

AI 發展下台灣電力供需與企業能源需求策略

摘要

生成式 AI 與雲端運算的快速擴張，正全面改變全球能源需求結構。AI 模型從訓練到推論需消耗龐大算力，使資料中心成為成長最快的用電來源。依據 IEA (2024) 估計，全球資料中心電力使用量已達 416 TWh，2030 年更將倍增至 946 TWh，成為拉動電力需求的主要動能。由於 AI 用電具備「高密度、長時段、無尖離峰」特性，已在美國、歐洲、中國造成顯著電網壓力，部分地區資料中心併網排程甚至長達 5–10 年，促使科技企業轉向自建電廠或微電網。台灣在 AI 供應鏈中扮演關鍵角色，特別是晶片製造、伺服器與資料中心產業，帶動全國用電快速攀升。2018 至 2024 年，全國用電由 2,665 億度增至 2,838 億度，而電子產品及電力設備業用電年增幅更高達 30%，顯示 AI 與半導體擴產已成為能源需求的核心推力。能源供給方面，燃氣取代燃煤成為主力電源，再生能源占比穩步提升；但核電於 2025 年全面退場後，天然氣進口依賴度增加，使供電安全面臨新挑戰。同時，AI 帶來的高負載運算模式正改變電力系統運作邏輯，夜尖峰供需平衡、區域電網韌性與再生能源併網能力皆成為未來能源治理的關鍵課題。政府雖預估未來備用容量大致充足，但 AI 用電評估缺乏透明性，恐造成電源開發與實際需求脫節。在此背景下，本文提出三項企業因應策略：(1)強化企業能源治理與 AI 能效管理；(2)主動布局多元電力來源；(3)積極參與智慧電網與需量反應機制。

前言

近年來，人工智慧 (AI) 技術的迅速發展已成為全球經濟轉型的關鍵驅動力。從生成式 AI 、雲端運算到高效能晶片製造，AI 所需的龐大算力正推動半導體與資料中心產業快速擴張。然而，這股技術浪潮也帶來了前所未有的能源挑戰。AI 運算資源高度集中、耗電密度極高，使電力供需結構與能源管理模式面臨全新壓力。

對台灣而言，AI 不僅代表產業升級的機會，更考驗國家能源體系的承載能力。台灣是全球半導體製造與高效能運算晶片的核心基地，台積電、鴻海及其他關鍵供應鏈企業在 AI 產業中扮演舉足輕重的角色。然而，AI 帶動的電力需求

成長速度已遠超出能源規劃預期，顯示產業發展與能源供應之間的落差正逐步擴大。

在 2050 淨零轉型與非核家園政策並行的背景下，如何兼顧 AI 產業成長與電力穩定供應，並確保能源轉型目標不被犧牲，已成為台灣面臨的關鍵課題。本研究即以此為出發點，探討 AI 發展對台灣電力供需的影響，分析能源結構的調整壓力與潛在風險，並提出企業在能源管理、再生能源採購及碳治理上的策略建議。期望透過系統性分析，協助台灣在「算力擴張」與「能源永續」之間取得平衡，打造具韌性的智慧能源產業生態。

AI 帶動的能源需求激增

AI 技術正以驚人的速度重塑全球能源需求結構。自2022年生成式 AI 技術爆發以來，全球資料中心進入前所未有的擴張期。AI 的運作過程—從模型訓練到推論 (inference) —高度依賴龐大的算力資源，而這些算力最終都轉化為電力消耗。

根據國際能源總署 (IEA, 2024)《Energy and AI》報告指出，自2022年以來，全球資料中心投資快速成長，至2024年金額已達近5,000億美元，幾乎是兩年前的兩倍。這波投資熱潮顯示數位經濟的強勁發展動能，但同時也引發外界對電力需求急速攀升的關切。最新估計顯示，2024年全球資料中心耗電量約為4,160億度 (416 TWh)，占全球總用電量的1.5%。其中，美國占比最高達45%，中國約25%，歐洲約15%。自2017年以來，全球資料中心用電量年均成長率約12%，為全球用電總增速的四倍以上。特別是以 AI 為核心的資料中心，其耗電規模已可與煉鋁廠等高耗能產業相當，但地理分布更為集中 (見表一)。

在資料中心密集的地區，電力需求集中度更為明顯。例如，愛爾蘭資料中心的耗電量約占全國用電量的20%；美國已有六個州的資料中心耗電占比超過10%，其中維吉尼亞州最高，達25%。整體而言，資料中心已成為地方電力需求的重要來源，對電網穩定與能源規劃帶來前所未有的壓力。

若依目前 AI 與雲端運算產業的投資趨勢推估，至2030年全球資料中心用電量將增加一倍以上，達9,460億度 (946 TWh)，相當於日本全國一整年的用電量。美國將是推動全球耗電成長的主要來源，其次為中國。預測顯示，至2030年，美國資料中心的電力需求將貢獻全國用電成長的近一半。到本世紀末期，資料中心的用電量將超越鋁、鋼、水泥與化學品等所有高耗能產業總和，成為美國能源消耗的新核心領域。

展望2030年之後，資料中心的能源需求仍存在高度不確定性。然而，根據基準情境推估，到2035年全球資料中心用電量將進一步上升至約1.19兆度（1,193 TWh），顯示AI與數位基礎設施將持續成為全球電力需求成長的主要推手（見表二）。

表一 全球資料中心用電量_分國家

| | 2020 | 2023 | 2024 | 2030 | 基準情境 |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 總電力消費 (TWh) | | | | | |
| 世界 | 269 | 361 | 416 | 946 | |
| 北美 | 112 | 158 | 187 | 434 | |
| 美國 | 108 | 154 | 183 | 426 | |
| 中南美 | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 3.3 | |
| 歐洲 | 57 | 66 | 68 | 113 | |
| 非洲 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 2.9 | |
| 中東 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 3.0 | |
| 亞太 | 93 | 128 | 150 | 378 | |
| 中國 | 62 | 84 | 102 | 277 | |

資料來源: IEA 《Energy and AI》，2025.04.14.

