



自動測報結合物聯網技術 應用於農田水利防災之探討

張書唐¹

壹、前言

行政院農業委員會（簡稱農委會）自民國90年起大力投資與輔導農田水利會，積極將人工水文觀測業務設備汰換、精進為自動化設施，結

合傳輸及網路系統並配合防災體系運作，目前已頗具成效。為減少水災的發生，於颱風期間，透過水文自動測報系統的雨量計及閘門遠端控制特性，提早針對降雨做反應，可有效降低災害損失，確保農民生命財產的安

| 註 1：行政院農業委員會農田水利處。

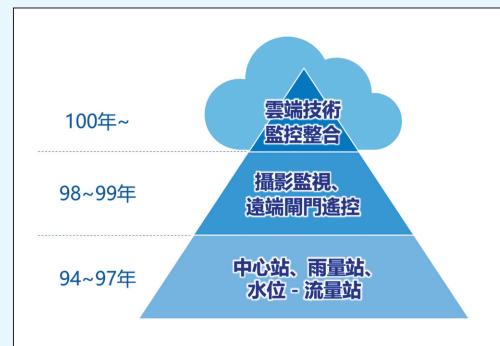


全。水文自動測報系統為農田水利防災重要設施，其加強建置、擴大普及率為當前重要的課題，

而隨著全球物聯網感測、雲端運算服務、大數據分析及人工智慧等科技成熟發展，物聯網技術已可逐步應用於輔助灌溉配水作業及提升灌溉用水效能上，如何運用相關技術協助提升農田水利會自動測報防災效能，也為一受重視之核心課題及發展重點。

貳、國內農田水利會自動測報發展

農委會自民國90年起大力投資與輔導農田水利會，積極將人工水文觀測業務設備汰換、精進為自動化傳



農田水利會自動測報系統近年發展概況。

輸及網路系統，提升了水文資料蒐集的效率與穩定性；93年起，逐年增加預算補助各農田水利會施設雨量測報及流量測報等水文自動測報系統，以周全重要水文資訊之蒐羅；98年起，因應防災重要需求，農委會補助農田水利會施設影像監視系統與閘門遠端系統，以隨時掌握現場影像，透過遠端控制系統縮短閘門操作反應時間；而隨著科技的進步與發展，自100年起，農田水利會自動測報結合相關資訊技術，開始發展雲端監控整合技術。

農田水利設施自動測報與控制系統之推動，其核心目的即在有效掌控有限的水資源，達到提高用水調配之目標。例如自計式雨量計之設置，可瞭解水庫集水區、灌區降雨量資訊，提供農田水利會暫停供應灌溉用水之依據；而水位-流量自動測報設施，可充分掌握河川、灌溉系統取水口及重要配水分界點的水位、流量資訊，提升水資源利用效率；對於排水系



石門大圳自動測報系統閘門圖控平臺畫面。

統，則可促進迴歸水利用及水門之正確操作，達到減災防洪之目的。而對於水利會應用自動測報於防災應變面向之成效，常見者有以掌握攝影機取得之即時影像，快速瞭解現地情形，並經由設定警戒值，配合灌溉系統中感測設備之運作，達成自動開啟或關閉閘門功能，以減少水患造成之損失。

以石門農田水利會為例，農委會與石門農田水利會自88年起，經歷6年努力合作完成石門大圳幹渠管理自動化工程暨防災預警監控系統，達成石門大圳全幹線監控目標，也是國內第一個導入自動化測報監控系統的灌溉系統，可監視各監控站現場影像及遙控農田水利輸水幹線的水閘門。石門大圳全線自動化測報監控系統，可將即時水文資料傳回幹線中心站與水利會後，再由中心人員根據各用水計畫，做出適當調配措施；如果遇到豪大雨，渠道水位與流量超過警戒時，配合警報系統可自動偵測並廣播通知

外站居民，減少民眾不必要的損失，無論在水資源的精進調配或災害防救上，皆具有顯著功效。

參、應用物聯網技術提升自動測報防災效能

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，並由農委會負責統籌執行2018～2020年度「精進灌溉節水管理推廣建置計畫」。其設定以桃園、石門、新竹、嘉南及高雄農田水利會等水資源



