

放眼 2020 年，臺灣農業新氣象



擴大供水，智慧灌溉

農田水利施政成果與展望

李元喻¹

壹、前言

我國面臨氣候變遷、水資源豐枯日漸懸殊及各用水標的競用等重大課

題，致使灌溉管理工作日漸困難且複雜，在水資源開發不易之限制下，如何強化灌溉管理效率，降低缺水風險並適時滿足作物生長需求，已成為我

| 註 1：行政院農業委員會農田水利處。

國農業永續發展之重要關鍵課題。

以桃園地區為例，其為我國水資源競用的重點區域之一，灌溉用水之主要來源為石門水庫，為維護農民用水權益及提升水資源永續利用效率，桃園農田水利會配合政府政策應用新技術，發展適地適用的灌溉管理輔助工具。

桃園大圳流入工係配合地形所設廣納地區性之逕流集水，無法設置閘門控制，近年來因人口增加、社區發展，大圳上游水路同時做為輔助區域排水之用。桃園大圳平時之入流量雖小，但若發生降雨或颱風豪雨事件（降雨強度超過 50 公釐 / 小時），便需立即應變開啟排水閘門，否則將有溢堤之風險，造成灌溉管理之不確定因素。因此，如何提升灌溉管理與防汛作業上工作效率，為桃園農田水利會持續關心及努力之方向。

貳、桃園農田水利會灌溉管理技術發展

農田水利事業歷經數百年發展，已擁有完善之灌溉排水設施及管理組織。桃園農田水利會自民國 75 年起即規劃桃園大圳幹線灌溉管理自動化工程，完成全線 13 條支線及大圳水位自動遙測暨語音測報系統，且該系統於 91 年起經自行發展擴充為網際網路（Internet）架構。桃園農田水

利會之灌溉配水工作也於 104 年起邁入服務導向建置維運及機器學習應用期，其監控平臺介面以灌溉管理人員需求為依歸，並將物聯網及雲端服務與自動監控系統結合，灌溉管理人員可透過手機 APP 隨時掌握灌溉系統內之水位及影像資訊，即時進行應變操作（圖 1）。

而行政院於「前瞻基礎建設計畫」項下納入「建構民生公共物聯網」之「水資源物聯網」計畫，桃園農田水利會也配合執行 107 ~ 109 年度「精進灌溉節水管理推廣建置計畫」，以所轄灌區建置大尺度雨水蒐集系統為標的，積極整合應用資通訊（ICT）、雲端運算（Cloud Computing）及人工智慧（Artificial Intelligence）等技術發展灌溉管理輔助工具，以提升灌溉管理效能，擴大並穩定供水服務能量（圖 2）。



圖 1. 桃園農田水利會水位監測及影像監控 APP 示意圖。

一、幹線水位預測及貯水池水位監測

桃園農田水利會於107年起配合「前瞻基礎建設」計畫中「精進灌溉節水管理推廣建置計畫」推動開發之水文監測與動態分析管理平臺，係基於桃園農田水利會多年來發展自動測報系統蒐集桃園大圳幹線水位監測資料，透過大量於會內貯水池布設超音波、雷達波式水位計及水位監測站，搭配太陽能供電系統與低功耗傳輸設備，使用NB-IoT、4G及光纖網路（FTTB）傳輸技術將貯水池蓄水資訊上傳至「水資源物聯網感測基礎雲端作業平臺」儲存。

另外，結合中央氣象局、會內工作站降雨量以及桃園大圳水位資料，使用機器學習之類神經網路演算法，運用Microsoft Azure雲端平臺執行機器學習服務，推估桃園大圳降雨後之入流量，分析預測未來時間點之圳路水位，建立「幹線水位預測模型」。

幹線圳路水位預測模式以圳路水位、桃園大圳鄰近降雨量等變數作為輸入參數，並以歷史資料作為學習目標，推估未來時間點的桃園大圳幹線水位。針對模式建構用途可將歷史資料分割為建立（學習）模式用、檢核

