

法國能源政策評析報告

謝雯凱

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

法國是歐盟成員國中電力淨出口量排行第一的國家，2016 年多個核能機組維修減產、2017 年乾旱，分別導致核電與水力的產出降低。整體而言，近兩年法國的能源與電力消費均保持持平，再生能源與燃氣的占比微幅但穩定提升。法國於 2017 年、2018 年能源政策有重大進展與波折，陸續公布了氣候法、交通運輸法草案、循環經濟路線圖，以及第二次多年期能源計畫，此外也公布了氫能推廣計畫。然而能源轉型法中原訂 2025 年核電占比要降到 50%，但 2018 年 11 月公布的多年期能源計畫卻將此目標年延後十年。

關鍵字：法國、能源政策、再生能源、核能

英文摘要(Abstract)

Among EU member states, France is the biggest electricity net exporters. In 2016, nuclear power reduced because of the maintenance; and the drought on 2017 led to hydraulic output cut. In general, France's energy and electricity consumption remained flat in the past two years, and the contribution of renewable energy and gas thermal increased slightly annually. In 2017 and 2018, France has made significant progress in the areas of energy policies, which are climate law, the draft of mobility law, the policy roadmap of circular economy, and the second multi-year energy programme, PPE. Hydrogen energy promotion plan has also been announced I June. However, the target of 50% nuclear power portion in 2025 has been postponed for 10 years.

Keyword : France 、Energy Policy 、Renewable Energy

一、前言

法國是歐盟成員國中電力淨出口量排行第一的國家，2016 年多個核能機組維修減產、2017 年乾旱，分別導致核電與水力的產出降低。整體而言，近兩年法國的能源與電力消費均保持持平，再生能源與燃氣的占比微幅但穩定提升。

法國於 2017 年、2018 年能源政策有重大進展與波折，陸續公布了氣候法、交通運輸法草案、循環經濟路線圖，以及第二次多年期能源計畫。能源轉型法中原訂 2025 年核電占比要降到 50%，但 2018 年 11 月公布的多年期能源計畫卻將此目標年延後十年。

二、評析內容

2.1 社會經濟基本資料

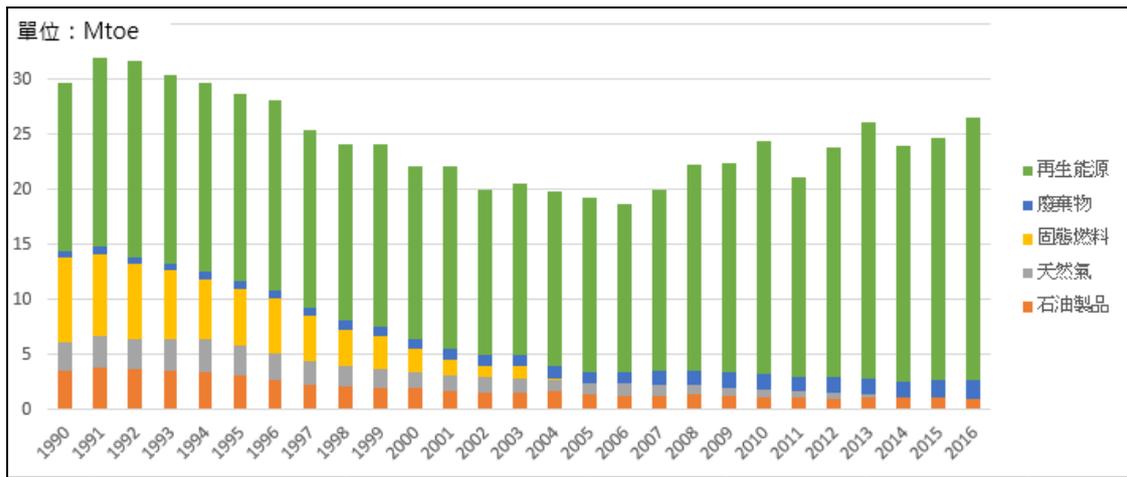
法國的國土總面積為 643,801 平方公里，約為我國的 17.8 倍，截至 2017 年 7 月總人口數 6,735 萬人，是我國的 2.8 倍。2016 年 GDP 總額 2,228,569 百萬歐元，相對前一年成長率 1.37%；2017 年 GDP 總額 2,291,714 百萬歐元，成長率 2.83%，為近五年表現最好的一年。

2017 年 5 月，法國新總統馬克宏(Emmanuel Jean-Michel Macron)上任，並聘請知名環保人士余洛(Nicolas Hulot)擔任環境部長——此任政府將環境部更名為生態和團結過渡部(Ministère de la Transition écologique et solidaire)，負責法國能源與氣候政策。余洛於 9 月因狩獵法立場相左而辭職，繼任者為魯吉(François de Rugy)。

2.2 國家能源供需歷史資料

(一) 能源供給與消費

法國 2016 年的國內初級能源供給為 130.61Mtoe，其中再生能源 23.9Mtoe，廢棄物 1.65Mtoe，石油製品 1Mtote，天然氣 0.02M，而核能則為 104Mtoe；分析近年來的趨勢，[1]，再生能源與廢棄物產量持續穩定增加，其中水力發電在 2015 年遭遇嚴重歐洲乾旱，相對於 2016 年因春季大雨，較前一年水力增長 8.2%[2]。境內的煤碳(固體燃料)自 2005 年已停止供給，天然氣供給近年亦大幅度下滑，近 3 年維持在低點 0.018 Mtoe 左右。歷年初級能源供給如圖 1 所示。

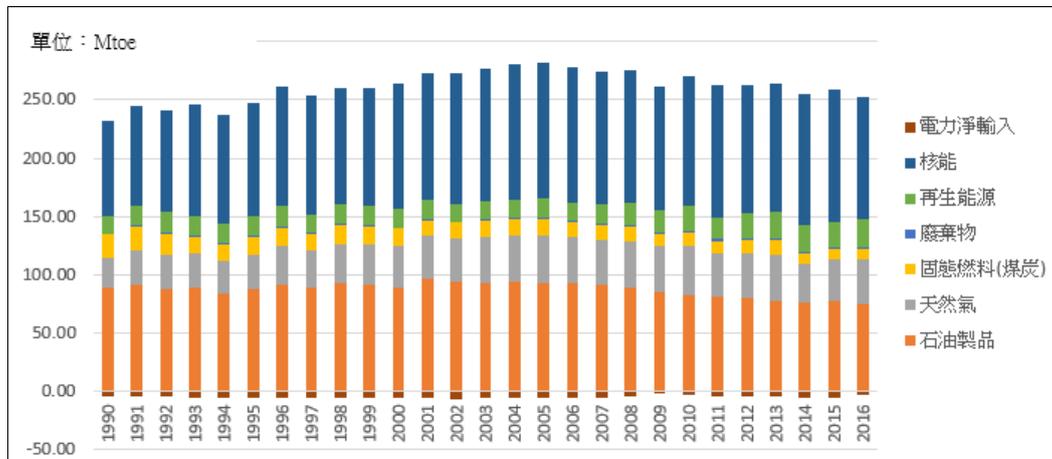


資料來源：[1]

(此表未納入核能部分)

圖1 法國歷年初級能源供給

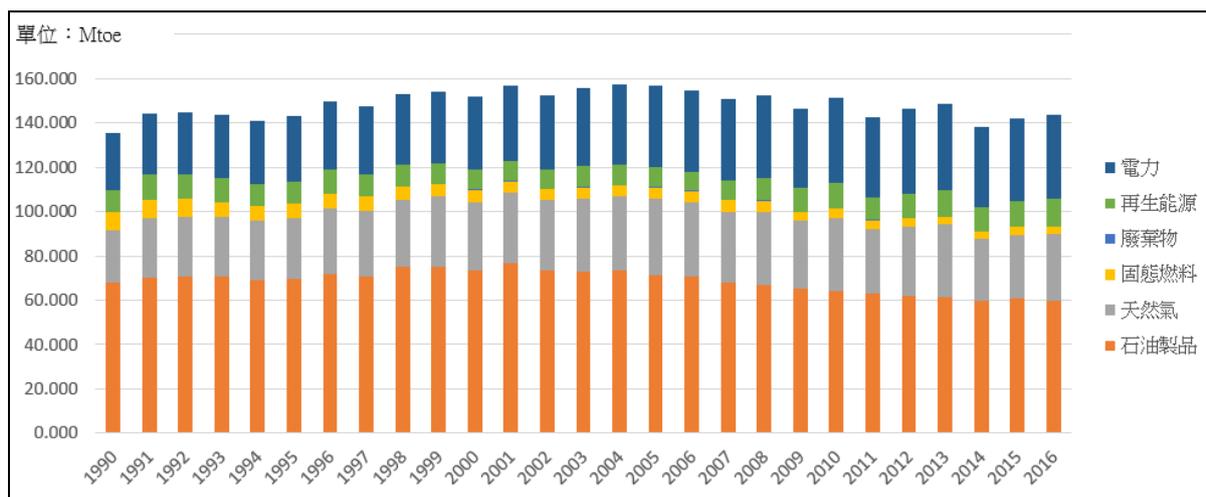
法國 2016 年初級能源總消費為 0.25Mtoe，相較 2015 年減少 1.7%，主要是因為多個核能機組維修減產導致，2016 年度核能產量為 2000 年以來最少的一年。再生能源成長肇因於多個原因，雨量較往年正常，特別是上半年、太陽能與風力持續發展，以及各種廢熱再利用[3]。歷年初級能源消費如圖 2 所示。