精進灌溉節水管理推廣建置計畫推動區位。

競用區為目標，期望藉由本計畫的推動，能整合農田水利物聯網、大數據及雲端運算等相關技術應用，提升灌溉系統內水資源掌握及控制之智慧化操作可能性。而透過執行「精進灌溉節水管理推廣建置計畫」，農田水利會除了配合原有自動測報系統進行農田水利自動化設施及感測設備之擴充外，也逐步研究、開發可應用於灌溉系統的智慧決策輔助模式，除了可提供一般灌溉之閘門操作建議，再配合閘門遠端控制系統進行配水操作外，也能於颱風、豪大雨緊急應變期間，預測未來1~3小時各閘門監控站之水位，提供相關管理人員即早進行閘門控制。

透過物聯網技術應用，配合灌溉系統內之感測設備所蒐集之水文資料，農田水利會可利用結合機器學習與雲端運算技術所開發智慧決策輔助模式，預測灌區上游豪大雨對灌區內灌溉系統造成之影響，目前農田水利會已規劃及開發之輔助防汛決策模式案例說明如下：

一、桃園農田水利會：

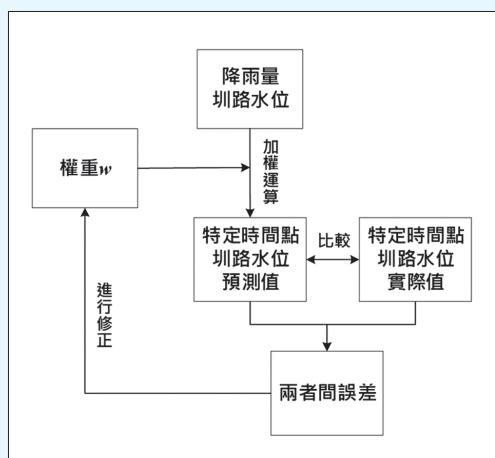
桃園大圳系統配合石門水庫之供水，為桃園農田水利會灌區灌溉用水之主要來源。近年來因人口增加社區發展，桃園大圳流入工之上游水路已成為區域排水之用，平時之入流量甚小，惟如發生降雨情形或颱風豪雨時則帶來大量逕流，因該流入工等係配

合地形所設廣納地區性之逕流集水，故無法設置閘門控制，除造成灌溉管理之不確定因素外，當降雨強度超過50mm/hr時更需立刻開啟排水閘門，否則大圳將有溢堤之危險。

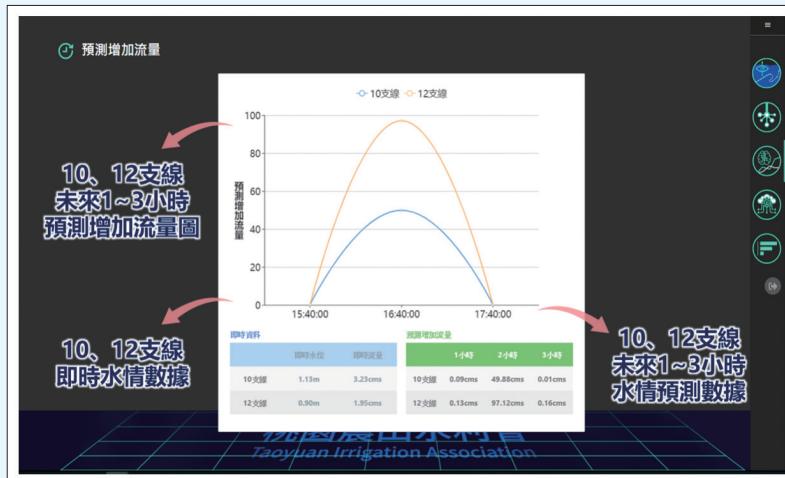
桃園農田水利會自民國75年起即規劃桃園大圳幹線灌溉管理自動化工程，完成全線13條支線及大圳水位自動遙測暨語音測報系統，且該系統



