

荷蘭氣候與能源政策動向

—朝 2030 年廢煤、減碳 49%與大幅增加離岸風電發展

林綉娟

國家能源發展策略規劃及決策支援能量建構計畫

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

荷蘭聯合政府自 2017 年 10 月上任後，提出氣候與能源轉型政策與啟動一系列修法，預計在 2030 年前分階段廢除共計 4.5 GW 燃煤發電，並因半世紀的開採造成地震，政府今(2018)年宣布將在 2030 年停產天然氣，在 2050 年全數淘汰國內家戶天然氣使用。今年，氣候法草案提議將 2030 年 49%的減碳目標(相較於 1990 年)，2050 年減碳 95%的目標入法，並將提出年度執行報告與每五年更新氣候計畫。

荷蘭在 2018 年完成競標作業，將在 2022 年出現全球首座零補貼離岸風場。荷蘭政府今年 3 月也提出 2030 年的離岸風電路徑規劃，預計將在 2024~2030 年間新增 7 GW，在 2030 年總計達到 11.5 GW 的離岸風電裝置容量，預計將新目標納入離岸風力發電法的修訂。近年來離岸風電因規模經濟與荷蘭政府前置作業的協助，包括電網設施、環評與場址資料提供，競標價格降低，連帶降低政府的財務補助負擔。

關鍵字：荷蘭、能源轉型、離岸風電、天然氣、再生能源、氣候法

壹、前言

荷蘭聯合政府在 2017 年底啟動氣候與能源政策的制定，並藉由修法掃除法規障礙，預計將大幅減少對化石燃料的依賴，本文介紹荷蘭能源概況，並蒐集近期荷蘭氣候與能源政策與法規動向，包括荷蘭氣候法草案、禁用燃煤發電法草案，與 2030 年離岸風電路徑規劃，並蒐集荷蘭近年來離岸風電競價成本發展與政府的配套措施，期作為我國發展再生能源制度之經驗借鏡。

貳、荷蘭能源概況

一、荷蘭國家概況簡介

荷蘭是位在西歐的小國，東鄰德國，南與比利時接壤，西部與北部被北海包圍。荷蘭王國在加勒比海區尚有三個島嶼自治國：阿魯巴、庫拉索和荷屬聖馬丁。荷蘭首都為阿姆斯特丹，中央政府則位在海牙。荷蘭國土雖小，但卻是全球第二大農業出口國，2017 年農產品出口貿易額達 1,135 億美元，僅次於美國。荷蘭南部的鹿特丹是歐洲第一大海港，排名全球第八，鹿特丹在 2004 年之前曾是全球最繁忙的港口，扮演亞洲貨物進入歐陸的樞紐角色。

荷蘭國土面積為 41,500 平方公里，約有 26% 的國土海拔在海平面以下。人口總數為 1,720 萬人。據國際貨幣組織 IMF 排名，人均國民生產毛額約為 48,345 美元(2017 年)，為全球第十二名。

二、荷蘭能源概況

荷蘭擁有豐富的天然氣資源，境內共有超過 470 座天然氣田，其中有 250 座已開採，是歐盟最大的天然氣輸出國，北部的葛洛寧根省(Groningen)則擁有歐洲境內最大的天然氣田，在全球規模排名第十。

葛洛寧根發掘該地天然氣資源已近半世紀，長久以來鄰近居民飽受因開採天然氣壓力釋放所引發的人造地震所苦，在 2018 年 1 月 8 日，當地發生了芮氏規模 3.4 的地震，有 3,000 多件建物毀損的通報，是當地五年以來

最大規模的地震。人造地震頻繁，導致財產與安全等風險，該區天然氣已逐年減產。去(2017)年該國首次出現進口天然氣量超過國內開採量，預計今年產量則由去年的 24bcm 下降到 19-20bcm。另外，荷蘭境內的油田有 48 座，其中 12 座已開採，但石油產量有限。

荷蘭南部有 1 座 515 MW 的核電廠，年發電量約為 32 億度，自 1973 年啟用至今，預計在 2033 年除役。另有 5 座燃煤電廠與 6 座燃氣電廠，裝置容量共計分別為 4.5 GW 與 6.4 GW。太陽光電裝置容量為 2.7 GW，風力發電裝置容量則為 4.2 GW (包括 3.2 GW 的陸域風電與 1 GW 的離岸風電)。根據荷蘭公布的 2017 年國家能源展望，2035 年前的能源發展推估如表一所示。

