生福祉；民國 105 年以前大台北地區一度自來水平均售價 7.5 元，其水量相當於可供用戶購買鎮

1250cc 裝之寶特瓶飲料 800 瓶，可見水價之低廉。在民國 90 年代，大臺北地區夏季還時常鬧水災與旱災，水災來臨雖然時間短暫，但每每造成用戶損失慘重；然而為了衛浴、廚房的大量用水，用戶常抱著有水總比無水可使用來的好，而忽視自來水原有之高水質標準；而當民國 91 年抗旱時期，輸配水管閥類開開關關，可能導致水管垢流出，即因停水造成管中負壓虹吸現象，形成水質污染；更有甚者，地下水池鄰近化糞池，停水時期可能受污染，乃因滲入地下污水水質嚴重影響飲用水安全。另外少數用戶每每為了一己之利，占用水池水塔用地，甚至堆積重物與個人物品，以致妨礙定期之水池水塔清洗；加以部分用戶選用清潔費用較便宜之水池水塔清洗承商，無法達到真正徹底清潔目的，因為清洗不清潔反而留下含有清潔液之污水，餘氯過少最可能形成二次汙染，造成用戶飲水受到嚴重危機而不自知。

三、用水設備與水質水壓水量

當然北水處有義務告知供水轄區內所有用戶，然而民眾亦必須小心謹慎，當遇到水龍頭出水不順或水質有異味、紅水、白水、黑水時，亦請盡快與本處客服中心聯繫，本處定儘速配合民眾處理可能受污染之自來水，解決民眾飲用水之問題。大台北都會區之用戶長期生活在都市叢林中，住戶間之聯絡甚少，往往連水池水塔水表在哪裡，抽水機浦開關位置皆不知道，中高樓住宅或社區將自來水管理權全權交給大廈管理委員會，然而部分社區或大樓用戶未善盡監督之權，導致用戶原應喜用清潔衛生可口之自來水，未蒙其利反而深受其害，真是得不償失。又有些新建房屋或大樓用戶，將房屋四

周空地占用或改建，或是老舊房舍用戶之防火巷堆滿雜物，以致無法有效更新與維護，嚴重影響用戶飲用水之安全。

四、建築物之給水系統

建好之建築物為例，將其給水設備資料建立，避免太規條化，提供選擇性之參考模式，先從建築物供水設備之情形改善，引據日本、香港、新加坡及歐美先進國家所推薦給水系統（增壓直接給水方式）如圖 1~3，提供優良的建築物給水系統詳細設計內容及適用時機以供用戶參考選擇。並且提出建築物經過整理後，以圖面範例[用水設備設計圖]及表格詳細說明，提供用戶了解給水系統，作為改建參考，並將其缺點與優點綜合比較。適當考量報告之品質及數量，摘要適當之增加，現代化給水系統逐一列出。

須更正自來水規範予以配合，使直接給水用戶與間接用戶關心自己之水質、水壓、水量，讓用戶樂意配合；連同廠商前來接受短期講習並要求講習合格；營業分處配合要求給水股長官及監工人員接受密集之訓練，使其徹底了解增壓直接給水之特性及其優缺點，再與水池水塔間接給水優缺點相對詳細比較分析。當然蓄水池、水塔能存在這麼多年亦有其優點，原因乃在居民擁有憂患意識，深恐遭遇缺水之苦，本處本著服務民眾以客為尊之原則，必須配合實施各項配套措施，例如：缺水、斷水、停水時增設供水站，考慮增設戰備水池，並廣為告知民眾停水原因，尤其是要求民眾確實做到節約用水之用水習慣，建立正確危機意識，共體時艱，因為震災或因氣候變遷而缺水與無預警之停水是用戶、廠商、自來水事業體皆不願見到的。

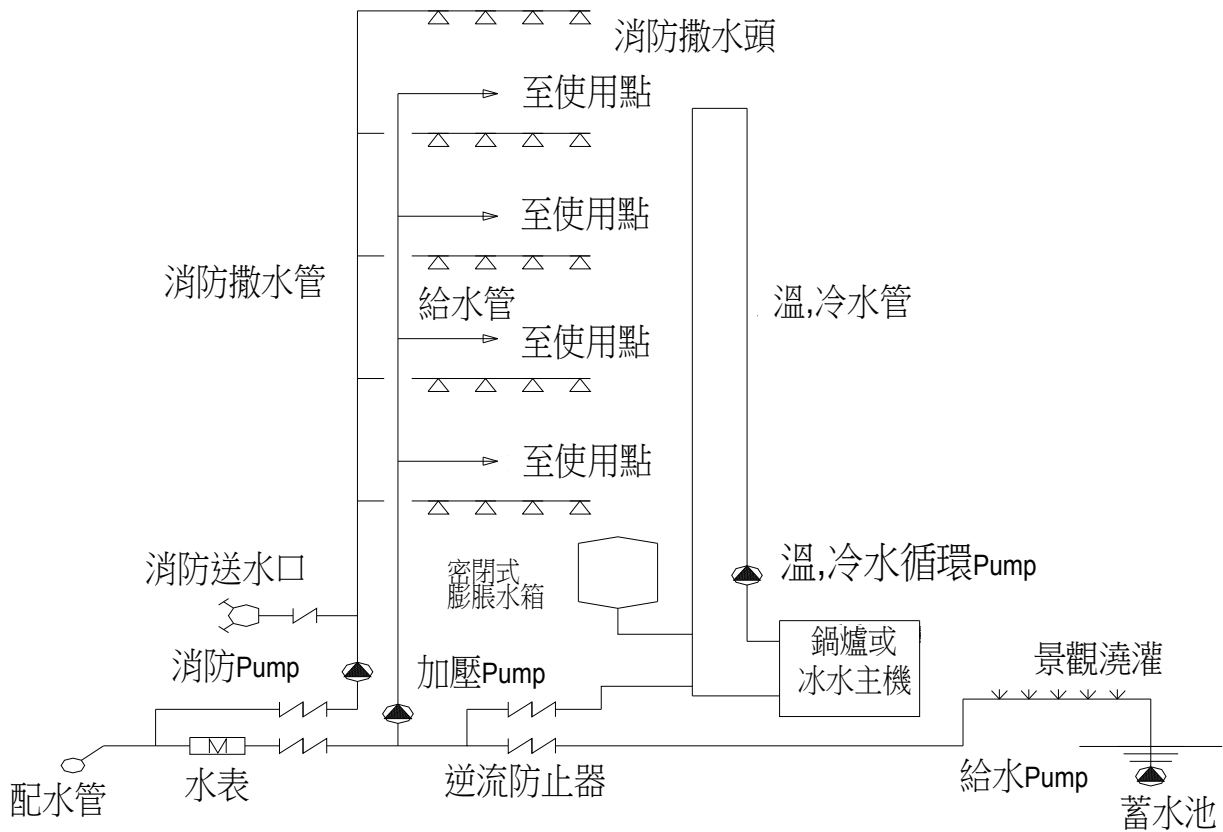


圖 1 美國給水配管示意圖

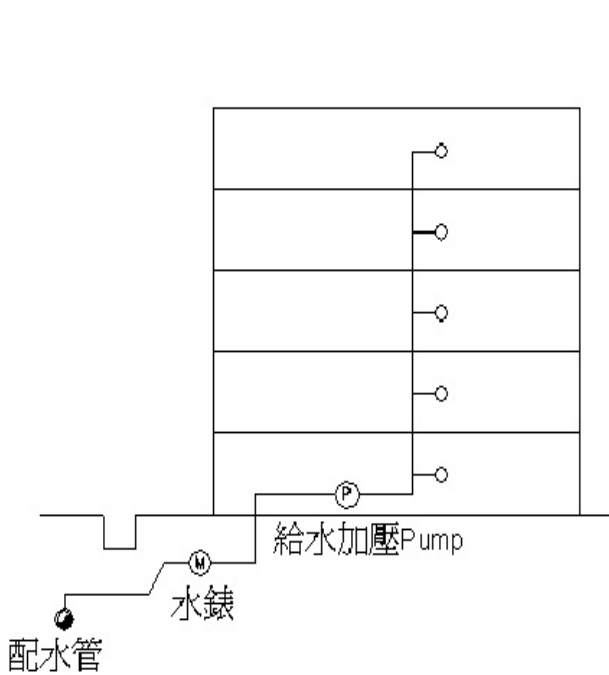


圖 2 直接增壓給水方式

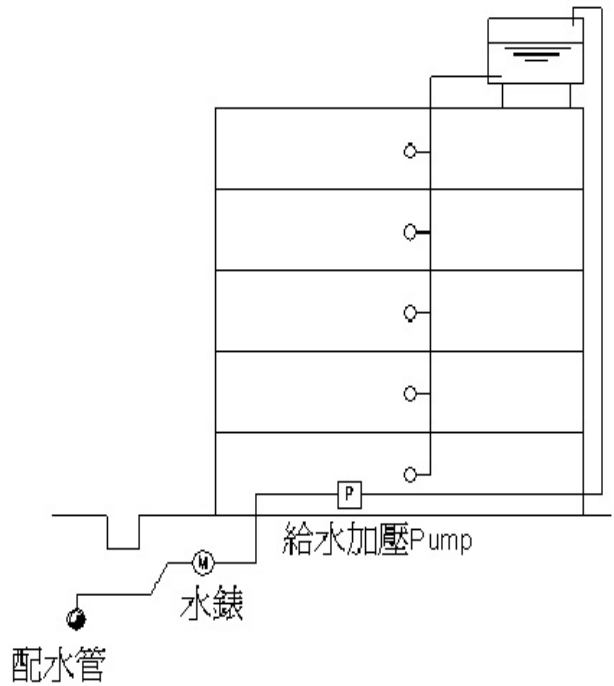


圖 3 表後增壓送屋頂水塔給水方式

自來水規範可由經濟部水利署與北水處、台水公司研商訂定建設時程表，如此較易配合實施，然而最重要的是用戶與廠商之密切配合，在推動規劃中需詳細向媒體說明，以往總是以自來水事業體之觀點著眼，而忽略民眾的心聲，應廣為宣傳與溝通。廠商的支持意願也很高的話，此研究方案成功機率將大為提升，且各營業分處現場人員之配合度非常重要，因為他們是站在第一線的人員，面對民眾之詢問與疑問，必須給予正確之觀念與回答，告知增加直接給水之優點過多缺點才能使整個計劃達成預期之目標；當然這不是兩三年內可以達到或完成，增壓直接給水方式基礎與準備若能穩妥，則民眾自然樂意配合。廠商方面則透過講習與研究會議在各蒙其利之下，自然會願意努力改善其幫浦機械、儀控、逆止閥等設備。在市場良性競爭下自然提供民眾有利之選擇條件。



圖 4 泵浦水管給水系統

增加直接給水方式之根源是來自於直壓直接給水方式，而直壓直接給水方式淵源

來自於歐美日先進國家，因其工業較發達，且自來水設備與工程較為完善，吾等應詳加選定各種優良給水設備（符合國家 CNS 標準）如圖 4，並與電力公司研究設備裝置地點，電力能源來源有效突破，及避免遭受淹水因而損壞給水控制設備及逆止閥等相關給水設備，此點亦非常重要。

五、以自來水事業觀點作比較

直接給水、間接給水、併用給水之優缺點，並以圖、表作比較，注意事項詳列如表 1。

六、規劃方向與推廣

用戶是否有意願裝設？為何不裝，原因何在？市面上機械設備幫浦、馬達品質好的較為昂貴，造成不肖業者劣幣驅良幣之情形下使得用戶不慎選用次級品，因為用戶不了解設備之品質，往往使用一陣子後，機械設備馬達、幫浦、控制器、逆止閥等時有損害或好好壞壞，以致勞民傷財，遭到民怨。自來水事業本著服務民眾之精神，是要共同解決民眾、廠商之問題，且三者合作則互蒙其利。還有一個重要問題即老舊房舍用電皆採用 110 伏特，馬達用電則以採用 220 伏特較能合乎效率，（跟據電學原理，伏特=電流/歐姆，伏特 x 電流=功率，則功率=電流平方/歐姆），電流過高則易引起電線走火之危險，此亦是廠商設計時及升斗小民千萬不可不慎。因此若要求民眾支持必須詳細告知，各種給水設備如圖 5 之優、缺點，及所需經費必須由民眾自行決定，中高樓用戶則由用戶管理委員會投票決定，自來水事業處則尊重民眾之選擇，配合自來水管線汰換進度及管網更新原則下，優先予以辦理。

表 1 各種給水方式比較

給水方式	優點	缺點
直接給水方式	1.用戶使用方便，不需對用水設備特別管理。 2.減省空間供其他用途（免設蓄水池及屋頂水塔）。 3.節省用戶電費支出。 4.工程費用較便宜。 5.減少清洗之費用。	1.無貯水功能，遇斷水時即刻無水可用。 2.供水壓力降低時，供水量減少，甚至無水可用。 3.配水管水壓降低時，有發生逆流污染水質之可能。
間接給水方式	因設受水池而具有貯水功能，因此自來水工程施工或發生事故而發生斷水或減水供水時，能確保一定量之生活用水。	1.如疏忽貯水池水塔之檢視或清掃，水質會惡化。 2.因注水入受水池而導致壓力釋放，故無法有效利用能源，浪費部分水頭。
直送屋頂水塔給水方式	1.用戶之水量、水壓均可穩定供水。 2.節省電費之支出。 3.緊急消防供水時，水塔仍有水可緊急滅火。 4.水塔蓄存水在停水時尚可應付短時間用水。	1.水塔需定期清洗，增加維護管理及費用。 2.水壓降低時，屋頂水塔進水量會減少，減水太多時，超過屋頂水槽調節範圍，會影響正常供水。
複合式給水方式	1.屋頂使用空間減少。 2.因仍有受水池，確保安全供水，不受配水管水壓降低之影響。 3.部分樓層可以直接給水。 4.高樓層於水池後設加壓馬達揚水。	1.屋頂使用空間減少。 2.需定時清洗水池及屋頂水塔。

七、結論及建議

(一)結論

建築物給水方式以臺北市為例仍以間接給水為主，複合式給水方式，係採直接給水與間接給水併用方式，藉由改善高低層建築物用戶之給水方式，以充分利用自來水處供應之水壓，來達到節省能源的目的。從國外均採用較高水壓之經驗，吾人可得知逐步提高本處供水區水壓，是必然的趨勢。

- 1.為了自來水能讓使用者更便利使用並消除污染機會，自來水事業應逐步提高供水區水壓，提高可分階段及地區進行，初期以末端水壓可達 1.5 kg/cm^2 ，視供水區壓力平均且已逐步可提高之時，再提高水壓至 2.0 kg/cm^2 ，並能提升國際形象。
- 2.在水壓不高地區，用戶所設置之受水池不宜廢除，因其能儲蓄水量供後續加壓之

用，亦是穩定供水的必要設施。相反的在水壓較高地區，可以依據樓層予以檢討將其給水設備予以調整，如水壓可送至水塔（其容量達十分之四設計用水量者）則可保留水塔，廢除水池。

- 3.五層樓以下建築物仍佔本市建築物之多數，未來在水壓逐步提高時，從二樓、三樓、四至五樓，新建築物在建築師設計時，即可考量建物高度及水壓情形，選擇一二樓直接給水，其餘樓層採用受水池後加壓向上（up）給水方式或水送至屋頂水塔後重力流向下（down）給水供應。
- 4.對於新建築物之用水設備審查，除針對用水設備之數量確實核對外，另外應考量建築物之高度及接水點水壓等，如某地區可採直接給水或複合式給水時應酌情核准。
- 5.複合式給水設備在日本亦有不用受水池直接增壓方式，亦即在消除水池水塔可能之

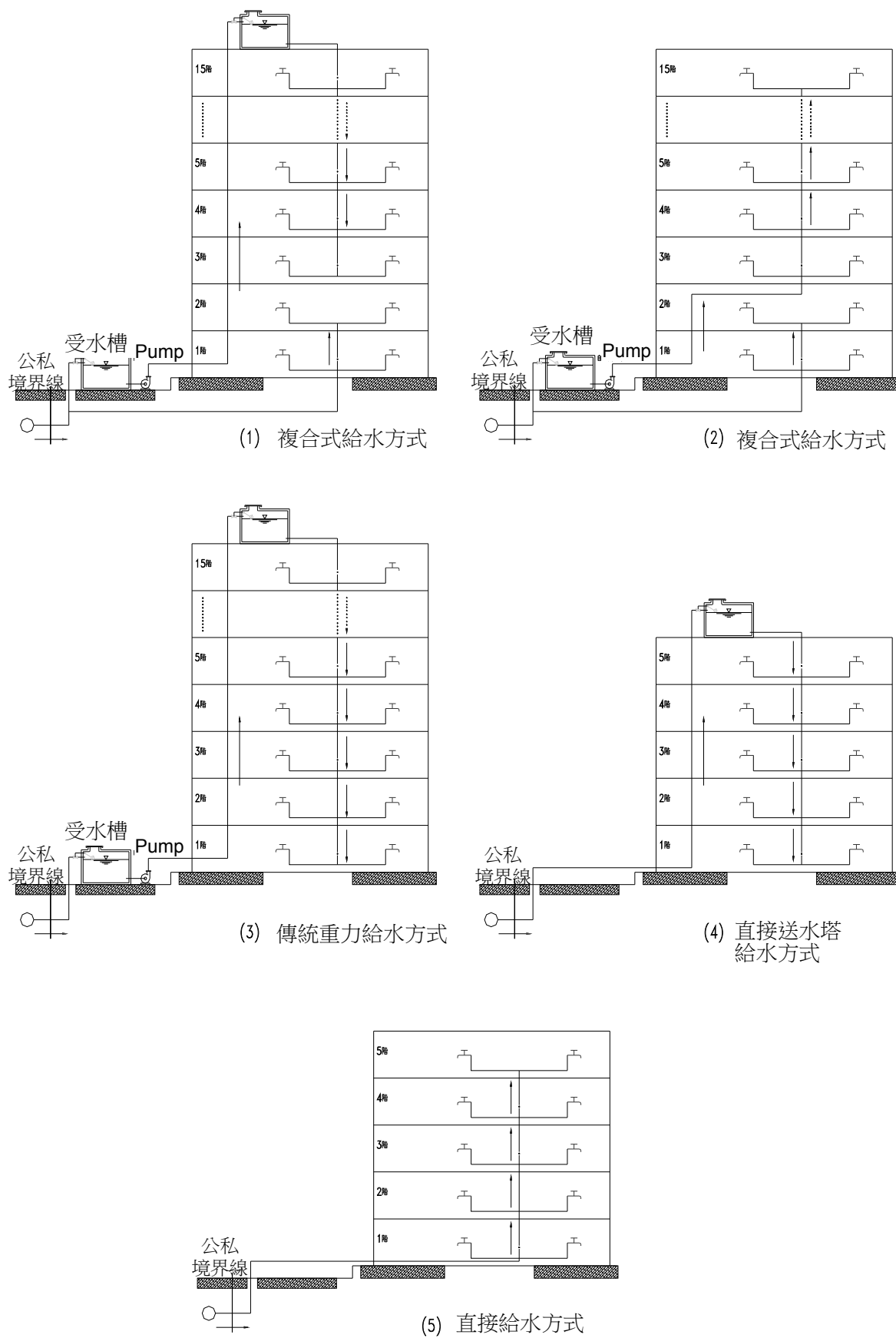


圖 5 各種給水方式圖

污染機會，在採用此種方式給水時宜俟供水區水壓夠大時採行，應注意配水管口徑宜適度放大，以確保用戶在使用時能確保水量之穩定。

6. 國人習慣每戶有水表之情況下，複合式給水設備在考量可實施之建築物時，亦應要考量表位之設置空間是否足夠。

(二)建議

從以上之檢討結果可看出，若採直接給水供應全體用戶之方法，則配水管之水壓要提高甚多。但是，自來水事業配水管路之耐壓、運轉經費之增加、設施改善早期實現之困難性、漏水量可能增加、造成能源之浪費等，皆是必須考慮及深入研究之問題。

