建設農田水利，發揮三生功能

布建智慧灌溉系統 強化調度韌性防災

洪銘德[1] 朱志彬[1] 李元喻[1]

壹、前言

臺灣灌溉用水之來源中，近九成取自河川及壩堰，因近年氣候變遷導致降雨豐枯懸殊，此時取自河川及壩堰之灌溉用水將受到直接衝擊；另約一成取自水庫之灌溉用水雖供水較為穩定，但家用及公共給水、工業用水亦多來自水庫，因此在水庫供灌區域易發生與其他用水標的競用之情況。此外，面對短延時強降雨等極端天氣

註1：農業部農田水利署。

事件頻仍，易致使農田水利設施及農作物受災毀損，以及糧食安全及部分區域地層下陷等各項與灌溉用水有關課題，顯見灌溉用水管理工作日漸困難且複雜。

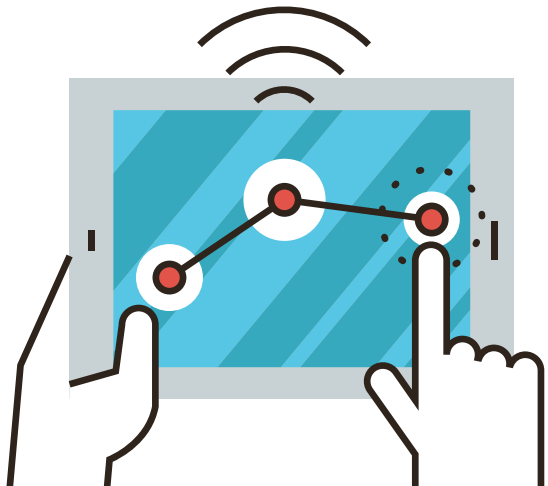
臺灣農田水利事業歷經數百年經營累積，擁有相當數量之取水、輸水等水利設施，農業部農田水利署（簡稱農水署）各管理處所營運的灌排圳路十分綿長，供應全臺灣農田水利事業區域灌溉用水。為了有效率地將水資源適時適量輸送至農地中，必須持續導入新興科技輔助灌溉用水管理，包含整合應用資通訊（ICT）、物聯網（IoT）、雲端運算（Cloud Computing）及人工智慧（Artificial Intelligence）等技術，視灌區需求發展智慧化灌溉管理，可有效強化用水調度及防災應變能力，同時提供決策所需之資訊。

農水署各管理處透過逐年設置水位—流量自動測報設施，掌握灌溉系統內重要取水及配水位置之水位、流量資訊，並於防汛期間監控重要排水路水位；運用影像監視器（CCTV）取得之即時影像，瞭解現地水閘門操作情形，有效減少工作站人員往返水閘門之操作時間；藉由介接氣象單位及部分自設之雨量計，瞭解灌區有效降雨量資訊；最後整合各項監測資訊，透過遠端遙控技術即時啟閉水閘門。相關成果應用於掌握灌溉用水即時動態、輔助灌溉用水之調配及防災等業務，已有具體成效。

貳、加強農業水資源調度，精進灌溉用水效率

為提升農業水資源韌性，近年農水署透過推動「水文自動測報暨閘門遠端控制」、「農業水資源智慧決策支援平台建置計畫」及「農業水資源精準管理科技決策支援體系之建構」等相關計畫，應用農田水利物聯網、大數據及雲端運算等相關技術，依灌區不同特性建置及發展相應之智慧灌溉管理技術，以提供精準灌溉所需資訊，強化農業水資源之風險管控。

以石門水庫灌區為例，農水署桃園管理處自75年起（桃園農田水利會時期）即規劃建置桃園大圳幹線灌溉管理自動化工程，並逐漸發展為網際網路（Internet）架構。歷經30多年來持續建置與精進，農水署桃園及石門管理處已於所轄重要幹、支線及埤塘建置水位監測站，可即時掌握埤塘蓄水情形及渠道流量資訊。此外，透過異質性資料之整合，並利用動態系統分析、類神經網路演算等方法，建立水位預測模型；再經由資料分析加



