

建置無線傳訊壓力監測系統應用於管網流量與測漏管理，以台灣自來水公司新莊服務所為例

黃國永¹ 蘇政賢² 蔣丞哲³ 林子程⁴

¹台灣自來水公司第十二區管理處 技術士 ²國立嘉義大學管理研究所 管理學碩士
³遠東科技大學 助理教授 ⁴遠東科技大學工商管理系 學士

摘要

自來水管線在使用過程中，監測和維護一直是令自來水事業從業人員頭痛的問題。由於自來水管網錯綜複雜，而且通常鋪設在地下，經常面臨工程施工導致輸水管線被破壞、地層變動或管線老化而造成破裂。對於這些可能出現的異常事故，往往無法提前預警，也無法即時發現，造成了水資源的浪費，甚至無預警停水招惹民怨，影響自來水事業形象。本研究鑑於水資源的珍貴和管理實務上的需求，探討自來水管網壓力監測系統建置的方法。藉由管線壓力數據的紀錄與收集，協助管理者進行管線測漏監測、供配水健檢和即時回報管線壓力之管理效益。本研究動機為運用無線傳輸技術與 SMS 通訊模組，傳輸管段壓力數據，透過傳輸介面的輔助，建構管段壓力監控系統。本研究採取系統驗證方法，透過實務測試本研究建構之壓力監測管理系統，並產出相關量測數據圖台，協助管理者進行遠端壓力監控與主動查核管段漏水之效益。最後提出管線壓力管理系統之成效，並提供無線傳訊壓力監測系統建置上的建議。

關鍵字：水壓管理、壓力監測、漏水監測

一、研究背景與動機

據聯合報（98.7.31）刊載「世界各國平均漏水率大概是百分之十八，日本只有百分之三，但台水與北水的水管漏水率卻分別達百分之廿二及百分之廿四，一年約漏十二億噸的水！每年漏掉的水量達三個翡翠水庫滿庫

的庫容。」現階段全台漏水率最高的是基隆，高達百分之卅七；其次是台東、花蓮，漏水率達百分之卅二；台中亦高達百分之卅。

基隆與花東區域地勢較高，山坡地體積廣大，為求供水順利，必須透過加壓才能將水打至高處。壓力一大便容易造成漏水情況的加劇，顯見管線壓力管理甚為重要。此外，因地區的加速開發與產業的轉型，供水系統面臨更多的挑戰與考驗。例如實施路平專案與道路整併，對於既有道路進行大規模的整修與開挖；面對建築、工業和商業各項用水，不肖業者在水源取得不易或成本考量因素，進行竊水之行為；而因地區繁榮之因素，自來水事業單位為將潔淨的水源分配至新設大樓或建物，無限制的加壓與增設管線，此一行為也導致自來水供配水管理上的不易，亦加劇管線漏水情況。大致說來，台北與台中的漏水率居高不下，可以歸類此一原因。

自來水的管線宛如「人體中的血管」，其維護管理水準直接影響人民的日常生活及企業的生產和效益，管網的正常高效運行是現代化城市正常運轉的保證。然管線地下化結果，導致管線在維護與監測漏水的探知方法上，造成極大的困難，亦相對的考驗自來水事業單位的智慧與能力。

目前自來水事業以生產出的水量和最後銷售水量的差距，計算漏水率與售水率，管控營運績效。如今整個台灣自來水公司鋪設的自來水管網，截至 97 年底資料統計，共長 55,789 公里以上。部分管網已使用 50 多年，目前還在使用的最老的水管更有 100 年的歷史，還是當時日本人鋪設的。這些管線年久失修，加上地面沉降、路面壓力負荷、地震...等問題，導致管網連接處容易出現滲漏。這些管道大多埋設於地面下，當漏水時肉眼無法立刻察覺，唯有出現大的爆裂，造成路面積水，當後續維修與改善之際時，其實已經浪費了很多寶貴的水資源，不但造成營運成本的負擔，在供水吃緊時，無法降低漏水量，水量的漏損更造成供水操作的極大困擾，而需藉由夜間調降壓力來降低漏水量。

自來水管線錯綜複雜，即使全面設置壓力監測站，仍需耗費大量人力觀測、記錄與分析，自來水公司囿於人力精簡，壓力監測與紀錄仍是一沈重之負荷。由於自來水出廠時都是通過電機的高壓水泵輸送自來水出去，電力在整個自來水生產成本中所占比例很高，所以控制水壓不僅可以避免管網損耗，同時也節約了用電，在溫室效應下，節能減碳為先進國家首要之務，自來水事業若能有效降低電源除可降低操作成本，亦能達到節能減碳之效益。

二、研究目的

所謂「秀才不出門，便知天下事」，有賴於現代化的通訊科技與資訊的協助，管理單位藉由電信業者與電腦輔助系統協助下，結合電子壓力傳感器、通訊設備與資訊系統，便可以建置壓力監測管理系統，達到遠端「用水量、水壓、流量……等用水情況分析。」管理者藉由壓力趨勢圖與損失量，可以主動進行水量調配與壓力調節，提升供水品質；若輔佐地理資訊系統（Geographic Information System, GIS），可以快速判斷漏水位置，大幅提昇水資源經濟效益。

