

關鍵議題評析：

美國再生能源發展現況及展望 —風力及太陽能發電將為主流

方端言

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

美國再生能源發電量在 2018 年達到 7,128 億度的新高，占總發電量 17.1%，其中以風力及太陽能發電量成長最多，2018 年風力發電為 2,750 億度(占全美總發電量 6.6%)。太陽能發電為 666 億度(占全美總發電量 1.6%)。從 2009 年到 2018 年，美國風力及太陽能發電量增加 4.6 倍。由於再生能源發電效率提升，技術成本下降。國際再生能源署(IRENA)報告亦指出，再生能源發電成本持續下跌，可提供低成本而有效的方式解決全球減碳議題，而風力發電與太陽能發電價格將低於化石燃料發電。

關鍵字：美國、再生能源占比、再生能源

一、前言

2018 年美國全國電力總發電量為 41,778 億度，其中 63% 的發電量來自化石燃料（包括燃煤、天然氣、石油和其他氣體），有 20% 來自核能發電，其他 17% 來自再生能源。然而燃煤發電量減少最多，從 2009 年的 17,559 億度降至 2018 年的 11,464 億度，10 年內減少 34.7% 的發電量。石油發電量也逐年減少，取而代之以天然氣及再生能源的發電為主軸，逐年增加其發電量及占比，從 2009 年至 2018 年，天然氣及再生能源的發電占比從原本 34.1% 成長至 52.3%，未來趨勢將持續成長。

依據初級能源總消費量統計，2018 年消費量較前一年增加 3.5%，為近 10 年以來的新高；其中化石能源占 80% 為最大宗（燃煤 13%、石油 36.5%、天然氣 30.6%），再生能源占 11.4%。與 2009 年相比，初級能源消費中再生能源部分，占比由 8.1% 提升至 11.4%。

美國再生能源發電量 10 年增加 2,950.1 億度，發電占比從 2009 年的 10.6% 成長到 2018 年的 17.1%。在各類再生能源發電中，以風力發電成長最多，增加 2,010.7 億度，太陽能發電次之增加 657.1 億度。

依據美國能源資訊局（EIA）分析，2018 年小型太陽能光電系統（小於 1MW 的發電機）額外產生 300 億度的發電量，其中大多安裝於建築物屋頂上。抽蓄水力發電量為負成長，因為抽蓄水力發電設施的電力消耗量超過其年發電量。大多數抽蓄水力系統使用化石燃料或核能將水抽至系統的儲蓄設備內。

二、推動現況及目標

美國近 10 年電力供應狀況，全國總發電量微幅增加 5.7%。發電量的成長以天然氣和再生能源最多，因此取代部分燃煤發電，使得燃煤發電量得以持續減少，其占比從 2009 年的 44.4% 下降至 2018 年的 27.5%，而核能發電也有微幅下降。

