

美國能源政策評析報告

方端言

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

美國國內生產毛額（GDP）約為我國的 33 倍，從 2009 年的 14.419 兆美元逐年成長達到 2017 年的 19.391 兆美元。美國國內雖然自產多樣化能源，但仍然進口大量能源。以初級能源消費統計，從 2001 年消費 21.914 千兆 Btu 減少至 2017 年的 13.862 千兆 Btu，其中以石油消費最高，其次為燃煤消費。而再生能源消費量持續增長，從 2001 年 5.162 千兆 Btu 增加至 2017 年的 11.016 千兆 Btu。2017 年美國初級能源總消費為 97.735 千兆 Btu，以石油消費最多，占比為 37.1%，再生能源占 11.3%。

2017 年美國總電力發電量 4034.27TWh，總電力消費量為 3723.82TWh。美國頁岩氣產量已逐年提升，2015 年美國頁岩氣產量已超過全國天然氣產量的 50%。依據美國能源資訊管理局（EIA）預估，2040 年美國太陽能及風力發電將大幅增加，而頁岩氣產量將較 2015 年成長 1 倍以上，全球天然氣需求將有 30% 來自於頁岩氣。

關鍵字：美國、能源供給、能源消費、再生能源

英文摘要(Abstract)

The Gross Domestic Product (GDP) in the United States overtakes approximately 33 times that of Taiwan, the continued growth from 14,119 billion USD in 2009 reached 19,391 billion USD in 2017. There are a variety of energy productions in the United States, even though it is an energy importing country. In the primary energy consumption statistics, not only energy import productions decreased but also the domestic primary energy consumption slashed. In particular coal-consumption, the reducing counts from 21.914 Quadrillion Btu in 2001 to 13.862 Quadrillion Btu in 2017. The renewable energy consumption continues to grow, from 5.162 Quadrillion Btu in 2001 to 11.016 Quadrillion Btu in 2017.

In 2017, the total primary energy consumption is 97.735 Quadrillion Btu. The largest proportion of total consumption is crude oil of 37.1% and the renewable energy is 11.3%. The total US electricity generation capacity is 4034.27TWh in 2017 and the total electricity consumption is 3723.82TWh. In the United States, shale gas production has increased year by year. Shale gas production is accounted for more than half of U.S. natural gas production in 2015. According to the US government Energy Administration (EIA) estimates, The U.S. shale gas production is accounted for more than double production from 2015 to 2040. Shale gas is expected to account for 30% of global natural gas production in 2040.

Keywords: the United States, energy supply, energy consumption, renewable energy

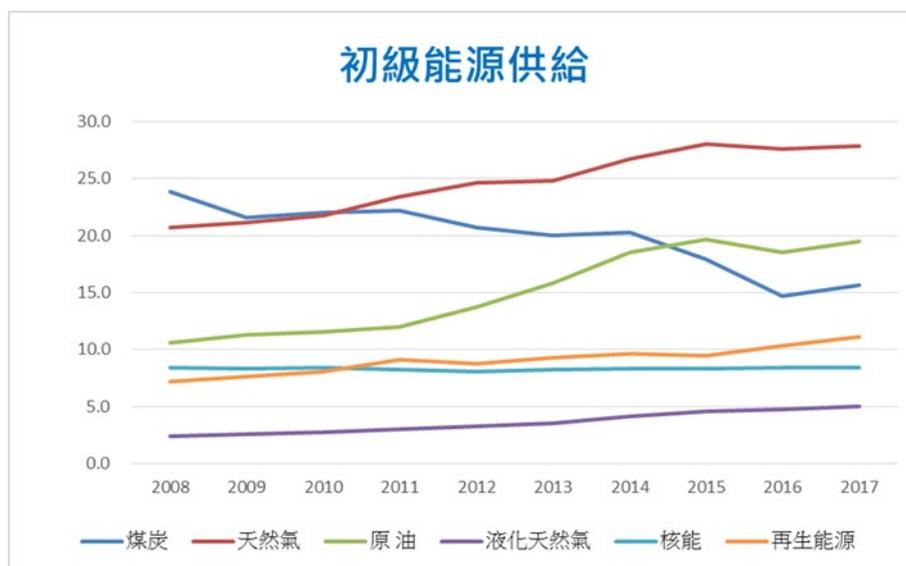
一、國土社經基本資料

根據美國聯邦統計局(United States Census Bureau) 估計，美國國土面積 9,147,592 平方公里，為我國的 252.7 倍，2016 年人口統計約 32,310 萬人，為我國的 13.73 倍。美國為全球最大的經濟體，自從 2008 年美國爆發次級房貸以後，全球經濟進入大規模衰退，經過美國這幾年的改革，加強能源產業和製造業，使得產業結構重新升級，脫離不景氣狀況。美國近年國內生產毛額已從 2009 年的 14.419 兆美元的低點持續成長，2017 年達到 19.391 兆美元。