因此，考慮以四樓或五樓以下建築物，甚或中高層建築物，採用複合式給水是可行之方式。此方式之特點為(1)受水池、高置水塔之設置空間可以節省，(2)配水管水壓可以有效利用，是省能源的方式。以下分別說明建議事項：

1. 選擇適當地區適當樓層採用複合式給水設備：

壓力較高之地區，以五層樓以下或超過五層樓建築物之給水方式，主要建議採用以下三種方式。

(1) 單一方式（直送屋頂水塔給水）

建築物各樓層採用配水管直送屋頂水塔在往下重力流方式給水。

(2) 直壓及水池後增壓方式

直壓給水提供低樓層（一樓或二樓或更高）以下樓層給水，中高樓層（三樓以上）採獨立配管系統，以水池後增壓泵浦給水方式給水。

(3) 直壓及直送屋頂水塔方式

直壓給水提供低樓層（一樓或二樓或更高）以下樓層給水，中樓層採獨立配管系統直送屋頂水塔，以重力流方式提供自來水。

2. 相關技術尚待進一步研究

從水質之安全確保觀點來探討，直接給水之方式仍屬較好之給水方式。一般而言，水質受污染之機會主要來自受水池（水塔）設置不當或疏於清洗，或管線破裂遭受污水滲入等，但是目前欲實施而需面對的困難較多，欲擴大直接給水時，需以供水區之水壓整體檢討其影響程度並逐步改善，對於新設或改建建築物可推展此種複合式給水方式。並針對複合式給水應考慮之技術面進一步分析探討。

3. 受水池及水塔之相關性須審慎評估

(1) 用水尖峰時段恐中斷部分給水機能

受水池水量使用量變動較大時，有受水池則當水量使用量達尖峰時，其自來水事業之設施可減輕負擔。此機能在實際用水過程中，若廢止受水池將對建築物之用水尖峰使用量影響甚大，直接對自來水事業配水量產生衝擊，則配水管負荷將加大，亦即需增大口徑，才能避免給水量不足。

(2) 儲存機能

依據本處「用水設備設計·施工檢驗作業規範」，受水池及水塔之總容量，至少為一日使用水量之 4/10 以上為標準，一般設計時均超過此項標準約為 5/10 至 2 倍，因此受水池若斷水（補充水）只是半日左右，則其給水功能尚能確保是其優點。換言之，向中高層建築物導入之直接給水，其若採直接給水受斷水之影響仍大，因此確保安全給水之

目標是相當重要的，必須研究出一套改善給水之準則。

(3)防止逆流機能

建築物中受水池引入自來水後，與自來水事業體之供水系統是完全分離，惟直接給水在斷水時可能會造成負壓，若從建築物側向配水管發生逆流，且污水若從有破裂配水管滲入，則對其後之給水設備之影響需詳加考慮；尤其是當直接給水之樓層增高時，一般逆流水頭增高設計時宜注意預防。

4.給水設備宜進一步研究

給水裝置之問題解決，需較多之時間或人力做實況調查，故應參考歐美日等國資料嘗試將作業制度化。

參考文獻

- 1.臺北自來水事業處，臺北市五樓以下建築物直接供水之研究，1990年6月。
- 2.臺北自來水事業處，高層建築物用水設備規範探討，1989年6月。
- 3.東京都水道局，東京都之增壓直接給水方式。
- 4.臺北自來水事業處，臺北地區複合式給水設備適用性之探討，93年12月24日。
- 5.朱健行、陳家瑜、林碧亮，增壓直接給水設備適用性之探討，92年11月14日。
- 6.朱健行，如何消除用戶馬達直接抽水弊病，自來水會刊第26卷第1期。
- 7.呂慶元，二次供水之研究，第31屆自來水研究發表會，民國103年11月14日。
- 8.呂慶元，建置用戶之水質及水量監測，確保用戶端之供水品質，第32屆自來水研究發表會，中華民國104年11月17日。

作者簡介

朱健行先生

現職：臺北自來水事業處教育中心三級工程師

專長：給配水工程設計，氣候變遷

呂慶元先生

現職：臺北自來水事業處供水科二級工程師

專長：自來水配水監控實務，氣候變遷

翁森伯先生

現職：臺北自來水事業處北區分處三級工程師

專長：用水設備設計與管哩，給水工程

李育輯先生

現職：臺北自來水事業處淨水科三級工程師

專長：環境工程淨水處理

事業交付承攬之職業災害預防作為探討 —以台灣自來水公司為例

文/楊碧變、陳信利、黃大豪、蘇佩汶

摘要

自來水事業主要為提供穩定、量足、質優之自來水供應產業，為維持營運效能必須進行各項自來水相關機械、設備、器具等物件之設計、施工及維護。隨著經濟發展的演進，及專業技術的提升，使得專業分工愈趨精細，事業經營體制不斷轉型，委外施工業務隨之興起。台灣自來水股份有限公司（以下稱台水公司）在專業分工潮流趨勢下，有時會將例行、非例行的維修，或特殊技術部分、勞力密集、高危害性之工作招人承攬。由於這些工作本身具高度的危害性，而承攬人對事業單位作業環境並不熟悉，且是臨時性工作，其所屬人員亦常為非固定人員，對作業現場危害及風險的認知及警覺性一般較低，故較易發生災害事故。因此，為避免或降低承攬人在承攬期間發生事故，而導致人員傷亡或設備損毀，事業單位須建立一套承攬人施工安全機制之管理制度，以強化對承攬人安全衛生之管理，方能達成防止職業災害之目的。因此透過本研究實際了解台水公司既有之承攬管理制度，及與承攬人之間是如何規範與運作相關措施，以及遇到狀況時之應變方式，藉以更清楚職業安全衛生法於實務上之運用。

關鍵詞：職業災害、承攬管理、臺灣職業安全衛生管理系統

一、前言

隨著社會型態改變與經濟發展的演進，及專業技術的提升，使得專業分工愈趨

精細，事業經營體制不斷轉型，委外施工業務隨之興起。我國事業單位在專業分工潮流趨勢下，常將特殊技術部分、勞力密集或高危害性之工作分包出去。大型民間企業將承攬工作層層轉包下，事業單位與各級承攬人間之權利義務關係複雜，有些承攬勞工甚至為臨時工。因此，多數承攬勞工安全知能不足，加上對承攬工作環境不熟悉，對作業現場危害、風險的認知及警覺性一般較低，以致每年職災發生率持續居高不下。

承攬人較易發生災害事故，究其主要原因之一為事業單位交付承攬之承攬人素質良莠不齊，事業單位缺乏完善的承攬管理計畫。依據勞動部發布的「承攬管理技術指引」指出，事業單位建立一套包含承攬人的選擇、評估、作業管理、績效考核等機制之管理制度，以強化對承攬人安全衛生之管理，提升承攬人之安全衛生知識及技術能力，並可以協助事業單位建置完整且適當的職業安全衛生管理計畫及職業安全衛生管理系統，有效達成災害預防之目的。

承攬為現代社會專業分工下所無可避免之作為，事業單位除了要求承攬人所承攬的工程，不但要在工程品質上能達到應有之水準，及成本亦能降至最低外，最重要的是如何確保承攬人所屬勞工之工作安全，亦即應避免承攬人有任何意外傷害事故發生。所以事業單位如何落實職業安全衛生法有關原事業單位的責任，責成各級承攬人落實雇

主的義務是值得探討的重要議題。

二、研究動機

職業安全衛生為國家現代化之重要指標之一，無論從人權、社會或經濟等層面而言，強化職業安全衛生工作實屬當務之急。就工程施工安全理論而言，由工程規劃與施工管理降低職業災害為最直接有效之手段。因此，安全管理對於承攬人安全衛生工作之重要性不言而喻，所以事業單位與各級承攬人之安全責任能否確切執行，已成為增進施工安全衛生之重要關鍵。

一般而言，事業單位均致力於防止職業災害、提高生產力與改善企業形象，以追求企業的永續經營，但承攬作業發生意外事故仍時有所聞，實因承攬人於承攬作業的前、中、後各個階段，常無法獲得充分且完整的安全衛生知識、技能或設施，更無法建立正確的安全衛生觀念與行為所致。此外，事業交付承攬施工，承攬人為節省部分工程經費，減少許多職業安全衛生工作所需之費用與項目，因而增加對職業安全衛生工作之負面影響。承攬人數眾多且施工項目類別繁雜，各不同工種常同時共同作業，更增加承攬安全管理之困難，需要各事業單位於作業前即針對發包規劃安全衛生事宜，開工前做好危害告知及協議組織，施工時強化各承攬人間之溝通協調與查核，及進行承攬人安全衛生績效評估及缺失追蹤改善，以防範事故之發生。因此，承攬安全衛生管理制度的落實與否，對於事業單位之職災預防是非常重要的。

根據台水公司近幾年來之職業災害事故統計，承攬人職災發生數相對員工高出許

多。由此可見承攬人之職災預防還有改善空間，所以本研究將針對台水公司事業交付承攬之職業災害預防作進一步的探討。

台水公司轄內有十二個區管理處及北、中、南區工程處等十五個外屬單位，為落實承攬管理提高安全衛生管理水準，促使承攬人及工作者遵循有關規定，以防止職業災害，除導入臺灣職業安全衛生管理系統（Taiwan Occupational Safety and Health Management System，簡稱 TOSHMS）外，並將承攬相關規章納入系統管理執行。

法規上有許多規範雇主與承攬作業須遵守之規範，為確切了解法規在實際層面上的運作，以及法規實際運作下會遇到的阻礙與解決方式，期望藉由本研究透過台水公司實際執行的經驗，探討事業單位與承攬人間之規範與運作相關措施，以及遇到狀況時之應變方式，以更清楚職業安全衛生法於承攬實務上之運用。

三、文獻探討

(一)法規對承攬之要求：

- 1.連帶責任：職業安全衛生法第 25 條規定事業單位以其事業招人承攬時，其承攬人就承攬部分負法規所定雇主之責任；原事業單位就職業災害補償仍應與承攬人負連帶責任。再承攬者亦同。原事業單位違反有關安全衛生規定，致承攬人所僱勞工發生職業災害時，與承攬人負連帶賠償責任，再承攬者亦同。
- 2.危害告知：職業安全衛生法第 26 條規定事業單位以其事業之全部或一部分交付承攬時，應於事前告知該承攬人有關其事業工作環境、危害因素及有關安全衛生規定應

採取之措施。承攬人就其承攬之全部或一部分交付再承攬時，承攬人亦應依前項規定告知再承攬人。

3.共同作業：職業安全衛生法第 27 條規定事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，為防止職業災害，原事業單位應採取下列必要措施：

- (1)設置協議組織，並指定工作場所負責人，擔任指揮、監督及協調之工作。
- (2)工作之連繫與調整。
- (3)工作場所之巡視。
- (4)相關承攬事業間之安全衛生教育之指導及協助。
- (5)其他為防止職業災害之必要事項。

事業單位分別交付二個以上承攬人共同作業而未參與共同作業時，應指定承攬人之一負前項原事業單位之責任。

4.協議組織：職業安全衛生法第 27 條規定之協議組織，應由原事業單位召集之，並定期或不定期進行協議下列事項：

- (1)安全衛生管理之實施及配合。
- (2)勞工作業安全衛生及健康管理規範。
- (3)從事動火、高架、開挖、爆破、高壓電活線等危險作業之管制。
- (4)對進入局限空間、有害物作業等作業環境之作業管制。
- (5)電氣機具入廠管制。
- (6)作業人員進場管制。
- (7)變更管理。
- (8)劃一危險性機械之操作信號、工作場所標識（示）、有害物空容器放置、警報、緊急避難方法及訓練等。
- (9)使用打樁機、拔樁機、電動機械、電動器具、軌道裝置、乙炔熔接裝置、電弧熔接

裝置、換氣裝置及沉箱、架設通道、施工架、工作架台 等機械、設備或構造物時，應協調使用上之安全措施。

(10)其他認有必要之協調事項。

(二)承攬管理技術指引：

勞動部於 98 年頒布「承攬管理技術指引」，主要依據職業安全衛生法規及 TOSHMS 之要求說明承攬管理之作業流程及基本原則，並提出建議性作法，作為事業單位規劃及執行承攬管理之參考，流程如圖 1 所示。

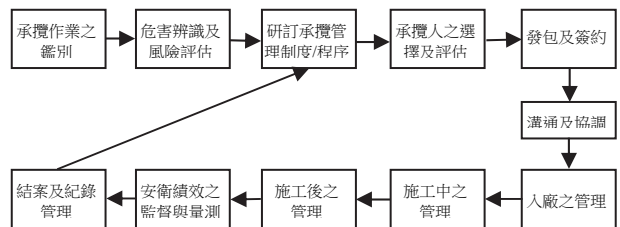


圖 1 承攬管理之參考作業流程

1.承攬作業之鑑別：事業單位應鑑別可能交付承攬之作業，並予以適當的分類，作為規劃承攬管理計畫之依據。

2.危害辨識及風險評估：事業單位對所交付承攬之作業，應辨識其主要潛在危害及風險，並依評估結果確認應有之控制措施，作為規劃承攬管理計畫及執行危害告知之參考。

3.研訂承攬管理制度/程序及計畫：

(1)事業單位應考量交付承攬之作業及類型、風險評估結果等因素，並就承攬人之安全衛生管理能力、職業災害通報、危險作業管制、教育訓練、緊急應變及安全衛生績效評估等事項，訂定承攬管理制度／程序及計畫。

(2)對於負責承攬人安全衛生管理之相關人

員應給予必要安全衛生教育訓練，以提升承攬人安全衛生管理之品質及績效。

(3)事業單位應要求承攬人對其再承攬人採取相同之安全衛生管理基準及機制。

4.承攬人之選擇及評估：事業單位應訂定包含安全衛生準則之承攬人評估及選擇程序，並考量承攬期間之安全衛生績效，作為合適承攬人選擇之依據。

5.發包及簽約：

(1)事業單位應於承攬招標書或契約書中明列承攬之項目、內容、資格要件、權責、再承攬之資格或限制，以及其它相關安全衛生需求等事項。亦應將承攬人之安全衛生權責及應遵守之安全衛生規定明確規範於契約書中或於開工前以書面方式告知。

(2)事業單位將營繕工程之施工、規劃、設計及監造等交付承攬或委託，其契約內容應有防止職業災害之具體規範，並列為履約要件。

(3)對於工程承攬案件，安全衛生項目所需之費用宜有一定的比例，必要時得要求承攬商逐項編列，並按實際執行狀況報銷。

(4)事業單位應要求承攬人在正式開工前提出施工說明書或計畫書，內容須包含控制危害及風險之安全衛生設施規劃。

(5)事業單位如提供機械、設備或器具供承攬人使用時，如須由承攬人負責實施定期檢查或重點檢查，得以書面約定之。

6.溝通及協調：

(1)事業單位應於正式施工前具體告知承攬人有關其工作環境、危害因素、安全衛生法規及相關安全衛生規定應採取之措施。

(2)事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，應設置協議組織及採取必要措施，以防止職業災害之發生。協議組織應由事業單位負責召集，以定期或不定期進行相關事項之協議。

(3)事業單位應指定專人負責與承攬人負責人及職業安全衛生管理人員進行每日開工前及施工期間之溝通及協調工作。

(4)事業單位應適時強化員工一個觀念，遇承攬人及其工作者有不安全行為時，應及時勸阻，並與其溝通相關安全衛生之知識或方法，且適時向直屬主管或承辦單位反映。

7.入廠之管理：

(1)事業單位應訂定承攬人之門禁管制規定，以有效控制承攬人之人員、機具設備及物料等入廠後可能引起之危害及風險。

(2)應指導協助及督導承攬人實施安全衛生教育訓練，確保入廠工作之人員已受過必要之安全衛生教育訓練。

(3)承攬人每日工作前應先通知或取得該工作地點轄區主管之同意或核准，對於高後果嚴重度或高風險之作業則須先取得書面核准之工作許可。

8.施工中之管理：

(1)事業單位應要求承攬人提報承攬期間在廠（場）內所發生之各類事件，包括職業災害、火災、爆炸等事件，並於一定期限內提出事件之處理及調查報告。

(2)事業單位應依承攬作業之危害嚴重性或風險程度分別採取不同之監督及查核機制，以確保承攬人落實遵循相關安全衛生管理規定。

(3)事業單位在規劃緊急應變計畫及執行演練時，與承攬人有關之緊急狀況及須配合辦理之事項，應一併納入考量。

9.施工後之管理：

- (1)事業單位應要求承攬人於每日離廠前應完成施工作業現場之整理整頓及安全檢點等工作，並確認所屬人員已安全離廠。
- (2)事業單位應指派專人確認承攬人已完成離廠前須完成之相關工作。

10.安全衛生績效之監督與量測：

- (1)事業單位應依承攬作業危害嚴重性或風險採取不同之監督機制，以確保承攬人落實遵守安全衛生相關規定。
- (2)事業單位應建立各級主管應有之共識：承攬人之安全衛生設施有缺失而有危及人員安全健康之虞時，須停工改善者即應停工，待改善完成且經確認無危害之顧慮時，方可重新開工。
- (3)事業單位應要求承攬人之負責人及職業安全衛生人員負起監督所屬遵守相關安全衛生管理規定之責，且須藉由定期或不定期查核或稽核方式確認其是否確實負起監督之責。
- (4)事業單位應定期評估承攬人於承攬期間之安全衛生績效，評估結果應納為後續承攬資格之考量要素。

11.結案及紀錄管理：

- (1)事業單位於承攬人完成其所承攬之作業時，除須確認符合契約要求外，尚須確認其離廠前之安全衛生相關事相亦已完成，方可結案，並將相關紀錄歸檔備查，包含危害告知、溝通協調、監督查核、安衛績效考核等紀錄。
- (2)事業單位應定期檢討承攬管理計畫之適

用性，必要時應加以修正。

(3)第一類(具顯著風險者)三百人以上之事業單位，執行紀錄應保存三年以上。

四、台水公司承攬管理作為

(一)建立職業安全衛生管理系統：

台水公司身為國營事業單位，於 99 年在經濟部國營事業委員會的鼓勵下，優於法規規定導入臺灣職業安全衛生管理系統(驗證證書如圖 2)，包含轄下十二個區管理處及北、中、南區工程處等共 16 個單位(含總管理處)，分階段於 101 年底前全數通過驗證取得證書。台水公司針對職業安全與衛生的努力不遺餘力，雖然法規歸類為第二類(具中度風險者)事業單位，但秉持長期重視工安議題及自我提昇下，仍積極導入管理系統，期望能讓台水在既有基礎下能有更全面的預防與管控，成為國營企業的職業安全衛生資優生。