表二 全球資料中心用電量

| 電力消費(TWh) | | | | 基準情境 | |
|------------|------|------|------|------|-------|
| | 2020 | 2023 | 2024 | 2030 | 2035 |
| 總計 | 269 | 361 | 416 | 946 | 1,193 |
| 超大規模資料中心 | 100 | 148 | 166 | 378 | 466 |
| 機房共置與服務供應商 | 85 | 112 | 144 | 355 | 493 |
| 企業內部資料中心 | 85 | 100 | 106 | 213 | 234 |

資料來源: IEA 《Energy and AI》，2025.04.14.

這一波能源需求成長的主要推力，來自生成式AI與高效能運算（HPC）的快速普及。以OpenAI的GPT-4為例，其訓練階段所處理的資料量已超過一兆字詞，需同時動用上萬顆GPU運作，單次訓練的耗電量約等於1,000戶美國家庭一整年的用電。當前AI的應用範圍已遠超過語言模型，涵蓋圖像生成、影片製作、藥物研發與金融演算法交易等領域，這些應用皆依賴密集的雲端運算，進一步推升資料中心的能源負載。

AI 模型在「推論階段」的能耗更為顯著。根據 Google 與 NVIDIA 的估算，當模型被數億人次同時呼叫時，推論所需電力甚至超過訓練階段。以一個大型語言模型每日處理 1 億次查詢為例，其日耗電量可達 5 GWh，相當於一個中型城市的日用電量。隨著 AI 應用滲透搜尋引擎、辦公軟體與影音平台，推論所產生的持續負載正取代過去間歇性的訓練負荷，成為電網長期且穩定的壓力來源。

AI 相關的能源消耗也體現在硬體製造與供應鏈層面。晶片生產（如 NVIDIA 或 TSMC 製造的 H100、B200 晶片）需使用大量超純水與電力，而散熱與冷卻系統的能耗更占資料中心總用電的 30% 至 40%。根據 IEA 的估算，若 AI 運算仍維持目前的冷卻效率（PUE 約為 1.5–1.8），全球每年將有近 3,000 億度電僅用於冷卻，相當於德國全國家庭用電總量。這顯示若缺乏技術突破，AI 發展將造成巨大的能源浪費與碳排放壓力。

在地理分布上，AI 推動的能源需求高度集中。美國、中國與歐洲三地合計占全球 AI 資料中心用電的 80% 以上。美國在北維吉尼亞的「資料中心走廊」聚集超過 300 座伺服器機房，其用電量占當地總用電的 60%；中國則於貴州、內蒙古與張北等地推動「東數西算」計畫，藉由西部電力資源降低東部用電密度；歐洲則受限於高能源成本與嚴格碳規範，多將資料中心設於北歐地區，利用低溫氣候降低冷卻能耗。

AI 所引發的能源需求激增，亦使全球氣候政策面臨兩難。一方面，AI 企業強調技術可助力減碳；但另一方面，其運算所需電力多仍仰賴化石燃料。根據 IEA 試算，若 2024 年全球新增資料中心的用電結構不變，將額外釋放約 3 億噸二氧化碳，約等同於英國全年的碳排放量。要讓 AI 的發展符合「淨零」軌跡，勢必須同步提升能源效率並擴大再生能源占比。

展望未來，AI 產業的能源足跡將持續擴張，其增速仍取決於三大因素：其一，晶片能效與冷卻技術能否取得突破；其二，再生能源與儲能基礎設施是否能同步擴張；其三，政府與產業對 AI 能耗的監管與政策回應力度。若未及時採取對策，AI 雖能推動經濟創新，卻可能同時成為能源轉型的「黑洞」。

AI 對電力系統的壓力與瓶頸

AI 帶來的能源需求，不僅是「總量」的問題，更對現有電力系統的時空配置與結構性韌性提出前所未有的挑戰。傳統電力系統的設計，主要服務住宅、工業與商業部門，其負載變化具有明顯週期性——白天高峰、夜間低谷。然而，AI 資料中心的用電模式卻幾乎全天候維持高負載，尖離峰差極小，對既有電網

調度機制產生顛覆性影響。

根據 IEA 模型模擬，若美國至 2030 年前新增的 AI 資料中心仍集中於現有五大聚落（維吉尼亞、德州、亞利桑那、加州北部與俄勒岡），則在尖峰時段的電網負載將增加約 15% 至 20%，超出現有備用容量上限。這種「區域性超載」現象意味著，即使全國整體電力供應充足，仍可能因地區性輸電瓶頸而導致供電短缺。

目前全球多地的電力系統已出現顯著壓力。據 IEA 估計（見表三），若缺乏對應措施，約有兩成的資料中心建設計畫恐將因此延宕。無論在供應端或用電端（包括資料中心），電網併網流程普遍冗長且複雜。在多數已開發國家，新建輸電線路平均需時 4 至 8 年，而關鍵電網元件如變壓器與電纜的交貨等待時間，在過去三年內已翻倍。

此外，發電設備需求也持續高漲。燃氣發電廠的新型渦輪機訂單排程已延至數年後，部分案場的完工時程甚至可能推遲至 2030 年以後。若電力產業無法加快擴建與升級步伐，未來在滿足資料中心用電成長需求時，勢必將在電氣化推動、製造業成長與電價穩定等政策目標之間面臨艱難的取捨。

