

行業概覽

本節及本文件其他章節所載的資料及統計數據摘錄自我們委託弗若斯特沙利文編製的報告，以及各種政府官方政府出版物及其他公開出版物。我們聘請弗若斯特沙利文就[編纂]編製獨立行業報告弗若斯特沙利文報告。

來自官方政府來源的資料尚未經我們、聯席保薦人、[編纂]、[編纂]、[編纂]、[編纂]、[編纂]、彼等各自的任何董事及顧問或參與[編纂]的任何其他人士或各方獨立核實，對其準確性亦不發表任何聲明。

資料來源及研究方法

本節及本文件其他章節所載的資料及統計數據摘錄自不同的官方政府出版物、公開市場研究的可用資料來源以及獨立供應商的其他資料來源。此外，我們委聘弗若斯特沙利文編製有關[編纂]的獨立行業報告。本文件中披露的弗若斯特沙利文的資料摘錄自弗若斯特沙利文報告，該報告受我們委託編製，委託費用為人民幣450,000元，並經弗若斯特沙利文同意披露。弗若斯特沙利文報告由弗若斯特沙利文獨立編製，不受我們或其他利益相關方任何影響。

弗若斯特沙利文是一家獨立的全球諮詢公司，於1961年在紐約成立，其服務包括(其中包括)行業諮詢、市場戰略諮詢及企業培訓等。弗若斯特沙利文進行了(i)初步研究，其中包括與若干領先的行業參與者討論行業現狀，並力求採訪行業專家以收集資料，幫助進行深入分析；及(ii)二次研究，包括根據其自有研究數據庫審閱公司報告、獨立研究報告及數據。

董事確認，自弗若斯特沙利文報告發佈之日以來，市場資料並無產生任何可能限制、違背或影響本行業概覽章節所載資料的不利變化。我們的每名董事及聯席保薦人在篩選及確定指定的信息來源、編輯、提取及轉載信息以及確保本行業概覽章節的信息無重大遺漏時，均已採取合理審慎措施。

行業概覽

全球及中國碳化硅功率器件市場概覽

功率半導體器件簡介

功率半導體器件是電力電子產品中用作開關或整流器的半導體器件。根據器件類型，功率半導體器件可分為分立器件和功率模塊。這些器件是電子系統電源管理的關鍵。為免生疑問，在討論功率器件市場時，我們是指功率分立器件和功率模塊的綜合市場。

半導體材料的歷史與演進

第一代半導體採用硅(Si)和鍺(Ge)等材料，實現從真空管到緊湊型電子器件的轉變，為信息處理和自動化帶來革命性的變化。第二代半導體基於砷化鎵(GaAs)和磷化銦(InP)等化合物半導體，具有更快的電子遷移率和直接帶隙特性，適用於高頻傳輸及紅外激光器等低發射應用。

第三代半導體同樣是基於化合物的半導體，例如碳化硅(SiC)和氮化鎵(GaN)等。碳化硅以其寬帶隙、高熱導率和優異的抗輻射性能而脫穎而出。碳化硅具有更高的電氣強度和能量效率，是高功率、高溫和高頻應用的理想選擇。使用碳化硅可顯著降低功率損耗，提高能量轉換效率，並能在極端條件下運行。由於具備高擊穿電場強度、高熱導率和寬帶隙等優異特性，市場正朝著第三代半導體的方向發展，碳化硅已廣泛應用於電動汽車、可再生能源系統、智能電網和工業電機驅動等高壓大電流場景，逐漸取代傳統的硅基功率半導體器件，推動電力電子技術的革新，並支持向更可持續、更高效的技術轉型。

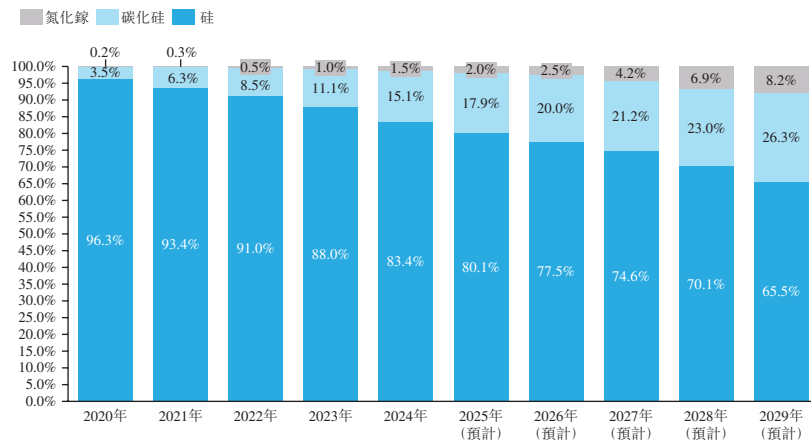
就收入而言，碳化硅功率器件的市場滲透率已從2020年的3.5%迅速增長至2024年的15.1%，預計到2029年將增長至26.3%，逐漸從傳統硅基器件手中搶佔更多市場份額。

中國政府將第三代半導體產業視為支撐經濟社會發展、保障國家安全的戰略性基礎產業。國家層面出台了《製造業可靠性提升實施意見》和《中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和2035年遠景目標綱要》等一系列鼓勵和扶持政策，以加快第三代半導體產業的發展。

行業概覽

在新能源汽車出貨量增長和光伏電壓等級提高的推動下，碳化硅功率器件市場快速增長。

2020年至2029年（預計）全球主要半導體材料的滲透率（按設備收入百分比劃分）⁽¹⁾



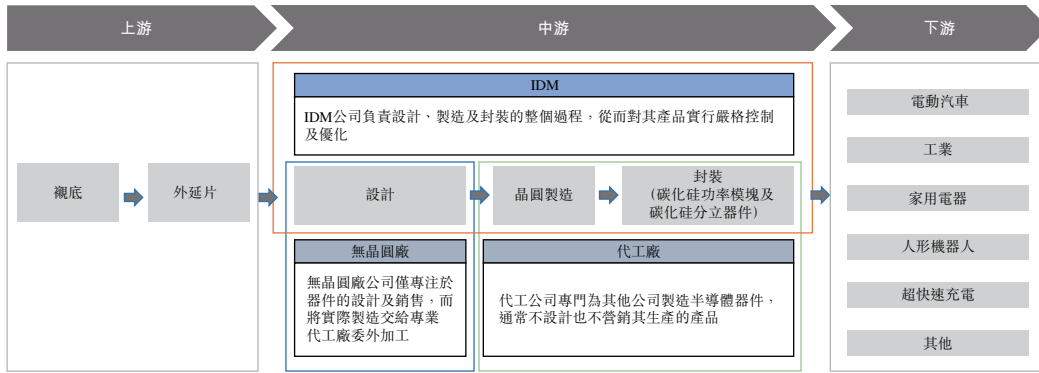
附註：市場僅包括氮化鎵、碳化硅及硅。

資料來源：弗若斯特沙利文、Yole

碳化硅功率半導體價值鏈及製造流程

碳化硅功率半導體價值鏈始於上游襯底和外延片供應商，他們通過在襯底上生長精密層來生產外延片。中游製造商使用這些外延片，通過從芯片設計、光刻和測試到封裝和模塊集成的複雜工藝來製造碳化硅功率器件。與無晶圓廠及代工廠模式相比，IDM是一種流行模式，涵蓋自有碳化硅功率器件產品的設計、製造、封裝及營銷的整個過程。在IDM模式下，公司通常擁有並運營自有生產及封裝設施，使其能夠從始至終完全控制生產流程。這種垂直整合使該等公司得以針對特定應用優化產品，並確保設計與製造之間的緊密整合。最後，新能源汽車和機器人等下游應用利用這些碳化硅功率器件，推動各行業的技術進步和效率提升。