根據吳珊，劉彥輝，張申海，王維燕，馬則中（2007）透過實驗結果提出：「管徑越大，透過壓閥控制壓力，對管線漏水率的控管幅度越大。」相同面積的破損，壓力的變化會影響漏水量的高低。這在管線管理實務上亦能獲得實證。因此，在管線壓力控管對於水量調節與漏損偵測上具有實質的必要性。

供水壓力的不穩定，更容易加速老舊管線的破損而形成漏水，如突然的高壓而使管件材質脆弱點或相接點的滲漏，負壓過大又造成管件變形。管線破損時，該區段管線中的壓力會因為破損而下降，壓力下降後會造成末端用戶用水品質降低，在這樣惡性循環的用水環境之下，民眾對自來水公司的供水品質與水資源的利用率，將大幅受到影響。

本研究擬以透過「電子式壓力傳感器的設置、可控程式的規劃和 SMS 通訊系統」三要件，建置自來水壓力監測管理系統，取代傳統的壓力觀測站，提供自來水從業人員作為壓力監測管理之參考，進而未來規劃壓力監測管理系統建置能有周詳的考究之道，歸納本研究之目的如下：

1. 以文獻回顧探討各理論的依據，建立一套客觀性的建置模式基礎。
2. 以台灣自來水公司第十二區管理處壓力監測系統建置為研究個案，探討流量壓力監測管理系統建置方法，並進而提供國內外各自來水事業在壓力監測系統建置方法之參考。
3. 評估壓力監測系統建置效益，針對監測系統不足處，提出改善建議，以供後續研究或建置者之參考，俾使壓力監測系統建置方法與系統功能，更加完善。

三、文獻探討

3.1 水壓形成

當液體存在於一密閉管線中時，令其流動的方式有兩種，一為重力流動與壓力流動。重力流動則為管線中無壓力條件，乃依靠管線之坡度來達成流動的效果，壓力流動係利用管線兩端的壓力差，來達到液體的移動。多數的自來水輸送管線，皆需使用壓力流動的原理來達成將自來水輸送至用戶端的目的。因此在自來水管線內充滿了壓力，亦稱為水壓。

理想中管線壓力應為一致的，但實際上水壓的高低，會因為管線的長度，管徑的寬度，管線的變化（大小口徑轉換、彎管、閘類裝置）、終端用戶水龍頭（開關）的開啟、管線的破損、加壓站的加壓……等原因，導致管線中的壓力分佈不平均。而這些過程亦相對影響供水品質的良莠。

3.2 水壓定義

標準的大氣壓力相當於 760mm 水銀柱高，此方式為義大利人托里切力所發現。當溫度在 20°C、海平面高度、乾燥空氣的情境壓力條件下，其值

為 1013 mbar。標準大氣壓 (atm) 是一個常數，大約為海平面上的平均大氣壓，其公式為：「1 標準大氣壓 = 101325 帕 (Pa) = 1013.25 百帕 (hPa) = 101.325 千帕 (kPa)。」

壓力的 SI 單位為帕 (Pa)，相當於每平方公尺一牛頓的力 (1 N/m^2 或 kg/ms^2)，這個特殊的名字是 1971 年才被加上去的，過去 SI 制的壓力單位只簡單地表示為 N/m^2 。

有時壓力也可以表示為 kg-force/cm^2 或 kgf/cm^2 ， 1 kgf/cm^2 也就是表示每平方公分有 1 公斤的應力，世界上有些地方使用非 SI 制的單位，如每平方英寸 1 磅的力 (psi) 和巴 (bar)。

3.3 壓力傳感器

市面上常用的壓力器有兩種：機械式指針型壓力計與壓力傳感器。一般機械式指針型的壓力計的量測機構為彈性變形元件，最常見的有巴登管、蝸形管、膜片、伸縮囊……等，如下圖所示。

