

智慧水表的實務應用研究

楊崇明，蘇政賢，黃敏惠

弓銓企業股份有限公司

摘要

隨著物聯網應用概念與資通訊技術發展，國內各自來水事業單位已階段性發展智慧水務/智慧水網，提升水資源利用效率，其中管理與應用的核心莫過於智慧水表的使用。智慧水表作為數據蒐集的感測設備，除了基礎的流量積算數據外，若具備各式管理功能，更可擴大後端功能應用範圍，如漏損管控、用戶用水分析、異常用水警示等項目。

綜觀國內外智慧水表，常見的功能包含水表使用資訊(使用天數、靜止天數、磁干擾天數)、漏水管理(異常提示、累計天數計算)、事件記錄(積算日誌、過載事件、漏水事件)等，然而如何有效應用非單一狀況可以概全。本研究將根據常見的智慧水表功能，探討於實務作業中的使用情境、功能應用方式與衍生的附加管理效益，如漏水天數與糾紛表的鑑定，期望透過本研究可作為自來水事業或相關水資源管理單位，未來智慧水表應用或水資源大數據分析之參考。

智慧水表的功能

水表為水量計之俗稱，於CNS14866(2017)定義為積算量測的儀器，不論其技術，可連續測定流過之水體積。於國內，若涉及計費依據，則屬

法定度量衡器，應經過主管機關經濟部標準檢驗局型式認證檢定合格。

水表的使用略分為管理用水表及用戶端計費用水表。有關智慧水表之研究，則多聚焦於用戶端，故在應用或功能呈現上，多以用戶管理、用戶使用的附加效益作為主要考量。

智慧水表有別於傳統機械式水表，通常認為可提供密集的用水數據，協助漏損管理，並提供用戶一個有效管理水資源的方式，常與自動讀表系統(AMR/AMI)整合應用，部分研究認為，透過智慧水表的數據資料可協助改善用戶的用水行為，以達到自主節水管理的效果(Terry Randall & Dr Richard Koech, 2019)。

綜上所述，智慧水表、自動讀表的效用不僅止限於取代人工抄表作業，後端的用戶服務、異常管理才為建置重點。而後端服務、系統功能與水表內建之功能息息相關，若功能太過陽春，能回傳的數據總類太過稀少，後續之應用將受到限制，勢必無法將效益最大化(中華民國自來水協會，2016)。故智慧水表在當代所扮演的角色，已逐步朝向可發揮多種管理功能的精密設備發展，或可針對用戶的用水數據進行初步分類與處理，以擴大後續系統的應用效益。

整理國內外常見智慧水表具備之功能如表1，除了顯示基本的累積流量值與瞬間流量外，綜合其他主流的功能如下：

1. 使用資訊

泛指水表本體的運作狀況之記錄，包含水表運轉、靜止，或受外力磁鐵干擾等狀況，更甚或是用戶用水次數之記錄、偵測流體方向(正向流量/反向流量)並獨立顯示之功能，如圖 1 所示，可讓管理者掌握水表或用戶用水的運作基本歷程。

大口徑的智慧水表，亦具備流量異常警示相關功能。



圖 1：正反向流量顯示

2. 漏水管理

智慧水表可針對用戶用水狀況，自主判斷是否疑似漏水狀況發生，並主動發出異常提示，如圖 2 所示。

內建之漏水管理功能包含：漏水天數記錄、漏水狀況提示等，並包含特定時段記錄，可協助分析計算夜間最小流(MNF)，以利降低無收益水費。



圖 2：智慧水表疑似漏水提示
(資料來源：賴碧香、李世泓(2017))

3. 事件記錄

主要為水表使用資訊的衍生應用，提供整體性的用水異常事件呈現。

事件包含用水積算日誌(多日、多月)、漏水事件、磁干擾事件...等等，透過記錄事件發生的當下狀況，協助管理者更快速得到異常提示，或藉此了解用戶的用水型態，提前進行用水行為輔導或水表設備維護作業，避免後續用戶計量收費爭議、水量計長期處於超載流量而毀損等狀況發生，此亦為用戶智慧管理的核心。

