

行業概覽

除另有說明外，本節及本文件其他章節所載的資料及統計數據分別摘錄自各類政府官方刊物及其他刊物，以及我們就本次[編纂]所委託獨立市場研究諮詢公司弗若斯特沙利文編製的行業報告。我們、保薦人、[編纂]、[編纂]、[編纂]、[編纂]、聯席[編纂]、[編纂]、[編纂]及其各自的任何董事與顧問，或參與[編纂]的任何其他人士或各方並未獨立核實政府官方來源的資料，且不就其準確性作出任何聲明。

資料來源

我們委聘獨立市場研究諮詢公司弗若斯特沙利文對全球、中國和美國的光伏電池片行業進行分析並編製報告，以供用於本文件，委託費用為人民幣600,000元。弗若斯特沙利文在擬備及編製弗若斯特沙利文報告時採用以下假設：(i)當前討論的全球社會、經濟及政治狀況將於預測期內保持穩定；(ii)全球及中美政府有關光伏電池片行業的政策將於預測期內保持一致；(iii)全球、中國和美國的光伏電池片行業於預測期內將受報告所述因素驅動。除另有說明外，本節所載的所有數據及預測均源自弗若斯特沙利文報告。弗若斯特沙利文報告由弗若斯特沙利文獨立編製，未受我們或其他利益相關方的影響。

全球發電行業分析

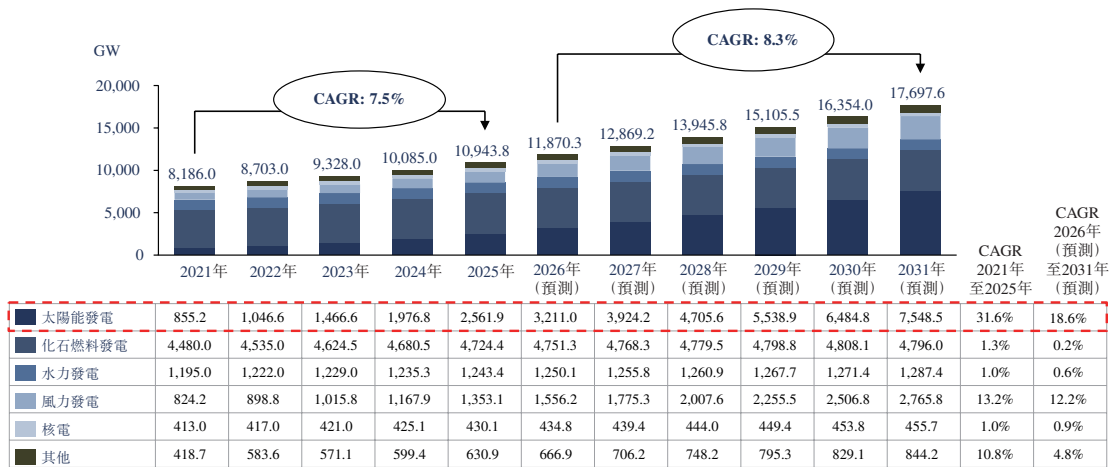
全球發電行業市場規模

經濟活動持續活躍、人口增長以及人工智能與電動汽車等能源密集型產業的快速擴張，正推動全球電力消耗呈現前所未有的增長態勢，全球累計電力裝機容量已從2021年的8,186.0 GW增加至2025年的10,943.8 GW，期間CAGR為7.5%。這一增長正深刻重塑全球電力基礎設施需求格局，預計2031年全球累計裝機容量將進一步增加至17,697.6 GW，2026年至2031年的CAGR為8.3%。

太陽能已成為清潔能源轉型的核心支柱，不僅實現電網平價，其增速更領跑其他可再生能源。在技術進步與強力政策框架的雙重驅動下，太陽能裝機規模正快速擴張，在持續滿足電力需求增長的同時，推動電力系統低碳轉型。全球太陽能累計裝機容量從2021年的855.2 GW增加至2025年的2,561.9 GW，期間CAGR為31.6%，預計2031年將達到7,548.5 GW，2026年至2031年的CAGR為18.6%。光伏發電是太陽能發電中技術最成熟、應用最廣泛的一種形式。