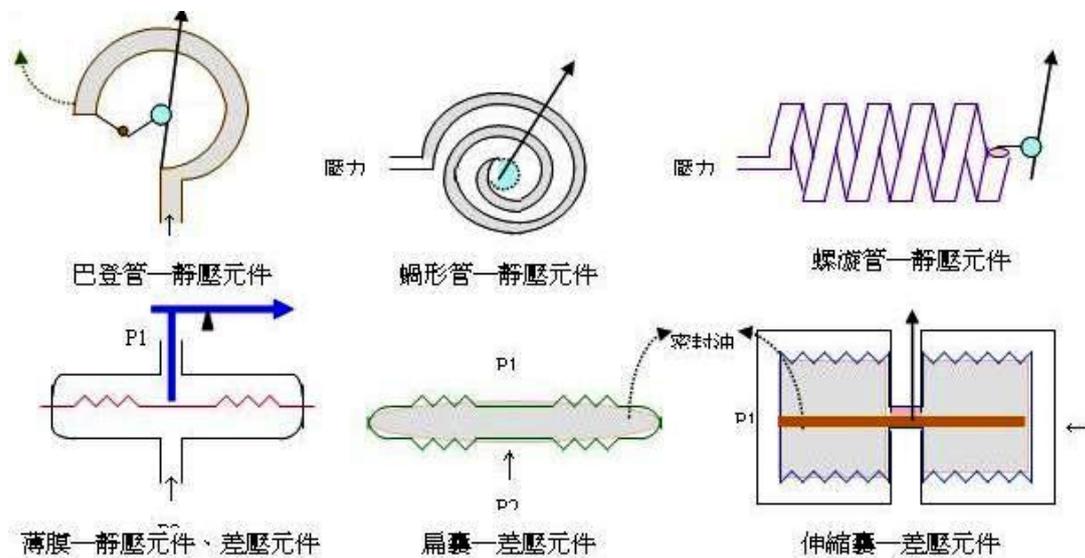


圖 1 壓力器元件示意圖

機械式指針型壓力計經一段時間使用後，容易因彈性疲乏、氧化、或超限使用而變形，容易產生誤差，必須加以校正；壓力傳感器輸入為 $1.0 \sim 5 \text{ kgf/cm}^2$ 經 LVDT 轉為 $4 \sim 20 \text{ mA}$ 或 $0 \sim 10 \text{ V}$ 輸出，少數壓力傳感器有提供數位輸出 (RS-232 之類)，由記錄器所接收。市面上大多俱傳送功能的

壓力計，需由外部提供其工作電源才可進行壓力資料的傳送。而本研究基於將來建置於都會區之考量，設置儀表箱及電力申請不易，需選用耗電量較低的壓力傳感器。

3.4 簡訊與行動通訊系統

GSM 是歐洲電信標準協會（European Telecommunications Standard Institute, ETSI）所制定的數位行動網路標準，該標準主要是將類比式的語音轉為數位的信號，再藉由電磁波傳送。使用者的通話內容經過取樣與編碼後，以數位信號的方式在一個時槽（slot）中送出。由於在單位時間內可使用的時槽有限，因此若以 GSM 系統來傳送數據資料，最高只能達到 9600 bps 的速率，無法滿足需求日增的 Internet 功能。因此，業者發展出傳輸速率更高的新一代行動通信系統：GPRS。

GPRS 是架構在現有 GSM 系統之上的服務，只是將通信的內容改採封包的方式來傳送，以降低 TDMA 分時技術可能產生的浪費情形。

簡訊服務 Short Message Service（簡稱 SMS），是行動通訊服務中的一種，最早是用於 GSM 系統的行動電話上，但到延至現今，幾乎任何行動電話皆可以支援 SMS 的服務了。一則簡訊可容納 140 個位元組（Bytes），以中文字換算的話則可容納 70 個字。簡訊服務可說是目前手機服務中最受到歡迎的，成長相當快速，加上 JAVA 和多媒體服務，也發展出許多簡訊服務的應用方法。

基於自來水管網分佈非常廣泛，如果用傳統的有線通信方式來傳送現場資料，則需耗費極大的人力物力來施工和維護。若要有效全面性的監控供水壓力，於通訊的部分應選擇無線通信方式。而傳統的 PLC 監控模組有電力功耗大、選址困難、不易組網、成本高等缺點。綜合考慮後我們選擇了以 GSM 為主要通訊模式，它同時具有申請便利、建設和維護成本低、通信可靠和迅速……等優點，本研究系統建置過程中，佐以考量通訊費用、

傳訊方式及成本因素後，以 GSM 通信協定為架構本系統，藉以電信業者提供之簡訊服務，來發送水量與水壓的資料。

四、壓力監測管理建置原理與方法

4.1 管線壓力的管理

自來水實務上發現，自來水管網在輸送正常時，管內的水壓是一個比較平穩的值。依「自來水工程設施標準解說」規定：「供水管之最小動水壓力一般約 1.5 kg/cm^2 ，尖峰時段（上午 7 時至 9 時或下午 17 時至 22 時）之供水壓力較高，離峰時段（約在晚上 23 時至清晨 5 時）供水壓力較低，偶爾配合供水設備維修導致停水或水壓偏低。當水管破裂後，水壓會迅速下降，下降程度和破裂口的出水量有關。」有鑑於管線壓力與供水品質有正向的關連性，藉由即時監測管道水壓，透過設定水壓下限和水壓變化率，佐以系統輔助與資訊篩選，即時發現管段壓力異常點，主動發出警訊至管理端，將能有效進行供水調節與漏損的偵測。

藉由壓力管理，為管理者主動漏損控制的主要方法之一。可在確保供水管網壓力與滿足用戶服務需求的前提下，主動偵測管網中的漏水，並協助自來水供配水品質管制，包括「降低爆管發生率，減少明漏或暗漏出現頻率，延長管網設施的使用壽命。」建置「壓力監測管理系統」考量設置要點，除系統本身的功能外，傳訊設備亦是影響系統可靠性的一個關鍵。而傳訊設備之安裝，除了考慮使用者安裝的方便性外，更需考量設置地點的電源供給之穩定性。然許多壓力觀測點，處於不易管轄之區域。鑑此，本研究建議採用無線傳送且自行提供電力的通訊設備為傳輸介面！不僅可以降低鋪設電力線路與通訊線路之成本，更可以提高傳訊設備機動性。