表三 各地區新建資料中心的電網併網排隊時間統計

| 地區 | 平均排隊時間 |
|-----------|-----------|
| 美國 | 1~3 年 |
| 美國維吉尼亞州北部 | 最長可達 7 年 |
| 美國加州 | 約 3 年 |
| 德國 | 最長可達 7 年 |
| 英國 | 5~7 年 |
| 荷蘭 | 最長可達 10 年 |
| 日本關東地區 | 超過 5 年 |
| 馬來西亞 | 少於 3 年 |
| 澳洲昆士蘭州 | 超過 2 年 |
| 義大利 | 少於 3 年 |
| 西班牙 | 3~5 年 |

| 地區 | 平均排隊時間 |
|------------|--------------|
| 愛爾蘭（都柏林地區） | 新案暫停至 2030 年 |

資料來源：依據國際能源總署（IEA）分析，綜合 energy.gov（美國）、Datacenter Dynamics（維吉尼亞州、荷蘭、英國）、Electrical Review（德國）、Business Post（愛爾蘭）與 IEA 調查資料（澳洲、義大利、日本、馬來西亞、西班牙）。

美國正掀起一場由 AI 推動的能源革命。隨著 AI 訓練模型與雲端運算規模急速擴張，資料中心耗電量飆升，促使科技巨頭紛紛採取「自發電、自供電（Bring Your Own Power）」策略，以因應電力不足與電網瓶頸。OpenAI 與甲骨文（Oracle）在西德州共同投資 5,000 億美元建設「星際之門（Stargate）」資料中心與配套天然氣電廠；馬斯克旗下 xAI 在田納西州孟菲斯以燃氣輪機為 Colossus 資料中心供電；Equinix 則在全美逾十個據點導入燃料電池與太陽能系統。這股「AI 自供電潮」正重塑美國的能源結構。

根據美國能源部與勞倫斯柏克萊國家實驗室資料，AI 與雲端運算推升資料中心耗電急增。2020 年前僅占全美用電 2%，預計至 2028 年將達 12%。目前美國擁有約 522 座超大型資料中心，佔全球運算能力 55%，未來五年還將新增約 280 座。單一 AI 資料中心的耗電量，已相當於一座中型城市或上千家沃爾瑪門市。諮詢機構 ICF 指出，美國每年需新增 80 吉瓦發電量才能滿足 AI、電動車與製造業電氣化需求，但目前僅能新增約 65 吉瓦，形成明顯缺口。

由於電網升級與設備供應落後，科技公司轉向自建電廠或混合供電系統。例如，Equinix 在加州聖荷西以燃料電池與太陽能板形成「混合能源微電網」；Meta 在俄亥俄州哥倫布地區完全放棄電網接入，由 Williams 公司興建天然氣管線與發電設施，投資達 16 億美元。奧克拉荷馬州甚至修改法規，允許企業自建電廠，吸引 AI 資料中心進駐以利用當地天然氣資源。

這場能源轉變也揭示美國電力基礎設施長期不足。智庫 Grid Strategies 指出，2023 年全美僅新增 888 英里高壓輸電線，遠低於過去平均水準。電網擁塞與審批延宕導致部分資料中心需等待 5 至 7 年才能併網。企業只得依靠燃氣渦輪機、往復式引擎或燃料電池應急，形成「能源分散化」現象。

川普政府上任後宣布進入「能源緊急狀態」，放寬天然氣與燃煤開發限制，並削減部分再生能源補貼，以支援 AI 與製造業的電力需求。然而分析認為，若

供電問題持續，AI 資料中心擴建恐將放緩。多數能源顧問預估，美國電力短缺將至少延續三到五年。

整體而言，AI 正推動美國能源體系進入新階段。科技公司正從「使用電網」轉向「創造電網」，結合天然氣、燃料電池、儲能與再生能源等多元供電模式，確保 AI 運算不中斷。這不僅象徵 AI 帶動的「能源再工業化」，也讓美國能源發展重新走向「快速建設、私營主導」的新格局。未來數年，AI 與能源的互動將決定美國在全球數位競爭與能源轉型中的戰略地位¹。

資料中心選址的地理與基礎設施限制

資料中心的地理集中化已成為全球能源規劃的重要挑戰。多數資料中心會選擇氣候涼爽、水資源充足且電價較低的地區，如美國西北部、中國西南與北歐。然而，這種高度集中常造成能源需求與再生能源供給的「地理錯位」。以歐洲為例，風電集中在北海沿岸，但資料中心多位於內陸或大城市周邊，不僅增加輸電成本，也加劇電網壓力。台灣亦面臨同樣問題：AI 產業主要聚集在北部（如新竹、桃園），但再生能源卻多在南部與離岸地區，形成「電在南、需在北」的結構矛盾。

傳統資料中心的用電規模約 10–25 MW，但專注於 AI 運算的超大型資料中心（hyperscale）可達 100 MW 甚至更高，其年用電量相當於 10 萬戶家庭。由於需要靠近大量使用者以降低延遲，多數資料中心選址於都會區周邊，使其成為都市電網重要負載。如圖一所示，資料中心普遍位於距市區最近、空間集中度最高的位置；發電廠與大型工業雖較為分散但仍靠近都市；煤礦與礦場則距離最遠、集中度最低。

電力穩定性也是資料中心在新興市場難以落地的重要原因。許多開發中國家供電不穩、停電頻繁，企業需額外投資昂貴的備援系統，使得在地建置資料中心的成本大幅增加，反而更傾向使用海外雲端服務。同時，數位落差仍是限制 AI 在能源管理領域應用的關鍵障礙。許多開發中國家僅約六成民眾能穩定使用網路，而家庭在數據服務上的支出占收入比例是全球平均的十倍。這也使得 AI 技術在當地難以普及，無論是遠端感測、智慧電網，或能源管理系統都受到限制。

能源與數位基礎設施密不可分，但在全球分布卻高度不均。目前全球三分

¹ Jennifer Hiller，「AI 數據中心開始供電了」，華爾街日報，2025.10.16.

