

自來水會刊第 34 卷第 1 期目錄



特 載

台水企業社會責任制度及實務前瞻……………胡南澤、莊東明、陳佩君…… 1

實務研究

分區計量管網於抄表工作區調整之探討……………田吉星、陳文祥、鍾湘杰…… 14

帳面漏控於小區計量之應用實例……………李中彥、游叡研…… 24

本期專題

自來水有效管理

國際水壓管理發展趨勢及應用探討……………隋忠寰、蔡博淵、林志憲…… 30

以漏水管理的思維探討管網規劃與設計……………黃金億…… 38

利用中區計量觀念作為長期漏水管理之應用……………林佑鴻…… 44

區塊售水率提升精進作為一分段施工、即時檢測……………游叡研…… 53

一般論述

我國自來水水價差異之探討—以大台北地區為例……………鍾昌翰、仇士愷、劉世翔、黃得勝…… 60

圓形水池頂版及底版結構設計之研討……………曾浩雄…… 69

工作現場

以檢漏提升售水率的案例研討……………陳瑩迪、林子立…… 81

協會與你

歡迎投稿 104年「每期專題」…………… 68

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法…………… 13

中華民國自來水協會第47屆自來水節慶祝大會暨第18屆第1次會員代表大會紀錄 …… 83

封面照片：苗栗水管橋夜景(台水公司第三區管理處苗栗所林智仁先生提供)

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。機關出版名：編寫機構，篇名，出版機構，編號，年月。英文之作者姓名應將姓排在名之縮寫之前。
- 六、本刊原則上不刊載譯文或已發表之論文。
- 七、惠稿(含圖表)請用電子檔寄至 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：台中市北區自強街 50 號

電話：(04)23607717

台水企業社會責任制度及實務前瞻

文/胡南澤、莊東明、陳佩君

摘要

近年台灣爆發嚴重食安、偷排廢水、高雄氣爆等問題，企業社會責任（Corporate Social Responsibility, CSR）議題引起熱烈討論。本研究目的，透過文獻蒐集與分析、專家深度訪談及個案研究的方法，以瞭解台水實踐企業社會責任現況。經研究獲致以下結論：1.公司組織變革、法令之轉變及經營管理階層的決策與企業社會責任經營績效有關。2.重要政策之轉變、產品合格率與企業社會責任有相關。3.業務因應極端氣候影響及業務與國際標準接軌與企業社會責任有正相關。

一、緒論

(一)研究背景與動機

近年台灣爆發嚴重食安、偷排廢水、高雄氣爆等問題，震撼國人，此時，企業社會責任議題引起熱烈討論，成為顯學。而生命三要素為「陽光、空氣、水」；另「油、電、水」中，更以「水」最為迫切需要。台灣自來水股份有限公司（以下簡稱台水）身為國營事業且為全台最大供水企業，亟須探究其企業社會責任之推動成果。另國營事業經營理當成為國內各企業之表率，故台水理當提供安全的自來水。因此，台水是否除追求企業盈餘外，並已善盡企業社會責任？值得探究。

新科台北市柯市長，喊出 8 年內要超越

新加坡目標，惟觀察「2014 年國家競爭力排名」中，比較台灣與新加坡在子項-「企業效能（Business Efficiency）」（例如：公司董事會是否有效監督管理公司、社會大眾是否普遍信任公司經理人等）之排名顯現落後 10 名；其各細項評比中，以「行為態度與價值觀（Attitudes and Values）」，台灣更是遠較新加坡落後 16 名（如表 1）。倘能於全球化時代，培養正向價值觀，建立誠信文化，並將企業使命落實並彰顯於外，如此，在健全公司治理基礎上，善盡企業社會責任（正向價值觀），未來正向循環，是否能招聘更多優質新血輪，以提升企業經營績效、強化國家競爭力，值得深究。

表 1 2014 年國家競爭力排名（企業效能）
-台灣與新加坡比較表

2014 年 國家競爭力排名		台灣	新加坡	備註
全球名次		14	2	排名落後 12 名
企業效能排名		17	7	排名落後 10 名
企業 效能	生產力及 效率	14	15	排名高 1 名
	勞動市場	22	11	排名落後 11 名
	金融	16	8	排名落後 8 名
	經營管理	11	15	排名高 4 名
	行為態度 與價值觀	19	3	排名落後 16 名

（資料來源：國家發展委員會官網及本研究整理）

(二)研究目的

基於前述之研究動機，本研究擬瞭解企業社會責任施行沿革、落實企業社會責任概況，加以探討企業社會責任成效評估，並藉由企業社會責任文獻查證、專家訪談及個案研究找出精進作為。因此，本研究目的臚列如下：

1. 瞭解台水企業社會責任施行沿革。
2. 瞭解台水落實企業社會責任概況。
3. 探討台水企業社會責任成效評估。
4. 藉由企業社會責任文獻查證、專家深度訪談及個案研究找出精進作為。

(三) 研究方法

為達成本研究目的，藉由以下 3 種方法進行探討：

1. 文獻蒐集與分析（蒐集次級資料分析）：藉由金融監督管理委員會（以下簡稱金管會）、國家發展委員會、環境保護署、台水之相關文獻，以及證券服務等報導，彙整及分析以瞭解企業社會責任概況。
2. 專家深度訪談：依據台水社會責任關鍵議題矩陣（1）發現，以「提升供水品質」及「確保量足供水」兩項為利害關係人關切及對企業衝擊最高。進而透過深度訪談 2 位實務經驗豐富之專家，以瞭解企業社會責任現況。受訪者簡介摘述（如表 2）。

表 2 受訪者簡介

受訪者	職位	自來水相關行業服務年資	訪談時間
甲君	副總經理	台水相關業務服務年資 39 年	1 小時 20 分
乙君	處長	顧問公司近 3 年；台水服務年資 28 年	2 小時 10 分

3. 個案研究法：觀察成立已逾 40 年的台水，藉由台水 40 周年及 102 年度永續報告書與企業社會責任報告書等資料，加以分析探討其落實企業社會責任概況。

(四) 研究流程

根據前述之研究目的，本研究進行的步驟說明如下：首先確定研究主題，進而蒐集相關文獻資料，接著進行文獻探討、專家深度訪談及個案分析，最後提出結論與建議。

二、文獻探討

(一) 企業社會責任相關理論

媒體陸續披露食安問題、企業排放廢水污染環境及高雄氣爆案等嚴重問題後，企業社會責任儼然成為企業是否能永續經營之重要關鍵。本研究摘自實務界與專業學者對企業社會責任之詮釋（如表 3）。

表 3 企業社會責任的定義與意涵

學者專家/專業機構（年度）	定義與意涵
台灣證券交易所公司治理中心（西元 2012 年）	企業社會責任(Corporate Social Responsibility, CSR)泛指企業在創造利潤、對股東利益負責的同時，還要承擔對所有利害關係人的責任，以達成經濟繁榮、社會公益及環保永續之理念。
OECD 多國企業指導綱領（西元 2000 年）	OECD 多國企業指導綱領 10 項指導原則，分列如下（2）： 觀念與原則（Concepts and Principles）、一般政策（General Policies）、揭露（Disclosure）、就業及勞資關係（Employment and Industrial Relations）、環境（Environment）、打擊賄賂（Combating Bribery）、消費者權益（Consumer Interests）、科技（Science and Technology）、競爭

	(Competition) 及 稅 捐 (Taxation)。
國際標準組織環境管理系統 (ISO 14000 Series) - ISO 14001 系列 (西元 1996 年)	提供企業去尋求環境管理的系統，不僅對產品面，更對於組織面進行環境管理，也就是透過 P-D-C-A 循環流程，達到持續改善結果。它含以下 7 項重要準則，分別是：環境政策、環境面的評估、法規要求及自發性評估、管理系統、定期的內部稽核與向高層稟報。
孫震 (西元 2009 年)	企業社會責任強調企業對顧客、員工、生意夥伴、環境和社區的責任；這樣才能永續經營、長期獲利，同時並達到社會全體最大的利益。
台達電董事長兼環保長-鄭崇華 (西元 2010 年)	企業除了要創造利潤，持續生存與成長，也應該要隨時注意自己是否善盡對社會的責任，省思自己的存在，是否對社會有貢獻、有助益。
溫紹群、李介文 (西元 2014 年)	經調查分析很多企業社會責任績效獲評價卓越的公司，多由董事會層級、高階管理階層進行推動與涉入，甚至有專門的功能組織從事相關議題的治理行為 (3)。

(資料來源：本研究整理)

(二)企業社會責任相關法規或政策

除參酌金管會 (證期局) 發布之企業社會責任相關法規與公司治理中心之公司治理評鑑指標外，台水另訂有「台灣自來水股份有限公司企業社會責任實務守則」等企業社會責任相關法規/政策運作 (如表 4)。

表 4 企業社會責任相關法規/政策

發布單位	法規名稱
金管會 (證期局) (民國 103 年)	上市上櫃公司企業社會責任實務守則。
台水 (民國 103 年)	台灣自來水股份有限公司企業社會責任推動委員會設置要點。

台水 (民國 103 年)	企業社會責任政策： 恪遵政府法令，堅持誠信經營。落實公司治理，創造公司價值。 積極興利除弊，促進經濟發展。營造優質環境，保障員工福祉。 參與社會服務，關懷社區發展。加強工安環保，持續節能減碳。
台水 (民國 103 年)	台灣自來水股份有限公司企業社會責任實務守則

(資料來源：本研究整理)

(三)國營事業企業社會責任現況

台水 100% 公股，經濟部持股佔 84.29 %，政府是重要利害關係人，故經營必須遵循政策指示且要符合企業化經營方式 (如表 5)。

表 5 國營事業企業社會責任文獻

法令名稱	條文/規定	規定內容
國營事業管理法	第三條	本法所稱國營事業如下： 一、政府獨資經營者。 二、依事業組織特別法之規定，由政府與人民合資經營者。 三、依公司法之規定，由政府與人民合資經營，政府資本超過百分之五十者。 其與外人合資經營，訂有契約者，依其規定。 政府資本未超過百分之五十，但由政府指派公股代表擔任董事長或總經理者，立法院得要求該公司董事長或總經理至立法院報告股東大會通過之預算及營運狀況，並備詢。
	第四條	國營事業應依照企業方式經營，以事業養事業，以事業發展事業，並力求有盈無虧，增加國庫收入。
自來水法	第八條	公營之自來水事業為法人，其組織由中央主管機關定之，並應以企業方式經營，以事業發展事業。

飲用水管理條例	第三條	<p>本條例所稱飲用水，指供人飲用之水；其種類如下：</p> <p>一、自來水：指依自來水法以水管及其他設施導引供應合於衛生之公共給水。</p> <p>二、社區自設公共給水設備供應之水。</p> <p>三、經連續供水固定設備處理後供應之水。</p> <p>四、其他經中央主管機關指定之水。</p> <p>飲用水之水源如下：</p> <p>一、地面水體：指存在於河川、湖潭、水庫、池塘或其他體系內全部或部分之水。</p> <p>二、地下水體：指存在於地下水層之水。</p> <p>三、其他經中央主管機關指定之水體。</p>
	第十一條	飲用水水質，應符合飲用水水質標準。
經濟部	其他面向	經濟部所屬事業 103 年度工作考成實施要點。

(資料來源：環境保護署官網及本研究整理)

綜合上述文獻發現，釐訂 7 個訪談題目如下：

1. 公司組織變革是否與企業社會責任經營績效有關？
2. 法令（包括中央與公司部分）之轉變是否與企業社會責任經營績效有關？
3. 經營管理階層的決策是否與企業社會責任經營績效有關？
4. 重要政策之轉變與落實程度是否與企業社會責任有關？
5. 產品合格率是否與企業社會責任有正相關？
6. 業務因應極端氣候影響是否與企業社會責任有正相關？
7. 業務與國際標竿接軌是否與企業社會責任有正相關？

三、台水組織經營概況與企業社會責任探討

(一) 台水經營概況分析

台水組織發展大致區分四階段如下：第一階段(民國 63~72 年)：以提高供水普及率為主。第二階段(民國 73~82 年)：以充裕水量為要。第三階段(民國 83~92 年)：以提升水質為核心工作。例如，水質研究中心改名為水質處。第四階段(民國 93~迄今)：以提升整體服務品質。例如，成立檢核室、工安環保處、客服中心、漏水防治處。另設置企業社會責任推動委員會。

目前台水股東持股情形為：大股東-經濟部持股比率 84.29%，其餘地方政府持股比率 15.71%。100% 官股，屬未公開發行公司。董事會成員編制，董事 15 席〔包括 2 席獨立董事（零持股董事）〕，及監察人 5 席，並依經營管理需求，董事會下設土地買賣及交換審議小組、公司治理委員會，以提升董事會功能及議事效能。

台水資本總額 1,375 億元，依公司章程第二條所示，所營事業含括：自來水經營業等業務。台水經營理念（Management Philosophy）為品質（Quality）、創新（Innovation）、信賴（Credibility）、專業（Knowledge）。企業使命（Mission）是「提供量足、質優自來水，配合廉能的管理，以達到企業社會責任、永續經營及促進經濟發展目標。」。願景（Vision）為「成為國際級自來水事業」〔積極強化公司治理制度，實踐企業社會責任，以提升企業競爭力，俾達成國際級自來水事業之願景目標。〕。近 2 年度（102~103）經營績效佳（如表 6）。

表 6 台水近 2 年度 [102~103(初估)] 經營績效

年度	收支	供水量	售水量	普及率	用戶數	每員工負擔用戶數
102	總收入 281.40 億元、總支出 280.85 億元，稅前淨利 0.55 億元。	31.29 億立方公尺	22.96 億立方公尺	91.56%	655 萬戶	1193 戶
103	總收入 287.72 億元、總支出 287.25 億元，稅前淨利 0.47 億元。	31.97 億立方公尺	23.61 億立方公尺	91.81%	665 萬戶	1,205 戶

(本研究整理)

(二)台水企業社會責任運作現況

台水策略性推動 CSR 之相關限制與經驗，1.限制部分，主要以組織限制為主，次要以環境限制，而政策部分因身為國營事業亦有影響。2.經驗部分，須結合企業願景、使命、策略及方針，方能順行。否則，若以企業盈餘為前題考量，如同裹足不前、坐以待斃（如圖 1）。

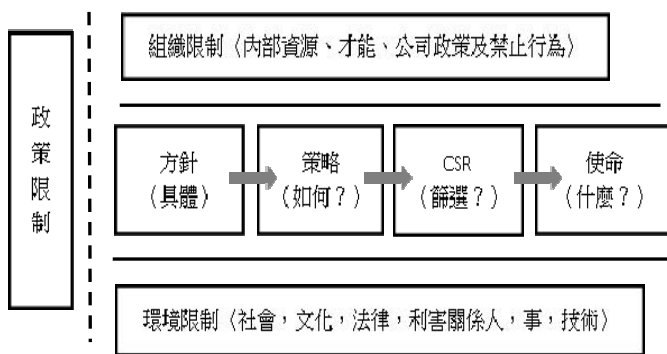


圖 1 台水策略 CSR 限制圖

制度化推動企業社會責任工作始於民國 98 年，係每年須編定永續報告書並按當年度之工作考成實施要點，辦理年度公司治理制度評鑑，持續迄今。98 年起在經濟部國營事業委員會大力推動委由第三公正單位實施公司治理制度評鑑，一方面帶動國營事業注重公司治理風氣；另一方面也落實台水企業社會責任。以去 (103) 年度公司治理制度評鑑而言，得標之中華公司治理協會參酌上市櫃公司治理制度，訂有七大構面施行評鑑，其中以「(四) 與利害關係人的關係」乙節，即包括探究並評鑑國營事業對社會責任落實情形。台水推動 CSR 重要紀事 (如表 7)。

表 7 台水推動企業社會責任大事紀

時間	大事紀要
83 年 7 月	自 63 年成立台水後之第 4 次調整水價時間；截至目前維持採行統一水價。提供品質佳且便宜的自來水。
88 年 4 月	開始自律要求水質內控。
91 年 4 月	健全財務與強化內控暨淨水污泥餅資源化處理或再利用，以落實「資源永續經營-資源回收再利用」。
92 年 1 月	配合經濟部水利署接續辦理「偏遠地區供水改善計畫」(91~94 年度)、「無自來水地區供水改善計畫」(95~98 年度)、「加強辦理無自來水地區供水改善計畫」(98-100 年度)及「無自來水地區供水改善計畫第二期(101-104 年)」，補助地方政府辦理簡易自來水設備改善或無效益之自來水管線延管供水工程等工作。
95 年 1 月	開始積極導入 ISO 14000 管理制度。
96 年 8 月	委外操作的澄清湖給水廠取得 ISO14001 驗證，成為全台首先通過 ISO14001 驗證的自來水廠之一。

96 年 10 月	為響應「無紙化」環保節能目標，開辦「電子帳單、電子收據服務計畫」，加強 E 化電子便民服務，開始電子帳單建置（如線上查詢等）。後續，98 年 1 月份改版上線，並開放用戶申請電子帳單。
97 年 1 月	鯉魚潭給水廠取得 ISO14001：2004 驗證通過（法國・貝爾國際驗證機構驗證），成為全台公司自辦首先通過 ISO14001 驗證的自來水廠之一。
97 年 4 月	參訪日本「水質管理與淨水處理、污泥餅等淨化永續經營」。
97 年 4 月	頒行「台灣自來水公司睦鄰工作要點」，據以增進周圍居民福祉、地方和諧並提升台水形象。
97 年 8 月	開始節約用水教育宣導
99 年 1 月	首次出版「台水永續報告書（98 年版）」。
99 年 6 月	秉持服務第一之理念，成立客服中心，提供民眾反映無水、漏水及水質諮詢。
100 年 10 月	建置「環境會計資訊管理系統」，於 101 年 6 月正式上線，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，經由對環境成本的量化評估，作為經營決策之依據，履行對環保的承諾，達到企業永續經營的目的。
101 年 1 月	經濟部國營事業委員會要求成立 CSR 推動委員會。
101 年 4 月	「深溝水源生態園區」，率先成為經濟部與宜蘭縣內第一個獲得通過環境教育設施場所認證的場所，以水資源教育為核心，積極推動多元且寓教於樂的環境教育課程與活動方案，由知水進而愛水與惜水。
101 年 7 月	規劃籌備建置水質中心大樓，以提升水質及水處理研究。
101 年 11 月	與南澳水公司~水質中心（AWQC）

	合作為期約 3 年，進行「氣候變遷對水庫水質之整合性評估」研究，探討並學習生物相關技術及原蟲、微生物等相關資訊。
102 年 4 月	與日本東京都水道局簽署技術交流合作備忘錄，精進自來水技術，提供更好服務。
102 年 9 月	開放澄清湖觀光區與高雄市市民共享價值。
102 年 12 月	參訪公司治理及企業社會責任績優企業(中鋼公司)。
103 年 3 月	參訪東京水道服務社後，提董事會報告建置「自來水訓練園區」案。
103 年 4 月	董事會要求定期(每四個月)提報「節能具體措施報告案」執行成效。
103 年 8 月	辦理董事、監察人進修課程：3 小時，課程名稱：「從公司治理看反貪腐的成效~外部審計與內部控制互動的強化暨企業倫理」。
103 年 9 月	成立掛牌正式單位-「漏水防治處」，積極降低漏水率，為保護地球環境盡責。
103 年 9 月	將原台南水道-全台規模最大的國定古蹟，捐贈給台南市政府，未來規劃為自來水博物館。
103 年 9 月	東京都水道服務株式會社協助台水員林小區降低無收益水量（NRW）計畫。
103 年 9 月	召開企業社會責任推動委員會 103 年度第 1 次會議，委員會下設公司治理、環境保護與勞動安全、員工關懷與社會服務等 3 個推動小組，以積極實踐企業社會責任。
103 年 10 月	研提「台灣自來水股份有限公司企業社會責任政策（草案）」暨「台灣自來水股份有限公司企業社會責任實務守則(草案)」並獲董事會通過後頒行。
103 年 10 月	與丹麥合作「高雄市旗津區降低無收益水量（NRW）試辦計畫」，就水資

	原運用-積極解決降低漏水率問題加以探討。
103 年 12 月	台水全球資訊網設置「企業社會責任專區」，並揭示相關訊息予利害關係人知悉。
104 年 2 月	研訂函頒「台灣自來水公司水質事件作業辦法」，強化水質預警機制。

(資料來源：台水網站、本研究整理)

台水 CSR 施行架構 (如圖 2)。

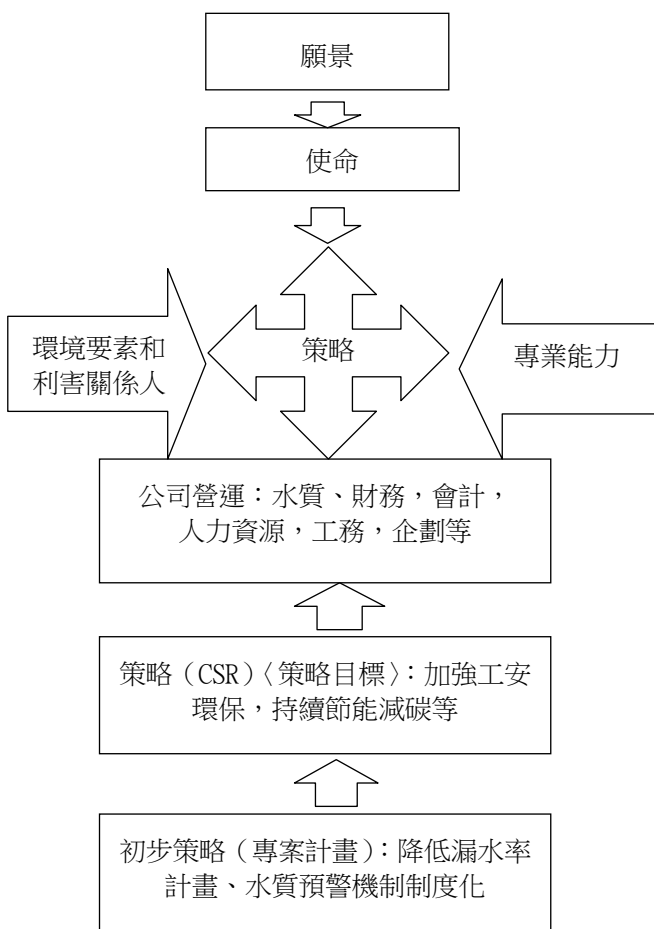


圖 2 台水策略 CSR 流程圖

四、台水企業社會責任運作機制成效分析

近年台水結合本業發展來推動企業社會責任，例如遵依公司法第 8 條明示，股份有限公司之董事、監察人為公司負責人，以

及諸多條文提示董事會成員須擔負起善盡善良管理人之責〔例如：§204 條 (規範董事監察人之出席權)、§218 (監察人監督權)、§223 (監察人為公司之代表規定等)〕。

台水在董事長充分授權之下，董事會成員積極參與各項重要會議情形如表 8。

表 8 台水 103 年度董事會成員須/實際出席參與之重要會議暨次數表

董事會成員	董事會	獨立董事暨監察人與董事會檢核室、經理部門互動會議	土地買賣及交換審議小組	公司治理委員會	廉政會報	CSR 推動委員會
董事兼總經理	12/12	-	-	0/3	2/2	1/1
獨立董事	12/12	11/11	2/2	4/4	2/2	-
外部董事	12/12	-	-	4/3	-	-
勞工董事	12/12	-	2/2	4/4	2/2	1/1
監察人	12/12	11/10	-	0/1	-	-

(資料來源：本研究整理)

觀台水公司治理實務守則第十四條第三項規定：「本公司董事會成員應具備執行職務所必須之知識、技能及素養。為達到公司治理之理想目標，董事會整體應具備之能力如下：一、商業營運判斷能力。二、會計及財務分析能力。三、經營管理能力。四、危機處理能力。五、產業知識運用能力。六、國際市場觀察能力。七、領導與決策能力。八、執行能力。九、企業社會責任履行能

力。」，即明定董事會須監督履行企業社會責任能力，臚列近期 CSR 運作機制與績效（如表 9）。

表 9 台水近期 CSR 運作機制與績效表

會議名稱	成員	議案/事項	後續執行情形	位階
企業社會責任推動委員會 (103 年度第 1 次會議)	董事長(指導委員)、總經理(主任委員)、企劃處副總經理(副主任委員)，各副總經理、總工程師、奉圈選之總處、區處一級主管及工會代表 (委員)。	1.預審本台水企業社會責任政策 (草案)暨企業社會責任實務守則 (草案)。 2.審議台水企業社會責任推動委員會設置要點 (草案)。	1.企業社會責任政策 (草案)及企業社會責任實務守則 (草案)提董事會議審議通過。 2.企業社會責任推動委員會設置要點 (草案)簽陳核定後頒行。	經理部門
公司治理委員會 (103 年度第 2 次會議)	5 席董事擔任委員(內含獨立董事、勞工董事及學者專家董事)	討論 102 年度永續報告書及社會責任報告書。	運用 P(plan 計畫)-D (do 執行) -C (check 查核) -A (action 矯正) 之管理方式，滾動式檢討與精進，並逐年編撰報告書。	董事會

公司治理委員會 (103 年度第 3 次會議)		預審「台灣自來水股份有限公司企業社會責任政策 (草案)」暨「台灣自來水股份有限公司企業社會責任實務守則 (草案)」。	於 10 月份董事會議原則通過。後續更制度化，積極落實台水企業社會責任。	董事會
董事會 (103.09.23 第 16 屆第 16 次會議)	15 席董事 [含 2 席獨立董事 (0 持股董事)] 及 5 席監察人	經理部門報告公司實踐企業社會責任概況。	隨時注意企業社會責任制度之發展及環境之變遷，據以監督、檢討公司所建置之相關制度，以提升履行企業社會責任成效。	股東會及董事會

(資料來源：本研究整理)

五、專家深度訪談及結論

針對題項逐項分析如下：

問題 1：公司組織變革是否與企業社會責任經營績效有關？

訪問摘要：公司組織變革（及職掌）與企業社會責任經營績效有關（兩位受訪者皆表同樣意見）。公司為戮力完成使命，先求有再求好並做適度組織調整，以善盡企業社會責任，舉例如表 10：

表 10 重要組織規程調整表

受訪者	現有單位名稱	轉變過程	主要業務職掌	備註
甲受訪者表示	供水處及漏水防治處	技術處(操作組)→營運處(操作組)→供水處→供水處及漏水防治總隊→供水處及漏水防治中心→供水處及漏水防治處	管線暨供水設備管理維護、計量、降漏策略分析及技術提昇等業務之規劃、輔導、督考等及其他有關漏水防治事項。	積極降低漏水率。
	人力資源處	人事室→人力資源處	組織編制、人力資源策略規劃、職位分類、權責劃分、分層負責、員工任免、遷調、考核、獎懲、訓練、撫卹、退休、福利、諮商輔導及勞工關係事項。	重視薪資福利、關懷員工。
乙受訪者表示	水質處	技術處(水質組) →水質研究中心(檢驗組、研究組) →水質處(檢驗組、研究組、水處理組) →水質環保處(生物組、化學組、水污染防治組) →水質處(生物組、化學組、水污染防治組)	水質檢驗、事業廢棄物追蹤管理及水污染防治之策劃、研究、審查、督導、考核等事項。	迄今仍兼負「環保」實質運作業務。

結論 1：公司組織變革與企業社會責任經營績效有關。

問題 2：法令（包括中央與公司部分）之轉變是否與企業社會責任經營績效有關？

訪問摘要：法令（包括中央與公司部分）之轉變與企業社會責任經營績效有關。（兩位受訪者皆表同樣意見）針對水利法第 2 條：「水為天然資源，屬於國家所有，不因人民取得土地所有權而受影響。」及第 17 條：「團體公司或人民，因每一標的，取得水權，其用水量應以其事業所必需者為限。」規定，有不同看法。目前台灣水資源利用，在水權分配方面係以農業用水占 71%、工業用水占 10%及生活用水占 19%。惟目前國內產業與生活型態皆改變，似應重新檢討水權重分配問題。另外，「營業章程」過去以公司立場訂定，隨消費者意識抬頭，「消費性用水服務契約」改以「顧客」為導向來訂之（甲受訪者表示）。遵循環保署法令規定，並訂有嚴謹內控機制，對原、淨、供、配、廢水流程嚴加把關（乙受訪者表示）。

結論 2：法令（包括中央與公司部分）之轉變與企業社會責任經營績效有關。

問題 3：經營管理階層的決策是否與企業社會責任經營績效有關？

訪問摘要：領導人決策與企業社會責任績效

有關（兩位受訪者皆表同樣意見）。公司成立各階段，遵循企業使命，從提高供水普及率（為國家進步指標之一），接著維持穩定供水。近十年更積極提升售水率、降低漏水率，珍惜寶貴水資源並提高用水效能。改隸環資部之相關因應作為：配合國家經濟發展，台水經營發展從原本「以需訂供」，配合環境保護轉成「以供訂需」供應自來水。經營管理階層與落實企業社會責任成正相關：更以領導人（同時包括高階主管與一級主管）作為，影響最關鍵；另以檢核室為例，檢核報告中，適時發現管理流程之相關問題，有助於檢視企業社會責任之落實與否。還有獨立董事在重要會議監督採購案件之管理，皆能充分監督公司履行企業社會責任（甲受訪者表示）。對於胡總經理引用曾國藩名言：「風俗之厚薄繫乎一、二人心之所嚮」深有同感。領導人就是 do the right thing（做對的事），然後下面的人把事做對，經營績效自然就出來。以推動水質及環境友善願景工程為例（如表 11），以前同仁們認為做好水質檢驗就好，但我努力就觀念向上溝通，向下說明做法。至於其他推動環境友善之 ISO 認證或污泥餅資源化業務也是循此模式。

表 11 重要水質及環境友善願景工程

年度	水質願景工程工作	實務做法或內涵
88	遵守水質環保法令	凝聚觀念→建構→施行。
92	資源永續	淨水污泥餅再利用資源化。
95	環境管理	與長官溝通及部屬說明。
未來	管溝回填用途	淨水場污泥餅做為管溝回填材料（CLSM）

（乙受訪者表示）

結論 3：經營管理階層的決策與企業社會責任經營績效有關。

問題 4：重要政策之轉變與落實程度是否與企業社會責任有關？

訪問摘要：政策之轉變與落實程度是否與企業社會責任有關（兩位受訪者皆表同樣意見）。公司核心工作從務求「全民有水可用」，再求業務推動精緻化，譬如修漏業務從速度要快，目前更要求能預先「主動偵測」。現在公司行政清明，端賴領導人作風，對落實企業社會責任工作明顯

有關。另外，個人向來主張「過簡單生活、交簡單朋友」理念，提供分享（甲受訪者表示）。CSR 就是友善環境，經濟部所屬事業 104 年度工作考成實施要點(草案)評估指標相關部分摘述（如表 12）

結論 4：重要政策之轉變與落實程度與企業社會責任有關。

問題 5：產品合格率是否與企業社會責任有正相關？

訪問摘要：確保自來水水質合格率是台水企業社會責任。（兩位受訪者皆表

同樣意見)。企業使命當中明白揭示，提供質優、量足及服務好的自來水（甲受訪者表示）。公司身為國營事業，理當企業表率。向來注重水質合格率，且將全力配合 104 年度工作考成新增「供水水質合格率」要求辦理。另，針對廢水效能，作滾動式檢討並落實相關廢水法令宣導教育（士級、員級及高階主管訓練）

會責任有正相關（兩位受訪者皆表同樣意見）。台灣水資源面臨 3 大問題：1.水太多：雨量集中與颱風暴雨或其他災害造成設備損壞、供水困難。2.水太少：像乾旱，限水等問題。3.水太髒：例如豪雨後原水濁度提高；畜牧廢水污染問題需以高級淨水處理。因為台灣地區地狹人稠，河川短且坡度陡（無法有效留住降雨），蓋水庫頻遭環保抗爭，且地質年輕破碎易因暴雨沖刷淤積，基於上述之先天不足及極端氣候影響之後天問題，台水有責任須未雨綢繆，方能因應供水窘境（甲受訪者表示）。公司預計民國 106 年水質中心大樓完工，關注新興污染物檢驗。水質處（下設三組）業務轉型以因應極端氣候造成水質問題（乙受訪者表示）。

表 12 摘自年度工作考成面向及評估指標

面向	評估指標	(配分)103 年度	(配分)104 年度修正建議	
環境保護與工業安全	17.環保執行力	3	7	
	18.職災發生率	5	4	
	20.推展節能減碳	1	0	
	21.供水水質合格率(建議新增)	-	1	
其他	22.公司治理及廉政風險管理			
	22.1 公司治理	2	3	
	22.2 廉政風險管理	1	1	
	23.企業社會責任(新增)	23.1 環境會計制度	1	1
		23.2 永續報告書	1	1
		23.3 社會公益(新增)	-	1

(乙受訪者表示)

結論 5：產品合格率與企業社會責任有正相關。

問題 6：業務因應極端氣候影響是否與企業社會責任有正相關？

訪問摘要：業務因應極端氣候影響與企業社

結論 6：業務因應極端氣候影響與企業社會責任有正相關。

問題 7：業務與國際標竿接軌是否與企業社會責任有正相關？

訪問摘要：業務借鏡國際標竿接軌與企業社會責任有正相關（兩位受訪者皆表同樣意見）。世界各國皆積極降低無收益水量(NRW)，為此，公司正參考世界先進國家作法：1.管線汰換 2.分區計量管網建置 3.加強檢修漏 4.水壓管理等 4 個面向努力，並與丹麥技術合作，未來 10 年在管線汰換（編

列 500 億元)及分區計量管網建置(編列 145 億元),共將投入 645 億元辦理。水價近 20 年未獲合理調整,台灣水價相較世界各國偏低,導致國人不珍惜獲浪費,倘能獲適度調整,方能更有能力汰換設備或自來水管線,積極降低漏水率,實質善盡水資源有效利用(甲受訪者表示)。與國際接軌:藉由與南澳水質中心業務相互交流,汲取國際同業經驗,以提升專業能力(乙受訪者表示)。

結論 7:業務與國際標準接軌與企業社會責任有正相關。

六、結論與建議

基於以上資料分析,本研究獲至以下結論與建議。

(一)結論

這篇研究獲致 3 點結論如下:

- 1.公司組織變革、法令(包括中央與公司部分)之轉變及經營管理階層的決策是與企業社會責任經營績效有關。
- 2.重要政策之轉變、產品合格率與企業社會責任有相關。
- 3.業務因應極端氣候影響及業務與國際標準接軌與企業社會責任有正相關。

印證台大湯明哲教授說:「制度是商業智慧的結晶;制度是千錘百鍊的最佳實務。」,希望拋磚(水質單位最佳運作實務)引玉(各單位效法),相互切磋,讓結合企業社會責任的經營策略、使命,有助台水在國際洪流中,永續價值創造,建立與社會共

生、環境共存的發展。

(二)建議

由上揭結論特別提出 3 點建議如下:

- 1.借鏡國際〔全球報告倡議組織(GRI)〕做法結合實務:藉以落實並揭露台水企業社會責任。
- 2.強化綠色會計(即環境會計):面對水資源日漸不足、能源逐漸耗竭及全球暖化問題加劇,如何永續發展,成為全球關注課題。台水未來經營策略須達到協調經濟發展和環境保護目的,加強綠色會計(環境會計)工作。
- 3.借重內外部稽核專家落實企業社會責任:企業內部有賴強化檢核部門落實查核機制。外部則是會計師良窳影響實踐企業社會責任之成果。台水企業願景宏觀-成為國際級自來水事業,然而在因應國際潮流,經營策略需即時創新,仰賴專業公正第三者-會計師深入瞭解台水經營政策與作業流程後,輔以善盡企業社會責任,即將現有「發現錯誤查核」轉為「創造價值查核」,具體提升企業競爭力。

有人說,臺灣最美的風景是人,因為那裏的人熱情、友善;那麼實踐企業社會責任,將是世界上最美的風景,因為人與社會、環境共享價值,進而創造價值。《經理人月刊》發行人何飛鵬也曾贊同且沿用中華民國企業經理協進會(簡稱「企經會」)注解當前經理人最重要的核心價值,就是「誠信」、「專業」、「創新」、「當責」;據《商業周刊》報導,2015 年全球 19 個超級難題,包括:加拿大新油管恐釀污染及亞馬遜河-地球之肺落難(嚴重森林砍伐而縮減熱帶雨林)等問題暨本研究結果,企業領導者與專

業經理人，除追求經營績效外，更應提升至為地球永續、人類永存盡心力，就是當責—善盡企業社會責任。

台水挾天時（順應世界潮流）、地利（身為公共事業）與人和（健全公司治理）之最佳時機，自願性履行企業社會責任，實踐公平正義，值得分享與借鏡。期待未來台水經營績效更加亮麗，沒有最好，只有更好，奠定永續經營之基石。

參考文獻

- 1.台灣自來水股份有限公司，經濟部台灣自來水公司102年企業社會責任報告書“前言”，頁1，2014年5月。
- 2.台灣企業社會責任網站“OECD多國企業指導綱領”，http://csr.moea.gov.tw/standards/occd_guidelines.aspx。

- 3.溫紹群、李介文，“董事會的企業社會責任”，證卷服務No629，頁19-21，2014年。
- 4.G4永續性報告指南，“「依循」準則”，頁11-14，2014年。

作者簡介

胡南澤先生

現職：台灣自來水股份有限公司總經理

專長：企業管理、環境工程管理、領導統御

莊東明先生

現職：台灣自來水股份有限公司企劃處處長

專長：企業管理、環境工程管理、績效管理

陳佩君小姐

現職：台灣自來水股份有限公司董事會管理師

專長：經營管理、行政管理、會議管理

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法

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

一、目的

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

二、獎勵對象

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

三、獎勵金額

論文獎每篇頒發獎金新臺幣貳萬元整，金額得視本會財務狀況予調整之。

上項論文獎金及評獎作業經費由本會列入年度預算籌措撥充之。

四、評獎辦法

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

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

五、頒獎日期

於每年自來水節慶祝大會時頒發。

六、本辦法經由本會理監事會審議通過後實施，修訂時亦同。

分區計量管網於抄表工作區調整之探討

文/田吉星、陳文祥、鍾湘杰

摘要

售水率是用來了解各分區計量管網內漏水情形的重要指標，但在建置分區計量管網劃分系以既有的供水管網管線及地形地貌的分布來進行，往往無法搭配現行的抄表工作區，造成分區計量管網完成後之售水率比對的困擾。抄表工作區調整作業，係將轄區內用戶調整為相同收費月，抄表工作天調為相近數日，以營運系統建置分區計量總表管網，藉由每期開單排定日抄表將分區總表及分區用戶抄見量統計分析售水率，經比對分區計量管網建置初期與建置改善後每期計算之漏水率，以分區計量總表與分區用戶表統計差異作量化方式驗證及評估效益，提供判別漏水復原率，供水模式、水壓管理、及時檢修漏，提高防漏效率，有效減少人力及漏水。

本研究以員林鎮分區計量管網抄表工作區調整作業實際之規劃執行經驗，將工作區調整及分區計量管網等相關作業進行描述與探討，執行作業時發現規劃「分區計量管網委外建置規劃計畫服務」應納入分區計量總表管網建置及抄表工作區調整，可利用智慧管網開發分析分區計量管網售水率系統或漏水率，進行產銷分析，管理者及工務部門可直接線上分析管理，檢測成果展示應以分區計量管網建置初期與建置改善後每期計算之漏水率(分區計量總表與分區用戶表差異)作量化方式評估效益並供技術轉移後之管理依據，並訂定「分區計量管網建置規劃」業務訓練計畫，藉由辦理教育訓練提

升專業素質與管理技能，使業務品質提高，期望將上揭研究供後續「分區計量管網委外建置規劃計畫服務」抄表工作區調整之參考。

關鍵詞：分區計量管網、DMA、抄表工作區調整

一、緣起

為有效降低漏水率，台水公司於 96 年委外辦理「小區管網委外建置規劃計畫服務」案，擬藉由引進國內、外劃分分區計量管網之成功經驗技術，研擬最適合台水公司委外建置分區計量管網辦理方式，由第十一區管理處員林營運所以「員林鎮小區管網示範計畫」試辦，作為實際驗證該作業之可行性、完整性及計價合理性，可作為將來全面推廣建置分區計量管網委外作業之標準作業規範，並已於 101 年 10 月辦理成果發表，會中亦邀請各區處相關業務同仁參觀觀摩。