二、國家能源供需發展趨勢

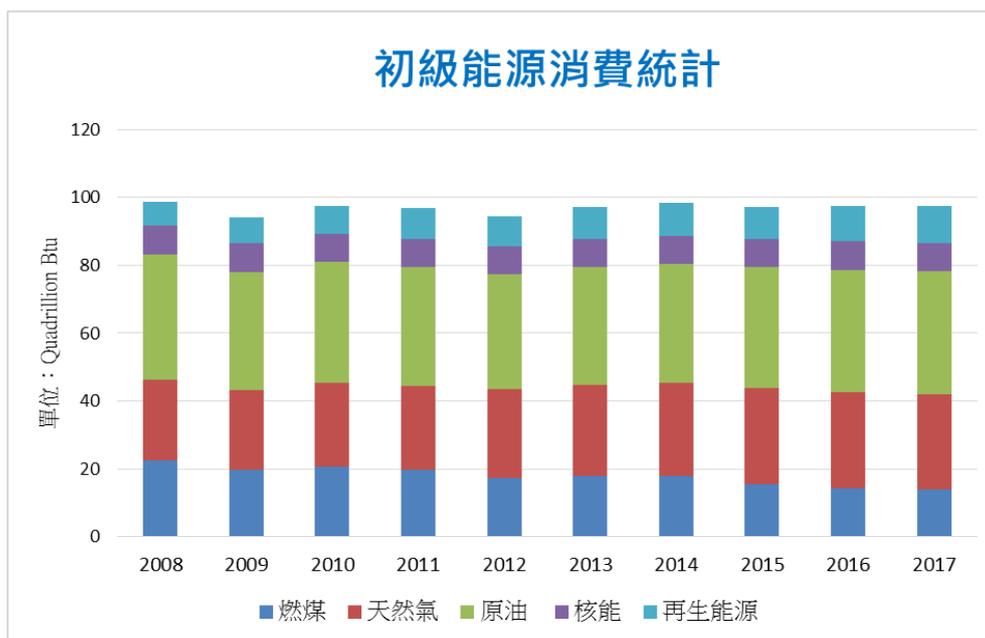
(一) 初級能源供需發展趨勢

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。2017 年初級能消費為 97.735 千兆英制熱單位(Quadrillion Btu)，消費量較 2016 年增加 0.148 千兆 Btu(如圖 1)。



單位：Quadrillion Btu (千兆 Btu)

圖 1、2008 - 2017 年能源供需趨勢統計[2]



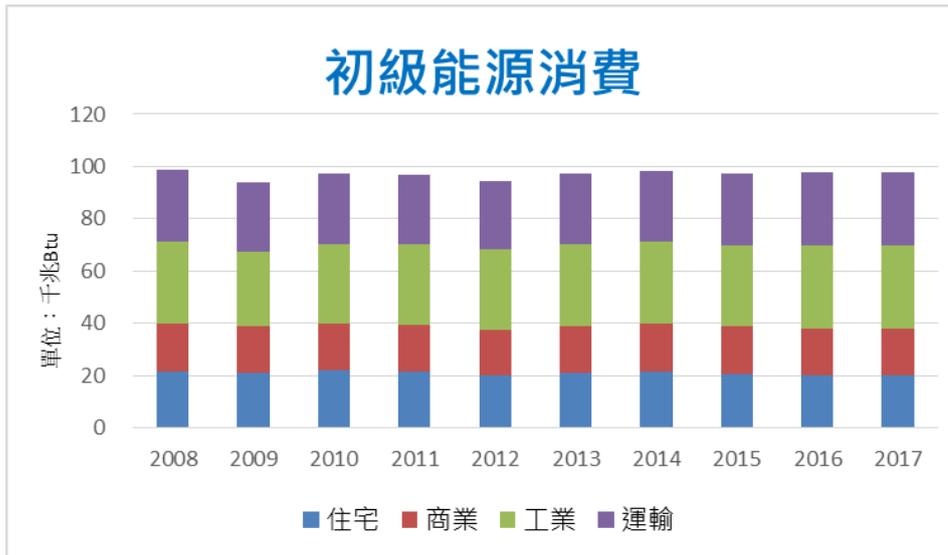
單位：Quadrillion Btu (千兆 Btu)

圖 2、2008 - 2017 年初級能源消費統計[2]

2017 年能源總消費量為 97.735 千兆 Btu，其中以化石能源占 80% 最大宗（燃煤 14.2%、石油 37.1%、天然氣 28.7%），再生能源占 11.3%。與 2005 年相比，初級能源消費結構變化較明顯的部分為再生能源占比，由 6.2% 提升至 11.3%。而燃煤部分從 2005 年 22.79 千兆 Btu（22.7%）降至 2017 年 13.862 千兆 Btu（14.2%）。

以各燃料別來比較，歷年消費最多的為原油，其次為天然氣，近年來燃煤的消費量減少，而天然氣的消費量日漸增加。2011 年再生能源消費量 9.06 千兆 Btu，首次超越核能 8.27 千兆 Btu，2017 年再生能源消費量達 11.016 千兆 Btu 新高，這也顯示美國推動再生能源的成果。

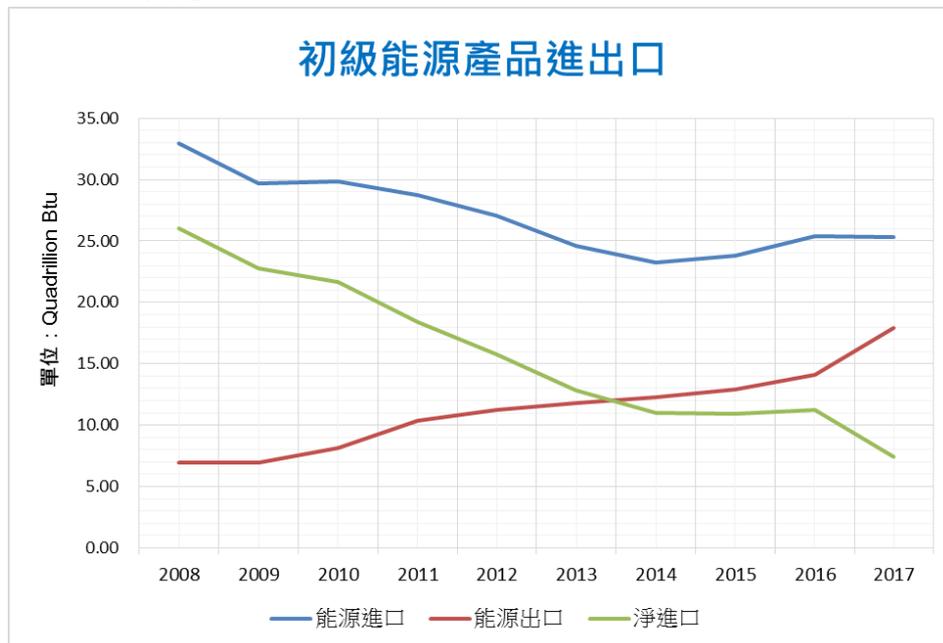
美國能源消費以部門別統計，歷年來能源消費最多的為工業部門、運輸部門，商業部門消費最少。2005 年消費占比統計，工業部門(23.2%)，運輸部門(20.2%)，商業部門(12.8%)。2017 年統計，工業部門(23.4%)，運輸部門(20.9%)、和商業部門(13.4%)。



