



台電公司風場運維現況及展望

台灣電力股份有限公司再生能源處處長 / 陳一成

台灣電力股份有限公司再生能源處組長 / 徐文科

中興工程顧問股份有限公司電力及能源工程部協理 / 林智彭

中興工程顧問股份有限公司電力及能源工程部技術經理 / 陳啟明

中興工程顧問股份有限公司電力及能源工程部計畫主管 / 仇士愷

關鍵字：離岸風電、營運管理、運維、台電公司、風機監測

摘要

臺灣位於大陸板塊與海洋交界處，每年強盛的東北季風使得臺灣本島沿岸及離島許多地區，蘊藏的風能相當豐富，臺灣發展風力發電得天獨厚。國內自2000年起積極推動風電開發應用，透過資源勘查、技術輔導、研究調查、示範補助與宣導推廣，已初步達成推廣成果，並帶動台電公司及民間業者相繼投入陸域風能開發。離岸風電部分，政府規劃「風力發電4年推動計畫」，以「先示範、次潛力、後區塊」之策略推動離岸風電，現已完成第2階段潛力場址5.5 GW之招商作業，我國離岸示範風場亦陸續展開施工。

在風電開發過程中，風場能否於營運期間發揮最佳效能，是衡量風場開發成敗的關

鍵因素之一。因此，除考驗風機本身性能之外，營運期間內的營運及維護工作更為重要。風電運維的主要內容包括：設備管理、技術管理、安全管理及運維人員管理四大面向，缺一不可。台電除借重長期投入陸上風電已逐漸成熟之利基之外，也網羅海事、機電、土木、地質背景人才組成本土風電團隊。其中，風場維護需要大量人力，台電積極培育本土運維人才，並運用科技讓管理效率最大化。如何善用科技達到風場運維的最佳效益，並且培育「綠領」人才以因應產業未來發展，將是台電持續努力的方向。

一、前言

根據全球風能協會（Global Wind Energy Council；簡稱GWEC）於2019年4月發布的



最新統計，截至2018年底為止，全球風力發電總裝置容量約為591GW（其中陸上風機為568GW，離岸風機為23GW）；且依其預測，未來5年風力發電將以每年超過55GW新裝置容量的速度增加，開發速度較現階段將提升2.7% [1]。

截至2019年10月底，臺灣已有陸域風機347部，離岸風機2部，總裝置容量為71.1萬瓩，年總發電量約16億度，發電成效出色，347部陸域風機中，173部為台灣電力股份有限公司（以下簡稱台電）所有，台電離岸風電示範風場2018年初決標後，目前已邁進實質開發階段，21部離岸風機目標在2020年陸續加入台電的服務行列，一年將可供應超過3.6億度的綠電[2]。

被政府列為綠能重點發展目標的風電產業，目前正如火如荼地展開，風電相關之運維工作，除借鏡世界各國的成功經驗、複製歐洲規範與技術，更重要的是，根據臺灣風場特色做在地化調整，以達到風場營運之最大效益。以下茲針對台電風場運維現況及未來展望進行說明。

二、防微杜漸 即時管理

要讓風機保持在滿分的狀態，就一定要做好兩大關鍵，一個是監測，另一則是維修。為了有效監控各地風場，台電已開發再生能源監控系統，該系統整合台電各部風機的運轉資訊，並可透過3D模擬圖像顯示現場風機狀況。台電人員身處監控中心，就能即時掌握風場運作，得知各部風機處於正常發電、待機、通訊中斷、定期保養或故障等狀

態，有助於風機運維作業及人員調度。

以正在進行中的離岸風場一期工程為例，當設置完成後，該監控系統將扮演舉足輕重的角色，在風機出現異狀的最初期，就必須即時通報維修人員進行處理，一方面降低設備損耗，同時也能延長風機的使用壽命，減少營運成本。

該監控系統可用來監視和蒐集訊號，即時了解風機狀況，並藉由遠端連線現場控制主機，依使用者權限下指令進行操控，進行風機啟動或停止。一般來說，風機最常因為運轉異常或進行保養維修而停機，颱風來臨時，為了避免因風速過大，造成風機損壞，也會停機保持迎風轉向的狀態，在正常運轉狀態下，假如風速超過設定安全值，風機也會啟動保護裝置自動停止。

