

學會電子報

第一期

總編的話

查詢年分 112年



智慧水務管理

出刊日期:112年11月

期數:第一期

發行人:林財富

總編輯:張瓊芬

本期主編:林志麟



主編的話

本期電子報特邀經濟部水利署水利規劃分署-張廣智分署長團隊、臺灣自來水股份有限公司-李丁來總經理團隊、臺北自來水事業處技術科-黃欽稜一級工程師、弓銓企業股份有限公司-蘇政賢總經理、美商傑明工程顧問股份有限公司台灣分公司-卓昱宏副總經理團隊、基士德環科股份有限公司-卓伯全技術總監團隊、工業技術研究院材化所-羅英維技術經理團隊，分享台灣智慧水務管理實務經驗與應用成果，引領國內產、官、學、研各界持續推動本土智慧水務產業創新發展。

↓ 本期全文

↓ 完整文章

台灣污廢水處理廠智慧化管理經驗分享

污廢水處理廠智慧化管理可強化水資源的保護及保育與調配及利用，以響應政府及社會發展循環經濟與永續水資源的趨勢及策略。基士德於發展智慧水務的過程開發污廢水處理廠智慧化管理程控智聯技術，並應用於 A2O 生物處理程序之智能化操控及智慧型管理成果顯著，且有效提升水質處理成效及節能效益。本文除闡述污廢水處理廠智慧化管理程控智聯技術開發過程及經驗外，並分享國內污廢水處理廠佈署智慧化管理技術所存在的問題及解決方案。期藉由本文的經驗分享，帶動智慧水務發展的方向並期待產官學研投入更多的資源為發展智慧水務而努力。

↓ 完整文章

台灣污廢水處理廠智慧化管理經驗分享

卓伯全¹、鄭博之²、謝宏炅³

¹基士德環科股份有限公司 技術總監

²基士德環科股份有限公司 董事長特助

³基士德環科股份有限公司 董事長

摘要

污廢水處理廠智慧化管理可強化水資源的保護及保育與調配及利用，以響應政府及社會發展循環經濟與永續水資源的趨勢及策略。基士德於發展智慧水務的過程開發污廢水處理廠智慧化管理程控智聯技術，並應用於 A2O 生物處理程序之智能化操控及智慧型管理成果顯著，且有效提升水質處理成效及節能效益。本文除闡述污廢水處理廠智慧化管理程控智聯技術開發過程及經驗外，並分享國內污廢水處理廠佈署智慧化管理技術所存在的問題及解決方案。期藉由本文的經驗分享，帶動智慧水務發展的方向並期待產官學研投入更多的資源為發展智慧水務而努力。

關鍵字：智慧化管理、智慧水務、程控智聯、設備賦能

一、前言

2010 年以智慧導向的工業 4.0 時代被揭示後，“智慧”這個名詞儼然成為全球各企業數位轉型的目標，以及提升產品競爭力與加值服務不可或缺的要素。對環保產業而言，2013 年「智慧環境」的理念重新定義了環境保護與永續發展的技術路線。基士德集團（以下簡稱“基士德”）於 2015 年成立智慧水務推動小組，聚焦於結合 AIoT 技術提升水資源管理效率及效益的發展，並陸續完成「水資源 AIoT 管理平台」、「污廢水管理系統 AIoT 管理平台」及「WaterOps 智慧水務服務平台」等技術開發及系統建置工作。2020 年進一步藉由 WaterOps 智慧水務服務平台產生的 A2O 生物處理程序智能化操控/智慧型（AI）推論模組佈署至國內某科技園區水資源處理場進行程控智聯智慧化管理，有效提升水質處理成效及節能效益（工業材料雜誌 440 期 pp.103~116，2023/08）。

基士德發展污廢水處理系統智慧化管理技術是一個觀念整合、凝聚共識及落實系統分析工程的歷程。程控智聯智慧化管理方案落地驗證成果顯著，不僅奠定智慧水務發展技術的基礎，也鼓舞了基士德研發團隊的士氣，更驗證污廢水處理廠智慧化管理與時俱進的必要性。是故，期藉由本文的經驗分享作為引子，帶動國內智慧水務的技術發展。

二、觀念整合與目標確定

1. 污廢水處理系統 AI 賦能的“能”與“不能”

探討污廢水處理系統 AI 賦能的“能”與“不能”的問題，可以從對 AI 的根本認知開始。首先，必須有一個認知：AI 是用程式的方式學習人類需要運用智慧才能完成的事情；AI 的目標是試圖讓電腦像人類一樣會依照經驗進行學習與行動。從這個認知中確認：寫 AI 程式的是「人」；AI 程式的邏輯是「過去積累的經驗模式或者是某些特定專家的經驗智慧（或知識）」；AI 需要「目標」才有辦法進行優化。以污廢水處理系統而言，具專業經驗或知識及徹底瞭解目標的人，即是污廢水處理廠之操作管理人員及專家，AI 係將此等操作管理人員及專家已有的經驗智慧或知識，由 AI 工程師以程式軟體表現出來以達到目標需求的機械語言。因此，AI 的功能在於協助重複性的日常操作管理及複雜的策略型工作，以精簡人力，但不能完全取代操作管理者及專家的工作。

