

2023中日工程技術研討會暨台灣下水道協會
第八屆第三次會員大會及產業發表與下水道
設備展

智能化精確曝氣技術 落地驗證經驗分享

Intelligent Precision Aeration Technology and
Experience Sharing on Implementation
Verification



基士德科技股份有限公司 台灣分公司
GSD Technologies Co., Ltd. Taiwan Branch
基士德環科股份有限公司
GSD Enviro-Tech (Taiwan) Co., Ltd.



污水處理能源耗用情形

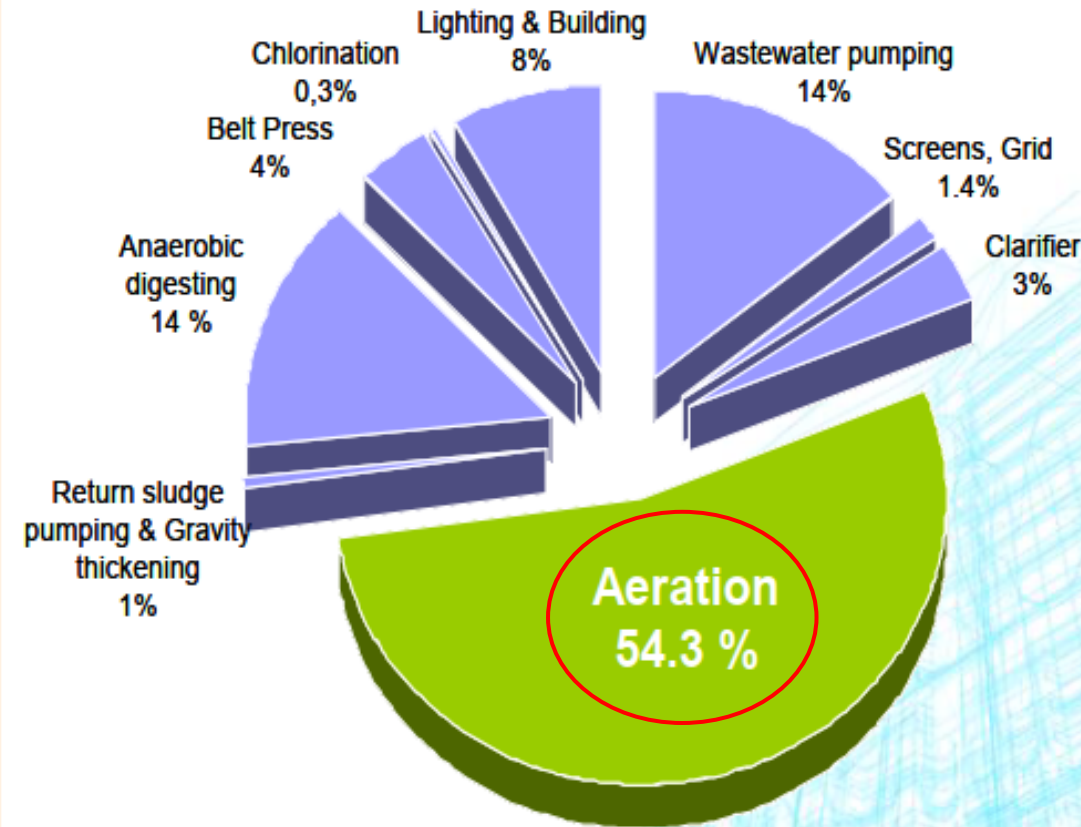
❖ 污水處理廠能耗比例

Indicative energy use of municipal water and wastewater services			
Energy using activity		Indicative share	Comments
Water supply			
Raw water extraction	Pumping Building services	Surface water: 10% Groundwater: 30%	
Treatment	Mixing Other treatment processes Pumping (for backwash etc.) Water sludge processing and disposal Building services	Surface water: 10% Groundwater: 1%	
Clean water transmission and distribution	Pumping	Surface water: 80% Groundwater: 69%	Dependent on the share of gravity-fed water supply
Wastewater management (activated sludge treatment process)			
Wastewater collection	Pumping	10%	Dependent on the share of gravity-induced collection
Treatment	Aeration Other treatment processes Building services	55%	Mostly for aeration of wastewater
Sludge treatment and disposal	Centrifugal and press dewatering Sludge pumping, storing and residue burial Building services	35%	Energy can be produced in sludge processing

Source: World Bank (2012, table 2.1, p. 12). © World Bank, Washington, DC.

World Bank. 2012. *A Primer on Energy Efficiency for Municipal Water and Wastewater Utilities*. Energy Sector Management Assistance Program Technical Report 001/12. Washington DC, World Bank.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/02/16253058/primer-energy-efficiency-municipal-water-wastewater-utilities>

❖ 污水處理單元能耗比例



Source: Water Environment Federation Energy Conservation

Task Force. *Energy Conservation in Wastewater Treatment Facilities*. 1997

現行技術說明

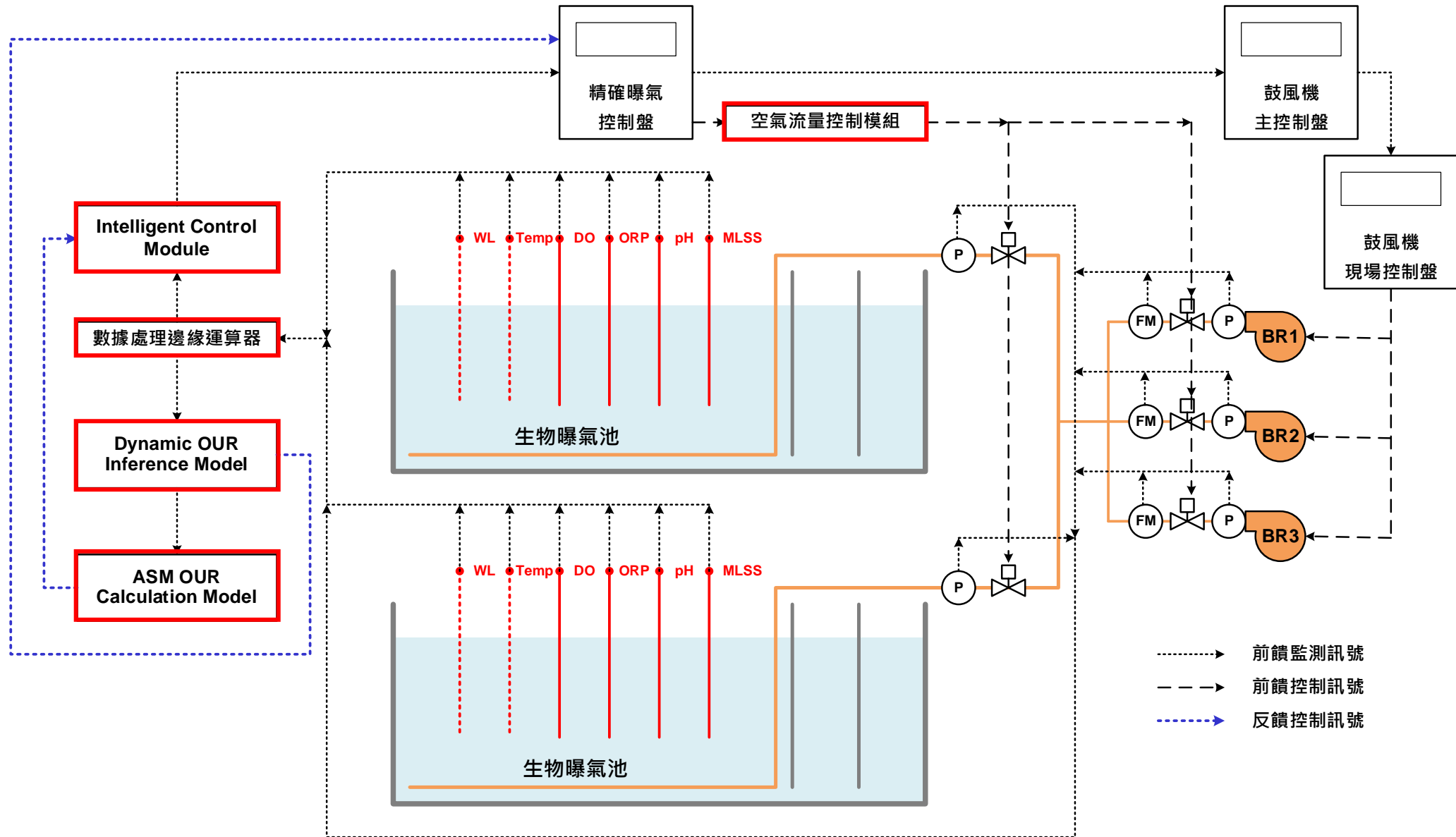
根據水量及水質監測器所得到的進流負荷量，代入穩態（**Steady-state**）的活性污泥模型 **ASM**（**Activated Sludge Model**）進行溶氧（**DO**）控制點的計算，再採用**PID**方式控制達到此溶氧控制點的曝氣量。

產品名稱	B廠商	A廠商	H廠商
回收年限 (依水量計算)		50,000 CMD：5~8年 100,000 CMD：3~5年 1,000,000 CMD：2~3年	
服務模式		以技術服務為主 需依據場域投入大量規劃設計	
節能效率	15%~40%	10%~25%	8%~15%
衍生性服務		無	
銷售管道		環境工程顧問公司 自動控制系統開發公司	
技術來源	美國	中國	中國
技術原理	改良型溶氧點控制	設定溶氧點控制	設定溶氧點控制
偵測器	NH ₃ 、NO ₃ 、COD、DO、MLSS、氣體流量計、液體流量計、水位計		