目前監控系統的建置可分為風機現場與監控中心，以現場來說，每部風機的控制器會即時將這些風機運轉訊號送回位於電氣室的控制主機，同時整合電氣室設備運轉狀況，藉由台電內部網路，即時將這些風機訊號傳回監控中心，以利集中監控，如圖1所示 [4]。

目前台電陸域風機運維，雖然利用監控中心的即時資訊掌握風機故障訊息，但仍偏重傳統巡修模式，即派遣維修人員赴現場巡視，透過檢視、葉片異音，或高倍專業相機的拍照，以掌握風機運轉狀況。台電未來將採用不同感測器進行即時監控與故障分析，務求風機損壞最初期就能及時進場保養維修 [3]。

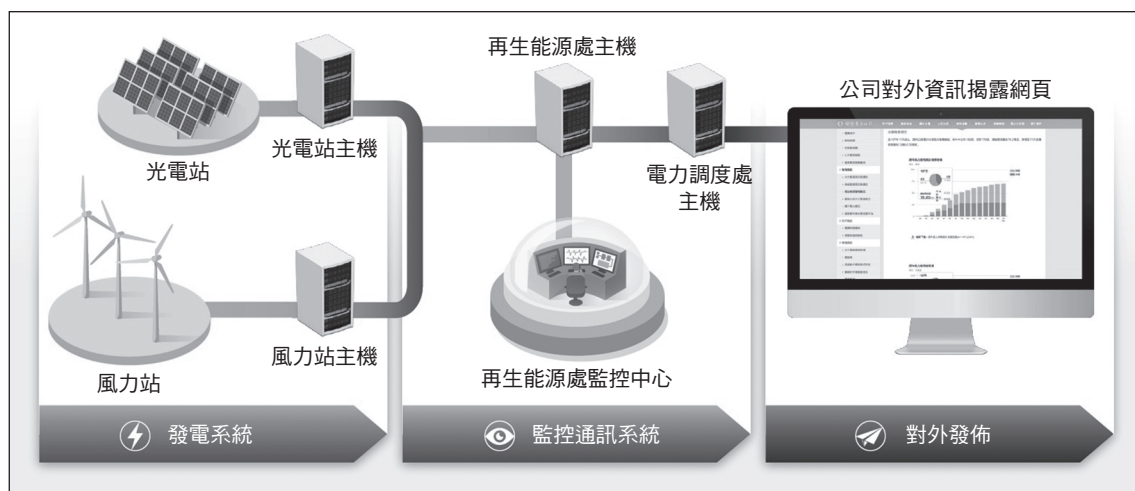


圖 1 風力及光電監控系統架構圖 [4]

監控中心獲取的數據，堪稱未來風電發展的利基，例如近年台電綜合研究所亦與學校團隊進行研究，希望能延長風機塔架20年使用年限的「塔架延壽計畫」，就必須由監控中心提供相關數據協助研究。另台電開發的預測系統，同樣依賴監控中心提供的風機資訊為基礎，結合氣象單位的資料，用以預測未來48小時的風力發電量，供台電電力調度之參考。未來離岸風機數量增加，發電量隨之變大，預測系統在電力調度扮演的角色也將變得更加重要。

完善的風機監測，還必須納入天氣與海象之監測數據，才能相輔相成。台電於2016年，在彰化芳苑王功漁港外海6公里處，設置高97公尺的海氣象觀測塔，監測包括風速、風向、氣壓、氣溫、濕度、雨量、海流、太陽日射量等多種參數，經長期蒐集資料後，透過大數據資料庫分析，不但可以用來判斷鄰近場域是否適合發展離岸風力，也可做為

建置風場的參考資料，更可供未來風機運轉時運維策略使用。

三、專業培訓 厚植人力

風機運維需要大量人力，做好專業分工才能達到最佳營運效果。台電在風機運維人力上力求精實，協力廠商負責提供基礎人力以進行異常設備的修護工作，台電技術人員進行狀況監測、分析掌握設備效能的角色，雙方各司其職，等同於台電負責「資產管理」工作，以精準、高效率的管理模式謀取最大的效益