桃園農田水利會水位監測及影像監控 APP 示意圖。



利用類神經網路建立之水文資訊預測模式。



桃園農田水利會幹線流量
預測成果示意圖。

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。

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」之推動，著重研究並使用人工智慧中之類神經網路演算法，透過結合桃園大圳原有水

文自動測報系統及介接集水區內雨量站獲得之資訊，可配合於Microsoft Azure雲端平臺執行機器學習服務，建立倒傳遞網路預測模式訓練出預測水位之資訊系統能力，推估桃園大圳降雨後之入流量。桃園農田水利會可充份利用現有桃園大圳渠道之安全輸水容量，以及透過新增之灌區內埤塘水位監測站掌握之埤塘水位，作為機動調整埤塘蓄水之操作依據，建立一大尺度之桃園地區雨水收集系統，將餘裕水量調度至尚有蓄水空間之埤塘，於豐水期時有效蓄存多餘水量，颱風、豪大雨時期則可獲得特定支線



取入口之未來1~3小時水位預報，提前配合閘門遠端控制系統進行防汎應變操作作業，減低水患、溢堤等危險。

二、新竹農田水利會

新竹農田水利會以竹東圳灌區作為「精進灌溉節水管理推廣建置計畫」之示範場域，配合水情預測及雲端輔助決策系統之資料所需，於竹東圳進行相關監測站及電動水閘門之建置。新竹農田水利會利用NB-IoT及

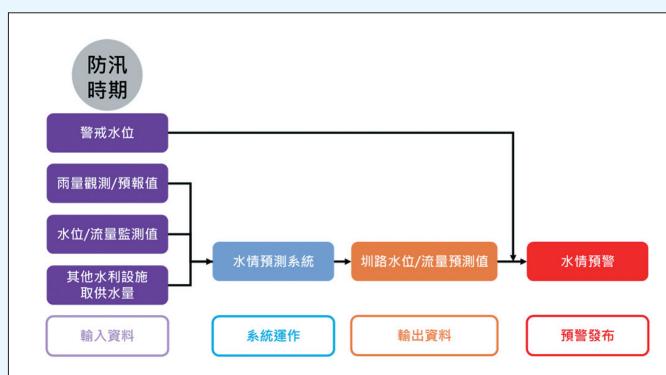
4G網路傳輸技術將感測資料上傳至雲端作業平臺，另透過介接外單位之水文及相關氣象資料，建立竹東圳渠道輸配水水理模型，開發相對應之水情預測系統。

新竹農田水利會灌溉系統內蒐取之感測數據，透過建置於雲端之水理數值模式，配合灌區各供取水設施（包括攔河堰、水庫及埤塘）運用原則以及介接外部的即時水文氣象資料，進行水理模式計算（包括圳路渠道水位及水量），並依此建立水情預測模型。透過各項數據建立之水情預測模型，可分別針對三種水情狀態進行決策建議，分別為枯旱時期、一般時期及防汛時期。防汛時期之水情預測模型，主要提供在颱風、豪大雨緊急應變期間，透過警戒水位之設定，雨量觀測、預報值及水位、流量監測值等資料輸入，經過雲端運算並預測未來1~3小時各閘門監控站之水位，產出各閘門防洪操作策略，提供預警訊息，減少高濁度原水進入竹東圳，以及於竹東圳集水區降雨量過大造成溢堤的風險。