現行技術問題及缺失

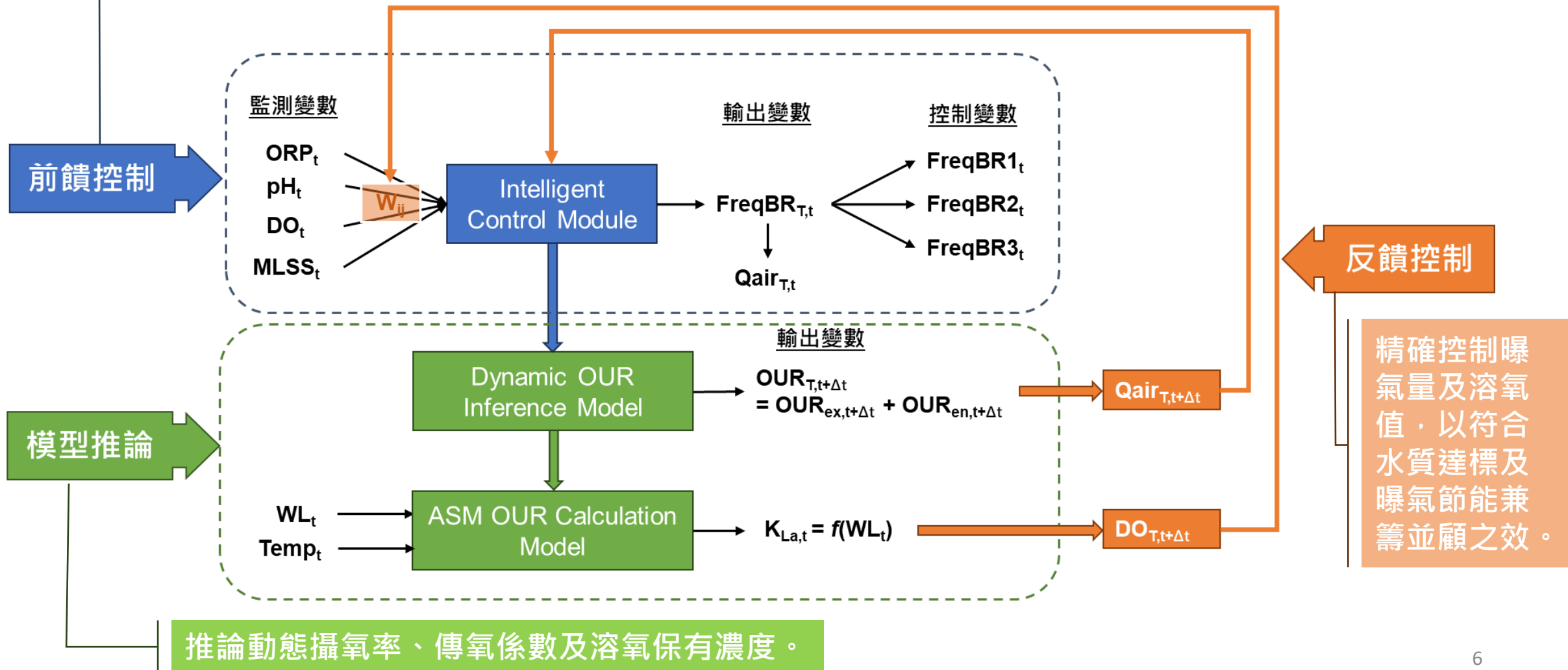
- 必須裝置**COD**、**氨氮**、**硝酸鹽氮**水質監測器，此等水質監測器價格高且精確度低，甚至不適用在高懸浮固體物（**suspended solid**，**SS**）的生物曝氣池中。
- 水質監測器只要受到水中污染物干擾、附著、堵塞或基準偏移等造成水質監測資訊不正確，所得到的溶氧控制點就不正確，計算結果之曝氣量就不精確。
- 穩態的**ASM**模型計算的結果無法進行動態控制（**dynamic control**）。因此，每一個控制循環時間都大於2小時，失去精確控制的即時性及目標性。
- 溶氧控制無法確保生物活性及氧化/還原狀態的維持，容易造成過度曝氣生物解體的問題。

智能化精確曝氣控制系統架構



智能化精確曝氣控制邏輯

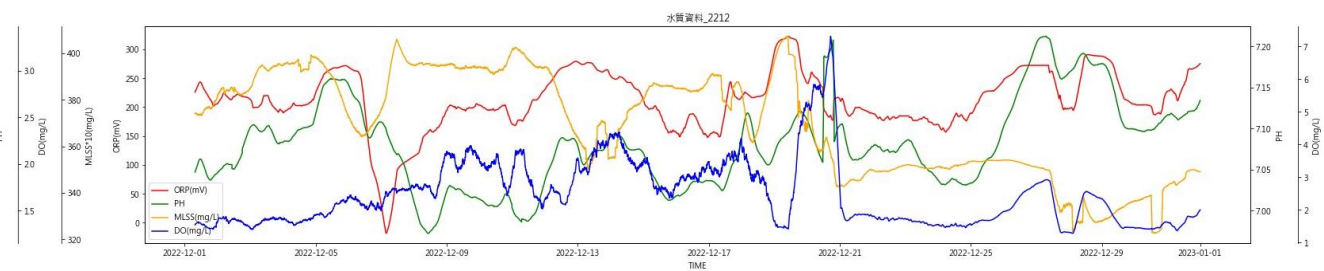
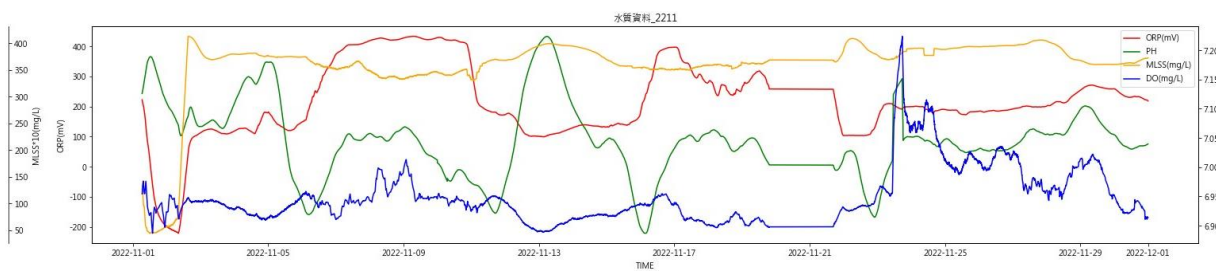
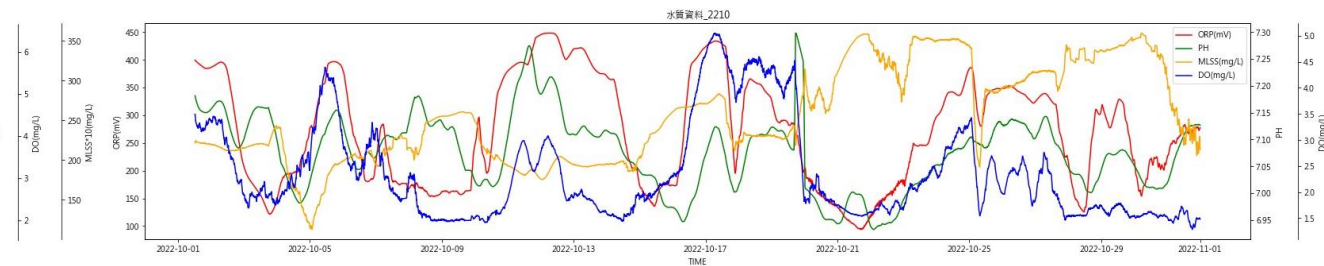
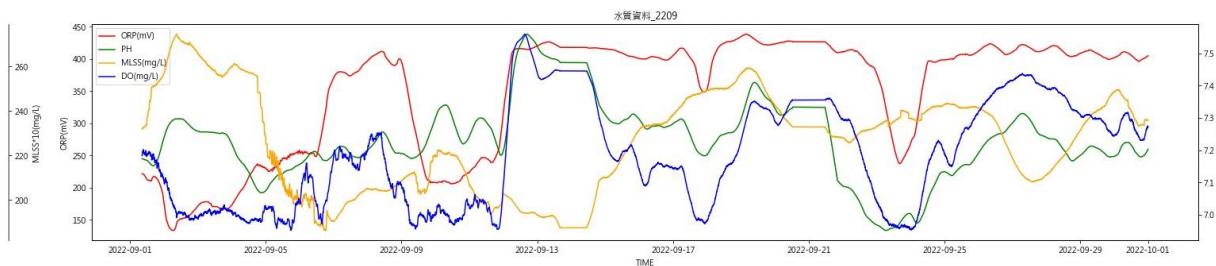
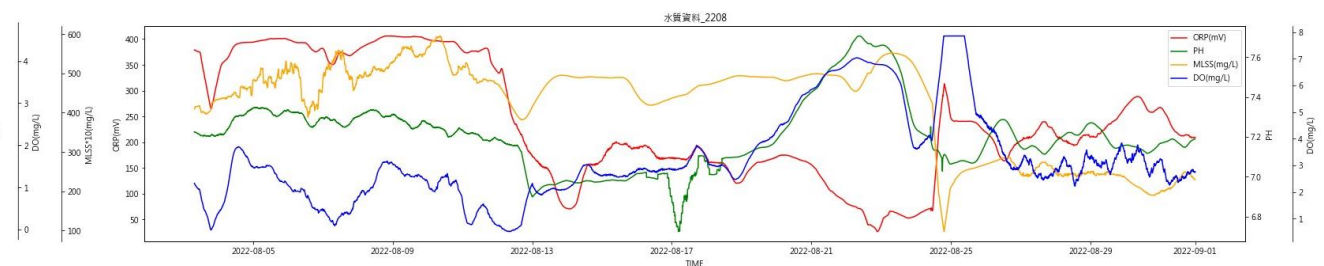
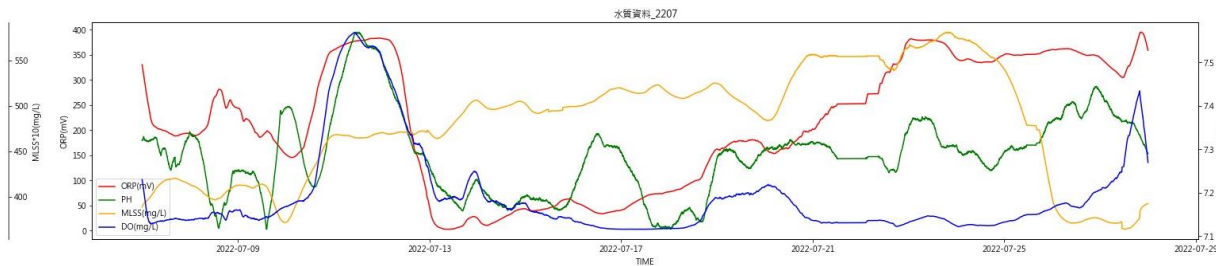
提高活性污泥進行生物反應(含COD、BOD去除、氨氮硝化及生物攝磷)的氧化能力及環境條件。