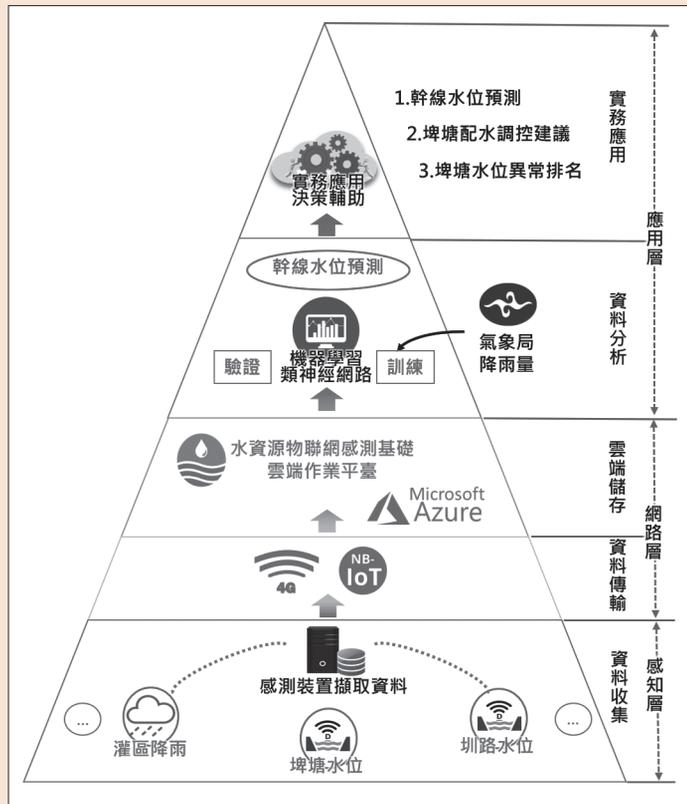


圖 2. 農田水利會之物聯網資訊分析應用架構（桃園農田水利會）。

模式用及驗證模式用等3類資料集，輸入類神經網路模型利用雲端運算資源進行模型訓練。訓練完畢後，利用檢核模式之資料進行機器學習模型的「超參數」調整，再重新進行訓練，並評估調整「超參數」後的模型準確率是否符合預期結果。最後再由驗證模式之資料檢驗機器學習模型之預測準確率是否通過驗證（均方根誤差、平均誤差、相關係數及效率係數等評鑑指標），若通過檢驗，則表示此模式應不會發生過度學習之狀況具備廣義性，可接受未經訓練之資料輸入；若無通過檢驗，表示機器學習模型還

需再修正，須重新調整模型架構或是重新選定輸入參數，再重覆進行學習、檢核及驗證之步驟，直至預測模型通過檢驗為止。未來若因氣候轉變而導致模型預測準確率產生變化，則可能須要將模式重新調整並訓練。

實際應用上，桃園農田水利會 107～108 年已完成觀音（36 口）、新屋（35 口）及湖口（52 口）工作站貯水池建置 123 個水位監測站，並於桃園大圳 8 支線取入處、10 支線取入處、12 支線取入處、光復圳前取入處及光復圳 8 支線建置幹線水位監測系統，再透過介接中央氣象局的即時觀測雨量以及桃園大圳的即時監測水位，進行未來 1、2、3 小時的幹線水位預報工作（圖 3），並評估未來幹線上可能增加的流量多寡。在評估幹線流量高於 0.5 cms 時，則會啟動貯水池蓄水調配建議模式，依各貯水池蓄水量（圖 4）、灌溉面積、休耕比例、計畫用水量、支線取水口流量、與幹線取水口距離及政策特殊因素等參數進行「蓄水指標」的計算；運用最小缺水量、空庫容積及蓄水指標最小為目標函數，以線性規劃方法進行優化，計算出最適當之貯水池蓄水調配建議結果（圖 5）。

二、監控資訊整合於通訊軟體之自動化服務（LINE Bot）

除了水文監測與動態分析管理

平臺之外，桃園農田水利會亦於 108 年將即時通訊（Instant Messaging, IM）機器人導入於灌溉管理、設備巡檢及維運機制中。即時通訊軟體提供使用者與他人傳訊、對話甚至視訊之功能，在不改變「聊天介面」的前提下，使用者以文字對 IM 機器人下指令，不須額外安裝 APP 或適應額外按鍵操作，無論 iOS 或 Android 之手機系統均適用，亦無手機版本更新問

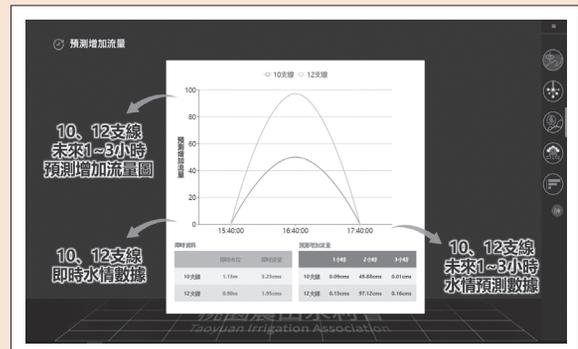


圖 3. 桃園農田水利會幹線流量預測成果。

資料來源：桃園農田水利會，貯水池、水路水文監測設置與動態分析管理平臺。



圖 4. 貯水池即時水位監控資訊。

資料來源：桃園農田水利會，貯水池、水路水文監測設置與動態分析管理平臺。

題。通訊軟體的「方便、省容量、易操作」3個特性，讓自動化服務成為應用系統開發時的新架構及思維。

(一) 遠端監控及影像平臺

提供巡檢人員直接透過智慧型手持式裝置由通訊軟體連結至 MileStone 影像系統觀看現場水閘門、圳路之即時影像，並使用通訊軟體連結遠端圖控網頁進行遠端水閘門操作（圖6）。

