

生物處理系統智能化曝氣控制模組試驗分享

婁明煌

汎德智慧科技 執行長 & 安瑞環境科技 副總
中原大學環工系兼任助理教授級專業人員
工研院材化所委任研究



一、利用人工智慧優化污水處理

智能化水質在線監測系統

1 多參數在線監測

部署先進的水質傳感器，實時監測pH、DO、COD、氨氮等關鍵參數。

2 數據品質控制

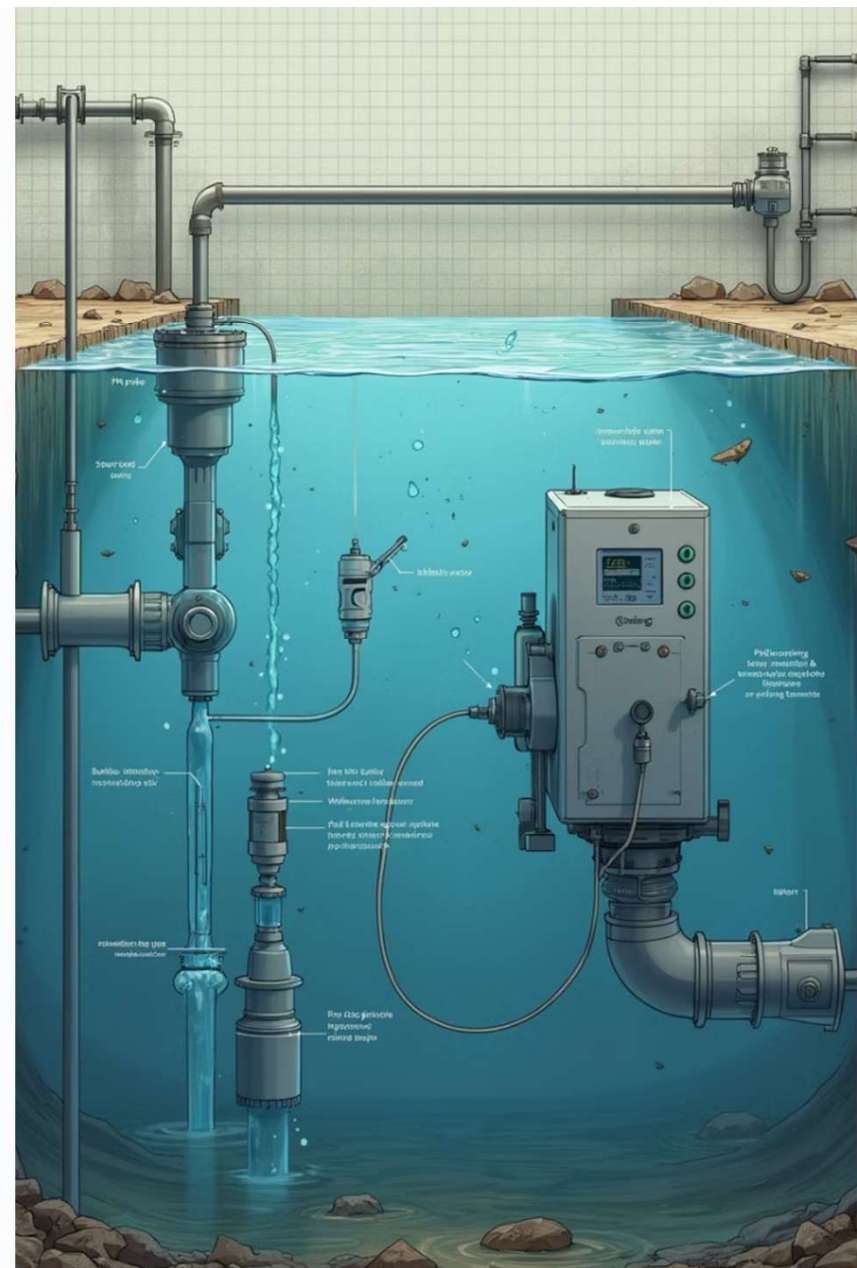
使用AI算法進行數據異常檢測和自動校正，確保監測數據的準確性和可靠性。

3 預測性維護

基於傳感器性能數據，AI模型預測設備故障，安排最佳維護時間，減少停機時間。

4 智能報警系統

設置多級智能報警閾值，結合AI分析，及時識別和預警潛在的水質問題。



進水水質預測與負荷均衡

參數	預測方法	應用
流量	時間序列分析	調節水力負荷
COD/BOD	機器學習模型	優化生物處理
氨氮	神經網絡	調整硝化過程
總磷	回歸分析	優化除磷加藥





生物處理單元中的曝氣量控制

1

背景與挑戰

生物處理是污水處理廠中去除有機污染物的關鍵步驟。好氧處理需要充足的氧氣維持微生物活性，但曝氣量控制不當會導致處理效率降低或能源浪費。

2

智能應用

使用LSTM模型捕捉水質參數的時間序列特性，預測未來DO需求，動態調整曝氣量，優化能源使用。
或採用活性污泥理論公式配合AI的水質預測，予以計算出曝氣量

3

實施步驟