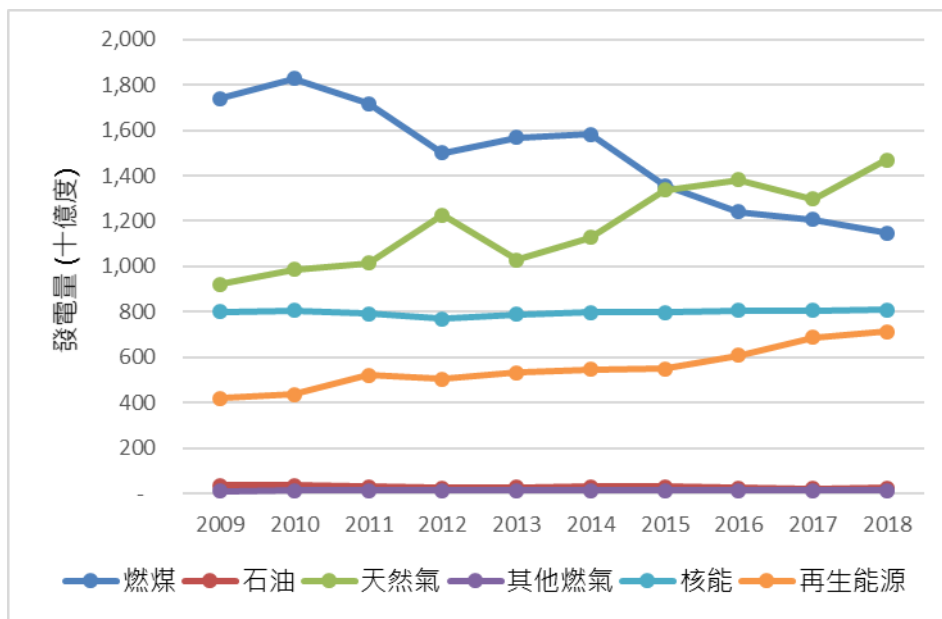


圖 1、2009-2018 年各類能源發電量

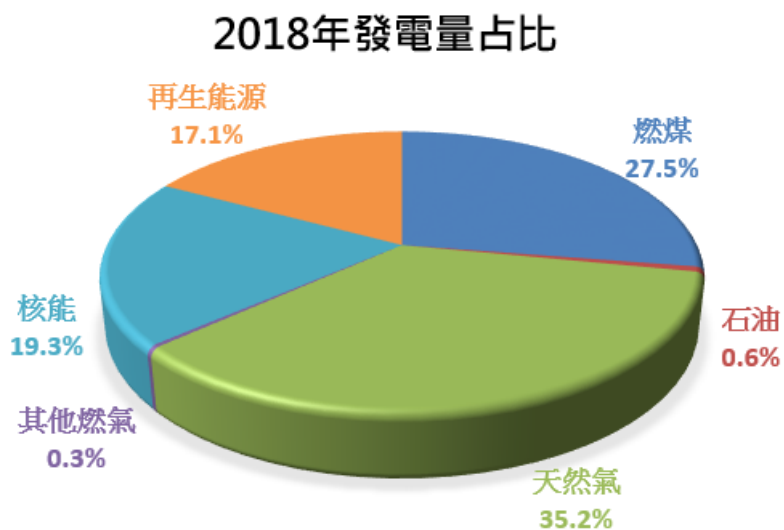


圖 2、2018 年各類能源發電占比

美國再生能源發電量從 2009 年到 2018 年成長了 1.8 倍(不含水力發電)，其中風力發電成長 2.7 倍，太陽能發電成長 74 倍為最顯著。

風力發電從 2009 年的 739 億度，成長至 2018 年的 2,750 億度(占全美總發電量 6.6%)。太陽能發電從 2009 年 8.9 億度，到 2018 年的 666 億度(占全美總發電量 1.6%)。