再者，若將人工智慧（AI）定義為：「AI 是透過建立一種以“動態運算環境中的演算法”為基礎，應用於實際場景，來模擬人工智慧的過程」思考污廢水處理系統 AI 賦能的“能”與“不能”問題的話，污廢水處理系統 AI 賦能是“可能的”。因為污廢水處理系統之操作運轉本身就是屬於一個動態且十分複雜的過程。除了進流污廢水之水量與水質特性是隨著時間不斷地的改變外，污廢水處理程序的操作控制，又受到微生物的新陳代謝、污水處理設備與機械的運行、及環境條件的變化等因素交互作用與影響，任何一方面的缺失或改變都將影響水質處理的成效及系統的穩定性。透過 AI 可同時將這些諸多的動態變化及交互作用因素納入整體操作控制決策的考量中，並藉由理解學習、推理模擬及持續優化等過程達到即時動態模擬及智慧型控制的要求。

大數據的價值在於應用 AI 挖掘出人腦不一定看得出的相關性和邏輯性。在發展智慧水務的過程中，AI 將扮演關鍵角色，將改變環保產業的傳統工程思維模式，創造截然不同的產業價值。驅動 AI 的必備條件就是要有充足、有效的資料，才能確保 AI 學習的成效。因此，發展 AI 的過程中，必須結合相關的領域知識，從中淬煉大量標記資料，方能透過 AI 演算法，以提升效能、減少浪費、創造價值，亦即「領域知識 + AI = 智慧水務解決方案」。

目前，環保產業 AI 化面臨的挑戰，包括：AI 人才不足、監測資訊及資料不足、關鍵問題不易釐清、與產學鴻溝的存在等。AI 需要三種人才，第一是數據科學/AI/機器學習科學家，第二是資料分析師，可協助領域知識者抽絲剝繭、找到問題核心，第三是 AI 後端工程師。可藉由跨界合作，將此三類人才的職能，進行相應的技能訓練，將學界的知識與技術帶到業界，再把業界的應用場域提供給學界，這樣產學之間的銜接會更好，進而消弭產學之間的鴻溝。

2. 污廢水處理系統智慧化管理的目標

有鑑於污廢水處理系統智慧化管理為智慧水務的一環。因此，從智慧水務的定義探討污廢水處理系統智慧化管理的目標較為適切。目前，智慧水務被通稱為「Smart Water」。首見 Smart Water 這個名詞是在 World Environmental and Water Resources Congress 2018 (Minneapolis, MN, USA, 3-7 June 2018) 這份國際期刊上。從此，許多國際研討會就開始探討何謂智慧水務“Smart Water”。

在上述的國際期刊中特別指出：“Smart water is also called Smart Water Grid (SWG4), Internet of Water5, Smart Water Management, etc.”。其中，Smart Water Grid (SWG4)及 Internet of Water5 指的是「智慧水網」，其定義為：“Smart Water Grid is based on the Internet of Things and the structure of smart water system. A smart water system (network) in water context comprises smart meters, smart valves, smart pumps, data communication, data management, data fusion, and analysis tools.”另外，所謂的 Smart Water Management 更明確指出：與資通訊技術融合的水管理技術被稱為智慧水管理 (Water management technologies converging with ICT have been called Smart Water Management)等。以上顯示，現階段國內外的產官學研均把智慧水網和智慧水系統認定為智慧水務，但以水資源管理的層面而言，智慧水網和智慧水系統均為智慧水務重要的內涵之一，亦即智慧水務涵蓋智慧水網和智慧水系統。

在上述的國際期刊中分別指出：“A smart water system offers a mechanism to capture and communicate data on water resources through hydro-informatics systems.”以及“A smart water system is based on the smart metering system to collect real-time water data.”等，明顯把水資源管理系統資訊化的過程視為智慧水務。水資源管理系統資訊化係在完成底層基礎資料的採集整理以搭建基本的服務平台，是十分基礎而重要的工作，但要說這就是“智慧水務”，就有點牽強了。

不論在國際期刊上或國內外水資源管理公司對達到智能化或智慧化目標上的定義都存在各自表述的現象，甚至讓人產生智能化或智慧化就是高階自動化的悖論和疑義。雖然，目前智慧水務有被稱為“Smart Water”或“iWater”，但在發展智慧水務服務平台的過程仍有界定自動化 (Automation)、智能化 (Smart) 以及智慧化 (Intelligence) 的必要。

- 自動化 (Automation)：就是去完成人為反覆動作不需用腦思考的重複勞動。污水處理廠的自動化就是確保設備該啟動就必須啟動、該運轉時就必須運轉、該停止時就必須停止，不需要人為的操作起停和調整運轉頻率等。
- 智能化 (Smart)：它可以完成幾個人一起完成的事情，比如資料收集、

資料查找這樣一些事情；然後對資料進行簡單分析，按照一定規則進行的過濾。污廢水處理廠的智能化著重於確保處理過程中各項操作維護管理作業及工作與程序控制被正確及有效的執行。

- 智慧化 (Intelligence)：它是可以進行預測、進行模擬、進行一種洞察及推論，需要長期的訓練才能夠擁有的智慧，這也是我們所謂的 Artificial Intelligence (AI, 人工智慧)。污廢水處理廠的智慧化就是要累積長期的操作運轉結果，經 AI 特徵擷取及訓練產生解決問題的策略，以提高系統的穩定性及降低管理決策的風險性。