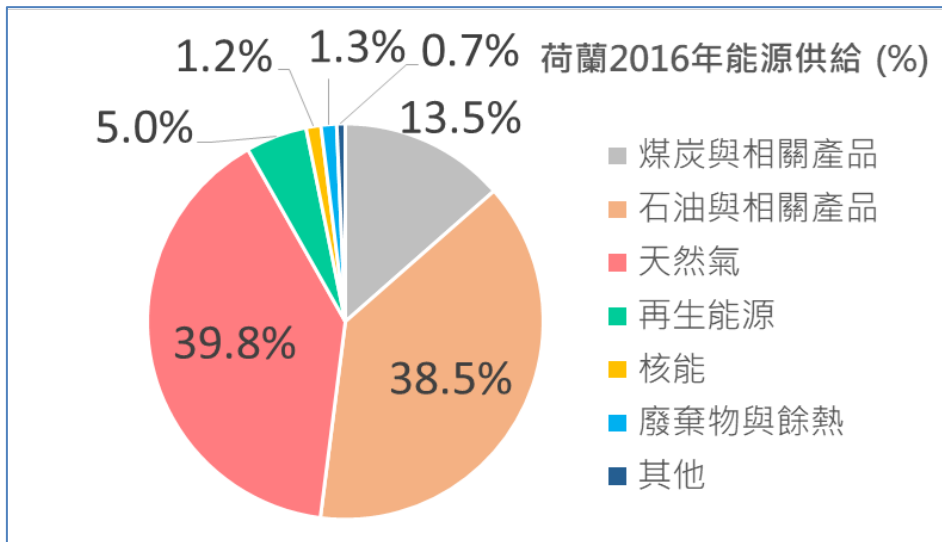
表一、荷蘭 2000~2035 年能源發展 (荷蘭環境規劃署, 2017)

年度	2000	2010	2016	2020	2030	2035
CO ₂ 價格 (歐元/噸)	-	15	5	7	16	25
批發電價 (歐元/千度)	58	53	34	32	44	48
最終能源消費 (PJ)	2,141	2,352	2,090	2,000 (2023 年:1,979)	1,933	1,871
再生能源 (PJ)	35	92	125	248 (2023 年:331)	462	517
再生能源占比 (%)	1.6%	3.9%	6%	12.4% (2023 年:16.7%)	23.9%	27.6%
溫室氣體減量 (%)	1%	3%	11%	23%	31%	34%
溫室氣體減量 (Mt)	1	3	11	23	31	34

註：溫室氣體減量基準年度為 1990 年

(一) 能源供給

荷蘭 2016 年國內能源供給主要來自化石能源，約占總供給的 92%。天然氣與石油及相關產品，各占約 40%，其次是煤炭與相關產品，占 13.5%。再生能源僅占 5%，核能約占 1.2%，廢棄物與餘熱占了 1.3%，其他能源種類，如電力輸入等，則占了 0.7%。



資料來源：荷蘭中央統計局 CBS，2018 (製圖/翻譯：本研究)

