

總水量管理系統在分區計量應用之研究— 以台灣自來水公司第九區管理處為例

李嘉榮¹、林裕翔²、巫怡穎³、黃國永⁴

1 台灣自來水公司第九區管理處經理 2 工務課長 3 技術士 4 第十二區管理處技術士

摘要

台灣年年都面臨可用水源的不足所苦惱，其主要原因可分為海島型的台灣年降雨量分佈甚不平均、東高西低的地勢難以留住可用的水源、管線老舊難以全面改善漏水率；位居於台灣東部的花蓮縣更是難以依照傳統的人力運作方式有效管理水資源。由此可知，縱使台灣年平均降雨量約為世界平均之 2.6 倍，但民眾可用水源卻只有世界平均的 1/6，由此可知，「沒有計量就沒有管理」，如何善用計量方式管理水資源，並深度地解決管線漏水率問題，實屬重要。因此本研究將以長期售水率不佳的花蓮縣港口小區為例，以分區計量方式建置水量水壓管理系統，搭配起動流量低的 C 級電子式水量計與自備電源的無線傳輸介面，藉由密集的記錄監控管網流量與壓力，進而有效改善管線漏水率，並且利用水壓管理的掌控改善管線復漏狀況與修漏的品質，以期全面提升台灣水資源營運與管理之效率。

關鍵詞：管線漏水率、分區計量、C 級電子式水量計、無線傳輸介面

ABSTRACT

Taiwan has always been annoyed every year by the scarcity of water supply which can be attributed to the following factors, including unequal annual rainfall distribution, uneven geographical terrains which are hard to save water and outdated pipes which lead to serious leakage problems. Hualien County, which located in the Eastern Part of Taiwan, still use manpower to manage water resource traditionally. Even though the annual average rainfall in Taiwan is 2.6 times, the public only has average one of sixth clean water to use when compared with other countries. From the above-mention data, it can be seen that “No Metering, No Management” and the issue of managing water resources by using metering application well and solving the problems of pipes leakage practically play a significant part in the water supply system.

The paper intends to discuss the effectiveness of improving pipes leakage problems by installing Class C electronic water meter and build-in battery wireless transfer interface with the concept of DMA in Harbor District in Hualien County. The water-flow and water-pressure management system can record and monitor water volume and pressure data intensively so as to reduce the percentage of pipes leakage. In addition, the water pressure

monitoring system can also help improve recurring pipes leakage conditions in order to elevate the efficiency of water supply operational performance and management entirely in Taiwan.

Key Words: The Percentage of Pipes Leakage, DMA (District Metered Areas), Class C Electronic Water Meter, Wireless Transmission Interface

I. 研究背景與動機

1. 研究背景

台灣自來水公司第九區位於花蓮縣，此區面積貴為各縣之冠，多山地形占全縣面積高達 90%，平原面積僅佔 10%。此地區地形崎嶇不平，平時輸配水管線所需壓力較其他地區大，管線破管現象發生的機率也較高；此外，若發生售水率不佳時，本區也會因廣大的地形面積，造成管理者難以即刻查探管線破管之處。鑒於先天地理環境所造成的限制之外，管理者若考量採用一般自來水檢漏方式，如壓力控制法、被動修漏法、定期聽音法、分區計量法、小區測漏法等，唯有分區計量（District Meter Areas, DMA）較符合自來水事業單位長期的效益。因此，本研究將以長期售水率不佳的花蓮縣港口小區為例，建置水量水壓管理系統，進而提升整體營運績效。

2. 研究動機

台灣自來水公司第九區處因幅員廣大，地形分配不均且輸配水管線過長，若是輸配水管線發生破管之時，管理者難以即刻派員進行修復，導致管線若發生破管，其漏水之量難以估計。故本區將採用分區計量模式，並且參考台灣自來水公司第四區處建置的經驗，建置一套真實記錄供水之水量與水壓之系統，大幅提升本區輸配水管線管理之效益。此外，本套系統乃是透過無線回傳水量計與壓力等數據資料，以便管

