

全球再生能源發展



文·圖 黃念國／轉投資處

再生能源 (Renewable Energy) 係來自大自然的能源，可持續不斷從自然過程中補充，如太陽能、風能、潮汐能、地熱能、水力、生質能等。2021年8月9日，聯合國政府間氣候變化專門委員會 (IPCC) 報告指出，全球氣候更加惡化，平均溫度最快2030年上升1.5°C，熱浪、乾旱、洪水、颶風造成嚴重生命與財產損失。面對極端氣候頻仍，各國政府陸續提出零碳排目標，減少對化石能源依賴，再生能源發展受到重視。

全球綠能持續發展，太陽能風力增幅大

2021年4月，國際再生能源機構 (IRENA) 發布《2021 再生能源統計》(Renewable Capacity Statistics 2021) 報告：2020年全球再生能源裝置容量大增260GW (1GW=100萬瓩)，較2019年176GW增加近50%。其中水力發電1,211GW占大宗，太陽能與風力增幅最大，分別為127GW及111GW。截至2020年底，全球共34個國家再生能源累積裝機量超過10GW。其中亞洲：中國大陸894.88GW、印度134.20GW、日本101.37GW；歐洲：德國131.74GW、西班牙59.10GW、法國55.37GW；美洲：美國292.07GW、巴西150.05GW、加拿大101.19GW。(註)

節能減排成本降低，加速再生能源發展

全球再生能源迅速發展，主要歸因於：

節能減排成為趨勢：因應氣候變遷，全球許多國家陸續推出綠能政策，除透過立法，並提供不同財政補貼，發展太陽能、風力等再生能源。

發電設備成本降低：由於技術進步、規模製造、

廠商價格競爭，設備成本大幅下跌。以太陽光電為例，太陽能板單位製造成本從2010年每瓦(W) 2美元，降至2020年0.2美元，降幅高達90%。

發電效率穩定提升：技術創新也推升再生能源發電效率，如太陽能追日系統能隨太陽位置變化，精準追蹤日照。此外，透過分散式發電、電網彈性調度，以及儲能系統配合，再生能源朝更穩定方向前進。

金融機構支持投資：與核能相較，再生能源建造及營運風險相對低，成本結構更透明。金融機構易掌握投資風險與報酬，協助企業投資力道。

謹就全球主要發展再生能源國家分析如下：

中國大陸裝機領先，積極拓展風力光電

截至2020年底，中國大陸累積再生能源裝機量達894.88GW，居全球首位；2020年新增再生能源裝機量136GW，占全球半數，其中許多廠商趕在2021年8月1日取消太陽能及風力發電補貼前進行搶建。2021年7月，中國國家能源局發布資料顯示，2021年上半年中國大陸再生能源持續成長，新增裝機容量97.1萬瓩；其中，水力37.8萬瓩、風力29.2萬瓩、太陽能26.8萬瓩、生質能3.32萬瓩。

2020年9月，中國大陸提出2060年實現碳中和、2030年非石化燃料電力提高到25%目標，並規劃2030年風力及太陽能發電裝機容量1,200GW，較2020年增加200%，同時將風力及太陽能之能源消費占比從9.7%升至16.5%。目前水力仍是中國大陸再生能源最大發電來源，占全國電力消費總量17.8%。然面對開荒興建水電大壩難度

增加、居民遷移與環境破壞等問題，未來新建大型水力電站更將不易，再生能源發展主要落在風力及太陽能。

德國力推再生能源，綠電比重首度過半

歐洲為全球第二大再生能源市場，其中以德國新增裝機容量最大。2000年德國立法給予再生能源優渥電力收購價，帶動風力、太陽能、沼氣發電快速成長。2014年起，每3年政府公布《能源轉型進展報告》，全面檢視能源轉型進度，適時提出補充與修正。2016年11月，德國進一步發布《2050氣候行動計畫》，並於2019年11月通過氣候行動法、2021年1月通過《可再生能源法（修正案）》，將2030年太陽能累計裝機量目標量提高到100GW，並訂定回饋地方機制、減免太陽光電附加費、加強電網、市場整合等措施，加速風力、太陽能、綠氫、智慧電網發展。

2020年德國風力和太陽能發電量達1,830億度，超越煤炭、石油、天然氣等化石燃料之發電量1,780億度，再生能源發電比重首度過半。目前風力及太陽能是德國發電主力，風力占發電總量27%。隨著再生能源比重增加，電力系統波動性越大，系統平衡成本越高。德國天氣預報中心歷經8年完成三期國家研究專案，改進多種氣象預報模型，精準預測再生能源發電量，提高能源系統靈活性，有效降低電力平衡成本。此外，德國北部地勢平坦，擁有數以萬座風力發電機，為因應發電不穩定性，德國與北歐水力發電大國挪威合作，2021年3月興建完成623公里海底電纜，將德國風力發電場過剩電力輸往挪威，並在非季風期間從挪威輸入電力供應。

日本政府財政扶持，吸引企業綠色轉型

2020年12月，日本政府發布「綠色成長戰略」，將海上（離岸）風力發電、電動車、氫能源、

海運、航空、住宅建築等14個領域納入溫室氣體減排項目，提出具體計畫目標與完成年限，其中最遲2030年代中期禁售燃油汽車。2021年4月，日本訂定2030年溫室氣體排放量較2013年減少46%目標，重新修正現行能源結構，大幅提高再生能源發電比例。2021年5月，日本國會通過《全球變暖對策推進法》，明訂2050年達成碳中和。2021年7月，日本政府公布最新國家能源戰略草案，提議未來10年將太陽能等再生能源發電比例提高一倍，從2019財年（2019年4月至2020年3月）之18%，擴增為36-38%、煤炭使用比例由26%降至19%、液化天然氣從56%降為41%、核能發電比例維持20-22%。