模型的建立與驗證

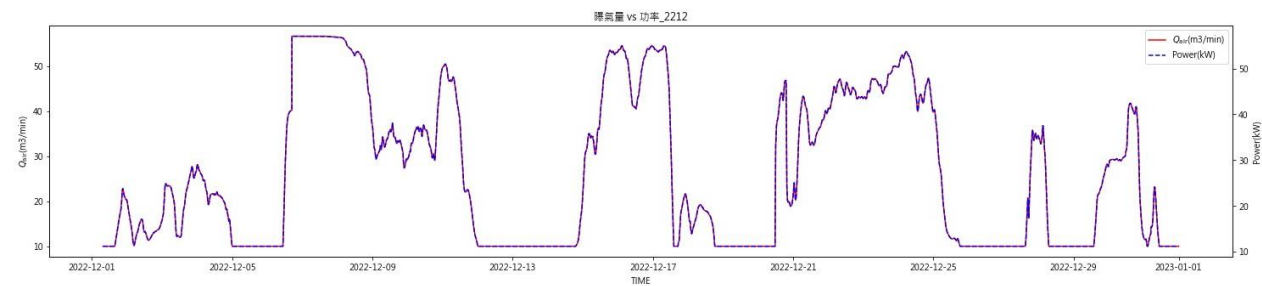
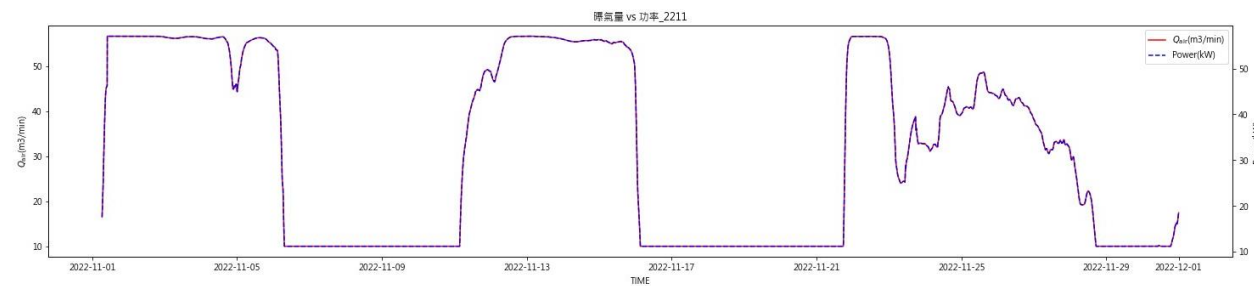
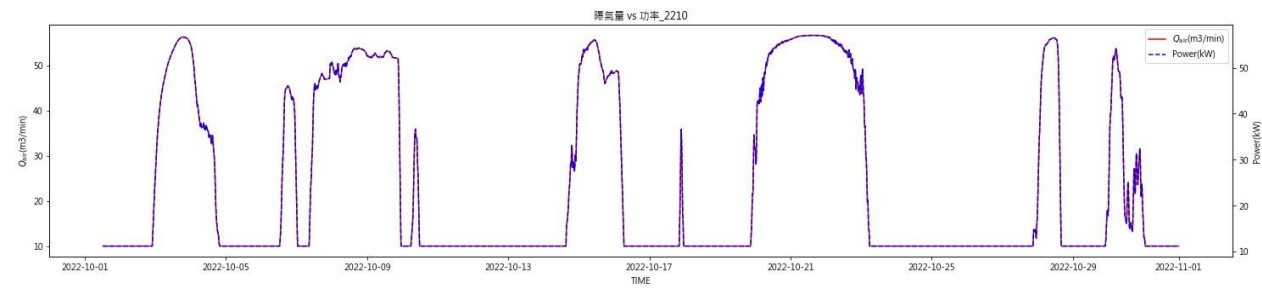
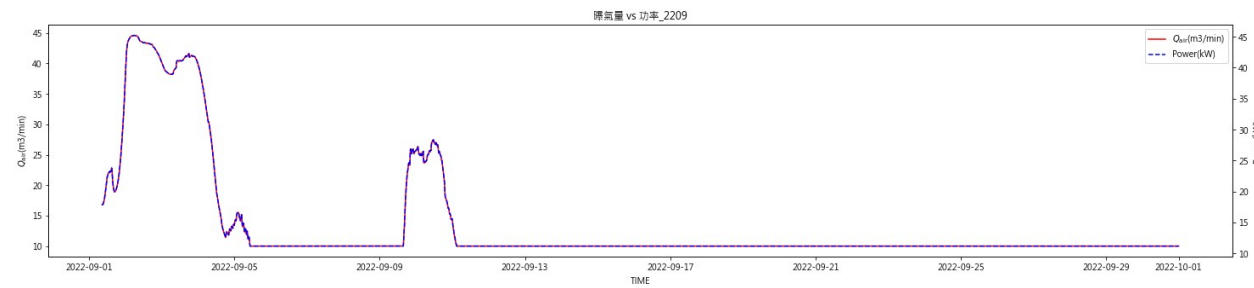
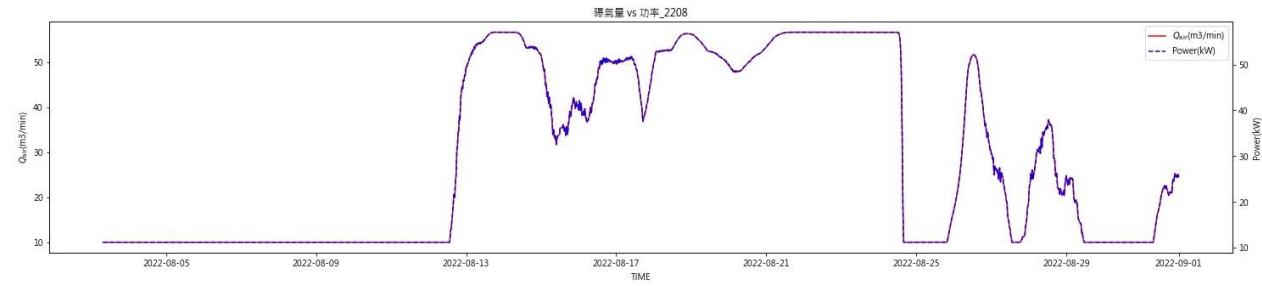
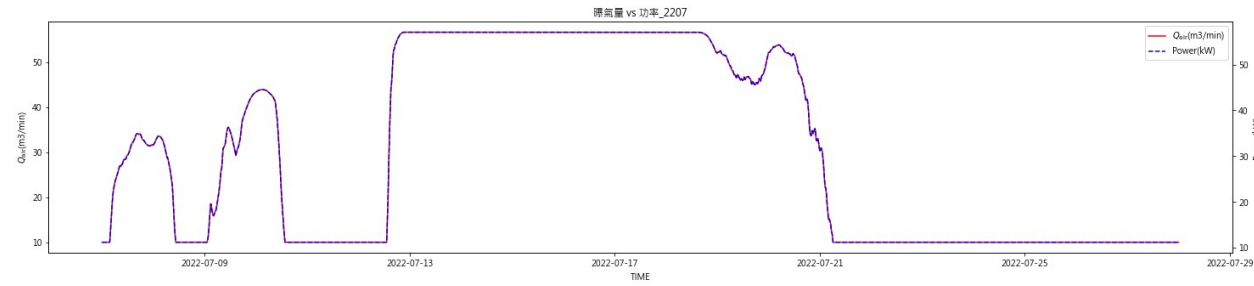
前饋控制—Intelligent Control Results