資料來源：[1]

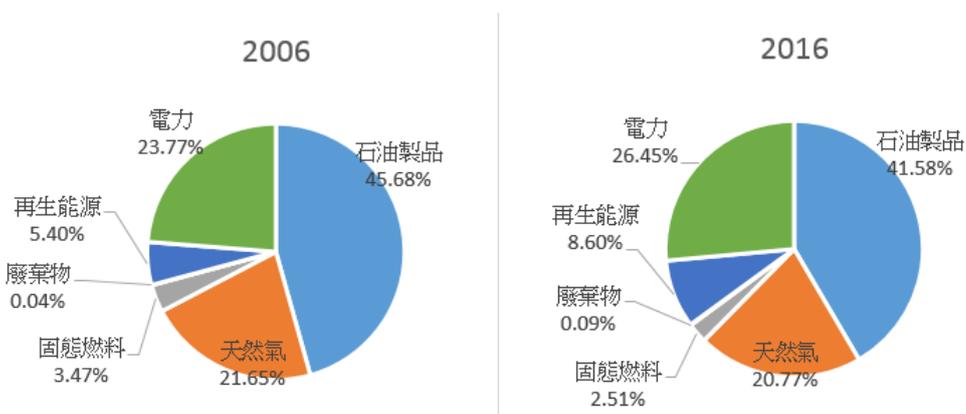
圖2 法國歷年初級能源消費

法國 2016 年最終能源消費 140Mtoe，與 2015 年比較，總消費量微幅增加 2.5Mtoe，亦即 1.79%，高於同時期 GDP 總額年成長率 1.37%。但若以長期趨勢觀察，法國最終能源消費自 2004 年高點之後，逐漸緩步降低，與 2016 年相比亦減少近 7%。十年間減少幅度較大者為固態燃料(煤炭)、石油製品與天然氣，個別總量分別減少了 32.7%、15.3% 與 10.7%，占比亦有下降，廢棄物能與再生能源供應則提高 129.9%與 48.1%。近年雖大力發展廢棄物熱能再利用，但廢棄物能的總量仍僅接近 0.1%。歷年最終能源消費如圖 3、4 所示。



資料來源：[1]

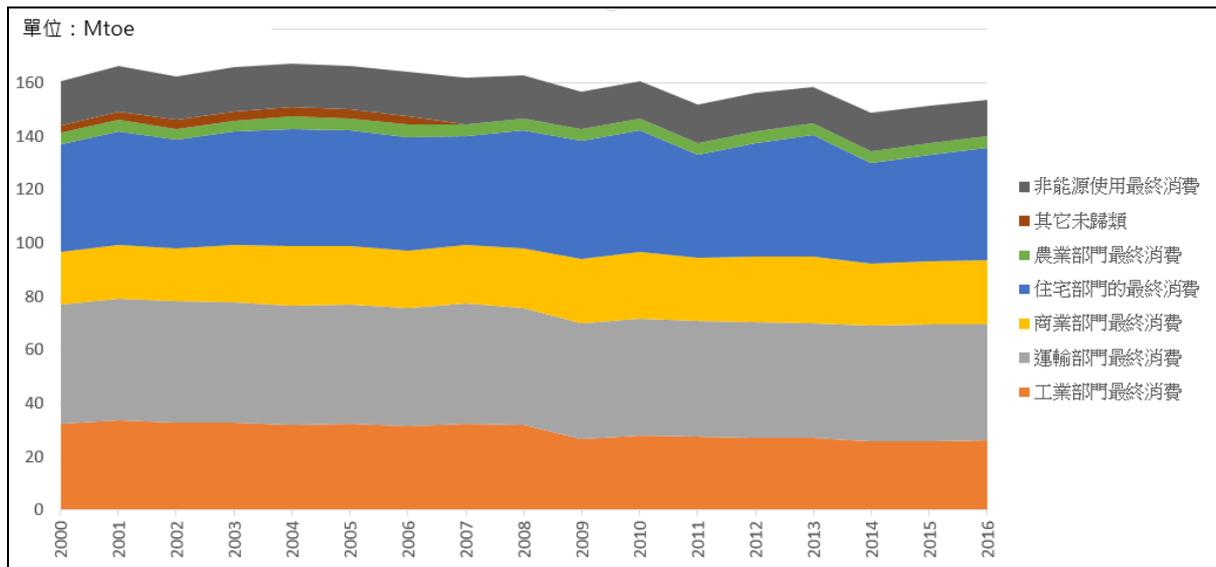
圖3 法國歷年最終能源消費量



資料來源：[1]

圖4 法國 2006 年與 2016 年最終能源消費量比較

就部門別部分，2016 年法國各部門最終能源消費量相較 2015 年均微幅上升，僅有運輸部門持平。就長期趨勢而言，法國工業部門的能源消費量有下降趨勢，相對的，商業部門則明顯上升，與 2006 年比較增加 3%，住宅部門的能源消費則持續高過工業、商業部門。法國七間石化裂解廠之一於 2015 年底停產，導致非能源使用最終消費減少[3]。歷年各部門最終能源消費如圖 5、圖 6 所示。



資料來源：[3]

圖5 法國按部門最終能源消費量

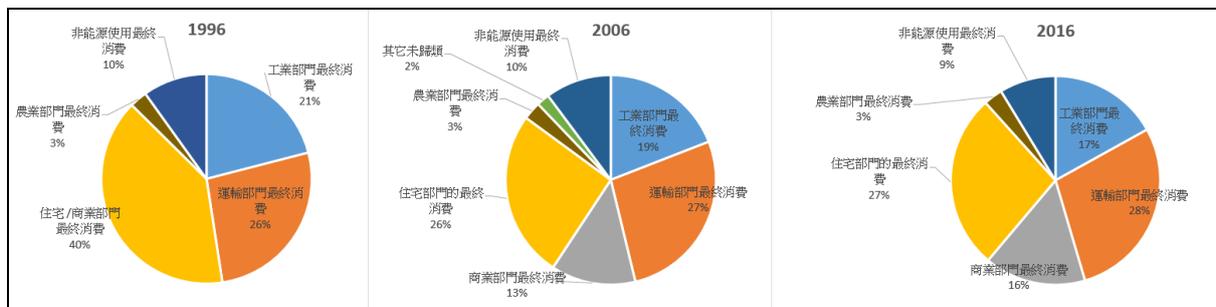
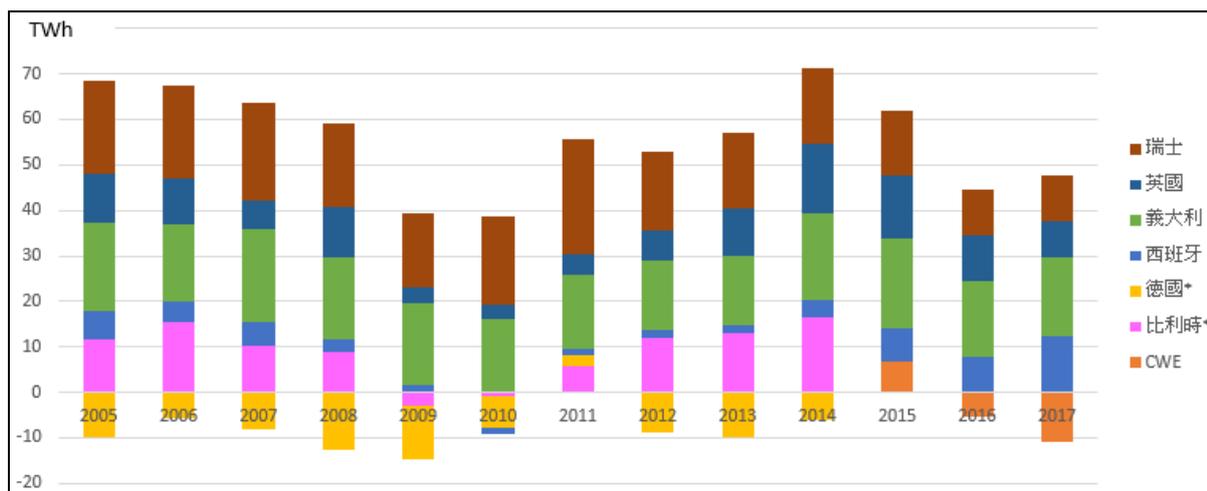