II. 水量水壓管理系統建置

本研究以長期售水率不佳的花蓮縣港口小區為

理人員即時掌握分區管網中的夜間最小流與每日用水量，並且根據此系統的資料即刻調整輸配水管線的壓力，減緩管線嚴重漏水之區域，並且控制淨水場的出水量，降低管線漏水率，提升本區的售水率，進而讓民眾用水無虞。

3. 研究方法

本區將藉用分區計量模式，建置水量水壓管理系統，並且搭配高靈敏度、起動流量低之 C 級計量等級的水量計，搭配自備電源的無線傳輸讀表介面，藉由密集記錄與傳輸的方式，達到即時監控管網流量與壓力，並且運用 Google Map 所連接的圖台，清楚標示出每個所建置的流量點、壓力點。然而此套系統的建置不只是涵蓋硬體，其後端的軟體也因管理者的不同需求，進而架構不同的趨勢圖。如能夠判斷漏水情況的夜間最小流（Minimum Night Flow-MNF），異常的曲線圖也能協助管理者發現管線破管現象，藉以縮短發現管線漏水至管線修復的時程，進而降低令人詬病的漏水率。此外，水壓管理系統的執行也能讓管理者隨時掌控管線復漏的情況，確保管線修漏效率的品質。重要的是，水量水壓管理系統能每日密集記錄流量與壓力的數據資料，每日立即傳送各區域的用水現況，以求當某區域之水量與水壓發生異常狀況時，管理人員能夠於第一時間採取應變措施，大幅提升水資源營運與管理效益，並且善用珍貴水資源。

例，主要因此地區位於花蓮縣南端，若採用傳統的聽音法逐點檢驗管線漏水便需耗費半天的時程，而且效

果不彰。故此次採用分區計量之概念，除了彙集水量與水壓數據外，管理者也能根據夜間最小流所得到的資料，研判漏水情況。國際水協（International Water Association-IWA）曾表示夜間最小流涵蓋了淨夜間流量（Net Night Flow-NNF），而淨夜間流量又可分為背景漏水（Background Leakage）與破管漏水（Burst Leakage）兩種。背景漏水乃為供水管網中給水配件所造成的漏水，因其為微量滲漏故難以偵測；破管漏水則是供水管網中管見破損所造成的可偵測漏水，也就是過往俗稱的暗漏。

1. 安裝環境評估與設備的選用

建立水量水壓管理監測系統時，建置人員需先行考量以下兩項因素。現場的用電模式，如現場可供電或是現場供電困難；系統建置所選用的通訊模式，此部分則根據系統建置的需求進行考量，如需密集即時傳訊、非移動式安裝位置則考慮非對稱數位式線路（ADSL）；不需即時與密集傳訊地點、非移動式安裝則考慮公眾交換電話網路（PSTN）；需即時傳訊並且搭配密集傳訊、可移動式安裝則考慮通用封包無線服務（GPRS）；不需即時與密集傳訊地點使用、可移動式安裝則考慮全球行動通訊系統（GSM/SMS）。除了考量以上通訊與用電模式之外，電子式水量計與通訊設備的選用也扮演關鍵角色。

2. 量衡器的選用標準

國家標準 CNS14866 所制定的水量計型式認證規範表示，等級 D 級的計量準確度最高，等級 A 級的計量度量等級最低，目前已開發國家普遍使用 C 級計量標準的水量計（俗稱水表），而台灣也逐漸全面從 B 級計量等級的水量計汰換成 C 級計量等級的水量計。除了降低水量計的不感流量並且同時提升計量的精確度，許多研究報告都已指出 C 級計量等級的水量計，不論從經濟效益或是計量的準確度來看，Arregui, F., Cabrera, E. Jr., & Cobacho, R. (2006) 表示 C 級計量的水量計，平均售水率遠比 B 級水量計提高 2%~3%。此外，C 級計量標準的電子式水量計（如圖 1）因其計量精度高、流量範圍廣、俱備許多功能性的數據記錄與分析功能，且能進行無線傳輸系統的建置，將是