從專業領域的角度來看，智慧水務是水資訊學 (Hydroinformatics) 專業領域的問題，是應用資訊通信技術 (Information and Communication Technology, ICT) 解決水環境問題，這和當前智慧水務的內容是相契合的。由此引申出來的智慧水務的定義可以是：Concerns the integrated use of information and communication technologies, modelling and decision support systems in solving problems related to the aquatic environment and involving relevant stakeholders. 此定義明確指出形成智慧水務服務平台的基本架構，包括：具資訊通信技術 (ICT) 的 Iaas (Infrastructure as a Service)、具 AI 建模的 Saas (Software as a Service) 及具決策支援系統的 Paas (Platform as a Service) 等。唯此定義所指的水環境問題概屬物理意義上的問題 (例如：黑臭、洪澇等)，無法系統性、整體性、全面性地解決水資源的環境問題。再者，僅解決相對利益攸關者多目標利益最大化 (最優化) 的問題，無法滿足水資源管理系統在符合法規的條件下，達到供/需最佳化及效率/效益最佳化的問題。

以水資源管理的層面而言，智慧水務管理的範疇應包括：水源、淨水、用水、污廢水及回收再生水等。各管理範疇所面臨的水環境問題概可歸納為“水資源的調配及利用”與“水資源的保護及保育”問題。同時，為符合工業 4.0 “需求客製化”及“供應端優化”的訴求，故將智慧水務定義為「在解決“水資源調配及利用與保護及保育”等環境問題的過程中，以物聯網技術為基礎結合智慧型感控系統，建構出一個有感知意識的智慧型水資源管理服務平台，並透過邊緣運算、雲端運算與 AI 決策支援工具分析各種大數據，直接生成一個充分滿足水資源環境問題解決的方案或產品，以“符合水資源管理系統特定功能或目標的需求”。更可利用電腦預測，即時精準生產或調度現有資源追求精益管理、減少成本浪費等等，達到“水資源管理系統營運管理績效優化”的目標。」

由以上的定義，污廢水處理系統智慧化管理的目標，包括：符合污廢水處理系統特定功能或目標的需求，以及污廢水處理系統營運管理績效優化。其中，營運管理績效優化則包括管理效率優化、操作效益優化及設備效能優化等。

三、污廢水管理系統智慧化管理

污廢水管理系統中，各種物質、能量、結構、型態、功能及其控制都是藉由操作運轉的過程表現出來的，因此掌握污廢水管理系統的動態行為是確保其操作運轉成效的關鍵。而污廢水處理系統之操作運轉又是屬於一個動態且十分複雜的過程，除了進流污廢水之水量與水質特性是隨著時間不斷的改變外，處理子系統的程序操作控制，又受到微生物新陳代謝、機械運轉、及環境條件變異等因素之交互作用與影響，任何一方面的缺失或改變都將影響水質處理的成效及系統的穩定性。因此，污廢水管理系統必須發展出一個具有即時性、可視性及趨勢性的動態反饋控制機制。

再者，污廢水管理系統與周圍環境之間通常都有物質、能量和資訊交換。環境的變化會引起系統特性的改變，相應地引起系統內部各單元、程序及子系統間交互關係與作用的變化。因此，污廢水管理系統必須具有反饋系統、自適應和自學習系統，以保持對客觀環境的適應能力。

各級污廢水管理系統均需在其所屬的污廢水管理辦法的管理機制中，落實執行管制措施以達到其設置的目的。因此，就污廢水管理系統的「系統管理面」而言，可歸納包括：(1) 設備維護保養；(2) 設備及場域巡檢；(3) 水質合格及符合法規；與(4) 節省能耗及成本以符合永續發展原則等需求，如圖 1 所示。另就污廢水管理系統的「營運管理面」而言，近年來氮磷管制標準的提高及水回收再利用程度與需求的增加，導致原本操作維護營運管理上的問題更錯綜複雜，包括人力資源、設備妥善維護率、設備汰舊換新、提標改造、耗材藥劑控管及節能減碳等需求相對提高，如圖 2 所示。



圖 1 污廢水管理系統“系統管理面”需求分析



圖 2 污廢水管理系統“營運管理面”需求分析

綜上所述，為同時滿足污廢水管理系統在系統管理面與營運管理面的需求，各級污廢水管理系統可藉由數位化、物聯網化、智能化及智慧化的過程，結合資訊化過程所建置的污廢水管理資訊系統，建構「污廢水管理系統 AIoT 管理平台」，如圖 3 所示。其中，污廢水管理系統 AIoT 管理平台以“設備賦能”、“程控智聯”及“智能巡檢”三策略方向出發，分別建置智能化操控及智慧型管理方案，達到“設備延壽”、“操作優化”及“精簡管理”等目標。設備延壽、操作優化及智能巡檢對營運管理的績效指標，將結合系統管理面績效指標，納入污廢水管理資訊系統績效評量系統中進行“節能節費”目標管理分析，以作為污廢水管理系統全生命週期管理決策的依據。