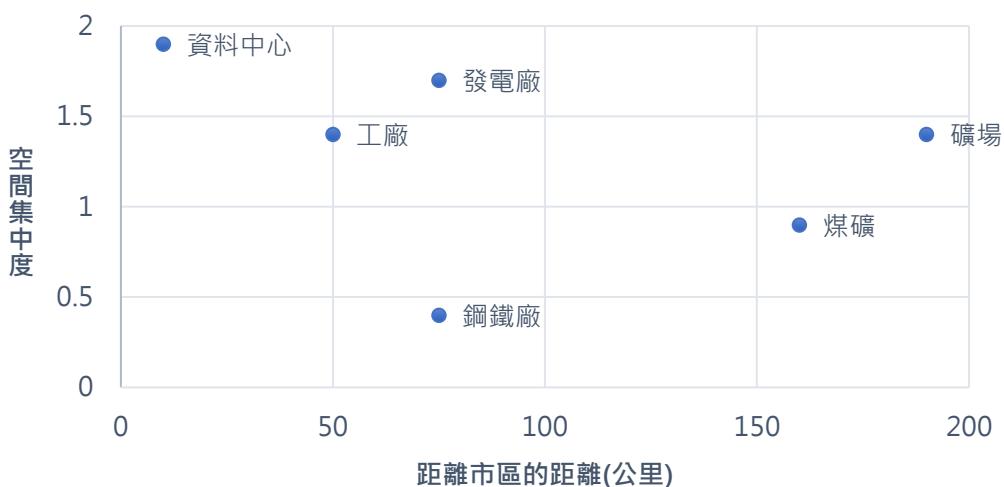
之二人口居住在新興市場與開發中國家（不含中國），但這些地區僅占全球不到三分之一的電力供應，資料中心容量占比更不足一成。相對地，已開發國家掌握 AI 產業鏈的主要技術來源，其 ICT 產業附加價值遠高於其他地區。

若要釋放 AI 在能源系統中的潛力，新興市場必須同步強化電力供應與數位基礎建設，並透過跨部門協調制定長期策略。尤其是電力穩定性仍是最關鍵的瓶頸。由於供電品質不穩，當地企業往往需自建昂貴的備援能量系統，使得在地設置資料中心不具成本效益。

另一方面，AI 長時間高負載運作也改變電力市場結構。AI 資料中心幾乎全天候滿載，使原本明顯的尖離峰差縮小，傳統高低峰電價制度不再能反映真實成本，也使電力市場的調度更為複雜。部分國家已開始研議「AI 用電附加費」或「資料中心容量費」等制度，以反映其對電網的長期影響。

此外，AI 資料中心的高耗水冷卻需求亦帶來環境壓力。一座中大型資料中心每日用水可達 4–10 萬公升，在氣候變遷與乾旱頻發的背景下，容易引發區域水資源競爭。例如，美國亞利桑那與西班牙馬德里皆因資料中心耗水而爆發居民抗議，促使政府重新審視相關設置計畫。

整體而言，資料中心的地理集中化與 AI 用電模式正在重新塑造全球電力結構，不僅造成輸電負荷上升，也使水資源與能源永續面臨更大的壓力。如何在 AI 發展、能源配置與環境永續間取得平衡，將成為全球各國面臨的共同課題。



資料來源: IEA 《Energy and AI》，2025.04.14.

圖一 不同設施的地理集中度與距離市區的關係

AI 帶來的能源效率與再生能源契機

AI 雖推升全球電力與碳排放，但同時也為能源轉型帶來難得契機。IEA 指出，若能有效將 AI 納入能源管理，不僅可降低能耗，也能推動再生能源併網、改善電網穩定性，使 AI 成為提升能源效率的重要動力。

AI 在再生能源預測與電網調度中的效益最為明顯。因應風光發電的高度波動，過去電力系統需倚賴大量備轉容量與人工調度，效率低且成本高。AI 可整合氣象與負載資料，大幅提升預測準確度與調度速度。例如 Google DeepMind 的系統將風光預測誤差減少三分之二，反應時間從數小時縮短至不到一分鐘，並使再生能源併網上限提高 10%–20%。

此外，AI 也提升整體能源運作效率。透過即時分析氣候、燃料成本與用電行為，AI 可自動選出最具成本效益的發電組合。IEA 估計，導入 AI 調度可降低 3%–5% 的燃料消耗，碳排減少約 8%。在建築、工業與交通領域亦成效明顯，如微軟美國總部導入 AI 能源管理後，用電量下降 15%，西門子透過 AI 降低工廠能源消耗 30%，AI 交通管理可減少全球 15% 的燃油使用。

AI 與資料中心的能耗需求，也促使科技企業加速採購綠電，形成再生能源投資的正向循環。Google、Amazon、Microsoft 與 Meta 已簽署超過 70 GW 的綠電 PPA，相當於德國整體風電容量。AI 也推動儲能與微電網發展，如 Amazon 在愛爾蘭、Google 在芬蘭導入 AI 儲能系統以提升供電穩定性。

IEA 預測，到 2035 年全球近半數再生能源與儲能專案將導入 AI 進行碳排與能源效率管理。AI 亦可強化碳市場運作，例如歐盟 ETS 使用 AI 進行排放分析後，市場效率可提升逾 15%。

