

行業概覽

本節所載資料部分來自各類公開可得的政府來源、市場數據提供者及其他獨立第三方來源。此外，本節及文件其他章節包含摘錄自益普索報告的資料，以供納入本文件。我們相信，本資料來源來自有關資料的適當來源，並已合理謹慎摘錄及轉載有關資料。我們並無理由相信有關資料屬虛假或含誤導成分，或遺漏任何事實以使有關資料屬虛假或含誤導成分。我們、保薦人、[編纂]、[編纂]或參與[編纂]的任何其他人士並無獨立核實政府官方來源資料，亦無就其準確性作出任何聲明。

資料的來源及可靠性

本公司委託益普索(獨立市場研究公司)就中國MOSFET及IGBT製造行業於2019年至2029年的行業發展及競爭格局進行分析及報告，費用為348,000港元。益普索是一家獨立的市場研究公司，在全球90個國家擁有約20,000名員工。益普索進行的研究包括市場概況、市場規模分析、市場份額及細分、分佈及價值分析、競爭對手追蹤及企業情報。除另有說明外，本節包含的所有數據及預測均摘錄自益普索報告、各類官方政府刊物及其他刊物。編製益普索報告時，益普索通過以下方式獲取及收集數據及情報：(a)進行案頭研究，涵蓋政府及監管統計資料、行業報告及分析師報告、行業協會、行業期刊及其他網上來源，以及益普索研究資料庫的數據；(b)進行客戶諮詢以獲取本集團的背景資料；及(c)透過訪問主要持份者及行業專家進行初步研究。益普索收集的資料及數據已使用益普索的內部分析模型及技術進行分析、評估與驗證。益普索所使用的方法是基於從多個層面獲得的資料，使得該等資料可相互參照，以確保其準確性。

中國及全球功率器件市場概覽

半導體是一種導電性介於導體和絕緣體之間的材料，在現代電子產品中扮演著重要的角色。半導體是現代電子產品的構成元件，不同類型的半導體可滿足從信號處理到電源管理等各種特定應用。

功率半導體是廣義半導體系列中的一個專門類別，設計用來處理較高的功率層級，並確保在各種應用中進行有效的能源管理。此類產品包括功率器件與功率整合電路(IC)。

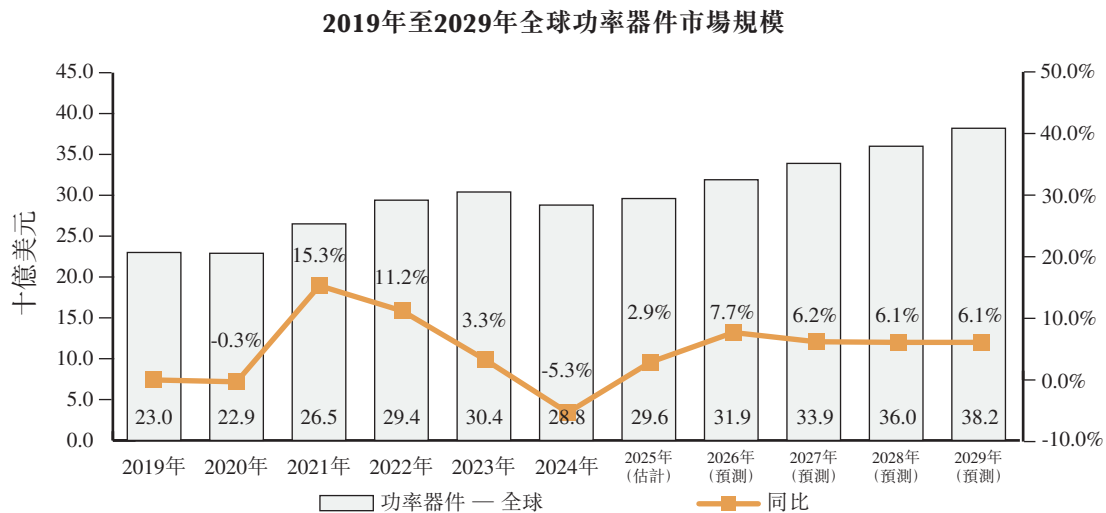
功率器件，例如電晶體、二極體和晶體管，專為在高電壓和高電流條件下可靠運行而設計。該等器件可單獨運行，也可組裝成模組，用於更複雜的系統。除電源IC之外，彼等在確保可再生能源、汽車和工業系統等領域的有效能源管理方面也扮演著重要的角色。

行業概覽

全球功率器件市場包括用於功率電子的晶閘管、電晶體管和二極管等元件，彼等對汽車、工業和消費電子等行業至關重要。功率器件的市場規模從2019年的約230億美元增至2024年的約288億美元，該期間的複合年增長率約4.6%。2020年，市場出現低迷，主要是由於COVID-19疫情對全球經濟和供應鏈造成負面了影響，導致年初營運中斷。市場於2021年迅速反彈，並在2022年及2023年保持穩定成長，主要是由於消費電子產品(包括智能手機、筆記本電腦及平板電腦)的需求不斷增加，促使2021年及2022年間各類應用對功率器件的需求大幅增加。此外，全球電動汽車(EV)銷量的增加，也刺激了對電池管理系統和變頻器所需的IGBT和MOSFET等功率器件的需求。然而，2023年，由於通貨膨脹升高，製造成本增加，消費電子產品和工業領域的需求減緩，因此市場增長放緩。2024年市場衰退，出現負增長，主要是由於繼2022年至2023年大幅增產後，功率器件供過於求。這與世界半導體貿易統計(World Semiconductor Trade Statistics, WSTS)的調查結果一致，該結果顯示全球分立半導體行業銷售額下降約12.7%。

2025年至2029年的預測期間，預計市場將持續擴張，於2029年將達到約382億美元，估計複合年增長率約為6.6%。隨著歐盟(EU)和中國等地區在未來幾年實施更嚴格的廢氣排放法規，汽車產業(尤其是電動汽車(EV)產量的增加)將成為主要動力，預計2025年將快速復甦，並持續成長至2029年。此外，可再生能源和工業自動化的擴展(功率器件於該等領域發揮著關鍵作用)將進一步支持合適當增長。

下圖顯示全球功率器件市場規模的價值與增長率：



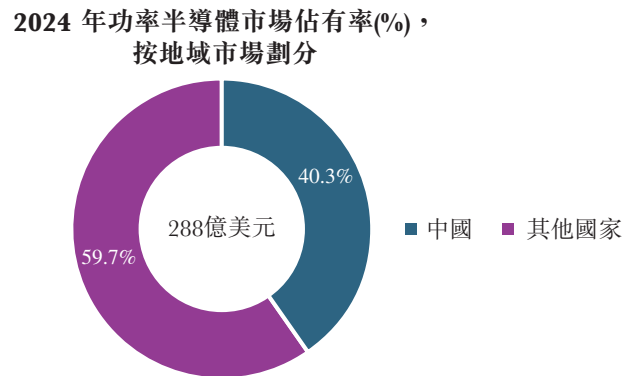
附註：市場規模不包括JFET。根據WSTS的產品分類，功率耗散小於1W的JFET可歸類為小信號與開關電晶體；功率耗散額定值為1W或以上的JFET一般歸類為功率電晶體。