行業概覽

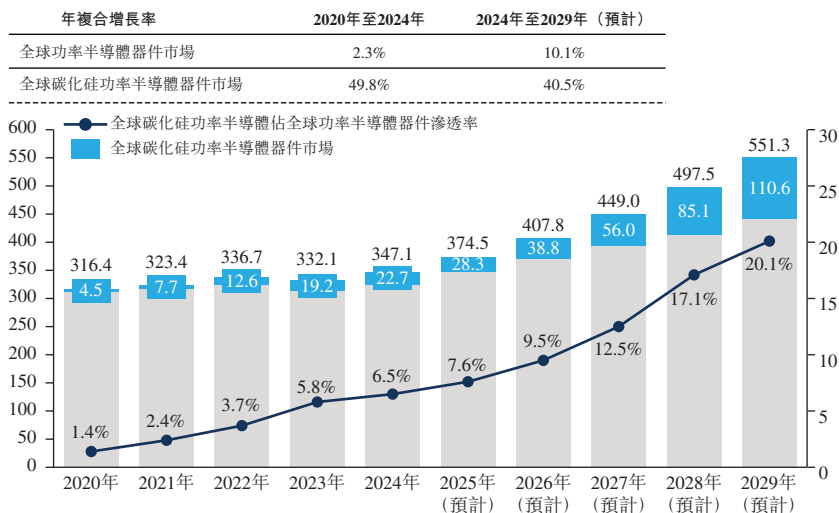


資料來源：弗若斯特沙利文

全球碳化硅功率器件行業市場規模

2020年至2024年，全球碳化硅功率器件行業經歷了顯著增長。市場規模從2020年的人民幣45億元增長至2024年的人民幣227億元，年複合增長率為49.8%。預計2025年至2029年，全球碳化硅功率器件行業市場規模將繼續上升，年複合增長率為40.5%。預計市場規模將快速增長，到2029年將達到約人民幣1,106億元。碳化硅在全球功率器件市場的滲透率也顯著提升。該比例從2020年的1.4%上升至2024年的6.5%，預計到2029年將達到20.1%。

2020年至2029年（預計）全球碳化硅功率器件行業市場規模
（按銷售收入劃分，單位：人民幣十億元）



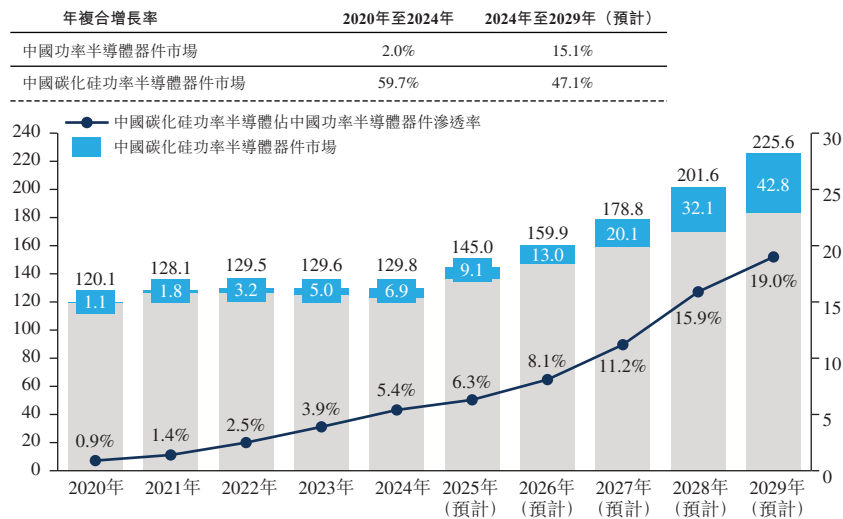
資料來源：弗若斯特沙利文、Omdia、Yole

行業概覽

中國碳化硅功率器件行業市場規模

2020年至2024年，中國碳化硅功率器件市場銷售收入從2020年的人民幣11億元增長至2024年的人民幣69億元，年複合增長率為59.7%。預計2025年至2029年該數值將以47.1%的年複合增長率增長，預計2029年市場規模將達到人民幣428億元。碳化硅在中國功率器件市場的滲透率也從2020年的0.9%大幅提升至2024年的5.4%，預計到2029年將達到19.0%。

2020年至2029年（預計）中國碳化硅功率器件行業市場規模
（按銷售收入劃分，單位：人民幣十億元）



資料來源：弗若斯特沙利文、Omdia、Yole

全球及中國碳化硅功率半導體分立器件市場概覽

碳化硅功率半導體分立器件簡介及分類

按裝置類型計，碳化硅功率半導體器件可分為碳化硅分立器件及碳化硅功率模塊。碳化硅分立器件為獨立封裝的單晶片半導體元件，可作為高效能開關或二極管，實現能量轉換或控制。這些器件是電子系統中必不可少的組成部分，以其獨特的電氣特性而區別，廣泛用於放大、整流和穩壓任務。碳化硅分立器件的主要類別包括二極管和晶體管，它們各自具有獨特的特性，適用於各種應用，尤其是在高功率、高溫和 high 頻等苛刻的條件下。

行業概覽

- **碳化硅分立二極管**：這些器件僅允許電流沿一個方向流動，在將交流轉換為直流的整流電路中非常有效。碳化硅二極管因其能夠承受高電壓和高溫，同時保持高效的開關性能，在電力電子領域表現出色。碳化硅的關鍵優勢在於其寬禁帶，與傳統硅二極管相比，其能量損耗更低、運行速度更快，是電源、新能源汽車和可再生能源系統等應用的理想選擇。
- **碳化硅分立晶體管**：這些元件用於放大或切換電子信號和電力。它們用小輸入信號控制大電流，可以有效地用作開關或放大器。碳化硅晶體管是各種電子系統的組成部分，從基本開關機制到計算機和數字設備中的複雜電路。其中，MOSFET因其低導通電阻和卓越的熱穩定性，成為高效應用的首選。