目前無線傳送的技術在我國非常的普遍，除了常見的 WiFi 無線網路外，國內亦有密集的行動通訊網路，協助本研究建構之系統，使用 GSM 的簡訊或 GPRS 行動數據的技術進行資料回傳。傳訊設備與壓力計可安裝於

各小區的入水口與管線末端的消防栓，即可開始定時間進行壓力與水量的記錄，並於每日固定時間回報至後端的管理系統，呈現給管理人員進行分析與了解，稱之為「壓力監測站」。

4.2 壓力傳感器與通訊設備安裝

壓力計建議採用電子式壓力傳感器，電子式壓力傳感器是將實體信號或普通電信號，轉換為標準電信訊號輸出，或能夠以通信協定之方式輸出的設備。在本研究系統建置之電子式壓力計，可承接訊號輸出的種類有「0~5 V 電壓、0~10 V 電壓或 4~20 mA 電流」，壓力傳感器的工作電壓通常有 5 V、12 V、24 V……等數種。

壓力傳感器安裝地點之考量因素，除了適當地點外，施工處與壓力觀測點設置必要性亦相當重要。以往 SCADA 系統或 PLC 監控模組方式者，尚需考量電力建設問題，申請電桿與每月電費是一筆成本負擔。此外，電線桿之設立與儀表箱設置，亦有面臨路權申請困難，或需佔用民地、民宅，取得同意權更加困難，動輒得咎。

4.2.1 本系統通訊優勢

且 SCADA 系統或 PLC 監控模組建置壓力監測系統，其施工費用亦較高昂，其通訊需以電信網路數據專線，其每月通訊費用亦高達千餘元。所幸科技的進步與通訊系統的普及，本研究系統使用 GSM 或 GPRS 通訊協定之無線傳輸介面，不僅只要有電信訊號之所在地便可以發送訊號，達到數據傳輸的目的，且每月行動數據通訊費用不到三百元。

4.2.2 本系統可靠度優勢

為求壓力觀測的準確與可靠性，管理者對於壓力觀測之現場，要求發送端能夠即時且連續讀取壓力與水量，並把數值回傳監控中心伺服器。由於發送端設備位於管線的各個監測點上，經常面臨無電可供之窘境，對於需要用供電之壓力傳送設備，若非因成本考量或環境許可的情況下，不建

議採取需外接電源的傳輸介面。

本系統傳輸介面的優勢，在於採取自備電源的介面裝置。本研究設備的通訊方式為 GSM/GPRS 無線傳輸介面，該設備平時處於低功耗休眠狀態，透過系統設定，採取定時喚醒的方式，採樣當前水壓值。如果水壓正常，則按預先設定的時間間隔上線通報資料；如水壓超限，則立即啟動無線通信，將警情資訊回送監測系統。在上傳完成採樣資料後，設備立即恢復低功耗的休眠狀態，確保電力使用的可靠性。

4.3 無線傳訊壓力監測系統建置流程

本研究採用自備電源之傳訊介面，其電力亦能供應壓力傳感器使用。因此，本研究設置地點乃與本區處轄管之用戶新莊消防隊商議，商請貴處為試辦地點。主要考量為公家系統在配合度與試辦意願較高外，消防任務乃為全民防護火災之重責，其任務困難至鉅，用水需求量大，且多為無預警之情況，需確保供水無虞，以供其隨時可取水。故本研究於此設置壓力觀測設置，本研究壓力傳感器與通訊介面安裝施作流程如下說明：

流程一：安裝分水鞍。在用戶表前管線上，安裝分水鞍，作為安裝壓力傳感器之用（圖 2）。

流程二：在分水鞍上鑽孔，此孔之鑽取乃為插入壓力傳感器之用（圖 3）。



圖 2 分水鞍之安裝



圖 3 壓力傳感器插入孔鑽孔作業

流程三：分別接上三通管、立部與球閥開關（圖 4）。

流程四：在球閥開關後接上傳訊式壓力計（圖 5）。



圖 4 接上三通管



圖 5 接上壓力傳感器

流程五：分別將電子式流量計與壓力計訊號連接至無線傳訊介面，本介面自備電源，無須在另外申請電力（附圖 6）。

流程六：透過電腦設定定時回傳，此回送時間可自行設置，亦可透過遠端設置回傳時間。設定後，進行強制回傳，檢查無線傳訊介面是否順利傳送壓力及水量計數值（附圖 7）。



圖 6 傳訊介面連結壓力計與水量計



圖 7 無線傳訊介面回送資料

流程七：無線傳訊介面固定，可選擇適當位置安裝，本通訊介面具有 IP68 防水功能，故設置上無須另搭配儀表箱，可節省儀表箱的購買與設置費用（附圖 8）。



圖 8 無線傳訊介面設於水表旁

4.3 壓力監測管理系統架構與系統畫面

監控中心的作用，是接收現場終端上傳的資料，並具有資料庫儲存功能，可將各個終端點的資料儲存紀錄，供日後資料分析使用。同時本系統監控中心軟體還具有警情提醒的功能，依據管理者設定異常條件後，一但監測到異常之情況，終端設備將主動出現送出警告訊息，提醒與協助管理者進行緊急處理。