4. 支援自動讀表

儲存於水表內的數據與各式智慧紀錄或事件記錄，可透過通訊讀表介面回傳至自動讀表系統中，以利自來水事業單位或用戶自行查看與管理。

惟回傳至系統平台之記錄間隔與時距，將影響用量異常警示的準確性，管理者應以管理效益(如用戶用水模式分析需求)做為記錄頻率的考量。

常見的自動讀表方式如數位電子訊號、脈衝訊號等，然而無論透過何種方式進行數據讀取，應以不影響水表原本運作與呈現資訊為主，並須符合國家標準 CNS14273 之規範規定，如：水表的指示裝置(顯示面盤)上之相關資訊應可保持可視性，以確保水表的識別度，利於用戶檢視與人員日常稽核使用。

上述所提之水量計相關資訊參考水量計檢定檢查技術規範 CNPA49 (2016)所述，水量計外觀應明顯標示包含型號、製造廠名稱或其標記、檢定合格有效期限、型式認證號碼、度量等級、水量計界定(N)、標稱壓力(PN)、壓力損失等等。

表 1 國內外智慧水表功能定義

單位	功能描述
臺北自來水事業處- 官網(2020)	(1). 水表度數直接傳送、無需人工抄表，可提升用戶的居家隱私。 (2). 使用手機或電腦查詢即時用水量，有效管理用水方式，達到節約用水。 (3). 主動偵測漏水等用水異常狀況，並可設定警訊通知，以避免異常現象持續發生。
臺北市政府- 公共住宅智慧社區建置規範 手冊 2.0 版(2017)	(1). 可透過網路將各住戶用水情況上傳至自來水公司資訊中心 (2). 可偵測漏水 (3). 可提供水流逆轉資訊 (4). 紀錄並可查詢日、週、月、季、年等區間用水資訊
台灣自來水股份有限公司- 用戶表未設置原則(2017)	為自動讀表(AMR)系統架構內所使用的水表，可將用水量轉換成訊號傳輸至本公司。
英國泰吾士水務局- 官網(2020)	提供用戶了解用水量與水費資訊，並更快發現與修復漏水。
英國政府國際發展部 (Department for International Development)- 智慧水系統研究報告 Smart Water Systems(2011)	(1). 更快與高校的抄表效率 (2). 防竊水與漏水偵測 (3). 提高水費帳單準確率 (4). 建立靈活收費機制 (5). 提高用戶水費閱讀便利性，進而改善債務狀況 (6). 遠程監測水資源利用狀況
新加坡公用事業局(Public Utility Board, PUB) -官網(2020) 新加坡智慧國家(Smart Nation SINGAPORE) (2020)	(1). 用水量即時顯示，用戶可透過手機 APP 或線上網站掌控用水量 (2). 提早發現漏水、提供高用量警示 (3). 協助用戶節省水費

智慧水表實務應用

當代智慧水表功能廣泛，可運用於用水管理中，下舉常見之案例作為說明：

1. 糾紛鑑定與漏水管理

當用戶懷疑水表計量不準確時，可向經濟部標準檢驗局提出糾紛度量衡器鑑定，然而其檢定流程冗長(如圖 3)，包含用戶申訴、專員現場勘查、拆裝用戶水表、水表檢驗等等，耗費用戶、經濟部標準檢驗局、自來水事業單位

三方的人力與時間成本。

糾紛鑑定之起因多來自於用戶認為水表計量數值高於用戶實際用水量，然而造成上述狀況之原因，除了水表失準外，更可能是因為用戶內管發生漏水情形。

若可透過智慧水表內建之漏水管理功能，即可縮短問題判斷流程，增加行政效率。如，在拆裝用戶水表前，可先查看水表內部的漏水事件記錄或特定時段用量記錄，以此判讀是否有漏水狀況發生，且其持續發生時間，加速問題改善流程。

發生原因如下(中華民國自來水協會，2018)：

- (1). 管網壓力造成用戶短暫逆流現象
- (2). 停復水造成用戶短暫逆流現象
- (3). 用戶未安裝逆止閥，私改用水設備或因其他周遭設備毀壞造成逆流

逆流與水質、用戶用水安全相關，並可協助確認逆止閥設備功能是否正常，透過智慧水表內建之反向天數、反向積算值進行檢視。或可結合後端系統發出異常警示，又因部分逆流發生狀況屬正常、輕微情形，可經由反向累積值佔正向累積值之比例進行系統警示通知設計，以避免誤警報發生。