全球及中國碳化硅功率半導體分立器件市場規模

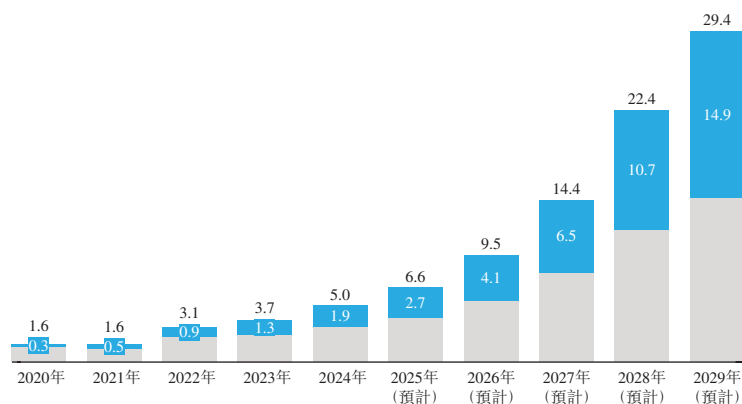
預計未來十年全球碳化硅分立器件市場將顯著增長。2020年至2024年，該市場的年複合增長率預計為32.2%，銷售收入從2020年的人民幣16億元增長至2024年的人民幣50億元。預計這種強勁增長勢頭將在接下來一段時間內持續，2025年至2029年，市場年複合增長率將達到45.0%，2029年銷售收入將達到人民幣294億元。

在此全球背景下，中國碳化硅分立器件市場預計也將大幅增長。2020年至2024年，中國市場以65.4%的年複合增長率增長，銷售收入從2020年的人民幣3億元增長至2024年的人民幣19億元，2024年對全球市場的貢獻率達38.4%。預計下一階段將繼續保持該增長勢頭，2025年至2029年的年複合增長率將達53.6%，2029年銷售收入將達人民幣149億元，對全球市場的貢獻率達50.5%。

行業概覽

2020年至2029年（預計）全球及中國碳化硅功率半導體分立器件市場 （按銷售收入劃分，單位：人民幣十億元）

| 年複合增長率 | 2020年至2024年 | 2024年至2029年（預計） |
|-------------|-------------|-----------------|
| 全球碳化硅分立器件市場 | 32.3% | 45.0% |
| 中國碳化硅分立器件市場 | 65.4% | 53.6% |



資料來源：弗若斯特沙利文、Yole

全球及中國功率半導體分立器件行業的關鍵驅動因素

根據弗若斯特沙利文的資料，全球及中國功率半導體分立器件市場主要受以下幾個關鍵驅動因素推動：

技術進步、更高的良率和更低的成本推動中國碳化硅分立器件增長

中國碳化硅分立器件行業的發展得益於技術進步、更高的良率和更低的成本。近年來，中國在碳化硅研究和產業化方面取得了重大進展。6吋襯底和外延技術的成熟提高了良率和成本效益。例如，6吋襯底上的微管密度缺陷已從早期的10/cm²下降到不足1/cm²，質量顯著提升。此外，向更大尺寸襯底（例如8吋晶圓）轉變，理論上可以將製造成本降低高達60%。國產設備和工藝的進步也在降低成本方面發揮了至關重要的作用。這些因素共同增強了碳化硅分立器件的市場競爭力，推動其在各種應用中的普及。

行業概覽

隨著碳化硅材料價格持續下降，碳化硅功率半導體正在搶佔硅基功率半導體市場

全球碳化硅分立器件市場需求激增，主要原因是碳化硅材料成本下降。成本降低對於碳化硅功率半導體從傳統硅基半導體中搶佔市場份額至關重要。隨著碳化硅價格競爭力提升，其在功率半導體應用中的經濟效益日益顯現，推動其在各行各業的廣泛應用。隨著碳化硅的卓越性能獲得認可以及材料成本持續下降，碳化硅功率半導體將在全球和中國市場擴大其影響力，標誌著行業的重大轉變。

全球及中國功率半導體分立器件市場趨勢

根據弗若斯特沙利文的資料，全球及中國功率半導體分立器件市場（尤其是碳化硅分立器件）正呈現以下趨勢：

更大襯底尺寸降低了分立器件整體生產成本

碳化硅分立器件行業的一個主要趨勢是向更大襯底尺寸發展，這有望大幅降低生產成本。隨著技術能力和製造規模的提升，向更大晶圓直徑過渡變得既實用又具有成本效益。這種轉變可使每個晶圓生產更多芯片，降低單位成本，從而提高效率。因此，該行業受益於成本競爭力的增強，這可能會加快碳化硅分立器件的普及，並通過使這些高性能解決方案更加經濟實惠來擴大市場份額。

器件正朝著更低導通電阻、更小元胞尺寸、更低開關損耗和更好的柵極氧化層保護的方向發展

碳化硅分立器件領域正朝著更低導通電阻、更小元胞尺寸、更低開關損耗和更好的柵極氧化層保護的產品方向發展。這些發展受功率半導體應用對更高效率和性能的需求所推動。更低的導通電阻使碳化硅功率器件能夠以最低能量損耗處理更高電流，這對於高功率和高頻應用至關重要。更小的元胞尺寸可提高功率密度，在給定空間內可容納更多器件，並減小功率模塊尺寸。降低開關損耗可提高效率和熱管理，這對於新能源汽車和可再生能源系統等應用至關重要。增強的柵極氧化層保護可確保在嚴苛條件下的長期可靠性。這些創新使碳化硅分立器件成為下一代電力電子產品的基石，提升了其競爭力和多功能性。

行業概覽

中國碳化硅功率半導體分立器件市場競爭格局

中國碳化硅功率半導體分立器件市場屬集中，按2024年收入計，前十大市場參與者合共佔據超過90%的市場份額。按2024年收入計，本集團在中國所有碳化硅功率半導體分立器件供應商中排名第九，市場份額為2.7%。

全球及中國碳化硅功率半導體分立器件市場的進入壁壘

高資本需求。建立具競爭力的市場地位需要在先進設備、材料採購及生態系統整合方面進行大量前期投資。高資本密集度使缺乏雄厚財務實力或戰略支持的新進入者卻步。

技術與專業知識壁壘。掌握碳化硅器件設計、工藝優化及可靠性保障需要多年專業積累與研發投入。現有企業與新進入者之間的技術差距顯著，學習週期長，且對關鍵知識產權的獲取受限。

客戶認證。終端用戶，尤其是汽車及工業電力電子領域，對產品認證週期及可靠性標準要求極為嚴格。新進入者需經多年測試、認證及長期性能驗證方可取得design-win，延遲其收入產生時間。

全球及中國碳化硅功率模塊市場概覽

功率模塊簡介

碳化硅功率模塊可理解為「增強型集成電源管理單元」，將多個碳化硅芯片整合至單個通常更為複雜的封裝中。通過集成多個分立芯片，功率模塊可以提高系統可靠性和集成度，同時簡化電路設計和安裝。功率模塊通常用於需要高功率密度和複雜控制的場景，例如新能源汽車、光伏逆變器和工業變頻器。