本研究售水率調查，係在 7 至 10 日曆天內，對中區內用戶各抄表一次，再以所有用戶後一次抄表度數減去前一次抄表度數總和，除以該中區在此期間支配水量，求得該中區售水率數據，據以「推算」漏水率及漏水量；由於作業採紙本抄表人工核算方式，抄表數值之比對不僅誤差大且容易失真，加上新聘之抄表員表位不熟尋找表位不易等因素影響，且無法持續安排進行抄表比對。

台水公司抄表作業採員工自抄及委外抄表(按件計酬)，按現有員額設置標準，核算每人每天抄表作業戶數，分為：都市密集區約 690 戶、一般地區約 500 戶市郊鄉村地

區約 300 戶(委外戶數較高)、偏僻機關及離島地區件數，則視路程及分散程度而定，每天依排定之預定抄表日執行所分派之抄表作業，在既定之抄表戶數下，已無法支援額外人工抄表作業，否則將影響抄表及水費開單期程。

為期作業更臻完備，俾作為未來公司建置小區之範本，101 年 11 月份經理會報主席裁示並決議，「員林鎮小區管網示範計畫」轄區內工作區調整及建置應於 102 年 6 月底前完成；本研究在營業處、供水處、資訊處及第十一區處同仁之戮力同心下，依原規劃執行完成並於 6 月 11 日分析簽結。

「員林鎮小區管網示範計畫」中分為 3 個大區(3 處淨水場)，轄下 18 個中區，25 個中區水量計，約 3 萬 8 千用戶，工作區調整作業含規劃單雙月工作區調整、新增程式、通知用戶、分區管網建置及各項相關作業執行，因營運系統無法整批作業，致需資訊處、供水處、營業處、第十一區、員林所及 GIS 圖資用戶明細圖委外廠商配合各項作業，因執行分區管網工作區調整作業，涉及重整原工作區、調整橫跨單雙月、期別改變為何？如何調整？何時調整？何人調整？會不會影響開單？計費明細檔未下傳前可調整？通知用戶等各項作業如何進行？以上需縝密整體評估規劃分析建置及人力運用整合。

本研究之主要目的，為藉由員林鎮分區計量管網工作區調整作業實際規劃執行後之流程經驗，研提改善建議方案，供台水公司作為「分區計量管網委外建置規劃計畫服務」抄表工作區調整各項相關系統改善之參

考。

二、工作區調整流程

(一)目前工作區調整作業流程

目前「抄表稽複查標準作業程序與稽核要點」之營運系統工作區調整，僅為單純工作區調整建檔，並無計算期別、按日核算基本費及變更抄表日通知用戶等，相關問題亦無法連結轉檔至水單系統，故需於抄表資料上傳前，以人工逐筆修改期別；以員林所全所工作區調整戶數約 3 萬 8 千用戶為例，倘以人工調區方式，須逐筆修改期別，因每檔例行之抄表上下傳工作，必須按時進行，在時間及人力有限之情況下，加上目前並無複核勾稽機制，逕以人工方式大規模調區，對於水費開單及工作區劃分後之正確性與否，存有極高風險。

(二)規劃操作流程

結合抄表機傳輸系統、GIS 圖資用戶明細圖層系統、營運系統、水單系統等相關作業，盡可能以電腦作業規劃執行，輔以新增程式代替人工作業，不僅可提高效率，亦可彌補各項作業系統間無相關連結之缺憾。實務規劃操作流程如圖 1~圖 9。

(三)工作區調整規劃執行流程

1. 為使工作區調區作業穩定，儘量不異動用戶營運系統內資料、不調水號、不新增(減)工作區，避免異動後，重新對應之困難度。
2. 確認 GIS 圖資用戶明細圖層明細、抄表機傳輸系統所匯出最新用戶清冊或 K 營運系統內建置之小程式所執行用戶清冊檔案(含廢止戶應剔除)，三者用戶數量(含總表)應一致。

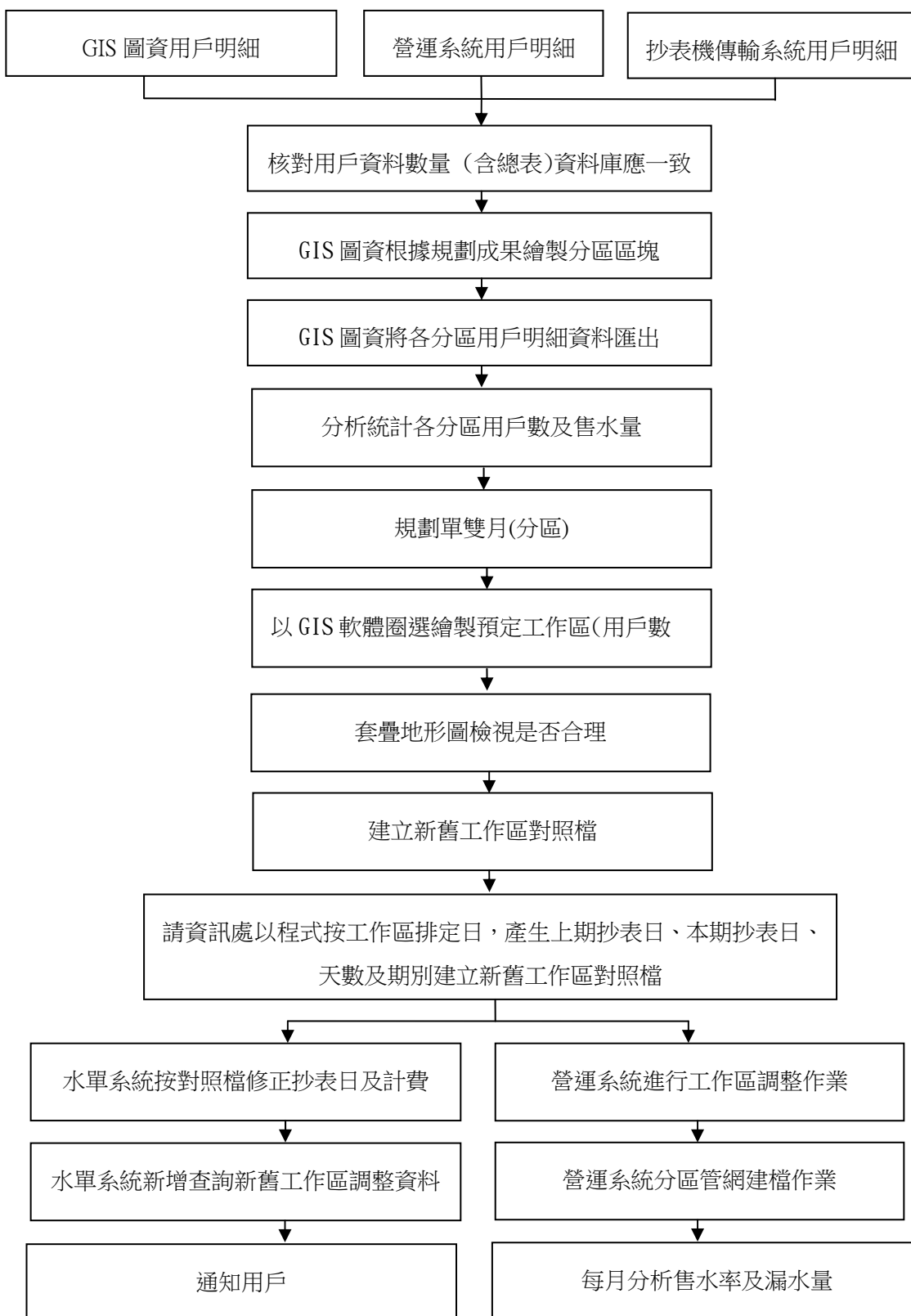


圖 1 員林所分區計量管網工作區調整作業實務規劃操作流程

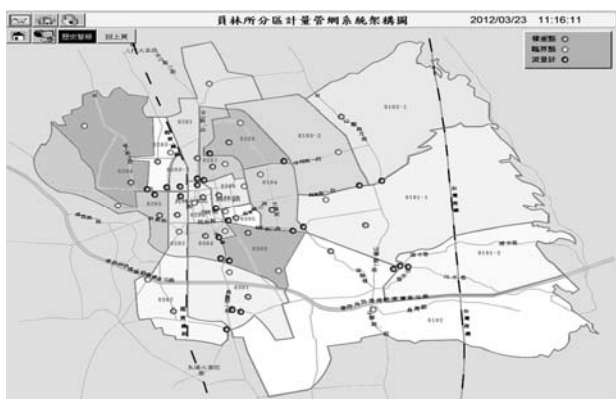


圖 2 員林分區計量管網小區分區圖

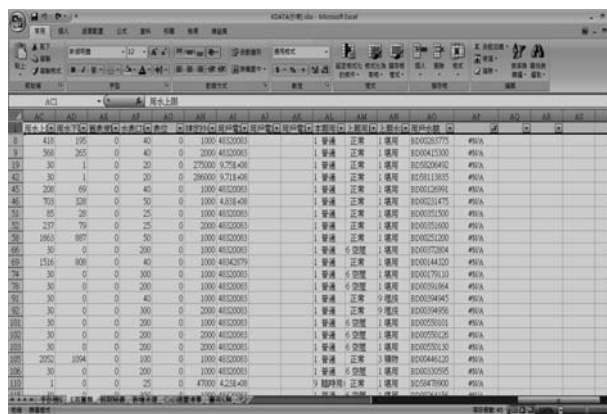


圖 5 圖與分區清單比對

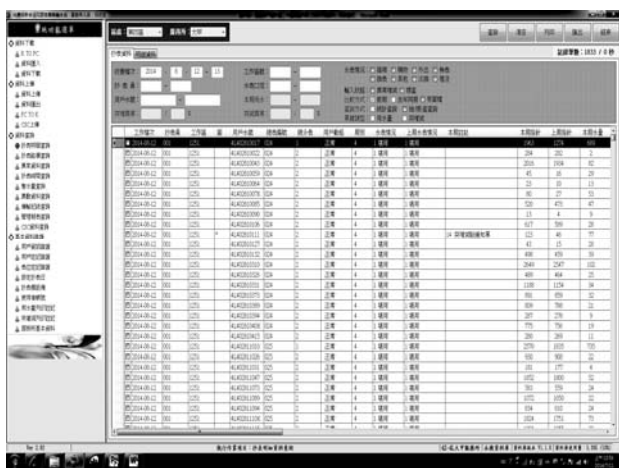


圖 3 抄表機傳輸系統匯出用戶資料

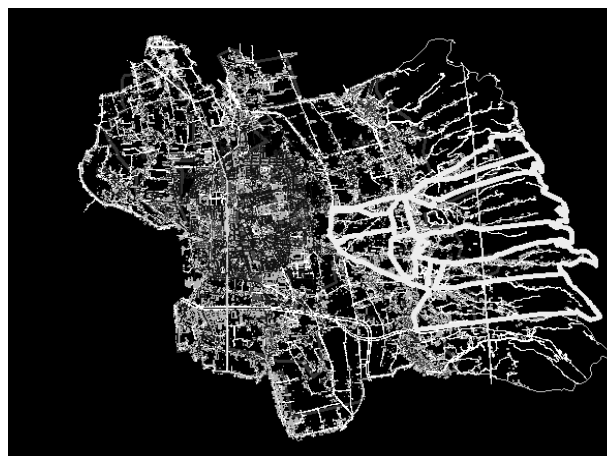


圖 6 配合分區統計之用戶數，依經驗與地形地貌來劃分抄表區

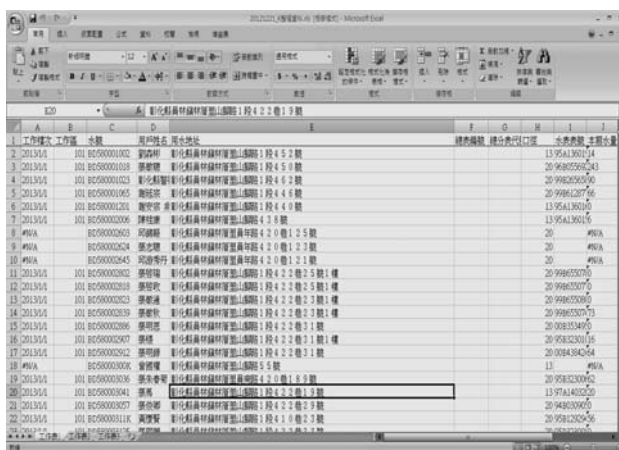


圖 4 將比對成果，有 K 無圖與有圖無 K 之水表釐清並建置完整

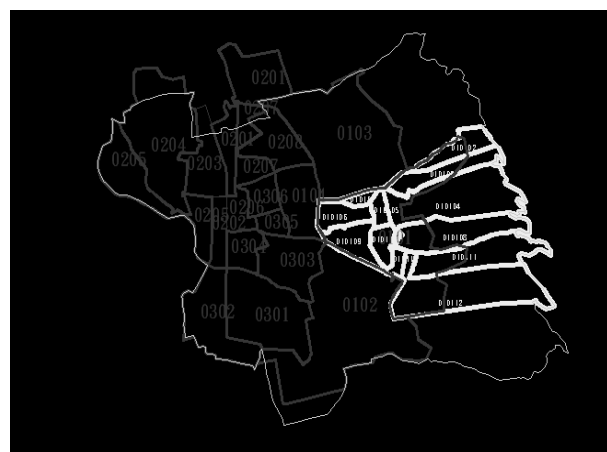


圖 7 規劃單雙月-鄉鎮界

序號	用戶編號	用戶姓名	用戶地址	抄表員	抄表區	抄表日期	抄表水量	抄表備註			
1	0094	1753	2012102	0022	BDP02140309	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	400	200	200
2	0094	1753	2012102	0022	BDP02140403	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	20	300	400
3	0094	1753	2012102	0022	BDP02140404	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	83	271	400
4	0094	1753	2012102	0022	BDP02140405	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	34	29	400
5	0094	1753	2012102	0022	BDP02140406	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	1	1	300
6	0094	1753	2012102	0022	BDP02140407	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	71	499	400
7	0094	1753	2012102	0022	BDP02140408	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	40	44	300
8	0094	1753	2012102	0022	BDP02140409	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	2000	1000	400
9	0094	1753	2012102	0022	BDP02140410	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	117	277	400
10	0094	1753	2012102	0022	BDP02140411	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	18	18	400
11	0094	1753	2012102	0022	BDP02140412	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	18	18	400
12	0094	1753	2012102	0022	BDP02140413	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	42	41	400
13	0094	1753	2012102	0022	BDP02140414	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	18	18	400
14	0094	1753	2012102	0022	BDP02140415	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	46	29	200
15	0094	1753	2012102	0022	BDP02140416	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	78	78	400
16	0094	1753	2012102	0022	BDP02140417	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	47	47	400
17	0094	1753	2012102	0022	BDP02140418	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	46	41	400
18	0094	1753	2012102	0022	BDP02140419	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	34	29	44
19	0094	1753	2012102	0022	BDP02140420	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	44	41	400
20	0094	1753	2012102	0022	BDP02140421	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	20	20	200
21	0094	1753	2012102	0022	BDP02140422	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	18	20	400
22	0094	1753	2012102	0022	BDP02140423	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	16	21	200
23	0094	1753	2012102	0022	BDP02140424	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	33	31	400
24	0094	1753	2012102	0022	BDP02140425	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	18	18	400
25	0094	1753	2012102	0022	BDP02140426	吳啟輝	臺北縣板橋市隆慶路二段 4 巷 5 號	2010080202	40	27	200

圖 8 統計出新抄表區用戶資料

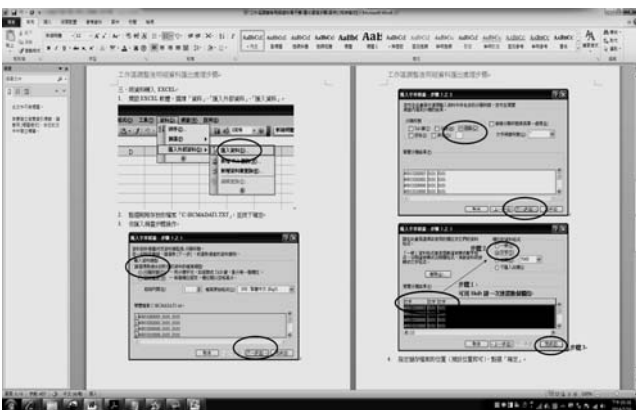


圖 9 新增程式，將工作區調整後明細以 JB1 執行產生清冊，勾稽確認

3. GIS 圖資資料與營運系統資料分別核對正確後，將 GIS 圖資用戶明細圖層明細與抄表機傳輸系統匯出抄表資料對應後轉成 excel 檔，將用戶資料依 18 中區，分別計算出各中區件數及水量(統計各中區用戶數及兩期水量，須扣除水號 00 之虛擬總表數量及各棟總表水量，分攤量不計)。
4. 統計各分區用戶數及兩期水量以利抄表及售水率分析，單雙月規劃時，力求用戶數及售水量應平均(應考量因素為中區供水區域流向、路順、新裝戶成長及售水量等)，以太區供水為主，中區為輔，並考量中區內有無小區(用戶需再切割)，將現有單雙月工作區戶數分析考量，儘量減少單雙月戶調動而影響用水期別太多(造成用

戶計費單價錯誤)，規劃單雙月收費(單雙月售水量及用戶數應相當，否則造成售水量分析失真及抄表人力配置失衡)，工務股與業務股需整體協調評估單雙月是否適當，調區後第一次抄表時，應再次確認檔案，檢視各區內用戶是否與用戶分區明細圖資料相符；不符時再做調整。(參考計劃之分區計量架構圖及員林供水系統中區管網範圍示意圖參考規劃)。規劃單雙月所屬各中區，以 excel 檔將中區名稱(代號)、戶數、售水量、地理環境、行政區、抄表員、大樓或郊區抄表難易、位置屬性偏遠或都會區等因素，預估抄表戶數及預估抄表工作區數

5. 於電腦 GIS 系統新增「抄表工作區圖層」將單月及雙月所屬中區界定清楚後，依序以電腦繪製於圖上，按預估戶數及工作區數繪製，以道路或天然界線等劃分並給予臨時工作區編號(原工作區數不包含機關冊)。
6. 全部臨時工作區畫定繪製完成後，比對用戶資料匯出與各中區及全部用戶，有遺漏者再繪製編排，製成表格後，再確認工作區件數是否合理，務必核對清楚並確認資料正確性完整。
7. 將原抄表工作區重新劃分，改以臨時編排之工作區替代：臨時編排之工作區，仍採單雙月劃分為二，區隔清楚；單雙月工作區起點，均自約六點鐘位置開始逆時鐘方向(或順時針，主要以原工作區變動較少為原則)依序編排，當單雙月交接處時，前月份應為該月抄表日之後面檔次，接續月為當月抄表日之前面檔次，倘日後中區界線編排錯誤或供水區域擴大，調整工作區

時，抄表日影響較不大。

- 8.原機關戶每月抄表戶用水量較少者，藉由本次工作區調整為隔月抄表，僅保留大口徑大流量用戶為機關冊(另外編排)，提升抄表工作效率。
- 9.建立新分區管網調整工作區新舊對照成果檔，包括分區、水號、舊工作區、新工作區、用戶資料各項基本資料等。
- 10.將工作區調整新舊對照檔，送請資訊處以程式按工作區排定日，產生上期抄表日、本期抄表日、天數及期別後，核對資料正確後，避免人工計算錯誤並節省人力。
- 11.水單系統於 3 及 4 月水單(調區前)以程式修正下期抄表日為新工作區之下期抄表日期。
- 12.修改調區後，第 1 次開單之 5 及 6 月基本費按日計算，用水費按期別(15 天為 1 期)計算(程式)。
- 13.員林所於抄表空檔日，至營運系統進行工作區調整(人工作業) 將原工作區用戶先調出，再將新工作區用戶調進，每兩檔工作區調整後須執行 3-5-A 及 3-9-C(舊 k)，避免暫存檔暴檔，再進行 4-1-3 路順調整作業；為資料正確性須另新增程式，將工作區調整後明細以 JB1 執行產生清冊以利核對，再次確認勾稽確認，避免錯誤。
- 14.營運系統每檔抄表後執行 4-5 後，新增程式下傳員林所，以 JB1 執行，將期別以程式匯入，服務所免用人工修改。
- 15.總處水單系統 8-13 新增程式，以供 1910 客服中心及員林服務所查詢新舊工作區調整資料。
- 16.於調區前 2 個月將代繳戶檔案(含水號、

用戶姓名、用水住址、通訊住址)請郵局製作郵簡通知作業；非代繳戶於調區前一期水單挾帶方式通知。

- 17.調區後第一次抄表，改以 962 型抄表機抄表，避免因現行照相功能手抄機之抽查拍照比例，及因期別異動致用水量突增(減)戶數過多，進而要求強制拍照，影響抄表作業；突增(減)稽複查時，亦須先排除用水期別問題。

(三)分區管網建檔

本作業流程已於 102 年 5 月 23 日台水營自第 1020051200 函頒修定「抄表稽複查標準作業程序與稽核要點」可參考第 61 頁「分區計量總表水號建立方式及管網建置及抄表作業程序」。

三、研究成果及檢討

(一)研究作業方法

本研究因應員林分區計量管網工作區調整均按規劃執行完成(含規劃單雙月工作區調整、新增程式、通知用戶、分區管網建置及各項相關作業執行)，工作區調整涉及用戶收費計價、收費單明細修正及通知用戶等問題，目前營運系統為封閉型系統，為因應本項計畫執行，由後端水費開單系統以個案簽請更改程式，並需人工抽單(水單)，目前營運系統及水單系統以人工執行，未來新營運系統及水單系統，宜修改及新增程式，避免人工作業，以利各服務所因分區計量管網業務，須辦理因應大批次工作區調整作業，執行作業說明如下：

- 1.分區管網抄表區重新調整為相同鄰近檔次，使抄表及稽查作業較為集中，提高工作效率(如圖 10~圖 11)。

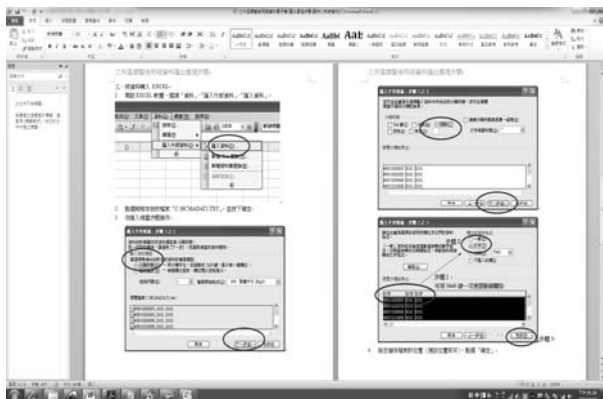


圖 10 抄表機傳輸系統分析

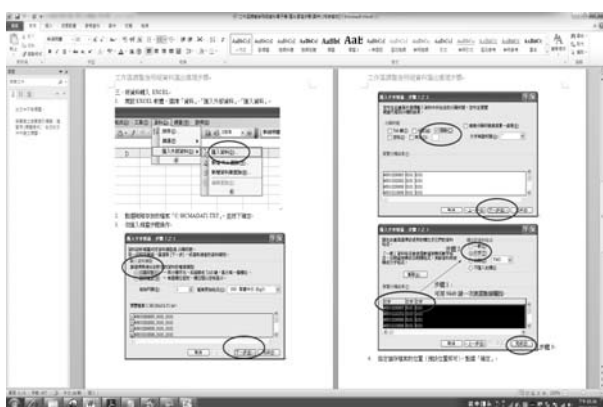


圖 11 抄表機傳輸時間分析

- 2.102 年收費 5 及 6 月份區域管網漏水率分析，5 月份漏水率為 23.48%，6 月份漏水率為 24.80%(營收月報 5 月售水率為 71%；員林所可利用營運系統(9-6-20 分區計量管網漏水率)按期(收費年月)列印統計報表分析檢討。
- 3.102 年 5 及 6 月售水量(扣除黃厝及大村)分別為 878,516 度及 846,499 度，用戶數分別 18,409 及 19,676 戶顯示單雙售水量及用戶數均相當，有利於售水量分析及抄表人力運用，顯示規劃完善。
- 4.102 年 7、8 月分析比對後，0104 之 1 與 0104 之 2 小區總表為 0 度不走，係制水閥關上沒進出水，另外 0301 之 2 小區指數 936169 倒走為 33437(查 200 口徑表為 7 位數)，顯

示該 3 個小區沒有封閉完全(計量會不準)，另 0202 小區售水率為 59.9%及 0206 售水率為 61.7%請查是否有漏水情形，查 7 月份售水率差異過大，顯示 0103 與 0102 沒有完全封閉，宜再確認各小區是否劃分清楚後，再做調整小區內工作區用戶。

5.工作區調整後，營運系統分區計量管網漏水統計分析尚有售水率低於 60%之小區或封避不清等因素，已另請供水處及漏水防治中心協助處理。

(二)問題分析檢討

GIS 圖資用戶明細圖層系統、營運系統、水單系統及抄表機傳輸系統等，以上各項作業系統，無相關連結，相關部門包括：供水處、營業處、資訊處等，透過本次實際整合規劃執行經驗，分析問題，茲將其臚列如下：

1.GIS 圖資用戶明細圖層系統

圖資用戶明細資料為本次最為關鍵之一，透過電腦圖層擷取匯出資料比對，確定各中區所屬用戶為最有效率方式，否則以人工作業不僅耗時且無效率，故圖資用戶資料完整性及位置正確為主要必要性。

2.營運系統

目前營運系統為封閉式作業系統，建議可透過新營運系統修改或新增下列程式：

- (1)抄表工作區含廢止戶資料抽出易誤導資料正確性，可將廢止戶放置於非抄表工作區另一資料庫。
- (2)工作區調整因抄表天數改變，期別及基本費無法自動換算，程式應自動換算上期原抄表工作區排定抄表日至調整新工作日換算期別及核算基本費，以免人工計算及

修改，節省人力。

- (3)工作區調整後無法查詢或列印，應加入該功能，以利核對。
- (4)計費明細檔未下傳可以調區嗎？主要分析原因為各行政區清潔處理費劃分依據 3-9-C 建置工作區對照行政區等資料，抄表資料上傳開單並未上傳行政區代碼，而是計費明細檔下傳後再對應營運系統 3-9-C 對照檔，導致調區作業前後工作區行政區不一致時會將清潔處理費提撥錯誤，本次作業剛好行政區大部分為員林鎮所轄，由於時間緊迫，故計費明細檔未下傳即進行工作區調整；另一方式為計費參考檔下傳後再異動 3-9-C 各對照檔。本項營運系統上傳抄表資料應將行政區帶至開單系統或按用水住址或郵遞區號判斷行政區。
- (5)路順調整作業因各水號會帶著之前工作區路順，執行調整路順需調整至正確路順(各水號會按原工作區路順編排而導致重復，應將水號編入支號逐一修正)。要重新排路順時，於確認處按 R，支號會不見系統重新排路順，否則按 Y 即可。目前新營運系統已新增程式 4-1-3-2 抄表主檔路順(路順排序)可依各工作區依水號排路順。4-1-3-3 抄表主檔路順(水號排序)執行後會將全所工作區按水號依序排列路順，取代原有路順，可於以後依全所路順順序參考修改水號，各所除特殊情形外請勿執行。抄表機傳輸系統已規劃實際抄表路順，新營運系統可新增實際抄表路順欄位，以利抄表資料下傳後供抄表員另一項選擇，提昇抄表效率。
- (6)突增減異常表報換算應加入期別判斷。

3.水單系統

- (1)總處水單系統 8-13 新增程式，以供 1910 客服中心及服務所查詢新舊工作區調整資料。
- (2)水單抽單作業採人工抽單，未來水單系統應由程式管控。本次作業非代繳戶於調區前一期水單挾帶方式通知，代繳戶請郵局製作郵簡通知作業。
- (3)水單系統水費通知單或水費收據，能由新營運系統開放建置後上傳水單加註內容，可免浪費紙張印刷及郵寄成本。

4.抄表機傳輸系統

突增(減)異常換算應加入期別，避免照相手抄機抽查拍照比例及期別異動突增減戶數過多及影響抄表作業。

(三)研究成果與發現

綜合以上分析發現，因分區計量管網執行工作區調整衍生之人工作業及相關問題，實乃 GIS 圖資用戶明細圖層系統、營運系統、水單系統及抄表機傳輸系統等作業系統因無相關連結，資料無法連結轉置，因此僅就本研究實務規劃執行後可改善之處提出淺見，希望能有助於改善相關作業及問題(圖 12 分區計量管網納併抄表工作區之策略流程)。

- 1.規劃「分區計量管網委外建置規劃計畫服務」應納入分區計量總表管網建置及抄表工作區調整，由 GIS 圖資用戶明細圖層系統與抄表機傳輸系統或營運系統將規劃整理後各分區及抄表原工作區及新工作區檔案，並由新營運系統(新增程式)由「總處」透過程式更正調整工作區並換算期別及基本費，將用戶相關資料於雲端調整修改後再下傳至服務所，免再用人工修改。

2. GIS 圖資用戶明細圖層系統已建置各分區計量管網、單雙月抄表、工作區及用戶明細資料，可利用智慧管網開發分析分區計量管網售水率系統或漏水率，方式為至抄表機傳輸系統(抄表原始資料各所已上傳總處，唯資料未經審核查定)或水單系統介

接連結擷取抄表資料，按各分區圖層所屬用戶對應資料後比對計算(須考量總表分表重複計算及機關冊每月抄表問題)，進行產銷分析，可取代原營運系統分區管網以人工建置，節省人力且更有效率，管理者及工務部門可直接線上分析管理。

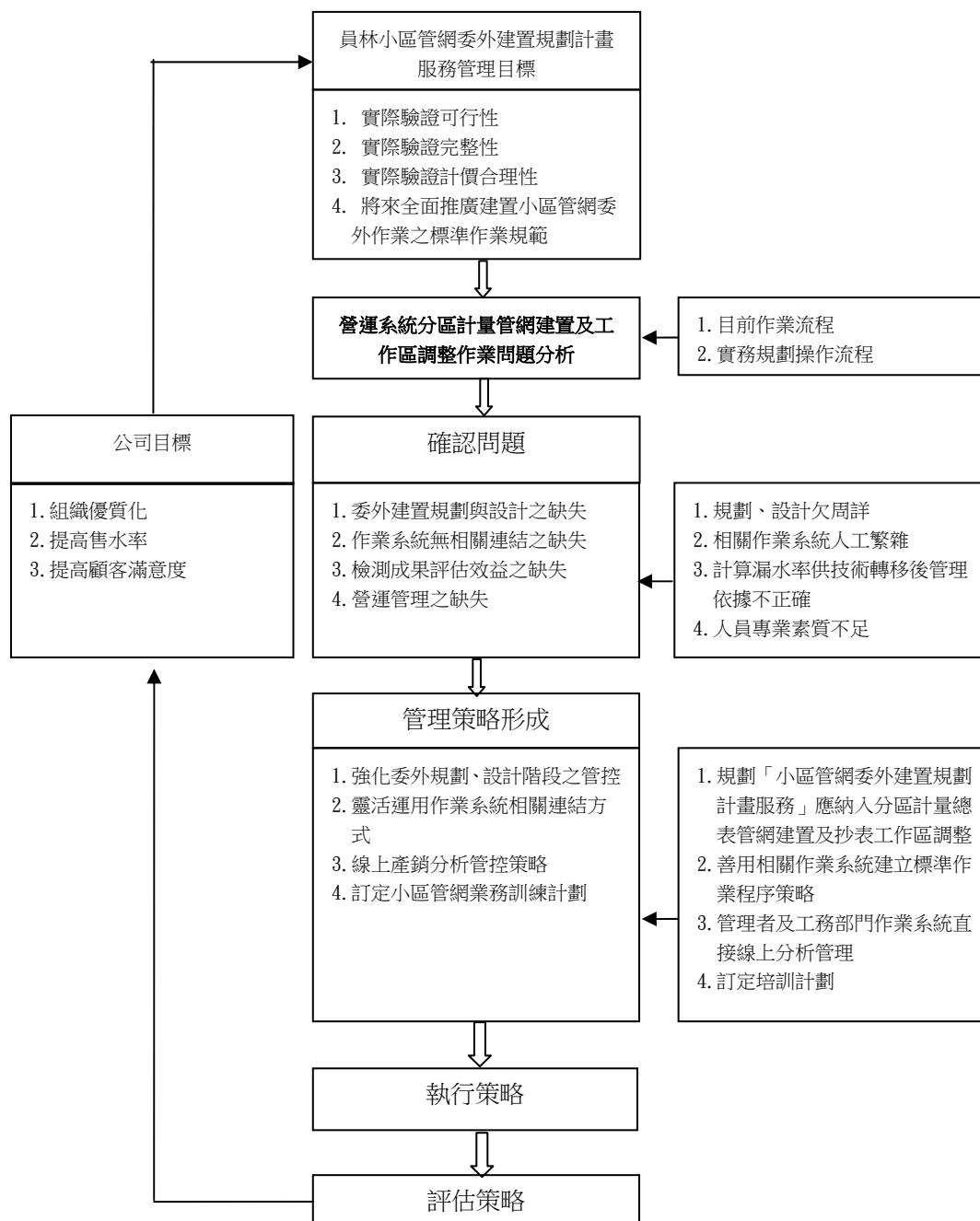


圖 12 分區計量管網納併抄表工作區之策略流程

3. 「分區計量管網委外建置規劃計畫服務」檢測成果展示應以上述系統分析分區計量管網售水率系統或漏水率，進行比對，避免管網封閉不清、漏水復原率及供水模式改變等因素，以分區管網建置初期與建置改善後每期計算之漏水率(分區計量總表與分區用戶表差異)作量化方式評估效益並供技術轉移後之管理依據。
4. 訂定「分區計量管網建置規劃」業務訓練計畫，藉由辦理教育訓練提升專業素質與管理技能，使業務品質提高。

四、結論

- (一)分區管網建置及抄表工作區調整作業，係將分區管網轄區內用戶調整為相同收費月，抄表工作天調為相近數日，以營運系統建置分區計量總表管網，藉由每期開單排定日抄表將分區總表及分區用戶抄見量統計分析售水率，提供判別漏水復原率，供水模式、水壓管理、及時檢修漏，提高防漏效率，有效減少人力及漏水。
- (二)「分區計量管網委外建置規劃計畫服務」檢測成果展示以上述系統分析分區計量管網售水率系統或漏水率，進行比對，避免管網封閉不清、漏水復原率及供水模式改變等因素，以分區管網建置初期與建置改善後每期計算之漏水率(分區計量總表與分區用戶表統計差異)作量化方式驗證及評估效益並供技術轉移後之管理依據。
- (三)分區計量管網結合自動讀表系統，透過線上同步抄表或傳輸記憶積算值，以程式比對分析，可免辦理工作區調整作

業，惟目前國內約 650 萬用戶表倘全部採自動讀表系統，所需經費龐大及技術等因素，在未經調整合理水價下實非台水公司財務可負擔。

- (四)台水公司可推動智慧管網系統，連結整合已建置監控或相關作業系統，以小區管總水表之流量(自動讀表監測夜間最小流)、壓力及供水管網廣設壓力計監控等，配合抄表工作區調整作業及分區計量管網售水率或漏水率，進行線上比對分析驗證，可判斷小區內是否有漏水及可能之漏水點，及時準確執行區域性檢測漏提高防漏效率，配合水壓調控及合理供水模式，降低漏水。

參考文獻

- 1.台灣自來水公司，員林鎮小區管網示範計畫管網建置成果報告，2012年。
- 2.台灣自來水公司，抄表稽複查標準作業程序與稽核要點，2013年5月修訂版。

作者簡介

田吉星先生

現職：台灣自來水股份有限公司 業務員
專長：抄表稽複查作業規劃管理

陳文祥先生

現職：台灣自來水股份有限公司 組長
專長：自來水規劃、效能評估、營運管理及策略管理

鍾湘杰先生

現職：台灣自來水股份有限公司 管理師
專長：企業管理、抄表天數分析、抄表作業管理

帳面漏控於小區計量之應用實例

文/李中彥、游叡研

摘要

小區計量長期執行以來，偏向關注於漏水改善之實質作為，然而，對於售水量影響重要因子「用戶用水計量之準確性分析」較為缺乏，計量的準確與否，亦為帳面漏水控制與改善水資源的重要課題。本文以 2 個小區計量實際案例，探討帳面漏控對小區計量漏水改善成效之正面影響。

- (一)臺北市螢橋國中小區，由表籍資料總表分攤過高現象下手，成功協調用戶解決內線漏水問題。並分析發現因分表錯接所導致帳面損失水量，正確計算用戶用水量，使原低估之售水率有效提升。
- (二)新北市成功路小區以夜間最小流(Q_{min})與平常用水量分別推算售水率產生之不合理性，準確研判有內水外流情形，施工時鎖定區塊邊界的管線整理，於側巷弄口斷除外流之水源，工序安排得當，成功利用帳面漏控達成小區管網改善。

關鍵字：帳面漏控、錯接、小區計量

一、前言

「沒有計量，就無法有效進行管理」。如果無法準確計量自來水的動向，自來水的管理便難以達到成效。因此，有效的對自來水水錶正確計量，將是有效管理水資源的第一步。

為減少漏水，提昇供水效能，臺北自來水事業處（以下簡稱本處）近年來持續推動管線汰換工程。民國 92 年起，本處進一步導入「小區計量」觀念，透過區塊規劃、裝

表計量、管網改善及長期管理等四大步驟，全面投入大臺北地區之漏水改善作業。

小區計量改善區域售水率之核算，以一定期間內該區域用戶「總表」及「直接用水表」計量總和為分子，小區計量總表流量為分母。故用戶「總表」及「直接用水表」之計量準確性，為分析計算小區售水率之重要因素。然而，影響用戶計量水錶精確度之因素（如低總表和、分表錯接為總表或直接用水表、內水外流等因素），以往較少為專家學者討論；本文將以「臺北市螢橋國中小區」及「新北市成功路小區」改善案例，探討帳面漏控對小區計量之影響。

二、臺北市螢橋國中小區改善案例

臺北市螢橋國中小區（W09901）位於臺北市中正區水源路以東、汀州路以西、師大路以南、永春路 200 巷以北所圍區域，總用戶數 1,008 戶，直接用水及總表栓數為 227 栓，於民國 99 年進場改善前初始售水率僅 42.77%，本計量小區基本資料詳如圖 1。本區北側（靠近師大路）係新改建大樓，用戶外線為不鏽鋼管（SSP），故本區主要漏水問題集中於水源路 25~35 巷間十棟老舊國宅。

水源路 25~35 巷間十棟老舊國宅新建迄今已逾 50 年，其供水系統因早期相關法令未臻完善，故其總表、直接用水表與分表之配置紊亂，如圖 2 所示，本案國宅以 2 棟為一單元，三樓以上共用 1 只 $\phi 40\text{mm}$ 總表，供給 2 棟國宅 3 樓以上用戶，其中一棟大樓設蓄水池，供應至屋頂水塔後，再以架空管線供應至另一棟樓房之屋頂水塔，再供應至



