

行業概覽

本節所載的若干資料及統計數據乃摘錄自多份官方政府刊物、市場數據供應商以及由本公司委聘的獨立第三方灼識諮詢所編製的報告。來自官方政府來源的資料並未經本公司、聯席保薦人、整體協調人、[編纂]或彼等各自的任何董事、高級職員、僱員、代理、顧問或代表或參與[編纂]的任何其他各方獨立核實，且對其準確性、公平性及完整性概不作出任何陳述。

全球光伏智能製造設備行業概覽

光伏智能製造設備

光伏智能製造設備乃指利用信息技術並貫穿光伏產品開發的整個過程的先進製造設備和系統，可實現高效的生產線。光伏電池的製造，尤其是TOPCon(隧道氧化物鈍化接觸)、HJT(異質結技術)及XBC(背接觸式太陽能電池技術)等高效電池(各自旨在提高光伏功率轉換效率)，需要高水平的精度及工藝控制。與傳統光伏電池相比，該等技術旨在將更多陽光轉化為電力，因此需要更精密的製造設備，以實現高效率、產品良率及長期可靠性。

許多關鍵工序需要在微米乃至亞微米尺度上進行精確控制。對準、厚度或圖案化的微小偏差均可能嚴重影響電池效率及良率。先進光伏電池涉及具有多個超薄層的複雜架構。在大面積晶圓上實現均勻沉積及對準需要能夠進行實時監控和自適應控制的智能系統。此外，從銀基金屬化向銅電鍍的轉變增加了工藝和材料的複雜性。在全球向低碳能源結構轉型以及AI相關計算增長推動能源需求上升的背景下，光伏產業持續擴張。

光伏產品及生產流程

光伏產品包括硅片、電池及模組。製造過程如下：(i) **硅片生產**。該階段代表了從工業硅原料到合格成品硅片的完整過程。其核心涉及兩個主要的連續步驟：硅材料製備及晶圓成型。(ii) **電池片制備**。製造通常遵循表面制絨、高溫擴散、蝕刻等工序。電池最終經過測試與分選，以達到所需的效率及電性能標準。(iii) **模組組裝**。在此階段，單個電池透過串焊機相互連接，形成電池串。成品被封裝為可隨時部署的光伏模組。

全球光伏智能製造設備行業市場規模

全球光伏智能製造設備的市場規模從2021年的人民幣444億元增長至2025年的人民幣1,143億元，複合年增長率為26.7%。2021年至2024年期間光伏製造設備行業的快速增長，主要受2020年前後光伏行業投資加速所推動。在成本競爭力提高及支持性政策框架的推動下，全球光伏投資於2020年前後錄得重大增長。首先，效率提升及供應鏈擴張降低了光伏組件價格，使太陽能光伏成為全球最具成本競爭力的新電源之一，並為市場擴張奠定基礎。其次，強化的氣候承諾及地區政策為行業增長提供支持。中國於2020年9月正式提出碳達峰及碳中和目標，提振了長期清潔能源市場的信心，加速了光伏資本部署，而歐洲綠色新政亦明確了可再生能源路徑。然而，此等激進的產能擴張導致整個行業出現嚴重的供需失衡。其後，該行業進入產能調整週期。全球光伏智能製造設備市場規模於2025年下滑，預計於

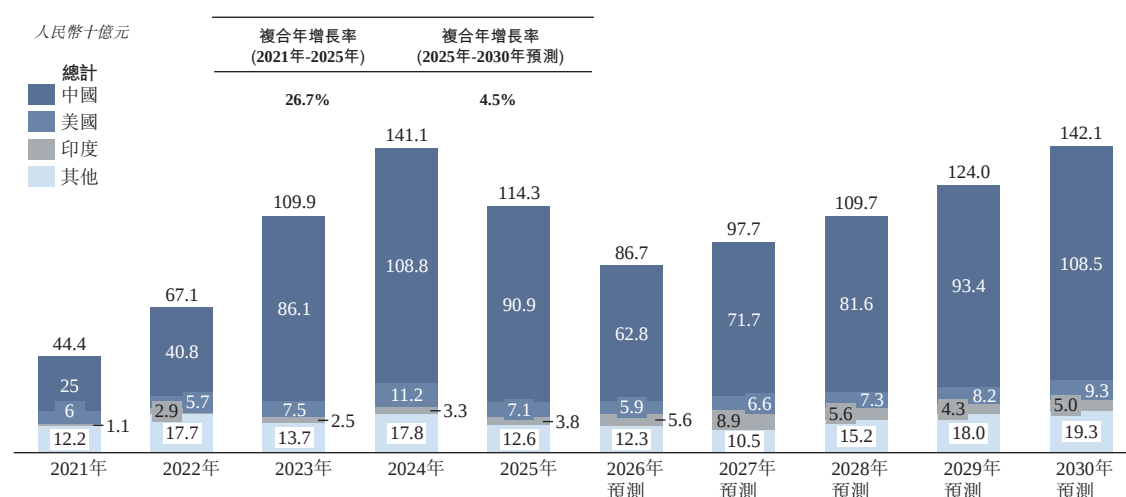
行業概覽

2026年將持續下降，其後復甦。根據國際能源署（「IEA」），全球電力需求預測將於2026年至2030年按年均約3.6%的速率增長，而可再生能源發電量預期至2030年將每年增加約1,000太瓦時，其中僅太陽能光伏發電量就佔超過600太瓦時。電力需求及可再生能源發電量的該等持續增長預期將支持全球光伏裝機量自2027年起復甦。中國仍為全球最大的光伏安裝市場。根據中國最新的每月光伏安裝數據，每月新增光伏裝機容量由2026年5月的8.7吉瓦增加至2026年6月的12.5吉瓦及2026年7月的14.1吉瓦，相當於2026年6月按月增長43.8%及2026年7月按月增長12.8%。此外，2026年7月的新增光伏裝機容量較2025年7月的11.0吉瓦按年增加約27.5%。該等按月及按年改善表明中國光伏市場於2026年下半年有企穩跡象，為市況改善的早期跡象。

