

臺灣能源安全與建議

◎梁啟源／中央大學管理講座教授暨中華經濟研究院 諮詢委員
◎塗千慧／中華經濟研究院第三（臺灣經濟）研究所 副分析師
◎鄭睿合／中華經濟研究院第三（臺灣經濟）研究所 高級分析師

依照台灣經濟研究發展中心公布的臺灣能源安全指標，2024年第3季臺灣能源安全總指標為60.7，較第2季減少2.3點，較2023年同期下降5.9點，原因包括再生能源發展進度落後、天然氣基礎設施不足、核能機組除役後替代機組未能如期併網等，對我國能源供應穩定構成風險，建議應更務實規劃能源政策，確保實現能源安全與永續發展的目標。

關鍵詞：能源安全、再生能源、核能、備轉容量率

Keywords: Energy Security, Renewable, Nuclear, Percent Operating Reserve

能源安全是各國能源政策的重要目標，傳統上能源安全的衡量指標主要聚焦於能源供應面，考量各類能源的進口依存度、進口來源國風險以及初級能源結構等因素。然而，隨著國際間應對氣候變遷、減少溫室氣體排放、推動能源轉型的需求日益強勁，傳統的能源安全指標已漸無法完全反映當前和未來的能源安全挑戰，亟需進行擴充與調整，以應對新興的能源安全問題。

近年來全球陸續遭遇 COVID-19、俄烏戰爭、以哈戰爭等事件之重大衝擊，對於作為能源淨進口國且能源依存度超過 96% 的我國而言，國際能源市場的波動直接影響我國能源價格與供需狀

況，這使得臺灣的能源安全變得更加脆弱，並凸顯全球能源情勢變動對國內能源供應和消費的深遠影響。因此，能源安全指標不僅須反映在多變的國際能源市場下，我國在供應端、系統端與消費端的穩定性與健全度，以有助於評估能源轉型過程中不同面向的平衡性。如此，透過綜合評估，才能更有效地掌握多元化的風險管理與永續發展目標，瞭解國家能源安全與經濟穩定程度。

中央大學台灣經濟研究發展中心公布的臺灣能源安全指標，係綜合考量能源供應、基礎設施、能源消費等面向，能適切的呈現能源安全變化。本文先分析臺灣能源經濟情勢，再扼要說明臺灣



能源安全指標的編製方法與結果，最後提出政策建議。

臺灣能源經濟情勢

一、再生能源發展進度持續落後：太陽光電與風電的實際設置量長期落後於預期，過去七年（2017-2023）太陽光電與風電的新增量執行率分別為 70.2% 與 33%。截至 2024 年 11 月底，太陽光電的達標率僅四成，整體再生能源發電量占比僅為 11.1%，較八年前僅增加 6.3 個百分點。再生能源的發展每一年都落後於政府的目標，顯示政策主管當局對未來綠電發展預期過於樂觀，若要在未來二年內將再生能源占比提升近 9 個百分點，才能達到 2026 年 20% 的政策目標，可能性甚微。

二、天然氣基礎設施與存量問題：國內天然氣消費量持續攀升，且接收站負載率已超過 120%，遠高於國際正常標準（60%）。由於無法定期進行維修，若發生大規模故障，將難保重演 815 大停電的情況。此外，天然氣安全存量僅為 11 天，且在夏天低於 8 天，均遠低於國際標準，若遇颱風或中共封鎖等情況，造成海運受阻，將不僅是能源風險，更有國家安全風險。

三、能源基礎設施延誤：液化天然氣第三接收站因藻礁問題延宕二年半，協和四接與臺中五接的環評則六年未過，民營燃氣電廠共 130 萬瓩招標過程中也出現進度落後、多次流標與尚未招標問題，這些問題將直接影響 2025-2030 年燃氣機組的電源供應，進一步加劇能源供應的不穩定性。

四、核能與替代能源挑戰：隨著核三廠 2 號機繼 1 號機之後，即將於 2025 年 5 月底除役，計

畫中的大潭 9 號、新 7 號機與臺中新 1 號機本應接替，但由於三接與五接工期延擱及氣源不足，這些機組將無法如期如實投入營運，包含地熱在內的新再生能源技術仍在發展，而太陽光電、離岸風電的建設進度落後，且國內用電需求因 AI 應用將加速增長，預計 2025 年夜間備轉容量率將出現負數，並存在停限電的風險，這將進一步導致 2025 年能源安全指標走低，對我國能源安全構成重大威脅。