單位：Quadrillion Btu (千兆 Btu)

圖 3、2008 - 2017 年部門別能源消費統計[2]

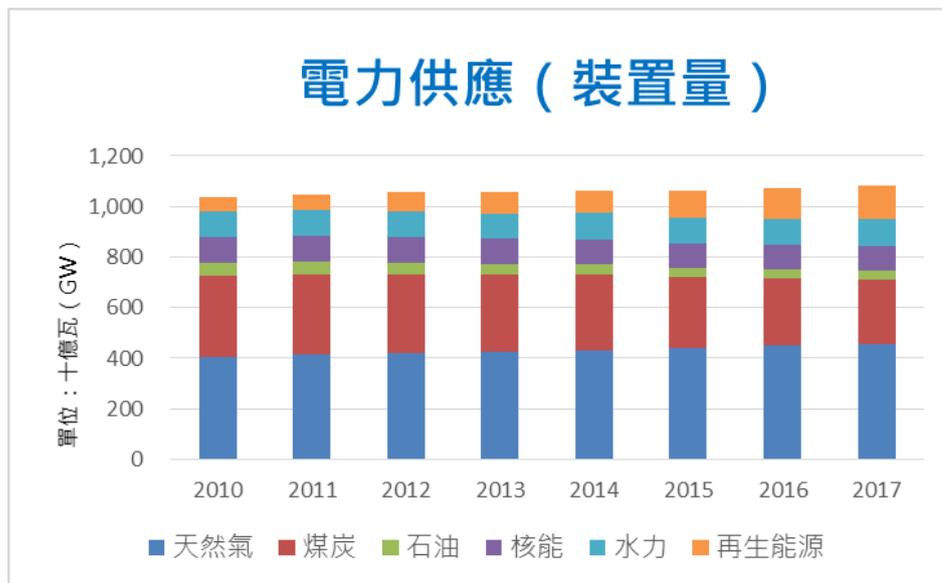
美國長期以來進口大量能源，2017 年美國能源進口 25.35 千兆 Btu。初級能源進口在 2007 年達到最高峰，當年進口為 34.679 千兆 Btu，近年來進口量逐年減少，到 2017 年進口為 25.35 千兆 Btu。2016-2017 年出口量增加，2017 年出口為 17.895 千兆 Btu。



單位：Quadrillion Btu (千兆 Btu)

圖 4、2008 - 2017 年美國初級能源產品進出口統計[2]

整體來說，美國國內自產能源多樣化且自主性高，但基於國家能源安全與經濟發展前題下，美國仍然每年自國外進口初級能源，以加拿大為主要進口國，進口石油。



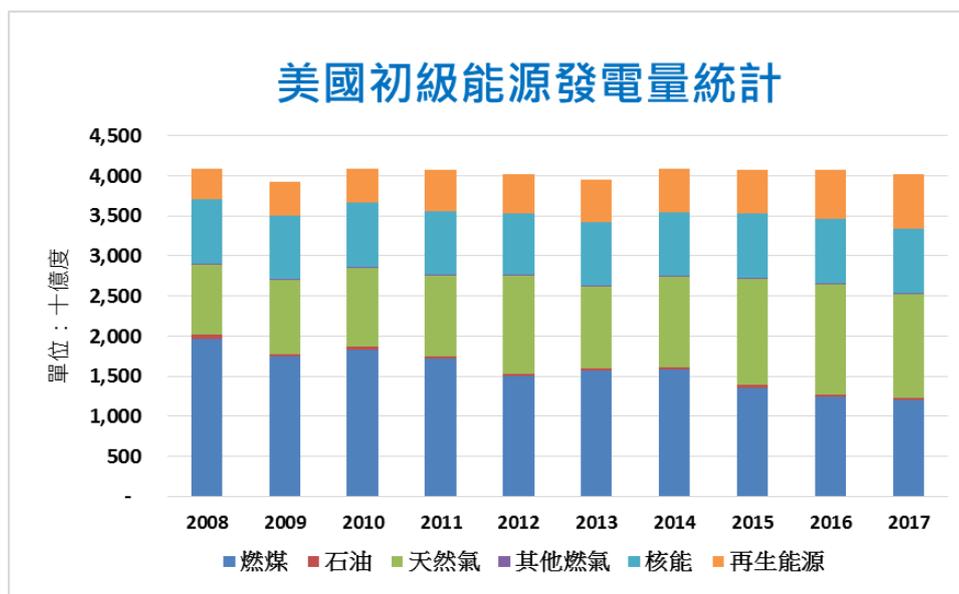
單位：十億瓦

圖 5、2010 - 2017 年美國發電設備裝置量統計[3]

(二) 電力供需發展趨勢

美國在電力供應上燃煤及石油的發電逐年減少，取而代之以天然氣及再生能源的裝置量逐年增加; 2017 年天然氣及再生能源 (不含水力) 的裝置量占比分別為 42% 及 12%。

