



台灣智慧能源

產業協會

資料中心電子報

發刊日期：2026 年 5 月號

TaiSEIA
協會資訊公告

國內產業訊息

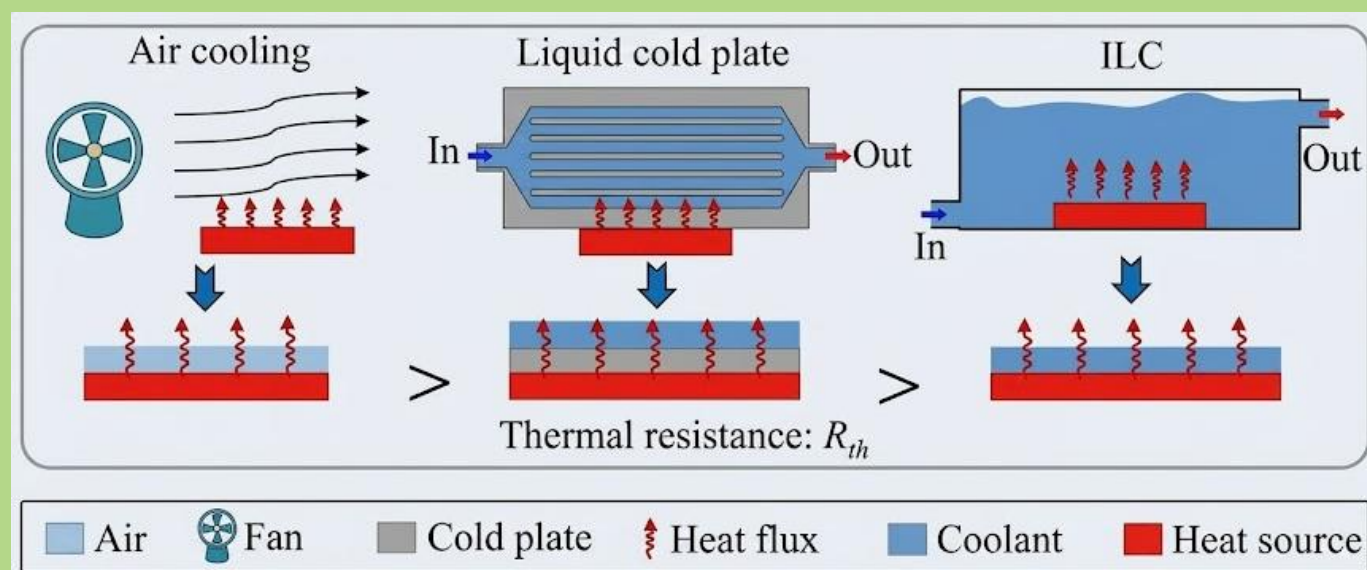
國外資料中心
資訊摘要

產業技術資料
庫與資訊分享

TaiSEIA 協會資訊公告

A review of the immersion liquid cooling technology for high-performance data centers

高效能資料中心浸沒式液冷技術綜述



● 研究目的

本篇文獻旨在針對高效能資料中心的浸沒式液冷（ILC）技術進行全面性的回顧與分析。研究目的為系統性地統整 ILC 技術的發展現況，涵蓋冷卻液選擇、結構設計、影響效能的因素及強化散熱的方法。此外，本研究亦評估 ILC 的實際應用前景與面臨的挑戰，以推動資料中心朝向綠色、節能及永續發展。

● 研究架構

1. 冷卻液選擇：將冷卻液分為油液（礦物油、合成油、矽油等）與氟碳液兩大類。研究針對其熱力學、電氣、化學相容性及環保指標（如全球暖化潛勢 GWP、臭氧層破壞潛勢 ODP）建立綜合評估體系。
2. 效能強化方法：整理被動強化技術（如最佳化流道佈局、鰭片結構、表面多孔塗層）與主動強化技術（如噴流輔助）的發展路徑。

