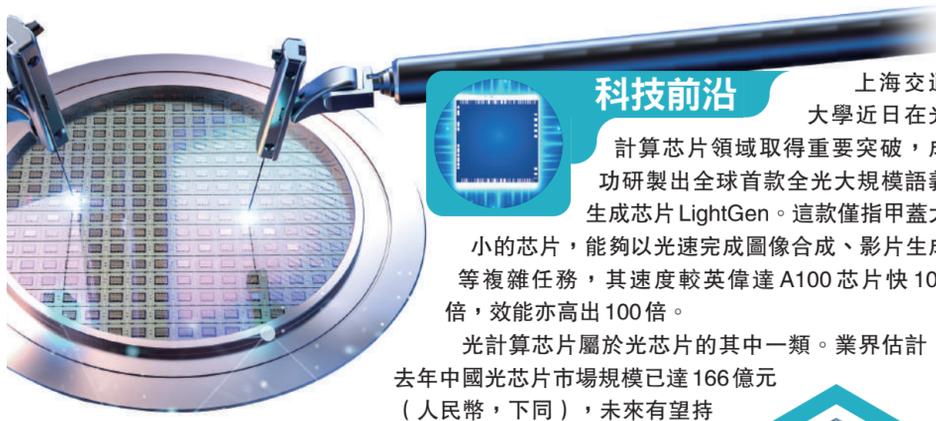


# 打破電子傳輸物理極限 較英偉達 A100 快百倍 中國闖光芯片賽道 助生成式 AI 發展



## 科技前沿

上海交通大學近日在光計算芯片領域取得重要突破，成功研製出全球首款全光大規模語義生成芯片 LightGen。這款僅指甲蓋大小的芯片，能夠以光速完成圖像合成、影片生成等複雜任務，其速度較英偉達 A100 芯片快 100 倍，效能亦高出 100 倍。

光計算芯片屬於光芯片的其中一類。業界估計，去年中國光芯片市場規模已達 166 億元（人民幣，下同），未來有望持續快速增長。「春江鴨」資金率先布局，據東方財富網統計，去年 8 月至年底期間，融資客通過槓桿方式向相關概念股投入的資金總額，已超過 250 億元，反映出市場對該領域前景充滿信心。

大公報記者 李耀華

目前人工智能（AI）面臨嚴峻的算力瓶頸，最先進的大模型單次訓練，就要消耗相當於一個中小城市數日的電力，而市場對算力的需求每年還在以超過 60% 的速度增長。傳統電子芯片已逐漸逼近物理極限，這項技術成為了突破 AI 算力困局的關鍵。

## 光計算芯片耗能低

面對龐大算力需求，僅靠電子芯片的微縮已難以應對。因此，以光子取代電子的光計算芯片應運而生。與電子芯片依靠電晶體與片上電阻傳輸電荷不同，光計算芯片直接將數據編碼於光束，利用光的物理特性完成數學運算。

光子之間互不干涉，傳播時幾乎不產生熱量，既能實現高能效的寬頻運算，又能大幅降低能耗，更能實現多光束同步傳輸與處理，算力效率可呈幾何級提升。

測試顯示，LightGen 端對端運算速度及效率較英偉達 A100 高出兩個數量級，若採用進階裝置，性能差距更可擴大到七至八個數量級。雖然中國其他光學芯片如 Meteor-1 亦展現潛力，具備 2500 TOPS 效能，但 LightGen 專攻生成式人工智能，定位更為清晰。

隨著全球人工智能產業高速發展，光計算芯片正迎來新一輪增長機遇。業界預測，到 2027 年，全球光計算芯片市場規模將達到 56 億美元（約 436.8 億港元）。據中商產業研究院等機構估算，2024 年中國光芯片市場規模約 150 億元，未來可望持續快速擴張。

## 資金青睞中際旭創及天孚

中原證券分析師李璐毅指出，當前光芯片主要應用於數據中心與 4G/5G 移動通信網絡，國內外雲端服務供應商，包括阿里巴巴（09988）、騰訊（00700）、字節跳動及華為等對 AI 基礎設施的投入，推動高速以太網光模塊出貨量顯著增長，進一步帶動光芯片需求。