3~5 樓分表；另分表並非位於屋頂，而係位於各樓層屋內。另 1~2 樓係由配水管直接供水，並於 1 樓公共樓梯間設置水表。



圖 1 螢橋國中小區 (W09901) 基本資料

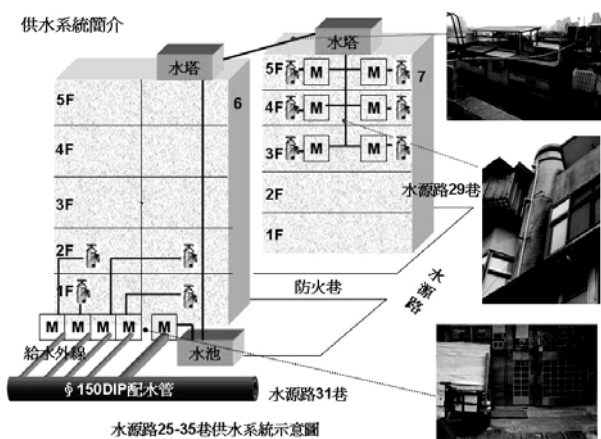


圖 2 水源路 25~35 巷間國宅供水系統

如此紊亂之供水系統產生了許多問題，第一，總表、直接用水表與分表之表籍資料正確性，有無可能因歷年來管線改善或抽換導致錯接，影響計量之正確性；第二，本國宅部份建築總表分擔頗高，是否因內線老舊導致漏水。上述問題，成為本小區改善成功與否之關鍵。

為解決本區域部分總表分擔過高之問題，首先調閱表籍資料發現水源路 31 巷 5 號總表（水源路 29 巷雙號側及 31 巷單號側 3 樓以上用戶），每戶每期平均用水度數 34 度，總表分攤高達 17 度，每期（2 個月）約

多負擔 128 元水費（ $17 \times 7.5 = 128$ ）。經本處現場派員勘查，用戶水塔下到各戶分表之下水管因係埋設於屋內之暗管（詳圖 3），年久舊失修且無法修理，用戶亦反映屋內牆壁經常滲水，牆壁亦有壁癌現象。



圖 3 舊有用戶下水管（暗管）

經協調建議水源路 29 巷 2、4 號用戶改配明管(如圖 4)並斷除舊有下水管，以徹底解決內線漏水問題。每戶改接成本 1500 元，對照每期多負擔之水費，約 2 年即可回本，如此便解決用戶長期總表分攤過高，內線漏水嚴重導致滴水及壁癌等問題。



圖 4 用戶改裝後之下水管（明管）

另觀察水源路 27 巷總表之表籍資料(圖 5)，赫然發現分表和大於總表(分表 1194 度，總表 1033 度)，依此顯示部份分表可能非經由總表供水，而係由配水管直接供水。

鎖定可能產生錯接之區域後，本處即針對水源路 27 巷進行全線開挖(本路段配水管已於 1984 年埋設改接為延性鑄鐵管(DIP)，惟給水管仍為 PVC 管，故以全線開挖工法斷除不明接水點並改接 SSP 管)。經全線開挖後，發現三處接水點於表籍系統上顯示為「分表」，惟實際上卻由配水管接水並以馬達直接抽水方式供應至高樓層，經依現況修正表籍資料後，用戶用水量方可正確計算(詳圖 5)。

※發現部份分表係直接由配水管接水

「水源路27巷總表」表資料分表查詢作業

總表水號: 4-03-0020186
抄表日: 990410
分表和: 1194

大區	中區	戶號	本月指針	上月指針	本期受數	分表受數	實用度數	種別
4	03	0020186	1652				1033	F
4	03	0020211	11				0	A
4	03	0020220	02				0	A
4	03	0020239	301	304	17	0	17	A
4	03	0020266	835	794	41	0	41	A
4	03	0020275	97	93	4	0	4	A
4	03	0020291	457	433	24	0	24	A
4	03	0020319	1705	1693	12	0	12	A
4	03	0020329	548	530	18	0	18	A
4	03	0020337	107	101	6	0	6	A
4	03	0020381	389	391	20	0	20	A
4	03	0020370	570	571	7	0	7	A
4	03	0020388	370	354	24	0	24	A
4	03	0020398	991	973	18	0	18	A
4	03	0023905	277	261	16	0	16	A
4	03	0020337	107					A
4	03	0020384	326					A
4	03	0020373	10					A
4	03	0020382	311					A
4	03	0020417	20					A
4	03	0020425	7					A
4	03	0020435	20					A
4	03	0020462	13					A
4	03	0020471	75					A
4	03	0020480	904	932	52	0	52	A

經全線開挖檢視發現3戶分表係直接由配水管接水，將舊有接水點予以斷除並依現況口變為直接用水，以符實



圖 5 用戶改裝後之下水管(明管)

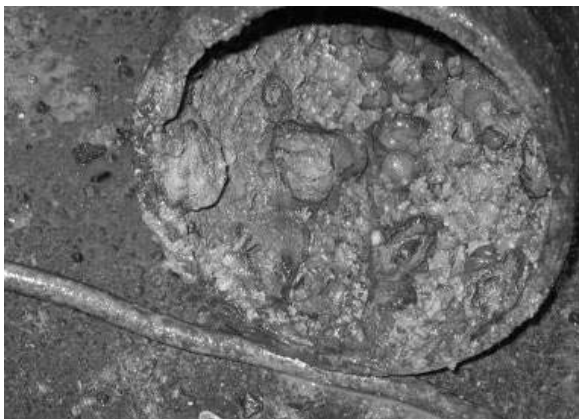


圖 6 水源路舊有配水管鏽蝕情形

此外，本小區內西側水源路本通舊有 DIP 管(1984 年埋設)部分位置遭管障覆蓋嚴重，且內部嚴重鏽蝕(圖 6)，經重新抽換管線(圖 7)，後全區施工完成。經複評售水率達 98.91%，共計改善 595CMD 無計費水量(包含漏水及因分表錯接導致之帳面損失水量)。



圖 7 水源路抽換配水管

三、新北市成功路小區改善案例

新北市成功路(W05002)小區位於新北市永和區成功路 2 段、民樂街 57 巷、環河東路 4 段以及中和區景平路所圍區域，本區總用戶數 1,316 戶，直接用水及總表栓數為 204 栓，進場改善前初始售水率僅 43.89%，本計畫小區基本資料詳如圖 8。

- ◆基本資料
 - 用戶數：1,316戶 直接用水與總表戶：204戶 進場施工日期：96.06
- ◆改善成果(至99.5.31)
 - 配水管：835m (DIP完成率：100%) 給水管：1155m (SSP完成率：91.3%)
 - 給水栓：137栓
- ◆售水率
 - 初始：43.89%(96.04) 期中：79.41% (98.12全區分處特別抄)
 - 期末：93.6%(平常抄)，84.56%(夜間最小流)

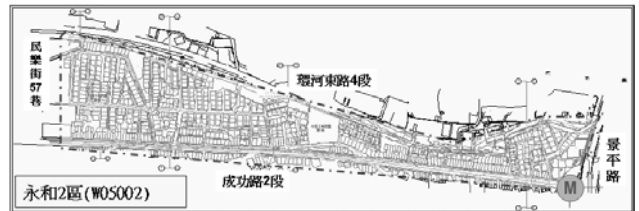


圖 8 W05002 小區基本資料

本小區屬狹長型區塊，為求準確評估漏水改善成效，以成功路 2 段 201 巷為分界，分為 A、B 兩個次分區（如圖 9），其中 A 次分區複評售水率已達改善目標。

B 次分區以平常用水量推估售水率僅有 45%，惟以計量表夜間最小流（ Q_{min} ）反算售水率為 70%，此異常現象值得我們正視， Q_{min} 是假設夜間最小流量皆為漏水，惟實際上仍有少數用戶有用水行為，實際漏水應低於 Q_{min} （如圖 10），故理論上現場實際售水率必定會高於 Q_{min} 所反算之售水率。依此可合理推論，W05002 小區有內水外流情形，其帳面漏水大於實質漏水，亦即表示帳面售水率並非真值，區塊內的漏水並不嚴重。

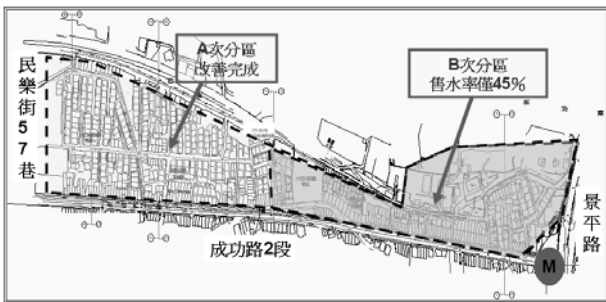


圖 9 W05002 小區次分區

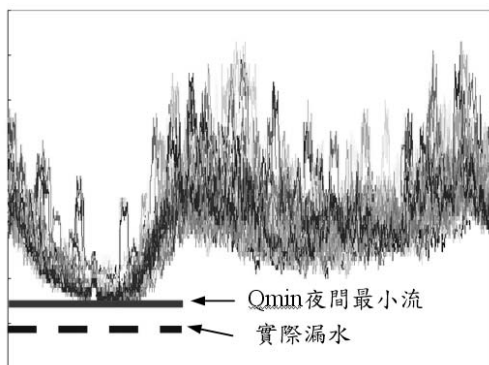


圖 10 Q_{min} 與實際漏水示意圖

B 次分區的問題重點在於區塊邊界的管線整理，因有不明管連接到區外供水，所以相鄰區塊的帳面售水率必定會大於實際售水率，亦即區內的售水率會有低估現象，而

區外的售水率會有高估現象(如圖 11)。與 W05002 相鄰的 W10005 帳面初始售水率 84% 研判並非真值，因其區內部分用戶用水並未通過該區流量計總表，而是從 W05002 小區流入，故帳面售水率會高估。

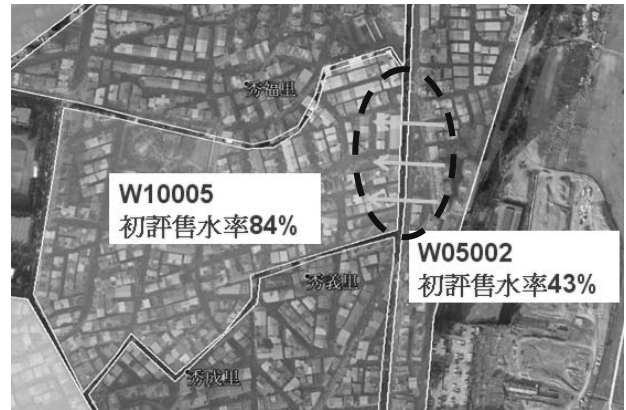


圖 11 W05002 內水外流示意圖

既已鎖定 B 次分區的邊界管線狀況，施工對策先澈底清查圖資，對側巷弄口進行橫向全面開挖，以斷除外流之水源。調閱歷史圖資發現成功路為 1984 年新闢之道路(如圖 12)，秀朗路 3 段為舊有道路，發現 $\phi 75$ PVCP、 $\phi 100$ MJP 兩支舊有不明管自秀朗路 3 段的 $\phi 200$ MJP 接水並流向區外 (W10005)。

施工時先於區外秀朗路 3 段 66 巷新設 $\phi 100$ DIP，改接自成功路雙號側 $\phi 400$ DIP，並於巷口處斷除 $\phi 100$ MJP 舊管，順利切割(如圖 13)。

另於區外秀朗路 3 段 60 巷新設 $\phi 200$ DIP，並將 $\phi 75$ PVCP 舊管改接至區外 $\phi 200$ DIP，回到巷口斷除 $\phi 75$ PVCP 舊管，順利改接自成功路雙號側 $\phi 400$ DIP。(如圖 14) 經順利將內水外流的舊管全數斷除後，夜間最小流已下降至 0.3CMM(如圖 15)，複評售水率亦達到 93.6%。

本案利用帳面漏控，成功分析帳面售水率與夜間最小流（ Q_{min} ）差異性，協助準確研判小區內需改善的重點位置為區塊邊界管線，有利施工對策擬定，工序安排得當，成功達成小區管網改善。

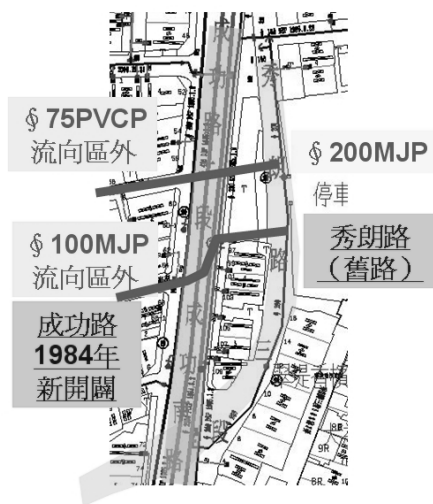


圖 12 區塊邊界管線圖

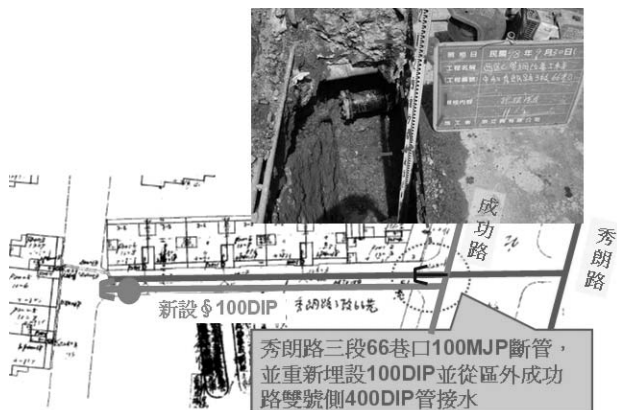


圖 13 秀朗路 3 段 66 巷管線整理

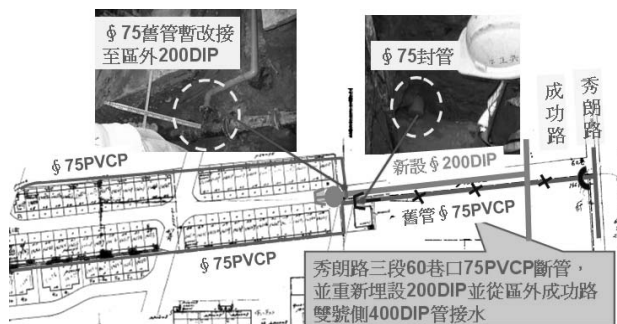


圖 14 秀朗路 3 段 60 巷管線整理

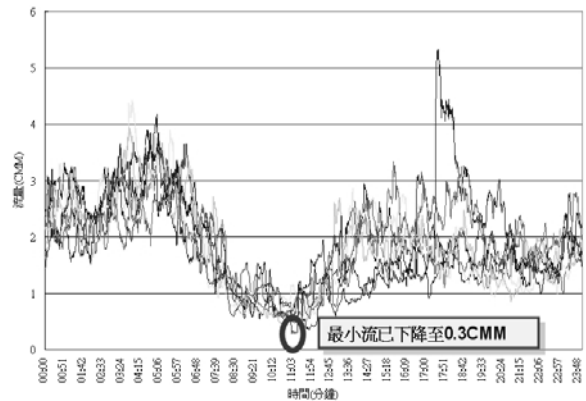


圖 15 W05002 夜間最小流

四、帳面漏控主動作為

小區計量長期執行以來，偏向關注於漏水率探討，售水量的分析較為缺乏，售水量的計量「準確性」影響帳面漏損改善水資源的成效。水表的計量誤差值會隨著不同流量變化而產生不同器差值，CNS14866 對水量計技術參數定義為最小流量 Q_{min} 、分界流量 Q_t 、常設流量 Q_p 及超載流量 Q_s ，器差曲線如圖 16。

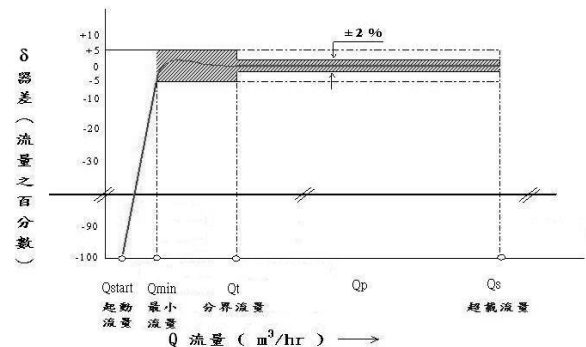


圖 16 水量計器差曲線示意圖

經全面分析比對總表與分表和，總表普遍偏向慢轉，據統計 $§ 20 \sim § 40$ 總表小於分表和的比例達 4 成，其分析可能原因為總表口徑與實際用水狀況不匹配，因規範過於保守，且實際上用戶流量大部分時間皆小於 Q_t ，亦即計量誤差 $\leq \pm 5\%$ ，表示水量計所佔微小流量或不感流量偏高，其所獲得之售水

量偏低，因此總表口徑普遍有偏大趨勢。

本處近年運用水表紀錄器分析用戶用水模式，利用軟體分析進水譜，以選擇最適表種與口徑，避免水表頻壞並降低 NRW。經分析如口徑過大則辦理「口徑大改小」作業，利用縮接頭將口徑向下降一級，例如 $\phi 40$ 改為 $\phi 25$ 以提高計量準確性（如圖 17）。

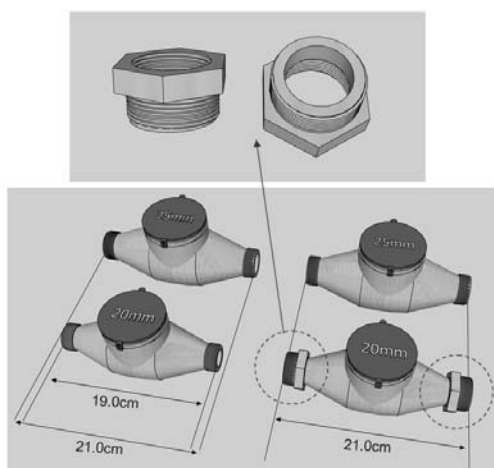


圖 17 口徑大改小縮接頭

另考量大用水戶佔本處大部分的用水，為掌握大用戶用水情形，提早發現水表及用水量異常情事，減少水量損失，避免誤判 NRW。按月依資訊系統篩選用水異常水栓(用水量連續 3 期下降、較上期下降 30%、推定計量及自抄)，逐栓檢視，透過「計費前」及「計費後」2 個時間點檢視用水量異常案件，爭取時效以加強帳面漏控，核算更準確的區塊售水率。

五、結論與建議

小區計量之改善成效係以售水率作為評估基準，而用戶水表之準確性，更是售水率計算之重要依據，以本文所述台北市瑩橋國中小區之改善案例，如有表籍資料不正確之直接用水表，將導致售水率遭低估；另以新北市成功路小區案例，有部分區外水表使

用區內水源，亦可能造成售水率被低估，影響漏水改善成效。

影響用戶計量水表精確度之因素包含低總表和、分表錯接為總表或直接用水表、內水外流等因素，在進行小區漏水改善之前後，應依現場實際情形先將帳面漏水進行管控，使售水率計算趨於正確，方可對小區漏水改善成果進行準確評估。

參考文獻

1. 臺北自來水事業處，「臺北自來水管網改善計畫」，2003。
2. 臺北自來水事業處，「供水管網改善及管理計畫—長程策略方針」，2006。
3. 陳明州、吳奕均、楊境維，「小區計量工法於管網系統漏水管理之應用」，2008。
4. 郭志東、林哲生、李中彥，「小區售水率提昇之瓶頸與突破」，自來水會刊第28卷第3期，2009。
5. 李中彥、林永芳、時佳麟，「山坡地社區NRW 過高時之標準化改善作業—以新北市潭之鄉社區為例」，自來水會刊第32卷第1期，2013。
6. 李中彥，「臺北舊城區之自來水漏水改善策略」，自來水會刊第32卷第4期，2013。
7. 游叡研、李中彥，「利用歷史圖資研判斷除不明管線之案例分享」，自來水會刊第33卷第1期，2014。

作者簡介

李中彥先生

現職：臺北自來水事業處供水科二級工程師
專長：自來水工程設計、施工及契約法規。

游叡研先生

現職：臺北自來水事業處西區營業分處三級工程師
專長：管網改善工程設計與監造、小區計量。

國際水壓管理發展趨勢及應用探討

文/隋忠寰、蔡博淵、林志憲

摘要

國際常見降漏策略為水壓管理、主動漏水控制、提升修漏品質及效率、供水系統資產管理與維護，該四大策略係以「降低實質漏水損失」為目標，其中水壓管理對降低供水管網的無收益水量(Non-Revenue Water, NRW)而言是最核心、最全面、且最具經濟效益的漏水管理作業方式之一，而水壓管理的目標係依據管網的用水需求及各水壓管理區的特性，以達到管網內水壓分佈的最佳化及水壓管理之自動化為標的。本文係參考目前國際上水壓管理發展趨勢，以供水管網設置持減壓閥（PRV）為範疇，簡介各種水壓控制調節模式之原理及建置水壓管理區所須考量事宜。

一、前言

近年來，因地球暖化所導致氣候變遷在世界各地不斷引起災害發生，自來水事業必須投入龐大資源以維護供水管網之穩定營運，然受到極端氣候的影響及人口增加造成用水需求上升，世界各國自來水事業莫不努力提升供水效能。反觀台灣自來水事業，除了面臨上述種種挑戰外，鑑於台灣勞動人口趨於老化，二戰後嬰兒潮世代正逐漸退出工作職場，台灣正面臨高齡化的社會，未來恐面臨人力缺口的惡性循環，因此，如何利用有限的人力資源以維持營運與發展是為台灣自來水事業現今最為重要的課題。

以科技取代人力需求是解決人力資源不足的方式之一，過度依賴人為操作難以提

升供水營運效能，在面臨供水營運的諸多挑戰下，例如漏水率過高、管線老化、破管頻率上升、管線汰換成本增加等問題，引進國際降漏技術以汲取成功經驗並提升供水品質至為重要，為此世界先進的自來水事業為達人性化的管理，莫不利用科技產品及自動化設備取代過去傳統人為操作，大幅降低人力資源之需求，並減少人為操作上所產生的疏失。

在供水系統水壓管理的方式中，於供水管網設置持減壓閥（PRV）是國際上較為普遍且符合成本效益的作法，本文也將以此作為討論之範疇。

二、水壓管理原則與目標

國際常見降漏策略為水壓管理、主動漏水控制、提升修漏品質及效率、供水系統資產管理與維護，該四大策略係以「降低實質漏水損失」為目標，其中水壓管理（Pressure Management）對降低供水管網的無收益水量(Non-Revenue Water, NRW)而言，是最核心、最全面、且最具經濟效益的漏水管理作業方式之一，其管理目標是在滿足所有用戶用水需求下提供最小且穩定的供水壓力，以達供水管網水壓分佈之最佳化及降低系統供水量，並減少不當壓力變化所產生的滲漏、破管、耗能及設備生命週期減損等問題發生。

(一)水壓管理基本理論

依據 1980 年日本及英國研究資料推導出水壓及漏水量之關係如圖 1 所示，即 FAVAD (Fixed and Variable Area Discharges) 方程式：

$$L1/L0 = (P1/P0)^N$$

其中 $P0$ 、 $L0$ 為初始平均水壓與漏水量；

$P1$ 、 $L1$ 為目前平均水壓與漏水量。

由上式可知，降低管網之供水壓力即可降低漏水量。

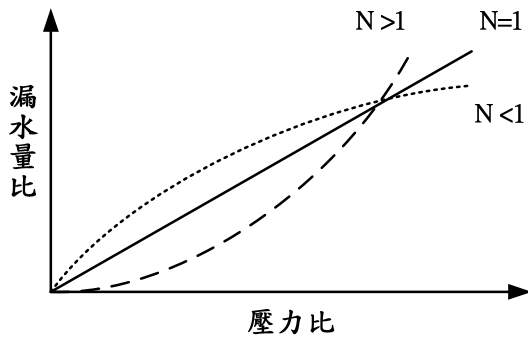


圖 1 水壓與漏水量之關係

(二)水壓管理區的建置

自來水事業一般依據管網現況和營運需求以評估該供水系統設置水壓管理區 (Pressure Management Zone, PMZ) 的適用性 (詳圖 2)，其中包括調查及診斷供水系統並蒐集下列資訊：

- 1.供水管網地理資訊系統：含供水管線位置、直徑、長度、材料、埋深、埋設時間；
- 2.用水量分析：確定該區域用水模式、用水需求、用戶類型以及水壓控制條件；
- 3.蒐集監測資訊：取得實際現場量測的流量及水壓數據 (如圖 2 所示，通常以該區域 PRV 進水點(Inlet PRV Site)、區域平均水壓點(Average Zone Pressure, AZP)以及水壓臨界點(Critical Point, CP))；
- 4.建立水力模型：利用水力模型分析潛在效益；
- 5.管理區的初步規劃：界定可執行水壓控制的區域並蒐集該區域營收相關資料；
- 6.漏水調查：評估漏水現況及破管歷史數據；

7.閥栓清查：釐清可以正常控制的閥門及控制裝置；

8.建立模式：建立適當的水壓管理控制模式；

9.效益評估：進行成本效益分析。

(三)水壓管理發展進程

一般而言，自來水事業初期發展水壓管理作業有四個步驟(詳圖 3)：

1.蒐集數據

依管網現況在某些關鍵點上設置水壓記錄器、流量計，以取得現場管網分佈之實際水壓及水量數據。

2.資訊透明化

透過監控系統以改善管網資訊透明化及能見度。

3.基本水壓管理

透過管網設備遠端遙控進行基本水壓管理作業。

4.水壓管理之自動化及最佳化

根據目前管網的用水需求及各水壓管理區特性，以達水壓管理之自動化及最佳化。

(四)基本水壓管理模式

自來水事業在建置水壓管理區，原則上係將持減壓閥 (PRV) 安裝在管網中的策略控制點，使得經 PRV 輸予後端供水區域的水壓值維持固定，即 PRV 出水壓力 ($P2$) 為定值 (詳如圖 4)，以避免 PRV 後端供水區域受到上游側進水壓力 ($P1$) 與流量波動的影響。然持減壓閥的設置雖可使下游側水壓控制在某一預設的壓力區間內，但當受到無法預見的壓力脈衝作用時，依然會造成供水管網內的水壓波動，此現象可能會造成供水系統的臨界點 (Critical Point, CP) 供水不穩定或間歇性供水，致使用戶會反映缺水或水壓

不足問題，而操作人員必須派遣人力進行調水作業以滿足用戶需求。

圖 4 為在基本水壓管理下在供水系統水壓分佈情形，如圖所示進水壓力經持減壓閥 PRV 作用下降至出水壓力 (P2)。出水壓力值在 PRV 建置時即已預先設定，且為避免供水系統的臨界點發生供水不穩定或間歇性供水狀況，以及考量未來因集合住宅或工廠

新建後所導致供水需求增加或用水模式改變，因此，出水壓力 P2 必須設定為保守且較高的預設值，確保在高用水量時段或用水量激增狀況下，亦能滿足臨界點的最小水壓需求 (Min P3)，以維持系統穩定的運作；然在設定較高的出水壓力 P2 下，由圖 4 亦可發現在低用水量時段，臨界點的水壓 P3 大部分遠高於其最小水壓需求 (Min P3)。

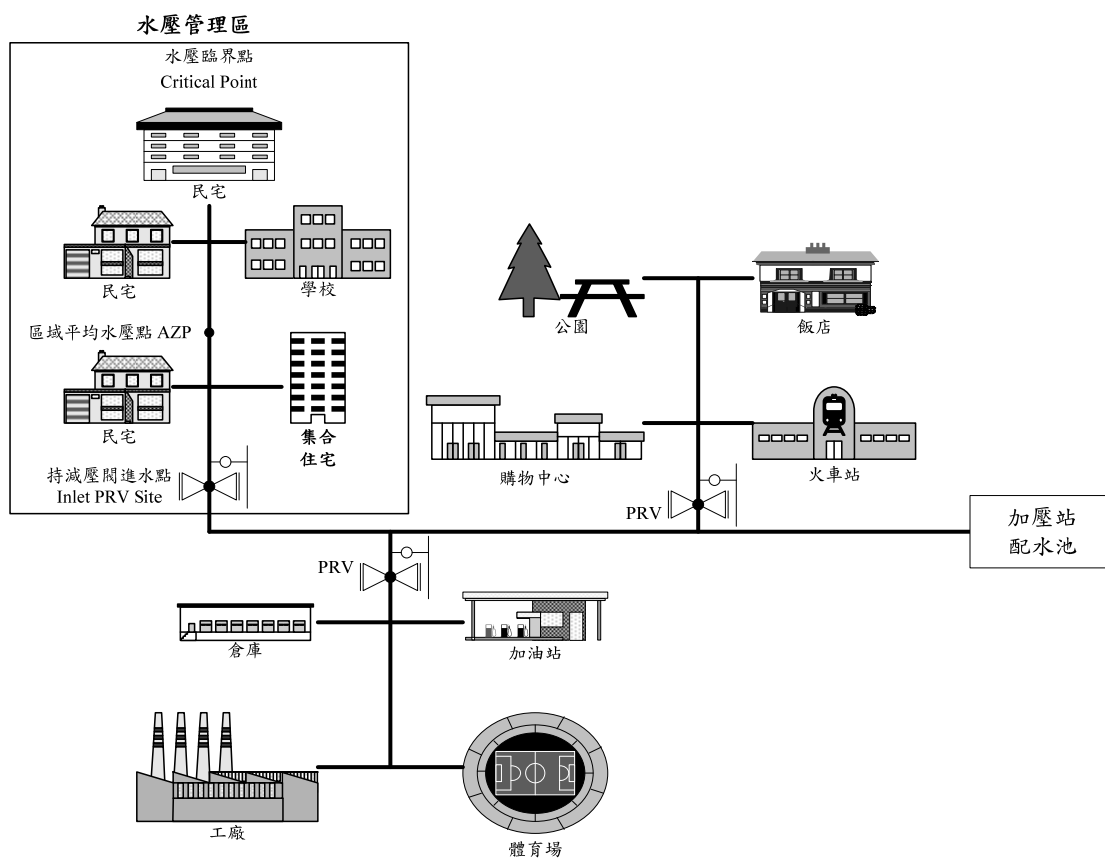


圖 2 水壓管理區 (Pressure Management Zone, PMZ)

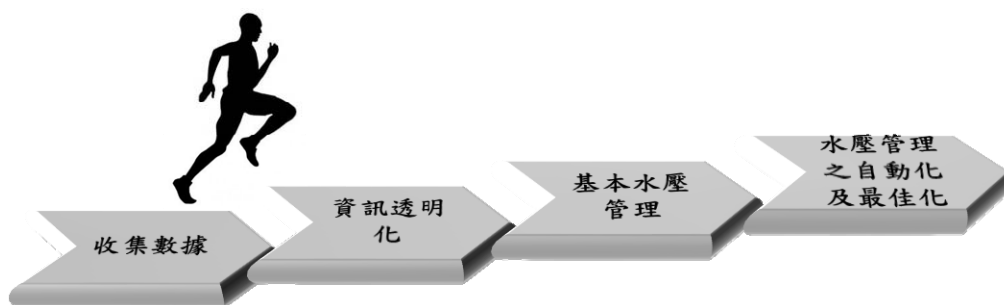


圖 3 水壓管理進程

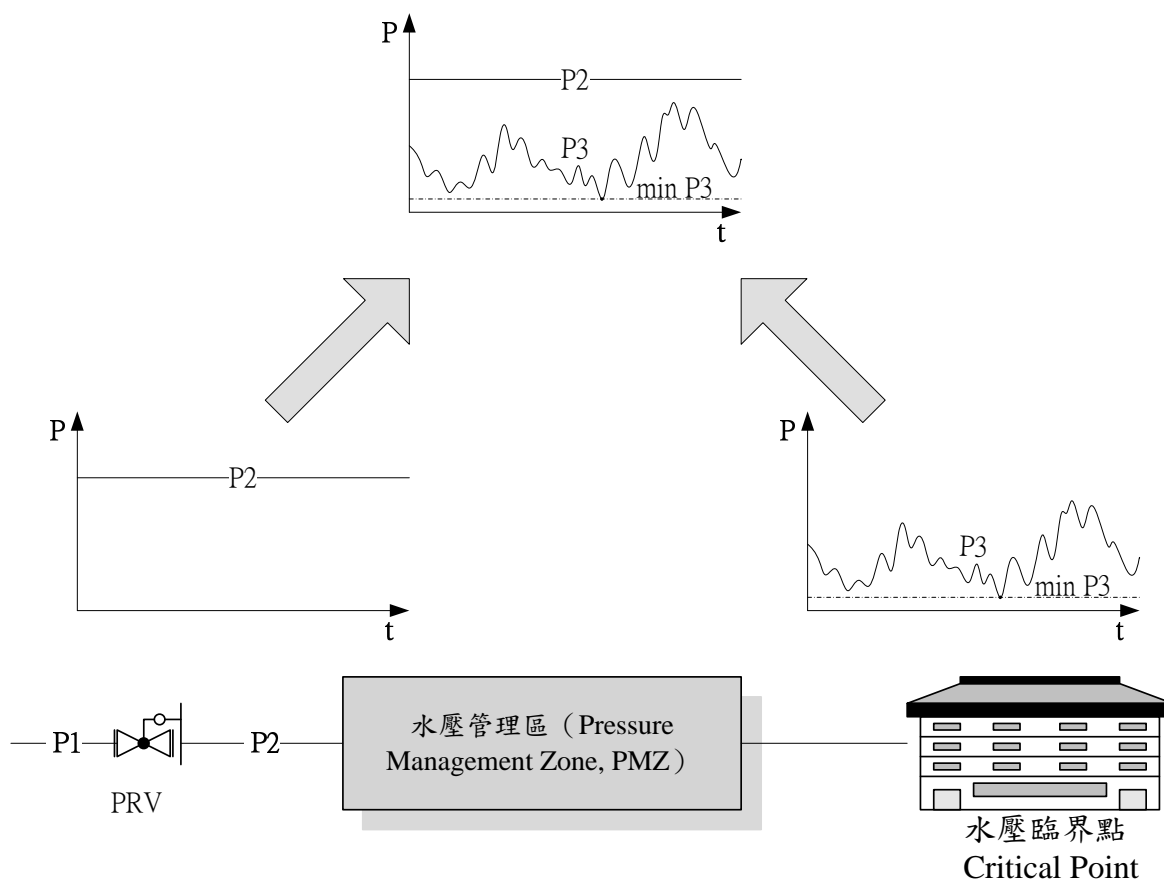


圖 4 基本水壓管理

三、國際水壓管理發展趨勢

(一)進階水壓管理 (Advanced Pressure Management, APM)

為解決基本水壓管理之不足，在既有的水壓管理設備上發展出進階水壓管理控制 (APM) 系統，以尋求維持下游測的供水壓力穩定，其基本原理是於水壓管理區 (PMZ) 的臨界點設置水壓記錄器 (Pressure logger)，並於既有的持減壓閥 (PRV) 裝置控制器 (Controller)，藉由控制持減壓閥 (PRV) 以調節出水水壓 P2，以維持臨界點 (Critical Point) 水壓值永遠滿足最小壓力需求 (Min P3)。

圖 5 為進階水壓管理方式下臨界點水壓及 PRV 出水口壓力變動情形，如圖所示在

APM 系統作用下，藉由持續調節 PRV 出水壓力 P2，使臨界點水壓 P3 能維持在一個最小水壓需求水準以上，以確保所有用戶能得到穩定的供水品質，而所稱的臨界點最小水壓需求水準 (Min P3) 是由各自來水事業自行設定。

APM 系統可採取三種水壓調節控制模式，各模式原理簡介如次：

1.時間控制模式 (Time control)

控制器使 PRV 可依每天尖峰及最低用水需求在不同時間點進行調節，透過過去的歷史資料(通常為 7 天)計算出在水壓管理區 PRZ 臨界點 CP 所須提供壓力，以調節適當水壓達最佳節水效能。其中以夜間減壓模式為最常見之管理模式之一。

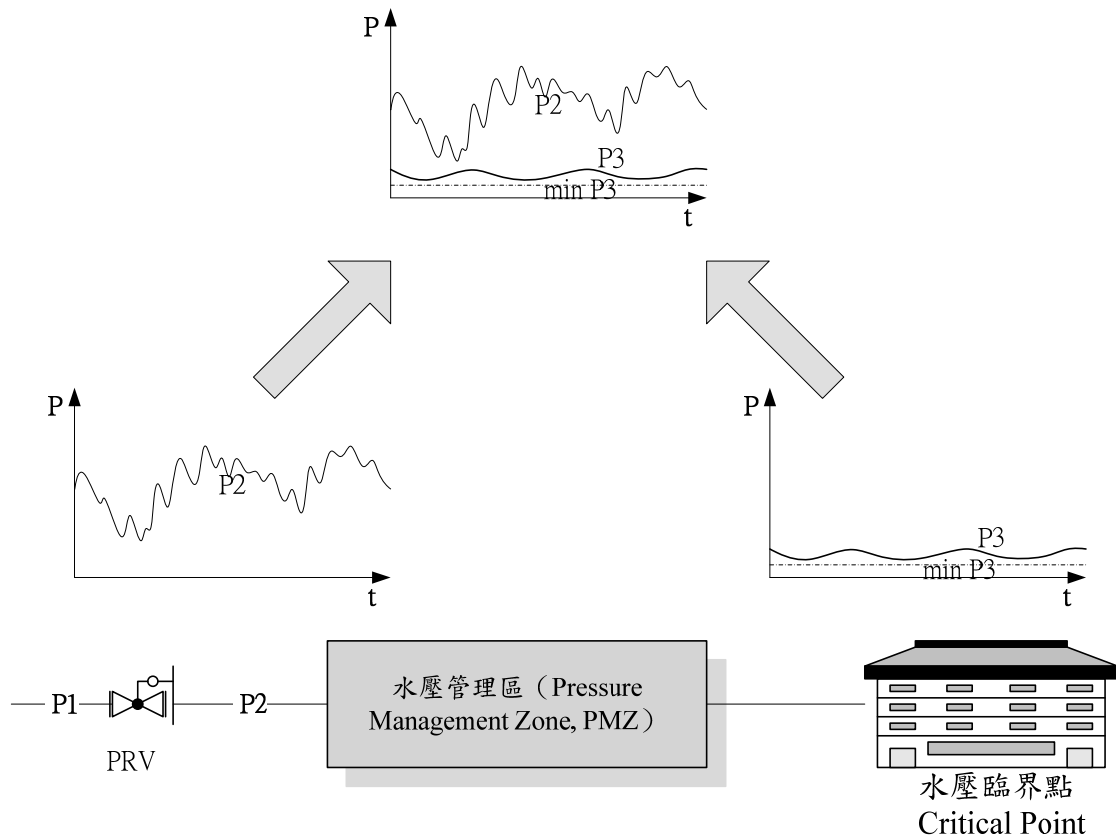


圖 5 進階式水壓管理

2. 流量調節模式 (Flow Modulation)

首先須基於供水系統的歷史資料建立該區域的水壓與流量關係，在不同的流量需求下，控制器依據該關係以調節進入管網的供水壓力。控制器將持續監控流量並調節水壓，以確保管網內絕大部分臨界點有適當的水壓提供。

3. 封閉迴路控制模式 (Closed loop control)

在單進水點或多進水點的管網內，將控制器安裝於每一個持減壓閥 PRV，並在各個臨界點上設置遠端控制的資訊紀錄器 (remote control data logger)，透過行動電話通訊系統 GSM，如 GPRS 或 SMS，將資訊紀錄器的儲存訊號回傳予控制器，控制器將接收回傳之訊號後進行調節 PRV 出水壓力以滿足臨界點的用水需求。

(二) 智能水壓管理 (Smart Pressure Management, SPM)

依據管網的用水需求及各水壓管理區 PMZ 的特性，為達到管網內水壓分佈的最佳化及水壓管理之自動化，進而發展出智能水壓管理 SPM 系統，其與進階水壓管理 APM 系最大的差別在於由 data logger 所紀錄的資訊係上傳至遠端伺服器，該資訊經伺服器平台上的程式運算與分析，計算出最佳的管理模式，並發送指令予 PRV 上的控制器以調節供水壓力，而非將 data logger 上資訊直接傳予 PRV 的控制器。

惟限於目前智能水壓管理設備多屬國外產品，其中邏輯運算伺服器亦建置於國外，如要引進此先進技術，尚須克服本土操作環境適應性與資料傳輸安全等問題。

智能水壓管理 SPM 系統除了包含上述進階水壓管理 APM 的調節控制模式外，另發展出二種調節控制模式，分述如下：

1. 自動化時間控制模式 (Automatic Time control)