下一世紀水資源管理的新利器。



圖 1. C 級計量電子式水量計

3. 電子通訊設備的建置

通訊設備的建置於現場安裝環境時，建置人員需考量溫度、濕度、地點與氣候等因素。根據水量水壓建置系統實例可得知，裝置人員可於現場安裝環境設置儀表箱（Metering Box）（如圖 2），一併將傳輸設備、用電系統、資料記錄器等設備安裝於儀表箱內。此外，如何防止人為破壞或是外在不可預期之因素，破壞儀表箱內的水量、水壓傳訊記錄器（如圖 3）、裝置於現場的電子式水量計等設備，進而導致電子裝置的損壞，也需納入考量。現今因台灣電子科技技術的成熟，許多電子傳輸的設備與器材都已俱備 IP68 防塵防水之功能，故建置人員裝設電子通訊設備時，應多加考量以上所述的因素。



圖 2. 現場建置儀表箱



圖 3. 水量水壓傳訊記錄器

4. 壓力傳送器的選用

建置水量水壓即時監測管理系統所需的壓力傳送器，須能夠將實體信號與普通電信號，轉換輸出成標準電信號，或者為俱備通信協定輸出方式的電子式壓力傳感器。此外，電子式壓力傳感器也需有 IP68 防護的標準，以免因裝置地點的異常氣候因素造成電子式壓力傳感器無法正常運作。

III. 港口小區流量與壓力監測系統建置實例

1. 水量水壓管理監測系統架構圖

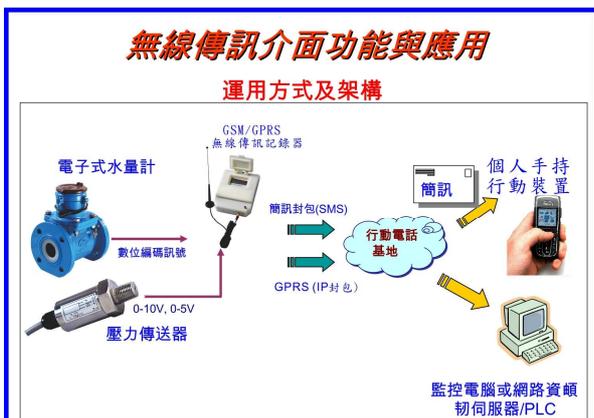


圖 3. 區域計量流量壓力監測系統架構圖

花蓮縣港口小區所建置的系統架構圖如圖 3，從此圖可得知當地建置的流量計量與壓力監測系統基本架構圖。本研究所採用的是通過型式認證的 C 級電子式水量計，並且在已劃分之分區計量點架設流量監測點，同步監測瞬間流量與累積流量；此外，每只計量

表旁也設置 0~10 Bar 的壓力傳送器，並且透過傳訊記錄器，即時回傳壓力值。電子式水量計輸出的數位編碼訊號與壓力傳送器輸出的類比訊號則同步與 GSM/GPRS 無線傳訊記錄器作同步的連接，並且利用 GSM 的傳輸模式以簡訊封包方式進行資料回傳，然後第九區管理處所裝置的簡訊接收器將於網頁伺服器同步接收 GSM/GPRS 無線傳訊記錄器所回傳的資料。

2. 系統建置點位列表



圖 4. 讀表圖台畫面右側樹狀圖列出玉里營運所、鳳林營運所及花蓮給水廠三廠所

第 9 區管理處的玉里所、鳳林所、花蓮給水廠的水量水壓讀表管理圖台分別呈現於圖 4。



圖 5. 玉里營運所

圖 5 所呈現的讀表圖台為玉里營運所，其底下涵蓋的回傳點有東里、玉里、松浦、紅葉、舞鶴。管理者只需要點擊各別回傳點，便可了解各別區域即時的流量與壓力資訊，而這些資訊都是即時更新，若有任何異常狀況發生，管理者也能即刻作出警急處理。