3. 系統效能影響因素：探討冷卻液物性（如黏度、沸點）、操作條件（如流速、進水溫度）與硬體結構（如散熱片設計、表面處理）對 ILC 系統散熱能力的影響。
4. 液冷結構設計：分析三種主要的 ILC 系統架構，如圖 1，包含浮力驅動單相流、幫浦驅動單相流，以及雙相流系統，並探討其運作機制與適用場景。

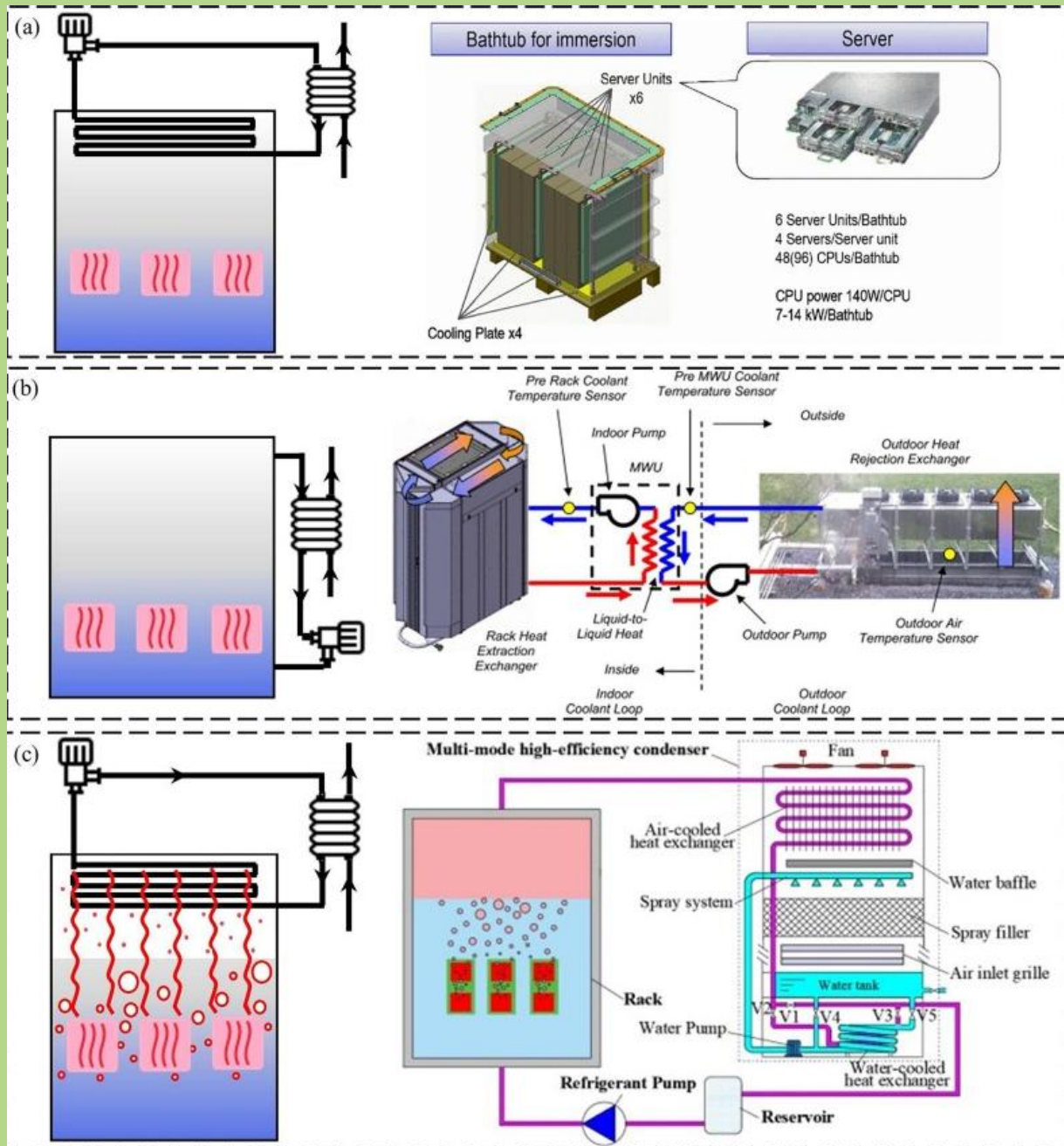


圖 1 不同 ILC 系統架構的示意圖

(a) 浮力驅動單相浸沒式液冷；(b) 幫浦驅動單相浸沒式液冷；(c) 兩相浸沒式液冷。

● 研究結果

1. 冷卻液對比：油基冷卻液成本低，但黏度較高且導熱率較差。氟碳基冷卻液散熱效率極佳，但成本高昂且部分產品具備環保隱憂。
2. 架構效能差異：浮力驅動單相流適用於低熱密度場景。幫浦驅動單相流冷卻能力強，適合大型高密度資料中心。雙相流系統利用潛熱散熱，溫度均勻性最佳，其性能係數 (COP) 比單相流系統高出 72% 至 79% ，但對系統密封性要求極高。
3. 散熱效果：在單相流系統中，採用噴流輔助技術可將表面傳熱係數顯著提升 2.6 倍。在雙相流系統中，於發熱元件表面應用微奈米結構塗層或多孔泡沫銅，能有效增加氣化核心、降低熱阻並提升臨界熱通量。
4. 應用現況：ILC 技術已進入大規模示範階段，能將能源使用效率 (PUE) 控制在 1.04 至 1.1 之間，並具備高密度部署能力，如表 1。

● 結論

整體而言，浸沒式液冷 (ILC) 技術已成功進入大規模應用示範階段，不僅能大幅提升資料中心的能源利用效率，更展現出高能效、高密度與模組化的發展趨勢。然而，該技術在邁向全面商業化的過程中，仍面臨許多實務上的挑戰，包含初期基礎設施建置與冷卻液成本高昂、系統具有洩漏風險、材料長期相容性未知、維護操作技術門檻較高，以及缺乏業界統一的設計規範與標準。