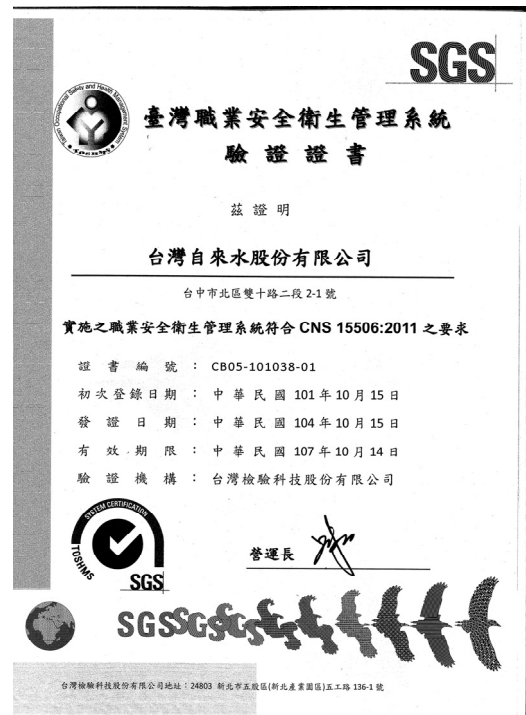


圖 2 台水公司 TOSHMS 驗證證書

為精益求精並奠定永續經營的基礎，期望以導入國際性標準針對各項職業安全衛生議題做改善，以符合本國職業安全衛生法規的要求，以 P(PLAN)-D(DO)-C(CHECK)-A(ACT) 之管理模式藉由環境考量面的辨識，目標、標的及環境管理方案的設定，並透過第三者公正機構的驗證，以更客觀的角度獲得更大的職安績效。

(二)職業安全衛生單位職掌與權責：

台水公司內所設置之職業安全衛生管理單位為工安環保處，主要職責依據「職業安全衛生管理辦法」第五條之一規定，擬訂規劃、督導及推動安全衛生管理事項，並指導有關部門實施；換言之，就是協助雇主對於職場應有符合規定之安全衛生設備，落實環境設備本質安全，以及採取必要之安全措施（含工作者身心健康之保護）。

職業安全衛生單位的工作職掌，依職業安全衛生法施行細則第 31 條規定，有關職業安全衛生管理計畫應包括下列事項：

- 1.工作環境或作業危害之辨識、評估及控制。
- 2.機械、設備或器具之管理。
- 3.危害性化學品之分類、標示、通識及管理。
- 4.有害作業環境之採樣策略規劃及監測。
- 5.危險性工作場所之製程或施工安全評估。
- 6.採購管理、承攬管理及變更管理。
- 7.安全衛生作業標準。
- 8.定期檢查、重點檢查、作業檢點及現場巡視。
- 9.安全衛生教育訓練。
- 10.個人防護具之管理。
- 11.健康檢查、管理及促進。
- 12.安全衛生資訊之蒐集、分享及運用。

13.緊急應變措施。

14.職業災害、虛驚事故、影響身心健康事件之調查處理及統計分析。

15.安全衛生管理紀錄及績效評估措施。

16.其他安全衛生管理措施。

台水公司若不幸於工作場所發生死亡或重傷之職業災害，勞動檢查機構依「職業安全衛生法」第三十七條第三項規定，於接獲報告後派員檢查，檢查結果並出具該災害檢查報告書。以承攬人重大職業災害而言，有關「違法勞工法令或其他法令」部份，主要為違反「職業安全衛生法」第六條規定，對防止危害之虞之作業場所所引起之危害，未有符合標準之必要安全衛生設備，而有業務上之過失，導致發生該法第三十七條第二項之職業災害，並依同法第四十條處三年以下有期徒刑、拘役或科或併科新台幣三十萬元以下罰金。

台水公司內部訂定相關獎懲機制，對推動業務相關人員進行懲處，依據目前台水公司「安全衛生職災事故及業務績優獎懲要點」規定，如果發生承攬人重大職業災害事件，懲處人員為單位一級正副主管及推動該項業務相關人員，或案經勞動檢查單位或台水公司調查結果，列有相關疏失或應辦理事項者，得加重處分，無任何疏失者得減輕之；案件特殊得專案簽請核辦。

(三)台水公司工安督導機制與具體作為：

- 1.工安督導機制：督導目的為有效推動台水公司職業安全衛生管理系統，達成職業安全衛生政策及目標，台水公司由總管理處成立「工安督導小組」執行督導及查核，另各區管理處、各區工程處分別成立「工

安抽查小組」執行抽查，俾利早期發現不安全設備及行為，立即改善，並予以先制防範，以防止災害事故發生，保障勞工安全與健康。

2.總管理處工安督導小組具體作為：

(1)督導項目：

A.區管理處、區工程處部分：

- 職業安全衛生執行績效之查核與查證。
- TOSHMS 運作及維持之辦理情形。
- 承攬人安全管理查核與查證。
- 安全衛生教育訓練之辦理情形。
- 員工健康檢查管理、追蹤情形之查核及查證。
- 工安事故調查及分析(含各項事故、虛驚、影響身心健康及火災、爆炸等案)。
- 各區管理處、工程處等工安抽查小組、各級主管走動管理改善建議及其改善情形之查核與查證。

(H)其他職業安全衛生應辦理事項。

B.廠所及場站部分：

- 現場作業人員安全行為及安全設施之查核與查證。
- 安全作業標準、作業程序書、工作程序安全檢核及安全衛生工作守則執行情形之查核與查證。
- 車輛、配電、電氣、機具、儀器、設備運轉、維護及各項供淨水設備等安全防護措施及自動檢查執行之查核與查證。
- 危險性工作場所申請檢查暨審查及潛在危險之機具、設備及氯氣洩漏中和阻絕設施之安全檢查，其具體改善情形之查核與查證。
- 局限空間作業場所作業前之檢測、許可證

之申請及安全措施等執行情形之查證及查核。

- 危險物與有害物之標示及通識。
- 有害作業環境之採樣策略規劃與監測。
- 個人防護具之管理。
- 加強整理、整頓、清掃、清潔、紀律等 5S 工作之查核，以消弭環境中危害因子。
- 各廠所每年應辦理天然災害、職業災害、意外事故、火災爆炸、氯氣洩露等緊急應變演練，執行之查核與查證。
- 其他職業安全衛生應辦理事項。

C.承攬人部分：(含專案工程、小型工程、代辦工程、修漏工程及用戶新裝工程)

- 職業安全衛生管理之查核與查證。
- 各項施工安全措施及防護。
- 危險物與有害物之標示及通識。
- 安全衛生教育訓練之辦理情形。
- 防護具之管理。
- 其他職業安全衛生應辦理事項。

D.辦理工安督導查核時如發現有立即危險之虞時，應責其停工。

E.辦理工安督導作業應於一週內完成查核報告及評量送受督導單位，並追蹤缺失至改善完成。

F.其他職業安全衛生管理措施。

(2)督導方式：

A.台水公司總管理處工安督導小組辦理工安督導查核前，應選派查核委員，簽請召集人選派領隊，並通知受查單位配合辦理。

B.工安督導小組得指派委員赴現場執行「機動工安督導」，實地督導承攬人是否有未符各項施工安全措施及防護等事項，其缺

失除命應立即改善外並依契約相關規定辦理罰款。另「機動工安督導」督導案件不辦理評量評分，其督導查核結果如經判定為不合格者，列入台水公司責任中心指標項目「工安管理績效」扣分。

- C.總管理處工安督導小組之督導查核方式，採不預警方式辦理為原則。
- D.對曾發生重大災害事故、一般職業災害、火警及爆炸等各項危害之單位，增加其督導查核頻率。
- E.各督導委員應於督導查核後 3 日內將督導查核紀錄送工安督導小組彙整。
- F.工安督導小組依據各區管理處、工程處受督導案件辦理評量，評分結果列入台水公司責任中心指標項目「工安管理績效」內計分，個案評列其成績在 90 分以上，業務績優相關人員嘉獎 1 次，成績在 75 分以下，應於經理會報專案提報檢討改善對策；成績未達 70 分，責任疏失相關人員申誡 1 次以上，經複查未能落實改善或資料不實者，得加重論處。
- G.工安督導小組函送受查單位辦理改善之工安督導（含機動工安督導）查核缺失，其「矯正與預防措施報告」表單之矯正、預防措施處理結果，授權受查單位之勞(工)安單位核章確認，受查單位應依限將改善對策及結果簽陳機關首長或其授權人員核定後，將「工安督導查核缺失改善對策及結果表」函復總管理處，「工安督導小組」得視需要擇期派員辦理複查。
- H.上級交辦案件應辦理機動督導。

(3)督導頻率：

- A.各區管理處：年度內辦理定期督導區管理

處（含廠所及場站等）之工安管理抽查 1 件次以上。

- B.各區工程處：年度內辦理定期督導區工程處（含工務所）之工安管理抽查 1 件次以上。
- C.承攬人部分（含專案工程、小型工程、修漏工程、代辦工程及用戶新裝工程）：年度內辦理各區管理處（工程處）之承攬案件督導抽查 100 件次以上。
- 3.各區處工安抽查小組具體作為：除參照總管理處工安督導項目及方式辦理外，應依各單位特性，參照下列事項辦理抽查。

(1)抽查項目：

- A.職業安全衛生管理系統執行績效之抽查。
- B.現場作業安全及安全設施之抽查。
- C.車輛、電氣、機具、設備等防護及自動檢查執行之抽查。
- D.安全標準作業程序執行情形之抽查。
- E.承攬人安全管理及工安執行情況之抽查。
- F.其他職業安全衛生應辦理事項。

(2)抽查方式：

- A.各工安抽查小組得於事前召集工安抽查成員召開會議，商定任務分工、工安抽查重點及其他相關事宜等，於工安查核後視情況召開檢討會，邀請受查核單位主管及有關人員出席，檢討抽查結果改善事項及相關事宜。
- B.各區管理處、工程處依據年度工安抽查計畫實施查核，「季工安抽查紀錄彙整表」應於當季結束 5 日內張貼於本公司電子佈告欄/工安管理資訊/工安查核項下，以供管考及複查。另「季工安抽查紀錄彙整表」及其「工安抽查紀錄表」等紙本應於當季

結束 10 日內函報總管理處。

C. 抽查日期及編組，由各區管理處、工程處自行編組安排。

(3) 抽查頻率：

A. 廠所及場站部分：每季應辦理之工安抽查件數，區管理處總件數至少 5 件數以上，工程處總件次至少 1 件數以上。

B. 承攬人部分：

a. 專案工程、小型工程及代辦工程：

- 區管理處部份：每季應辦理之工安抽查件數為轄區內當季施工中（土建、管線及機電工程）總件數之 30% 以上，當季在建工程件數超過 50 件以上者，應辦理之工安抽查件數比例降為 25% 以上。

- 區工程處部份：每季應辦理之工安抽查件數為轄區內當季施工中（土建、管線及機電工程）總件數之 60% 以上。

- 如屬 $\phi 1000\text{m/m}$ (含) 以上管線工程及含有推進工程（不論管徑大小）施工項之管線工程，區管理處、工程處均需列當季應辦理之工安抽查案件。

b. 管線修漏工程：每季應辦理之工安抽查件數為轄區內當季施工中總件數如次：

- 轄區內當季施工中之 $\phi 400\text{m/m}$ (含) 以下管線修漏工程：每季至少 3 件數以上。

- 轄區內當季施工中之 $\phi 500\text{m/m}$ (含) ~ $\phi 900\text{m/m}$ 管線修漏工程：每季至少 2 件數以上，如當季無此管徑之修漏，則免予辦理。

- 轄區內當季施工中之 $\phi 1000\text{m/m}$ (含) 以上管線修漏工程：總件數之 100% 以上，如當季無此管徑之修漏，則免予辦理。

c. 用戶新裝工程：每季應辦理之工安抽查件數，每季至少 3 件數以上。

C. 對曾經發生職災或抽查缺失事項較多者，

應適度增加抽查頻率。

(四) 台水公司工安督導查核改善事項統計：

依據台水公司總管理處工安督導小組 105 年 1 月~6 月之工安督導查核重點事項改善，該小組半年內總計督導查核了 61 件工程，統計出下列不符合事項：

1. 書面資料部分以作業職業安全衛生教育訓練、宣導執行情形不符規定最高，佔 25 件次 (16.6%)；自主檢查(車輛系營建機具、勞安衛部分)不符情形佔 24 件次 (15.9%)，詳如表 1 所示。

表 1 書面資料統計

督導項目	累計次數 (次)	百分比 (%)
作業職業安全衛生教育訓練、宣導執行情形	25	16.6
自主檢查(車輛系營建機具、勞安衛部分)	24	15.9
勞工清冊及勞保資料	22	14.6
急救及危險性機械或設備操作人員設置	16	10.6
職業安全衛生管理計畫之訂定及核備	12	7.9
各項作業主管設置情形	12	7.9
召開共同作業協議組織及函送會議紀錄	8	5.3
承攬商每日召開施工前危害告知及紀錄	8	5.3
其他不符或建議改善事項	7	4.6
分項計畫(如自動檢查或露天開挖計畫等)提報審核	6	4.0
職業安全衛生組織設置及職安業務人員報核	3	2.0
安全衛生工作守則之訂定及登錄	2	1.3
施工前危害告知及函送紀錄	2	1.3
施工架、模板支撐按圖施作查核機制	1	0.7
安全衛生費用量化編列	1	0.7
施工照片之安衛設施情形	1	0.7
施工架、模板支撐、構台、擋土設施圖說專人簽認	1	0.7
各項危害防止計畫提報審核	0	0.0
危險性工作場所審查資料	0	0.0
水上、臨水作業救生設備、保養維護及檢點紀錄、緊急應變、監視人員設置	0	0.0
總計	151	100%

2.現場作業部分則以其他不符或建議改善事項次數最高，佔 43 件次 (25.7%)；承攬商當日自主檢查(營建系車輛機具、勞安衛部分)不符佔 18 件次(10.8%)，詳如表 2 所示。

表 2 現場作業資料統計

督導項目	累計次數(次)	百分比(%)
其他不符或建議改善事項	43	25.7
承攬商當日自主檢查(營建系車輛機具、勞安衛部分)	18	10.8
使用道路交通引導人員或電動旗手或交維設施	11	6.6
高壓氣體設施(包含固定、消防及標示)	10	6.0
人員安全帽工作證標示	9	5.4
承攬商當日危害告知	8	4.8
開口防墜設施	8	4.8
吊掛作業伸臂、支撐、防滑舌片、防捲裝置等	8	4.8
潮濕場所電氣設備漏電斷路器	7	4.2
物料堆置	7	4.2
環境整理整頓	6	3.6
使用安全之上下設備	5	3.0
未發現酒類或含酒精性飲料	5	3.0
工作場所公告工作守則	4	2.4
各項危險性機械或設備合格之操作人員	4	2.4
施工架踏板滿鋪、標示及按施工圖說施作查驗機制	4	2.4
施工架之構築未按圖說施作(或未有施工圖說)	2	1.2
局限作業設施及管制	2	1.2
現場門禁及人員管制	2	1.2
防護具設置及保管	2	1.2
工作場所負責人在場指揮督導	1	0.6
水上、臨水作業救生設備	1	0.6
職安人員及各項作業主管在場指揮監督	0	0.0
擋土設施	0	0.0
使用防護器具(包含穿著)	0	0.0
水上、臨水作業揭示通報系統、設備保養維護及訓練	0	0.0
總計	167	100%

根據工安督導缺失事項統計資料，顯示出缺失次數最高的是承攬人未對勞工進行安全衛生教育訓練、宣導，而由於現今委外施工業務越來越多，且專業技術工作分包出

去，多數承攬勞工可能為臨時工，不僅安全知能不足又加上對承攬工作場所不熟悉，在沒有安全教育訓練的情況下，發生職災的可能性很高，所以應使承攬人之安全教育訓練確實執行，才能防止職業災害的發生；而承攬人之自主檢查，雖是件很普通的事，但卻很重要也必要。檢查是「預防勝於治療」的概念，作業前實施檢查，不僅能夠事前發現缺失也可以提早避開危險，並使作業能夠順利運作，減少事故發生的可能。

五、建議與結論

(一)建議事項：

- 1.藉由工安督導查核方式減少承攬人的缺失，對源頭進行管制，可降低職業災害的發生率及嚴重度。
- 2.比較台水公司工安督導查核統計資料可以發現承攬人之缺失事項大多集中於同一個項目不符規定，有重複性的缺失，積極督導後仍未改進者，對此，台水公司已於 104 年修正「承攬商安全衛生輔導要點」，對承攬人重覆違反事項加重開罰，提高承攬人對於職業安全衛生的重視，降低危害及風險。
- 3.對於職業安全衛生教育訓練可以建議承攬人建立統一執行表單的模式，新進人員一律接受教育訓練後才可以上工，勞工統一於同一個時刻接受訓練。且於教育訓練時列舉實際發生之職業災害案例為教材，更能警惕大家，避免事件重複發生。
- 4.施工作業進行時，禁止其他人員進入與通過機械設備周遭，應使用道路交通引導人員或設置交維設施，且交維設施應確實擺放於正確的位置，以避免事故的發生。
- 5.利用檢核表進行自動檢查的檢核，勞工可

能會敷衍了事而隨意勾選，為避免疏漏，承攬人可以進行不定時的抽查，檢查檢核表和實際情況是否符合。

6. 懲處係避免相關人員怠於工安管理及回應社會期待的手段之一，訂定懲處制度的目的不是在懲處人員，而在於使相關人員有所警惕，避免發生事故；故職災事後責任的釐清應以所擔負業務有無應做為而不做為，以為判斷，有無此情形，應就各個事實，具體認定。
7. 近年來政府極力推動職場職業病預防及健康促進等事項，故在職業安全衛生管理單位內導入護理人員的設置規定。依據「勞工健康保護規則」（勞動部 105 年 3 月 23 日勞職授字第 1050200817 號令修正發布）有關事業單位之同一工作場所，勞工人數在 300 人以上者，應視該場所之規模及性質，分別依人力配置及臨廠服務頻率，僱用或特約從事勞工健康服務之醫師及僱用從事勞工健康服務之護理人員，辦理臨廠健康服務部份，其特約從事勞工健康服務之醫師頻率應依從事勞工健康服務之醫師人力配置及臨廠服務頻率表辦理，僱用從事勞工健康服務之護理人員則依從事勞工健康服務之護理人員人力配置表辦理。從勞工人數計算、特約醫師及僱用護理人員，乃至於護理人員辦理事項，與職業安全衛生及相關部門配合事項，亦是另一個值得研究探討的議題。

(二)結論：

1. 利用工安督導查核的方式，依據督導項目對承攬人進行管理，降低風險，保障承攬人工作者也保障事業單位。
2. 台水公司危害鑑別風險評鑑文件待針對高風險作業項目進行實察，找出缺失及潛在

危害並提出改善建議，相信能逐步減少意外事故發生的機率。

3. 職業災害之避免方式除了事業單位對承攬人之管理以外，承攬人對其承攬員工之管控也是非常重要的，而做好管控的方法就是建立完善溝通諮詢管道以利全員參與。
4. 對於重大職業災害的懲處，相關人員有無缺失應予以懲處，應以事件發生之各項基本原因作為懲處對象依據，事業單位方面應視其原因究為設計規劃、工程管考、監造執行或工安管理不良所致，就各個事實客觀具體判斷論處為宜。