資料來源：益普索報告

行業概覽

2024年全球功率器件市場表現出以中國的主導地位的特徵。中國擁有最大的市場份額，約佔全球市場的40.3%，總值達116億美元。中國穩固的製造基礎設施、政府的支持政策，以及包括電動汽車、可再生能源系統、工業自動化和消費電子產品等主要領域的強勁需求，均為驅動中國市場領先地位的動力。

下圖載列2024年按地域市場劃分的功率器件的市場佔有率(以價值計)：



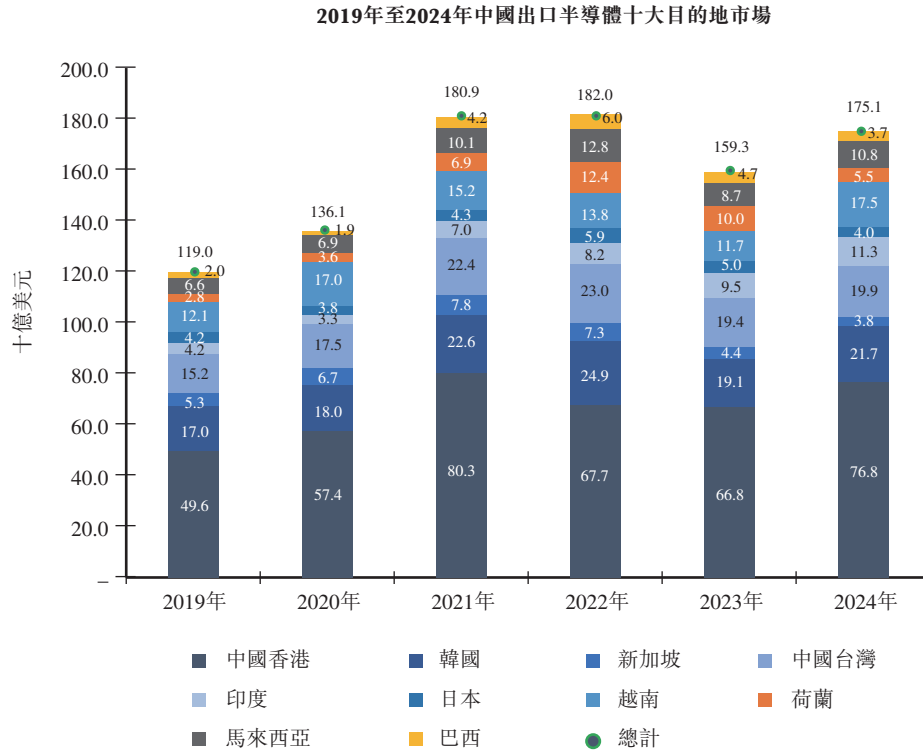
資料來源：益普索報告

中國是世界領先的半導體出口國之一，其對前十大目的地市場的出口額由2019年的約1,190億美元增至2024年的約1,751億美元，複合年增長率約為8.0%。中國半導體的主要出口目的地包括中國香港、韓國、新加坡、中國台灣、印度、日本、越南、荷蘭、馬來西亞及巴西。

自2019年至2024年，中國十大半導體出口量穩步增長，反映了該等市場的強勁需求。然而，2023年出口明顯下降，表明美國制裁及全球需求疲軟可能帶來挑戰。儘管面臨該等挑戰，中國仍是全球半導體市場的重要參與者，對國內產能進行大量投入，不斷適應日益變化的經濟及地緣政治格局。2024年，隨著中國加強本地生產並適應全球貿易動態，中國十大半導體出口產品實現了復甦。

行業概覽

下圖按價值及市場細分載列中國出口半導體的十大目的地市場：



附註：

- (i) 半導體出口數據指海關編碼，包括8541(半導體器件，如二極管、晶體管、半導體傳感器；光敏半導體器件，包括光伏電池(無論是否組裝成模塊或製成面板)；發光二極管(LED)(無論是否與其他發光二極管(LED)組裝)；安裝壓晶體管；其部件)及8542(電子集成電路；其零件)。

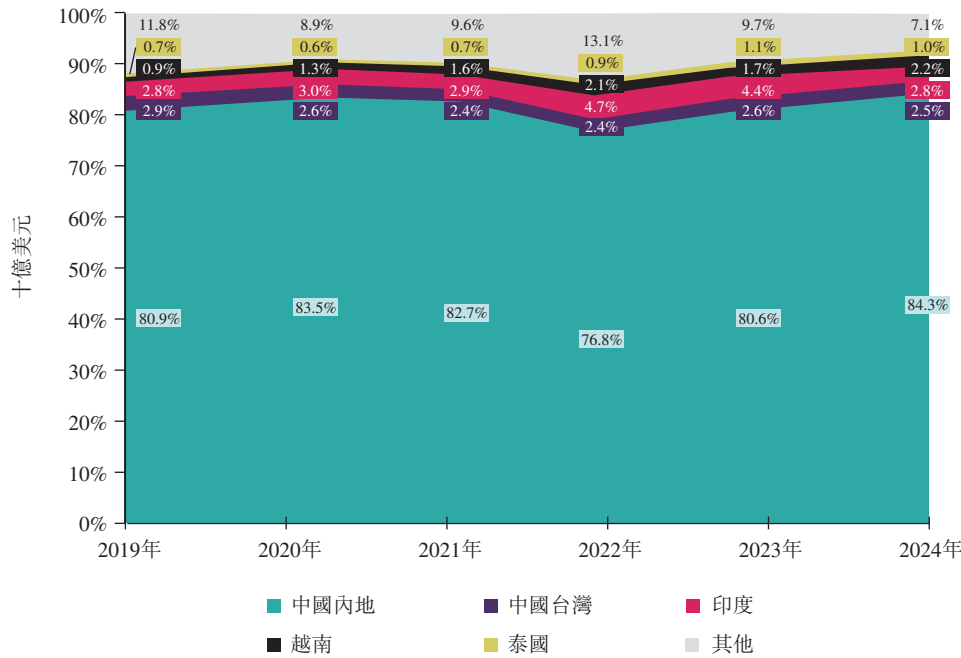
資料來源：益普索報告

香港是中國重要的半導體再出口中心，實現了與全球主要市場的貿易。於2024年，中國經香港再出口至不同目的地的半導體再出口總值達5,922億港元，自2019年至2024年的複合年增長率約為10.2%。

行業概覽

主要再出口目的地包括中國內地(轉口)、印度、中國台灣、越南和泰國。中國內地(轉口)佔主導地位，其份額在2022年的76.8%與2024年的84.3%之間波動。新興市場印度的再出口份額約為2.8%，於2022年及2023年分別達致4.7%及4.4%的峰值。

中國經香港再出口半導體的目的地市場分佈 (2019年至2024年)



附註：

- (i) 半導體出口數據指海關編碼，包括8541(半導體器件，如二極管、晶體管、半導體傳感器；光敏半導體器件，包括光伏電池(無論是否組裝成模塊或製成面板)；發光二極管(LED)(無論是否與其他發光二極管(LED)組裝)；安裝壓晶體管；其部件)及8542(電子集成電路及微型組件)。