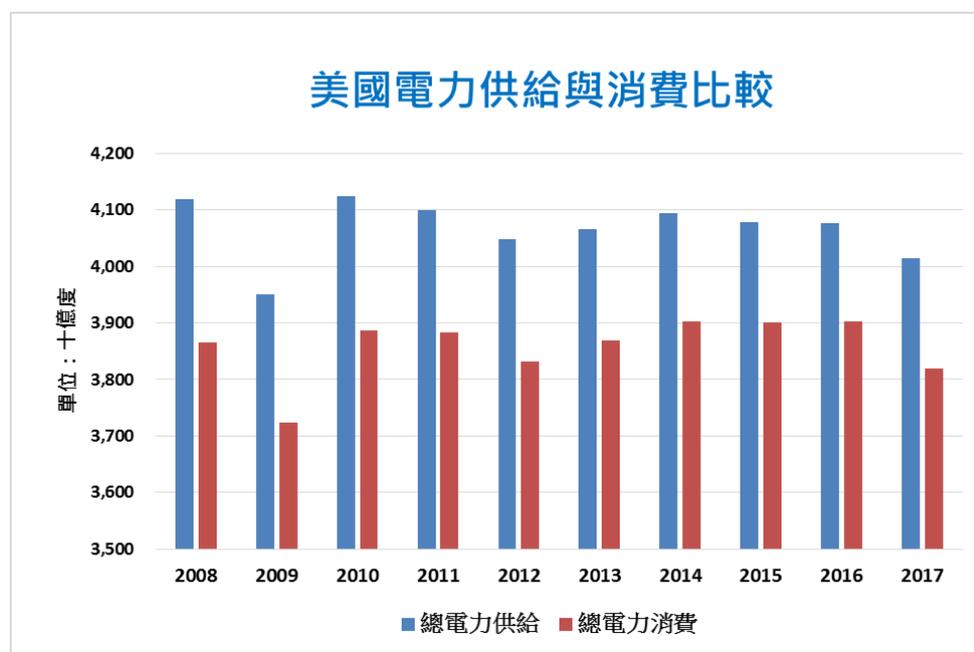
初級能源發電是以燃煤及天然氣為主，2001 年時燃煤發電占比為 50.3%，到 2017 年時下降至 29.9%。但是天然氣發電則從 2001 年 17.1% 增加至 2017 年的 32.1%。再生能源發電從 2001 年的 2908.14 億度，逐年增加至 2017 年的 6866.1 億度 (含水力)，成長 136%。



單位：十億度

圖 6、美國近年初級能源發電量統計[3]

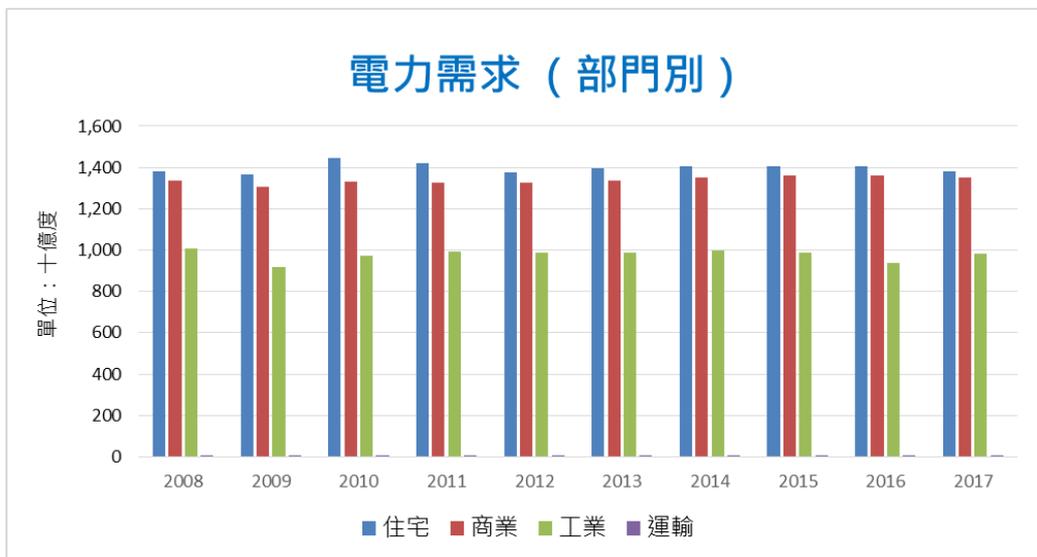
2017 年美國總發電量為 4034.27TWh，而總電力消費為 3723.82 TWh，供需差異為 310.45 TWh，供需差異有逐漸縮小趨勢。近年來美國電力供應與需求幾乎達到一個穩定的狀態，沒有很大的起伏差異。



單位：十億度

圖 7、2008 - 2017 年電力供應量與消費量比較[3]

電力消費以部門別統計，歷年來都是住宅占比最高，占比最低的為運輸部門。



單位：十億度

圖 8、2008 - 2017 年各部門電力消費統計[3]

長期以來美國的燃煤發電占比很高，2007 年時美國燃煤發電占總發電量 48.5%，因應全球暖化及減少溫室氣體排放，美國開始減少燃煤發電使用，並大量開採頁岩氣(shale gas)，增加使用頁岩氣與燃氣發電，在 2011 年時燃煤發電及與燃氣發電占比為 42.3% 及 24.7%，到 2017 年時，燃煤發電及與燃氣發電占比分別為 29.9%及 32.1%，燃煤發電量減少許多，而增加燃氣及再生能源發電。

美國的頁岩氣的發展已逐漸成熟，在 2000 年時，頁岩氣僅為美國全國天然氣產量的 1%，到 2005 年，頁岩氣產量已占美國天然氣總產量 6%，為全球天然氣產量的 1%。美國政府能源管理局 (EIA) 預估，2040 年美國頁岩氣產量將較 2015 年成長 1 倍以上，而全球天然氣需求將有 30%來自於頁岩氣。