考量 APM 時間調節模式的時間點設定，係由自來水事業依過去的經驗或該供水區域用戶的特性以預設多個時間點 (Multipoint) 方式進行 PRV 出水壓力的調節，而當該用戶用水模式改變或是因大樓或工廠的新建導致用水需求產生變化，操作人員必須進行微調調節時間點以維持供水品質，為將上述作業自動化進而發展出 SPM 系統，該系統依 data logger 所傳送的訊息，藉由程式自我學習功能並自動分析出合適的時間調節模式，其中亦可區分假日用水或非假日用水，此調節模式在無法取得流量紀錄資料下依然適用，操作人員可針對程式所自動產生調節時間點及 PRV 出水壓力進行檢視及確認，以確定是否進行該調節模式，一旦執行調節，SPM 系統將持續監控臨界點水壓以進行校正模式，避免發生供水不穩定情況。

2. 自動最佳化調節模式 (Automatic Optimization)

為達到水壓管理區之水壓分佈最佳化，SPM 系統依 data logger 所傳送的數據，透過管網內流量與水頭損失之關係，自來水事業只須設定水壓的上限值、下限值及水壓變化比，該系統則可利用演算法 (Algorithm) 自動地產生適當的流量調節模式，以滿足臨界點水壓目標值。操作人員可針對程式所自動產生最佳調節模式進行檢視及確認，並確定是否執行。此外，該系統亦有異常檢測功

能，當管網內水壓或流量發生異常改變，即自動暫停最佳化模式並通報操作人員。該演算法 (Algorithm) 亦會根據最新接收到的數據自動地微調流量調節模式，以達到最精確、最具效能的水壓管理。

四、進階水壓管理試行成果

台水公司第八區管理處於宜蘭縣冬山鄉大進村試辦進階水壓管理系統，圖 6 為現場設備實際安裝情形，本次試行是採時間控制模式 (Time control)，每日設定 8 個時段以設定不同 PRV 出水壓力值 (詳如圖 7)，由圖可知，在用水量需求較小的時段，將 PRV 的出水壓力降至約為 $2\text{kg}/\text{cm}^3$ ，試行一週後之成果相較未進行進階水壓管理作業，配水量約減少 468.8CMD，相當於減少 34% 配水率 (詳表 1)，初步展現進階水壓管理具有良好成果，然本次試行時間較短，且尚未做售水量比較，未來台水公司將擴大試辦規模以評估績效。

五、結論

(一) 進階水壓管理 APM 與智能水壓管理 SPM 是未來發展趨勢

目前國際上對水壓管理作業為確實達到水壓管理分佈之最佳化及自動化，多已進行進階 APM 或智能 SPM 水壓管理之應用，然台水公司水壓管理監測技術限於國外專利設備採購不易及本土廠商缺乏整體之水壓管理解決方案等因素，現場監測設備與中心監控設備、軟體分屬多個廠商，系統整合不易，故台水公司未來辦理水壓管理作業，其成敗關鍵應在於系統整合的能力。

(二) 水壓管理作業架構在健全的供水系統

本公司轄管的供水地區逾齡管線多為 PVC 材質，因無論 APM 或 SPM 系統皆為調節持減壓閥 PRV 的出水壓力，若該系統建置於弱勢管段，恐因頻繁的水壓變化導致破管，致使區域性停水的風險大為增加；相對地，供水系統下游管段將因 APM 或 SPM 系統的調節致使水壓趨於穩定而降低破管風險，故管線汰換的區位選擇應以水壓管理區或既設分區計量管網作為主要考量。

(三)水壓管理作業是一種長期投資

水壓管理因降低供水區域內的壓力致使短期內可減少「漏水量」及配水量、節省操作成本及能源等優點，惟對短期降低「漏水率」的影響並不明顯，即便如此，以長久之計，水壓管理仍具有降低破管頻率、延長設備資產的生命週期、減少檢漏人力需求等優點，對自來水事業的未來發展而言，是一種長期性的正向投資。



圖 6 現場設備安裝照片

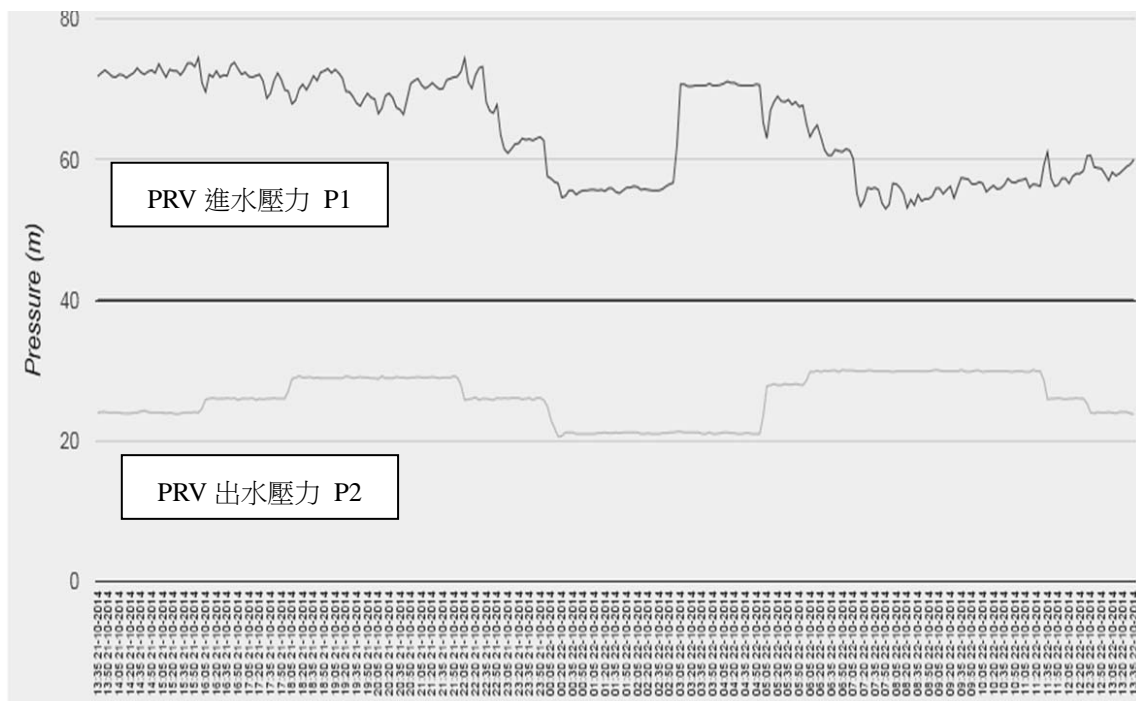


圖 7 水壓管理之時間控制模式（每日）

表 1 進階水壓管理試行 1 週之成效

水量：CMD

未水壓控制		執行水壓控制		減少配水量	減少配水率(%)
日期	累積水量	日期	累積水量		
9 月 12 日	161.334	10 月 24 日	100.796	60.5	37%
9 月 13 日	202.653	10 月 25 日	116.913	85.7	42%
9 月 14 日	226.087	10 月 26 日	123.976	102.1	45%
9 月 15 日	281.613	10 月 27 日	188.94	92.7	33%
9 月 16 日	268.851	10 月 21 日	215.473	53.4	20%
9 月 17 日	251.497	10 月 22 日	177.121	74.4	30%
合計	1392.035	合計	1392.035	468.8	34%

參考文獻

- 1.Conference “Water Loss Asia 2014” , Kuala Lumpur, Malaysia, September 2014.
- 2.May, J (1994) Pressure Dependent Leakage. World Water and Environmental Engineering, October 1994
- 3.Website:www.i2OWATER.com,2014

作者簡介

隋忠寰先生

現職：台灣自來水公司總管理處工程員
專長：自來水工程、土木工程

蔡博淵先生

現職：台灣自來水公司總管理處組長
專長：分區計量管網規劃

林志憲先生

現職：台灣自來水公司第八區管理處課長
專長：自來水機電工程設計、監控整合規劃、抽水機工程

以漏水管理的思維探討管網規劃與設計

文/黃金億

摘要

北水處推行小區計量作業已逾十年，小區計量工作是從劃設供水區域、裝表計量、管線汰換到長期管理等四個步驟，長期管理雖是整個作業的最後步驟，但也可定義為掌握每個區域實施漏水改善手段的漏水管理，為了滿足供水區域的漏水管控，而進行一種有效、具科學性的管理方式，也是改善漏水的終極目標。長期管理也可稱為供水管理，包括水資源、供水調配、漏水改善…等範疇，而漏水改善作業又可包含聽音檢測、水壓管控及管線汰換。嚴謹來說，小區計量僅是檢視管線汰換成效的一種利器，而管線汰換成效的基礎即是管線設計作業。

管線設計時，制水閥及消防栓的佈設，對於進行長期管理中漏水巡檢是非常關鍵的。而監視點的設計係將供水管網中較為重要位置之水壓、水量等即時資訊傳達至監控中心，以作為調配供水系統之依據，以北水處而言，目前所建置水壓監視點的數量，僅能滿足加壓站及管網系統操作所需，對於區域內完整及細部的壓力狀況，則需藉由消防栓來建立，因此消防栓的佈設對於瞭解及分析區域壓力是非常重要的。至於評估表的位置，則需搭配封閉區域後進水點位置而定，同時亦須考慮無線傳輸的設備，以達即時監控所需。

管線設計不再是僅作為施工的依據，而是必須將日後影響長期管理的因子予以考量，包括漏水巡檢、水壓管控、即時監控等。

探討維護管理，必須在設計階段即進行，而非興建完成後，同樣自來水供水的長期管理，也必須在管線設計規劃階段即妥為考量，完善的管線設計，對於長期管理將是一大助益。

一、前言

水資源隨人口成長、區域發展、環境保護而開發困難，大規模開發已屬不易，如何使處理過的水作最有效之運用，除了重視既有供水設施之維護管理外，降低漏水問題為自來水事業直接且迫切需要面臨的問題。傳統利用檢測儀器改善漏水情形的效果極為有限，直接抽換老舊漏管線是改善管線漏水最為有效的對策。惟以目前偏低且久未調漲之水價，對於自來水事業的經營已成為沉重的負擔，採大規模進行汰換自來水管線，無疑是雪上加霜。如何將有限經費進行管線汰換，並能明確獲知改善的效果，採小區計量及分區計量方式是現行最適之作法。

北水處推行小區計量作業已逾十年，小區計量工作從劃設供水區域、裝表計量、管線汰換到長期管理等四個步驟，長期管理雖是整個作業的最後步驟，但也可定義為掌握每個實施漏水改善手段區域的漏水管理，為了滿足供水區域的漏水管控，而進行一種有效、具科學性的管理方式，也是改善漏水的終極目標。長期管理也可稱為供水管理，包括水資源、供水調配、漏水改善…等範疇，而漏水改善作業又可包含聽音檢測、水壓管控及管線汰換。嚴謹來說，小區計量僅是檢

視管線汰換成效的一種利器，而管線汰換成效的基礎即是管線設計作業。

管線設計不再是僅作為施工的依據，而是必須將日後影響長期管理的因子考量進去，包括漏水巡檢、水壓管控、即時監控等。探討維護管理，必須在設計階段即進行，而非興建完成後，同樣自來水供水的長期管理，也必須在管線設計即妥為考量，完善的管線設計，對於長期管理將是一大助益。

二、管線規劃與設計作業

首先我們來看看一張管線設計圖是如何產生，設計前先調閱相關圖面資料，以目前 1 個小區而言，至少 8 成的巷弄均需調閱原始管線竣工圖，甚至閥栓圖卡，以便至現場確認管線及閥栓等口徑及位置。另外 1 個小區約有 400-500 戶之直接或總表用水戶，最重要是為釐清接水點位置，(所謂的接水點就是，用戶管與配水管的交接位置，施工時，有表位的管子才能改接，那沒看到表位的管子呢？原則上就要勇敢的斷除，斷除後，遇見用戶沒水，釐清原委後，再就近改接，這也是管汰減少漏水的最大效益之一)，通常這也是接近凌晨時分會接到客服電話的無水客訴案件。

另外有一些已施工過但尚未數化於圖資系統的管線，先調閱其日報表及施工草圖，確認其施工內容。甚至遇到現場有水壓監視點，必須先詢問監控中心後，同時也要查看其竣工圖。

再來從水費系統查閱區內用戶資料，用以核對 GIS 圖面與現場之用戶表位、種別及口徑的正確性。也利用路權單位之道路挖掘

管制系統查詢管制路段的範圍。

經彙整圖面資料後，最重要是到現場進行核對及釐清的工作，例如管線、閥栓、水表的位置，閥栓是否埋沒，現場是否有特殊鋪面。尤其是現場表位，因為牽涉到施工時，配合遷移表位的協調工作，如屋內移屋外，屋後移屋前等。

經調閱圖面、核對資料、現地釐清及確認，繪製出管線設計圖。每個節點圖都是從 VISIO CAD 系統，一個一個組件組合而成。每個節點依序編列，再統計長度、數量。

北水處為縮短設計圖繪製時程且在不影響施工作業情形下，自 103 年 4 月 1 日起簡化設計圖繪製方式，其中首頁為繪製施工標準示意圖，包含施工位置圖、施工說明、重要材料一覽表及施工標準示意圖等，第二頁為小區規劃圖，第三頁以後為 1/500 管線設計圖，目前做法以不須繪製施工節點詳細圖為原則，須包含汰換管線位置、口徑、消防栓位置、制水閥位置、斷除用戶管線位置、就地廢棄管線範圍等。

管線設計時，制水閥及消防栓的佈設，對於進行長期管理中漏水巡檢是非常關鍵的。而監視點的設計係將供水管網中較為重要位置之水壓、水量等即時資訊傳達至監控中心，以作為供水系統之參考，以北水處而言，目前所建置水壓監視點的數量，僅能滿足加壓站及管網系統操作所需，對於區域內完整及細部的壓力狀況，則需藉由消防栓來建立，因此消防栓的佈設對於瞭解及分析區域壓力是非常重要的。至於評估表的位置，則需搭配封閉區域後進水點位置而定，同時亦須考慮無線傳輸的設備，以達即時監控所

需。

三、長期管理的設計概念

(一)漏水巡檢

1.分區計量的管線設計

所謂分區計量又稱小區管網 (DMAs : District Metering Areas)，係事先規劃設置或重新改管分割，以輸配水管線長度約 2~6 公里(2000-5000 戶)為一分區，劃分永久之獨立供水分區，周圍可利用制水閥隔離。分區之進水管通常保留兩處，一處平時關閉，發生緊急狀況再開啟，另一處裝設超音波或電磁流量計以記錄進水流量。早期分區計量僅記錄累積流量，如果配合抄表作業能夠得知計量區之售水率，依售水率之高低推定計量區之漏水嚴重程度，作為進行檢測作業之依據。

初始劃區時，係依現地既有管線及制水閥進行區域封閉，因受限現地因素，所以所劃出之區域並不見的是完整的區域，接著裝表計量，得到初始售水率，依照售水率的高低決定是否進行管汰，凡決定進行管汰的區域，在設計時，將朝完整街廓的區域進行設計，以顯示出完整供水區域的範圍，對於區塊與區域間也較有明顯之區隔，以利後續管理。

2.設計次分區

設計次分區，可進行最小流的量測，著眼於夜間次分區內無人用水的時間內，所測得之流量趨近於漏水量的測量方法，稱夜間最小流量測定法。

(1)最小流消防栓組

選擇管線長度約 1-3 公里之區域，於夜間離峰時間關閉次分區外圍制水閥，使該區

域形成暫時性之獨立供水小區，由次分區外之消防栓，使用消防管銜接超音波流量計，再跳接次分區內之消防栓，以記錄流進小區內之瞬間流量。次分區測漏均在夜間離峰時段實施，主要目的在量測夜間最小流量 (minimum night flow rate) 以推估近似漏水量。必要時實施「分段測試」以了解漏水分佈情況及各段管線之漏水量。本法漏水量測定又分直接法與間接法兩種。

A.直接法

所謂直接法係逐戶關閉水表前之止水栓，避免用戶表後給水設備漏水或夜間用水影響漏水量之測定。都會地區因用戶採間接用水相當普遍，夜間離峰時段用戶水池仍有可能進水，由於此法需動員大量人力，成本太高，較少採用。

B.間接法

係不關閉用戶止水栓，僅針對少數大用戶或夜間大量用水之場所事先通知並關閉其止水栓。此法之量測有賴次分區之妥善劃分，俾便於夜間離峰時段，能夠出現最少一次持續 0.5 至 1 分鐘以上之用水空檔，此時測得之流量即為「夜間最小流量」，再透過適當的修正 (經長時間實驗或直接法比對，設定用戶表內漏水或夜間用水所佔比率)，以評估該地區之漏水量。

(2)妥設制水閥進行最小流

設計時考量日後進行次分區最小流之測試，因此事前須搭配分區評估表位置，利用制水閥之佈設，切割獨立次分區，經封閉後測出分區最小流，以判斷可能漏水之次分區。以實際案例介紹：

某分區用戶夜間最小流平均用水量為 365 噸/日，將分區內利用制水閥區分成 3 個



次分區，以進行測試。分區設有具紀錄功能之評估表，於夜間操作現場制水閥封閉次分區，進行最小流測試，且以分區計量之漏水量扣除未封閉次分區所測得之最小流，以獲得封閉次分區之漏水量。

作業方式：

(1)量測計量區最小流量

經測試該區 6 日最小流量值（如圖 1），分別為 13.2 噸/時、13.8 噸/時、13.8 噸/時、13.2 噸/時、12.6 噸/時、13.2 噸/時，平均為 13.3 噸/時。經量測分區評估表度數為 795 噸/日（如圖 2）。

(2)關閉制水閥封閉小分區

封閉第 1 小分區，並測試該區消防栓壓力值是否為零，以確認小分區確以完全封閉未進水。再逐夜封閉其餘 2 區。

測試結果：

第 1 次分區封閉後，測得夜間最小流為 9 噸/時，表示該區應有 4.3 噸/時之漏水量。第 2 次分區測得夜間最小流為 13.2 噸/時，表示該區應無漏水量。第 3 次分區測得夜間最小流為 9.6 噸/時，表示該區應有 3.7 噸/時之漏水量（如圖 3）。依測試結果，對於漏水次分區進行管線檢測漏作業，共計檢修 ϕ 150mm 一處、 ϕ 25mm 兩處及切封 ϕ 25mm 兩處，檢修後量測分區評估表度數為 468 噸/日（如圖 4）。

(3)可移動式最小流量測定裝置

首先，關閉次分區周圍的制水閥，使其成為封閉區域，自來水無法由其他次分區流入。然後，透過安裝於次分區量水器室上的可移動式最小流量測定裝置將水送入次分區內進行流量測定。此空檔期所記錄下的最小流量值，即稱為漏水量（如圖 5）。

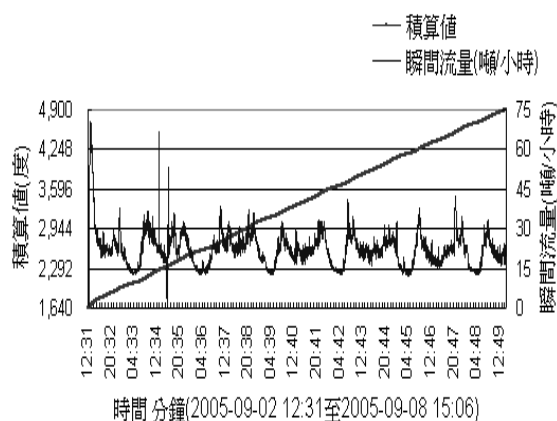


圖 1 供水分區之 6 日夜間最小流量

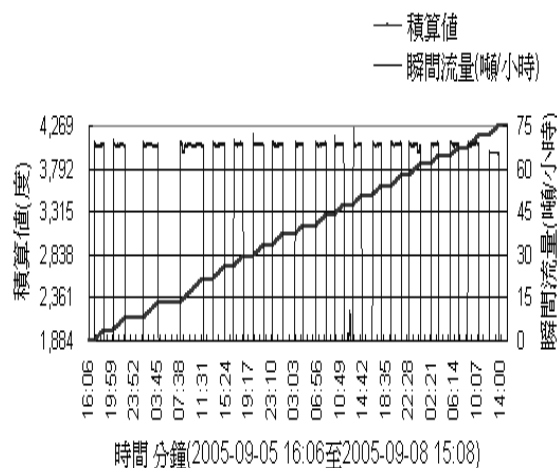


圖 2 測試前計量區評估表 3 日累計流量

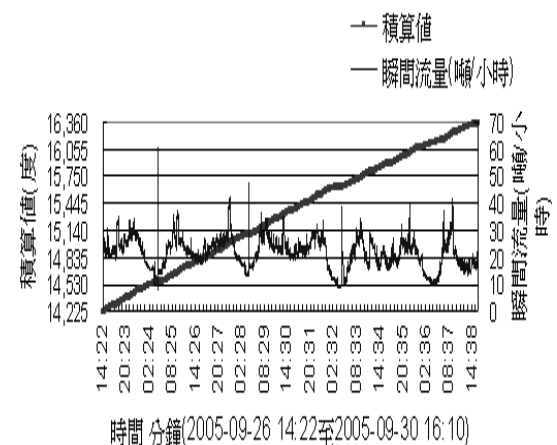


圖 3 各次分區之夜間最小流量

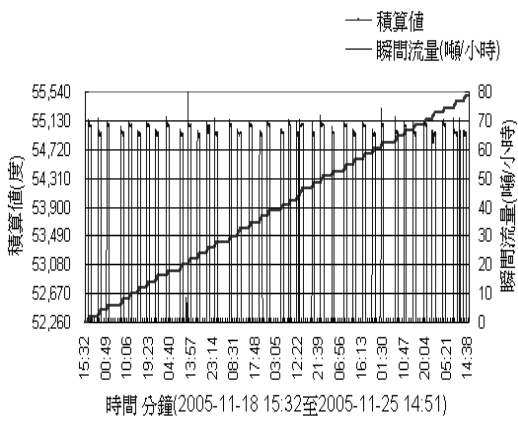


圖 4 測試檢修後計量區評估表 7 日累計流量

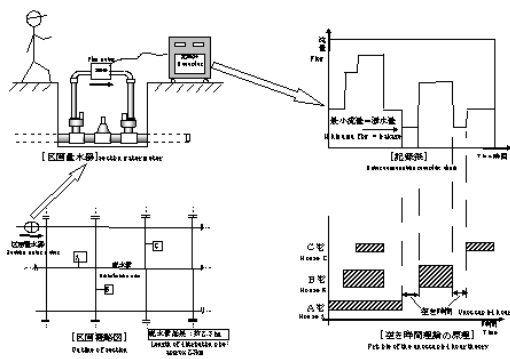


圖 5 夜間最小流量測定法原理

日本東京都與民間企業共同開發的高精度可移動式最小流量測定裝置(如圖 6)。

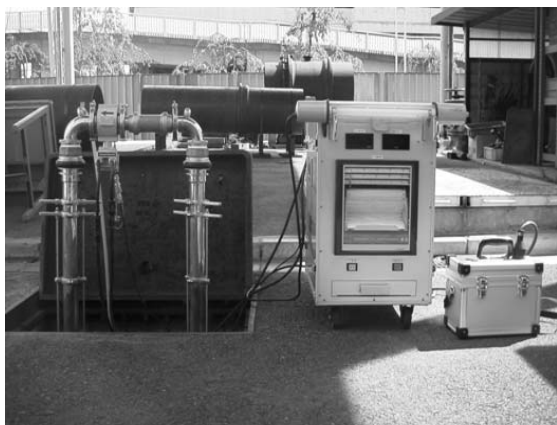


圖 6 可移動式最小流量測定裝置

3.巷弄法

基本上在單一條巷弄兩側巷口設計制

水閥，之間設置消防栓。作業上係將兩側制水閥關閉，將巷外消防栓與巷內消防栓，以消防水連接並串聯計量表，量測該巷弄最小流，視為該巷漏水量，再進行檢修漏水點，此時亦可搭配聽音法，有助於挖修準確度。同樣也分為直接法與間接法。

4.表位清查(總表或直接表)

調查用戶給水管原始接水圖面，釐清接水點位置，施工時，現場有表位的管子才能改接，沒有連結表位的管子就斷除，這也是管汰減少漏水的最大效益之一。甚至還能找出竊水用戶。

(二)水壓管控

1.設計消防栓當作水壓觀測點

為能深入了解區域內的水壓，在供水分區內所設計的消防栓當作一個壓力量測點，安裝可記錄型的水壓計，用以量測水壓，並計算每一個量測點的平均壓力後，再依量測點座標、平均水壓值繪製供水分區之等壓圖，即可瞭解水壓分布狀況，再將等壓線匯入 GIS 自來水圖資系統，並應用相關圍籬統計功能，依各水壓級距分別計算用戶數，即可用一定水壓以上之用戶數表達績效，以瞭解該供水分區供水壓力服務水準，最後以用戶數為權重，求得供水分區之平均水壓。

2.設計配水管時納入監視點

監視點係為供水管網中較為重要位置之水壓、水量等即時資訊傳達至監控中心，以作為供水系統之參考，以北水處而言，目前所建置水壓監視點的數量，僅能滿足加壓站及管網系統操作所需，透過管線設計時，於適當地點增設監視點，將有助於加壓站之操作及供水的調配。

(三)即時監控

在供水分區之評估表，則一併設計無線傳輸系統，以便在長期管理時能及時監控供水分區用水之變化情形，平時可掌握該區域之售水率變化狀況，遇及管線損壞或爆管之水壓突降情事，亦可及時應變進行漏水搶修，以維公共安全及縮短用戶停水之不便，降低二次災害之發生。

肆、結論與建議

(一)探討維護管理，必須在管網規劃、設計階段即進行，而非興建完成後。管線汰換成效的基礎即是管線設計作業，管線設計不再是僅作為施工的依據，而是必須將日後影響長期管理的因子考量進去，包括漏水巡檢、水壓管控、即時監控等。同樣自來水供水的長期管理，也必須在管線設計即妥為考量，完善的管線設計，對於長期管理將是一大助益。

(二)管線設計時，制水閥及消防栓的佈設，對於進行長期管理中漏水巡檢是非常關鍵的。而監視點的設計係將供水管網中較為重要位置之水壓、水量等即時資訊傳達至監控中心，以作為供水系統之參考，以北水處而言，目前所建置水壓監視點的數量，僅能滿足加壓站及管網系統操作所需，對於區域內完整及細部的壓力狀況，則需藉由消防栓來建立，因此消防栓的佈設對於瞭解及分析區域壓力是非常重要的。至於評估表的位置，則需搭配封閉區域後進水點位置而定，同時亦須考慮無線傳輸的設備，以達即時監控所需。

(三)進行夜間最小流測試時，事前詳細規劃關閉特定制水閥做為封閉次分區範圍，

配合現地狀況，可採最小流消防栓組、控制制水閥或移動式最小流量測定裝置等方式，是長期管理中，對於漏水巡檢最適之方式，因此設計時，制水閥及消防栓的設置位置及數量，需要整體性的考量。

(四)落實閥栓維護工作，有助於供水分區區封閉作業及測試封閉前後之水壓力變化，避免因供水分區封閉後造成局部地區供水壓力不足，影響用戶用水，造成民怨。同時又能落實供水分區的長期管理工作。

參考文獻

- 1.王銘博等：「赴日本東京考察漏水改善實務及管線汰換計畫暨耐震維生供水系統相關設施心得報告」，臺北自來水事業處公務出國報告，2004年。
- 2.許志浩：「自來水設施維護管理之研究」，國立臺北科技大學土木與防災研究所，2004年。
- 3.許志浩：「分區計量區在管線汰換後售水率偏低之實務改善探討」，中華民國自來水協會會刊，2007年。
- 4.彭伊呂等：「水壓調查及等壓線GIS圖資系統應用」，中華民國自來水協會會刊，2011年。
- 5.王銘博等：「供水管網水壓精緻操作與管理—以臺北地區為例」，中華民國自來水協會會刊，2012年。
- 6.黃金億：「精進管線設計作業-繪製管線設計規劃圖」，臺北自來水事業處102年第1次員工提案，2013年。

作者簡介

黃金億先生

現職：臺北自來水事業處西區營業分處三級工程師
專長：自來水工程設計、分區計量、台北好水

利用中區計量觀念作為長期漏水管理之應用

文/林佑鴻

一、前言

臺北自來水事業處（以下簡稱本處）實施小區計量已逾十年，「小區計量」工法係於管網中劃分若干獨立供水之區域，藉由裝設於區域進水點之流量計，量測區域供水量，並與區內所有用戶用水量進行比對，求得區域售水率，而藉由區域施工前及施工後售水率之量測比較，可確實掌控管網改善之成效，主要流程為（如圖 1），該工法係以科學、有效率的管理方式，掌握每個區域漏水狀況。本處執行以來，漏水率由 94 年底 26.99% 降低至目前 19.10%（平均每年降低 1.13%）。

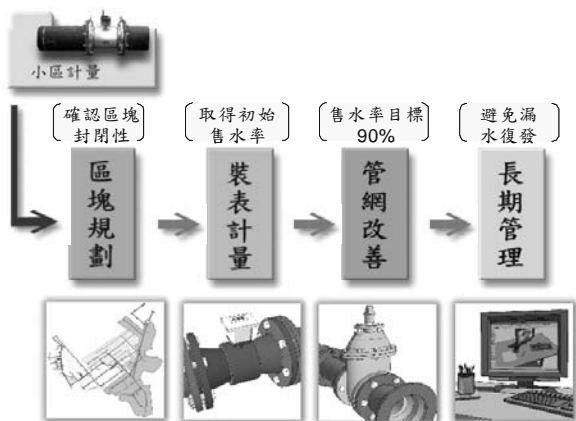


圖 1 小區計量工法主要流程

小區計量工法理想的最終目標為長期獨立封閉管理。透過流量計即時傳輸監測，可以掌握該區水壓、水量狀況，達到長期封閉漏水管理，以利突發狀況時可立即處理及避免漏水復發。

本處目前小區現況基於管線複雜等種種原因，無法長期封閉即時監測，採用方式

是需要時再封閉計量。而小區長期封閉的條件有 DAM 布置方案及區內水壓狀況兩種因素。

(一)DAM 布置方案：可分為樹枝狀 DMA 及棋盤式 DMA 兩種。

1.樹枝狀 DMA 特性是長期封閉小區不影響供水，用戶用水無虞。（如圖 2）

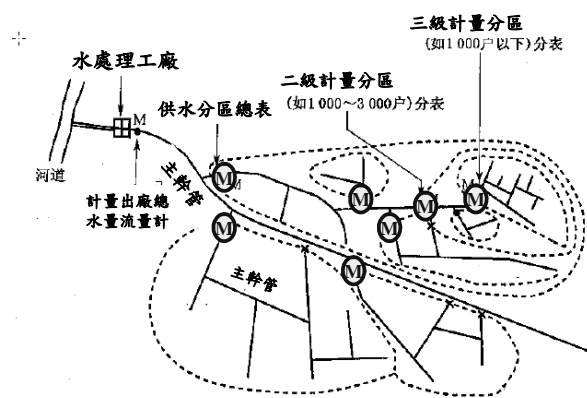


圖 2 樹枝狀 DMA 型式

2.棋盤式 DMA 特性是長期封閉將造成小區間進水點互相影響而無法穩定供水，用戶用水不穩。（如圖 3）

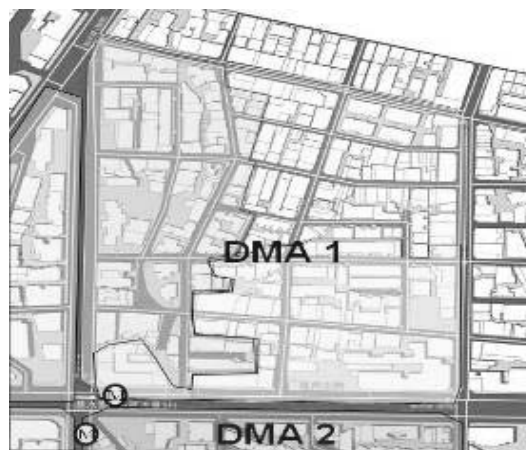


圖 3 棋盤式 DMA 型式

(二)區內水壓狀況：當小區內管網水壓充足時，可長期封閉小區，即時監測。但當區內水壓不足偏低時，遇老舊社區，長期封閉將造成水量不足，引起民怨，且水壓不足易造成發生火災時救災不易，以及將使管線末端易造成水污染，嚴重影響用戶生活品質。

本處目前所規劃的小區均為棋盤式 DMA 型式，平均水壓約 1.5 公斤，許多地區低於 1 公斤（如北區分處轄區），所以小區是無法長期封閉，目前採用需要時再封閉計量，平時是開放的，無法達到長期封閉，即時監測，所以我們納入中區計量的觀念，能夠達到長期封閉，即時監測。

二、中區計量

所謂「中區計量」，係以輸水幹管之分歧管線作為特定供水區域之進水點，並達到供水區域長時間的封閉及滿足區域內穩定水壓之用戶用水需求（如圖 4），結合小區計量工法，完成中區售水率達目標值，最終即時監控中區水量、水壓達到漏水管理。

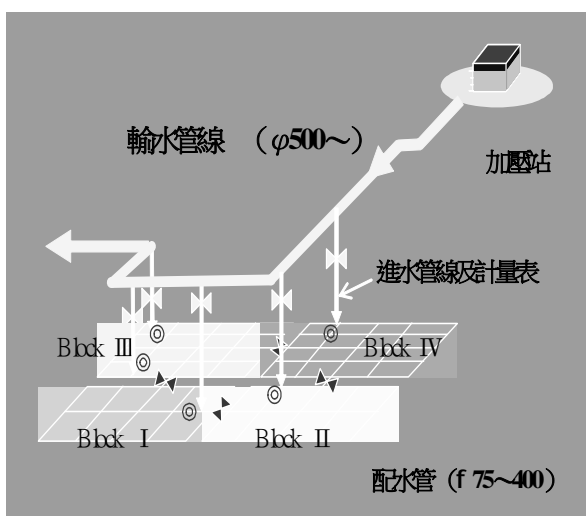


圖 4 供水分區配水示意圖

目前本處中區規劃主要可分為兩類，第一類為中區內有小型加壓站，本身可形成獨立供水的區域，第二類為由管網系統以輸水幹管之分歧管線作為特定供水區域之進水點，並達到供水區域長時間的封閉及滿足區域內穩定水壓。

三、中大區劃設原則：

- (一)利用天然地形、加壓站、輸配水系統及現況道路街廓進行中區劃設。
- (二)評估用戶用水量、利用現有流量計及考量關閉最少制水閥及蝶閥數量方式劃設。
- (三)利用輸水管線作為進水點來源，透過劃設中區可彌補小區因水壓狀況無法長期封閉，以利長期封閉管理。
- (四)利用中區長期封閉管理，可觀察區內水壓狀況，及評估小、中區漏水情形，利用封閉小區縮小範圍進行檢、修漏，改善 NRW。

以北區分處為例，根據上述原則，可劃設三個大區，社子大區、三重大區及大同中山市區。（如圖 5）

供水區域	主要水源	區域現況特性	備註
社子大區(規劃3個中區)	大同加壓站北投士林線及舊巧區線	1. 區內有社子加壓站	第一階段
		2. 以高速公路為界，倚淡水河形成獨立供水區	
		3. 該區水壓為0.6(管末)且1公斤	
三重大區(規劃10個中區)	直潭淨水場及公館加壓站	1. 區內有三重加壓站及未來有總隊規劃新設的三重二號加壓站	第二階段
		2. 於蘆洲交界以600m夜援省水	
		3. 於行股交界以500m及新莊交界以700m夜援省水	
		4. 該區水壓為0.7且0.9公斤	
大同中山巧區	大同加壓站舊巧區線	1. 包含大同、中山及中正區，區域水壓偏低為0.3且0.9公斤	最後階段
		2. 與西區及東區相鄰，供水有相互支援	

圖 5 北區分處劃設大區現況（一）



圖 5 北區分處劃設大區現況 (二)

四、中區劃設、實施步驟：

- (一)依中區劃設原則，規劃中區範圍。
- (二)清查中區相關閘栓、用戶及管線資料，並現場確認位置。
- (三)提升埋沒制水閘及開啟區內所有制水閘。
- (四)學理上先以管網之水力分析計算，選定進水點及副取水點，再實際現場以漸進式方式進行封閉中區。
- (五)觀察封閉前後水壓變化情形。
- (六)重新檢視區內原小區範圍及進水點是否適當。
- (七)進行中區封閉斷水確認，以確保為獨立供水區。
- (八)長時間封閉壓力觀測(約 14 天~21 天)，過程中含確認中區內各小區單獨封閉時與中區內水壓變化情形，以利後續小區售水率管理。
- (九)進行埋設窰井及安裝流量計。
- (十)中區長期封閉計量及評估售水率。
- (十一)針對中區售水率未達目標者，進行區內小區售水率評估，未達目標者，進

行管網改善。

(十二)中區流量計透過無線傳輸，即時監控區內水量及水壓狀況。

五、中區計量案例分享：

本處台北區自來水第五期建設給水工程計畫第一階段執行效益檢討報告中，為了供應大台北地區供水穩定及緊急支援之需，重新研擬供水型態及劃分供水分區，共劃設 11 個分區，包含臺北市中心區分為東、南、西、北及南港等供水分區，臺北市郊區外圍區域則劃分為 6 個獨立供水分區，分別為新店、安康、中永和、三重、內湖及士林北投，使每一個供水分區皆由 1~3 座加壓站供水，平時將聯絡於各供水分區間之連絡管線予以關閉，緊急情況發生時再予開啟以供臨時調節供水之用。

本文將以三重分區為例，介紹中區計量，以三重 1 號中區作說明，三重分區水源主要由直潭淨水場供水，由市區輸水管輸送，經忠孝橋二支口徑 1000mm 輸水管流量計至三重加壓站，再由加壓站加壓供水至三重地區用水。(如圖 6)

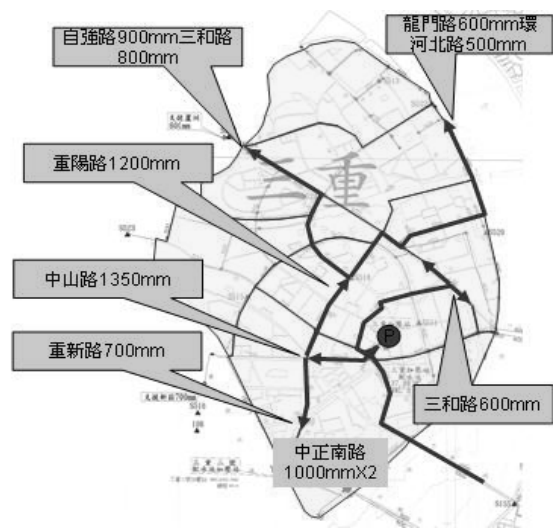


圖 6 三重地區輸水管現況



(一)中區劃設：

依輸配水系統及現況道路街廓進行中區劃設。利用三重地區內中正南路二支 1000mm 輸水管、中山路 1350mm 輸水管、重陽路 1200mm 輸水管、自強路 900mm 輸水管、三和路 800mm 及 600mm 輸水管、龍門路 600 mm 輸水管、河邊北街 500mm 輸水管及重新路 700mm 輸水管、高速公路及五股、新莊邊界等屏障及考量邊界關閉最少制水閥及蝶閥等要件劃設 10 個中區。(如圖 7)