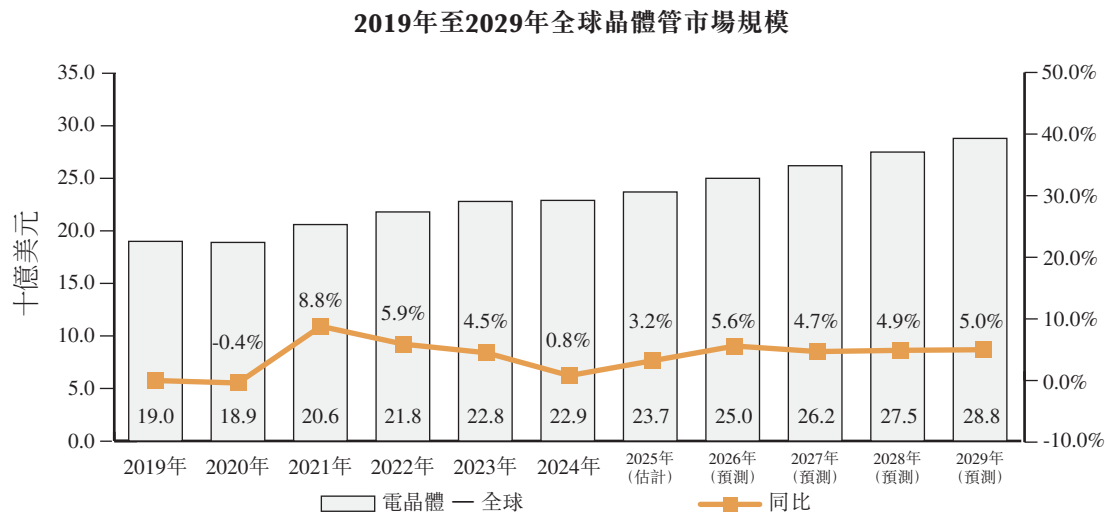
資料來源：益普索報告、香港特別行政區政府統計處

晶體管(例如金屬氧化半導體場效晶體管(或MOSFET)、絕緣柵雙極晶體管(或IGBT)和雙極結晶體管(或BJT))為功率半導體的核心元件。彼等控制與放大電子信號，是各類應用中管理電源的必要元件。晶體管的全球市場規模由2019年的約190億美元增至2024年的約229億美元，該期間的複合年增長率約為3.9%。主要受到COVID-19疫情的影響，該市場於2020年略有下滑，然而於2021年迅速復甦，並於往後數年持續穩定增長，這主要是由於消費性電子產品需求的增長、電動汽車採用率的上升以及全球電信基礎設施的擴張所致。預計2024年短暫下滑是因為清理過多存貨，促使製造商調整訂單，使其與正常需求一致，尤其是消費電子。

行業概覽

全球電晶體市場預計將從2025年的237億美元穩步增至2029年的288億美元，複合年增長率約5.0%。這種持續增長的動力來自i)電動汽車(EV)的快速普及和汽車電子產品的擴展大幅增加了對IGBT和MOSFET等功率電晶體的需求；ii)人工智能的興起和數據中心的發展推動了對能夠支援先進計算工作負載的高性能電晶體的需求；iii)全球向工業自動化和智慧型製造的轉變，強化了對可靠且高效率電晶體技術的需求；iv)消費性電子產品持續朝向更小型化和高效率的方向發展，進一步提升了電晶體在智能手機、可穿戴式裝置和IoT裝置中的使用量。

下圖載列全球電晶體市場規模的價值與增長率：



附註：市場規模不包括JFET。根據WSTS的產品分類，功率耗散小於1W的JFET可歸類為小信號與開關電晶體；功率耗散額定值為1W或以上的JFET一般歸類為功率電晶體。

資料來源：益普索報告

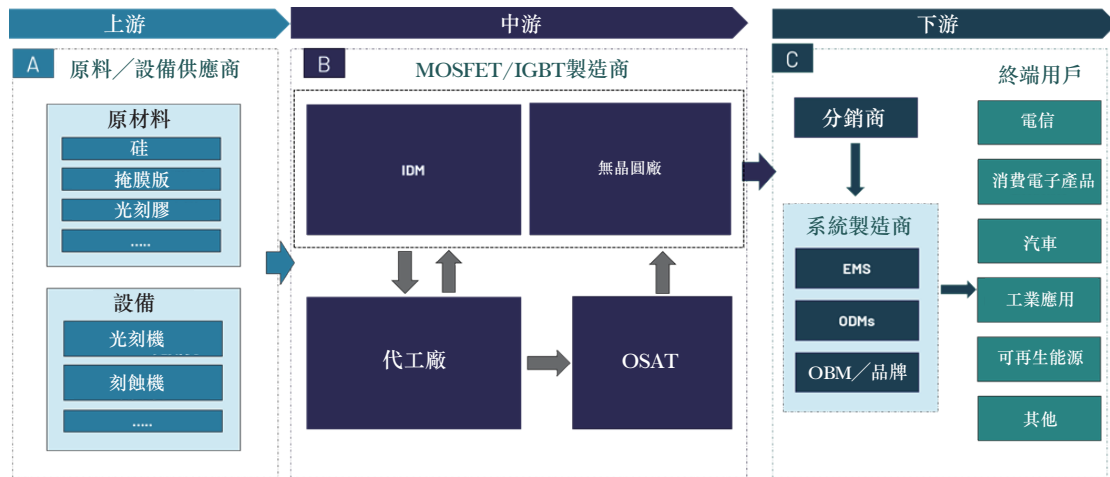
全球晶體管市場在全球範圍內呈現穩定增勢，亞太地區尤甚。消費電子、汽車及工業自動化等各類應用對晶體管的需求大幅增加。2024年，中國在全球晶體管市場佔有約40.9%的重要地位。由於電子產品、電動汽車和智能設備的需求不斷增加，中國對晶體管市場的貢獻預計將有所增長。2023年，美國在全球製造業中約佔15.0%，主要是由於美國是諸多領先半導體公司的總部，該等公司推動晶體管技術的創新與進步，並擁有完善的供應鏈，可支持強大的生產能力。

行業概覽

中國MOSFET和IGBT製造業的價值鏈

MOSFET和IGBT製造價值鏈分為上游(原材料及設備)、中游(IDM、無晶圓廠、代工廠及OSAT公司)與下游(分銷商、系統製造商與電信、消費電子、汽車、工業應用、可再生能源和汽車行業等領域的終端用戶)。

下圖說明中國MOSFET和IGBT製造業的價值鏈：



資料來源：益普索報告

上游分部：上游分部涉及MOSFET或IGBT生產所需的原材料和基本元件的採購。各類原材料包括硅、掩膜版、光刻膠、電子特氣、拋光材料等；製造設備包括單晶爐、刻蝕機、化學氣相沉積設備、光刻機、清洗機、測試設備等。

