

由再生水需求探討 都市污水處理廠設計優化因子

主講人:陳立儒

2018.03.27

簡報內容

- 再生水利用標的與水質需求
- 再生水風險分析
- 污水處理廠常見的設計問題
- 具再生水供應功能之污水處理廠設計應注意事項



回收水利用標的

- ❖ 工業用水、農業灌溉用水、生活雜用水、景觀用水與地下含水層補注。
- ❖ 生活雜用水：沖廁、車輛清洗、道路灑水
- ❖ 工業用水：製程、清洗、冷卻用水
- ❖ 景觀用水：公園、綠地澆灌



沖廁用水



車輛清洗



工業用水



園林綠化



澆灌用水



道路灑水



綠地澆灌



河川保育

以工業用水為再利用標的效益最高





各類再生水處理等級水質品質建議

項目	Class A	Class B	Class C
使用限制	除了直接供應飲用水外之其他用途	可能有機會與人體接觸之用途，如沖廁、綠地澆灌、冷卻用水	與人接觸機會低如道路清洗、建築工地、景觀生態、地下水回注
標的用途	高階工業用水 鍋爐給水	工業冷卻用水	一般工業用水 都市雜用水
建議處理程序	過濾+微濾/超濾+逆滲透+消毒	過濾+微濾/超濾+消毒	過濾+消毒
水質規格	幾可達飲用水標準、工業高階用水品質程度	可達工業冷卻用水品質程度	—