從2020年到2026年，光伏行業的變化，包括技術升級、週期性產能擴張及激烈競爭，影響了光伏製造設備的定價。2020年前後，蓬勃的市場需求推高了設備定價，而隨後幾年行業供過於求抑制了定價，預計光伏製造設備價格將於2026年在相對較低水平企穩，並在短期內保持大致穩定。2025年至2030年的預測複合年增長率為4.5%，市場規模將於2030年達到人民幣1,421億元。中國仍然是光伏智能製造設備的最大市場，於2025年達到約人民幣909億元。此外，預計印度等新興市場對未來市場增長的貢獻將日益增加。印度的市場規模預計將從2025年的約人民幣38億元增長至2030年的人民幣50億元，複合年增長率為5.8%。隨著當地光伏製造能力不斷發展，其他新興地區對光伏製造設備的需求預計亦將不斷增加。

亦觀察到設備定價存在地區差異。在規模經濟、綜合光伏製造供應鏈及成熟的國內設備生態系統的支持下，中國的設備定價通常較低，而印度及美國等新興市場的設備定價通常較高，反映了較高的設備及機器成本、對進口設備的依賴程度較高以及較高的項目交付成本。印度及美國等海外市場光伏製造產能的擴張預計將推動對光伏製造設備的額外需求，其中印度於2026年光伏裝機量及製造產能的預期增長將主要推動設備銷量增長，而該等市場相對較高的設備定價將為設備供應商提供進一步的機會。

按收入劃分的全球光伏智能製造設備行業市場規模



資料來源：中國光伏行業協會、歐洲太陽能協會、灼識諮詢

此外，旨在穩定光伏行業週期的相關中國政府政策包括：國家能源局的《2025年能源工作指導意見》（2025年2月），其規定合理的風電及光伏利用率；工業和信息化部（工信部）2025年7月座談會指示，以遏制無序低價競爭並促進落後產能退出；以及工信部與國家市

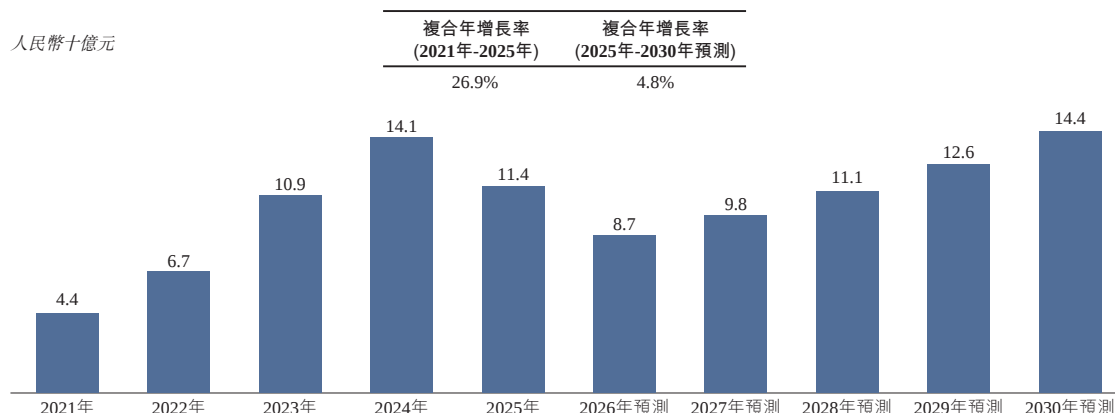
行業概覽

場監督管理總局(國家市場監督管理總局，中國負責市場監管的機構)聯合發佈的《電子信息製造業穩增長行動方案(2025-2026年)》(2025年9月)，其依法規範價格戰並引導地方產能有序佈局。

全球智能光伏電池自動化製造設備行業市場規模

全球智能光伏電池自動化製造設備的市場規模從2021年的人民幣44億元增長至2025年的人民幣114億元，複合年增長率為26.9%。預計全球智能光伏電池自動化製造設備市場將於2025年至2030年以4.8%的複合年增長率增長，到2030年達到人民幣144億元。

按收入劃分的全球智能光伏電池自動化製造設備市場規模

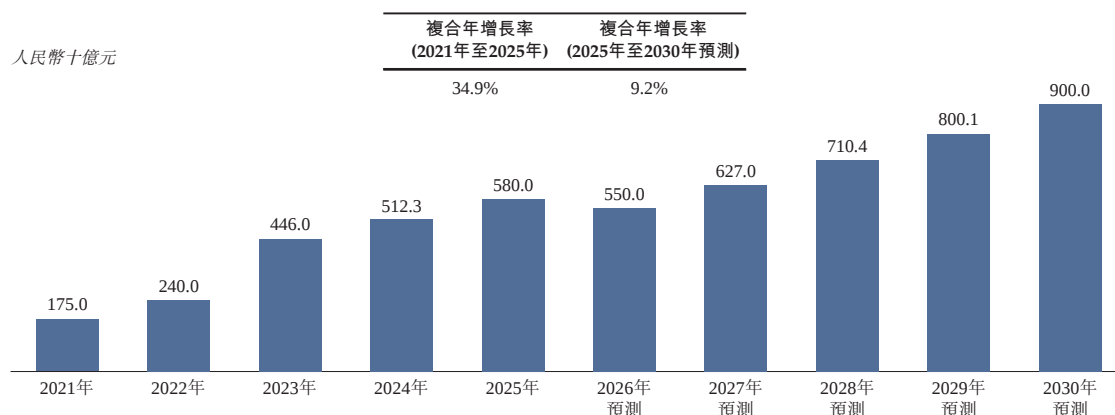


資料來源：中國光伏行業協會、灼識諮詢

全球新增光伏裝機容量市場規模

全球年度新增光伏裝機容量市場規模從2021年的175.0吉瓦增長至2025年的580.0吉瓦，複合年增長率為34.9%。預計到2030年將達到900.0吉瓦，2025年至2030年的複合年增長率為9.2%。

