

# IEA：能源與 AI 相互依存 充滿挑戰

■文：編輯部整理

Google 愛爾蘭資料中心因電網容量告急被迫暫停擴建，美國維吉尼亞州的“資料巷”電價兩年暴漲 38%——這些衝突事件背後，是 AI 算力需求與能源供給的全球性失衡。

## 電力黑洞：AI 驅動的能源需求海啸

國際能源署 (IEA) 2025 年發佈的里程碑式報告揭示了一個迫在眉睫的危機：全球資料中心耗電量正在以每年 12% 的速度狂飆，四倍於全球平均用電增速。2024 年，這些“數字巨獸”吞噬了 415 太瓦時 (TWh) 電力，相當於全球總用電量的 1.5%。其中美國獨佔鰲頭 (45%)，中國 (25%) 和歐洲 (15%) 緊隨其後。

更嚴峻的挑戰將接踵而至：

■到 2030 年，資料中心耗電量將突破 945 TWh，超過日本全國當前用電總量

■至 2035 年，基準情景下將達 1200 TWh，但高低情景差異

高達 1000 TWh (700-1700 TWh)

■在美國，資料中心將吃掉 2024-2030 年間近一半的新增電力需求

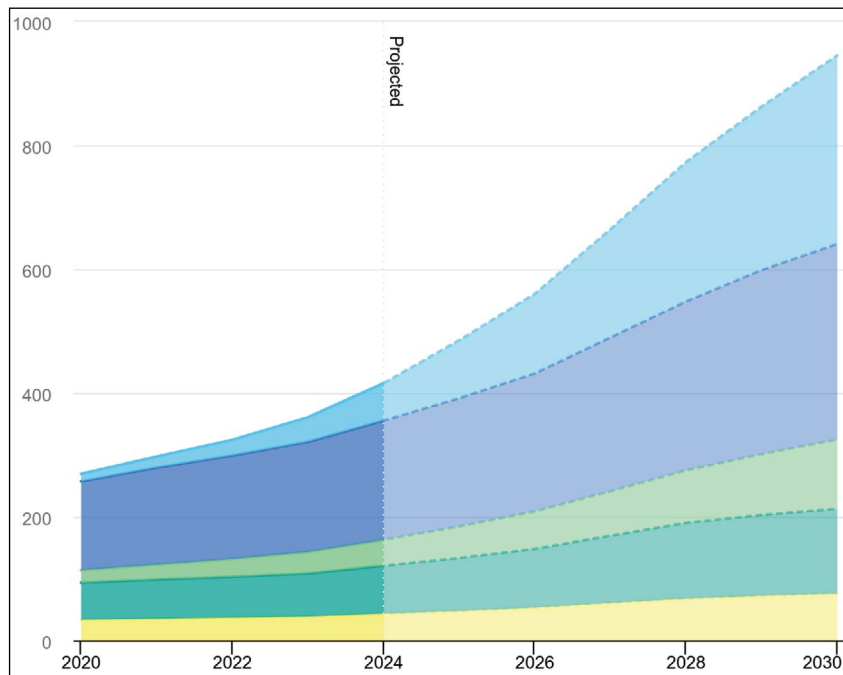
■2030 年代末，美國資料中心耗電量將超過其所有高耗能產業（鋁、鋼、水泥、化工）總和，驅動這場能源風暴的核心正是 AI。訓練 GPT-5 級別的模式需消耗超 1000 兆瓦時電力，

