

# 自來水會刊第 33 卷第 3 期目錄



## 實務研究

智慧電子 C 級水表管理應用及效益研究……………林清鑫、林玫君…… 1

## 每期專題

### 氣候變遷與調適暨緊急應變

高雄與台南地區供水調配管理及策進作為……………蔡文魁、林高玄、王國堅…… 14

氣候變遷對台灣水資源之衝擊與調適……………許敏能、潘永生、朱健行…… 22

高雄 81 石化氣爆供水緊急應變實務……………郭家憲、林建璋、蔡茂麟、徐志宏、王調興…… 30

## 一般論述

臺北地區第二條清水輸水幹線新店溪水管橋耐震評估研究……………陳昭明…… 39

延性鑄鐵管耐震能力評估及發展……………吳世紀…… 47

大型水池結構設計之研討……………曾浩雄…… 55

探討 PTFE 中空絲纖維膜去除地下水中鐵、錳之研究 ……………陳文祥…… 67

## 他山之石

從臺美日自來水耐震研討會探討耐震法規與財源發展趨勢……………鄭錦澤、周家榮…… 79

## 法規櫥窗

飲用水管理條例之修正建議……………徐良維…… 87

## 協會與你

歡迎投稿 103 年「每期專題」…………… 29

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法…………… 46

新增「自來水工作現場」單元…………… 86

封面照片：台南南化水庫壩頂取水(台灣自來水公司第六區管理處鄭正昇攝)

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

## 自來水會刊雜誌

發行單位：中華民國自來水協會

發行人：陳福田

會址：臺北市長安東路二段一〇六號七樓

電話：(02)25073832

傳真：(02)25042350

中華民國自來水協會編譯出版委員會

主任委員

黃志彬

副主任委員

吳美惠

委員

駱尚廉、葉宣顯、陳曼莉、陳錦祥、蘇金龍

張怡怡、林財富、周珊珊、蕭宏民、李丁來(兼秘書)

自來水會刊編輯部

臺中市雙十路二段二號之一

行政院新聞局出版事業登記證局第 2995 號

總編輯：吳美惠

執行主編：李丁來

編審委員

鄭錦澤、黃建源、陳孝行、陳志銘、簡俊傑

洪世政

執行編輯：林正隆

電話：(04)22244191 轉 824

行政助理：古藜苓

印刷：松耀印刷企業有限公司

地址：台中市北區自強街 50 號

電話：(04)23607717

# 智慧電子 C 級水表管理應用及效益研究

文/林清鑫、林玫君

## 摘要

自來水事業主要營業收入為給水收入，水量計能否充分發揮計量功能，對自來水公司之營收及售水率影響甚鉅，重者減少收費，增加營運供水成本支出，甚至造成沉重之財務負擔無法創造盈餘，因此冀求 C 級電子水量計能準確計量，藉其低流量感測靈敏特性，將應收水費之計量找回提升營收。目前台灣自來公司（以下稱台水公司）50 公厘以上之水量計已於 2013 年起開始採購 C 級水量計，台灣自來公司第四區管理處（以下稱四區處）也自 2008 年起分區管網(DMA)計量表也採用 C 級流量計，唯用戶水表 40 公厘以下仍以 B 級機械表為主，但歐美、中東國家，甚至中國大陸都已採用 C 級水量計的趨勢。依據國際水協（IWA）提出的供水管網漏損控制理論指出分區管網建置 C 級計量水表比 B 級計量水表將可提升 3.6% 的營收。因此本研究將分析電子 C 級水量計與機械式 B 級水量計的差異點，藉以改善自來水事業單位的售水率。

關鍵詞：電子 C 級水表、機械 B 級水表、分區管網、國際水協（IWA）

## 一、計畫緣起

依據中國國家標準 CNS 14866 之規範：密閉導管內水流量之量測-冷飲用水量計（2004 年版），將水量計區分為 A、B、C、D 四個等級作為型式認證的基礎規範，而不同等級與口徑之差異則有相對的流量範圍與計量精度。一般而言，水量計等級 D 級為最高，A 級最低。其中，C 級水量計的技術規

範較為嚴謹，設計規格亦較為精密，計量準確性較高、量程比大。C 級電子式水量計除精確的計量，其附加的通訊監測、智慧功能，能有效降低水量的漏損狀況，更能提升水資源管控效率與服務品質，提供消費者用水計量的公平機制。

供水管網的漏損控制也是近十年來台水公司亟欲改善的重點項目，主因乃是管線漏水率與已開發國家相比較之下相對偏高，其供水成本與營收比率也難以達到經濟效益。這幾年來，自來水供水事業單位開始採取實際作為，但是卻難以得到顯著成效。根據，國際水協會（International Water Association, IWA）在 2000 年所公布有關損失水量（包括「漏水量」及「帳面損失水量」），其中「帳面損失水量」包含了非法用水量、水表不準確度與資料處理誤差，「水表不準確度」（Metering Inaccuracies）包含「水表不感度」及「水表不準確度」。「水表不感度」指的是一個水表的「偵測極限」，當水流過小時，水表無法感應或計量誤差；現行台水公司水表不感度量之計算方式為供水量之 2%，根據日本各水道局對使用水表不感率試驗結果約介於 1.5%~4.6% 之間，淡江大學在 2012 年 12 月提出之「提升水量計功能強化用水管理之育成計畫」電子 C 級表的效益更高達 8% 左右。

國際水協（IWA）提出的供水管網漏損控制理論，供水管網的漏損為無收益水費的重點改善項目，而分區管網的建置則是降低無收益水費的方向。根據國際水協研究指出

分區管網建置的重點是 C 級計量標準的電子式水量計，建置 C 級計量水表比 B 級計量水表將可提升 3.6% 的營收，本研究將分析電子 C 級水量計與機械式 B 級水量計的差異點，藉以改善自來水事業單位的售水率。