參考文獻

1. 勞動部，承攬管理技術指引，2009。
2. 台灣自來水股份有限公司，工安督導計畫，2016。
3. 財團法人天主教聖馬爾定醫院，承攬與承攬責任 http://www.stm.org.tw/omc/pg_03_b08.pdf。
4. 鍾源良，承攬商管理應有之作為，台肥月刊，第四十三卷第九期，2002年9月，<http://www.taifer.com.tw/taifer/tf/043009/07.htm>。

作者簡介

楊碧雯女士

現職：台灣自來水公司工安環保處處長
專長：營業管理、職業安全衛生管理

陳信利先生

現職：台灣自來水公司工安環保處組長
專長：職業安全衛生管理

黃大豪先生

現職：台灣自來水公司工安環保處管理師
專長：職業安全衛生管理

蘇佩汶女士

現職：中山醫學大學職業安全衛生系四年級
專長：職業安全衛生管理

自來水事業永續發展議題探討—以台水為例

文/羅治信

摘要

水是生命之所需、生存之所依、生活之所靠。台水公司遵循政府政策，配合國家建設計畫，致力提供量足、質優、服務好之自來水，冀期善盡國營事業厥責。

自民國 1974 年成立迄今，台水公司服務地區之自來水普及率由原來的 42.66%（1974 年），提升至 92.18%（2015 年）；出水量成長 7 倍、用戶數成長 8 倍，不僅滿足民生、工業用水需求，亦是國家經濟發展之重要推手。

管理大師波特（Michael Porter）曾說：「企業社會責任應該是公司的核心營運策略之一，若只是著重企業形象則相當危險。」，台水最重要而根本的社會責任就是健全存在，並對產業發展與經濟的繁榮持續貢獻。

一、前言

台水公司服務範圍遍及全台(除台北市及部分新北市地區) 主要任務係提升供水普及率、確保穩定供水。既為國營事業，與一般民營企業相比，肩負更多的社會責任，在不以獲利為主要營運目標情況下，台水的財務面績效表現並不亮眼，惟其對臺灣社會進步、產業發展之貢獻的確不容抹滅。

台灣位處亞熱帶，常有梅雨季及颱風侵襲，許多人認為台灣水資源應不虞匱乏，其實不然，台灣因地理與地質因素，雨量雖

多，地狹多高山，蓄水不易，近年天候異常，旱澇不均，根據國際水協會(IWA)資料，台灣是全球第 18 位缺水國。但台灣民眾是幸福的，自來水水價卻是全球數一數二地低廉，也因水價低廉，部份產業及民眾並不珍惜用水。因此，如何不浪費水，使水資源做最有效的利用，是各界應積極面對、著手解決的問題；而如何永續經營則是台水需努力的方向。

二、永續議題之鑑別

台水於 2015 年導入重大性分析，希望透過系統化的分析模式，鑑別利害關係人所關注與對公司永續經營有重大影響之的企業社會責任議題，作為報告書資訊揭露的參考基礎。企業社會責任考量面重大性分析包含「鑑別利害關係人」、「企業社會責任議題歸納」、「考量面分析」、「重大考量面鑑別」、「審查與討論」等 5 大步驟，以決定重大考量面與重大性排序。

台水歸納出 47 項考量面，做為問卷設計方針。採用問卷發放方式，進行各利害關係人關注 議題與公司主管對公司永續經營之調查，依利害關係人關注度及內部主管衝擊度評分結果(如圖 1)，鑑別出 21 項重大考量面(如表 1)。

藉由考量面鑑別與排序結果，經永續報告書推動小組內部討論將其歸納為 11 項台水重大永續議題(如圖 2)。

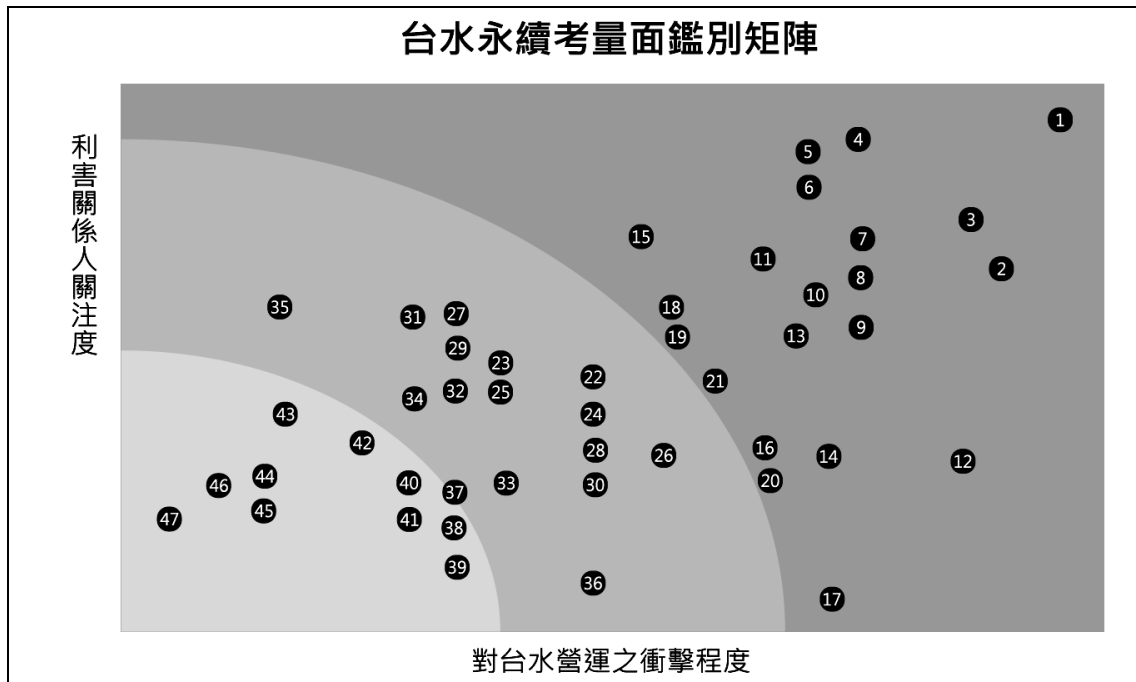


圖 1 台水永續議題考量面矩陣

表 1 台水考量面排序

台水考量面鑑別排序					
排序	考量面名稱	排序	考量面名稱	排序	考量面名稱
1	穩定供水	17	間接經濟衝擊	33	勞資關係
2	顧客的健康與安全	18	整體情況	34	生物多樣性
3	產品及服務標示	19	勞僱關係	35	女男同酬
4	水	20	採購實務	36	原物料
5	顧客隱私	21	交通運輸	37	排放
6	產品責任法規遵循	22	環境問題申訴機制	38	人權問題申訴機制
7	社會法規遵循	23	社會衝擊問題申訴機制	39	不歧視
8	能源	24	產品及服務	40	結社自由與集體協商
9	反貪腐	25	行銷溝通	41	童工
10	環境法規遵循	26	市場形象	42	投資
11	經濟績效	27	供應商社會衝擊評估	43	強迫與強制勞動
12	職業健康與安全	28	公共政策	44	供應商人權評估
13	廢污水及廢棄物	29	供應商環境評估	45	評估
14	訓練與教育	30	勞工實務問題申訴機制	46	原住民權利
15	當地社會	31	反競爭行為	47	保全實務
16	員工多元化與平等機會	32	供應商勞工實務評估		



圖 2 重大永續議題

由圖 2 得知，利害關係人認為最關心、最重要與公司經理人認為對公司核心業務，是穩定供水、用水安全、與客戶服務面向的議題。

為了能回應這些利害關係人所關心議題，並使台水公司永續發展，水資源永續利用，台水在「外部」及「內部」做了些因應作為。

三、提升外部供水核心能力

(一)降低漏水率

自來水漏水率一直為台水公司著力重點，台水公司持續辦理院核之「降低漏水率計畫（2013 至 2022 年）」，參考國際間辦理降低漏水之策略，以「水壓管理」、「修漏之速度及品質」、「主動漏水控制」、「管線及資產管理」等 4 大面向，加強供水損失管理，以逐步降低漏水率。2015 年漏水率已降低至 16.63%，較 2014 年降低 1.41%，已超越前述原計畫目標 17.6%。

(二)提升供水普及率

為改善迄未供給自來水地區用水問題，台水努力提升轄區之供水普及率，從成立 1974 年之 41.03%，提升至 2015 年底

92.18%，顯見這些年來台水為民眾用力的努力。而對於地下水豐富居民接水意願低、居民節省支出取用其他水源、高山偏遠遼闊地勢易受災害供水不易等普及率較低地區，亦採自來水延管方式，或採簡易自來水方式提升供水普及率。

(三)投資供水設施工程

為尋求穩定供水，台水平均每年約投資 120 億元辦理專案計畫投資，積極投入經費辦理各項重大自來水工程，目前重大工程由南至北計有：

- 1.板新地區供水改善計畫二期工程：為有效利用現有已開發水源設施，將新店溪水源經聯通管路供應板新地區。第一階段已於 2016 年上半年完成，可增加調度水量每日達 72 萬立方公尺；第二階段預計於 2017 年下半年完成，預期目標將達每日 101 萬立方公尺。
- 2.湖山水庫下游自來水工程計畫：配合湖山水庫完工後與集集堰聯合運用供水，以地面水源替代地下水，滿足雲林地區目標年（2031 年）平均日需水量 46.8 萬立方公尺之用水需求。
- 3.離島地區供水改善計畫：為滿足離島地區未來至 2021 年用水需求，馬公增建 4,000 噸海水淡化廠，預期淡化水產量每日 4,000 立方公尺，可穩定供應澎湖馬公、白沙地區當地民生用水。

除上述各項外，其他另有東港溪原水前處理工程、大肚、龍井高地區一帶供水計畫、臺南高雄水源聯合運用調度輸水工程、豐原場新設初沉池工程、豐原淨水場設備更新汰換改善工程…等，目前亦積極進行中，目的就是為了能提供更穩定的供水。

(四)確保優良水質

為因應水源水質惡化及日益嚴苛之水質標準，為求水質安全無虞，台水遵循「飲用水水質標準」，所轄淨水場 100%皆需進行水質檢測。台總管理處及各區處水質課實驗室共 13 個單位於 2015 年已全部取得 TAF 實驗室認證，使檢測數據更具公信力。經過政府各級環保機關抽測台水水質結果，合格率由 2002 年 99.69% 提升至 2015 年的 99.94%。

(五)精實創新服務

隨著經濟發展，消費者意識抬頭，除了追求自來水的功能性利益(量足、質優)之外，開始企求感性的「體驗」(服務好)元素。台水為提升用戶服務感受，提供全年無休客服中心(1910)、網路 e 櫃台、水電麻吉貼心聯合服務、服務場所無線上網…等多項服務。

經濟部國營會委外辦理 2015 年部屬事業顧客滿意度調查，結果顯示台水在 18 項一般用戶服務品質指標分數均為 90 分以上。

(六)推動環境教育

近來，「生態效益」(Eco-Efficiency)經營觀隱然成形，台水深知對環境的認知必須從小扎根，亦須教育民眾方能使水資源永續使用，故台水著手規劃於各區域設立環境教育

設施場所，北部區域率先於 2012 年日通過「宜蘭深溝水源生態園區」認證，南部區域於 2014 年通過「澄清湖高質水環境教育園區」認證並開始營運，未來中部區域將推動「湖山自來水環境教育園區」，離島澎湖地區將推動「馬公海水淡化廠環境教育園區」。

各環教中心以場域自然生態環境特色進行導覽，並進行水資源環境教育。藉由水資源基本概念之解說過程，提升民眾的用水認知及知識，並改變用水、節水的態度及價值觀，使其轉化為具體保護水資源的行動，落實正向環境保護行為。

(七)善用水資源

台水供水系統 2015 年各水源全年取水總量 31.21 億噸，其中地下水 4.50 億噸佔 14.41%，地面水 10.32 億噸佔 33.06%，水庫水 16.39 億噸佔 52.53%。

自有水源 11.63 億噸佔 37.27%，外購原水 18.17 億噸佔 58.24%，其中 16.38 億噸購自水利署北、中、南區水資源局佔 52.50%，1.74 億噸購自全省各農田水利會佔 5.58%，其他 0.05 億噸購自台糖及台電公司佔 0.16%，外購清水 1.40 億噸佔 4.49%。

台水 2015 年出水量為 29.78 億噸，較 2014 年出水量約略減少 3.12%。

2013年~2015年環境成本支出				
單位：億元				
年度 \ 項目	環保總額	工安總額	衛生總額	合計
2013	7.76	1.95	0.16	9.87
2014	7.93	1.61	0.17	9.71
2015	7.32	1.75	0.19	9.26

圖 3 環境成本支出情形表

(八)落實環境會計

台水自 2011 年 10 月開始建置「環境會計資訊管理系統」，並於 2012 年 6 月正式上線。該系統可將環境相關活動(包括環境保護、工安及衛生)與會計作業結合，並將數據轉換成可供比較及對外揭露的財務資訊，以作為經營決策之依據，達到企業永續經營的目的。

2015 年環境成本支出總額為 9.26 億元，其環保類支出為 7.32 億元，工安類支出為 1.75 億元，衛生類之支出總額為 0.19 億元。

(九)節能減碳

台水使用之能源主要以外購電力為主，為有效控管用電費支出，業已函頒「節約動力費作業要點」，除檢視動力費各相關因子外，並每月定期納入「如何增加營收，降低營運成本，提高經營績效」推動小組會議檢討，且持續要求各區處及各廠所每月定期依台水「節約動力費作業要點」規定十三項節約供水場站動力費具體措施召開會議檢討(諸如改善選用適當電動機及抽水機、落實用電設備保養與維護、調整供水模式等措施)，以有效管控動力費支出。經統計 2015 年電力使用為 9.09 億度，較 2014 年減少 4.29%，顯見台水推動節約供水場站動力費各項控管措施，已略具成效。

(十)綠色採購

台水為國營事業的一員，肩負國家經濟發展、民生福祉之政策任務。為善盡社會責任，提升公司形象，積極落實綠色採購，評估商品的綠色價值，作為採購的衡量指標。亦即，購買「低污染、省資源、可回收」之環保標章或是節能、節水標章符合第一、第二、第三類環境保護之產品。目前辦理採購

(包括一般性及集中採購)均優先選擇具綠色標章之環保產品。2015 年公司綠色採購比例已達 97.3%，將持續督促所屬單位加強落實綠色採購，以期達行政院環保署所訂之綠色採購目標比例 90% 以上。

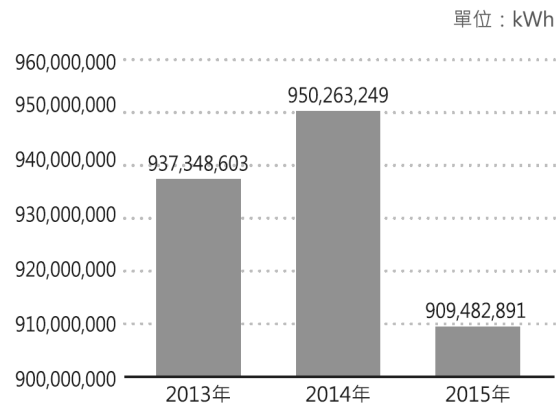


圖 4 近 3 年用電量

四、強化組織內部結構

(一)誠信經營管理

為創造廉能績效、健全公司治理與善盡企業社會責任，以奠定永續經營之基石，台水訂定「公司治理原則、方針及未來展望」做為落實執行之依循。台水為亦依公司法成立董事會設置董事及監察人，並設置「公司治理委員會」及「董事會土地買賣及交換審議小組」，以促進及強化公司治理效能。

(二)風險管理

台水為建構整合性風險管理，加強風險管理及危機處理，冀期強化供水之穩定性、安全性，訂定並函頒「風險管理與危機處理基準」作業流程。

經濟部於 2006 年起函示所屬單位每年提報「主要風險圖像」，台水即每年滾動式檢討並於年底召開風險管理推動小組會議，逐年函報。2015 年台水主要風險圖像(如

圖 5)共有「臨時無預警停水及水質安全」等 14 個項目納入管制，減輕災害及事故損失。

(三)精實組織編制

近年來，台水各單位時常提出編制人力不足、請增員額之需求，爰為檢視現今員額是否合理，以及員額分配是否適當，台水已修正各區管理(工程)處員額設置標準，並訂定總管理處員額設置標準，計算並量化人力，以客觀公正的角度重新分配員額，期能以此標準對外爭取合理員額，對內也能促使員額配置合理化。

(四)活化人力資源

以台水現況而言，人力老化所帶來的問題已非隱憂，而是已經逼近的現實。為因應退休潮及人力斷層等問題，我們除在員額能全數回補之前提下，已於 2011 年及 2012 年

辦理專案優惠退離，鼓勵高齡員工退離，加速人力汰換、促進新陳代謝，並將持續積極視業務新增及實際人力需求，依各年度屆退人數擬定「人力進用計畫」，以補足預算員額數為目標。

(五)培訓專業人才

專業人才之塑造及提升，非一朝一夕之功。台水除為培養基層員工專業技能及知識，擬定「員工訓練計畫」外，亦擬定階梯式「主管人員培育計畫」，針對各階層主管人員進行培訓，以儲備管理人才；為汲取先進國家自來水業管理、技術及實務經驗，逐步提升台水專業水準，研提「國外先進自來水事業觀摩學習計畫」；另，為儲備台水高級淨水處理及海水淡化處理等核心技術人才，研提「高級淨水處理及海淡處理技術作業人員培訓計畫」。

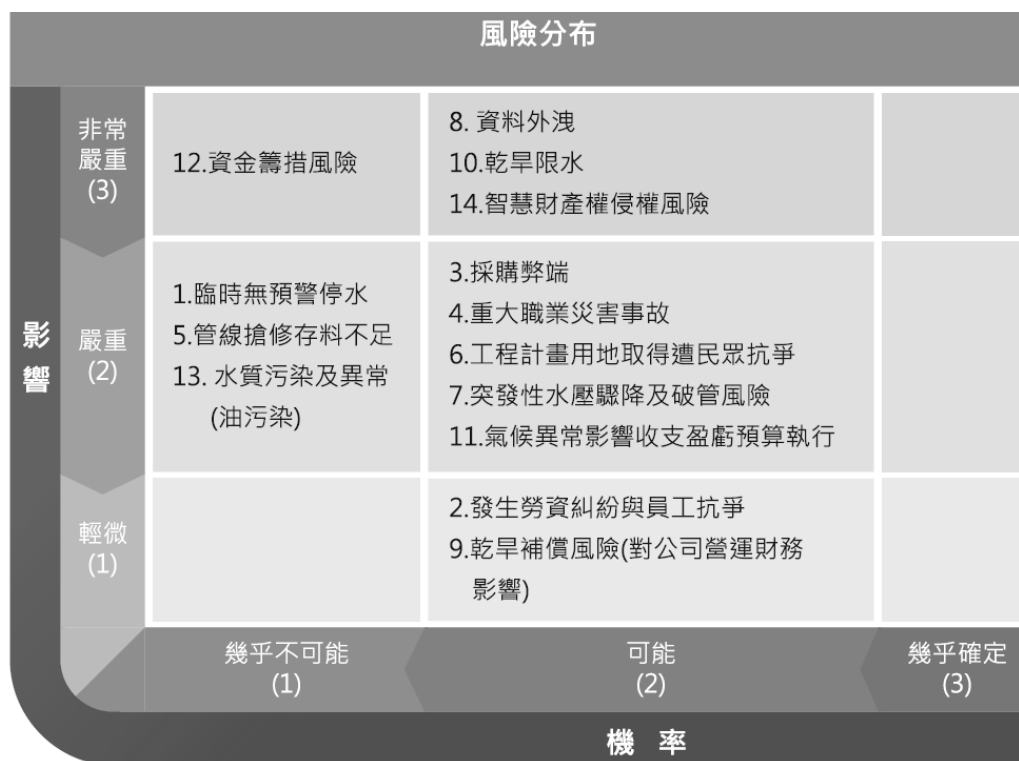


圖 5 2015 年台水整合性風險圖像

五、健全財務，調整合理水價

企業之永續經營，仍須以財務健全為根基，台水自來水價已逾 22 年未調整，水價無法實際反映成本，造成近五年給水投資報酬率為-0.48% (2011~1015 年)，自來水事業無法累積自有資金支應工程建設，不斷地舉債下，2015 年借款總額已高達 618.23 億元，故台水希望能在未來合理調整水價，改善各項供水問題，並提升供水品質，方得永續經營。