2009年再生能源發電占比

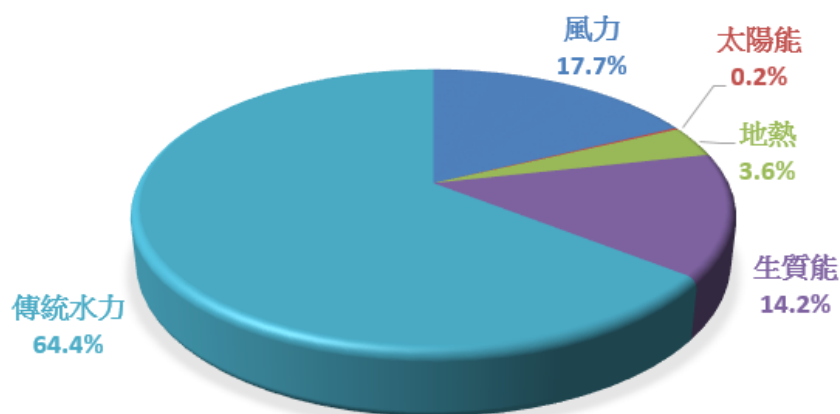


圖 3、2009 年各類再生能源發電占比

2018年再生能源發電占比

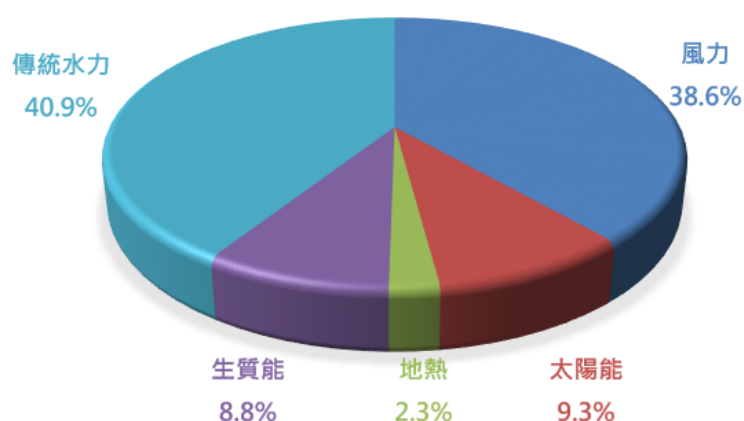


圖 4、2018 年各類再生能源發電占比

美國水力發電長期維持穩定，其發電量的變化差異主要是來自於每年降雨量多寡。從 2009 年至 2018 年，美國水力發電最低發電量為 2,491 億度，最高發電量為 3,129 億度。

美國再生能源推動主要是由各州自行訂定再生能源配額制 (Renewable Portfolio Standard, RPS)。聯邦政府亦有推動政策，包括有生產稅收抵減 (Production Tax Credit, PTC) 及投資稅收抵減 (Investment Tax Credit, ITC)。RPS 政策已在全美 29 個州及華盛頓特區施行。

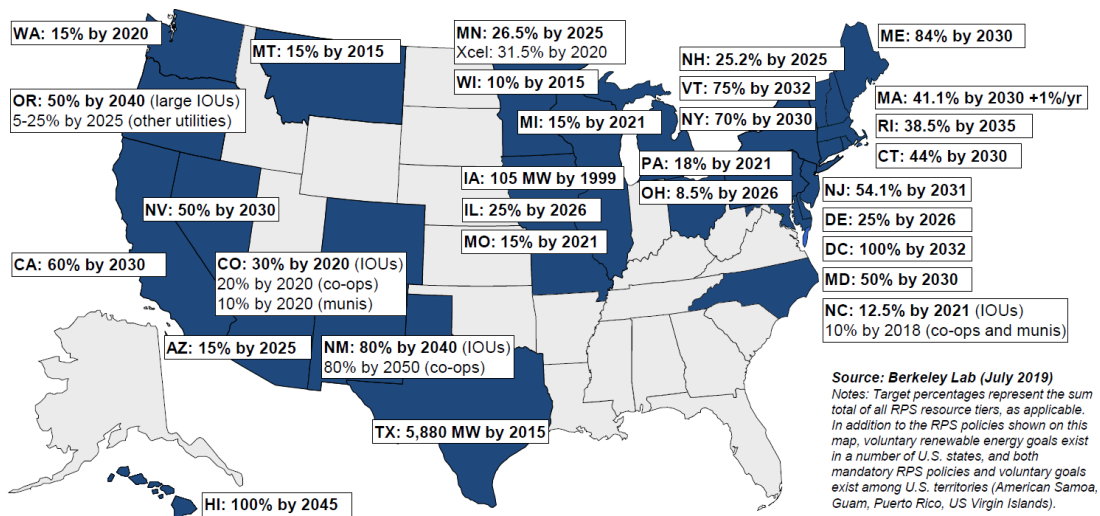


圖 5、美國各州再生能源配額制政策目標[3]