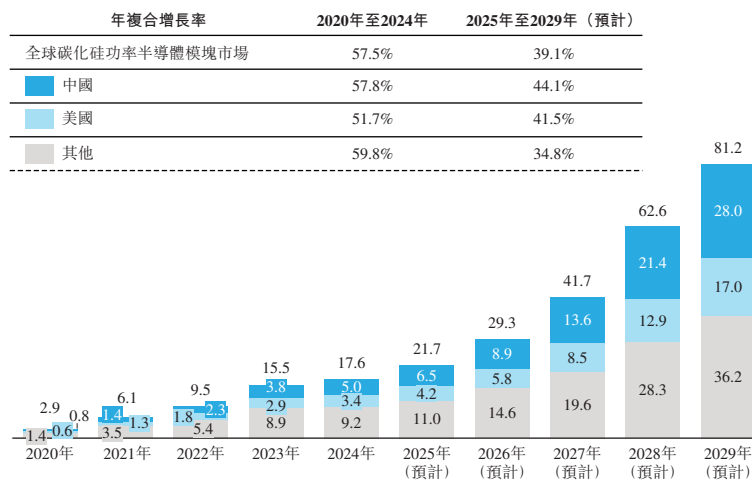
全球碳化硅功率模塊市場規模（按地區劃分）

預計2020年至2029年，全球碳化硅功率模塊市場將大幅擴張。2020年至2024年期間，銷售收入從人民幣29億元增長至人民幣176億元，年複合增長率為57.5%，預計到2029年將達到人民幣812億元，2025年至2029年的年複合增長率為39.1%。從地域上看，中國市場規模從2020年的人民幣8億元增長至2024年的人民幣50億元，年複合增長率為57.8%，預計到2029年，銷售收入有望達到人民幣280億元，2025年至2029年的

行業概覽

年複合增長率為44.1%。美國市場的銷售收入從2020年的人民幣6億元增長至2024年的人民幣34億元，年複合增長率為51.7%，預計到2029年將達到人民幣170億元，2025年至2029年的年複合增長率為41.5%。其他地區合計的銷售收入預計將從2024年的人民幣92億元增長至2029年的人民幣362億元，2020年至2024年的年複合增長率為59.8%，2025年至2029年的年複合增長率為34.8%。

2020年至2029年（預計）全球碳化硅功率模塊市場
(按銷售收入和地理位置劃分，單位：人民幣十億元)



資料來源：弗若斯特沙利文、專家訪談

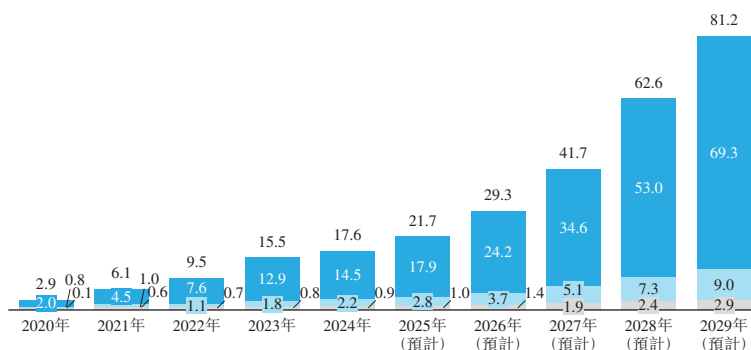
全球碳化硅功率模塊市場規模（按應用劃分）

就下游應用而言，電動汽車行業是全球碳化硅功率模塊市場增長的主要驅動力。2020年至2024年，全球電動汽車銷量從2020年的3.1百萬輛增長至2024年的18.2百萬輛，年複合增長率為55.4%。相應地，電動汽車滲透率（以全球電動汽車銷量除以全球汽車銷量計算）從2020年的4.0%增至2024年的19.1%。2020年至2024年，應用於電動汽車細分市場的全球碳化硅功率模塊銷售收入的年複合增長率為65.0%，預計2025年至2029年的年複合增長率將達到40.3%，為整體市場擴張做出重大貢獻。工業應用對碳化硅功率模塊的持續需求也對2025年至2029年全球碳化硅功率模塊市場的增長起到關鍵作用，年複合增長率為34.1%。以光伏能源為例，2020年至2024年，全球光伏累計安裝量從772.4吉瓦增至2.2太瓦，年複合增長率為29.9%。2020年至2024年，家用電器、超快速充電器等其他行業的銷售收入年複合增長率為68.3%，預計2025年至2029年的年複合增長率將達到29.6%，這表明碳化硅功率模塊的應用多樣化且市場覆蓋面廣泛。

行業概覽

2020年至2029年（預計）全球碳化硅功率模塊市場 （按銷售收入和應用劃分，單位：人民幣十億元）

| 年複合增長率 | 2020年至2024年 | 2025年至2029年（預計） |
|----------------|-------------|-----------------|
| 全球碳化硅功率半導體模塊市場 | 57.5% | 39.1% |
| ■ 電動汽車 | 65.0% | 40.3% |
| ■ 工業 | 29.4% | 34.1% |
| ■ 其他 | 68.3% | 29.6% |



*附註：其他包括家用電器、超快速充電器、電動垂直起降飛機和其他

資料來源：弗若斯特沙利文、Yole

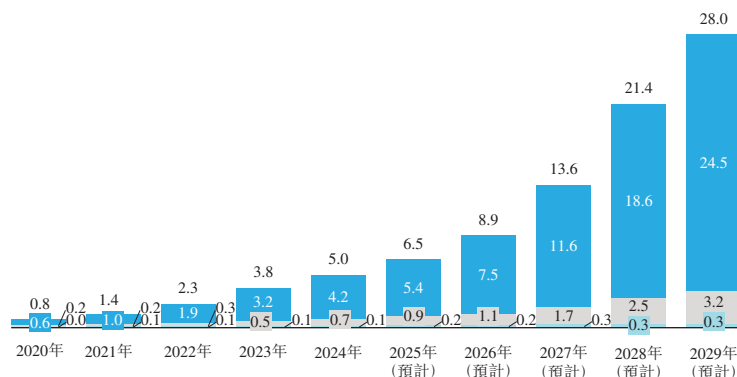
中國碳化硅功率模塊市場規模（按應用劃分）

與全球市場的發展模式相似，電動汽車行業也是中國碳化硅功率模塊市場增長的關鍵驅動力。2020年至2024年，電動汽車細分市場銷售收入的年複合增長率為64.6%，預計2025年至2029年的年複合增長率將達到45.9%，2029年將達到人民幣245億元。2020年至2024年期間，中國工業應用對碳化硅功率模塊的需求持續強勁，2020年至2024年的年複合增長率為32.9%，2025年至2029年的年複合增長率為36.6%（按銷售收入計算）。2020年至2024年，家用電器、超快速充電器等其他應用的年複合增長率為78.1%，預計2025年至2029年將以15.8%的年複合增長率進一步增長。