監測變數 (pH 、 ORP 、 DO 、 MLSS) 變化



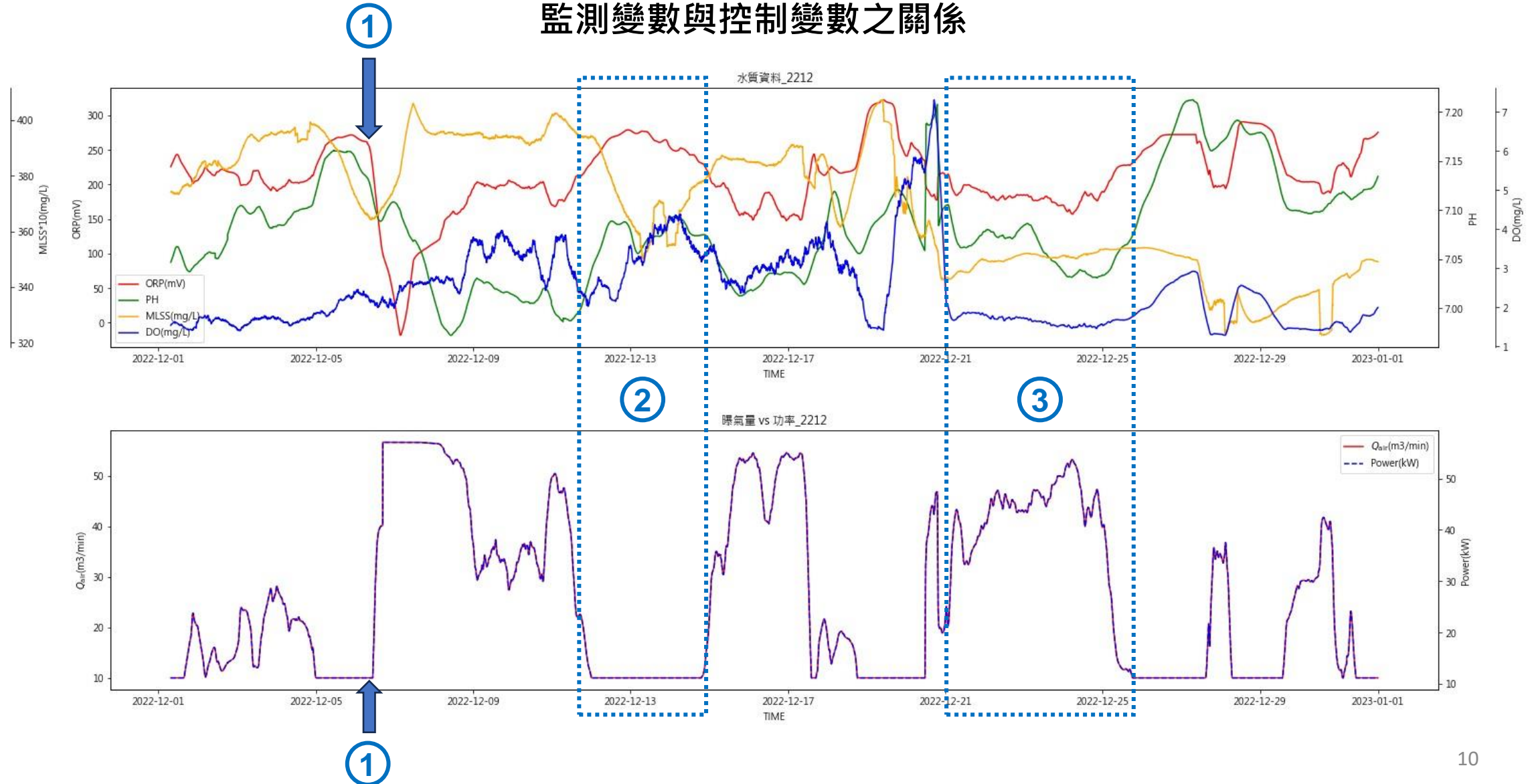
前饋控制—Intelligent Control Results

曝氣量 (控制變數) 控制結果



前饋控制—Intelligent Control Results

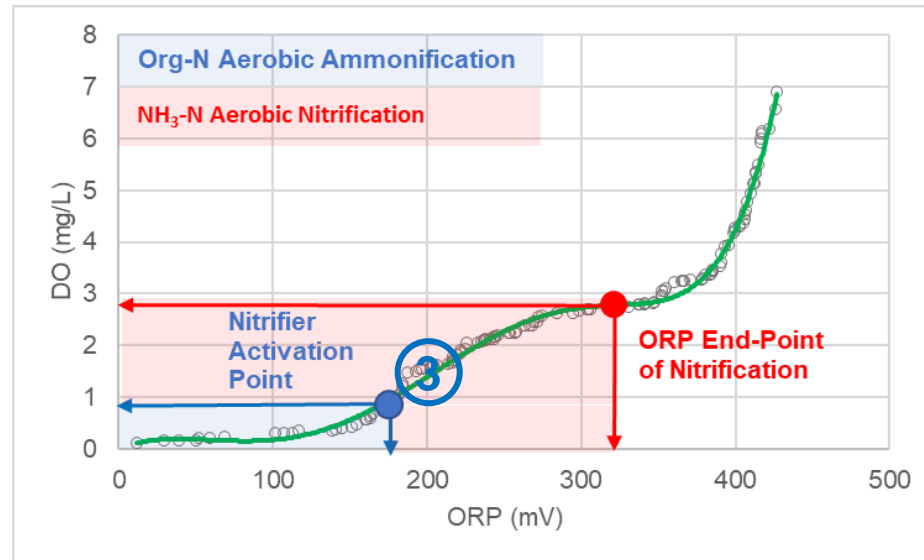
監測變數與控制變數之關係



前饋控制—Intelligent Control Results

- **Point 1** : ORP下降→曝氣量即刻上升→DO再接續增加。
 - ORP監測變數對曝氣控制的靈敏度，高於以DO者。
- **Point 2** : 生物曝氣池處於適合的生物氧化反應狀態及環境條件時，可獲致最小曝氣量。

