

智慧水網 APP 供水資訊服務創新管理之應用 研究－以自來水公司第五區管理處為例

THE STUDY OF SMART WATER NETWORK SYSTEM MONITORING SOFTWARE (APP) - 5th BRANCH OFFICE OF TWC AS AN EXAMPLE

范惟翔

南華大學企業管理學系副教授

張滄煊*

南華大學企業管理學系管理科學研究生

Wei-Shang Fan

*Associate Professor, Department of Business Administration,
Nanhua University*

Tsang-Hsuan Chang

*Graduate Student, Department of Business Administration,
Master Program in Management Sciences*

摘要

智慧水管理為當代管理趨勢，台灣自來水公司近年導入新科技產品，運用物聯網概念結合大數據分析，於國內各管理區處的自來水管網中廣設監測點位作為數據採集之基礎，彙整水量、水壓、水質等八大監測數據，並結合地理圖資、小區管網，建置供水監測資訊平台，協助後端分析報表處理，完成即時監測、漏水管控、輸配水作業調配參考、異常通報等功能，冀能達到穩定且優化供水之目標。

供水監測管理從早期 SCADA 系統開始至當代網頁式管理，以穩定供水為目標、協助降低漏損，台灣自來水公司各管理區處因地理水文特性不同，供水監測資訊平台也有不同樣貌，本研究將針對台灣自來水公司第五區處系統進行探究，以此延伸探討

*通訊作者，地址：嘉義縣民雄鄉西安村安和路 393 號，電話：(05)226-2806
E-mail：10551515@nhu.edu.tw

未來供水監測資訊平台之樣貌與預期發揮之效益。

關鍵字：供水監測、智慧水管理、智慧水網

ABSTRACT

Smart water network management has become the current trends so TWC (Taiwan Water Corporation) has adopted new technology, which applies IOT (Internet of Things) concepts to analyze big data recently. Now, every branch office of TWC has implemented various monitoring sites to collect 8 parameters, including flow, pressure and quality data from the network and combined with GIS (Geographic Information System), DMA (District Meter Area) to generate analysis reporting, monitor real-time data, control leakage, operate water supply and send the alarms so as to optimize the network supply system.

The purpose to develop the network supply monitoring system is to stabilize the water supply, developing from SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) in the early time to the latest WEB-based management system. Due to the different geographical and hydrological features from every branch office of TWC, they will develop different monitoring management systems. The study will emphasize on the 5th branch of TWC to discuss the features and benefits of the future network supply monitoring system.

Keywords: Water Supply Monitoring System, Smart Water Management, Smart Water Network

壹、緒論

一、研究背景

(一)智慧水網發展

智慧水網為當代物聯網應用的一環，涵蓋的範圍廣泛，除了自來水的供水事業，包含用戶端應用、污廢水處理、再生水處理、水權管理等等，協助管理者解決排澇、蓄水、供水、節水等問題。在水的輸送或利用過程中，加入感測元件（Sensor）並賦予其通訊能力，經由穩定傳訊網路，蒐集水在各個使用階段的數據與狀態，利於即時監

測或數據分析利用。

在自來水供水事業的應用中，智慧水網的應用核心以穩定供水為主，並以降低漏損作為策略手段，進一步協助決策支援，使水資源的供需調度達到平衡。國內主要供水單位以台灣自來水公司（下稱台水公司）為執行主體，智慧應用的發展原因簡述如下：

1.外部環境：氣候變遷，旱澇頻繁

面對極端氣候的影響，旱澇交替頻率增快，過去每 19 年發生一次大型水災，現在是每兩年一次；過去是每 17 年發生一次大型旱災，現在頻率縮短至每九年一次（李鴻源，2014），對台水公司而言，是保持穩定供水目標的一大隱憂。且水庫淤積嚴重，隨著未來高科技產業發展，國內用水缺口逐年增加，估計在 2031 年時恐將日缺水 80 萬噸（張為竣，2017）。為減緩用水緊張情勢，台水公司近年試圖運用「節流」的手段，仰賴資訊科技，藉由水壓、水量的監測管理，降低管網漏水率，提高用水品質。

2.內部環境：設備龐雜，人力精簡

國內供水系統龐大且複雜，國際上多為一座城市一個供水系統，但台水公司負責的供水範圍卻超過 148 座鄉鎮市，環繞全台的供水管路總長度超過 6 萬公里，日供水量達 870 萬噸。面對龐雜的供水系統，若要有效管理其附屬的供、淨水設備，系統化的應用為一大方向。另，近年人力精簡政策，退休與新進人員銜接不及，造成台水公司基層人員經驗與技術難以傳承，亟需資訊化科技提升作業效率。

(二)台灣自來水公司監測管理

台水公司為國內最大宗的民生用水、工業用水供應機構，經營範圍包含原水端（原水、出水管理）、輸配水端至用戶售水端，透過供水管網穩定城市經濟動脈。為能促進水資源妥善調配，在供水操作上，台水公司於 1990 年代開始進行管網監控，以基礎數據作為決策的參考依據，提升整體作業效率。

1990 年代主要透過數據採集與監控系統（Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA）進行。系統以控制為核心，主要用於原水端的管理，如淨水廠、給水廠中，協助分析、演算、整理、控制各個單元設備運作狀況。在運作上，資料的採集與初期控制由遠端終端控制單元 RTU 或可程式邏輯控制器 PLC（Programmable Logic Controller）進行，整體運作的效能與狀態分析則由 SCADA 進行調整，數據資料會儲存在歷史紀錄資料庫（Database）中，以利於後續追蹤。此系統架構已沿用至今，不斷依台水公司需求擴充監測範圍與功能，但因缺乏 GIS 定位、無管線圖資且多僅於淨水廠使用，在使用成效上有限。

2000 年代左右，因 SCADA 系統僅限於在監控室中使用，為能在供水操作上達到即時性，台水公司開始嘗試自動讀表（Automatic Meter Reading）系統。自動讀表系統在國際上多偏向應用於用戶端的收費使用，此處則偏向於輸配水端的管網監測（李嘉榮，2008），以管理為核心，監測輸配水端水量、水壓變化。自動讀表可建置 Web 版的網頁操作系統，在操作上與使用地點上更為靈活，然而當時利用電話線作為網路的傳訊媒介，建置成本高且後續維護不易，不符經濟效益，故後續停止採用該通訊模式。

