

展望我國大型風力發電

文・圖／林士鈞

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風能相當豐富，極具風力發電潛力。而且，風力發電為目前經濟性較佳之再生能源，具有點狀使用、對於環境之衝擊小於一般傳統電廠之特性，所以風力發電被視為推動再生能源之重點。

從風車到風力發電機

風力發電機隨著時代的需求而演變，從18世紀的風車演變到21世紀的大型風力機，除了是人類科技技術的進步外，主因出於全球氣候變遷、能源供需嚴重失調，提高了人們對於再生能源的認知及需要。

風力發電系統原理看似簡單，其實在高聳的塔架和旋轉的葉片背後，包含著複雜的輕型材料設計製造、空氣動力學設計、電子控制系統以及先進發電機，這些都是風力發電機長期持續運轉的重要關鍵。以技術來說，風機容量和特性已大幅提升，20年前的單機容量僅25瓩，至今市場上銷售之商業化風機，其單機一般為800~3,000瓩，且有多家業者針對單機容量4,000~6,000瓩的機組進行研發測試及運轉，早在2002年底，德國安置了第1台Enercon 4,500瓩之風機，約可供3,000戶家庭使用，光葉片直徑即達112公尺，更大的6,000瓩機型也在2006年初開始運轉。這些大型發電機組不但提升了單機發電容量，同時也降低關鍵元件的重量（如葉片、發電機等）以減少塔架負擔，成為目前風力發展主流趨勢。

臺灣地區的風力資源

根據工研院能資所研究分析指出，臺灣地區地面風場年平均風速達每秒5至6公尺以上（約4級風）的強風區域超過2,000平方公里（全臺總面積35,873平方公里），風力潛能約400萬瓩，如考慮人文及地物因素，保守估計，臺灣地區至少有100萬瓩以上的陸上風能潛能可供開發。而海上風能潛力，在臺灣西海岸約有200萬瓩以上，合計臺灣有300萬瓩的裝置容量。隨著風力發電技術之精進，裝置容量還能再增加。在核能發電成為各方關注的焦點時，不論是從二氧化碳減量，或從環保的觀點來看，風力發電應是我國可以大力發展的一種可再生的乾淨能源。

國內風力發電發展

早在1960年初，台電公司就在澎湖白沙鄉進行過風力發電應用試驗，由於效率不彰，當時未再繼續研究。

直到1980年能源危機發生，再生能源再度被提起，當時工業技術研究院能源與資源研究所，分區完成臺灣地區的風能潛力評估，並建立風力機研製技術能力，於新竹縣湖口鄉風力

苗栗縣後龍鎮風力發電機，圖由英華威風力發電集團提供。



試驗場陸續完成4、40、150瓩等三型風力發電機的開發與運轉試驗。惟當時國際能源價格偏低且風力發電成本仍高，在缺乏經濟效益下，風力機研發工作遂告中止。

其後，政府為降低傳統發電所產生之溫室氣體排放及兼顧環保，積極推動潔淨能源運用，訂定了相關補助措施，第1個接受補助設置之風場在雲林縣麥寮鄉臺塑六輕工業區附近的「麥寮風力發電示範系統」，該示範系統於2000年12月27日正式啟用，是首座運轉之民間風力發電機，裝置容量為2,640瓩（4座風機），其產出之電力供六輕工業區使用。有了成功開發經驗，帶動台電公司及民間業者相繼投入陸域風能開發。

直至2003年11月11日，先前補助措施改以每度電2元（每度電等於每瓩小時，即連續1瓩1小時等於1度電）由台電保證收購，成功帶動台電公司及德商英華威風力發電集團相繼投入風力發電廠開發，期初發展頗為順利且有數個大型風力發電廠開始商轉，其中德商英華威風力發電集團更於2006年3月在苗栗縣後龍鎮及竹南鎮更完成臺灣首座民營大型風力發電廠，風力發電機25座、裝置容量4.8萬瓩（發電量約可供臺灣3萬多戶家庭使用），惟後來石油價格急速上漲，風力發電機需求及成本急遽上升，投資經濟效益降低，直到2009年7月8日政府公告「再生能源發展條例」後，再生能源推動有了法律基礎，最重要的是規定政府每年需因應再生能源發電技術進步、成本變動等因素，檢討修正躉購費率，使得近2年來，陸域大型風力發電躉購費率由每度電2元上升至每度電2.61元，幅度達30.5%；離岸式風力發電每度電今（2011）年度收購費率更高達5.56元/度（2010年度台電公司平均每度售電單價2.61），可見風力發電對於再生能源之重要性。

現行申設大型風力發電廠主要分為籌備創設、施工許可及成立給照等3階段，目前申請業

者仍以台電公司及英華威風力發電集團為主，截至2011年7月底止，共有263座風機取得電業執照，裝置容量為51.3萬瓩，約可供34萬戶使用；49座風機取得施工許可，裝置容量11.2萬瓩；28部風機取得籌備創設，裝置容量6.4萬瓩。

表：國內風力發電廠統計表

統計時間：2011年7月底

現況	民間		台電		合計	
	風機座數	裝置容量	風機座數	裝置容量	風機座數	裝置容量
商業運轉	101	22.5	162	28.9	263	51.3
施工許可	46	10.6	3	0.6	49	11.2
籌備創設	28	6.4	0	0	28	6.4

註：裝置容量單位為萬瓩

從陸域走向海上

風力發電可降低二氧化碳排放並提高能源自產率，對臺灣而言具有雙重功效，臺灣的風力發電大部分設在西部沿海的苗栗、臺中及彰化，其密度已高，未來必須向西部沿海其他地區如雲林、嘉義等前進，其發展成效和經濟效益與當地環境息息相關，政府每年之收購價格調整後，原先風況較差、經濟效益較低之地區，可望吸引業者投資未開發地區。

鑑於陸域優良風場日趨飽和，為進一步強化風能開發利用，經濟部決定朝海上發展，已於近日公告「風力發電離岸系統示範獎勵辦法（草案）」，尚有技術、法規等問題待克服，目前仍倚重台電作為領頭羊，開先例，吸引其他民間業者跟進。

經濟部計畫設置600座離岸式風力發電機組，可創造離岸風力產業超過新臺幣5,000億元產值。預計給予每案風場示範獎勵費2.5億元，另提供50%設置補助費用。首座離岸風場最快在2015年完成，2030年前完成600座，裝置容量可達300萬瓩；而陸域風場於2020年前可再設置450座，二者合計共超過1,000座風力機，總裝置容量將達420萬瓩（相當於3座核一廠），約占再生能源裝置目標的33%以上，可望成為臺灣電能替代最主要來源之一。（本專題策畫／臺大綠色電能研究中心陳德玉主任）

參考文獻：

- (1)經濟部能源局委託工研院能資所與中央大學大氣物理所合作研究成果。
- (2)江威君，經濟部能源局能源報導，2005年5月。
- (3)英華威風力發電集團，臺灣發展風力發電潛能說明。
- (4)經濟部能源局網站，<http://www.moeaec.gov.tw/>
- (5)經濟部能源局，99長期負載預測與電源開發規劃摘要報告。



林士鈞小檔案

2007年臺北科技大學畢業，並於同年進入經濟部能源局服務，負責民營電廠及汽電共生系統設置輔導工作，專長為「電業法」、「再生能源發展條例」及相關子法，近期致力於國內民營風力發電廠輔導設置，包括籌備創設、施工許可及成立給照。目前就讀於臺灣大學電機所（碩士班）。