



# 人工智慧在農田水利工程 全生命週期的應用與展望

孫維廷、劉邦崇、張光耀、邱亭璋

## 一、前言

全球氣候變遷與極端氣候事件頻率加劇，臺灣農業生產所需的穩定供水正遭遇嚴峻挑戰。同時，農田水利工程領域面臨勞動力短缺及專業知識傳承中斷等關鍵課題。人工智慧（Artificial Intelligence, AI）技術的崛起，為農田水利管理帶來全新的契機。因此，導入AI技術，應用於農田水利工程的規劃設計、施工、維護管理等全生命週期，將成為提升農田水利供灌韌性、穩定糧食生產並減輕人力負擔的關鍵策略，讓農田水利邁向智慧化與永續化的新階段。

## 二、導入AI於農田水利工程全生命週期之應用

AI 在農田水利領域的應用，可逐步涵蓋從規劃設計、施工管理、運作維護到決策支援的全生命週期，隨著技術發展，亦於相關領域逐步展現成效。以下將分別介紹AI於「知識應用輔助」、「工程管理與施工安全」、「維護巡檢與管理決策」的應用方式。

### （一）知識應用輔助

在農田水利工程全生命週期運作的過程中，知識多半散落於紙本文書與個人經驗。許多重要的設計經驗、法規解釋與施工資料，往往因人員更替或格式不一而難以查詢與延續，形成「資料分散、知識流失」的困境。這不僅增加了新進人員的學習成本與時間，也讓跨區域協作與經驗傳承變得困難。

在知識應用與傳承方面，透過運用大型語言模型（Large Language Model, LLM）及檢索增強生成（Retrieval-augmented generation, RAG）技術，將過往零散的歷史文件、圖說資料與報告轉化為可搜尋、可理解的知識資料庫。此類型之技術將能使工程人員以自然語言的方式，快速查詢過去相似工程案例、設計參數或施工費用，提升工作效率與決策品質。同時，AI Agent 系統也可作為資訊平台的中介層，理解使用者需求並自動撰寫資料庫查詢指令，將資料即時轉換為視覺化的圖資結果。

此方式不僅降低了資料庫操作門檻，亦使操作人員能以對話的方式進行後

續敏捷決策，建立系統化的知識傳承機制。

## (二) 工程管理與施工安全

農田水利工程多位於野外環境，施工現場分散且條件多變，傳統依賴人力巡查與監督的方式，常因人手不足或反應延遲而造成安全死角與品質落差。特別是在極端氣候日益頻繁的情況下，如何即時掌握現場狀況、降低職災風險，已成為工程管理的重要課題。

AI 的導入將逐漸改變工地依賴人力監督管理的傳統方式。透過 GPS、

UWB 定位、影像辨識等技術之整合應用，可實現電子圍籬、人員定位與動作偵測，達到即時告警與安全監控，提升現場施工的安全性。同時，搭配使用生成式 AI，將能快速提供現場人員即時查詢施工安全作業標準與應變指引，減少資料查找時間，提升應變效率。

此外，AI 影像辨識技術的應用，也將使施工品質查驗更具客觀性，例如可利用空拍影像比對土方變化、檢測鋼筋配置或模板完整度，輔助查驗作業，以減少人工檢查的負擔與疏漏風險，確保工程品質與安全並行。



底圖來源：農業部農田水利署雲林管理處

圖1 工程管理與施工安全AI應用示意圖



底圖來源：農業部農田水利署嘉南管理處

圖2 維護巡檢與管理決策AI應用示意圖

### (三) 維護巡檢與管理決策

農田水利工程設施完工後，最大的挑戰往往在於如何長期維護。過去的巡檢多依靠現場人員逐點檢查，不僅耗時費力，也容易因人力限制導致巡檢頻率不足。尤其在天氣變化更劇烈的情況下，若無法即時掌握灌區渠道、水庫或埤塘的狀態，極可能造成滲漏、淤積或水質惡化等問題，影響整體灌溉效率。

為解決上述議題，AI 可協助建立「多尺度智慧巡檢」機制，先透過衛星影像與無人機巡檢，對灌區渠道、水庫及埤塘等設施進行大範圍監測，再配合

感測器資料與AI進行異常分析與警示。例如，運用AI判斷渠道是否淤積、滲漏，甚至偵測非法接管與排放情形，並即時發布告警。以AI結合高光譜影像辨識，在水質監測方面快速推估水域含氧量與懸浮固體濃度，相較於傳統水質檢測資料點限制且耗時長，將有效提升監測範圍與效率。

在管理決策方面，可結合物理導向的AI模型 (Physics-informed AI)，以及氣象、水庫、地下水與河川等多源資料，協助灌溉調度與氣候情境模擬，協助決策單位進行多目標最佳化分析，讓用水分配更精準、調度更具彈性。

### 三、結語

從知識應用、工程管理、維護巡檢再到管理決策，AI 的導入協助農田水利工程在全生命週期發揮更大的效用，讓經驗得以系統化傳承、工程管理更安全高效、設施維護更即時而全面，使農業水資源得以更有效利用與管理，讓每一滴水都能發揮最大效益，尤其在氣候變遷的挑戰下更能展現韌性與永續。

展望 AI 賦能農田水利的未來，AI 協助農田水利工程管理從「經驗導向」逐步邁向「資料導向」與「智慧決策」，成為

推動數位轉型的重要動能，進而帶動農田水利的發展將從「穩定供水」的工程任務，轉向結合資料、科技與人力智慧的整合治理。

(作者依序現任農業部農田水利署組長、副組長、科長、正工程司) ■

圖3 AI驅動農田水利之智慧應用與永續韌性示意圖