全球新增光伏裝機容量市場規模



資料來源：中國光伏行業協會、歐洲太陽能協會、灼識諮詢

印度為光伏安裝的主要增長市場之一。根據印度新能源及可再生能源部(MNRE)及印度電力部轄下中央電力局(CEA)的數據，印度於2025年新增約23.8吉瓦光伏裝機容量，累計光伏裝機容量達到約105.7吉瓦。預計印度於2026年至2030年期間將新增約214吉瓦光伏裝機容量，從而支持對光伏製造產能及相關製造設備的持續需求。

行業概覽

光伏智能製造設備行業的主要驅動因素與未來趨勢

行業的主要驅動因素及未來趨勢包括：(1)儘管產能過剩帶來短期需求波動，但光伏行業持續面臨降本增效的壓力。持續的技術變革對設備精度和工藝穩定性提出了更高的要求。與此同時，下游製造商對轉換效率及產量的要求不斷提高，推動了對具備更強自動化及過程控制能力的光伏智能製造設備的需求；(2)隨著新興市場產能的擴張，以及歐美地區光伏裝機需求的增長，下游製造商對設備供應商的交付及時性、對地區技術標準的合規性及運營穩定性提出更高要求。該趨勢正促使光伏設備製造商加強其全球銷售及服務網絡，以支持跨區域的大規模產能生產，並適應日益全球化的供應鏈格局；及(3)隨著世界各國追求長期碳中和目標，AI的快速發展推動了全球電力消耗的急劇上升，尤其是來自數據中心的電力消耗。為滿足此等日益增長的需求，同時推進氣候目標，光伏等可再生能源已變得日益關鍵，支持對光伏製造產能的持續投資，繼而維持對光伏智能製造設備的需求。

全球光伏智能製造設備行業競爭格局

2025年光伏智能製造設備市場按收入劃分的競爭格局

全球智能光伏製造設備市場競爭激烈且分散，中國公司佔據領先地位。光伏智能製造設備包含多種類型，包括工藝設備及自動化設備，其功能不同，通常在不同的業務分部中競爭。在功能上，工藝設備作為核心生產設備，執行擴散、LPCVD及鍍膜等工藝，以形成關鍵的電池結構，並直接影響電池的轉換效率及生產良率。相反，自動化設備作為輔助物料搬運設備，用於晶圓的裝載、卸載、運輸、測試及分揀，主要支持生產線的運作。因此，工藝設備和自動化設備在電池製造中擔當不同功能，並由不同類型的製造商供應。其中，智能光伏電池自動化製造設備約佔整體光伏智能製造設備市場的10%，於2025年市場規模約為人民幣114億元。於2025年，本公司在智能光伏電池自動化製造設備市場中以人民幣3億元的收入排名第五，市場份額約為2.6%。

2025年智能光伏電池自動化製造設備市場的競爭格局，按收入計算

排名	公司	2025年光伏 電池自動化 製造設備收入 (人民幣十億元)	2025年 按收入計算的 市場份額 ⁽¹⁾ (%)
1	公司E ⁽²⁾	~2.1	~18.2%
2	公司F ⁽³⁾	~1.9	~16.2%
3	公司G ⁽⁴⁾	~0.9	~7.5%
4	公司H ⁽⁵⁾	~0.7	~5.7%
5	本公司	~0.3	~2.6%

資料來源：年報、專家訪談、灼識諮詢

附註：

(1) 於智能光伏電池自動化製造設備市場按收入計算的市場份額。

行業概覽

- (2) 公司E致力於製造光伏設備及綠色能源行業專用設備。該公司成立於2003年，乃屬一家總部位於中國的上市企業。其在深圳證券交易所上市。
- (3) 公司F致力於高效光伏電池智能自動化設備的研發、生產及銷售。該公司成立於2007年，乃屬一家總部位於中國的私營企業。
- (4) 公司G致力於為光伏及泛半導體領域提供核心工藝解決方案。該公司成立於2016年，乃屬一家總部位於中國的上市企業。其上海證券交易所上市。
- (5) 公司H致力於為鋰電池、光伏及3C行業提供智能製造系統。該公司成立於1999年，乃屬一家總部位於中國的上市企業。其在深圳證券交易所上市。

光伏智能製造設備供應商的進入壁壘及關鍵成功因素

規模與資金壁壘，供應鏈與成本控制。光伏設備的高試錯成本，連同對大規模製造及自動化生產線的要求，構成了巨大的資金壁壘。行業領導者利用規模經濟攤銷研發及製造成本，同時在核心部件採購中獲得優惠條款及成本優勢。

服務及生態系統壁壘，綜合解決方案。鑑於光伏智能製造設備的複雜性及下游對更高生產線效率的需求，頂級參與者已從設備供應商發展為解決方案供應商。彼等的全球服務網絡及全線專業知識可促進長期客戶合作夥伴關係，並形成穩固的生態系統護城河。由於經驗及網絡資源不足，新進入者無法迅速複製該等能力。

與全球光伏相關政策的戰略契合。該行業與全球雙碳目標及智能製造政策密切相關，該等政策影響光伏裝機量及設備升級需求。集中的光伏產能及持續的技術迭代亦推動了穩定的設備更換需求。領先企業在主要生產中心部署業務，以跟蹤政策及市場變化，從而實現靈活的客戶響應並降低單一市場波動帶來的風險。

全球光子學智能製造設備行業概覽

行業背景

AI正驅動著對高性能計算(指為處理複雜及計算密集型工作負載而設計的計算系統)及高速數據傳輸(指以高數據速率傳輸數據)需求的顯著增長，遍及數據中心及網絡。生成式AI(「GenAI」)、工業自動化及自主系統等應用需要大幅增加的計算資源。該等擴展方法依賴高速網絡連接(指支持高數據速率傳輸的網絡連接)及低延遲網絡連接(指能夠以有限傳輸延遲進行數據傳輸的網絡連接)，以實現芯片、機架和數據中心之間的快速數據交換和同步。隨著AI集群擴展至超過256個節點，每個鏈路的數據傳輸速度達到800Gbps及以上，傳統銅基電互連的物理限制正變得日益明顯。與此同時，5G網絡、邊緣計算及帶寬密集型應用的部署正進一步增加網絡流量。總體而言，該等趨勢正加速數據中心及網絡基礎設施從傳統電互連向高速光互連的轉變。光互連補充而非完全替代銅鏈路。向1.6T及3.2T以太網的轉變預計將進一步加速這一趨勢，尤其是在人工智能優化的數據中心架構中。