相當於 130 個美國家庭年用電量。更令人憂心的是地域集中化——美國近半數資料中心擠在維吉尼亞、加利福尼亞等五大“資料窪地”，導致局部電網瀕臨崩潰。

## 能源革命：AI 驅動的效率革命

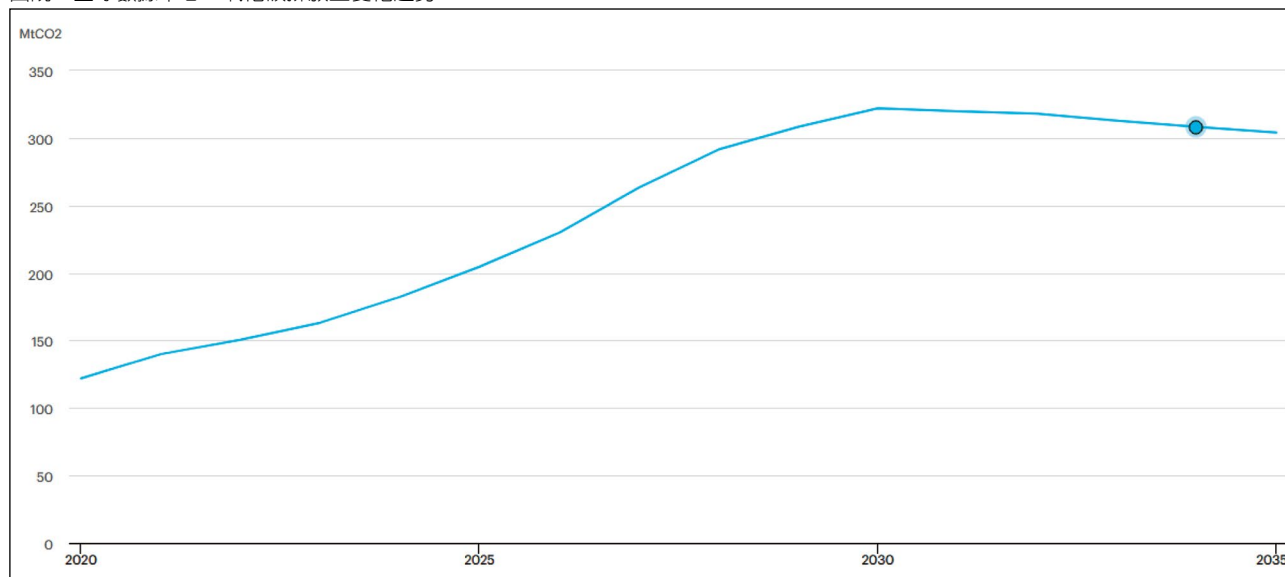
到 2030 年數據中心發電

圖說：全球數據中心耗電量



數據來源：iea.org

圖說：全球數據中心二氧化碳排放量變化趨勢



圖片來源：iea.org

的二氧化碳排放量達到峰值，約為 320 MT，然後進入淺幅下降，至 2035 年約為 300MT 左右。儘管數據中心二氧化碳排放量增長迅速，但數據中心在整個電力系統中所佔的比例仍然相對較小，從目前佔全球發電量的約 1%，到 2030 年上升到 3%，佔全球二氧化碳排放總量不足 1%。

諷刺的是，AI 既是能源危機的製造者，也是破解之道。IEA 報告詳細列舉了 AI 對能源系統的顛覆性改造：

#### 電網系統的神經中樞

在德國柏林，E.ON 公司部署的 AI 預測系統將風電並網效率提升 22%，棄電率下降 15%。美國 PJM 電網通過 AI 故障檢測，停電時長縮短

表：AI 在能源領域的應用效益對比

應用領域	典型案例	節能潛力	主要風險
電網管理	美國 PJM 故障檢測系統	停電時長減少 40%	網路安全性漏洞
工業優化	挪威煉油廠蒸汽系統	能耗降低 17%	技術升級成本
建築控制	GoogleDeepMind 暖通優化	製冷能耗降 40%	隱私保護爭議
交通調度	北京亦莊自動駕駛路網	擁堵減少 22%	私家車需求反彈

40%。最驚人的是線路潛能釋放技術——通過遠端感測器與 AI 管理，全球輸電網絡可憑空增加 175 吉瓦 (GW) 容量，無需新建一根電纜。

#### 工業能源的智慧管家

西門子在挪威煉油廠的 AI 優化項目削減了 17% 的蒸汽消耗。報告指出，若全面應用現有 AI 技術，全球工業領域可節省相當於墨西哥全國能耗總量的能源。歐洲企業憑藉工業自動化領域 53% 的市場份額，正成為這場變革的領頭羊。