參考文獻

- 1.台水2016年永續報告書，台灣自來水公司，2016年8月。
- 2.台水六年(105~110)經營計畫，台灣自來水公司，2015年4月。

作者簡介

羅治信先生

現職：台灣自來水股份有限公司企劃處組員

專長：績效評估、企業管理

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法

中華民國 105 年 8 月 26 日第十八屆第八次理監事聯席會議審議通過

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」會刊論文中分「工程技術」、「營運管理」、「水質及其他」等類別，分別評定給獎論文，每類別以 2 篇為原則，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壹萬元整，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，每類別推薦 3-4 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：

1.評獎委員以無記名投票，每類別論文勾選至多 2 篇推薦文章，每篇以 1 分計算，取累計分數較高之論文，至多 2 篇，為該類給獎論文。

2.同一類別如有多篇文章同分無法選取時，以同分中專家審查總分數高低排序，分數再相同，則由評獎委員以無記名投票方式決定。

(三)選出給獎論文，報經本會理監事會議通過後公佈。

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。

水量計國家規範 CNS14866 之探討

文/王志隆

前言

國際上水量計規範多以 ISO4064 為依規，而 ISO4064 於 2005 年有大變革，其差異簡單的說，就是從舊版以水量計工作器差的表現來分類水量計的等級，比如說採購單位想採購口徑 40mm 的水量計，他就只有 4 個等級可選用(舊版採 A、B、C、D 等 4 級分類)，而這 4 個等級的最大流量都是相同的，差別在於小流量的準確度，而新版便賦予水量計製造商，依各別水量計製造技術的優劣，分別宣稱各別公司水量計性能好壞(新版採 Q3 及量乘比概念分類)，即在採購單位的基本規格要求下，廠商可提出更良好的產品，讓各家產品有差異化的表現，作為評選條件，不再是單一價格考量。

然國內相關水量計檢定檢查技術規範 (CNMV 49) 及水量計型式認證技術規範 (CNPA 49) 之配套規定則尚未完成，故即便有了新的 CNS14866，然實質上國內仍採用舊法規之規定，於本研究將探討其可能原因及建議，以期國內水量計採購的標準與規範能與國際接軌，不自外於國際規範。

關鍵詞：CNS14866、水量計、國家規範、東京都水道局

一、CNS14866 新舊版主要差異說明

(一) 舊版水量計規範的特性

水量計的性能取決於標稱流量(N 值)、水量計等級(A、B、C、D 級)，其中標稱流量取決於表種及口徑，如表 1，可發現特定型式、確定口徑的水量計，它的 N 值已經被律定了，如奧多曼式橫軸、口徑 50mm 水

量計，它的標稱流量為 15 CMH，沒有其他可能。

另外，水量計乃安裝於用戶家中的法定度量衡器，以度量用戶用水量，作為自來水事業收費依據，故水量計在準確度上有其準確度要求計量範圍，故在小流量部分有其±5%之精度要求範圍，在中大流量有±2%之精度要求範圍，此為法定流量規範要求區間，於是訂定幾個器差要求特徵點位：包括±5%的邊界點，「最小流量(Minimum flow-rate) Q_{min} 」、「分界流量(Transitional flow-rate) Q_t 」；包括有±2%的邊界點，「分界流量 Q_t 」、「超載流量(Overload flow-rate) Q_{max} (或 Q_s)」，此外亦有標稱流量(Nominal flow-rate) Q_n ，即 N 值，而在舊版的規範裡這 Q_n 即等於「常設流量(Permanent flow-rate) Q_p 」，而所有器差特徵點皆由 N 值及水量計等級決定，如表 2，若為奧多曼式橫軸、口徑 50mm 水量計的 B 級水量計，它的 $Q_{min}=0.03N=0.45$ CMH、 $Q_t=0.2N=3$ CMH、 $Q_n=Q_p=N=15$ CMH、 $Q_{max}=2N=30$ CMH，透過這樣的硬性規定，水量計採購單位可明確依據所期望的計量準確區間，選擇它所要的表種、口徑及水量計等級，但對水量計製造商來說，同等級水量計沒有優劣之分，即如北水處想採購 B 級的水量計，有多家廠商同樣提供 B 級水量計，但有的可能精確度稍高、有的精確度稍差，但標籤上都登載 B 級，便無從區分好壞，對優秀的水量計製造廠商便不公平，也讓採購單位失去採購較優異水量計的機會。

(二)新版水量計規範的特性

在新版的水量計規範，係將水量計產品優劣等級的定義權交還給廠商，即由廠商宣稱水量計性能好壞，它的相關基本定義 Q_1 即為 Q_{min} 、 Q_2 即為 Q_t 、 Q_3 即為 Q_p 、 Q_4 即為 Q_{max} ，另外新法規規定 $Q_4/Q_3=1.25$ (此與舊版法規統一為 2 的概念不同)、 $Q_2/Q_1=1.6$ ，這是源自於 ISO 的基本要求，而將將水量計優劣等級的定義權交還給廠商，便在於引入量乘比 $R(Q_3/Q_1)$ 的概念，這量乘比的多寡係由廠商依自身產品的準確區間訂定，因此在新版法規的水量計表頭常可以看到 $Q_3=?$ 、 $R=?$ 之描述，比如 $Q_3=36$ CMH、 $R=160$ ，便表示最小流量 $Q_1=0.225$ CMH， $Q_2=0.36$ CMH， $Q_4=45$ CMH，如若同樣 $Q_3=36$ CMH、 $R=100$ ，則最小流量 $Q_1=0.36$ CMH， $Q_2=0.576$ CMH， $Q_4=45$ CMH，可發現後者廠商產品的 Q_1 僅能達到前者的 Q_2 水準，然在這些表面的數據背後，水量計的耐久性，亦須探究，故國內自來水事業單位，仍舊採用較嚴苛的前兩版 CNS 耐久性試驗。

這源自於 2005 年的 ISO4064 的變革，其修正應有其實務經驗考量，相對以往 $Q_{max}/Q_p=2$ ，新版則採 $Q_4/Q_3=1.25$ ，原因是先前對水量計產品的性能沒有信心，或實務經驗不足，訂的安全係數較大，在新版則有較充分的數據，以北水處 101~102 年針對口徑 40mm 5 年內損壞 3 次的 93 栓用水戶安裝水量計紀錄器，其數據分析顯示，當長時流量大於 1.4 倍的 Q_p 時，水量計大多發生齒輪崩塌的狀況，另私下詢問國內某家水量計製造商，其建議應採 $Q_{max}/Q_p=1.2$ 以下較為妥當，與 ISO 的規範設定值則相當；另 $Q_2/Q_1=1.6$ ，經比對表 2，則發現這種幾近乎要求水量計提升至

C 級以上的水準，其原因其一為用戶不太能容忍 5% 的器差範圍過大，其次為現業界水量計製造技術已逐步成熟，應可趕上此要求。

不過新版法規雖給了業者對產品的定義權，但也不能過於混亂，因此 Q_3 僅能選取 1、1.6、2.5、4.0、6.3、10、16、25、40、63.....， R 值僅能選取 10、12.5、16、20、25、31.5、40、50、63、80、100、125.....

(三)採用新水量計規範的影響

如同前節所述，新規範造成的影響是將目前的水量計 C 級化，以實際案例來探討會更易了解，如表 3，係北水處目前小口徑水量計採購的主要規範，未因應新版 CNS14866，北水處會如何修正規範，一般而言，以事業機構務實的作法，修完後的規範一定會比先前的要求性能更佳，因此就任何口徑的水量計言，要求新 $Q_4 \geq Q_{max}$ (B 級)、新 $Q_2 \leq Q_t$ (B 級)、新 $Q_1 \leq Q_{min}$ (B 級)，以北水處目前數量最多的 20mm 水量計為例，假設 $Q_{max}=Q_4=5$ (CMH)，則 $Q_3=Q_4/1.25=5/1.25=4.0$ (CMH)，另假設新 $Q_1=Q_{min}$ (B 級)=0.05 (CMH)，則量乘比 $R=Q_3/Q_1=4/0.05=80$ ， $Q_2=1.6*Q_1=1.6*0.05=0.08$ (CMH)，另外，依北水處「水表測試計畫」130 只使用中 20mm 水量計之 1、3、6、7 流量點之平均器差曲線(如圖 1)，若將圖表加上趨勢線可得曲線模擬方程式器差 (%)= $0.0264X^3-0.2029X^2+0.3654X-0.0497$ ，故當 $X=Q_2=0.08$ 時，器差= -2.18% ，則此水表若為新表驗收將不合格，故水量計製造商勢必將水量計的準確區間提高，也許於此有人會提出質疑，若上述數據為使用中水量計，其容許器差將多 1 倍(4%，即原測試會合格)，但另 1 點要注意的

是，上述只是平均值，若以個案來看，即便放寬的 4%，許多個案將不合格，而且更重要的是，新表驗收，每只驗收水量計代表的可能是 1 整批幾萬只水量計，廠商不會冒此風險，於是必須將此水量計等級提高。

二、東京都水道局規範改革進程：

另參考北水處 103 出國報告「赴東京都水道局技術交流研修」(柯祖穎、周家榮)，其中闡述日本在因應新法規的規定作法，說明如圖 2，雖然廠家可各自宣稱所製造水量計能力，但實務上仍必須依自來水事業規定須達到的基本門檻，故設計上即以舊有超載流量 $Q_{max}=Q_4$ ， $Q_{min}=Q_1$ 為基本原則，再作 Q_3 與量乘比 R 值之選定(新版 IOS4064 規定， Q_3 僅能選取 1、1.6、2.5、4.0、6.3、10、16、25、40、63.....，R 值僅能選取 10、12.5、16、20、25、31.5、40、50、63、80、100、

125.....)，而 $Q_4/Q_3=1.25$ 、 $Q_2/Q_1=1.6$ ，便得到 $Q_1\sim Q_4$ 之值。而日本於新舊法規間做了最大的變動在於，原小口徑水量計取用約 $R=80$ ，新法規小表採用 $R=100$ ，因此 Q_1 及 Q_4 必須有所變動，變動後的 Q_1 、 Q_2 、 Q_4 必須是水量計製造商所能達到，於是我們看到圖 2 的舊(紅線範圍)、新(黑線範圍)法規比較，新法規強迫使低流量之誤差範圍更形限縮，大幅提高水量計計量的準確要求，使一般水量計從舊有紅虛線的水量計器差曲線表現推展到新要求下的水量計器差曲線表現，東京都水道局人員表示，為了適應這法規的規定，該國內廠家付出相當多努力。這也是水表製造廠商所必須面臨的另一問題，日本同樣可以採用舊有的 $R=80$ 的水準，但他提出了更高的要求水準 $R=100$ ，若國內也本於此水準，則將對國內廠商造成更大精進壓力。

表 1 水量計界定 N 值與表種、口徑之規定

水量計大小			
水量計界定 N			標稱口徑
容積型、單一噴嘴及多重噴嘴	奧多曼式		DN
	豎軸	橫軸	
N15	N15	N15	50
N25	N30	N35	75
N50	N45	N60	100
	N100	N150	150
	N150	N250	200
	N250	N400	250
	N400	N600	300
		N1000	400
		N1500	500
		N2500	600
		N4000	800

表 2 水量計等級與水量計既定 N 值的關係

等級	最大流量 Q _{max}	水量計界定N	
		N<15 (一般為口徑40mm以下)	N≥15 (一般為口徑50mm以上)
A級Q _{min}	2N	0.04N	0.08N
A級Q _t		0.10N	0.30N
B級Q _{min}		0.02N	0.03N
B級Q _t		0.08N	0.20N
C級Q _{min}		0.01N	0.006N
C級Q _t		0.015N	0.015N
D級Q _{min}		0.0075N	-
D級Q _t		0.00115N	-

表 3 口徑 40mm 以下螺紋表之部分特徵點流量

水量計大小		特徵點流量(CMH)				
水量計 界定N	標稱口徑 DN	B級 Q _{min}	B級 Q _t	B級 Q _{max}	C級 Q _{min}	C級 Q _t
N1.5	15(13)	0.03	0.12	3	0.015	0.0225
N2.5	20	0.05	0.2	5	0.025	0.0375
N3.5	25	0.07	0.28	7	0.035	0.0525
N10	40	0.2	0.8	20	0.1	0.15

表 4 JWWA 法規規範 口徑 40mm 以下特定流量點^[7]

JWWA 規定	口徑(mm)	Q _{min}	Q _t	Q _p	Q _{max}
		M3/hr			
	13	0.03	0.12	1.5	3
	20	0.05	0.2	2.5	5
	25	0.06	0.24	3	6
	30	0.15	1	5	10
	40B	0.3	2	10	20

表 5 JIS 新法規規範口徑 40mm 以下特定流量點(參考柯祖穎、周家榮, 104 年出國報告)

JIS 規定	口徑(mm)	Qmin	Qt	Qp	Qmax
		M ³ /hr			
	13	0.025	0.04	2.5	3.13
	20	0.04	0.064	4	5
	25	0.063	0.101	6.3	7.88
	30	0.1	0.16	10	12.5
	40	0.16	0.256	16	20

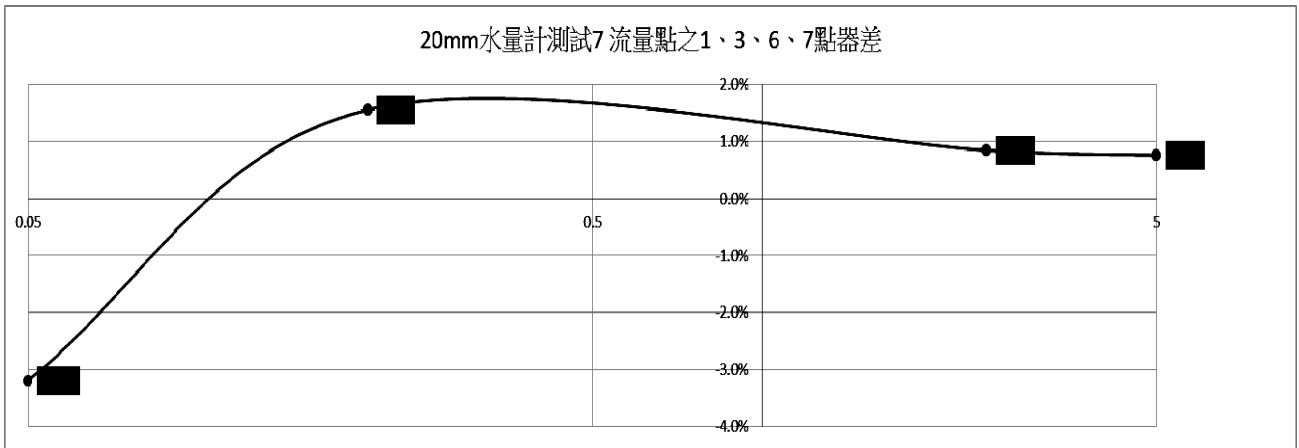


圖 1 北水處「水表測試計畫」(流量為對數作標)

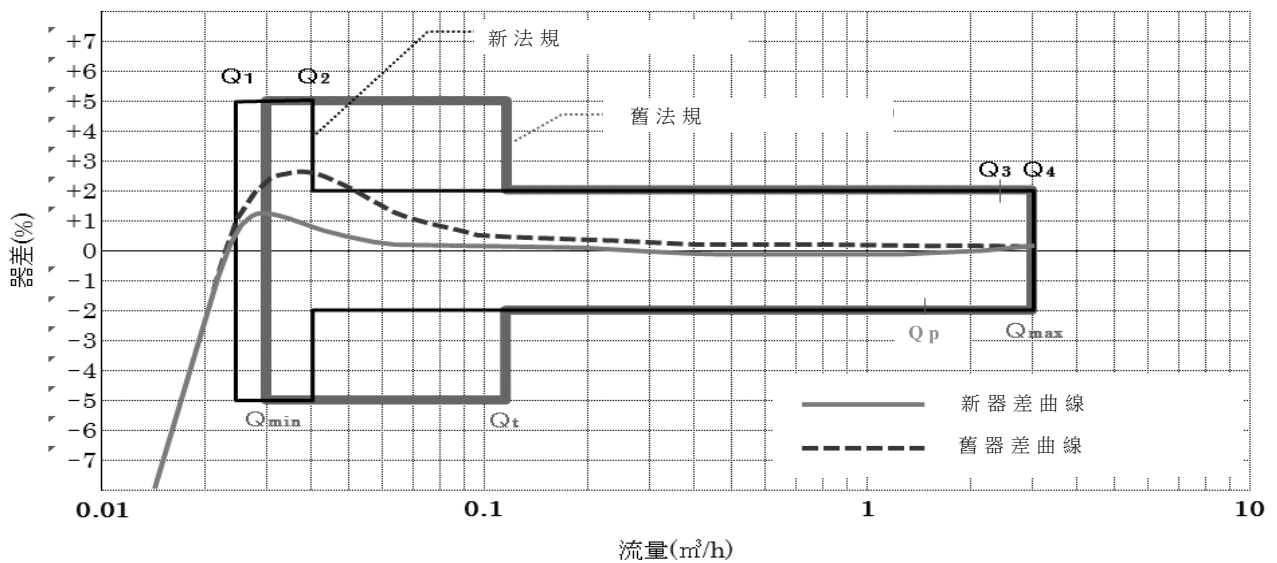


圖 2 東京都水道局因應 ISO4064(2005)修訂之法規變革示意圖^[7]

三、結論與建議

結論：採用 101 年版水量計國家規範，最直接的影響將使 $Q_{min} \sim Q_t$ 間 $\pm 5\%$ 區域減少 80% 寬度，此對國內 50mm 以上水量計 ($N \geq 15$) 採購影響較小，因為國內大口徑水表皆已採 C 級水量計 ($Q_{min} \sim Q_t$ 間 $\pm 5\%$ 區域減少 60% 寬度)，而國內小口徑水表現多為 B 級機械式螺紋表，若事業單位未來制定採購規範仍採 $R=80$ ，則衝擊較小，若採 $R=100$ 則影響加劇，就目前的小口徑水量計，其齒輪組慣性較大，對低流量量測不利，然新設計需考量產品之耐久性，須提前因應，以國內其產品能與國際接軌，更具競爭力。

建議：

- (1) 國內自來水事業單位須先訂定未來標準水量計採購規範以供廠商投注研發，並訂定可能的落日條款。
- (2) 經濟部標準檢驗局亦隨之訂定國內相關水量計檢定檢查技術規範 (CNMV 49) 及水量計型式認證技術規範 (CNPA 49) 之配套規定。
- (3) 廠商投注研發更輕量化且準確、耐用的水量計組件。