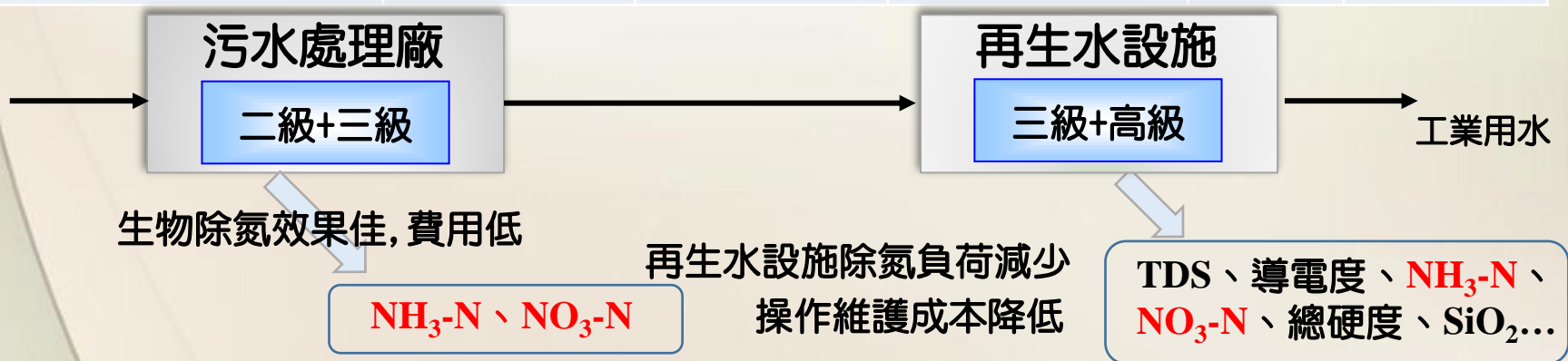


各類再生水處理等級水質

水質參數	Class A	Class B	Class C
pH	6.0-8.5	6.0-8.5	6.0-8.5
濁度(NTU)	2	2	2
色度	5	10	10
臭味/外觀	無不舒適感	無不舒適感	無不舒適感
BOD ₅ (mg/L)	—	—	最大限值15以下且連續7日平均 限值10 以下
COD (mg/L)	—	30	75(以工業廢水為水源)
TOC (mg/L)	0.5	—	—
懸浮固體(mg/L)	—	5	—
總溶解固體(mg/L)	100	800	—
導電度(μS/cm)	250	—	—
氨氮(mg/L)	0.5	5	5
硝酸鹽氮(mg/L)	15	—	—
總硬度(mg/L as CaCO ₃)	50	400	850
硫酸鹽類(mg/L)	5	—	—
氟化物F ⁻ (mg/L)	0.5	—	—
氯化物Cl ⁻ (mg/L)	20	—	—
二氧化矽(mg/L)	3	—	—
總三鹵甲烷(mg/L)	0.08	—	—
餘氯(mg/L)	2	1	結合餘氯：0.4 自由餘氯：0.1
大腸桿菌群(CFU/100 mL)	不得檢出	10	10
總菌落數(CFU/100 mL)	不得檢出	—	—
硼B (mg/L)	0.5	—	—
鐵Fe (mg/L)	0.04	—	—
錳Mn (mg/L)	0.05	—	—
鈉Na (mg/L)	20	—	—

污水處理廠結合生物除氮效果佳且經濟

水質項目	水利署工業用途之再生水水質標準			鋼鐵廠	晶圓廠
	Class A(最佳)	Class B(次之)	Class C(再次之)		
濁度(NTU)	2	2	2	5	--
TOC(mg/L)	0.5	--	--	--	<1
TDS(mg/L)	100	800	--	--	--
導電度(uS/cm)	250	--	--	<250	<250
NH ₃ -N(mg/L)	0.5	5	5	<0.5	<0.5
NO ₃ -N(mg/L)	15	--	--	--	<10
總硬度(mg/as CaCO ₃)	50	400	850	225	<100
SiO ₂ (mg/L)	3	--	--	<1	--
鈉 (mg/L)	20	--	--	--	--



國內再生水主要用途

- 國內工業用再生水主要用途鍋爐用水、冷卻用水為主。
- 再生水須達到Class A、B等級。
- 主要水質控制目標是控制腐蝕、抑制阻塞及減少結垢。
- 控制腐蝕是要避免管線及設備材料受腐蝕影響製程，控制方式主要採調整pH、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度等。
- 抑制阻塞則是為抑制管線中微生物滋長影響腐蝕及阻塞管線，控制方式採降低微生物量、總氮、總磷、有機碳濃度；至於減少化學結垢，則須降低再生水之硬度離子(鈣、鎂離子)、總鹼度、總溶解固體、重金屬離子、硫酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽、氯鹽等含量。

