

智慧型電子式水表在自來水管理之探究

楊崇明¹、蘇政賢²、黃敏惠³

¹國立中山大學 企管碩士，²國立嘉義大學 管理學碩士，³國立中山大學 政治經濟學學士

摘要

礙於地形與氣候的限制，水資源匱乏是臺灣亟待解決的問題。然而即使與民生經濟、國家安全息息相關，仍僅限於缺水時，才會被大眾關注水資源的課題。近年氣候異常，雨量變化走向極端，每一滴水更顯得珍貴，若外在的氣候為不可控制因素，內在的調控則是改善的標的，自來水的管理控制，為人類面對極端氣候時力挽狂瀾的著力點。

臺灣自來水事業單位的主要的收益多寡取決於售水量的高低。在整體自來水事業中，無論於何種階段，水的計量數據必為最基礎的資訊，錯誤的資料比缺乏數據資訊還可怕，不正確的計量資料會導致整體分析失準、成本效益無法有效估計、自來水亦無法分配得宜，因此水表在此扮演關鍵角色。

自來水事業單位於 80 年代開始使用大口徑電子式水表，用於大型用戶總水量管理，近幾年來各地分區管網計量更廣為應用。缺水時期喚起民眾節約用水的意識，家用智慧水表也應聲而起。大、小口徑的電子式水表大幅使用後，將能串起上、中、下游的產銷管理，形成智慧水網。除了電子式水表具有 C 級計量等級計量更為靈敏，它具有的多元智慧管理功能使水表擺脫被動(被人工抄表)的計量角色，延伸出更多管理價值。本研究欲探究智慧電子水表於自來水管理中的應用，從已建置的自來水供水監測系統開始，到分區計量、用戶計量管理，搭配智慧城市的建置需求與挑戰提出建議，以冀臺灣自來水得永續發展，每一滴水都妥善利用。

關鍵字：智慧電子水表、水資源管理、自來水供水系統、智慧水網

1. 前言

2015 年世界經濟論壇，首次將水資源列為衝擊人類生存的危機。在臺灣，水資源問題無論政治的更迭都是每位民眾迫切的議題，台灣受先天狹長且高聳的地形與降雨時節不均的氣候之阻礙，即使年降雨量於世界排行中名列前茅，然每人平均用水量卻僅為世界平均值的五分之一，是為全球排名第 19 名的缺水國，甚至比傳統印象中乾旱的沙烏地阿拉伯還缺水，是名副其實「多雨的缺水國」。近年來，極端的乾旱、暴雨發生頻率增加，供水管理將面臨更為嚴苛的挑戰。然而，當代的科技無法大範圍影響氣候，對於水資源管理者而言其為無法控制的外部因素，「天佑臺灣」僅能為一種無濟於事的逃避與人民信仰的祈望，真正可改變現狀的是從「管理面」著手。

臺灣自來水事業單位的水資源管理主要關注於自來水的部分，自來水的售水率決定該年度的收益高低，管理面中可將整體自來水分為生產(上游)、輸送(中游)、銷售(下游)三階段，然而無論於何種階段，計量資訊皆為其之基礎，透過精準的計量數據，進行遠端監測，迅速、有效發現漏水區段，並能達到產

銷協調與供需平衡。目前，臺灣自來水事業單位已逐步使用智慧電子水表，主要用在大型用戶總水量管理、供水系統配送、無人廠站的監控及各項分區計量中，透過進水點的數據感應與控制，亦可得知智慧電子水表對於降低漏水、提升管理效能有實際幫助。未來，智慧電子水表可由終端使用者(個別家庭用戶)的水表串起智慧水網。對單一智慧電子水表而言，除基本計量功能外，可監測漏水與擁有智慧管理多重功能，提升水資源管理效益，並與智慧城市的接軌，符合現今社會發展趨勢。

智慧電子水表為符合現行經濟部型式認證水量計，受到嚴密法規規範，本研究將從各國法規規範開始，並分析當代之應用，包含供水系統網絡的建置、用戶用水模式分析、智能住宅的設置與進行節能減碳的討論。為了探討用戶用水模式，幫助用戶了解自身用水習慣，於家戶中裝設智慧電子水表與建置水資源管理系統，透過實例研究與文獻分析，整合成當代智慧水網的概要，為臺灣未來自來水管理層面提出諒議，冀能於用水管理策略上，無論供水方亦或者用戶方皆能有所幫助。

2. 文獻研究

2.1 法規探究

水量計亦為俗稱的水表，是常見的水流量檢測儀器，為維持公平交易與社會秩序，水表的製造、檢定無論國內外皆有法規嚴格規範，確保計量程度上的一致性。

在國內，水量計受到度量衡法的規制與經濟部標準檢驗局的管理監督。從憲法位階高度，以度量衡法為主要法律，並有相關法規命令、技術規範與國家標準進行規範。依據度量衡法第五條：「主管機關得就供交易、證明、公務檢測、環境保護、公共安全、醫療衛生有關之度量衡器指定為法定度量衡器。」水表為流量檢測儀器，作為水源收費依據，因此亦為法定度量衡器，需經過標準檢驗局型式認證認可。水表中的標示、構造、檢定公差、檢定合格有效期間、最長使用期限在型式認證與檢定、檢查相關技術規範中均有明文規定。若違反度量衡法相關規定，除了必須承擔行政法上的義務負擔與法律責任，更可能觸犯刑法第十四章第 206 條至 209 條的偽造度量衡罪等刑法罪責。水量計的技術標準由國家標準 CNS 14866 (ISO 4064)作為規範，包含基本標準、安裝規定與選用、檢驗法與設備。目前國內最新標準 2012 年版亦開始規範電子水表的部份，使智慧電子水表的技術標準有具體的規範。