三、再生能源未來發展走勢

美國再生能源推動由於政策的利多及設置成本下降，將帶動發電量的成長。此外，美國頁岩氣開採技術的純熟，使得天然氣及石油產量持續增加，天然氣價格的調降，帶動電力價格的下跌。

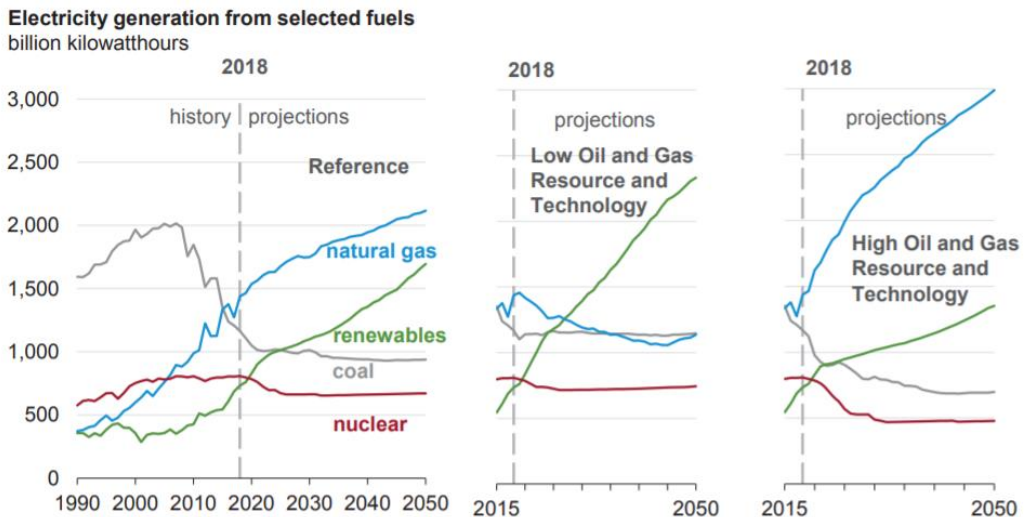


圖 6、依據不同情境評估各項能源發電走勢[1]

美國未來的能源走勢，依據 2019 年的美國年度能源展望(AEO2019)中

所有的情境推估下，燃煤和核能的發電量都將減少。在參考情境(Reference case)中，燃煤發電在總發電量中的占比從 2018 年的 27.5%，下降到 2050 年的 17%。核能發電從 2018 年占總發電量的 19% 下降到 2050 年的 12%。天然氣的占比則從 2018 年的 34% 增長到 2050 年的 39%，再生能源發電的占比顯著增加，從 2018 年的 18% 增至 2050 年的 31%。

在參考情境中，再生能源與其他能源供應相比，風力和太陽能發電由於成本下降及效率性能提升，更具競爭力。在短期內風力發電將增加，這些是因為關鍵的聯邦政策生產稅收抵減到期之前投入的新計畫。

在太陽能發電方面，太陽能投資稅收抵減在 2024 年後將逐步減少，並且自有住宅系統的投資稅收抵減到期，但對於公用事業規模和小規模應用的太陽光電產業而言，裝置容量將持續成長到 2050 年，預估未來太陽光電的成本都會下降。因為太陽能發電成本的下降速度遠快於其他能源的下降速度，美國在 2018 年至 2021 年間，風力和太陽能發電裝置量將增加 72 GW。