光子學為人工智能時代的數據傳輸提供動力

光子學是利用光傳輸和處理數據的技術，並構成光纖通信、傳感及成像系統的基礎。雖然光子學支持數據傳輸及數據處理，不大可能取代電子集成電路。相反，這兩種技術日益互補，並正在被集成以實現下一代計算系統。在此架構中，電子集成電路仍然是數字邏輯、

行業概覽

控制及存儲的基礎，而光子集成電路(PIC)主要實現超高速、低延遲的數據傳輸及新興形式的專用信號處理。硅光代表了光子學的進步，其利用成熟的半導體製造工藝將光子元件集成到硅基板上，使其能夠製造PIC。PIC使用光子而非電子傳輸數據。通過在單一芯片上將光通信與電子處理相結合，PIC可提供顯著更高的帶寬、更高的能源效率及更強的製造能力。採用硅光技術使芯片間光互連能夠從體積龐大、分立的光學元件演變為結構緊湊、高度集成、生產成本更低、外形尺寸更小的解決方案，使其成為可持續AI和數據密集型計算的關鍵技術。

在基於硅光的解決方案中，CPO及OCS已成為解決數據中心互連要求的關鍵解決方案。芯片間光互連可實現半導體芯片之間的直接高速光傳輸，旨在克服傳統銅基電氣鏈路的帶寬及功率效率瓶頸。CPO是一種芯片間光互連架構，其在單一封裝內集成了硅光器件和專用集成電路(「ASIC」)，減少了對高功耗重定時和光信號處理的需求，同時滿足數據中心互連的超高帶寬、低延遲和高能效要求。OCS是一種網絡連接方法，在整個交換過程中利用光信號連接計算系統，而無需先將其轉換為電信號。通過全光交換建立專用光路，OCS顯著降低了功耗和延遲，同時提高了成本效益，尤其是在GPU集群等高性能計算環境中。

硅光由試點驗證(2024年前)演進至2025年的商業拐點，使2026年成為加速採用的關鍵年份。Meta與康寧公司達成的數十億美元供應協議，以及英偉達對硅光及CPO的戰略整合，均突顯了這一轉變，標誌著大規模商業化的開端。

對智能製造設備的技術及市場需求不斷增長

製造硅光器件乃屬一個複雜的過程，涉及晶圓、晶粒、芯片及模組級的組裝與測試。晶圓製造完成後，生產流程依次經過晶圓級測試(包括修整及清潔)、晶圓級混合集成、切割與分選、晶粒級測試、芯粒混合集成、光纖製備及終端測試。該工藝需要納米級精度的組裝與測試設備，能夠在給定時間內處理及測試大量器件。在硅光製造設備行業，若干公司被視為更智能化，乃因其將先進的運動控制、機器視覺、算法及軟件系統整合至其設備，從而實現自動化優化、增強工藝控制及提高良率，超越傳統自動化水平。

與電子集成電路不同，複雜硅光器件的組裝過程極難返工，即便可行，通常也需要昂貴的人工干預。這主要是由於光學元件所需的精密對準以及光子結構的敏感性。例如，即使是微觀顆粒或輕微錯位也可能阻擋或散射光子集成電路中的光信號，從而嚴重降低性能或導致完全信號損失。此外，光子器件通常兼具光學及電學功能，增加了組裝與測試的複雜性。即使是最微小的錯位亦可能導致信號衰減、功率損失或測量不準確，從而使測試過程更為複雜。因此，PIC的良率遠低於電子集成電路，故而在組裝過程中及組裝後於晶圓、晶粒、芯片及模組的每個層面進行測試乃屬至關重要的。

	IC	EIC	PIC	硅光器件
說明	一種在單一半導體基板上集成晶體管及其他組件的電子芯片，使用電子進行信號處理及傳輸。	與IC基本相同，強調在電子領域的操作，通常用於與光子電路區分。	一種集成光子元件的芯片，通過光子而非電子傳輸數據，並在單一芯片上將光通信與電子處理相結合	PIC的一個子集，在硅基板上集成光子及電子功能，將光通信與片上電子處理相結合。
信號類型	電子	電子	光子	光子及電子
主要功能	邏輯運算、記憶體、放大、信號處理	與IC相同；強調電子功能	光路由、濾波、調制、多路復用、交換	在單一芯片上共同集成光學I/O及電子控制／處理

行業概覽

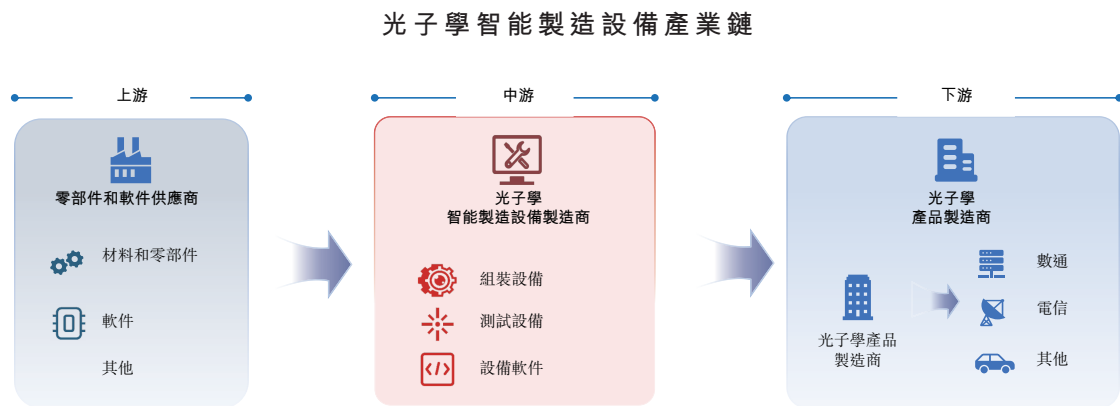
對硅光器件日益增長的需求，推動了對須兼具該等器件所需納米級精度與自動化製造工藝，同時滿足生產通量及良率要求的生產解決方案的需求。傳統光學器件常因質量及可靠性不一致而受到影響，這主要歸因於行業中仍然普遍依賴手動組裝與測試流程。預期的轉變正創造對專為硅光器件生產而設計的智能製造設備的需求。鑑於技術複雜性、嚴格的質量標準及在給定時間內處理和測試大量器件的要求，進入硅光智能製造設備市場的壁壘巨大，涵蓋專有工藝技術、智能軟件控制能力及先進硬件設計。