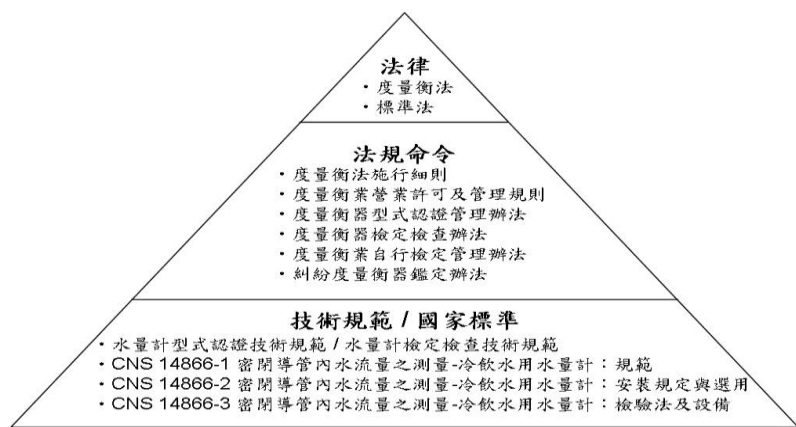


圖 1：水量計法規架構(蘇政賢，2008)

世界各國亦有相關法律條文、檢定規範來保障交易公平與安全，在相關水表技術規範與標準中(如表一)，大多國家以國際法定計量組織(OIML)與國際標準組織(ISO)的規範為基礎進行擬定與發布。我國水量計則以引用 ISO 4064 為調和，作為 CNS 14866 水量計的技術標準。

表 1：各國水量計技術規範與標準

標準制定/發布機關	規範名稱/編號
國際法定計量組織 International Organization of Legal Metrology (OIML)	OIML R49-1 / R49-2 / R49-3
國際標準組織 International Standards Organization (ISO)	ISO 4064 Part 1 / Part 2/ Part 3
歐盟度量衡器指令 EC 51/2003 Legislation (MID)	Annex MI-001
美國自來水工程協會 American Water Work Association (AWWA)	AWWA C700 / C701/ C702/ C703/ C708/ C712/ C713/ M6
法國標準化協會 Association française de normalization (AFNOR)	NF E17-001
以色列標準局 Standards Institution of Israel (SII)	SI 63
日本工業標準調查會日本標準協會	JIS B 8570-1/ 8570-2
中國國家標準化管理委員會(大陸)	GB/T778.1/ 778.2/ 778.3/ JJG 162/ CJ/T224-2006

資料來源：經濟部水利署，提升水量計功能強化用水管理之育成計畫(2012)

2.2 智慧電子水表簡介

根據我國國家標準 CNS 14866，水表計量等級可分為 A、B、C、D 四個等級，其中 A 級為最低階，D 級計量等級最高。從水表計量原理，市面上產品可分為機械式、附加型電子式、機電一體式以及全電子式。

機械式水錶和附加式電子水錶仰賴齒輪傳動產生計量，大多僅有 B 級計量等級，水錶構造可分為乾式與濕式構造設計，濕式構造的缺點在於積算盤面易受水流影響，齒輪因水中雜質或使用年限產生磨損，密合度下降導致誤差，盤面亦可能受污垢影響、孳生青苔無法清楚辨識數值；乾式構造的設計則是仰賴磁力帶動齒輪轉動，雖可阻隔水與齒輪的接觸，但也因此有磁干擾的風險和脫磁現象的影響。

機電一體式的電子水錶，則是透過電子元件感測下方葉輪之傳動，國內產業以「非磁感應」的設計可使其避免磁鐵干擾計量，LCD 電子顯示面盤方便管理者讀取資訊，具備 C 級計量等級。

全電子式水錶則是全部由電子元件感測流速，以電極(磁)或超音波感測，透過電壓或電流的訊號轉化為流量資訊，然因其製造成本、售價偏高較不符合當代社會經濟效益。

表 2：水量計綜合分類比較表

	機械式	附加式電子式	機電一體電子式	全電子式
計量原理	齒輪帶動機械結構原理	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流速，進而換算成流量
應用特點	價格便宜	較機械水表增加訊號傳輸功能	<ul style="list-style-type: none"> ■更佳線性度及靈敏度 ■多元智慧管理/紀錄功能 ■非磁傳動，防磁干擾 	無機械元件磨耗問題
應用缺點	<ul style="list-style-type: none"> ■機構或齒輪產生磨耗，計量準確度隨使用時間產生誤差 ■易受磁鐵干擾 ■無智慧管理功能 	<ul style="list-style-type: none"> ■機械表齒輪磨耗問題 ■附掛脈衝訊號傳輸彈跳及資料不同步，致計量失真 ■易受磁鐵干擾 ■易受雜訊干擾 	價格略機械式高	價格昂貴，靈敏度不高
傳訊效益	無(無資料傳輸功能)	脈衝、無線電傳輸(易受雜訊干擾)	<ul style="list-style-type: none"> ■偵測用戶內部管線漏水 ■自我診斷功能、判斷故障原因 ■自動讀表應用，節省抄表人力 ■進行用戶用水模式分析 ■數位編碼信號輸出，可連結各種傳訊設備，應用於 PLC 或即時監測與計量管理系統 	
價格	低	略低	中	高