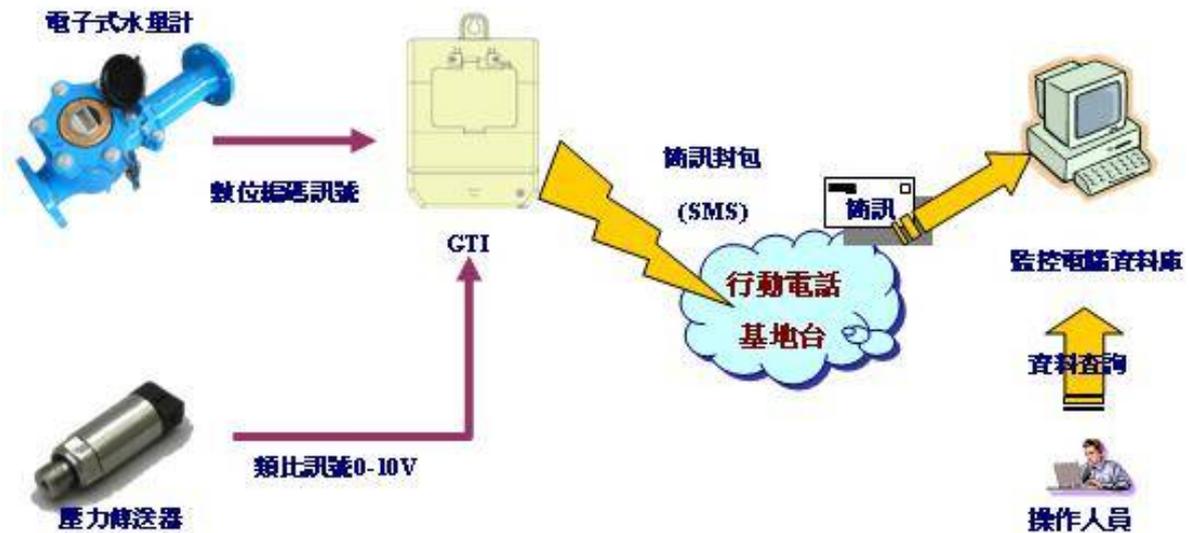


圖 9 新莊壓力監測系統架構圖

本系統由電子式壓力傳感器、GSM 無線通訊傳輸介面、監控中心伺服器 and 資料庫軟體.....等部分組成（見圖 9），本系統採用台南科學園區弓銓

公司 (<http://www.ems.com.tw>) 的 GSM 傳輸介面 (規格如圖 10 所示)，於本區處轄管用戶新莊消防局旁的一水量計旁安裝一只 0-10Bar (輸出 0-10V) 的壓力傳感器，並裝設 GSM 傳輸介面讀取水量計與壓力計資料於該處進行回傳。接收端則安裝簡訊接收器 (如圖 11 所示) 則借用弓銓公司所提供的網頁伺服器接收 GSM 傳輸介面所回傳的水量及水壓資料。

型號	GTI
輸入訊號	數位編號、類比訊號
輸出訊號	GSM 900/1800
連線方式	USB
記錄資料	可記錄約 11000 筆離線資料
水量計通訊距離	150 公尺
工作溫度	0~50 °C
工作濕度	相對濕度可達 95% 以上
對應裝置組數	數位編號水量計 X 1 0-10V 輸出壓力計 X 1
對應水量計種類	豎軸、渦流、奧多曼等輸出數位編號之水量計
使用電源	內建 3.6VDC 鋰電池
防護等級	符合 IP 65
外殼材質	ABS
安裝線材	水量計使用 22-26AWG (3C 帶隔離線材) 壓力計使用 22-26AWG (3C 帶隔離線材)
外觀尺寸 (單位 mm)	185 × 120 × 40
重量	296 g

圖 10 GTI 規格表



圖 11 簡訊接收器

新莊壓力監視系統 (網址 <http://60.249.236.194/>) 使用 Apache 做為網頁服務系統，MySQL 資料庫，以 Macromedia Flash 製作網頁與趨勢圖。本研究實驗模型系統中包含了下述功能：「壓力趨勢圖、多種時間區間選擇、趨勢圖前後時段移動、水量計積算值顯示、歷史資料查詢、報表匯出。」透過本系統得以協助自來水事業單位，透過壓力趨勢圖，主動監測管線是否有供配水異常情況發生確保供水品質。本系統可透過 Internet Explorer 或 Mozilla Firefox 進行瀏覽，並分析供水、調節供水量、壓力的操作參考，亦能透過 EXCEL 自動轉匯成統計報表，轉送上級管理單位列管，而電腦檔案取代紙張列印，亦能兼具環保與節能減碳之效益。