## 二、計畫基礎、實施程序及計畫目標

### (一)計畫基礎：

四區處為考量計畫之可行性及重點管理，隨機挑選四區處台中服務所、大里服務所及霧峰營運所 20 公厘用水戶共 30 戶做為研析對象，將電子 C 級速度型多重噴嘴式電子式水量計安裝串連 B 級速度型多重噴嘴式機械式水量計(圖 1)，並在電子 C 級水量計加裝水表紀錄器進行連續密集的用戶用水量變化監測，藉此搜集用戶用水資訊、用水模式及用戶用水方式(含設備裝置)是否合理之重要參考依據，並針對評估結果，提出改善對策，期能增加水費營收。



圖 1 水量計 B 及 C 級現場安裝圖

### (二)實施程序：

- 1.第一階段：原有用戶使用中機械 B 級表與新電子 C 級表比對
- (1)選擇四區處 20 公厘用水戶 30 處，並進行改裝將電子 C 級速度型多重噴嘴式電子式

水量計串連既設原有機械 B 級速度型多重噴嘴式水量計(圖 1)，並在電子 C 級水量計加裝水表紀錄器進行連續密集的 10 秒記錄用戶用水量變化監測一週。

- (2)一週後，將水表紀錄器由每 10 秒將水表紀錄器改成每分鐘記錄，持續監測電子 C 級速度型多重噴嘴式電子式水量計串連既設原有機械 B 級速度型多重噴嘴式流量變化監測三週。

### 2.第二階段：新機械 B 級表與新電子 C 級表比對

- (1)將選定 30 個用戶的原有機械 B 級水表換成檢測後未使用過之機械 B 級水表，並將現場之電子 C 級水表之記錄器改成 10 秒記錄密集記錄用戶用水量變化監測一週。
- (2)將水表紀錄器改成每分鐘記錄，持續監測電子 C 級電子式水表串連未使用過機械 B 級水表流量變化三週。

### 3.第三階段

將第一階段及第二階段由電子 C 級表的計量記錄值進行資料分析，以瞭解用戶用水習慣及模式於 B、C 級表之計量效益分析。

### (三)計畫目標：

由水表紀錄器中讀取之資料，研析用戶用水模式，據以改善水表之選用與裝置方式，並瞭解 B 級水表與 C 級水表計量的差異對無收益水費之影響程度，對已建構水量計營收管理制度，達成五個目標：

- 1.釐清機械 B 級水表/電子 C 級水表對用戶計量效益分析。
- 2.找出無計費水量(NRW)水量平衡表帳面損失水量的「水表不感度量」。

- 3.找出現行的機械表使用後之計量準度偏移(表差)之狀況。
- 4.研究用戶用水模式及用水習慣，做為水表選用依據。
- 5.發現用戶用水設備異常問題，主動告知用戶改善，以提昇自來水服務形象。

倘成效卓著，將挑選已建置之小區全面試辦電子 C 級水表收費，除可提高營收外，亦可降低漏水率。

### 三、文獻探討

(一)經濟部標準檢驗局依據國際標準 ISO 4064 : 1993 制定中國國家標準 CNS 14866，此標準乃是台灣自來水事業單位選用水量計的最高準則。CNS 14866 與 ISO 4064 將水量計(又稱水表)區分為 A、B、C、D 四種流量精度標準，D 級水量計是計量準確度最高的水量計，反之，A 級的水量計其計量準確度則為最低。開發中國家的自來水事業單位主要採用的水量計則介於 B 級與 C 級的水量計，已開發國家則多採用 C 級計量的水量計。但是因為水資源分配不均的問題，中東地區的以色列、阿拉伯聯合大公國等缺水國家則以裝置計量準確度較高的 C 級水量計為主，水資源短缺議題較不被重視的國家則採用 B 級計量標準的水量計為主。D 級計量的水量計雖然擁有最高等級的計量準確度，但是因為 D 級計量的水量計發展尚未成熟，目前主要應用在國家實驗室的計量使用，因此自來水事業供水單位目前皆無 D 級計量的水量計。

(二)Arregui, F., Cabrera, E. Jr., & Cobacho, R.

“Integrated Water Meter Management.” Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London,(2006 年)統計指出 C 級水量計其平均售水率約較 B 級水量計提高 2%至 3%；根據國際水協研究指出分區管網建置的重點是 C 級計量標準的電子式水量計，建置 C 級計量水表比 B 級計量水表將可提升 3.6%的營收，且口徑愈小之水量計可能因為用戶用水模式之因素而造成計量範圍的誤差愈大。如圖 2 所示，即可利用誤差曲線大略觀察 B 級與 C 級水量計兩者計量準確性之差異。此外，水量計可能因為精度、材質或量測公差等技術因素，使其計量準確度會伴隨使用年限，而造成更大的計量誤差，如圖 3 所示，以 15 mm 口徑之水量計為例，其計量誤差可能達 70 %以上

(三)探討 B 級與 C 級水量計之計量準確性與微小流量偵測的效能，必須先就兩者的技術特性與性能加以定義與說明。水量計的計量誤差會隨著流量的變化過程而產生差異。CNS 14866 對於水量計生產，標定四個流量點作為水量計技術參數的定義，其分別為：最小流量(Minimum flow-rate)  $q_{min}(1)$ 、分界流量(Transitional flow-rate)  $q_t(2)$ 、常設流量(Permanent flow-rate)  $q_p(3)$ 、超載流量(Overload flow-rate)  $q_s(4)$ 。根據此四個流量點將水量計的計量狀態劃分五個區域，如圖 4 所描述。

每只水量計依計量等級與口徑之不同皆有其流量範圍之規範，而流量範圍是指超載流量  $q_s$  與最小流量  $q_{min}$  所限制之範圍，



而此範圍以分界流量區隔為「上區」與「下區」兩個區域。水量計於上區內的計量誤差為 $\leq \pm 2\%$ ；下區內的計量誤差則為 $\leq \pm 5\%$ 。若以口徑 20 公厘速度型多重噴嘴式為例，其各等級之流量範圍如(表 1)所示。各等級相同口徑的水量計，其超載流量  $q_s$  與常設流量  $q_p$  都相同，而區別則是在於低流量區域，C 級水量計所能量測的範圍比 B 級水量計更為敏感與精確。