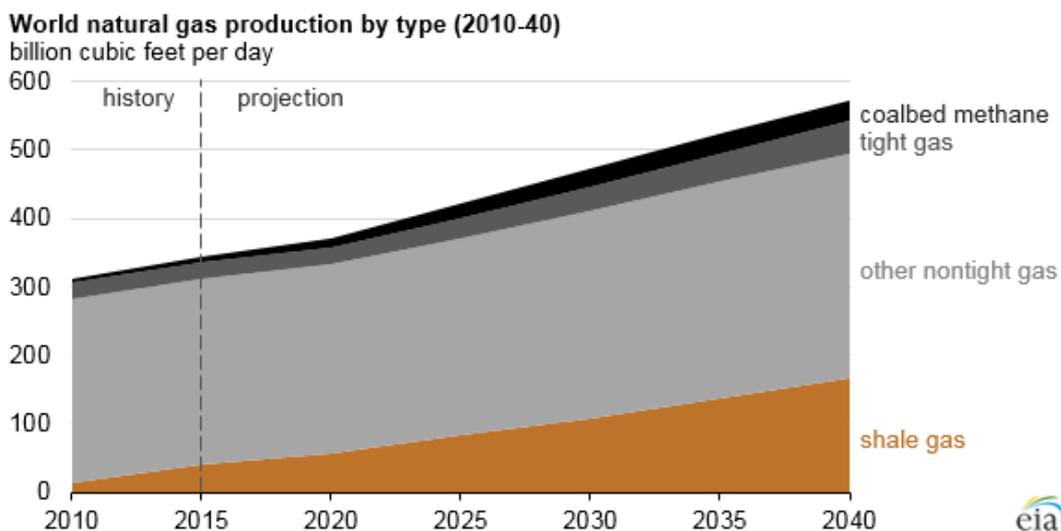
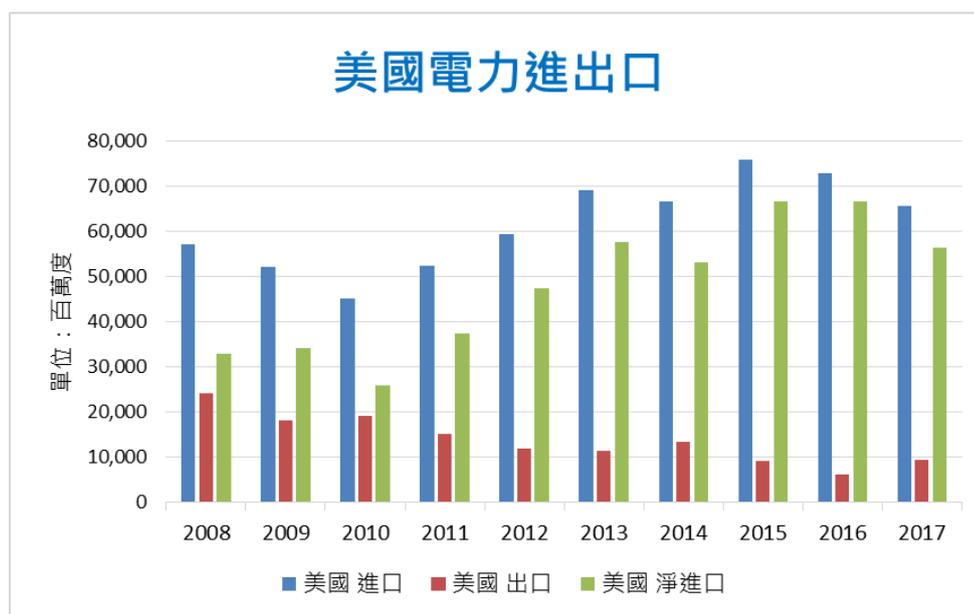


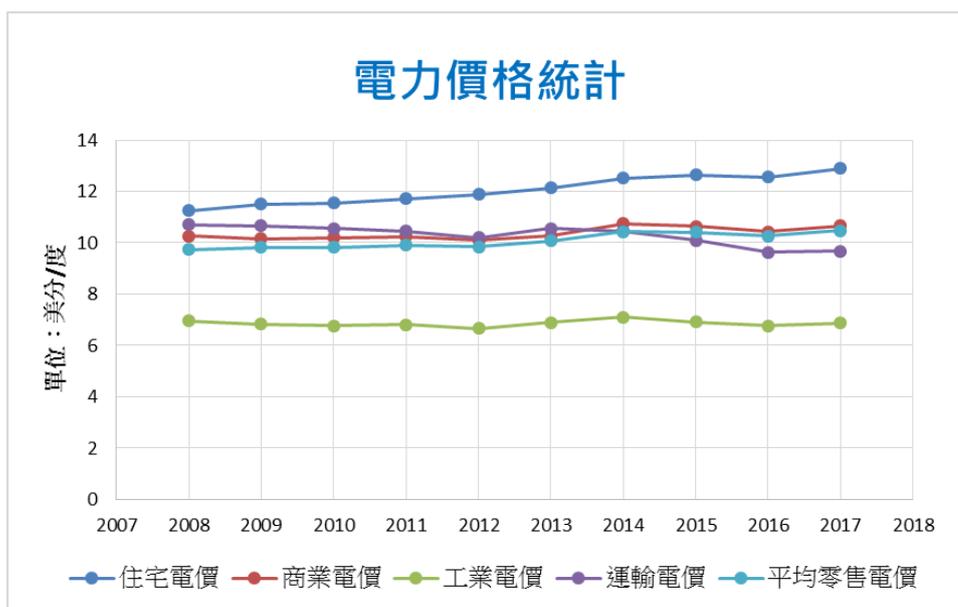
圖 9、2010 - 2040 年全球頁岩氣與天然氣產量預測[8]

美國長期維持與鄰國加拿大及墨西哥的電力輸出、輸入交易，但長久以來都是電力淨進口國，進口多以加拿大為主，2003 年時美國電力淨進口 64.2 億度，到 2015 年時，電力淨進口增加為 666.7 億度，增加 9.3 倍。2015 年以後逐年減少電力進口。