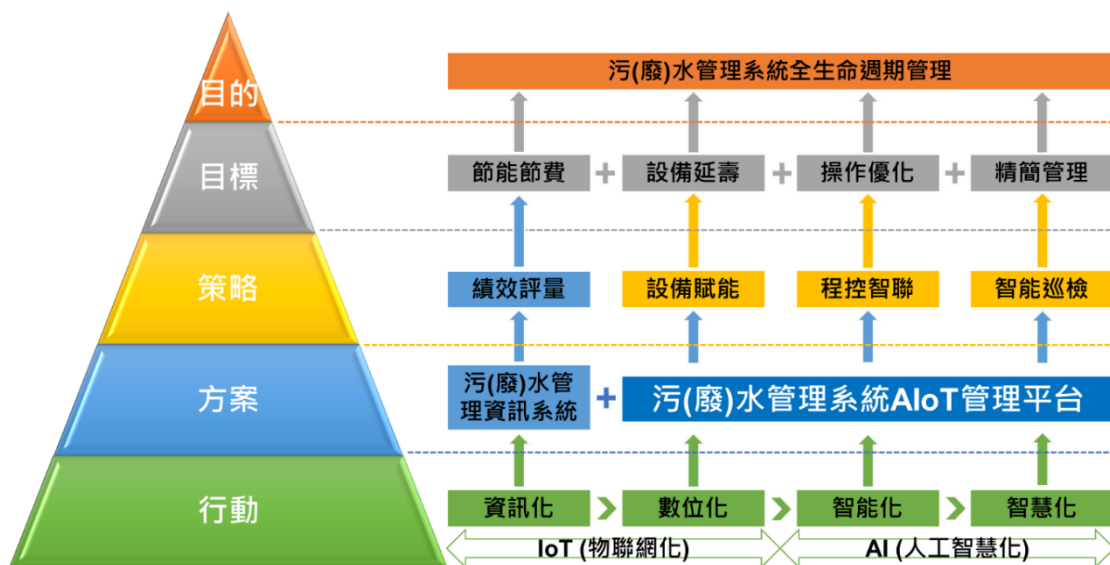


圖 3 污廢水管理系統 AIoT 管理平台發展架構

污廢水管理系統智慧化管理均藉由“即時監測 (Real-Time Monitoring)”、“動態控制 (Dynamic Control)”、“智能操作 (Smart Operation)”及“智慧微調 (AI Tuning)”等 4 個循環運作機制，使污廢水管理系統中設備的運轉、程序的操控及場域的巡檢能在動態環境中即時、正確、有效地被執行，即所謂的「智能化控制」。智能化控制的結果納入 AI 的運算核心產生智慧型推論模型進行診斷、評估及微調或糾偏，讓污廢水管理系統設備的運轉、程序的操控及場域的巡檢能在動態環境中即時回復到“對且好”的運轉狀態及操控範圍，以提高系統的穩定性及降低決策的風險性並符合環保法規要求，此即為所謂的「智慧型控制」，如圖 4 所示。

污廢水管理系統營運管理績效最佳化，包括設備效能最佳化、操作效益最佳化及管理效率最佳化，如圖 5 所示。在設備賦能策略面，係藉由運轉指標即時化、異常診斷動態化、維保判斷智能化及維修決策智慧化等運作機制達到設備效能最佳化的功能，進而符合設備延壽的目標。在程控智聯策略面，係藉由監測變數即時化、控制變數動態化、程序操控智能化及操控決策智慧化等運作機制達到操作效益最佳化的功能，進而符合操作優化的目標。在智能巡檢策略面，則係藉由偵測數據即時化、資訊整合動態化、風險警示智能化及應變對策智慧化等運作機制達到管理效率最佳化的功能，進而符合精簡管理的目標。