同時，為了因應再生能源重要性逐步提升，目前台電再生能源運維人力主要由土木、機械和電氣專業人員組成；但在遠端監控技術建置完成之後，大數據分析變得非常重要，因此需要系統資訊分析師提供具體可行之運維策略。

過去，臺灣在地的風電「綠領」人才，多偏重在陸域風機的運維，面對與海爭地的未來新型態，不只現有的風機運轉維護、風機葉片檢修技師等人力需求會大幅增加，還會需要海事工程技師、航運及碼頭管理人員等新興職缺，其與陸域風機運維最大不同之處在於，這批堪稱海中蛟龍的團隊，必須直接面對海上作業的變數與考驗。

由於離岸風電運維人員必須出海，具有高風險，將來要去海上執行業務有一定的危險性，未來所有相關運維人員都需要取得證照才能入行，所以台電攜手臺灣港務公司、中鋼、台船等國營及民間公司，組成「臺灣風能訓練股份有限公司」，未來將與世界風能組織（Global Wind Organization, GWO）合作，將師資及教材全面導入臺灣，提供急救、人工操作、火災感知、高空作業、海中求生等5大基礎安全訓練及認證，甚至更進一步提供直升機水中逃生訓練、風機進階技術訓練與風機商客製化訓練服務，希望能成為全方位離岸風電人才的培訓基地[4]。

四、智慧檢修 帶動產業

再生能源電力設施占地面積寬廣，且分散於各地，使得運維格外不易，目前陸域風機的維護主要依賴人工作業，未來離岸風機增加，勢必增添船隻出海的成本和風險，這時無人機偵測技術便派上用場，國外已發展出結合無人機和人工智慧的技術，將其應用於風電設備的檢測與維護，而台電公司現與中興大學進行技術合作，即希望借重其研發的無人機判讀技術，巡查幅員遼闊的離岸風場，進而定位損壞的部分，藉此推進風電

產業發展。

陸域風機透過監控系統和人力巡檢做到防微杜漸，但離岸風機則必須開船巡航，耗費的人力、物力更大，為了達到控制成本、有效管理的運維模式，無人機亦可大量運用於離岸風場之運維工作。受過專業訓練的技術人員，透過無人機上配備的偵測儀器傳回即時影像或訊號，就可在陸上的監控中心進行風場管理、判讀資訊，如圖2所示；另一方面，在廣達100平方公里的離岸風場海域中，無人機還可透過GPS定位巡航，監看管制區內是否有漁民捕魚或釣魚，此外風場旁邊即是國際航道，也能藉此留意是否有商船靠近風場，或有船隻失去動力漂移，減少風機被撞擊的可能性。

離岸風電產業的發展，除了有創造就業機會、帶動產業轉型的外溢效應，因為高度依賴監控系統降低運維成本，也同時促成整合性通訊技術、無人機飛控、AI智慧等高科技研發技術的提升，未來，台電除了借重



圖2 智慧檢修應用於風電運維作業 [4]