為克服上述阻礙並推動資料中心的綠色轉型，未來的發展應聚焦於技術創新與成本控制，具體方向包含導入人工智慧與機器學習進行動態溫控管理、落實結合廢熱回收的系統級別整合，以及持續研發兼顧高效散熱與低環境衝擊的新一代冷卻液。

專案名稱	地點	冷卻類型	資料中心規模	效能指標
阿里巴巴浙江雲計資料中心	中國	泵浦驅動單相浸沒式液冷	5100 個標準機櫃 配備 10 萬台伺服器	PUE=1.09
浙江浸沒式液冷資料中心	中國	泵浦驅動單相浸沒式液冷	8×25kW 液冷機櫃 最大總負載 200kW	PUE=1.07
中科曙光智慧計算中心	中國	兩相浸沒式液冷	每個機櫃 220kW	PUE=1.04
微軟 Azure 資料中心	美國	兩相浸沒式液冷		PUE<1.1
英特爾 G-Flow 浸沒式液冷	美國	單相油浸式液冷	kW 級	PUE=1.05
Green Revolution Cooling ICEtank 模組化資料中心	美國	單相油浸式液冷	每個機櫃 60kW	PUE<1.05
Asperitas AIC24 模組化資料中心	荷蘭	單相浸沒式液冷	每個機櫃 22kW 48 台伺服器	PUE<1.1

表 1 國際資料中心的浸沒式液冷產品與應用示範

國內產業訊息

隨 AI 資料中心推升電力需求，勤業眾信認為台灣能源架構已進入必須重組的轉折點



[2026 年 3 月 27 日]

隨著 AI 算力需求噴發，資料中心已成為全球電網與能源治理面臨的新挑戰，涉及法規與供需結構的全面調整。如何在滿足高能耗產業發展的同時維持電力穩定，是當前各國的治理難題。勤業眾信資深合夥律師林孟衛指出，AI 資料中心不只改變了產業版圖，更從根本上改寫了電力供需的邏輯與國家能源政策的佈局。