整體而言，AI 在能源領域展現的正向效果逐漸浮現。若主要經濟體加速導入 AI 能源管理技術，至 2035 年可節省全球 8% 的電力消耗、減少 4 億噸碳排放。然而，高能耗、資安與演算法偏差仍是必須注意的風險。AI 能否在「用電爆量」與「效率提升」間取得平衡，將決定它究竟是能源負擔，或成為推動永續轉型的核心力量。

台灣電力供需現況與展望

全球 AI 發展帶動能源需求急速上升，台灣作為關鍵晶片供應國，其電力結構與能源治理挑戰尤為突出。

(一) 電力供給

根據經濟部能源署最新統計（表四），台灣整體發電量自 2016 年的 2,641 億度（MWh）增至 2024 年的 2,892 億度，成長約 9%，反映經濟活動與用電需求逐年增加。2025 年截至 9 月累計發電量已達 2,165 億度，全年總量預期將再創新高。

從能源結構變化來看，台灣發電來源正在快速轉型。「減煤轉氣」政策已顯著發揮效果。燃煤發電占比由 2016 年的 45.9% 降至 2024 年的 39.2%，2025 年前九月更下降到 36.8%；發電量從 1,212 億度降至 1,133 億度，減少約 7%。主要原因包括空污治理壓力、環保法規收緊，以及燃煤機組逐步除役與降載。

相對地，燃氣發電占比大幅上升。2016 年天然氣占比僅 31.5%，2024 年已提升至 42.4%，2025 年前九月更達到 47.1%，首次逼近全國一半的發電規模，正式取代燃煤成為台灣最主要的電力來源。其背後動能來自政府推動的大型燃氣建設，包括大潭、中火與興達燃氣機組陸續商轉，以及第三接收站上線，使天然氣供應能力大幅提升。燃氣取代燃煤不僅有助降低碳排與空污，也符合台灣 2050 淨零轉型方向。

然而，燃氣轉型也帶來新的風險。天然氣高度仰賴進口，使能源供應安全更敏感於地緣政治和價格波動；且燃氣仍屬化石燃料，雖較煤減碳約 40%，但若未搭配碳捕捉技術或綠氫，長期仍難達成深度減碳。因此，燃氣應視為「過渡能源」，需與再生能源與儲能配套發展。

台灣近年積極推動再生能源，成果同樣顯著。再生能源發電量自 2016 年的 127 億度成長至 2024 年的 339 億度，占比從 4.8% 提升至 11.7%，2025 年前九月進一步達到 12%。其中，太陽光電與風力是推升綠能的主力。太陽光電自 11 億度大幅增至 153 億度，成長最為快速；風力發電從 14 億度成長至 105 億度，並隨離岸風場併網，逐漸成為穩定的綠能來源。

與燃氣與綠能的上升形成對比，核能則持續退場。核電占比自 2016 年的 12% 降至 2024 年的 4.2%，2025 年前九月更僅 1.5%。發電量從 3,166 萬 MWh 下降至 324 萬 MWh，降幅超過九成。核一、核二、核三陸續除役後，核能於 2025 年中完全退出台灣電力結構。核電雖具穩定低碳優勢，但因核廢料、地震風險與社會疑慮長期末解，加上綠能與儲能技術成熟化，核能退場已成既定政策。

然而，廢核後的能源銜接仍是重大挑戰。在燃氣占比提升的情況下，進口依賴與電價波動風險升高；若再生能源建置速度不足，供電穩定性也可能受影

響。因此未來必須加速儲能與智慧電網建設，提升能源調度能力，確保在「非核」與「低碳」並行下維持能源安全。

整體而言，台灣能源結構正快速邁向「減煤、增氣、擴綠、退核」的新階段。2025 年前九月數據顯示，燃氣與再生能源合計已占超過六成發電量，能源轉型趨勢明確。未來台灣將面臨兩大核心挑戰：其一是如何在減碳與供電穩定間取得平衡；其二是如何強化電網韌性與儲能量能，以支撐 AI、半導體與雲端運算等高耗電產業對高品質電力的需求。在 AI 與綠能雙重推動下，能源政策已不再是單純的供需管理問題，而是攸關產業競爭力與國家韌性。

表四 台灣發電量_按燃料別分

| | 2016 | | 2024 | | 2025前9月 | |
|------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | 千度(MWh) | 占比(%) | 千度(MWh) | 占比(%) | 千度(MWh) | 占比(%) |
| 合計 | 264,107,657 | 100 | 289,173,353 | 100 | 216,536,067 | 100 |
| 抽蓄水力 | 3,293,665 | 1.2 | 3,075,312 | 1.1 | 2,320,689 | 1.1 |
| 火力 | 216,419,875 | 81.9 | 240,001,139 | 83.0 | 185,036,522 | 85.5 |
| 燃煤 | 121,224,994 | 45.9 | 113,315,535 | 39.2 | 79,764,848 | 36.8 |
| 燃油 | 11,891,270 | 4.5 | 4,182,208 | 1.4 | 3,301,564 | 1.5 |
| 燃氣 | 83,303,611 | 31.5 | 122,503,395 | 42.4 | 101,970,109 | 47.1 |
| 核能 | 31,661,363 | 12.0 | 12,180,276 | 4.2 | 3,237,424 | 1.5 |
| 再生能源 | 12,732,755 | 4.8 | 33,916,626 | 11.7 | 25,941,432 | 12.0 |
| 慣常水力 | 6,562,041 | 2.5 | 4,208,168 | 1.5 | 4,517,433 | 2.1 |
| 地熱 | 0 | 0.0 | 26,741 | 0.0 | 20,365 | 0.0 |
| 太陽光電 | 1,109,005 | 0.4 | 15,295,931 | 5.3 | 10,824,128 | 5.0 |
| 風力 | 1,457,102 | 0.6 | 10,509,811 | 3.6 | 7,462,545 | 3.4 |
| 生質能 | 208,056 | 0.1 | 237,716 | 0.1 | 189,633 | 0.1 |
| 廢棄物 | 3,396,552 | 1.3 | 3,638,258 | 1.3 | 2,927,329 | 1.4 |