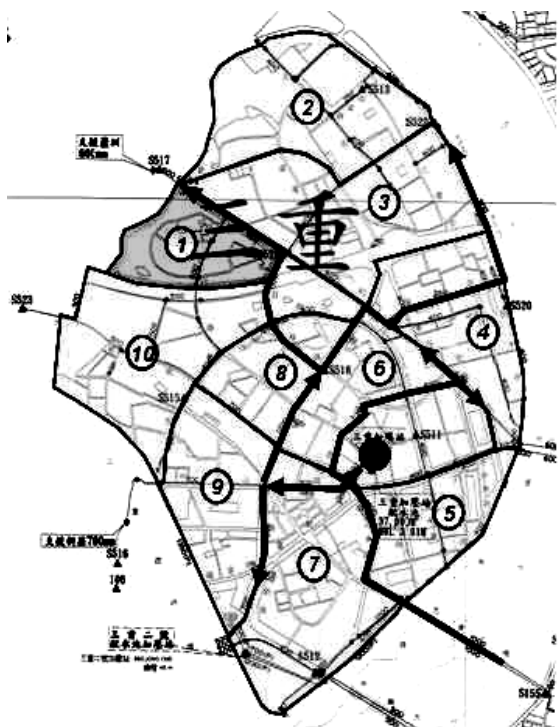


圖 7 三重分區 10 個中區

(二)中區進水點選定：

清查三重 1 號中區內所有用戶用水資料，統計本區最大用水量約為 17,300CMD，進水點流量初步採用以下模式計算：

φ 300mm 配水管可提供流量為：

$$Q=3.1416*0.15*0.15*1*(60*60*24)=6107\text{CMD}$$

其中流速取 1m/s

利用三和路四段 800mm 輸水管為供水來源，初步選定 4 個進水點，利用上述公式計算，可供應 29,178CMD，足夠供應本區最大用水量 17,300CMD。(如圖 8)

以漸進方式逐步封閉中區邊界 11 只制水閥，逐次測試將 4 個進水點減少至 2 個進水點(如圖 9)，封閉後須使區內用水穩定，水壓正常，區內遇火災或突發事件時，區內水量需足量供應。



以漸進方式逐步封閉中區邊界 11 只制水閥

圖 8 三重 1 號中區初步規劃 4 進水點



φ 400mm 配水管可提供流量為
 $Q=3.1416*0.2*0.2*1*(60*60*24)=10857\text{CMD}$

圖 9 三重 1 號中區 2 進水點位置

(三)中區內小區邊界微調：

三重 1 號中區為原本劃設 8 個小區所組

成及分別有進水點（如圖 10），小區與小區邊界的道路管線並未包含在小區範圍內，經評估劃設中區後，並須將中區內小區的邊界微調，將小區間所有邊界道路管線均納入小區範圍內，小區進水點須重新規劃（如圖 11），使得中區內包含 8 個小區，分別有 8 個小區進水點流量計，使得中區進水量相當於 8 個小區的進水量，整個中區內小區系統架構（如圖 12），可知小區均可獨立封閉供水，對於日後中區長期封閉即時監控有很大的幫助。

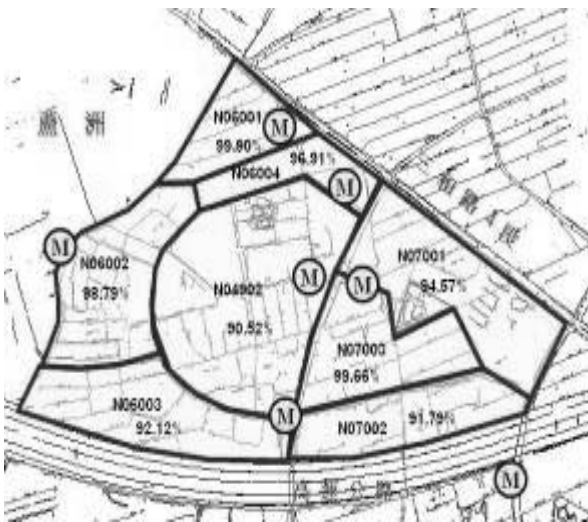


圖 10 原有 8 個小區狀況

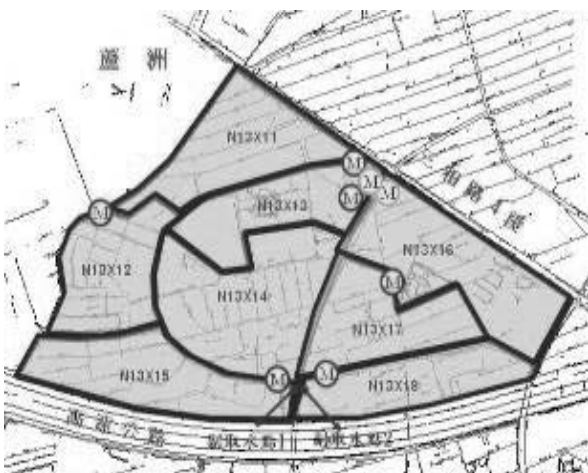


圖 11 重新規劃後 8 個小區狀況

● 三重1號中區系統架構圖

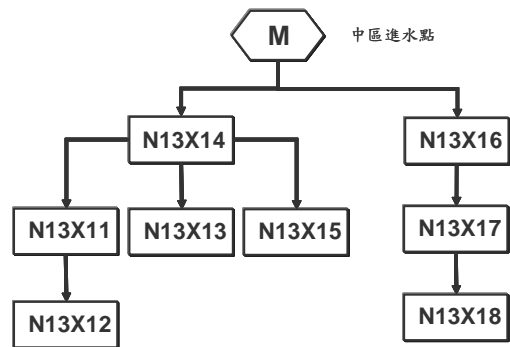


圖 12 中區系統架構圖

(四)中區斷水確認：

中區規劃後必須進行斷水確認，在所有邊界開關均封閉下，必須確認區內無水，達到確實封閉，但中區範圍太大，停水將影響用戶用水時間過長，所以採用中區內小區單獨封閉停水確認，進行中區內 8 個小區各別封閉邊界，抽驗小區內 3 個消火栓，開啟後確認封閉狀況下無水（如圖 13），達到中區是完全獨立的。

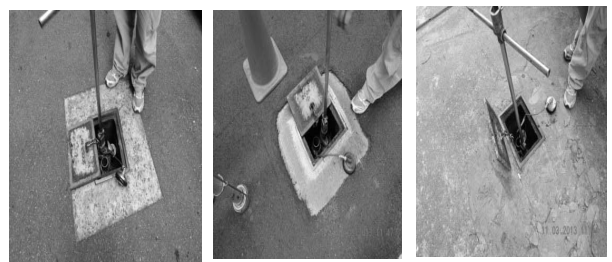


圖 13 小區斷水確認

(五)中區長期封閉壓力觀測：

中區及區內小區規劃完妥後，必須針對中區進行長期封閉測試，將中區四周邊界制水閥關閉，僅開啟中區進水點制水閥，封閉觀測時間約 14 至 21 天，封閉期間觀測區內及區外水壓變化情形，當封閉前後水壓無明顯變化時，表示該中區可進行長期封閉。



同時規劃中區副取水點（如圖 11），因為中區封閉後，如發生爆管或發生火災等事件時，區內水壓會降低，有可能會影響救災及民生用水，為避免發生事故造成水壓降低，當區內發生事故時，則開啟副取水點，增加供應中區水量，同時規劃副取水點附近埋設消防栓，以利開啟副取水點時，先行開啟消防栓進行排水，避免造成水污染。（如圖 14）

(六)中區及小區進水點窰井埋設及安裝流量計：

以往小區流量計安裝皆以埋入式方式施作，該方式常造成 2~3 年後計量水表電池耗盡無法再利用，必須開挖拆回，無法重複執行計量且增加採購電子表成本及無法安裝無線傳輸設備，達到即時監控的目標。

為解決上述缺點，目前本處積極使用埋設窰井方式安裝流量計，同時規劃採購無線傳輸設備，達到即時監控。



圖 14 副取水點旁消防栓位置

三重 1 號中區進水點位於力行路二段 157 及 206 號前，埋設二只大型窰井及安裝弓詮電子式口徑 300mm 流量計及無線傳輸設備。（如圖 15）



圖 15 中區進水點窰井及流量計

另外中區內小區進水點也採用電信人孔窰井施作及安裝電子式 ISOIL 口徑 200mm 流量計，以利流量計可拆卸重複使用及日後可安裝無線傳輸設備。（如圖 16）



圖 16 小區進水點窰井及流量計

(七)中區封閉評估售水率及封閉期間應注意事項：

關閉三重 1 號中區邊界制水閥，開啟中區進水點開關，進行封閉計量，計量期間為避免中區邊界開關遭他人啟閉或進水點遭他人關閉，導致中區在非獨立封閉單一進水點狀態下計量，將使中區供水量失真無法採用，若進水點遭關閉，將使整區無水，影響

用戶用水事態嚴重。為避免發生上述事件發生，在中區邊界開關及進水點開關制水閥箱內掛上『中區計量封閉中請勿擅動開關』警示牌，避免遭他人隨便開啟。(如圖 17)



圖 17 中區邊界制水閥內安裝警示牌

中區封閉計量時間為 7 天，透過無線傳輸設備，利用軟體計算可由電腦統計得知，三重 1 號中區日平均供應量；再利用間接法將中區內所有總表及直接表水號，利用水費系統計算封閉期間日平均售水量，將兩者相除即可得中區售水量。(如圖 18)

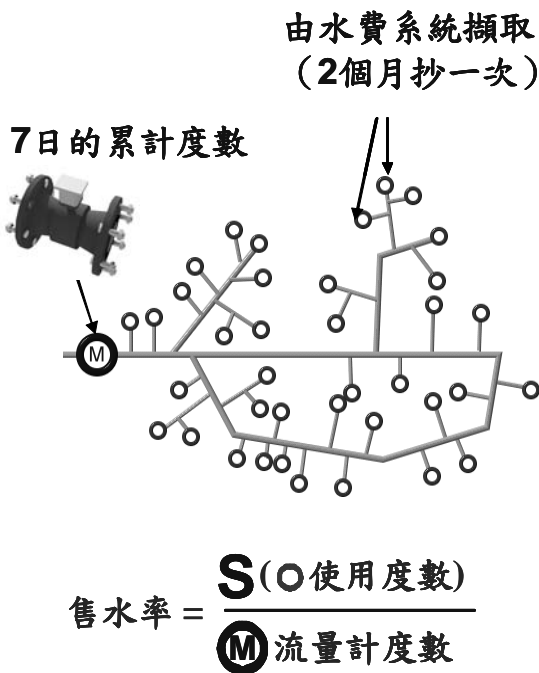


圖 18 中區售水率計算方式

經由計算三重 1 號中區售水率為 88.15% (如圖 19)，未達目標值 90%。將分析漏水巷道進行檢測修漏改善。

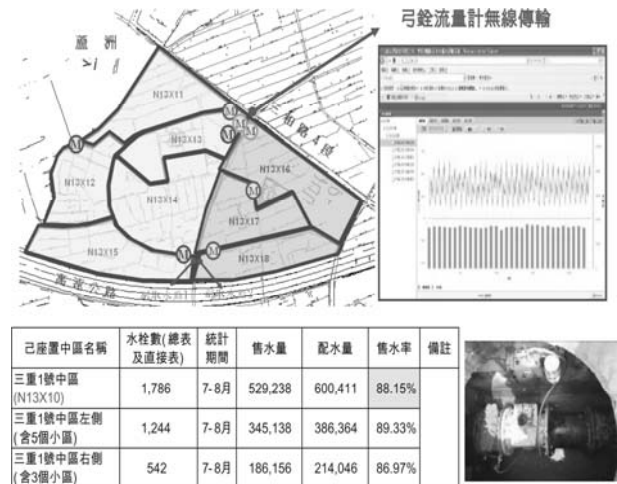


圖 19 中區售水率

(八)分析漏水巷道及改善方法：

為了解中區內管線漏水狀況，縮小範圍針對中區內 8 個小區分別以間接法進行評估售水率 (如圖 20)，從資料可知 N13X14 小區售水率由 90.52% 降至 88.05%，N13X15 小區售水率由 92.12% 降至 82.65%，N13X16 小區售水率由 94.57% 降至 81.28% 等 3 區售水率低於 90%，將分別針對此 3 區內管線詳查及利用各種檢測漏方法進行測漏評估後進場管網改善。

1. N13X14 小區：

封閉 N13X14 小區邊界進行獨立計量後該區售水率為 88.05% 低於目標值，經查詢該區內管線狀況 (如圖 21)，初步研判力行路二段及 162 巷 (如圖 21 綠色路段) 部分管線尚未汰換及未全線開挖找尋不明管，且該區內管線給水管均為 93 年施工，當時並未實施全線開挖施工，自 93 年汰換後至今已達 10 年多，期間經地震因素影響，即可能造成舊管原有裂縫擴大，致漏水量擴增；本區將採用檢測漏方式進行改善。

		序號	小區編號	小區範圍	規劃完成日期	用戶數	改善前售水率	改善後售水率	改善漏水量 (CMD)	完成改善時間	備註	中區編號	平常抄 (CMD)	間B(CMD)	回測售水率	範圍比對
三重1號中區 (88.15%)	三重1號中區左側 (89.33%)	1	N04902	力行路二段、下竹圍街及永福街等所圍區域 (永福街)	94/6/26	1,498	49.90%	90.52%	895	93-94年	93-94年度18之1	N13X14	1467.75	1666.91	88.05%	增加力行路二段本線
		2	N06001	三和路四段以南、三和路四段382巷兩側以北、永安北路一段以東、永福街125巷口以北	95/11/16	1,087	41.39%	99.90%	1146	96年	三重01	N13X11	940.86	1011.35	93.03%	增加三和路4段本線
		3	N06002	永福街111巷兩側以南、永福街兩側以西、永安北路一段17巷以北、永安北路一段以東	95/11/17	1,799	41.58%	98.79%	1470	99年	三重02	N13X12	1211.12	1249.07	96.96%	相符
		4	N06003	永安北路一段17巷以南、永福街、力行路二段以西、高速公路以北、永安北路一段以東	95/11/21	1,818	75.14%	92.12%	266	97年	三重03	N13X15	1216.21	1471.43	82.65%	相符
		5	N06004	力行路二段以西、永福街兩側以南、永福街46巷41弄以北、永福街125巷以東	95/11/22	821	37.14%	96.91%	852	97年	三重04	N13X13	536.34	558.5	96.03%	減少力行路二段本線
	三重1號中區右側 (86.97%)	6	N07001	車路頭街、車路頭街109巷、三和路四段、自強路三段	96/1/9	891	72.62%	94.57%	269	97年	三重05	N13X16	864.31	1063.4	81.28%	增加車路頭街與力行路二段所圍區域
		7	N07002	力行路二段以東、自強路以西、永福街聯華街以南、高速公路以北、	96/1/5	1,410	81.32%	91.79%	108	96年	三重06	N13X18	889.12	978.07	90.91%	相符
		8	N07003	力行路二段以東、力行路二段123巷、車路頭街131、139巷以南、永福街以北、自強路三段以西	96/3/30	1,670	無法封閉計量	99.66%		96年	三重07	N13X17	1047.59	1161.93	90.16%	減少力行路二段本線及123巷

圖 20 各小區售水率



圖 21 N13X14 小區內管線狀況

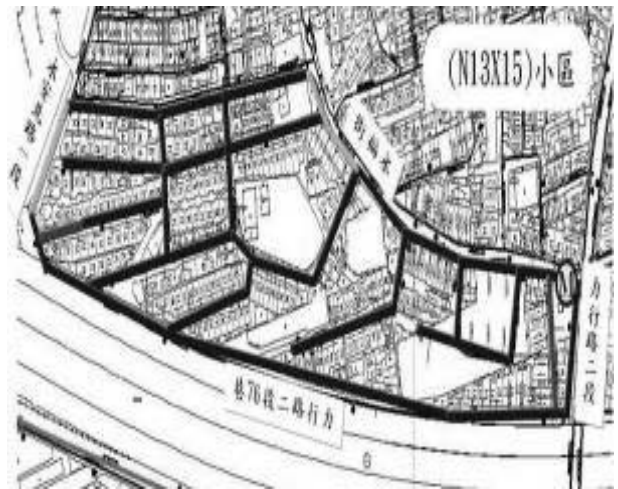


圖 22 N13X15 小區內管線狀況

2. N13X15 小區：

封閉 N13X15 小區邊界進行獨立計量後該區售水率為 82.65%低於目標值，經查詢該區內管線狀況（如圖 22），初步研判有 2 個區段管線尚未汰換及 2 個區段管線未全線開挖，將針對這 4 個巷道進行巷弄直接法測漏，並將漏水的巷道進行改善。

3. N13X16 小區：

封閉 N13X16 小區邊界進行獨立計量後該區售水率為 81.28%低於目標值，經查詢該區內管線狀況（如圖 23），初步研判力行路二段及 123 巷及三和路 4 段 218 巷部分管線尚未全線開挖及汰換管線，將針對這 3 個巷道進行巷弄直接法測漏；經測漏若有漏水則將漏水的巷道進行改善。

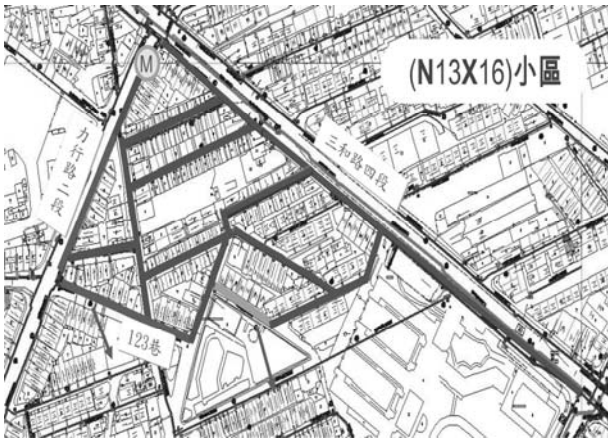


圖 23 N13X16 小區內管線狀況

4. N13X17 小區：

封閉 N13X17 小區邊界進行獨立計量後該區售水率由 99.66% 降至 90.16%，雖售水率仍在 90% 之上，但售水率減少近 10%，初步研判該區 96 年僅汰換 3 條巷弄管線（如圖 24），售水率即為 99.7%。區內尚有未汰換管線的巷弄，自 96 年汰換後至今已達 7 年多，使用時間增長易造成水管材質老化變質，即可能造成舊管原有裂縫擴大，致漏水量擴增，目前將持續觀察該區售水率，待售水率低於 90%，再針對尚未更新管線的巷弄進行汰換管線。



圖 24 N13X17 小區內管線狀況

六、結論

水資源是地球上所有生物賴以為生的三大要素中的一個重要的成員，因此本處位於缺水國家的臺北市有責任要更加有效率地來使用稀有的水資源，因此本處基於確保大臺北地區自來水用戶用水無虞，自 92 年起為有效減少漏水，降低漏水率，積極汰換管線及利用「小區計量」工法，進行評估管線汰換及漏水改善成效，期望民國 114 年達到漏水率 10% 的目標。

當然為了珍惜水資源，免除受無水之苦，自來水供水必須是要有長期漏水管理的觀念，因此本文提供利用中區計量結合小區計量工法之管網改善後，達到確實掌控管網改善之成效及長期獨立封閉管理且透過流量計即時傳輸監測(SCADA)，觀察掌控中區水壓、水量狀況，以利日後漏水管理的參考。

參考文獻

1. 林佑鴻，「利用管線汰換經驗工法於小區計量之應用」，自來水會刊第33卷第1期。
2. 「北區分處NRW改善研討會」，臺北自來水事業處NRW研討會，2013年2月。
3. 「北區分處NRW改善研討會」，臺北自來水事業處NRW研討會，2014年3月。
4. 許志浩，「漏水管理的精進作為-中區計量作業」，自來水會刊第32卷第3期。
5. 鄭錦澤、周家榮、李垂勳，「漏水長期管理的前提-窰井的選用與施工實務探討」，自來水會刊第32卷第1期。

作者簡介

林佑鴻先生

現職：臺北自來水事業處北區營業分處三級工程師
專長：自來水工程設計施工、小區計量及中大區劃設

區塊售水率提升精進作為-分段施工、即時檢測

文/游叡研

摘要

獨立供水區塊之管網改善是提升售水率，降低 NRW（無計費水量），最快速有效的方式之一。近年北水處漏水改善成效卓著，各區塊售水率明顯提昇，總體漏水率更以每年約 1 個百分比逐年降低，管網改善功不可沒。惟以近幾年成效分析，完工後複評售水率一次到位（售水率達 90% 以上）達成率並不算高，施工工法運用須調整因應。

部分施工後複評未過的小區，因已全面銑鋪，里長常常不同意再進場開挖改善，路證難以再取得，漏水問題無法改善，實係因缺乏施工中的檢核機制使然。

近年漏水改善作業之經驗，不明管或舊管之斷除，實為提升小區售水率之關鍵，此為自來水工程特性。而廠商是否確實斷除不明（舊）管？因常有圖資不明管線且其埋於地下不可知，須佐以施工中直接法檢測，始可掌握漏水管線，協助監造單位正確研判，鎖定漏水目標，要求廠商斷除現場不明（舊）管，即時改善漏水，提升施工品質。

本文以 W08009 區案例作說明，萬大路 493 巷及富民路 145 巷一帶，管汰施工後以直接法檢測發現有漏水，要求廠商於銑鋪前再進場改善，改善完成後才能再繼續往下施作。可有效防止廠商為降低成本趕工，犧牲施工品質，並成功解決不明管漏水問題。

「分段施工、即時檢測」可協助確保施工品質，要求廠商能及時改善漏水，提升小區複評售水率一次到位成功率，合理預估北

水處每年可多完成 8~10 個小區，預計每年可增加改善漏水量 6,000~10,000 (CMD)，有效提升管線漏水改善執行效率。並可減少重複銑鋪費用，節省公帑，將有限經費發揮最大成效，提升自來水事業形象。

關鍵字：直接法檢測、不明管、漏水改善

一、前言

為減少漏水提昇供水效能，臺北自來水事業處（以下簡稱本處）近年持續推動管線汰換工程，為明確評估管線更新對漏水改善成效，自民國 92 年，導入「小區計量」工法，冀以更積極主動之方式，強化漏水管控。

本處管網改善擬由目前 25~30 區/年，再分階段逐步增加至 40~45 區/年，以期於民國 119 年將漏水率降至 10% 以下，這是一個具有高度挑戰性的任務。

本處以 IWA 所提漏水控制四大主軸：「管網改善」、「漏水檢測」、「及時修漏」、「水壓管理」同時併行作為改善策略，漏水改善成效卓著，總體漏水率以每年約 1 個百分比逐年降低，至 2013 年底已降至 17.88%，其中的「管網改善」是漏水改善的主軸，唯有全面徹底改善管網體質，漏水才不會復發

小區計量工法雖是改善漏水，降低 NRW 最快速有效的方式，執行時仍遭遇一些困難待克服，歸納分析如下：

(一)小區內含禁挖路段（路平專案等）。

(二)管網廠商施工品質難管控（常有不明管、管線埋於地下不可見）。

(三)用戶不配合（遷移表位、私地）。

(四)其他管線障礙（台電、電信）。

其中影響最大的是第(二)點，部分管網廠商施工時不明（舊）管未能確實斷除，未花時間與用戶溝通遷移表位，為降低成本趕工犧牲品質…等等原因，致小區售水率未能達到改善目標，導致影響漏水改善成效，實亟需建立一套施工中的檢核機制。

二、直接法工法

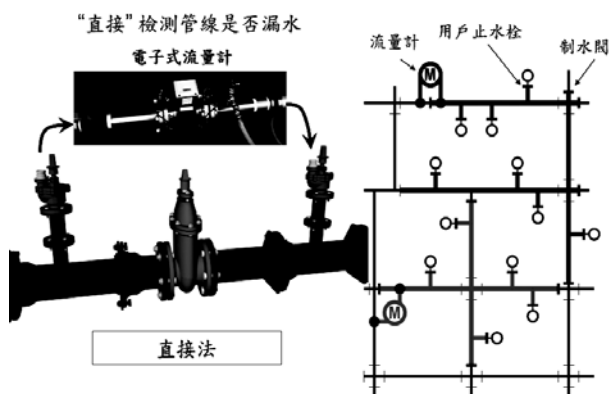


圖 1 直接法檢測示意圖-1

至內側的消防栓或水表（圖 5），計量分析最小流量至少 10 分鐘，可直接檢測管線是否漏水。此方式可直接測得漏水量，與「間接法」分析夜間最小流量推估漏水量模式不同。

直接法使用的先決條件是，可以關閉得到用戶的表前止水栓，所以一般於管網施工改善後使用，此時大部分的用戶表位已移至屋外，大部分表前止水栓應可關閉，此時直接法能得到最具代表性的成果。



圖 3 關閉制水閥



圖 4 關閉止水栓



圖 2 直接法檢測示意圖-2

「直接法」顧名思義就是「直接」檢測管線有無漏水，如圖 1、2 所示，經關閉管段邊界制水閥（圖 3）及表前止水栓（圖 4），斷水確認後，藉外側救火栓連接 C 級計量表



圖 5 C 級計量表進水至消防栓

直接法施工費已於 102 年納入本處管網施工契約單價內，有別之前工程契約僅有施工汰管費用，現在將檢測概念納入管網契約，檢測其實是施工中很重要的一環，「管



網改善」與「漏水檢測」應相結合，可搭配於管汰階段即時檢測漏水。

以 60 公尺長之八米巷道為例，管網施工工程費約 30 萬元（含銑鋪），巷弄直接法約 2,700 元（視廠商標比而定），直接法費用所佔比例僅約全部工程費之 1%。

三、目前小區執行困境

暨有小區施工模式是廠商全部施工完成後，辦理全區售水率複評，如複評售水率未達 90%，則進行直接法作業，找出可能漏水路段以進行改善。施工流程圖如下所示：

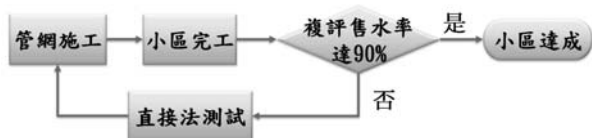


圖 8 原有施工流程圖

以 W10012 小區為例，全部施工完成後辦理全區售水率複評（62%）未達目標，遂辦理全區直接法作業，其結果如下圖所示：



圖 9 W10012 直接法測試成果

測試結果 10 路段無漏水，5 路段有漏水，4 路段無法判定（部分用戶水表位於屋內、未能完成斷水確認）。本區原欲再進場開挖改善，惟里長不同意，目前小區複評仍

未過。現有模式執行所遭遇的困難綜整如下：

- (一)里長反對：路面已全面銑鋪，大部分里長及用戶皆反對再重新開挖改善。
- (二)錯過改善黃金期：舊廠商已退場才辦理複評，如複評未過，雖以直接法查出漏水路段，新廠商實務上因不熟悉管線狀況，難查實際漏水點，修復不易。
- (三)再進場改善又要重新再銑鋪一次，有浪費公帑之虞，本處付出更高成本，民眾觀感亦不佳，影響本處形象。
- (四)因地下管線複雜，常有圖資不明管線且其埋於地下不可知，監造單位無法及時掌握廠商是否已確實改善漏水。
- (五)廠商常以低價搶標，為節省成本趕工施工，惟需費時費工處理的漏水問題未積極處理，施工品質不易掌握。
- (六)廠商施工完成，路證已結案禁挖 3 年，如複評未過，小區已無法改善。

近年執行漏水改善經驗，不明（舊）管斷除，實為提升小區售水率改善關鍵，此為自來水工程之特性。特別進行全線開挖時，常因配水管遭其他單位管線覆蓋，致部分不明管未能及時斷除。如能佐以施工中直接法檢核機制，掌握漏水管段，監造單位更能正確研判，督導廠商現場施工品質，即時要求廠商確實斷除不明（舊）管，提升小區改善作業之執行績效，並加速漏水改善執行。

複評未過小區所面臨最大的問題，路面已全面銑鋪，里長常常不同意再進場（甚至向議員或路權單位投訴），沒有里長的支持，現場施工困難重重，加上路證再取得非

常困難，小區完成遙遙無期，故全部完工後再做直接法檢測其實已經錯過改善黃金期。

四、精進改善作為

為避免發生複評未過小區無法再進場改善之缺憾，進一步導正廠商不良的施工觀念與習性，以降低施工成本並及時改善漏水以提升小區售水率的大前提下，本文提出新的小區施工模式，「管網改善」與「漏水檢測」須在施工時同時併用可發揮最大成效。

(一)小區施工中即時檢測漏水：

管網施工進行中即應使用直接法檢測，部份路段（巷弄）完成後，即辦理直接法測試有無漏水，再決定是否繼續施作，施工流程圖如下所示：

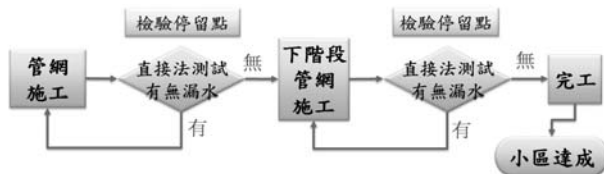


圖 10 修正後施工流程圖

新模式導入分段施工、即時直接法檢測工法，亦即「檢驗停留點」概念，以直接法檢測之路段如有漏水則要求廠商須於路面銹鋪前找出漏水原因，改善完成後才能再繼續下一階段的管網施作，可有效確保漏水改善品質，小區複評售水率能一次到位。

施工中廠商及監工對現場管線狀況最熟悉，如能即時以直接法查出漏水路段，實務上易於準確研判漏水可能位置，故直接法檢測須配合於小區施工中施作，才可以真正發揮它最大的效用，善用直接法可有效協助我們在施工中的改善黃金期內確實掌握與改善漏水。

(二)實例說明：

本處前於臺北市萬華區萬大路 493 巷一帶施工（W08009 區），於完成部份路段後，安排直接法測試，成果如圖 11~13 所示：

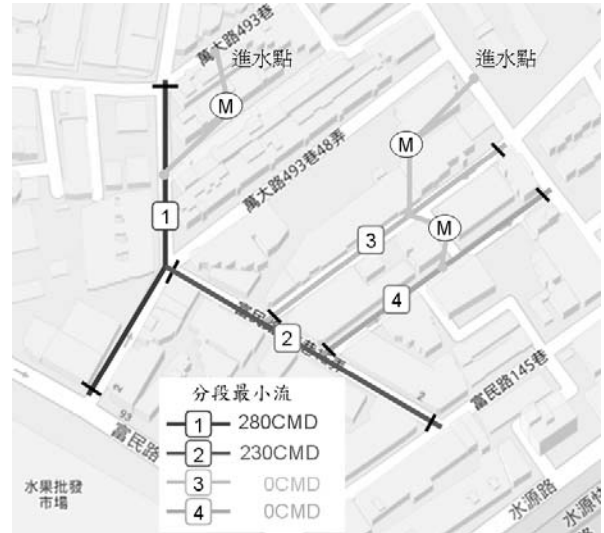


圖 11 直接法檢測成果



圖 12 直接法檢測相片-1



圖 13 直接法檢測相片-2

- 1.富民路 145 巷 15 弄及 35 弄(路段 3 及 4)，經測試水表完全靜止，0CMD 無漏水。
- 2.富民路 145 巷 15 弄(路段 2)，分析最小流漏水 230CMD，為探查漏水，師傅穿著青蛙裝進入雨水下水道箱涵勘察，赫然發現下水道有大量清水滲出(如圖 14)，此為振奮人心的發現，經後續施工斷除多處不明管後，再勘查箱涵已無漏水(如圖 15)，再做直接法測試無漏水。

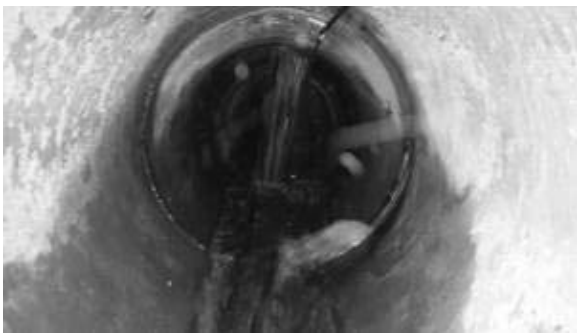


圖 14 下水道箱涵嚴重漏水



圖 15 下水道箱涵漏水已改善(斷管後)

- 3.萬大路 493 巷 48 弄(路段 1)，最小流漏水高達 280CMD，研判係因部分用戶不同意遷移表位，漏水舊管無法斷除所致，經多次溝通用戶，終於成功打動用戶同意遷移表位(共計 31 栓)，並同時順利斷除舊管。由本案例可知，以直接法檢測漏水之科學

依據，亦可提高用戶遷移表位意願，增加說服力。(如圖 16~18)



圖 16 用戶同意遷移表位至屋前

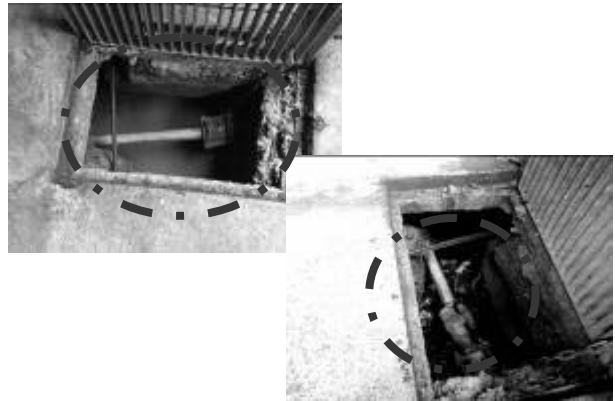


圖 17 斷除舊有漏水給水外線



圖 18 斷除不明(舊)管

五、執行效益與建議

- (一)原則上經直接法檢測後確認無漏水之路段方同意廠商進行路面銑鋪作業，可有效避免銑鋪後無法再進場改善之窘境。
- (二)「分段施工、即時檢測」可確保漏水改善品質，有助於先行掌握漏水管段，對症下藥。直接法可協助我們找出真正漏水管段，避免瞎子摸象，監造單位可掌握改善黃金期，督導廠商，即時要求廠商改善漏水。
- (三)以本文所述 W08009 區為例，其初始售水率僅有 42%，每日漏水約 1,100CMD，施工中發現區內有多支不明管線 (75mmPVCP)，不明管線通常是漏水的來源，須以直接法測漏才知成效。
- (四)直接法應搭配於施工中即時施作才能發揮最大的效用，原則上每完成 400~500 公尺，等同約每 2 周左右作 1 次直接法，區塊內側巷弄先作，最後再作外圍路段，分段施工順序模擬圖如下圖所示：

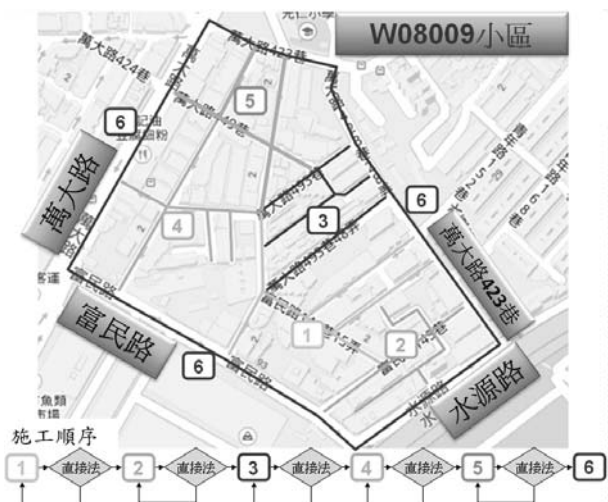


圖 19 分段施工模擬圖

- (五)施工中利用直接法檢測，可同時檢視閘栓配置合理性，並可一併測試閘栓是否

- 屬於良品狀態，有利日後小區長期管理。
- (六)本處管網改善工程契約內已編列直接法相關單價，監工可指揮管網廠商自行檢測。本處亦有獨立檢測標案，檢修合一或檢修分離，各有優點，重點是監造單位需落實監造與稽查。經實際執行，由管網施工廠商一併辦理直接法檢測可更即時掌握施工品質。
- (七)直接法亦可於施工前使用，舉一案例說明，永和區保生路、保順路、仁愛路 (W09016 區) 均為民國 80 年後之 DIP 管，且沿線用戶給水外線稀疏，要不要全線開挖?本處先以直接法檢測發現保順路無漏水 (圖 20)，故不需全線開挖，為本處節省約 60 萬元施工費，並縮短工期 10 天。



圖 20 直接法測試成果

- (八)直接法僅能確認封閉管段間有無漏水，以圖 21 為例，因早期給水外線很多從巷口接水，故施作直接法時要確認每個管段都要測到，才不會錯過可能漏水管線，避免落入見樹不見林的誤判。

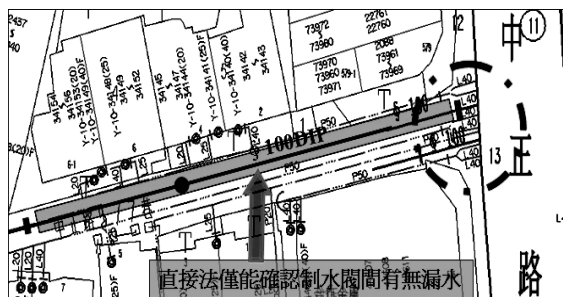


圖 21 直接法測試示意圖

(九)於施工中辦理直接法檢測，每個小區增加檢測費用預估約 15 萬元左右，只佔全體工程費的 1%，但卻可為本處節省後續再開挖銑鋪費用（預估達百萬以上），花小錢省大錢，有效節省公帑。

六、結語

管網施工改善漏水的關鍵，在於不明(舊)管線須徹底斷管，而是否確實斷除不明(舊)管，可借助於直接法檢測，監工可清楚掌握漏水管段，施工階段即可鎖定目標，即時追蹤廠商改善完成。

管網施工除汰換老舊管線外，最重要的是有效解決漏水問題，而徹底解決漏水費時費工，因地下管線不明，常需探挖，另亦須費時與用戶溝通遷移表位，廠商配合意願通常不高，如佐以即時檢測漏水，監工可掌握現況，漸進導正廠商施工態度與觀念，提升廠商榮譽感，同時亦能刺激廠商敬業精神，確實執行汰換、封管工作。

本文所提小區施工精進作為，於施工階段善用直接法，可即時檢測漏水，日後將可在工程進行中，掌握售水狀況，避免工程完成後才執行複評工作，有效提升售水率及確保漏水改善品質。提高小區複評售水率能一次到位成功率，監工不必再花時間與精力於複評未過的小區上，可有效減輕監工負擔。

如落實執行分段施工、即時直接法檢測，可有效確保及時改善漏水，一條路面原則上只需銑鋪一次，可避免再施工擾民，提升自來水事業形象。也可為自來水事業節省重複銑鋪費用，節省公帑。同時能有效避免盲目及無謂施工，將有限經費投注於亟需改善之處，有效提升管線漏水改善執行效率，降低 NRW（無計費水量）。

直接法是為可資參採的利器，可協助準確研判，縮小漏水改善範圍，協助成功解決不明管漏水問題，達成售水率改善。合理預估本處每年可多完成 8~10 個小區，預計每年改善漏水量可提高 6,000~10,000（CMD），進一步縮短漏水改善期程。

參考文獻

1. 臺北自來水事業處，「臺北自來水管網改善計畫」，2003。
2. 臺北自來水事業處，「供水管網改善及管理計畫—長程策略方針」，2006。
3. 陳明州、吳奕均、楊境維，「小區計量工法於管網系統漏水管理之應用」，2008。
4. 郭志東、林哲生、李中彥，「小區售水率提昇之瓶頸與突破」，自來水會刊第28卷第3期，2009。
5. 張正忠、時佳麟、陳倉桓，「歷史資料於小區管網汰換之應用」，自來水會刊第28卷第2期，2009。
6. 李中彥、林永芳、時佳麟，「山坡地社區NRW 過高時之標準化改善作業—以新北市潭之鄉社區為例」，自來水會刊第32卷第1期，2013。

作者簡介

游叡研先生

現職：臺北自來水事業處西區營業分處三級工程師
專長：管網改善工程規劃、設計與監造、小區計量

我國自來水水價差異之探討—以大台北地區為例

文/鍾昌翰、仇士愷、劉世翔、黃得勝

摘要

台灣自來水公司（以下簡稱台水公司）和臺北自來水事業處（以下簡稱北水處）為我國獨立之自來水事業機構，因經營環境、主管機關的不同，導致水價訂定的方式有異。此外，由於歷史背景、經濟發展、河川水系、地形地勢，及行政區界等因素，目前台北市、新北市，及基隆市已發展成為共存相依之大台北都會區（以下簡稱大台北地區），然而，目前大台北地區水價計費方式有北水處和台水公司兩種計費方式，其差異性似有探討之必要。