● 算力需求的飛速增長，電力成為AI時代新門檻

傳統資料中心曾被視為純粹的數位服務設施，但在 AI 應用浪潮下，其角色已轉變為影響國家能源配置的關鍵變數。隨著大型語言模型與雲端服務的演進，運算需求正快速轉換為沉重的用電負載。統計顯示，截至 2026 年 1 月，全台 36 座資料中心約占總用電量 0.16%。更嚴峻的是，台灣 AI 算力中心規模預計將從 2026 年的

60MW，在三年內激增至 2029 年的 450MW（增幅達 6.5 倍），對電網形成的壓力不容小覷。

● 綠能轉型提速，現實難關仍待跨越

隨著 AI 資料中心在全球範圍內擴張，其龐大的電力需求已成為各國基礎建設的沉重負擔。在台灣，儘管綠電被視為支撐資料中心長期運行的核心解方，但實務上再生能源的推動卻正面臨前所未有的複合型挑戰。

首先，佔比最高的太陽光電在《環境影響評估法》修正後，中大型地面案場的開發難度大幅提升，不僅須在更多生態敏感區位實施環境影響評估，更須面對社會各界日益嚴格的檢視與法規門檻。風力發電同樣遭遇內憂外患：陸域風電因地方反彈聲浪難消而陷入膠著；離岸風電則在邁向商業化階段時，承受著高昂建置成本、融資門檻、供應鏈不穩及政策調整等多重壓力。這顯示出短期內僅靠風、光兩大主力的成長，已難以滿足 AI 產業爆炸式的用電需求。

為了彌補供電缺口，氫能、地熱與小水力等前瞻能源被寄予厚望。然而，這些領域目前尚處於拓荒期，氫能的基礎法規與相關配套仍待完善；地熱雖然已有國家隊進駐及企業綠電採購案例，但其動能受限於冗長的審批流程、土地取得爭議以及高昂的初置成本與融資難度；而小水力則直接面臨天然場址與工程可行性的限制。

面對此一困境，勤業眾信資深合夥律師林孟衛指出，單一能源已無法支撐 AI 時代的電力需求。台灣必須屏除過去過度依賴特定能源的思維，轉而建立一個更為複合且多元的電力組合，透過不同來源的互補性，才能在算力擴張、能源穩定與環境永續之間找到平衡。

● 接軌國際，重建算力與電力新規則

在美國，治理策略主要從市場與費率機制切入，強調將新增的電力基礎設施成本內部化。透過緊急電力拍賣與長約分攤基荷電源建設成本，美國監管機構要求大型科技企業必須自行負擔資料中心引發的電網升級費用，嚴防成本轉嫁至一般家庭與中小企業。德州更進一步透過立法，強制大型電力用戶分攤互連成本，並要求其在電網緊急狀態下配合降載，以確保整體系統的安全。

相對而言，日本與韓國則將「算力配置」與「電力配置」視為一體的戰略規劃。日本計畫自 2025 年推動「Watt-Bit Collaboration」政策討論，旨在全面盤點電力資源，並引導運算工作移轉至電力較為充裕的區域，達成負載與供應的空間平衡。韓國則建立硬性准入標準，規定凡新增或擴充超過 10MW 的事業，必須先行通過嚴格的電網影響評估，從源頭管控對基礎設施的衝擊。

針對此一全球性挑戰，勤業眾信提出了名為「Power Couple (電力供需匹配)」的整合解方。該主張建議將 AI 與半導體等高耗能產業，優先配置於具備再生能源、儲能設備與燃氣機組的多元電力熱點區。透過讓產業需求貼近電力供給端，不僅能有效降低長途輸電產生的損耗，更能顯著減輕既有電網的配送壓力。

綜觀國際趨勢，台灣當前所需思考的已不僅是電力總量是否充足，而是如何在產業競爭力、電網韌性、綠電轉型以及社會公平之間，建立一套透明且可長可久的電力新平衡。這場 AI 競賽的勝負，將取決於算力與電力資源是否能達成高度的策略對齊。

