

即時便捷的用水管理

# 民生污水處理及水回收利用系統之遠端 監控技術介紹

李東峰、溫子文/節水服務團

## 前言

在國外都市中，隨處可見到小橋流水明媚的風光；而在台灣曾幾何時那充滿魚蝦的清澈小溪，竟變成惡臭烏黑的排水溝。造成這樣的污染現象，除了工業排放廢水之外，另依據內政部營建署統計得知，台灣地區下水道的普及率至 90 年 12 月底僅有 17.8%(含公共污水下水道、專用污水下水道及建築物污水處理設施)，故民生污水排放規劃不良，亦是造成台灣各河流嚴重破壞的主要原因。欲有效解決此一問題，除了加快國內公共下水道建設的速度外，現階段台灣在民生廢水方面已明文規定：新建可容納 500 人以上或 100 戶以上的社區須設置專用下水道，而污水下水道及建築物污水處理設施皆須符合放流水水質標準(水污染防治法第七條)，現多以合併式淨化槽進行處理。由於合併式淨化槽並不同於污水處理廠，多為無人管理之自動處理流程；在實際操作下經常出現功能不彰及管理不善等問題，輕則發出異味及造成排水系統故障堵塞，重則嚴重污染環境及衛生。

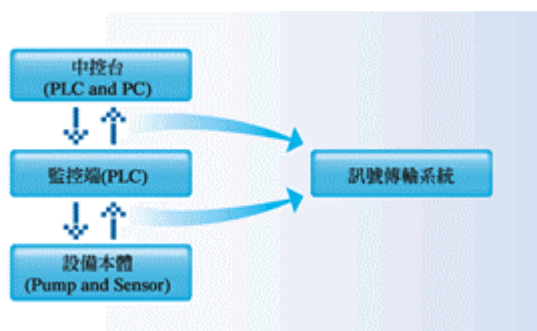
除此之外，為了達到永續發展的目的，建構中水及水回收的系統為缺水地區的必然趨勢；為了降低維護整個污水處理系統的成本及維持回收水的品質，遠端監控系統的設置是一個可行的方案。藉由遠端監控系統可以達到：

1. 降低操作成本。
2. 可立即得知系統的故障情形，縮短維修時間。
3. 穩定回收水的水質，提高居民回用意願。
4. 減少對環境的污染，提高生活品質。

針對此一未來的發展趨勢，本文將以現階段處理系統在監控技術上的需求和各種可行的資料傳輸方法以及監控硬體進行說明，並以本單位所架構之遠端無線監控系統作為案例介紹。

首先所探討的遠端監控系統，在硬體設備及架構上與一般工廠內部的自動化監控系統並無太大的差異；同樣都是由設備本體、監控端、中控台及傳輸系統

所構成（圖 1），其間最大的不同在於中控台的位置及訊號傳輸的距離。一般自動化監控系統都位於同一廠區內，直接以電纜線傳輸訊號，但是在水處理設備的應用上，中控台的位置與監控端會非常的遠，也就是訊號的傳遞需透過公眾的網路系統，這就使系統架構上多了許多技巧及限制，接下來就針對整個系統的架構及規劃上的要點進一步討論。



▲ 圖 1 監控系統架構圖

## 1. 監控系統架設規劃目的及注意事項

遠端監控系統最重要的功能為降低水處理設備的操作成本，維持系統的穩定操作和即時的問題排除。在規劃上需注意：

### (1) 功能及經濟面的平衡 -

監控系統所需之設備一般價格較貴，且監控的點越多費用就越高。在系統規劃初期，需針對監控的點及量詳加討論，才能在達到所需的監控項目下有效降低系統的設置成本。

### (2) 系統穩定性的考量 -

為了提高遠端監控的可信賴度，在監測設備上首重穩定性。分析儀器上盡可能選擇可自動清洗及定期自動校正的機種；一般而言，光學及感應器（sensor）的分析方式較適合長期連續操作；但須注意各儀器所需的保養及耗材更換時間，而且選購上需配合裝設地點，如防爆、防水、防腐蝕及溫度等要求。而在運作設備方面，維持運作的重要單元需設置備品，才能有效維持系統的穩定並降低操作上即時的維修需求。