光子學智能製造設備

光子學智能製造設備指專用於光子器件的組裝與測試設備，不包括未針對光子器件光學特性定製的晶圓製造設備，其集成了光學、電子及智能軟件能力，具備微米級或更高精度、智能傳感與控制以及自動化流程，以滿足光子器件嚴苛的製造要求。作為其核心子類別，硅光智能製造設備在此基礎上融入了硅光專有技術，實現了納米級的加工精度，並針對硅光器件更嚴格的缺陷容限、光學對準要求及光電協同封裝的複雜性進行了優化。作為大規模生產硅光器件的核心推動者，該設備解決了行業在光學、電子及精密自動化方面的挑戰，提供了部署硅光技術所需的生產能力、質量及性能，並涵蓋了從晶圓級測試、PIC及硅光器件組裝到最終認證的完整硅光器件生產流程。

光子學智能製造設備產業鏈

光子學智能製造設備產業鏈依賴於上游元件與軟件供應商、中游設備製造商及下游光子學器件製造商之間的緊密協作關係。



資料來源：灼識諮詢

行業價值鏈分為三個環節：上游涵蓋設備生產所需的關鍵零部件及軟件供應商，其中零部件包括機械件、傳感器、電子元器件、光學元件及儀器；中游整合上游資源、通用軟件及自研控制系統與算法，生產智能柔性製造設備，作為技術產業化的上下游紐帶，向下游供應核心組裝與測試設備；下游以服務於數通、電信及其他新興應用場景的光子器件製造商為主。

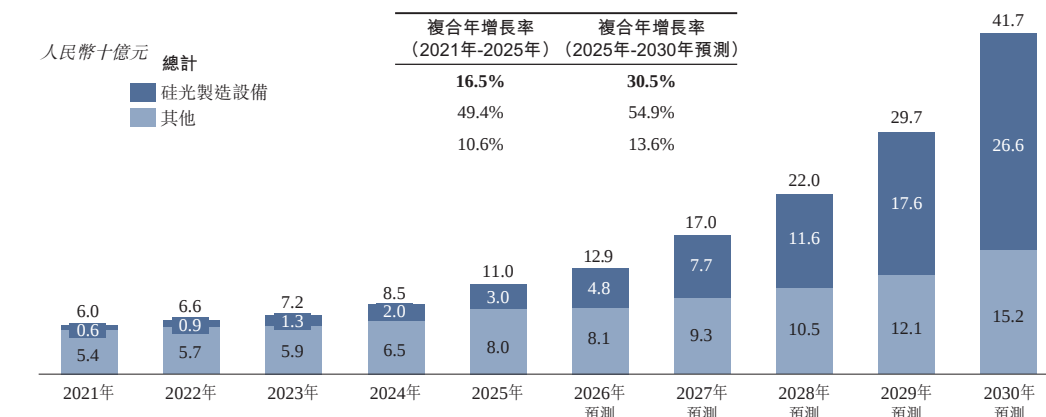
全球光子學智能製造設備行業市場規模

全球光子學智能製造設備的市場規模從2021年的人民幣60億元增長至2025年的人民幣110億元，複合年增長率為16.5%。預計全球光子學智能製造設備市場將於2025年至2030

行業概覽

年繼續以30.5%的複合年增長率增長，到2030年達到人民幣417億元。到2030年，硅光智能製造設備預計將佔總市場的63.6%。

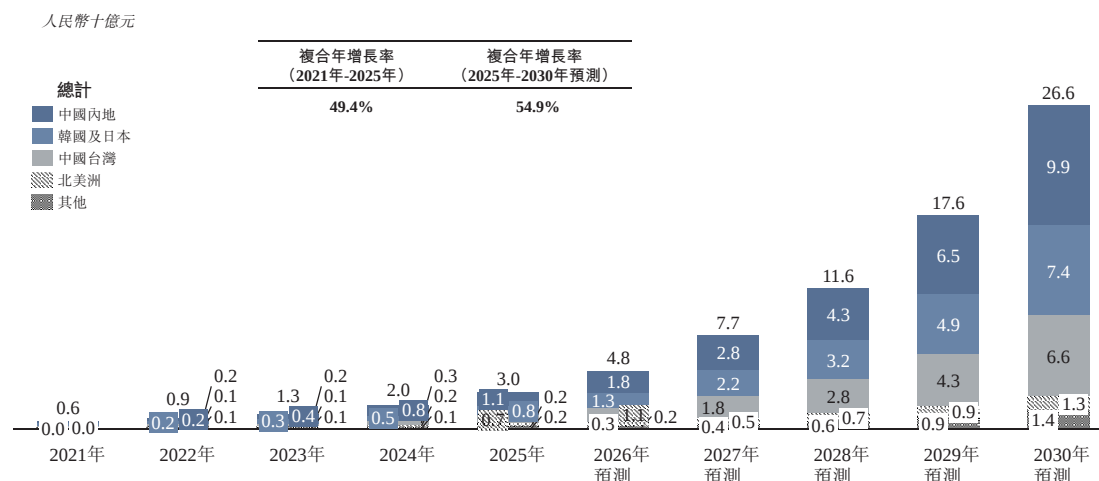
按收入劃分的全球光子學智能製造設備行業市場規模



資料來源：國際半導體產業協會、世界半導體貿易統計組織、Yole集團、LightCounting、灼識諮詢

光子學製造設備市場涵蓋除硅光子(硅光)以外的多種材料平台，包括磷化銦(InP)、砷化鎵(GaAs)、體塊鋰酸鋇(LiNbO₃)、薄膜鋰酸鋇(TFLN)及其他新興技術。於該背景下，受AI及高速通訊系統需求所推動，硅光智能製造已成為一個獨立的細分市場。