資料來源：<https://www.cw.com.tw/article/5140357>

國內產業訊息

BBU 與儲能需求浪潮，來穎加速佈局 AI 資料中心版圖



[2026 年 4 月 1 日]

隨著 AI 伺服器功耗進入爆發期，BBU（電池備援模組）已從過去的選配件升格為標準配備，並同步帶動整體儲能需求的升溫。儲能大廠來穎分析，在 NVIDIA GB200 與 GB300 等世代平台的推動下，市場普遍看好 2026 年將成為需求高速成長的轉折點。因應此趨勢，公司正全力佈局 AI 資料中心的電力架構，特別是針對高壓電池的實務應用進行深耕。

● 強攻高壓直流，BBU 切入電力核心架構

過去 BBU 多僅扮演備援電源的角色，而資料中心供電核心則以高壓直流（HVDC）架構為主。然而，隨 AI 運算能效需求攀升，傳統 12V 與 48V 架構因電流過大產生的線損問題日益嚴重，產業鏈已開始轉向導入 400V 甚至 800V 的高壓直流供電系統。在這種技術演進下，BBU 電池模組必須同步邁向高壓化設計，使其

能更深度地融入整體的電力基礎設施，而不僅僅是獨立的備份單元。目前來穎已展現強大的整合實力，其儲能產品電壓最高可達 1600V，並能與變壓器、變流器等關鍵電力設備進行系統級整合。未來，該公司的戰略目標將超越單純的電池供應商，進一步切入高壓 BBU、微電網及完整電力基礎設施的整合市場。

在技術多元化方面，來穎針對不同應用情境提供包括鋰三元、磷酸鐵鋰（LFP）、鈦酸鋰（LTO）、鈉電池、鎳氫以及固態電池等多樣化模組方案。儘管技術百家爭鳴，但在中短期內，各類電池仍將憑藉各自的能量密度或循環壽命優勢，在特定的專案中各司其職。此外，海外佈局亦傳出捷報，與台普威合作的日本 400MWh 大型儲能案場已於 2025 年底開始出貨，營收認列高峰預計將落在 2026 年，且其毛利率表現維持穩健，展現了強勁的國際競爭力。

● 補貼政策助攻，MIT 優勢搶佔非紅商機

回到國內市場，經濟部近期祭出的表後儲能補助政策成為另一劑強心針。該政策提供每 MWh 最高 500 萬元的補助金，並優先支持國產化系統與電池，顯著拉升了台灣工商業客戶導入儲能設施的意願。在國際地緣政治與「非紅供應鏈」需求升溫的大背景下，「台灣製造」的標籤在日、菲等國展現了差異化優勢。來穎憑藉在國內政策支持下練就的實務經驗，正結合在地生產與彈性供應的優勢，積極搶占全球分散式供應鏈轉移帶來的新成長機會。

資料來源：<https://technews.tw/2026/04/01/ritwin-bbu-energy-storage/>

國外資料中心資訊摘要

A Faster Path to Power: What Natrium's NRC Approval Means for AI Infrastructure

更快速的電力之路：Natrium 獲得 NRC 核准對 AI 基礎設施的意義



[2026 年 3 月 27 日]

● 電力需求高峰時刻的監管突破

TerraPower 研發的 Natrium 先進反應爐正式取得美國 NRC 的建築許可，將在懷俄明州興建全美首座商業化非輕水技術電廠。此案打破了美國核能監管近十年來的停滯，並標誌著先進核能技術成功對接現代化的監管框架。

在 AI 產業極度渴求大規模 (GW 級) 電力且要求縮短建置週期的背景下，此進展具備高度戰略意義。它代表核能正轉向更具效率的「先進反應爐」型態，有望為未來超大規模 AI 基礎設施提供穩定、低碳且能配合產業節奏的電力解決方案。

- **獲准施工，並不等於「電力到位」**

此階段的關鍵在於釐清「建築許可」與「營運許可」的本質差異。TerraPower 取得 NRC 的核准，僅代表獲准動工建設 Kemmerer 場址的實體設施，而非獲得發電與併網的權力。在正式投入營運前，仍需通過另一階段的營運執照審核。

