

摘要

計畫緣起與定位

「牡丹水庫智慧營運與管理技術建置」計劃期程自 106 年至 109 年(共 4 年)，主要在整合水文觀測系統、監視系統、水質與水庫安全監測系統等加以改善，將水源調度、水庫安全、防洪運轉等水庫營運相關資料以 IOT(物聯網)方式，將資料傳輸至水庫管理單位雲端所建立之水庫資料中心，以利納入後續發展建置「多目標水庫智慧營運與管理」系統，創新並優化水庫營運管理，以供水庫安全與營運管理決策之用。

藉由改變現有傳統監測系統量測方式，配合物聯網新技術之整合與開發，達到監測與傳輸原件之微型化(MCU 及 MEMS 感測器)及無線化，監測與傳輸系統模組化，以達相關監測與營管數據雲端化，以利建構水源調度、水庫安全及防洪運轉整合至智慧型營運管理平台系統，期藉由市場需求導向帶動相關產業技術整合與研發生產之發展，進而奠定擴拓國外智慧管理市場基礎。

前期計畫(106 年度)已初步在牡丹水庫建構水庫智慧營運與管理框架及智能化運作機制，本計畫(107 年度)進一步執行感測器(含傳輸系統)等驗證及穩定性評估、建立水質及水庫安全營運(納入無人機智慧巡檢)預警指標，以及建立防洪運轉決策支援系統，持續優化水庫智慧營運與管理架構，朝建構我國多目標水庫智慧營運與管理框架及智能化運作更完整之機制。

水源調度

水源調度工作內容包括水質及水量監測站建置、影像判釋校正水情及操控系統建置、感知層及傳輸系統等驗證及穩定性評估、水庫水質警戒值建立及水源保育。本計畫今年已於汝仍溪上游佳洛崗橋及四重溪下游山腳橋處分別建立濁度與水位監測站；完成影像判釋校正水情及操控系統及輸水隧道控制閘門開度監測；針對牡丹水庫水質監測浮台表底層水質儀、集水區 3 處雨量站完成校正作業；建立牡丹水庫藻類螢光值及藍綠藻細胞數量之關係式，並完成牡丹水庫水質警戒值之建立。

水庫安全

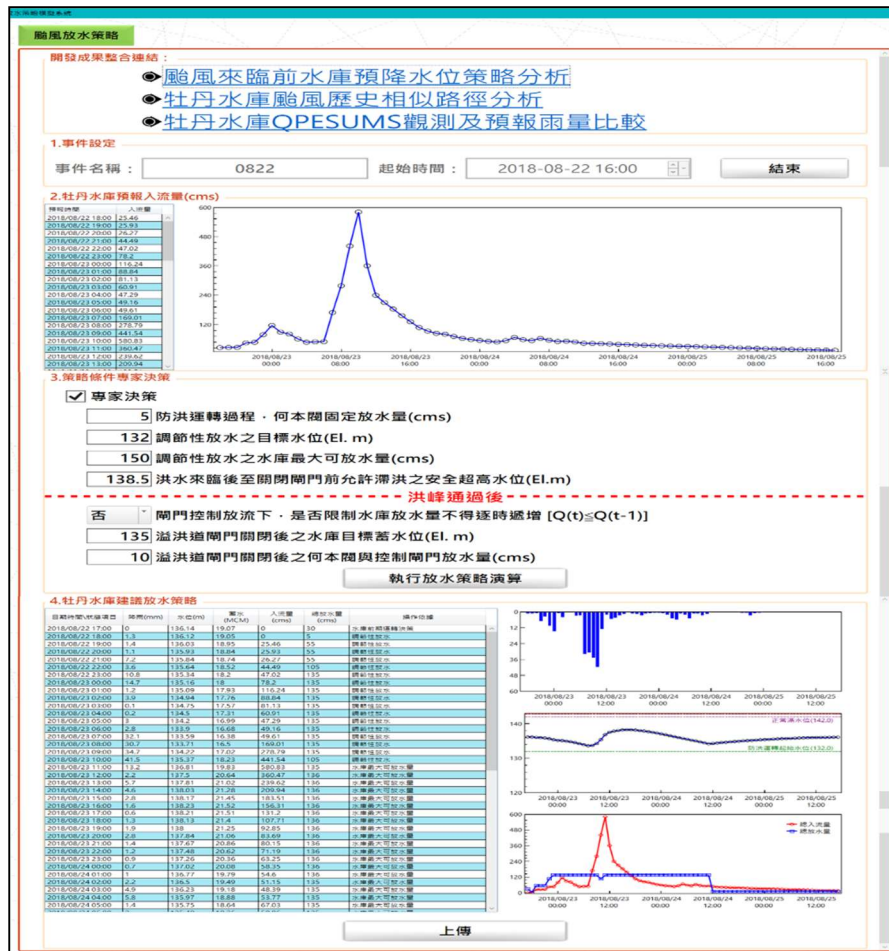
本年度針對第一期新設與水庫安全相關之設備，針對其感知層、傳輸系統及穩定性，依據全年持續運作其監測成效，並進行必要改善。結果顯示下游殼層及 135 平台裝設之水分計、兩邊坡地下水位與地表傾角量測系統，除人為損壞期間，可達到長期連續監測與穩定傳輸要求。135 平台水分監測與庫區水位及降雨統計分析結果顯示，135 平台濕潤原因為降雨所示，與蓄水水位無關；由 W2 量水堰歷年觀測資料、庫區水位及降雨特徵資料分析結果，提出以 W2 量水堰流量作為心層完整性監測指標之模式，模式可改善雨季期間無法反映庫區蓄水滲流狀況之限制。本年度提出累積雨量與地下水位變化預測架構，後續可由監測成果改善準確度，做為降雨引致水位變化預測模式，而右山脊及 C 線道路邊坡地下水位與地表傾角觀測顯示，右山脊邊坡淺層傾角達到 5 度，C 線道路邊坡本年度最高水位上升至地表下 3m 仍無顯著地表傾斜，暫以本年度觀測最高水位