資料來源:經濟部能源署

(二) 電力需求

根據經濟部能源署資料，台灣整體用電量自 2018 年的 2,665.7 億度增加至 2024 年的 2,838.5 億度，六年間成長約 6.5%，反映產業數位化、半導體擴產與能源轉型共同推動下，用電需求持續攀高。2025 年前九月累計用電已達 2,107.8 億度，推估全年仍將改寫歷史新高。

台灣用電結構長期以工業部門為主，其占比超過五成半，為全國用電最大

來源。其中電子相關產業成長最為顯著，顯示 AI、雲端運算與 HPC 對能源需求的拉動效應正快速深化。如表五所示，電子產品及電力設備業的用電量由 2018 年的 511.2 億度躍升至 2024 年的 659.5 億度，占工業用電比重由 19.2% 上升至 23.2%，2025 年前九月更達 523.9 億度，占比高達 24.9%，創歷年新高。這一成長與 AI 晶片製造、資料中心擴建以及伺服器供應鏈的擴張高度相關。

隨著生成式 AI 與 GPU 伺服器需求暴增，晶圓製造、先進封測、散熱與電源供應設備的用電同步上升，並在台灣北部及各大科技園區形成顯著的區域負載集中。據台電估算，一座中大型 AI 資料中心年用電量可達數億度，相當於一座中型工業區的總耗電量。AI 用電具備「高密度、高穩定、長時段運轉」三大特性，使得電子產業不僅是出口主力，也成為全國電力調度與電網韌性的核心變數。

相較之下，多數傳統製造業的用電量呈下降趨勢。化學材料及肥料業從 2018 年的 322 億度降至 2024 年的 284.8 億度；塑膠製品業、紙漿與紡織業的用電也普遍減少約兩成左右。這反映台灣產業能耗結構正由高耗能產業逐漸轉向高附加價值與高科技製造，顯示數位科技與 AI 正重塑能源需求重心。

在非工業部門方面，住宅與服務業用電亦持續溫和上升。住宅用電自 2018 年的 468.5 億度增至 2024 年的 534.4 億度，占全國用電近 19%；服務業用電則達 500.3 億度，占比 17.6%。其中「出版影音及資通訊業」和「醫療保健及社會工作服務業」成長最明顯，反映數位生活普及、雲端化服務與遠距作業對用電需求的推升。

尤其值得注意的是，資通訊相關產業已成為服務業中用電成長最快的領域。2025 年前九月，「出版影音及資通訊業」用電已達 32.3 億度，占比攀升至 1.5%，並仍保持上升趨勢。隨著 AI 生成內容、影音串流、雲端服務與國內資料中心持續擴張，此類需求可望進一步推動服務業用電的長期成長。

表五 行業別用電數據

| | 2018 | | 2024 | | 2025 前 9 月 | |
|-----------|---------|-------|---------|-------|------------|-------|
| | 億度 | 占比% | 億度 | 占比% | 億度 | 占比% |
| 全國用電量 | 2,665.7 | 100.0 | 2,838.5 | 100.0 | 2,107.8 | 100.0 |
| 工業用電 | 1,489.7 | 55.9 | 1,565.6 | 55.2 | 1,185.1 | 56.2 |
| 紡織成衣及服飾品業 | 61.6 | 2.3 | 41.3 | 1.5 | 28.0 | 1.3 |

| | | | | | | |
|---------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 紙漿、紙及紙製品業 | 36.1 | 1.4 | 33.4 | 1.2 | 23.8 | 1.1 |
| 化學材料及肥料業 | 322.0 | 12.1 | 284.8 | 10.0 | 209.0 | 9.9 |
| 塑膠製品業 | 53.8 | 2.0 | 43.9 | 1.5 | 32.0 | 1.5 |
| 非金屬礦物製品業 | 57.6 | 2.2 | 54.8 | 1.9 | 41.5 | 2.0 |
| 基本金屬業 | 194.0 | 7.3 | 184.1 | 6.5 | 130.1 | 6.2 |
| 金屬製品業 | 69.3 | 2.6 | 63.5 | 2.2 | 47.3 | 2.2 |
| 電子產品及電力設備業 | 511.2 | 19.2 | 659.5 | 23.2 | 523.9 | 24.9 |
| 其他 | 184.0 | 6.9 | 200.2 | 7.1 | 149.3 | 7.1 |
| 住宅用電 | 468.5 | 17.6 | 534.4 | 18.8 | 388.6 | 18.4 |
| 服務業用電 | 470.9 | 17.7 | 500.3 | 17.6 | 369.9 | 17.5 |
| 批發及零售業 | 124.1 | 4.7 | 121.5 | 4.3 | 88.1 | 4.2 |
| 運輸及倉儲業 | 28.3 | 1.1 | 36.7 | 1.3 | 27.1 | 1.3 |
| 住宿及餐飲業 | 71.6 | 2.7 | 82.7 | 2.9 | 60.1 | 2.9 |
| 出版影音及資通訊業 | 33.7 | 1.3 | 41.0 | 1.4 | 32.3 | 1.5 |
| 金融及保險業 | 18.9 | 0.7 | 14.8 | 0.5 | 10.9 | 0.5 |
| 不動產業 | 15.1 | 0.6 | 8.5 | 0.3 | 6.5 | 0.3 |
| 專業、科學及技術服務業 | 14.1 | 0.5 | 10.4 | 0.4 | 7.4 | 0.4 |
| 支援服務業 | 7.5 | 0.3 | 5.8 | 0.2 | 3.9 | 0.2 |
| 公共行政及國防 | 39.5 | 1.5 | 45.1 | 1.6 | 33.8 | 1.6 |
| 教育業 | 34.2 | 1.3 | 33.7 | 1.2 | 24.7 | 1.2 |
| 醫療保健及社會工作服務業 | 32.8 | 1.2 | 35.6 | 1.3 | 26.5 | 1.3 |
| 藝術、娛樂及休閒服務業 | 12.6 | 0.5 | 15.7 | 0.6 | 11.7 | 0.6 |
| 其他 | 38.7 | 1.5 | 48.6 | 1.7 | 36.8 | 1.7 |
| 運輸用電 | 15.2 | 0.6 | 19.1 | 0.7 | 15.1 | 0.7 |
| 公路 | 0.5 | 0.0 | 3.7 | 0.1 | 3.5 | 0.2 |
| 鐵路 | 14.3 | 0.5 | 15.0 | 0.5 | 11.4 | 0.5 |
| 管線運輸 | 0.4 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 0.0 |
| 其他 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 能源部門自用 | 191.8 | 7.2 | 185.0 | 6.5 | 124.6 | 5.9 |
| 農業部門 | 29.6 | 1.1 | 34.0 | 1.2 | 24.5 | 1.2 |