- **開始加速運行的系統**

NRC 對先進反應爐的核准，標誌著核能監管流程已從政策意向轉向實際產出。這項轉變對尋求穩定能源的資料中心開發商至關重要，因為它證明了法規審核時程縮短的可能性。

目前產業的競爭焦點已從核能是否可行轉移到核發速度。若先進核能的許可速度能與 AI 基礎設施的快速部署週期掛鉤，核能將成為緩解電力緊缺與提供長期電力確定性的關鍵方案。

- **什麼是Natrium**

Natrium 反應爐與傳統輕水反應爐的核心差異在於冷卻介質與運作壓力。它採用液態鈉作為熱交換介質，能在高溫且接近大氣壓的環境下穩定運作，避開了傳統設計須維持極高壓力的風險。此外，該技術使用 HALEU 金屬燃料，並具備發電量 345 MW 的規模，專為滿足現代電網對穩定與彈性電力的需求而設計。

對 AI 資料中心而言，Natrium 的技術優勢在於其被動冷卻機制，利用自然對流與重力進行散熱，大幅精簡了安全監測設備與系統體積。這種簡化不僅提升了運作安全性，更從根本上改變了核能的熱力架構，使其成為能與超大規模運算設施高效整合的新型能源方案。

- **一座為靈活性而生，而非僅為基載設計的反應爐**

Natrium 的核心價值在於其「反應爐 + 熔鹽儲能」的混合架構，能將 345 MW 的基礎功率在尖峰時段提升至 500 MW 並維持 5.5 小時以上。此設計使核能從傳統的固定基載，轉型為可靈活動態調度的電力資產，能精準對接 AI 運算隨機且高強度的負載需求。

此外，Natrium 採取的核能島與能量島解耦設計，是加速部署的關鍵。透過將發電與儲能設備移出嚴格的核能管制區，不僅大幅簡化了法規審核與施工流程，還能利用一般工業勞動力與標準進行建設。這種兼具電力彈性與施工效率的模式，解決了核能開發時程過長與電力輸出僵化的兩大痛點，為超大規模資料中心提供了具備商業可行性的能源路徑。

● 許可核發作為基礎設施的前例

Natrium 專案的核心價值在於建立了一套「可重複執行」的先進核能許可劇本。透過採用 NEI 18-04 的風險導向與績效基礎方法，該專案證明了非輕水技術不必再受困於傳統輕水反應爐的陳舊法規，這對於要求部署週期與 AI 基礎設施同步的資料中心產業而言是關鍵的法規突破。

此外，此核准案具備強烈的工業政策指標意義。作為美國能源部（DOE）資助 20 億美元的旗艦專案，Natrium 的成功直接驗證了聯邦政府推動先進核能供應鏈與商業化部署戰略的可行性。這將法規程序從單一專案的行政作業，提升到了國家級基礎設施戰略的高度。

● 剩餘的限制：燃料與執行

雖然取得建築許可，但 Natrium 仍面臨燃料供應、工程執行與最終營運許可三大挑戰。目前的 HALEU 燃料供應高度依賴正在建置中的美國國內產能及外部投資，這將決定專案能否如期轉化為商業運作。

此核准案的真正價值在於路徑驗證。它不僅象徵著先進核能從圖紙進入實體建設，更在結構上確立了非輕水反應爐的監管與安全審核標準。若能順利完成後續施工並商轉，這將成為先進核能具備商業開發與融資可行性的關鍵實證，標誌著核能正式對接現代化的基礎設施建設節奏。

資料來源：<https://www.datacenterfrontier.com/energy/article/55363447/a-faster-path-to-power-what-natriums-nrc-approval-means-for-ai-infrastructure>

國外資料中心資訊摘要

Nscale Expands AI Factory Strategy With Power, Platform, and Scale

Nscale 透過電力、平台與規模化擴張其 AI 工廠策略



[2026 年 4 月 4 日]

