

AI Global Insight with Jim

探索 AI 算力基礎設施與地緣政治的交匯點

第 2026-06 期 | 旗艦深度報告 | 發布日期：2026 年 5 月 17 日

當 AI 遇上電力：誰掌握矽鋼與直流，誰就掌握算力時代的基礎設施霸權



事件
錨點

📌 事件錨點 · 2026 Q1

台灣一家今年一月才完成興櫃轉上市的線纜廠，在第一季交出了一張讓整個重電族群側目的成績單：EPS 4.33 元，營收、獲利與 EPS 同步改寫單季歷史新高。更關鍵的是，它成功打進美國亞利桑那州半導體建廠供應鏈，首度將線纜產品出口至美國——象徵台灣線纜業正式跨入全球 AI 算力的核心基礎設施賽道。

這不是個案，而是整個產業轉折點的縮影。本文試圖解答：為什麼這一刻會發生？以及，下一個十年的真正戰場在哪裡？

2.5 年

全球大型變壓器平均交期

30%

全球電力設備供應缺口

\$45.9 億

2035 年 HVDC 市場 (USD)

一 AI 如何打破電網百年定律 [宏觀衝撞]

過去一世紀，全球電網的運作基於「負載多樣性 (Load Diversity)」的統計假設：數百萬用戶的用電行為是異步且隨機的，總負載因此呈現一條平滑、可預測的曲線。AI 訓練徹底打破了這個定律。

當數萬顆 GPU 同步運算、同步進入存檔點 (Checkpointing) 或同步重啟，產生的不是曲線，而是劇烈的「物理脈衝」。2024 年 7 月，北維吉尼亞州一次傳輸故障導致約 1.5GW 的資料中心負載在秒級內斷開——規模相當於瞬間失去一座大型核電廠的輸出。

德州可靠性服務 (Texas RE) 主管：「AI 資料中心的負載特徵極其類似鋼鐵廠，充滿了極快、極大規模的電力斜率 (Ramp Rates)。每秒數十至數百兆瓦 (MW) 的波動，已成為電網頻率穩定的頭號威脅。」

二 GOES：沒人在討論的材料危機 [供給瓶頸]

如果算力的瓶頸是先進製程，那電力的瓶頸就是「變壓器」——而變壓器的核心瓶頸，是一種被稱為「電力工業藝術品」的材料：取向矽鋼片（GOES, Grain-Oriented Electrical Steel）。

GOES | 關鍵材料

取向矽鋼片 — 變壓器的「心臟」

超低碳矽鐵合金，透過特殊軋製工藝使晶體磁疇沿特定方向整齊排列，產生極低阻力的高導磁性與低鐵損特性。沒有高品質 GOES，變壓器就會體積龐大、效率低下、極易過熱。 交期 6-12 個月 供應缺口 30% 電力變壓器核心

為什麼 AI 讓 GOES 成為戰略物資？

四重壓力同步爆發

- ① AI 資料中心建設潮帶動大型變壓器需求暴增
- ② 再生能源電網大規模建設同步拉升需求
- ③ GOES 產能集中，技術門檻極高，新產能需 3-5 年到位
- ④ 結果：供需缺口估達 30%，大型變壓器平均交期達 2.5 年

投資人注意：GOES 的「雙重稀缺」（技術稀缺 + 時間稀缺）正在創造一個罕見的定價權窗口。掌握長約料源的電力設備製造商，具備顯著的成本轉嫁能力，這正直接反映在毛利率的持續擴張上。銅料佔變壓器物料成本 40-60%，在能源轉型與 AI 雙重推動下呈現「易漲難跌」的長期格局。

三 HVDC：AI 資料中心的電力架構革命 [技術架構]

高壓直流輸電（HVDC）正從電網長距離傳輸的專用技術，快速演化為 AI 資料中心內部配電的新標準。對一座 100MW 的 AI 資料中心而言，每節省 1% 的電力損耗，一年就少燒 600-800 萬台幣電費。HVDC 架構在 100MW 規模可節省 30%+，這是不可忽視的競爭力議題。

傳統 AC 架構 (多次轉換、高損耗)

- × 電網 AC 220kV 輸入
- × UPS (AC→DC→AC 三次轉換)
- × STS 靜態轉換開關
- × PDU 配電盤
- × 伺服器電源 (AC→DC 12V)

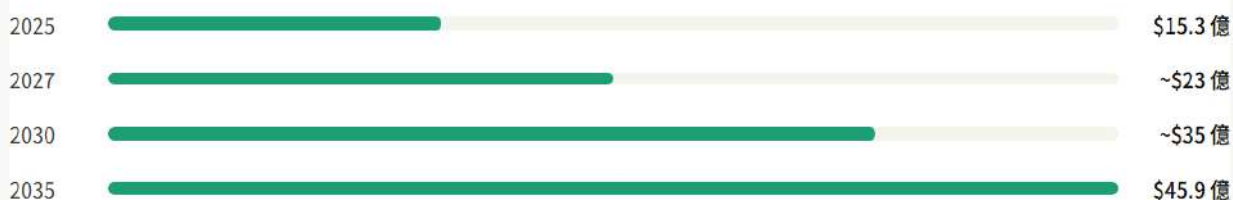
每階段 5-15% 損耗，總損耗達 30%+

HVDC 架構 (精簡路徑、高效率)