收集處理池中各類傳感器數據，訓練LSTM模型預測DO需求，實時調整曝氣量以確保處理效果和能效。

硝化液回流控制

背景與挑戰

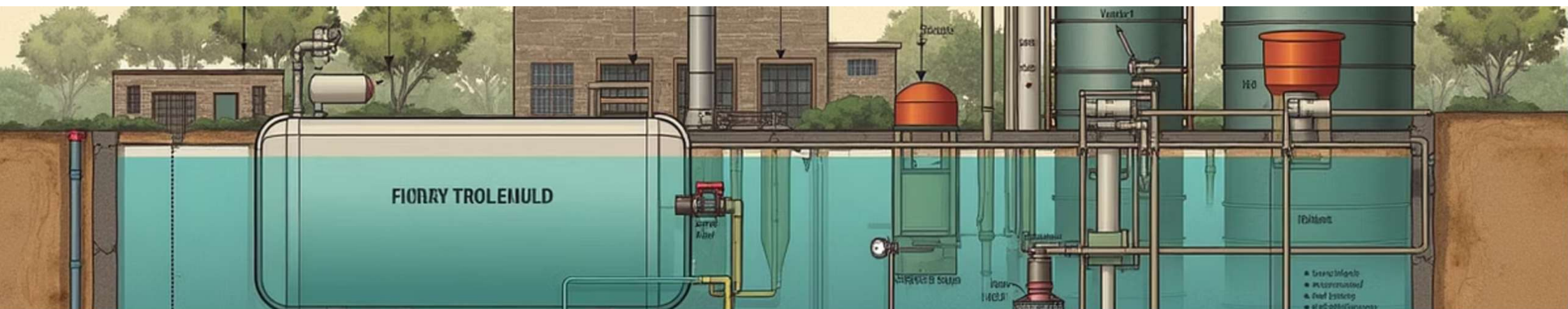
硝化和脫硝過程中，硝化液回流用於將硝酸鹽從好氧區帶回缺氧區進行脫硝。回流速率直接影響氮的去除效率，需要精確控制以平衡處理效果和能耗。

AI應用

使用隨機森林或回歸模型，根據實時水質數據預測最優回流速率。AI模型可動態調整回流速率，確保氮去除效率，同時優化回流泵的運行模式以節能。

實施步驟

從硝化液中採集水質和流量數據，訓練模型預測最佳回流速率，根據預測結果調整回流泵的運行，優化氮去除效率。



污泥回流控制

1

背景與挑戰

污泥回流用於保持反應池內足夠的微生物濃度。回流過量會導致能耗增加，微生物過剩；回流不足則影響處理效果。

2

AI應用

使用強化學習模型，根據MLSS濃度和系統負荷調整污泥回流量，確保微生物群體穩定，處理效果最佳。

3

實施步驟

從MLSS探頭和污泥濃度傳感器收集數據，訓練模型預測最優回流量，根據AI預測結果動態調整回流泵的運行模式。

化學混凝單元的加藥量控制

1 背景與挑戰

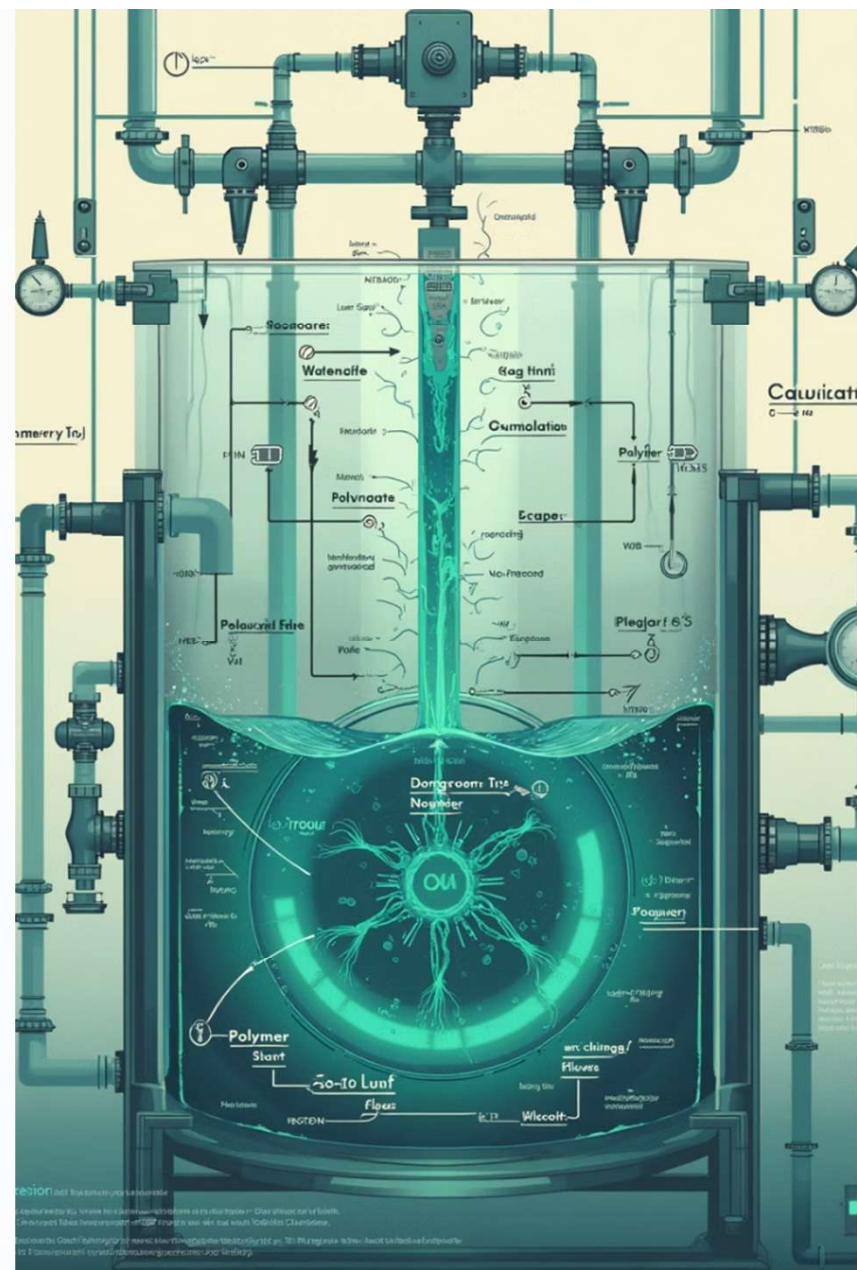
化學混凝通過投加膠凝劑使懸浮物聚集成較大顆粒，然後通過沉澱去除。加藥量的準確控制是確保處理效果的關鍵，過多或過少都會影響處理效果和成本。

