

熱點聚焦

台灣綠能政策之發展

現況、困境與前景

The Development of Taiwan's Green Energy Policy: Current Situation, Dilemma and Prospects

譚偉恩

中興大學國際政治研究所

壹、前言

台灣土地面積不大，但人口密度偏高（2022 年的密度為 640.66 人/平方公里），其中最密集的地區高出全國平均值近 60 倍。¹此一特殊情況使得台灣自身能源供需在現有取得技術下面臨分配不均、消耗極端化，還有結構調整的困難。在此情況下，台灣的能源組成與能源政策越來越受到關注。根據美國中央情報局（CIA）彙編之《世界各國紀實年鑒》（World Factbook），台灣在 2020 年全球「人均用電量」的排名位居第 12 位；然而，因為工業用電的佔比在台灣超過 55%，使得台灣真實民生人均用電量有被拉高之嫌。不過，若暫不考慮工業用電之問題，國際能源總署（IEA）的資料指出，台灣人均用電量位居全球第 8 位，僅次於鄰近極圈的北歐國家，以及化石能源

¹ 相關資料可參考：<https://data.gov.tw/dataset/8410>

豐沛之波灣產油國家。

由上述資料可知，台灣是一個不折不扣的能源消費「大國」，²只是國內的能源使用大宗在於工業而非民生。回顧過去十年，台灣的用電量以每年平均 1.6% 的幅度成長，倘若不儘快找出有效因應電力需求的策略，能源危機的衝擊程度和波及範圍只會越來越大。類似的情形在鄰國日本和南韓也同樣存在，具台、日、韓三國皆仰賴大量的境外能源輸入，同時本身欠缺足夠的能源自給。在此結構限制下，能源安全面臨兩個難度頗高之目標：(1) 確保能源取得管道的持續不受阻；(2) 維持能源市場價格之穩定不波動。

2015 年 4 月，政府修訂《能源發展綱領》，將能源安全、綠色經濟、環境永續、非核家園列為目標。其中能源供給面更指出，要擴大國內再生能源設置，提高發展綠能的誘因，以期建構一個再生能源友善的發展環境。2017 年 8 月，政府核定官方的《風力發電推動計畫》(4 年期)，希望在四年內達成風力發電累計 1,334MW (百萬瓦)，並建立中長期的優化設置環境，進而在 2025 年達到 6.9 GW (10 億瓦；包括陸域 1.2 GW 與離岸 5.7 GW) 的設置目標。然而，這些具有企圖之目標，無論在調整現有能源的組成比重和改善民生與產業對能源的消費慣行上，均面臨執行上的困難。

本文先概述台灣當前的能源結構與政策制定；其次指出台灣面臨的主要能源困境；最後反思再生能源發電佔比從 20% 降至 15.2% 的政策調整 (特別是之中風力發電佔比從 2016 年的 14.4% 下修為 2020 年的 9.0%)，提出政策上之建議。

² 此點也是導致台灣碳排放量高居不下的主因之一，但台灣並不在目前《巴黎協定》(Paris Agreement) 的約束範圍內，是否有義務配合國際社會削減自己的溫室氣體排放量，以及要如何將內國的碳排機制與國際規範接軌，避免台灣的經貿發展受阻，必然會是越來越重要的課題。

貳、台灣的能源結構與政策產出

一、能源結構

台灣現階段的發電結構中，燃煤佔比最高（約 45%），其次是燃氣（約 36%），核能發電大約在 10%-11%之間，再生能源只佔了 5% 左右（其中風力與太陽光電占比達 3% 上下）。值得注意的是，除核能外，幾乎所有的石油、煤與天然氣都是仰賴進口，因此台灣有近 98% 的能源耗量是透過境外輸入，而核能發電的初級物質鈾則 100% 以進口取得。有趣的是，石油雖至今還是最被廣泛使用之能源，但自 1973 年開始，石油在台灣初級能源的消費比重就一直縮減，取而代之的是煤與核能。天然氣部分，自 1990 年開始增長，到了 2017 年發電佔比逼近 40%。根據經濟部的規劃，至 2025 年將新增 8.9GW 天然氣發電裝置容量，比四座核電廠的總裝置容量還高，同時政府有意讓天然氣在發電佔比達到 50% 水準，然後與再生能源搭配，作為供應台灣電力需求的主軸。但一項不應忽略的事實是，台灣的天然氣進口比例高達 99%，目前最主要的氣源取得國為卡達及澳洲（合計逾 50%），俄羅斯也在其中（約佔 9%）。³