行業概覽

全球累計電力裝機容量（按電力來源劃分），2021年至2031年（預測）



資料來源：國際能源署、弗若斯特沙利文

附註：水力發電不包括抽水蓄能。其他主要包括地熱能、生物質能、氫能等。

中國發電行業市場規模

為滿足工業化、城鎮化及數字化轉型帶來的電力需求激增，中國電力行業正保持強勁擴張態勢。國家經濟持續快速發展推動許多經濟領域用電需求不斷提升，中國累計電力裝機容量從2021年的2,376.9 GW增加至2025年的3,891.3 GW，期間CAGR為13.1%，預計2031年將進一步增加至7,134.6 GW，2026年至2031年的CAGR為10.1%。

憑藉全球領先的製造能力和強有力的政策支持，太陽能正日益成為中國可持續發展和能源安全戰略的核心支柱。2020至2024年，中國太陽能裝機容量從2021年的306.6 GW增加至2025年的1,201.7 GW，CAGR為40.7%，預計2031年將達到3,609.3 GW，2026年至2031年的CAGR為18.6%。

光伏電池片行業分析

光伏電池片的分類

目前，單晶電池片因其更高的轉換效率主導光伏電池片市場。行業已經歷從P型到N型的技術轉型，多晶電池片逐步退出市場，這是由於它們的轉換效率相對較低。根據所採用的不同摻雜元素，光伏電池片可分為N型和P型，其中N型包括N型TOPCon電池片、N型xBC電池片及N型HJT電池片，P型則以P型PERC電池片為代表。N型光伏電池片採用摻磷硅基，而P型光伏電池片採用摻硼硅基，從而具有不同的電氣特性和性能特徵。

行業概覽

光伏電池片是太陽能發電的核心組成部分，其性能決定了光伏組件的發電能力。目前，P型PERC電池片的平均入庫量產轉換效率為23.5%，已接近其理論效率極限，未來提升空間有限。在相同條件下，更高的轉換效率能夠帶來更高的發電量，從而提升投資回報率。由於具備更高的轉換效率，從經濟角度看，新項目安裝通常優先採用N型電池片而非P型電池片。市場也正逐步轉向N型技術。

不同類型光伏電池片的對比

類型	P型	N型		
	PERC	TOPCon	N型xBC	HJT
理論轉換效率	24.5%	28.7%	29.1%	28.5%
測試量產轉換效率 ⁽¹⁾	23.5%	26.7%	27.0%	26.0%
入庫量產轉換效率 ⁽²⁾	23.5%	25.5%	26.1%	25.7%
溫度上升系數 ⁽³⁾	-0.39 至-0.36%/°C	-0.39至-0.28%/°C	-0.30至-0.20%/°C	-0.32至-0.20%/°C
使用壽命	約25至30年	約25至30年	約30年	超過30年
設備投資	低	略高	高	高
物料清單成本	低	略高	高	高
商業化水平	成熟	大規模量產	初步開始量產	初步開始量產

資料來源：中國光伏行業協會(CPIA)、弗若斯特沙利文

附註：

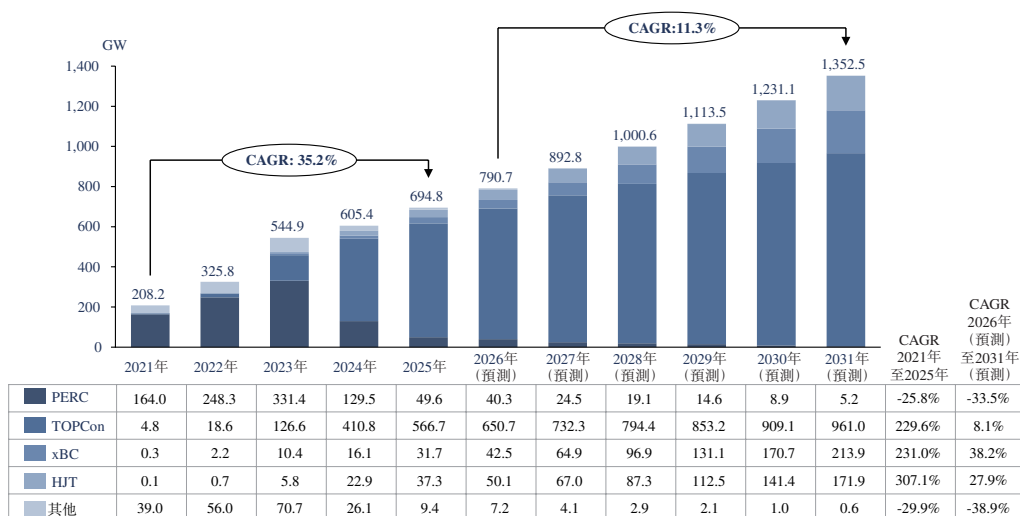
- (1) 測試量產轉換效率指的是在生產線上測試的光伏電池片的量產轉換效率。
- (2) 入庫量產轉換效率指的是通過出廠質量檢驗並入庫的光伏電池片的量產轉換效率。
- (3) 溫度上升系數指的是溫度每升高1攝氏度，光伏輸出減少的百分比。