2 AI應用

使用支持向量機(SVR)或回歸模型，根據實時監測的水質數據預測最佳加藥量。AI系統可動態調整膠凝劑的投加量，確保混凝效果最佳，同時控制成本。

3 實施步驟

從水質監測系統獲取實時數據，使用歷史數據訓練模型預測最優加藥量，將預測結果用於控制加藥系統，實現最佳的混凝效果。





廢棄污泥處理優化

背景與挑戰

廢棄污泥的處理涉及厭氧消化、脫水等工序，需要平衡處理成本與環保要求。

AI應用

AI可根據預測的污泥產生量，規劃厭氧消化、脫水等處理流程，優化處理成本與環保效益。

實施步驟

收集污泥產生量和特性數據，訓練模型預測最佳處理策略，根據AI建議調整污泥處理系統的運行模式。



智能化消毒系統控制

UV消毒優化

AI模型根據水質和流量動態調整UV燈強度，確保消毒效果同時節省能源。

氯氣投加控制

使用機器學習算法預測氯需量，精確控制氯氣投加，避免過量或不足。

消毒副產物控制

AI系統監測和預測消毒副產物生成，優化消毒策略以最小化副產物。

智能化污泥脱水系統



脫水效率優化

AI模型根據污泥特性動態調整離心機或帶濾機參數，優化脫水效果。



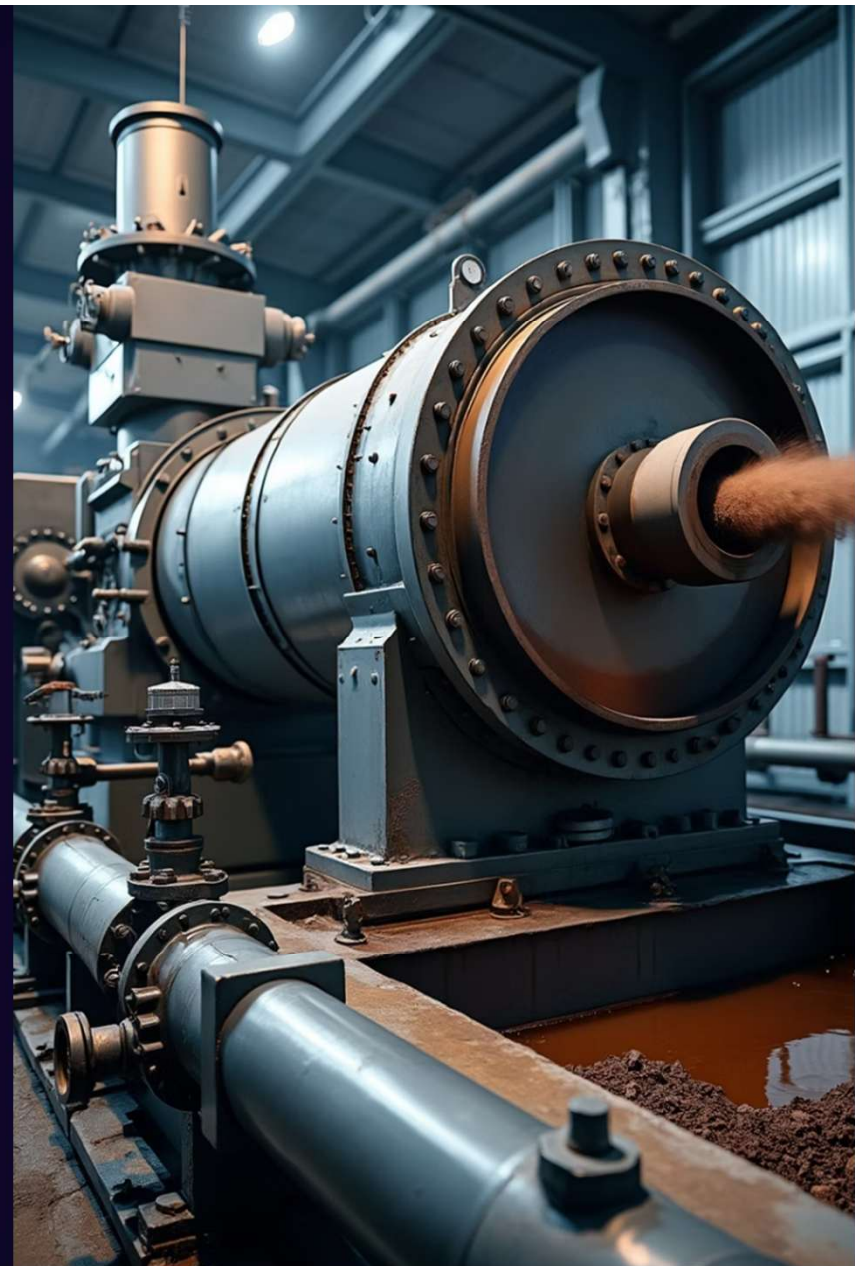
藥劑投加控制

機器學習算法預測最佳膠凝劑用量，實現精確投加，減少藥劑浪費。



污泥回用分析

AI系統評估脫水污泥的特性，提供污泥回用或處置的最佳建議。



能源優化與碳足跡管理

能源消耗監測

實時監測各處理單元的能源消耗，使用AI算法分析能耗模式，識別節能機會。

可再生能源整合

優化沼氣利用，整合太陽能 and 風能系統，AI預測能源產生和需求，實現智能調度。

碳足跡計算

開發碳足跡計算模型，追蹤處理過程中的溫室氣體排放，提供減排建議。

系統整合與閉環控制

1 背景與挑戰

各處理單元間存在相互依賴性，需要協同控制以保證整體處理效果，同時降低能耗和運營成本。

2 AI應用

將各單元的AI控制模型整合，通過中央控制系統實現統一管理。AI系統可同時考慮多個操作目標，實時優化各單元的操作參數。

3 實施步驟

將各單元數據集成到中央監控系統，整合AI模型，實施閉環控制，實現全廠的自動化與智能化運行。



二、生物處理系統智能化曝氣控制模組試驗案例分享—紡織業

用水規模&用水現況分析

391

自來水 (CMD)

4,648

地下水 (CMD)