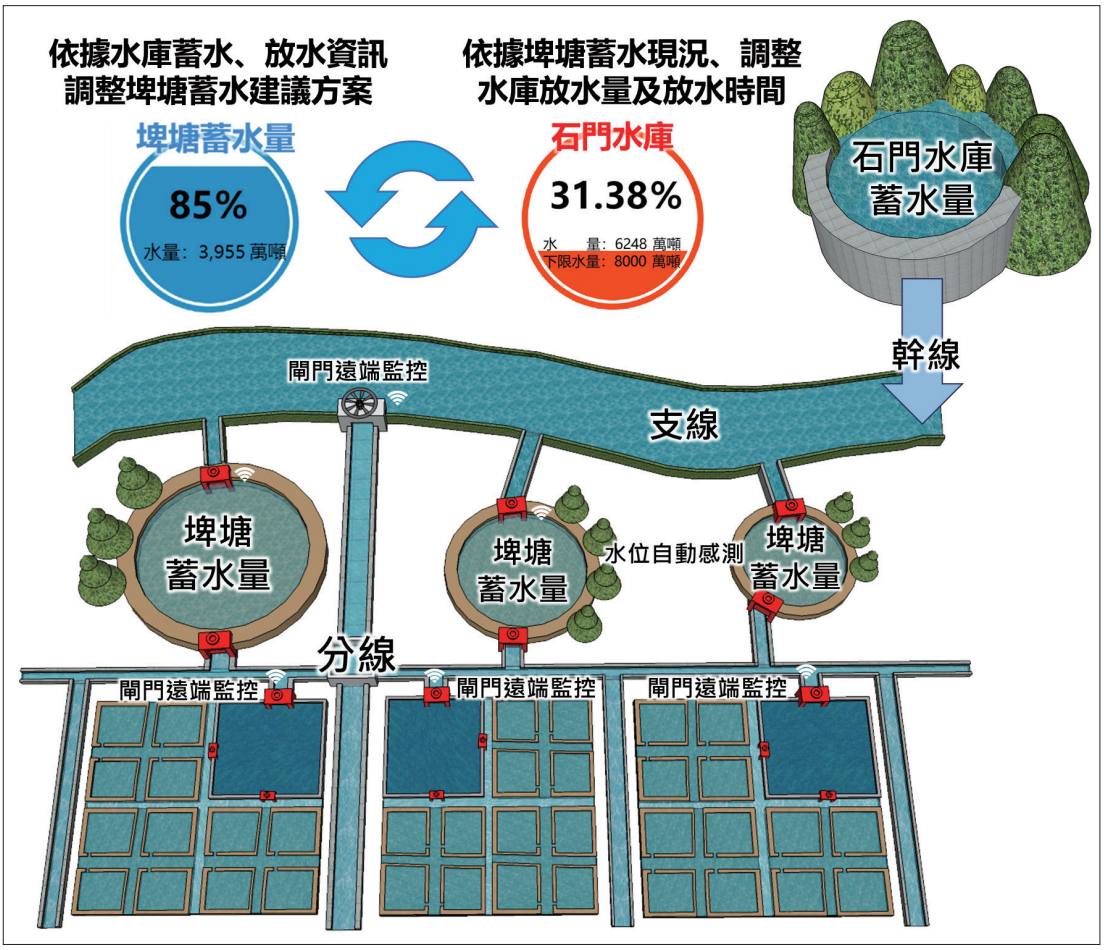


圖 1. 石門水庫灌區之水庫與埤塘供需用水演算示意圖。

值運用，建立埤塘水量調配建議模式及動態分析管理平台，使石門水庫可根據埤塘蓄水情形機動調整放水量，將埤塘與水庫串聯應用（圖 1）。在水情許可時適度引水至埤塘蓄存，並於枯旱時期充分運用埤塘所蓄存之水量，已大幅提升農業灌溉用水調度韌性，並紓緩水庫的供水壓力。

農業部為因應極端氣候，強化農業水資源之風險管控，同時提供精準灌溉所需資訊，自 111 年起辦理為期 4 年之「農業水資源精準管理科技決策支援體系之建構」綱要計畫，其中農水署負責推動大尺度灌溉示範區建置，以及整合各單位供需水量推估之研究成果後進行模擬，透過智慧配水

技術、風險分析及農糧政策評估等各項決策模組之研發，建置「農業水資源智慧決策支援平台」(圖2)。

針對桃園灌區而言，農水署以過去所建置之石門水庫風險分析模式為基礎，運用農業部農業試驗所提供之圖資判釋結果，建立區域水稻及其他作物的種植面積空間資訊，並採用區域灌溉水資源供需用水模擬技術，將田間需水量轉換為系統水源水量，掌握石門水庫灌區灌溉用水需求；另一方面，以系統動力學研發最佳化灌溉配水模擬技術，建立灌溉水資源供需模擬模式，可快速分析桃園灌區於不同供灌範圍下所面臨之缺水風險，以供灌溉管理人員於不同水文情境之供灌決策參考。此外，再透過智慧化灌溉配水模組及水閘門遠端自動控制，搭配現地工作站人員運用遠端監控設備即時啟閉水閘門，大幅縮短管理研判及水閘門操作時間，同時增加管理與操作人員之調度彈性，有效提升水資源運用效率。