相較於化石燃料及核能，再生能源在台灣的使用依然還是受到很大限制。台灣水力發電自第一次國際石油危機發生後，便有相當程度開發，但在國家能源比重中僅佔了極小部分，且一直沒有明顯增加，並於 2020 年發電量低於 3GW，創下近 10 年最低的記錄。相較之下，政府對風力發電的期待和重視程度較高，⁴目前已投入大筆

³ 詳見：經濟部能源局，網址：

https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/Content.aspx?menu_id=8748

⁴ 風力發電為我國再生能源發展中相當重要的一環，自 2000 年起我國積極推動風電開發，為了加速國內離岸風力發電之開發設置及帶動臺灣離岸產業的發展，經濟部於 2012 年 7 月公告並啟動〈風力發電離岸系統示範獎勵辦法〉，並於 2016 年

經費展開離岸風電的相關基礎建設，而台中與彰化兩地是目前最有望成為離岸風電的重鎮。台灣的離岸風電發展可分為 3 部分，分別是試點風場、潛力風場和開發風場。經濟部於 2021 年公告特定區塊作為風力開發之用，並附有草案規則作為參考，不過實際開發年限為數年之後，而且陸面電網的架設與傳輸品質充滿不確定性。

事實上，無論是哪種類型的能源，政府力量介入市場的程度均很深，國營企業成為台灣能源市場的主要行為者。台灣電力公司（台電）設立於 1946 年，目前在電力市場上享有分配、銷售與訂價之優勢。相似的情況也存在於石油和天然氣的市場，兩者均受中國石油公司（中油）主導。多年以來，中油獨佔原油的進口、精煉、分配和相關石化產品之研發與銷售。此外，中油也對及天然氣的接收和供應站進行控管。值得注意的是，政府如此積極地對能源產業進行管理，其目標並不是為了營利，而是旨在提供人民低廉與穩定的能源價格，藉此促進台灣國內的產業發展和出口貿易競爭力。⁵台灣的電價與油價之所以能夠長期維持在一個相對平穩的狀態，甚至可以說是亞洲國家中最低的，與政府介入能源市場關係密切。然而，隨著 2022 年俄烏軍事衝突的爆發，全球能源危機於焉浮現，加上全球暖化帶來日益漸增的碳排放量控減壓力，台灣的能源價格將無法再如同過往被政府介入有效地抑制。

底完成首座離岸風電示範機組的設置，在 2020 年以前完成首座離岸風電示範風場。

⁵ 有文獻認為還包括選舉的考量，參考：〈通膨居高不下 選舉考量 10 月電價凍漲機率大〉，《經濟日報》，2022 年 8 月 15 日；https://money.udn.com/money/story/0/6537104?from=edn_previous_story；類似的情況在英國也有，參考：Max Colchester and Paul Hannon, "U.K. Government to Cap Household Energy Prices for Two Years," *Wall Street Journal* (Sept. 8, 2022), via at: <https://www.wsj.com/articles/u-k-government-to-cap-household-energy-prices-for-two-years-11662634632>

二、政策產出

儘管有些能源政策在規定上要得到立法院的背書，但台灣能源政策的制定主要是由行政院經濟部負責。1979 年經濟部設立能源委員會，該組織在 2004 年升格成為能源局。1998 年第一次全國能源會議召開，目的在於建立一個常規體制（1998、2005、2009、2014 年共召集過 4 次），將相關人士（例如：能源產業、消費者、環保團體等）的意見加以整合。⁶值得注意的是，台灣能源政策的產出受到民間產業遊說力量之影響很大，目前的《溫室氣體減量及管理法》當初遲遲未能通過便是因為立法院面臨產業的壓力。⁷

總體而言，台灣能源政策經歷了幾個不同階段；最初是在 1970 年代早期，當時由行政院提出《台灣地區能源政策》，此份文件陸續在 1979 年、1984 年、1990 年進行修訂，而全方位的重新檢視是在 1990 年代中期。2008 年政黨輪替後，國民黨政府推出《永續能源政策綱領》，主導台灣能源政策很長一段時間，但隨著 2014 年政黨再次輪替，此綱領中的減碳目標與落實方式受到質疑。執政後的民進黨政府將台灣能源政策的重點和目標置於開發潔淨的再生能源、提高國家能源自主性以取代對化石能源之依賴、降低火力發電的配比，以及協助耗能或高碳的國內產業轉型。⁸然而，自 2017 年 8 月「大