製程用水

4,312 CMD

鍋爐用水

160 CMD

中水系統

21 CMD

冷卻水

155 CMD



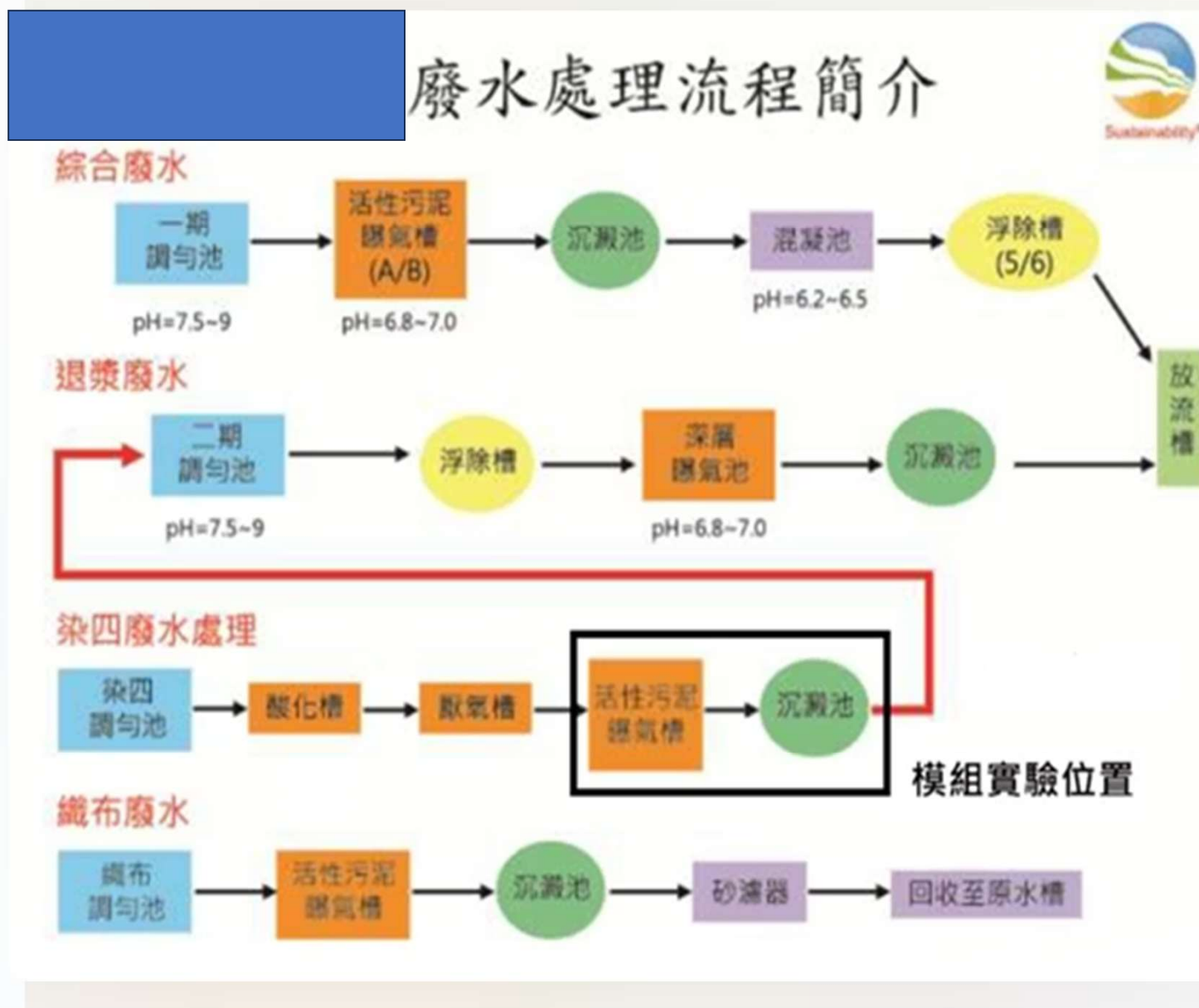
廢水處理流程

A. 綜合廢水處理：主要處理染布和日常生活用水。

B. 退漿廢水處理：處理織布過程中產生的兩種特殊廢水。

C. 染四廢水處理：專門處理特定織布廢水。
。使用兩階段處理：

D. 織布廢水處理：處理織布時產生的含油廢水。。



技術應用方案：實驗模組設置與執行流程