按收入劃分的全球硅光智能製造設備行業市場規模



資料來源：國際半導體產業協會、世界半導體貿易統計組織、Yole集團、LightCounting、灼識諮詢

硅光智能製造設備行業正經歷市場快速增長。市場規模從2021年的人民幣6億元擴大至2025年的人民幣30億元，複合年增長率為49.4%。到2030年，整體市場預計將達到人民幣266億元，預計複合年增長率為54.9%。目前市場規模仍然很小，因為一場更大型的技術變革尚處於早期階段。CPO及OCS技術預計將於2027年至2028年間進入大規模應用，從而帶動相應設備市場的加速增長。

按地區劃分，中國內地為硅光智能製造設備的最大市場，從2025年的約人民幣11億元增長至2030年的約人民幣99億元，複合年增長率為55.7%。中國台灣亦經歷快速增長，

行業概覽

其市場規模從2025年的約人民幣7億元增加至2030年的約人民幣66億元，複合年增長率為56.8%。韓國及日本於2025年的合併市場規模約為人民幣8億元，預計到2030年將達到約人民幣74億元。

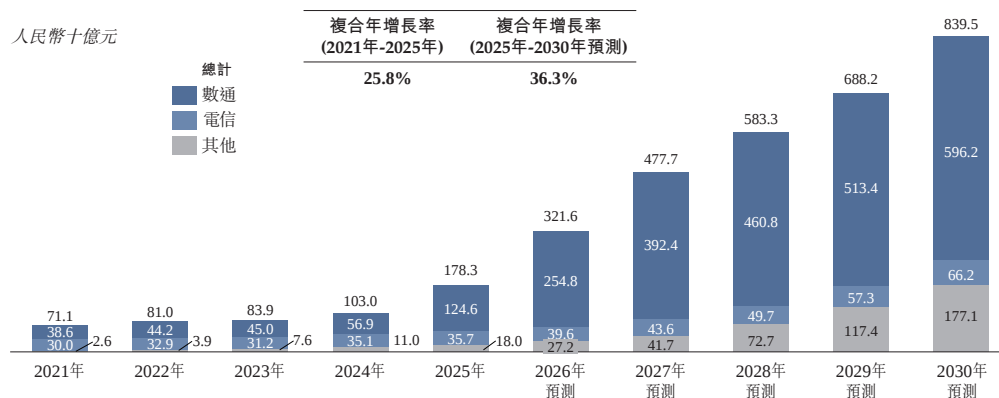
一場世代轉變已在進行中。隨著人工智能模型的規模及複雜性呈指數級增長，傳統電互連的局限性正成為瓶頸，推動全球向光互連架構轉型。硅光器件處於此轉變的核心，可實現超高帶寬、低延遲及高能效的數據傳輸，該等能力對於將人工智能計算擴展至更高水平至關重要。

全球光子學智能製造設備行業下游應用市場規模

光子學智能製造將光子學技術與半導體工藝能力相結合，融合了高帶寬密度、低延遲與成熟、可擴展的製造工藝。此構成硅光技術潛在市場的基礎，包括數通、電信及其他新興應用：(i)數通：AI模型訓練／推理的計算強度及數據流量增長推動了從電互連向高速光子互連的轉變，支持800G/1.6T/3.2T數據中心光學模組；硅光模組實現了更高的集成度，解決了電互連的功耗及速度限制，並為AI計算集群支持低延遲高速傳輸。(ii)電信：涵蓋5G/6G及衛星通信，持續的5G部署及帶寬密集型應用推動了城域網及長途網絡的容量擴展；光子技術正向1.6T及更高速率演進，通過高速、抗干擾及低功耗的星間光互連支持低軌衛星鏈路及激光定位。(iii)其他應用：包括激光雷達、消費電子及生物醫療領域，其中光電子的微型化可實現智能駕駛環境感知、傳感及高性能生物光學傳感芯片，其性能通過靈敏度、信號質量及可靠性等因素進行評估。

全球光子學智能製造設備的下游應用市場規模從2021年的人民幣711億元增長至2025年的人民幣1,783億元，複合年增長率為25.8%。預計到2030年將達到人民幣8,395億元，複合年增長率為36.3%。

按收入劃分的全球光子學智能製造設備下游應用市場規模



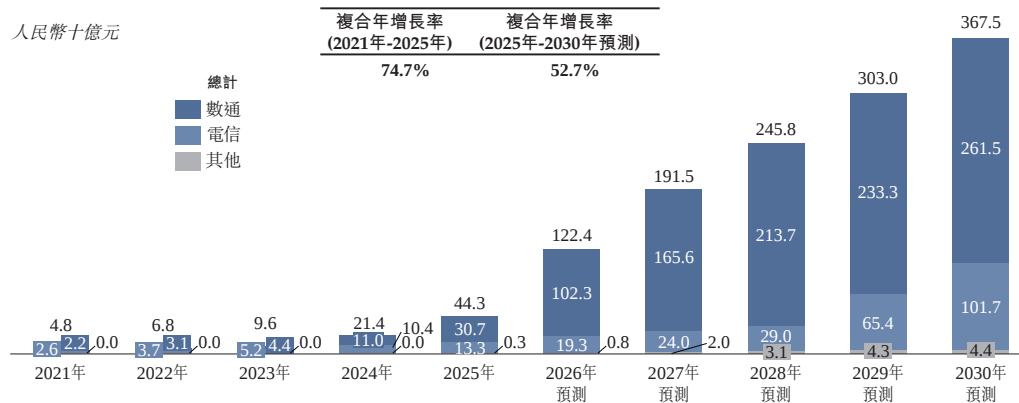
資料來源：Yole集團、國際汽車製造商協會、灼識諮詢

附註：圖表中所示的「數通」及「電信」分部指光子產品的特定市場規模。

全球硅光智能製造設備的下游應用市場規模從2021年的人民幣48億元增長至2025年的人民幣443億元，複合年增長率為74.7%。預計到2030年將達到人民幣3,675億元，複合年增長率為52.7%。