(二) AI Bot 水情查詢

提供圳路水位、貯水池水位、雨量站等即時資料查詢以及異常及告警訊息推播。並且導入機器學習演算法的 Chatbot（自動應答）AI 機器人，其為具有學習能力之模糊搜尋功能，不需固定之搜尋指令，即可自行判斷問題及回傳使用者想要獲得之答案（圖7）。

(三) 巡檢系統及維運機制

提供巡檢紀錄服務，運用使用者行動裝置定位功能，即時記錄巡檢座標，並透過問題回報頁面紀錄巡檢問題、上傳現場照片。並透過管理平臺設定連結之廠商資訊，自動通知相關廠商（圖8）。

參、結語

相較於過去傳統農業灌溉配水及維運方式，科技化的智慧管理可帶給灌溉管理業務人員更多的便利與好處，例如灌溉系統的遠端水閘門監控，使配水業務人員可視水情即時調控渠道水位與流量，同時存儲之水文資料更有利於未來水情預測之評估分析。除了配水業務更加有效率之外，還可利用灌溉系統之水文數據紀錄來解除用水調配之疑慮，減少水庫、工作站、自來水公司等單位之間的用水爭議，維持產業間用水之公平性。

透過「精進灌溉節水管理推廣建置計畫」之執行，桃園農田水利會建置大量的物聯網感測儀器，蒐集埤圳之水位、流量以及貯水池

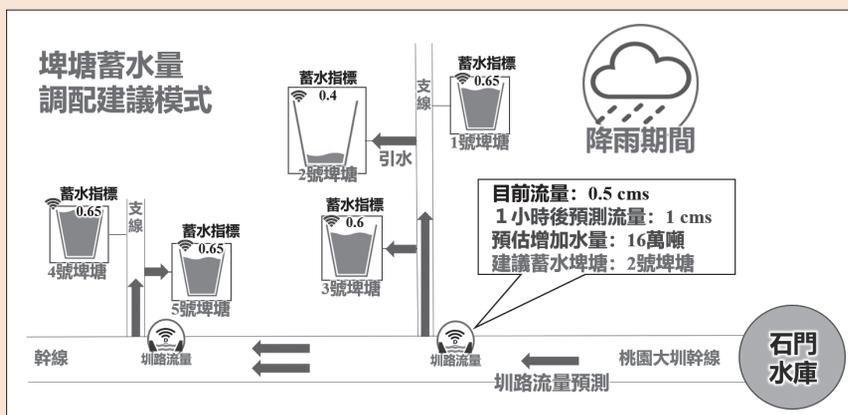


圖5. 桃園農田水利會貯水池蓄水調配建議模式示意。

水位轉換蓄水量等數據，結合外部資料的介接，透過機器學習技術及水理模式等技術，由電腦計算最佳之水資源分配方案，作為工作站人員操作水閘門、存儲有效降雨量之參考依據。另配合行動智慧裝置之高度發展，手機、平板運用 LINE 提供即時查詢與資訊推播服務，提供現場配水人員更高度即時、便利之操作決策資訊，亦更加提升智慧管理的成效。

109 年度桃園農田水利會預計將建置大崙、草漯及新坡工作站之貯水池水位監測站，並整合桃園大圳相關幹支線之遠端監控站、擴充幹線流量預測模組及貯水池貯水量分析及動態管理平臺。透過掌握貯水池蓄水情形及未來幹線水位變化趨勢，調配餘裕水量至缺水率高之貯水池蓄存，豐水期間預先將水資源儲存；乾旱期間將貯水池蓄水資訊回饋至上游水庫，適度調節水庫供水；汛期時可參考桃園

大圳幹線水位流量預測結果，提前預警調整排水閘門，達成防洪目標。

在管理層面上，未來全面導入 IM 機器人後，可協助管理人員掌握各貯水池即時蓄水資訊以及強化巡檢維護效率，減少人力時間成本之耗費，擴大並穩定供水服務能量，提高水資源運用及配水效率。



圖 6. 導入 IM 機器人之水閘門遠端監控服務。
資料來源：桃園農田水利會，IM 機器人智慧應答於灌溉管理及測報系統維運之應用。



圖 7. 導入 IM 機器人之即時水情查詢服務。
資料來源：桃園農田水利會，IM 機器人智慧應答於灌溉管理及測報系統維運之應用。



圖 8. 導入 IM 機器人之巡檢系統及維運機制。
資料來源：桃園農田水利會，IM 機器人智慧應答於灌溉管理及測報系統維運之應用。