資料來源：楊崇明等人，智慧電子水表管理應用之探究，2012

機電一體式水表透過其自身內建的微電腦功能，附有多功能管理系統與紀錄功能，計量靈敏外亦可進行水資源管理，因此被稱為智慧電子水表，低流量敏感計量（C級），主動偵測漏水並發出警訊，可提高計量、降低供水帳面漏損與無收益水費，進而提高售水率與抄見率，配合傳訊設備更可進行遠端讀表，管理者可遠端監測用水。符合市場需求、社會發展趨勢，亦為本研究中欲探討之水表類型。

3. 智慧電子水表之應用

智慧電子水表在國內已多處利用於自來水供應系統中，搭配有線或無線的訊號傳輸連結至遠端供水管理監控中心，使抄表動作達到數位同步，管理者亦可即時查看供水情況，避免人工抄表的誤差與耗時，管理更即時、有效率、具備效能性。另，遠端管理監控中心可依照管理者需求建置管理模式與分析功能，例如結算分析報表處理、相關標準異常警訊(如漏水、突增驟減的水量、異常警訊)的設定與管理功能。

自動讀表功能，依循國家標準 CNS 14273 自動讀表系統之通訊介面單元的標準，範圍包含讀表介面單元(meter interface unit, MIU)之網路架構、傳輸網路種類、實體特性、及相關控制功能等。透過該技術標準規範，水表中的資訊可有效利用，相關資訊安全也可受到保障。

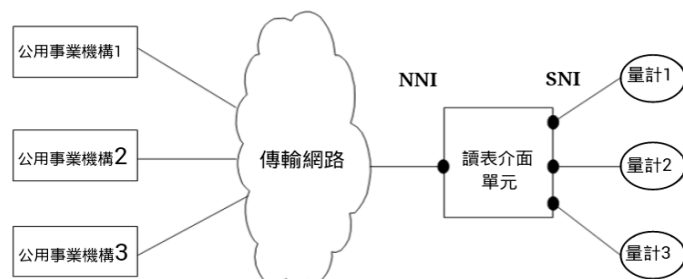


圖 2：自動讀表之網路架構(經濟部標準檢驗局，2015)

3.1 供水監測管理系統

依據臺灣自來水公司統計國內合計 149 個供水系統網絡，103 年每日平均供水量為 8,758,582 立方公尺。吾人當有「產銷平衡」的概念，從「銷」(即用戶的實際總用量)，回溯「產」(即生產供給的調整)，達到用多少？供多少？而不是毫無目的的供水與加壓，非但產生供過於求的動力浪費，亦易造成破管、爆管的可能與漏水的浪費。

智慧電子水表搭配壓力傳輸器或其他相關檢測儀器，可透過 GSM/GPRS 無線傳訊紀錄器，將資料以封包或 IP 封包的方式，或是藉由可程式控制器傳至線上遠端水資源管理系統。十多年前便開始在自來水事業單位發展與施行(於總水量計自動讀表系統)，整合供水相關設施統稱為供水監測管理系統。配合供水所需知的水量、水壓等資訊，供水監測管理系統可於電腦上使用，亦可利用透過行動裝置，例如智慧型手機或 iPad(系統：Android/iOS)進行監測，使用介面上更為靈活。

供水管理系統中的功能可分為監測圖台、供水管理、設備管理、用電管理、異常管理、統計分析等。透過智慧電子水表與相關設備的資料回傳，管理者可得知區域內的瞬間出水量、總用水量，確認當前用水是否異常(若壓力驟降、水量突增可能為破管漏水)，進行水平衡計量管理。數據資料可繪製成分析圖表，利於管理或進行用戶用水分析。系統亦可配合分區計量，將各個分區計量管理全部於整合於同個系統中。從區處下分供水系統、分區計量(大區、中區、小區、次小區)、用戶計量等階層計算產銷差，進行產銷調控。

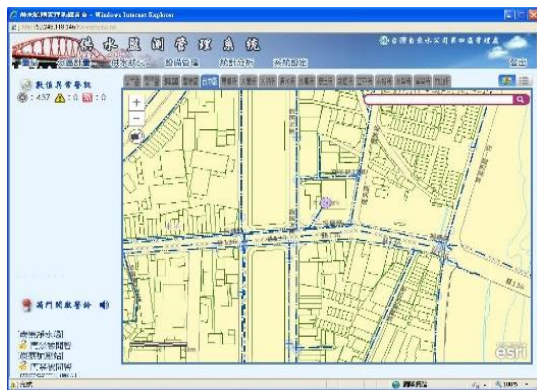


圖 3：系統結合 GIS 圖資系統



圖 4：壓力標準差管控

供水動力仰賴管線內的壓力進行，因此壓力的監控亦是管理的標的。供水監測管理系統可建置壓力監控的相關功能應用，例如水量水壓比較、一點多天壓力趨勢、異常水壓（突增、驟減）、不同時段水壓界限警告……等，系統可針對壓力異常的部分(超出或低於標準差)提出警示，作為管理決策與操作人員的供水操作依據。

