

國外水利事業用電情形與節電管理潛力

本篇文章由台灣經濟研究院研究一所 徐嘉炘助理研究員提供

全球能源需求增加，二氧化碳排放逐年增長，能源價格持續上漲，使各國越趨重視能源使用效率。我國也積極推動能源轉型政策，透過中央與地方協力，逐步擴大節電效益，減少溫室氣體及污染之排放，提升能源與資源之使用效率。然而，在自來水製造過程中消耗大量能源，亦提升二氧化碳排放量。因此，各國家已紛紛開始重視製水處理廠能源的消耗，提升廠內能源使用效率，減少操作費含電費、水費、藥品費等，並同時降低碳排放量。

根據 2010 年報日本污水處理廠(Wastewater Treatment Plants)每年用電量達 72 億 kWh，根據 2012 年日本統計廠內泵浦佔總廠用電量 14%，廢水和污泥處理程序分別佔總能耗 49%及 28%。因此，為了改善用電效率採用更高效的泵浦設備來提高泵浦運行調度的靈活性，Kato¹等人研究報告指出運用泵浦加裝變頻器來控制其轉速，在水庫水位上升或下降時調節流量，改變揚程高度可降低 10%能耗來達到節能的效果。加拿大 Posterity Group 調查報告顯示在水利系統中最有效的節能方法為優化系統如泵浦、馬達和曝氣系統等(如圖 1)。

¹Kato, H., Fujimoto, H., Yamashina, K. (2019) Operational Improvement of Main Pumps for Energy-Saving in Wastewater Treatment Plants, *Water*, 11(12), 2438.

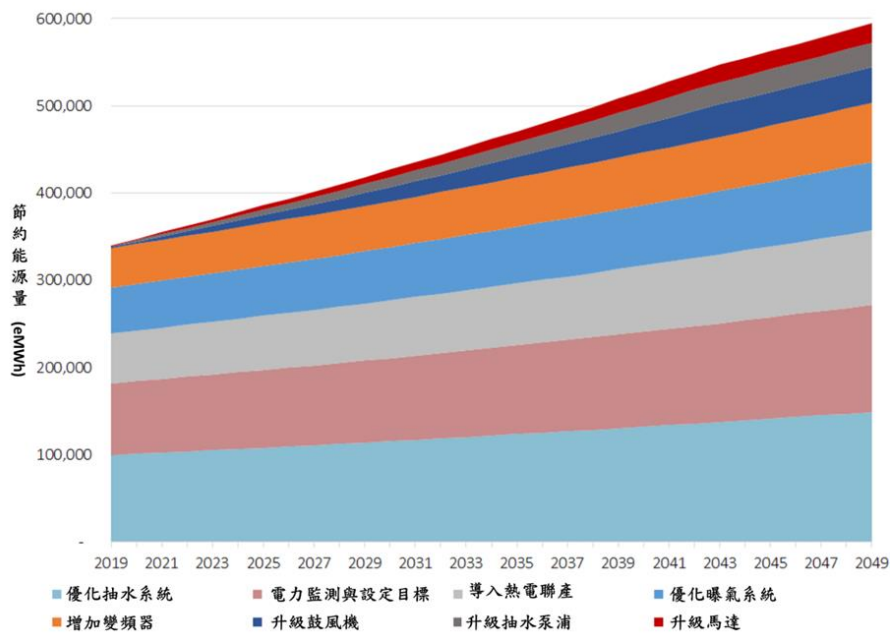


圖 1、提升與改善設備預估可節約的用電量
(資料來源：Posterity Group)²

以國外水利事業的經驗來看，美國環保署與南加州愛迪生電力公司提出透過汰換或升級設備、改變相關設備操作方式與措施、綠能及智慧解決方案來減少能源消耗。

- 汰換或升級設備：**(1)導入能源管理系統透過即時監控各設備用電情形及運轉效率，自動化蒐集能源使用數據，分配電力配送操作水泵浦調節電力使用，以降低用電量與成本。(2)汰換老舊設備及傳統泵浦機組，加裝變頻器，並加強設備維護保養工作，提升效率。(3)改用節能照明設備。
- 改變相關設備操作方式與措施：**減少尖峰用電，調整水泵浦系統及相關設備運轉時段，把水預先送入用戶端儲存槽水池中，穩定電力供需平衡並達到用水需求量。
- 綠能及智慧解決方案：**(1)導入儲能搭配太陽光電系統，降低尖峰負載，來減少能源消耗。(2)利用既有的陸上水利設施設置小/微水力發電活化既有圳路

² Energy Trust of Oregon. (2018) Wastewater Facilities Give Energy Costs the Full Treatment.

及水利設施用於發電。

美國新澤西州淨水場微電網項目將現有柴油發電機與 896kW 太陽能搭配 1MWh 電池儲能系統與不斷電系統結合形成微電網³，如圖 2。在電網發揮離網功能、頻率調節(Frequency Regulation)、現場再生能源轉移(Onsite Renewable Energy Shifting)、調度彈性(Resiliency) 的功能。



圖 2、美國新澤西州淨水場微電網項目
(資料來源：Eos Energy Storage)

在正常運行期間，太陽能系統直接對電網輸出電力；如果停電，則太陽能和電池儲能系統可與場內現有備用柴油發電機配合使用，使場內無需外部電源即可運行長達 10 天。而太陽能發電搭配儲能系統亦可參與 PJM 的頻率調節市場，該項目不僅提高太陽能發電穩定性，亦使其電力系統和關鍵基礎設施更加可靠，更具彈性。

美國能源系統整合供應商 Ameresco 於北加州淨水與污水處理廠設置 580kW 太陽光電與 500kW/1.34 MWh 電池儲能系統⁴，搭配現有柴油發電機組構成虛擬電

³ <https://eosenergystorage.com/wp-content/uploads/2017/11/Eos-Q4-Stakeholder-Update-FINAL.pdf>

⁴ <https://microgridknowledge.com/microgrid-wastewater-california-ameresco/>

廠。在該項目中，太陽能板的安裝成本為 937,000 美元，電池儲能系統的成本為 656,000 美元，微電網控制器成本為 90,000 美元。根據 Ameresco 資料顯示，該虛擬電廠在運營第一年將為該地區節省約 65,000 美元的電費，也使該廠達到淨零排放目標。

根據美國國家環境保護局(The Environmental Protection Agency, EPA)調查顯示，淨水場與污水處理場(Water/Wastewater Utilities)在處理過程中，因泵浦、馬達和其他設備需全年 24 小時不間斷運行，而消耗大量的能源。在美國淨水場與污水處理廠總計能源消耗約占全美 3~4%，每年電力成本約 40 億美元，年用電量約 560 億度電，電費占水場營運預算 25~45%，總計排放超過 4,500 萬噸的溫室氣體。以加州為例，抽水、淨水和配水佔加州總電力消耗約 20%。美國爾灣牧場水務局(Irvine Ranch Water District, IRWD)與 Advanced Microgrid Solutions 公司合作建置美國公共水務機構最大的儲能係統 6.5 MW/35.7 MWh。

該項目通過能源管理平台整合兩個污水場，三個淨水場和六個泵站儲能系統，以發揮整體系統調度彈性；該項目每年可為該區節省 50 萬美元以上的用電成本，在尖峰負載時段則可以減輕電網的負擔，並減少其總體碳足跡。