#### 建築與交通的悖論

建築領域潛力巨大：AI 驅動的暖通系統優化有望全球節電 300 TWh ( 澳新兩國年發電量之和 )。但交通領域充滿矛盾——儘管 AI 路線優化可節省 1.2 億輛汽車的能耗，自動駕駛普及卻可能引發私家車需求反彈，抵消 30% 的節能收益。

### 未來之爭：能源結構的戰略重構

面對 AI 的能源黑洞，IEA 提出了三項建議：

## 電源組合多元化競賽

傳統能源與新技術正在賽跑：

- 可再生能源將滿足資料中心新增需求的 50% (450 TWh)
- 天然氣發電在美國增長 175 TWh
- 小型模組堆 (SMRs) 核電站將於 2030 年商用
- 先進地熱在冰島試驗中突破 60°C 地層限制

值得注意的是科技巨頭的超前佈局：微軟已購買芬蘭核電站產出，Google 與地熱初創 Fervo 簽訂 350MW 購電協議。

## 電網現代化必須提速

當前全球約 20% 資料中心專案面臨延期風險，主因是：

- 變壓器交貨週期從 12 個月延至 26 個月
  - 歐美新建輸電線需 4-8 年審批
  - 燃氣輪機交付排期至 2032 年
- 維吉尼亞州的教訓成為經典案例：當地電網公司 Dominion Energy 被迫斥資 52 億美元升級設施，仍無法滿足“資料巷”的需求狂潮。
- 跨行業協作的破壁行動
- 能源與科技行業的語言鴻

溝令人震驚：78% 的電網工程師缺乏 AI 建模能力，而科技公司對電網穩定性認知不足。IEA 宣導建立三國模式協作機制：

1. 需求預測聯盟：共用資料中心建設規劃
2. 創新實驗室：聯合開發液冷 - 儲能集成系統
3. 人才交換計畫：矽谷工程師與電網調度員共同值守

## 地緣棋局：中美歐的能源 AI 博弈

這場危機正在重塑全球產業競爭力格局：

美國憑藉葉岩氣優勢和核技術儲備，以能源彈性吸引資料中心投資。但 2024 年加州分區停電事件暴露其電網脆弱性。

中國以特高壓輸電 + 西部可再生能源基地組合破局。寧夏“東數西算”工程將清潔能源利用率提升至 97%，但面臨晶片禁運導致的能效瓶頸。

歐盟則祭出碳關稅殺手鐮：2027 年起資料中心 PUE (能源使用效率) 高於 1.3 將徵收排放稅，倒逼微軟、谷歌等巨頭採

購綠電。

## 未來：在依存與挑戰

到 2035 年，AI 可能推動全球碳排放增加 3% (資料中心用能增長所致)，但同時通過能源優化減排 12%，淨貢獻為正 9%。關鍵在於能否把握三個臨界點：

1. 2027-2028 年：SMRs 核電站商業投運視窗期
2. 2029 年：AI 能效比需比當前提升 8 倍
3. 2032 年：全球電網投資缺口需填補 1.2 萬億美元

當中國將越來越多資料中心轉移光伏、風力發電區域，谷歌在智利阿塔卡馬沙漠的實驗性資料中心，依靠 AI 調度實現 98% 可再生能源供電時，人類正在探索 AI 和能源需求相互依存的共生之路，即便是全球最乾旱的那些土地，正因技術創新綻放出數位文明之光。CTA

表：主要國家 AI 能源戰略對比

國家 / 地區	核心優勢	政策工具	瓶頸挑戰
美國	葉岩氣供應、核技術儲備	稅收抵免 (45X 條款)	電網老化、選址集中
中國	特高壓輸電、西部可再生能源	“東數西算”國家工程	高端晶片禁運、冷卻技術短板
歐盟	碳邊境調節機制 (CBAM)	資料中心 PUE 限值 1.3	天然氣依賴、地緣衝突風險

編輯部整理