透過單一系統整合相關供水的資訊，管理者得迅速了解當前供水概況、過去流量資訊，作為未來配水調節依據。黃國永(2009)研究提出，建置供水監測管理系統可獲得以下益處：提升測漏與管段監控效益、縮短管線工程時程與降低管線汰換影響範圍、協助水資源管理，降低無效售水率與作為自來水事業單位求償管線維護與水費追償之證據。而林清鑫(2009)亦提及六大效益：節省派遣人力至現地抄表的時間與人力、減少人員抄表數值錯誤，或設置點表值記錄錯誤、隨時掌握每日實際用水情形，而非一段時間後的報表彙整、資料查詢便利，任何時間、地點透過網路上網隨時掌握用水情形、透過趨勢分析監看用水趨勢，並藉由用水趨勢分析，儘早發現管線漏水或異常用水情形，即時修漏與抑制漏水、歷史資料可做報表分析，節省報表製作人工成本。綜上所述，透過供水監測管理系統，單一系統整合供水資訊，方便管理者了解當前供水概況、過去流量資訊，作為未來配水調節依據，可降低人為錯誤機率發生，所設置的分析功能與歷史資訊利於分析報表的產出，可有效降低管理成本，亦得更高水資源管理效益。

3.2 分區計量管理的應用

自來水管網中的漏損控制，逐段聽音檢漏耗工費時，分區計量是當前施行最具效益的管控方式。將自來水管網分成多個獨立計量的封閉管網，偵測夜間最小流量(NMF)或依照水平衡概念分析各個管網的資訊，水表總表的進水量應等於各支管水表的水量加總，藉此找出漏水區域。然而此方法雖可查出漏水區域，但因為各用戶表的抄表時間不盡相同，將會產生因抄表時間落差所造成的誤差。

分區計量中，智慧電子水表扮演重要角色，原因主要可分為三大項：

第一，智慧電子水表達 C 級計量，可偵測夜間最小流量，判斷漏水概況。

第二，搭配傳訊設備，可將資訊定時(分鐘/小時)回傳至遠端水資源管理系統。

第三，智慧電子水表具備定期紀錄/特定時間紀錄功能，將區域內水表固定時間紀錄的表值，集體將水表數據，送回系統伺服器。將可解決過去每只水表抄表時間不一致的問題。除了幫助分區計量外，特定時間紀錄功能可幫助了解管線汰換後的漏水比較數據，迅速進行效益分析。

另，黃國永(2012)提出，智慧電子水表針對分區計量可有四大效益，分別為感測水量靈敏度佳，有助偵測並提高準確度、免除電力設置，達到節能減碳、降低通訊費用，減少管理成本、即時傳訊，節省人力成本。

3.3 用戶計量管理

3.3.1 用戶計量管理簡介

智慧電子水表具備五大優點可提升用戶水資源管理效能，用戶無論用水量的大小皆可適用。

第一，智慧電子水表在低流量時，仍具備高敏感度，可獲得更準確的用水數據進行成本管控。

第二，水表本身可偵測是否有漏水事宜，用戶無需透過高昂的水費才發現漏水狀況。

第三，較機械式水表相比，智慧電子水表因以非磁傳動作為計量原理，無齒輪磨耗問題，使用上穩定度更高，計量不怕因使用年限過久而有所誤差。

第四，LCD 直讀式的積算盤面，易判讀計量數值，另具其他智慧管理資訊，可傳輸至監測管理系統中。除了顯示盤面不會因水漬汙染無法讀取外，更方便用戶讀取用水資訊。

第五，具備智慧紀錄管理功能，歷史用水紀錄皆可檢閱調出，方便後續分析管理。

目前應用上，大型用水量用戶於民國 80 年代開始，已逐漸使用並建置對應的水資源管理系統進行自動讀表，然而較為遺憾的是，雖目前具備良善設備，卻欠缺維護保養機制，至今仍未與抄表收費結合應用，無法發揮最高效益。

透過智慧電子水表，用戶用水概況無需透過人力抄表，用戶便可擁有具體數據資料，自來水事業單位利用後續用戶用水模式分析，可加速管理效能、僅早發覺異常用水情事，用戶亦可對於自身用水狀況有更深入的了解，改善水量計選用不當問題、用水設備異常問題、進水控制不當問題(鄭國華，2005)。

3.3.2 用戶計量管理效益：大型用水量用戶的用水模式分析效益

對於大型用戶例如工廠、校園、商辦大樓或是千度以上的大型用戶，分處場所內的用水資訊同步更新、即時掌握，利於作為前端供水調配依據，使動力成本有效控制、管理能源耗損降低，且能達到節能減碳的效益。當大型用水戶發生漏水或破管等異常用水情況時，由於使用水量較大，若能積極控管，比起一般用量用戶達到較高的經濟效益。