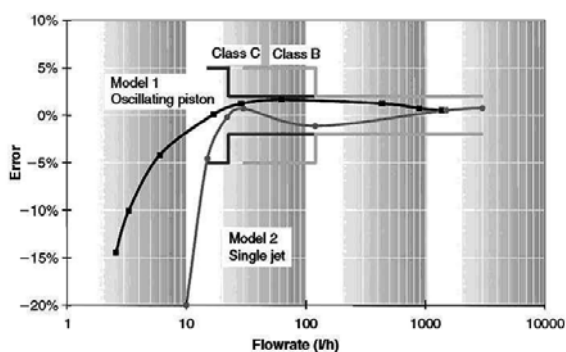


圖 2 B 級水表與 C 級水表的流量特性差異比較

資料來源：Arregui, F. J., E. Jr. Cabrera and R. Cobacho, "Integrated Water Meter Management" Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London, (2006), p.8-11.

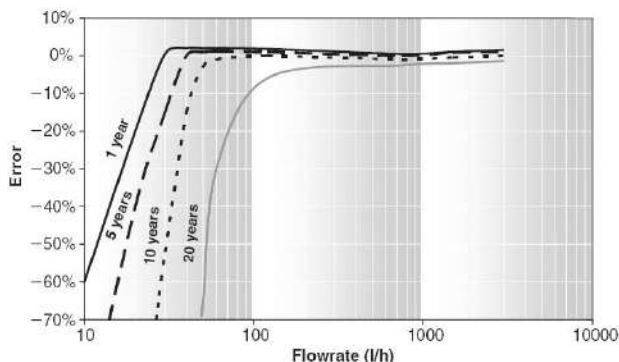


圖 3 依據使用年限，對於水表計量誤差的影響

資料來源：Arregui, F. J., E. Jr. Cabrera and R. Cobacho, "Integrated Water Meter Management." Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London, (2006), p.8-11

(四)水量計可分成四種類型：1.機械式水表、  
2.附加式電子水表、3.機電一體式電子水

表、4.全電子式水表。

機械式水表易因齒輪產生磨耗導致計量誤差；附加式電子水表則仍以機械式水量計齒輪傳動原理產生計量，傳動機件依舊存在磨耗問題。機電一體式電子水表則沒有齒輪磨耗問題，不因雜質異物造成齒輪損壞，並以電子元件感測裝置、乾式計量結構，大幅提升計量精準度，增加量測可信度，同時兼具全電子式水表的計量與智能管理功能，已廣泛應用於產業界、校園、智慧型住宅、市政大樓、用水節能自動化管理…等。小口徑的全電子式水表無機械元件產生的磨耗問題，但因價格昂貴，對於自來水事業單位、政府機關、產業界、校園及家庭用戶的建置與應用，難以達到使用與經濟效益的平衡，故目前難以適用於家庭用戶計量。水量計的選用根據計量原理、應用特點與應用缺點、傳訊效益、價格評比彙整綜合分類說明如表 2。

(五)目前國內用戶計量 40 公厘以下採用機械式水表，但在用戶計量 50 公厘以上及分區管網節能管理需求者，則大多採用機電一體式電子水表。機電一體式電子水表與傳統機械式水表最大差異除了運用不同計量構造原理，機械式水量計僅能呈現以齒輪帶動計算流量累計值，然而本案所使用機電一體式電子水表除了具有 LCD 電子顯示機算盤顯示累積流量，且附加多重智慧管理功能，並可外接顯示器、紀錄器或傳訊器，可輕易取得用戶用水分析資料，還能解決抄表困難、改善不當表位、提高抄見率、提升

售水率，也已具備日後用戶自動讀表或集抄功能；機電一體式電子水表的 LCD 顯示積算盤為直讀式 (direct-reading) (如圖 5)，抄表人員能夠直接讀取用戶用水資訊，也不會有如同溼式構造 (wet-type)