光伏電池片市場的市場規模

在數據中心、人工智能及電動汽車等領域用電需求增加及技術進步的推動下，全球光伏電池片出貨量快速增長。全球光伏電池片出貨量由2021年的208.2 GW增長至2025年的694.8 GW，預計到2031年將達1,352.5 GW，2026年至2031年的CAGR為11.3%。在2024年之前，受益於技術成熟及生產成本較低，P型PERC電池片在光伏電池片市場中佔據較大份額。然而，隨著P型PERC電池片效率接近其理論極限，市場對性能更優、成本更低的其他類型光伏電池片的需求不斷增長。與P型電池片相比，N型電池片具有效率更高、溫度系數更佳等多重優勢，推動行業從P型電池片向N型電池片（包括TOPCon、xBC和HJT電池片）的技術轉型。因此，預計N型TOPCon電池片的全球出貨量將在2031年達到961.0 GW，2026至2031年的CAGR為8.1%。

行業概覽

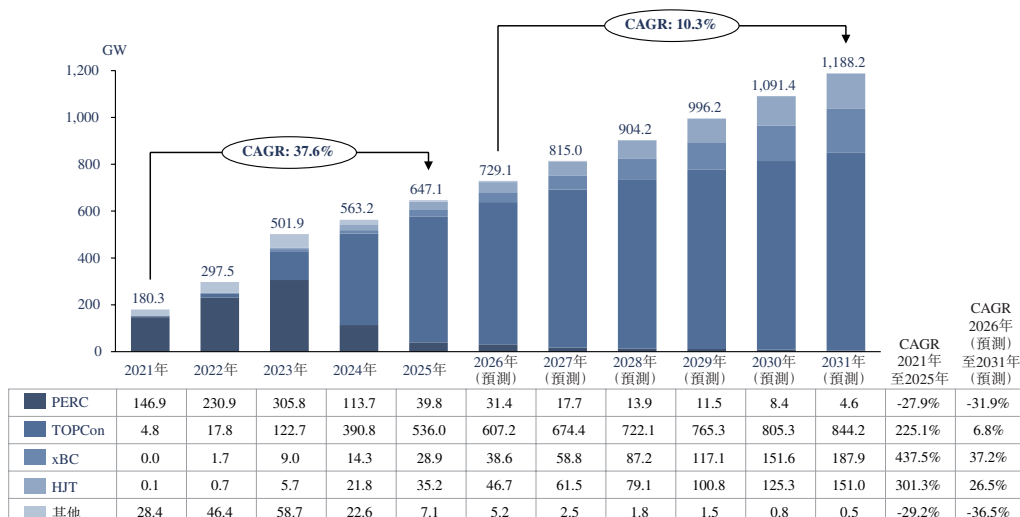
光伏電池片出貨量（按類型劃分），全球，2021年至2031年（預測）



資料來源：CPIA、EIA、弗若斯特沙利文

在中國，受用電需求持續增長、光伏發電性價比提升及技術進步的推動，光伏電池片出貨量近年來大幅增長，由2021年的180.3 GW增長至2025年的647.1 GW，預計到2031年將達1,188.2 GW，2026至2031年的CAGR為10.3%。隨著中國光伏企業不斷推進N型電池片（包括N型TOPCon和xBC電池片）的量產，N型電池片在中國實現快速增長，使中國穩居下一代太陽能技術發展的前沿。預計到2031年，中國N型TOPCon電池片的出貨量將達844.2 GW，2026至2031年的CAGR為6.8%。