克服使用者疑慮的四大風險

風險評估



人體健康風險



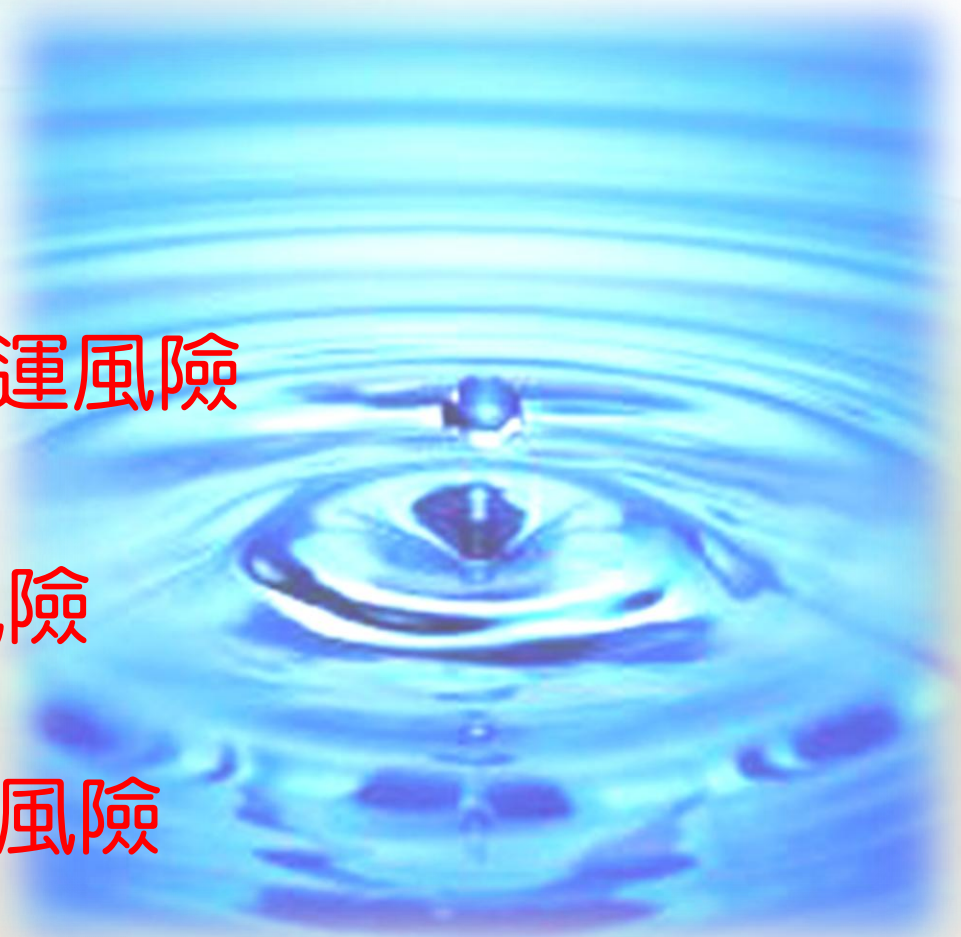
再生水系統營運風險



供水輸配風險



生產製程風險



水再生利用之分類及其潛在風險

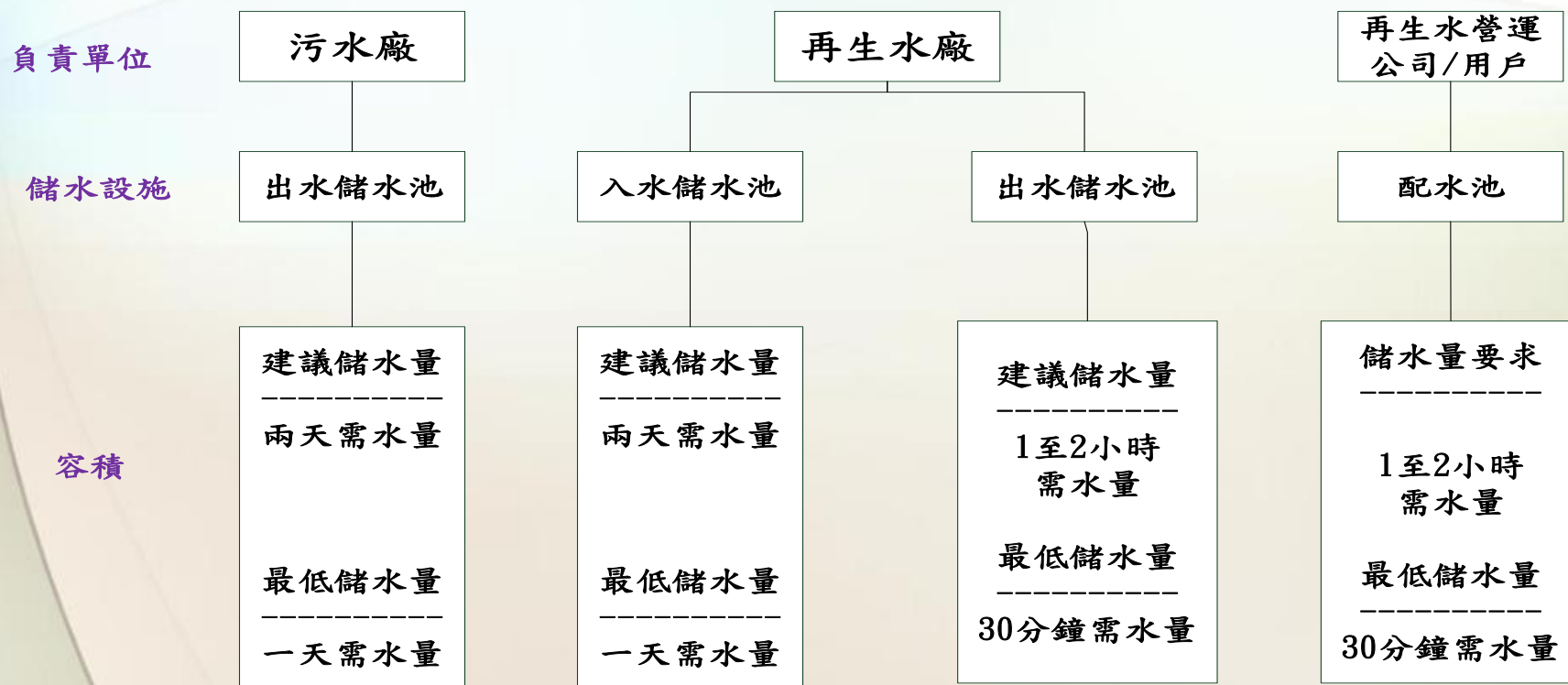
水再生利用類別	潛在風險
農業灌溉	1. 鹽類影響土壤及作物
景觀澆灌	2. 公眾健康 3. 地表及地下水污染 4. 作物市場 5. 公眾接受性
工業循環及回收利用	1. 結垢/生物滋長 2. 材料腐蝕 3. 員工健康
地下水補注	1. 化學物質之可能毒性 2. 致病菌可能感染性
休憩/環境保育	1. 健康影響 2. 優養化
非飲用都市雜用	1. 公眾健康 2. 結垢/腐蝕 3. 生物生長
飲用	1. 可能之毒性化學物質 2. 公眾健康 3. 公眾接受性

