

本月專題

我國能源系統去碳化研析-淨零目標下電力市場改革方向

王俊凱¹

摘要

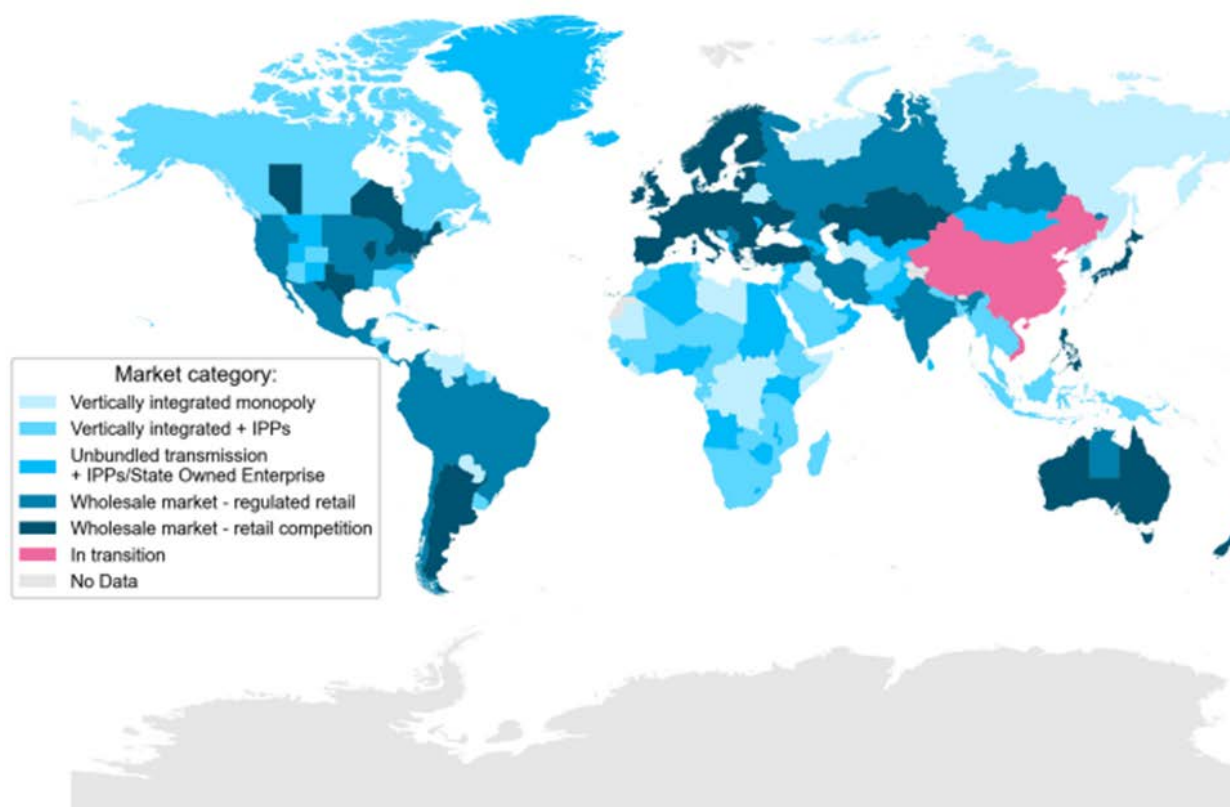
台灣四面環海，能源 98% 仰賴進口，電力市場為台電一家發、輸、配、售總合電業獨佔狀態。為推動國內電力市場自由，我國業於 106 年 1 月通過施行電業法，推動綠電先行及台電廠網分離。惟近年淨零轉型目標推動全球減碳及俄烏戰爭造成全球能源價格波動，促使歐盟、德國及韓國推動電力市場改革，因應短期價格波動及邁向淨零轉型。另一方面，也造成台電資產負債大增及多項淨零轉型政策任務，未來 10 年預期將增加數千億淨零轉型計劃經費支出。台電公司需要務實對電業自由化推動時程及方式禁行評估規劃，不但要考量現有面對課題，也要納入再生能源誘因、電網數位化、分散式能源推動等電力市場淨零轉型推動方向。另一方面，也要考慮各項策略推動與市場改革對電力消費者的負擔程度，透過公眾參與與社會溝通，確保電力市場改革國城的公正性。