臺灣能源安全指標架構說明

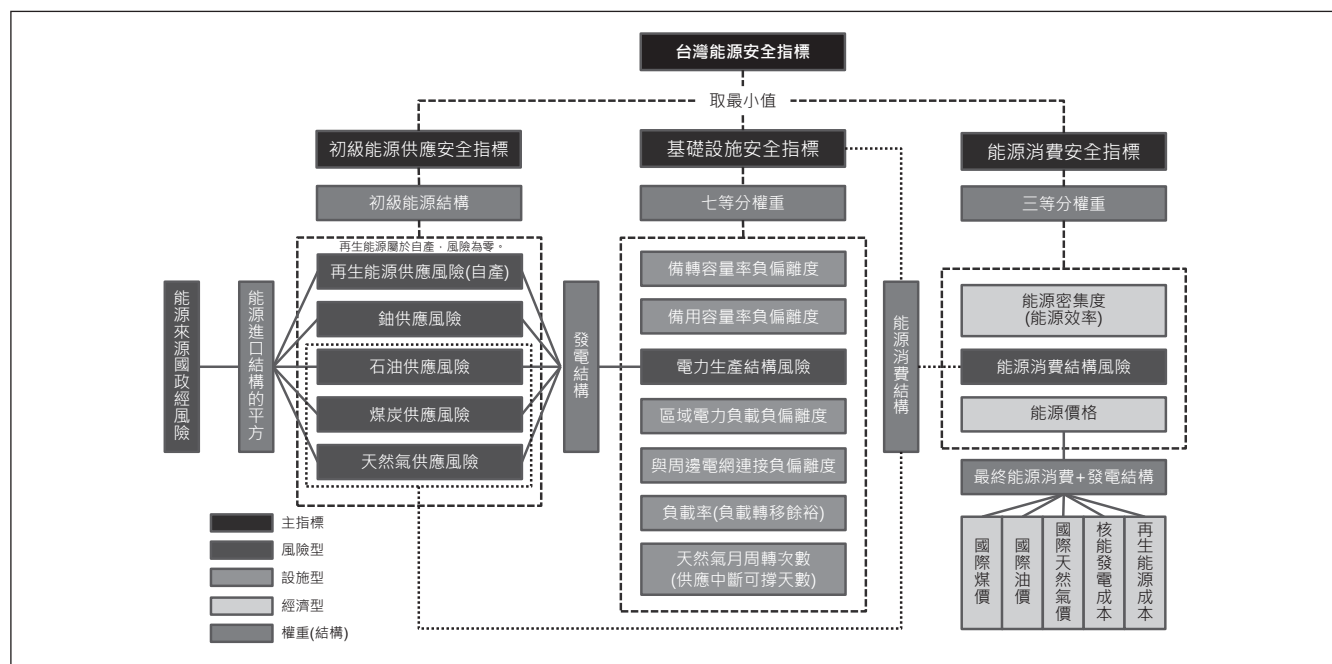
臺灣能源安全指標係參考世界能源大會（WEC）的能源脆弱度架構（Fronedel et al., 2009¹、WEC, 2010²），予以本土化，並將能源安全指標定義為能源脆弱度的倒數。本指標由初級能源供應安全、基礎設施安全和能源消費安全三個子指標建構（見圖 1）：

一、初級能源供應安全指標：此指標的計算過程首先基於每種進口初級能源（如原油）來自各國的進口占比，對該比率值進行平方處理，再將此平方值乘以對應國家或地區的政經風險指數，並將所有進口能源的結果相加，得到每一類進口初級能源（如原油）的供應安全指標。最後根據每種進口初級能源在總初級能源進口中的占比，對各類初級能源供應安全指標賦予相應的權重，加權平均計算「初級能源供應安全指標」。政經風險數據則參照 OECD 發佈的《國家風險分級報告》（Country Risk Classifications）。

二、基礎設施安全指標：此指標旨在綜合評估能源基礎設施的韌性與穩定性，主要考量以下

幾個面向：備轉容量率的負偏離度、備用容量率的負偏離度、電力生產結構風險、區域電力負載的負偏離度、與周邊電網的連結負偏離度、負載移轉餘裕、天然氣月周轉次數。針對上述指標，首先進行數值標準化處理，將各項指標的當期值

除以其過去 20 年內的最大值，再將標準化後的數值進行簡單平均，得出最終的基礎設施安全指標，從而全面反映能源基礎設施的安全性與應對突發情況的能力。



資料來源：Fron del et al. (2009)、WEC (2010)；作者繪製。

圖1 臺灣能源安全風險指標架構圖

三、能源消費安全指標：此指標旨在評估能源消費結構與效率的安全性，主要涵蓋以下幾個關鍵因素：能源密集度（即能源效率）、能源消費結構的風險、能源價格波動（包括國際油價、煤價、天然氣價格、核能發電成本及再生能源成本）。針對這些指標，首先進行數值標準化處理，同樣將各項指標的當期值與其過去 20 年內的最大值進行比較，再將標準化後的數值取簡單平均，得出綜合的能源消費安全指標，反映能源消費結構與其應對價格波動及效率挑戰的能力。