圖一、2016 年能源供給

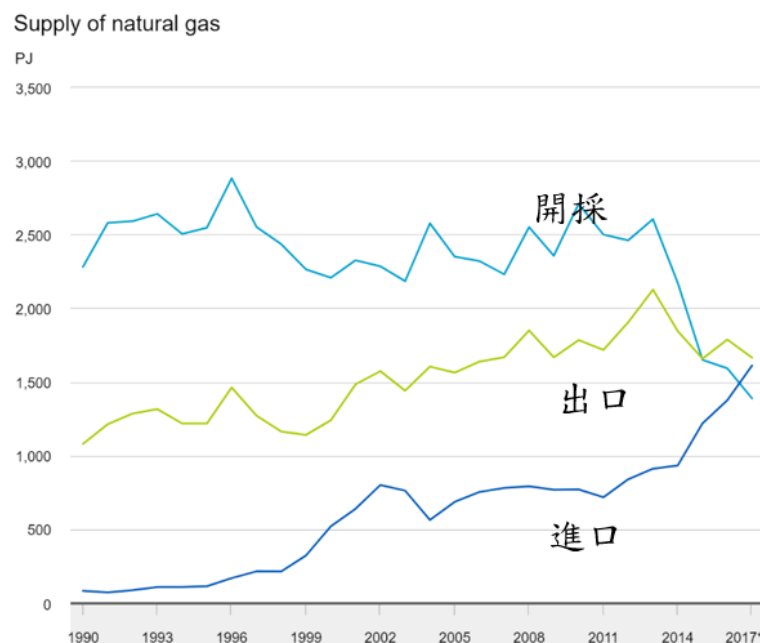
荷蘭的再生能源發電呈現成長趨勢，如圖二，2017 年再生能源發電量約為 170 億度，2016 年是 150 億度，風能是最主要的再生能源發電來源，約占 6 成，其次為生質能，約占 3 成。太陽能約占 13%，水力則占 0.5%。根據荷蘭中央統計局，再生能源發電的消費占比也在升高，2017 年再生能源占總電力消費的 13.8%，高於 2016 年的 12.5%。



資料來源：荷蘭中央統計局 CBS，2018 (製圖：本研究)

圖二、2007~2017 年再生能源發電量

到 2017 年為止，天然氣開採已經連續第四年呈現下降趨勢，2017 年年減約 200 PJ (13%)，如圖三。減產的量主要藉由進口來平衡。自挪威進口的天然氣從 185 PJ 上升至 743 PJ，從英國進口的量也自 78 PJ 上升至 253 PJ。但從德國跨境交易的天然氣(包括自俄羅斯進口的天然氣)則減少了 116 PJ，來到 338 PJ。過往的趨勢中，荷蘭天然氣出口量往往會超越進口量，在 2000 年到 2013 年之間，出口量甚至超過進口量的兩倍，但在 2013 年後此情況急速改變，2017 年時，出口量僅高過進口量 3%。

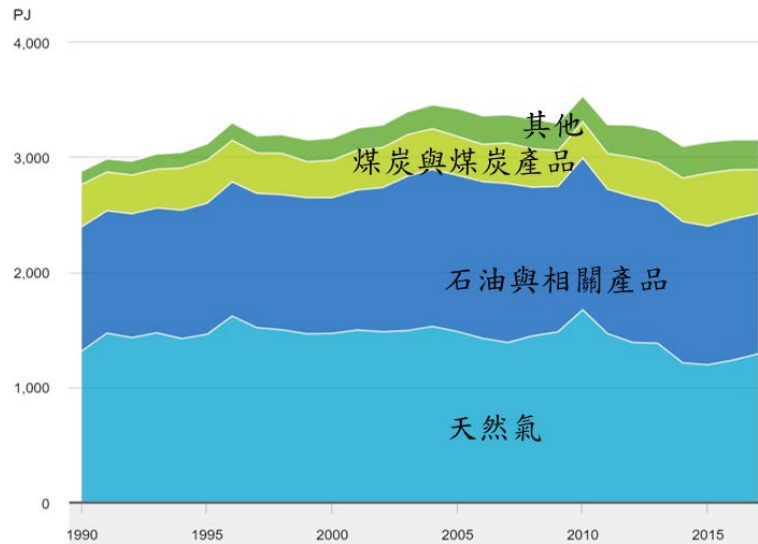


資料來源：荷蘭中央統計局CBS，2018

圖三、1990~2017年荷蘭天然氣供給趨勢

(二) 能源消費

從 1990 年到 2017 年，能源消費成長了近 10%，但人均能源消費則減少了近 5%。如圖四，荷蘭境內的能源絕大多數來自化石燃料，2017 年荷蘭所有的能源消費中，化石燃料就佔了 92% (2,900 PJ)，約莫跟 2016 年相仿。其他 8%則是來自核能、再生能源、廢棄物發電與進口電力。在 1990 年到 2017 年之間，荷蘭 GDP 增加了八成之多，經濟成長速度比能源消費的成長速度快，其中一個原因是能源使用效率提高，並且新建築物隔熱也有改善。