Nscale 是一家於 2024 年崛起的垂直整合 AI 雲端營運商，透過掌握土地、電力、GPU 採購到軟體堆疊的全產業鏈，成功從傳統仲介轉型為超大規模 AI 工廠建置者。該公司獲得 Nvidia 投資且估值達 146 億美元，並藉由收購 AIPCorp 取得 8 GW 電力潛力與微電網技術，這不僅為微軟與 OpenAI 提供關鍵算力，更標誌著 AI 產業的競爭重點已從單純晶片取得，轉向電力、散熱及基礎設施同步整合的全面能力。

● 從策略到執行

Nscale 透過收購 AIPCorp，正從傳統資料中心代管轉向「能源到算力」的垂直整合模式，旨在解決產業核心瓶頸——電力取得的時程延遲。該公司利用西維吉

尼亞州法案(HB 2014)支持的電錶後微電網框架，在 Monarch 園區建立整合天然氣發電與儲能的自主供電系統，規避傳統電網併網的容量限制。

在執行面上，Nscale 預計自 2027 年起部署 NVIDIA Vera Rubin 次世代架構，並已與微軟達成 1.35 GW 的算力供應意向。Monarch 園區規劃於 2028 年達到 2 GW，並於 2031 年擴張至 8 GW。這項策略不僅確保了超大規模 AI 需求的電力供應，更將能源基礎設施、硬體採購與雲端服務整合為統一受控的開發鏈，重新定義了 AI 工廠的建置標準。

● 建立穩固的客戶群與園區資產組合

Nscale 的核心策略在於透過「錨定客戶」（如微軟）在開發初期即鎖定超大規模需求，從而規避投機性開發風險。其全球資產組合並非單一擴張，而是針對不同市場進行基礎設施專業化配置：德州專注於快速部署與 GB300 大規模擴張；歐洲地區則布局葡萄牙與英國以支援主權 AI，並利用挪威與芬蘭的低碳綠能實現成本穩定。

在技術層面上，Nscale 致力於將園區架構與 NVIDIA Vera Rubin 等次世代算力平台掛鉤，確保基礎設施具備跨代兼容性。透過整合西維吉尼亞州的自主供電與北歐的電網協調能力，Nscale 已成功從傳統資料中心開發商轉型為資源協調者，精準媒合全球能源戰略、技術架構與頂尖客戶的算力需求。

● 極大化全球布局策略

Nscale 正透過「因地制宜」的投資組合策略，確立其身為全球 AI 基礎設施協調者的地位。在歐洲市場（如挪威與芬蘭），Nscale 聚焦於低碳能源、強電網整合與法規契合，以打造符合主權 AI 需求的永續算力中心；而在美國市場，則透過自主的電錶後天然氣發電系統，追求最快速的規模化部署與電力主導權。這種將基礎設施設計與區域優勢深度結合的雙軌策略，使其成功獲得 Nvidia 投資，並被微軟與 OpenAI 選為滿足龐大算力需求的重要夥伴。

儘管 Nscale 展現出驚人的資本吸納能力與高昂的估值，並已著手準備 IPO（Initial Public Offering），但外界對其發展仍存有考驗。公司目前面臨的最大挑

戰已非募資，而是執行力：必須證明自身具備將眾多前瞻性的合作意向、土地與能源合約，如期且如質地轉化為實際營運的超大規模 AI 工廠之能力。

● Caterpillar向執行面的轉型

Nscale 收購 AIPCorp 展現了其將概念轉化為實體基礎設施的執行力。具體而言，Nscale 在 Monarch 園區與 Caterpillar 合作，部署 G3500 系列天然氣發電機組，明確規劃於 2028 年上半年達到 2 GW 的發電量，且首批設備已完成下單。這種具備指定設備與明確部署進度的計畫，打破了以往 AI 基礎設施受制於併網延遲與流於概念的困境，確立了以現場發電確保能源確定性的市場新趨勢。