圖6 法國 1996,2006,2016 年各部門最終能源消費量比較

(二) 能源與電力進出口

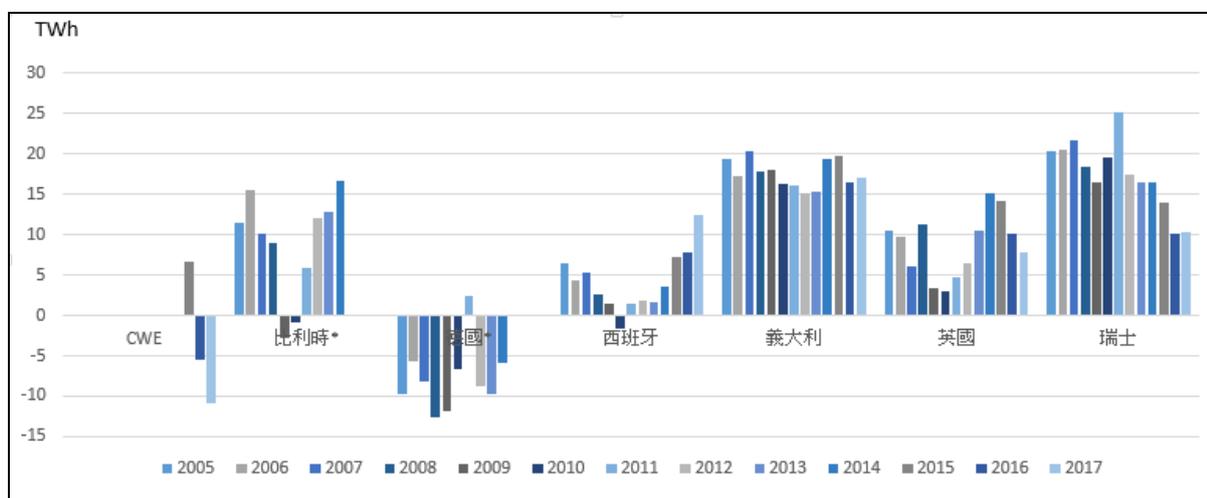
法國為能源淨進口國家，2016 年能源淨進口 147.3 Mtoe，其中 98.2% 為化石燃料，又以石油製品 95.4 Mtoe 最多，占整體進口的 27%，而 2016 年總淨進口量相較 2015 年略少 1.21%。長期而言，自進口最高峰的 2005 年以後，能源進口總值持續下降。另一方面，再生能源進口總量少，但持續增加。能源出口部分達 29.6Mtoe，大多數屬石油製品。

電力的進出口方面，法國為淨電力出口國家，與鄰近國家的瑞士、英國、義大利、西班牙、比利時、德國有常態性的電力進出口，歷年電力淨進口如圖 7、圖 8 所示[5]，此圖表示商業流，而非物理流。另，自 2015 年起，統計資料將德國、比利時與盧森堡併為 CWE 區(電網區)，就商業流而言，CWE 為對法國淨出口的區域，主要為德國出口電力到法國，比利時自 2016 年起亦連續兩年淨出口電力到法國[6]。其他國家方面，瑞士與義大利逐漸擺脫對法國的電力依賴，西班牙則在近年更加仰賴法國進口電力。



資料來源：[5]

圖7 法國歷年電力商業流淨出口(合計)



資料來源：[5]

圖8 法國歷年電力商業流淨出口(國家別)

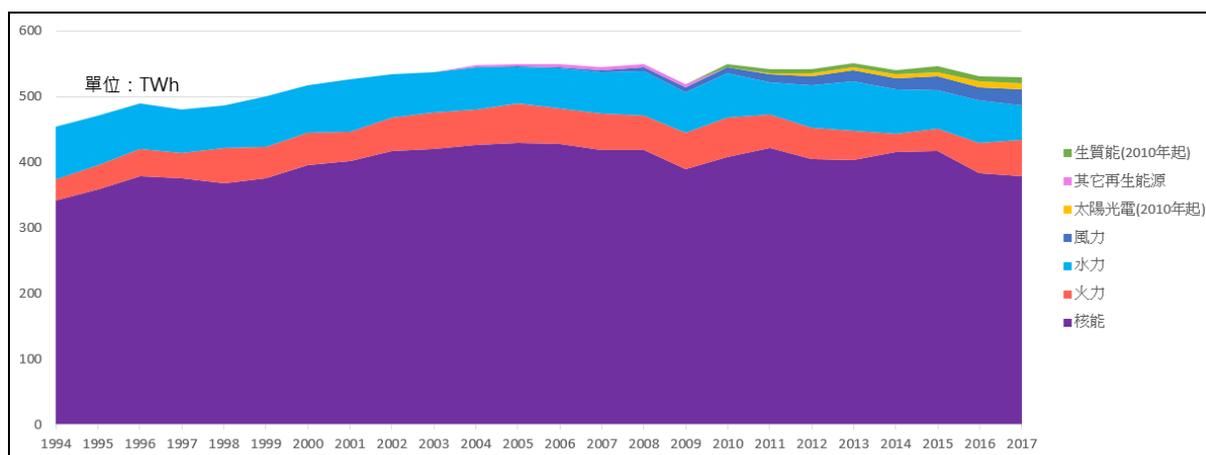
(三) 電力供需與再生能源

根據 2017 年度法國能源平衡表，法國 2016 年的淨總發電量為 531.3TWh，2017 年為 529.4TWh。就總發電量而言，自 2013 年最高值後，逐年緩步減少。法國以核能為基載電力，2017 年核能發電量占總發電量 71.6%，但為近 20 多年來最低。法國各燃料別的歷年淨發電量與占比請參見圖 9、圖 10。

觀察近年的趨勢，原本水力發電均略多於火力發電，但 2017 年水力因乾旱而減產，僅有 53.6TWh，略遜於火力發電 54.4TWh。其他再生能源中的太陽光電、風力與生質能發電量仍持續緩步增長，分別為 5 年前(2012)的 2.3 倍、1.6 倍，與 1.5 倍。含水力發電，2016 年再生能源發電占全國的 19.1%，2017 年則減少到 18.1%。2017 年度核能發電因機組維修而導致減少，為彌補核能與水力的短缺，火力發電因而增加發電，占整體發電量 10.3%，是 2011 年以來發電量與占比的新高，然而燃料結構已經大幅改變。目

前主要使用的為燃氣發電，占火力發電中的 75%，火力發電中各燃料別占比趨勢請見圖 11。燃煤發電量雖於 2017 年較前一年度成長 1.76 倍，但燃煤發電、燃油發電量均較 5 年前減半。

法國於能源轉型法中設定的目標中，核能發電占比要於 2025 年降到 50%，再生發電要於 2030 年占比 40%，預估火力發電量占比 10%。以 2017 年的發電占比來看，燃煤發電占總發電量僅為 1.8%，燃煤電廠於 2022 年前關閉之目標可能達到，但再生能源發電量則需翻倍。



資料來源：[4]