參考世界能源大會作法，臺灣能源安全總指標的數值最後係從上列三個子指標中取其最小值作為代表。

臺灣能源安全指標編制結果

臺灣能源安全指標涵蓋初級能源供應安全、基礎設施安全及最終能源消費安全等多個面向，並透過系統性方法對我國能源安全度進行分析。以下彙整最新 2024 年第 3 季指標編制結果：

一、初級能源供應安全指標：2024 年第 3 季

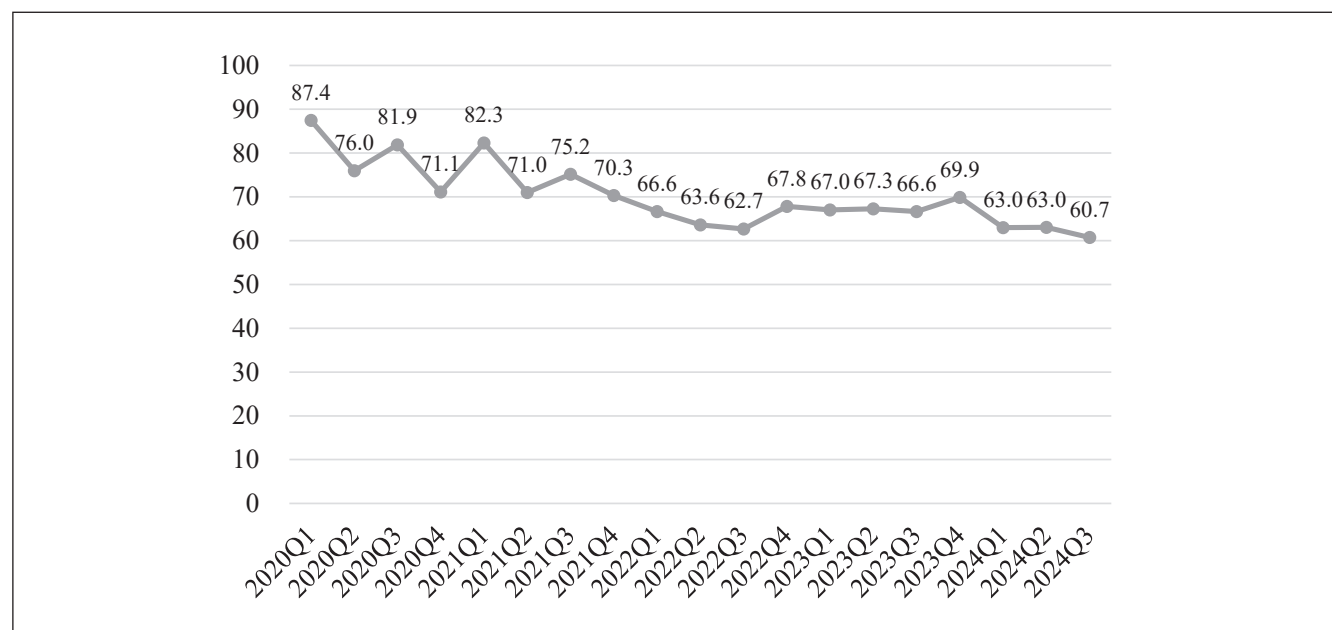


的初級能源供應安全指標為 85.1，相較於 2024 年第 2 季（84.5）略增 0.6 點，較 2023 年同期（75.4）增加 9.7 點。指標提升主要歸因於原油、天然氣及煤炭的進口風險顯著降低，從而促進初級能源供應安全度的改善。

二、基礎設施安全指標：2024 年第 3 季的基礎設施安全指標為 60.7，相較上季（63.0）減少 2.3 點，相較 2023 年同期（66.6）減少 5.9 點。基礎設施安全指標下降的主要因為天然氣周轉次數上升和備轉容量率偏低。天然氣周轉次數持續提高顯示國內天然氣基礎設施不足；備轉容量率偏低代表電力供應面臨一定壓力。當前僅餘核三廠 2 號機運轉，但隨著 2025 年 5 月底核三廠 2 號機除役且未來無其他替代供電來源時，恐嚴重影響供電穩定和基礎設施安全。