機械式水量計，在長期使用後，因水質污垢加劇齒輪磨耗問題，並因積算盤面汙損，導致水表值難以辨識 (如圖 6)，電子式與機械式水量計應用效益之差異如表 3。

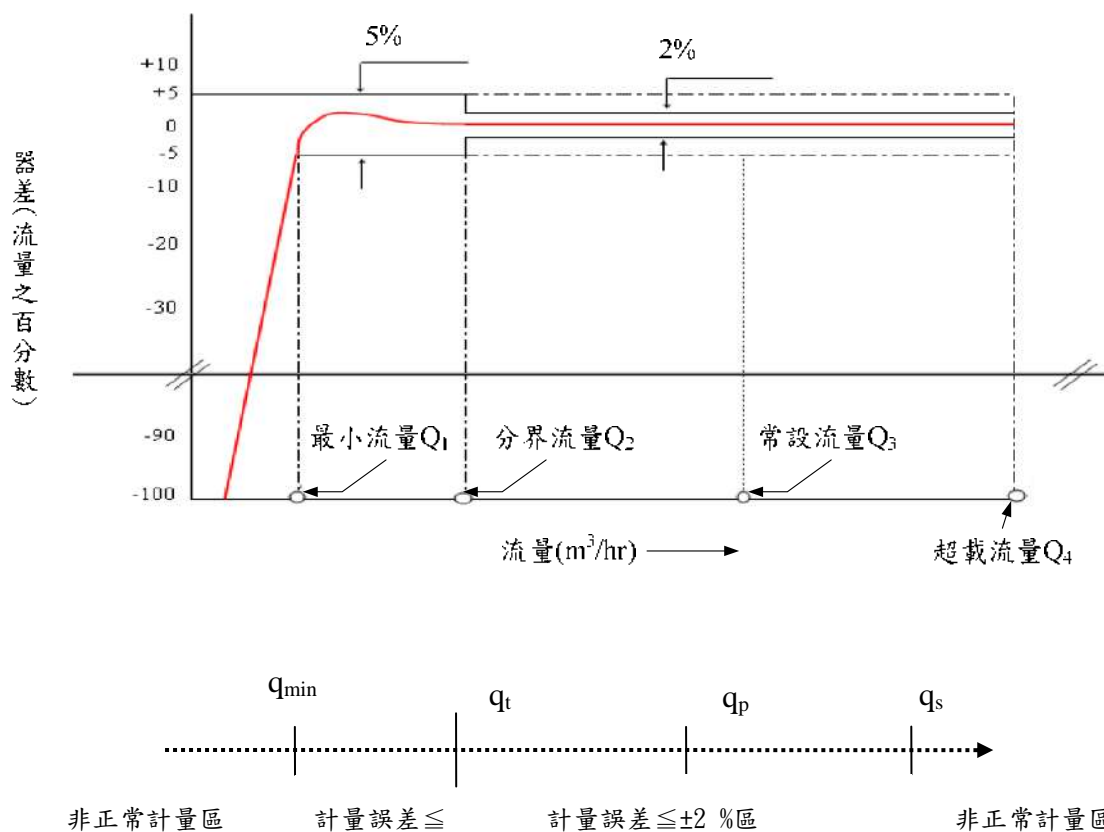


圖 4 水量計流量性能曲線圖

表 1 速度型多重噴嘴式(螺紋式水量計)20 公厘各等級之流量範圍比較表

水量計等級	B	C	D
流量範圍(m <sup>3</sup> /h)	0.05 ~ 5	0.025 ~ 5	0.019 ~ 5
下區法定器差範圍± 5 %	0.05 ~ 0.2 (不含)	0.025 ~ 0.0375 (不含)	0.019 ~ 0.03 (不含)
分界流量(m <sup>3</sup> /h)	0.2	0.0375	0.03
上區法定器差範圍± 2 %	0.2 (含) ~ 5	0.0375 (含) ~ 5	0.03(含) ~ 5

表 2 水量計綜合分類比較表

	機械式水表	附加式 電子水表	機電一體式 電子水表	全電子式水表
計量原理	齒輪帶動機械結構原理計量	機械式水表為基礎，外掛 RF 發射器/光電讀表器/脈衝輸出器，積算用水量	運用電子元件感測葉輪轉動，並以電子積算電路與軟體程式計算流量	運用電子元件量測水的流速進而換算成流量
應用特點	價格便宜	較機械水表增加了訊號傳輸功能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 更佳的線性度及靈敏度</li> <li>■ 乾式結構</li> <li>■ 多元智慧型管理與紀錄功能</li> <li>■ 非磁傳動，防磁干擾</li> </ul>	無機械元件磨耗問題
應用缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 機構或齒輪產生磨耗問題，計量準確度隨使用時間產生計量誤差</li> <li>■ 易受磁鐵干擾</li> <li>■ 無資料傳輸功能</li> <li>■ 無智慧管理功能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 機械表齒輪磨耗問題</li> <li>■ 附掛脈衝訊號傳輸彈跳及資料不同步，導致計量失真</li> <li>■ 易受磁鐵干擾</li> <li>■ 易受雜訊干擾</li> </ul>	價格略機械表高	價格昂貴；靈敏度不高
傳訊效益	無	脈衝、無線電傳輸	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 偵測用戶內部管線漏水</li> <li>■ 自我診斷功能、判斷故障原因</li> <li>■ 自動讀表應用，節省抄表人力、同步現場即時資料</li> <li>■ 進行用戶用水模式分析</li> <li>■ 數位編碼信號輸出，可連接各種傳訊設備，應用於 PLC 或即時監測與計量管理系統</li> </ul>	
價格	較低	低	中	高

資料來源：智慧電子水表管理應用與建置效益之研究(楊崇明、蘇政賢、陳宗霆、林于程)



圖 5 機械式水量計與電子式水量計顯示面盤之比較



圖 6 機械表齒輪磨耗、斷裂圖及機械表積算盤面汙損



表 3 電子式與機械式水量計應用效益之差異

性能項目	電子表	機械表
計量原理	電子元件感測，不感流量小	齒輪帶動計量，不感流量大
故障比率	1. 故障率低。 2. 無齒輪磨耗問題。 3. 乾式計量結構，積算器不受阻塞影響。	1. 故障率高。 2. 水量過大易加速齒輪磨耗。 3. 濕式計量結構，雜物容易卡在齒輪縫隙中。
故障判別	故障立即顯現警訊，可即時維修，減少水資源漏損。	當察覺計量異常（遲緩、不運轉），此時異常或故障已潛伏一段時程。
耐用性	長期使用所影響之計量誤差小。	因使用年限使機構或齒輪磨損，計量會逐漸失準。
附加功能	1. 漏水警示功能，可協助用戶偵測內部管線漏水。 2. 水量計故障，可自我診斷。 3. 可應用於自動讀表、集抄系統，節省抄表人力。 4. 可連接記錄器，進行用戶用水模式分析。 5. 具數位通訊功能，可引接各種傳訊設備，應用於 PLC 或即時監測系統。	無

資料來源：C 級電子式水量計經濟效益評估研究（楊崇明、蘇政賢、陳宗霆）

#### (六)用水模式分析種類之運用：

藉由水表紀錄器蒐集之數據資料瞭解各類型態用戶之用水模式

##### 1.用戶型態

隨機挑選公寓、大樓、社區別墅、連棟住宅等等不同型態之用戶特性，觀察其用水量、用水習慣、使用頻率…等是否影響水量計計量。

##### 2.用水模式

(1)直接用水：藉由給水栓及衛生設備之閥門操作直接調整流量大小。

(2)間接用水：藉由蓄水池水面浮動上下而自動開關閥門，常見控制方式為

a.浮球閥：藉由水面高低影響浮球位置以控

制進水量大小。

b.定水位閥(電磁閥)：藉由浮動凡而(電磁閥)作子閥引導以控制母閥體，進而達到開關水之動作。

(3)混合式用水：結合直接用水與間接用水供水方式。

##### 3.瞬間流量分析

依個別用戶記錄區間之流量累積值差異，推算每段區間之瞬間流量，橫座標為時間，縱座標為瞬間流量，可繪製瞬間流量曲線。一般可觀察其每小時流量，並將實測流量值與水量計流量特性比較，如對照不感流量、最小流量、分界流量及常設流量，是否超出特性表範圍，經常超出最大流量者，水