參、縮短洪汛應變時間，提升防災整備效能

受極端氣候影響，臺灣地區洪澇事件頻仍，為減輕水災對農田水利設施

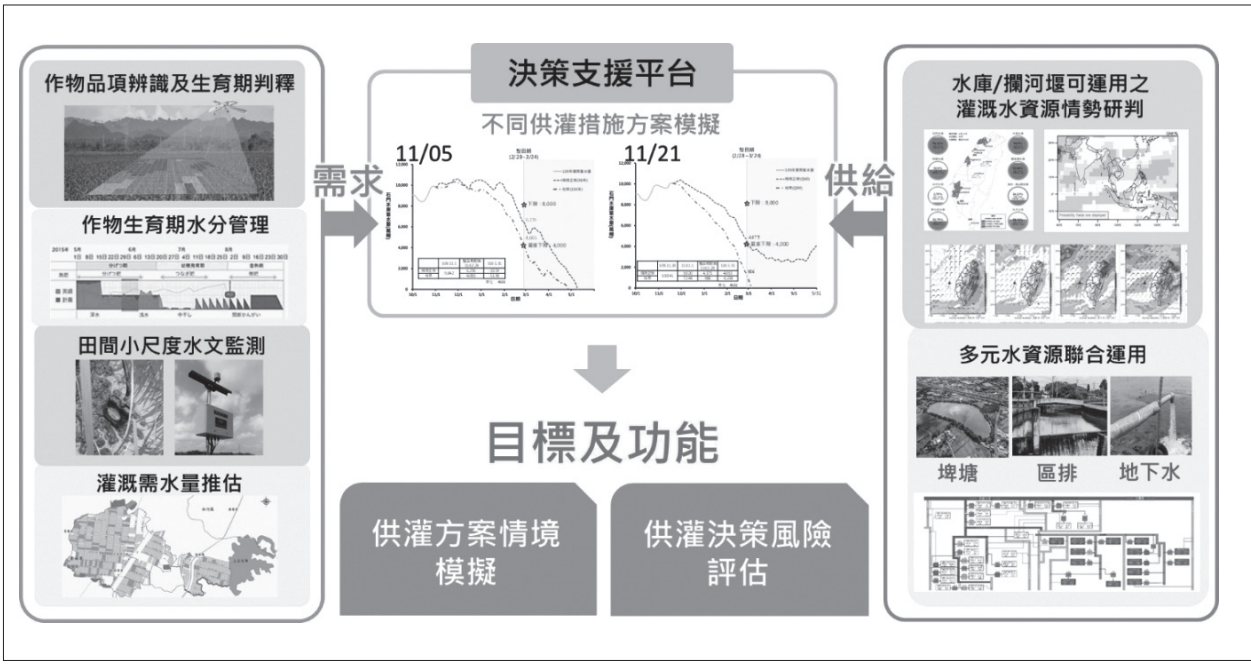


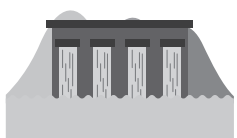
圖2. 農業水資源管理決策平台之功能架構圖。

所造成之損害，農水署各管理處透過水文流量監測及閘門遠端遙控等技術，及早針對降雨做反應，可有效降低災害損失，確保農民生命財產的安全。

以農水署宜蘭管理處為例，因宜蘭地區容易發生短延時強降雨事件，為提升水閘門操作管理效率，宜蘭管理處以既有水文流量監控設施為基礎，與地方有線電視業者合作，於三圳圳制水門及進水口設置簡易型閘控系統，灌溉管理人員得以利用手機及無線網路，藉由即時影像掌握現地水位與閘門狀況，並視管理需求遠端啟閉水閘門。該閘控系統具備精簡直觀、易於操作之軟體系統介面（圖3），系統上線後有效提升管理處之防災應變能力，同時可節省灌溉管理人員往返現地所耗費之交通時間，降低豪大雨期間外出操作水閘門之安全風險。