- ✓ 電網輸入→整流器 (AC→DC 一次)
- ✓ 800V HVDC 高壓直流配電
- ✓ PDU 直接 DC 輸送
- ✓ 伺服器 DC-DC 至核心電壓
- ✓ 晶片直接受電 (0.65V)

省去 UPS、STS，損耗降低 30%+，效率達 98%

全球 AI 資料中心 HVDC 市場規模 (USD 億) — CAGR 11.62% (來源：Precedence Research 2025.12)



全球 AI 資料中心 HVDC 市場規模：2025 年 \$15.3 億 → 2027 年 ~\$23 億 → 2030 年 ~\$35 億 → 2035 年 \$45.9 億 (CAGR 11.62%)。亞太地區為成長最快地區。(來源：Precedence Research 2025.12)

四 NVIDIA 為何點名「固態變壓器」(SST)？ [下一代技術]

HVDC 之後，還有下一步。為追求「從電網到晶片 (Grid-to-Chip)」的極致效率，NVIDIA 在《800VDC Architecture》白皮書中明確點名了固態變壓器 (SST, Solid-State Transformer)——這是傳統工頻變壓器的革命性替代方案。

| 比較項目 | 傳統工頻變壓器 | SST 固態變壓器 |
|-------|---------------------|------------------------|
| 核心原理 | 50/60 Hz 電磁感應 | 功率半導體高頻開關 (10k–200kHz) |
| 體積重量 | 笨重 (1–2 噸)，固定安裝 | 縮小 60–90%，模組化設計 |
| 供電效率 | 88–92% (含 AC/DC 轉換) | 達 98.3%，簡化電力轉換鏈 |
| 控制能力 | 被動設備，無法動態調壓 | 軟體定義，具主動濾波與調節 |
| 對電網意義 | 電力消費者，被動接受電網狀態 | 具備主動調節能力的電網節點 |

戰略意義：傳統架構每損耗 1% 效率，對於 100MW 的資料中心而言，一年就多燒掉約 600–800 萬台幣電費。SST 的導入將使資料中心從單純的電力消費者，轉變為電網中具備主動調節能力的節點——這是電力基礎設施思維的根本性轉變。對台灣重電廠商而言，誰能提前卡進 SST 供應鏈，誰就掌握了 HVDC 之後的下一個技術世代。

五 當「軟體定義」遇上「物理定義」：兩種文化的根本衝撞 [文化衝撞]

AI 產業與電力公用事業的碰撞，本質上不是技術問題，而是兩種完全不同的世界觀的衝突。

資料中心的世界觀

- 「RAID 邏輯」——假設硬體會失效
- 強調軟體層的快速迭代與冗餘
- 規劃週期：季度，甚至更短
- 失敗是可以接受的學習成本
- 速度 > 穩定性



電力公用事業的世界觀

- 「Mainframe 邏輯」——硬體必須絕對可靠
- 追求零中斷，以年為單位的穩定性
- 規劃週期：十年，甚至更長
- 失敗的代價是整個電網的信任
- 穩定性 > 速度

這種思維模式的衝突，體現在一個具體的痛點上：在美國，電力接入申請排隊長達數年，而 AI 硬體的迭代週期是 18–24 個月。一個習慣「明天上線」的產業，正在碰撞一個習慣「十年規劃」的基礎設施體系。

解方：協同設計 (Co-Design)：資料中心不應再只是電網末端的一個「大燈泡」，而應學習網際網路的「對等互聯 (Internet Peering)」模式——透過標準化協議與電網即時交換電力與數據，共同承擔穩定責任。這是 2025 年加拿大 G7 峰會將「能源與 AI 協作計畫」列為重點議程的核心原因。

六 台灣的歷史機遇：地緣政治 × 技術積累的雙重紅利 [台灣機會]

在這場全球性的電力基建重組中，台灣廠商正迎來結構性的歷史機遇。關鍵在於地緣政治驅動的「圍欄效應 (Fence Effect)」——當全球最大的電力設備製造國中國被排除在美歐市場之外，台廠成了最可靠的替代方案，並正在升格為戰略夥伴。

AIDC 領頭羊

華城 (1519)

成功參與德州「星際之門 (Stargate)」計畫，2026 年 AI 資料中心相關營收占比預估首度超過 10%。

全面佈局

士電 (1503)

訂單能見度延伸至 2030 年，積極開發美國主流 230kV 電壓等級產品，佈局最為完整。

半導體綁定

中興電 (1513)