資料來源：經濟部能源署

(三) 未來電力供需規劃

根據 IEA 報告，AI 專用晶片的供應高度集中於台灣與南韓，其中台積電扮演關鍵角色。報告指出，全球半導體產業的用電僅占工業用電的 1%，但在台灣，其用電占全國總用電高達 10%，顯示 AI 帶動晶片需求暴增，將使資料中心

與製造供應鏈的能耗持續攀升。

在電力調度方面，新興科技的用電模式沒有明顯的尖離峰差，加上台灣大力擴建太陽光電，使白天時段因光電出力提升（可達 9,000 MW 以上），供電相對充裕。然而夜尖峰時段仍是供需最具挑戰的時刻。為此，台電正調整電力調度策略，透過抽蓄與慣常水力調節、快速反應的燃氣機組搭配運作，並引入時間電價與需量反應等需求管理措施，以提升夜間供電穩定性。

在考量工程期程與實際上線進度後，能源署預估 AI 科技潮最為蓬勃的 2025 至 2029 年間，夜間備用容量率約可維持在 11.3% 至 14.2% 之間，2030 年後可望提升至 15% 以上。然而，未來機組能否如期商轉仍存在變數，包括環評、地方意見與設備供應等，顯示備用容量規劃仍必須保留一定的安全邊際（如表六所示）。

儘管政府宣稱 AI 用電「供應無虞」，但專家提醒，新版電力資源供需報告中已移除 AI 用電細節，使外界難以監督其評估依據。根據過去預估，AI 與半導體用電至 2030 年可能新增 432 萬瓩，相當於再建一座台中火力電廠。然而學者指出，這樣的需求假設等同於「每季新增兩座 Google 等級的資料中心」，其可行性與準確性有必要重新檢視²。

2025 年是台灣邁向「非核家園」的關鍵轉折點。隨著核三廠除役，台灣正式進入無核階段，但再生能源建置進度未如預期。太陽光電連續兩年未達 1 GW 目標，風電亦多次延宕，使燃氣成為主要替代能源。然而燃氣進口依賴度高，增加能源安全與地緣政治風險。

雖然官方報告簡化了細節，但依據能源署最新資料顯示，台灣 AI 產業至 2030 年用電需求將達 218 億度，但政府預估整體電力需求年增率僅 1.7%，較前一年 2.5% 明顯下修。專家指出，在 AI、半導體與數位產業快速擴張下，此預估偏低，恐造成未來電廠開發與實際需求產生落差。

另一方面，AI 帶動的用電成長使「穩定能源」的重要性再度受到討論。IEA 認為，再生能源與天然氣將因成本與供應彈性成為主力，但核能在部分國家也正重新獲得關注。近期台灣民調中，核電支持度首次超越太陽光電，反映民眾對綠電進度的疑慮與對供電穩定性的重視。然而專家提醒，「核綠共存」在預算與政策上存在排擠問題，若重新引入核能，可能影響再生能源與節能投資

² 李又如，「AI 用電難題」，READR，2025.11.05.

的資源分配。

AI 的能源挑戰不僅是「是否會缺電」，更是「如何有效用電」。AI 資料中心雖高耗能，但其運算排程具一定彈性，若能導入需量反應與智慧電網整合，可在尖峰時段自動調整負載，減少不必要的浪費，也降低興建新電廠的壓力。然而目前台灣能源策略仍偏向「供給導向」，而非「需求管理」。隨著 AI 成為國家戰略產業，能源政策也需同步升級，包括強化電網韌性、提升儲能與綠電建置速度、改善地方政府光電推動效率，以及建立透明的 AI 用電監測制度。

台灣正站在 AI 與能源轉型的交會點。AI 帶來的經濟機會巨大，但若能源結構與電網建設無法及時到位，科技優勢恐反成發展瓶頸。只有在更務實、透明且跨部門協調的政策架構下，台灣才能在「智慧算力」與「綠色電力」之間找到平衡，為下一個 AI 十年奠定堅實的能源基礎。