行業概覽

2020年至2029年（預計）中國碳化硅功率模塊市場 （按銷售收入和應用劃分，單位：人民幣十億元）

| 年複合增長率 | 2020年至2024年 | 2025年至2029年（預計） |
|----------------|-------------|-----------------|
| 中國碳化硅功率半導體模塊市場 | 57.8% | 44.1% |
| ■ 電動汽車 | 64.6% | 45.9% |
| ■ 工業 | 32.9% | 36.6% |
| ■ 其他* | 78.1% | 15.8% |



*附註：其他包括家用電器、超快速充電器、電動垂直起降飛機和其他

資料來源：弗若斯特沙利文、Yole

碳化硅功率模塊下游應用分析

- 電動汽車行業：**碳化硅功率模塊顯著提升了新能源汽車的效率。與硅基IGBT相比，碳化硅功率模塊可將電機驅動器的能量損耗降低70-90%，將車載充電器(OBC)的能量損耗降低40%以上，從而延長車輛續航里程並提高充電速度。在DC/DC轉換器中，碳化硅功率模塊可將能量損耗降低80%以上，從而提高整體電源效率。新能源汽車的碳化硅功率器件市場正在蓬勃發展，車型數量從2019年的1款增長至2024年的200多款，銷量也從30萬台增長至300萬台。碳化硅功率模塊可提高效率、降低成本並減輕車輛重量。400V碳化硅功率器件市場的銷量已從2020年的43萬台躍升至2024年的近227萬台。800V碳化硅功率器件的需求也在不斷增長，這些器件可提供更快的充電速度和更高的效率，有望取代傳統的硅基IGBT。
- 工業領域：**工業領域包括光伏、電網、軌道交通、電信和基礎設施。在光伏系統中，碳化硅功率模塊可將轉換效率提高1%-3%，並將設備尺寸縮小40%-60%；在電網領域，碳化硅功率模塊可減少元件數量和系統複雜性，從而提高電能質量；在鐵路行業，可將能耗降低10%以上，並降低噪音和溫度；在電信和基礎設施領域，可構建更高效的電源，從而提高功率密度和轉換效率。

行業概覽

- **其他行業：**其他行業包括電動垂直起降(eVTOL)飛機、人形機器人、家用電器和超快速充電器。在電動垂直起降飛機中，碳化硅功率模塊將提高飛行效率和安全性。通過使用碳化硅功率模塊，人形機器人和微型機器人可受益於更高的開關頻率和更低的功率損耗，從而實現更精確、更靈活的移動；家用電器可受益於更高的功率密度和更少的散熱器，從而實現更小、更高效的設備；新能源汽車超快速充電器利用碳化硅的高穩定性和寬工作溫度範圍，提供更快、更穩定的充電解決方案。

全球及中國功率模塊市場的主要驅動因素

根據弗若斯特沙利文的資料，全球及中國功率模塊市場主要受以下關鍵因素驅動：

傳統硅基功率模塊在性能提升方面遭遇瓶頸

與碳化硅功率模塊相比，硅基功率模塊的物理極限（例如最大帶隙能量）限制了其有效處理更高電壓、頻率和溫度的能力。這會導致更大的能量損失和更低的散熱效率，而這些都是電動汽車、光伏儲能和鐵路運輸等高性能應用中的關鍵問題。例如，在電動汽車領域，與硅基IGBT功率模塊相比，電機驅動系統中使用的碳化硅功率模塊可將整體能源利用效率提高9%。因此，憑藉優異的材料特性，碳化硅功率半導體模塊日益受到青睞，能夠在這些要求嚴苛的下游環境中實現更好的性能、更高的效率和更可靠的運行。

下游應用推動全球碳化硅功率模塊行業增長

以電動汽車和光伏為代表的下游應用市場快速發展，是全球碳化硅功率模塊行業發展的關鍵驅動因素。電動汽車領域的碳化硅功率半導體行業在2020年至2024年期間的年複合增長率高達65.1%，而預計於2025年至2029年期間仍將保持41.6%的顯著增速。與此同時，光伏+ESS領域也展現同樣的發展勢頭，同期年複合增長率分別為39.0%和30.6%。電動汽車的普及趨勢在中國尤為明顯。全球範圍內，2024年電動汽車的滲透率（按電動汽車銷量佔汽車總銷量的比例計算）為19.2%。相比之下，2024年中國電動汽車滲透率為40.9%。該趨勢主要受政府激勵措施、嚴格的排放法規以及消費者更青睞環保交通工具推動。具體而言，中國實施日益嚴格的汽車排放標準，例如最近實施的國六b排放標準。這些嚴格的標準推動了電動汽車的廣泛應用，進而刺激對用於新能源汽車動力系統以提高效率和性能的碳化硅功率模塊的需求。

行業概覽

可再生能源的推動，以及對高效能源存儲和轉換解決方案的需求，使得碳化硅成為光伏行業不可或缺的材料。與傳統硅基模塊相比，碳化硅功率模塊具有更高的效率、更快的開關速度和更佳的熱管理，這對於光伏系統的效率至關重要。此外，智能電網的擴張以及對更高效、更可靠的配電系統的需求進一步刺激了對碳化硅功率模塊的需求。因此，全球碳化硅功率模塊行業正經歷顯著增長，市場領先者紛紛投入研發，以提高碳化硅功率模塊的性能並降低其生產成本，使其更容易獲得更廣泛的應用。

政策扶持

中國碳化硅功率器件行業發展勢頭強勁，主要得益於一系列國家扶持政策。工業和信息化部(工信部)於2024年1月發佈《關於推動未來產業創新發展的實施意見》等政策。該政策專門針對推動碳化硅等尖端半導體材料的創新應用，將碳化硅等先進半導體材料定位為未來全球技術創新及產業發展的關鍵領域之一。早在2023年，工信部已發佈《製造業可靠性提升實施意見》和《電子信息製造業2023 – 2024年穩增長行動方案》。這些舉措旨在建立更穩健可靠的半導體產業，從而促進整個行業的創新和質量提升。此外，全國人民代表大會於2021年3月發佈的《中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和2035年遠景目標綱要》中的戰略規劃，進一步強化了寬禁帶半導體的發展重點。該規劃不僅強調了碳化硅技術的重要性，而且與國家經濟增長和技術自給自足的宏偉目標相契合。這些舉措提供了清晰的政策框架和方向，有力推動了碳化硅功率器件行業的發展，確保其始終處於技術創新的前沿，並滿足電子和電力電子領域各種應用日益增長的需求。