光伏電池片出貨量（按類型劃分），中國，2021年至2031年（預測）



行業概覽

資料來源：CPIA、弗若斯特沙利文

除中國外的其他國家的光伏電池片出貨量從2021年的27.9GW增長至2025年的47.7GW，預計到2031年將達到164.4GW，2026年至2031年的CAGR為21.7%。美國、東南亞和歐洲的光伏電池片行業發展相對較快。

在美國，人工智能、數據中心等新興產業的迅速發展帶動用電需求的快速上升，顯著推動發電行業，尤其是太陽能發電的發展，從而促進光伏電池片行業的增長。美國光伏電池片出貨量由2021年的0.2 GW增長至2025年的2.4 GW，預計到2031年將達到60.9 GW，2025至2031年的CAGR高達71.6%。2025年，美國的光伏電池片出貨量僅滿足不到5%的總需求，超過95%的需求依賴進口光伏電池片。

在印度，各行業對電力需求持續上升，同時推動發電領域（尤其是太陽能發電領域）的增長，從而促進光伏電池片行業發展。印度光伏電池片出貨量由2021年的1.3GW增至2025年的6.1GW，並預計於2031年達至40.1GW，2025年至2031年間的CAGR為36.8%。於2025年，印度光伏電池片出貨量僅滿足約15%的總光伏電池片需求，其餘需求均依賴進口光伏電池片滿足。

越南光伏電池片行業目前處於發展初期。隨著技術及基礎設施不斷提升，其生產效率可望獲改善，使越南成為全球光伏製造領域的新興參與者。越南光伏電池片出貨量由2021年的4.6GW增至2025年的11.6GW，並預計於2031年達至33.8GW，2025年至2031年間的CAGR為19.5%。

光伏電池片市場驅動因素

- **電力需求持續增長。** 光伏電池片產業主要受高耗能產業的能源需求所驅動，包括AI、數據中心、電動汽車及製造業等。隨著這些產業尋求降低成本並實現可持續發展目標，其已成為可再生能源的主要消費者，直接加速光伏電池片的部署。例如，全球AI市場規模預計將從2025年的人民幣58,808億元增長至2031年的人民幣434,507億元，2025年至2031年的CAGR為39.6%。近期，市場持續推出變革性的大型AI模型，AI應用的爆發式增長推動了算力和能源需求的增加。此外，全球電動汽車銷量預計將從2025年的2,220萬輛增長至2031年的6,210萬輛，2025年至2031年的CAGR為18.7%。
- **相較其他能源的優勢。** 與風能和水力發電相比，太陽能具有更快的部署速度和更廣泛的地理適用性，使其非常適合集中式和分布式能源系統。與此同時，與傳統能源相比，太陽能具有碳排放更低、長期可持續等優勢。太陽能發電系統每千瓦時的二氧化碳排放量預測比燃煤發電低約90%。2022年至2025年，太陽能發電的平均成本從每千瓦時0.049美元降至0.035美元。2025年，太陽能發電的成本效率已高於燃煤發電。展望未來，成本的持續下降預計將進一步增強太陽能的經濟競爭力。因此，全球太陽能累計裝機容量持續上升，預計將從2025年的2,516.9 GW增長至2031年的7,548.5 GW，CAGR為19.7%，進一步推動光伏電池片的發展。