表六 未來基載機組電源規劃情形表

| 年度 | 新增機組 | 裝置容量 (萬瓩) | 除役機組 | 裝置容量 (萬瓩) |
|------|---|--------------------|--|----------------------------------|
| 2023 | 通霄 GT#9 | 18.1 | 興達#1、興達#2 核二#2 | 各 50 98.5 |
| 2024 | 大潭 CC#8、CC#9 | 各 112.36 | 麥寮#2 核三#1 | 60 95.1 |
| 2025 | 大潭 CC#7 興達 CC#1 森霸 CC#3 | 91.3 130 110 | 通霄 CC#4 ~ #5 興達#3 麥寮#1、麥寮#3 長生 CC#2 核三#2 | 77.2 55 各 60 45 95.1 |
| 2026 | 興達 新 CC#2、#3； 台中新 CC#1、#2 | 各 130 | 興達#4、台中#1、台中#2 長生 CC#1 | 各 55 45 |
| 2027 | — | — | — | — |
| 2028 | 國光二期 CC | 125 | 國光#1 | 48 |
| 2029 | 通霄新 CC#4 大林新 CC#1 麥寮 CC#1、麥寮 CC#2 | 56 55 各 120 | 通霄 CC#6 | 32.12 |
| 2030 | 通霄新 CC#5、#6、#7 大 林新 CC#2 | 各 56 55 | — | — |
| 2031 | 通霄新 CC#8 台中新 CC#3 | 56 130 | 台中#3、台中#4 | 各 55 |

| | | | | |
|------|------------------------|-------|---------------------------|----------------|
| 2032 | 協和 CC#1、台中 CC#4、新增燃氣電源 | 各 130 | 台中#5、台中#6 協和#3~4 | 各 55 100 |
| 2033 | 台中新 CC#5、新增燃氣電源 | 各 130 | 台中#7、台中#8 南部 CC#1 ~ #4 | 各 55 111.78 |
| 2034 | 台中新 CC#6 | 130 | 台中#9、台中#10、大林#6 | 各 55 |

資料來源:經濟部「113年度全國電力資源供需報告」

結論與建議

AI 的興起正全面重塑全球能源格局，也讓台灣面臨電力供需的新挑戰。AI 所帶來的龐大算力需求，使半導體製造與資料中心成為用電成長的主要推力。台灣身為全球晶片供應鏈的核心，其電力結構與能源政策的韌性，將直接影響 AI 產業的發展速度與國際競爭力。

整體而言，AI 對能源的衝擊不僅在於「總用電量上升」，更體現在電網負載、區域調度與能源結構的長期壓力上。若未及時調整能源配置與供應模式，AI 帶動的高耗能產業可能加劇電力不平衡與碳排放風險。如何在「高能耗」與「低碳轉型」之間取得穩定平衡，將是台灣能否順利邁入智慧能源時代的關鍵課題。

目前台灣能源轉型以「減煤、增氣、擴綠、退核」為主軸，燃氣與再生能源雖已逐步取代燃煤，但再生能源建設速度仍不足以支撐 AI 與半導體產業的急速用電成長。再加上核電退場後能源進口依賴升高，使得供電穩定性與成本壓力同步上升。AI 所引發的能源挑戰，已不僅是「供電量是否足夠」的問題，而是攸關能源治理模式、產業分布與區域基礎設施協調的結構性轉型議題。

一、強化企業能源治理與 AI 能效管理

企業必須從「被動用電者」轉型為「主動能源管理者」。建議各產業導入 AI 能源管理系統 (AI-EMS)，以數據化方式監控生產設備與廠區能耗，透過預測模型實現節能調度與碳排管控。例如，半導體與電子製造業可利用 AI 進行生產週期能耗預測；資料中心則應以 AI 優化冷卻與伺服器運作策略，降低 PUE 值、提升整體能效。同時，企業應建立能源數據治理機制，將能耗表現納入 ESG 評估與永續報告，並與供應鏈共同設定能效目標。此舉不僅有助減少碳排，更可提升國際客戶對台灣企業的永續信任度。

二、主動布局多元電力來源

隨著 AI 帶動的用電需求攀升，企業不應僅依賴台電供電，而需主動布局多元電力來源。建議大型製造業與科技公司簽署長期綠電購電協議（PPA），或自建太陽能、風電、儲能等系統，強化能源自給率與供應穩定性。同時，推動「企業微電網」與「儲能共構」方案，特別是在科學園區與資料中心聚集區，以分散式供電模式降低區域負載壓力。這不僅能提升能源韌性，也有助於企業在電力價格波動中維持營運穩定。

三、積極參與智慧電網與需量反應機制

AI 產業的用電特性穩定且可預測，具備參與需量反應（Demand Response）及時間電價制度的潛力。企業可與台電合作，於電力緊張時調整非關鍵負載或啟用備援系統，以獲取費率優惠與電力調度彈性。此外，建議政府與地方攜手推動「智慧電網示範區」，整合 AI 調度技術、儲能系統與再生能源應用，建立公私協力的能源管理新模式。此舉可有效緩解北部用電密集區（如新竹、桃園）之電網壓力，並為 AI 產業發展創造更穩定的電力環境。

整體而言，AI 崛起為台灣創造了龐大產業契機，也突顯出能源治理的深層結構性問題。電力供應、電網韌性與再生能源佈局，將決定台灣在全球 AI 產業鏈中的長期地位。企業若能主動採取智慧能源管理、再生能源採購與碳管理策略，不僅能緩解 AI 用電壓力，還能在綠色供應鏈競賽中占得先機。

未來十年，台灣企業應從「能源消費者」轉型為「能源創新者」，以 AI 驅動的智慧能源體系為核心，推動產業升級與永續發展，為台灣在 AI 與能源並進的新時代奠定競爭優勢。