圖 6. 瑞穗中區由瑞穗低地區、鶴岡、瑞良、自強、正北等小區組成

分區管網回傳部分為瑞穗中區（如圖 6），此區域分別由瑞穗低地區、鶴岡、瑞良、自強、正北等小區組成，各別區域分別結合了 Google Map，以便管理者進行即時監控與管理。

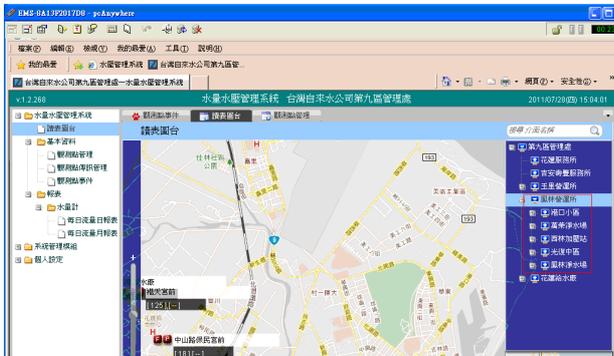


圖 7. 鳳林營運所

鳳林營運所（如圖 7）則分別由港口小區、萬榮淨水場、西林加壓站、光復中區、鳳林淨水場所組成，此地所設置的定點回傳則有萬榮、鳳林與西林加壓站。

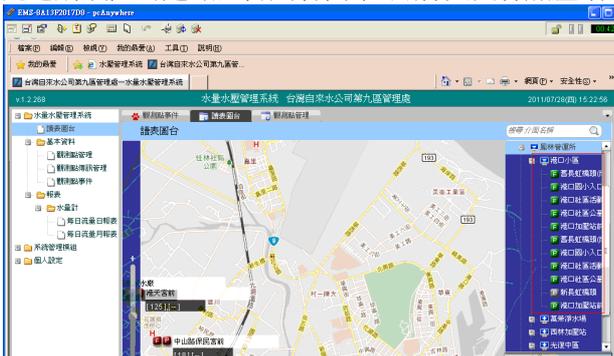


圖 8. 港口小區

分區管網回傳部分計有港口小區，港口小區（如圖 8）則由港口加壓站、舊長虹南側、長虹橋北側壓力點、港口國小、活動中心、社區公墓所組成。此區域共裝置 6 處回傳點，其中長虹橋南側、港口國小、港口活動中心與港口公墓四處為流量與壓力回傳，港口加壓站與新長虹橋北側僅回傳壓力。根據系統顯示，舊長虹橋南側發現夜間最小流有 8 m³/h，然而經

過鳳林所於二月份進行表後管線修漏作業後，夜間最小流則降為 4 m³/h。但是同年度的四、五月份因現場進行道路施工，現場疑似管線有遭受損害導致此區的夜間最小流又回覆至 8 m³/h，經由管理人員發現之後，立即派遣修復人員前往進行改善，目前夜間最小流已回覆至 4 m³/h。