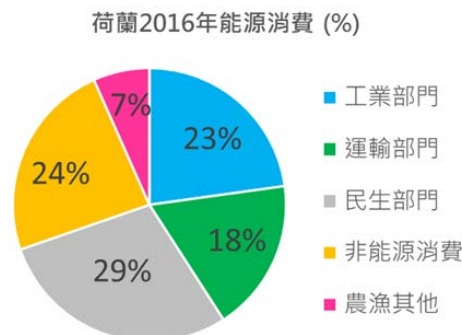


資料來源：荷蘭中央統計局CBS，2018

圖四、1990~2017年能源消費趨勢

2016 年到 2017 年間，燃煤發電降低，但燃氣發電上升。天然氣 2017 年的消費量增加，主要因為燃煤發電降低了 49 PJ，而燃氣發電增加了 33PJ。煤炭消費量下降了一成左右，其中一個原因是因為依據 2013 年的能源協議規定關閉老舊燃煤電廠，但燃煤發電仍比 2014 年之前使用更多煤炭，主要跟新的大型燃煤發電廠在 2014~2015 年才啟用有關。

圖五為荷蘭 2016 年各部門的能源消費，以民生部門最高，占 29%，其次是非能源消費占 24%，工業部門占 23%，運輸部門占 18%，農、漁及其他類別則占 7%。



資料來源：荷蘭中央統計局 CBS，2018 (製圖/翻譯：本研究)

圖五、2016 年各部門能源消費。

參、氣候與能源政策

跟其他國家相比，荷蘭在推動氣候與能源轉型政策的進度緩慢，根據歐盟統計局在 2017 年 3 月公布的統計，荷蘭再生能源占比位居歐盟 28 個國家的倒數第三。減碳方面，在 2017 年的碳排量則較 1990 年減少 13%。荷蘭自從新政府上任以來，積極進行協議擬定與修法，包括政策協議、氣候協議、瓦斯法、廢煤草案、離岸風力法等等制度皆已展開相關討論。

荷蘭政府在 2013 年由社會經濟理事會與 47 個相關團體簽署的能源協議(Energy Agreement)，訂下 2013 年到 2023 年的十年目標，重點包括 2020 年前裝置 1000 架風機，再生能源占比在 2020 年成長到 14%，以及 2023 年成長到 16%；2050 年二氧化碳減排 80-95%；政府需投資在住房能效上，每年最終能源消費平均降低 1.5%，以及到 2020 年共要節省 100 PJ 的能源。並且增加 15,000 個就業機會。

2015 年時，荷蘭環境組織 Urgenda 贏得對荷蘭政府的訴訟，Urgenda 控告荷蘭政府未能善盡保護人民免於氣候變遷危害之責任，法院判決荷蘭政府須在五年內(2020 年前)，將溫室氣體減量目標自 17% 提高至 25%。2018 年 5 月，荷蘭政府則再次提出上訴，稱法院僭越權責，有違民主意志。法院判決預計在 2018 年 10 月提出。

在 2017 年 10 月份荷蘭正式宣布由四個政黨組成新的聯合政府，包括自由民主人民黨(VVD)，基督教民主聯盟 (CDA)，民主 66 (D66) 與基督教聯盟 (CU)。新政府發表了一份名為 Confidence in the Future 的政策協議，說明總體國家政策，其中能源政策將大幅提高減碳目標，將之前 2030 年 40% 減排目標提高至 49%，以及宣示將積極淘汰化石燃料，包括在 2030 年前關閉所有燃煤發電廠，並且在 2050 年前，淘汰全國六百萬戶的天然氣，以迎頭趕上巴黎協議的目標。此後，荷蘭政府相繼展開一系列立法與修法行動，並且著眼於規劃能源轉型的細節，以下是截至 2018 年 6 月底為止主要公布規劃內容：

一、荷蘭氣候法草案 (2018/6/27)

據荷蘭環境評估署(Planbureau voor de Leefomgeving, PBL)在 2017 年底發表的報告估計，2030 年荷蘭需減排 50%，而 2050 年則需要接近零碳排，才能符合巴黎協議設定的目標，並且至少要有 70-80%的再生能源才能達成。PBL 並估計，若欲達成控制升溫在 1.5 °C 的目標，2050 年前將需減少超過 100%的二氧化碳排放量，亦即在 2050 年前能源系統需完全脫碳。