中游：中游主要從事MOSFET或IGBT的生產製造。MOSFET或IGBT製造商通常採用IDM模式和無晶圓廠模式兩種商業模式。其中無晶圓廠的模式，主要負責芯片設計，並將製造和封裝/測試階段外包給相應的晶圓代工廠和OSAT。

- **IDM**(集成器件製造商)參與了所有三個主要階段：設計，製造和封裝/測試，這使得這些階段之間的協調效率很高。IDM可從對生產過程的完全控制中受益，確保產品的高質量和可靠性，但其高昂的資本支出和不太靈活的結構會限制對市場變化的反應能力。
- **Fabless**(無晶圓廠)主要負責芯片設計，而製造和封裝/測試階段則外包給相應的晶圓代工廠和OSAT。因此，無晶圓廠製造商的資金使用更靈活，可以快速響應市場需求。然而，彼等對代工廠的依賴可能會導致供應鏈中斷，降低對生產質量的控制，並帶來潛在的知識產權風險。

行業概覽

- **Foundry**(代工廠)主要負責生產或測試封裝的服務，不負責芯片設計。它主要受無自有生產設備的無晶圓廠公司的委託。
- **OSAT**(封測代工)將專注於組裝、封裝及測試。OSAT公司使半導體設計公司(無晶圓廠)能夠專注於其核心競爭力，例如芯片設計等。

下游分部：下游分部包括分銷商、系統製造商及終端用戶，彼等共同為MOSFET及IGBT製造商的主要客戶。

分銷商的角色舉足輕重，彼等提供廣泛的MOSFET和IGBT產品，為系統製造商提供高效率的一站式供應解決方案、售後支持及產品管理服務，從而降低直接銷售的高昂交易成本，並擴大製造商的市場覆蓋範圍。系統製造商包括電子製造服務(EMS)供應商、原始設備製造商(OEM)及原始品牌製造商(OBM)，彼等主要在印刷電路板(PCB)上使用電阻器、電容器、電感器、二極管、晶體管(例如MOSFET、IGBT)、連接器及電源變壓器等分立電子元件，以及CPU、GPU及存儲芯片等集成電路元件，以製造電話及筆記本電腦等成品電子產品。電子製造服務(EMS)供應商為原始設備製造商(OEM)將MOSFET和IGBT元件組裝成較大的系統；原始設計製造商(ODM)在保留知識產權的同時，設計並製造以MOSFET/IGBT為基礎的解決方案；原始品牌製造商(OBM)設計、製造並銷售整合該等元件的自有品牌產品。此外，主要的終端使用者涵蓋電信、消費性電子產品、汽車、工業應用及新能源等領域，其中汽車產業在電動車及先進電力電子需求成長的帶動下擁有最顯著的成長潛力。

中國MOSFET製造業概覽

金屬氧化半導體場效晶體管(MOSFET)是電子設備中不可或缺的元件。憑藉一系列量身定製的MOSFET類型以滿足不同的性能要求，該等多功能功率半導體對於各行各業眾多應用的正常運行至關重要。

MOSFET在現代電子產品中至關重要，有平面、溝槽、SGT和超結等多種類型，可適用於從低功率開關到高壓系統的特定應用，並廣泛用於各行各業。

平面MOSFET是最早的MOSFET結構類型，具有最成熟的製造工藝和廣泛的適用電壓範圍。截至2024年，其在中國MOSFET市場佔有最大份額，超過40%。由於其成本低、工藝簡單，一般適用於對性能要求不高的場景，如各種應用中的通用開關。然而，隨著下游市場對效率和性能的要求越來越高，平面MOSFET的技術優勢正在減弱。預計其將逐漸被溝槽及屏蔽柵溝槽(SGT)MOSFET等更先進的結構所取代，未來發展空間相對有限。

行業概覽

溝槽MOSFET具有垂直溝槽的特點，可顯著降低導通電阻，同時憑藉成熟的製造工藝，於2024年佔據中國MOSFET市場35%以上的份額。溝槽MOSFET廣泛應用於中低壓應用，如汽車電子和快充設備。由於其在DC-DC轉換器和電機驅動器等高頻應用中的強勁性能以及廣泛應用，溝槽MOSFET預計將於未來幾年穩步增長。

屏蔽柵溝槽(SGT)MOSFET是溝槽MOSFET技術的先進發展，於2024年佔據中國MOSFET市場約15%的份額。其創新的溝槽基屏蔽柵極結構顯著降低導通電阻，增強開關性能，使其成為高效應用的理想選擇。儘管具有該等優勢，但SGT MOSFET涉及更大的製造複雜性和更高的技術挑戰，可能會影響生產的可擴展性和成本。SGT MOSFET主要用於電動汽車、服務器電源和其他高效電源管理應用。全球MOSFET市場主要由國際知名企業主導，數家中國製造商亦表現強勁。隨著該等行業的快速發展，以及製造工藝的改進和產能的擴張，預計SGT MOSFET的市場份額將持續增長，並成為未來擴張的關鍵領域。

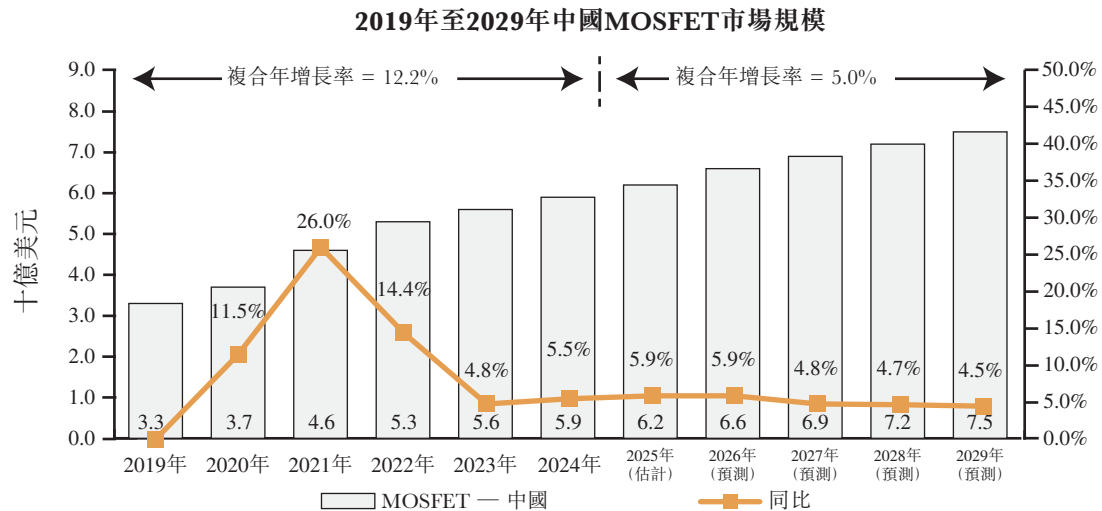
超結MOSFET採用垂直結構，兼具低導通電阻與高電壓容限，是最複雜且技術要求最高的MOSFET類型。於2024年，其約佔中國MOSFET市場的10%，主要用於可再生能源系統和電動汽車等高壓應用。這一細分市場目前由國際知名企業主導。儘管中國企業仍面臨技術差距，但彼等正在通過研發和戰略舉措取得進展。鑒於超結MOSFET在高壓、高效應用中的出色性能，加上相關行業不斷增長的需求，預計該類別未來將會快速增長。