參考文獻

1. 周家榮、廖介廷、時佳麟、曾喜彩、梅英昌(2014), 臺北市政府103年度自行研究報告—藉探討40mm口徑電子式C級水量計於用戶用水模式分析」推演表差(計量)評估模型。
2. 北水處「大用戶用水模式分析」計畫，2012。
3. 北水處「40mm 口徑電子式C級水表於用戶用水模式分析」計畫，2012。
4. 臺北自來水事業處,101年,水表測試計畫
5. 臺北自來水事業處B、C級水量計規範
6. 水量計國家規範CNS14866

7. 柯祖穎、周家榮，臺北自來水事業處,103年出國報告「赴東京都水道局技術交流研修」

作者簡介

王志隆先生

現職：台北自來水事業處南區營業分處三級工程司

專長：管網改善工程規劃、設計、監造及小區計量

慢濾池設計、操作準則之探討

文/陳文祥

一、前言

慢濾池作為飲用水處理的技術已有數百年的歷史了，特別是對於小系統、鄉村地區不需要較高的操作技術的淨水來說是非常有用，如同這項技術的命名，它的過濾速度非常緩慢，大概是 2~10 m/day，只有快濾池濾速的五分之一，也因為慢濾池的濾速慢，在設置上需要較大的土地面積，但在偏鄉地區土地不是問題，反而是操作技術需求低，適合於偏鄉供水淨化使用。

慢濾用於淨水處理是簡單的技術，無須於程序中添加化學藥劑，透過生物處理來達到去除的效果，顆粒、有機物、鐵、錳、氨氮及大腸桿菌群等都有不錯的去效率。生物主要聚集在濾砂的表層，相關的研究指出，生物的活性影響水中污染物的去除，因此，在新的慢濾池開始營運前或刮砂後必須進行濾池熟成的程序，也就是經數星期的時間進行濾池生物培養，以確保處理的效果。

慢濾不像快濾須進行反洗但在表層水頭損失大於 90-120 公分時，濾砂須進行刮砂或刨鬆的作業，根據原水水質，一般來說大約 1~12 個月需進行上述的刮砂或刨鬆的作業，若原水水質更好時間還可以往後延長，刮砂是將濾砂表層約 2-5 公分的濾砂加以移除，而被移除的濾砂須在適當的時間進行補充，某些淨水場採用的是將上層濾砂刨鬆以降低水頭損失，而濾砂並未被移除只是刨鬆，但是表層的有機物層已破壞且飄散在表面，不管濾砂是經過刮砂或刨鬆，皆需要有 1-7 天的熟成期以重建表層生物聚落。

一般來說在慢濾池的設計及操作管理是以梨形鞭毛蟲、隱孢子蟲及病毒去除率 2 個 log 為處理目標，若是慢濾池原水有較高的濁度時，可規劃簡易的粗濾以作為前處理，而有表層藻類增生現象時，可考慮在濾池頂加蓋。在慢濾池設計前必須先進行模場試驗，試驗的目的希望了解設計的相關參數，包括：

- 1.了解以慢濾的方式是否能達到處理原水符合清水水質的目標。
- 2.了解透過慢濾的方式對於原水中污染物的去除效率。
- 3.了解最適當的操作濾率。
- 4.了解最適當的濾砂型態。
- 5.提供未來設計的相關參數並評估所需的費用。

在慢濾的操作程序中，前處理不可以加氯進行污染物的氧化，因為這麼做會導致濾砂生物活性降低甚至死亡，將嚴重影響去除效能，但於濾後加入氯進行消毒，則必須在清水及配水階段進行消毒副產物的監測與追蹤，以確保用水安全。

二、慢濾池之設計

根據供水目標的需求，慢濾池的設計必須根據這個需求來加以規劃及設計，套裝式的慢濾系統組裝已有商品套件但使用並不普及，還是要根據原水特性來加以評估及考量。

(一)濾率

慢濾池第一階段設計需考量的是濾

率，濾率設計通常介於 2~10 m/d，但在某些特殊的狀況(如其他進行濾池刮砂或熟成)，短時間也能提升到 15 m/d 過濾水還能符合水質標準，慢濾濾速對於濾池刮砂的間距影響非常大，低的慢濾濾速其濾池刮砂的間距較長，適當的濾速必須由模場試驗了解原水處理的結果取得，而確定設計濾速後，再計算原水處理量便可得出所需的濾池面積。

(二)濾池數

考量慢濾池需進行濾砂刮除及濾池熟成需耗費時日，所以，濾池設計的個數必須考量這個因素，甚至是濾池維修所需的時間也須考量在內，每個慢濾的濾池必須能獨立操作及控制，因此在計算慢濾濾池數時必須同時考量平均流量及變動流量、最佳的濾池刮砂間距、清配水池的容積等因素，大部分的傳統設計以最大日的需求水量以及一池停止出水進行維護(或其他因素停止出水)為設計準則，下表為出水量及濾池數的建議配搭組合(詳如表 1)。

表 1 出水量及濾池數的建議配搭組合

設計出水量	慢濾池池數
小於 2500 CMD	2
2500 CMD ~ 5000 CMD	3
5000 CMD ~ 7500 CMD	4
7500 CMD ~ 10000 CMD	5

(資料來源：Slow Sand Filtration and Diatomaceous Earth Filtration for Small Water Systems)

(三)濾砂

慢濾池的濾料包括濾石及濾砂，濾石的作用在於支撐濾砂，並將過濾水平均分配於收集設備，而濾砂的選擇對於處理的效果有很大的影響，濾砂篩分析常用於濾砂的特性

判斷，太粗的濾砂粒徑對於濁度去除不佳且無法提供足夠的生物生長表面積，太細則會提高水頭損失降低濾速減少出水量。大部分的濾石及濾砂含有淤泥，假如濾砂含太多的淤泥將會使過濾水增加濁度影響濾水品質，而這個影響可能會有數年之久，因此，當濾石及濾砂進行填料時必須進行適當的清洗及結果試驗，以確保濾水品質，當濾砂須進行添補時，也必須進行同樣的濾砂測試，濾砂的參考設計準則如表 2，濾砂鋪設示意如圖 1。

表 2 濾砂的參考設計準則

設計參數	建議數值
有效粒徑(D10)	0.15-0.3 mm
均勻係數(D60/D10)	<2.0
未清洗濾砂通過 200 號篩	<3%
已清洗濾砂通過 200 號篩	<0.1%

(資料來源：Slow Sand Filtration and Diatomaceous Earth Filtration for Small Water Systems)

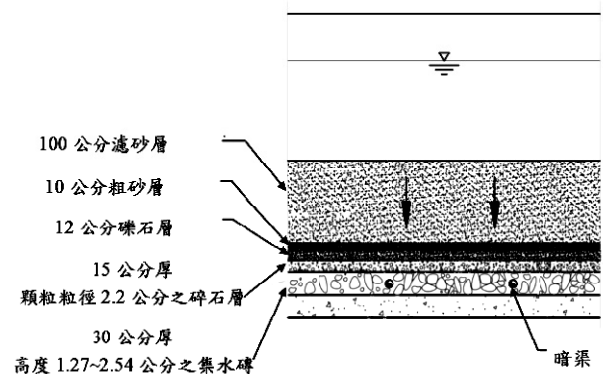


圖 1 濾砂的鋪設示意圖

(四)慢濾池管線設計

在慢濾池設計時須考慮水進出的安排，有幾個設計考量應行注意，相關設計圖說如圖 2，包括：

1. 初期過濾水排放管

- 2.溢流管
- 3.上層浮渣排除管
- 4.底部排放管
- 5.反向進水設計
- 6.過濾水分配及過濾水收集
- (1)初期過濾水排放管

因為慢濾是生物處理程序，所以在濾砂刮除後或是濾砂重新鋪設後，必須要有足夠的時間進行生物熟成，讓濾砂層的生物相能發展完全，才能發揮去除污染物的效益，在生物熟成期間原水進入濾砂層後不可以立即納入供水系統，因為生物環境還沒發展完成，去除效率較差，所以必須將初期過濾水排除(可導回原水儲槽中)，而設計時必須考量個別濾池可以獨立將初期過濾水排除，並避免錯接導致未符合水質標準之過濾水排入清水池。

(2) 溢流管

當慢濾池在過濾時會累積損失水頭，水位將持續上升至進水端，若水位持續上升，水會溢流出濾池，將造成廠區淹水，為了避免這個情形，必須在適當位置設置溢流管，讓當水位持續上升時之緊急排放口，而這個排放口也可以作為排出濾砂表層水浮渣的出口。

(3)上層浮渣排除管

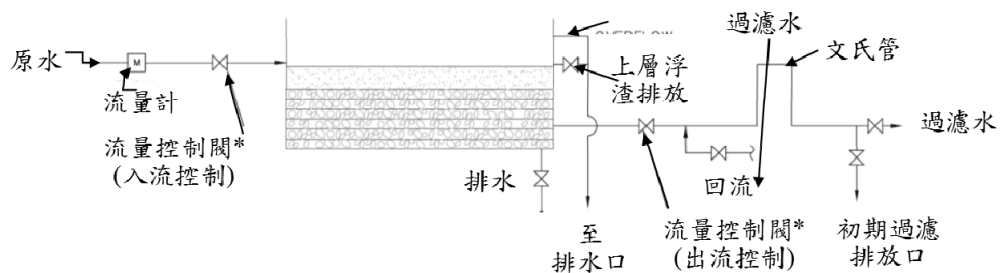
適當的管線及閥門設計有助於濾砂的刮除或移除，上層浮渣排除管的設計就是為了能快速將還沒達到須刮砂程度時，讓累積於濾砂表層的浮渣加以去除，以延長刮砂的時間，上層浮渣排除管設置的位置在砂層的最高點，假如是以刨鬆的方式進行濾砂再生，其管線的大小必須滿足反向進水時排污的水量。

(4)底部排放管

在每一個慢濾池最底層必須設置一處排放管，以便在濾砂進行刮除前將濾池內的水完全排乾。

(5)反向進水設計

慢濾池每一座濾池的出水管線需與鄰近的濾池出水管線連結，以便讓鄰池的濾後水能流入須進行反向進水的慢濾池內，慢濾池反向進水的概念與快濾池不同，慢濾池反向進水是透過由下而上的緩慢進水方式，將濾池內的空氣排出以降低空氣閉鎖的問題，而且可以將刮砂或刨鬆完畢的慢濾池其中的生物殘渣透過上層浮渣排除管予以排除，如此，可延長慢濾池使用時間。要注意的是不可將加過次氯酸鈉含有自由餘氯的水導入慢濾池內，因為這樣將會使得慢濾池內的生物死亡或降低活性而減少污染物的去除能力。



(資料來源：Slow Sand Filtration and Diatomaceous Earth Filtration for Small Water Systems)

圖 2 慢濾池管線設計圖說

(6)原水分配裝置

原水進入慢濾池需設計穩定的水力分配，以避免不當的流入造成慢濾砂層的擾動或破壞，原水流入慢濾池可以採用分散的孔口或是其他有效的導水方式讓原水穩定流入濾池。

(7)濾池底部收集系統

經過慢砂濾後，過濾水必須妥善的加以收集，濾池底部的集水設備要能確保每一處水頭損失能平均分布，不會因為設計失當造成處理效能降低。

(五)慢濾池砂面上水位控制

1.進流控制

利用進流設備的調整，來控制進入慢濾池的水量。

(1)定濾率控制

操作人員利用進流的流量控制設備進行入流量之管控，而水頭損失會隨著時間而逐步累積上昇，這樣操作的好處是操作人員非常容易的進行操作管理，而且可藉由水位不斷上昇達到有效控制的目的。

(2)遞減濾率控制

利用水位控制閥來回饋進水流量，如此砂面上的水位可以控制在一定的高度上，但是進水流量會隨著時間而遞減，利用壓力控制來了解水頭損失，以達到定水位的目的。

2.出流控制

出水設備藉由堰、閥、流量計及壓力計的搭配組合，達到控制出水量的目的，而利用出水控制的一項好處是可以調整及控制慢濾池砂面上的水位高度，一來可以避免空氣進入濾砂層造成閉鎖，二來可以讓濾砂層內的生物能浸潤在水中，確保生物活性。

(1)出水堰

可以採用堰或閘門控制，堰的高度可以決定濾砂層上水位的最小高度，確保生物不會因不當控制或停機造成水位低於砂層的現象，一般控制的砂層上水位的高度 15~30 公分，而堰也可以設計為活動式，可以提供慢濾處理後期的出水量，但如此也可能造成水面低於砂面下的風險。

(2)管件構造

利用出水管件的設計讓水位保持在濾砂上方約 15~30 公分，利用方法須搭配吸排氣閥及真空幫浦，以確保操作的靈活。

(3)出口控制閥

利用控制閥來讓水位保持在濾砂上方約 30 公分，但是單獨藉由閥的控制無法有效確保水位高度，可能有水位低於砂面下的風險。

(六)水位監視器

在慢濾池內的水頭損失可利用水壓計加以監視，或可在慢濾池邊裝置透明 PVC 水管，用以了解各池的水頭損失現況，並在管上加註尺規，很容易就能掌握各池的水位情形，讓操作人員容易判讀應執行的作業。

(七)濾砂的刮除或刨鬆

大約 1-12 月間，砂層上的水頭損失已經累積到控制水位(約 120~150 公分)，此時濾砂表層約 5 公分佈滿了生物，該層必須移除以降低水頭損失；若以操作面來看，水位已達溢流管高度，或是出水量已低於設定水量。

大部分的小型慢濾池採人工的方式進行刮砂，因此，在設計上必須考量到刮砂的動線及進出濾池的人員及廢砂的上下設備，若慢濾池上方設有遮頂蓋，其高度需在 210 公分以上，以方便人員作業。若使用機

具進行刮砂，則另須考慮機具的移動及操作空間，若慢濾池上方未加遮頂蓋，則需預留梯子的擺放位置，操作人員及設計人員需時常討論，以取得較佳的設計考量。

在某些慢濾池淨水場，濾砂刨鬆的方式取代了傳統的刮砂，那甚麼是刨鬆呢？是利用耙子將濾砂層上方的生物層及濾砂扒鬆，其深度大約 15 公分，刨鬆後由濾池下方將濾後的清水導入，而原存在濾砂層的生物膜及碎片會隨著水位上昇，而由上層浮渣排除管流出，利用刨鬆的方式回復慢濾池的功能，能降低人力的使用，但是在一定的時間後，還是需要將上層的濾砂刮除，以確保慢濾池運作正常。

(八)藻類控制

在慢濾上方未設有遮頂蓋時可能會導致藻類的大量增生，可能導致臭味及適飲性的問題，因此，根據水質狀況，適度的加蓋遮光有其減少藻類增生的效果。濾池上方設置遮頂蓋可分為移動式及固定式，但不論是哪一種形式，都必須考慮在操作維護時所需的空間及動線，一般而言，遮頂蓋距離砂面至少要有 210 公分，而移動式遮頂蓋須注意裝置的材質，應避免材質脆裂或崩落而影響水質。

(九)慢濾池整體設計

為了讓慢濾操作更為穩定、效能更佳，須根據水質、操作環境及供水需求進行相關配套設計。

1.前處理設備

在某些慢濾池原水其濁度較高，須輔以前處理設備以去除水中懸浮固體物，通常採用較大濾砂進行粗濾，如此，可避免慢濾池因濁度因素影響到正常的生物污染物處理

效果，且濾砂也會因此而快速被堵塞，利用粗過濾將原水濁度降至 10NTU 以下，可延長濾程並確保其濾率。預沉澱的處理也是一項可行的方法，某些處理場甚至加入臭氧，以加強有機物、臭味、色度等之去除效益。

2.抽水機及水池

(1)原水抽水機及原水調節池

慢濾操作需要穩定的操作狀態才能發揮最好的效益，因此，控制進流水量的穩定非常重要，太頻繁的啟動與關閉都會破壞生物層的活性，因此，原水抽水機會搭配進水閘、原水調節池及清水堰來加以調配。

(2)清水抽水機及清水池

清水抽水機及清水池的搭配，可調節進入供水系統的需求，也可以穩定慢濾池的操作，如同原水抽水機太頻繁的啟動與關閉，也會增加用電量並容易造成設備損壞，利用長時間的系統用水紀錄，再決定供水操作的條件或模式。

(十)監測儀器及監控設備

為確保慢濾效果，慢濾池的操作需配合相關儀器進行操作監控，一般而言，原水及各池流量計、原水濁度計、各池濁度計及混合池濁度計等，會安裝於現場並將相關資訊回傳監控，在控制條件上，通常設定濾後水超過 1 NTU 會自動將操作系統關閉，在設計上應考量操作的彈性，且配合處理流程的程序，讓穩定的操作作為設計的重要考量。

當原水有高濁度或瞬間濁度上昇的狀態，應從監控儀器上進行控制，除了可控制進水以外，更可調整進入粗濾系統，以降低高濁度進入慢濾池後的濾池阻塞風險，以延長慢濾池之使用壽命。參考控制條件。

(十一)遠端監控系統

在某些偏遠地區操作人員因故無法常駐，遠端監控系統的設置相形重要，透過電話系統或網路系統來達到監控的目的，但以通訊費用來說，電話系統的費用較高，無線電傳輸系統可以考慮進行搭配使用。透過這些系統的設定，讓操作人員更能充分掌握慢濾池之狀態，也可以降低操作安全的風險。

表 3 監測儀器操控參考控制條件

控制項目	設定值
最高原水濁度	5.0 NTU
最高個別濾池濾後水濁度	1.0 NTU
最高混合濾池濾後水濁度	1.0 NTU
高水位警報	依設計值
電力控制警報	依控制設計
低自由餘氯警報	<0.2 mg/L

三、慢濾池之操作與維護

許多的慢濾池操作條件取決於原始的設計條件，而更細微的操作是透過淨水目標的訂定，包括水質、水量等及維護工作，則取決於慢濾池操作時，由各濾池表現出來的狀態。

(一)操作人員的認證

操作人員的專業訓練及認證非常重要，目前根據水利署自來水事業技術人員考驗辦法，相關人員必須符合考驗之規定，才能在專業認證下進行自來水的操作及營運管理。

(二)人員配置

為確保操作品質，慢濾池的操作營運及維護必須有充分的人力進行，根據 AWWA 的建議，操作人力配置(詳如表 4)

表 4 操作人力配置表

項次	處理水量 CMD	操作維護人力 小時/天	刮砂所需人力 人. 時
1	250	20 分鐘	10
2	500	20 分鐘	18
3	1000	1 小時	24
4	1500	1.5 小時	36
5	2000	2 小時	48
6	7000	4 小時	100

(三)例行操作維護工作

慢濾池操作主要工作包括，濾池熟成、過濾程序控制及濾砂刮除。

1.濾池熟成

當新濾池開始運作或是刮砂後之重行啟動運作，皆須藉由完整的生物生長才能達到污染物去除的效果，濾池的熟成的程序為：

- (1)打開反向進水閥門，藉由濾水反向的方式將水導入濾池內。
- (2)當水位高於濾砂層表面約 30 公分後，關閉反向進水閥門。
- (3)打開濾池底部廢水排水閥。
- (4)將原水導入慢濾池內。
- (5)濾後水予以排除直到濾後水濁度達到設定之操作值，或者是以總菌的去除率或是氨氮的去除率作為停止的設定條件，濾後排出的水可以導入原水內重新進入慢濾池。
- (6)關閉濾池底部廢水排水閥，重新開始慢濾池操作。
- (7)一般而言，濾池熟成時間約 3~7 天。