荷蘭政府根據上述的報告，經過執政黨與在野共七個政黨協商後，在 2018 年 6 月 27 日，向國會提出了氣候法草案(draft Climate Law)，提議在 2030 年減少 49%碳排(與 1990 年水準相較)，2050 年減少 95%碳排，在 2050 年的電力須達成碳中和，草案並且提議每年將由荷蘭政府提供年度報告，從 2019 年後，每五年政府需更新一次氣候計畫。法案預計在 2019 年定案通過。

荷蘭的氣候法普遍獲得支持，若順利通過，將是全球第七部氣候法。目前各國在 2050 年已立法的減排目標為：英國(80%)、法國(75%)、墨西哥(50%)、芬蘭(80%)，瑞典則是在 2045 年達到碳中和，包括境內至少減排 85%，挪威則設定 2050 年達成碳中和，包括由國外投資或植樹等計畫抵銷排放。

二、禁用燃煤發電法草案 (2018/5/18)

據荷蘭政府統計，燃煤電廠在 2016 年排放二氧化碳達 2,950 萬噸，若關閉既有的五座燃煤電廠，將會大量減少碳排。除了在政府的政策協議文件中提出 2030 年的廢煤時程外，荷蘭經濟與氣候政策部也針對關閉境內的五座燃煤電廠持續協商，並且在 2018 年的 5 月 18 日公告禁用燃煤發電草案(Draft Act on the Prohibition on Coal for Electricity Production)，進入為期一個月的公開諮詢期。

該草案一旦受荷蘭國會採納過後，經公開在政府公報並立刻生效。預計國會將強烈支持。法案的重點是禁用燃煤發電，但將不適用於以下情況：

- 淨發電效率高於 40% 的舊燃煤電廠(到 2024 年年底前)
- 淨發電效率高於 44% 的新燃煤電廠(到 2030 年 1 月 1 日前)

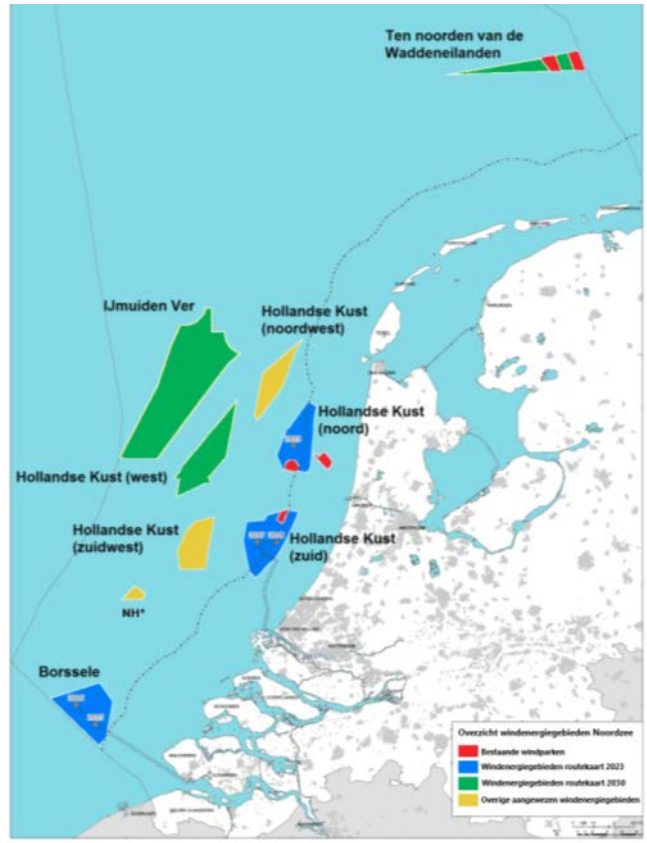
草案也規定，燃煤發電業者若能提供證明，說明跟其他燃煤發電業者相比，因該法案而受到不成比例的衝擊，荷蘭經濟與氣候政策部得給予補償。在修法說明中，荷蘭經濟與氣候政策部強調減碳潛力，以及發電廠可用其他燃料發電，例如生質燃料。並且強調，假設法案在 2019 年底生效的話，則對舊燃煤電廠來說，還有超過五年的寬限期，對新燃煤電廠來說，還有十年以上的寬限期。