一、全球電力自由化方向

電力產業在傳統上是屬於受管制的產業，公用事業多為垂直整合，發輸配售都由公用事業掌控，用戶購買電力沒有任何選擇，且傳統電網營運及電力系統運轉與調度時常欠缺彈性、效率等問題，另外，私營公用事業(Private Utility)的錯誤決策增加成本，公營公用事業(Public Utility)長期受政治干預，如電費無法有效反映實際成本等問題，因此，推動電力市場自由化改革之呼聲也越來越高。

¹財團法人台灣綜合研究院 副研究員

從 1980 年代開始，世界各國開始推動電業自由化改革，透過電力產業重組及管制法規鬆綁和再管制來引進批發與零售市場取代原有壟斷市場，以提高市場競爭力。IEA(2016)指出世界各國電業自由化改革，從最低自由化-傳統壟斷垂直整合電業市場；低階自由化-開放民營發電業(IPP)參與發電市場的；中等自由化-重組拆分綜合電業搭配民營電業競爭；高度自由化-建立批發競爭電力市場；全面自由化-最終完成批發與零售市場競爭的改革等五個階段，如圖 1 所示。目前，包括美國、歐盟、英國、日本、韓國、新加坡等國家都已完成不同階段之電業自由化改革，其電力市場架構、參與成員及具體規範內容因各國國情、政策、法治環境不同而有些許差異。



資料來源：IEA(2022)

圖 1、各國電業自由化階段

二、淨零目標下電力市場改革方向

(一)IEA

IEA(2022)報告指出歐美各國推動電力市場自由化的既有經驗證實可確保資源有效調度，並創造系統運營和投資競爭的效益的機制。但市場設計也需

要及時面對變動環境進行不斷演進和修訂，特別是加速電力部門脫碳背景下，電力市場可以成為支持脫碳途徑的工具。IEA(2022)報告提出未來電力市場改革的主要規劃方向，可促使電力市場走上實現淨零排放的軌道：

1. 重新設計短期電力批發市場，建立有效價格信號，並為系統提供靈活性。此外，為了確保長期合約支持風險對沖和投資，以確保有效的系統運營，但不能妨礙短期電力批發市場的最優調度。
2. 創建或重新設計投資框架和政策工具，以實現更大規模的低碳電力發電，並使創新技術能夠投入市場。
3. 引入碳定價反應溫室氣體(GHG)外部成本，現有大多數電力市場中，GHG 價格信號相較實際社會成本仍然非常低。
4. 加強激勵機制，提供系統危機時生產能源者獎勵措施。
5. 將脫碳技術嵌入競爭性市場，並需要在提供長期信號的收入確定性和鼓勵日常電力系統運營的高效整合之間取得平衡。
6. 改變現行電力市場結構，並推動電力系統數位化，以最大化分散式能源資源(DER)的價值。
7. 將儲能系統優勢融入電力市場設計方向。
8. 採取能源價格附加項、基於容量付費和受規劃管制採購等額外措施，確保電力系統穩定可靠。
9. 零售市場需要鼓勵有效行為、降低系統成本需求，同時必須保護消費者、維持可負擔價格。

(二)歐盟

歐洲為建立統一、更加緊密互聯的自由化電力市場，制定發電、輸電、配電、售電和存儲的共同規則和法規。各成員國負責執行這些規定，並在成員國之間需要協調國家支持系統、容量機制和靈活性。但各國國內機制存在差異，電費價格(零售價)因成員國和地區不同而有所差異，其基礎是電價、電網費以及稅收的組合。而歐盟這種市場一體化方式可以最有效地利用歐洲現有的基礎設施和資源。