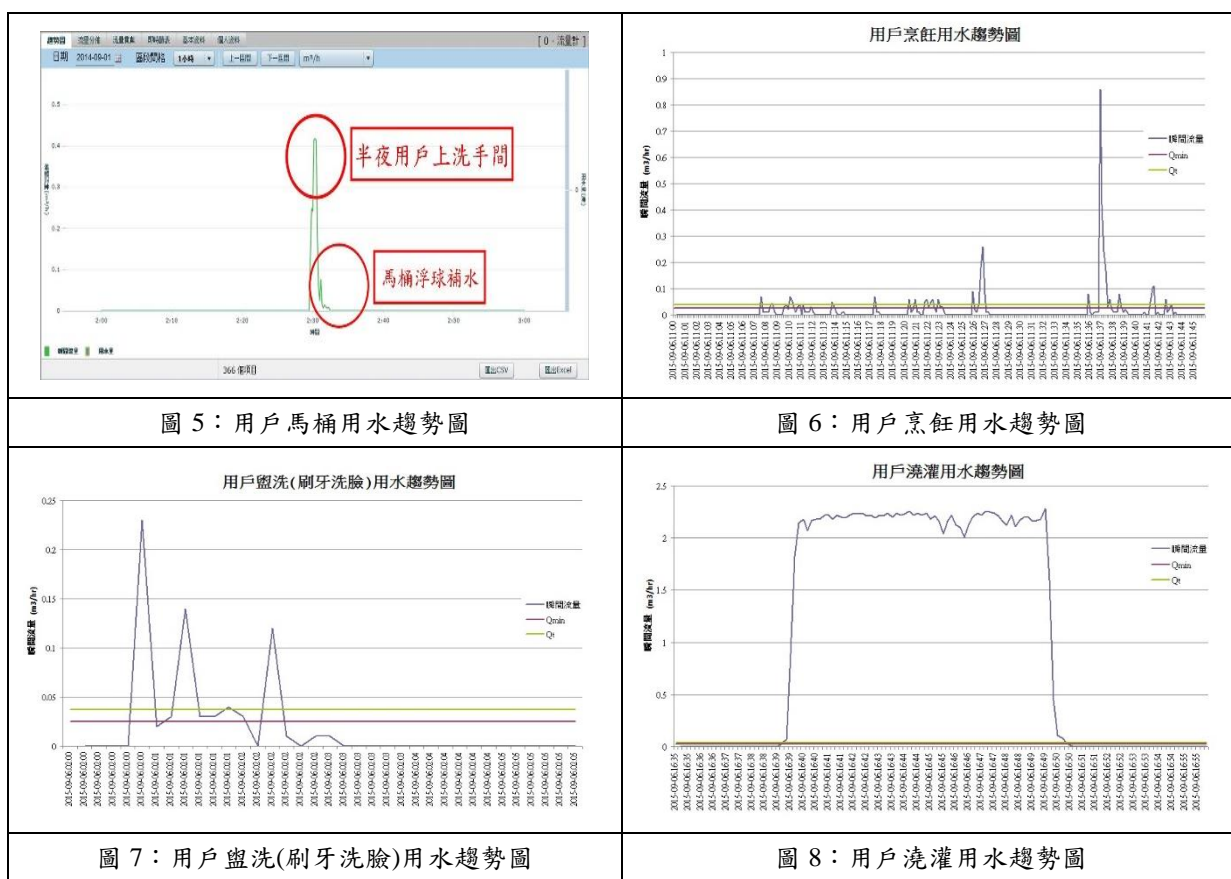
透過用戶端智慧電子水表與水資源管理系統的系統整合，經過分析即時的供水量資訊，可建立用戶用水模式分析，在限水時期方便供水端管控，一般時期更可根據消防局火災通報，暫時性管控大用戶用水，優先提供救災的緊急供水。

大型用戶的用水模式分析，除了可提早發現異常用水情況(漏水、破管)並進行修繕事宜，避免水資源的浪費。供水管理方面更可透過用戶用水分析觀察用戶的用水模式(持續式、週期式、間歇式用水)以及高低峰用水時段，了解用戶用水習慣為未來供水進行最適宜調配；若水量計無法正常運作亦可提早發現，避免水費短收；若有逆流情形，將會污染水質，透過分析亦可發現並進行改善。綜上所述，透過用戶用水模式分析，可更妥善利用水資源，亦可增加自來水事業單位的良好服務形象。目前台北自來水事業處已試辦 2700 度以上用戶進行自動讀表管理，未來可朝向 1000 度以上用戶施行，更能獲得管理效益。

3.3.3 用戶計量管理效益：一般用水量用戶的用水模式分析效益

一般用水量用戶諸如家庭用戶，用水分析除了可找出異常用水，更可告訴用戶如何節省水資源，提供節約用水依據。單從智慧電子水表自身的漏水偵測功能便可提供用戶漏水警訊，使用戶進行自我管控。

目前節約用水的宣導，大多是齊頭式的口號宣導，而用水戶卻不知其用水模式，產生未能知其從何作起的困惑。透過智慧電子水表，可顯示出各個時段的耗水量，呈現用水時序圖。本研究便使用智慧電子水表擷取生活行為用水，依照用水時間與家戶生活習慣，確認該時段的用水行為。不同的行為模式，其用水趨勢亦產生不同變化，例如圖 5、圖 6、圖 7、圖 8，便分別為如廁、烹飪、盥洗、澆灌等行為。民眾可線上確認自身各個行為的用水量，與平均標準用水相比較，得發現用水浪費通常發生在何種生活行為上，並根據此進行改善，因此節約用水的行動亦可「因人而異」。



以圖 9 與圖 10 為例，同樣為洗澡用水，不同性別的行為模式便大不相同，女性用戶用水時間較長，然洗澡期間會因動作而關閉水源；男性用戶時間較短，但期間內持續用水。一般用水宣導僅只會提及減少盆浴，但若是採用用戶用水分析，用戶可依自身的用水趨勢圖改變策略，因此每個人都有屬於自己的節水行動，例如：圖 9 的女性用戶可調整洗澡時間，圖 10 的男性用戶則可調整用水習慣，洗澡時依動作關上水龍頭。另，家長亦可對於依據孩子們的用水趨勢圖，了解生活習慣，教育孩子正確用水的觀念。