單位：百萬度

圖 10圖、美國近年電力進、出口年度統計[5]



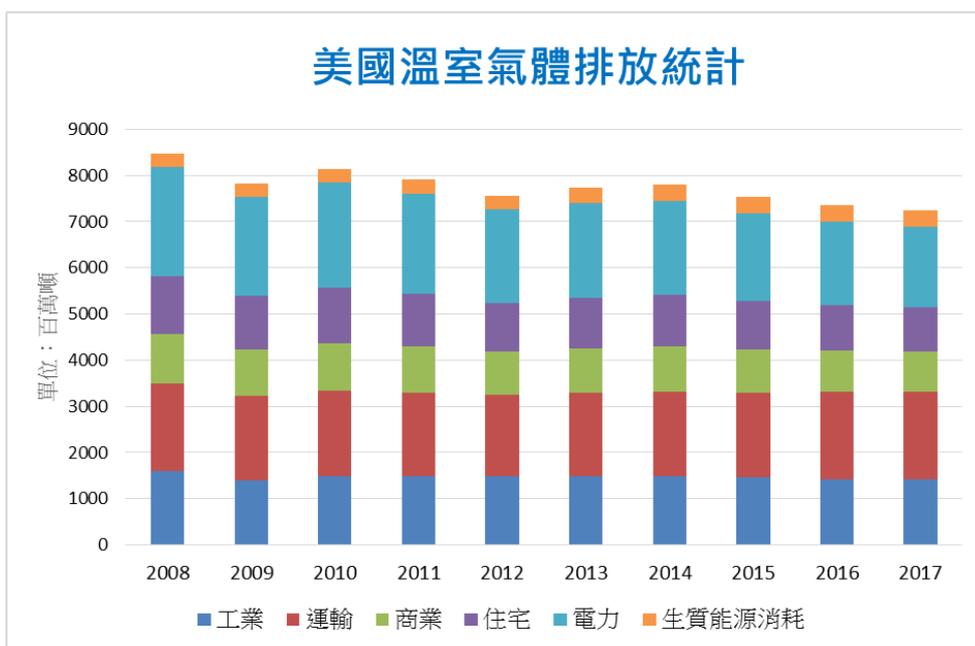
單位：美分/度（含稅）

圖 11、美國近年各部門平均零售電價[3]

美國終端零售電力價格各部門的價格差異很大，住宅部門的價格最高，其次為商業電價，工業電價為最低，幾乎為住宅電價格的一半。2017年，住宅電價為 12.89 美分/度(約新台幣 3.87 元)，工業電價為 6.88 美分/度(約新台幣 2.06 元)。相較於 2008 年的 11.26 美分/度，住宅電價近 10 年成長 14.5%。

(三) 溫室氣體排放歷史趨勢

近年來美國溫室氣體排放量最高點在 2007 年的 8,702 百萬噸，其中電力部門排放量最高，占比為 27.9%，其次為運輸部門占 23.2%。2017 年的溫室氣體排放量降已為 7,237 百萬噸，除運輸部門增加外，其他部門都減少，電力部門的減少主要因素為美國近年來已由原本主力的燃煤發電，轉而依賴較便宜且汙染較低的天然氣發電；當然能源效率的提升及使用更多的再生能源發電也是排放量降低的因素。



單位：百萬噸

圖 12、2008-2017 年美國溫室氣體排放統計[2]

三、國家能源政策目標

美國川普總統就任後，誓言要降低能源成本，讓美國不再依賴進口能源。並減少對燃煤產業限制，提高礦工就業機會，增加勞工薪資，保障石油探勘與開採。川普總統簽署行政命令，開放 Keystone XL 及 Dakota Access 2 條輸油管的建設。這項建設在前總統歐巴馬政府時期，因為環境影響因素被禁止。

川普總統於 2017 年 3 月簽署「促進能源獨立與經濟成長」行政命令，廢除前總統歐巴馬為對抗氣候變遷所提出的潔淨電力計畫及相關法規措施。此舉將無法達成，潔淨電力計畫中要求美國發電廠到 2030 年減排 32%(以 2005 年的基礎)，同時也就無法達成歐巴馬政府提出的 INDC 減量目標：2025 年全球溫室氣體排放量應減少到低於 2005 年水準 26%。

表 1、美國國家能源政策說明

日期	主要政策	說明
2005/7	2005 年能源政策法	<ul style="list-style-type: none">■ 透過獎勵與補貼措施，降低聯邦稅，亦可享有州租稅減免的優惠，目的在於提供民眾節能誘因，提高節能的績效■ 包括：汽車、家庭能效改善、企業、生質柴油、建築節能等租稅抵減
2015/8/3	潔淨電力計畫 (Clean Power Plan)	<ul style="list-style-type: none">■ 目標：2030 年電力部門碳排放需較 2005 年水準削減 32%。■ 各州需在 2018 年前提交達成計畫，最遲於 2022 年開始實施相關減碳計畫並持續至 2030 年。各州訂定減碳計畫時，需以美國環保署的三大減量措施為基礎，包括提升電廠熱效率、增加燃氣機組及低碳多元發電。

		<ul style="list-style-type: none"> ■ 2016 年 2 月 9 日美國最高法院決定暫緩執行政府減排計畫，因此預期各州不會如期提出州減量計畫。
2017/3/28	川普總統簽署「促進能源獨立與經濟成長」行政命令	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廢除前總統歐巴馬為對抗氣候變遷所提出的潔淨電力計畫及相關法規措施。 此舉美國勢必無法達成 2016 年歐巴馬政府提出的 INDC 目標：2025 年溫室氣體排放量應較 2005 年減量 26%
2018/9/10	加州潔淨能源法案 (SB100—The California Clean Energy Act)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 加州再生能源發電占比目標：2020 年 33%，2024 年 44%，2027 年 52%，2030 年 60%，2045 年 100%。 ■ 2045 年 12 月 31 日前加州電力市場全面 100%供應再生能源及零碳排電力。 ■ 法案應於 2021 年 1 月 1 日提出檢討報告，以後每隔四年提出更新。
2018/9/27	自營發電獎勵計畫 (SB700—Self-Generation Incentive Program)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原計畫於 2020 年底終止，此次通過延長五年至 2026 年 1 月 1 日。 ■ 2020 年 1 月 1 日起非再生能源燃料將於不再給予獎勵。