初始規劃與設計

根據現場條件進行測試模組配置規劃，確定安裝位置與系統連接點



設備安裝與連接

進行測試模組主體安裝，包含感測器、控制系統與管線配置



系統整合與測試

完成自動化控制系統整合，進行功能測試與校準作業



運轉驗證與AI分析

執行系統運轉測試，收集數據進行AI分析



設計資料庫與雲端數位儀
表板



1



設備選用與規劃準備
製作水質工控箱



2



3

現場設備安裝與初步調試
進行資料收集與監控



4

人工智慧演算法挑選
模型訓練

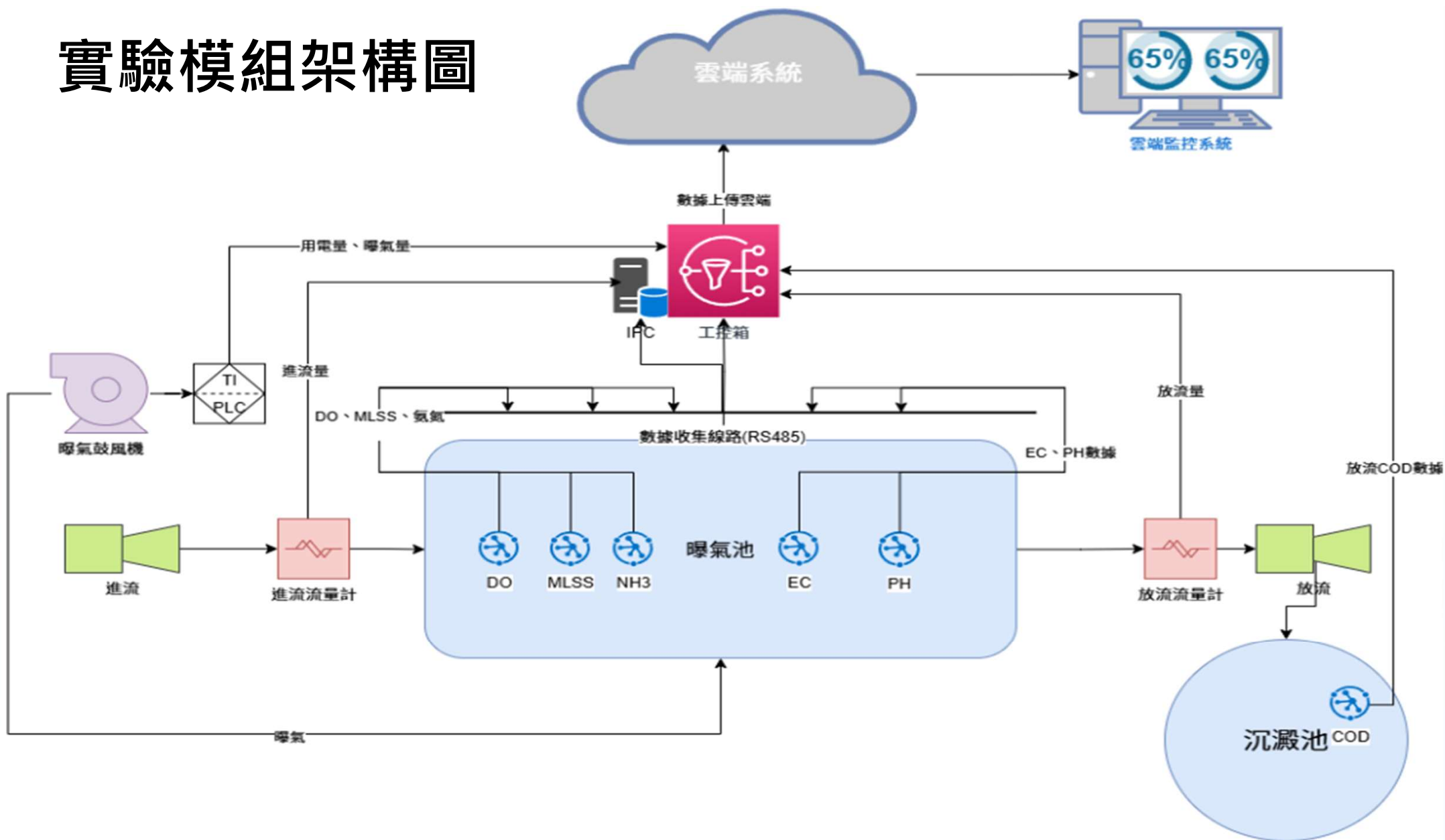


5

系統上線即時運作
驗算曝氣節能、節電效果



實驗模組架構圖





技術應用方案：工控箱系統

1

系統配置

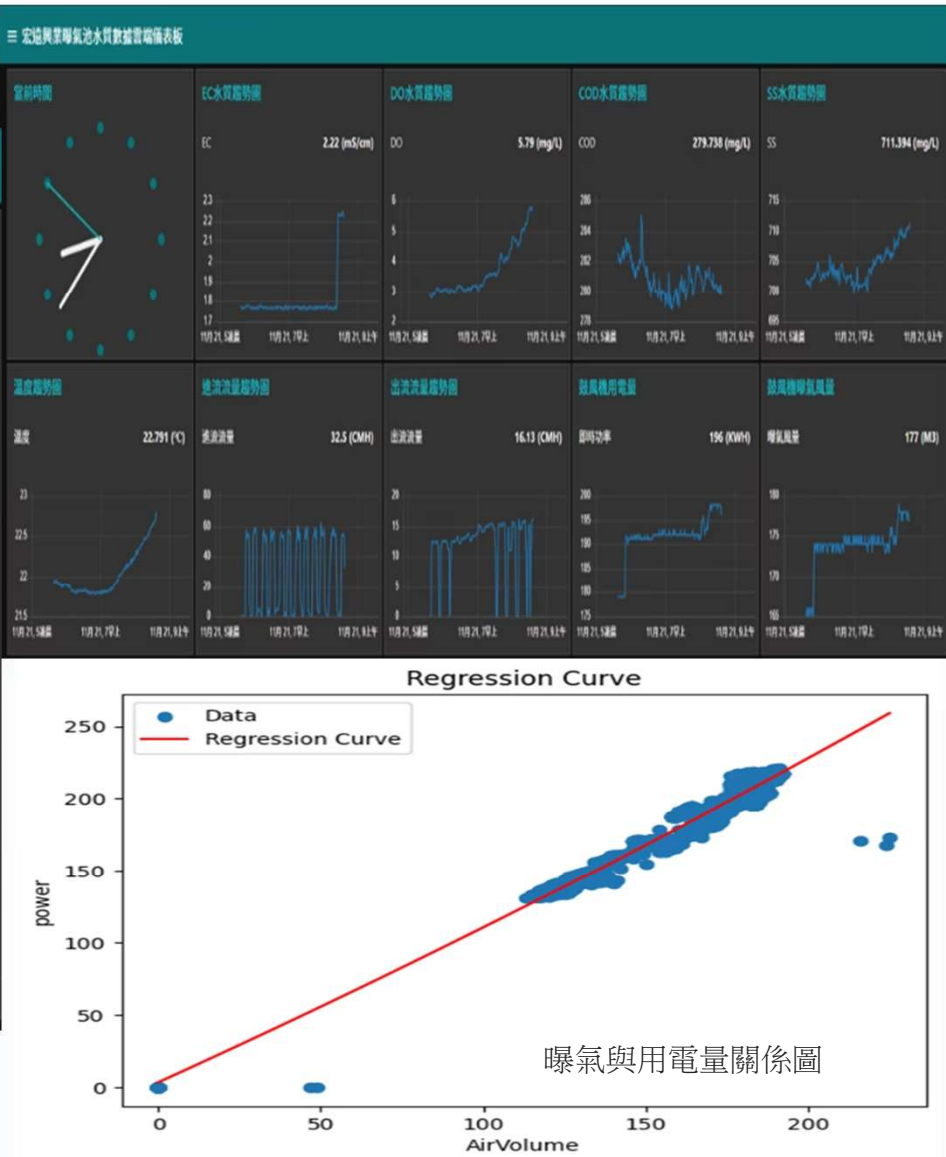
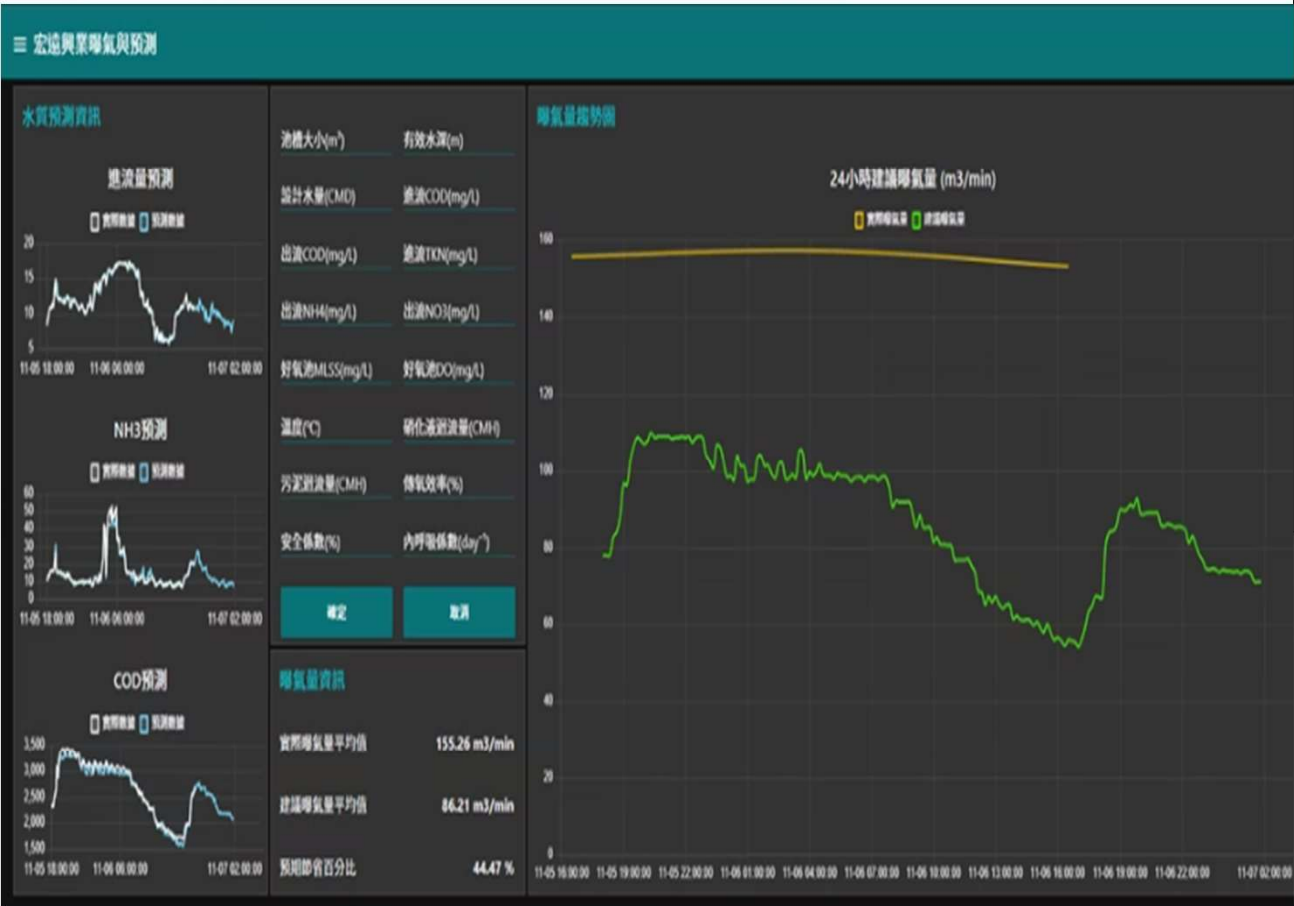
- 多參數傳感器監測
- IPC工業電腦數據處理
- AI模型分析與控制