投資方面，據東方財富 Choice 數據顯示，2025 年 8 月至 12 月底，融資客以槓桿方式買入光芯片概念股的總值約 250 億元，其中以中際旭創（300308.SZ）最受追捧，融資淨流入高達 120 億元，天孚通信（300394.SZ）居次，融資淨額約 37 億元。

事實上，行業內目前正流傳着一句話：「當電子芯片仍在 2 納米懸崖邊徘徊時，光芯片的發展已邁入新的里程碑。」中國在光計算領域持續加大科研投入，不僅對自身科技發展具有深遠意義，也為全球光計算技術的進步貢獻重要力量。

► LightGen 大小如指甲蓋，效能與速度卻較英偉達 A100 快 100 倍。



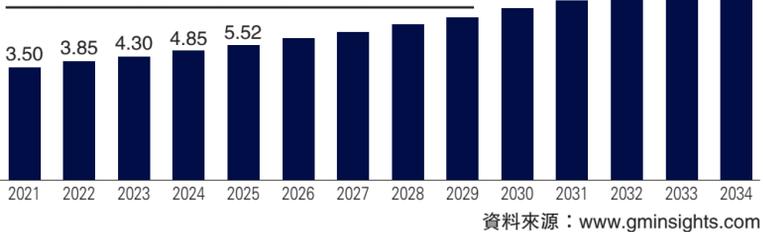
▲ LightGen 專攻生成式人工智能，定位更為清晰。

► 光計算芯片技術實現性能躍升，關鍵在於芯片突破核心瓶頸。



▲ 面對龐大算力需求，以光子取代電子的光計算芯片應運而生。

## 消費設備光芯片市場規模預測（億美元）



## 算力渴市 全球光計算組件規模達 200 億

光計算芯片正為 AI 領域帶來革命性的突破，這也帶動了相關組件的市場前景。根據 Global Market Insights 最新報告，僅消費設備中的光計算組件，其市場規模在 2024 年已達到 4.85 億美元（約 38 億港元）。預計到 2034 年更躍升至 25.5 億美元（約 200 億港元），年均複合增長率約為 18.5%。

隨著消費電子設備中的 AI 運算需求不斷攀升，光子計算加速器市場需求也隨之迅速擴張。為突破傳統 AI 芯片的物理限制，美國國家科學基金會已投入超過 2 億美元，資助新一代光子計算系統的研發。

## 科企巨頭紛布局

數據顯示，光子計算在執行任務時，能耗可比傳統電子芯片減省達九成。這種能效優勢，對講究輕薄與續航的消費設備至關重要。例如，IBM 正積極研究光子芯片，評估其在提升 AI 運算效能與支持設備微型化方面的潛力。

需求增長主要受數據處理量暴增驅動，尤其在消費領域，對傳輸頻寬的需求約每 18 至 24 個月便翻番。

為應對此趨勢，英特爾等企業正致力發展光學互連技術，以突破電氣傳輸的瓶頸。

與此同時，現有 CMOS（互補式金屬氧化物半導體）的應用，大幅降低了光子元件的生產門檻與成本。根據電機電子工程師學會（IEEE）統計，過去 5 年光子元件成本已下降約 60%，預計到 2027 年將再降 40%。格芯（GlobalFoundries）等廠商正利用現有晶圓廠生產矽光子元件，加速技術商業化進程。

目前市場由英特爾領先，佔有率約 15%。博通、輝達與科沃緊隨其後，前四大企業合計掌握超過五成市場，形成高度集中的競爭格局。這些行業巨頭正拓展產品線，推出適用於智能手機的微型光學芯片、遊戲機的高頻寬模塊，以及邊緣 AI 設備的光子加速器等多元解決方案。

這些技術進展，結合個性化、智能生活與永續設計等趨勢，預示光子計算將成為推動消費電子產業變革的重要力量。

## LightGen 突破三項核心瓶頸

性能飛躍 光計算芯片的原理，可簡單理解為：不再依賴電子在電晶體中流動進行運算，而是讓光在芯片內傳播，並透過控制光場的變化來完成計算任務。

由於光本身具備高速傳播與可並行處理的特性，長期以來被視為突破算力與能耗瓶頸的關鍵方向。然而，要將光計算實際應用於生成式人工智能，仍面臨顯著挑戰。生成模型通常規模龐大，且需在不同維度間進行複雜轉換。若芯片規模有限，則須頻繁進行光信號與電信號之間的轉換，或重複使用相同元件，導致速度優勢因延遲問題而被抵銷，亦難以充分體現低能耗的效益。因此，實現「全光計算」成為兼具重要性與困難度的目標。