2010 年代開始，伴隨著資通訊技術進步，自動讀表系統轉向利用 3G、4G 網路進行傳訊，降低維護費用。在系統應用與管理目標上，台水公司因應氣候變遷、漏水率居高不下問題，擴大系統的使用範圍，並向外與其他系統介接，如小區管網（DMA）系統、地理資訊（GIS）系統，組成單一供水監測資訊平台，整合管網上八大數據（水量、水壓、濁度、餘氯、酸鹼值、閥栓、多功能電表、水位），促使水資源的使用能更具效率性。

近年，物聯網、智慧水網的概念亦開始成為城市管理的熱門話題，在智慧應用的浪潮下，供水監測資訊平台逐步導入行動管理、大數據分析之概念，從被動式的數據蒐集資料庫轉向成智慧學習分析平台，冀能達到異常事件主動預測、壓力逐段分析，使供水管網更具備彈性與面對災害後迅速恢復的韌性。同時，隨著通訊科技技術的演進，行動裝置的出現改變了管理模式，結合無線網路、地理資訊定位，成為一種便於攜帶的簡易型計算機裝置，使用者不再被網路線侷限在單一地點作業，透過行動應用程式（mobile application, APP），可迅速進行不同的功能應用，促使使用者的工作效率能更具生產性。運用到供水監測管理上，可擴展其服務範圍，因其便利性與靈活性，目前在管理上更強調行動管理的重要性，要求監測平台應有 APP 可支援行動裝置使用。

二、研究動機與目的

智慧水網的導入應用將重新定義台水公司的服務範圍，從被動的供水輸送，到主動式的服務應變，透過新的技術引進，台水公司可重整內部資源，包含人力、相關設備、經驗等，反饋至用戶服務面上滿足客戶需求。

台水公司為因應台灣地形狹長，地勢起伏大，各地水文特性不同，轄下依地理區域分成十二個管理區處進行供水作業，故在智慧水網的導入應用上亦有功能、時程上的差異。本研究將選定第五區處管理處、第十二區處管理處進行案例分析，前者是較為傳統的監測平台運作系統，後者則是已結合創新服務之系統，透過兩者之比較，冀能為未來發展提出謫議。

本研究目的如下：

- 1.以第五區處管理處、第十二區處管理處的供水監測資訊平台為例，了解供水監測資訊平台應用狀況。
- 2.兩個區處監測平台系統應用比較，並提出改善建議。
- 3.反饋比較經驗，試圖提供其他區處或自來水事業單位之管理整合系統改善建議。

三、研究方法

本研究針對供水監測資訊平台，以台水公司第五區處進行案例探討，以此作為未來台水其他管理區處供水監測資訊平台的發展基礎，藉此提出謫議。目前國內對於本領域研究並無專文討論，故屬於探索性研究。探索性研究常用的方法可為次級資料分析、專家訪談、個案研究法等等，本研究是依國內台水公司真實狀況進行探究，因此採用「個案研究法」作為研究方法。

個案研究法中，所謂個案為真實狀況的一種描述方式，也是相關事實的說明，針對整體狀況提供問題，以尋求可行的解決方案，然而它所描述的事實或事件必須是事實的，且有一個或數個的問題中心，僅進行客觀描述。Yin (1994) 認為，個案研究是一種實務性的研究方式，藉由多重資料的蒐集，對現況加以分析，以期找出規律性的模式，尋求其中問題與解決之道。其應有三大原則：利用多元的資料來源、建置個案研究的資料庫、保持證據的關聯性。

根據個案研究法，將試圖找出問題原因並提出對策。目前國內最大的供水機構為台水公司，轄下依地理區域分為 12 個管理區處，其中，第五區管理處仍處在傳統系統與創新系統的過渡期，存有適用上的實務問題，第十二區處則是已逐步導入創新管理功能，故選用第五區處作為個案研究，第十二區則做為對比項目。

個案研究法的資料蒐集方式，一般而言可分為文件、檔案紀錄、訪談、直接觀察、參與觀察等，本研究將採用文件與直接觀察方式，文件部分將蒐集兩種系統目前應用的功能，並透過兩種系統之比較，了解兩者之差異，並找出造成差異的原因，進而試圖提出改進方案，提高系統平台的適用性。直接觀察部分，由於研究者之一長期任職於台水公司，並協助進行供水監測作業，故以直接觀察方式，闡述未來供水監測系統平台應具備的功能，作為優化供水流程的決策工具，就目前系統應用提出改善建議。

貳、文獻回顧

一、服務創新管理

管理大師 Drucker (1985) 對創新定義為賦予資源，藉此創造財富的行為，在過程中，新的產品與服務將孕育而生，並認為此非突然的發想，創新可透過訓練、學習而來。而 Higgins (1995) 認為，創新是為發明新事物的過程，將對個人、組織、團體、產業或是整體社會產生價值，創新力是企業中最大的資產。

在組織內創新管理，蔡啟通 (1997) 將其「組織創新」界定為「組織內部產生或外部購得的設備、過程及產品（技術層面）以及系統、政策、方案及服務（管理層面）等的新活動。」；Damanpour (1991) 認為組織創新可能是組織內部產生，或是組織對外某項項目之採用，此項目可為設備、系統、策略或是服務等；吳清山、林天祐 (2003) 進一步界定，組織創新管理可以是從漸進式的改進（如科技的引進、組織局部的調整、新型計畫的執行）到激進式的變革（如組織的整體再造）。

馮清皇 (2002) 提出創新管理係指組織管理者藉由創意環境的建置，成員參與的對話，引發組織成員進行知識創新、技術更新、產品轉化的過程，針對組織未來可能面臨的問題，激發成員願意突破現狀，願意接受挑戰的能力，透過一套適合且新穎的文化形塑，以新思維、新方法，追求組織得以永續經營。

劉世南 (2005) 認為，不論基礎學術研究或是企業推動的實際操作，皆應掌握創新管理所涉及之智慧工程的知識鏈以及跨越多層組織的複合機制。其次，他亦提及高層管理領導風格是啟動與貫徹組織學習的核心創新管理者；創新管理的特徵在於超越過去的經驗與知識，一項前瞻創新技術的研發，無法由過去相類似的技術研發之生命週期與技術風險，作為技術預測技術發展策略的本質依據，此即突破性創新的概念。

二、國營事業的創新管理

創新管理是指將科學技術、新思維方法引入企業中，產生新的生產能力，協助企業在競爭中取得優勢，透過有效率的手段，取得創新效益。Clark and Guy (1998) 認為在瞬息萬變的社會環境中，創新是提昇企業競爭力的關鍵方法。