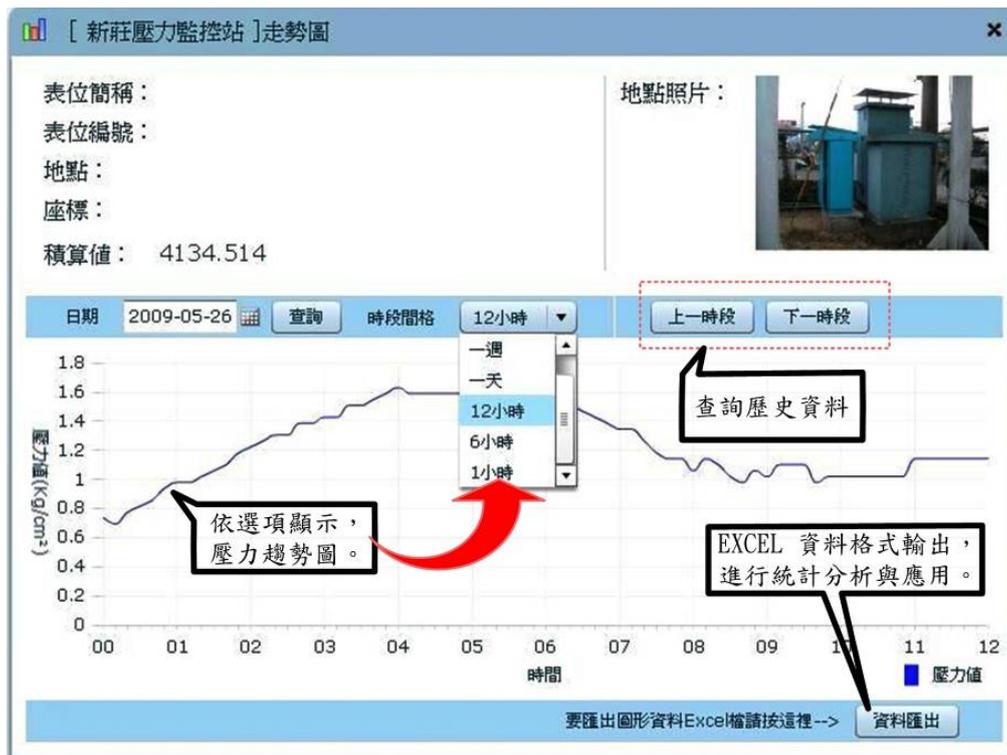


圖 12 本研究建構壓力監視管理系統之畫面

五、案例分析

過本研究測試與規劃之「壓力監測管理系統」，可以取得測試地點每日的壓力變化情況，並轉繪成趨勢圖顯示。利用 GSM/GPRS 傳輸協定，SMS 簡訊系統傳輸壓力數據資料，經後端系統資料匯整，即可達漏水監測管理。後續系統還可以擴展與水量資料交叉分析，多點水壓與水量關聯性分析……等更複雜的分析與管理功能。

5.1 案例一，一日壓力觀測

透由下圖得知，本研究實驗設置之監測站的壓力在每日清晨五、六點時到達頂點，並於後來的三個小時內，管線壓力開始下降，至下午五點時，管線壓力突然驟降，並持續至夜間十一點後，管線壓力尚開始恢復至標準壓力；由此趨勢圖可得知，該區域用戶於凌晨五、六點左右開始產生用水情況，持續發生至下午五點時開始發生大量的用水，造成壓力的突降，至夜間十一點時，管線壓力尚開始恢復，因此可判斷此區應為住宅區型態，並且無漏水的狀況發生。



圖 13 一日壓力趨勢圖觀測

5.2 案例二，一週壓力觀測

本研究範例是一週壓力趨勢圖，從圖中可以得知從七月二日至四日壓力偏低，據查管線隊施工紀錄，二日開始新莊中華路區段進行管線抽換工程，因施工所需關閉制水閥導致壓力降低。但藉由壓力監測系統的協助之下，得以有效監控管線水量與水壓是否過低或為零，協助營業處進行供配水量與水壓管理，避免用戶無水可用之疑慮。