Nscale 此舉的核心意義在於重新定義了次世代 AI 園區的標準，即必須同步整合「客戶需求」、「算力供應」與「可控的專用能源」。這種新模式打破了傳統雲端供應商、資料中心開發商與獨立發電廠的界線，而 Nscale 正將這三個層面整合成單一系統，以工業化規模穩定輸出 AI 算力容量。

● 執行力將決定結果

Nscale 模式成功的關鍵在於能否彌補宣稱容量與實際交付營運之間的顯著差距。目前的 AI 工廠正演進為數個 GW 級的垂直整合系統，其核心競爭力已從單純取得 GPU 資源，轉向為整合電力供應、土地開發、政策許可、平台架構與客戶需求的系統化能力。能源策略與法規政策的對齊，在當前 AI 基礎設施設計中已與運算密度具備同等重要性。

透過收購 AIPCorp，Nscale 押注未來基礎設施的贏家將是具備「一條龍」交付能力的業者。這場競賽的重點已從「承諾容量」轉向「交付實績」，唯有能克服併網與開發延遲，並可靠地將大規模整合型 AI 工廠上線運行的企業，才能在下一波基礎設施週期中脫穎而出。

資料來源：<https://www.datacenterfrontier.com/machine-learning/article/55364838/nscale-expands-ai-factory-strategy-with-power-platform-and-scale>

產業技術資料庫與資訊分享

經濟部：精進資料中心設廠審議程序



[2026 年 4 月 27 日]

● 算力浪潮席捲西台灣，2030 年前用電增量上看 1GW

隨著 AI 浪潮全面席捲產業，國內企業正加速投入 AI 算力中心的建置，以確保在數位轉型競賽中取得先機。根據經濟部產發署的最新掌握，這股資料中心建設熱潮預計將在 2030 年前持續蓬勃發展。據估計，這類設施所帶來的用電需求將在未來幾年內增加高達 1GW（百萬瓩），且建設地點高度集中於台灣西部的各大都會區及既有的產業廊帶。面對短期間內 AI 算力中心用電量的爆發式增長，經濟部官員坦言這對國家電網韌性與能源調度構成了顯著挑戰。為了因應這一局面，政府正審慎研議管控對策，並計畫透過強化資料中心的整體空間規劃與審議機制，確保算力產業的擴張能與能源穩定供給達成平衡。將面臨更嚴謹的選址考查與基礎設施相容性審查，以避免電力負載過度集中而對區域供電安全造成衝擊。

● 資源配置面臨轉型，資料中心邁向多維度精準審議

在區位分布上，由於業者必須綜合權衡電力供應、土地資源、網路低延遲性能、產業聚落及終端客戶需求，目前的布局高度集中於台灣西部的都會區與主要產業廊帶。然而，算力與能源的高度集中也對國家資源分配帶來了挑戰。經濟部官員指出，AI 資料中心已轉型為關鍵的數位基礎建設，政府在支持產業發展的同時，必須從產業需求、資源條件、能源效率及環境永續等多元面向出發，強化整體的規畫與審議機制，以引導投資布局與國家發展方向接軌。

針對短期內爆發的電力需求，經濟部正整合產發署、台電與能源署的力量，建立跨單位的控管與審議體系。在法規面，能源署計畫自 2026 年起正式納管新建或擴建超過 5MW 的大型資料中心與主機代管設施，要求業者在動工前必須提交能源使用先期規畫。在關鍵的能源效率指標（PUE）上，政府設定了明確的門檻：提供雲端服務的超大型資料中心 PUE 不得超過 1.3，而主機代管型中心則需控制在 1.4 以內。

● 台灣正式走入算力與電力同步規畫紀元

此外，考量到北部電網負荷已趨近飽和且用電密集，台電早在 2023 年 8 月起便已實施限流政策，原則上不再核供桃園以北地區超過 5MW 的資料中心用電申請。這一連串的政策調整，不僅展現了政府對於能源效率與電網韌性的堅持，也象徵台灣資料中心產業正步入「算力與電力同步規畫」的精準治理時代。

資料來源：<https://udn.com/news/story/7238/9465799>