國內高壓開關站 (GIS) 龍頭，已成台積電合格供應商，2026-27 年預計貢獻 18 億台幣營收。

統包整合

亞力 (1514)

深度綁定半導體擴廠需求，積極爭取中南美洲 AI 資料中心統包工程，交期控制較歐美廠商快半年。

TrendForce 指出：台灣已形成完整的 HVDC 在地生態聚落，涵蓋電源模組、備援系統、散熱管理和機架整合，具備快速交付 MW 級 HVDC 解決方案的能力。台灣是全球 HVDC 生態系的關鍵樞紐。

七 TSS 協會生態系：四大智慧解決方案加速器 [TSS 生態系]

面對 GOES 料源危機與 HVDC / SST 技術轉型，台灣電力設備廠商需要的不只是訂單，而是一套能夠同時解決材料風險、技術升級、法規合規、國際拓展四個維度的智慧解決方案生態系。這正是 TSS 台灣智慧解決方案協會的核心定位。

加速器 A / 數位孿生

供應韌性的 AI 防線

建立 GOES 矽鋼片與銅料庫存的即時數位模型，實現預測性採購與生產排程優化。在料源斷供風險高企的環境中，這是保護毛利率的第一道防線。

B

加速器 B / 國際市場連結

亞利桑那以外的第二灘頭堡

透過 TSS 的北美、中東與歐洲夥伴網絡，協助台廠開拓第二個海外據點。中東 AI 資料中心投資（沙烏地 NEOM、UAE AI 國家戰略）正形成 HVDC 電纜的新興高價值需求。

C

加速器 C / ESG 合規建置

進入美歐市場的隱形門票

美國 FCC 加嚴認證、歐盟 CBAM 碳邊境機制，正成為台廠進入高端電力基建市場的軟性壁壘。TSS 在碳排放管理與永續報告的資源積累，是進軍歐美市場的必要基礎設施。

D

加速器 D / Agentic AI 應用

EaaS 轉型的技術引擎

2026 年 Agentic AI 正式進入行動階段。感測器網路 + AI 代理人的組合，協助台廠從「賣設備」轉型為「賣能源即服務 (EaaS)」——預測性維護、用電優化、電力可靠性保證。

八 總結：未來的 AI 競爭將取決於「電網彈性」

隨著 2025 年加拿大 G7 輪值主席國將「能源與 AI 協作計畫」列為重點，電力與算力的整合已上升到全球地緣戰略層次。

有一個值得深思的觀點：當訓練任務 (Training) 因同步負載挑戰電網極限時，未來以推論 (Inference) 為主的應用場景，其分散式、隨時間波動的特性，或許能重新找回失落的「負載多樣性」。但在那之前，AI 領域的勝負將不再僅取決於模型的深度。

核心結論：誰掌握了電網彈性，誰才是 AI 時代真正的霸主。 GOES 矽鋼片的交期，是今天護城河的深度；HVDC 與 SST 的技術卡位，是明天市場邊界的寬度；電網與算力的協同設計能力，是後天產業地位的高度。這三個維度，共同定義了一個國家、一個產業、一家企業在 AI 時代的基礎設施競爭力。

Jim

顧問私房話

「AI 時代最被低估的稀缺資源不是晶片，而是伏特 (Volt)。電力不再只是能源，它是主權防禦線。台灣正站在一個歷史性的交叉點：地緣保護傘提供了時間，技術積累提供了起點，TSS 生態系提供了加速器。剩下的問題只有一個——誰能在窗口關閉之前，把地緣優勢轉化為技術壟斷？」

焦
James

作者 焦國安 (James Chiao)

iTAC 國際轉型顧問公司創辦人 | 台灣智慧解決方案協會 (TSSA) 理事長

台灣智慧解決方案協會擁有 365+ 名成員，涵蓋 27 個智慧解決方案領域。焦國安同時擔任世界銀行 (World Bank) 和歐洲復興開發銀行 (EBRD) 的顧問，並在全球主持過 70 多場策略轉型研討會，深耕 AI、數位孿生、智慧城市與產業轉型顧問領域。

世界銀行顧問 EBRD 顧問 365+ 成員企業 27 智慧解決方案領域 全球 70+ 場研討會

合作或演講邀約: info@smartcitiesgroup.net

#AI 電力衝撞 #GOES 矽鋼片 #HVDC #固態變壓器 SST #電網彈性 #重電四雄 #地緣政治 #川習會 #數位孿生 #EaaS #TSS 協會 #AI 基礎設施

來源: TrendForce (2026.03)、Precedence Research (2025.12)、IRENA 2025 數位轉型報告、非凡新聞、科技新報、ESG 永續台灣、EDN (2026.02)、NVIDIA 《800VDC Architecture》白皮書。文章參考: 《當 AI 遇上電力》、《重電與線纜產業中 GOES and HVDC 這兩項關鍵技術指標》