草案公布後，業者也有不同的反應。舊的兩座燃煤電廠皆在 1994 年啟用，新的三座燃煤電廠則分別在 2015 跟 2016 年興建完成，為歐洲境內最新的燃煤電廠。營運位在阿姆斯特丹的 Hemweg 電廠的業者 Nuon/Vattenfall 已經公開表示將依法在 2024 年前關閉電廠。在鹿特丹港新建燃煤電廠的業者 Uniper 表示將要求更多補助。業者 RWE 則表示，當初應政府請求，投資了 3.2 億歐元蓋 1.5 GW 的電廠，但電廠在 2015 年才剛啟用，關閉電廠將蒙受損失，並威脅採取法律行動。

三、2030 年離岸風電路徑規劃 (2018/3/27)

荷蘭經濟與氣候政策部在 2018 年 3 月 27 日向荷蘭國會眾議院正式提出了 2030 年離岸風電路徑規劃(Offshore Wind Energy Roadmap 2030)，在 2030 年前，荷蘭離岸風力將達到 11.5 GW 裝置容量規模。

目前的 2023 年路徑規劃是在既有的 1 GW 離岸風場之外，興建五座離岸風場，以在 2023 年前共計達到 4.5 GW 裝置容量。新的路徑規劃則預計將在 2024~2030 年之間新增 7 GW。政府將從 2021 年開始對新風場進行招標。如圖六，綠色為 2030 年路徑規劃的新離岸風場，藍色是 2023 年路徑規劃的離岸風場，紅色是既有離岸風場。黃色則是其他指定的風場區域。



資料來源：荷蘭企業署 RNO，2018

圖六、荷蘭離岸風場分布圖

荷蘭政府預計在 2018 年夏天提出離岸風力法草案，作為 2023 年跟 2030 年離岸風場路徑規劃的法源依據，並且根據由電業法與瓦斯法整合的新能源法，持續建置離岸電網。表二為荷蘭離岸風場逐年規劃容量與期程。

荷蘭的再生能源補貼計算方式，是以得標的競標價格減去平均電價，即為政府補貼之費用。2015 年 Dong Energy 用 0.0727 歐元/度(約為新台幣 2.6 元/度)的價格，贏得在 Borssele I & II 700 MW 的離岸風場標案，遠低於當初在 2013 年能源協議設定的 0.124 歐元/度的補助上限(約為新台幣 4.4 元/度)，該案有 15 年的補助。2016 年，在第二輪的競標中，三號與四號案場 (680 MW) 由殼牌石油，Van Oord, Eneco 與 Mitsubishi/DGE 用 0.0545 歐元/度(約為新台幣 1.94 元/度)的價格聯合贏得標案，遠低於當初 0.11975 歐元/度(約為新台幣 4.26 元/度)的補助上限，也遠低於 2015 年第一輪標案的價格。