四、國家能源供需預測推估

依據美國政府能源管理局 AEO2018(Annual Energy Outlook 2018)報告為參考基準，推估 2017 年至 2050 年期間的能源供需情境，考量經濟成長、世界油價、技術進步及能源政策等。

(一)能源消費推估

AEO2018 資訊顯示各種情境推估在 2017-2050 年間美國的總能源消費差異，情境包括有高經濟成長、高油價、高油氣資源及技術、低經濟成長、低油價、低油氣資源及技術等不同假設情境（圖 13）。在高經濟成長情境 GDP 每年成長 2.6% 時，能源消費量將每年增加 0.7%。低經濟成長情境 GDP 每年成長 1.5% 時，能源消費量將則保持平穩。參考情境推估 GDP 每年成長 2%，以天然氣及再生能源的消費增加最多（圖 14）。

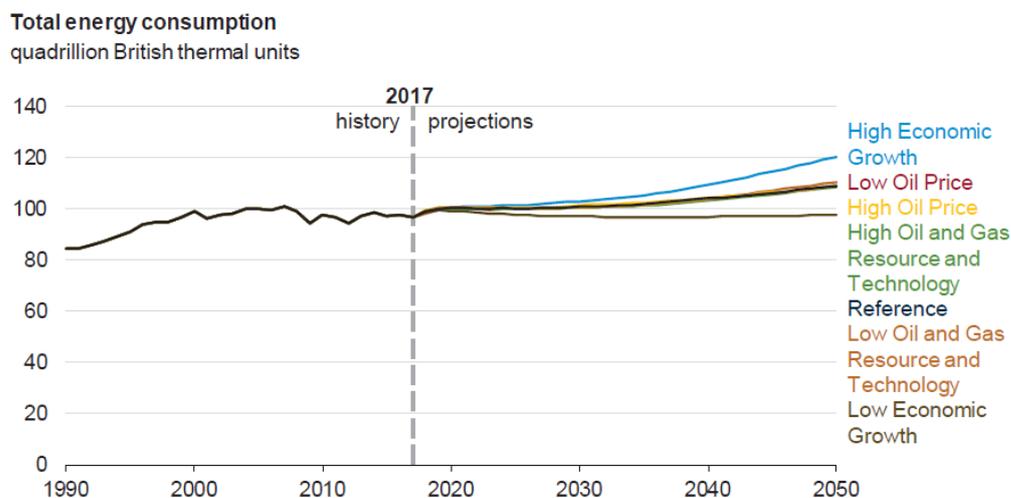


圖 13、2017-2050 年期間美國總能源消費變化推估[4]

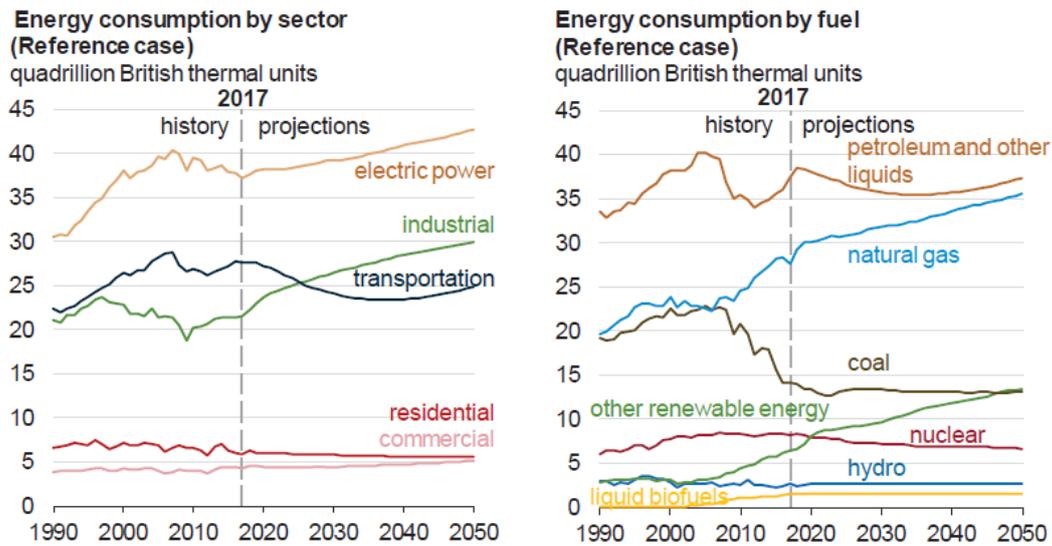


圖 14、2017-2050 年期間美國各類能源消費推估[4]