三、能源消費安全指標：2024 年第 3 季的能源消費安全指標為 81.5，與上季持平，與 2023 年同期（80.0）增加 1.5 點。能源消費安全提升主要源自國際能源價格顯著下跌以及能源密集度持續下降。然而，隨著我國天然氣消費持續增加，若天然氣價格上漲，則可能加劇消費者的能源成本負擔。

四、能源安全總指標：2024 年第 3 季的能源安全總指標為 60.7，相較於上季（63.0）減少 2.3 點，相較 2023 年同期（66.6）減少 5.9 點（見圖 2）。總指標走低主要受到核能發電量與占比減少、天然氣周轉次數增加、備轉容量率偏低等因素影響。隨著 2025 年 5 月底核三廠 2 號機除役，我國正式進入非核家園，但現階段天然氣基礎設施尚顯不足，且新增機組未能如期併網，這將對我國的能源安全造成不利影響。



資料來源：作者繪製。

圖2 2020-2024年臺灣能源安全總指標（季資料）

結語與政策建議

根據 2024 年第 3 季臺灣能源安全指標結果顯示，能源安全總指標為 60.7，較上一季減少 2.3 點，較 2023 年同期下降 5.9 點，呈現雙降趨勢，且自 2020 年以來持續走低，由 2020 年第 1 季的 87.4 降為 2024 年第 3 季的 60.7（見圖 2）。顯示國內能源形勢越來越不安全，未來將越形嚴峻。

儘管我國在初級能源供應和能源消費方面有所改善，但在基礎設施部分仍面臨諸多挑戰。特別是天然氣基礎設施不足之下，又大量增加天然氣使用，造成天然氣周轉率持續走高；再加上用電量成長、新增機組未能如期併網造成備轉容量率偏低，使得能源基礎設施的韌性與穩定性受到壓力。因此，建議政府應更務實規劃能源政策，確保實現能源安全與永續發展的目標：

一、調整現行能源政策、延役核能電廠：政府推行展綠、增氣、減煤、非核之能源政策已歷經八年，但就現階段實務現況，並不利於實現政府的淨零目標。考量國內用電量仍將隨著人工智慧、半導體產業發展與經濟成長而增加，需要有低碳、穩定的供電來源，故應務實審視我國能源轉型問題。若既有三座核電廠可以延役，預計能貢獻超過 12% 的備轉容量率，這將有助於避免長期停限電的危機，也能遏制碳排放失控的問題。在此背景下，我國的非核能源政策已達到亟需調整的關鍵時刻，需重新評估能源結構與政策方向。

二、設置能源專區協助再生能源發展並與儲能系統整合：缺乏適宜的空間是發展再生能源的挑戰之一，為促進我國再生能源發展，政府應積極設置能源專區，協助業者取得建置再生能源系統的土地，並且採招標方式讓各界參與投資，提

高再生能源的建設速度。同時因再生能源的間歇性將對供電穩定帶來壓力，故應推動再生能源和儲能技術整合，透過提高再生能源的穩定性和併網能力，增強再生能源對電力系統的支撐作用，也有助於降低對進口能源的依賴，確保能源供應多元化，同時有助於實現淨零碳排目標。

三、強化能源消費結構調整與效率提升：應透過制定能源效率標準和加強管制措施，並結合節能金融及財稅誘因，積極推動提升能源使用效率，以應對能源價格波動帶來的衝擊。同時，應促進能源消費結構的多元化，減少對單一能源來源的依賴，不僅有助於提高整體能源系統的韌性與穩定性，還能有效增強國家的能源安全，為永續發展奠定堅實基礎。

四、堅守合理能源價格調整機制：若能源價格未能反映成本，國營事業將面臨虧損，需依賴政府發行公債補足，這不符「使用者付費」原則，並將債留子孫。此外，偏低的能源價格缺乏節能誘因，不利減碳目標實現，且消費者知道現階段過低的能源價格勢必於未來會反應成本而調高、引發物價上漲預期，對通膨控制造成壓力。因此，應平衡國營事業運營、政府財政、價格公平與能源效率，確保能源價格調整機制的公正性、永續性及對環境的正面影響。

附注

1. Frondel, M., Ritter, N., & Schmidt, C. M. (2009). *Measuring Energy Supply Risks: A G7 Ranking*. Ruhr Economic Papers.
2. WEC (2010). *Sicherheit unserer Energieversorgung – Indikatoren zur Messung von Verletzbarkeit und Risiken. Untersuchung im Auftrag des Weltenergieerat – Deutschland. Endbericht*. Münster, Berlin, EEFA-Energy Environmenat Forecast Analysis GmbH & Co. KG.