國營事業的創新管理可體現於下面類型（曾民賢，2001）：

1. 科技創新：為最主要的型態，包含工作方法、設備與流程之創新，利用資訊科技改變主要管理工具，使其工作流程更為快速與友善。

- 2.產品與服務創新：多以利用服務外包的方式，提供服務與財貨。
- 3.策略與結構創新：整合目標、政策與計劃，形成長期管理策略。
- 4.文化創新：包含員工的價值、態度、行為之創新。

公部門發展創新之環境條件，Borins (2001) 提出應具備高層管理者的支持、足夠的創新資源、合宜的獎勵機制、員工背景多元、事前測試的機會、適當的評估機制。謝雅芬 (2015) 研究國內 2008 至 2014 獲得政府服務品質獎之案例，雖然創新專案發生的背景條件各不同，但皆需需要獲得高層首長的支持與重視，專案管理者（政策企業家）積極行動，跨域資源分配與整合創新專案的發展。經濟合作暨發展組織 (OECD, 2011) 研究報告中指出，公部門在創新上的驅動力主要來自強化公部門競爭需求、財政壓力、民眾需求改變、新社會問題出現、配合政府政策或改革計畫、新資通訊科技服務應用等。

在資訊科技應用上，我國自 1998 年開始推動「電子化政府」計畫，目前已進入第五階段，以數據資料為基礎，重新設計政府服務之樣態，以公私協力、資料驅動、以民為本為核心，打造領先全球的數位政府，並展現透過新通訊科技服務應用的決心(國家發展委員會，2016)。

台水公司肩負供水之責任與義務，經營方針隨自來水普及率發展有了階段性的演變 (王金寶，2004)，開始轉向「量足質優，加強穩定供水」的服務政策，遵循政府電子化政策與因應內外部環境變遷，在供水管理上以「智慧水網」為概念出發建置供水監測資訊平台，整合管網上的基礎數據(水量、水壓、水質等)，並結合地理圖資(GIS)、基礎設備等資料，透過系統功能運算後，實現異常事件主動偵測通知、自動設定異常警戒範圍、未來用水趨勢預測等功能，可作為管理者供水決策之參考，提高企業營運效益。

三、智慧供水監測資訊平台

智慧供水監測資訊平台透過資料探勘 (Data Mining)，將密集紀錄的供水數據建立成一個大型的數據庫，試圖在密集數據中提淬出有利於管理的資訊，可進行當前的異常狀況判斷或是預測未來可能事件發生的機率概算：如依據管網位置建立設備群組關係，改變單一點位設備 (閘栓狀態改變)，可自動計算影響區域範圍；或根據水量、水壓趨勢變化，以時間序列分析預測未來發生破管的機率。

運用智慧供水監測資訊平台協助發現最佳供水模式，取代傳統統計方式或經驗法則，然在功能上目前在國內尚未有一定的定義。

(一)供水監測資訊平台管理目標

供水監測資訊平台的應用有兩大目標，一為穩定供水、二為降低漏水。

1.穩定供水：輸配水管理中，水壓為管理之核心基礎，尤其在圖資尚未釐清時，水壓協助管理者了解地地下水流量方向，又被稱為管理者的眼睛。可透過壓力監測站的廣設，以科學化的方式優化輸配水管理流程，讓管理者知道水在那裡？要往那個區域送。

管網壓力亦須維持在適當的範圍內，若壓力過大則易對管網中脆弱處產生壓迫致使破管漏水；壓力過低，雖可減緩管線漏水狀況，但卻會導致管線末端用戶取水不易，背離供水穩定之初衷。因此水量、水壓的監測與調配為供水穩定之關鍵，此亦是建立供水監測資訊平台的一大管理重點，冀能使管理者快速了解供水管網現況，若發生破管或爆管等異常狀況，亦可透過系統分析進行修繕作業，降低可能產生的漏損及民怨。

2.漏水管控：管網漏損又被稱為無收益水量，是供水事業的經營損耗，無收益水量若是愈高，將大大降低供水事業的收益，對整體營運產生不良影響。

漏水管理是提高自來水事業管理效率的關鍵，整體網路化管理是自來水事業可以利用的技術，衡酌供水網路的規模、連接複雜性、和工作數據不確切等因素，主動的漏水管理具有巨大的潛在效力，以挽救可能由於漏水而導致的財物損失（林清鑫，2009）。

據無收益水量管理手冊（Farley, Wyeth, Ghazali, Istandar, & Singh, 2008），無收益水量為系統供給水量減去收益水量，又可分為未收費的合法用水量、表觀漏損與真實漏損。其中，未收費的合法用水量為消防用水、公共建設、公園用水等，表觀漏損及真實漏損合稱為漏損水量：

- (1)表觀漏損：又稱為商業漏損，發生原因可能為用戶竊水、抄表失誤、用戶水表誤差、資料處理錯誤。最主要的解決方法便是汰換水表，改換成 C 級電子式水表，並依據用戶用量，選擇適當的水表口徑。
- (2)真實漏損：為輸送管線上的漏損、用戶分支管線至用戶水表間的漏失水量。其之改善可透過管線汰換、分區計量及水壓控制進行。

漏水管線多位在重要道路或巷弄狹窄之處，都市中的經濟活動或既有的地上物成為汰換阻礙，考量實務與經費限制，且管線全面汰換之經費與時程非現階段政府可全面承擔，故水壓管控成為改善漏水的優先策略（蘇文達、郭萬木、王國樑、蔡宗賢、許裕雄、曾雅婕，2017），當前台水公司最常見的執行策略為密集建置水壓觀測站與建

置分區管網 (DMA)，可更細膩觀察管網內的水壓狀況。

分區管網是將供水區域畫分成數個小區，透過將管網分段，利於供水事業單位了解管線漏損情形，從小區內的流量、壓力變化，了解各個區域的漏損嚴重性，由系統平台觀察防治成效，大幅減少人工反覆式之檢漏作業。

(二)供水監測平台應具備的效益

根據現行實務與管理目標，整理未來具備智慧水網概念的供水監測平台應具備之效益如下：

1.即時性：遠端監測，協助緊急應變處理

即時監測與數據傳訊頻率及點位密集度有關，若頻率、點位密集度愈高，管理上就可更為細膩。

管理者透過遠端監測，即時掌握廠所、區域內的供水狀況。或設定異常警戒值，若有緊急事件發生 (爆管、水質加藥異常)，得及早發現改善，避免水資源浪費，保障用戶用水安全。部分設備可設定主動開關或建立「防呆」機制，降低人為操作風險。

2.行動管理：降低管理成本

系統應可支援行動裝置進行管理，突破過往僅能在監控室、廠所內管理的限制，透過數據流通性與即時性，管理者可不必親臨現場進行監控，免去場所與現場來往間的時間成本，使供水作業更為靈活。