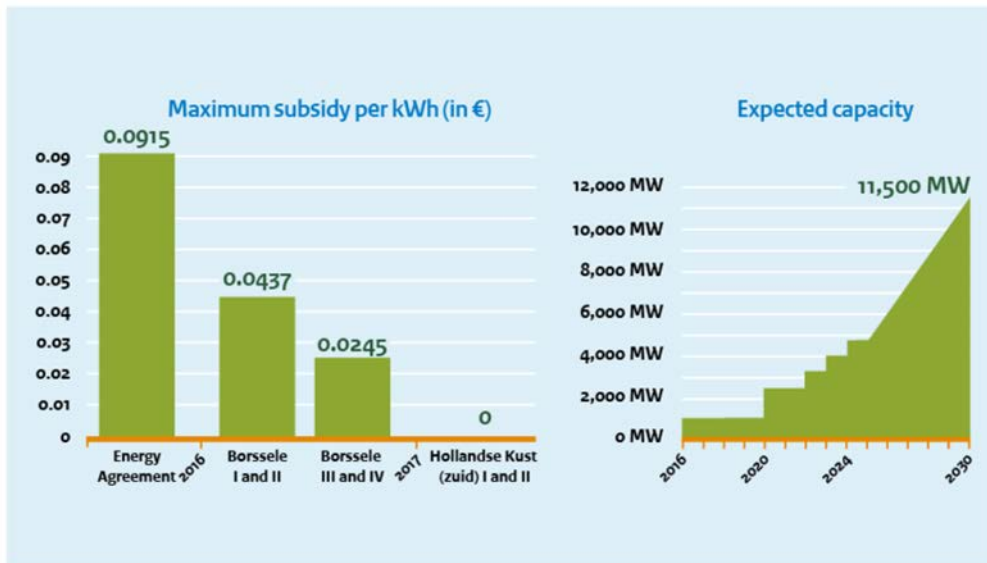
表二、離岸風場規劃容量與期程

離岸風場規劃	離岸風場區域	裝置容量 (MW)	招標	運轉
2030 年離岸風力路徑規劃 (+7GW)	Hollandse Kust (west)	1,400	2021	2024-2025
	Ten noorden van de Waddeneilanden	700	2022	2026
	IJmuiden Ver	4,000	2023-2026	2027-2030
	未定	0.9	未定	未定
2023 年離岸風力路徑規劃 (+3.5 GW)	Borssele I&II	752	2015	2020
	Borssele III &IV	680	2016	2023
	Borssele V	19	2017	2021
	Hollandse Kust (zuid) I&II	740	2017	2022 (零補貼)
	Hollandse Kust (zuid) III	350	2018	2023
	Hollandse Kust (zuid) IV	350	2018	2023
	Hollandse Kust (noord)	700	2019	2023
既有離岸風場 (~1 GW)	Egmond aan Zee	108	2001	2007
	Prinses Amalia	120		2008
	Luchterduinen	129	-	2015
	Gemini	600	-	2016

資料來源：荷蘭企業署, 2018 年，本研究彙整

這代表了每個再生能源補貼制度補助的金額將可大幅降低。舉例來說，Borssele 一號與二號案場省下的補助大約為 23 億歐元。原預計補助 50 億歐元的 Borssele 三號與四號案場將總共僅需補助 3 億歐元，省下 47 億歐元。根據荷蘭企業署，若電價持續依照預估的趨勢發展，在 7.5 年之內 Borssele 三號與四號案場將完全不需補助。

荷蘭政府首次在 2017 年公開提出零補貼的招標案。並在 2018 年 3 月 18 日，由瑞典國營企業 Vattenfall 得標，將在 Hollandse Kust (zuid) I 號與 II 號風場建置 740 MW 的裝置容量，將成為全球首座零補貼的離岸風場。歷年補助資訊如圖七，從 2013 年 0.0915 歐元/度(約為新台幣 3.26 元/度)，降到 2015 年 0.0437 歐元/度(約為新台幣 1.55 元/度)，降至 2016 年的 0.0245 歐元/度(約為新台幣 0.874 元/度)，2018 年則首度出現零補貼的風場。



資料來源：荷蘭企業署 RNO，2018

圖七、荷蘭離岸風場歷年最高補助費率與預計容量

根據荷蘭風能出口協會(Holland Home of Wind Energy, HHWE)，荷蘭過去的離岸風力政策缺乏明確區位規劃，亦沒有相應的預算額度，業界需要自行以個案申請補助，並且由業者主導電纜建設與環評的程序，開發的程序因此非常緩慢。自 2015 年 7 月離岸風力法(Offshore Wind Energy Law, Wet Windenergie op Zee)生效後，荷蘭的風場經由政府指定場址，由荷蘭經濟與氣候政策部及基礎設施與環境部進行環評，並公告可開發的場址。此外，政府也提供地質、考古、未爆炸軍械、海洋，以及風力資源等資訊，做為業者先期研究的基礎。電網業者 TenneT 則負責鋪設電纜，並負責建置五座標準化的 700 MW 平台，各自由 380 kV 的海底電纜連接到岸上變電站，再連結到全國電網。

根據 Vattenfall 指出，近年來成本下降的主要驅動因素主要來自規模經濟的發展，新型風機容量約為 5.9 MW，比 2016 年增加了 23%，此外新的風場平均規模為 493 MW，也較 2016 年增加了 34%。此外，Vattenfall 也表示，零補貼風場出現在德國跟荷蘭並非意外，而是因為市場環境，包括電網設施的支援、還有預期電價上漲，皆是讓零補貼風場有可行性的原因。