量計易造成損壞，低於最小流量者，會造成不感流量。

#### 4. 夜間用水量分析

一般而言，在用戶用水較少時，會測得瞬間流量最小值，故當夜間大部分人都在睡覺(無用水)，若仍有流量進出或持續性的用水，其原因可能是用水設備異常或漏水，應主動通知用戶注意。

#### 5. 流量貢獻分析

由密集流量記錄與分析，可清楚的看出水量計的流量分佈比率，可藉由圖形來判斷用戶用水量落點分配是否合宜，如均在最小流量至常設流量範圍，即屬正常，倘均用水量落點分佈大於常設流量或低於最小流量，應屬不正常，可藉由電子表記錄分析用戶水表口徑是否適當。

#### 6. 流量分佈分析

由密集流量記錄與分析，可清楚的看出水量計在各個流量點的工作時間分佈比率，藉由圖形來判斷用戶用水量落點分配是否合宜及水量計的工作時間。

### 四、實施期間及計畫內容

#### (一) 實施期間

第一階段：原有機械 B 級表與新電子 C 級表比對-2013 年 12 月 20 日至 2014 年 1 月 17 日。

第二階段：新機械 B 級表與新電子 C 級表比對-2014 年 1 月 17 日至 2014 年 2 月 19 日。

#### (二) 計畫內容

1. 第一階段由四區處台中服務所、大里服務所及霧峰營運所對不同的用戶型態有公寓、大樓、社區別墅、透天厝隨機挑選 20 公厘用水戶 30 處，期找出不同型態的用戶

對 B/C 級表是否有影響計量因子。

2. 第二階段由四區處物料課隨機挑出 30 只未使用過之機械 B 級速度型多重噴嘴式(螺紋式)水量計及 30 只未使用過經型式認證檢定合格之電子 C 級速度型多重噴嘴式(螺紋式)電子式水量計，安裝前都先於 TAF 流量實驗室依據台水公司水量計規範螺紋表口徑 20 公厘檢驗流量點檢測 C 級第 1 點、C 級第 3 點、B 級第 1 點、B 級第 2 點、B 級第 3 點、B 級第 4 點、B 級第 5 點、B 級第 6 點，確認每只水表各流量點之器差範圍後，再進行改裝將電子 C 級螺紋水表串連既設原有機械 B 級螺紋水表(圖 1)，並在電子 C 級水量計加裝水表紀錄器分別進行連續密集的 10 秒紀錄 1 週及每分鐘記錄 3 週的用戶用水流量變化，做為效益差異分析。

3. 將已拆回原既設在用戶原有機械 B 級水表委託 TAF 流量實驗室依據台灣自來水公司水量計規範螺紋表口徑 20 公厘檢驗流量點檢測 C 級第 1 點、C 級第 3 點、B 級第 1 點、B 級第 2 點、B 級第 3 點、B 級第 4 點、B 級第 5 點、B 級第 6 點，確認每只水表各流量點之器差範圍，做為後續效益比對分析參考。

4. 將 B 級水表及 C 級水表二階段所測得之總用水量計算出總售水量效率率，計算公式如下。

總售水量效率率

$$= \frac{\text{電子C級水表總用水量}(m^3) - \text{機械B級水表總用水量}(m^3)}{\text{機械B級水表總用水量}(m^3)} \times 100\%$$

5. 檢討 B 級水表及 C 級水表用水量差異性分析

由C級電子水表密集流量記錄繪製雙軸曲線圖、流量貢獻比率圖、流量分佈比率等圖形來判斷用戶用水量落點分配是否合宜，如落分界流量點以下即屬於C級水表之效益，落點在最小流量至常設流量範圍，即屬正常，倘均用水量分佈大於常設流量則應注意是否易造成水表故障。

### 6.統計分析

對更換水表計量等級增加的營收效益應予分析統計。

## 五、計畫執行結果

第一階段，原有機械B級水表與新電子C級水表總用水量效益平均約增加9.69%。

第二階段，新機械B級水表與新電子C級水表總用水量效益平均約增加22.1%。

## 六、效益分析

### (一)有形效益：

1.透過較高計量等級的電子C級水表確實能改善不感計量的問題，新電子C級表總用水量與原有機械B級表計算效益率後提升9.69%，新電子C級表總用水量與新機械B

級表效益率提升更達22.1%，無論是跟原有機械B級水表或新機械B級水表，都有顯著的效益，可大幅提高營收。

- 2.電子C級水表可以靈敏的偵測到極低的水量，仍是本次研究具效益的原因，用戶表後若有微量漏水，以往都認為漏愈多水公司可以收到的售水量會愈多，但此次發現機械B級表並無法計量微量的漏水(如圖7)。
- 3.在一般用戶的生活當中如節水器水龍頭、馬桶沖水後水箱進水末端段時微量進水(圖8)、蓮蓬頭或水龍頭、馬桶水箱等用水設備不定期沒有緊密關閉或異常(圖9)、清洗蔬果農藥殘餘或清洗碗盤時以微量水進行浸泡溢流...等等用水行為，有太多的用水行為存在著微量用水習慣(如圖10)。
- 4.採用浮球閥控制閥體的開啟與關閉動作所需時間相對較定水位閥長，用戶用水時水池開始進水與關水時用水變化是由緩增到緩降(圖11)，造成不感流量比率偏高。
- 5.採用定水位閥但因用水設備異常，仍會存在著不感流量的問題(圖12)。