3.資訊整合：整合管網數據、設備資料，提高管理效率

應可整合多項管理子系統、數據資料或外接其他資料庫數據。透過各種數據資料匯集整合，協助供復水作業進行、漏水區域判斷、緊急用水調度作業等。

4.地理圖資：有效釐清不明管線

國內自來水管線複雜，相互縱橫交錯，長年有圖資不明之詬病，容易在執行工程時錯挖，有公共安全之疑慮；或進行分區計量管網封閉時，未能確實封閉小區，使得整體效益不彰；或有不肖業者，長年透過暗管取用自來水，未經水量計計量，成為管理漏洞。透過監測系統與地理圖資的整合，定時更新圖資，作為施工或售水率調查的基礎，節省至圖資中心調閱圖資所耗費之人力、物力及時間，讓現場供水調配更具即時性與效益。

5.數據分析：決策判斷基礎

根據歷史數據進行分析，建立供水生產履歷，探究每滴水的最低生產成本，在淨

水時的最佳加藥量、供應時最佳加壓用電量，藉此作為供水決策的基礎，時時進行調整與改進，冀能降低能源浪費，達到政府節能減碳的政策目標。或建立水資源管理模式，預測未來供水趨勢，成為高階主管的決策基礎，得即時調整政策，使民眾更加信賴台水公司的供水品質。

6. 漏水管控：優化水資源使用效率

管理者可透過監測系統掌握即時的水壓數據，得依據各個點位的即時資料，了解各分支節管的壓力變化，據此調節其用量，避免壓力突增減的狀況，降低真實漏損與無收益水費，提高水資源的使用效率。

參、供水監測資訊平台的應用狀況

一、台水公司第五區處與第十二區處營運比較

第五區處之供水區域為嘉義縣、嘉義市及雲林縣，下轄兩個給水廠、六個服務所及七個營運所。第十二區處供水轄區則包括新北市板橋、土城、三峽、鶯歌、樹林、新莊、泰山、五股、蘆洲、八里等第十個區及三重、中和部分地區，轄下設有一個給水廠、六個服務所和一個營運所。其之營運狀況與第五區處之比較如表 1：

為了追求創新服務，兩個區處皆遵循台水公司及政府政策，推動「以客為尊」之服務理念，全面提升服務品質，積極研訂創新便民措施或進行跨機關的聯合服務，改進申辦手續，簡化作業流程。並推廣網路電子化服務，致力提升用水效率管理與飲用水水質，擴建相關自來水工程。

在供水管網上，藉由逐步導入科技產品與系統進行整體面的管理，促進操作設備的自動化與系統化，隨時監測水量、水壓、水質之變化，減少非預期性的停水、縮短停水復水時間，戮力穩定供水品質，達到實質意義上的服務創新。

二、傳統監測系統平台：第五區管理處

第五區處的監測設備多以 SCADA 系統為主，且大多由各營運所、廠站自行建置，僅侷限在單機型或是小型網路。數十年改善後，已整合成單一 iFix 監控系統，可在 WEB 網頁中查閱系統，使用 MDVPM 內部網路，主要可分為兩個伺服器。

表 1 第五區處與第十二區處營運比較

	第五區處	第十二區處
供水戶	488,859 戶	759,413 戶
供水人口	1,388,505 人	2,080,912 人
供水普及率	93.81 %	99.10 %
年配（供）水量	213,582,892 立方公尺	262,975,725 立方公尺
年售水量	159,106,985 立方公尺	244,127,100 立方公尺
售水率	77.48 %	83.09 %

資料來源：台灣自來水股份有限公司(2017)，台灣自來水事業統計年報(105 年)

(一)產水網頁伺服器

產水網頁伺服器存於各廠所 iFix 圖控系統中，整合供水監測的八大資料，如圖 1。系統設定固定每 5 分鐘自動寫入資料庫內，方便管理者於業務網路（辦公室電腦）中瀏覽當前設備運轉狀態。缺點為無全區處行動 APP 行動版本之應用，為未來服務創新重大改善方向。

(二)GIS 伺服器

GIS 軟體可進行每日更新，使用者透過本系統了解監測站 5 分鐘內的數值狀態，並從管線圖上查看目前水位、壓力、流量……等狀態，或查詢管線圖，掌握供水情況，如圖 2。

行動管理上，雖可安裝 MDVPN SIM 卡下載 APP 進行監控，或透過遠端桌面進行，但當前雲端系統無法與 GIS 圖資系統進行整合，登錄的使用者亦有名額限制（34 人）。又因考量資安管理，僅為網內通訊模式，觀其使用方便性與普遍性較為不足，如圖 3。

三、創新監測系統平台：第十二區管理處

供水監測資訊平台導入智慧水網概念，並支援 APP 行動裝置使用，冀能發揮六大效益：即時性、行動管理、資訊整合、地理圖資、數據分析、漏水管控，成為供水決策判斷依據，為達到此效益，第十二區管理處導入下述功能：

(一)即時監測

供水監測資訊平台應可即時監測數據，協助管理者能更全面性的了解供水管網的狀況。即時監測項目可依觀看的範圍大小或群組類別進行分組，目前十二區管理



圖 1 產水網頁伺服器畫面



圖 2 GIS 伺服器畫面



圖 3 Ifix webspace 系統 (網頁、APP 版)

處即時監測畫面可分為整體供水狀況或單一監測點位。

於整體供水狀況畫面中，可了解區域內的供水量變化與各區處供水、支援水量等狀況，如圖 4。

或以列表方式呈現，整合所有監測點位數據、瞬間數值與傳訊時間資訊，並附上該點位參考數值，可作為供水決策之參考，若瞬間數值超出設定的警戒範圍，則會以黃色或紅色燈號作為警示，如圖 5。

(二)行動管理

系統應提供多元化載具使用，如網頁、行動平板、或手機 APP 使用 (iOS 及 Android)，使管理不受地理區域限制，如圖 6。系統亦針對各層級登入區別定義管理層、操作人員、場所一般使用者等，進行權限管理與資訊安全防護。

(三)資訊整合

應整合相關管理子系統 (如小區管網 (DMA) 系統、SCADA 監控數據)、監測點位即時數據資料或外接外部資料庫資訊。

數據資料除了管網八大數據 (水量、水壓等)，亦可彙整各級淨水、機電、儀表、加壓站設備的使用年限、用電狀況、通訊良度等資料，方便後續維修保養作業資料查詢，若設備運作異常，如抽水機耗電量突增，可即時發現改善，無須等到收到電費單才進行維護。外接資料庫則可為其他政府公開資訊，如水庫水情、氣候資料等，利於供水決策進行。