糾紛度量衡器鑑定申請流程圖

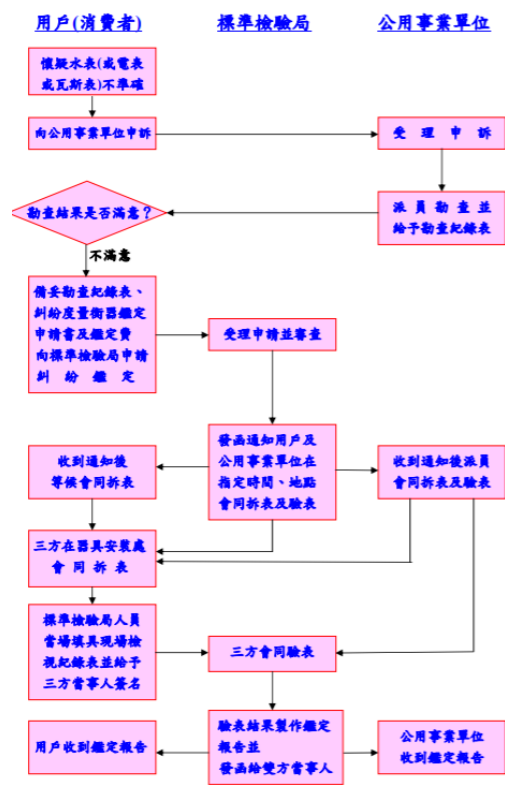


圖 3：糾紛度量衡器檢定申請流程圖 (來源：經濟部標準檢驗局(2018))

2. 逆流提示與用水安全

逆流係指流動的水體反向流動，可能代表用戶水質有污染狀況發生，

3. 防竊水管理

針對現行常見的竊水行為，可透過智慧水表內建的使用資訊進行檢視，得於日常抄表作業時查核，避免不肖用戶作弊行為，相關管理對應措施如表 2 所述：

表 2 防竊水管理

竊水手法	智慧水表功能
透過強力磁鐵吸附，避免水表運轉	磁干擾天數
水表倒裝(機械式水表會因為倒裝減少計量度數)	反向天數
增設側繞管(By-pass 管線)，用戶用水不會經過已安裝水表之管線	靜止天數

4. 水表口徑適用度

水表在長期使用下，難以避免有磨耗狀況發生，往往都是屆齡汰換或

已嚴重毀損才察覺。每只水表依口徑大小皆有適用的流量範圍，若超出流量上限，恐加速水表磨耗，不僅計量失準，自來水事業單位更需要額外負擔水表換裝費用。

智慧水表內建之功能可完成初步檢視分析，在磨耗狀況愈發嚴重前，及早發現並完成預防措施。可透過流量記錄與事件記錄，了解用戶用水歷程，若時常超出適用流量，應換裝較大口徑之水表，避免磨耗發生。

5. 記錄頻率與異常提示

智慧水表多與通訊讀表介面組成自動讀表系統，通訊讀表介面可定時距讀取水表數值，並完成數據回傳。

記錄頻率愈密集，愈利於分析用戶用水行為與用水量關係，如每日如廁、洗澡等用水量，亦可作為後續節水管理的依據。

讀取與記錄的時間間隔若過長，恐稀釋掉實際用量狀況，導致流量的上下限警示效益降低，亦無法有效分析用戶用水行為。以用戶用水趨勢舉例，圖 4 為每 1 分鐘記錄、圖 5 為每 10 分鐘記錄、圖 6 為每 60 分鐘記錄，若設置流量上限值為 50CMH，若每 60 分鐘記錄 1 筆，則毫無警示作用。