圖9 法國歷年淨發電量

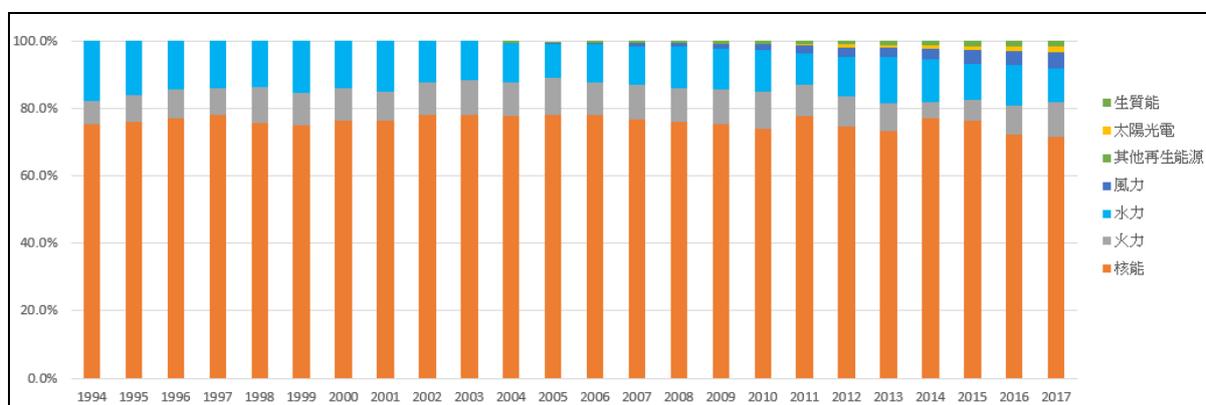


圖10 法國歷年各發電來源佔比

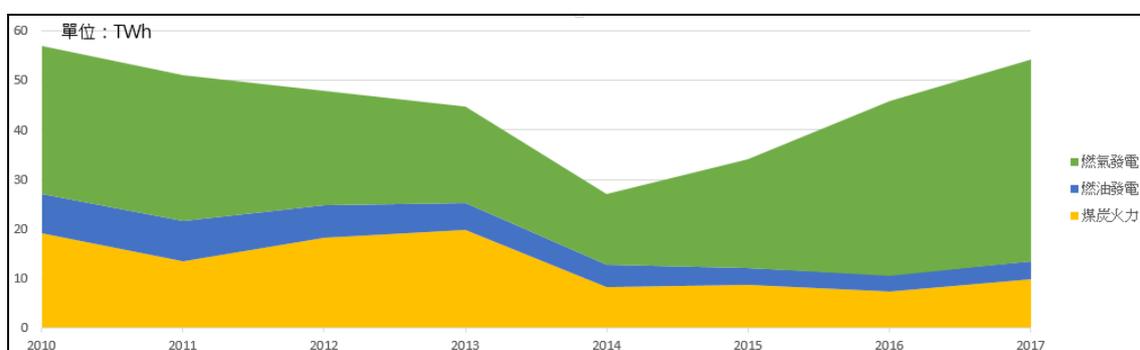
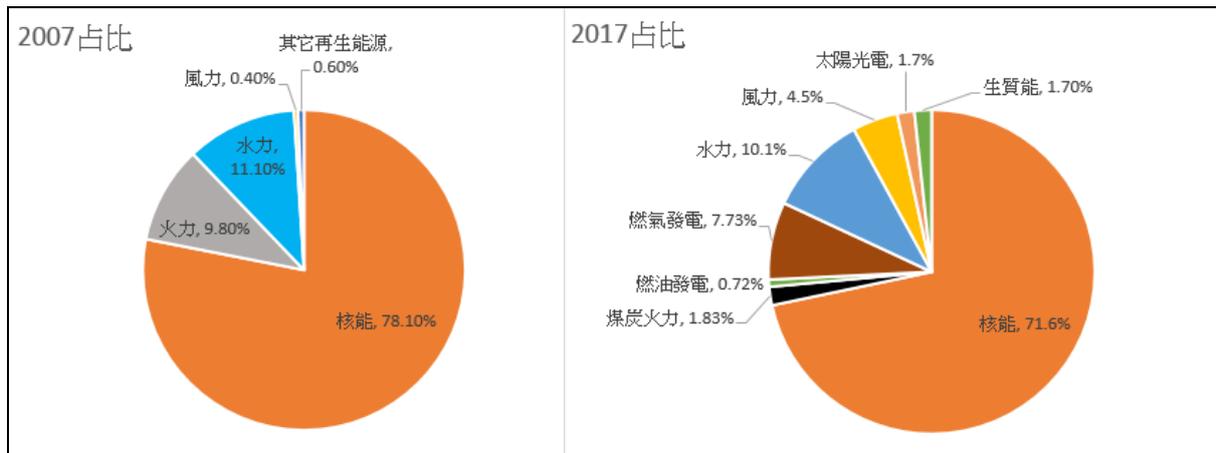


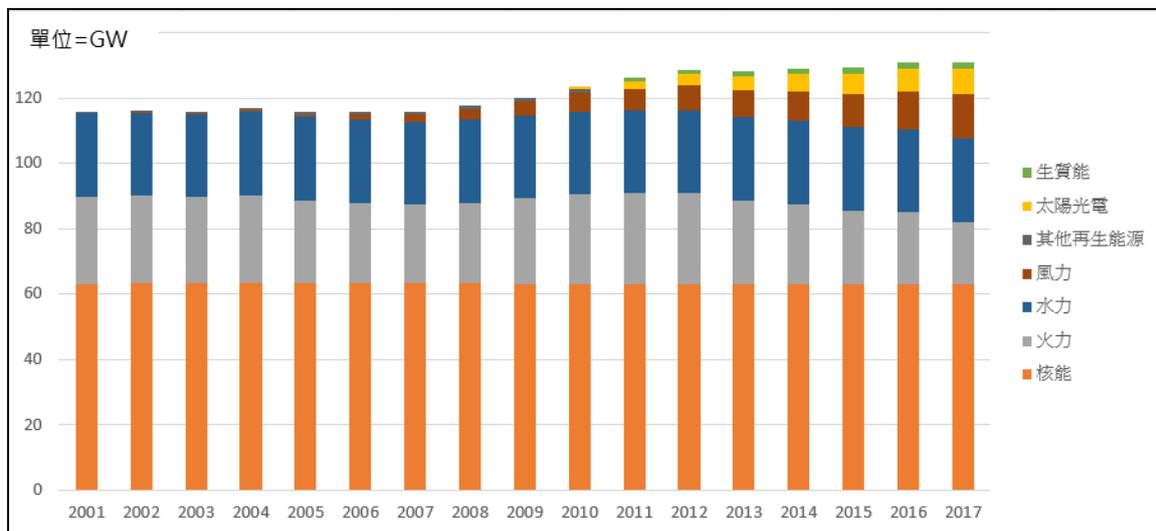
圖11 法國近年火力發電各發電來源佔比



資料來源：[4]

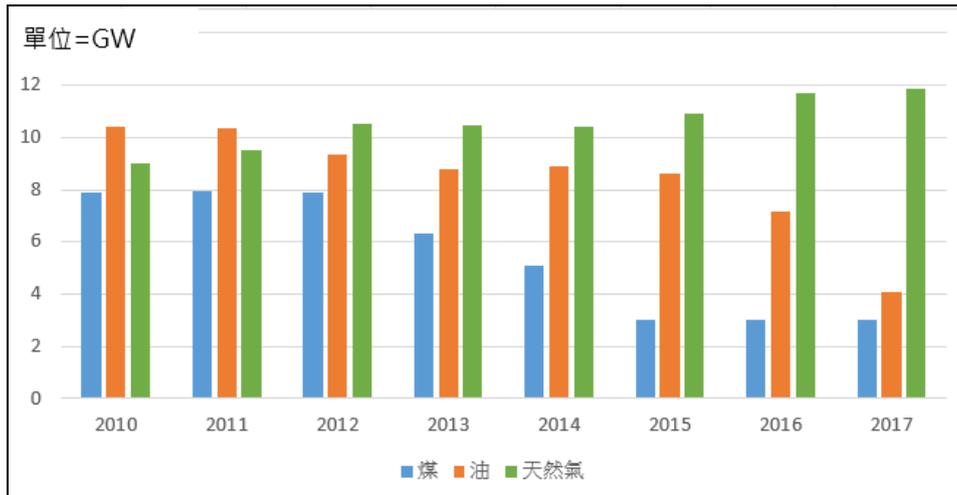
圖12 法國 2007、2017 年發電來源佔比對照

觀測歷年發電裝置容量，可明顯看到水力以外的再生能源裝置容量大幅增加，其中 2017 年相對於五年前(2013)，光電增長 76.9%，風力增長 66.5%。核電裝置容量並無異動，但火力發電逐年減少，主要因為燃煤與燃油機組大幅關閉，燃汽機組則有微幅新增。



資料來源：[4]

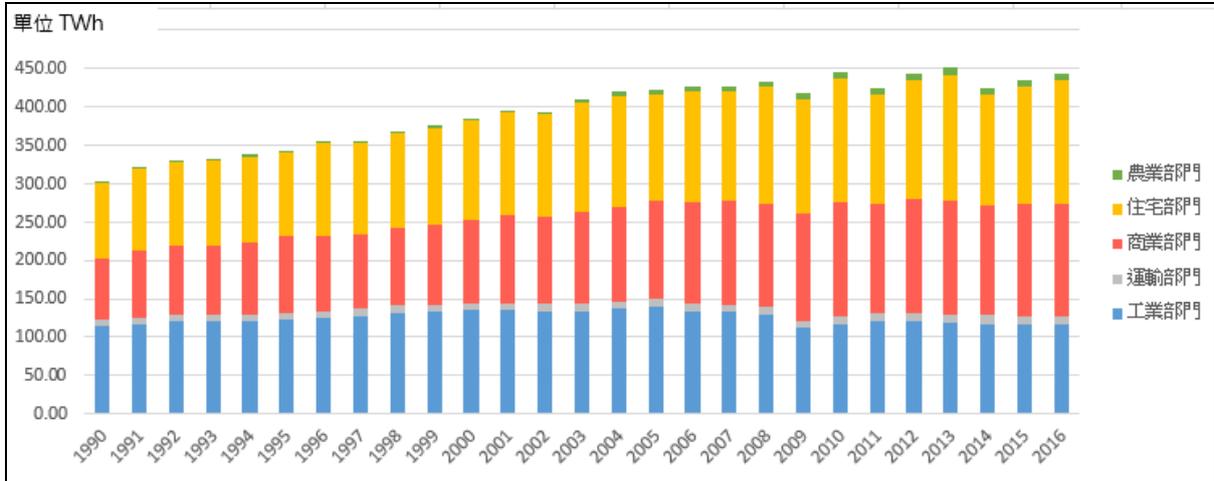
圖13 法國歷年發電裝置容量



資料來源：[4]