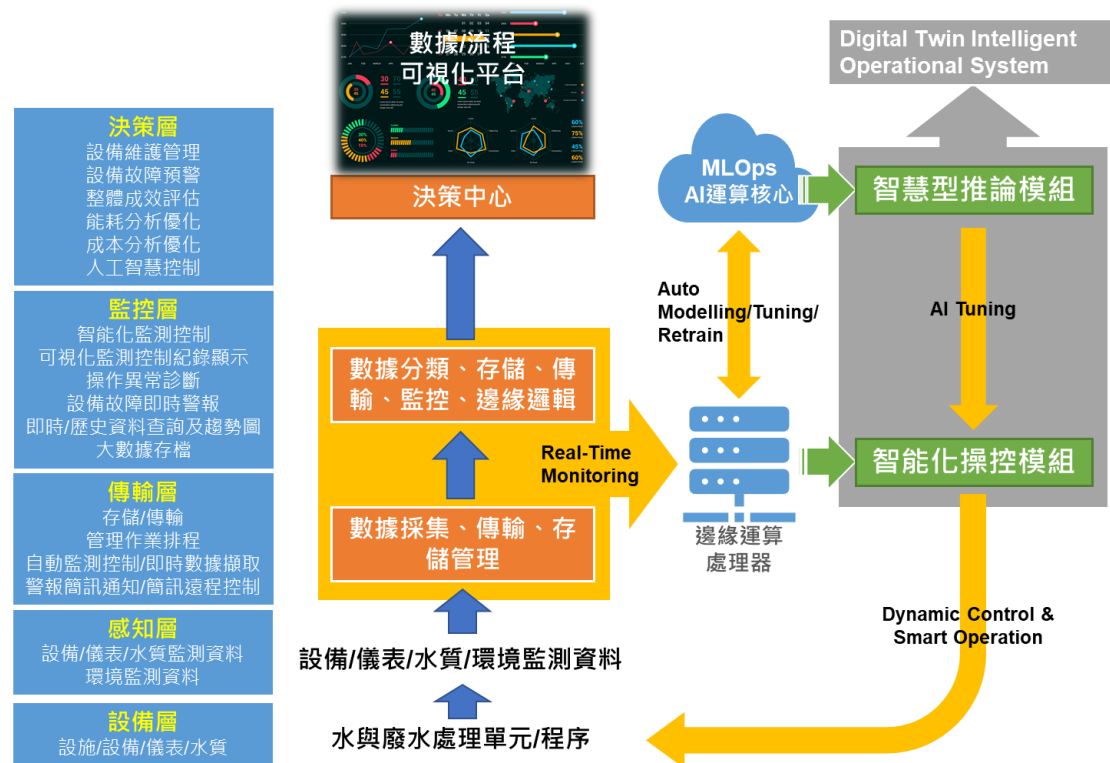


圖 4 污廢水管理系統智慧化管理運作機制

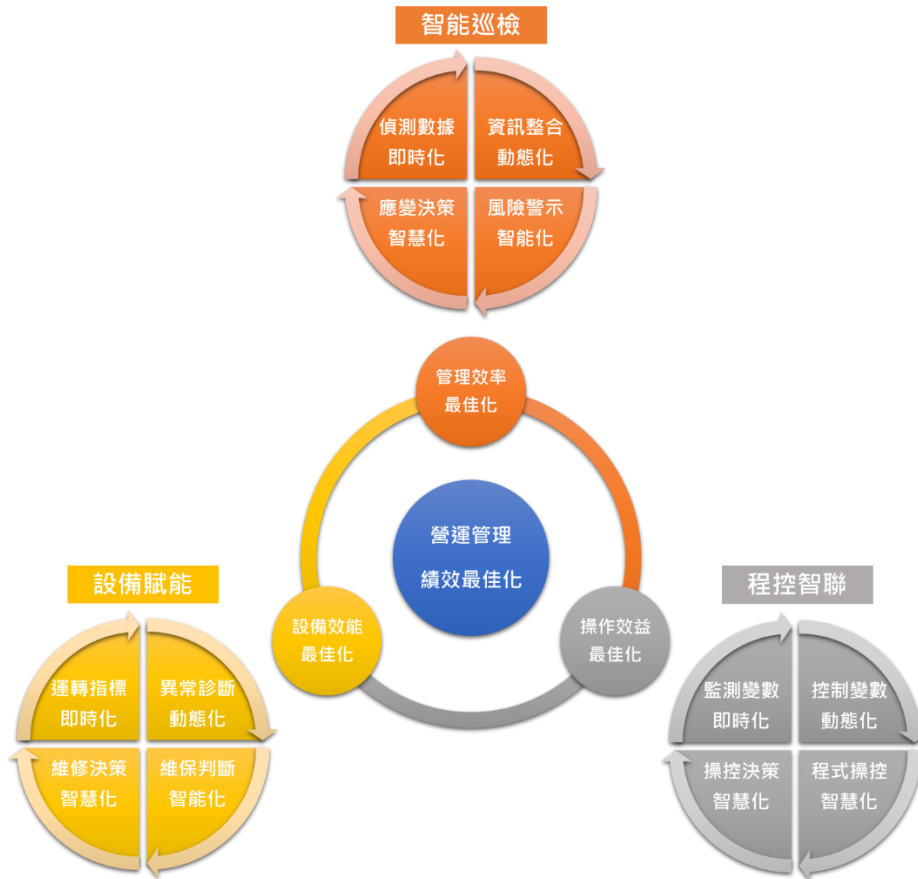


圖 5 污廢水管理系統智慧化管理目標及策略規劃

四、程控智聯智慧化管理經驗分享

程控智聯的定義，係藉助新興的資料（訊）收集與數據分析技術，將各項污廢水處理程序相關設備及裝置所產生的數據，透過智慧物聯網（AIoT）收集、分析後，運用 AI 模組從中獲取程序控制上的知識、效率（效益）或操作方式，再回饋到相關設備上，使污廢水處理程序變得更具智慧，進而達到操作優化及節能節費的目標。

近年來，基士德於程控智聯策略面上，已陸續開發生物、化學及物理程序之智能化操控模組及智慧型（AI）推論模型，包括：已開發完成並分別應用於 A2O、AO 及活性污泥 ASP 等生物處理程序；及 pH 調整、氧化/還原、混凝沉澱及高級氧化 AOPs 等化學處理程序之智慧型操作管理模組。與開發中並可應用於過濾、活性碳吸附、離子交換及 UF/RO 膜過濾等物理處理程序之智慧型操作管理模組。此等智能化操控模組及智慧型（AI）推論模型的特點，如圖 6 所示。

可因應進流量及水質的變動與微生物的活性及生化反應狀態變化進行即時調控。適用於動態特性變化不易掌握的受控對象。



圖 6 程控智聯智能化操控智慧型 (AI) 推論模組特點

為解決國內某科技園區水資源處理場所面臨污泥迴流率無法掌握，造成污泥流失現象；曝氣控制不易，導致終沉池污泥上浮；及氨氮、總氮放流水質不穩定等問題，基士德率先導入污廢水處理系統 A2O 程序程控智聯策略及智能化操控與智慧型 (AI) 推論模組進行智慧化操作管理方案的建置與執行工作。