2019年至2024年，中國的MOSFET市場呈現恢復性強勁增長。中國的MOSFET市場規模由2019年的約33億美元增至2024年的約59億美元，複合年增長率約為12.2%。這一總體強勁增長可歸因於(i)中國政府對半導體行業的高度重視，如《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》及其他國家政策，刺激研發投資，促進MOSFET市場的創新及競爭力；(ii)中國整體電子產品的市場價值由2019年的約2.0萬億美元增至2024年的約2.7萬億美元，表明中國電子行業整體穩步發展，進一步推動MOSFET市場需求增長；(iii)電動汽車的快速普及推動對MOSFET的需求，MOSFET在電動汽車動力系統、充電基礎設施及電池管理系統中發揮著至關重要的作用；2019年至2024年期間，中國電動汽車市場經歷爆炸式增長，刺激汽車MOSFET的市場需求，成為推動MOSFET市場整體擴張的關鍵力量；及(iv)政府推廣可再生能源的舉措進一步加速太陽能系統對MOSFET的需求，MOSFET廣泛用於太陽能裝置中的逆變器開關功能。

行業概覽

經歷前幾年的快速增長後，中國MOSFET市場正在過渡至一個更成熟的階段，其特點是競爭加劇及市場飽和。儘管預計未來數年市場增長率將放緩，中國MOSFET市場的總市場規模預計仍將由2025年的約62億美元增至2029年的約75億美元，複合年增長率約為5.0%。在各個下游應用領域的持續需求及MOSFET技術不斷進步的推動下，預計這一時期將實現穩定增長。

下圖顯示2019年至2024年中國MOSFET市場的市場規模，並對2025年至2029年的市場規模進行預測：



資料來源：益普索報告

在技術進步和國家戰略目標的推動下，中國的MOSFET市場正處於增長初期，主要趨勢包括碳化硅(SiC)和氮化鎵(GaN)等第三代半導體材料的崛起，以及功率器件技術的全方位進步。

行業概覽

第三代半導體材料的發展

隨著碳化硅(SiC)和氮化鎵(GaN)MOSFET的發展，中國的MOSFET行業取得了顯著的技術進步。該等第三代半導體具有更高的效率、更快的開關速度和更高的熱穩定性。具體而言，SiC材料方面：(i)材料的高電壓阻抗允許在相同電壓下使用厚度僅為硅十分之一的晶圓，使其成為超高電壓功率器件的理想選擇；(ii)材料的熱傳導率約為硅基材料的2至3倍，使SiC功率器件能夠使用較小的散熱元件；(iii)可使功率器件的工作頻率約為硅基功率器件的10倍。GaN材料亦具有類似的優越性能特性，例如更高的功率密度、更快的開關速度以及更好的熱能管理。該等第三代半導體可望在高溫、高壓、高頻及高功率應用領域逐步取代傳統的硅基半導體，為行業帶來新的發展機遇。

中國制定了2030年碳排放達到峰值以及2060年實現碳中和的雙重碳戰略目標。未來，製造企業將進一步提高能源利用效率，降低碳排放。SiC具有低功耗、耐高壓、耐高溫、高頻率等優點，在助力國家實現碳中和戰略目標中扮演著重要角色，具有廣闊的應用前景。

功率元件技術的發展趨勢

MOSFET市場中功率元件技術的演進包含多種途徑，包括線寬、元件架構、製程最佳化和材料創新等方面的進展，目的在於提升功率密度、優化功耗與成本之間的平衡，以及實現多功能整合。主要發展趨勢包括(i)**縮小線寬**，尺寸從10微米進化到0.15至0.35微米，以完全提升晶片的效能；(ii)**緊湊高效的設計**，這是由於對更小、更高效的MOSFET的需求不斷增加，而該等MOSFET可以集成到緊湊的電子設備中。該趨勢與消費性電子產品和可攜式裝置尤其相關，因為空間和電源效率對該等產品而言至關重要；(iii)**溝槽和超結結構**正在推動功率元件技術的發展，其中溝槽MOSFET在中低電壓領域嶄露頭角，而超結MOSFET則在高電壓領域嶄露頭角，其利用創新封裝來提升性能、可靠性和關鍵指標，例如耐壓能力、額定電流水平和工作頻率，同時盡量縮小尺寸，以支援空間受限應用的高效率功率模組。該等趨勢共同使功率元件以更高的效率和多功能性滿足現代應用的複雜需求。

行業概覽

中國MOSFET製造業的競爭分析

中國的MOSFET製造業高度集中，市場上有200多家製造商。截至2023年，按銷售額計，前五大製造商約佔市場份額的49.3%。

下表載列2023年中國五大MOSFET製造商，連同本公司及其他廠商：

排名	公司	描述	上市狀態	2023年 MOSFET 估計收入 (十億美元)	2023年預計 市場份額
1	A公司	A公司成立於1999年，是一家於2000年在法蘭克福證券交易所上市的國際半導體製造商。該公司採用IDM模型設計及製造半導體，包括MOSFET。	於德國法蘭克福證券交易所上市	1.40	25.2%
2	B公司	B公司成立於2003年，是一家於2020年在上海證券交易所上市的中國半導體製造商。該公司採用IDM模型設計及製造功率半導體，包括MOSFET及智能傳感器及控制器。	於中國上交所上市	0.47	8.5%
3	C公司	C公司成立於1999年，是一家於2000年在納斯達克上市的國際半導體製造商。該公司採用IDM模型設計及製造半導體，包括MOSFET。	於美國納斯達克上市	0.33	5.9%
4	D公司	D公司成立於1997年，是一家於2003年在上海證券交易所上市的中國半導體製造商。該公司採用IDM模型設計及製造集成電路及分立器件，包括MOSFET。	於中國上交所上市	0.29	5.1%

行業概覽

排名	公司	描述	上市狀態	2023年 MOSFET 估計收入 (十億美元)	2023年預計 市場份額
5	E公司	E公司成立於2006年，是一家中國半導體製造商，於2017年在上海證券交易所上市，並於2019年收購額外的半導體業務。該公司以IDM模式營運，設計和製造IC和功率半導體，包括MOSFET等。	於中國上交所上市	0.25	4.5%
/	本集團	本集團成立於2011年，以無晶圓廠模式營運，專注於功率半導體(包括MOSFET等)的設計與開發。	不適用	0.02	0.3%
/	其他	在中國有超過200家MOSFET相關製造公司。	不適用	2.80	50.4%
共計				5.55	100%

附註：

- (i) 所有市場廠商全面公佈最新收入及取得更多的全面市場資料後，排名表或會修改。
- (ii) 收入數據指提供MOSFET相關產品所產生的收入。因此，上述收入數字與各公司年報中披露的數字有所不同。
- (iii) 收入及市場份額估計基於綜合一二手研究。該方法綜合了上市公司年度財務報告、金融機構報告的數據，以及中國MOSFET相關市場的行業專家見解。
- (iv) 人民幣兌美元的匯率為7。