端對端全光計算成可能 目前，全光計算芯片仍主要應用於小規模任務。在處理複雜運算時，頻繁的光電轉換與元件重複使用，將嚴重削弱光計算的速度優勢。因此，如何讓下一代光計算芯片能高效執行複雜的生成式模型，已成為全球智能計算領域公認的重大難題。

名為「LightGen」的技術之所以能實現性能躍升，關鍵在於單一芯片上同步突破三項核心瓶頸：首先，達成「單芯片上百萬級光學神經元集成」；其次，實現「全光維度轉換」；第三，開發出「不依賴預設真值的光學生成模型訓練算法」。這些突破使得面向大規模生成式任務的「端對端全光計算」成為可能。

▲ 全球 AI 產業高速發展，光計算芯片迎增長機遇。



## LightGen 特性概覽

特性	具體描述
效能表現	在處理圖像合成、影片生成等任務時，運算速度比 NVIDIA A100 芯片快 100 倍。
基礎技術	採用光信號取代電子信號進行計算，從根本上解決傳統芯片的高耗電與散熱問題。
核心突破	芯片高積集度：實現光學元件超高密度整合。 全光維度轉換：在光域內直接完成複雜的數據維度轉換。 無需真值的訓練演算法：基於貝氏理論，無需依賴精確標註數據即可完成模型訓練。
任務表現	在處理高解析度圖像去噪、風格轉換及 3D 內容生成等複雜任務時，輸出品質可媲美 Stable Diffusion 等主流生成式 AI 模型。
硬體整合	在 136.5 平方毫米的單一芯片面積內，成功整合超過 200 萬個光子神經元。
數據處理	利用「光潛空間」技術，實現對數據的高效壓縮與高品質重建，提升信號處理效率。
商用潛力	商用化後，有望大幅降低數據中心的能源消耗與環境負荷，為發展可持續的人工智能提供新路徑。

## 芯片市場逐鹿 進入創新突破時代

### 新聞分析

全球科技巨頭爭奪 AI 市場日趨激烈，戰線正從數據中心延伸至能源與芯片底層。為支撐龐大算力需求，企業不惜投入巨資自建發電設施；而芯片戰場的角逐，更已進入架構革新與物理層面的突破。

目前，AI 芯片市場仍由美國科技巨頭英偉達主導，其 GPU 佔據約八成市佔率，成為訓練大模型的首選。然而，格局正在變動：谷歌自主研發的張

量處理單元（TPU）憑藉成本效益與可擴展性，在特定 AI 運算中展現優勢；英特爾亦在 2026 年美國消費電子展上發布基於 18A 製程的 AI PC 芯片，試圖重拾製程領先與市場話語權。

## 競爭轉向「計算介質多元化」

儘管美國科技巨頭在芯片技術上持續精進，但仍突破不了電子芯片的物理極限與能耗瓶頸。正當此時，中國科研團隊去年底在《科學》雜誌發表重大

進展——上海交通大學成功研發出支持大規模語義生成模型的全光計算芯片 LightGen。

該芯片以光子為載體進行運算，在處理特定 AI 任務時，能實現更高效與更強並行能力，被視為打破傳統算力增長曲線的潛在路徑。

分析指出，AI 算力的下一階段競爭，已不再僅是製程微縮或單一架構優化，而轉向「計算介質的多元化」：依據任務特性，匹配最適宜的物理載體

（電子、光子、乃至量子）。光計算芯片的突破，象徵中國在非傳統計算路徑上取得階段性成果，也意味着中美科技競爭，已深入至基礎計算範疇的創新賽道。

未來，AI 芯片戰場將呈現雙軌並進：一方是美國企業在傳統芯片上的持續領跑與生態優勢，另一方則是中國在光計算等新興架構上的加速追趕。這場較量不僅關乎市場佔有，更是一場關乎算力本源與技術典範的深層競爭。



▲ AI 算力的下一階段競爭，轉向「計算介質的多元化」。