爰此，本研究區域設定為大台北區域，以台水公司第一區管理處（以下簡稱一區處）、第十二管理區處（以下簡稱十二區處），及北水處自來水用戶的水費支出、用水度數、水表口徑，及戶數分布為研究基礎，分析如採用台水公司或北水處水價時，對於整體水費收入之影響，及增收或減收水費之用水戶比例。

結果顯示：統一採用台水水價可收取總水費約 87.71 億元，其中 42.77% 用水戶不受影響，為原一區處和十二區處之用戶，剩餘之原北水處用戶，26.63% 因採用台水水價收取較低水費，30.60% 則收取較高水費，增收水費戶為用水度數較高之用戶；反之，若採用北水處計費方式收取，總水費降至 71.96 億元，其中 57.23% 用戶不受影響，為原北水處用戶，剩餘之原一區處和十二區處用戶，24.65% 因採用北水水價收取較低水費，

18.12% 則收取較高水費，增收水費戶多為用水度數較低之用戶，意即，北水處計費方式，對用水度數較高之用戶較為有利，恐造成低用水戶補貼高用水戶之不合理現象，其成果可供主管單位之參考。

關鍵字：水價、台灣自來水公司、臺北自來水事業處

一、前言

現行國際上常見之水價結構如圖 1 所示，水價結構大致可分為單一式（無基本費）和複合式水費（基本費 + 從量費）兩類；不同於單一式水費，複合式水費為多了一筆固定之基本費，基本費除可支應部分營運及重置成本乃符合受益者付費原則，同時在水價結構的設計上也更具彈性。

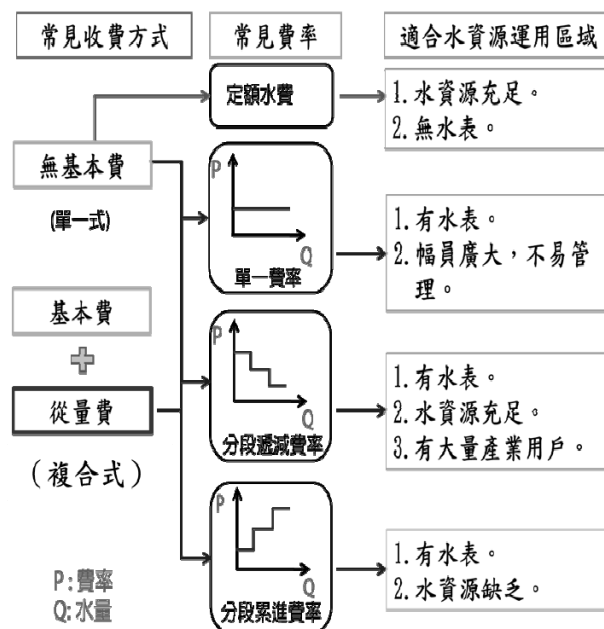


圖 1 國外水價計價種類、設計費率、適用地區和運用情形彙整圖

資料來源：OECD (2009), The Energy and Resources Institute (2010), Boyer et al.(2012);本研究自行彙製。

單一費率為依水量收取相同費率的水費，分段遞減為低用水戶的費率最高，依照級距遞減；相對地，分段遞增為低用水戶的費率最低，依照級距遞增。不同的計價方式可反映出該地區水資源之供需狀況和水利設施的建設情形，如水資源充足區域會考慮使用單一式定額水費或分段遞減費率之架構，國際水務情報局(Global Water Intelligence, GWI)調查 OECD 會員和非會員國共 246 個供水單位所採用之計價方案結果，結果顯示目前最廣為採用的費率為單一費率和分段累進費率。依據 OECD (2009)和 Boyer et al. (2012)的研究指出，分段累進費率為目前各國在調整原有之水價結構時，最常選定的費率，如 Donnelly and Juliet (2013)指出美國加州的供水事業單位於 1991-2006 採用分段累進費率的數量成長 16%，及許惠棕(2000)亦指出美國、加拿大在最近幾年中，採用分段式累進費率的比例亦均逐年提升。

臺灣年平均降雨量約 2,500 mm，為世界平均 2.5 倍，但由於山高水急，每年約 80% 的逕流量流入大海，加上降雨時間和空間的分配不均，造成水資源匱乏。另一方面，截至民國 101 年底，臺灣家庭戶數為 818 萬戶，裝設水表戶數則為 808 萬戶（內政部戶政司全球資訊網，2013；臺北自來水事業處，2014b；台灣自來水公司，2014b），因此，現行我國之水價結構，係採基本費加上從量費之分段累進費率，其設計符合水表的高裝設率與水資源缺乏兩項因子。

造成台水公司和北水處水價之差異性主因為：1.水價公式的不同，台水公司考量成本、合理利潤，及營業稅率，北水處則考

量營運費、維護費、稅捐、折舊費、財務支出、投資報酬之因素（臺北自來水事業處，2014b；台灣自來水公司，2014b）；2.北水處為降低工商金融中心因停水所造成之損失風險，投入大量備援備載設施經費，建置雙重管線防護網，故需較高基本費維持；3.兩自來水事業供水轄區相差甚遠，且北水處享有原水補貼和租稅減免，相對地，台水公司於偏遠地區，如谷關供水系統，其單位售水成本每度高達 556 元（經濟部水利署，2013），為從量費率較高之因素，故本研究分析生活型態近似之大台北地區，其用水戶在同一用水量，不同水價的情況下，對民眾權益和自來水事業之影響。

二、研究區域

目前大台北地區之自來水事業大致分為北水處（臺北市、新北市所轄永和區、新店區與中和區、汐止區、三重區之部分區域）、一區處（新北市北部及基隆市，以下簡稱一區處）、十二區處（新北市南部，以下簡稱十二區處）及小部分台水公司第二區管理處，由於二區處所占比例甚小，故不列入本研究計算之中。因此，以下即說明目前一區處、十二區處，及北水處之供水概況和用戶統計資料。

(一)供水概況

大台北地區自來水事業供水轄區和統計資料如圖 2 所示。一區處供水範圍大致包括基隆市、新北市北部（淡水區、三芝區、金山區、石門區、萬里區、汐止區、貢寮區、瑞芳區、雙溪區、平溪區、深坑區、坪林區、石碇區、烏來區），供水區域面積約 1,550 平

方公里，具 6 個供水系統（基隆、坪林、淡水、金山、烏來及雙溪供水系統），供水人口數約 83.8 萬人，供水戶數約 33.8 萬人，普及率為 92.8%，此外，台水公司為因應大台北都會區工商迅速發展，人口急劇增加，供水需求量大幅成長並為加強用戶服務，乃應地方政府及民眾之要求，於民國 77 年成立十二區處，其供水範圍大致包括新北市南部（板橋區、新莊區、泰山區、五股區、蘆洲區、八里區、三峽區、鶯歌區、土城區、樹林區，及三重區、中和區部分地區），供水區域面積約 427 平方公里，具 1 個供水系統（板新供水系統），供水人口數約 207.1 萬人，供水戶數約 73.6 萬人，普及率為 99.06%，另一方面，北水處供水範圍大致包括臺北市、新北市三重區、新店區、永和區、中和區及汐止區 7 個里，供水區域面積約 434 平方公里，具 5 個營業分處（東、西、南、北、陽明營業分處），供水人口數約 392.5 萬人，供水戶數約 164.5 萬人，普及率為 99.6%。

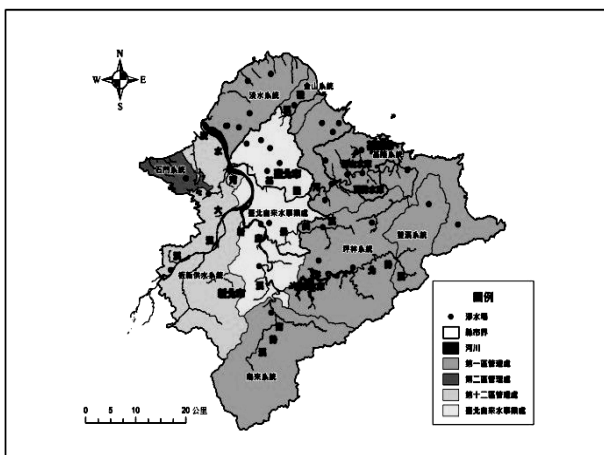


圖 2 大台北地區自來水事業分布圖

(二)用水類別

台灣自來水公司與臺北自來水事業處

之供水區域不同，且其用水類別項目各異，圖 3 為大台北地區各用水類別之用戶比例。大台北地區屬大臺北都會區，用戶類別以一般用戶為主，用戶比例皆高於 89%，台水公司之一般用戶比例甚至高達 99.05%（包含商業用水），其次則為營業、機關等用戶。

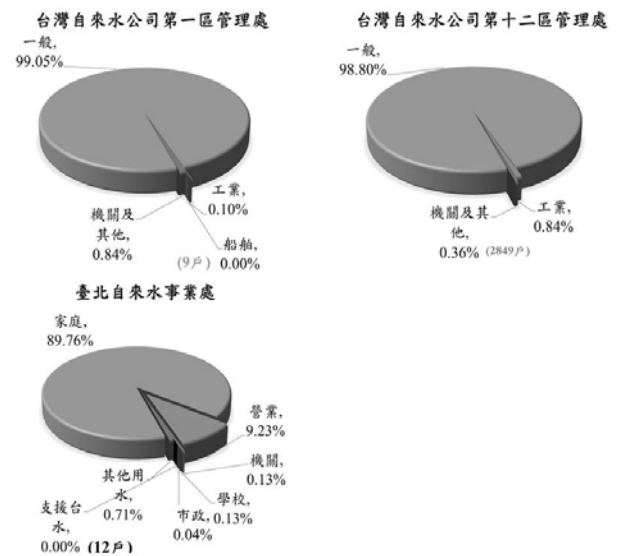
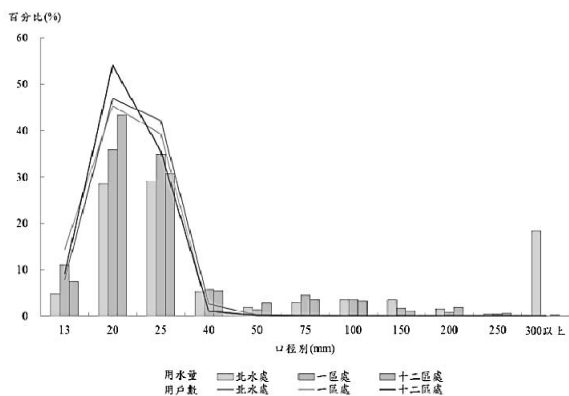


圖 3 大台北地區各用戶類別之比例^[2,6]

(三)用水口徑

整理北水處、一區處、十二區處之各口徑別之用水量及用戶數資料如圖 4 所示，由結果可發現，一般民生用戶（40mm 以下），其用水戶數皆占總用水戶數之 95% 以上，其所占用水量，北水處、一區處及十二區處則分別為總售水量之 67.9、87.64 及 86.88%，顯現無論是用水量或是用水戶數，三者皆以一般民生用戶為大宗，又以 20、25mm 之用戶數及用水量所占比例較高。其餘各口徑別用水量，除北水處口徑別為 300mm 以上之用水量占總售水量之 18.32%，係因包括支援台水公司之清水水量 1.06 億度外，則均未達總售水之 5%。

圖 4 102 年大台北地區各口徑用水量比例^[2,6]

(四)用水級距

不同自來水事業對於用水級距之訂定範圍有所差異，為詳細比較大台北地區各級距用戶數與用水量之關係，將每月用水量統一分為 10 段級距，分別為 0 度、1-10 度、11-20 度、21-30 度、31-50 度、51-60 度、61-200 度、201-1,000、1,001-3,000 度及 3,001 度以上。有關北水處、台水公司一區處及十二區處之各級距用水量比例圖，分別如圖 5 至圖 7 所示，以整體而言，空戶數所占比例皆不到 10%，用戶數以每月用水量 1-10 度為大宗，約占所有用戶比例之 30%，但其用水量所占比例皆小於 10%；單月用水量 11-20 度、21-30 度、及 31-50 度等用戶，合計約占整體用水量約 60%。以各事業體而言，北水處與台水公司呈現不同之特性，北水處用戶集中在 1-10 和 11-20 度之小額用水，約占整體 60%，但用水量所占比例不到 30%，此外，用水度數 1,001 度以上之用戶比例不到 0.2%，卻占用約 30% 的用水量，此緣由同用水口徑，係因包括北水處支援台水公司之清水水量 1.06 億度；另一方面，台水公司一區處、十二區處之用戶數比例分布類似，除級距 1-10 度外，各級距用水比例大致隨用戶比例的增減而變化。

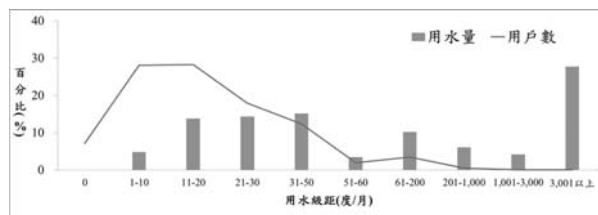
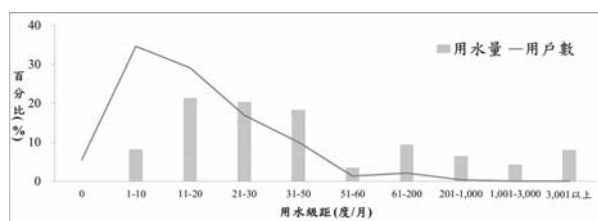
圖 5 102 年北水處各級距之每月用水量比例^[6]

圖 6 102 年台水公司一區處各級距之每月用水量比例

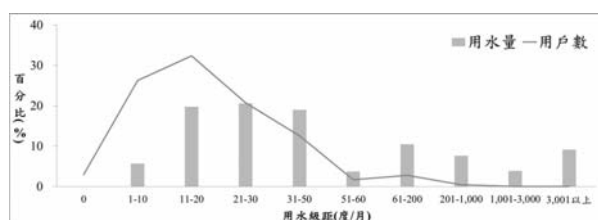


圖 7 102 年台水公司十二區處各級距之每月用水量比例

三、研究方法

現行我國之水價結構，係採基本費加上從量費，其中，基本費依口徑大小收取費用。台水公司之從量費單價雖較北水處高，但基本費僅為臺北自來水事業處之一半，故兩事業轄區內一般家庭每月總水費收取金額仍有部分差距。綜合上述原因，本研究以大台北地區為例，分析水價差異對民眾和自來水事業之影響，內容如下：

本研究依現行台水公司與北水處基本水費（如表 1）和從量費表（如表 2），計算單一用戶於台水公司與北水處兩套收費方式下，各口徑收取水費相等之用水度數，即該口徑之臨界點（此收取水費值不含 5%營

業稅)，以水表口徑 20mm 的用戶為例（圖 8），假設一般用戶之水表口徑為 20mm，某月用水量為 10 度，台水公司計價為 109 元，北水處則計價 118 元較高，收入相差 9 元；此外，若用水量增加為 20 度，則台水公司計價為 203 元，北水處則計價 168 元較低，收入相差 35 元，而月用水量為 12 度時，兩自來水事業收取相同水費 122 元，即為水表口徑 20mm 之臨界點。

各口徑之臨界點（除口徑為 13mm 外，因該口徑無論何用水度數下，台水公司之計價方式均高於北水處，故無臨界點）之計算結果如表 3 所示，各口徑之用戶用水度數低

表 1 台水公司與北水處基本水費一覽表^[3.7]

水表口徑 mm	台水-基本費 元/月（不含稅）	北水-基本費 元/月（不含稅）
13	17	16.19
20	34	64.76
25	63	120.00
40	187	356.19
50	340	647.62
75	918	1,748.57
100	1,819	3,464.76
150	5,049	9,617.14
200	10,030	19,104.76
250	17,714	33,740.95
300(北水含以上)	27,795	52,942.86
350	39,644	--
400 以上	55,352	--

表 2 台水公司與北水處用水級別及累進計費表^[3.7]

台水公司(不含稅)		北水處(不含稅)	
段別 (度)	每度單價 (元/度)	段別 (度)	每度單價 (元/度)
1-10	7.00	1-20	4.76
11-30	9.00	21-60	4.95
31-50	11.00	61-200	5.43
51 以上	11.50	201-1,000	6.19
		1,001 以上	7.24

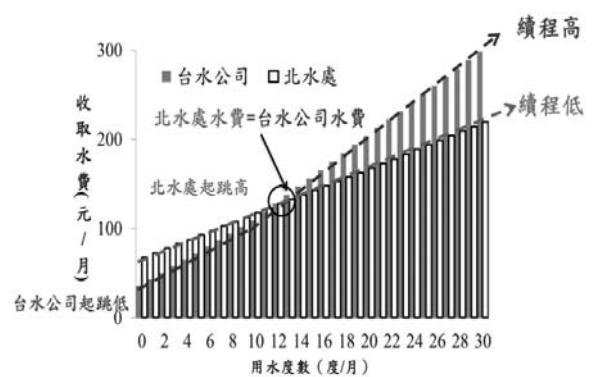


圖 8 台水和北水水價水費收取差異圖

註：不含 5%營業稅。

表 3 各口徑每月臨界點和臨界點水費表

水表口徑 (mm)	臨界點 (度/月)	臨界點水費 (元/月)
13	--	--
20	12	122
25	18	205
40	41	553
50	63	954
75	149	2,527
100	295	5,107
150	846	14,667
200	1,865	31,367
250	3,496	57,813
300 以上	5,636	92,504

註：不含 5%營業稅。



於臨界點以下者，以台水公司之計價方式，較北水處之計價方式便宜，反之，於臨界點以上者，則以北水處之計價方式較便宜。造成此一現象之主因，為北水處之用水量級別與累進計費價格較台水公司低，但基本水費收取費用較高。各口徑所求得之臨界點將於後續分析中，釐清台水公司和北水處水價對民眾權益之影響。

四、分析結果

本研究就前一章節所述之計算方法，將民國 102 年一區處、十二區處，及北水處之用戶統計資料（包括用水類別、用水口徑、用水級距及其用水量等）進行分析，其中北水處支援台水公司之水量、戶數，及水費收入乃自來水事業之支援關係，故本章節不列入計算，以此釐清台水水價對民眾權益之影響和自來水事業水費收取之差異，其結果如下所述：

(一)統一採用台水水價對民眾權益影響

統一採用台水水價，原台水公司用戶（一區處和十二區處）不受影響，對原北水處用戶而言，臨界點以上增收水費，臨界點以下減收水費（如圖 9）。分析結果如圖 10 和圖 11 所示，大台北地區 42.77%用戶（原台水一區處和十二區處 117.75 萬戶），完全不受影響；57.23%用戶（原北水處 157.57 萬戶），因採用台水水價受影響，26.63%因採用台水水價而減收水費，30.60%則因採用台水水價而增收水費，其中減收戶和增收戶比為 47:53（原北水處用戶）。減收水費戶平均每戶每月水費將減收 36 元，依口徑分布，其減收幅度為 21-8,922 元/月。增收水費戶平均每戶每月水費將增收 119 元，增收幅度為 62-117,913 元/月。

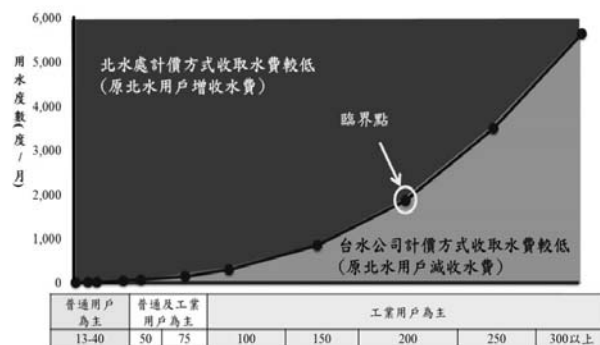


圖 9 台水和北水水價水費收取臨界點示意圖

註：不含 5%營業稅。

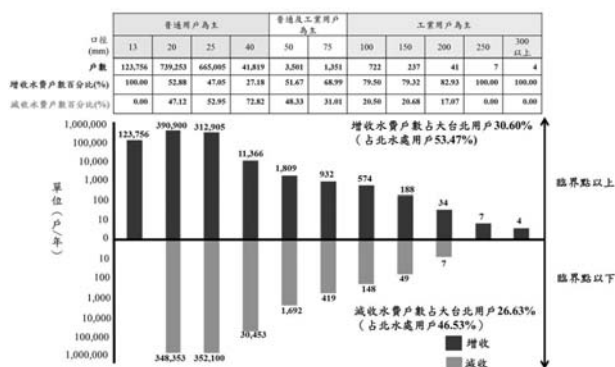


圖 10 102 年北水處用戶比例(依臨界點劃分)^[7]

註：不包含北水處支援台水公司之戶數。

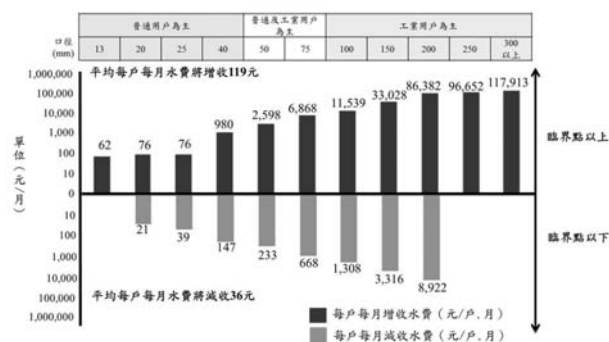


圖 11 102 年北水處各口徑水費增減(依臨界點劃分)。

註：不含 5%營業稅；不包含北水處支援台水公司之戶數和收入。

(二)統一採用北水水價對民眾權益影響

統一採用北水水價，其結果與統一採用台水水價相反，原北水處用戶不受影響，對原台水公司用戶（一區處和十二區處）而

言，臨界點以上減收水費，臨界點以下增收水費（如圖 12）。分析結果如圖 13 和圖 14 所示，台北地區 57.23% 用戶（原北水處 157.57 萬戶），完全不受影響。42.77% 用戶（原台水一區處和十二區處 117.75 萬戶），因採用北水水價受影響。大台北地區 24.65% 因採用北水水價而減收水費，18.12% 則因採用北水水價而增收水費，其中減收戶和增收戶比為 58:42（原台水一區處和十二區用戶）。減收水費戶平均每戶每月水費將減收 105 元，依口徑分布，其減收幅度為 64-295,058 元/月。增收水費戶平均每戶每月水費將增收 28 元，增收幅度為 18-8,419 元/月。

(三) 統一採用台水或北水水價，對自來水事業收入之影響。

目前大台北地區於 102 年度之用戶數達 275 萬戶，年總水費收取約 79.48 億元（含基本費、未計入 5% 營業稅，及北水處支援台水公司之水費 5.87 億元；台灣自來水公司，2014a；臺北自來水事業處，2014a），在基本費收取部分，年總基本費收入為 24.03 億元（占總水費收入 30.24 %），以 20、25mm 用戶之基本費收入所占比例為最高。從量費部分，年總從量費收入為 55.45 億元（占總水費收入 69.76 %）。

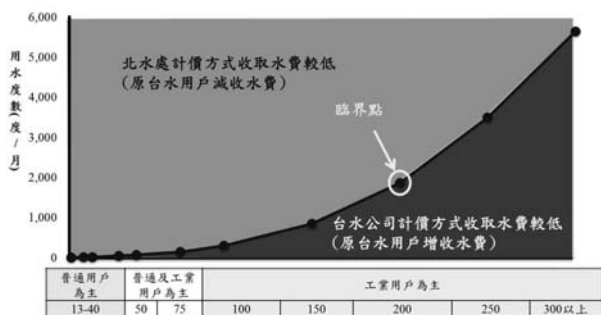


圖 12 台水和北水水價水費收取臨界點示意圖

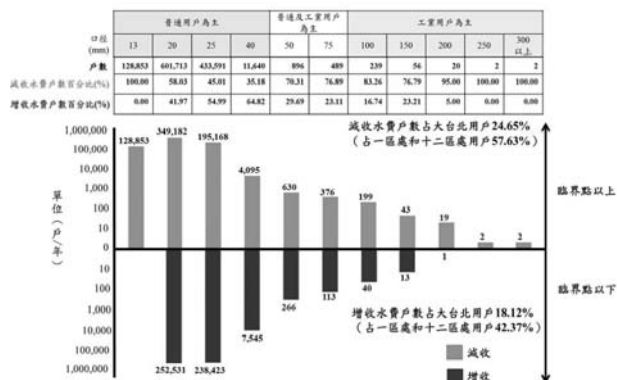


圖 13 102 年一區處和十二區處用戶比例（依臨界點劃分）^[3]

註：不包含北水處支援台水公司之戶數。

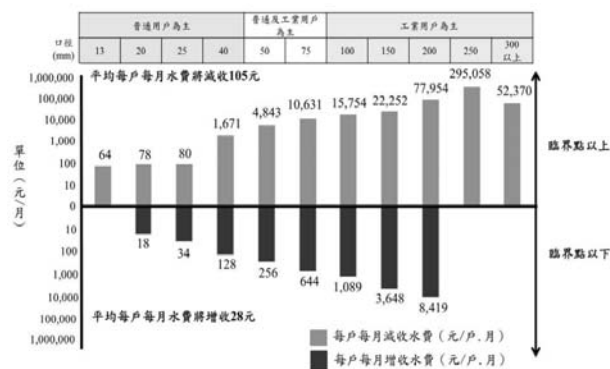


圖 14 102 年一區處和十二區處各口徑水費增減（依臨界點劃分）^[3]

註：不含 5% 營業稅；不包含北水處支援台水公司之戶數和收入。

本研究假設在各用水級距之用水量及各基本口徑用戶數不變情況下，若採計台水公司計價方式，其從量費收入為 71.43 億元（占總水費收入 81.44 %），基本費收入為 16.28 億元（占總水費收入 18.56 %），總收入為 87.71 億元；若採計北水處計價方式，其從量費收入為 42.24 億元（占總水費收入 58.70 %），基本費收入為 29.72 億元（占總水費收入 41.30 %），總收入為 71.96 億元，兩計價方式水費收入差距高達 15.75 億元，其中以北水處計價方式，基本費收入較台水公司計價方式高出 13.44 億元；但從量費收入則驟減 29.20 億元（如表 4）。

表 4 大台北地區水費收入變化一覽表(102 年)

單位：億元

計價方式	台水(1)	北水(2)	差異(2)-(1)
基本費	16.28	29.72	13.44
從量費	71.43	42.24	-29.20
總計	87.71	71.96	-15.75
基本費比例(%)	18.56	41.30	--
從量費比例(%)	81.44	58.70	--

註：不包含北水處支援台水公司之水費收入。

五、結論與建議

有關我國自來水水價差異之探討，以大台北地區為例，經本研究分析結果顯示，現行水價台水公司和北水處之基本費和從量費所占比例差異甚大，統一採用台水水價時，26.63%之用戶（原北水處用戶），可減少水費支出，其受益戶為小口徑用戶（20、25、40mm）占大宗，而自來水事業整體營收可達 87.71 億元；另一方面，若統一採用北水水價，則 24.65%受惠，其受益戶除水表口徑 13mm 之外，多為大口徑和高用水戶，自來水事業整體營收因而降至 71.96 億元，恐有小用水戶補貼大用水戶的現象產生，其成果可供主管單位之參考。

六、謝誌

本研究特別感謝台灣自來水公司和臺北自來水事業處提供大台北地區相關之用戶統計資料，讓本研究得以順利進行。

參考文獻

1.內政部戶政司全球資訊網，http://www.ris.gov.tw/zh_TW/346，2013。

- 2.台灣自來水公司，台灣自來水公司用水戶統計，2014a。
- 3.台灣自來水公司，台灣自來水事業統計年報，2014b。
- 4.許惠棕，台灣水資源利用在需求面管理之總體檢，2000。
- 5.經濟部水利署，水資源價格計算技術之研究，2013。
- 6.臺北自來水事業處，臺北自來水事業處用水戶統計，2014a。
- 7.臺北自來水事業處，臺北自來水事業統計年報，2014b。
- 8.Boyer, C. N., Adams, D. C., Borsova, T., Clark, C. D., Factors driving water utility rate structure choice: evidence from four southern U.S. States, *Water resource manager*, 26, 2747-2760, 2012.
- 9.Donnely, K. and Juliet, C.S., An overview of new normal and water rate basic, Pacific Institute, California, 2013.
- 10.OECD, Managing water for all: an OECD perspective on pricing and financing, OECD, Paris, 2009.
- 11.The Energy and Resources Institute, Review of current practices in determining user charges and incorporation of economic principles of pricing of urban water supply, Project report No. 2009IA02, 2010.

作者簡介

鍾昌翰先生

現職：淡江大學水資源管理與政策研究中心高級研究專員

專長：水資源規劃、影像處理、水文模式建置

仇士愷先生

現職：淡江大學水資源管理與政策研究中心組長

專長：水資源系統分析、序率水資源工程

劉世翔先生

現職：淡江大學水資源管理與政策研究中心特聘研究員

專長：區域經濟學分析與國際貿易、環境政策與管理、風險評估、決策輔助系統

黃得勝先生

現職：淡江大學水資源管理與政策研究中心研究專員

專長：水資源規劃、水土保持工程

本刊 104 年「每期專題」

期別	專題主題名稱	副主題項目	時程
34 卷 第 2 期	水質安全及處理	淨水處理技術、海水淡化、淨水高級處理、水廠改造、消毒、過濾、水質處理案例、水質安全、多重屏障、廢水處理、水質檢驗監測與管理等	5 月
34 卷 第 3 期	節能減碳	節能減碳管理與應用、設施操作及維護與管理、營運管理、節省動力費、設備動力探討、能源管理、綠色水廠等	8 月
34 卷 第 4 期	自來水營運管理及用戶服務	供水設施及資產管理、資訊管理與應用、供水管網、自來水營運、人力需求、收費、用戶服務與客服管理、資訊管理與應用、公共參與、教育與培訓、顧客服務、認證等	11 月

~歡迎各界就上述專題踴躍賜稿，稿酬從優~



圓形水池頂版及底版結構設計之研討

文/曾浩雄

一、水池頂版

(一)頂版之形式

圓形水池之構造非常簡單，開頂(無蓋)水池只有池牆及底版；而直徑在 7m 以下之閉頂(有蓋)水池也只增加頂版。至於池頂之形式則視其用途，得為拱頂式或平頂式而已；至於直徑在 7m 以上之水池一般均採用拱頂式；其須於蓋版上加設抽水機者，則須採用平頂式，茲就圓形水池頂版之設計研討如下。

(二)池內之柱數

直徑在 7m 以上之平頂式池頂，因其承受之彎曲力矩太大，故須加設支柱。若頂版上方無填土或其他載重者，支柱之間距一般以 4 至 6m 較為經濟，支柱之根數隨著直徑之加大而增多，兩者之關係詳如表 1 所列。

表 1 支柱之根數與水池直徑之關係表

池內支柱之數目	直徑(m)
無支柱	0~6：最大 7
中心 1 根支柱	6~12：最大 14
4 根內支柱	10~18：最大 21
7 根內支柱	16~24：最大 28

(三)頂版設計之原則

無支柱之蓋版以圓形版設計之；4 根內支柱之蓋版，以含一內跨距之平版設計之；7 根內支柱之蓋版則以三向版原理設計之。

二、無中間支柱頂版之設計

(一)水池之尺寸

內徑為 6m，池深為 5m，牆厚為 30cm，頂版上有 1.2m 之覆土(密度為 1.66T/m^3)，假

設頂版厚度為 20cm。

(二)頂版之載重

1.2m 之覆土重	$1.66 \times 1.2 = 2.00\text{T/m}^2$
頂版 20cm 自重	$2.4 \times 0.20 = 0.48\text{T/m}^2$
活載重	$= 0.50\text{T/m}^2$
總載重 p	$= 3.10\text{T/m}^2$

(三)頂版邊緣力矩及分配力矩

- 首先假設頂版邊緣為固定端(頂版與池牆頂端交接點固定不轉動)，則頂版固定端邊緣之力矩，由「水池設計(二)」^[1](簡稱書 1)，之表 X V(以下均同為書 1)查得：輻射向(弦向)力矩係數為 -0.125，經乘以 $p \cdot R^2$ (R 為水池半徑)而得周邊每公尺長之力矩 $M = -0.125 \times 3.10 \times 3^2 = -3.49\text{T-m/m}$ 。
- 實際上頂版周邊交接點絕非固定，故應按力矩分配之原理，再進一步計算頂版周邊之誘發力矩(分配力矩)，其算法如下：
- 先計算頂版與池牆之相對剛性係數(省略混凝土之彈性係數 E)：池牆之 $H^2/Dt = 5^2/(6 \times 0.3) = 13.89$ ，查表 X III 得當 $H^2/Dt = 14$ 時，池牆之剛性係數 = 1.198；當 $H^2/Dt = 12$ 時，池牆之剛性係數 = 1.108，故 $H^2/Dt = 13.89$ 時，以插入法計算，池牆之剛性係數 = $1.108 + (1.198 - 1.108) / 2 \times (13.89 - 12) = 1.193$ 。池牆之剛性 = $1.010 \cdot t^3/H = 1.010 \times 30^3/500 = 54.5$ 。查表 X IV 得無中間支撐之頂版，其剛性係數為 0.104，因此頂版之剛性 = $0.104 \cdot t^3/R = 0.104 \times 20^3/300 = 2.77$ 。
- 池牆與頂版之力矩，係按兩者之剛性比加以分配。而池牆之分配係數 = $54.5/(54.5 + 2.77) = 0.952$ ；頂版之分配係數 = $2.77/$

$(54.5+2.77)=0.048$ 。池牆之分配力矩 = $0.952*(-3.49)$ (必須變號) = 3.32T-m/m ；頂版則 = $0.07*(-3.49)$ (必須變號) = 0.24T-m/m 。

5. 當牆頂端接點予以人為束制時，頂版固定端之力矩為 -3.49T-m/m ，而牆頂端力矩 = 0 。當人為之束制移去後，接點會產生一微量之轉動，導致牆與版端點之力矩重新分配，因而產生新的誘發力矩，而達到該接點力矩之平衡。該誘發力矩乃以接點不平衡力矩變號乘以力矩分配係數而得。此誘發力矩與原有之力矩之和即為經重新分配平衡後之最終力矩，如圖 1 之右所示。

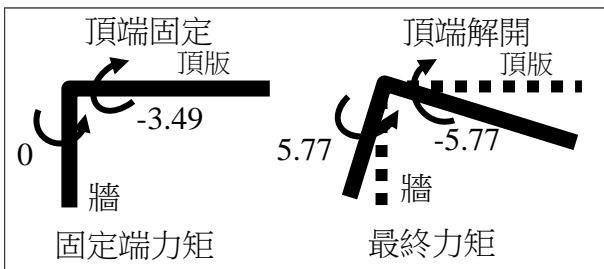


圖 1 池牆與頂版之誘發力矩圖

6. 由下述表 2 之力矩分配數值觀之，由於頂版端點力矩之作用，會使牆頂端產生很大之誘發力矩。故設計有頂版之池牆時，應注意勿遺漏計算頂版力矩作用之影響。

表 2 池牆與頂版之力矩分配表

項目	牆	頂版
分配係數	0.952	0.048
固定端力矩	0.00	-3.49
誘發力矩	3.32	0.17
最終力矩	3.32	-3.32

(四)頂版周邊剪力之核算

1. 頂版周邊之剪力 $V = p * \pi R^2 / 2 \pi R = p * R / 2 = 3.10 * 3 / 2 = 4.65\text{T/m}$ 。單位剪應力 = $V / jbd = 4.65 * 1000 / (0.8062 * 100 * 15) = 3.85\text{kgf/cm}^2$

$< 4.9\text{kgf/cm}^2$ ，OK。

(五)頂版力矩之計算

1. 由以上之計算，頂版邊緣之誘發力矩 = 0.17T-m/m 。因此頂版自邊緣至中心之最終力矩係數，須將表 X V 所列之數據加上 $0.17 / (p * R^2) = 0.17 / (3.10 * 3^2) = +0.006$ ，頂版各段之力矩係數乘以 $p * R^2 = 3.10 * 3^2 = 27.9\text{T-m/m}$ ，即為頂版各段之力矩，詳如附表 1 所列。

2. 若將附表 1 各段之力矩繪成力矩曲線如 2 圖，則圖中實線為每公尺寬之力矩；虛線部分則為對應每公尺邊緣寬度之扇形寬每段之徑向力矩。虛線上之值為每公尺徑向力矩乘以該點至圓心之距離與半徑 R 之比值。例如：1.0R 處每 m 之徑向力矩 = -3.32 乘以 1.0，則每段之徑向力矩 = $-3.32 * 1.0 = -3.32$ ；而 0.9R 處每 m 之徑向力矩/m = -3.32 乘以 0.9，則每段之徑向力矩 = $-3.32 * 0.9 = -2.99$ 等等。

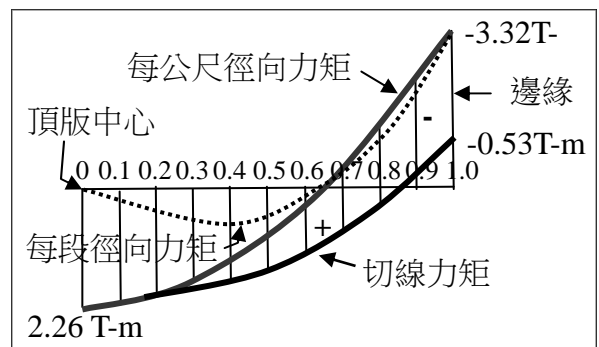


圖 2 頂版各段版面之力矩示意圖

(六)徑向負鋼筋量之計算

1. 每段最大徑向力矩 = -3.32T-m ，則每公尺邊緣之徑向負鋼筋量 = $3.32 / 0.01207 / 15 = 18.13\text{cm}^2$ 。採用 19mm ϕ 圓鋼筋 15cm (理論上之間距為 15.44cm)，排於頂版邊緣上層並折入邊緣外側，實際之 $A_s = 19.1\text{cm}^2$ 。全周須



鋼筋量=2π*3/0.15=125.6，採用 126 根。

- 由圖 2，可知距邊緣 0.13R 處之徑向力矩只有邊緣最大力矩之 1/2，因此頂層徑向 126 根鋼筋之一半(每間格一根)可於距離邊緣 0.13R+12 倍鋼筋直徑=0.13*3+12* 0.019=0.62m，採用 0.7m 處截斷；其餘 63 根可於距離力矩反曲點(距邊緣 0.37R 處)+12 倍鋼筋直徑=0.37*3+12* 0.019=1.40m 處截斷。所有鋼筋均呈幅射向排列。

(七)混凝土抗彎曲力矩強度之核算

頂版之 $F=bd^2/10000=0.225$ ，其 K 值= $M/F=3.32/0.225=14.76 < 19.58$ ，OK。

(八)徑向正鋼筋量之計算

- 由附表 1 可知，每段徑向正力矩之最大值介於 0.3R 與 0.4R 之間，而 0.4R 處每公尺之徑向正力矩=1.37T-m/m，0.4R 處之圓周長= $2*3.14*0.4*3=7.54m$ ，故於 0.4 處之全周正鋼筋總需要量= $1.37*7.54/0.01207/15=57.05cm^2$ 。採用 32 根 16mm ϕ 圓鋼筋，實際 $As=63.53 cm^2$ 。
- 由圖 2 之虛線可知每段徑向正力矩由最大值(0.3R 至 0.4R 之間)之處，沿徑向雙方(圓心及邊緣)收斂至 0.0R 及 0.65R 處=0，因此徑向正鋼筋應延伸至距圓心= $0.65*300+12*1.6=215cm$ 處。
- 頂版每四分之一圓周內安排 8 根徑向鋼筋，全周 32 根並折彎如圖 3 所示。兩向於中心部分成十字網交叉排列，間距約為 10cm，然後沿著圓周平均分散成輻射狀，排紮於頂版底層，詳如圖 3 所示。

(九)環向正鋼筋量之計算

- 由圖 2 可知，0.0R 處之切線正力矩為最大，但其距離=0，因此並無配筋之需要；次大值發生在 0.1R 處，其半徑=0.1*300

=30cm，周長= $2*3.14*30=188.4cm$ ，由附表 1，可知該處之切線正力矩=2.23T-m，其所需之鋼筋量 $As=2.23/0.01207/15=12.32cm^2$ 。