行業概覽

光伏電池片市場發展趨勢

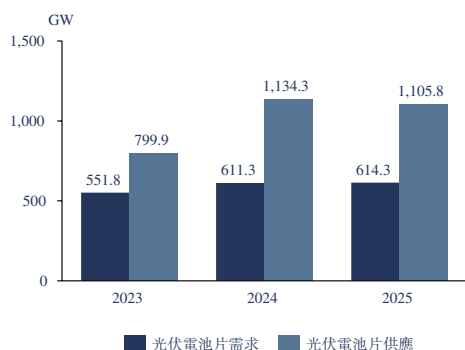
- **鈣鈦礦疊層光伏電池片的發展**。作為光伏電池片市場的重要發展趨勢之一，鈣鈦礦疊層太陽能電池片得到持續推進。這些電池片將鈣鈦礦材料與傳統的硅基技術相結合，以實現更高的轉換效率和更好的性能。正在進行的研究和創新側重於提高穩定性、可擴展性和成本效益，旨在克服現有挑戰並促進商業應用。因此，儘管鈣鈦礦疊層電池片的出現預計未來1至3年內不會對N型TOPCon電池片構成替代風險，但其日益受到認可，有望成為下一代高效光伏解決方案的推動者，預期於2029年後於整體光伏電池片市場的份額將獲得快速增長。
- **邊緣鈍化與多主柵金屬化技術的進展**。邊緣鈍化是指對切割或蝕刻後的硅片裸露邊緣區域進行化學或物理處理，旨在減少表面缺陷，從而提高太陽能電池的光電轉換效率和整體性能。多主柵金屬化技術是一種高效能晶體硅太陽能電池的關鍵製程技術，它在電池的多晶硅層上形成精確的指狀圖案結構，旨在同時優化電接觸性能和光學性能，從而提高電池的整體轉換效率。邊緣鈍化與多主柵金屬化正成為提升光伏電池片效率與成本效益的重要途徑。這些技術能通過降低複合損耗、提升表面鈍化質量以及增強界面穩定性強化載流子管理並降低電阻損耗，其採用率在業界正逐步提升。隨著生產能力增強，升級產品預期將在高效能領域佔據更大市佔率。受規模效應影響，價格水準可能維持穩定至微幅下降。國內主要企業正從實驗室研發階段邁向工業規模應用，相關設備已運抵客戶現場進行驗證。

光伏電池片行業供需分析

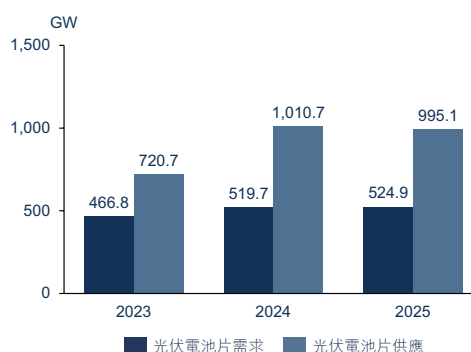
自2022年起，全球光伏產業因高盈利能力吸引大量投資，而P型向N型電池片轉型進一步催生新增產能需求，導致自2023年第四季起出現大規模擴張。全球光伏電池片供應量從2023年的799.9GW攀升至2025年的1,105.8GW，但需求增長滯後形成供應過剩，供需盈餘從248.1GW擴大到491.5GW。此現象加劇行業競爭並引發價格戰，導致光伏市場價格下滑。中國市場供需盈餘亦於2024年從253.9GW擴增至490.9GW。當前全球與中國市場正經歷產能出清與行業整合。因此，2025年全球供需盈餘降至491.5GW，中國市場則降至470.2GW。在美國，2024年當地供需缺口達42.7GW，原因為其本地需求為49.9GW，而本土供應僅7.2GW。於預測期間，美國光伏電池片市場的供需動態預計將維持現狀。此外，在印度的光伏電池片市場中，國內產能落後於快速增長的需求，這主要受到組件製造擴張與加速推進的太陽能安裝項目所驅動。此狀況預計將於預測期間持續存在。

行業概覽

全球光伏電池片供需情況
(2023年至2025年)



中國光伏電池片供需情況
(2023年至2025年)