(四)地理圖資

GIS 地理圖資為供水管理的主要參考依據，協助自來水分區規劃、售水率計算等等。供水監測資訊平台將監測數據與 GIS 地理圖資結合，如圖 7，可於地理地圖上查詢監測點位位置、當前水量水壓狀況、管線設備 (管材、閘栓) 等資訊。另管理者可直接輸入門牌地址，找尋特定街道位置，方便戶外檢查管路或施工作業的進行，是一項服務創新之突破。

(五)數據分析

系統導入移動平均標準差警戒，主動繪製警戒範圍，如圖 8。各監測站的歷史數據可視為統計學中的常態分配，一般狀況下應有 99.7% 的機率，數據將會落在正負三個標準差之內，若超出範圍則表示偏離近期操作模式，可能有異常狀況發生，需立即了解原因並進行改善措施 (林清鑫，2016)。

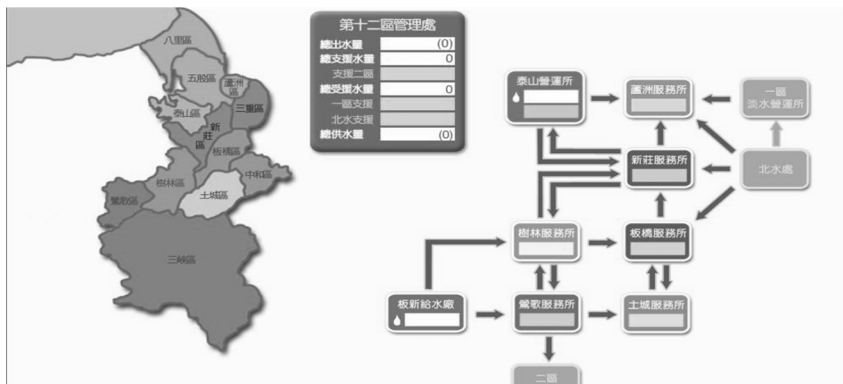


圖 4 即時供水告示板系統畫面

數值異常警訊 61 : 21 : 25

板橋所 新莊所 蘆洲所 樹林所 鶯歌所 泰山所 土城所 板新廠 水質站

監測站	傳訊點	參考數值	瞬間值	傳訊時間
三和路17-4號	水壓		0.46 kg/cm2	14:30:00
大漢橋旁	壓力	0.5~1.2	0.93 kg/cm2	14:30:00
中央一小區	流量	30-1600	187 cmd	14:40:00
	壓力	0.8-2.0	1.45 kg/cm2	14:40:00
中央二小區	流量	30-1500	374 cmd	14:30:00
	壓力	0.8-2.0	1.39 kg/cm2	14:30:00
中央-中港路口	壓力	1.0-1.8	1.72 kg/cm2	14:30:00
中正路1201-31-01-03	200壓力	1.0~2.0	2.04 kg/cm2	14:30:00
	1000壓力	1.0~2.0	2.30 kg/cm2	14:30:00
中正路544號前	水壓		1.80 kg/cm2	14:40:00
中正路803巷口	水壓		1.94 kg/cm2	14:40:00
中正路88號旁1201-31-01-03	壓力	0.6~1.2	0.62 kg/cm2	14:30:00
中原路189-1號	水壓		1.29 kg/cm2	14:40:00
中原路67號對面	壓力	0.8-2.2	1.92 kg/cm2	14:30:00
中富街1號	壓力	0.8-2.2	1.60 kg/cm2	14:20:00
中港路138巷7弄7號	水壓		1.12 kg/cm2	14:30:00
中華路一段1201-31-01-03	壓力	1.0~1.5	1.22 kg/cm2	14:30:00

[台橋大小區1201-04-01-02]
 [民生小區1201-11-03-01]
 [民生中區1201-11-03]

圖 5 監測圖台



圖 6 行動裝置畫面



圖 7 地圖模式

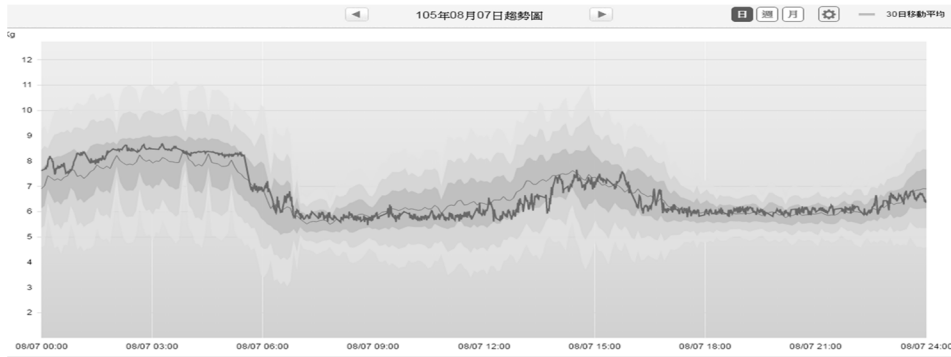


圖 8 監測點位趨勢圖模式

除了自動繪製警戒範圍，亦可進行不同的分析功能，如夜間最小流分析可協助查覺分區內的漏水狀況；一點多日分析功能，則可觀察單一點位在特定期間的內變化，用於了解公共工程的施行效益與供水調配的重要參考依據。

(六)漏水管控

在小區管網上，系統彙整各個分區的進水點、出水點、權重點的流量與壓力，並提供分區內的戶數、管線長度，供水量變化等，作為供水操作之參考，如圖 9。

肆、系統應用比較與建議

一、現有系統與創新系統差異比較

依系統使用狀況，以六項效益：即時性、行動管理、資訊整合、地理圖資、數據分析漏水管控等項目進行評估，如表 2。

二、第五區處供水監測資訊平台建議

(一)應用問題

透過 SWOT 分析觀察當前第五區管理處之現況，針對第五區處內部的優勢（Strengths）與劣勢（Weakness），以及外部環境帶來的機會（Opportunities）與威脅（Threats）進行分析比較，藉此找出未來的機會與可能面臨的挑戰，協助整體規劃並找出最佳策略的方式，如表 3。