再生水系統營運風險

	污水處理	再生水 產水	輸配水	用戶
水量風險	高	中	中	低
水質風險	高	中	中	高

再生水系統營運風險

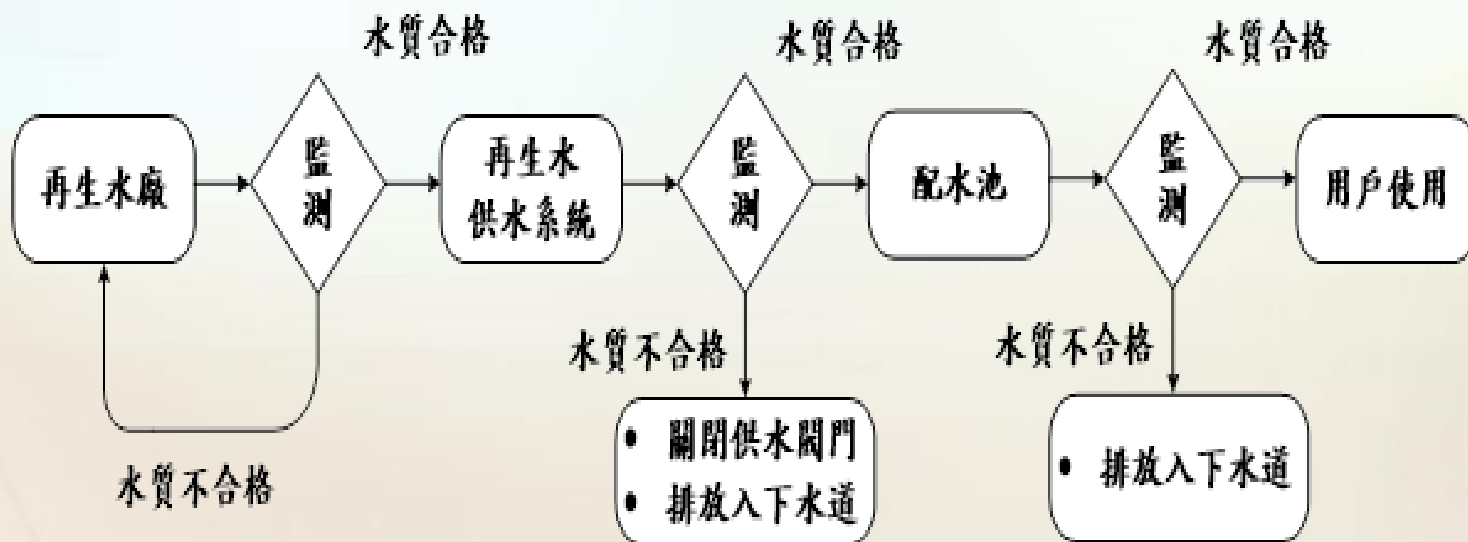
再生水供水系統中每個儲水環節考量儲存量，在水池設置水位警報裝置，水量嚴重不足的情況下實施相關的自來水補水機制