⁶ 第一次為李登輝總統任內，因應《京都議定書》於國際開放簽署後的減碳趨勢進行討論；第二次為陳水扁總統任內，延續先前的減碳議題，但會議實質重點是廢核與否的爭議；第三次為馬英九總統任內，聚焦台灣減碳政策與再生能源發展；第四次也是在馬政府，會議主軸為因應核四封存，探討產業與民生用電，以及再生能源與電價議題。

⁷ 高銘志，〈臺灣 2015 年溫室氣體減量及管理法通過後對於能源部門減碳與調適之影響〉，《月旦法學雜誌》（2019 年 6 月，環境法特刊），頁 81。類似的情況也再度發生在 2022 年的《氣候變遷因應法》（草案）。

⁸ 新境界文教基金會，〈民進黨的新能源政策〉，網址：
http://www.dppnff.tw/uploads/20140306011032_4976.pdf

停電」事故發生以來，至今台灣共出現 5 次大規模的停電事故，能源政策顯然面臨一些困難，或是有必要加以調整。

參、台灣難以克服之能源困境

持平而論，《永續能源政策綱領》和《新能源政策》中對於國家能源擘畫與發展目標都具有遠見，可謂立意良善且頗具與國際趨勢相呼應之企圖。然而，這兩份能源文件中的目標要獲得具體實踐會面臨極大的挑戰。本文認為，有數項難以克服的障礙大大地限縮了過去《永續能源政策綱領》或現在與未來《新能源政策》目標之達成。

一、核能發電的爭議

核能對台灣的電力供應扮演重要角色，這點只要參閱和比對過民進黨的《新能源政策》和中華民國核能學會公佈於網路上的「依民進黨的新能源政策進行分析」，⁹便至為清楚。我國核一廠於 1970 年開始興建，1979 年開始運轉。廠區內裝置兩部發電機組。核二廠於 1974 年開工興建，反應爐工程於同年 11 月完成，1982 年完成鈾燃料的裝填，1983 年開始運轉。1970 年兩次石油危機帶來的能源衝擊，讓台灣政府開始重視能源多樣性，同時為了顧及南北電力的平衡與減少電力輸送成本，決定於恆春設立核三廠，裝置兩部發電機組。相較於前面三座核電廠，核四廠的興建過程顯得一波多折；行政院早於 1980 年核准台電公司興建核四的計畫，但因為許多人民已經對於核電廠的安全有所疑慮，因此政府指示台電暫緩動工。1992

⁹ 請參見：中華民國核能學會，網址：
<http://www.chns.org/index.php/events-news/324-2021-10-06-08-40-04>

年行政院回復核四的興建計畫，台電於 1996 年 5 月 25 日招標反應爐的相關工程，最後由美國奇異公司得標。然而，2000 年民進黨政府執政時，透過行政院院會決議停止了核四廠的興建。值得注意的是，當時反對黨（國民黨）主導的立法院在 2001 年 1 月 31 日做出要求行政院續建核能四廠之決議。

近十年左右，台灣社會大眾反對核電廠的聲浪漸強，加上受到 2011 年日本福島核災的衝擊，推動核能發電在台灣面臨的阻礙明顯高過獲得之支持，但隨著不時發生的全國或區域性停電事故，是否全面廢核的爭議也漸漸升高。基本上，台灣核能的困境在於所有核電廠的設施或發電機組皆是建築在海岸線上，極有可能因地震而受到海嘯侵襲，釀成類似日本福島事件的巨災。此外，4 座核電廠中有 3 座距離首都台北非常近，一旦意外發生，人員死傷和其它耗劫性的生態事故必然十分嚴重。此外，核電廠有可能成為軍事衝突中的潛在目標，而台北當局與北京當局目前的關係是劍拔弩張。最後，強調環境安全的文獻或專家強調，發展核能要考慮技術上的安全問題，但台灣現階段確實沒有良好的技術來處理和儲存核廢料，這對環境永續的維護顯然是一項威脅。¹⁰