生產工藝不斷進步，良率提高，產品性能和可靠性提升

全球和中國碳化硅功率模塊行業正受到生產工藝不斷改進的推動，這些工藝顯著提高了良率、產品性能和可靠性。材料生長、晶圓製造和器件製造方面的創新降低了缺陷密度，優化了生產效率，從而提高了碳化硅襯底和元件的質量。這些改進使碳化硅功率模塊能夠實現卓越的性能指標，例如更高的效率、更快的開關速度和更高的熱穩定性，使其在大功率應用中更具競爭力。

行業概覽

全球及中國功率模塊市場趨勢

根據弗若斯特沙利文的資料，全球及中國功率模塊市場（尤其是碳化硅功率模塊）的主要趨勢包括以下幾個方面：

上游價格下降提高下游應用的滲透率

全球碳化硅功率模塊行業目前上游價格正在下降，主要是由於上游原材料成本的降低。該成本優勢使製造商能夠提供價格更具競爭力的碳化硅模塊，而這進而加快了其於各種下游應用中的滲透率。因此，電動汽車、光伏及軌道交通等行業越來越多地採用碳化硅模塊，因為其具有卓越的性能及成本效益。

涵蓋從芯片設計、製造和封裝到模塊封裝和測試的IDM模式崛起

全球及中國碳化硅功率模塊行業的一個顯著趨勢是IDM模式成為主流。該模式涵蓋整個價值鏈，包括芯片設計、晶圓製造、模塊封裝和測試。通過垂直整合這些流程，IDM可以加強對產品質量的控制，加快開發週期，並更有效地管理供應鏈。這種方法在快速發展的碳化硅功率模塊市場尤其有利，因為技術創新和規模經濟對於保持競爭力至關重要。

國產化趨勢加快

在中國，碳化硅功率模塊市場的國產替代趨勢明顯，生產本地化進程正在加快。2023年，中國半導體材料整體國產化率約為15%，其中晶圓製造材料國產化率接近15%，封裝材料國產化率接近30%。這種轉變的特點是，與進口替代品相比，國產碳化硅功率模塊的市場吸引力日益增強。此外，中國製造商正以更大的規模直接向海外客戶出口，並快速響應市場需求。政府激勵措施、技術進步以及在關鍵技術領域提高自給自足能力的戰略推動了這一趨勢。因此，中國企業在碳化硅功率模塊行業的市場份額預計將大幅擴大，從而減少對外國供應商的依賴，增強國內產業的應變能力。

行業概覽

全球及中國碳化硅功率模塊市場競爭格局

中國碳化硅功率模塊市場競爭格局（2024年）

在2024年中國碳化硅功率半導體器件市場中，本公司以2.8%的市場份額排名第八。在2024年中國碳化硅功率模塊市場的競爭格局中，公司A以人民幣12億元的可觀收入成為領先者，佔24.0%的市場份額。公司B和公司C緊隨其後，收入分別為人民幣9億元和人民幣7億元，市場份額分別為17.5%和13.1%。在眾多競爭對手中，本集團以2.9%的市場份額在所有公司中位居第六並且在中國公司中排名第三。

中國碳化硅功率模塊市場主要公司排名（2024年）

| 排名 | 公司 | 碳化硅功率模塊收入 (人民幣十億元) | 市場份額 (%) |
|--------------|-----|-----------------------|-------------|
| 1 | 公司A | 1.20 | 24.0% |
| 2 | 公司B | 0.88 | 17.5% |
| 3 | 公司C | 0.66 | 13.1% |
| 4 | 公司E | 0.56 | 11.2% |
| 5 | 公司F | 0.55 | 10.9% |
| 6 | 本集團 | 0.15 | 2.9% |
| 7 | 公司H | 0.08 | 1.6% |
| 8 | 公司G | 0.07 | 1.4% |
| 9 | 公司I | 0.04 | 0.7% |
| 10 | 公司J | 0.03 | 0.5% |
| 小計 | | 4.21 | 83.7% |

- 公司A是一家於巴黎泛歐交易所、紐約證券交易所及意大利證券交易所上市的上市公司。該公司成立於1987年，總部位於荷蘭。該公司是一家以多元化的半導體解決方案而聞名的半導體公司。
- 公司B是一家於納斯達克上市的上市公司，成立於1999年，總部位於美國。該公司是一家全球半導體製造商，生產各種電源與信號管理元件、邏輯裝置及離散元件。

行業概覽

- 公司C是一家於法蘭克福證券交易所及美國場外交易市場OTCQX International Premier上市的上市公司，成立於1999年，總部位於德國。該公司是一家全球半導體製造商，專注於汽車、工業、通訊及消費電子領域
- 公司D是一家於紐約證券交易所上市的上市公司，成立於1987年，總部位於美國。該公司專注於寬禁帶半導體材料與器件的研發及製造
- 公司E是一家於上海證券交易所上市的上市公司，成立於2018年，總部位於中國。該公司致力於碳化硅功率半導體模塊的研發與生產
- 公司F是一家成立於2018年的私營公司，總部位於中國。該公司致力於碳化硅功率半導體器件與模塊的研發及產業化
- 公司G是一家於上海證券交易所上市的上市公司，成立於1997年，總部位於中國。該公司提供全面的碳化硅功率半導體器件、模擬電路及傳感器
- 公司H是一家於上海證券交易所上市的上市公司，成立於2005年，總部位於中國。該公司是一家專注於功率半導體研究、生產及銷售的高科技企業
- 公司I是一家成立於2004年的私營公司，總部位於中國。該公司專注於碳化硅功率產品，包括用於電動汽車的碳化硅功率半導體模塊及碳化硅芯片
- 公司J是一家成立於2017年的私營公司，總部位於中國。該公司是一家致力於提供國產功率半導體及新能源汽車電驅動解決方案的高科技公司

全球及中國碳化硅功率模塊市場的進入壁壘

根據弗若斯特沙利文的資料，全球及中國碳化硅功率模塊市場對新進入者構成若干重大進入壁壘。這些壁壘概述如下：

先發優勢

由於碳化硅功率模塊需要經過漫長而嚴格的客戶驗證過程，尤其是在新能源汽車等高性能應用中，老牌碳化硅功率模塊供應商擁有顯著的先發優勢。這些驗證程序涉及多輪測試和改進，以滿足嚴格性能和可靠性標準。缺乏大規模生產經驗的新進入者

行業概覽

在獲得驗證機會方面面臨相當大的挑戰，因為主要參與者已經與新能源汽車製造商建立長期合作夥伴關係。這些關係往往會達成獨家供應協議，從而形成客戶壁壘，使小公司或新進入者難以突破。老牌碳化硅功率模塊供應商與汽車製造商之間持續的合作也提供了寶貴的反饋循環以迅速迭代產品，進一步鞏固了他們的市場地位和產品可靠性。