圖 9 小區管網系統

表 2 系統建置與應用比較

項目	第五區處	第十二區處系統
即時性	1. 監測點位若為無線傳訊者依照其重要性，每小時、30 分鐘、5 分鐘傳輸一次數據資料，若為有線傳訊則為即時。 2. 目前無異常警告顯示，雖現行系統架構可達本功能，但需另外辦理。	1. 依監測點重要性可選擇每 30、15、10、5 或每分鐘傳輸，或因應監控點之重要性、或限水、調配之需求更改回傳頻率。 2. 數據超出警戒範圍的點位可特別顯示異常燈號（綠色變為紅色），可於系統及手機 APP 中進行推播提醒。設備異常（如電力不足、通訊異常），主動發出警訊。
行動管理	因使用 MDVPN 網路，私人手機無法安裝，需由台水公司提供設備。	使用 Internet 網路，管理員私人手機可安裝。
資訊整合	僅可觀看各廠所監控資料，包含分區水壓觀測站監測數據、各項機電設備監控數據、供水管網監測及閘類開度數值等。	擁有高度整合性，包含水壓觀測站監測數據、分區計量管網配置、水壓分布圖、異常警告、閘栓定位與管理等，或外接水庫水情數據、氣象資料。
地理圖資	GIS 圖資系統無法於行動裝置上顯示。	可結合 GIS 圖資管線資料。操作人員得於現場即時確認。
數據分析	無	具備自動壓力警戒範圍繪製、夜間最小流分析等分析工具。
漏水管控	未結合小區管網系統。	結合分區管網數據於單一系統平台。

資料來源：本研究自行整理

表 3 第五區處管理系統 SWOT 分析

		優勢 (Strengths)	劣勢 (Weakness)
內部 條件		1.主管人員與基層操作人員認同創新管理及 監測管理系統的重要性。 2.目前已有傳統系統架構，可作為未來版本 更新之基礎。	1.監測點位密集度不足，系統數據分析難發 發揮效益。 2.系統架構使用 MDVPN，因網路及器材限 制，系統使用者無法普及，不利落實行動管 理之目標，難實現智慧水網。
		機會 (Opportunities)	威脅 (Threats)
外部 條件		1.社會通訊技術日新月異，電信業者良善競 爭，可望降低相關的通訊費。 2.民間業者已開發出適合密集監測且自備電 源的水量計與傳訊設備，若採用得增加區 處內監測點位密集度。 3.國內其他區處系統功能相異，可選擇適當 且具優勢者，作為標竿學習的對象。	1.近年氣候劇變，為了能達到穩定供水之經 營目標，需要運用新科技的管理工具，有 效地協助輸配水調配。

從建置環境上，當前系統無法發揮更加效益的原因有以下兩點：

1. 監測點位密集度不足

第五區處當前各監測點位之設備大部分需引接外部電力〈市電〉，透過有線數據專線傳送至廠站監控圖台，然而部分監測點位位於山嶺或是地底下，難以引接電源，故有安裝環境之限制，無法提高監測站點位之密集度，難發揮大數據分析之效與彰顯供水管理即時性，亦無法達到即時監測之目的。

雖市電優勢在於無需擔心回傳頻率過高的耗電問題，但亦另有附屬設備(配電盤、儀表箱、避雷器等)龐大、台電申請程序耗時、需取得地主同意書等問題，廣設監測點位困難，遂成為建置的一大限制。

2. 無法落實行動管理

內外部網路實際使用中，在費用、方便性、維護性、使用定位與安全性等項目上皆有所差異，如表 4。因考量資訊安全，現有監測系統使用 MDVPN 封閉型網路，僅網內通訊模式，若要雲端使用則需使用公司提供之設備，線上登錄亦有使用者名額限制，故在使用方便性與普遍性上有發展限制。

表 4 內外部網路比較

	MDVPN 內部網路	Internet 外部網路
費用	1.傳訊點每月通訊費較高。 2.為了達到行動管理之目的，每一位使用者均需要增加額外 VPN 通訊費。	1.傳訊點每月通訊費較低。 2.使用者隨時隨地可透過個人／家庭／公用網路使用系統，不須額外費用。
方便性	1.方便性不高，須在辦公場所使用系統，無法隨時隨地掌握水情狀況，失去即時管理監測的優勢。例如：颱風天，緊急狀況處理。 2.須配有特定行動裝置，才可使用行動管理功能，然而因僅能使用內部網路，造成部份功能無法使用(如上網資料查詢、接收郵件、線上程式更新、線上地圖、導航功能)。	1.方便性高，無論是否配有行動裝置，均可隨時隨地掌握水情狀況。 2.系統可透過大眾簡訊傳送，傳送異常警報簡訊(例：壓力或流量過大／過小、破管...等)，立即通知人員搶得修復先機，降低供水異常造成的災害損失及民怨。
維護性	維護不易，承辦人員若不在辦公場所就無法處理異常排除、人員權限管理、檔案資料維護、系統故障等問題。	維護方便：異常排除、人員權限管理、檔案資料維護、系統故障可由業管人員立即登入、排除。
使用定位	以操作為中心。 1.適合有控制功能的系統。 2.適合場站操作人員與特定區域／設備使用。	以管理為中心。 1.適合無控制功能、僅為監看使用的系統。可搭配數據專線與內部資料共享。 2.因只作為行動即時水情的通報、查詢、分析，並無控制或操作功能，採外網可落實行動管理，讓管理階層隨時隨地掌握水情。
安全性	因為內部網路互相聯結，資訊安全的需求較高。若遭到從內部攻擊(病毒感染／內部有心人士破壞)時，所產生的傷害將更大，會影響系統運作。	目前資料庫伺服器與網頁伺服器採實體隔離方式，而且與所有使用者電腦隔離，所以即使使用者電腦感染病毒，不會影響系統運作，資訊安全的需求較低。且若遭受外部攻擊，駭客只能做到網頁破壞，無法對資料庫進行攻擊。

資料來源：本研究自行整理

且因無法對外連線上網，GIS 地理資訊系統僅能在網域內的行動裝置及監控電腦中使用。為解決此問題，提高行動管理之效益，或許經由採購底圖圖資解決，向國土測繪中心或專業圖資公司購置，以比例、圖幅為計價單位，採購後再依照座標儲存套疊在資料庫中，然該方式無法隨時更新圖資；或透過防火牆之方式，於監控網域及行

政網域間增設防火牆，載入所需範圍之圖層，然該做法因需先依查詢條件存取圖資資料，再回傳至系統中，恐降低查詢速度。

(二)系統建議

供水監測資訊平台之效益隨著監測點位、壓力站的密集度而升高，針對第五區處建議可從硬體設備上開始進行改善，並推展到系統軟體上，使其功能更加完備。

1.硬體設備

設備選用結合彈性管理之概念，因應不同安裝位置，多樣化選擇適用之設備。如監測設備電源雖然以採用市電為原則，但若不易接電或設立電桿施工困難處者則改採電池供應，降低點位安裝的限制性，且其無需額外附屬設備與申請程序，並可配合政府路平專案，設置於地底下，使建置不受市電限制，整體建置施工簡便，機動性高，可隨時搬遷。