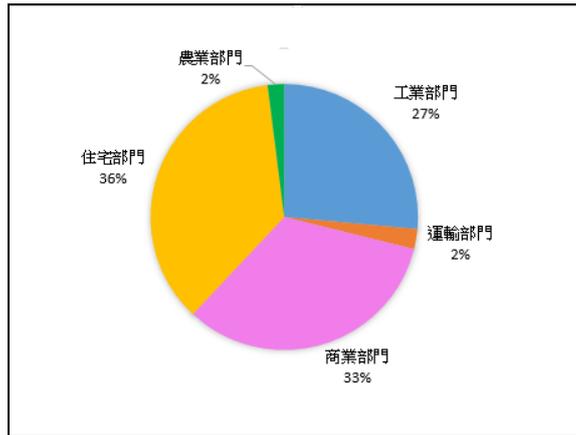
圖14 法國近年各燃料別火力發電裝置容量

按電力使用端部門別來觀察，法國以住宅部門的用電占比較高、商業部門次之，2016年分別占整體總用電量的 36%與 33%，工業部門則為 27%。法國 2016 年電力總消費 442.4TWh，與 2015 年相較增加 7.7TWh。各部門淨用電量均微幅成長，又以住宅部門成長 4.6%最多，僅有運輸部門減少 1.8%。近年各部門發展趨勢與此類似。歷年各部門淨電力需求如圖 15 所示。



資料來源：[4]

圖15 法國各部門歷年電力需求



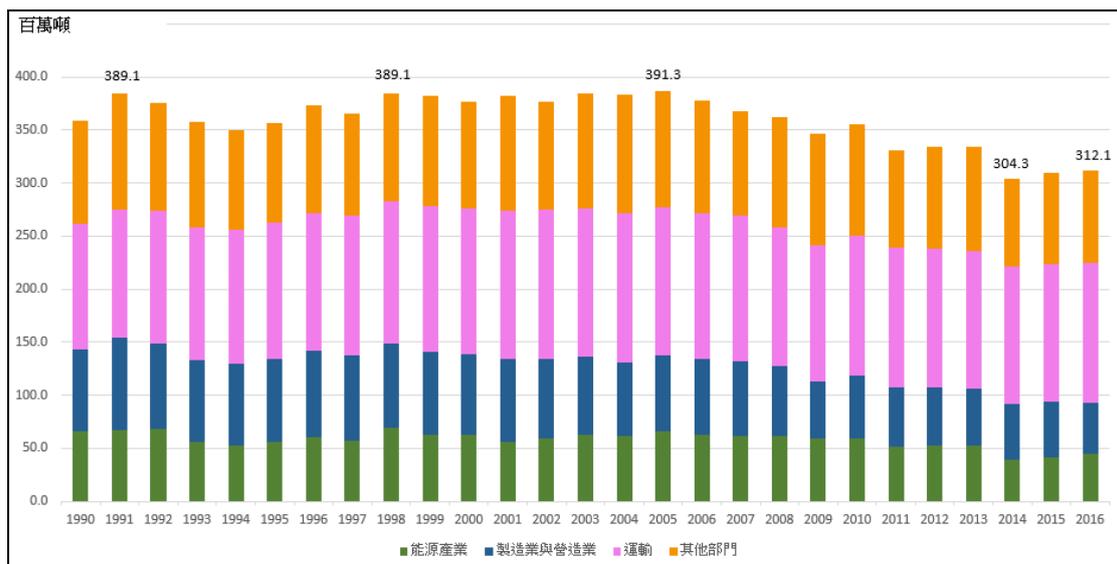
資料來源：[4]

圖16 法國 2016 年各部門電力需求

(四) 溫室氣體排放

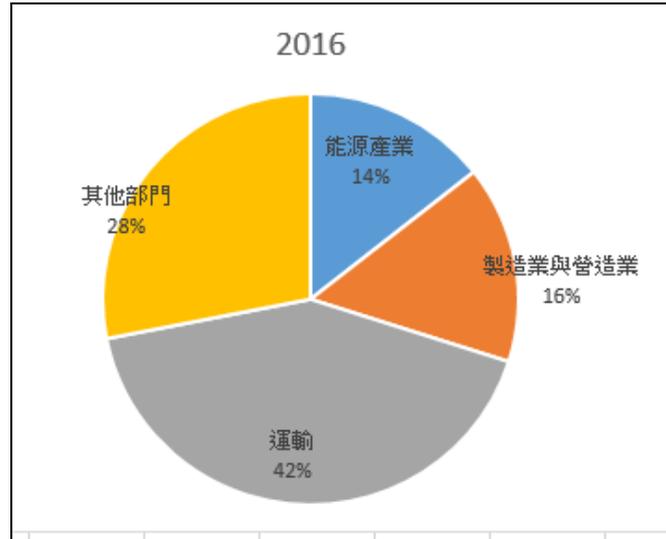
法國 2016 年燃料燃燒溫室氣體總排放量 312.1 百萬噸，雖較 2015 年要高，但整體排放量自 2005 年以來，已自當年最高點 391.3 百萬噸一路下降 20% 之譜。歷年溫室氣體總排放量如圖 17 所示，此表已將電力排放量分配予各電力使用部門。

歷年來燃料燃燒溫室氣體排放，仍以運輸部門為多，其他部門(含住宅、商業、農林漁牧)次之，其後為製造業與營造業、能源產業，各占 42%、28%、16% 與 14%。長期觀測，製造業與營造業的排放量有明顯且穩定的降幅，其他部門雖因氣溫關係而有所起伏，但整體呈現下降趨勢。運輸部門為持平狀況。就子項目而言，法國最主要的燃料燃燒溫室氣體排放源為公路運輸，占整體的 39.9%，長期以來未有減緩趨勢。



資料來源：[7]

圖17 法國歷年溫室氣體排放量



資料來源：[7]

圖18 法國 2016 年各部門溫室氣體排放量占比

2.3 法國能源政策目標

法國國會於 2015 年 8 月 17 日通過「邁向綠色成長之能源轉型法」(簡稱能源轉型法)，設定以下三個能源相關的中長期目標：

1. 以 2012 年為基準，2030 年最終能源消耗需減少 20%、2050 年減少 50%，其中化石能源預計在 2030 年要減少 30% 的消費。
2. 到 2025 年核能發電占比要降到 50%；2030 年提升再生能源發電占比到 40%，電力消費占比 32%。
3. 以 1990 年為基準，溫室氣體排放於 2030 年排放減量 40%，2050 年排放減量 75% [8]。

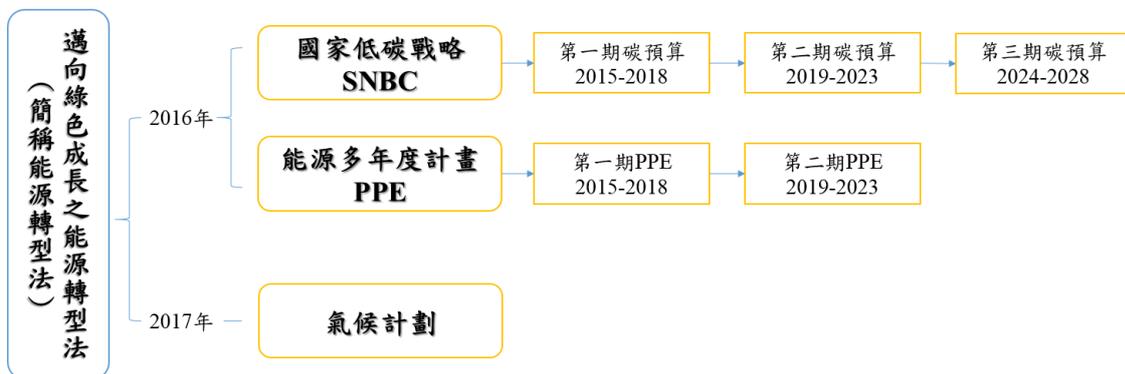


圖19 法國能源轉型法架構

如圖 19 所示，為了達成上述能源轉型法目標，法國生態、永續發展與能源局於 2016 年依據能源轉型法設定國家低碳戰略 (La stratégie nationale bas-carbone, SNBC) [9,10] 與多年期能源計畫 (Programmation pluriannuelle de l'énergie, PPE) [11] 兩套法案做為擬

定施政方向的工具。

而為了加速能源與氣候的轉型，由當時法國生態與團結轉型部長余洛(Nicolas Hulot)於 2017 年 7 月 6 日發布了全新的氣候計劃(Plan Climat)[14-16]，提出邁向 2050 年碳中和的行動方針。

(一) 國家低碳戰略(SNBC)

SNBC 設定了前三期（2015 年到 2028 年）運輸、建築、工業、農業、能源及廢棄物管理等部門的溫室氣體排放上限（碳預算）以及相關推動措施。

法國各期碳預算如表 1 所示。

表1 法國國家低碳戰略各期碳預算

部門別 單位 MtCO ₂ eq	運輸 部門	建築部門 (住宅服務)	農業 部門	工業 部門	能源 部門	廢棄物管 理部門	合計
1990 年	121	90	98	148	78	17	552
2013 年	136	99	92	88	57	20	492
第一期碳預算 2015 年-2018 年	127	76	86	80	55	18	442
第二期碳預算 2019 年-2023 年	110	61	83	75	55	15	399
第三期碳預算 2024 年-2028 年	96	46	80	68	55	13	358
第三期較 1990 年減量	20.7%	48.9%	18.4%	54.1%	29.5%	23.5%	35.1%
第三期較 2013 年減量	29.4%	53.5%	13.0%	22.7%	3.5%	35.0%	27.2%