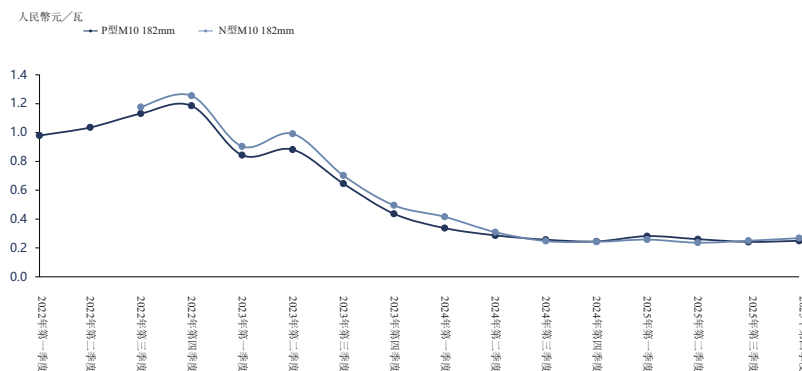
資料來源：弗若斯特沙利文

光伏電池片價格分析

2022年第四季度至2024年第四季度光伏電池片價格下跌主要由三個因素驅動，包括硅片價格下跌、行業產能過剩和非硅成本降低。首先，全球市場用於N型182mm電池片的硅片平均售價從2023年的人民幣3.2元/片迅速降至2025年的人民幣1.0元/片。硅片成本的下降主要受硅材價格下降影響。由於硅片是光伏電池片的主要原材料，其價格下跌也導致了光伏電池片價格的下跌。其次，自2023年第四季度以來，全球光伏電池片行業經歷了快速的產能擴張，導致供需過剩從2023年的248.1GW增加到2025年的491.5GW，最終引發了價格競爭。第三，網版圖案的優化降低了漿料消耗，智能生產和管理系統降低了每條生產線的勞動力需求，共同降低了行業的非硅成本。這些綜合因素使全球N型182mm電池片的平均售價從2022年第四季度的人民幣1.26元/瓦降至2025年第四季度的人民幣0.27元/瓦。此外，在美國市場，2025年N型182毫米電池片的價格約為人民幣0.98元/瓦，而印度約為人民幣0.32元/瓦。

全球光伏產業供需盈餘從2024年的523.0GW下降至2025年的491.5GW，同期中國市場供需盈餘則將從490.9GW下降至470.2GW。隨著產能出清與行業整合持續推進，預計將促成更趨平衡的市場環境，光伏電池片價格有望在2024年後趨於穩定。

光伏電池片(M10, 182mm)*平均售價，全球，2022年至2025年



行業概覽

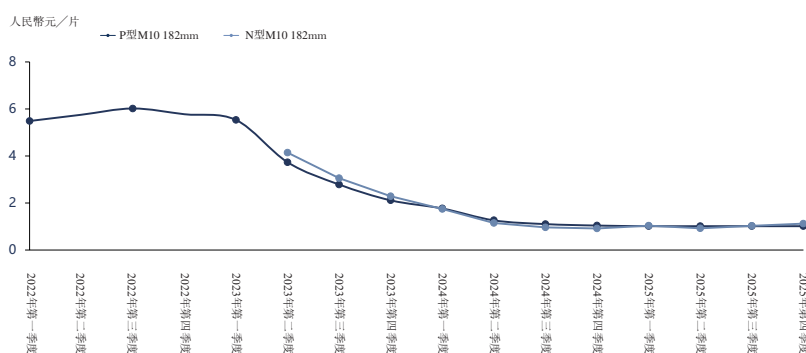
資料來源：弗若斯特沙利文

*附註：182mm是光伏行業的標準生產線規格。

光伏電池片的原材料分析

在各種光伏電池片原材料中，硅片是最大的成本組成部分，約佔2025年總成本的48%。由於多晶硅是硅片製造的核心原材料，其價格波動直接影響硅片價格。自2023年起，多晶硅產能釋放導致市場供過於求，導致多晶硅價格下跌，從而推動P型及N型182毫米電池片所用硅片的平均售價在2023年至2024年快速下跌。然而，隨著多晶硅供需平衡預期改善，硅片價格有望在預測期間趨於穩定。

硅片平均售價（M10, 182mm），全球，2022年至2025年第三季度



資料來源：弗若斯特沙利文

光伏電池片行業的競爭分析

全球及中國光伏電池片市場的競爭格局

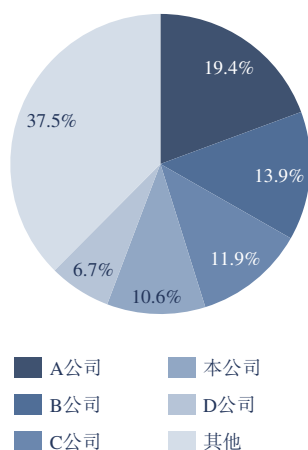
光伏電池片專業化製造商及光伏一體化製造商是全球及中國光伏電池片行業中的兩類參與者。光伏電池片專業化製造商專注於光伏電池片的研發、生產和銷售，其一半以上的光伏電池片直接交付給外部客戶。而光伏一體化製造商則涉足行業多個環節，包括硅料、硅片、光伏電池片、光伏組件等產品的生產，其一半以上的光伏電池片出貨量用於內部光伏組件生產。同時，縱使一體化製造商參與光伏產業鏈多個環節，其自有電池片產能往往不足以滿足自身光伏組件生產需求，故仍須向專業化製造商進行採購。光伏電池片專業化製造商面臨整合型企業的直接競爭。然而光伏電池片專業化製造商憑藉專注創新致勝。其專注靈活的研發加速技術應用，令其在價值鏈中確立關鍵且具韌性的市場地位。