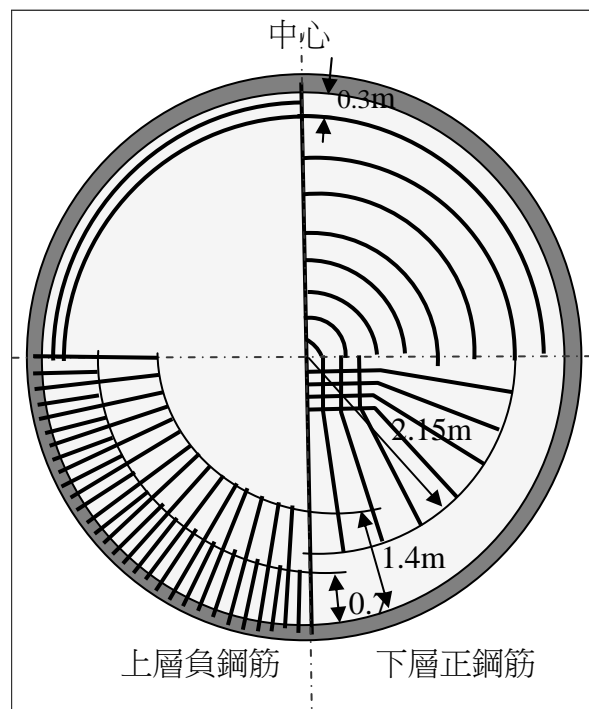


圖 3 頂版正負徑/環向配筋圖

- 採用 16mm ϕ 圓鋼筋@15cm，實際 $As=12.41cm^2$ 。共 8 根= $30+8*15=150cm$ ，約達 0.5R 處。然後再按 0.5R 處之力矩=1.56T-m，求其所需之鋼筋量 $As=1.56/0.01207/15=8.62cm^2$ 。同樣採用 16mm ϕ 圓鋼筋@20cm，共 6 根= $1.5+0.2*6=2.7m$ 直到 0.9R 處。以上共 15 根環向正鋼筋，均排列在頂版底層徑向正鋼筋之上方。

(十)環向負鋼筋量之計算

由圖 2 可知，環向負力矩甚小，理論上其所需之鋼筋量甚微，故可依照規定配置溫度鋼筋 $As = 0.025 bt/2 = 0.025*100*20/2 = 2.5 cm^2$ 即可。故採用 2 根 16mm ϕ 圓鋼筋，在距其邊緣 10cm 及 30cm 處各一根，兩根鋼筋最

外圍一根達 0.1R 處。此環向負鋼筋應排列在頂版上層，徑向正鋼筋之下方，同時可作為綁紮並固定徑向正鋼筋之用。

三、含中間支柱頂版之設計

(一)水池之尺寸

內徑為 14m，池深為 $H=6\text{m}$ ，牆厚 t_w 為 35cm，中間支柱之直徑 $d=70\text{cm}$ ，柱冠直徑 $C=2.8\text{m}$ ，柱頭版直徑 $B=5.2\text{m}$ ，加厚 15cm，頂版上有 1.2m 之覆土，假設頂版厚度 t_s 為 25cm。池內考慮承受 2.1T/m^2 之液超壓。

(二)頂版之載重

1.2m 覆土之重量	$1.66 \times 1.2 = 2.00\text{T/m}^2$
頂版 25cm 之自重	$2.4 \times 0.25 = 0.60\text{T/m}^2$
活載重	$= 0.50\text{T/m}^2$
總載重 p	$= 3.10\text{T/m}^2$

(三)頂版邊緣力矩計算原則

首先假設頂版邊緣為固定端(頂版與牆頂端交接點固定不轉動)，含中間支柱之頂版，要求其固定端邊緣之力矩，須先按柱冠與水池直徑之比： $C/D=0.05、0.10、0.15、0.2、0.25$ 等情況，再由表 V I、X VII 及 X VIII 查得其徑向及切線方向之力矩係數。上述三表依序分別適用於：頂版邊緣固定、鉸接及力矩作用於頂版之矩等三種情況。

(四)頂版邊緣力矩及分配力矩

1. 首先假設頂版邊緣與牆頂端之交點固定不轉動(人為束制)，則頂版固定邊緣之力矩，由表 X V I 查得當 $C/D=2.8/14=0.20$ 時 1.00R 處之徑向之力矩係數 $=-0.0441$ ，以此係數乘以 $p \cdot R^2$ ，可得周邊每 m 之力矩 $M=-0.0441 \times 3.10 \times 7^2 = -6.70\text{T-m/m}$ 。
2. 當池內液體之超壓為 2.1T/m^2 時，頂版所受之向下總載重 $P'=3.10-2.1=1.0\text{T/m}^2$ ，此時頂版固定邊緣之力矩 $M'=-0.0441 \times 1.0 \times 7^2 =$

-2.16T-m/m 。

3. 池牆之設計應考慮池內承受液超壓之臨界狀態，此時頂版固定邊緣之力矩 M' 應被採用。池牆之 $H^2/Dt_w=6^2/(14 \times 0.25)=10.286$ ，查表 X III 得：當 $H^2/Dt_w=10$ 時，池牆之剛性係數 $=1.010$ ；當 $H^2/Dt_w=12$ 時，池牆之剛性係數 $=1.108$ ，則 $H^2/Dt_w=10.286$ 時，利用插入法計算，池牆之剛性係數 $=1.010 + (1.108-1.010)/2 \times (10.286-10) = 1.024$ ，池牆之剛性 $=1.024 \times t_w^3/H = 1.024 \times 25^3/700 = 22.86$ 。
4. 查表 X IV 得：有中間支撐柱之頂版其剛性係數 $=0.358$ ，故其剛性 $=0.358 \times t^3/R = 0.358 \times 25^3/700 = 7.99$ 。
5. 池牆與頂版之力矩分配係數，分別為：池牆 $=22.86/(22.86+7.99)=0.74$ ；頂版為 $7.99/(22.86+7.99)=0.26$ 。
6. 池牆之分配力矩 $=0.74 \times (-6.70)$ (必須變號) $=4.96\text{T-m/m}$ ；頂版則為 $0.26 \times (-6.70)$ (同樣必須變號) $=1.74\text{T-m/m}$ 。

(五)頂版厚度之核算

頂版最危險斷面發生於頂版邊緣，其徑向最大力矩 $=6.70-1.74=4.96$ 。頂版之有效厚度 $25-5=20\text{cm}$ ，故其 F 值 $=bd^2/100,000=100 \times 20^2/100,000=0.40$ ，計算 K 值 $=M/F=4.96/0.40=12.4 < 19.58$ ，OK。

(六)頂版周邊剪力之核算

1. 當 $C/D=0.20$ 時，由表 X IX 可查得柱之載重係數 $=1.101$ ，進而求得柱之載重量 $P_1=1.101 \times p \cdot R^2 = 1.101 \times 3.10 \times 7^2 = 167.24\text{T}$ 。由同一表可查得：因邊緣力矩之影響所產生剪力(P_2)之係數 $=9.990$ 。故 $P_2=0.990 \times 1.47 = 1.46\text{T}$ 。總剪力 $P=P_1+P_2=167.24+1.46=168.7\text{T}$ 。柱冠周圍剪力危險斷面之半徑 $=2.8/2+(0.25+0.15)-0.05=1.75\text{m}$ 。此斷面範

圍內頂版之載重量 = $3.10 \times 3.14 \times 1.75^2 = 29.81T$ 。故其單位面積之剪應力 $\nu = (168.7 - 29.81) / (0.862 \times 35) = 4.6 \text{kg/cm}^2 < 8.98 \text{kg/cm}^2$ ，OK。

2. 柱頭版周圍剪力危險斷面之半徑 = $5.20/2 + 0.25 - 0.05 = 2.80\text{m}$ 。此斷面範圍內頂版之載重量 = $3.10 \times 3.14 \times 2.8^2 = 76.31T$ 。單位面積之剪應力 $\nu = (168.7 - 76.31) \times 1000 / (0.862 \times 20 \times 2800) = 1.91 \text{kg/cm}^2 < 8.98 \text{kg/cm}^2$ ，OK。

3. 池牆與頂版交接面之剪力 $V = \pi p \cdot R^2$ 減去柱之載重， $V = 3.14 \times 3.10 \times 7^2 - 168.7 = 308.27 T$ 。故其單位面積之剪應力 $\nu = 308.27 \times 1000 / (0.862 \times 3.14 \times 1400 \times 20) = 4.07 \text{kg/cm}^2 < 8.98 \text{kg/cm}^2$ ，OK。由以上之核算，確定頂版之厚度 20cm 應是屬於安全而且合理。

(七)頂版徑向力矩之計算

1. 依 $C/D=0.20$ ，由表 X VI 之係數乘以 $p \cdot R^2 = 3.10 \times 7^2 = 151.9T\text{-m/m}$ ，與表 X VIII 之係數乘以 $M=1.47T\text{-m/m}$ (誘發力矩)，兩數之和即為頂版之徑向力矩 (詳如附表 2)。

2. 若將附表 2 最後兩列之各段力矩繪成力矩曲線 (如 4 圖)，則圖中實線為每公尺寬之徑向力矩；虛線部分則為對應每公尺寬度之扇形徑向力矩。中央最大負力矩發生在柱冠，其周長為 2.8×3.14 ，柱冠邊緣全周之總負力矩 = $-15.10 \times 2.8 \times 3.14 = -132.76 T\text{-m/m}$ 。

3. 本例計算頂版之徑向力矩，其所採用之係數 (表 X VI 及表 X VIII) 係假設柱冠邊緣為固定者，事實上此邊緣並非絕對固定，而會有一些旋轉，故柱冠周圍實際上所產生之力矩應小於其理論值。決定柱冠周圍實際之力矩問題與一般平版設計者並無二致，

水池頂版中心柱附近之受力情形與一般平版構造非常相似，此兩種構造之柱帶設計並無不同。

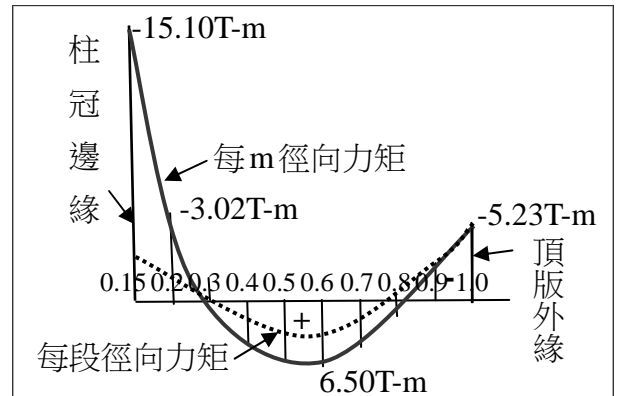


圖 4 頂版各段面之徑向力矩示意圖

4. 依理論推導而出之平版總力矩 $M_0 = 0.125 \cdot WL \cdot (1 - 1C/3L)^2$ ，而現行規範所規定之實際採用值 $M_0 = 0.09 \cdot WL \cdot (1 - 1C/3L)^2$ ，其係數以 0.09 替代 0.125，為理論值之 0.72%。本例亦可按此比例折減之。柱冠邊緣之力矩折減為 $0.72\% \times 132.76 = -95.59 T\text{-m/m}$ 。鋼筋需要量 $A_s = 95.59 / (0.01207 \times 35) = 226.28 \text{cm}^2$ ，採用 28 根 32mm ϕ 圓筋，得 $A_s = 228 \text{cm}^2$ ，比照圖 3 排列於版之頂層，外圍間距為 $3.14 \times 2.8 \times 100 / 28 = 31.4\text{cm}$ 。

(八)柱頭版邊力矩之核算

1. 柱頭版之直徑 $B=5.2\text{m}$ ，其邊緣位於 $5.2/7 = 0.37R$ 處，由圖 4 可知其徑向力矩 = $0.8 T\text{-m/m}$ 。則全周徑向力矩 = $-0.8 \times 5.2 \times 3.14 \times 0.72 = 9.40T\text{-m}$ 。 $A_s = 9.40 / (0.01027 / 20) = 45.76 \text{cm}^2 < 228 \text{cm}^2$ ，OK。由圖 4 可知其徑向力矩之反曲點在 0.28R 處，故負鋼筋可在距圓心 $0.28 \times 7 + 12 \times 0.032 = 2.34\text{m}$ 處截斷，因此每根鋼筋之長度為 $2.34 \times 2 = 4.70\text{m}$ 。

2. 由附表 2 可知最大正徑向力矩發生在 0.6 R

處，其值為 6.50T-m/m。故全周徑向正力矩 = $6.50 \times 3.14 \times 0.6 \times 7 \times 2 = 171.44$ T-m。需要鋼筋量 $A_s = 171.44 / 0.01207 / 20 = 710.19$ cm^2 ，採用 184 根 22mm ϕ 圓筋，得 $A_s = 712.26 \text{cm}^2$ ，於 0.6R 處之間距 = $2 \times 3.14 \times 700 / 184 \approx 24 \text{cm}$ 。

3.由圖 4 可知徑向正鋼筋之反曲點位於 0.28R 及 0.83R 處，因此其斷點分別距圓心 $0.2 \times 7 + 12 \times 0.022 = 1.136$ ，採用 1.1m，及 $0.83 \times 7 + 12 \times 0.022 = 6.07$ 採用 6.1m。故每根鋼筋之長度 = $6.1 - 1.1 = 5.0 \text{m}$ 。應排列於版之底層。

4.頂版邊緣之徑向負力矩 = -5.23T-m/m 。全周徑向負力矩 = $-5.23 \times 2 \times 3.14 \times 7 = -229.91$ T-m。需要鋼筋量 $A_s = 229.91 / 0.01207 / 20 = 952.40$ cm^2 ，採用 247 根 22mm ϕ 圓筋，得 $A_s = 956.13 \text{cm}^2$ ，於牆內面之間距為 $2 \times 3.14 \times 700 / 247 = 17.8 \text{cm}$ 。該等鋼筋可於距牆面 $(1 - 0.83) \times R + 12 \times d = 0.17 \times 7 + 12 \times 0.022 \approx 1.5 \text{m}$ 處截斷。

(九)切線向力矩

1.切線向力矩依 $C/D = 0.2$ ，由表 X VI 之係數乘以 $p \times R^2 = 3.1 \times 7^2 = 151.9 \text{T-m/m}$ ，及表 X VIII 之係數乘以 $M = 1.47$ ，兩數值之和得，各段之切線向力矩，詳如附表 3，總切線力矩圖繪如圖 5。

2.柱頭內之有效厚度為 40cm，而平版之有效厚度為 25cm，故圖 5 柱冠邊緣之切線力矩折減為 $-3.10 \times 25 / 40 = -1.94 \text{T-m/m}$ ，以利相同基礎之比較。

3.由圖 5 知，柱頭邊緣之最大力矩約為 1.55 T-m/m，需要鋼筋量 $A_s = 1.55 / 0.01207 / 20 = 6.42 \text{cm}^2$ 。柱頭版以內部分，因有效厚度增加為 40cm，故其鋼筋需要量反而減少。採用 4 根 16mm ϕ 圓筋，間距為 25cm 得

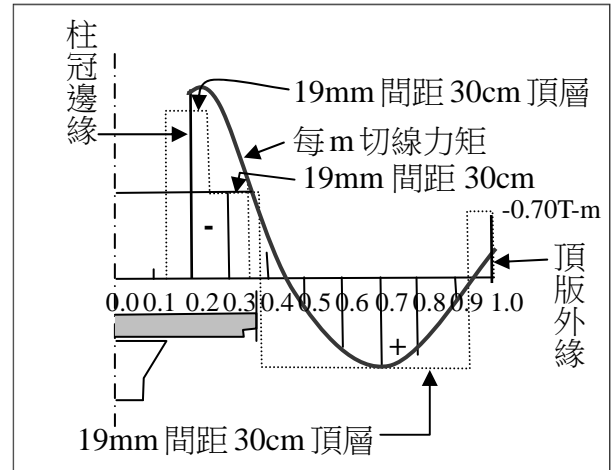


圖 5 頂版各段之切線力矩示意圖

$A_s = 6.90 \text{cm}^2$ 。將第一根排於柱頭版邊緣。第 4 根排於 $3.6 / 2 + 9 \times 0.25 = 4.05 \text{m}$ 處。全部排於徑向鋼筋之下方。其餘部分之最大鋼筋需要量 $A_s = 6.42 \times 1.33 / 1.6 = 5.34 \text{cm}^2$ ，故可改用 13mm ϕ 圓筋，間距為 20cm。切線向力矩之符號：，負號者排於頂層；正號者排於底層，惟均須排在徑向鋼筋之內側。

4.由圖 5 知，頂層負鋼筋應排至 $0.45R = 0.45 \times 7 = 3.15 \text{m} < 4.05 \text{m}$ 處，OK；而正鋼筋應排在距中心 3.75m 至 $0.93R = 0.93 \times 7 = 6.51 \text{m}$ 之間。計需 16mm ϕ 圓筋 @ $(6.51 - 3.75) / 0.25 = 11$ 根。另外應由版邊緣處起向內每 45cm 排一圈 16mm ϕ 圓筋，供排紮邊緣徑向鋼筋定位之用，此等鋼筋均應排在徑向鋼筋之下方。

(十)柱之設計

1.由前所述：柱之載重 $P_i = 1.101 \times p \times R^2 = 1.101 \times 3.10 \times 7^2 = 167.24 \text{T}$ 。因柱高 6m，故應考慮柱強度之減弱因數。若柱之直徑採用 70cm，則柱強度之減弱係數為： $R = 1.07 - 0.008 \times (h/r) = 1.07 - 0.008 \times (6 / 0.25) = 0.8$ 。故柱之斷面強度應大於 $167.2 / 0.8 = 210.13 \text{T}$ 。



2.圓柱混凝土可承受之載重為 $A_g \cdot f_c$ ，而 $f_c = 61 \text{ kgf/cm}^2$ ，故 70cm 之圓柱可承受之載重量 $= 61 \cdot 3.14 \cdot 70^2 / 4 / 1000 = 234.64 \text{ T}$ 。

3.若其鋼筋比為 1.5%，則 $A_s = 0.015 \cdot 3.14 \cdot 70^2 / 4 = 57.7 \text{ cm}^2$ ，採用 12 根 25mm ϕ 圓鋼 ($A_s = 60.80 \text{ cm}^2$)，可承受之載重 $= 60.80 \cdot 1400 / 1000 = 85.12 \text{ T}$ ，合計可承受之總載重 $= 234.64 + 85.12 = 319.76 \text{ T} > 210.13 \text{ T}$ ，OK。

四、含四根支柱頂版之設計

(一)水池之尺寸

內徑為 16m，池深為 $H = 6 \text{ m}$ ，牆厚 t_w 為 30cm，中間支柱之直徑 $d = 50 \text{ cm}$ ，柱冠之直徑 $C = 120 \text{ cm}$ ，柱頭版 $210 \cdot 210 \text{ cm}$ ，加厚 13cm，頂版上有 1.2m 之覆土，假設頂版厚度 t_s 為 25cm。池內考慮承受 2.1 T/m^2 之液超壓，其平面圖詳如圖 6，

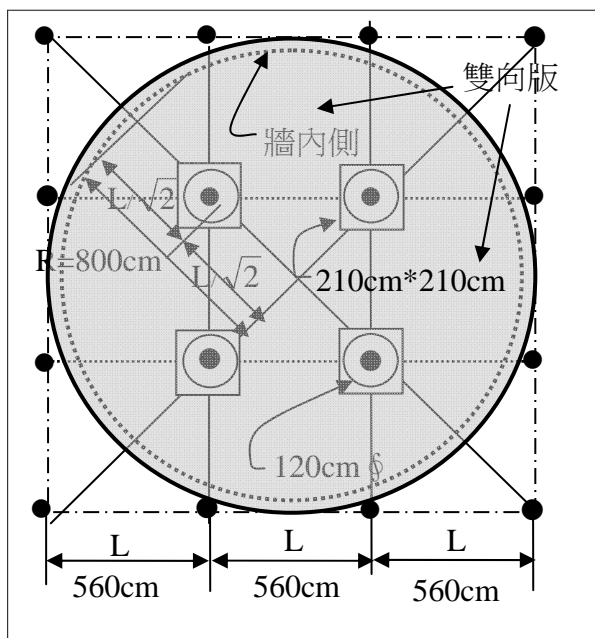


圖 6 含四根支柱之圓形版平面圖

(二)頂版之載重

- 1.覆土重(1.2m) $1.66 \cdot 1.2 = 2.00 \text{ T/m}^2$
- 頂版 25cm 自重 $2.4 \cdot 0.25 = 0.60 \text{ T/m}^2$

活載重	$= 0.50 \text{ T/m}^2$
總載重 p	$= 3.10 \text{ T/m}^2$

- 2.圖中表示跨距為 L 的一般平版柱之安排，其中 R 為水池牆內面半徑，柱位置之安排正好使柱在牆與池心之中點，故柱間之跨距 $L = R / \sqrt{2} = 8 / \sqrt{2} = 5.60 \text{ m}$ 。
- 3.此類水池之頂版可如一般含有內隔間之平版方式設計之，並依中國工程師手冊土木類鋼筋混凝土篇之步驟進行。
- 4.平版隔間內各正負力矩之和 $M_0 = 0.09 \cdot W L \cdot (1 - 2C/3L)^2$ ， $W = P L^2$ ，故 $W = 3.13 \cdot 5.6^2 = 98 \text{ T}$ 。 $M_0 = 0.09 \cdot 98 \cdot 5.6 \cdot (1 - 2 \cdot 1.2/3 \cdot 5.6)^2 = 36.3 \text{ T-m}$ 。此力矩 M_0 按比例分配到各主要設計斷面。

(三)版厚之核算

- 1.頂版之最大力矩產生於柱列帶之負力矩，其值 $M_0 = 0.5 \cdot 36.3 = 18.15 \text{ T-m}$ 。每公尺寬之力矩為 $2M/L = 2 \cdot 18.15 / 5.6 = 6.48 \text{ T-m/m}$ 。柱頭版之 $F = b d^2 / 10^5 = 100 \cdot 33^2 / 10^5$ 其力矩 $M' = 0.2 \cdot M_0 = 2 \cdot 30^5 = 1.09 < 19.58$ ，故需要之 $K = M/F = 6.48 / 1.09 = 5.95$ 。柱帶正力矩 $M' = 0.2 M_0 = 0.2 \cdot 36.3 = 7.26 \text{ T-m/m}$ ，頂板(25cm)之 $F = 100 \cdot 20^2 / 10^4 = 0.4$ ，需要之 $K = M'/F = 7.26 / 0.4 = 18.15$ 。兩者均小於 19.58，故不需壓力鋼筋。
- 2.由上述之計算，柱之載重 $W = 98 \text{ T}$ ，此假設應屬合理而且偏於安全。柱冠周圍剪力危險斷面半徑 $= 0.6 + 0.38 - 0.05 = 0.93 \text{ m}$ ，此斷面之周長 $= 2 \cdot 3.14 \cdot 0.93 = 5.84 \text{ m}$ ，該範圍內頂版之載重 $= 3.13 \cdot 3.14 \cdot 0.93^2 = 8.5 \text{ T}$ 。因此單位面積之剪應力 $\nu = V/jbd = (98 - 8.5) \cdot 1000 / (0.862 \cdot 584 \cdot 33) = 5.5 < 8.98 \text{ kg/cm}^2$ 。柱頭版周圍剪力危險斷面邊長為 $2.10 + 2 \cdot (0.25 - 0.05) = 2.5 \text{ m}$ ，此斷面之周長 $= 4 \cdot 2.5 = 10 \text{ m}$ ，此斷面範圍內之頂版載重為： $3.13 \cdot 2.5^2 = 19.56$

T。故單位面積之剪應力 $\nu = (98-19.56) \times 10^3 / (0.862 \times 584 \times 33) = 5.5 \text{ kg/cm}^2 < 8.98 \text{ kg/cm}^2$ 。牆內緣頂版之剪力 $V = 3.14 \times p \times R^2 - 4W = 3.14 \times 3.13 \times 2.4 \times 98 = 237 \text{ T}$ 。剪應力 $\nu = 237 \times 1,000 / (0.862 \times 3.14 \times 1600 \times 20) = 2.8 < 8.98 \text{ kg/cm}^2$ 。故假設頂版之厚度 25cm 應屬合理且安全。

(四)力矩之計算

1. 平版內隔間主要設計斷面之彎曲力矩，鋼筋斷面及配筋列如附表 4。該表為典型之平版內隔間力矩，外隔間力矩亦可適用，惟鋼筋之選用應加以修正，以符合圓版形狀之需要。
2. 頂版邊緣力矩之計算：本例之頂版邊緣情況，可假設相當於 $R = R - L/2 = 8 - 2.8 = 5.2 \text{ m}$ ，有中間支柱之頂版加以設計。頂版固定邊緣力矩由表 X VI， $C/D = 1.2/10.4 = 0.115$ 之 $1.0R$ 處，其徑向力矩係數 $= -0.0526$ 乘以 pR_1^2 ，而得每公尺周邊力矩 $M = -0.0526 \times 3.13 \times 5.2^2 = 4.45 \text{ T-m/m}$ 。
3. 實際上池牆與頂版之力矩仍應重新分配。其頂版與池牆之相對剛性、力矩分配係數及誘發力矩之計算如下：池牆之 $H^2/Dt_w = 6^2/(16 \times 0.30) = 7.5$ ，查表 X III，得其剛性係數再乘以 t_w^3/H ，得池牆之相對剛性 $0.873 \times t_w^3/H = 0.873 \times 30^3/600 = 39$ ，另查表 X IV， $C/D = 1.2/10.4 = 0.115$ ，得其剛性係數乘以 t_s^3/R_1 ，得頂版之剛性 $0.316 \times t_s^3/R_1 = 0.316 \times 25^3/520 = 9.5$ 。
4. 力矩分配係數如下：牆 $= 39/(39+9.5) = 0.80$ ；版 $= 9.5/(39+9.5) = 0.20$ 。力矩重新分配後，牆 $= 4.45 \times 0.80 = 3.56 \text{ T-m/m}$ ；版 $= 4.45 \times 0.20 = 0.89 \text{ T-m/m}$ 。其最終力矩： $-4.45 + 0.89 = -3.56 \text{ T-m/m}$ 。頂版邊緣徑向鋼筋需要量 $A_s = 3.56 / (20 \times 0.01207) = 14.75 \text{ cm}^2/\text{m}$ 。

5. 全周鋼筋量 $= 14.75 \times 3.14 \times 16 = 741.04 \text{ cm}^2$ ，採用 262 根 19mm ϕ 圓筋 @ 19cm，實際 $A_s = 744.9 \text{ cm}^2$ ，與距牆內面 $0.17R_1 + 12d = 0.17 \times 5.2 + 12 \times 0.019 = 1.11 \approx 1.2 \text{ m}$ 處剪斷。
6. 頂版邊緣切線力矩甚小，故理論上需要之鋼筋量極微。排紮 3 根 19mm ϕ 圓筋 @ 45cm，最外圍鋼筋排於頂版邊緣靠池牆內側處，這些鋼筋須排紮於頂層徑向鋼筋之下方。

(五)柱之設計

1. 隔間載重 $W = 98 \text{ T}$ ，顯然大於實際柱可承受之載重，此點可由圖 5 每一根柱所占之面積看出，故宜合理假設柱之載重量 $P = W \times (1+1+1+1/2)/4 = 98 \times 3.5/4 = 86 \text{ T}$ 。若採用柱之直徑 $= 50 \text{ cm}$ ，則柱之強度減弱係數 $R = 1.07 - 0.008 \times (H/r \times d) = 1.07 - 0.008 \times (6/0.25 \times 0.5) = 0.69$ ，故柱之設計斷面強度，應可承受 $86/0.69 = 124 \text{ T}$ ，而 50cm 圓柱之混凝土承载力為 $A_g \times f_c = 3.14 \times 25^2 \times 61/1000 = 121.73 \text{ T}$ 。若採用 1% 之鋼筋量，則其 $A_s = 0.01 \times 3.14 \times 25^2 = 19.36 \text{ cm}^2$ 。採用 8 根 19mm ϕ 圓筋，實際 $A_s = 22.8 \text{ cm}^2$ ，其承载力 $= 22.8 \times 1.400 = 31.2 \text{ T}$ 。柱之承载力合計 $= 104 + 32 = 136 > 124 \text{ T}$ ，OK。

五、含七根支柱頂版之設計

(一)水池之尺寸

1. 內徑為 21m，池深為 $H = 6 \text{ m}$ ，牆厚 t_w 為 30cm，支柱直徑 $d = 45 \text{ cm}$ ，柱冠直徑 $C = 120 \text{ cm}$ ，柱頭版 $210 \times 210 \text{ m}$ ，假設頂版厚度 t_s 為 20 cm。加厚 10cm，頂版上有 1.2m 之覆土。
2. 如圖 7 安排七根支柱，一根中心柱另加六根內柱在與池牆同心圓上平均分佈，其相鄰兩柱及柱與池牆間之跨距，較一般以雙

向平版所安排之九根支柱者，均勻性更高。
 3. 中心柱與中間柱之距離，選擇較外格間(中間柱與牆之距離)大約 10%，即為 $0.525R = 0.525 * 21/2 = 5.5\text{m}$ ，則中間柱與牆之距離為 $10.5 - 5.5 = 5.0\text{m}$ ，其平面圖詳如圖 7。

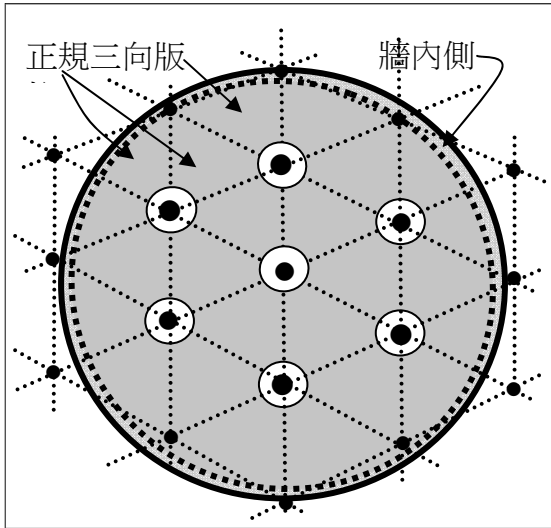


圖 7 含七根支柱之圓形版平面圖

(二)頂版之載重

1. 覆土重(1.2m)	$1.66 * 1.2 = 2.00\text{T/m}^2$
頂版 25cm 自重	$2.4 * 0.25 = 0.60\text{T/m}^2$
活載重	$= 0.50\text{T/m}^2$
總載重 p	$= 3.10\text{T/m}^2$

(三)版厚之核算

1. 每根柱之載重應為四根相鄰柱間之菱形面積之總載重。如圖 7 該菱形面積為 $5.5^2 * \cos 30^\circ = 26.2\text{m}^2$ ，故柱之載重量 $P = 3.10 * 26.2 = 81.22\text{T}$ 。柱冠周圍剪力危險斷面半徑為 $0.6 + 0.3 - 0.05 = 0.85\text{m}$ ，此斷面周長為 $2 * 3.14 * 0.85 = 5.34\text{m} = 534\text{cm}$ 。此斷面範圍內之頂版載重量為 $3.10 * 3.14 * 0.85^2 = 7.03\text{T}$ 。故其單位面積剪應力 $\nu = (81.22 - 7.03) * 1000 / (0.862 * 534 * 20) = 8.06\text{ kg/cm}^2 < 8.98\text{ kg/cm}^2$ 。

2. 柱頭版周圍剪力危險斷面之半徑為 $1.05 + 0.25 - 0.05 = 1.25\text{m}$ ，此斷面周長為 $2 * 3.14 * 1.25 = 7.85\text{ m} = 785\text{cm}$ 。此範圍內頂版之載重量為 $3.10 * 3.14 * 1.25^2 = 15.21\text{T}$ 。故其單位面積剪應力 $\nu = (78.08 - 15.21) * 1000 / (0.862 * 534 * 20) = 6.83\text{kg/cm}^2 < 8.98\text{kg/cm}^2$ ，OK。

3. 牆內緣頂版剪力 $V = \pi p R^2 - 7 * P = 3.14 * 3.10 * (21/2)^2 - 7 * 81.22 = 504.63\text{T}$ 。故其單位面積剪應力 $= 4.44\text{kg/cm}^2 < 8.98\text{kg/cm}^2$ 。因此假設頂版之厚度 25cm 應屬合理而且安全。

(四)力矩之核算

1. 三向版之力矩計算，得假設相當於 $R_1 = R/2 = D/4$ 之含中心支柱圓形水池頂版，而應用表 X VI 之力矩表。上述假設之可信度證明如下：半徑 $R_1 = R/2 = D/4 = 21/4 = 5.25\text{m}$ 之含中心支柱圓形水池頂版，其中心支柱載重量可查表 X IV，當 $C/2R_1 = 1.2 / (2 * 5.25) = 0.114$ ，以插入法求得：柱之載重係數 $0.919 + (14/5) * (1.007 - 0.919) = 0.944$ ，則柱可承受載重為 $P_1 = 0.994 * p * R_1^2 = 0.994 * 3.10 * 5.25^2 = 84.93\text{T}$ 。 P_1 與三向版之柱載重量 $P = 81.22\text{T}$ ，兩者相差約 4%，故上述假設尚屬合理且安全。

2. 因頂版厚度在柱頭版範圍內加厚 40%，故力矩危險斷面發生於頂版邊緣，其徑向最大力矩 $M = -0.0521 p * R_1^2 = -0.0521 * 3.10 * 5.25^2 = -4.45\text{T-m/m}$ 。頂版(25cm)之 $F = 100 * 25^2 / 10^5 = 0.625$ ，計算需要 K 值為 $K = M/F = 4.45 / 0.625 = 7.12 < 19.58$ ，OK。

(五)力矩之計算

1. 柱冠之徑向力矩：由表 X VI，當 $C/2 * R_1 = 0.114$ 時，以插入法求得柱之載重係數 $= -0.1337$ ，徑向力矩 $= -0.1337 * 3.10 * 5.25^2 = -11.42\text{T-m}$ 。沿柱冠周圍之全部力矩為 $-11.42 * 3.14 * 1.2 = 43.03\text{T-m}$ 。

2 按前述實際值與理論值之比率 72%折減得力矩 $M=0.72*43.0=30.98\text{T}\cdot\text{m}$ 。鋼筋需要量 $A_s=30.98/(0.01207*20)=128.33\text{ cm}^2$ 。採用 28 支 25mm ϕ 圓筋，得 $A_s=141.88\text{ cm}^2$ 。其排列可比照圖 3 之方式辦理。

3.柱周之負切線力矩，可由查表 X VI， $C/2R_1=0.114$ 時，得最大切線力矩係數 $=-0.0364$ ，故切線力矩 $M=-0.0364\rho R_1=-0.0364*85.44 = -3.11\text{T}\cdot\text{m}/\text{m}$ ，鋼筋需要量 $A_s=3.11/(0.01207*20)=12.88\text{cm}^2$ 。採用 4 支 22mm ϕ 圓筋@25 cm，排紮於每一支柱頂層徑向鋼筋之下方，做為固定徑向鋼筋之間距。

4.正徑向力矩：柱與柱間及柱與牆，查表 X VI， $C/2R_1=0.114$ 之徑向力矩係數於 0.5R 處為 0.0317；0.6R 處為 0.0265，兩者全圓周之力矩係數分別為：0.0317*0.5=0.0159 及 0.0265*0.6=0.0159，兩者恰好相等，故全圓周力矩 $M=0.0159*2*3.14*5.25*85.44 =44.79\text{ T}\cdot\text{m}$ 。將此力矩分為六等分，每根柱與其相鄰之六根柱間之假想梁帶均分得一份，此時池牆被假想梁帶替代同圓周之 12 根柱。每一梁帶所需之鋼筋面積 $A_s=44.79/(0.01207*20*6)=30.92\text{ cm}^2$ ，採用 8 支 25 mm ϕ 圓筋於每一帶中。理論斷點雖在 $0.26R_1=0.6*5.25=1.04\text{m}$ 處，但兩端以延伸入柱頭版 15 cm 為宜。因此鋼筋長度為 $550-210+2*20=380\text{cm}$ ，此等梁帶共 12 處，其中 6 帶位於中心柱與 6 根中心柱之間，其餘 6 帶位於兩中間柱之間。6 根中間柱與池牆之間，每根柱應有三個正鋼筋帶沿幅射向散開，6 根柱共 18 帶之正鋼筋平均散開成扇形分佈。每根中間柱用 24-25mm ϕ 圓筋，共 144 根。

5.實際上正切線力矩甚小，而最大正切線力

矩發生於 $0.6R_1$ 處，其力矩係數為 0.0094，因此其力矩 $M=0.0094*\rho*R_1^2=0.0094*3.1*5.25^2=0.80\text{T}\cdot\text{m}/\text{m}$ 。鋼筋需要量 $A_s=0.80/(0.01207*20)=3.31\text{cm}^2/\text{m}$ 。採用 13mm ϕ 圓筋 @20cm，每根柱排 7 根成環狀，排紮於底層徑向鋼筋之上方。

6.頂版與池牆連續邊緣之負徑向力矩，相當於半徑 5.25m 之含中心支柱頂版，每公尺周長之固定力矩為 $-4.45\text{T}\cdot\text{m}/\text{m}$ 。實際上仍應經力矩分配。

7.頂版與池牆之相對剛性、力矩分配係數及誘發力矩之計算詳如下：池牆之 $H^2/Dt_w=6^2/(21*0.30)=5.7$ ，查表 X III，得其剛性係數再乘以 t_w^3/H ，得池牆之相對剛性 $0.762*t_w^3/H=0.873*30^3/600=34$ ，另查表 X IV， $C/2R_1=1.2/(2*5.25)=0.114$ ，得其剛性係數乘以 t_s^3/R_1 ，得頂版之剛性 $0.315*t_s^3/R_1=0.315*25^3/525=9.38$ 。

8.力矩分配係數為：牆 $=34/(34+9.38)=0.784$ ；版 $=9.38/(34+9.38)=0.216$ 。因此其力矩分配為：牆 $=4.45*0.784=3.49\text{T}\cdot\text{m}/\text{m}$ ；版 $=4.45*0.216=0.96\text{T}\cdot\text{m}/\text{m}$ 。最終力矩為 $-4.45+0.96 =-3.49\text{T}\cdot\text{m}/\text{m}$ 。頂版邊緣徑向鋼筋需要量 $A_s=3.49/(0.01207*20)=14.46\text{cm}^2/\text{m}$ 。

9.全周鋼筋量 $=14.46*3.14*21=953.5\text{cm}^2$ ，採用 246 根 22mm ϕ 圓筋@25cm，實際 $A_s=1021.4\text{cm}^2$ ，與距牆內面 $0.2R_1+12d=0.20*5.2+12*0.022=1.03\approx 1.1\text{m}$ 處剪斷。排紮於頂版邊緣之頂層。

10.頂版邊緣切線負力矩甚小，其最大正切線力矩發生於 $0.1R_1$ 處，其力矩係數為 -0.0105 ，故其力矩 $M=0.0105*\rho*R_1^2=0.0105*3.1*5.25^2=0.90\text{T}\cdot\text{m}/\text{m}$ 。實際鋼筋需要量 $A_s = 0.90/(0.01207*20) = 3.73\text{ cm}^2/\text{m}$ 。

採用 13mm ϕ 圓筋@20cm，6 根成環狀，排繫於頂版頂層徑向鋼筋之下方。

(六)柱之設計

柱載重量 $P=81.22T$ ，若柱之直徑採用 45cm，則柱之強度減弱係數為 $R=1.07-0.008*6/(0.25*0.45)=0.64$ ，故柱之設計斷面強度應為 $81.22/0.64=126.91T$ ，而 45cm 圓柱之混凝土可承載之重力= $A_g*fc=3.14*22.5^2*61/10^3=96.97T$ 。若鋼筋量採用 1% ，則其 $A_s=0.01*3.14*22.5^2=15.9\text{ cm}^2$ 。