### (3) 擴充性的預留 -

在規劃上除了達到現階段的功能需求外，同時必須為未來可能擴充的項目預留空間；包括在管線及配電箱等方面。尤其是監控的核心 PLC（programmable controller）的選購上，其輸入、輸出端點及內含的記憶體數量直接影響未來整套設備的擴充能力。

## 2. 監測設備介紹

在遠端監控系統中，監測設備的角色為告知現階段處理設備的運作狀況。主要可分為系統單元的狀態與液體成份兩種（表 1 及表 2）。系統單元狀態有溫度、壓力、流量、流速、及液位高度等；而液體成份則藉由自動分析儀器量測得知。

▼ 表 1 系統單元狀態量測項目及方法介紹

量測項目	原理	量測值	測定儀器	使用範例
溫度	電阻隨溫度變化	電阻值	金屬探針溫度計	水溫，0-50°C
	熱電偶	電位差	熱電偶溫度計	
壓力	由壓力造成的液位差	液位	U型管壓力計	
	壓力造成的容積變化	液位	氣體壓力計	
	利用密閉容器的彈性	變位	皮托管	空氣壓力、高壓 用2.5-20kg/cm <sup>2</sup>
流量	葉片旋轉速度	轉速	葉片式流量計	
	固定截面積變化 造成的壓力差	壓差	壓差式流量計	
	壓差固定下截面積 與流量的變化	浮子位置	浮子式流量計	
流速	動靜壓差	壓差		
		電壓	電磁流量計	
	聲音傳導速度	時間差	超音波流量計	
槽中液位 量測	連通管	液位		
	浮球位置	浮球開關		
	槽底壓力	壓差	壓差示液位計	
	導電度	電流	液面觸動電流開關	
	透光度	光強度	光電管液位計	
	音波打到液面反射	時間差	超音波液位計、 音波液位計	

## 3. 控制系統介紹

基本上，控制系統主要由 PLC 及控制電腦所組合而成，整個控制系統的結構上如圖 2 所示，可以分為個別監視操作、中央監視個別操作、中央監視控制及中央監視分散控制等方式；表 3 為監控項目的分類說明。個別監視操作方式適用於一般規模較小的操作單元，如合併式淨化槽的配電盤就類似這一類的配置。而中央監視個別操作則將各監視操作單元的訊號輸送回一中央監視點，此中央監視點只有接受訊號而無控制的功能。如果再進一步提升中央監視點的功能使其可以控制各處理單元，則有中央監視控制及中央監視分散控制等兩種方式；其差異主要在於控制裝置的數量，中央監視控制是以單一的控制裝置控制多個不同的處理單元，而中央監視分散控制則是同時以多個控制裝置進行單元操作，在實際的應用上可以視監控單元的規模進行規劃。再生水處理系統的應用上，以中央監視分散控制的規劃配置較合乎功能要求。

#### 4. 資料傳輸方式

在遠端監控的要求下，遠距離的信號傳輸勢必透過已存在的公眾電信網路方合乎設置成本。現階段可行的方式有：

1. 有線電話系統。2.寬頻網路系統。3.行動電話系統等三種方式。表 4 為此三種方式的優劣比較。在過去的配置上以有線電話網路配合數據機進行信號傳輸最為普遍，且操作、設置及維護費用皆相當低廉；寬頻網路則是最近快速普及的另一種傳輸方式，其最大的優點是可快速的傳輸大量數據資料、並能提供長時間穩定且低廉的連線；此兩種方式共通的缺點為需裝設電話線或網路線於監控地點。與此兩種方式比較下，行動電話系統在傳輸費用上最為昂貴，但是在設置地點上最具彈性。以台灣現階段行動電話網路的涵蓋範圍，可以說並無地點上的限制；雖然傳輸速度慢且費用高，但是如妥善規劃，在一般規模的處理系統上仍可以維持在合理費用內。此種方式尤其適合於多特定地點的不定期連續監控，如河川或工業區排放口等水質監測的即時性數據傳輸。一個合理的遠端監控系統，可以同時整合此三種不同的傳輸方式，以符合系統功能的要求並兼顧傳輸成本。