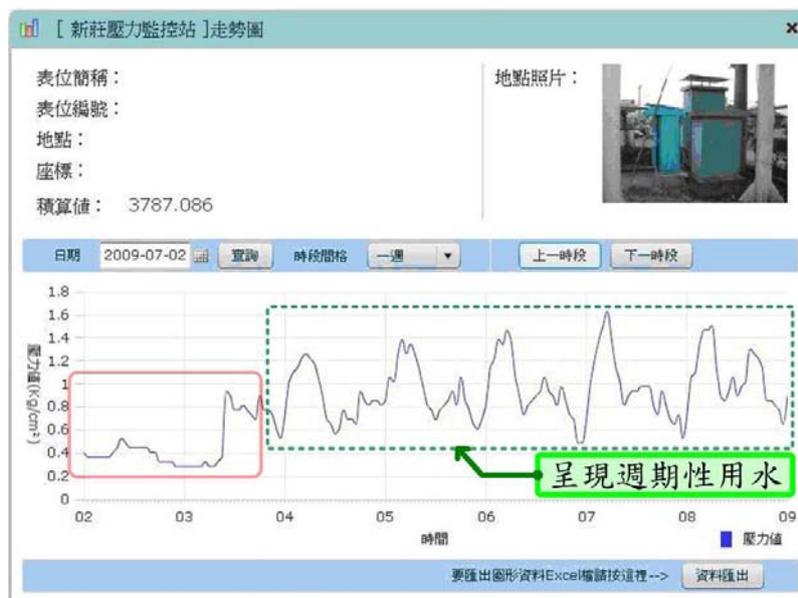


圖 14 一週壓力趨勢圖觀測

第二範例為八月十五日至十七日，原訂八月九日（星期日）辦理配合特二號道路排水箱涵施作新泰路管線抽換工程，因颱風延至八月十五日（星期六）凌晨零時起開始施作，將造成新莊市、泰山鄉部分地區停水。管理處透過系統亦可即時供配水情況，進行遠端流量與管壓管理。



圖 15 因管線施工，十五日至十七日停水，後續壓力呈現週期性狀態

六、系統貢獻與成果

應用現有電子式壓力傳感器與數位電子式水量計，加上系統模組的協助，便可以建置本研究壓力監測管理系統，提供管理者(1.)透過壓力變化，達到用水監測(2.)提供 EXCEL 格式資料統計功能，管段壓力與流量記錄文件電子化，不僅利於管理，更具有降低成本與節能減碳之效益(3.)藉由壓力趨勢圖與用水趨勢圖分析，達到區域用水模式分析，協助管理者調節與分配水壓與水量。壓力監測管理系統建置時效快、成本低廉，但卻可以為自來水事業單位帶來許多便利性，並大幅提昇水資源利用率，提高人民生活福祉，多項經濟效益與實務應用簡介如下：

1. 提升自來水事業經營形象

管理與操作人員可隨時隨地透過網際網路查詢供水資訊，更可全面簡化水壓觀測的模式。經由無線傳輸通訊介面傳回水壓與水量資訊，遠端線

上即時掌握供水運作情形，於民眾需求或特殊情境下，主動且即時調配供配水品質，提昇自來水事業形象。

2. 提高系統化之效益，進行水資源管理與水平衡管理

本設備採用自備電源之無線傳輸通訊介面，可同時串接壓力與水量計，免電力設施、免設置儀表箱、通訊費低廉，可大幅降低建置成本。

3. 提升測漏與管段監控效益

自來水測漏大隊經常利用夜間十點後至凌晨五至六點進行管線測漏偵察，此一方式不僅需耗費大量的人力。然管段大多落於地面底下、大樓地下室…等情況，不僅抓漏成功率低（約七成以下），一但偵測管線有漏損之疑慮，還需要申請道路施工申請……等後續作業，讓我們珍貴的水資源浪費在搜尋文件流程期間。

4. 縮短管線工程時程與降低管線汰換影響範圍

不僅自來水事業單位，各工業區或科學園區，若未能於建設初始搭配GIS，如突發破管情況，需立即搶修，管理單位無法立即查知漏水地點或管段，便需進行全面性的制水閘的關閉，一但關閉的數量增加，便會造成停水範圍的擴大，進而引起民怨。若有建置壓力監測系統，便可以依據管段壓力控制與縮小停水範圍，節省施工時間及流失水量，並有利於制水閘的操作。

5. 降低人力與設備成本

裝置壓力監測系統，不僅可減少抄表員觀測壓力的業務，更節省了一筆可觀的交通費用。以其業務量推估，一個所約可節省 $0.5^{\text{人力}}/\text{工作天}$ ，以一個抄表業務員薪資五萬下去計算，一個所一年可節省 $0.5^{\text{人力}}/\text{天} \times 5^{\text{萬}}/\text{月} \times 12$ （月） $= 30^{\text{萬}}/\text{年薪資成本}$ ，全省自來水事業單位約有 125 個服務處（所），推估一年可為自來水事業單位節省 3,780 萬的業務成本。

6. 協助管理處水資源管理，降低無效售水率

本系統可以設定該路段管壓差容許值，若該管段查無漏水之異常或加壓站無異常，管理者佐以區域特性，便可以得知是否為民眾竊水或工地偷水。

7. 作為自來水事業單位求償管線維護與水費追償之證據

許多公共工程或業者為求服務範圍的擴增，經常申請開挖道路。然未待程序完成或提出完備的施工規劃，許多業者徑私自開挖道路。因對水路的不熟悉，傷損管線，造成漏水。但若有建置壓力監測系統，一但該管段有瞬間壓力降低的情況發生，其產出壓力趨勢圖與發生的時間點，將成為其他單位(電信業者、捷運、無線電視業者、當地政府單位承包工程業者……等)因施工造成管線傷損的證明，並追償水費和要求修繕所需費用。

