



人工智慧驅動的智慧水處理技術 從監測到決策的革新應用

技術主編：羅英維 I. W. Lo

現職：工研院(ITRI) 材料與化工研究所 水科技研究組 技術經理

學歷：加拿大英屬哥倫比亞大學(UBC) 土木工程研究所 博士

專長：水處理智能化、污廢水生物處理、下水道系統及污廢水處理工程

在全球水資源短缺與水污染問題日益嚴峻的今日，傳統的水處理技術正邁向自動化與智慧化。人工智慧(Artificial Intelligence; AI)的導入，使得水處理產業不再只是被動反應，而是能主動預測、即時調整，甚至自主決策，開啓了智慧水務的新時代。

AI在水處理中的應用可大致分為三個層面：監測、分析與決策支援。首先，在監測階段，透過結合物聯網(IoT)感測器與機器學習演算法，系統能即時收集水質參數，並以資料驅動的方式進行異常偵測。AI模型可迅速預警，避免污染事件擴大或系統故障。其次，在資料分析層面，AI能處理大量的歷史與即時資料，從中學習水質變化與處理效率的關聯。藉由建立預測模型，操作人員能預測負荷變動、化學藥劑投加量及能源消耗，進而優化操作策略。在決策支援方面，AI不僅提供數據分析，更能模擬不同操作情境的結果，協助管理者作出最佳決策，自動調整水處理參數以維持最佳運行狀態。這不僅提升了系統穩定性，也減少了人力成本與操作風險。此外，AI也正推動智慧水務的整體發展，從城市給水與污水處理，到工業製程用水與再生水回收，AI技術讓整個水循環系統更具透明度與可持續性。

隨著感測技術、演算法與運算能力的進步，人工智慧在水處理產業中的角色將日益明確。從以數據驅動機器學習及智慧控制，進一步加入感知型AI如影像辨識等。近年來生成式AI快速崛起，具邏輯推理的大語言知識管理系統，以及以其為核心的代理型AI，將進一步將水處理帶入一個新的境地。AI驅動的智慧水處理技術已與其他的智慧製造並駕齊驅，為永續與高效的水資源管理描繪出清晰的藍圖。

評估當前的技術成熟度及經濟可行性，本期專題內容從AI輔助的智慧水務系統建置規範指引說明開始，介紹工研院材化所近年來所開發的解決方案，並有聯合污水處理廠及污水下水道系統的實際案例介紹，最後向讀者推薦兩個新技術：AI影像辨識以及導電度在水處理的進階運用。