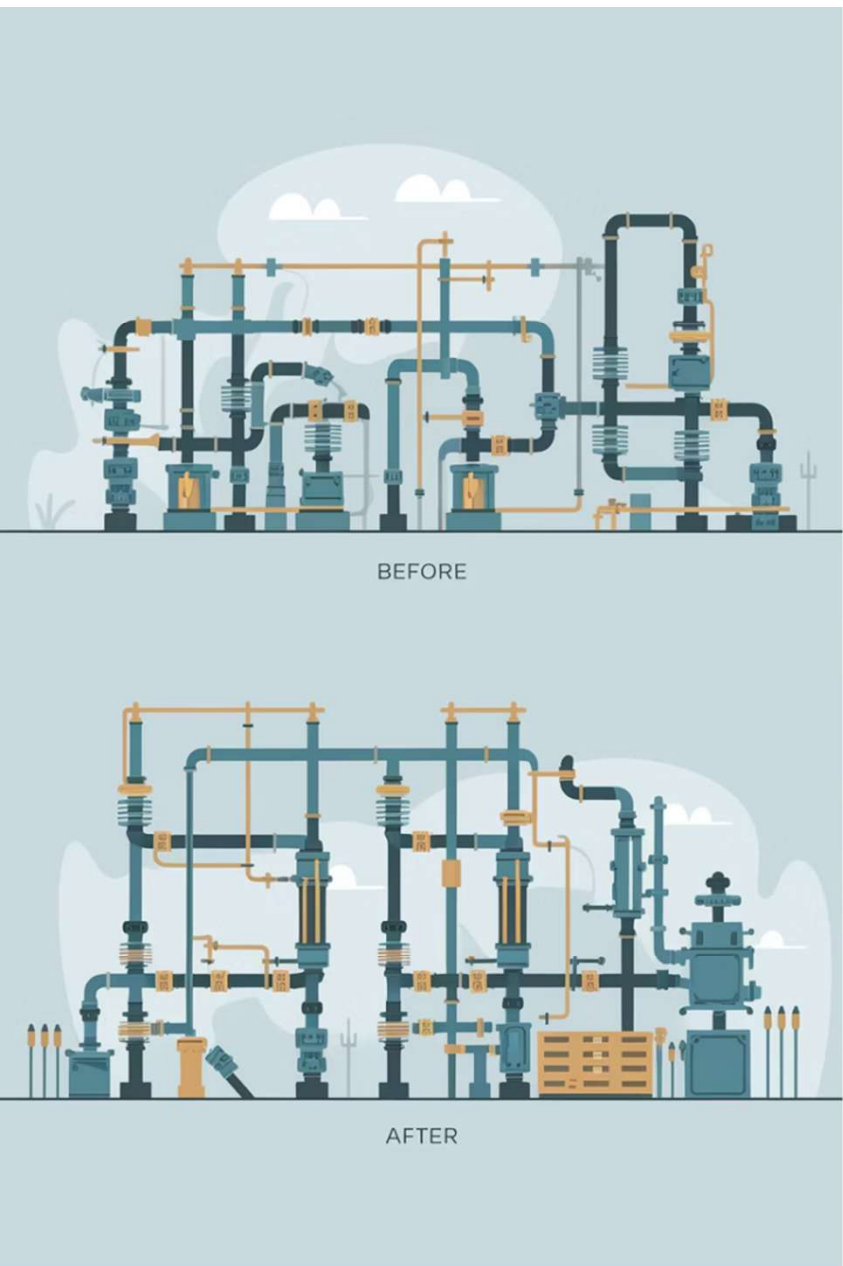
2

監測項目

- pH值
- 溶解氧 (DO)
- 氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$)
- 電導率 (EC)
- 化學需氧量 (COD)

結果分析與圖示－雲端系統呈現





效益評估：節能效益

45%

預期節能率

234

每日平均節能量 (kWh)

256,000

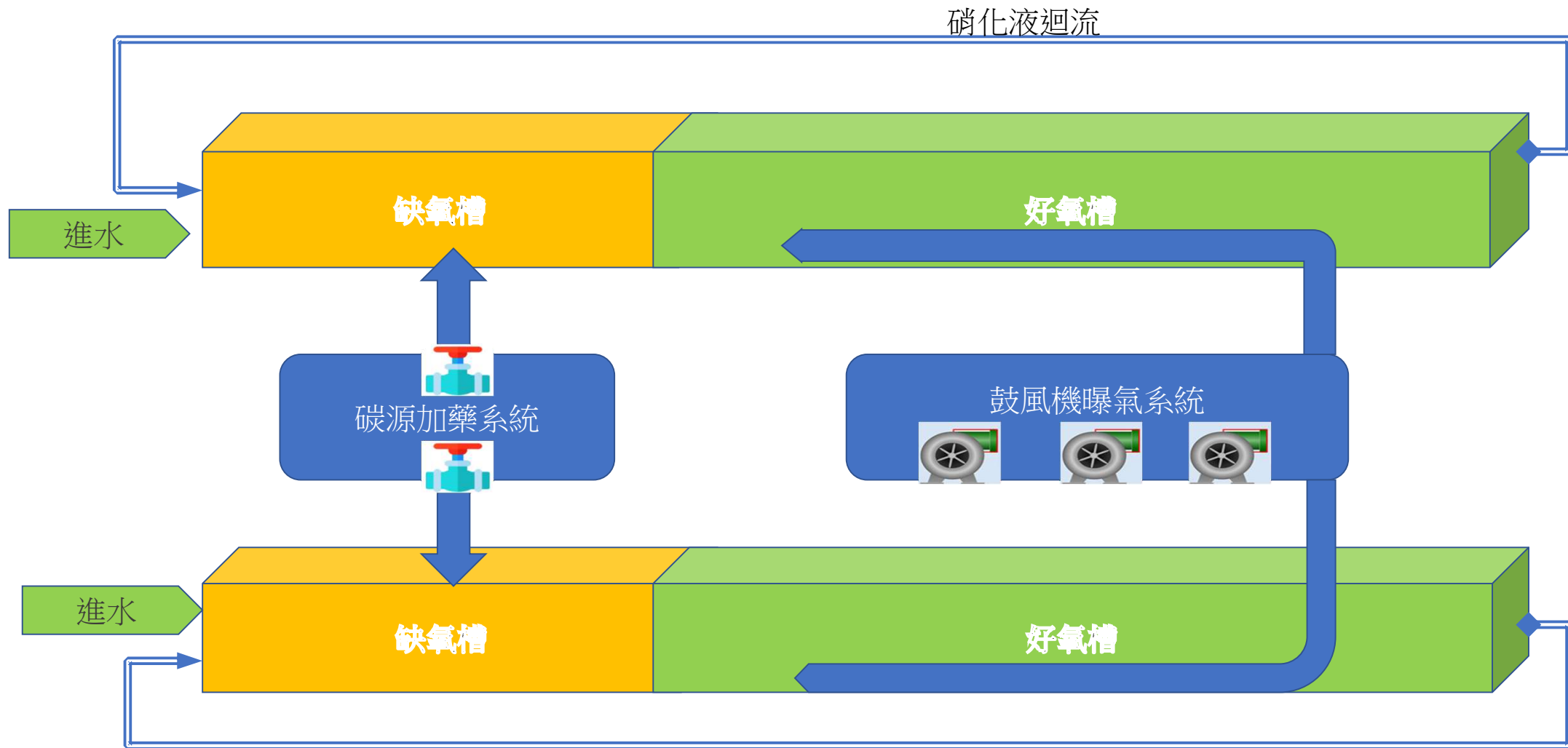
年節電費 (元)

40

年減碳量 (噸CO₂當量)