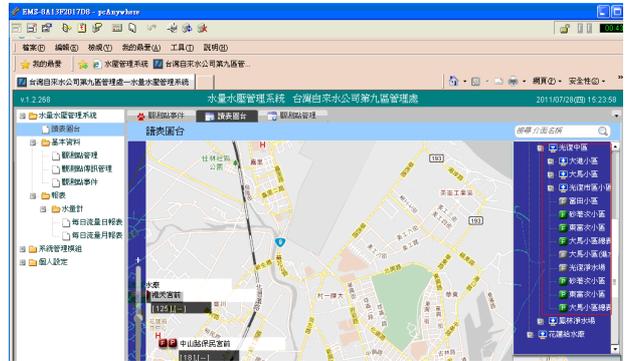


圖 9. 光復中區讀表圖台

光復中區則由大馬小區、光復淨水場、富田小區、砂荖次小區、東富次小區組成。

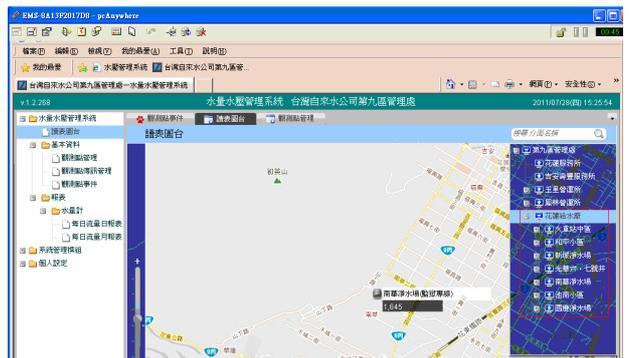


圖 10. 花蓮給水廠讀表圖台

花蓮給水廠讀表圖台（如圖 10）所設置的淨水場回傳點總計有新城、光華六號七號井、南華（監獄專線）、國慶淨水場等。此處所設置的回傳點有火車站中區、和平小區、池南小區。

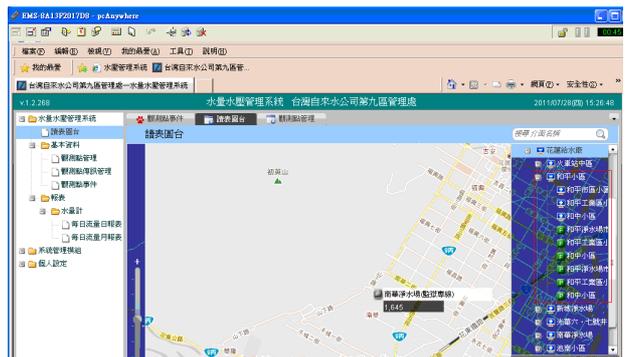


圖 16. 每日流量日報表

3. 水平衡功能管理

水平衡管理功能表（如圖 17）乃是採用國際水協所公佈的水平衡表，以 1+1+1=3 基本的概念作運用。此管理系統增設水平衡功能欄位，有助於系統自動結算出分區管網中尚未建置電子式水量計的區域，但是系統能夠根據水平衡表自動計算用水實況。有別於傳統的人工計算，水量水壓管理系統的建置讓水資源管理系統的管理效能大幅提升。

小區 (7)		
	瑞穗高地區	2,539
	瑞穗市區小區	1,054
	大馬小區	643
	光復市區小區	-809
	富田小區	953
	和平市區小區	406

圖 17. 水平衡管理功能表

4. 人員使用狀況控管

第九區之水量水壓管理系統除了上述之多樣化的管理功能之外，每個人員都入都需要一組帳號及密碼，避免非管理人員進入管理畫面進行數據的竄改。此外，總管理者也可透過各區域之管理員登入狀況統計畫面，了解每一分區之管理員是否有正常管理各自負責之區域，並且隨時掌握花蓮縣輸配水管線的營運效益，然後整體提升全台水資源管理與應用。

實際案例

圖 18 之水量水壓管理案例圖所呈現的是 2011 年 7 月 1 日之大馬小區供水之趨勢圖，此圖的橫軸是時間表，縱軸是流量（CMD）。根據圖表圖台流量曲線圖所呈現之用水趨勢，可以明顯的發現隨著時間進入晚間 8 點之後，供水流量卻逐漸增加，此一乃為異常現象。因為進入晚間 8 點之後，用戶之用水模式應逐漸減少，而不應呈現逐漸增加之趨勢。此時，管理者便可立即派遣管線隊，進入此地區進行測漏作業，以便減少水資源無形的浪費。由大馬小區所呈現的實例可以得知，水量水壓管理系統可以大幅提升第九區管理處水資源管理的效益，即早發現管線破管之現象，進而改善傳統人工作業之模式，讓台灣水資源管理邁向新的領域。