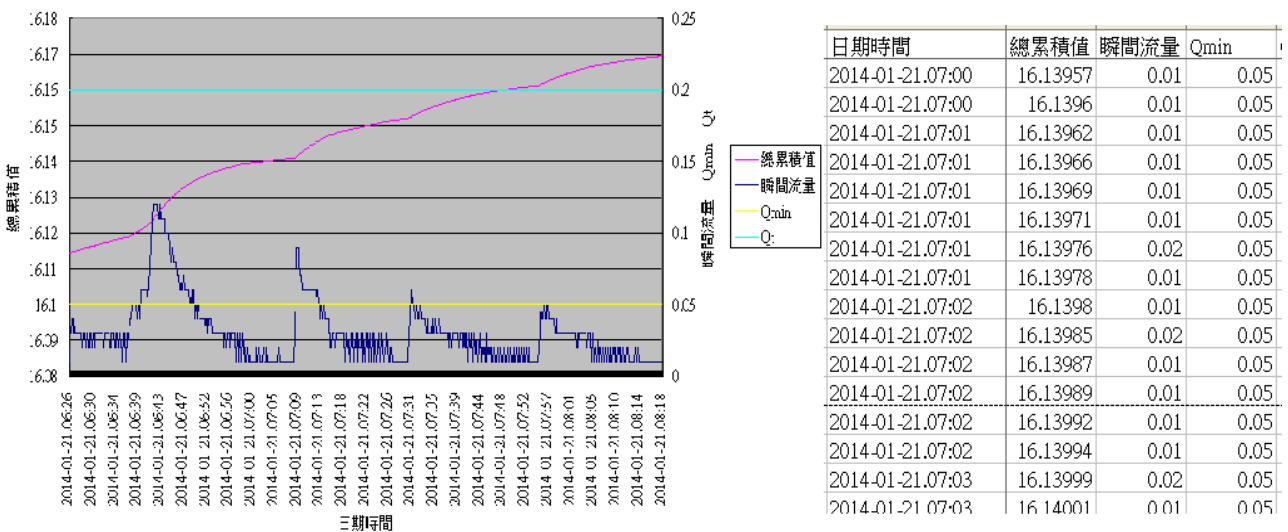


圖 7 用戶疑內線漏水

日期-時間	總累積值	瞬間流量	B級最小流量	B級分界流量
2014-01-06.17:11	5.69011	0	0.05	0.2
2014-01-06.17:12	5.69122	0.07	0.05	0.2
2014-01-06.17:13	5.69316	0.12	0.05	0.2
2014-01-06.17:14	5.69316	0	0.05	0.2
2014-01-06.17:15	5.69378	0.04	0.05	0.2
2014-01-06.17:16	5.69383	0	0.05	0.2
2014-01-06.17:17	5.69419	0.02	0.05	0.2
2014-01-06.17:18	5.69603	0.11	0.05	0.2
2014-01-06.17:19	5.69627	0.01	0.05	0.2
2014-01-06.17:20	5.6968	0.03	0.05	0.2
2014-01-06.17:21	5.69732	0.03	0.05	0.2
2014-01-06.17:22	5.70168	0.26	0.05	0.2
2014-01-06.17:23	5.70746	0.35	0.05	0.2
2014-01-06.17:24	5.70867	0.07	0.05	0.2
2014-01-06.17:25	5.7089	0.01	0.05	0.2
2014-01-06.17:26	5.70899	0.01	0.05	0.2
2014-01-06.17:27	5.70904	0	0.05	0.2
2014-01-06.17:28	5.71493	0.35	0.05	0.2
2014-01-06.17:29	5.71988	0.3	0.05	0.2
2014-01-06.17:30	5.72057	0.04	0.05	0.2