2.濾池程序控制

當慢濾池開始進行過濾，操作人員須根據出水需求進行慢濾池系統操作，根據自動

控制的裝置及條件的設定來進行，例行工作包括：

- (1) 確認濾池濾率，並進行必要之監控及閥類之調整。
- (2) 確認水頭損失。
- (3) 確認原水及濾後水的濁度。
- (4) 檢視濾池設施及相關管線。
- (5) 檢查抽水機系統。
- (6) 完成每日必要檢點作業及報表填寫。

3. 濾砂刮除作業

當慢濾池水位達到設定的終點的位置高度後，濾池必須進行刮砂作業，根據水質及溫度，一般刮砂間距時間大約在 1~12 個月，水頭損失的累積是逐步的，所以當評估需進行刮砂作業時必須完成相關的刮砂作業的安排，不同池的操作條件略有不同，因此，須就各別池體的特性來進行相關作業，操作人員也會根據經驗來調整刮砂作業，刮砂作業的安排必須考慮整場的操作，當有其他慢濾池進行濾池熟成作業時，濾池刮砂作業必須適當的排開，以確保出水不因此而受到限制，一般的刮砂程序包括：

- (1) 關閉原水進水及過濾水閥門。
- (2) 打開上層浮渣排除管閥門，將過濾池上方的水位降低。
- (3) 打開過濾池底部廢水閥，將水位降至濾砂層下約 30 公分。
- (4) 適度的曝曬，讓濾砂層上方的生物活躍層硬化。
- (5) 使用扒除設備將上方濾砂刮除，其深度為能將生物活躍層加以去除(一般約 5 公分)，刮除後將廢棄的濾砂運出。
- (6) 在開始進水前，進行濾池熟成。

(四) 每日須進行的作業

每日操作人員必須藉由監控儀器的歷史紀錄加以判斷目前的水質狀態及相關操作參數，就水質濁度而言，每日的過濾水濁度必須確保在 1NTU 以下，另，用於濾後水消毒的自由餘氯的 CT 值，也是必須進行確認的重點。

(五) 例行的維護作業

慢濾池例行的維護作業，建議項目(詳如表 5)。

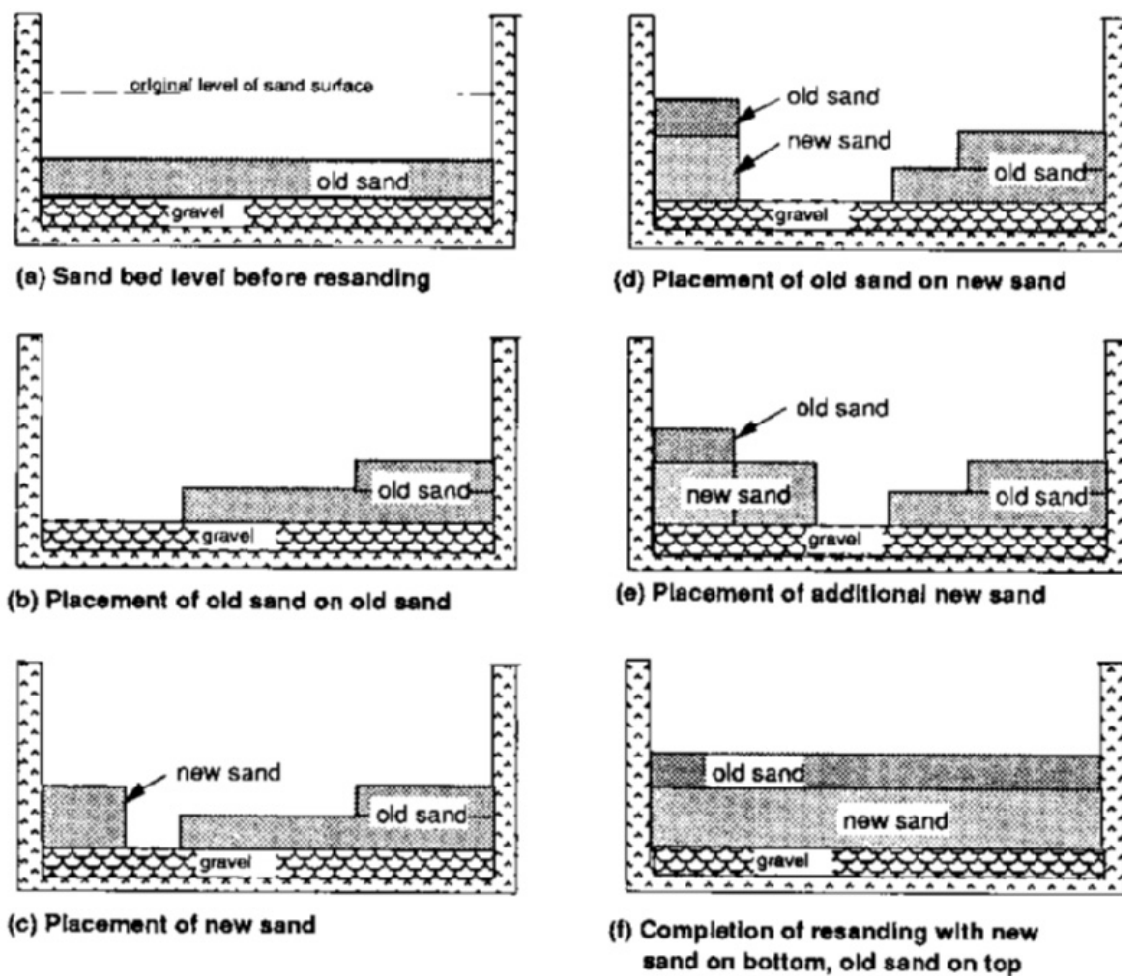
表 5 慢濾池例行維護作業建議項目

項目	執行作業	頻率
慢濾池	刮砂	1-12 個月
監控設備	校正	每 1 個月
抽水機設備	補填潤滑油	每 1 年
	軸封檢視	每 1 年
	軸封更換	每 5 年
警報設備	動作測試	每 1 星期

(六) 定期維護

就慢濾池來說，定期維護就是補新砂，當每次刮砂後會損失一些濾砂，一段時間後濾砂的厚度就會明顯的降低，通常而言，濾砂最少厚度須保持在 50 公分以上，重補濾砂其特性必須與原設計相同，可以補充新濾砂或將舊的濾砂加以清洗後使用，補砂的程序如圖 3，並不是將新砂置放在舊砂上，而是將新砂放置於下層，而舊砂移置上層。

慢濾池在淨水技術用以去除有害的污染物來說是相對安全且穩定的，可能造成的風險或傷害通常發生在刮砂及補砂的程序，通常會發生的問題及對應的解決方法(詳如表 6)



(資料來源：Slow Sand Filtration and Diatomaceous Earth Filtration for Small Water Systems. AWWA, 1991)

圖 3 補砂程序參考圖

表 1 常見慢濾池操作問題彙整表

問題	解決方法
原水濁度不穩定忽高忽低，影響過濾水質及濾砂刮除的間距。	在當濁度其間停止進水，但其前提須有足夠的貯水池，或可利用初過濾設備及初沉池進行濁度前處理，以延長濾砂刮除的間距。
藻類大量生長在濾砂表面縮短濾砂刮除的間距，且產生臭味。	在濾池上方加蓋。
濾池管件發生腐蝕現象	使用 PVC 或 HDPE 管件，或採用不鏽鋼、鋁製材質。
進出慢濾池困難	增設適當的上下設備，確保人員安全及作業便利性
監視儀器、控制設備、遠端監控須要花費操作人員大量時間	採用自動監控設備並落實相關保養及維護工作

四、結論

- (一)慢濾池的設計必須根據供水目標的需求、原水特性、環境特性，根據這個條件來加以規劃及設計，設計時更須考量未來操作營運的動線安排及系統的穩定。
- (二)慢濾池操作條件取決於原始的設計，而更細微的操作及維護工作，則取決於慢濾池操作時，由各濾池表現出來的狀態，透過淨水目標的訂定，包括水質、水量等，慢濾池操作主要工作包括，濾池熟成、過濾程序控制及濾砂刮除。

五、誌謝

感謝中華民國自來水協會對於本研究經費的補助，也感謝台灣自來水公司相關區處、廠所於研究現場及實驗分析的協助，讓本研究得以順利執行。(本文部分圖表引用自 Slow Sand Filtration and Diatomaceous Earth Filtration for Small Water Systems. AWWA,1991)

參考資料

- 1.American Water Works Association (1991). Manual of design for slow sand filtration. AWWA.
- 2.American Water Works Association (1999). Water Quality and Treatment, McGraw-Hill, New York, p.6.4.
- 3.Selcky, M., White, B., & Grunenfelder, G. (2003). Slow Sand Filtration and Diatomaceous Earth Filtration for Small Water Systems. Washington State Department of Health: Environmental Health Program Division of Drinking Water.
- 4.Barrett, J. M., Bryck, J., Collins, M. R., Janonis, B. A., & Logsdon, G. S. (1991). Manual of design for

slow sand filtration. AWWA Research Foundation and American Water Works Association.

作者簡介

陳文祥先生

現職：台灣自來水股份有限公司水質處 組長

專長：自來水處理技術、水質管理

參加 2016 國際水協會世界大會與展覽會紀實

文/陳錦祥、朱聖心

一、前言

水是人類和地球環境存在的基礎，當今世界各國面臨了嚴峻的水資源議題挑戰，需要前所未有的因應策略。國際水協會 (International Water Association, IWA) 的會員和員工遍布全球超過 130 個國家，成為最大的水資源專業人士的國際網絡，並共同致力於創造一個智慧水管理的世界。IWA 並在水管理創新，尋找解決方案和會員服務導向，進行一系列有助於全球水管理進程的開展工作；並組織世界級的活動，為世界各個廣泛的水部門帶來最新的科學、技術及實踐，並努力將水議題注入全球政治議程，並影響各國政府水資源管理和政策的制定。

基於前述的基礎，IWA 自 1998 年起，每兩年在不同國家城市舉辦一次世界水會議。歷次地點為法國巴黎、德國柏林、2002 年起澳洲墨爾本舉辦展覽會、後續為摩洛哥的馬拉喀什市、中國北京、奧地利維也納、加拿大蒙特婁、南韓釜山、葡萄牙里斯本舉行，今年則在澳洲布里斯本舉行世界水會議及展覽會。2018 年及 2020 年則已預計在日本東京及丹麥哥本哈根舉行（如圖 1）。

臺北自來水事業處近年來積極與國際接軌，首度在 2008 年於維也納舉行的世界水會議及展覽會出席，收穫頗豐。由學習各國自來水研究發展之趨勢與經驗，包括利用小區計量檢修漏水並汰換管線、試辦各種技術檢測漏、強化管網耐震能力，並建立自來水備援備載機制，近來並積極發展智慧水事

業。去年遭遇極端氣候侵襲，致使南勢溪上游原始未開發坡地發生大規模土石崩滑，並流入溪流內，造成原水濁度大幅提升。經研訂短中長期因應策略，也希望能讓全球充分了解臺灣自來水界對抗天災之經驗，並求事業經營更上一層樓並能永續發展，本次由北水處長親自參與國際水協會 2016 年世界大會暨展覽會，以期掌握世界水資源界之發展趨勢與脈動。表 1 為此次北水處成員與會及參訪的行程。

此次參加會議的臺灣代表除北水處成員外，尚有中華民國自來水協會吳秘書長陽龍、協會常務監事暨國立臺灣大學總務長王根樹教授、協會常務理事暨國立臺灣大學駱尚廉教授及博士研究生、國立成功大學林財富教授、國立臺北大學陳映竹教授；及經濟部水利署張承宗副組長及張資穎先生等。

二、主辦國及城市的水資源背景

主辦國澳洲在會議官網提到該國面臨的水資源挑戰，導致相關新創、活力和注重結果的行業的發展。各城市的水工業可提供一流的技術和工程解決方案，並在科學技術專長的支持下，對於資產管理、策略治理和價格改革提供領先世界的專業知識。

主辦城市所在的昆士蘭州以陽光之州與白色沙灘著稱，區域內充滿世界著名景點。世界著名的大堡礁和一系列美麗的熱帶雨林、島嶼和火焰紅色內陸日落，使其成為工作和娛樂的完美地區。



圖 1 歷年世界水會議及展覽會舉辦城市分布

表 1 會議及參訪行程表

日期	行程內容
10 月 7 日 (週五)	自臺北搭機出發
10 月 8 日 (週六)	搭機抵達澳洲布里斯本，至 2016 年國際水協會世界大會與展覽會報到並整理會議資料
10 月 9 日 (週日)	參加「2016 年國際水協會世界大會與展覽會」開幕典禮及相關活動
10 月 10 日 (週一)	參加「2016 年國際水協會世界大會與展覽會」及參加英國、新加坡自來水事業 Workshop
10 月 11 日 (週二)	參加「2016 年國際水協會世界大會與展覽會」及參加 Gold Coast Water and Waste Workshop
10 月 12 日 (週三)	參加「2016 年國際水協會世界大會與展覽會」及參加 Water Corporation 自來水事業 Workshop 及參訪布里斯本 SEQ 水事業
10 月 13 日 (週四)	參加「2016 年國際水協會世界大會與展覽會」閉幕典禮及相關活動
10 月 14 日 (週五)	由澳洲布里斯本搭機抵達臺北

主辦城市布里斯本則為澳洲第三大都市，僅次於雪梨及墨爾本。布里斯本作為一個河流城市，有著數千公里的水道，以維持其人口、生物多樣性和自然區域的發展。這樣的水資源也使布里斯本成為澳洲發展最快的地區之一，擁有超過一百萬人口，並邁向世界級的都市。

在 2011 年和 2013 年侵襲布里斯本的嚴重洪水以及先前 1995 - 2009 年發生的千年乾旱 (Millennium Drought)，改變了城市與水的關係。為了確保布里斯本迎接人口不斷增長的挑戰，並因應不斷變化的極端氣候，布里斯本由市長 Graham Quirk 先生率領市政府團隊制定了有關於節水，水循環利用和再利用的策略制度，期待可減少洪水風險並提高城市抵禦極端氣候的綜合能力。其訂立了 WaterSmart^[1]和 FloodSmart^[2]的前瞻策略，並與昆士蘭城市公用事業公司 (Queensland Urban Utilities) 合作，以保持布里斯本成為澳洲最清潔的綠色城市。WaterSmart 計畫專注於保護城市內的水道，維護永續的水資源，並依據供水和洪水的風險，重新設計建設基礎設施。再通過社區教育，將布里斯本形塑成為一個儲蓄的水城市。在千年乾旱期間，布里斯本居民將其用水量從每天 300 公升減少到 127 公升。

由於布里斯本位於洪氾區，城市必須學會與洪水一起生活，並採用了 FloodSmart 前瞻計畫，所有人都共識洪水再次來襲是一件非常可能的事，故設計減緩受損策略，包括新的交互式 Flood Awareness Maps，並增強居民的洪水意識和準備，以因應另一次洪水再次襲擊布里斯本。

三、會議主軸及開幕活動

本次國際水協會世界大會主題為「形塑我們的水未來」(Shaping our Water Future)，共有來自超過 100 個國家及約 5,500 位水資源，環境和相關專業人士參與，並在會議中提供新的見解，及如何開拓新科技，提出技術創新並塑造轉型中的水資源管理。大會於五天議程內安排世界各國知名學者發表 6 篇專題演講，並邀請各界領袖與年輕的未來水領袖進行圓桌討論座談。

10 月 9 日當日，各國參與人員紛紛抵達會場 Brisbane Convention & Exhibition Centre，並於會場留影 (如圖 2~4)。



圖 2 臺灣與會代表合影



圖 3 與卸任 IWA 會長 Professor Helmut Kroiss 合影

開幕式由大會及展覽會主席 Paul Greenfield 先生介紹揭開序幕，澳洲總理 Malcolm Turnbull 並錄製談話祝賀大會開幕（如圖 5）。會議並頒發 IWA Global Water Award 給 Catarina de Albuquerque 女士（如圖 6），該獎項表彰她作為推動在用水和衛生設施的人權普及，所發揮的特殊成就。Catarina de Albuquerque 女士並發表得獎感言：在人類的用水和衛生權利上，大家都可以而且應該支持各國政府履行其義務並做出貢獻，包含以下各點：

1. 加強政府在部門規劃過程中的領導。
2. 加強和使用國家的制度。
3. 由政府主導的規劃，監測和學習週期建立的意見交換平台。
4. 建立 3Ts(稅收，關稅和轉移 taxes, tariffs and transfers) 的財務策略，以使水和衛生部門融資策略，以及相關家庭支出可以永續。



圖 4 與接任 IWA 會長 Diane d' Arras 女士合影



圖 5 澳洲總理 Malcolm Turnbull 錄製談話祝賀大會開幕



圖 6 IWA Global Water Award 頒給 Catarina de Albuquerque 女士

會議另外還頒發了 Winner of 2016 IWA Women in Water Award 給 Dr. Rose Kaggwa 女士；及頒發 Winner of the 2016 IWA Young Leadership Award 給 Rianna Gonzales 小姐，可以說此屆會議是女性大放異彩的一屆。

頒獎後接續進行了 Gunter Pauli 先生的 keynote speech 及精彩震撼的澳洲原住民表演（如圖 7），完成了此次大會的開幕式。接續並進行 Welcome Reception 歡迎會，各國與會成員紛紛藉著此一輕鬆和非正式的環境中討論當前水管理趨勢、及最新研究的發展。水協會吳秘書長或許擔心 Reception 提供的輕食量不足以充飢，亦藉國內各單位代表成員聚集一堂時，作東在會場附近請大家吃了一餐韓國菜，也讓各成員可在後續開始的會議議程找尋相關有興趣的 session 及議題前往討論。



圖 7 開幕式中精彩震撼的澳洲原住民表演

四、研討會議及展覽會（10月10日至13日）

此次大會的論文發表主要議題涵蓋以下 5 個主題：

1. 城市、公用事業及企業的領先變革(Cities, Utilities and Industries Leading Change)
2. 重新規劃水資源利用的方向(Re-Charting The Course of Water Resources)
3. 水資源治理及永續的財務和資通訊技術的進展(Enabling Progress With Good Governance, Sustainable Finance And Ict)
4. 水質，安全和人類健康(Water Quality, Safety and Human Health)
5. 水與污水處理 (Water and Wastewater Processes and Treatments)。

在四天的議程中，圍繞著會議主軸「形塑我們的水未來」共舉辦 6 個領導論壇，8 場全體會議，38 個研討會，86 個技術會議，344 場論文發表和 500 多個壁報展示。提供了獨特的機會，將各國及各事業水部門領導者聯繫起來，並分享關於最佳實踐，創新技術，開拓性研究和科學的最新趨勢與知識。我們在 10 號的議程裡參加了公共客戶溝通的專家會議，各國專家齊聚討論水服務如何影響社會？如何提高服務意識？及為何要公開參與進行經驗分享並嘗試開發最佳實踐。談興正濃又繼續和剛認識的英國、新加坡負責用戶方案解決的友人 Steve 和 Keith 先生在時間後討論（如圖 8），會場及展覽場均安排有簡易的午餐和軟性的酒精飲料及座椅區，讓大家能暢所欲言。