行業概覽

按收入劃分的全球硅光智能製造設備下游應用市場規模



資料來源：Yole集團、灼識諮詢

附註：圖表中所示的「數通」及「電信」分部指硅光產品的特定市場規模。

光子學智能製造設備的主要驅動因素與趨勢

對AI模型訓練與推理日益增長的需求正推動AI計算基礎設施的擴展。由於傳統電信號傳輸在更高數據速率下面臨物理和功率效率瓶頸，光子解決方案愈來愈多地被用於高速互連應用，從而推動對光子器件及相關製造設備的需求。

自2023年以來，CPO技術已朝著商業化及更高集成度方向發展，通過將光引擎與計算芯片共同封裝以縮短電互連並降低驅動功率要求，解決了數據中心擴展中的核心功耗限制。博通2025年的數據表明，與可插拔設備相比，其CPO解決方案可將總系統功耗降低高達70%，而英偉達已披露，其CPO解決方案將1.6 Tb/s端口的功耗降至可插拔模塊解決方案的五分之一，封裝技術從CoWoS (晶圓上芯片封裝)演進至COUPE (緊湊型通用光子引擎)，以實現直接光學耦合並進一步降低功耗。全球CPO光引擎市場主要針對AI集群及高性能計算系統中的中央處理單元(「CPU」)、圖形處理單元(「GPU」)和張量處理單元(「TPU」)應用，Yole集團預計該市場將從2025年的人民幣8億元增長至2030年的人民幣556億元，複合年增長率為133.1%，這反過來又推動了對先進製造設備的需求。

OCS技術通過動態重構光信號路徑並繞過傳統電交換機重複的光電光轉換來提高系統效率，從而實現更高的帶寬密度、更低的延遲及更少的能耗。Google LLC已確認其OCS解決方案可將總系統功耗降低41.0%，同時提供更高的吞吐量和更低的總體成本。在AI集群及高性能計算(「HPC」)應用的強勁需求推動下，OCS市場保持強勁增長，LightCounting預計全球OCS交換機出貨量將從2024年的約1.35萬台增至2029年的逾5萬台，複合年增長率約為30.0%，預期這將繼而支持對相關光子器件及製造設備的需求。

包括衛星通信及激光雷達在內的新興下游應用領域對傳輸距離、精度及器件小型化提出了更高要求，推動了對更高性能、更可靠光子器件的需求，進而對能夠支持複雜製造工藝的更先進製造設備提出了更高標準。

光子器件日益增加的複雜性亦需要升級製造能力，包括運動控制、增強型機器視覺及集成過程控制系統，從而推動採用更自動化及集成化的光子製造設備。

行業概覽

全球硅光智能製造設備行業競爭格局

全球範圍內，能夠提供光子學智能製造的供應商寥寥無幾。硅光組裝及測試工藝一般包括晶圓級測試、光子學器件組裝及器件最終檢測。雖然大多數供應商專注於特定階段（如探針測試或貼裝），但本公司提供涵蓋該等關鍵階段的全產品線。本公司乃屬硅光智能製造設備的領先供應商，其市場份額及技術均位居世界前列。截至最後實際可行日期，本公司乃屬唯一能夠提供涵蓋硅光組裝及測試關鍵階段的全產品線的供應商。這使本公司成為這個快速增長市場的重要參與者，塑造人工智能基礎設施的世代轉變，為人工智能的可持續發展賦能。

領先的半導體設備企業正積極響應應用需求，向光子學領域擴展。自2025年起，彼等透過收購、戰略合作及技術夥伴關係，推進光子學設備的舉措。該等企業的具體商業化時間表尚未確定。

2025年全球硅光智能製造設備市場按收入劃分的競爭格局

計入本公司2020年初始投資並於2025年收購的ficonTEC的收入，2025年，本公司在行業中排名第一，佔據約20.5%的市場份額，顯示出客戶對其產品及技術能力的高度認可。

2025年全球硅光智能製造設備市場競爭格局，按收入劃分

排名	公司	2025年硅光 智能製造收入 (人民幣十億元)	2025年按 收入計算的 市場份額 (%)	自研軟件特點
1	本公司 ⁽¹⁾	~0.6	~20.5%	全產品線控制系統
2	公司A ⁽²⁾	~0.6	~19.7%	探針測試系統
3	公司B ⁽³⁾	~0.6	~18.3%	貼裝控制系統
4	公司C ⁽⁴⁾	~0.5	~15.6%	探針測試系統
5	公司D ⁽⁵⁾	~0.4	~14.7%	貼裝控制系統

資料來源：專家訪談、灼識諮詢

附註：

- (1) 本公司的收入計及ficonTEC的收入，本公司於2020年首次投資ficonTEC，並於2025年收購該公司。
- (2) 公司A乃屬一家在集成電路整個生命週期內提供必要測試與測量技術的供應商。該公司成立於1993年，乃屬一家總部位於美國的上市企業。其在納斯達克上市。
- (3) 公司B乃屬一家半導體及電子產品製造商，為先進封裝、汽車及物聯網科技提供產品及服務。該公司成立於1975年，乃屬一家總部位於新加坡的上市企業。其香港聯交所上市。
- (4) 公司C乃屬一家測試解決方案設計商及製造商，專門從事探針卡測試、光電元件自動化測試及先進半導體測試。該公司成立於1995年，乃屬一家總部位於中國台灣的上市企業。其在台北交易所上市。
- (5) 公司D專門提供用於硅光的關鍵製造設備，包括晶圓鍵合系統及精密對準解決方案。該公司成立於1984年，乃屬一家總部位於美國的私營企業。

行業概覽

於10納米以內的超高精度水平上，本公司是全球唯一為量產環境提供超高精度硅光組裝與測試設備的供應商，直線運動精度高達5納米。本公司的硅光智能製造在產品線完整性、設備精度及軟件研發方面擁有全球領先的優勢。本公司為唯一提供全產品線的供應商，該產品線涵蓋晶圓級測試、光子學器件的組裝以及器件最終檢測。我們自研的全產品線控制軟件為此廣度提供了支撐。在性能方面，本公司的系統實現高達5納米的直線運動精度，而我們的同業則約為100納米。本公司的AOI系統可檢測小至0.5微米的缺陷，而行業範圍為0.7至2微米。此外，本公司的系統實現超過98%的耦合效率，而海外同業超過90%，國內同業超過80%。