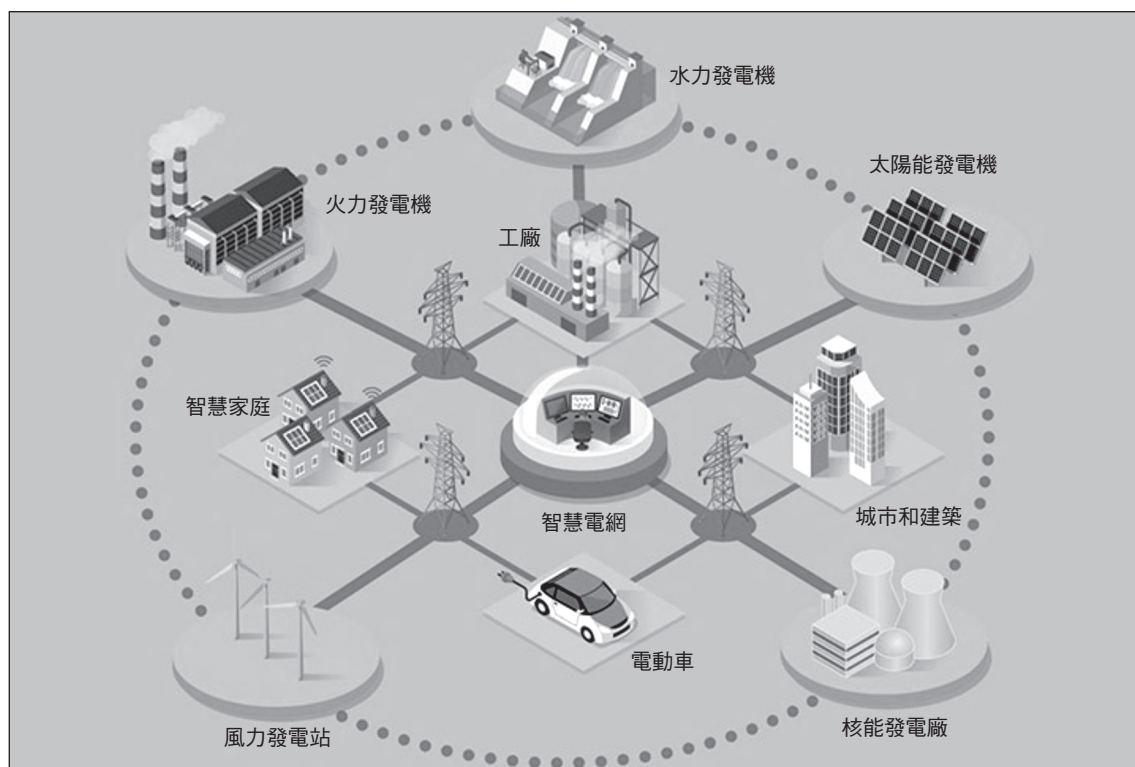


圖 3 透過智慧調度提供綠能穩定併網 [5]

國外廠商的資源和經驗，更將結合臺灣中小企業的在地優勢和創新能力，並且培訓足量且適格的風場運維人員，在公司既有的電力工程技術優勢之上，精進海事工程與監診技術，以期在本土風電產業鏈中，扮演培育在地人才及引領產業未來的要角[4]。

五、智慧調度 穩定供電

隨著各國進入低碳時代，智慧電網已成國際趨勢，其優勢在於大規模有效整合、調控、監測供電與用電情形，進而帶動節能意識與確保供需穩定平衡。在臺灣，國家擬定智慧電網政策，台電配合執行，使智慧電網

的應用近年來已逐步打下穩固基礎，同時使再生能源併聯產生更大效益，迎接聰明用電的未來。

在2025年再生能源發電量占比達20%的前提下，未來，台電將結合人工智慧與大數據分析，與氣象局及業者建立電力氣象圖，提升預測再生能源發電量的準確度，讓調度員能預作準備進而穩定供電，如圖3所示。在民眾、台電和政府攜手下，智慧電網才能夠智慧的平衡調控電力，使再生能源得以有效利用，在電力供需面上有效連結整合，建構更友善用電環境，達到智慧應用能源的未來[5]。



參考文獻

1. Global Wind Energy Council (GWEC), Global Wind Report 2018, 2019.
2. 台灣電力股份有限公司，再生能源發電概況，<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=204&cid=1581&cchk=82fb957e-2fe8-49b6-90a9-b750387de936>，108 年 (a)。
3. 台灣電力股份有限公司，離岸風電邁大步 在地化的運維及育才挑戰，<https://tpcjournal.taipower.com.tw/article/2945>，台電月刊 673 期，108 年 (b)。
4. 台灣電力股份有限公司，宏觀風電產業的運維科技 綠領人才建構綠色競爭力，<https://tpcjournal.taipower.com.tw/article/2947>，台電月刊 673 期，108 年 (c)。
5. 台灣電力股份有限公司，電網「新」連「心」站上智慧用電全球浪潮，<https://tpcjournal.taipower.com.tw/article/2885>，台電月刊 672 期，107 年。