下午繼續參加集水區及河川流域的水資源管理的專家會議，臺北市的經驗更是大家爭相詢問的對象。

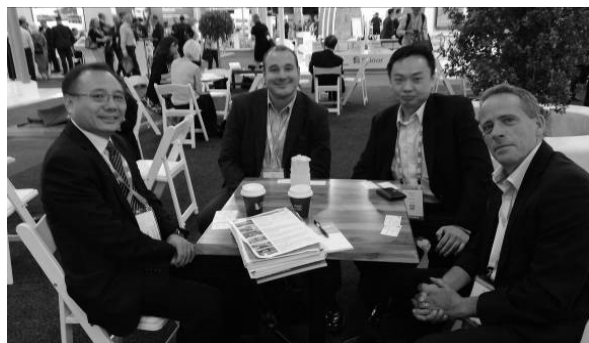


圖 8 專家會議後繼續與英國及新加坡友人會談

五、拜會駐布里斯本台北經濟文化辦事處

北水處此行除參加會議外，尚有另一附帶任務，即向與會的外國友人推銷明年將於臺北市舉辦之世大運。而外交部在會議主辦城市設有駐布里斯本台北經濟文化辦事處，北水處成員在會前即透過辦事處網頁，瞭解辦事處致力推廣台澳雙邊經貿外交合作，並熱心辦理昆州僑、領事務。處長即指示同仁致函辦事處賴處長維中暨辦事處同仁，欲藉參加此會議瞭解世界各國對於自來水技術及經營之觀念與經驗，學習到最新技術發展之現況機會，亦拜會辦事處請協助達成推動國際城市交流之目標，並獲得賴處長的熱情回函。後續水利署張承宗副組長及同仁張資穎先生並會同前往。而水協會吳秘書長及駱尚廉教授因 11 日中午排有會議不及參加，協會常務監事台灣大學總務長王根樹教授亦代表一同前往拜會。

駐布里斯本辦事處領務轄區，包含昆士蘭州及北領地（如圖 9），範圍非常廣大。且國人如在領務轄區內發生急難須救助事件，亦由辦事處提供協助辦理相關事務。辦事處座落布里斯本河碼頭及金融精華地區，居高臨下，風景非常優美（如圖 10）。

賴處長維中及宋副處長永福及胡秘書家甄與北水處陳處長，水利署張副組長及王根樹教授，就臺灣水利建設、推廣節水措施，及澳洲與臺灣水資源相關政策和駐地外交軼聞交換意見，相談甚歡。賴維中處長並就 11 月昆士蘭州議員將率隊來台進行自行車外交一事，託請陳處長向柯市長邀約，屆時如時間許可，或可加一場在臺北市的自行車外交聯誼。北水處及水利署並致贈辦事處紀念品，及 2017 年世大運舉辦之宣傳摺頁（如圖 11），辦事處亦應允將向澳洲友人推廣宣傳。賴處長並熱情作東，以豐盛的海鮮午宴款待（如圖 12），賓主盡歡。

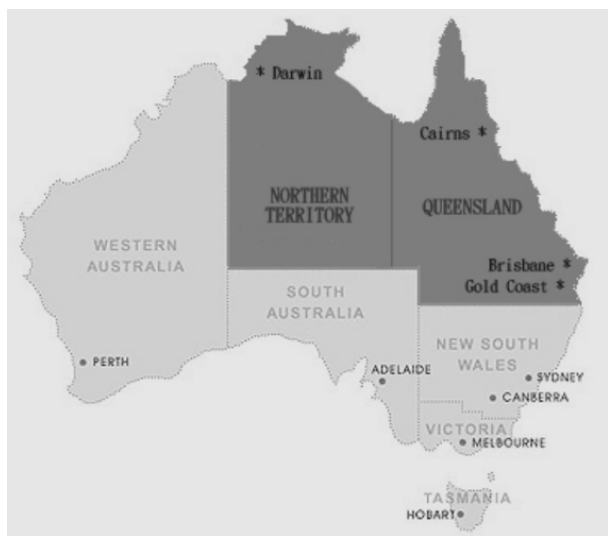


圖 9 駐布里斯本辦事處領務轄區



圖 10 駐布里斯本辦事處外景觀

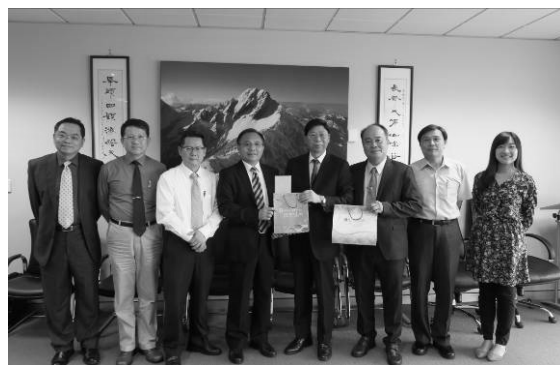


圖 11 致贈駐布里斯本辦事處紀念品及託為推廣世大運宣傳摺頁



圖 12 駐布里斯本辦事處午宴款待

六、與黃金海岸市 Gold Coast Water and Waste 負責人高峰會談

11 日下午繼續回到會場，由於專家會議時臺北市自來水建設治理的經驗分享，使得許多國外友人紛紛前來會談希望能得到意見交換。下午即與布里斯本南方的黃金海岸市(City of Gold Coast)負責 Water and Waste 的 Paul Heaton 先生進行會談（如圖 13）。

黃金海岸市分為 14 個供水及污水處理分區，服務人口數約 50 萬人，相關設施資產約值 36 億澳元。包含 4 座污水處理場，1 座先進水循環處理場，3,210 公里的污水管線，529 處污水抽水站，227,027 的污水處理用戶；另有 3,168 公里的供水管線，57 座自來水加壓站，58 處水庫，5 作加氯場，及 238,302 接水用戶。



圖 13 與黃金海岸市 Gold Coast Water and Waste 負責人會談

黃金海岸市雖然是自來水及污水服務提供者，但水權仍為州政府所有（即 SEQ Water，包含 Hinze 壩、Tugun 海水淡化場及多座飲用水處理場, drinking (potable) water treatment plants），州政府所屬的 SEQ Water 將水出售給黃金海岸市，市的公共事業再轉賣給黃金海岸市住戶。

Paul 告訴我們，全澳洲的自來水都是可以直接飲用，黃金海岸市亦不例外。經詢問黃金海岸市的漏水率約為 23%，較臺北市的 15% 高，而自來水管線材質大都是 PE（塑膠）管，且仍有少數石綿管，將在最近進行汰換為塑膠管，區域供水壓力約在 1.5kg/cm²，我們不禁提出疑問，難道不怕管線缺陷影響水質？Paul 微笑回答，SEQ Water 的出場水質經檢驗都符合飲用水標準。

當 Paul 知道北水處在過去十年投資了約 4 億美金更新老舊管線，並將用戶管更新為不鏽鋼波狀管，將漏水率從 27% 降至目前的 15%，而且還能維持每年獲利，覺得北水處十分有魄力，值得澳洲自來水行業深思。兩位首長都同意壓力管理、水泵能效應該尋求新創技術及解決方案再精進。

另外當 Paul 得知北水處在去年遇到極

端氣候侵襲，遭遇到原水濁度暴增到接近 40,000NTU 的問題，也詢問北水處的各项因應之道。當然黃金海岸市並無須面對此淨水問題，因為是向州政府的 SEQ Water 直接購水。但 Paul 說他必須馬上發信給他的好友，SEQ Water 的 Chief Operating Officer, COO 並負責供水策略訂定 (General Manager Water Supply Strategy and Policy) 的 Jim Pruss 先生，信的內容是：

” Jim - I met with the CEO from Taipei Water Department (Taiwan) yesterday - five million customers. Gold Coast is a sister city to Taipei. They have a major challenge with treating high turbidity surface water following high intensity rainfall (40 000 NTU). I obviously couldn't help them much in this area - would you be comfortable if I pass on you details if they wanted to follow up and compare with your experiences at Mt Crosby? Regards Paul” 。

此訊息隨即收到 Jim 的回應” Happy to discuss with them Paul so please go ahead” 。

因昆士蘭州曾在 2011 年及 2013 年遭遇洪水問題，可惜後來因為 SEQ Water 負責此次世界大會諸多事務，而北水處後續行程亦已排定，終究未能抽出時間面對面暢談，但關鍵致因及相關解決方案均已書面交換意見。

七、參加 Emerging Water Leaders Forum

水產業部門所面臨的嚴重雙重挑戰，就是日益老化的勞動力，以及缺乏足夠技術的工作人員，以達成永續發展的目標。IWA 為了實現這永續發展目的，訂定了嚴格標準，

並認為水產業部門需要吸引和支持青年人才的發展，這些青年人才甚至要被視為新興的水產業領導者。因此為了鼓勵青年人才為現今的行業發展做出貢獻，也考慮到年輕一代在這個不斷變化的社會中成長，青年人更傾向於改變自己的方向，也有能力為影響他們職業發展的會議議程做出貢獻。因此成立這個 Emerging Water Leaders Forum，藉由這個論壇提供平台，訓練 35 歲以下，未來的水產業領袖，與同行合作提供創新解決方案，以應對不斷增長的水資源挑戰。成員範圍廣泛的涵蓋了社會，科技，經濟和環境學科。透過討論，將建議解決方案製作成文件，或利用其他通訊工具，將這些討論的結果告知水產業部門。

討論時採用圓桌會議方式，IWA 也邀請一些產業領袖加入討論及座談，這個論壇十分被重視，接任 IWA 會長的 Diane d' Arras 女士親自參加討論並致詞，我們也參與部分討論並提供諮詢的意見（如圖 14）。

11 日晚間大會並在布里斯本的昆士蘭現代藝術畫廊舉辦 Brisbane Night，在藝術品佐澳洲出產的紅酒配起司及豬肉的悠閒氣氛下，讓參與會議的成員又多了交流的機會。



圖 14 參加 Emerging Water Leaders Forum

八、會見澳洲水協會董事會主席及 CEO

在外籍友人的口耳相傳下，許多自來水事業或企業都想與北水處進行意見交換。加上北水處成員在美麗的布里斯本街道隨處可見造型出色，設計充滿巧思的直飲台，也有許多對直飲或智慧水表的問題想要就教澳洲自來水事業友人，在 10 月 12 日與澳洲水協會(Australian Water Association, AWA)的董事會主席 Peter Moore 先生及開幕時發表歡迎詞的澳洲水協會 CEO (Chief Executive) Jonathan McKeown 先生的會面（如圖 15），就成為水到渠成的事情。

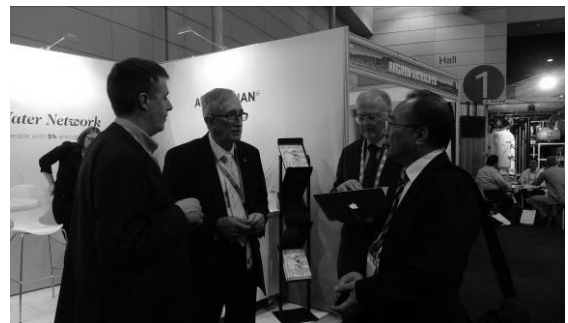


圖 15 與澳洲水協會董事會主席及澳洲水協會 CEO 會談

中立的長者就是澳洲水協會的董事會主席 Peter Moore 先生，他自 1972 年起就是澳洲水協會會員，現任職於西澳伯斯地區的 Water Corporation 事業體。相較於其他 7 位澳洲水協會董事會成員，次資深的的成員是 1989 年成為澳洲水協會會員，所以這位紳士資歷及經驗十分豐富。而右方站立持筆電者就是澳洲水協會 CEO Jonathan McKeown 先生。

我們先簡介了北水處的背景後，Peter 及 Jonathan 都對我們管網改善的努力表示欽敬，尤其在更新用戶管部分，也認為澳洲自來水事業應該設法降低此部分造成漏水頻

率最高的部分。接著就臺北市目前正大力推動的直飲，請教 AWA 在澳洲城市各處都設立的美觀而時尚的直飲台，其水質檢驗的單位及檢驗項目為何？結果兩位紳士微笑著看著我們說，水質在出場時已符合標準，時尚的 water fountain 果然並無額外檢驗；接著又討論到智慧水表使用的問題，Peter 先生所屬伯斯地區的 Water Corporation 有試辦部分住戶採用自動讀表，但澳洲地區向住戶收取的水費及污水處理費很高，經由友人提供的水費單估算（如圖 16），在 85 天的抄表區間用水 23 度，水費的金額為 126.43 澳元，其中包含 3 部分：交給州政府的水費(bulk water fee，每度 2.658 澳元)，基本費 48.12 澳元，及用水費每度 0.747261 澳元，平均每度約 5.5 澳元，換算為新臺幣(1:24)每度約 132 元！另還收取 130.47 澳元的污水處理費。約為臺北市平均水價的 13 倍，若以此戶每月約用水 8 度的水價比較，約為臺北市相同用水量用戶水價的 26 倍。所以 Peter 表示在不向住戶另外收費的情況下，採購智慧水表對自來水事業而言成本甚高，目前在伯斯地區均為小部分試辦。

Peter 先生及 Jonathan McKeown 先生對於北水處的高濁度處理經驗甚有興趣，並表示東南澳最近正遭遇暴雨及淹水問題，先前澳洲也曾遭遇千年頻率級的乾旱，但在重新規劃水資源利用及興建水庫後，未來可望不再缺水，此次的會面交流，雙方均覺得甚有獲益。

九、直飲台設置觀摩

美麗與悠閒的布里斯本市區或校園內隨處均設有直飲台，在抵達當日下午我們前去在各國大學排名中穩坐世界前 0.5%的頂尖位置的昆士蘭大學參觀，發現校園的環境與建築經過細心規劃，風景優美如畫，而且在各處均設有直飲台（詳圖 17-18 圖集），並標示 Don't Junk the environment（別丟棄了環境）呼籲大家愛護環境，減少購買一次瓶裝水。且街道上、校園內、公園裡、碼頭邊，隨處均設有直飲台，顯然大多數的居民已在日常生活中將直接飲用自來水視為理所當然。

結語

此次國際水協會世界大會與展覽會的主軸「形塑我們的水未來」，在經過與會成員的充分交流後，智慧的進行水資源管理對我們的未來至關重要，尤其水資源常常不受重視，但到了危機發生時，人們才會發現水的重要性，是生命延續的基礎，在平時即應做好水資源的開發及保存規劃。經由此次會議與各國友人的交流學習，我們也很有信心的說，臺北好水的確已經是世界一流。

Your Meter Readings				
Serial Number	Previous Date	Previous Read	Consumption	Comment
	Current Date	Current Read	(kilolitres)	
AS095222	21/03/2016	2866	23	
	14/09/2016			
Your Account in Detail				
		Maison De Bordeaux 22, 100 Bordeaux Street		
Charge Description	Chargeable Units	Unit Cost	Net	
Total water used in 85 days was 23 kilolitres (1 KL = 1,000 litres)				
State Bulk Water Price				
(State Government Charges)				
State Bulk Water Charge 2015/16	23	\$2.658000	\$61.13	
Total State Bulk Water Charges			\$61.13	
Distributor-Retailer Price				
(Distribution and Retail Charges)				
Water Usage Charges				
Period 21/03/2016 - 14/06/2016				
Tier 1 Consumption 2015/16	23	\$0.747261	\$17.18	
Fixed Access Charges				
Period 01/07/2016 - 30/09/2016				
Water Access Charge			\$48.12	
Sewerage Access Charge			\$130.47	
Total Distribution and Retail Charges			\$196.77	
Total Current Charges			\$256.90	

QUEENSLAND UrbanUtilities

Need help understanding your account? Visit www.urbanutilities.com.au/accounthelp

For general enquiries call **13 26 67** (7am-7pm weekdays)

To report a fault or emergency call **13 23 64** (24/7)

Changing your postal address

Visit www.urbanutilities.com.au/address or call **13 26 67** (7am-7pm weekdays).

Credit card payment fee

Payment by credit card will incur a 0.72% surcharge. We accept Mastercard or Visa credit cards.

BPAY VIEW

Contact your participating financial institution and register to receive your future Water and Sewerage Accounts electronically. For more information go to www.bpay.com.au

圖 16 布里斯本用戶水費單費用組成



昆士蘭大學內直飲台



昆士蘭大學內直飲台



昆士蘭大學旁直飲台



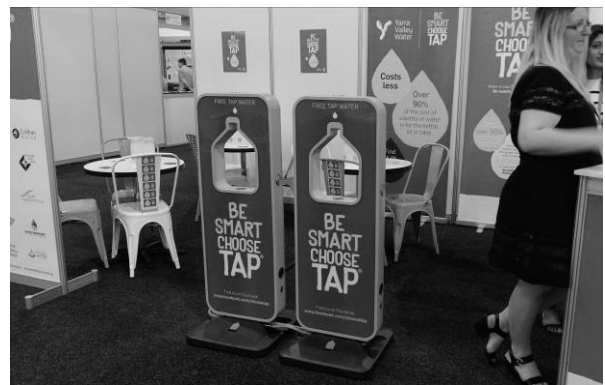
昆士蘭大學內直飲台



布里斯本河 City Cat 公共船碼頭旁直飲台



植物園內直飲台



環保水壺用補水站

圖 17 布里斯本直飲台圖集 1



中央商業區 Queen Street 的直飲台



各單位環保水壺補水站



校園中 100 公尺內即設有 3 座直飲台

圖 18 布里斯本直飲台圖集 2

參考文獻

1. <https://www.brisbane.qld.gov.au/environment-waste/water/watersmart-strategy>
2. <https://www.brisbane.qld.gov.au/community/community-safety/disasters-emergencies/types-disasters/flooding/flood-policy-plans-projects/brisbanes-floodsmart-future-strategy>

作者簡介

陳錦祥先生

現職：臺北自來水事業處處長

專長：自來水事業政策訂定、規劃、經營、淨水處理、
工程管理

朱聖心先生

現職：臺北自來水事業處一級工程師

專長：自來水工程設計、施工、規劃、管考、大地工
程

「你知道嗎？」

水與性別 WATER AND GENDER

本刊編輯小組編譯

	<p>IN AFRICA, 90% OF THE WORK OF GATHERING WATER AND WOOD IS DONE BY WOMEN.</p> <p>在非洲， 取水和收集木材的工作 有 90% 是女性在做的。</p>	
<p>Women and girls often spend up to 6 HOURS every day fetching water.</p> <p>婦女和女孩每天通常耗費快 6 個小時在取水。</p>	<p>Reducing the distance to a water source from 30 to 15 min increased girls' school attendance by 12% according to a study in Tanzania.</p> <p>根據一項坦桑尼亞的研究，若將至水源處之取水距離從 30 分鐘減少為 15 分鐘，可增加女童上學出席率 12%。</p>	
<p>With the same access to productive resources as men, including water, women could increase yields on their farms by 20–30% and lift 150 million people out of hunger.</p>  <p>女性若能和男性擁有相當的生產資源（包括水資源），可增加 20-30% 農作物年產值，可幫助 1.5 億人口擺脫飢餓。</p>	 <p>涉女性議題相關的供水計畫效能可增進 6~7 倍。</p>	

資料來源：http://www.unwater.org/fileadmin/user_upload/watercooperation2013/doc/Factsheets/water_and_gender.pdf