2.網路架構

針對網路架構，目前系統所使用的 MDVPN 屬於封閉型網路，雖一般認為比 Internet 的安全性較高，但是速度慢且有諸多限制。當代科技發達，Internet 已逐步完備其安全性，且方便性高、維護方便，可隨時掌握水情狀況，在可控制之資訊安全成本下，極大化監測效能，達到永續經營之目標，建議可朝向外網進行改善。

3.軟體設備

施行「監」與「控」分治概念。五區處既有的 ifix 系統定義為產水、操作端監控系統，用於原水井、淨水場、加壓站及供水管網閥類等控制操作，管理產水方面之資訊，為「控」的監控系統。「監」的概念則可體現於供水管網中，另外設置供水監測資訊平台，並開發行動裝置版本（APP），使管理人員更靈活進行調配。

三、第十二區處供水監測資訊平台應用

第十二區處曾從供水監測資訊平台中發現小區的漏水狀況，經過後續積極改善，大幅提升售水率。因自來水管線深埋地底，若有漏水狀況，需要人工巡檢才能發覺。漏損嚴重者可能滲漏至地面，致使大量水資源白白流失，甚或地基掏空，威脅社會公共安全。

為降低漏水率，第十二區處實施小區計量，並將系統整合至供水監測資訊平台中，利於漏水區域的判斷。光華小區在 104 年的 11、12 月份平均每日供水量僅為 2,172CMD，抄見量為 1,235 度，售水率 56.86%，明顯低於與台水公司漏水率管控目標值（15%以

下)。104 年 12 月進行分段消防栓壓力測試，於系統中檢視夜間最小流變化的情形，縮小漏水範圍，經檢修漏後，發現 200 公釐的 PVCP 水管因老化及長期重車輾壓而破裂，造成大量漏水，路面底下甚已掏空，即時搶修後已避免路面凹陷造成災害，且修復後減少供水量約 799 CMD，如圖 10、11 所示，目前售水率可達 89.95%，大幅提升 33.09%。

四、未來供水監測資訊平台建議

從現有的第十二區系統中，建議系統未來升級或改善時應考量下述功能。

(一)無人廠站監視即時影像回傳功能

考量用水安全，針對無人員駐守之加壓站或配水池處架設監視器材，透過雲端技術即時呈現在資訊平台中，30 日內之影像保存於雲端儲存空間，可隨時取用，確保廠站供水安全。

(二)即時掌握修漏歷程功能

供水監測資訊平台可結合修漏系統，於行動裝置上即時呈現轄區內破管漏水資訊，搭配水壓觀測站資訊，協助研判疑似破管之處。若平台顯示該壓力值已恢復，即代表修漏作業完成，進而建立管線修漏歷程表，掌握管線漏水機率較高區段，作為管線汰換之參考依據。

(三)閘栓操作預測停水區域功能

破管搶修透過科學預測之方式進行，藉由系統判斷需操作之制水閘及可能受影響之停水區域，整合至資訊平台上，新增停水區域預測系統，讓管理人員準確操作制水閘，爭取搶修時效並縮小停水區域，減少停水戶數，同時可應用在小區管網封閉作業之演練，達成最佳穩定供水狀態。

(四)水質即時監測功能

於供水管網重要點位設置水質監測站，即時掌握供水管網水質狀況，透過各站水質數據，作為前端藥劑的用量增減之參考，節省成本，確保用水水質安全。

(五)結合智慧電表，降低能源耗損

各級動力設備加裝智慧電表，訊號回傳至系統，即時監測數據外，更透過數據分析發現能耗異常之設備，降低整體能源耗損，符合政府節能減碳之政策。

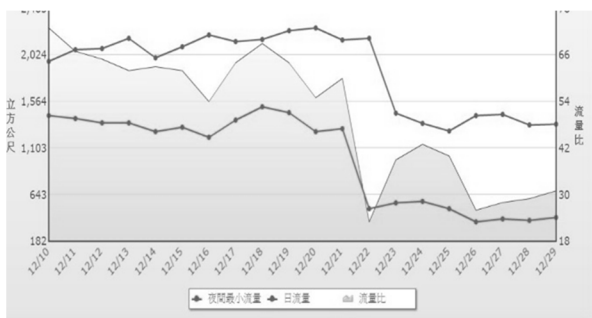


圖 10 光華小區夜間最小流分析

[光華小區]流量 傳訊點夜間最小流量數據			附表一
夜間定義：02:00~05:00			
期間日期	夜間最小流量(cmd)	日流量(cmd)	備註
104/12/10	1,426	1,962	
104/12/11	1,397	2,079	
104/12/12	1,354	2,089	
104/12/13	1,354	2,190	
104/12/14	1,267	1,998	
104/12/15	1,310	2,107	
104/12/16	1,210	2,225	
104/12/17	1,382	2,158	
104/12/18	1,512	2,179	
104/12/19	1,454	2,266	
104/12/20	1,267	2,293	
104/12/21	1,296	2,175	
104/12/22	504	2,191	12/10-12/22平均2172CMD
104/12/23	562	1,450	11/23修安
104/12/24	576	1,349	
104/12/25	504	1,274	
104/12/26	374	1,427	
104/12/27	403	1,437	
104/12/28	389	1,333	
104/12/29	418	1,341	12/23-12/29平均1373CMD 2172-1373=799-減少供水水量

圖 11 光華小區該月售水率數據

伍、結論

國營事業介於公部門與私部門之間，較政府機構有更多的管理彈性空間，然仍受到法規的限制，必須在維護公共利益的前提下，追求企業體的永續經營。

實現服務創新管理，透過智慧水網可朝下列四個面向之作為：

- 一、科技創新：利用供水監測資訊平台的建置，以新科技改變供水管理主要工具，達到工作方法、設備與流程之創新，使供水服務流程更為快速與友善。
- 二、產品與服務創新：在現實人力精簡與人力斷層的挑戰下，將原有負擔實務工作，利用外包廠商替代現有人力不足，可考慮資訊服務外包的方式，提供公共供水服務效能。

三、策略與結構創新：智慧水網實現非有基層員工所能實現，需由總公司經營決策層，帶領技術幕僚部門整合台水公司整體智慧水網的發展目標、政策與計劃，形成一種長期管理策略，用以完成願景與公共目標。