作為預警值。

本計畫導入無人機具智慧巡檢系統，藉由無人機之高機動性與快速性，進一步輔助或取代人員於現場進行安全檢查工作並提高檢查效率，此系統主要運用無人機管理系統規劃定期及不定期巡檢路線，並加入低 GPS 及低電返航等安全機制，藉由 4G 圖傳及錄影系統進行即時影像的傳輸與儲存，可於無人機飛行時同步觀看直播畫面，相關拍攝內容可於巡檢影像管理平臺建立專案，以利日後觀看與管理，並針對特定地點進行影像分析。同時裝設 5 處裂縫觀測裝置，觀察牡丹水庫庫區裂縫變化情形。

防洪運轉

為提供更即時且自動化之颱風、降雨水情資訊分析成果，本計畫完成牡丹水庫颱風路徑分析展示網頁、QPESUMS 預報降雨與實際降雨差異比較展示網頁，提供防汛人員即時掌握 QPESUMS 預報結果及歷史相似颱風之降雨情勢。此外，為使水庫決策操作模式可實際協助決策，開發建置牡丹水庫颱風放水策略模擬操作介面，並將上述開發之兩個展示網頁整合於本系統，如摘圖-1。牡丹水庫颱風放水策略模擬操作介面之輸入資料包括觀測資料(水庫水位、雨量、進水量及放水量)、預報資料(氣象局預報雨量)、以及決策條件，其中，策略條件可採用依據以往專家經驗自動化演算的「自動智慧」模式，或透過事件中專家根據實際狀況以「專家決策」模式納入專業判斷，完成設定後進行演算，輸出結果為未來建議之放水過程。牡丹水庫颱風放水策略模擬操作介面已建置於牡管中心工業伺服器，演算結果以圖表化介面展示，並提供專案模擬結果上傳分享功能，可上傳至智慧管理平台進行呈現，相關單位可透過同一展示平台進行模擬成果檢視與討論。



摘圖-1 牡丹水庫颱風放水策略模擬操作介面

水庫智慧營運管理系統建置

本計畫智慧營管系統為感測器觀測與橫向子系統之整合成果，感測器佈建採用無線 LPWAN 技術 LoRa(一期)與 NB-IoT(二期)通訊，節降庫區光纖佈建施工與通訊成本，依水庫營運管理需求系統分為三大項目水源調度、水庫安全、防洪運轉，規劃 RWD(Responsive Web Design)響應式網頁設計，提供管理者網頁與行動版 APP 查詢。水源調度分項包含水庫日營運報表、水情即時資訊、水質觀測、雨量站觀測，水庫日營運報可檢視水庫進流量、放流量統計資訊，水情即時資訊、水質觀測、雨量站觀測則提供水庫週邊測站即時監測；水庫安全分項包含無人機巡檢、地震事件、大壩殼層滲水量監測、量水堰水位濁度監測、右山脊邊坡與 C 線道路邊坡水位監測；防洪運轉分項提供汝仍溪上游濁度與水庫濁度之監測，並整合防洪運轉子系統計畫成果(QPESUMS 降雨預報、颱風路徑分析、放水決策建議)。