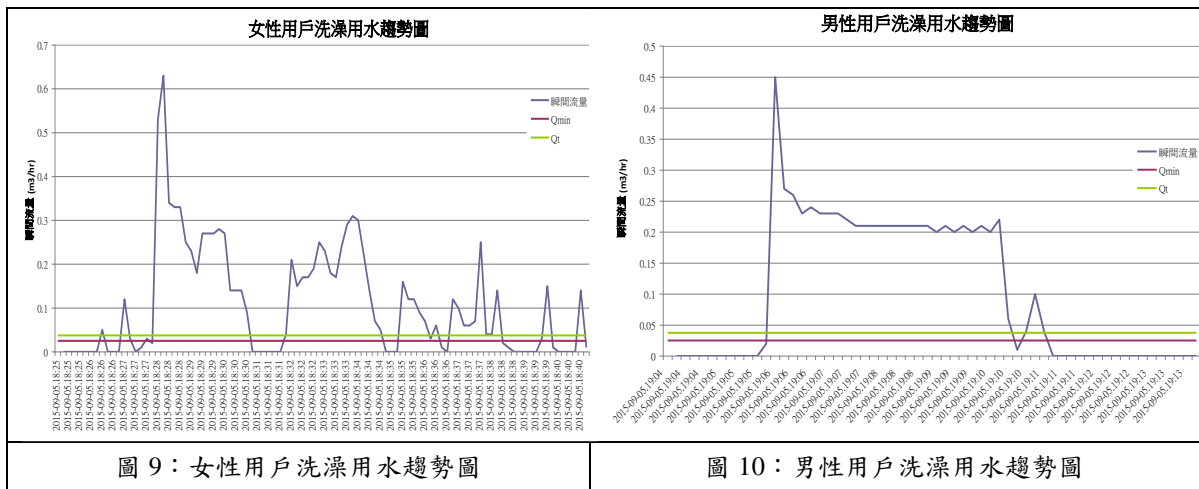


圖 9：女性用戶洗澡用水趨勢圖

圖 10：男性用戶洗澡用水趨勢圖

透過用戶用水分析，用戶可得知用水行為模式，根據該行為模式確認用水習慣，改善浪費行為使水資源得妥善利用。在未來居家管理上，更可產生水資源管理價值，作為居家保全與自我健康管理的依據。

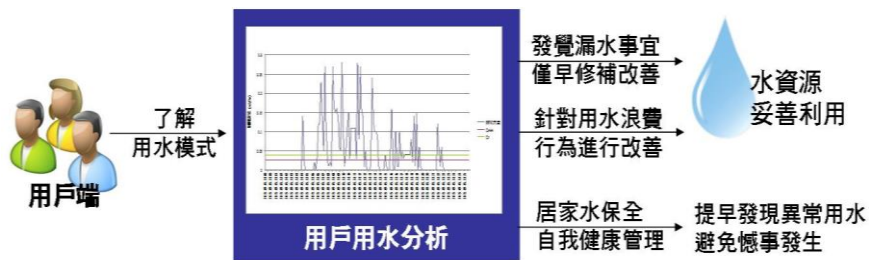


圖 11：用戶用水分析，一般用戶管理效益

3.4 智慧住宅

智慧城市是當前城市進步的發展藍圖，智慧住宅更是當前建築產業與智慧城市建置的趨勢，是為資訊科技下的產物並融入物聯網的概念，建築設計上結合節能思維與智慧化產品，由建築主動感知生活需求並提供回饋。在臺灣，能源控管為主要方向，目前已漸漸施行於新建案中(遠雄二代智慧宅、溫泉住宅)。於水資源管理上，以智慧電子水表作為水量計量感測儀器，與傳訊設備搭配建置遠端水資源管理系統進行智慧管理，進行用戶用水模式分析、異常用水警訊，使用水資訊不在僅只限於兩個月一次的帳單，而是實實在在貼近民眾生活。2015 年新建置的台北市政府公共住宅已開始朝向智慧住宅的方向設計，進行居家智慧水管理系統的建置，大幅使用智慧電子水表與其他智能產品替用戶管理家戶能源。



圖 12：

台北市政府公民住宅水資源管理系統登入畫面



圖 13：

台北市政府公民住宅水資源管理用戶管理畫面

家庭用水戶的用水管理系統，可使用戶用水分析的效益得具體實現，並增加用戶的服務滿意程度。在遠端水資源管理系統中，供水端可統一管理用戶用水資訊，進行產銷調配。用戶端則可透過用水資訊，自我管控與節水，若有用水異常情事，不僅用戶可自行發現，自來水事業單位亦可主動告知，雙方皆可做到減少漏損；若有用水度數的糾紛，系統上的資訊可避免人工抄表的灰色地帶，減少抄表的誤失。