為達成溫室氣體減排目標，日本政府採取財政扶持、融資援助、稅收減免、監管體制、加強國際合作等措施，吸引企業將巨額儲蓄轉為投資。其具體做法包括：設立2兆日元基金協助碳中和相關創新技術研發、提供5,000億日元設立大學基金強化學界研發基礎、設立1.1485兆日元補助中小企業轉型、投入1,094億日元創設綠色住宅積分制度引導居住綠色化、另對實行節能與綠色轉型投資企業進行減稅。其主要促進太陽能、風力發電，同時訂定2040年海上風力發電目標4,500萬瓩作為擴大再生能源核心工作。目前日本海上風力發電能量約2萬瓩，計畫2030年增加約10座核電廠之發電量（1,000萬瓩）、2040年提高到3,000-4,500萬瓩，次於歐盟及中國大陸。

美國實施抵稅措施，激勵再生能源發展

2021年1月美國拜登總統上任後，立即宣布重新加入《巴黎氣候協定》。並提出2030年溫室氣體排放減量50%、2035年達到發電淨零碳排放、2050年實現碳中和。受益綠色振興計畫及再生能源抵稅措施：聯邦生產稅收抵免（Federal

Production Tax Credit, PTC)、投資稅收抵減 (Investment Tax Credit, ITC)、以及各州政府訂定之再生能源配額制 (Renewable Portfolio Standard, RPS), 2020 年為美國再生能源投資增幅最多一年, 裝機容量 29 GW, 其中太陽能 15 GW、風能 14 GW; 再生能源發電量達 8,340 億度, 約占發電總量 21%, 首次超越核能與煤炭, 僅次於天然氣之 1 萬 6,170 億度。2021 年 2 月美國制定《可再生能源和效率法案》, 將太陽能投資稅收抵免 (ITC) 延長 5 年。因此, 2021 年首季美國太陽能新增裝置容量 5 GW, 較 2020 年同期增加 46%。為達成 2035 年發電淨零碳排, 未來美國將加速淘汰燃煤與燃氣電廠, 增加風力及太陽能發電。

印度有利發展光電, 躉購費率影響投資

印度僅次於中國大陸為全球第二大石油進口國, 76% 原油仰賴進口。為提振受疫情重創經濟, 降低能源對外依賴, 2021 年 8 月, 印度總理莫迪宣布印度最新基礎建設計畫 “Gati Shakti”, 規模達 100 兆盧比 (1.35 兆美元), 其中包括擴展太陽能、天然氣、電動車及綠色氫能。印度早於 2010 年決定大舉發展太陽能, 2014 年印度總理莫迪上任後, 提出 2022 年新增 175 GW 再生能源, 其中新增太陽能 100 GW。然印度再生能源實際發展未達莫迪所訂目標, 截至 2021 年 7 月, 太陽能裝機容量僅 44 GW。2020 年印度再提出 2030 年再生能源裝置容量 450 GW 宏大目標, 其中太陽能 280 GW。

印度國土廣大, 適合發展太陽能; 在人口成長、人均所得提高、政府積極發展製造業下, 用電需求高漲。政府為提高能源供應, 積極扶持本土太陽能產業, 自 2018 年開徵防衛稅, 抑制國外太陽能產品進口; 並將於 2022 年 4 月起對所有國家

全面課徵太陽能設備及產品進口稅。經過數十年能源轉型, 仍面臨許多問題, 包括電網與儲能系統未臻完善、輸電線路興建受居民阻擾、延遲完工造成款項無法入帳等。另印度太陽能躉購費率偏低、全球原物料價格高漲、太陽能面板和零組件價格攀升, 影響業者投資及擴建太陽能意願。

淨零碳排普獲重視, 發展綠能必走道路

使用清潔永續能源, 不僅為了居住家園更安全, 也關乎產業未來競爭力; 全球能源發展正在轉變, 淨零碳排已成時代趨勢。2020 年 9 月英國石油公司 (BP) 斥資 11 億美元, 取得挪威挪威國家石油公司 (Equinor) 在美國兩項風力發電計畫各 50% 股權, 正式跨足離岸風力發電領域; 亞馬遜公司 (Amazon) 在加拿大、美國、西班牙、瑞典和英國投資 9 項再生能源; 義大利國家電力公司 (Enel)、西班牙伊比德羅拉 (Iberdrola)、丹麥沃旭能源 (Ørsted)、荷蘭皇家殼牌 (Shell)、法國道達爾 (Total)、德國萊茵集團 (RWE) 等能源巨擘亦投入巨資發展再生能源; 國際知名企業如國際商業機器公司 (IBM)、微軟 (Microsoft)、蘋果 (Apple)、谷歌 (Google)、臉書 (Facebook)、沃爾瑪 (Walmart) 等都提出零碳排計畫。全球極端氣候日益嚴重, 未來 10 年將是關鍵時期, 不僅電力生產須轉向再生能源, 交通、建築、工業等各個領域也要積極減碳。

我國能源 98% 仰賴進口, 再生能源比例仍低。面對國際減碳發展及綠色供應鏈要求, 國內企業宜及早因應。2021 年 6 月, 台達電、台積電、友達等八家科技公司組成「台灣氣候聯盟», 率先承諾「2030 年前企業成員自有或租賃車輛 100% 電動化」、「2050 年前達到製程 100% 使用再生能源」。環顧全球氣候變遷與再生能源趨勢, 發展綠能已是台灣必走的道路。🌱

註: 根據環境資訊中心及經濟部能源局統計資料, 2020 年我國再生能源裝置容量為 5.8 GW。