圖 8 馬桶沖水末端微量進水

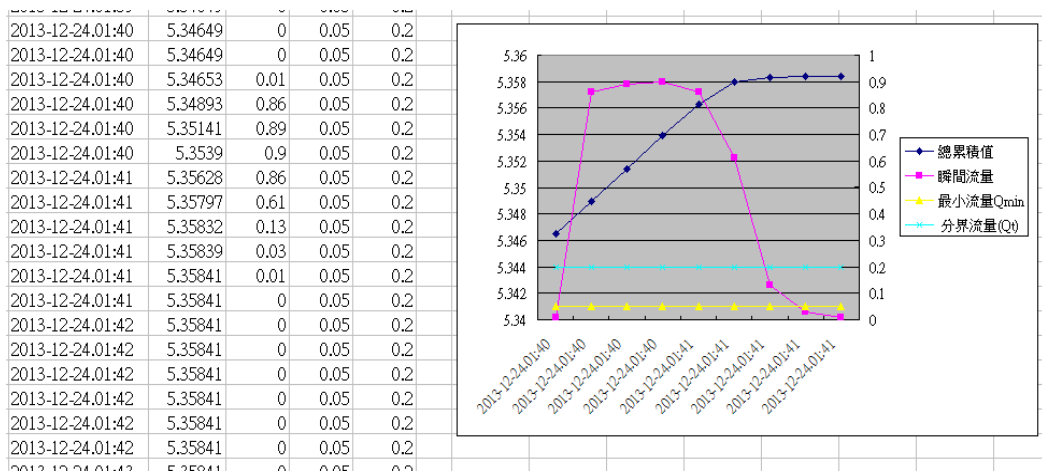


圖 9 洗澡蓮蓬頭或洗手水龍頭沒有緊密關閉

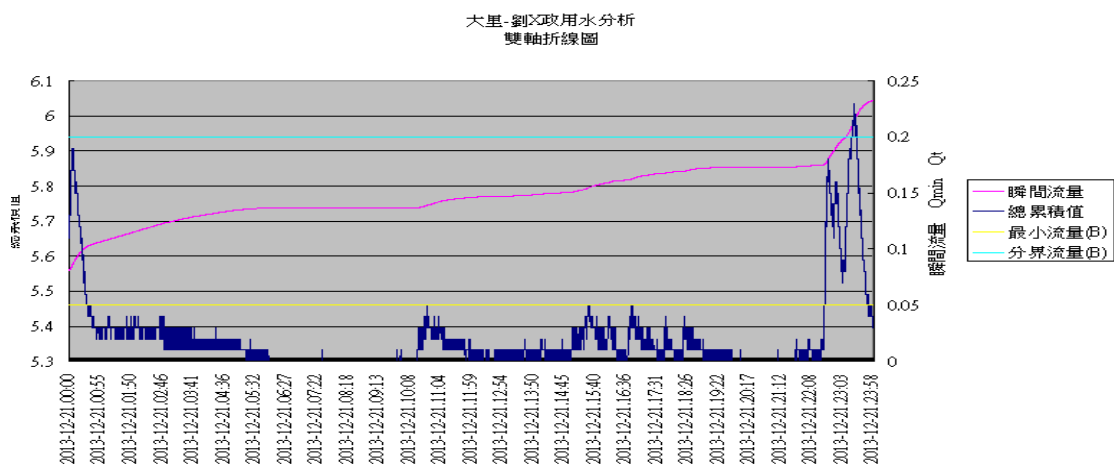


圖 10 太多的用水行為存在著微量用水習慣



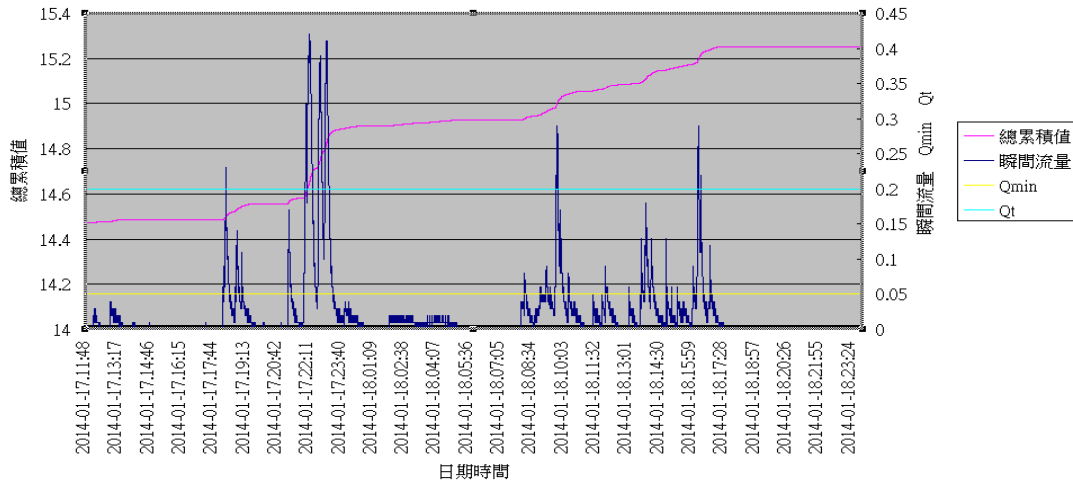


圖 11 浮球閥進水與關水緩增到緩降不感流量

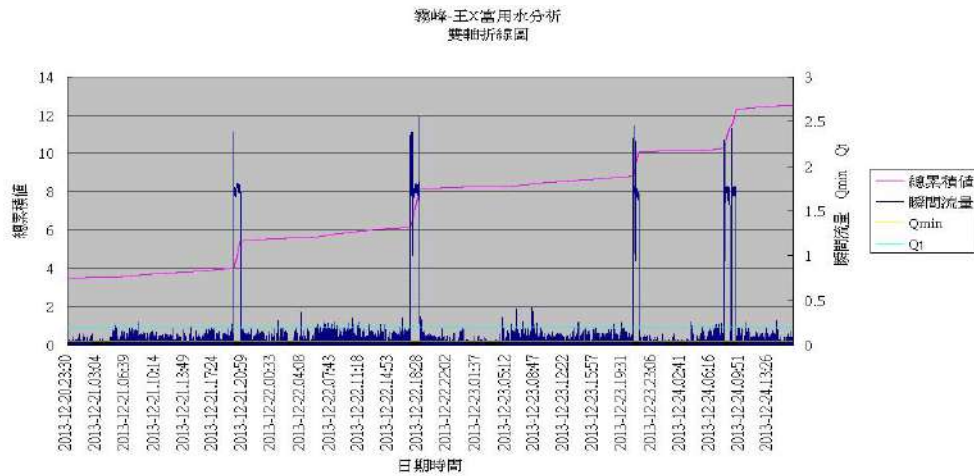


圖 12 定水位閥但用水設備異常

(二)無形效益：

- 1.藉由主動掌握用戶用水狀況及用水習慣，可以做為供水調配之依據，不但可以提昇服務品質及用戶滿意度，對提昇公司專業形象與信譽，亦著有助益。
- 2.由此研究中發現用戶用水量偏高，若主動通知用戶內線漏水，提昇客戶對公司之信賴，且減少水資源的浪費。
- 3.設有水塔之用戶，研究發現無論是定水位閥裝置或浮球閥皆會有不感計量之損失，如何讓雙方的交易更具公平將是後續該討

論的方向。

- 4.由新、原有水量計安裝前或安裝後的檢驗，證實目前國內水量計業者的品質水準管理相當良好，也代表自來水公司水表的採購、驗收程序相當精實，對廠商的控管嚴苛，才能要求所有業者的品質皆相當良好。
- 5.因電子表可以藉由安裝記錄器用戶瞭解用水行為及頻譜分析，藉此可以瞭解用戶用水習慣，可提升台水公司計量品質。

(三)其他效益

1. 由此研究發現若用戶內線有大漏水現象時，用戶往往會主動發現而將漏水排除，但反而是微量漏水部份是在 B 級水量計的負器差或不感流量範圍，用戶漏水愈嚴重則本公司的損失相對也增高，故需採用較高感度計量等級的 C 級水表來防範。
2. 電子表容易抄表，可避免抄表誤差所引起的用戶糾紛，亦可避免機械表積算盤面因青苔、水氣無法辨識之問題，也可安裝遠隔顯示器，解決因表位不當，抄表困難的問題。
3. 電子 C 級水表已具備條件可發展水表集抄或自動讀表，將可減少人工讀表與避免人工抄表受環境的限制，以及可透過用水查詢網頁使用戶獲得即時用水資訊與即時發現住宅管線漏水情形。
4. 電子 C 級水表計量，會減少帳面損失水量，除了增加營收外，亦可提升售水率。
5. 電子 C 級水表具有每月 1 日記錄功能(猶如同步抄表)，在執行售水率分析時，可避免抄表及營收系統間數據傳輸誤差。
6. 電子 C 級水表特定時間記錄流量功能(可抓到夜間最小流量)，且在做間接法及直接法售水率分析時，亦可輕鬆取得真實數據。