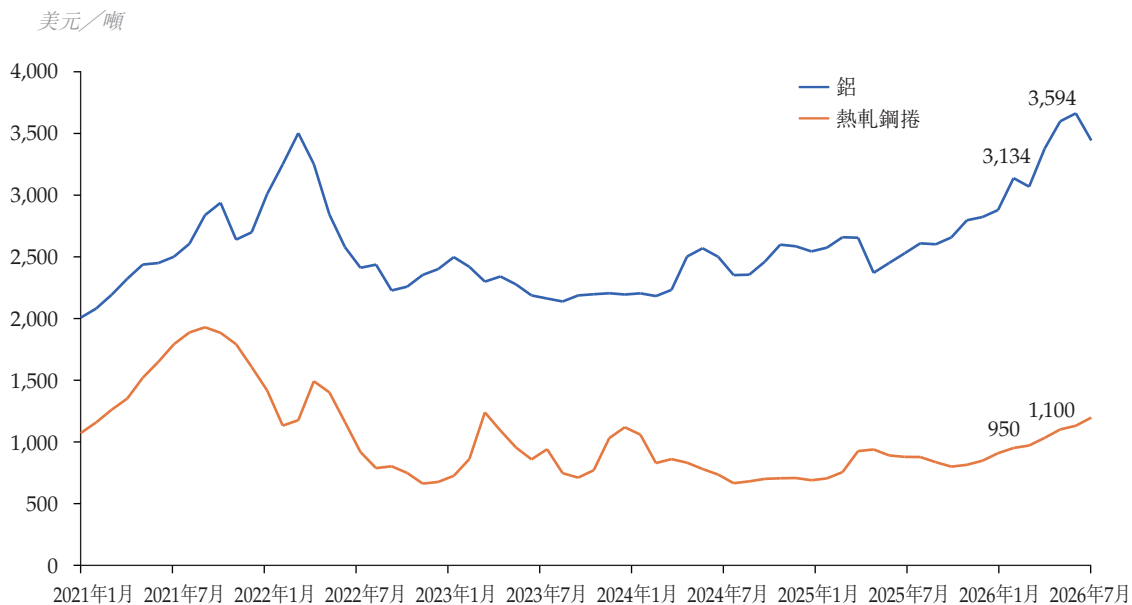
硅光智能製造設備供應商的進入壁壘及關鍵成功因素

硅光智能製造設備供應商的進入壁壘及關鍵成功因素包括：長期的技術積累和迭代能力；與主要客戶建立合作關係的能力；及全球化能力。

原材料成本分析

製造設備的成本主要包括結構件及外購零部件。就光伏製造設備而言，結構件主要包括鋼及鋁零部件。近年來，鋼和鋁的價格出現波動。2023年至2025年期間，鋼和鋁的價格出現波動。鋁價由2023年1月的每噸約2,495美元上漲至2025年12月的每噸約2,876美元。熱軋鋼捲價格期內亦有波動，通常介乎每噸約657美元至1,271美元之間。2026年4月，鋁價達到每噸約3,594美元，而2026年1月約為每噸3,134美元，同時熱軋鋼捲價格達到每噸約1,100美元，而2026年1月約為每噸950美元。

鋼材及鋁材價格，2021年至2026年上半年



資料來源：國際貨幣基金組織、Trading Economics、灼識諮詢

就硅光製造設備而言，除結構件外，外購零部件主要包括工業相機、鏡頭、控制器及其他相關零部件。由於技術規格及應用要求的差異，該等零部件的價格因性能水平而異。例如，工業相機的價格一般為每台約人民幣6,000元至人民幣12,000元，而工業鏡頭的價格

行業概覽

一般為每件約人民幣2,000元至人民幣3,000元。用於硅光應用的運動控制解決方案的價格範圍從用於一般高端自動化控制器的人民幣約5,000元到專用納米級精度系統的人民幣逾200,000元不等。

然而，該等材料及零部件價格的波動預計不會直接或按比例影響製造設備的價格，因為設備定價主要取決於設備規格、工藝要求、技術複雜性及客戶特定解決方案，而非僅由投入成本決定。倘價格出現重大波動，行業參與者通常有能力透過與客戶的商業談判，將材料及零部件成本的變動部分轉嫁至設備價格。展望未來，鋼、鋁及相關零部件的價格預計將繼續隨市場狀況波動。

資料來源

我們委託獨立市場研究與諮詢公司灼識諮詢對智能製造設備行業進行詳細的研究與分析。灼識諮詢成立於香港，提供行業諮詢、商業盡職調查及戰略諮詢等專業服務。我們已同意為編製灼識諮詢報告支付費用人民幣477,000元。我們相信，該付款不會影響灼識諮詢報告中所作結論的公正性。我們已在本節以及「概要」、「風險因素」、「業務」、「財務資料」及本文件其他章節中摘錄了灼識諮詢報告的若干資料，以便為潛在投資者提供對我們業務所在行業的更全面介紹。在編製灼識諮詢報告的過程中，灼識諮詢進行了初步及二手研究，以獲取與智能製造設備行業相關的知識、統計數據、信息及行業見解。初步研究涉及與主要行業專家及領先行業參與者的訪談。二手研究涉及分析來自各種公開可得來源的數據。灼識諮詢報告的編製乃基於以下假設：(1)預計全球整體社會、經濟及政治環境在預測期內將保持穩定；(2)在整個預測期內，相關關鍵驅動因素可能推動全球智能製造設備行業的持續增長；及(3)不存在可能對行業產生實質性或根本性影響的極端、不可預見或不可抗力的行業法規。所有與市場規模相關的預測均基於截至最後實際可行日期的整體經濟狀況。我們的董事已確認，自灼識諮詢報告刊發日期以來，市場資料並無不利變動，而該等變動可能會修飾、抵觸或影響本行業概覽一節所載的資料。我們的各董事及聯席保薦人已盡合理努力甄選及確定所述資料來源、編纂、摘錄及轉載該等資料，並確保本行業概覽一節所載的資料並無重大遺漏。