歐盟委員會表示，歐洲電力市場設計能夠實現再生能源的大規模整合、提高供應安全，並有助於降低批發價格，為歐盟公民提供安全且負擔得起的電

力供應。然而，2022 年俄羅斯能源武器化、核能和水力發電的低可用性的三重能源危機，歐洲電價飆升，消費者難以支付高額電費，企業爭相以更高的成本替代天然氣供應，暴露歐盟電力市場應對短期緊急情況和長期高化石燃料價格的能力的缺陷。因此，歐盟委員會為更好地保護消費者免受化石燃料價格飆升的影響，同時確保歐洲能源主權並並幫助加速向氣候中和的過渡，實現氣候中和，在去(2022)年承諾改革歐盟電力市場，而在今(2023)1 月底啟動公眾諮詢後加速討論，並於今年 3 月 14 日提出綜合政策建議，包括《電力法規》和《電力指令》多項法規修訂。茲將歐盟電力市場改革方向彙整如下。

1. 應促進部署購電協議(PPA)等更穩定的長期合約，而成員國將被要求提供工具(如按市場價格提供擔保計劃)，以降低努力進入購電協議市場的公司的財務風險。
2. 以雙向差價合約(CfD)形式進行低碳發電新投資，確保發電商獲得一定水平的投資報酬，並確保長期投資安全，同時防止收入不成比例，將可能的超額收入回饋給消費者。
3. 消費者應該有更多電價選擇，包括鎖定安全長期價格以避免過度的風險和波動，或使用動態定價合約在便宜電價時使用電力。也允許消費者簽訂多項合約來降低電費支出。
4. 允許歐盟國家在發生危機時將零售價格監管範圍擴大到家庭和中小型企業(SME)。
5. 成員國評估利用需量反應及儲能設施滿足電力系統靈活性需求。例如投資發展智能電錶等需求面管理技術，或設計容量機制促進靈活性解決方案。

歐盟電力市場改革提案現在將在歐洲議會和歐盟理事會成員國政府中進行辯論，然後各機構就立法的最終草案進行談判，預計需要幾個月的談判時程。歐盟委員會呼籲議會和成員國將此作為高度優先事項，期望能夠在今年開始推動電業改革。

(三)德國

德國為達成 2030 年再生能源占電力需求 80%目標，德國經濟和氣候保護部 (BMWK) 啟動“氣候中性電力系統”平台(Plattform Klimaneutrales Stromsystem)，其核心目標是改革德國電力市場設計，確保未來的電力供應保

持安全、永續和負擔得起，為德國電力市場在本世紀末更加依賴再生能源做好準備奠定基礎。目前，平台成員由商業、科學和民間社會代表組成，經濟部計劃在今年夏季公佈第一個重要調查結果，並計劃在年底前發布冬季報告。

關於德國電力市場設計改革的爭論將涉及如何確保有利的電價、如何為再生能源項目和氫電廠設定正確的投資信號以及如何維持系統靈活性，另外隨著德國逐步淘汰核電廠和燃煤電廠，系統備用容量更顯重要。基此，氣候中性電力系統平台將討論的相關電力市場提案包括：

1. 電廠部署的統一優先順序原則
2. 開發“容量工具”，以確保足夠備用容量
3. 因地制宜的再生能源發電支持方案
4. 工業電價
5. 加強購電協議(PPA)
6. 重組附加費和徵稅制度

(四)韓國

IEA 和韓國能源經濟研究所(KEEI)報告指出，目前韓國基於成本的電力市場未考慮排放和系統安全等因素，導致燃料成本較低、排放較高的技術(例如燃煤發電)獲得更高的利潤，無助於實現脫碳和安全目標。為達成韓國 2050 年國家淨零排放目標，需要對電力市場進行改革，以促進韓國電力市場脫碳。在電力市場價格方面，透過碳定價機制將碳成本納入批發價格，以提高低碳能源的盈利能力，同時向需求方發出減排的正確信號。使市場參與者的激勵措施與韓國的脫碳目標保持一致。