領先技術

碳化硅功率模塊的開發需要先進的技術專長和持續的創新，以提高性能、降低成本，並滿足新能源汽車、可再生能源和工業企業等領域不斷變化的應用需求。行業領導者已在研發方面投入大量資金，積累了廣泛的知識產權組合，並掌握碳化硅技術中複雜的材料科學和工程學知識。這使得他們能夠開發自有工藝，而新進入者若不投入大量時間和資金將難以複製這些工藝。此外，在保持高質量和可靠性的同時實現規模化生產，需要先進的製造能力。對於新進入者，既要創新尖端碳化硅功率模塊，又要建立具有競爭力的生產工藝，這種雙重挑戰使這些新進入者與擁有多年運營經驗的老牌製造商相比處於明顯劣勢。

充足資源

進入碳化硅功率模塊市場需要大量資源，包括用於支持研發、先進製造設施和生產規模的資金。可靠的客戶群同樣至關重要，但由於需要進行廣泛的驗證和可靠性演示，尤其是在新能源汽車製造等高風險行業，獲得可靠的客戶群並非易事。此外，強大的供應商網絡對於確保碳化硅功率模塊生產所需原材料的穩定質量和供應至關重要。老牌企業得益於長期的供應商關係，而新進入者難以複製這種關係。這些財務、客戶和供應鏈需求的結合形成了一道難以逾越的壁壘，尤其是在需要持續投資才能保持競爭力的市場中。

獨立於下游客戶

碳化硅功率模塊市場的一個關鍵進入壁壘是製造商需要保持相對於特定下游客戶（例如汽車製造商）的獨立性。這種獨立性對於降低過度依賴單一客戶帶來的風險至關重要，尤其是考慮到汽車製造等行業的需求和經濟週期波動。通過實現客戶群和應用領域的多元化——涵蓋可再生能源、電力電子和消費電子——企業可以獲得更穩定的

行業概覽

收入來源並增強應變能力。這種戰略靈活性還支持積極主動的研發方式，使製造商能夠投資於適用於多個行業的創新技術。這種多元化不僅拓寬了市場範圍，而且增強了競爭定位，使其成為在這個充滿活力的市場中取得成功的關鍵因素。

全球及中國功率半導體柵極驅動市場概況

功率半導體柵極驅動簡介及分類

驅動通常指用於控制和驅動其他電子設備或負載的電子元件或系統。驅動可分為柵極驅動IC和柵極驅動板。驅動主要包括IGBT驅動、碳化硅MOSFET驅動、IGCT驅動、硅基MOSFET驅動等。

- **柵極驅動IC**：專用控制電路，提供必要且精確計時的電氣訊號，以快速且可靠地開關器件，確保最佳性能及效率。這些柵極驅動IC在需要精確控制功率轉換的應用中至關重要，例如調節電源中的電壓和電流，或在太陽能逆變器中將直流轉換為交流。
- **柵極驅動板**：指集成所有必要組件以簡化驅動安裝和使用的電路板。這些柵極驅動板通常包含功率半導體器件、保護電路和其他必要的電子元件。它們易於安裝和配置，使最終用戶能夠快速將其集成到現有系統中，而無需複雜的布線或設計工作。

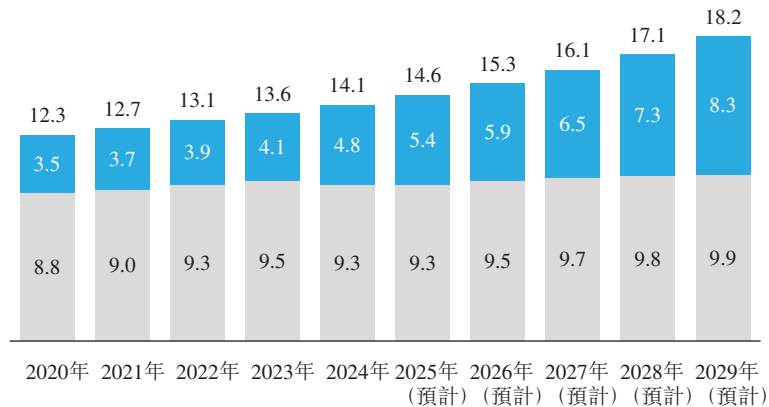
全球及中國功率半導體柵極驅動市場規模

2020年至2024年，全球功率半導體柵極驅動市場的年複合增長率為3.4%，市場規模從2020年的人民幣123億元增長至2024年的人民幣141億元。此後，2025年至2029年，市場規模預計將繼續以5.5%的年複合增長率增長，到2029年將達到人民幣182億元。相比之下，2020年至2024年，中國功率半導體柵極驅動市場的年複合增長率為8.2%，超過全球市場，從2020年的人民幣35億元增長至2024年的人民幣48億元。這一強勁增長勢頭還將進一步加快，2025年至2029年的年複合增長率預計將達到11.4%，到2029年，市場規模將達到人民幣83億元。

行業概覽

2020年至2029年（預計）全球及中國功率半導體柵極驅動市場 （按銷售收入劃分，單位：人民幣十億元）

| 年複合增長率 | 2025年至 | |
|---------------|-------------|-----------|
| | 2020年至2024年 | 2029年（預計） |
| 全球功率半導體柵極驅動市場 | 3.4% | 5.5% |
| 中國功率半導體柵極驅動市場 | 8.2% | 11.4% |



資料來源：弗若斯特沙利文、公共信息收集

全球及中國功率半導體柵極驅動市場的驅動因素及趨勢

根據弗若斯特沙利文的資料，全球及中國功率半導體柵極驅動市場受以下關鍵驅動因素和趨勢的影響：

碳化硅柵極驅動正取代硅基IGBT柵極驅動

全球及中國柵極驅動行業正在經歷向碳化硅柵極驅動的重大轉變，碳化硅柵極驅動已成為傳統IGBT柵極驅動的首選替代品。這種轉變得益於碳化硅卓越的性能特性，包括更高的效率、更快的開關速度和更優的熱管理性能。這些優勢使碳化硅柵極驅動特別適合新能源汽車、可再生能源系統和工業自動化等高性能應用，而能源效率和緊湊型設計對這些應用至關重要。隨著碳化硅技術的成熟及其成本競爭力的提升，碳化硅柵極驅動的需求預計將快速增長，從而加快各行業對IGBT柵極驅動的替換。

政策扶持

中國柵極驅動行業深受國家促進技術進步和行業標準化政策的影響。2021年12月，工業和信息化部等部門發佈《「十四五」機器人產業發展規劃》，強調優化高性能伺服驅動控制和伺服電機設計。該政策鼓勵開發高精度、高功率密度的伺服電機和驅動，它們是先進柵極驅動系統的重要組成部分。此外，2022年4月，工信部啟動「2022

行業概覽

年度智能製造標準應用試點工作」，重點關注智能製造標準的制定和應用。這些政策共同推動中國柵極驅動行業的增長和創新，與全球向更高效、更智能的柵極驅動技術發展趨勢相一致。