資料來源:[10]

針對各部門的相關推動措施如下：

1. 運輸部門：

- (1)提高車輛的能源效率，2030 年銷售車輛平均燃油效率達到 2 公升/100 公里。
- (2)轉型到低碳能源，發展車輛補給燃料基礎設施及協調相關單位共同建置。
- (3)減少交通流量，推廣遠程辦公、區域交通限制措施等。
- (4)提高車輛裝載率，推動車輛共乘、發展公共運輸等。
- (5)鼓勵運輸模式改變，當建置交通設施規劃時考慮有利於地區的投資與規劃。

2. 建築部門（住宅服務）：

- (1)提高新建築的能源與環保性能，新建築必須進行生命週期分析，說明如何減少建物使用期間的排放量。
- (2)推動既有建築的節能改善，目標是既有建築納入「BBC 能源改善」規範中，到 2050 年全部翻新到高效率標準。
- (3)加強能源消費的管理，促使消費者節約能源。

3. 農業部門：

- (1)減少 N₂O、CH₄ 的直接排放，並在土壤中儲存碳及保持其生物量。同時透過生質轉化替代化石燃料的排放。
- (2)優化投入物料，並積極尋找當地的可替代資源。
- (3)多樣化的農作物輪耕和開發。
- (4)發展永續的農林業與畜牧業，維護農業生態基礎設施。
- (5)土地覆蓋，增加土壤的有機質含量。
- (6)發展有附加價值的農牧產品。
- (7)改善農場建築與設備的性能，開發農業沼氣能源。

4.工業部門：

- (1)提高製程能源效率，控制每個產品的能源和材料需求。
- (2)促進循環經濟，減少材料與能源的消耗。
- (3)尋找能源替代品，以降低能源消費及減少工業產品使用高排放能源。
- (4)開發和使用碳捕集與封存（Carbon capture and storage，CCS）技術。

5.能源部門：

- (1)提高能源效率，降低能源密集度、減少化石能源消費轉為使用電力。
- (2)2050 年能源結構去碳化。
- (3)發展再生能源，以減少火力電廠的投資。
- (4)利用較高的碳價格抑止現有電廠的排放。
- (5)考慮 2050 年火力電廠使用 CCS 的可能性，並考慮碳封存設施的位置。
- (6)提高電力系統的彈性。

6.廢棄物管理部門：

- (1)預防廢棄物產生的方案與產品的重複利用。
- (2)加強可再利用的廢舊材料資源回收，到 2025 年推廣生質廢棄物分類。
- (3)提高廢棄物的回收與再利用。
- (4)減少垃圾與汙水處理廠的甲烷排放，尤其是對於不可回收的廢棄物部分。
- (5)焚化並進行能源回收。

(二) 第一次能源多年度計畫(PPE)

依據能源轉型法的長期目標，2016 年提出第一次「能源多年度計畫」，2018 年底提出第二次。2016 年版本提出 2016~2018 年和 2019~2023 年前 2 期的中期計畫目標與行動，之後每 5 年為一期規劃法國的能源供需目標，於能源消費考慮了人口、技術演進、經濟情況、社會環境等不確定影響因素，設定低案和高案 2 種推估情境。低案若依趨勢推展可在 2030 年達成目標；高案則考慮不確定性因素設定了比較寬鬆的目標，若要達成 2030 年的目標則 2023 年以後的新版能源多年度計畫必須進行較大的改變。

1.能源消費

表2 法國能源多年度計畫最終能源消費目標

部門	2018 年				2023 年			
	低案		高案		低案		高案	
工業	32.72	+0.7%	35.01	+7.8%	31.73	-2.3%	35.63	+9.7%
住商	61.76	-10.6%	62.24	-9.9%	56.77	-17.9%	59.99	-13.2%
運輸	45.98	-6.3%	49.43	+0.8%	43.44	-11.5%	50.07	+2.1%
農業	3.86	-13.5%	4.40	-1.3%	3.54	-20.6%	4.56	+2.2%
合計	144.32	-7.0%	151.1	-2.6%	135.48	-12.6%	150.25	-3.1%

資料來源：[11]，工研院彙整

表3 法國能源多年度計畫化石燃料消費目標

	2018 年				2023 年			
	低案		高案		低案		高案	
煤炭	8.04	-27.6%	8.89	-19.9%	6.99	-37.0%	7.72	-30.4%
石油產品	67.24	-15.6%	73.3	-8.0%	61.04	-23.4%	72.1	-9.5%
天然氣	35.26	-8.4%	36.1	-6.2%	32.43	-15.8%	34.95	-9.2%
化石燃料	110.54	-14.5%	118.29	-8.5%	100.46	-22.3%	114.77	-11.2%

資料來源：[11]，工研院彙整

為達成以上目標，將從控制能源需求、建築節能改善、提高碳稅、地區正能源計畫、確保購買力和競爭力等，推動以下的措施：

- (1)控制能源需求：提高節能證書目標、加強民眾節能意識、能源產品的設計和標示等。
- (2)建築節能改善：既有住宅和商業建築的能源改善，2030 年較 2010 年降低能源消費 28%；提高既有商業建築法規要求；法國發展銀行提供 30 億歐元，進行社會住宅改善計畫（15 億歐元）和公共建築改善計畫（15 億歐元）。
- (3)提高碳稅，促使節能減碳，降低化石燃料消費：能源轉型法將碳稅入法，訂定 2020 年碳稅提高至 56 歐元/公噸、2030 年再增加到 100 歐元/公噸。
- (4)地區能源自足行動：提供能源轉型融資基金 2.5 億歐元，在 500 個地區推動「地區綠色能源成長 (territoires à énergie positive pour la croissance verte)」計畫[16]。
- (5)確保消費者的購買力和產品價格競爭力：2016 年實施能源支票實驗，對抗能源貧困；對能源貧困家庭實施能效證書的新系統，目標在 2017 年底達到 150 TWh，將提供約 10 億歐元給能源銷售者，以支援低收入家庭的節能行動；加強工業用地的彈性運用，調整電力密集地區公共傳輸網的使用稅率，提高工業的競爭力。

2.電力供需與再生能源發展

表4 法國能源多年度計畫再生能源發電目標

	2018 年	2023 年	
		低案	高案
陸域風力	15,000 MW	21,800 MW	26,000 MW
太陽光電	10,200 MW	18,200 MW	20,200 MW
水力 (年發電量)	25,300 MW (61 TWh)	25,800 MW (63 TWh)	26,050 MW (64 TWh)
離岸風力(著床式)	500 MW	3,000 MW	
	500~6,000 MW 以上，依第 1 期計畫和價格而定		
海洋能		100 MW (200~2,000 MW 以上，依先期計畫和價格而定)	
木質能源	540 MW	790 MW	1,040 MW
生質沼氣	137 MW	237 MW	300 MW
地熱發電	8 MW	53 MW	
廢棄物、垃圾	~1,350 MW	~1,500 MW	
裝置量合計	52 GW	71 GW	78 GW
發電量	110 TWh	150 TWh	167 TWh

註：水力包括潮汐發電，資料來源：[11]，工研院彙整

表5 法國能源多年度計畫再生能源供熱目標

(單位：ktoe)	2018 年	2023 年 低案	2023 年 高案
生質物(biomass)	12,000	13,000	14,000
熱泵(heat pumps)	2,200	2,800	3,200
太陽熱能	180	270	400
生質沼氣(biogas)	300	700	900
地熱	200	400	550
合計	14,880	17,170	19,050
管網輸送的再生能源和回收量	1,350	1,900	2,300

資料來源：[11]，工研院彙整

為達成以上目標，主要推動措施和其目標：

- (1)加速計畫開發時兼顧環保問題並簡化行政措施、鼓勵民眾和地方政府參與投資與開發等。
- (2)建立定期招標時間表(圖 20)。
- (3)到 2017 年熱能基金增加一倍，加速計畫開發、擴展到新的領域。
- (4)生質沼氣(Biogas)注入天然氣管線：2018 年達 1.7TWh，2023 年達 8TWh。
- (5)支援生質天然氣車輛(bioGNV)開發，2018 年達 0.7TWh，2023 年達 2TWh，以及 2023 年 bioGNV 要占天然氣車輛(GNV)消費量的 20%。