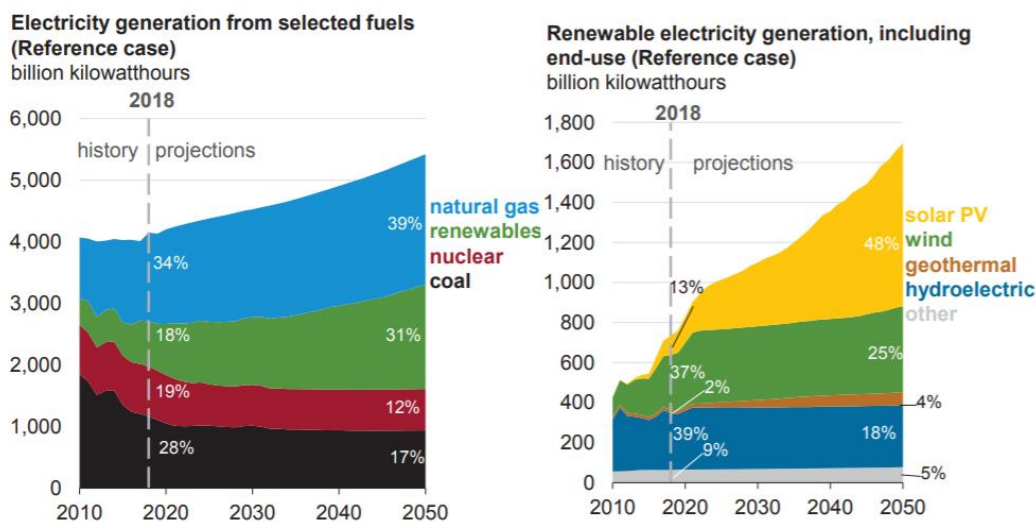


圖 7、至 2050 年各項能源發電量及占比推估[1]

從 2018 年的能源展望(AEO2018)公布以來，美國加州、新澤西州和麻薩諸塞州等都制定了新政策以增加再生能源發電或是無碳排放發電設備，在新澤西州一併支持現行運轉的核能發電。

到 2050 年時，符合美國各州的再生能源配額（RPS）所需的總發電量將達到 7,040 億度，但在 AEO2019 所有情境預估，符合規範的再生能源發電總量將超過預定配額一倍。

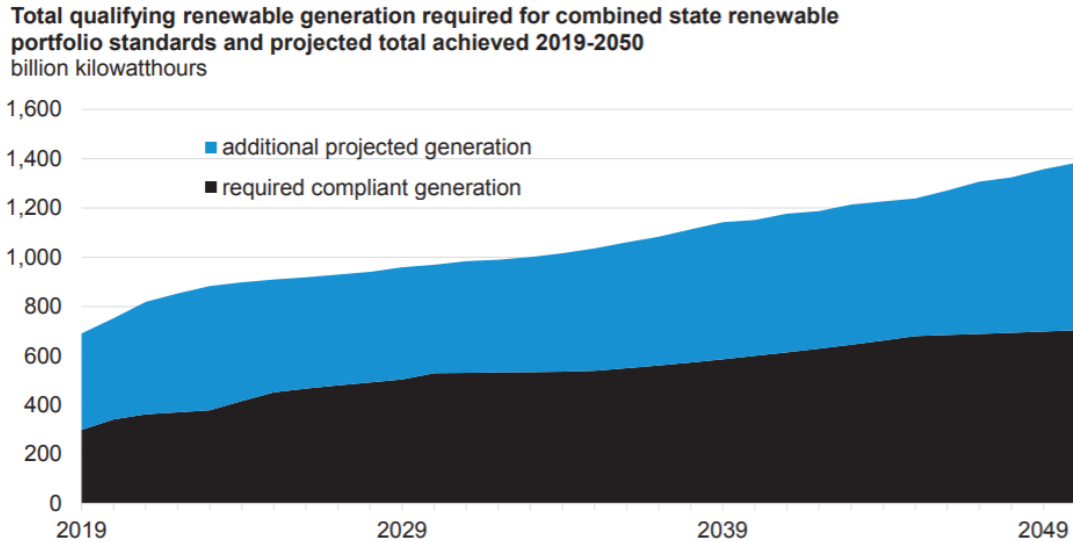


圖 8、預估各州再生能源發電量將超出再生能源配額要求[1]