驗證結果顯示，迴流污泥智能化及智慧型控制模組可有效控制污泥迴流率介於 38.5~52.2%，平均為 44.9%，使 A2O 系統 MLSS 保有濃度維持在 2,000~3,000 mg/L 之間 (如圖 7(a))，並維持厭氧池 ORP 小於 0 mV 且介於 -150~-450 mV 之絕對厭氧狀態 (如圖 7(b))，進而有利於有機氮氨化及生物釋磷作用之進行。硝化液內迴流率介於 113.6~159.2%，平均為 131.7%，且維持缺氧池 ORP 介於 -100~+100 mV 缺氧狀態之脫硝環境 (如圖 7(c))。由於智能化及智慧型曝氣控制能有效控制 ORP 在大於 0 mV 且介於 +100~+400 mV 之絕對好氧狀態，進而提升好氧池活性污泥之氧化能力，促進生物硝化作用的進行。因此，A2O 系統於程控智聯智慧化操作下，NH₃-N 放流水質介於 0.08~2.23 mg/L，平均為 1.05 mg/L；TN 放流水質介於 3.24~6.70 mg/L，平均為 4.49 mg/L，均較原自行操作 (PLC Control) 者低，如表 1 所示。NH₃-N 及 TN 平均去除率分別為 94.7% 及 78.7%，高於原自行操作之 89.8% 及 68.2%。

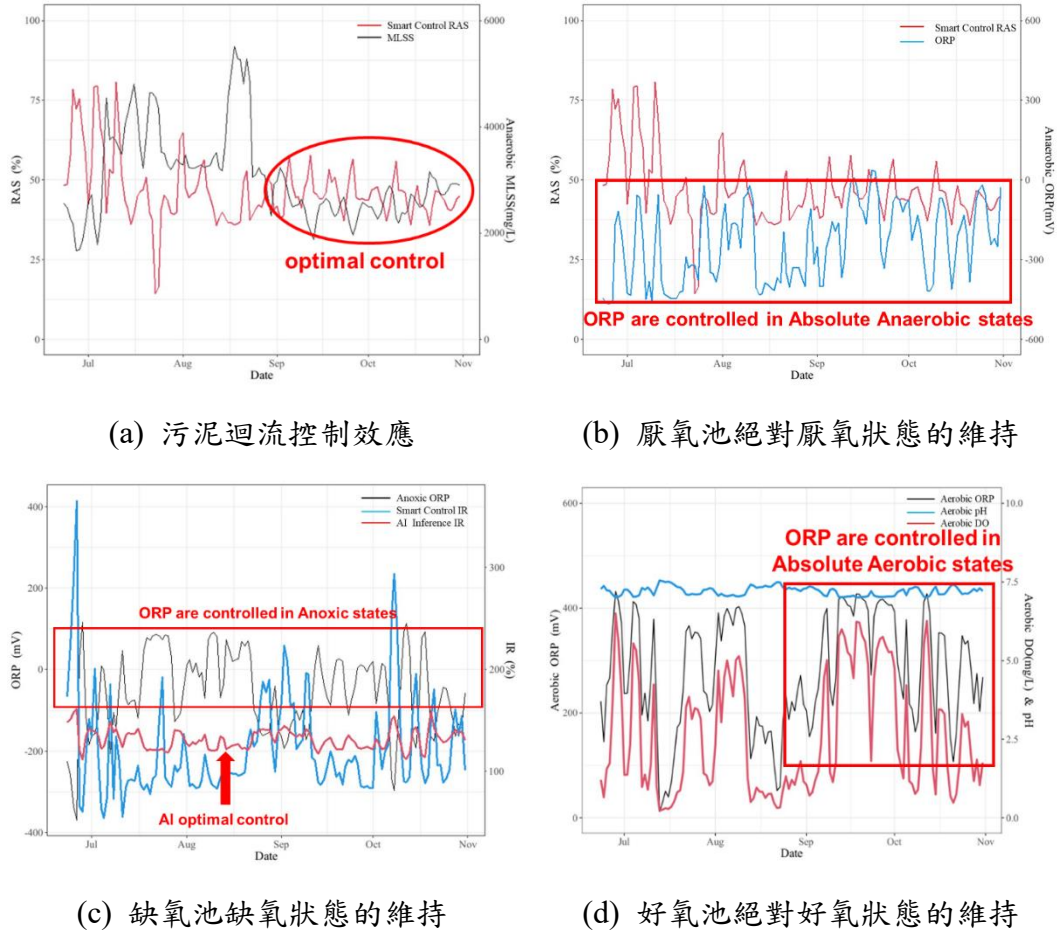


圖 7 程控智聯智慧化操作對 A2O 系統生化反應狀態之效應

表 1 程控智聯智慧化操作對 A2O 系統水質處理成效

Wastewater Quality Concentration (mg/L)				
Sample	Month	COD	NH ₃ -N	TN
Influent	Jul	382	19.67	21.03
	Aug	423	17.56	18.78
	Sep	310	21.86	23.45
	Oct	442	19.90	21.08
	Mean=	389	19.75	21.08
Effluent of PLC Control	Jul	27	2.11	7.09
	Aug	19	3.27	9.94
	Sep	36	1.10	5.01
	Oct	25	1.58	4.82
	Mean=	26	2.02	6.72
	Jul	25	1.23	4.74
	Aug	23	2.23	6.70

Effluent of Smart Control with AI Inference	Sep	28	0.66	3.27
	Oct	22	0.08	3.24
	Mean=	25	1.05	4.49
Removal Rate (%) of Wastewater Quality Parameters				
Sample	Month	COD	NH ₃ -N	TN
PLC Control	Jul	93.1	89.3	66.3
	Aug	95.5	81.4	47.1
	Sep	88.5	95.0	78.6
	Oct	94.4	92.1	77.1
	Mean=	93.2	89.8	68.2
Smart Control with AI Inference	Jul	93.4	93.7	77.5
	Aug	94.5	87.3	64.3
	Sep	90.9	97.0	86.0
	Oct	95.0	99.6	84.6
	Mean=	93.6	94.7	78.7