碳化硅功率器件的快速普及加速了對驅動的需求

碳化硅功率器件的快速普及極大推動了對柵極驅動的需求。碳化硅是一種寬帶隙材料，具有更高的擊穿電壓、更低的通態電阻、更低的開關損耗和更高的工作頻率。這些特性使碳化硅柵極驅動能夠提高效率、減小系統尺寸並增強熱性能。此外，碳化硅柵極驅動與現有的硅基柵極驅動兼容，有助於製造商實現無縫過渡。因此，下游行業越來越多地採用碳化硅柵極驅動，以滿足對高效、緊湊和高性能解決方案的需求。隨著碳化硅技術的不斷進步和成本下降，碳化硅正逐步取代電機驅動、新能源汽車和太陽能等應用中的傳統硅基IGBT，從而擴大柵極驅動的整體市場。

國內替代品增加

中國柵極驅動行業正經歷明顯的國產化趨勢。隨著全球顯示面板行業在中國大陸整合，柵極驅動的供應鏈也正向本土製造商轉移。該轉變預計將提高柵極驅動的國產化率，減少對外國供應商的依賴，並培育更加自給自足、更加強大的國內產業。國產能力的提升將增強中國柵極驅動製造商的全球競爭力，同時滿足中國國內對先進柵極驅動技術日益增長的需求。

中國功率半導體柵極驅動市場競爭格局

中國功率半導體柵極驅動市場屬集中，按2024年收入計，前十大市場參與者合共佔據超過90%的市場份額。按2024年收入計，本集團在中國所有功率半導體柵極驅動供應商中排名第九，市場份額為1.7%。

全球及中國功率半導體柵極驅動市場的進入壁壘

系統級整合複雜性。柵極驅動必須無縫對接各類功率器件、控制架構及終端應用需求。新進廠商在滿足汽車、工業自動化及再生能源等多種應用場景下的系統級性能需求面臨挑戰。

行業概覽

特定應用的定制化需求。客戶日益要求針對特定開關元件、熱環境及保護功能進行優化的柵極驅動解決方案。此類定制化為缺乏廣泛設計資源與緊密客戶協作網絡的新進入者設置了壁壘。

軟件與固件整合。柵極驅動日益數字化，包含嵌入式控制演算法及診斷功能，需具備跨領域專業知識。為有效競爭，新進入者不僅須具備硬件能力，更需培養強大的嵌入式軟件實力。

與市場同類產品的比較分析

| 碳化硅功率半導體分立器件 | | 可比指標 | | | |
|--------------|-----|---------------|---------------|--------------|----------------|
| | | 擊穿電壓 (V) | 導通電阻-Rds (mΩ) | 柵極電荷-Qg (nC) | 柵漏電容-Crss (pF) |
| 本公司 | | 650/1200/1700 | 5.5-600 | 46-1320 | 3-66 |
| 全球公司 | 公司A | 650-1700 | 4-1959 | 13.3-304 | |
| | 公司C | 600/650/1200 | 7-1000 | 3.2-716 | 1 |
| | 公司B | 650-1700 | 12-960 | 14-329 | 11-430 |
| 國內公司 | 公司G | 1200 | 13.5-53.5 | 101-224 | |
| | 公司I | 750/1200 | 35-160 | 15-80 | 1-11 |
| | 公司H | 1200 | 17-29 | 0.17 | 0.02-6.25 |

| 碳化硅功率模塊 | | 可比指標 | | | | |
|---------|-----|-----------|---------------|--------------|----------------|------------|
| | | 擊穿電壓 (V) | 導通電阻-Rds (mΩ) | 柵極電荷-Qg (nC) | 柵漏電容-Crss (pF) | 熱阻 (K/W) |
| 本公司 | | 750-1200 | 1.8-5.5 | 520-2470 | 12-110 | 0.092-0.18 |
| 全球公司 | 公司C | 1600-1800 | 0.1-0.5 | | | 0.03-0.2 |
| | 公司B | 900-1200 | 1.7-2.6 | | | |
| 國內公司 | 公司F | 1200 | 2-3 | | | |
| | 公司I | 750-1200 | 2.2-5.4 | 992 | 104 | 0.09 |
| | 公司H | 750-1200 | 1.1-9 | | | 0.08-0.1 |

| 功率半導體柵極驅動 | | 可比指標 | | | | | | |
|-----------|-----|------------|-----------|----------|----------|----------|--------------|-----------|
| | | 輸入電源電壓 (V) | 單通道功率 (W) | 峰值電流 (A) | 開啟電壓 (V) | 關斷電壓 (V) | 最大開關頻率 (kHz) | 操作溫度 (°C) |
| 本公司 | | 15 | 1-4 | 8-60 | 15 | -10 | 5-200 | -40~85 |
| 全球公司 | 公司A | 16-75 | | 0.35-10 | 2.9-15.5 | | | -40~150 |
| | 公司C | 12-18 | | 5-9 | 4-15 | | | |
| | 公司B | 5.25 | | | | | | |
| 國內公司 | | 5-24 | 2-6 | 15-20 | 15-20 | -8.5~-2 | 30-100 | |

附註1：本公司的數據來源包括本公司提供的資料及其官網公開可得資料；其他製造商的數據則包括其官網公開可得資料及產品性能手冊。

附註2：碳化硅分立器件包括單一晶體管、二極管、MOSFET及其他產品；碳化硅功率模塊主要為汽車級，應用於OBC（車載充電器）、DC/DC轉換器等；柵極驅動包括驅動核心及驅動解決方案。

附註3：部分性能指標在特定條件下具有不同的範圍值，導致性能指標出現顯著差異，例如導通電阻會隨不同額定電壓及額定電流而變化。

行業概覽

與市場同類產品的價格分析

| 中國碳化硅產品平均售價（人民幣／件）* | 2022年 | 2023年 | 2024年 | 2025年（預計）至2027年（預計） |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| 碳化硅功率半導體分立器件 | 4-20 | 3-15 | 3-10 | 2-7 |
| 碳化硅功率半導體模塊 | 2,500-4,500 | 2,000-4,000 | 1,800-3,600 | 1500-2800 |
| 功率半導體柵極驅動 | 160-260 | 130-200 | 40-100 | 32-80 |

*附註：特定產品的價格取決於品牌、電壓及採用的技術等。

原材料價格分析

| 中國碳化硅產品主要原材料平均成本（人民幣千元／件）* | 2022年 | 2023年 | 2024年 | 2025年（預計）至2027年（預計） |
|----------------------------|----------|---------|---------|---------------------|
| 碳化硅基板 | 3.8-5.8 | 3.6-5.6 | 2.3-4.3 | 2.0-4.1 |
| 碳化硅外延片 | 8.0-10.0 | 7.8-9.8 | 6.5-7.5 | 5.5-7.1 |

* 附註：價格與品牌、電壓、技術成熟度及其他因素密切相關。碳化硅基板及外延片的平均價格指4/6/8英寸的平均價格，未考慮單片基板／外延片的芯片數量的因素。儘管給出的價格在範圍內，但預計2025年至2027年中國碳化硅基板及外延片的平均價格將下降。