資料來源：益普索報告

行業概覽

中國IGBT製造業概覽

IGBT是具有高效率、快速開關能力及超強電流處理能力的功率半導體，是各種電力電子系統的重要組成部分。

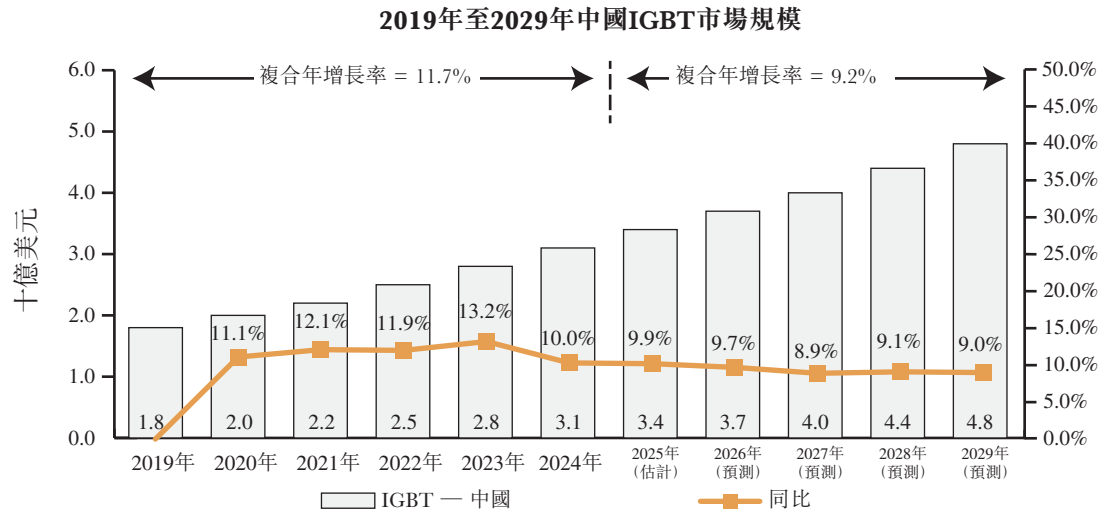
IGBT是垂直功率MOSFET的自然演變，適用於快速終端設備中的大電流及高電壓應用。由於需要具有高電阻率的源漏溝道來實現高擊穿電壓(BVDSS)，導致功率MOSFET通常具有較高的RDS(導通)值，而IGBT則消除了功率MOSFET的這些主要缺點。儘管最新一代的功率MOSFET器件顯著改善了RDS(導通)特性，但在高電壓水平下，功率傳導損耗仍明顯高於IGBT科技。與標準雙極器件相比，IGBT較低的壓降轉換能力和結構，可實現更低的VCE(飽和壓)及更高的電流密度，從而簡化IGBT驅動器的原理圖。MOSFET和IGBT是現代電力電子中的關鍵元件，由於其獨特的特性，在不同的應用中表現出色。雖然二者均能提供效率及多功能性，但它們的工業用途因電壓等級、功率需求和操作需要而異。MOSFET在汽車、可再生能源、消費電子及工業應用中的高效、快速開關和中等電壓場景下表現出色。IGBT憑藉其對高壓和高電流的卓越處理能力，當屬新能源汽車、風力發電及工業基礎設施等重型大功率系統的首選。隨著行業的發展，MOSFET和IGBT的互補優勢繼續推動電力電子領域的創新，各自根據性能需求開拓自身的細分市場。

受下游行業市場需求的推動，尤其是新能源汽車領域(包括電機驅動控制系統、汽車空調控制系統及充電站)及新能源發電，並在《十四五節能減排綜合工作方案》的進一步支持下，中國IGBT市場需求經歷快速持續增長。該進展得到《中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年計劃和2035年遠景目標綱要》的進一步支持，當中強調在先進集成電路工藝及IGBT等特殊工藝方面取得突破的重要性。2019年至2024年，中國IGBT市場呈現快速穩定增長。中國IGBT市場的市場規模由2019年的約18億美元增至2024年的約31億美元，複合年增長率約為11.7%。

行業概覽

在預測期內，市場預計將保持其增長軌跡，複合年增長率約為9.2%，由2025年的約34億美元增至2029年的約48億美元。預測增長主要受汽車行業持續需求的推動。中國致力於減排及推廣可再生能源，將進一步刺激太陽能及風能系統對IGBT的需求。

下圖載列2019年至2024年中國IGBT市場的市場規模，並對2025年至2029年的市場規模進行預測：



資料來源：益普索報告

行業概覽

行業驅動力及機遇

多樣化的下游市場需求推動MOSFET及IGBT製造增長

受新興技術及不斷變化的市場需求的推動，中國的MOSFET及IGBT市場有望實現轉型增長。i) **人工智能(AI)**：人工智能一直是半導體創新的主要驅動力。AI與各種器件及應用的集成正在增加對高性能半導體解決方案的需求，是因為AI應用需要由MOSFET及IGBT提供的高效電源管理及高速開關。該趨勢與晶體管、MOSFET及IGBT尤其相關，而晶體管、MOSFET及IGBT是AI硬件及AI驅動應用(例如消費電子、工業控制等)中的重要組件。ii) **物聯網(IoT)**：物聯網器件的激增正在創造對半導體的龐大需求。該等器件需要低功耗、高效率的組件方能有效工作，使得晶體管及MOSFET至關重要。iii) **5G技術**：5G網絡的推出正在加速對先進半導體的需求。5G技術需要高頻、低延時的組件，而該等組件由MOSFET及IGBT等功率半導體提供，對於5G基礎設施及若干消費電子(例如需要更多功率的5G智能手機)中所需的功率放大及能源管理至關重要。5G網絡的擴張將顯著提振對該等組件的需求。iv) **電動汽車(EV)及可再生能源**：向電動汽車及可再生能源的轉變正在推動對功率半導體的需求。電動汽車及可再生能源系統需要由IGBT及MOSFET提供的高效電源轉換及管理。IGBT因其高效率及可靠性而廣泛應用於電動汽車動力系統及可再生能源逆變器。電動汽車及可再生能源的日益普及將增加對IGBT及MOSFET的需求。v) **先進的封裝技術**：隨着傳統的擴展方法面臨物理限制，先進的封裝技術對於保持性能增益變得至關重要。片上晶圓基板(CoWoS)及3D堆疊等技術正在徹底改變半導體性能。先進封裝可增強晶體管、MOSFET及IGBT的性能及效率，使之更適合高性能應用。vi) **可持續性及能效**：半導體行業越來越關注可持續性及能效。該趨勢正在推動提供更高效率及更低功耗的功率半導體的發展。節能晶體管、MOSFET及IGBT對於降低電子設備及系統的整體功耗至關重要。對可持續性的重視將推動對該等組件的需求。

行業概覽

MOSFET IGBT、SiC MOSFET與GaN MOSFET的比較

雖然市場驅動因素突顯功率半導體日益增長的重要性，但選擇合適的技術取決於特定性能和成本要求。因此，對IGBT、SiC MOSFET與GaN MOSFET的比較概述，對於指導最佳技術選擇屬必要。