二、再生能源的侷限

台灣全島再生能源的潛力發展極度受限（唯一例外是風力），主要原因是國土面積太小，大量的山區地形，且人口密度過高。除此

¹⁰ Andrew Jacobs, "Vote Holds Fate of Nuclear Power in Taiwan," *New York Times* (January 12, 2012), via at: <https://www.nytimes.com/2012/01/13/world/asia/nuclear-power-emerges-as-election-issue-in-taiwan.html>；其它發展核能的相關挑戰也均與核四本身的安全考量有關，例如興建過程中台電並未謹慎留意發包工程的品質管控，導致整個工程分由不同的公司承包，造成後來管理及維護上的困難，是最令國人疑慮的問題。

之外，多數可以使用的水力發電場所已開發完畢，至於風力和太陽能發電的適合地點也是同樣十分有限，也就是雖然適合，但場所數量不夠，難以達到規模經濟。根據估算，台灣能夠仰賴再生能源產生的電力頂多只能達到能源組合比重中的 15%。¹¹此外，一些適合風力發電的地點受阻於人民或地方政府的反對，而無法順利展開興建工程。所以，即便未來能興建更多的風力發電機組，但實際的電力產能還是會受到天候地形與人民意見之限制。

對於近年呼聲頗高的風力發電，¹²本文有不同於通說的觀察。台灣真正最好的風力發展地點應該是在南部（雙春海岸線），但該區域的人口與用電量反而相對少，因此如果要在南部開發風電，需要良好的運輸或電力傳送設備作為配套，這無疑將增加風力發電的整體成本。近三年開始有論者建議台灣可以發展「離岸」（offshore）風力發電系統，然而「離岸」風電技術層面是更高與不確定挑戰，因為台灣夏季到秋季都可能會有颱風，若強度夠大或頻率過高，有可能破壞「離岸」發電機組，而這些在海上的電力設施要維修是非常困難的，台灣現階段的技術與設備根本還不足以因應。¹³

務實地來說，台灣比較適合發展太陽能，而且最佳的地點也在南部。然而，政策實踐上一直受限於政府每年電力收購的目標非常保守，這大大降低了民間業者投入再生能源市場的誘因。最後，台

¹¹ Yun-Hsun Huang and Jung-Hua Wu, "Energy Policy in Taiwan: Historical Developments, Current Status and Potential Improvements," *Energies*, Vol. 2, No. 3

(2009): 643; 儘管這份文獻的發表時間較早，但其中的估算結果與台灣現況十分貼近，足證再生能源在台灣的發展受到「結構性」限制，難以克服。

¹² 政策面的詳細資料可參考：<https://www.twtpo.org.tw/eng/Home/>；此外，《遠見》雜誌以「綠金寶藏」形容台灣海峽（特別是彰化外海）極具發展風電，該期的專門報導頗值有興趣的讀者了解。詳見：<https://event.gvm.com.tw/windpower/>

¹³ 廖學瑞、丁金彪、林倣寬，〈離岸風力電場開發之海事工程施工船機與安裝技術初探〉，《中華技術》，第 103 期（2014 年），頁 101-102。

灣目前使用再生能源成本往往仍高於傳統的化石燃料或核能，所以多數消費者會認為無法因使用這些能源而受惠；相反地，還必須支出較多的生活開支。政府當然可以對此施行補助或補貼政策，但受惠對象的資格是否要有所限制？如果要限制，被排除在外的群體必然會抗議，那將衍生出新的爭議，而這也是政府在立場上一直保守的原因之一。

三、液化天然氣的限制

鑑於前述有關核能與再生能源（特別是風電）所面臨的諸多挑戰，台灣如果想要在減少排碳的同時又維持一定的可用電力，天然氣就成為首選能源。事實上，天然氣在燃燒時所排出的二氧化碳當量明顯少於燒煤，加上其它有害人體物質（例如硫氧化物、PM2.5等）的含量也偏低，因此，早已是我國現階段的發電主力。根據官方與民間的統計資料來看，台灣每年進口的天然氣有 80%以上都用在發電。然而，即便天然氣有上述優點，台灣也還是會面臨一些挑戰。首先，地理因素和氣候條件限制了台灣的天然氣取得；不佳的冬季天候和夏季不定時的颱風侵襲，影響了天然氣順利運送到台灣，而自身環境方面的法令規章也限制了台灣興建接受天然氣的硬體設施。¹⁴