用水分析為生活習慣的佐證，更可運用在居家保全、健康管理等方面。保全業者研擬可依當前用水狀況，判斷用戶是否發生意外或是有異常用水的情形，例如，無人在家，卻一直有用水紀錄，發現漏水及時通報抑止，可減少漏水浪費與傢俱裝潢的損毀；或因突有用水而判斷為宵小入侵竊盜。在獨居老人安全管控上，因該用戶長時間沒有用水資訊，或浴廁長時間無沖洗馬桶、或淋浴時間過久，可判斷長者是否發生意外需要緊急救援，避免憾事發生。健康管理方面，則可以透過生活行為觀察身體狀況，例如許多疾病的潛在徵兆便是如廁的次數，用戶可透過次數分析，了解是否有頻尿或過少現象，提早就醫治療。另外，對於犯罪偵查，每日的用水紀錄更可做為行為證據，如 2013 年轟動一時的嘉義醃頭案，檢警就曾希望可以透過用水量，判斷兇嫌於家中分屍後大量用水清洗犯罪行為，惟僅有每兩個月用水總量，苦無單日用水資訊而無法佐證，若建置智慧水網，每日每時的用水資訊，協助刑事犯罪調查。

透過供水資訊上、下、游的系統整合與應用，形成智慧水網，實現智慧城市。

4. 未來發展與挑戰

4.1 發展：智慧水網的串聯

智慧水網的建置是利用當代資訊科技發展與 IOT(Internet of Things)物聯網的串聯，透過智慧電子水表將用水資訊傳訊至遠端水資源管理系統，透過授權保密的方式，管理者可遠端監測用水概況並調配水資源。小至居家用戶、大至工業用戶，皆可適用並互相串連，由單點(個別用戶)到線(鄰近事業/家庭用戶)至面(大區域整體用戶)，構成一個智慧水網，城市治理者可透過水網觀察城市各個角落的用水概況，更適宜的調配水資源。因此，智慧水網的建置不單僅僅只限於工廠個體、家戶單位，而是涵蓋整個用水範圍，包含供水系統、工廠用水、商業大樓、學校、公共建設、一般家戶、地下水、污廢水管理等等。

智慧水網的優勢顯現於提升水資源管理效能，無須耗時費力的取得用水資訊，於監測系統中即可確

認，降低水資源浪費，提升售水率。另外，亦可於系統中進行分析或是透過數據建立用戶用水分析，依照用戶的用水習慣調配水資源，幫助用戶了解用水習慣減少浪費行為。智慧水網更有助於達到水資源利用上良性循環，是國際水資源發展趨勢。試想像，於未來生活裡，用水資訊可輕鬆掌握在彈指之間，提高自來水事業單位管理效益，用戶端亦可更了解自身用水習慣，整體降低水資源浪費。針對異常狀況，智慧水網可以發出警訊給授權方，錯誤即時處理。整體用水資訊皆由系統自行感測主動告知，減少人力物力的耗損，達到最佳的資源調配。

4.2 挑戰與困難

4.2.1 目前困境：水價低廉 水管理新科技發展阻滯不前

臺灣的水價已 21 年未調漲，102 年臺灣每戶家庭每年水費支出占平均國民所得僅為 0.32%，與世界衛生組織所認定合理自來水費負擔占消費支出 2%至 4%之標準相比（吳瑞賢，2015），水費實屬便宜。周國鼎(2015)以臺灣現有自來水水價與世界各國之水價作比較，在 30 個國家或地區中臺灣排名第 27 名，平均每度水為新臺幣 9.23 元，與各國平均自來水價格 43.84 元相較是屬於低水價者。

為了使珍貴的水資源得有效利用，合理水費價格的制定是勢在必行的政策。低廉的水價不僅無法喚起民眾節約用水的意識，自來水事業單位亦無法改善經營困境、無法進行設備更換。礙於經費，不僅營運受到影響，老舊水管產生的漏水無力汰換、新科技的產品引進產生困難，無法大幅度採用智慧電子水表，建置智慧水網，使得缺水的狀況無法從管理經營面得更有效益與快速的改善。

合理的水價應秉持著社會公平性、營運上效率性、取價目標合理性作為考量，適當反映經營、維護成本，針對高耗費水量的產業收取較為高價的水費，是為合理且符合社會公平正義。李鴻源(2015)提及，為使臺灣走向節水型社會，差別費率是發展的第一步，每人每日用水量應為 250 公升，家戶以人口計量，若超過者應取較高費率，保持社會公平性。冀望未來得產生水資源利用的良性影響，降低水資源浪費。

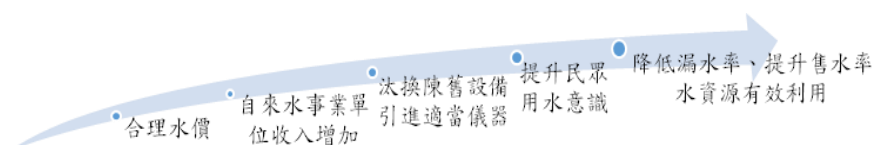


圖 14：合理水價的良性影響

4.2.2 缺乏政府政策主導 引領水科技產業的發展

智慧電子水表的普及，有利於城市與國家間的智慧水網建置，然而，若缺乏國家一體性的政策引導，產業發展將受到侷限。水資源為攸關人類生存的能源之一，面對資訊化時代的來臨，在管理發展上，卻始終未獲得高度重視與資源整合，政府對於其他能源例如電力，便設有智能發展政策並逐步完成智慧電網的建置，水資源卻始終原地踏步。相較於中國大陸，便將水資源管理列入十二五國家計畫，重視其與其他智能產品的相互發展與建置智慧水網，然而我國僅以「智慧台灣」做為口號，專注於其他產業的發展，對於水資源管理上卻無相對應的具體措施實屬可惜，仰靠部分城市帶頭建置智慧城市，做試點示範。