另外，韓國電力市場為統一定價的單一競價電力市場，缺乏及時投資輸電和優化發電資產區位的適當信號。隨著間歇性再生能源占比增加，問題將更加嚴重。IEA 建議可行電力市場改革方向如下。

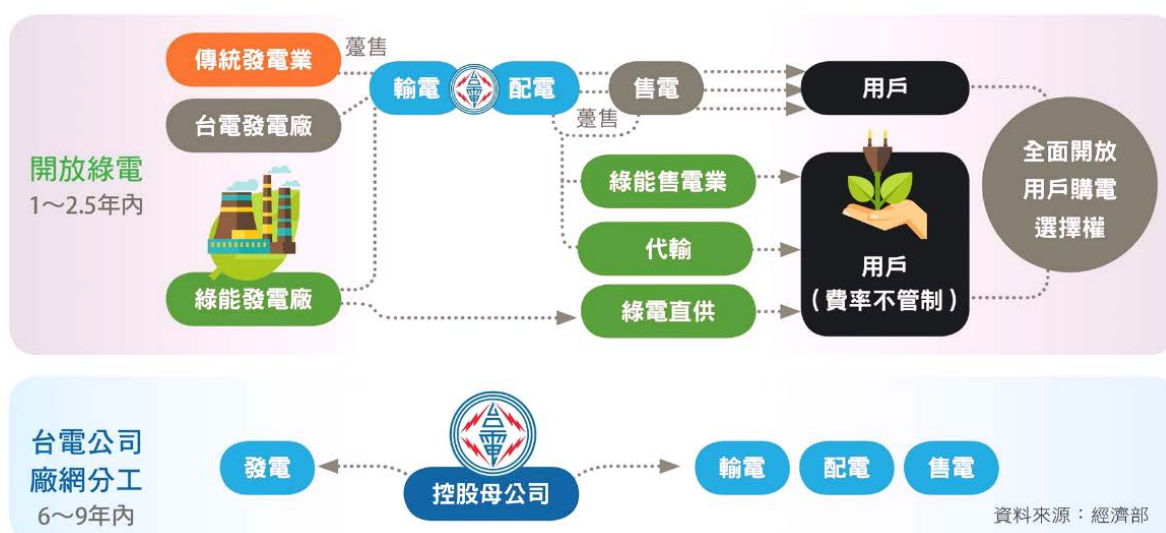
1. 導入區域或節點定價有助降低電網擴展成本，並為發電和輸電規劃提供更好的信息。
2. 技術中立的容量支付是滿足關鍵電力系統需求的重要工具，可以幫助補充市場收入並確保足夠的投資，並為電池存儲、和需量反應等技術提供報酬。

3. 基於市場的再生能源支持計劃可以加速再生能源部署，同時提高韓國批發市場的效率。
4. 加速電網數位化，以提高分散式能源系統的有效部署，並改善市場准入規則，確保分佈式能源參與韓國電力市場。

三、我國電力市場自由化

(一)電業法修法後電力市場自由化進展

在電業自由化之前，國內電力市場雖已有民營電廠加入市場，但僅能售電予台電公司，形成我國輸、配、售仍屬台電一家綜合電業獨大。2017 年 1 月電業法修法後，我國電力自由化往前邁進一大步，然而為穩定電價與供電，改革分兩階段進行，第一階段「綠能先行」，逐步開放用戶得透過代輸、直供及向再生能源售電業等購買方式使用再生能源，放寬過去對再生能源售電的限制；其次為台電分割，修法後 6 至 9 年，使台電得轉型為控股母公司，旗下分設發電及輸配售電子公司，進行會計帳廠網分離。如圖 2 所示。未來的第二階段修法則視第一階段 改革成效在管理配套、法治運作順暢、市場成熟穩健發展後，再另行修法開放灰電(化石能源)的自由化，因此目前尚未開放電能市場。(台電，2021)