再生水系統營運風險

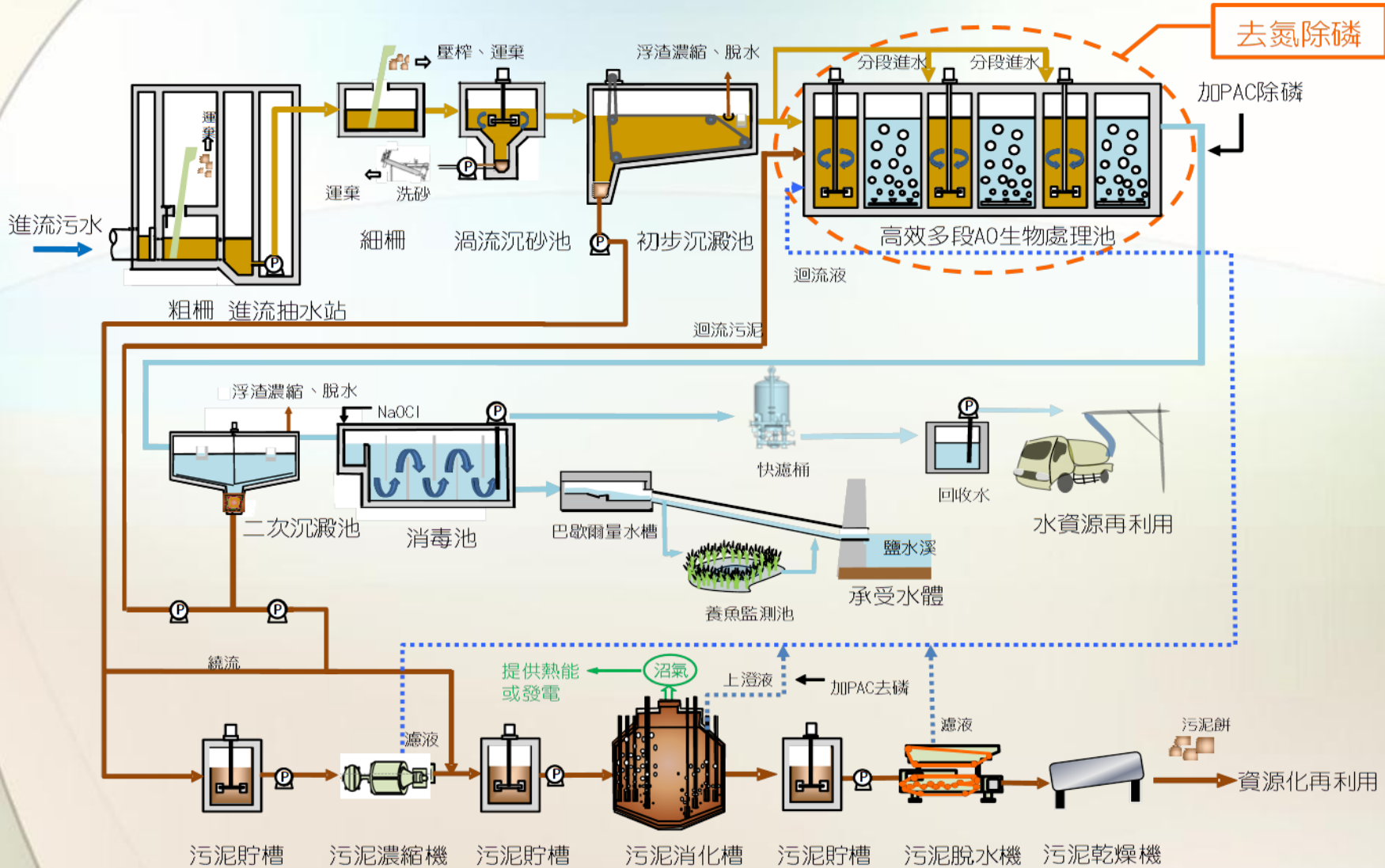
➤ 多點線上監測

➤ 繞流機制



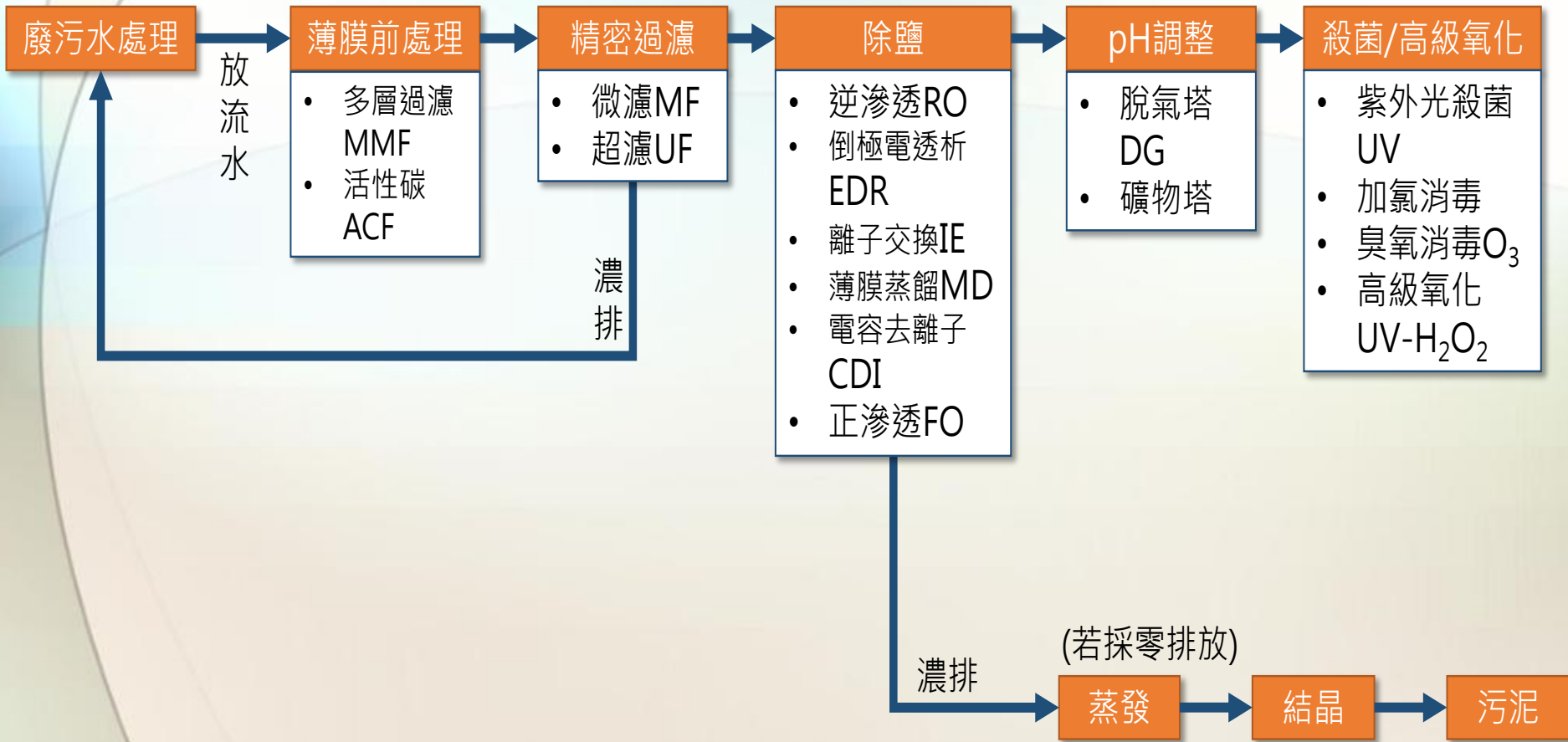


污水處理廠問題分散





再生水除鹽單元濃排要注意



傳統污水處理廠常見的設計問題

(一) 雨天進流量暴增

- 如用戶接管雨污分流未確實
- 管網建設時間久遠，而有部分人孔或管線破損
- 暴雨期間進流污水量為平時進流量之5~10倍，超出污水處理廠所設計之尖峰處理量。
- 影響生物系統處理穩定性

傳統污水處理廠常見的設計問題

(二) 設備及程序控制無法自動

- 實際現場污水處理廠監測水樣及水質著重在記錄。
- 操作端改人工判斷，偵測之結果並未直接回饋於設備運轉控制，如流量調整、轉速控制或設備啟停。
- 操作模式採人工，數值經偵測後至調整設備運轉期間有延時，易造成生物處理系統及出流水水質不穩定。
- 主要原因是監測設備不穩定、現場要增加維護及操作人員不信賴自動控制等。



傳統污水處理廠常見的設計問題

(三) 初期低水量及原水低碳源水質影響操作

- 用戶接管期程長，故污水處理廠初期水量少
- 台灣既有用戶原設置化糞池，部分地區用戶接管後並未廢除，形成高氨氮低碳源之原污水
- 多數污水處理廠於單元及設施容量並未將初期低水量及原水低碳源水質影響時如何操作納入設計考量，



傳統污水處理廠常見的設計問題