▼ 表 2 水質狀態量測項目及方法介紹

量測項目	原理	量測值	量測儀器、量測目標、測定方法	實用範例
液體濃度	比重	比重	硫酸濃度	
	電傳導度	電阻值	導電度計等	藥品比重、原水、沉澱水
	UV光吸光度	UV光強度	有機物濃度、硝酸鹽	原水、淨水
	光的穿透度， 散射度	光強度	濁度計、比色計	原水，沉澱水， 過濾液、淨水
	旋光度	光強度	糖類檢測	
	比色滴定，光度滴定	顏色，光度	餘氯檢測	沉澱水，淨水
pH	比色法	顏色	各種指示劑	原水、沉澱水、淨水
	電位差法	電位差	pH電極	原水、沉澱水、淨水

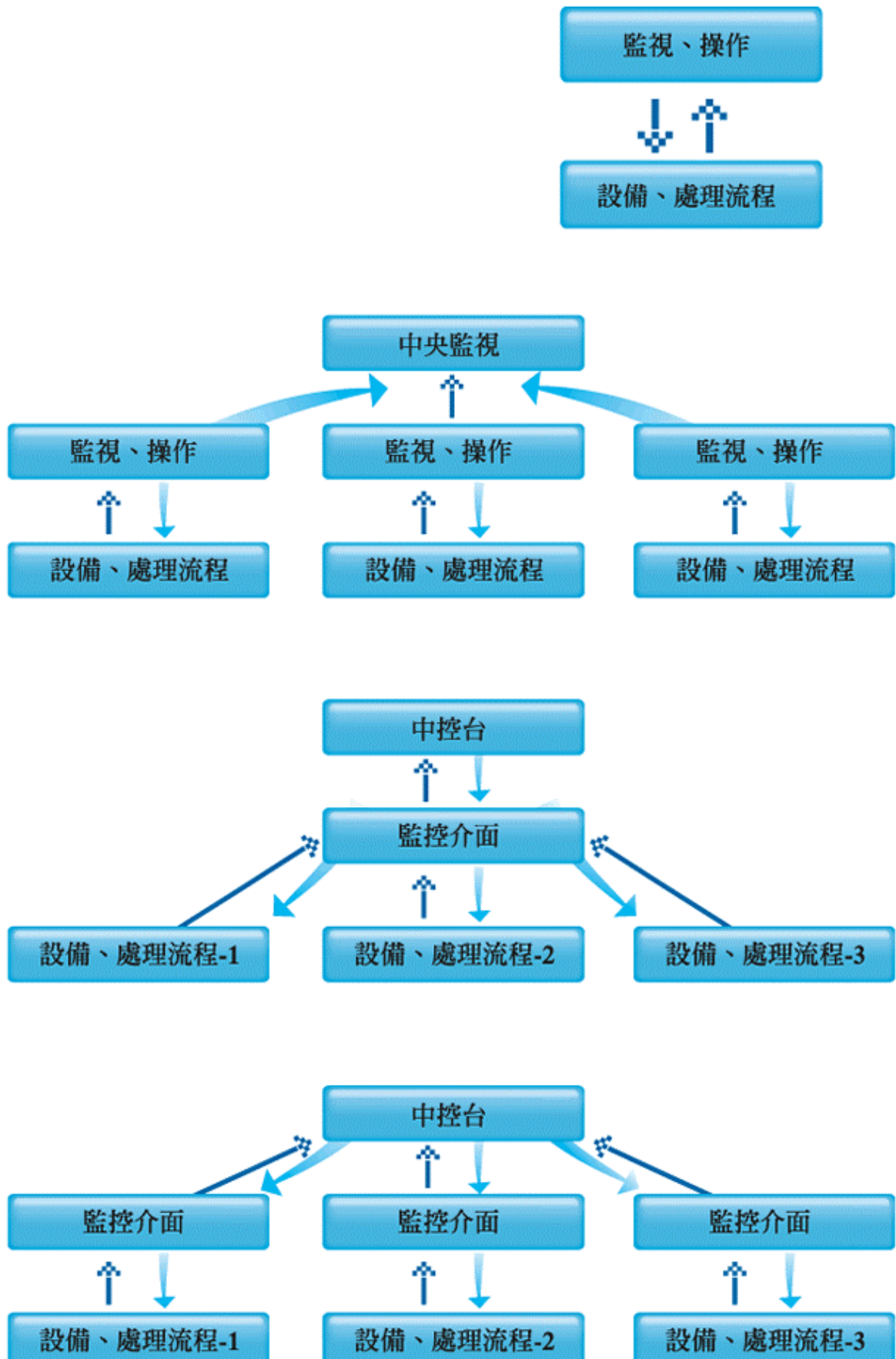
▼ 表 3 監控項目

分類大項	分類中項	個別細項
運轉狀態	機器運轉或停止狀態	開-關
	開關的控制狀態	中央/現場、自動/手動、連動/單獨...
	運轉指標的狀態	濃度和常數的設定、時間、流量、液位等
	設備異常狀態	機器故障與處理流程狀態異常警示
處理流程量測值	水、電等量測值	電壓、電流、電力、用電量、功率、液位、 壓力、處理水量、污泥量、藥品量等
	水質監測項目	濁度、pH、物質濃度、溫度等
記錄表單	處理流程監測數值記錄	
	警報、運轉狀態及處理流程變動記錄	
	日報、月報、年報等	
控制及操作	操作項目	主要設備開關、緊急應變措施切換等
	設定項目	運轉指標的設定、變更（運作時間、 順序、警報值等）

## 5. 資料處理系統

資料處理系統主要以個人電腦為主，在設置上須同時注意硬體及軟體的功能。硬體上必須要有足夠的記憶空間容納傳回的數據資料，並設置輸出裝置(印表機)以將資料輸出整理；最好搭配可讀寫式光碟機(燒錄機)將資料儲存於幾乎不會損毀的光碟中。資料處理軟體則最好和系統監控軟體自動同步更新資料，可以大幅減少人員整理數據的時間。

▼ 圖 2 控制系統架構



▼ 表 3 資料表傳遞方式優劣表

傳輸方式	優點	缺點
有線電話系統	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 線路狀態穩定。</li> <li>2. 傳輸速度中等。</li> <li>3. 收發端位於同一縣市時通訊價格便宜。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 需於監控現場申裝線路。</li> <li>2. 如收發端位於不同縣市，通訊價格同行動電話。</li> </ol>
寬頻網路系統	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 線路狀態穩定。</li> <li>2. 可快速大量傳輸資料。</li> <li>3. 適合長時間連續性的線上控制。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 需於監控現場申裝線路。</li> <li>2. 如只少量傳輸資料費用較高。</li> </ol>
行動電話系統	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無須申裝線路，設置地點彈性大。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 通信價格高。</li> <li>2. 線路狀態易受收訊強弱影響。</li> <li>3. 傳輸速率較慢。</li> </ol>