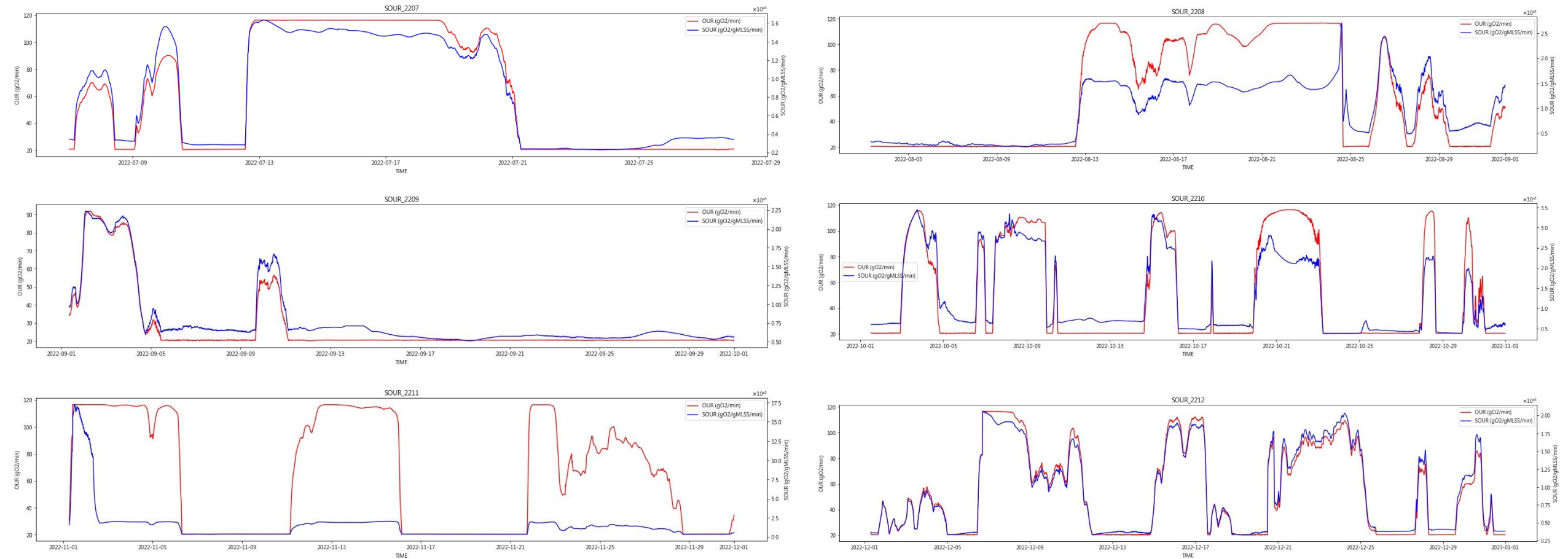
➤ 生物反應狀態分析



- **Point 3** : 活性污泥處於低生物活性狀態。
 - 進流負荷增加，有分析OUR之必要。

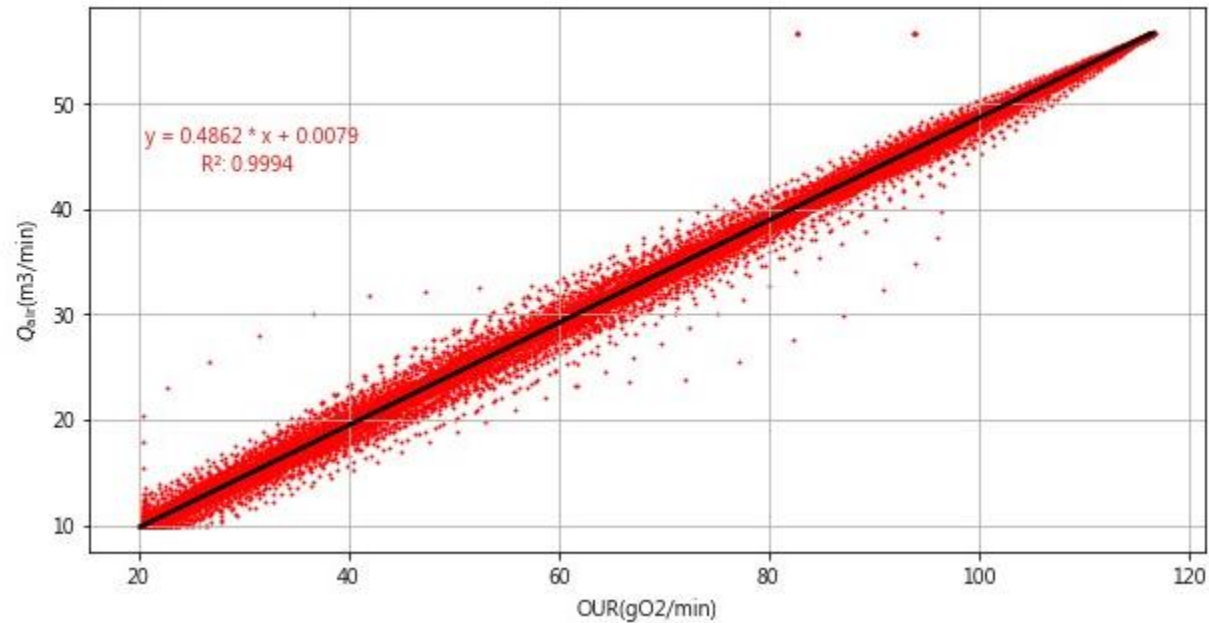
模型推論—Dynamic OUR Inference Results

OUR & SOUR即時分析結果



模型推論—Dynamic OUR Inference Results

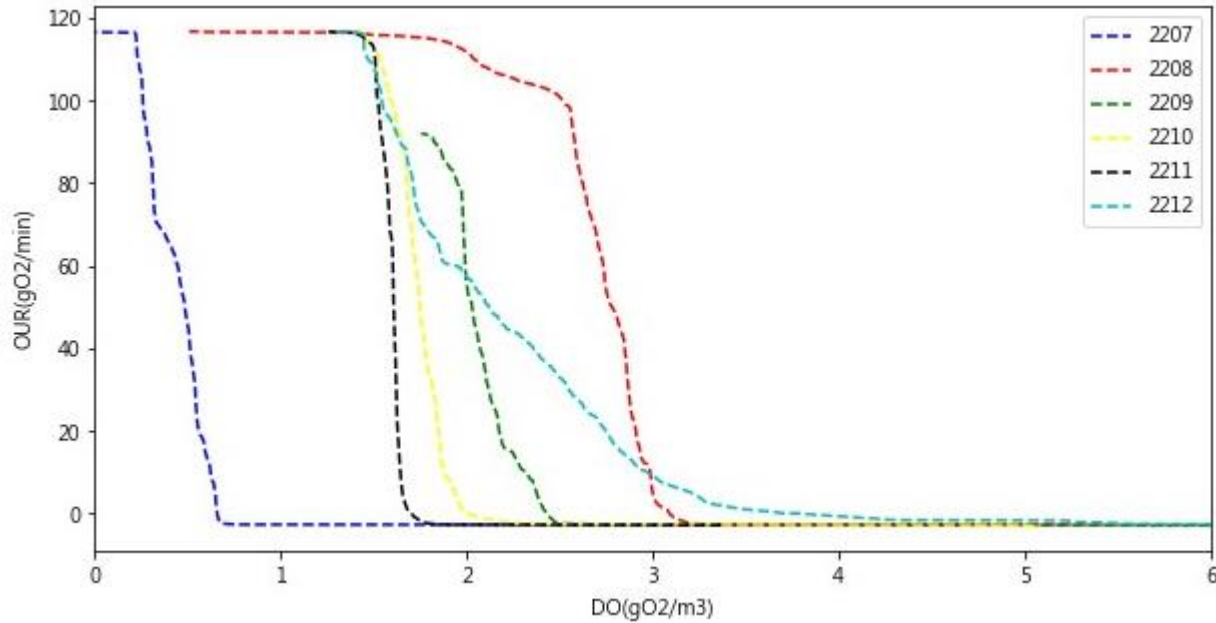
OUR 與曝氣控制量關係



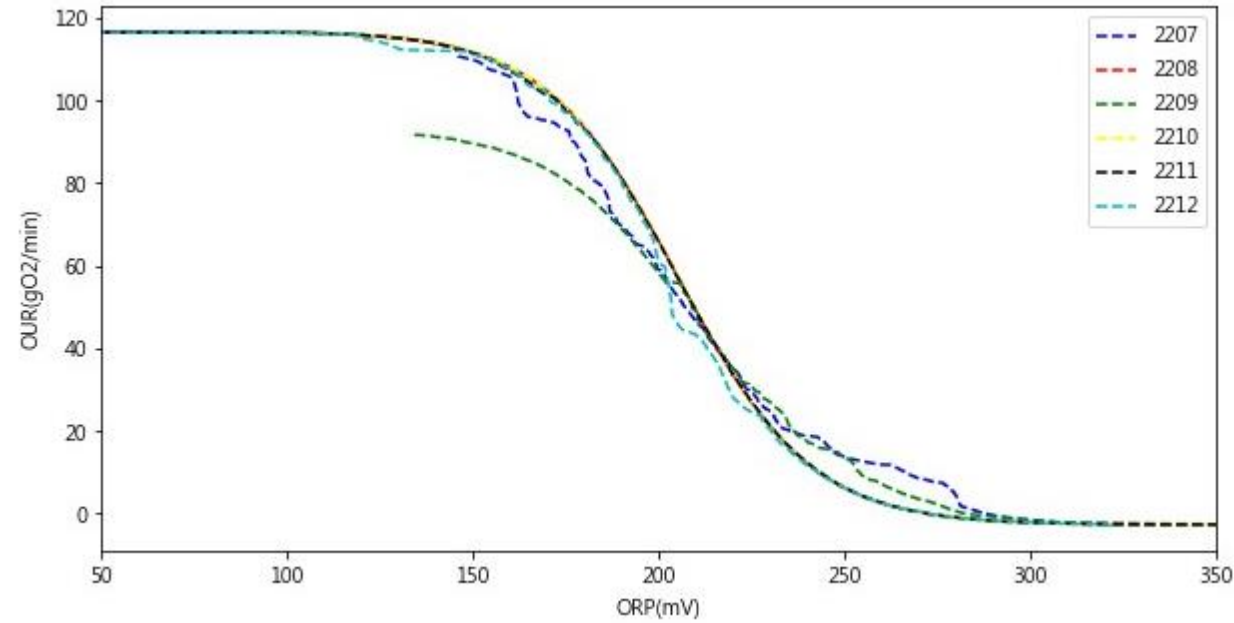
曝氣量與OUR具有良好的相關性。
可依OUR分析結果推論曝氣量，達到溶
氧供需平衡及精確控制的要求。

模型推論—Dynamic OUR Inference Results

監測變數DO、ORP與OUR關係



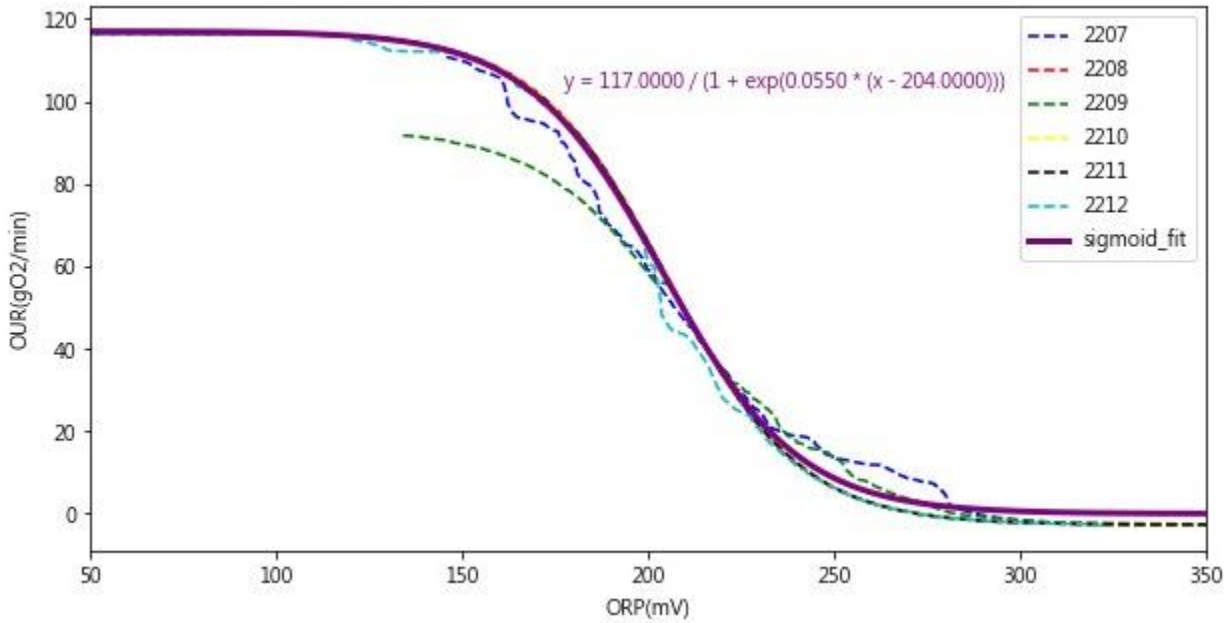
DO易受進流負荷及生物反應狀態影響，無法作為**OUR**推估之監測變數。



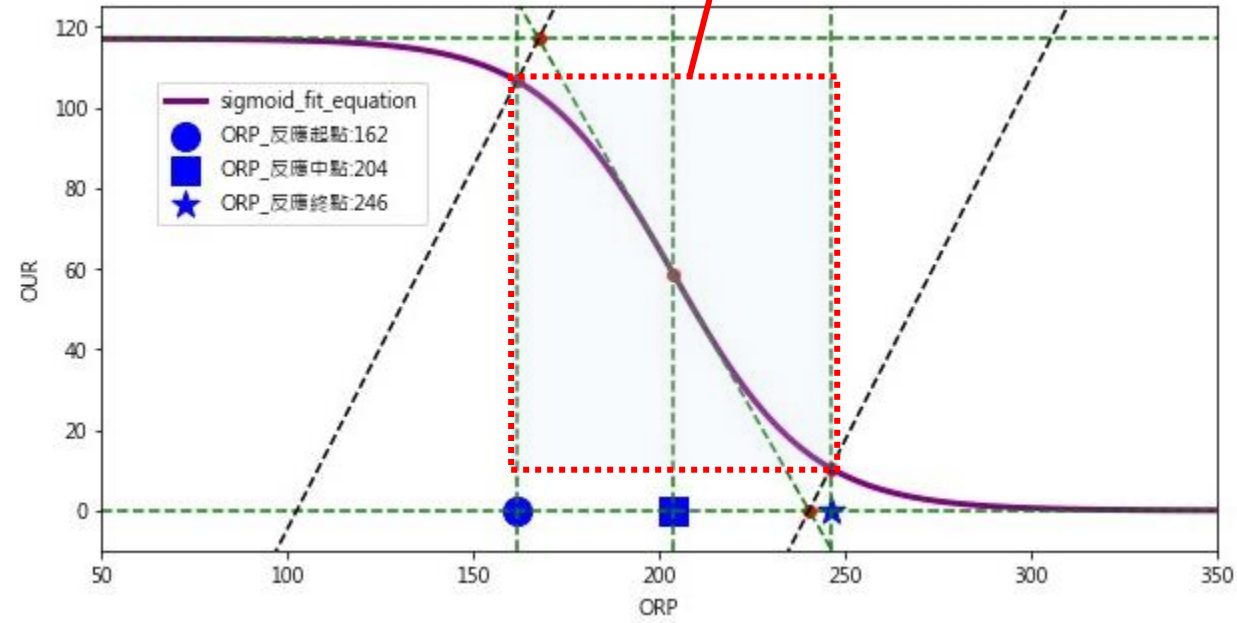
ORP可以反應微生物負荷量變化及生物反應狀態，與**OUR**具有良好的相關性。