(四) 前處理單元功能不彰

- 都市廢水中毛髮、棉絮、不織布類偏多。
- 渦流沉砂系統廠商能力不一，或池體渠道設計不當，無法有效將砂礫自進流水中去除，大量砂礫沉積造成刮泥機損壞，或排入生物系統造成曝氣不均勻或是損壞散氣盤，甚至會磨耗沉浸式MBR膜絲。
- 部分區域因高油脂廢水用戶排入大量油脂未先截留，而渦流沉砂系統也無法有效除油，以致大量浮渣油脂堆積於初沉池影響操作。



傳統污水處理廠常見的設計問題

(五) 設備選用未考量維護性

- 環境潮濕且易有腐蝕氣體或爆炸性氣體。
- 污水處理24小時操作不易停機。
- 設備選用必須具備耐用性及維修性。
- 國內採購制度使然，有優良操作記錄的設備不一定能進入競爭市場，因此操作者接手後常面對維護問題，包括原廠缺後勤支援工程師、缺備品，甚至要面對「孤兒機」問題。



具再生水供應功能之污水處理廠設計應注意事項

再生水用途決定處理大方向

- 如果是一般次級用水，因為用量較低，一般二級生物處理加上過濾單元及消毒即可。
- 如果要供人體接觸，則會有健康風險考量，會增加高級氧化處理。
- 工業用水部分，如需求僅為Class B、C，則處理重點在加強控制氨氮及硝酸鹽氮濃度，這時候處理程序就必須考量硝化及脫硝，而都市污水為低濃度，適合使用生物處理。
- 如果需求為Class A，除總溶解固體(硬度)去除及小於5mg/L的氨氮部分可由再生水廠的處理程序處理外，其他污水處理應優化的重點則包括控制TOC、氨氮、硝酸鹽氮及餘氯濃度。