	IGBT	SiC MOSFET	GaN MOSFET
全球發展歷史	IGBT技術自20世紀80年代發明以來穩步發展。到2018年，其已發展至第七代。雖然第八代已開發出來，但尚未大規模商業化。	SiC MOSFET最近已成為MOSFET行業的一項關鍵技術進步。其發展歷程從20世紀80年代至90年代的早期研發，到2010年前後的商業化，再到如今以性能驅動的持續迭代。	GaN MOSFET亦是MOSFET行業的一項關鍵技術進步。由宜普電源轉換公司(Efficient Power Conversion Corporation (EPC))於2009年首次推出，並於21世紀10年代中期開始商業化，自2018年以來發展迅速，尤其是在中低壓領域。於21世紀20年代，創新已轉向高壓應用，現已成為主要競爭焦點。
工程參數			
熱性能	中等(需要冷卻)	優秀(散熱性能卓越)	良好(發熱量低)
功率損耗	較高的傳導損耗及較大的開關損耗	低傳導及開關損耗	極低的傳導及開關損耗
電壓容限	高電壓容限，通常涵蓋較寬的電壓範圍，取決於單個IGBT或模塊	高電壓容限，通常涵蓋中壓至超高壓	中至高電壓容限，目前在中低壓下佔優勢

行業概覽

	IGBT	SiC MOSFET	GaN MOSFET
電流容限	高	中至高	中
生產成本	由於技術相對成熟，故成本為低至中	由於原材料昂貴且生產工藝複雜，故成本為高	由於複雜的外延生長及先進的封裝要求，故成本為中至高
應用	適用於高壓、高溫和低頻應用，例如工業電機控制和光伏發電系統	非常適合高壓、高溫和低頻應用，例如電動汽車驅動系統和快速充電站	非常適合中低壓、高頻應用，例如智能手機快速充電器和服務器電源，在高壓應用方面具有新興潛力
市場格局	<ul style="list-style-type: none"> IGBT市場集中，大部分市場份額由國際公司占據。於2023年，前五大公司占全球市場的50%以上。 儘管中國企業在全球市場份額上仍然落後，但持續的技術進步和不斷上升的市場接受度正在穩步提高國內的IGBT產能。 	<ul style="list-style-type: none"> SiC MOSFET市場高度集中，國際公司佔據主導地位。於2023年，前五大公司佔據全球市場的80%以上，並已將平面和溝槽型結構商業化。 雖然大多數中國公司現時專注於平面結構，但彼等正在積極推進溝槽型技術，縮小與國際領先企業的差距。 	<ul style="list-style-type: none"> 國際公司利用其技術優勢及豐富的市場經驗，在高端GaN器件領域占據領先地位。 同時，中國公司通過自主創新及研發，已能夠在一定程度上滿足國內需求。

附註：GaN MOSFET，亦稱為增強型GaN場效應晶體管(增強型GaN FET)，是一種使用氮化鎵(GaN)材料的常關電源開關。與傳統的硅MOSFET相比，其在開關性能、效率及功率密度方面均有提升，尤其在高頻功率轉換應用中。

資料來源：益普索報告

行業概覽

政府推動MOSFET及IGBT產業的利好政策

作為中國的重點支柱產業，半導體行業明顯受益於政府的大力支持。發展國內MOSFET及IGBT產能被認為是將中國打造成全球半導體強國的關鍵。《「十三五」國家戰略性新興產業發展規劃》等各項政策為包括MOSFET在內的半導體分立器件的發展提供政策保障，勾勒出明確的發展方向。《戰略性新興產業重點產品和服務指導目錄》等附加政策進一步闡明MOSFET的重要性及範圍，並強調需要將其與IGBT一同優先發展。《新時期促進集成電路產業和軟件產業高質量發展的政策》引入減稅、加大財政支持及建立行業研發技術體系，有效刺激MOSFET及IGBT行業的增長。此外，《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》強調了在先進集成電路工藝及IGBT等特殊工藝方面取得突破的重要性。該等有利的政府政策將集成電路(IC)、MOSFET及IGBT等核心電子設備定位為中國戰略性新興產業，促進了創新及市場擴張。該等措施通過降低成本、加強知識產權保護及促進資本和人才的獲取，增強中國電子設備(包括MOSFET及IGBT)製造商(如本集團)的競爭力及融資渠道。同樣，政府出台的《關於擴大策略性新興產業投資培育壯大新增長點成長極的指導意見》及《「十四五」數字經濟發展規劃的通知》等政策亦通過促進投資及數字融合，加快行業發展。該等政府舉措有利於擴大MOSFET及IGBT市場，並營造支持該等製造的環境，中國旨在鞏固其在全球半導體領域的地位。除直接支持半導體行業外，中國以下游為重點的政策創造了一個強大的需求生態系統，如新能源汽車(NEV)、可再生能源、數字基礎設施、消費電子產品及工業自動化，可推動MOSFET及IGBT行業向前發展。該等功率半導體對於不同應用中的高效電源管理、開關及控制至關重要。通過優先考慮戰略性新興產業和基礎設施升級，《關於擴大策略性新興產業投資培育壯大新增長點成長極的指導意見》、《「十四五」數字經濟發展規劃的通知》、《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》及《關於加力支持大規模設備更新和消費品以舊換新的若干措施》等政策刺激新能源汽車、可再生能源、數字基礎設施、消費電子產品(如智能手機、家用電器和可穿戴設備)、工業控制與自動化(如機器人、電機驅動及智能製造)以及醫療器械(如成像設備和手術工具)等領域的增長。該等政策共同擴大了該等經擴大下游行業對MOSFET及IGBT的長期可持續需求。

行業概覽

進入壁壘

高技術進入壁壘

- MOSFET及IGBT製造為技術密集型行業，需要多學科方法，涉及半導體物理學、材料科學、電路分析及設計以及信息科學知識，在技術壁壘極高的高壓、高頻、高功率密度應用等高端產品開發中尤為明顯。
- 此外，MOSFET及IGBT為亞微米級產品，需要嚴格的設計及生產工藝。MOSFET或IGBT產品的整體性能不僅與其研發設計掛鉤，亦依賴於與芯片代工廠及封裝測試工藝的緊密結合。最終的性能是芯片研發設計、工藝實現等多個因素綜合相互作用的結果。研發設計人員不僅需要具備較強的研發設計能力及豐富的經驗，亦需要對工藝端有深刻的理解及把握。彼等必須提出包括工藝實施方案的設計解決方案，並能與代工廠溝通及確認，以剋服工藝過程中任何潛在的挑戰及困難。
- 再者，MOSFET及IGBT產品的各種下游應用需要不同的性能及成本要求。在各種應用環境中對長期可靠性及高質量性能的需求給行業帶來重大挑戰。因此，研發設計人員必須深入了解不同的應用領域及其特性，如工作電壓、最大工作電流、散熱環境、工作頻率及寄生效應。該等不同的要求導致各種產品在結構仿真設計、佈局製圖、單工藝開發、工藝流程集成等方面存在實質性差異。這對行業內企業的差異化研發能力提出了嚴苛的要求。因此，企業必須擁有豐富的技術及工藝經驗儲備，不斷推動技術創新及革新。彼等亦需要能夠在短時間內成功開發出多種適合量產的產品，以建立穩定的市場地位。然而，新進入者在短時間內掌握先進技術並保持技術領先地位方面面臨挑戰，從而形成了行業的高技術壁壘。