並且，礙於政府採購法的規定，無法鼓勵產業創新，導致產業界的發展幅度有限。現今水表由自來

水事業單位購買與設置，然而自來水事業單位受到政府採購法規定，未免落入「涉及圖利單一廠商」的口實，也為迴避廉政或檢察機關的調查困擾，而未能見有前瞻的採購政策或模式之改變，間接影響水量計廠商技術停滯不前。雖然國內已有廠家順利研發成功，且產品具備完善功能，價格也較為低廉，具有國際性競爭力，但自來水事業單位卻無法自由選擇國內研發有成的智慧電子水表廠家、或者還在等待是否還有更多廠家的研發生產、或者為了讓多家廠商可進入市場而須考量國外相較費用高昂或降低產品功能(規格)需求，使得結果本末倒置，無法使消費者得到具備完善功能且擁有合理價格的產品，也使得智慧水表的發展進度受到延宕。國內廠商亦無法從國內累積生產技術經驗，進而行銷國際市場，間接降低產業競爭力，形成經濟上的惡性循環。

政府應依照目前國內的現況，規劃國家長遠的產業與水資源科技發展政策，並適度修正採購法的諸多限制，鼓勵國內產業朝正向投資研發，增加國內廠家對於智慧電子水表研究與生產的誘因，促使水量計產業科技提升。

5. 結論

臺灣的水資源亟需解決方案，缺水問題幾乎是年年面臨的課題。然而降雨量豐沛的臺灣並不是缺水，而是留不住水，因此在「開源」與「節流」的政策上，臺灣應多專研如何節流，妥善管理水資源。

透過智慧電子水表，可運用在自來水的節流管理上，因其具備更高敏感度的計量等級與多功能智慧管理功能，有效偵測管線漏水，降低漏水率與無收益水費，增加抄見率與售水率，對於自來水事業單位可增加營收，改善營運管理，幫助陳舊管線汰換的評估。另外，智慧電子水表可與通訊設備結合，建置遠端水資源監測管理中心，作為供水調配依據。

供水監測管理系統上，幫助管理者立即確認水壓與水量關係；配合分區計量作業的進行，短時間迅速回傳資訊，即時掌握漏水區域，並能提早獲知爆管警訊；建立用戶用水分析，幫助大型用水用戶管理，降低漏水更有掌握成本，使小型用戶了解家中是否漏水與自身用水模式，自行管控用水以達節約用水；配合智慧城市的建置，實踐在社區住宅，民眾用水資訊隨時可掌握，更貼近民眾生活。未來，更可透過智慧電子水表串聯城市大小用水，從供水、配水到污廢水管理，連結成全方位的智慧水網，用水資訊將走向透明化與即時化，使水資源得妥善利用。

雖然目前臺灣面臨嚴峻的用水困境，然而危機便是轉機，政府應做好立即性的改善措施並鼓勵相關產業的技術研發，由中央帶動地方、由政府帶動產業，促進國內水資源更適宜的發展、鼓勵相關產業投注研發，使臺灣的水利產業站上國際舞台，不僅增加國際知名度與產品外銷，亦能帶動經濟發展，創造國民經濟、豐裕國庫，形成良善的經濟循環。

參考文獻

1. 臺灣自來水股份有限公司，臺灣自來水事業統計年報第 37 期，2015。
2. 臺灣自來水股份有限公司，每戶(每人)每月水費及每戶家庭每年水費占消費支出比率，2015。
3. 吳瑞賢、毛振泰、黃一凡，合理水價機制之實務分析與決策影響，國土及公共治理季刊第三卷第二期，2015。

4. 李鴻源，臺灣的水資源藍圖，大愛電視台，2015年8月8日。
(網址：<https://www.youtube.com/watch?v=wGhuMqIjoTQ>)
5. 賴品瑀，合理水價、回收再生 李鴻源：水資源政策不容拖延，環境資訊中心，2015年4月1日。
(網址：<http://e-info.org.tw/node/106328>)
6. 林顯明，全球智慧城市發展新趨勢：臺灣的機會與挑戰，中華經濟研究院，2015。
7. 大量用水？疑住家清血跡 檢警查「水表」，TVBS News，2013年3月20日。
(網址：<https://www.youtube.com/watch?v=stRZjqW5fQI>)
8. 黃國永，水量與水壓管理監測系統在分區計量應用之研究-以花蓮地區為例，中國科技大學碩士論文，2012。
9. 經濟部水利署，提升水量計功能強化用水管理之育成計畫，2012。
10. 趙峙孝，智慧綠建築規劃設計流程管理之初探，國立清華大學碩士論文，2012。
11. 楊崇明、蘇政賢、林志勳，智慧電子水表管理應用之探究，水利產業研討會，2012。
12. 周國鼎，2014國際水價現況解析，自來水會刊第34卷第2期，2015。
13. 黃國永、蘇政賢、蔣丞哲、林于程，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，自來水研究發表會，2009。
14. 蘇政賢，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，國立嘉義大學碩士論文，2008。
15. 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運用，自來水協會，2005。
16. 弓銓企業股份有限公司，2015，網址：www.ems.com.tw。
17. Arregui, F. J., E. Jr. Cabrera and R. Cobacho, 2006, Integrated Water Meter Management. Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London.