具再生水供應功能之污水處理廠設計應注意事項

前處理設計優化

(1) 攔污

- 都市廢水塑料纖維增加，MBR處理程序普遍，採用1-2mm細篩，新形態的纖維物攔除，採細篩3維構造。
- 中空絲膜易產生發生纖維纏繞造成拉力不均勻而斷絲，細篩是必要的設備。

(2) 沉砂除油系統

- 沉砂系統設計必須配合當地地質狀況選用。
- 進流水質較高，可考量曝氣沉砂系統。
- 渦流沉砂系統須注意土建真圓性、平滑度及進流流速，設備應注意葉片導流方向、角速度、葉片角度及防揚砂導板等，且應有驗證且須辦理功能測試。

(3) 初級沉澱系統

- 依據目前各廠操作經驗，不論採用哪種生物程序，初沉池可提供生物系統良好的緩衝與保護。
- 考量水質水量影響，系統應有繞流設計，增加操作彈性。



具再生水供應功能之污水處理廠設計應注意事項

生物除氮程序選用及優化

- 要有效率的處理低濃度的含氮化合物要靠生物除氮處理程序
- 懸浮固體法除氮設計的重點在SRT、鹼度控制與缺氧好氧環境的控制。
- 要依據除氮水質差異的可容忍度選擇程序。
- 碳源濃度高除氮效率會提昇，如果C/N比過低仍要維持除氮效率，必須考量添加碳源。
- 水量驟增驟減是懸浮固體法的致命傷，必須考量調節的必要性。
- 二次沉澱系統設計要維持穩定的污泥濃度，避免污泥流失，如搭配MBR可以增加MLSS濃度減少池槽體積，但是過高的MLSS會影響膜通量與結垢，因此設計選用要符合膜特性



具再生水供應功能之污水處理廠設計應注意事項

水肥及污泥系統上澄液處理

- 水肥及污泥系統上澄液常會產生高濃度氨氮，將高濃度氨氮直接排入污水處理程序處理，將增加系統大量負擔。
- 水肥-建議獨立設置前處理及調節系統，避免水肥中大量的雜物進入污水處理程序，增加異常處理負荷，同時調節水量水質後，可考量改排入污泥厭氧消化系統併同處理或自行以厭氧程序處理
- 污泥系統上澄液-上澄液來自濃縮脫水機，水質氨氮偏高碳源偏低，可考量此部分廢水先採生物除氮程序處理，目前國外已開始應用厭氧氨氧化技術進行此部分處理。



具再生水供應功能之污水處理廠設計應注意事項

機械設備及電氣系統設計

- 主要設備應有功能驗證
- 主要設備及池槽應有備用
- 緊急供電及電氣系統避雷
- 即時水質監測

操作穩定的監控需求

- 進流異常水量監控-超過設計的水量，易造成生物處理程序中污泥流失，造成生物系統處理效率變動。
- 毒性物質監控-部分污水處理廠有截流水，或許可能會碰到工業廢液偷排。
- 出水水質監控-放流水監控，避免再生水廠產出不合格的再生水，必要時設置緊急事故池，將不合格的放流水排除。



具再生水供應功能之污水處理廠設計應注意事項

再生水輸配水系統

- 輸配水系統納入再生水產量、各廠使用量、使用時間、水質穩定及輸送污染等需求。
- 再生水水質特性，需選擇適當管材避免影響供水品質，尤其RO出水之鈣、鎂離子濃度、鹼度及pH值等偏低。
- 再生水的配管設備，不得與其他配管設備連結，外觀上應有容易與其他配管設備區隔的標誌、顏色或形狀。
- 配管埋於地下時，應與其他自來水管保持一定距離。
- 再生水槽不得與自來水水槽混接，需防止逆流。

To Be Continued...