資料來源：張維君(2019)、電力調度走向廠網分工、工業技術與資訊月刊

圖 2、電業法修正後，我國電力市場架構與運作

(二)電業自由化再評估

我國 2017 年通過《電業法》修法，推動台電公司廠網分離，但台電分割進度並無顯著進展，今(2023)年已面臨 6 年限制，台電公司已在年初申請首次展延，最遲須於 2026 年間完成分割。然而，近年台電公司經營環境大幅變化，不但因烏俄戰爭能源加劇能源價格波動造成台電資產負債大增超過 3,000 億，未來還有核四認列虧損、強化電網及添購儲能設施所需支出，巨額負債及支出增加公司拆分成事業體的困難程度。另外，面對 2050 淨零轉型任務，台電公司需要以國營事業角色扛起輔導或政策任務，同時需要編列多項淨零轉型計劃數千億經費支出，這是一項沉重的政策負擔，均需要台電公司務實面對。另一方面，IEA 及歐盟、德國、韓國的電力市場改格方向指出，未來電力市場改革，不但要給予再生能源發展誘因(如購電協議(PPA)、雙向差價合約(CfD)、確保電力系統靈活性(如容量支付)，也要納入電網數位化、分散式能源推動等淨零推動方向。鑑此，建議台電公司應綜合考量面對課題與未來電力市場脫碳需求，重新檢視電業自由化推動時程及方式進行評估規劃，以免延誤我國推動電業自由化進程。

四、小結與建議

本研究整理 IEA、歐盟、德國及韓國因應 2050 年淨零轉型電力改革方向，以及我國推動電業自由化進程，提出以下建議供主管機關參酌考量。

- (一)台電公司需要務實面對資產負債大增超過 3,000 億、多項淨零轉型計劃數千億經費支出等現有課題，也要納入再生能源誘因、電網數位化、分散式能源推動等電力市場淨零轉型推動方向，重新檢視電業自由化推動時程及方式進行評估規劃，以免延誤我國推動電業自由化進程。
- (二)我國電業自由化推動也要考慮各項策略推動與市場改革對電力消費者的負擔程度，特別是一般民眾特別關心切身的電價問題，需要透過公眾參與與社會溝通，提高利害關係人與一般民眾認知，確保電力市場改革過程的公正性。

參考文獻

1. Carolina Kyllmann. Germany launches dialogue platform to prepare comprehensive electricity market reform, Clean Energy Wire News, <https://www.cleanenergywire.org/news/germany-launches-dialogue-platform-prepare-comprehensive-electricity-market-reform>.
2. Carolina Kyllmann. Q&A: Making the EU's electricity market fit for a climate-neutral future, Clean Energy Wire News, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/qa-eu-electricity-market-reform>.
3. Julian Wettengel. German renewables industry criticises EU electricity market reform proposal, Clean Energy Wire News, <https://www.cleanenergywire.org/news/german-renewables-industry-criticises-eu-electricity-market-reform-proposal>.
4. IEA. Re-powering Markets: Market design and regulation during the transition to low-carbon power systems.
5. IEA. Steering Electricity Markets towards a Rapid Decarbonisation, <https://www.iea.org/reports/steering-electricity-markets-towards-a-rapid-decarbonisation>.
6. IEA. Reforming Korea's Electricity Market for Net Zero, <https://www.iea.org/reports/reforming-koreas-electricity-market-for-net-zero>.
7. 台電公司，電力市場訓練教材。
8. 張維君，電力調度走向廠網分工，工業技術與資訊月刊。
9. 周桂田、許志義等人，我國電力供需問題及能源轉型策略，中華民國工商協進會支持計劃。
10. 方文秀，電業法修法後我國電力市場機制運作模式研析，能源知識庫專題評析。
11. 柏雲昌，我國電業自由化之風險分析與因應，行政院原子能委員會委託研究計畫。