四、文化創新：台水公司可透過組織再造、全面品質管理或學習性組織，包含員工的價值、態度、行為之創新，強化創新服務管理的一致目標。對此，台水公司為因應環境劇烈變化，保持其企業競爭力，開始進行創新服務管理，導入新科技產品，建置供水監測資訊平台，提高管理效益，創造經營利潤。

因應氣候變遷，智慧水網為近年國際水資源管理的發展重點，透過網絡的架設，蒐集與監測水資源數據之變化，並以此協助後端數據分析作業，降低管網漏損狀況，提高水資源利用效率。台水公司在供水監測作業上經歷 SCADA 系統、電話線傳訊、3G、4G 網路通訊到目前的供水監測資訊平台—APP 行動管理模式。以降低漏損為核心，建立符合國內管理需求的智慧水網，即時監測水質、水量、水壓之變化，彙整龐大的設備資料，導入物聯網、大數據之概念，協助降低管網漏水與無收益水費，穩定供水品質，創造出新的供水服務工作效能與品質。

目前第五區處在雲端應用與數據分析層面上稍嫌不足，建議可將「監測」與「控制」分治概念導入，進行整體性的系統建置，導入整合移動平均標準差警戒、其他分析功能（如：夜間最小流分析）與壓力動態分析圖等，使其更加完備，並擴充其行動應用，讓管理人員在非工作場所（辦公室）也能進行監測。

供水監測資訊平台無論在哪個區處應用，建議未來應持續利用大數據分析，提供異常狀況之示警；整合八大監測數據或其他相關的水情數據，提供宏觀資訊利於輸配水作業。

參考文獻

一、中文部分

1. 王金寶(2004)，高雄市自來水服務品質提升之研究，國立中山大學公共事務管理研究所論文碩士在職專班碩士論文。
2. 台灣自來水股份有限公司(2017)，台灣自來水事業統計年報(105年)，2017，取自：<https://www.water.gov.tw/lp.aspx?CtNode=4425&CtUnit=2659&BaseDSD=7&mp=1>。
3. 李鴻源(2014)，台灣如何成為一流的國家，台北：時報文化出版企業股份有限公司。

4. 李嘉榮(2008), 台灣自來水公司供水管理資訊系統之運用整合, 17 屆水利工程研討會, 台中: 逢甲大學水利發展中心主辦。
5. 吳清山、林天祐(2003), 創新經營, 教育資料與研究, 53, 134-135。
6. 林清鑫(2009), 自來水區域計量水量計與壓力監測管理系統建置探討, 台灣水利產業研討會, 台北: 臺灣水利產業發展促進協會主辦。
7. 林清鑫(2016), 六標準差與供水監測管理系統之應用研究, 第 33 屆自來水研究發表會, 花蓮: 中華民國自來水協會主辦。
8. 國家發展委員會(2016), 第五階段電子化政府計畫數位政府(核定本), 2017, 取自: <http://www.ndc.gov.tw/cp.aspx?n=67F4A482298C5D8E&s=EEBA8192E3AA2670>。
9. 張為竣(2017, 10 月 13 日), 前瞻計畫 51 萬噸供水...塞住, 經濟日報。
10. 馮清皇(2002), 創新管理在國民小學校務經營的意涵, 教師天地, 117, 32-42。
11. 曾民賢(2001), 公部門創新管理之研究－以大肚鄉戶政事務所為例, 國立中正大學企業管理研究所。
12. 劉世南(2005), 劉副教授序, 載於吳松齡(2005), 創新管理, 臺北市: 五南。
13. 蔡啟通(1997), 組織因素、組織成員整體創造性與組織創新之關係, 台灣大學商學研究所博士論文。
14. 謝雅芬(2015), 公共服務創新之成功因素, 國立臺北大學公共行政暨政策學系碩士在職專班碩士論文。
15. 蘇文達、郭萬木、王國樑、蔡宗賢、許裕雄、曾雅婕(2017), 都會智慧水務技術之研究, 第 23 屆水利工程研討會, 台中: 逢甲大學水利發展中心主辦。

二、英文部分

1. Borins, S. (2001). The Challenge of Innovating in Government. Arlington, VA: Pricewaterhousecoopers endowment for the business of government.
2. Clark, J., & Guy, K. (1998). Innovation and competitiveness: A review: Practitioners' forum. Technology Analysis & Strategic Management, 10(3), 363-395.
3. Damanpour, F. (1991). Organizational innovation: A meta-analysis of effects of determinants and moderators. Academy of Management Journal, 34(3), 555-590.

4. Higgins , J. M. (1995). Inoovation: The core competence. Planning Review, 23, 32-36.
5. Farley, M., Wyeth, G., Ghazali, Z. B. M., Istandar, A., & Singh, S. (2008). Knowing your water losses: The water balance. In Niels van Dijk & Vivian Raksakulthai & Elizabeth Kirkwood (Eds.). The Manager’s Non-Revenue Water Handbook-A Guide to Understanding Water Losses, 9-12. Ranhill Utilities Berhad & the United States Agency for international developement (USAID).
6. OECD (2011). Together for Better Public Services: Partnering with Citizens and Civil Society. OECD, Paris.
7. Drucker, P. (1985). Innovation and Entrepreneurship. New York: Practice and Principles.
8. Robert K. Yin (1994). In Karen Wiley & Sanford Robinson & Gillian Dickens (Eds). Case Study Research - Design and Methods, 2nd edition, California: SAGE Publications.

106 年 08 月 30 日收稿

106 年 09 月 12 日初審

106 年 10 月 24 日複審

106 年 11 月 24 日接受

作者介紹

Author's Introduction

姓名 范惟翔
Name Wei-Shang Fan
服務單位 南華大學企業管理學系副教授
Department Associate Professor, Department of Business Administration, Nanhua University
聯絡地址 62249 嘉義縣大林鎮南華路一段 55 號
Address No.55, Sec. 1, Nanhua Rd., Dalin Township, Chiayi County 622, Taiwan (R.O.C.)
E-mail ws.fan@msa.hinet.net
專長 行銷管理、策略行銷、國際企管
Speciality Marketing Management, Strategy Marketing, International Business Administration

姓名 張滄煊
Name Tsang-Hsuan Chang
服務單位 台灣自來水公司第五區管理處民雄營運所
Department Taiwan Water Company Fifth District Management Office Minxiong Operations
聯絡地址 62143 嘉義縣民雄鄉西安村安和路 393 號
Address No.393, Anhe Rd., Minsyong Township, Chiayi County 621, Taiwan (R.O.C.)
E-mail 10551515@nhu.edu.tw
專長 供水管理
Speciality Water Resources Management