行業概覽

全球光伏電池片製造商的N型TOPCon光伏電池片出貨量排名

於2024年，全球光伏電池片製造商的N型TOPCon光伏電池片對外出貨量達到157.0GW。在全球光伏電池片製造商中，A公司的N型TOPCon光伏電池片出貨量最高，其次是B公司及C公司。本公司的N型TOPCon光伏電池片對外出貨量為16.7GW，在全球光伏電池片製造商中排名第四，市場份額為10.6%。

光伏電池片製造商的N型TOPCon光伏電池片出貨量排名 (按對外出貨量計算)，全球，2024年



排名	公司	國家	N型TOPCon 光伏電池片 對外出貨量(GW)	市場份額
1	A公司	中國	30.4	19.4%
2	B公司	中國	21.8	13.9%
3	C公司	中國	18.7	11.9%
4	本公司	中國	16.7	10.6%
5	D公司	中國	10.5	6.7%
	其他		58.9	37.5%
	總計		157.0	

資料來源：公司報告、弗若斯特沙利文

附註：對外出貨量指交付予外部客戶的N型TOPCon光伏電池片數量，不包括用於內部光伏組件生產的數量。

A公司總部位於中國海南省，在深圳證券交易所及香港聯交所上市，成立於2003年，主要從事高效光伏電池片的研發、生產和銷售。

B公司總部位於中國四川省，在上海證券交易所上市，成立於2009年，主要從事光伏電池片及組件的研發、生產和銷售。

C公司總部位於中國江蘇省，成立於2011年，主要從事高效光伏電池片及組件的研發、生產和銷售。

D公司總部位於中國四川省，成立於2023年，主要從事高效光伏電池片的研發、生產和銷售。

全球N型TOPCon光伏電池片市場的競爭格局相對集中，按2024年收入計，前五大公司佔總市場份額的62.1%。

2024年，全球N型TOPCon光伏電池片製造商總收入達人民幣487億元。本公司2024年N型TOPCon光伏電池片收入為人民幣44億元，全球排名第四，市場份額達9.1%。

行業概覽

N型TOPCon光伏電池片製造商排名(按收入計算)，全球，2024年



資料來源：公司報告、弗若斯特沙利文

全球光伏電池片專業化製造商的N型TOPCon光伏電池片出貨量排名

於2024年，全球光伏電池片專業化製造商的N型TOPCon光伏電池片對外出貨量達到123.2GW。在全球光伏電池片專業化片製造商中，A公司的N型TOPCon光伏電池片出貨量最高，其次是C公司及本公司。本公司的N型TOPCon光伏電池片對外出貨量為16.7GW，在全球光伏電池片專業化製造商中排名第三，市場份額為13.5%。

光伏電池片專業化製造商的N型TOPCon光伏電池片出貨量排名 (按對外出貨量計算)，全球，2024年



資料來源：公司報告、弗若斯特沙利文

附註：對外出貨量指交付予外部客戶的N型TOPCon光伏電池片數量，不包括用於內部光伏組件生產的數量。

行業概覽

進入壁壘

- **技術壁壘：**光伏電池片製造行業是技術密集型行業，技術壁壘較高。隨著下游應用的不斷發展，客戶對光伏電池片的性能要求也越來越高，這要求製造商擁有強大的研發能力和持續創新能力，以提高轉換效率和可靠性。這些技術挑戰構成了較高的進入壁壘，使得新進入者難以快速達到現有市場領導者的技術水平。
- **客戶資源壁壘：**獲得下游優質客戶對光伏電池片製造商的可持續發展至關重要。主要客戶在批准新供應商並建立長期合作關係之前會進行嚴格的評估，而由於認證周期長、轉換成本高昂，他們不願更換現有供應商，這構成了強大的客戶資源壁壘。因此，新進入者必須投入大量時間和資源來與客戶建立信任和關係。