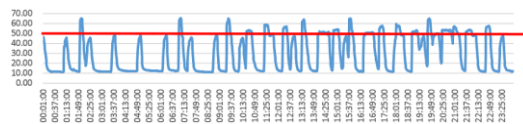


圖 4：用戶記錄時距為每 1 分鐘

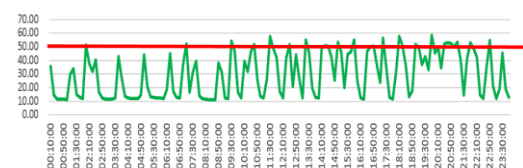


圖 5：用戶記錄時距為每 10 分鐘

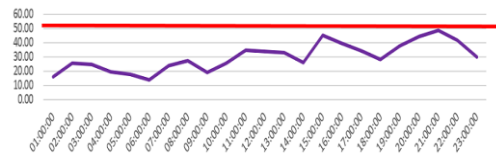


圖 6：用戶記錄時距為每 60 分鐘

為避免記錄頻率影響管理效益，自來水事業單位應考量用戶管理屬性決定記錄時距，如大用水量用戶屬管理上的關鍵少數(占比少的用戶耗掉較多水量)，有密集紀錄、異常警示的管理需求，可每 10 分鐘記錄 1 筆；家庭用戶注重家戶管理服務，則可每 60 分鐘記錄 1 筆，但無論哪種型態用戶，應都可支援每 1 分鐘記錄，並可透過遠端設定功能調整記錄頻率，以利滿足管理者後續管理需求，或用戶計量糾紛發生時，可立即進行用水行為分析。

結論與建議

智慧水表為完成智慧水網的里程碑，若智慧水表、自動讀表的功能若僅限於取代人工抄表作業，將不符合建置的經濟效益，建議自來水事業單位應回歸智慧水網的建置初衷，以用戶管理為出發點，擴大應用功能，以提升用戶服務品質，降低漏損狀況，方能換取最大利益效果。

智慧水表的功能多元，可協助完成初步用戶用量數據處理，不僅利於後端自動讀表系統的擴充，更可用於用戶用水管理作業中，以利提早發現異常用水狀況，如漏水、逆流等，相關分析數據可透過線上查詢或載錄於電子帳單內，不僅提升民眾申請電子帳單的意願，更讓用水管理更貼近用戶生活，達到現代化自來水服務。

參考文獻

1. Terry Randall & Dr Richard Koech(2019) Smart Water Metering Technology for Water Management in Urban Areas, Water Source Water e-journal Volume 4 No 1 2019 ISSN 2206-1991.
2. Smart Nation SINGAPORE(2020), <https://www.smartnation.gov.sg/what-is-smart-nation/initiatives/Urban-Living/automated-meter-reading-amr-trial>
3. Hope, R., Foster, T., Money, A., Rouse, M., Money, N. and Thomas, M. (2011) Smart Water Systems. Project report to UK DFID, April 2011. Oxford University, Oxford.
4. 中華民國自來水協會技術研究委員會(2016),「智慧水表之建置與應用發展」,中華民國自來水協會 104 年度研究計畫。
5. 中華民國自來水協會技術研究委員會(2018),「強化用戶內線服務已提升用水管理效能之研究」,中華民國自來水協會 107 年度研究計畫。
6. 台灣自來水股份有限公司(2017), 用戶表位設置原則。
7. 英國泰晤士水務局官網(2020), <https://www.thameswater.co.uk/help/water-meters/getting-a-water-meter>
8. 新加坡公用事業局(Public Utility Board, PUB)(2020), <https://www.pub.gov.sg/smartwatermeterprogramme/about>
9. 經濟部標準檢驗局(2018), 官網:
家用三表(水表、電表、瓦斯表)糾紛鑑定篇, <https://www.bsmi.gov.tw/bsmiGIP/wSite/ct?xItem=42255&ctNode=4579&mp=1>
10. 經濟部標準檢驗局(2017), 國家標準 CNS14866。
11. 經濟部標準檢驗局(2017), 國家標準 CNS14273。
12. 經濟部標準檢驗局(2016), 水量計檢定檢查技術規範 CNMV49 第 4 版。
13. 臺北自來水事業處(2020), <https://www.water.gov.taipei/cp.aspx?n=2E9B17EFBF12FB2C>
14. 臺北市政府(2017), 臺北市公共住宅智慧社區建置規範手冊(2.0 版)。
15. 賴碧香、李世泓(2017), 台南水情吃緊卻爆出漏水 40 天 棒球場澄清「看台整修」, 三立新聞。