模型推論—Dynamic OUR Inference Results

動態OUR推估模式的建立



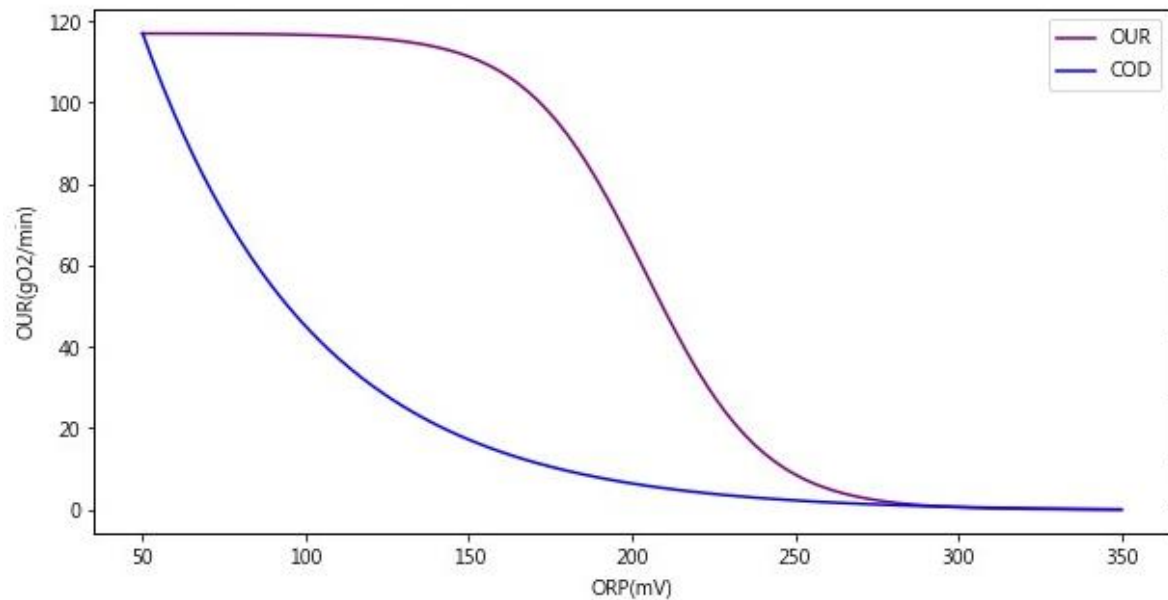
ORP可作為推估OUR之監測變數。



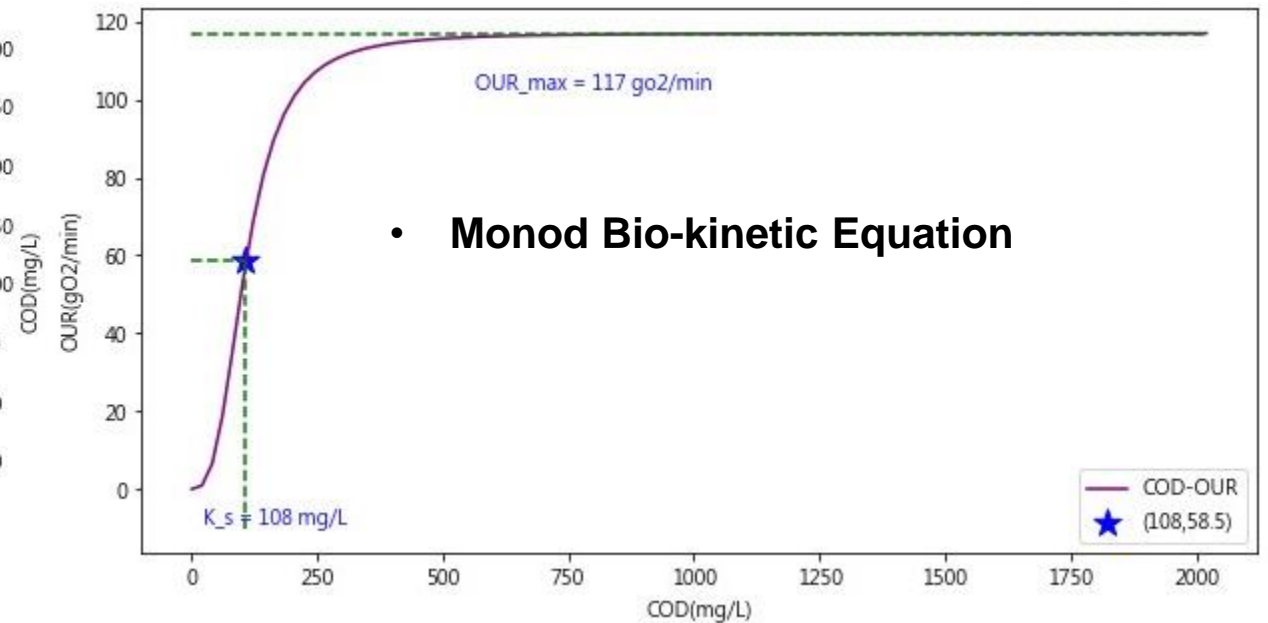
ORP可以界定生物反應狀態。

模型推論—Dynamic OUR Inference Results

水質預測及Monod Equation的建立



可從ORP反應狀態推估攝氧率及
預測COD水質濃度

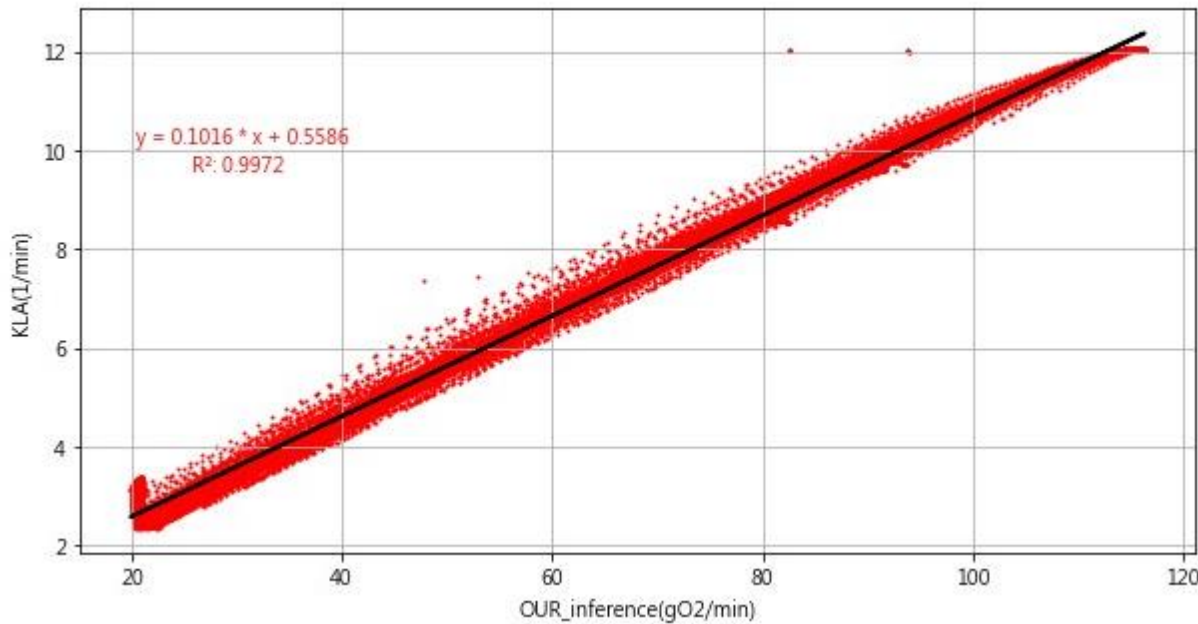


- **Monod Bio-kinetic Equation**

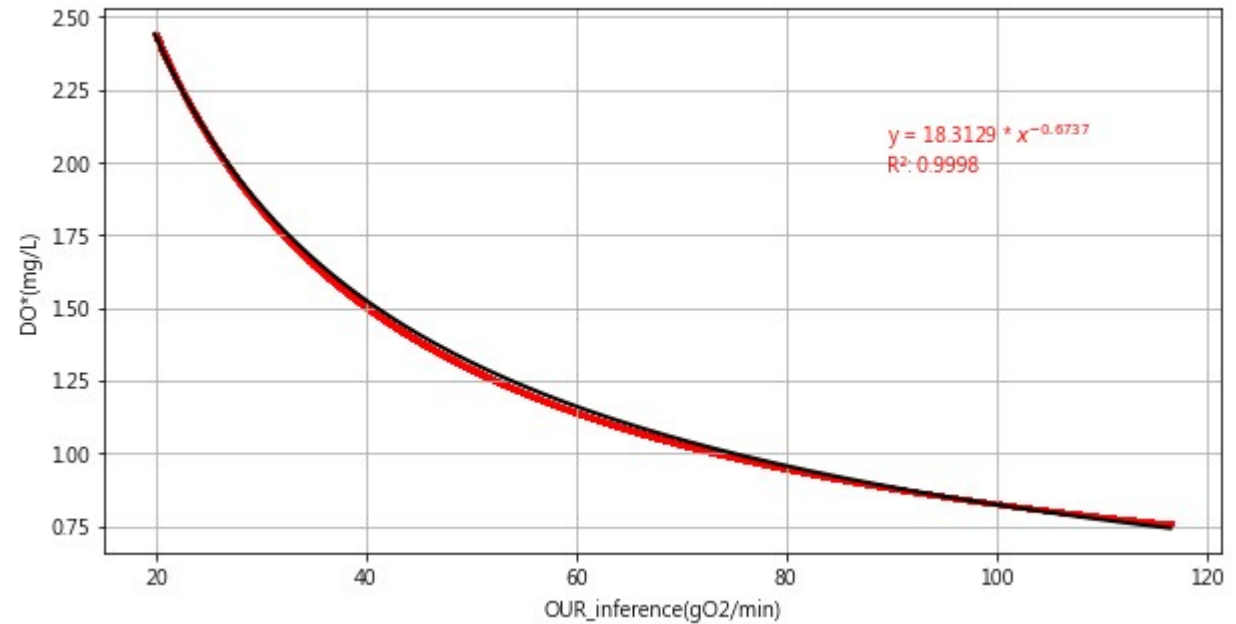
- **OUR_{max}**→作為微生物活化曝氣量計算。
- **K_s**→微生物活化COD水質濃度。

模型推論—ASM OUR Calculation Model Results

傳氧係數 K_{La} 及溶氧保有濃度 DO^* 推估模式的建立



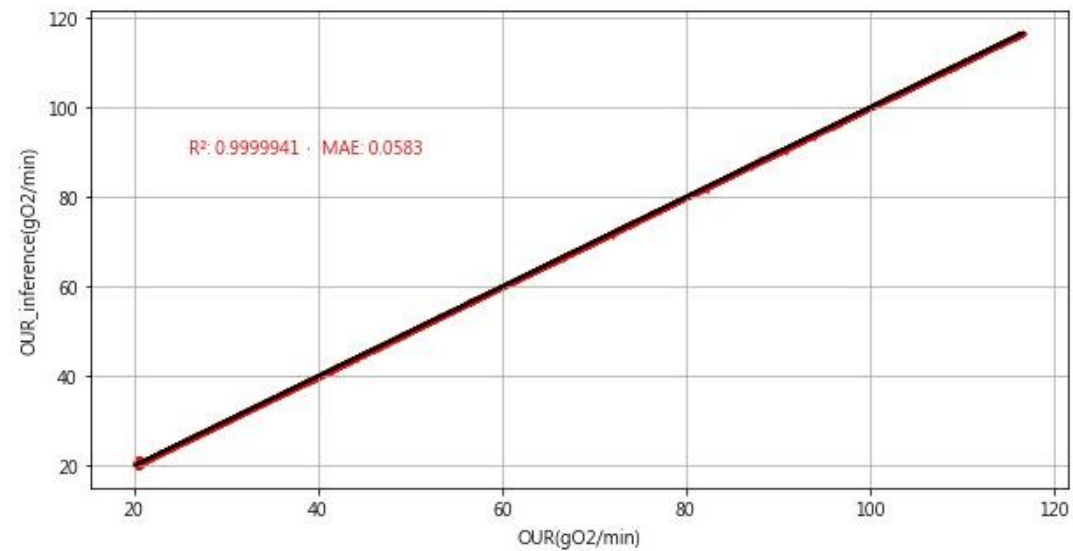
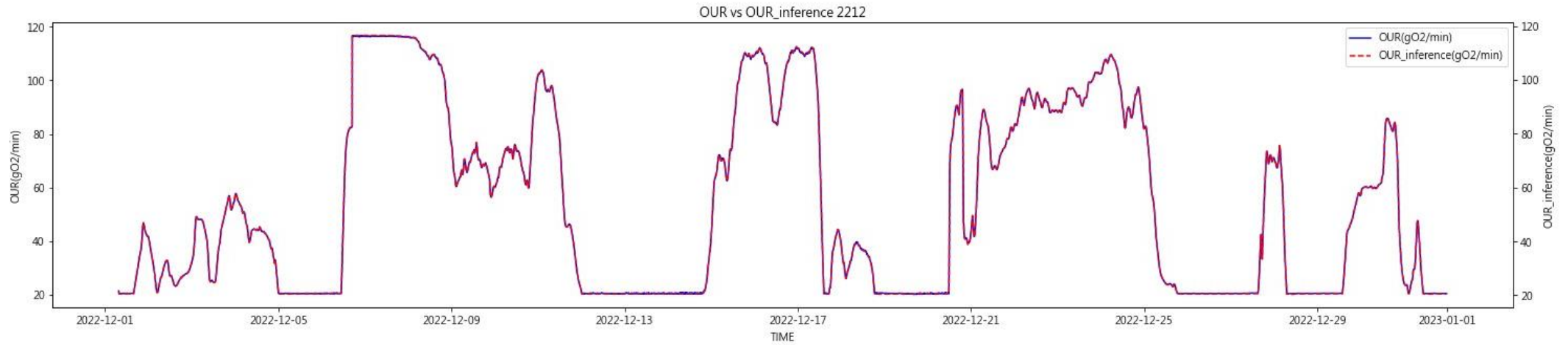
K_{La} 與OUR呈正相關。
OUR需求高，傳氧係數 K_{La} 需增加。