圖 18. 水量水壓管理案例圖

IV. 結論與建議

研究結論

本研究所探究建置於第九區的水量水壓管理系統，乃是透過流量壓力監測管理系統，即刻瞭解當地區域內供水實況。此舉相較於過往所採用的傳統人工抄表作業模式之比對單（雙）月抄見量，乃為較新穎之作業模式，然而此作業模式也是國內外相繼使用的水資源管理模式。

本研究總結之結論如下：

1. 大幅節省人、物、財力的耗費，提升抄表之效益
2. 改善過往派遣人員抄錯表值之情況，提升抄表正確率
3. 隨時掌握區域每日用水之實際現況，針對異常現況立即作處理，增進管理效益
4. 掌握最即時的管理資訊，任何時間、地點，只要透過網路便可得知用水實況
5. 透過趨勢分析監看用水最新圖示，儘早發現管線漏水或是區域用水異常情形，立即進行管線修復與抑制漏水
6. 利用無線傳訊設備所記錄的歷史資料，運用後端軟體做報表分析，節省數據分析製作之人工成本

研究建議

礙於本研究時程過於短絀，尚有些許問題未能週詳思考，然而在此系統實際建置與應用後，發現本套系統仍有改善之處，因此提供以下建議，希望能提供後續的研究者或是系統建置者些許參考方向，以利台灣水資源管理的後續發展。

1. 研究初期，計畫的構思乃以單點流量與壓力之回傳與記錄作相關趨勢分析。實際建構後，深覺供水管理操作應以線或是面的管理方式。此外，區域的計量若除了小區之外，若能加入中區

與大區之計量數值，此系統才能真正成為全面性的系統。

2. 整套系統若能藉由管線上壓力點間的關聯性與管線群組關係，俾能讓整個流量壓力監測系統達最大效益。

3. 結合 GIS 平台作連結，使得管理人員在操作過程中更能了解水量計與現場管線的關係，以便操作過程中作出正確且迅速的判斷

4. 結合水資源管理與行動資訊，並且善加運用「雲端運算」之功能，讓台灣水資源管理落實走動管理，讓便利性與即時性整體提升管理的效能與附加價值

5. 整合多種儀表資訊，讓濁度、餘氯、液位，乃至電動閥門開度等資訊，全面整合至水量水壓管理系統，達成多元管理的目標

(2003)

11. IWA Water Loss Task Force, *Assessing Non-Revenue Water and its Components: A Practical Approach*, Water 21 (2003)

12. 弓銓企業股份有限公司企業網站產品資訊，
www.ems.com.tw

參考文獻

1. 供水管道壓力調控對漏水量影響的試驗研究, 吳珊; 劉彥輝; 張申海; 王維燕; 馬則中, 水利水電科技進展, 27 卷 3 期(2007/06)
2. 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〉。台灣水利研討會，(2009 年)，C35-45
3. 自來水區域計量水量計與壓力監測管理系統建置探討, 林清鑫 2009 水利產業研討會
4. *Water Loss Control Manual* 供水漏損控制手冊, Julian Thornton 著, 周律; 周玉文、邢麗貞譯
5. 廿一世紀供水漏損控制, 黃佑仲 台灣弓銓企業股份有限公司
6. 陳明州、陳明仕 (2008)，小區計量用計量表選用研究，中華民國自來水協會第二十五屆自來水研究發表會論文集第 70 頁
7. 黃國永、蔣丞哲、蘇政賢、林于程 (2009)，無線傳訊壓力監測系統建置-以台灣自來水公司新莊服務所為例，2009 水利產業研討會 C：13-23。
8. 中國國家標準：〈CNS14866 密閉導管內水流量之量測—冷飲水用水量計（第 1 部-第 3 部）〉，(2004 年)。
9. Arregui, F. J., E. Jr. Cabrera and R. Cobacho, "Integrated Water Meter Management." *Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London, (2006).*
10. IWA Water Loss Task Force, *Practical Approach Initiatives to Water Loss Reduction*, Water 21