七、結論

「水是珍貴的資源」如何做好水資源管理，是廿一世紀全人類所將面臨的嚴厲挑戰。根據台灣環境資訊協會最新統計顯示，台灣地區 97 年的自來水漏水率竟然有 21.95% 之多，相當於日本的 7 倍、新加坡的 5 倍，足見漏水的問題急需有效的解決方式。目前我國對於水壓管理的推廣尚處於萌芽的時期，理應大力推廣壓力管理系統，以期能有效的降低漏水率，提升售水率，減少水資源的浪費。早期的監控系統多以 SCADA 系統或 PLC 監控模組方式來架構，但是隨著科技的進步與環境的變遷，將無線通訊的技術應用在水壓管理，亦是未來發展水資源管理的必然趨勢。

本文的論述中說明了水壓對於監測管線漏水的重要，透過有效的水壓管理，來抑制漏水的擴大，利用各點水壓的資料來分析管網的漏水點，而不是僅以亡羊補牢的方式，耗費大量的人力、時間成本在測漏與汰換管線。

在源頭管理方面，透過總水量計自動讀表系統結合，將可以即時掌握各淨水場出水量及調配水量之狀況。在輸配水方面，我們可在管網各關鍵點設置監測水壓與用供水量，即時監測水量調配狀況，並且分析是否發生

漏水現象及推估漏水區域。不只平時可監測用水是否發生異常。我們也可根據用戶（或小區域）的用水型態，適當調節水量之供給。

目前在台灣自來水公司的供水管理監控系統是以區處規模在執行，未來全省 12 個區處如逐一建置，並能統一建置管理平台，將可隨之綜掌各區處總和水量、生產與輸配水之供水壓力、水量之實況。

八、未來發展與建議

礙於經費有限本研究僅以單點為實驗模型，略嫌不足，根據本系統管理功能之探討，建議

一、未來管理人員應能善用即時資訊與行動管理

1. 系統應能將輸配水之水壓與水量資料，透過無線通訊方式，即時存放在網路資料庫，可供管理人員隨時提供各種查詢，即時掌握即時供水資訊。
2. 透過網際網路。不論是在辦公室，或是在其它任何能夠連上網際網路的地方（家裡、會議室、車裡、國外），只要帳號密碼符合，就能即時查詢供水壓力與水量的管理資訊。

二、善用管線壓力管理監測系統以改善供水管理與降低漏損，提升售水率

1. 透過壓力監測管理系統，適以調節供水，除可節約加壓動力費用，若能透過系統察覺管線漏水，亦能降低漏損，提升售水率。
2. 未來系統建置規劃可考量增加異常管理系統，對於水壓、水量異常者，應能藉由手機簡訊即時送達操作人員與管理階層，即時提供異常訊息，抑制漏水與調節供水，更能發揮即時管理之效能。
3. 未來系統可利用管線圖資或 google map 地圖資訊，應用於小區管網，在各分區計量進水與出水點設置電子式壓力傳感器與電子式水量計，進行分區計量的漏水監測與自來水供配水管理。

參考文獻

1. R. Liemberger, M Farley (2004). DEVELOPING A NON-REVENUE

WATER REDUCTION STRATEGY PART 1: INVESTIGATING AND ASSESSING WATER LOSSES. IWA WWC 2004 Conference.

2. 吳珊、劉彥輝、張申海、王維燕（2007）。供水管道壓力調控對漏水量影響的試驗研究。
3. 馬則中（2007）。水利水電科技進展，27（3）。
4. 陳振明（民93）。自來水自動讀表系統之建置與應用。中華民國自來水協會會刊，66-75。
5. 王國堅、雷天壽、黃佑仲（民93）。21世紀之水量計管理。中華民國自來水協會第21屆自來水研究發表會。
6. 鄭國華、賈允成、廖宜洋、黃騰宏（民94）。大型水量計用戶用水模式之建置與應用。中華民國自來水協會第22屆自來水研究發表會。
7. 楊清和、饒欽良、陳添榮、黃佑仲（民93）。出水總水量計自動讀表系統之探討。中華民國自來水協會第21屆自來水研究發表會。
8. 蘇政賢（民97）。水量計製造業內部服務品質和顧客滿意度、忠誠度之關係探討-以EMS公司為例」。國立嘉義大學，管理研究所。
9. 溫琇玲（民93）。數位化水電及瓦斯自動讀表系統在建築能源監測之應用與推動辦法之研擬。內政部，建築研究所。
10. 蘇政賢、賴譽哲、陳金義（2008）。工廠設置廢污水監測流量計問題之探討。2008水利產業研討會，13-21，ISBN 978-986-01-5895-3。
11. U.S Department of ENERGY。 <http://www.energy.gov/about/EPAct.htm>，日期：98/07/31。
12. 聯合新聞網。 <http://210.244.31.140/NEWS/NATIONAL/NAT3/4355596.shtml>，日期：98/08/03。
13. 弓銓企業股份有限公司。 <http://www.ems.com.tw/news-2.php?id=88>，日期：98/07/25。
14. 台灣環境資訊協會。 <http://e-info.org.tw/node/1179> 日期：98/08/03。