程控智聯智慧化操作對 A2O 系統之整體用電量為 0.20~0.36 kWh/m³、平均為 0.28 kWh/m³，低於原自行操作者之 0.41 kWh/m³ 及國內水資源回收中心統計之 0.38~0.80 kWh/m³，如圖 8 所示。

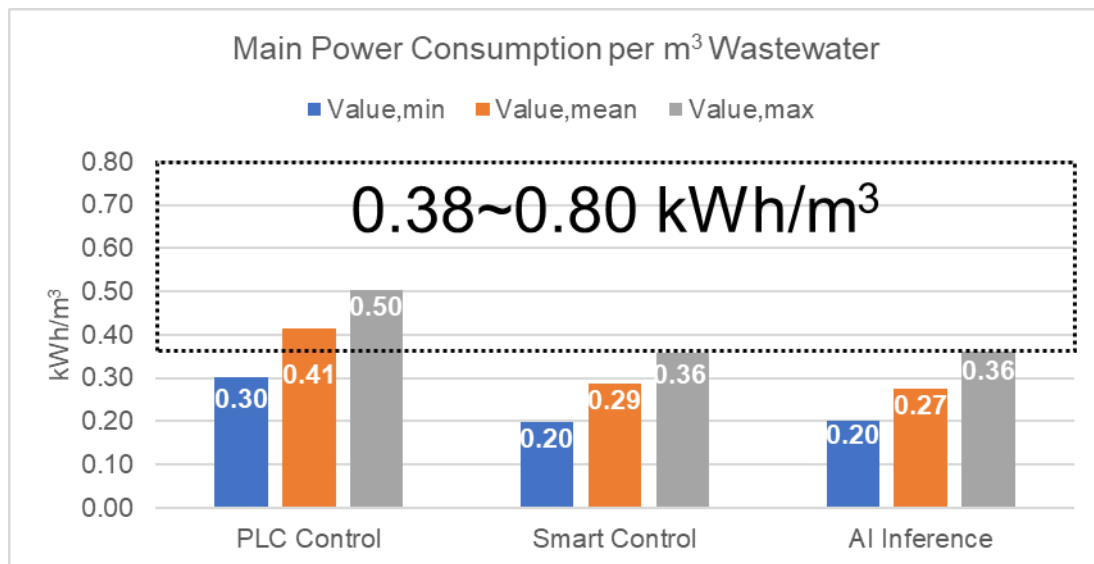


圖 8 程控智聯智慧化操作對 A2O 系統節電效益

雖然驗證結果顯示程控智聯智慧化操作不僅有效提升水質處理及操控成效與節能效益，同時也察覺系統上的成效限制因子，並藉由智能化操控及智慧型(AI)

推論模型於特徵鑑別及經驗學習優化過程中，逐步消弭此等成效限制因子。然由於國內污廢水處理廠均屆使用年限甚至屆齡使用，於程控智聯智慧化方案軟硬體建置及執行過程，不免會有監測控制設備整合、數據訊號傳輸及收集、及操控模式改變等狀況發生，如表 2 所示，需要更進一步協調、溝通，並提供改善方案予以排除。

表 2 智慧化管理方案軟硬體建置問題及改善建議

問題屬性	問題描述	改善建議
監測設備	1. 實場的感測器、流量計、液位計，有不準確或者是故障偏移的狀況，造成模型訓練偏誤。	現有感測器數據透過專家檢視範圍，並協助實施校正及保養教育訓練。
	2. 現場操作人員的工作未落實執行，如感測器太久未清潔校正或者是線路故障查察，造成控制效能不佳。	1. 增設警報點位，如設備跳脫或斷線、數據收集中斷或停滯自動切換，以協助排除異常處理之時間。 2. 建立線上異常操作紀錄及警示機制，並協助建置 E 化巡檢或異常事件處置紀錄之系統，減少人工繕打轉騰。
控制設備	1. 現場已建置 PLC，但是控制的方式與智能化/智慧型控制要求不符，如進水即連動鼓風機或加藥機啟動，造成曝氣量或加藥量無法調整。	控制條件受限時(如無法變頻控制)，在兼顧設備健康下，轉換控制模型匹配操作(如曝氣時間的改變或加藥機運轉時間的調整)。
	2. 現場控制的效能不佳，如加藥機或鼓風機實場勘驗後發現故障，造成控制效果跟設計條件落差過大。	協助檢查(修)現有運轉設備，如不堪使用提供必要規格(範)，並協助訪商及安裝之技術輔導。
	3. 原有系統整合與新 AI 伺服器之間之資料或是控制訊號串接時，發現原系統相容性或是效能不足，如 SCADA 記	增設警報點位，如設備跳脫或斷線、數據收集中斷或停滯自動切換，以協助排除異常處理之時間。