即便上述提到的挑戰均能被克服，在東亞地區台灣也仍然會面臨進口天然氣的高成本壓力。¹⁵有些文獻認為，台灣的天然氣可改

¹⁴ Evan Feigenbaum and Jen-Yi Hou, "Overcoming Taiwan's Energy Trilemma," via at: <https://carnegieendowment.org/2020/04/27/overcoming-taiwan-s-energy-trilemma-pub-81645>

¹⁵ 陳立誠，〈國際氣價大漲給台灣的警訊〉，《風傳媒》，2021年1月20日；
<https://www.storm.mg/article/3399688?page=1>

由美國進口，但美國方面目前並沒有保證天然氣能源供應的可行性或是有意願長期穩定的提供給台灣。當然，隨著美中競爭（或甚至敵對）的情況加劇，美國在天然氣供應給台灣的政策上是有可能調整，只是這個台灣的能源安全來說並不是長遠之道。

四、開源不易，節流也難

如果要自身「增加」能源的可使用量是困難的，那麼台灣應該同時思考如何「減少」能源的消費量。然而，這同樣也是台灣能源安全的一項挑戰。倘若政府以「定價」的方式來提升產業與民間能源的使用效率，在理論上是一個可行方法，但承如前述，政府基於選舉和經濟發展的考量，沒有意願用這樣的方式（或是將此方式作為最後不得已的選擇）。多年以來，台灣的電價或石油相關產品的價格都是受到政府控管的，以致價格本身不具有反映能源生產或取得成本的性質。這樣的能源定價政策使得多數台灣人節能的心態欠缺，相關知識也不足；另一方面，民間多數的產業也習慣以低效率的使用方式在消費能源。因此，定價政策必須有所改善，特別是應聚焦在如何克服能源消費價格調升之後的民間與業界反彈，無論台灣下一步的能源政策要以何種再生能源為主，定價的問題都必須解決。

肆、台灣能源情勢的未來

基本上，核能發電在台灣將會被再生能源與天然氣給取代，但這背後是政治的考量較多，而不是能源專業的考量作為基礎。在既定「非核家園」的目標下，發展再生能源（無論自產或進口）對台灣都不是容易的事。儘管目前政府的《新能源政策》同時對供需兩

面進行了考慮，但內容相對不夠具體，只微微觸及產業因如何調整能源的使用效率或是降低能源密集的產業比重。此外，能源稅、碳稅、溫室氣體減量等議題近年也開始被論及，倡議者希冀藉此新措施來改善台灣目前的能源市場機制，並對能源的過度消費與無效率使用加以抑制，但這些措施的推行力道如何還需要進一步觀察，國內選舉的政策因素會是其中一項關鍵變數。

致力發展再生能源，或針對台灣的地理特徵去開發風電或光電，都是立意良好的能源政策，但要實際達成就必然得迎戰重重挑戰。當全球減碳趨勢如日中天之際，台灣要如何一方面確保能源的使用不受限制，一方面又能有效的控制自身的溫室氣體排量？依現況觀之，在確保足夠電力供應的同時要減少碳排量，就必然得增加對核能、再生能源以及天然氣的依賴。然而，重啟核能幾乎已不可能；再生能源方面，也有本文先前提到的種種技術面或是經濟面的困境。因此，提供一個穩定和低碳的電力供給重任就落在天然氣的進口，而進口的代價就是本國政策自主性的失去，同時還要面臨國際局勢波動所帶來的價格起伏。

總的來說，台灣能源政策的在供給面與需求面都看不到令人樂觀的前景，除了因為 2022 年 COVID-19 疫情大流行而短暫地減少國內能源的消費外，台灣在過去六年多的整體能源消耗量是持續成長的，但民間普遍對於能源價格的調漲又充滿反感，導致政府不能以專業的能源和經濟考量來處理台灣的能源困境，並且在接近選舉期間摻入政治性的考量。

即便行政院和立法院有意推行能源稅、碳稅，或是溫室氣體減量的一些新政策，多年來卻始終沒有辦法形成共識或在具體行動上有實質進展。根據台電公司的相關資料，我國在 2021 年的再生能源

佔比只有 6%左右，距離原本政府時程內設下的 20%目標非常遠，或許這是為何經濟部能源局於今年 6 月 21 日宣布要對現行的《再生能源發展條例》進行一系列修正案。展望台灣綠能政策的未來，本文要再次強調應是較宜發展太陽能，且最佳的地點是在南部；政府應聚焦於此，針對新建、增建及改建光電的相關建築，來擬定未來的綠能政策為宜。