OUR提高，表示氧需要量增加，導致溶氧保有濃度降低。

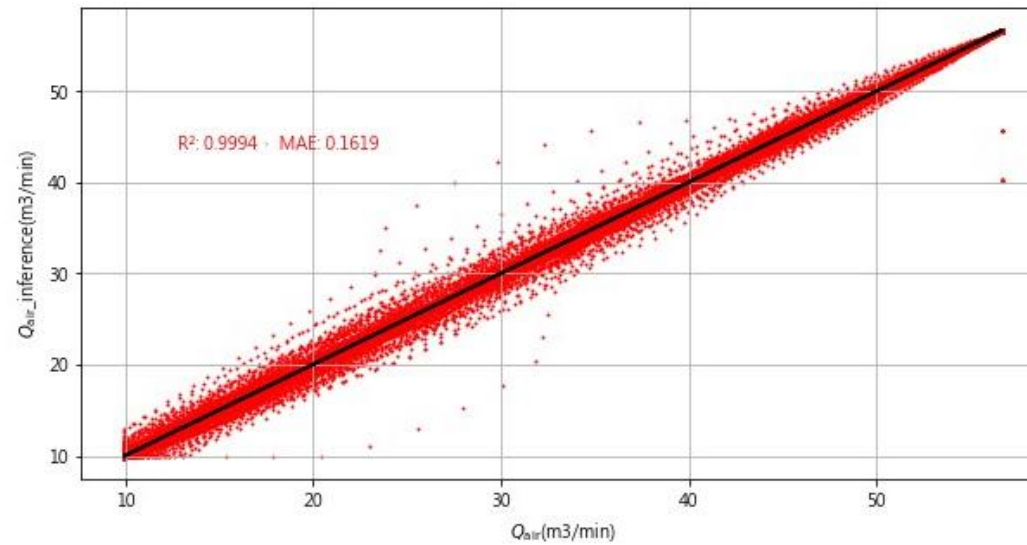
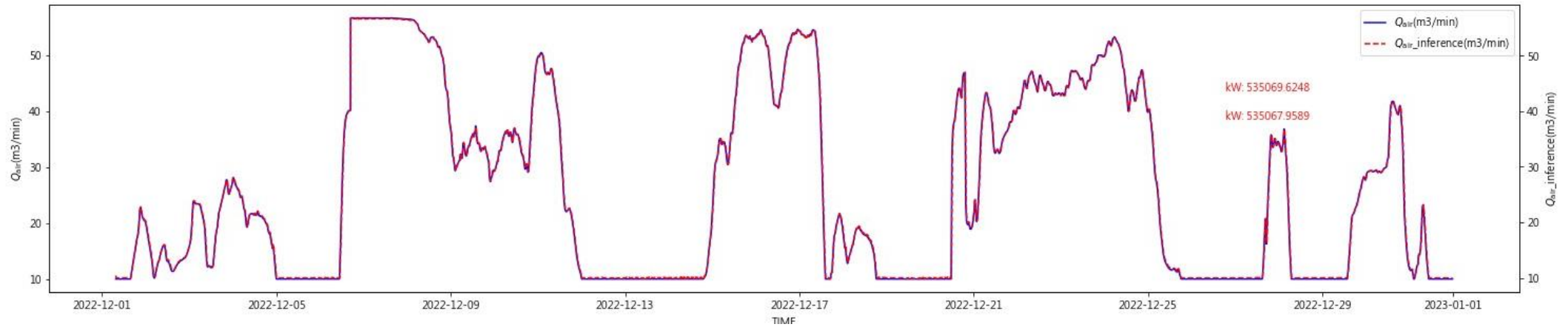
反饋控制結果

Intelligent Control OUR vs Inference OUR



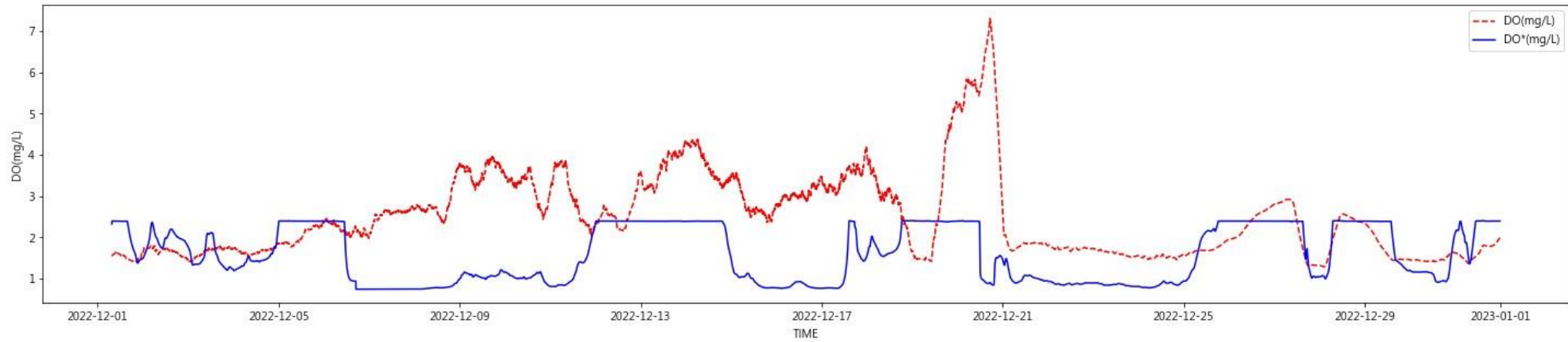
反饋控制結果

Intelligent Control Q_{air} vs Inference Q_{air}



反饋控制結果

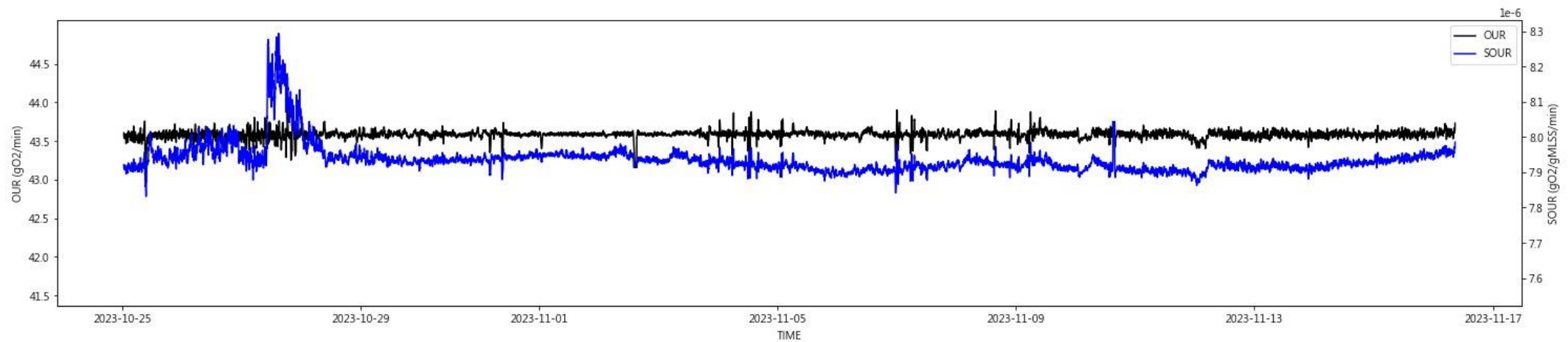
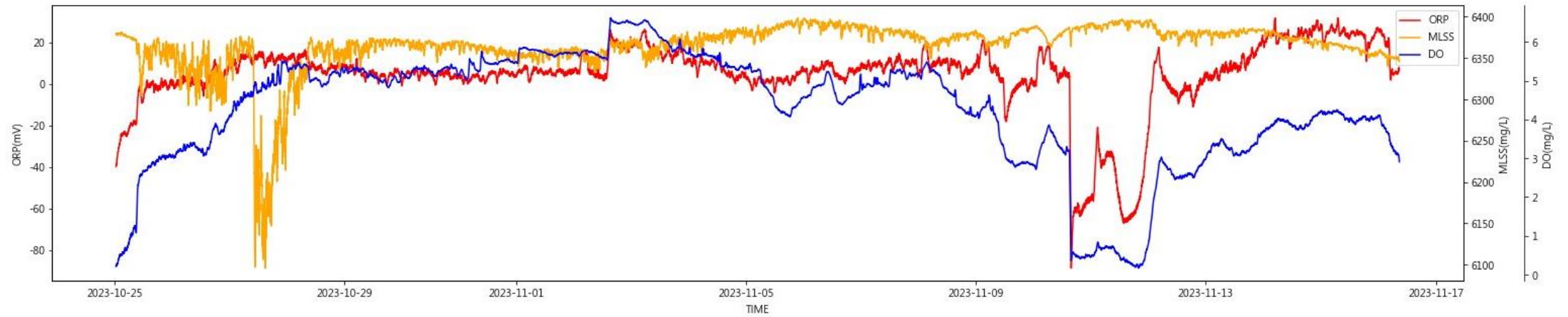
溶氧保有濃度DO*