另外，宜蘭五結百松地區之農田排水，於颱風來襲或豪大雨事件時，經常因下游平行水路（屬區域排水）水位高漲致內水無法正常排出，進而衍生積淹水災害。為解決上述問題，農水署宜蘭管理處利用農田排水與平行水路匯流處既有百松2號抽水機，加裝超音波水位計並結合自動控制模組，以水位控制器設定水位警戒值，當水位超過警戒值時即自動啟動抽水機，採用機械排水方式協助渠道排水。藉由整合自動感測設備、遠端遙控技術及影像監視器之即時畫面（圖4），能減少灌溉管理人員親自前往現

圖3. 農水署宜蘭管理處三圳圳簡易閘控系統操作介面示意圖。



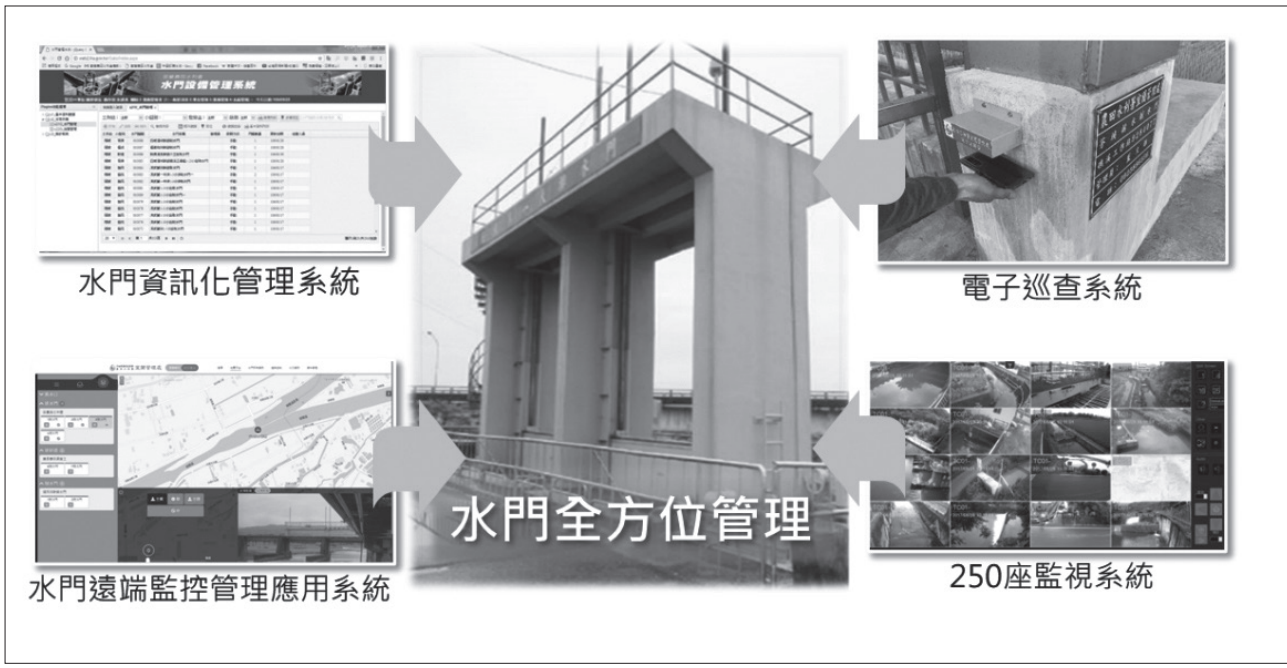


圖 4. 農水署宜蘭管理處水門全方位智慧化管理架構。

地操作設施之時間成本，有效提升暴雨事件之反應效率，進而降低災害損失發生機率；同時亦可將節省之人力運用於支援其他工作，加強人員之管理與協調彈性，強化農田水利防災應變之能力。

肆、結語

近年來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發展，農水署除了持續建置圳路水位、流速、閘門開度及即時影像等監測設備外，各管理處針對灌區特性因地制宜，透過結合物聯網及模擬演算等技術，提供遠端水閘門啟閉策略、埤塘蓄水建議、乾旱及暴雨預測等決策輔助資訊，配合即時影像、操作介面視覺化等技術，除可掌握即時水情，數據資料更可進一步運算與分析，讓各項監測資料得到最佳化的應用。

面對持續變遷之氣候，如何善用智慧灌溉系統於旱澇時期採取即時、準確、省時及省力之因應措施，為農田水利事業永續發展之重要任務。農水署將落實既有設備巡檢及維運作業，確保各項監測資料回傳及設備遠端操作順暢無虞；同時持續導入各項科技技術，因應灌區特性建置智慧灌溉系統，以強化農業水資源整體調配及防災韌性。