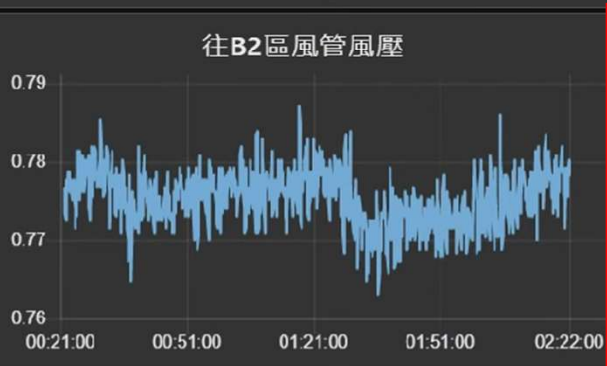
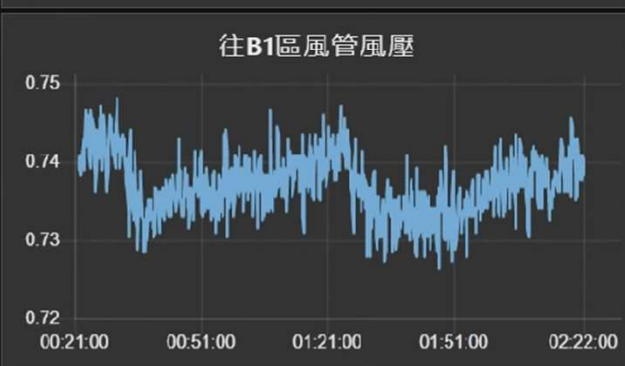
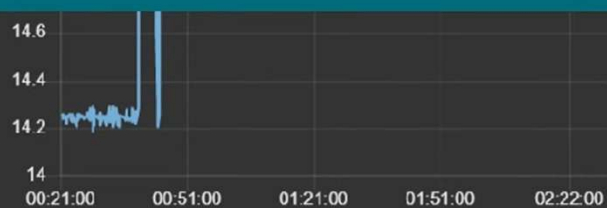
三、生物處理系統智能化曝氣控制模組試驗案例分享—科學園區

AO系統流程示意圖

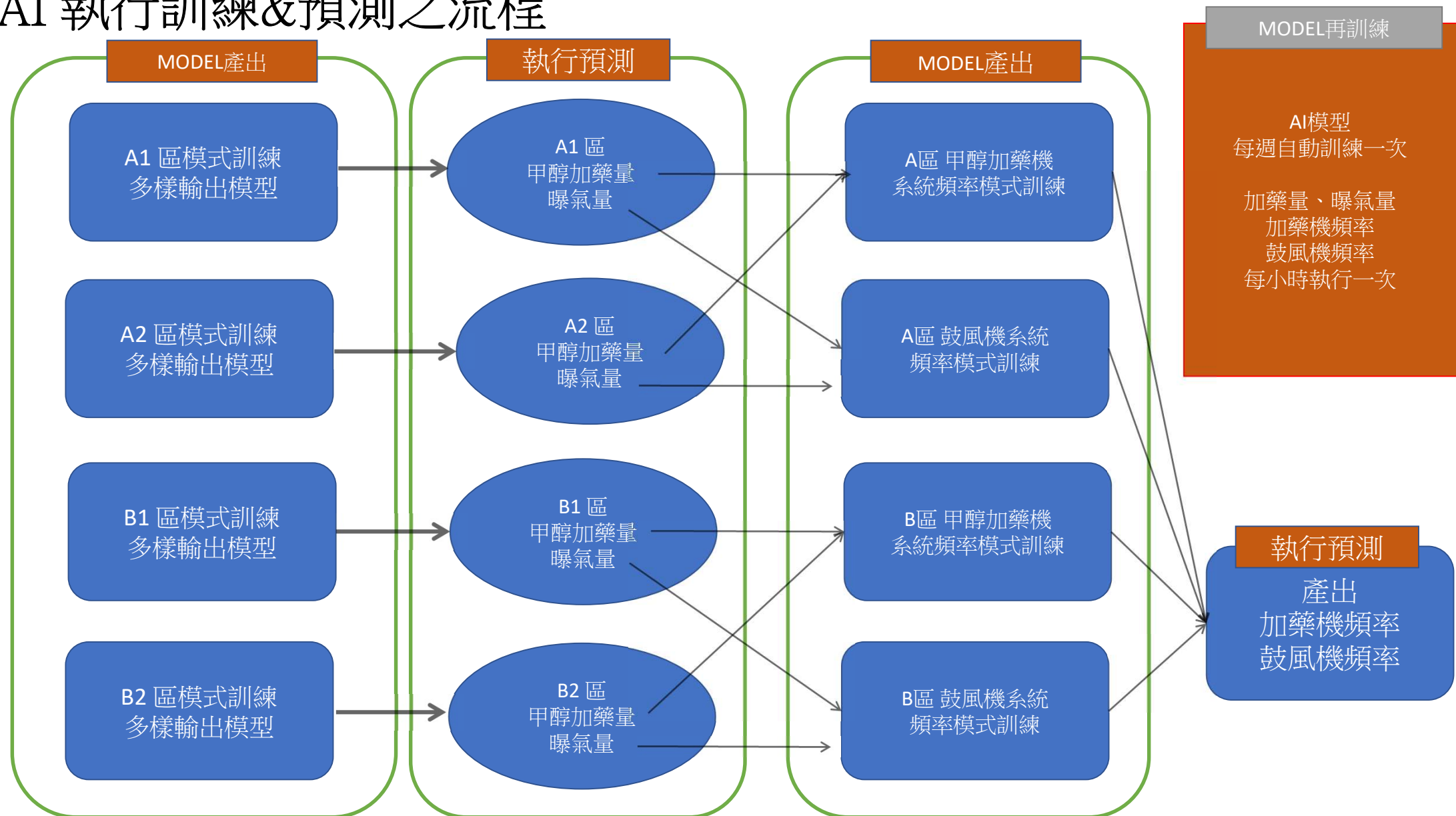


鼓風機智能化控制顯示頁面說明

≡ B區曝氣鼓風機



AI 執行訓練&預測之流程



結論與建議：改善建議