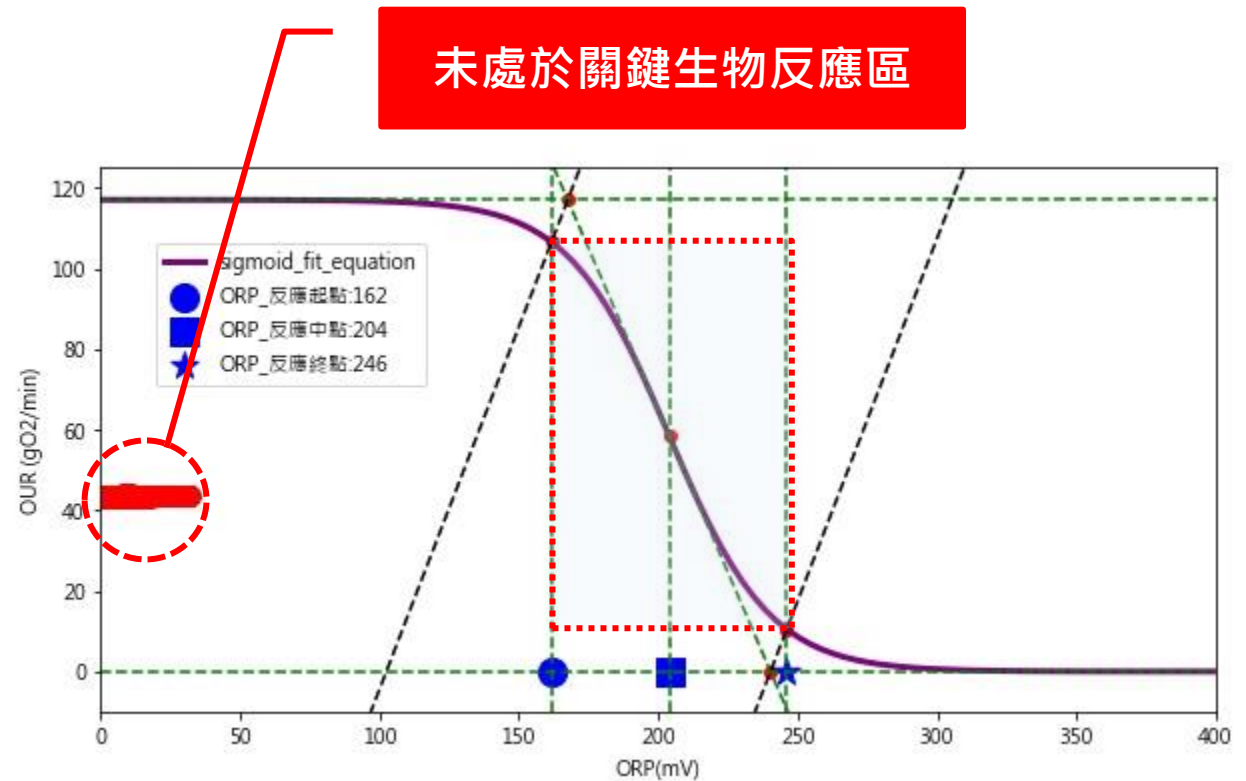
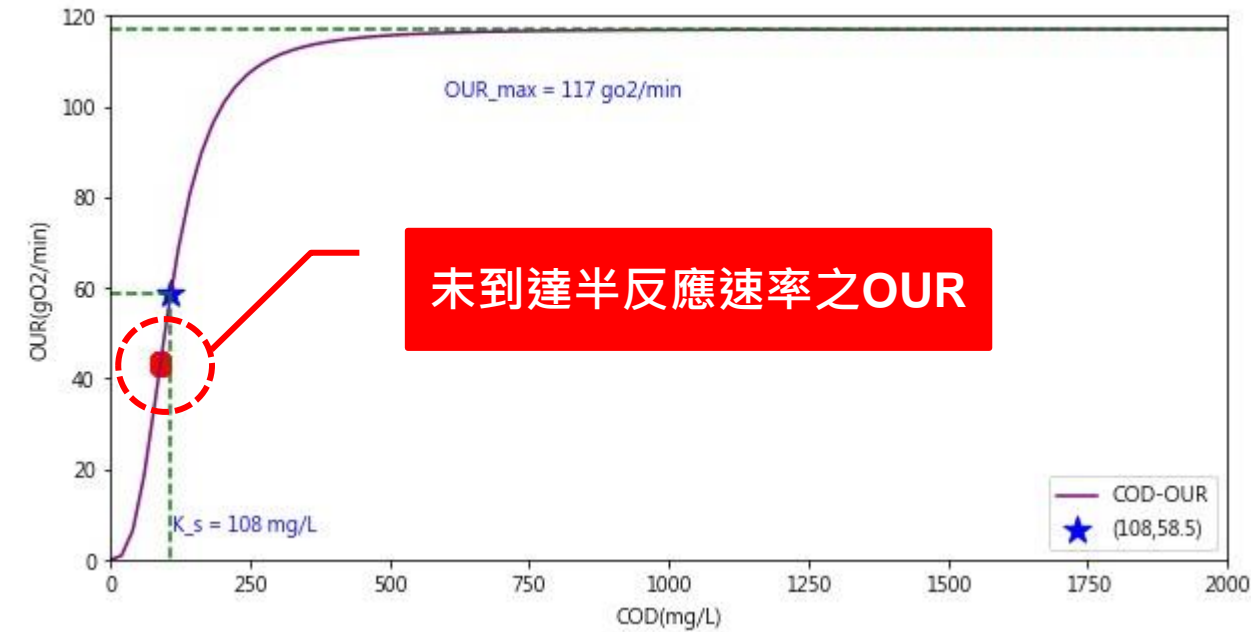
溶氧保有濃度維持在0.5~2.5 mg/L之間，
即可滿足OUR的需求。

模型的應用

OUR及SOUR即時推論結果



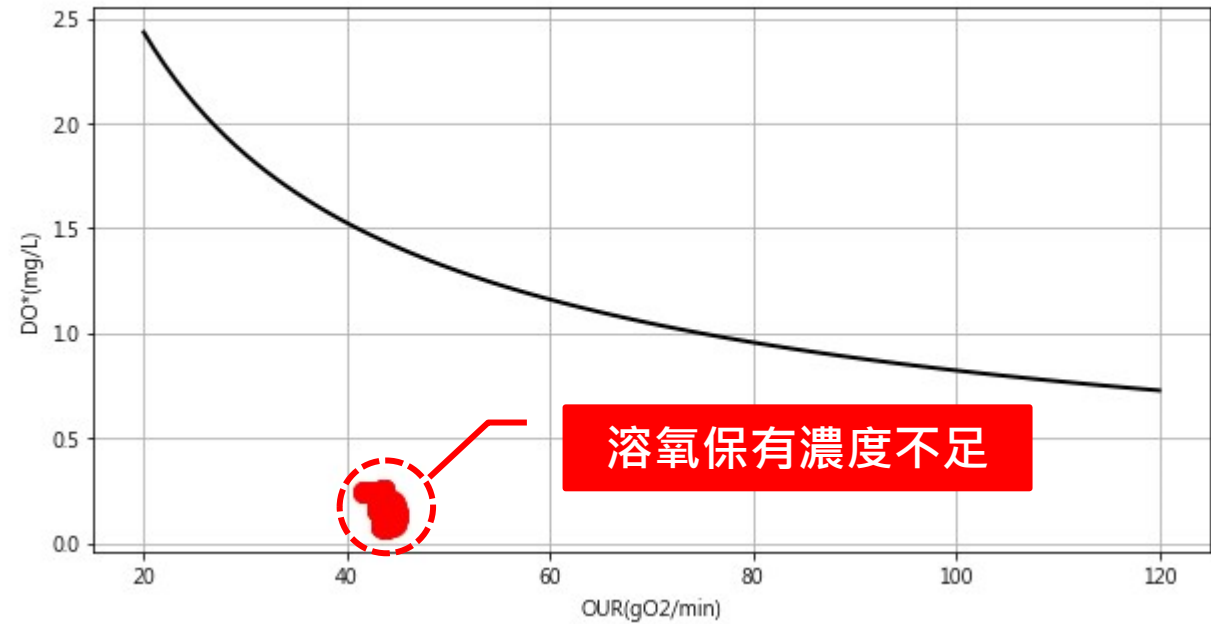
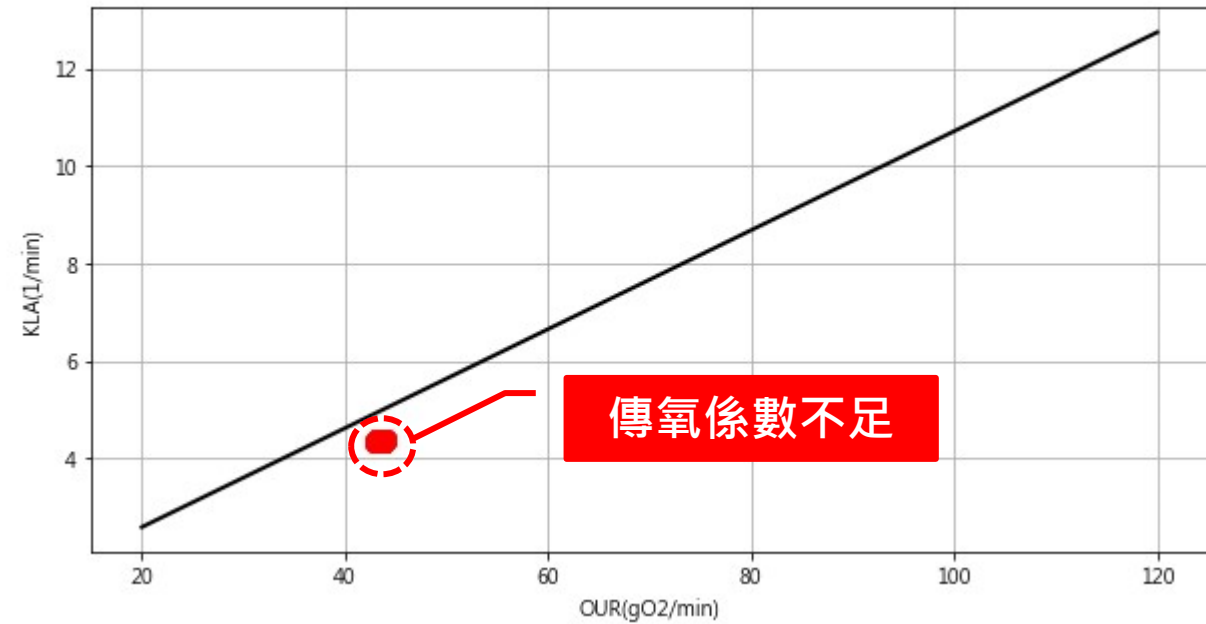
生物反應狀態鑑定



現行曝氣控制方式無法滿足OUR的需求。

建議採用「智能化精確曝氣控制模組」。

傳氧係數 $K_L a$ 及溶氧保有濃度 DO^* 之鑑定



現行散氣設備傳氧效率不足。



建議全面改善散氣設備。

結論

1. **Intelligent Control Module**可即時動態控制曝氣量，以因應進流負荷及環境條件提升生物反應之氧化狀態，進而提高水質處理成效及穩定性。
2. **Dynamic OUR Inference Model**可即時推論OUR，並進行曝氣量之微調優化，達到曝氣節能效益的最佳化。
3. **ASM OUR Calculation Model**可推論出生物曝氣池在滿足OUR的狀況下所需的傳氧係數及溶氧保有濃度。此等結果可作為評估曝氣設備傳氧效率及溶氧控制點之參考。

建議

1. 本精確曝氣控制方法係直接採用程序控制上的ORP監測結果推估OUR，並作為曝氣控制調整之依據，使生物曝氣系統在溶氧供需平衡的條件下，達到節能效益之最佳化，可作為評估各級污廢水處理廠SDGs指標之參考方法。
2. 本精確曝氣控制方法兼具評估曝氣設備傳氧係數及溶氧操作控制點的功能，可分別應用於曝氣設備健康管理及操作管理上的參考依據。
3. 本精確曝氣控制方法尚需多場域驗證以強化各模組及模式的應用性及適應性，期待各級污廢水處理廠提供實廠驗證機會。



股票代號：6641

Green Safe Development

謝謝聆聽



- 基士德科技股份有限公司 台灣分公司
- GSD Technologies Co., Ltd. Taiwan Branch
- 基士德環科股份有限公司
- GSD Enviro-Tech (Taiwan) Co., Ltd.

本簡報內所有刊載內容，文字、圖像、影音、軟體及程式等之著作權均歸屬英屬開曼群島商基士德科技股份有限公司(以下簡稱本公司)，除特別指明外，非經本公司許可，不得以任何形式轉載、複製、重製、散布、公開播送、外流本簡報內容。