美國在 2025 年前有許多發電設備將陸續除役。但由於天然氣價格低廉以及許多地區有過剩的產能，一些老舊發電設備除役將會反映燃煤發電量的減少。另一方面，新型高效能合併循環燃氣發電及再生能源發電加入，發電量將穩定成長直到 2050 年，可以滿足日漸成長的電力需求。

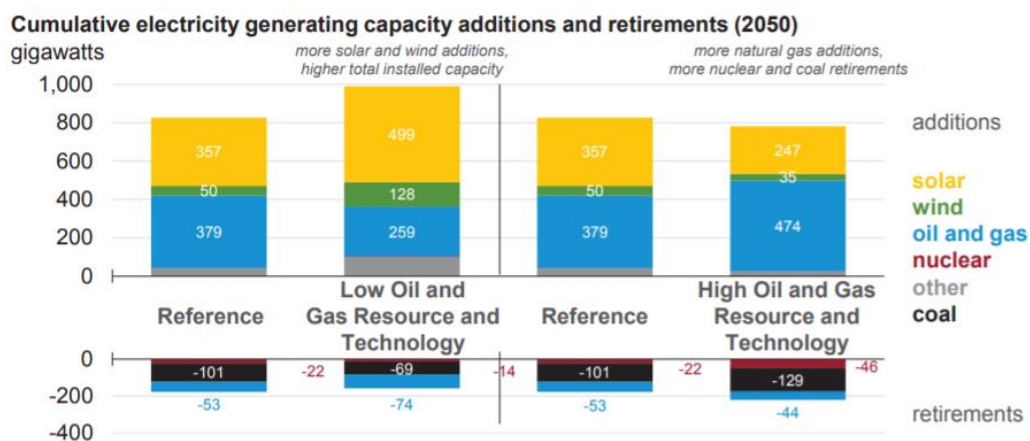


圖 9、2050 年發電設備裝置容量推估[1]

四、結論與建議

美國擁有豐富的煤炭、天然氣、石油、水力、核能等資源，使美國自產能源占比高。美國川普總統在 2017 年宣布退出《巴黎協定》，但全球各國減碳的壓力及美國國內環保減碳的意識抬頭，使得美國各州分別訂立再生能源配額規範，能源供應者須向再生能源發電業者購買綠電，促進再生能源產業發展。近年來風力與太陽能發電成本下降，發電效率提升，設置量大幅增加，燃煤、燃油發電量則持續減少。

以往美國國內原油開採較少，會從鄰近加拿大、墨西哥或是海灣國家進口，近年來頁岩開採技術成熟，使得美國國內天然氣及石油產量持續增加，但國內需求量沒有大幅成長，造成美國國內天然氣及油價下跌，但川普總統政策改變，開放石油出口，成為能源出口國。

我國近年能源轉型政策，以展綠、增氣、減煤、非核為主軸，增加使用低碳潔淨的能源，降低空氣污染。同時我國亦大力推展綠能政策，再生能源裝置量持續成長，尤其以風力發電及太陽能發電成長最快。而國際再生能源署(IRENA)報告亦指出，全球再生能源發電成本持續下跌，預估 2020 年風力發電與太陽能發電價格將低於化石燃料發電。

參考文獻

- [1] EIA, Annual Energy Outlook 2019 (2019/01/24)
<https://www.eia.gov/outlooks/aeo/>
- [2] EIA, Electric Power Monthly with Data for July 2019 (2019/09/24)
<https://www.eia.gov/electricity/monthly/>
- [3] Berkeley Lab, U.S. Renewables Portfolio Standards 2019 Annual Status Update (2019/07)
<https://emp.lbl.gov/publications/us-renewables-portfolio-standards-2>
- [4] IRENA, Falling Renewable Power Costs Open Door to Greater Climate Ambition, (2019/05/29)
<https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2019/May/Falling-Renewable-Power-Costs-Open-Door-to-Greater-Climate-Ambition>