(二)電力供需推估

AEO2018 報告顯示在不同的情境下，2017-2050 年間燃氣及再生能源發電量將持續增加，燃煤發電量將下滑。

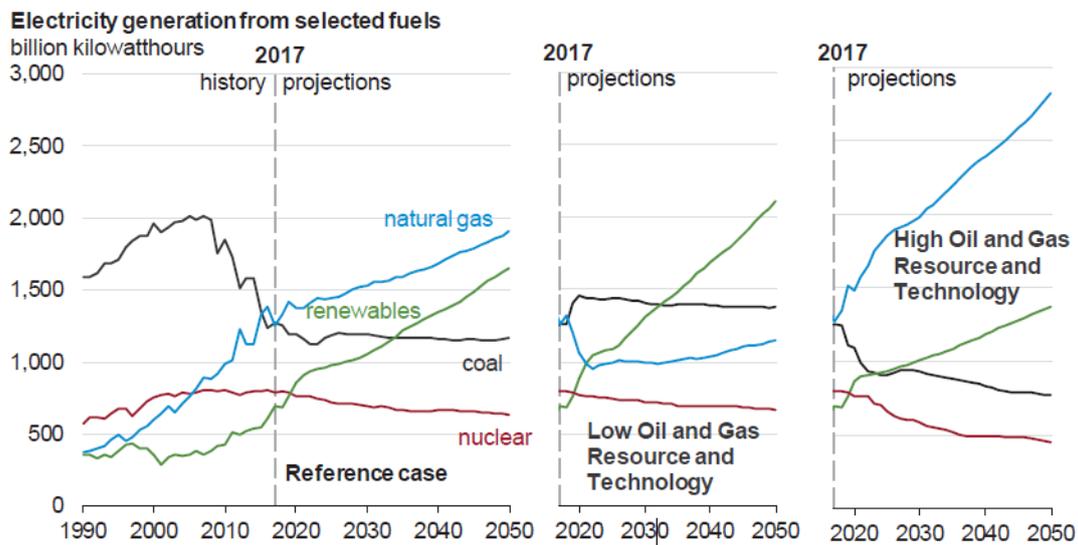


圖 15、2017-2050 年依不同假設情境各類能源的發電量推估[4]

依照各類再生能源設備裝置量推估，從 2020 年到 2050 年美國風力發

電裝置量將增加 20GW，太陽能發電增加 127GW，另外儲能設備將增加 34GW。

Increasing wind and solar capacity additions in the Reference case—

Utility-scale wind, solar, and storage operating capacity
gigawatts

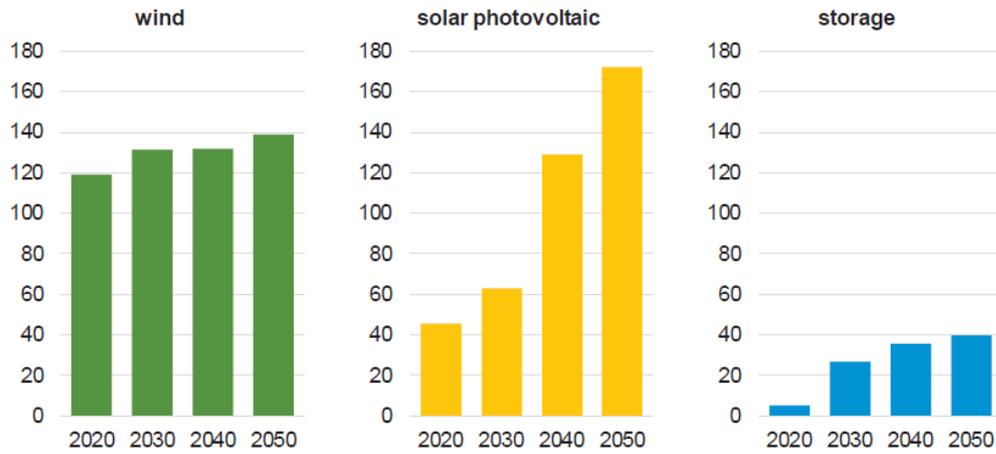


圖 16、2020-2050 年間美國的再生能源裝置量推估[4]

五、結論與建議

美國 GDP 約為我國 33 倍，雖然是能源淨進口國家，但其國內自產能源充裕且多樣化，近年來能源出口持續成長。美國能源政策是以追求能源獨立，提升能源安全，提升經濟成長，減少碳排污染，減少依賴進口原油，發展多元化潔淨能源科技，推動再生能源發展與提升能源效率。

川普總統當選後，追求能源獨立，降低能源成本，重新擁抱燃煤產業，積極保護燃煤發展，並下令廢除前總統歐巴馬為對抗氣候變遷所提出的潔淨電力計畫及相關法規措施，但美國國內依舊有許多州鼓勵再生能源的發展，例如加州積極推動太陽能發電，並訂定再生能源的推動目標；2030 年達 60% 及 2045 年達 100%。美國各州推動再生能源的同時也積極提升儲能規模，預估到 2050 年可達到 34GW，將使得再生能源電力供應更加穩定。

雖然美國退出「巴黎協定」，但各州仍然大力推動再生能源及儲能的政策，這對於美國未來減碳推動是有很大的幫助。

參考文獻

- [1]. The World Bank
<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD/countries/US?display=default>
- [2]. EIA, Monthly Energy Review (2018/10)
- [3]. EIA, Electric Power Annual 2017
- [4]. EIA, Annual Energy Outlook 2018
- [5]. 加州法案系統: SB-100 California Renewables Portfolio Standard Program: emissions of greenhouse gases (2018/9/10)
https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billCompareClient.xhtml?bill_id=201720180SB100
- [6]. 加州法案系統：SB-700 Self-generation incentive program (2018/9/27)
https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billCompareClient.xhtml?bill_id=201720180SB700
- [7]. 經濟部國際貿易局國際商情，加州自營發電獎勵計畫 (2018/4/23)
https://www.greentrade.org.tw/zh-hant/purchasing_info/%E5%8A%A0%E5%B7%9E%E8%87%AA%E7%87%9F%E7%99%BC%E9%9B%BB%E7%8D%8E%E5%8B%B5%E8%A8%88%E7%95%AB
- [8]. EIA, Shale gas production drives world natural gas production growth (2016/8/15)
<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27512>
- [9]. California Self-Generation Incentive Program on Verge of Five Year Extension
<https://www.renewableenergyoutlook.com/2018/08/31/california-self-generation-incentive-program-on-verge-of-five-year-extension/>