欲達到前述目標，新竹農田水利會除新設水



新竹農田水利會水資源物聯網感測器現場設施。



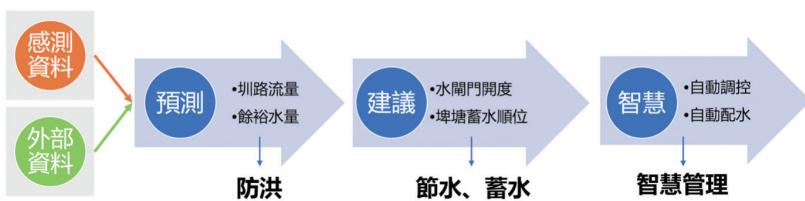
新竹農田水利會雲端輔助決策管理系統（防汛時期）分析流程圖。

● 水文自動測報



水文自動測報監控資料
取得之目的。

● 物聯網(IoT)應用



物聯網 (IoT) 感測資料
取得之目的。

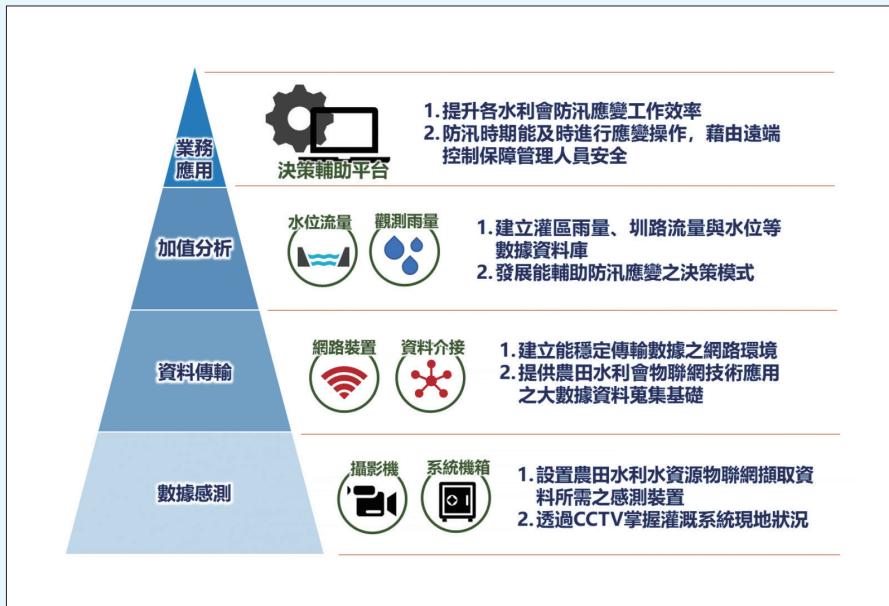
位流量、閘門遙控站外，尚需整合既有自動測報系統監測資料，方能完成上述水理演算之目標。新竹農田水利會也於雲端建立虛擬網頁伺服器，透過Web Service取得水文預測與演算結果，及建置水情展示與閘門遠端操作網頁，配合新設即時水情顯示看板及遠端閘門圖控系統，本會及工作站管理人員可透過水文監測與動態分析管理平臺，監看調控渠道水位流量策略、防災應變建議等結果，並可透過水文動態監視Web App，使用行動裝置監控水情監測站與閘門遙控站，提

升防災應變之效率。

肆、結語

自動測報系統主要功能為提供農田水利會工作站現地管理人員監控圳路水位、流量及遠端操作水閘門。在防汛時期，提供快速的圳路監測資訊，並透過遠端遙控操作水閘門，可減少工作站人員往返水閘門之交通時間並保障人員安全。然自動測報若單純建置現地感測設備，則圳路水位、流量、水閘門開度、降雨量等數據無





後續分析與應用之效益。

若能在自動測報系統導入物聯網（IoT）技術，運用廣佈的感測儀器蒐集大量圳路及水閘門數據，可透過機器學習、水理演算模型，開發智慧決策、即時監控平台，提供水位預測、水閘門操作策略之參考資訊給現地操作人員。若要依此發展輔助防汛應變之智慧模式，必須分三階段進行模式的開發及處理，而各階段所能提供的產出及應用皆不盡相同。模式預測階段：透過大量布置的感測儀器及

外部資料（例如：水文、氣象資料）建構大數據資料庫，透過機器學習、深度學習等演算法，建構出具有預測能力之模型，以評估、掌握防汛期間之渠道水位；提出決策建議階段：透過預測模型之評估，提出最佳化結果之建議方案，提供農田水利會管理人員進行防汛應變之操作建議；智慧用水管理階段：隨著智慧管理的持續發展，未來可藉由感測裝置自動控制物件（例如：自動控制水閘門），並自動執行最佳化決策之建議方案。