預期進度	2016				2017				2018				2019	
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2
太陽能 (地面)		啟動 (3年招標)		第1期 (500MW)		第2期 (500MW)		第3期 (500MW)		第4期 (500MW)		第5期 (500MW)		第6期 (500MW)
太陽能 (屋頂)		啟動 (3年招標)		第1期 (150MW)	第2期 (150MW)	第3期 (150MW)		第4期 (150MW)	第5期 (150MW)	第6期 (150MW)		第7期 (150MW)	第8期 (150MW)	第9期 (150MW)
生質能	啟動 (3年招標)		第1期 (50-100MW)				第2期 (50-100MW)					第3期 (50-100MW)		
沼氣	啟動 (3年招標)		第1期 (10MW)				第2期 (10MW)					第3期 (10MW)		
離岸風力發電		啟動專案研究調查												
小型水力發電		啟動 第一期 招標		啟動 第一期 標案	啟動 第一期 分案		啟動 第二期 招標		啟動 第二期 標案		啟動 第二期 分案			
海流能			啟動 第一期 招標										啟動 第二期 招標	

資料來源：[12]，工研院彙整

圖20 法國再生能源定期招募時間表

(三) 氣候計劃(Plan Climat)

氣候計劃將動員全法國之力與加強對歐盟和國際的外交行動，以落實巴黎協議的長期目標——2050年實現碳中和(carbon neutral)。氣候計劃包含了六大軸，內容摘述如下：

1.使巴黎協議的推動不可逆轉

- (1)推動環境立法。
- (2)推動社會動員。

2.提升所有法國人生活品質

- (1)發展乾淨、人人可用的清潔運輸。
- (2)10年內解決能源貧困。
- (3)讓消費者承擔更多的責任，提高再生能源電力自產自銷者。
- (4)將循環經濟列為能源轉型的核心。

3.終結化石燃料，2050年實現碳中和

- (1)加速再生能源發展，生產零碳電力。
- (2)將化石燃料保留在地下，預計於2040全面停止開採化石能源。
- (3)提高碳稅，以反應汙染源的真正價格。
- (4)實現2050年碳中和。
- (5)2040年停止銷售化石燃料車。

4.讓法國成為第一大綠色經濟體

- (1)透過研發創新，找出未來的解決方案。
- (2)促使巴黎成為綠色金融的中心。

5.開發生態系統與農業的潛力

- (1)動員農業對抗氣候變遷。
- (2)氣候變遷的調適。
- (3)禁止進口會破壞森林的產品。
- (4)積極推動法國的森林防護與永續措施，強化其碳匯角色。

6.加強對氣候外交的國際動員

- (1)提高歐盟的氣候雄心。
- (2)支持致力於氣候變遷的非政府組織。
- (3)支援發展中國家對抗氣候變遷

(四) 氫能佈署計畫(Plan de déploiement de l'hydrogène)

法國生態與團結轉型部 2018 年 6 月 1 日宣布氫能佈署計畫[16]，將自 2019 年起每年投資 1 億歐元發展氫能，期望借助於法國既有的完整產業鏈優勢，站上全球氫能領導地位。該計畫力推氫能技術在工業、運輸與儲能等能源領域的應用，行動上分為三個主軸，共有 14 項策略：

1. 工業部門氫氣脫碳化

- 策略 1: 設定工業用途的氫氣的具體目標—2023 年前 10%工業用氫氣不再以化石燃料生產(脫碳化)，2028 年增至 20-40%。
- 策略 2: 2020 年起建立氫氣來源的可追溯系統，以符合歐盟再生能源法修正版中之要求，再生能源燃料需可追蹤來源。
- 策略 3: 強調氫能在溫室氣體管制規範中的環境影響，依照氫氣的不同生產方式來源加以區分。

2. 發展再生能源儲存的裝置容量

- 策略 4: 水電解製氫方式可立即產生電力挹注電網，也能將再生能源發電的剩餘電力用以製氫。此技術將儘速於偏鄉地區(territoires isolés)展開試驗。
- 策略 5: 配電網運營商應區分由水電解製氫方式產生的氫能，以及由傳統方式產生的氫能，並賦予其價值。
- 策略 6: 確認每個無電網併聯地區的氫能儲存需求—EDF 電力在法屬離島領地的子公司 EDF SEI 和 ADEME 須因地制宜提供服務，使電解製氫方式能應用於當地。
- 策略 7: 為將來利用再生能源的剩餘電力「由電製氣」(Power-to-gas)技術應用做好準備，須確認天然氣網絡可承受氫氣併入的技術與經濟條件為何，相關報告將於 2018 年底提出。

3. 發展成公路、鐵道、水域運輸的零碳排解決方案

- 策略 8: 特別以商用車隊為基礎，將氫能運輸建置於地方環境體系中—2023 年起，5,000 輛輕型商用車與 200 輛重型車(公車、卡車、區域鐵路電聯車、船艇) 使用氫能，並建造 100 座加氫站。2028 年擴增至 2 萬至 5 萬輛輕型商用車、800-2,000 輛重型車，與 400-1000 座加氫站。
- 策略 9: 協助使用氫燃料的公路用重型車輛、船舶與火車之開發。
- 策略 10: 在氫能產業起始階段，將協助建置區域性的氫燃料車隊 (卡車、商用車、公車等)。
- 策略 11: 2018 年中前組成一個議會代表團，特別評估氫能於鐵路體系中的應用空間，找出障礙予以排除。

- 策略 12：ADEME 將肩負領導任務，特別是指引法規、融資等問題，以協助各計畫之進行。
- 策略 13：追蹤已施行的重要工作，以釐清安全、風險預防方面的規範。2018 年中之前，針對配送氫能的服務站點制訂出專責管制規範架構。
- 策略 14：指導並協助建立國際資格認證中心，為公路、航空、海運、水運、鐵路運具提供高壓氫構件的認證服務。

（五）第二次能源多年度計畫

2018 年 11 月 27 日，法國政府正式公布延宕數月的第二次多年期能源計畫[17]，同日一並公布國家低碳戰略新版本。第二次多年期能源計畫目的是要訂出 2019-2023 年，以及 2024-2028 年的第二、三期能源轉型與減碳時程與工作規劃，以達成 2015 年能源轉型法之目標，與氣候法目標 2050 年碳中和。第二次多年度能源計畫的目標如下：

1. PPE 的數值目標

到 2023 年

1. 250 萬件房屋翻新
2. 10,000 個燃煤加熱器和 100 萬個燃油鍋爐以再生能源或高性能燃氣加熱設備取代
3. 120 萬輛電動車
4. 20,000 輛燃氣卡貨車
5. 950 萬個家庭用有標示的木材加熱
6. 340 萬個家庭連接到供暖網絡(區域供熱)

到 2028 年

1. 提高所有部門(住宅、運輸、工業...)的能源效率，減少 14%的最終能源消費
 2. 化石燃料初級消費量減少 35%
 3. 再生能源發電量翻倍
 4. 再生能源供熱產量增加 40%
- 上述比較基準年為 2012 年

2. 目標 1 - 降低能源消費

為了減少整個經濟體的最終能源消費，需要採取兩項長期措施：

1. 合理的碳價格：在整個經濟體內為碳提供合理的價格，同時考慮到市場價格中溫室氣體排放損害的隱性成本。
2. 提高能源效率：在建築、運輸和工業等部門採取行動。其中一個目標是每年翻新 50 萬個住宅，其中一半為中低收入戶。

3. 目標 2 - 減少化石燃料的使用

針對碳含量高的能源，減少化石燃料的使用，以降低溫室氣體和其他污染物的排放，

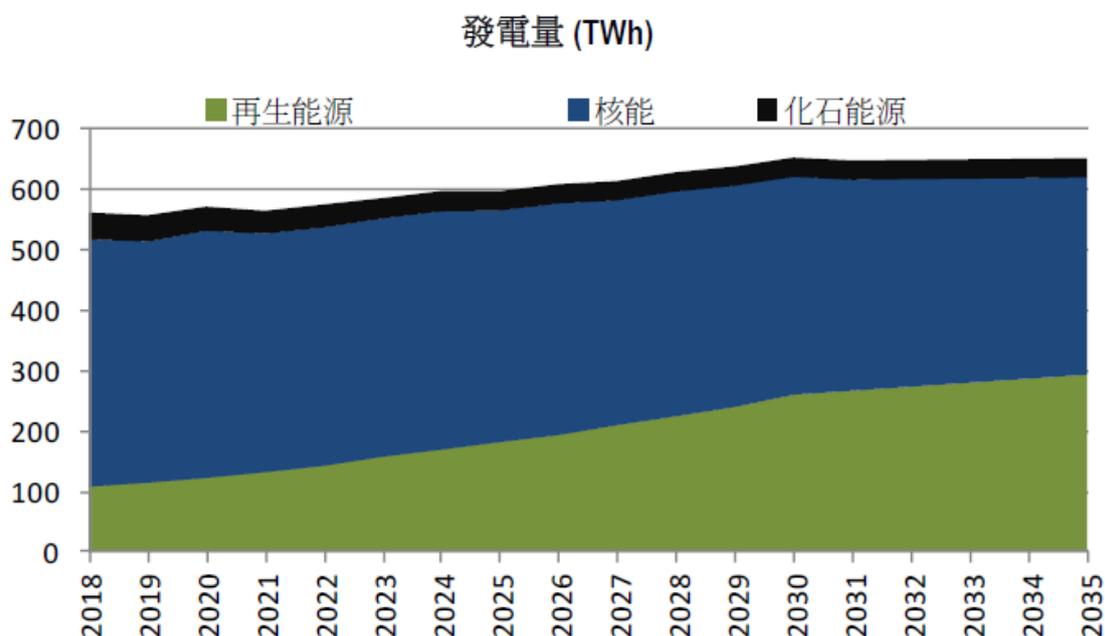
同時也改善空氣品質。政府規劃：

1. 2022 年底前燃煤電廠完全除役。
2. 藉由個人的節能計畫，促使 2023 年更換 100 萬台燃油鍋爐。

4. 目標 3 - 使能源結構多樣化

能源結構的多樣化涉及再生能源發展和核能減少。

法國政府規劃到 2028 年將再生能源發電的裝置容量增加一倍。為實現這一目標，PPE 不另外設定再生能源的總體目標，而再生能源的措施為：增加再生熱能的金融輔助措施(Ademe 的熱能資金)、新的再生能源投標日程，並整合再生燃氣的監管費率購買義務等。與此同時，法國政府確定了實現核電的目標時程，到 2035 年占電力結構的 50%。實現這一目標意味著要關閉 14 部核電機組(目前有 58 部核電機組)，包括到 2028 年關閉 4 到 6 部核電機組(包括 Fessenheim 的 2 部機組)。