#### (四)以汰換水量計增加的成本與給水收入效益作試算

於此次的電子 C 級水表與機械 B 級水表串連同時比對，在新電子 C 級表總用水量與原有機械 B 級表計算效益率後提升 9.69%，新電子 C 級表總用水量與新機械 B 級表效益率提升更達 22.1%，確定電子 C 級水表無論是對既設原有之機械 B 級水表或新設之機械 B 級水表都具有降低漏水率暨提升售水率之明顯效益，電子 C 級水表除計量精度高、流

量範圍廣，且具有數據記錄分析功能及做為日後台水導入智慧型水量計(AMI)之基礎設備，符合現代水資源管理整合系統的技術要求。

為了確認此計畫是可被執行及具有效益，日後可全面汰換電子 C 級水表，2014 年 4 月止第四區管理處用戶水表裝置數量統計如下：13 公厘 116,909 戶、20 公厘 947,804 戶、25 公厘 39,082 戶、40 公厘 11,241 戶。故就第四區管理處 2013 年 06 月至 2014 年 05 月間，20 公厘用戶數及 20 公厘用戶給水收入與目前總公司 103 年購買 20 公厘機械 B 級水表成本及廠商電子 C 級水表之報價做效益評估，只要電子 C 級水表與機械 B 級水表的提升之售水量效益達 4%，就具有全面將機械 B 級水表汰換成電子 C 級水表效益。

評估計算值如下：

1. 電子 C 級水表廠商報價：1,300 元/只
2. 機械 B 級水表 103 年購置成本：700 元/只
3. 機械 B 級水表換成電子 C 級水表成本：增加 600 元/只
4. 四區處 102 年 06 月~103 年 05 月 20 公厘平均用戶數：937,386 戶
5. 採購電子 C 級水表增加成本：  
 $937,386 \text{ 戶} \times 600 \text{ 元/只} = 562,431,600 \text{ 元}$
6. 四區處 102 年 06 月~103 年 05 月 20 公厘給水收入：1,899,676,290,996 元
7. 汰換成電子 C 級水表提升 4%售水率效益  
 $= \text{一年的給水收入} \times 4\% \times \text{水表使用 8 年} - \text{採購電子 C 級水表增加成本}$   
 $1,899,676,296 \text{ 元} \times 4\% \times 8 \text{ 年} - 562,431,600 \text{ 元} = 45,464,815 \text{ 元}$   
每年可增加給水收入 = 5,683,102 元
8. 依本次研究計畫效益至少有 9%，可增加之

給水收入 = 1,899,676,296 元 × 9% × 8 年 -  
5,62,431,600 元 = 805,335,333 元  
則每年可增加給水收入 = 100,666,917 元

## 參考文獻

1. 亓培耀，淺談對C級水錶的應用研究，城鎮供水，2：40-43，2009。
2. 台灣自來水公司第九區管理處，實施大型水量計營收管理研究計畫，2007。
3. 淡江大學，提升水量計功能強化用水管理之育成計畫，2012。
4. 俞立平，台北自來水以小區計量降低無計費水量之研究，中華大學營建管理研究所碩士論文，2007。
5. 林清鑫，自來水區域計量水量計與壓力監測管理系統建置探討，第26屆自來水研究發表會，2009。
6. 游本志、蘇柏睿，分區計量管理用表分析與探究，第29屆自來水研究發表會，2012。
7. 周國鼎，評「漏水率」作為漏水防治績效指標之適當性，第29屆自來水研究發表會，2012。
8. 顏萬益，加強量水器營收管理研究，第29屆自來水研究發表會，2012。
9. 王藝峰、朱家興、潘志銘、劉世翔、蔡易廷、仇士愷，提升水量計功能以強化用水管理之研究，第29屆自來水研究發表會，2012。
10. 黃佑仲，從抄表收費到計量管理－淺談水錶在供水行業中的新角色，2010。
11. 楊崇明、蘇政賢、陳宗霆、林子程，C級電子式水量計經濟效益評估研究，2010。
12. 楊崇明、蘇政賢、陳宗霆，智慧電子水錶管理應用與建置效益之研究，2012。
13. 經濟部標準檢驗局，中國國家標準CNS 14866，2004。
14. 經濟部標準檢驗局，中國國家標準CNS 14866，2012a。
15. 臺北自來水事業處，自來水用戶表位改善暨抄表成本降低之探討，2007。
16. 臺北自來水事業處，用戶用水分析報告，2010
17. 臺北自來水事業處鄭國華、賈允成、廖宜洋、黃騰宏，大型水量計用戶用水模式之建置與應用，2005。
18. 蘇峻民、江俊霖、何宜霖，水量計國際規範及國內相關電子性能試驗技術發展現況，標準與檢驗，156：35-42，2011。
19. 今週刊，以色列荒漠奇蹟，2011。
20. 電子水量計，  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%BB%E5%AD%90%E6%B0%B4%E9%87%8F%E8%A8%88>，2012。
21. Malcolm Farley, Gary Wyeth、Zainuddin Bin Md. Ghazali、Arie Istandar, Sher Singh, The Manager's Non-Revenue Water Handbook - A Guide to Understanding Water Losses (無收益水量管理手冊-理解供水管網漏損之指南)，2008。
22. Arregui, F. J., E. Jr. Cabrera and R. Cobacho, , Integrated Water Meter Management. Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London. <http://www.pikeresearch.com/newsroom/global-investment-in-smart-water-meters-to-reach-4-2-billion-by-2016>. 2006。
23. International Water Association, 2010, Water Balance.

## 作者簡介

### 林清鑫先生

現職：台灣自來水公司第四區管理處副理

專長：自來水工程、水資源管理

### 林玫君女士

現職：台灣自來水公司第四區管理處 業務課課長

專長：業務管理分析