六、底版之設計

底版之設計方法及步驟與上述頂版之設計方法相同，只是其單位面積之荷重須改採其上部之總重量除以底版總面積所得之商，且其方向改為向上，故其所需鋼筋之排繫應與頂版相反，即張力鋼筋須排在底版之上層；壓力鋼筋排在下層。

七、結論與建議

(一)牆高與最高水位視為同高

有蓋版之圓形水池，其構造主要是由基礎、池牆及頂版所構成，雖然非常簡單，但因承受水壓及土壓後，其應力之分析則非常複雜，而且很難算出完全精確之數據。因此不

論池牆所承受之環張力、垂直力矩及剪力，目前最接近實際值之計算法，均以各單元之剛性(H^2/Dt)為前提，將池牆高度與水池之最高水位視為同高(其實水池之最高水位與牆頂尚有出水高 30cm~60cm 之差距)，再據以查表決定其各項應力之係數，進而求得環張力、垂直力矩及剪力之近似值。

(二)水池中不設支柱之設計

當水池直徑增為 20m 以上，而池頂不需裝設抽水機等重機械時，可採用拱頂式池頂(不設支柱)。至於其設計方法與步驟，請詳閱本刊第 31 卷第 1 期之「無預力鋼筋混凝土高牆拱頂圓形水池設計探討」及 32 卷第 3 期之「高架水塔結構設計之研討」等兩文。

(三)池牆頂端之最終力矩

連續構築於池牆頂端之頂版，係先假設頂版之周圍為固定端，然後加入誘發(分配)力矩作用於邊緣之影響，再予以修正。若水池係不連續構築於池牆頂端時，頂版周邊為鉸接端，設計時仍須先假設版之周邊為固定，然後加入一個與版周圍固定端力矩大小相等相反之誘發力矩，依其作用於邊緣之影響，予以修正。

附表 1 無中央支柱頂版距圓心各段之力矩計算表

距圓心之距離	0.0R	0.1R	0.2R	0.3R	0.4R	0.5R	0.6R	0.7R	0.8R	0.9R	1.0R
原徑向係數	0.075	0.073	0.067	0.057	0.043	0.025	0.003	-0.023	-0.053	-0.087	-0.125
+0.006 係數	0.081	0.079	0.073	0.063	0.049	0.031	0.009	-0.017	-0.047	-0.081	-0.119
徑向力矩/m	2.26	2.20	2.04	1.76	1.37	0.86	0.25	-0.47	-1.31	-2.26	-3.32
徑向力矩*	0.00	0.22	0.41	0.53	0.55	0.43	0.15	-0.329	-1.048	-2.034	-3.32
原切線係數	0.075	0.074	0.071	0.066	0.059	0.050	0.039	0.026	0.011	-0.066	-0.025
+0.006 係數	0.081	0.080	0.077	0.073	0.065	0.056	0.045	0.032	0.017	-0.060	-0.019
切線力矩	2.26	2.23	2.15	2.04	1.81	1.56	0.027	0.0224	0.0136	-0.054	-0.019

註：*表示版周邊每 m 寬之相對扇形寬度，如 0.5R 處，其相對扇形寬度=0.5m。

附表 2 含中央支柱頂版距圓心各段之力矩計算表

距圓心之距離	0.2R	0.25R	0.3R	0.4R	0.5R	0.6R	0.7R	0.8R	0.9R	1.0R
書 1 表 16 徑向係數	-0.0862	-0.0429	-0.0161	0.0133	0.0249	0.0384	0.0176	0.0029	-0.0178	-0.0441
書 1 表 18 徑向係數	-1.366	-0.842	-0.499	-0.057	0.236	0.451	0.624	0.768	0.891	1.00
徑向力矩(固定)	-13.09	-6.52	-2.45	2.02	3.78	5.83	2.67	0.44	-2.70	-6.70
徑向力矩(於邊緣)	-2.01	-1.24	-0.73	-0.08	0.35	0.66	0.92	1.13	1.31	1.47
總徑向力矩/m	-15.10	-7.75	-3.18	1.94	4.13	6.50	3.59	1.57	-1.39	-5.23
總徑向力矩/段	-3.02	-1.94	-0.95	0.77	2.06	3.90	2.51	1.26	-1.25	-5.23

附表 3 含中央支柱頂版距圓心各段之力矩計算表

距圓心之距離	0.2R	0.25R	0.3R	0.4R	0.5R	0.6R	0.7R	0.8R	0.9R	1.0R
表 16 切線係數	-0.0172	-0.0203	-0.0171	-0.007	0.0013	0.0063	0.0075	0.0052	-0.0003	-0.0088
表 18 切線係數	-0.272	-0.372	-0.368	-0.261	-0.123	0.007	0.129	0.240	0.3401	0.433
徑向力矩(固定)	-2.61	-3.08	-2.60	-1.06	0.20	0.96	1.14	0.79	-0.05	-1.34
徑向力矩(於邊緣)	-0.40	-0.55	-0.54	-0.38	-0.18	0.01	0.19	0.35	0.50	0.64
總徑向力矩/m	-3.01	-3.63	-3.14	-1.45	0.02	0.97	1.33	1.14	0.45	-0.70

附表 4 平版之彎曲力矩及鋼筋斷面表

項目	力矩(T-m)	厚度(cm)	As(cm ²)	配筋	說明
柱帶負力矩	0.50 M ₀ =18.15	33	45	24*16mm §	10 根直筋；20 根彎筋
柱帶負正矩	0.20 M ₀ =7.26	20	30	16*16mm §	每格一根鋼筋上彎
中間帶負矩	0.15 M ₀ =5.45	20	23	12*16mm §	全部鋼筋由相鄰兩正筋彎
中間帶正矩	0.15 M ₀ =5.45	20	23	12*16mm §	每格一根鋼筋上彎

參考文獻

- 水池設計(二)---無預力圓形鋼筋混凝土水池：
陳榮藏，台灣自來水公司員工訓練所編印，
1985年12月。

作者簡介

曾浩雄先生

現職：尚潔環境工程公司技師

專長：自來水工程規劃、設計及施工

以檢漏提升售水率的案例研討

文/陳瑩迪、林子立

一、前言

據悉國外某自來水事業對於小區管網的售水率只要低於 50% 以下的建議：不需現場檢修漏，直接進行管線汰換。就此建議，筆者試由本案例來加以探討。

二、11 區員林系統 0103 小區案例探討

0103 小區 103 年 3 月配水管長 24 公里，用戶數 2363 戶。102 年 9 月 26 日迄 11 月 29 日同步售水率 50.33% (1503÷2986CMD)，103 年 3 月 6 日漏水防治中區隊派員檢漏覓出數件漏水並修復，惟由 103 年 3 月 31 日迄 5 月 29 日同步售水率 51.72% (1476÷2854CMD) 顯示檢漏績效仍不佳。

遂將該小區切割為 0103-1 及 0103-2 兩個次小區，僅 0103-2 既設總水表窰井可裝設管夾超音波流量計，經 4 月 11 日之最小流量率為 75% (1192÷1591)，初判該小區漏水嚴重區域應在此次小區，遂將作業人力移置於該次小區，惟經續執行二循環隊員交替檢漏，惟成效仍不佳。

於 6 月 17 日進階採夜間分段計量工法 (Step test；圖 1)，確認異常管段後，再進行二循環交替檢漏 (測漏器機型：F 牌 A2 型)，仍無明顯漏水音，經四分隊陳瑩迪先生於浮圳路一段浮圳橋邊以同廠牌 91 型測漏器檢出約 0.5m 之小範圍異常音 (圖 2)。

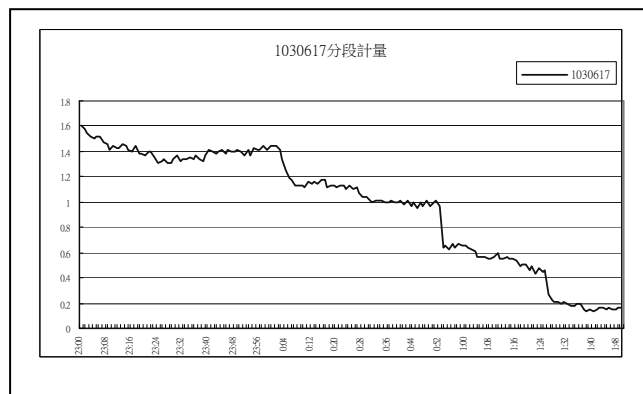


圖 1 分段計量結果



圖 2 夜間檢漏－陳瑩迪先生

遂於 7 月 10 日開挖，係管深超過 3.5M 之 150mm 管線漏水，因管位於排水溝底下無法續深挖 (圖 3)，遂暫於漏水管段之前端管以盲蓋封閉 (圖 4)，後端以制水閥關閉止漏 (圖 5)。分析該處漏水點前皆經各隊員檢測過，並無異常漏水音顯現，經研判該漏水點應呈飽和水層又管深超過 3.5M，故隊員檢測之技術深度與經驗上或有不同，機型對飽和水層之低沈漏水音的靈敏度亦為主因之一。

三、成效比較

經以 0103-2 次小區總水表比較漏水量，

修漏前 7 月 3 日至 9 日之七日平均配水量 1810CMD，7 月 15 日至 20 日檢修後六日平均配水量（13~14 供水調控剔除不列）755



圖 3 管深超過 3.5M 位排水溝底下無法深挖



圖 4 暫於漏水管段之前端管以盲蓋封閉

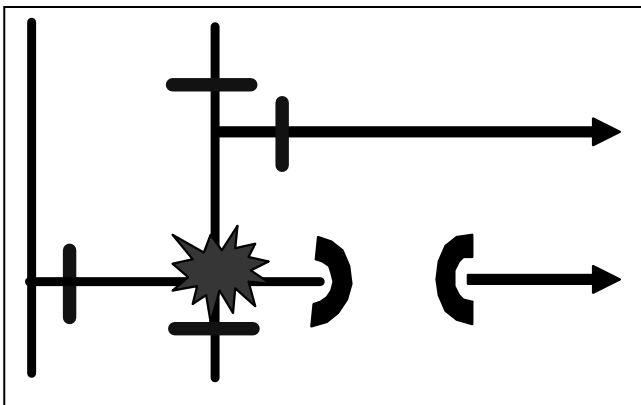


圖 5 後端以制水閥關閉止漏之示意

CMD，減少漏水量 1055CMD，差異率達 58.3%（ $1055 \div 1810$ ）。

再比較 0103 小區漏水修復前、後之同步售水率，由檢修前 103 年 3 月 31 日迄 5 月 29 日的 51.72%（ $1476 \div 2854$ ），提升至檢修後 7 月 31 日至 9 月 29 日的 80.10%（ $1586 \div 1980$ ），顯見成效（圖 6）。

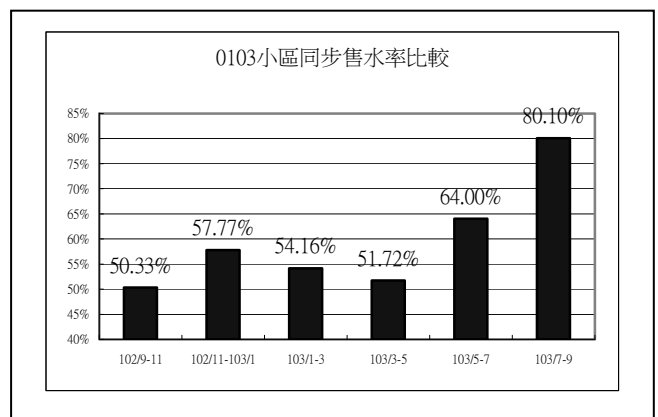


圖 6 檢修前後歷次同步售水率比較

該 0103-2 次小區管線長度約 10 公里，檢修前 103 年 3 月 31 日迄 5 月 29 日的同步售水率 39.70%（ $645 \div 1626$ ），檢修後同步售水率已逾 85%，達成 85%之目標。

四、建議

由本案例顯現，低售水率的區域，試由檢漏工法著手，確是可行的選項之一。

作者簡介

陳瑩迪先生

現職：台灣自來水公司漏水防治處中區隊第四分隊技術士

專長：分區計量診斷及漏水檢測

林子立先生

現職：台灣自來水公司漏水防治處檢修組工程師

專長：分區計量診斷及漏水檢測

中華民國自來水協會 第 47 屆自來水節慶祝大會暨 第 18 屆第 1 次會員代表大會 會議紀錄

時間：103 年 11 月 14 日（星期五）上午 9 時

地點：中油公司國光會議廳（臺北市信義區松仁路 3 號）

出席人員：慶祝大會出席人數：貴賓暨個人會員 496 人

會員代表大會應出席會員代表 317 人，出席會員代表 259 人。

貴 賓：經濟部水利署楊署長偉甫、
行政院環境保護署魏署長國彥、
臺北市政府林副秘書長萬發、
臺北市議會厲耿桂芳議員、
臺北市議會王正德議員、
台灣自來水股份有限公司阮董事長剛猛、
臺北自來水事業處吳處長陽龍、
日本水道協會研修國際部長佐久間勝、
東京水道服務株式會社社長增子敦、
東京都市開發株式會社社長飯嶋宣雄、
台灣自來水股份有限公司胡總經理南澤、
臺北自來水事業處陳副處長曼莉、
臺北自來水事業處陳副處長錦祥、
臺北自來水事業處工程總隊范總隊長煥英、
中華民國自來水協會李監事會召集人錦地、
台灣自來水公司廖前董事長宗盛、
臺北自來水事業處郭前處長瑞華

主 席：陳理事長福田 記 錄：林郁欽

議 程：

壹、中華民國自來水協會第 45 屆自來水節慶祝大會典禮

一、迎賓曲--節目表演：

二、自來水重要事蹟回顧（以 VCR 方式回顧經濟部水利署、台灣自來水公司、金門自來水廠、翡翠水庫管理局及臺北自來水事業處在自來水工作重要成果與績效，旁白如下）

經濟部水利署重要事蹟：

湖山水庫，位於林務局 71、72、73 號林班地，總集水面積 6.58 平方公里，主要水源自濁水溪支流清水溪側堰取水，水庫壩址位於北港溪支流梅林溪上游斗六丘陵河谷，預定民國 103 年底完工，工程總經費 204 億元。

湖山水庫由「土地公坑溪湖山主壩」、「中坑溪上湖山副壩」及「南勢坑溪上湖南壩」組成，壩頂長度約 1500 公尺，最大壩身高度 75 公尺，壩體總填方量約 1300 萬立方公尺，完工後總蓄水量約 5347 萬立方公尺，壩體填方量為全台水庫之最。

完工後由中區水資源局成立管理中心管理，屆時將與集集攔河堰聯合運用，透過中彰雲投區水源調配小組定期會議進行調度，每日最大可供應雲林地區 69.4 萬噸水量，以有效減緩該地區地層下陷之現象。

湖山水庫為落實環評承諾—生態保育，特別編列預算 2 億元，並將農委會特有生物研究保育中心納入計畫執行單位之一，持續推動生態保育作業。

台灣自來水公司重要事蹟：

大湳三期工程

為因應大湳淨水場一、二期淨水設備汰換之需，先辦理本工程增設每日淨水處理能力 15 萬噸的淨水設備，另因應大漢溪原水高濁度，增設每日處理能力 45 萬噸的沉砂池、沉泥池，併入本工程內，以穩定北桃園地區供水。

清洲淨水場工程

清洲淨水場，面積約 13.3 公頃，提供宜蘭、羅東地區用水。場區內設置沉沙調節池、淨水設備、儀控設備、清水池、廢水處理設備、管理樓及加藥室等。本工程分為二期，各興建每日處理能力 8 萬噸的淨水處理設備，目前已完成第一期工程。

龍形加壓站土建工程

龍形加壓站位於關渡橋八里端車行環狀匝道內，為一個配置 20,000 噸圓形水池的加壓站。且考量匝道交通安全，本加壓站配水池全採地下化設計，完工後可穩定八里地區之水壓並減少停水、復水之時間。

台中精機園區配水池工程

為因應 921 地震後豐原淨水場因設備受損及大甲溪原水濁度飆升，致出水能力減少，故增設本配水池，工程已於 103 年 6 月完工，可增加蓄水容量 40,000 噸，紓解台中市民缺水之苦，並可提供緊急用水，確保供水穩定。

和平橋水管橋工程

為穩定大台南地區供水，增設南化淨水場至豐德配水池之連通管線，該水管橋工程採單

拱式鋼拱橋設計，全長 113.5 公尺，已於 103 年 1 月完工，可提昇每日輸水能力 72 萬噸，利用有限資源做有效之調配運用，達到以豐濟枯的目標。

竹寮集水管工程

施工地點位於高雄市大樹區，工程內容為興建集水管、導水管及深抽水井，以蒐集伏流水。工程完工，可解決暴雨期間高屏溪原水濁度升高，造成坪頂淨水場減量出水之困擾，有助於維持供水穩定，緩和高雄地區汛期缺水問題。

曾文溪橋水管橋工程

全長 560.5 公尺，含鋼桁架水管橋 240.5 公尺、提籃式鋼拱橋 320 公尺，短期可提升備援調度每日輸水能力約 5 萬噸，支援南化水庫因濁度飆高減少出水量；中長期如有新水源開發，將可配合烏山頭系統新建、擴建淨水場，可提升每日最大輸水能力 50 萬噸。

金門自來水廠重要事蹟：

自大陸引水的政策，已獲中央政府同意，正積極辦理兩岸購水合約的簽訂及供水工程的發包；目標訂在 105 年完工引水；本計畫自福建省泉州晉江山美水庫送水至金雞橋閘，從金雞橋閘沿既設 44.8 公里輸水管路將原水引入龍湖。龍湖的水量充足、水質良好，為晉南四個鎮及未來金門供水水源。

陸方在龍湖設取水加壓站，經加壓後送水 9.26 公里至晉江市金井鎮的丙洲附近入海，再經由 16.67 公里跨海輸水管，到達金門田埔水庫，滿足金門地區用水需求。

屆時，金門西半島地下水超抽的問題以及金門地區長期發展面臨的用水缺口問題都可獲得解決。

翡翠水庫管理局重要事蹟：

在水庫安全維護方面，於 102 年完成水庫安全檢查與評估，確認安全無虞，並針對核災與地震等狀況辦理防災演練，提升災害應變能力。

為延長水庫使用壽命，平時加強水土保持工作，颱風期間採取「蓄清排渾水力排砂」策略，減少水庫淤積，近 3 年平均淤積量降至千分之 0.8，總淤積率僅 6%，水庫減淤防淤成效顯著。（近 3 年平均淤積量降至 0.8‰，總淤積率 6%）

為提升翡翠水庫核災應變能力，領先全國各水庫建立輻射污染自主監測系統，進行全天候監測，並定期採樣水體核種及濃度，達到快速篩檢與預警機制。在環境保育方面，劃定亞洲首座食蛇龜野生動物保護區，並積極辦理國際保育研究與交流，有助於提升臺灣保育形象與國際合作。

臺北自來水事業處重要事蹟：

面對天候極端異常及超過 20 年水價未調整之險惡經營環境，臺北自來水事業處以建構

「完善供水系統、提供好水品質」、「提升服務效能、確保服務優質」與「健全財務結構、創造社會加值」為己任，提升人力效能，打造水資源永續不缺水的城市。

為提供民眾安心飲用自來水，北水處建構 5 層防護網之完善供水系統，以因應各種災害事故的發生：

第一層防護—管網防漏

自 95 年起投入超過 200 億元汰換老舊管線，102 年汰換 174 公里管線，汰換率 2.72%，超越國際自來水協會建議汰換率 1.5% 之基準值，漏水率逐年降低，已由 95 年的 25.77% 降至 102 年的 17.88%。

第二層防護—推動家戶節水

北水處率先推動「家戶節水計畫」，從家庭、社區、學校、社會 4 個面向著手，在不斷努力之下，臺北每人每日家庭用水量已從 95 年的 263 公升降至 102 年 220 公升。

第三層防護—提升淨水效能

為因應颱風暴雨造成高濁度原水，北水處積極提升淨水處理應變能力，提高淨水備載容量，完成直潭第六座淨水設備，增加每日 70 萬噸出水量，淨水備載率達 34%，確保大臺北地區供水無虞。

第四層防護—建置完善的備援系統

為防範管線發生事故造成無水可用情形，北水處規劃每一供水分區都有 2 條以上輸水幹管可相互備援供水，近期分別完成安華加壓站、民生內湖線、關渡輸水幹線第 2 階段、信義支線、安華新店線及安華延伸線等工程，提升備援率達 83.9%，創造民眾安全用水環境。

第五層防護—建構耐震防災系統

為降低地震災害之影響，103 年完成青年、玉泉、大湖公園緊急維生配水池後，臺北市緊急維生供水系統就全數建構完成，災變時可提供 392 萬人，28 天每人每日 3 公升的救命水。另完成三重、公館及松山等 3 座加壓站的耐震補強，並試辦耐震防脫管材，以預先做好耐震防災之準備。

優質服務

貼近民眾感受、解決民眾問題，是我們優質顧客服務的目標：無缺水來電 1 小時到府服務；成立台北好水服務團，協助用水設備檢查及台北好水認證；便捷多元的繳費管道，及首創公營事業機構悠遊卡及超商多媒體事務機繳費服務，使非臨櫃繳費用戶達 97.56%，此外，24 小時全年無休的客服專員，提供專業、親切、同理心的服務，讓用戶滿意度屢創新高。

社會加值

為推動水資源環境教育，100 年成立環教中心並推動節水教育，辦理暑期夏令營與水資

源種子教師研習營，成效深受肯定。此外更積極推動環保節能，自 95 年建置環境管理系統以來，減碳量約達 13 萬噸，相當於 380 座大安森林公園吸碳量，總計節電 2.05 億度，並製作環境報告書接受各界監督與指導，致力於環境保護與永續發展。

北水處同仁有感於回饋社會，主動成立愛水人協會，除將愛心義賣所得捐助弱勢用水戶與學童，同仁更自發性的將參與市府競賽獎金捐出，共同關懷弱勢族群，獲得外界一致好評報導，水處公益形象獲社會各界肯定。

水處的榮耀

臺北自來水事業處在全員努力下，績效卓著倍受各界肯定，但我們並不以此而自滿，未來更將積極創新、關懷弱勢、回饋社會，讓產、供、銷系統及顧客服務更加完善，並努力行銷臺北好水及深耕臺北好水服務，充分展現北水處提供質優、量足、可口的臺北好水，讓民眾生活更美好的企圖心。

感謝自來水界所有從業人員的努力與付出，在此向您致上最高敬意。

三、**迎賓表演**—由國內以融合音樂律動及東方藝術知名的豐盛恩典太鼓團 帶來「太鼓慶豐年」，為今天的盛會揭開序幕。

四、典禮開始～奏樂

五、**恭讀總統賀電文** 華總一義電：10300162990 號

中華民國自來水協會陳理事長福田、大會籌備會范主任委員煥英暨全體與會人士公鑒：
欣悉 貴會訂於本(103)年 11 月 14 日舉行「第 47 屆自來水節慶祝大會暨第 18 屆第 1 次會員代表大會」，特電申致賀忱。至盼廣續匯聚各界智慧經驗，汲引國際科技新知，強化資源利用效能，提供優質服務品質，共同為增進人民生活福祉與國家永續發展而努力。敬祝活動圓滿順利，諸位健康平安。

馬英九

中華民國 103 年 10 月 29 日

六、**恭讀副總統賀電文** 華總二榮副：103100216 號

中華民國自來水協會陳理事長福田暨全體與會人士公鑒：
欣聞訂於本(103)年 11 月 14 日舉行「第 47 屆自來水節慶祝大會暨第 18 屆第 1 次會員代表大會」，特電申賀。長期以來，貴會積極發揮組織宏旨，深化職能研習平臺，精進專業技術養成，推廣多元節水措施，竭智暄勤，殊值嘉勉。際此，敬祝活動順利成功，諸君平安如意。

吳敦義

中華民國 103 年 10 月 24 日

七、主席致詞（陳理事長福田致詞）

臺北市政府林副秘書長、經濟部水利署楊署長、台灣自來水股份有限公司阮董事長、監事會李召集人、日本水道協會研修國際部長佐久間勝、東京水道服務株式會社社長增子敦、東京都市開發株式會社社長飯嶋宣雄、各位貴賓、各位理監事、各位會員代表，大家早安、大家好。

今天是我們第 47 屆自來水節，也是我們第 18 屆第 1 次會員代表大會，首先非常感謝各位貴賓遠道而來共襄盛舉，多年來承蒙諸君關心自來水產業發展，本人謹致最崇高的敬意，近年來本會秉持本次大會主題卓越引領寰宇躍升，並在經濟部水利署、台水公司及北水處協助下順利推動完成許多工作，首先為推展全球視野參與國際交流，本會於今年 10 月前往日本參加水道展，會中北水處吳處長報告「氣候變遷北水處的因應作為」獲得熱烈迴響，此外 12 月本會將舉辦第 7 屆國際水協會青年水專業研討會，祈求自來水事業薪火相傳、生生不息。第二接受委託研究、編輯專業書籍，特別感謝水利署全力支持研究計畫案，提升基層人員專業技能。第三精進檢驗事業，取得多項專利，並通過 TAF 及 ISO 等相關認證，後續將取得更多認證以提升公正第三者的地位。

近年來許多專家提出異常氣候可能變成常態的警告，未來我們將面臨更大的挑戰，相信在自來水界產、官、學緊密的結合下，方能達成關懷社會，追求貢獻的事業。最後感謝本次籌備會臺北自來水事業處工程總隊總隊長范主任委員及各位工作人員努力與付出，本人謹代表協會致上最大的謝意，最後謹祝大會順利成功，各位健康快樂。

八、貴賓致詞（林萬發副秘書長致詞）

大會主席陳理事長、臺北自來水事業處吳處長、工程總隊范總隊長、市議會厲耿桂芳議員、王正德議員、台灣自來水公司阮董事長、胡總經理，臺北自來水事業處郭前處長及從日本遠道而來的貴賓、各位自來水的先進、各位會員代表，大家早、大家好。

非常榮幸代表臺北市政府參加第 47 屆自來水節，也是我們第 18 屆第 1 次會員代表大會，首先在此代表臺北市政府表示恭賀之意，同時歡迎日本代表來臺北市參加這次盛會，水是人類賴以維生的要素，一日不可或缺，水也跟社會、經濟有密切的關係，各位自來水界的菁英長期致力於自來水的建設及發展，目前臺北市自來水普及率已超過 95%，已躋升為自來水先進國家的行列，貴會實在功不可沒。

近年異常氣候造成降雨不均衡，導致生態環境的破壞及污染，另水源區的保護也日益困難、造成自來水事業面臨嚴重的衝擊及挑戰。台北市政府為因應氣候變遷及水資源缺乏，近年來致力於自來水資源有效運用，我們水處非常努力制定 20 年管網改善計畫，對於水資源的利用率有相當大的助益，另一方面也呼籲市民節約用水，珍惜得來不易的水資源。另外我們

水處針對氣候變遷因應作為獲得全球自來水協會工程創新獎東亞區計畫類首獎，深信經由實施上述的措施策略，俾能達到永續供水造福大眾。

最後再一次歡迎各位自來水貴賓及先進來到臺北市，同時期許各位為自來水事業盡一份心力，並祝大家身體健康萬事如意，大會圓滿順利成功，謝謝大家。

貴賓致詞（水利署長楊偉甫致詞）

大會主席陳理事長、臺北市政府林副祕書長、臺北自來水事業處吳處長、台灣自來水公司阮董事長、總經理及各位副總經理，以及各位前輩、曾經在自來水界服務退休的先進，目前還在自來水界打拼的夥伴，大家早、大家好。

首先代表經濟部杜部長表達恭賀之意，今天看到遠從金門水廠及日本的貴賓來到現場及各位蒞臨與會貴賓，可以感覺到由陳理事長所帶領的自來水協會，對國家及目前大環境所面對的水界相關問題，扮演著良好的角色。所以代表水利署向各位自來水事業夥伴表達崇高的敬意。

猶如前面兩位貴賓所說，現在自來水界面臨氣候變遷的衝擊，自從台灣自來水公司、臺北自來水事業處成立以來，對自來水的貢獻可說非常重大，對於臺灣的經濟發展，自來水的普及率、安全的供水，均有非常大的功勞。尤其自來水的良好品質，避免了民眾對於疾病的威脅，因為各位在座的自來水夥伴打拼，我們度過的多次的缺水危機及天然災害的威脅，在貴會優良組織之下，我們有信心度過更多的缺水危機及天然災害的威脅，非常感謝各位夥伴在推行節約用水上付出的努力。

最後祝大會順利，也希望各位貴賓能藉由這個機會互相充分交流，相信自來水將更蓬勃發展，最後祝大家身體健康、萬事如意，謝謝大家。

貴賓致詞（台灣自來水公司董事長阮剛猛致詞）

大會主席陳理事長、經濟部水利署楊署長、環保署魏署長、臺北市政府林副祕書長、北水處吳處長、台灣自來水公司胡總經理，本次籌辦單位范總隊長，及各位貴賓及自來水界的先進，水協會的各位會員代表，大家早、大家好。

今天是我們第 47 屆自來水節慶祝大會，各位聚集在一起慶祝這個偉大的日子，也藉由這個大會，讓我們體會到治水、惜水的意義，在此代表自來水公司對勞苦功高的自來水同仁表示最高的敬意。自來水協會以增進中華民國自來水永續發展為宗旨，理監事更是自來水產官學界的菁英，以致獲得內政部頒獎肯定，並致力國際交流活動，獲得更精進的技術及經驗，同時提高中華民國自來水於國際間的能見度及形象，並與水利署合辦多場訓練活動，提昇自來水技術及經驗，對永續發展訂定良好的基礎，陳理事長對於水協貢獻非常大。

我們台水及北水的規模，比不上台電、中油，但是重要性不比台電、中油低，甚至於勝

過他們，我們不要妄自菲薄，沒水活不了，但水也不能過於氾濫，所以沒水時我們要未雨綢繆，水事業是功德無量的事業，我們是在惜福造福，用水的安全更勝一切，所以好還要更好，進步還要更進步。

最後祝各位長官、貴賓身體健康、萬事如意、闔家平安，謝謝大家。

貴賓致詞（臺北自來水事業處吳處長陽龍致詞）

臺北市政府林副祕書長、經濟部水利署楊署長、環保署魏署長、大會主席陳理事長、監事李召集人、郭前處長、台灣自來水公司阮董事長、胡總經理，遠從日本來的貴賓、各位理監事、各位會員代表，大家早安、大家好。

北水處非常用心籌辦本次會員大會及自來水節，自來水是功德事業，各位從業人員也跟我一樣，將自來水當作一生的志業，北水處近年的努力付出，提出台北好水，民眾的滿意度高達 90% 以上，我們也感謝水利署、環保署等中央單位的支持及市府的支持，讓我們自來水事業處有好的發展及現在的成就，

感謝各位貴賓及先進來到臺北市參加自來水節及會員大會，希望大家繼續努力，為台灣自來水更加油，謝謝各位。

九、專題演講：「我國飲用水之管理及展望」

主講人：行政院環境保護署署長魏國彥（30 分鐘）

簡報內容：「氣候變遷的因應與調適」（略）

十、頒獎

(一)頒發自來水事業發展特殊重大貢獻獎，共有 2 名：

工程技術類獎：臺北自來水事業處陳明州總工程司。

營運管理類獎：台灣自來水公司周盛華經理。

請台灣自來水公司阮董事長剛猛頒獎。

(二)頒發基層工作人員重大貢獻獎：

工程技術類獎：

1.台灣自來水公司第九區管理處工務課林裕翔課長。

2.台灣自來水公司第十一區管理處陳樾棋技術士。

3.台灣自來水公司第一區管理處蔡泰山工程員。

4.臺北自來水事業處朱聖心股長。

5.臺北自來水事業處工程總隊吳世紀股長。

請水協會陳福田陳理事長頒獎。

營運類獎：

- 1.台灣自來水公司第十區管理處勞安課林弓傑課長。
- 2.台灣自來水公司第七區管理處工務課徐志宏課長。
- 3.臺北自來水事業處徐翠鴻股長。

請水協會陳福田陳理事長頒獎。

(三)頒發資深服務人員獎：

- 1.服務年資滿 45 年會員有林素珍等 10 位，請林素珍、廖麗芬、黃月嬌等 3 位代表，上台接受表揚。其餘未上台同仁亦請起立，讓我們一同為您鼓掌。

請水協會胡南澤胡常務理事頒獎。

- 2.服務年資滿 40 年會員有楊宗榮等 54 位，請楊宗榮、翁榮順、李金標等 3 位代表上台受獎。其餘未上台同仁亦請起立，讓我們一同為您鼓掌。

請水協會吳陽龍吳常務理事頒獎。

- 3.服務年資滿 30 年會員共有劉閎基等 71 位，我們請劉閎基、顏永和、林順惠等 3 位代表上台接受表揚。其餘未上台同仁亦請起立，讓我們一同為您鼓掌。

請水協會籃炳樟籃常務理事頒獎。

- 4.服務年資滿 20 年會員共有陳炳訓等 24 位，我們請陳炳訓、傅黎仁、李芳娟等 3 位代表上台受獎。其餘未上台同仁亦請起立，讓我們一同為您鼓掌。

請水協會陳錦祥陳理事頒獎。

(四)頒發自來水協會會刊論文獎：

- 1.論文題目：自來水供水水質生物穩定性簡易評估方法。

得獎人員：由臺北自來水事業處薛志宏等 6 人共同發表(張勝輝、王珊莉、張玉玲、張美鳳、陳富鈴)，請薛志宏科長代表領獎。

- 2.論文題目：受污染原水供緊急備用民生用水水源之前處理技術應用。

得獎人員：由台灣自來水公司李丁來處長與成功大學等 7 人共同發表(陳郁仁、吳怡儒、張智華、黃良銘、葉宣顯、林財富)，請李丁來處長代表領獎。

- 3.論文題目：亞熱帶分層水庫以底層曝氣改善水質之方案分析：以 CE-QUAL-W2 模式模擬新山水庫為例。

得獎人員：由台灣大學吳先琪教授與中央研究院、台灣自來水公司等 8 人共同發表(吳俊宗、簡鈺晴、王永昇、莊鎮維、姚重愷、吳美惠、林彥宏)，請吳先琪教授代表領獎。

請水協會李錦地李監事會召集人頒獎。

十一、禮成 (10:30)

貳、第 18 屆第 1 次會員代表大會

一、理事會工作報告（請參閱大會手冊書面資料）。

二、監事會工作報告（請參閱大會手冊書面資料）。

三、討論提案

編號：第一號（會計） 提案人：理事長 陳福田

案由：為提報本會 102 年度歲入、歲出決算書，敬請追認通過。

說明：一、本會 102 年度歲入、歲出決算，業經本會第 17 屆理、監事會第 14 次聯席會議決議通過，並經送請本會同屆監事會第 4 次會議審查通過，復依規定先以 103.03.19（103）國水協會字第 000038 號函報內政部核備。

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

辦法：檢附本會 102 年度歲入、歲出決算書一份，敬請追認通過。（請參閱第 52~62 頁）。

審查意見：通過。

決議：照審查意見通過並函報內政部核備。

編號：第二號（會務） 提案人：理事長 陳福田

案由：為提報本會 104 年度事業計畫（工作綱要）草案，敬請討論通過。

說明：一、本會 104 年度事業計畫（工作綱要）草案，業經本會第 17 屆理、監事會第 16 次聯席會議審議通過。

二、依照本會章程第二十三條第二款規定，應提會員代表大會通過實施。

辦法：檢附本會 104 年度事業計畫（工作綱要）草案一份，敬請通過以便實施。（請參閱第 63~68 頁）。

審查意見：通過。

決議：照審查意見通過並函報內政部核備後實施。

編號：第三號（會計） 提案人：理事長 陳福田

案由：為提報本會 104 年度歲入、歲出預算草案，敬請討論通過。

說明：一、本會 104 年度歲入、歲出預算草案，業經本會第 17 屆理、監事會第 16 次聯席會議審議通過。

二、依照本會章程第二十三條第四款規定，應提會員代表大會通過實施。

辦法：檢附本會 104 年度歲入、歲出預算草案一份，敬請通過以便實施。（請參閱第 70~79 頁）。

審查意見：通過。

決議：照審查意見通過並函報內政部核備後實施。

四、臨時動議

五、禮成

六、選舉第 18 屆理監事案：

案由：本次理監事選舉，理事、監事選票各為一張，以顏色區分。理事圈選總數(含參考名單候選人及自行填選候選人)最多以 31 人為限，超過 31 人之選票視為廢票。監事圈選總數(含參考名單候選人及自行填選候選人)最多以 9 人為限，超過 9 人之選票視為廢票。請各投票人至講台前面領取選票。

選舉工作人員：本次選舉主席為陳理事長福田、監票人員由常務監事張順莉擔任，並宣佈理監事選舉注意事項及處理選舉爭議事宜。發票作業由 12 名選務工作人員擔任(吳沛倫、粘馥如、羅英峰、黃望釗曾坤慧、吳正堂、林郁欽、郭育廷、李家裕、鄧森隆、郭正一、粘鈺聆)；本次開票作業係採電腦與部份人工計票(唱票人員：吳文川、計票人員：陳右稜)。

投票過程：(略)

投票結果：

1.理事部份：投票張數 268 票、有效票張數 267 票、廢票 1 票。

胡南澤(得票數 218 票)、籃炳樟(得票數 198 票)、林 岳(得票數 186 票)
王國堅(得票數 178 票)、李嘉榮(得票數 175 票)、林連茂(得票數 174 票)
賴永森(得票數 172 票)、歐秋聲(得票數 164 票)、蔡茂麟(得票數 162 票)
吳振榮(得票數 161 票)、蕭淑貞(得票數 154 票)、王明孝(得票數 151 票)
呂崇德(得票數 141 票)、穆岳鈞(得票數 141 票)、吳陽龍(得票數 129 票)
吳素珠(得票數 126 票)、陳老閩(得票數 113 票)、駱尚廉(得票數 108 票)
范煥英(得票數 108 票)、黃志彬(得票數 105 票)、陳錦祥(得票數 102 票)
康世芳(得票數 102 票)、葉宣顯(得票數 92 票)、陳明州(得票數 92 票)、
張順莉(得票數 89 票)、王文龍(得票數 68 票)、李政宗(得票數 64 票)、
許培中(得票數 61 票)、陳瑞忠(得票數 58 票)、吳鉛煌(得票數 57 票)、
周國鼎(得票數 54 票)、郭明欽(得票數 51 票)、賴文正(得票數 50 票)、
蘇政賢(得票數 41 票)、楊碧變(得票數 38 票)、李公哲(得票數 35 票)、
郭瑞華(得票數 5 票)、蔡培華(得票數 2 票)、謝啟男(得票數 1 票)、
江明智(得票數 1 票)、李麗珠(得票數 1 票)、鄭國華(得票數 1 票)、
劉維民(得票數 1 票)、李丁來(得票數 1 票)、陳銘璋(得票數 1 票)。

另以得票多寡候補理事依次為：周國鼎 54 票、賴文正 50 票、蘇政賢 41 票、楊碧變 38 票、李公哲 35 票、郭瑞華 5 票、蔡培華 2 票。

2. 監事部份：投票張數 268 票、有效票張數 265 票、廢票 3 票。

陳福田(得票數 179 票)、葉陳萼(得票數 164 票)、陳曼莉(得票數 148 票)
邱敦林(得票數 139 票)、林鈞陶(得票數 137 票)、王士雲(得票數 130 票)
楊豐榮(得票數 115 票)、王根樹(得票數 108 票)、翁文貴(得票數 104 票)
陳銘璋(得票數 25 票)、許培中(得票數 8 票)、周國鼎(得票數 7 票)、
蘇政賢(得票數 5 票)、江明智(得票數 2 票)、蔡培華(得票數 2 票)、
黃明燦(得票數 2 票)、楊崇明(得票數 2 票)、楊碧變(得票數 1 票)、
李麗珠(得票數 1 票)、呂崇德(得票數 1 票)。

另以得票多寡候補監事依次為：陳銘璋 25 票、周國鼎 7 票、蘇政賢 5 票。

參、散會：13 點 0 分