資料來源：[16]

圖21 法國 2028~2035 年各類能源的發電量

表6 法國 2028~2035 年的電源結構

	2018	2023	2028	2030	2035
再生能源	20%	27%	36%	40%	45%
核能	73%	67%	59%	55%	50%
火力發電	8%	6%	5%	5%	5%

資料來源：[16]

表7 法國 2023 年和 2035 年的再生能源目標

再生能源類別	2023	2028
陸域風力	24.6GW	34.1~35.6GW
離岸風力	2.4GW	4.7~5.2GW
太陽光電	20.6GW	35.6~44.5GW
甲烷 (沼氣)	0.27GW	0.34~0.41GW
水力發電	25.7GW	26.4~26.7GW
總計	74GW	102~113GW

資料來源：[16]

5. 目標 4 - 就業發展

對 PPE 2019 - 2028 年進行的宏觀經濟評估，顯示其對經濟成長和就業的積極影響，到 2028 年 GDP 將再增加 2.3%，並創造 475,000 個就業機會（與沒有 PPE 的情況相比）。

6. 目標 5 - 強化購買力

總體而言，消費者的購買力也將增加：家庭總可支配收入增加 2.7%。

個人也可以獲得財務援助，以便針對住家進行節能改造，降低能源費用支出。

（六）能源治理成果與政治風波

2018 年度法國在氣候與能源方面的政治上有些成果，但也有政治風波。第二次的法國多年期計畫於 2018 年 3 月起啟動大規模的實體與線上公眾諮商[18]，因為此次涉及核電廠除役的時程安排，因此格外引發討論，多年期計畫的公布日程自秋季多次延後至 11 月底。期間法國生態與團結轉型部長余洛於 8 月底無預警請辭，他在辭職之前透露出對狩獵法修法挫敗，並不滿核能占比降低目標年可能被迫延後。總統馬克宏於 10 月底召集能源集團代表入府討論多年期計畫最終版本，未同時邀請民間團體且過程未公開，招致環保團體批評。

另一方面，法國自 2017 年初啟動交通運輸法(loi d'orientation des mobilités)草案研擬，廣徵民眾參與次法案討論，以解決都市交通發展、大眾運輸、道路使用費，並兼顧環境保護、節約能源等問題。此草案已於 2018 年 11 月底公布，然而下半年期間引發民眾對運輸燃料稅費上漲的不滿，促使在全國各地產生大規模無組織的黃衫軍抗爭事件，並造成 2 人死亡。 [19, 20]

三、結論與建議

（一）法國能源轉型法制工具逐漸補足

2015 年法國通過能源轉型法後，需進一步補足各項政策工具。其中，氣候法於 2017 年通過，2018 年 3 月開始討論第二輪多年期能源計畫，5 月頒佈循環經濟路線圖(Feuille

de route économie circulaire, FREC)[21]，6 月頒布氫能計畫，11 月公布交通運輸法草案，隔天公布第二輪多年期能源計畫。然而，交通運輸法草案在提高化石燃料稅費方面遇到民眾抗爭而調整，多年期能源計畫則宣示了將核電比例降至 50%的目標年延後十年，這些被迫修正與退守的狀況，彰顯能源轉型所需的改革繁雜且難解，而政府並未堅守立場。

（二）減煤進度停滯

自 2015 年氣候變遷綱要公約重要的 COP21 大會在巴黎舉辦後，法國自許於氣候治理上要作為國際表率，因此企圖在減煤、減少火力發電上有所進展。法國雖已增加燃汽機組發電，減少煤碳發電量至 10%上下，然而此比例已經維持多年，未有再進一步減少的跡象。馬克宏總統於 11 月 28 日宣布第二次多年期能源計畫時，宣示 2022 年關閉既存的燃煤電廠，有助於相關工作更行順利。

（三）對我國能源轉型的借鏡與建議

我國邁向非核減煤推動能源轉型，已修訂能源政策發展綱領，推動能源轉型白皮書，但不如法國能源轉型法的法規位階，國內的重視程度亦有所不同。法國近兩年針對多年期能源計畫、交通運輸法，均透過主管單位與法國國家公共辯論委員會(Commission nationale du débat public)進行廣泛的多方討論，有助於政治溝通，並使政策更符合實際需求。

再者，法國政府目前正針對能源轉型法所需的相關配套法規與計畫，進行準備、研擬或討論，構建起整體、系統性的法制與政策架構，特別是氣候法的頒布，每年都有相關大幅且有指標性的進度，值得我國參考借鏡。

然而法國總統馬克宏於 2018 年 11 月 27 日宣布第二次多年期能源計畫，以空污減量與減碳為理由，延後核電占比減半的年限到 2035 年，卻破壞民眾對於能源轉型法之信賴，此為後續法國政策觀察重點。

參考資料

[1] Eurostat

<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

[2] Bilan électrique 2017, Réseau de transport d'électricité,2018/2

[3] Bilan énergétique de la France pour 2016, Commissariat général au développement durable ,2018/3

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/publications/p/2764/1080/bilan-energetique-france-2016.html>

[4] Base de données Pégase (format Beyond 20/20)

http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/conjoncture/r/note-conjoncture.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=21083&cHash=f46f0353707c96063dfecb5e3a6d8139

[5] RTE-Le réseade l'intelligence électrique

<http://www.rte-france.com/fr/article/bilans-electriques-nationaux>

[6] Scheduled commercial electricity exchange in Europe, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE

<https://www.energy-charts.de/>

[7] 法國國家排放清冊, Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, CiTEPA

<https://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/ccnucc>

[8] LOI no 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (The energy transition law for green growth), Journal Officiel de la République Française

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/joe_20150818_0189_0001_1_-2.pdf

[9] French national low-carbon strategy (La stratégie nationale bas-carbone, SNBC), Minister of Ecology, Sustainable Development and Energy, 2016/1/7

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/15147-2_strategie-bas-carbone_4p_GB-2.pdf

[10] 林祥輝, 法國國家低碳戰略和碳預算, 能源知識庫, 2016/9/2

http://km.twenergy.org.tw/DocumentFree/reference_more?id=137

[11] Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, Programmation pluriannuelle de l'énergie, 2016/11/2

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Programmation-pluriannuelle-de-l-48569.html>

[12] Lancement du Plan Climat, Ministre de la Transition écologique et solidaire, 2017/7/6.

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/lancement-du-plan-climat>

[13] Le Plan Climat, Ministre de la Transition écologique et solidaire, 2017/7/6.

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2017.07.06%20-%20Plan%20Climat.pdf>

[14] Dossier de presse - Lancement du Plan Climat, Ministre de la Transition écologique et solidaire, 2017/7/6.

https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2017.07.06%20DP_plan_climat.pdf

[15] La transition énergétique pour la croissance verte, 2015/8/3

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Un-territoire-a-energie-positive.html>

[16] 謝雯凱, 法國宣布氫能佈署計畫, 力推氫能技術在工業、運輸與儲能等能源領域的應用, 能源知識庫, 2018/6/2

https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=2552

[17] Dossier de presse - Stratégie française pour l'énergie et le climat, Ministère de la Transition écologique et solidaire

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/dossier-presse-strategie-francaise-lenergie-et-climat>

[18] Débat public programmation pluriannuelle de l'énergie, Commission nationale du débat

public

<https://ppe.debatpublic.fr/accueil>

[19] Transports : un projet de loi pour penser les mobilités de demain, 法國政府入口網站

<https://www.gouvernement.fr/transports-un-projet-de-loi-pour-penser-les-mobilites-de-demain>

[20] France fuel protests: Police in Paris fire tear gas, BBC News, 2018/11/24

<https://www.bbc.com/news/world-europe-46328439>

[21] Feuille de route économie circulaire, | Ministère de la Transition écologique et solidaire

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/feuille-route-economie-circulaire-frec>