肆、結論與建議

- 一、連同新設燃煤電廠在內，荷蘭預計在 12 年內淘汰燃煤發電，在能源轉型過程中，關閉電廠將對業者造成一定衝擊，後續修法草案配套措施有待持續觀察。
- 二、荷蘭在近年來大力發展離岸風電，除了提出長期規劃路徑圖外，並且也在 2015 年離岸風力法通過後，由政府主導離岸風場先期籌備，以公共投資降低投標業者負擔的時間與成本，荷蘭政府認為，整體而言是減少社會成本的作為。先期籌備的公共投資促成近年離岸風電成本降低，使競標價格得以大幅下降，亦減少政府所需負擔的再生能源補助。
- 三、台灣的離岸風電成本在電網基礎建設、環評等先期投入，與荷蘭有異，但荷蘭政府在因應早期離岸風力推行困難所提出的制度改革，或值得我國借鏡。
- 四、業者投資的信心來自市場環境，零補貼的風場除了跟荷蘭政府先期規畫有關，也與預期電價上漲及風機、風場規模逐年增加有關。

參考文獻

- [1] 荷蘭 2017 年國家能源展望，荷蘭環境規劃署，2017/12/18。
<http://www.pbl.nl/en/publications/national-energy-outlook-2017>
- [2] 石油天然氣概況，NLOG，2018/6/25。
<http://www.nlog.nl/en/oil-and-gas-fields-overview>
- [3] 國際貨幣組織 IMF，2018/6/25。
<http://www.imf.org/external/index.htm>
- [4] 荷蘭 2017 年再生能源占比達 6.6%，荷蘭中央統計局，2018/5/30。
<https://www.cbs.nl/en-gb/news/2018/22/share-of-renewable-energy-at-6-6-percent>
- [5] 再生能源補助制度：離岸風電，荷蘭企業署，2018/6/25。
<https://english.rvo.nl/subsidies-programmes/sde/sde-offshore-wind-energy>
- [6] 2030 年荷蘭離岸風力路徑規劃，荷蘭企業署，2018/1/24。

- <https://english.rvo.nl/sites/default/files/2018/03/Brief%20routekaart%20windeenergie%20op%20zee%202024-2030%20-%20EN.pdf>
- [7] 荷蘭離岸風電政策與發展，馮鈺婷、周承志、鄭孟寧，2015/12/8。
http://windenergy.ntou.edu.tw/?page_id=20
- [8] 荷蘭氣候草案提議 2050 年前減排 95%，2018/6/27。
<http://www.climatechangenews.com/2018/06/27/netherlands-proposes-95-emissions-cut-2050-draft-climate-law/>
- [9] 荷蘭政府對 2015 年法院減排判決提出上訴，2018/5/28。
<https://www.theguardian.com/environment/2018/may/28/dutch-government-appeals-against-court-ruling-over-emissions-cuts>
- [10] 荷蘭排名世界第二大農業出口國 僅次於美國，荷蘭外交部經貿投資網站，2018/1/24。
<https://www.hollandtradeandinvest.com/latest/news/2018/january/24/the-netherlands-ranks-second-to-us-as-worlds%E2%80%99-top-agricultural-exporter>
- [11] 荷蘭 2017 年風力與太陽能發電量增加，荷蘭中央統計局，2018/3/5。
<https://www.cbs.nl/en-gb/news/2018/09/more-wind-and-solar-electricity>
- [12] 荷蘭執政聯盟支持無天然氣家戶政策以加速能源轉型，荷蘭新聞，2018/1/26。
<https://www.dutchnews.nl/news/2018/01/dutch-coalition-mps-back-gas-free-homes-to-speed-up-energy-transition/>
- [13] 荷蘭執政聯盟協議 Confidence in the Future，2017/10/10。
<https://www.government.nl/binaries/government/documents/publications/2017/10/10/coalition-agreement-confidence-in-the-future/coalition-agreement-2017-confidence-in-the-future.pdf>
- [14] 巴黎協議對荷蘭氣候政策目標的意涵，荷蘭環境評估署 PBL，2017/10。
http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-the-implications-of-the-paris-climate-agreement-on-dutch-climate-policy-objective%20_2580.pdf