	<p>憶體過低時常當機或斷線，造成資料流中斷。</p>	
數據傳輸及收集	<p>1. 數據的傳輸有延遲或者是有故障，或者是封包不完整，造成數據缺漏或者是 Modbus 錯位產生亂碼的情形，系統須內建偵錯及自動補值功能，修正訓練集及測試集。</p>	<p>1. 增設警報點位，如設備跳脫或斷線、數據收集中斷或停滯自動切換，以協助排除異常處理之時間。</p> <p>2. 協助收集數據，並逐步建立感測器偏移鈍化警報模組。</p>
	<p>2. 部分場域建立的時候很多數據沒有納入 PLC 的收集，前置調查階段須完成補充建議，建置初期以系統數據擴增或專家經驗填入方式，完成補值建模，後續將持續補足點位以完備 AI 訓練的數據集並優化 AI 模型。</p>	<p>1. 現有感測器數據透過專家檢視範圍，並協助實施校正及保養教育訓練。</p> <p>2. 感測器不足，開立必要規格(範)，並協助訪商及安裝(保養)之技術輔導。</p> <p>3. 協助提供有/無線數據收集方案選用，低門檻即可連續採集水質數據。</p>
	<p>3. 系統建置過程在數據收集期間，現場發生偷排、異常的天候變化或是設備故障，造成數據收集期間有部分資料無法使用，需排除這些故障，除延長數據收集建模的時間外，須將其設為常發生之警示，完備系統之警報面向。</p>	<p>配合報警機制延長線上輔導時間，協助管理異常建立正確操作習慣。</p>
智能化/智慧型控制	<p>1. 當智能化及智慧化介入污(廢)水處理系統時，最直接衝擊操作管理上的問題是由穩態操控模式轉變為動態操控模式，由於此轉變往往會凸顯日常操作管理上不易察覺或潛在性的問題，而造成操作管理者之恐慌及憂心。</p>	<p>1. 建置期間提高使用團隊座談頻次，逐步掌握作業習慣調整系統。</p> <p>2. 對於智慧控制與現有條件控制的差異，透過先期座談確定痛點，並提出學理上關係及驗證場域成效說明。</p>

	<p>2. 驗證結果顯示，智能化及智慧化不僅有效提升水質處理及操控成效與節能效益，同時也察覺系統上的成效限制因子，並藉由智能化控制及智慧型操作模組於特徵鑑別及經驗學習優化過程中，逐步消弭此等成效限制因子。</p>	<p>系統建置及調適期間，增加多場專家到場現勘及操作疑問釋疑，並建立即時聯繫機制，對於所遇問題利用文字、拍照、錄影（音）等方式立即協處，建立正確認知與信心。</p>
--	--	--

五、結論與建議

智慧化時代的來臨，智慧水務的推動勢在必行。基士德所開發的污廢水管理系統 AIoT 管理平台，係藉由大數據運算機制，提供即時監控、遠程控管、成效評估、水質預測、污染預防及主動告警等功能，可實現水質監測的即時性、準確性及可持續性，並兼顧系統風險預警及精確控制，不僅可提高節能成效並大幅降低異常排放風險，使放流水質更穩定。國內的污廢水處理廠大部分將屆使用年限，又面臨排放量增加、水質變異性提高、法規持續加嚴及水回收率要求等挑戰，污廢水處理系統之 AIoT 智能化操控及智慧型管理系統的建置需求極為迫切。

污廢水處理系統智慧化的目的在於污廢水處理系統全生命週期的精確管理，其目標為設備延壽、操作優化、E 化巡檢及節能節費，並非取代人為的操作維護管理，也不能完全靠 AI 來進行。當智慧化操作管理模式介入污廢水處理系統時，勢必會衝擊到日常操作行為及既有控制模式的改變，此時操作管理者的經驗就更顯重要了。基士德所開發之智能化操控模組及智慧型推論模型即可將此等操作經驗及資源（如處理能力、設備設施功能、電力等）限制條件納入 AI 訓練學習的過程，而獲致該污廢水處理系統之最適化操控模組，以提高智慧化過程之可信度及可靠性。

智慧水務的未來將走向全面感知、訊息互聯、智慧決策及主動服務的方向。全面感知係運用各種感知技術及智能化設備所組成物聯網佈署於水資源管理系統中，即時對水資源管理系統的生命週期進行量測、監控及分析。各級水資源管理機構亦藉由此物聯網系統掌握水資源管理系統的全貌並提供相關訊息與民眾溝通，達到水資源管理與服務正向協同運作的功能。將來，水資源管理系統的智慧決策必深入結合大數據分析技術、專家系統及 ML/DL/AI 等人工智慧技術，為水資源管理系統提供科學性及前瞻性的決策支持，以強化水資源管理運作的功能。透過智慧水務系統之建設，使整個水資源管理過程可視化、可管理化、可溯源化，進而實現服務主動化，保障用戶及民眾知的權利及服務品質。

惟智慧水務建設仍處方興未艾階段，故建議產官學研強化智慧水務管理及應用的研究與課程培訓；各級水資源管理機構藉由污廢水處理廠智慧化管理教育的宣導、培訓並計畫性地導入實廠驗證的機制，帶動國內水處理產業的數位轉型及永續發展，以奠定智慧水務建設的基礎。

參考文獻

1. 卓伯全、鄭博之、謝宏炅、劉厚伯、邱俊憲，水資源 AIoT 管理平台的發展與應用。工業材料雜誌 440 期，2023/08，103~116。
2. Li, J.; Lee, S.; Shin, S.; Burian, S. Using a Micro-Test-Bed Water Network to Investigate Smart Meter Data Connections to Hydraulic Models. In Proceedings of the World Environmental and Water Resources Congress 2018: Hydraulics and Waterways, Water Distribution Systems Analysis, and Smart Water—Selected Papers from the World Environmental and Water Resources Congress 2018, Minneapolis, MN, USA, 3–7 June 2018.