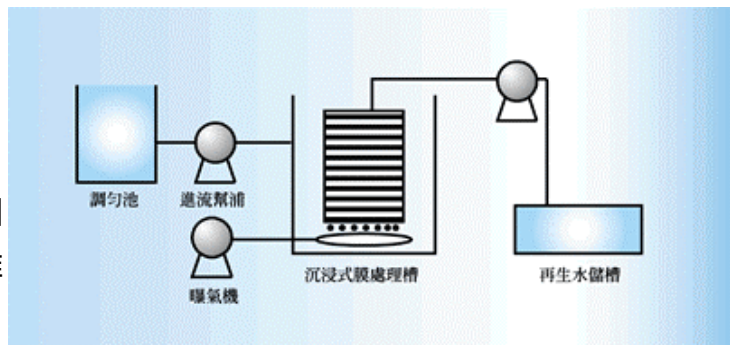
## 6. 案例介紹

本單位將遠端監控系統應用於再生民生廢水的沉浸式膜模場，進行此模場進出流水水質的連續監測。沉浸式膜處理系統(圖3)屬於MF的一種，其可以分離水中粒徑在 $0.4\ \mu\text{m}$ 以上的固體微粒，整個系統在設計上之主要目的是為了處理含高濃度生化需氧量(BOD)及懸浮固體微粒(SS)之原水，適合應用於工業或是民生廢水之處理與回收。此系統將MF模組浸入好氧活性污泥槽中，廢水先在槽內與活性污泥進行生物反應，再以吸引幫浦(Suction Pump)將廢水吸入中空式纖維膜內過濾。此系統不但可以解決傳統方法所可能產生的污泥膨化問題，同時也提高了對廢水水質變化度的容忍性。此外，所佔用的體積也是傳統方式的50%。

整套監測系統項目包括進出流水的COD、pH值及反應槽中的溶氧(D.O.值)。此監控系統的主要功能如下：

1. 無警報發生時，定時將資料由現場傳回主控室，作資料收集及顯示(圖4)。
2. 警報出現時(進出流水水質或反應槽溶氧值異常)立即傳回主控室，作警訊傳達(圖5)。

▼ 圖 2 控制系統架構



▼ 表 3 資料表傳遞方式優劣表





3. 具歷史趨勢圖,將每日資料儲存、記錄。
4. 於主控室可得知現場即時資料(圖 6)。
5. 可利用筆記型電腦,透過電話線路或行動電話網路與主控室連線,得知現場即時狀況。

此套遠端監控系統最大的特色,在於利用行動電話網路進行現場與主控室的訊號傳輸,這種傳輸方式使現場監控地點具可移動性。也就是在監測地點不需架設任何訊號線路,只需其位於行動電話網路涵蓋範圍內即可上線。如果再搭配電池或發電機組,非常適合於臨時性的監測點,如河川或工業區排放口等水質監測點或空氣污染的移動性監測點。

另一個重要的功能為可接受遙控的主控室。以有線電話網路搭配行動電話網路透過數據機的連接,已可以由筆記型電腦直接遙控整套的遠端監控系統,並不需要待在主控室才能進行操作,可以說已經達到”行動主控室“的設計目標。此功能可以大幅提昇操作彈性,做到真正的即時監控並大大降低操作上的人事成本。

## 結論

以目前水處理技術日新月異,且產水水質要求越來越高的情形下,廢水處理及水回收再生系統的操作難度越來越高,已非過去簡單的沉澱曝氣流程;如果欲回用再生水,其水質的狀況更需隨時監測以確保回用水品質穩定。在此條件下,國內水處理設備勢必以代操作為未來趨勢。遠端監控系統提供了代操作業一個有效降低成本的解決方案,同時確保廠商可以即時性的解決系統所發生的問題。現階段遠端監控系統在硬體設備及軟體功能的發展上已漸趨成熟,最大的問題在於有效整合監測、控制及傳輸設備。目前經過測試,已經成功完成針對民生污水回收利用設備的遠端監控系統,並搭配行動電話網路使監控現場、主控室及筆記型電腦之間的資料傳輸達到真正的無線連接。希望藉此成功的案例可以對業界在未來的系統規劃上有所幫助,提昇國內水處理業操作服務技術上的專業水準。