行業概覽

高資本壁壘

MOSFET及IGBT製造行業亦為資本密集型，尤其是採用集成器件製造商(IDM)模式的公司，其對製造、研發支出及測試設備的投資規模巨大。為緩解該等資金壓力，部分芯片設計公司採用無晶圓廠商業模式，專注於輕資產運營。然而，即使在該戰略下，芯片設計及研究亦需要持續、大量的資金投入，從而形成半導體行業的高資本壁壘。該等高成本給新進入者帶來巨大的財務壓力。

客戶認可壁壘

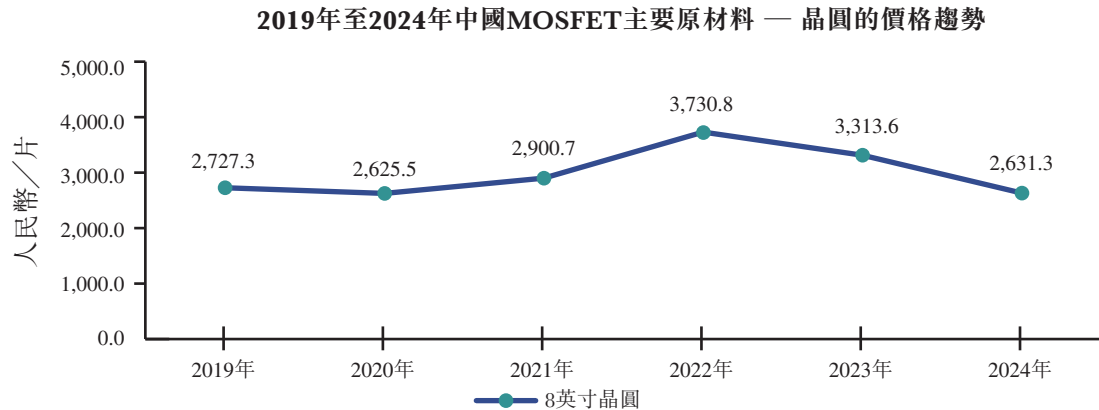
MOSFET及IGBT產品的質量將大大影響下游產品的質量及性能，使客戶的認可成為進入行業及參與競爭的必要條件。為確保產品質量及性能穩定性，下游客戶通常對MOSFET及IGBT製造商提出嚴格的認證要求。MOSFET及IGBT製造商除擁有行業領先的技術、產品、服務及穩定的量產能力外，亦須通過行業認可的質量管理體系認證或苛刻的客戶採購認證流程。具體而言，在汽車行業，與MOSFET及IGBT產品相關的關鍵認證有兩項：AEC-Q101及IATF 16949。AEC-Q101為器件半導體元件(如MOSFET及IGBT)的壓力測試認證標準，確保汽車製造商要求的惡劣汽車條件下的可靠性。中國有30多家MOSFET及IGBT製造商持有AEC-Q101認證。IATF 16949為一項質量管理體系標準，主要適用於參與汽車相關產品的設計、開發、生產、組裝、安裝或服務的組織。其確保從設計至製造的整個供應鏈的質量一致，滿足汽車製造商的嚴格要求。該認證主要為國內外主要中國汽車製造商對其MOSFET及IGBT供應商的要求，且中小型汽車製造商越來越多地強制要求對供應商資格進行該認證。中國超過20家MOSFET及IGBT製造商持有該認證。一旦獲得認證，MOSFET及IGBT供應商可與其客戶建立長期、穩定的合作關係。行業新進入者在獲得下游客戶認可方面面臨挑戰，需要大量時間、資源及精力以擴大其市場份額並建立客戶信任。該等壁壘使得新參與者難以進入市場並有效競爭。

行業概覽

中國MOSFET製造行業的原材料採購價

在半導體工業中，晶圓是製造MOSFET的基礎材料。其通常由單晶硅製成，晶圓為直徑介乎幾英寸至12英寸的薄圓形切片，8英寸晶圓通常用於MOSFET及IGBT製造。複雜的製造工藝需要高度無菌的環境，以確保表面無瑕疵或雜質，是因為該等缺陷會影響最終產品的性能。

下圖載列2019年至2024年MOSFET製造行業主要原材料的價格趨勢。



資料來源：益普索報告

用於MOSFET的8英寸晶圓指已經過初始製造工藝(例如光刻、蝕刻、摻雜)以創建MOSFET結構但尚未進行功能測試的硅晶圓，其行業價格由多個關鍵因素決定，包括製造工藝的複雜性、MOSFET功能的具體設計要求及代工廠之間的差異，因此8英寸MOSFET晶圓的採購價可能因產品設計規格、性能參數及目標應用場景的不同而有顯著差異。於2022財年、2023財年及2024財年，8英寸晶圓的行業採購價分別約為人民幣1,100至人民幣6,400元、人民幣850至人民幣5,500元及人民幣750至人民幣4,500元¹。

1. 附註：由於製造工藝的複雜性、特定的設計要求及代工廠的差異等各種因素，行業定價範圍主要反映典型的市價範圍。然而，由於存在眾多變量，該等晶圓的定製定價可能會超過該等範圍。晶圓模式的價格超出這一範圍並不少見，尤其是當無晶圓廠公司需要為其產品進行複雜或特定的定製時。

行業概覽

中國用於MOSFET及IGBT的8英寸晶圓平均價格顯示8英寸硅晶圓平均價格由2019年的每片約人民幣2,727.3元波動至2024年的每片約人民幣2,631.3元，複合年增長率約為-0.7%。價格最初在2019年至2020年期間略有下降，然後在2021年及2022年大幅上漲，於2022年達到每片約人民幣3,730.8元。該激增可歸因於疫情導致的全球芯片短缺，以及對人工智能、HPC、5G、新能源汽車及工業應用的需求增加，導致對半導體器件的需求上升。然而，2022年末產能增加及市場需求減弱導致庫存過剩，致使令價格在2024年降至每片約人民幣2,631.3元。具體而言，2022年，在需求持續增長預期的支撐下，中國半導體行業開啟了晶圓產能的大幅擴張。隨着2023年及2024年新增產能逐步上線，實際市場需求低於最初預測。該供需錯配導致全行業的去庫存週期。除需求疲軟外，國內晶圓代工廠競爭加劇進一步加劇定價壓力。由於多個參與者尋求確保市場份額及維持利用率，晶圓供應商實施更具競爭力的定價策略。因此，用於MOSFET生產的8英寸晶圓的平均售價與2023年及2024年持續下降。未來五年，中國8英寸硅晶圓的價格預計會保持相對穩定。汽車行業的強勁需求，尤其是電動汽車和高級駕駛輔助系統等應用的需求，將繼續推動市場增長。短期地緣政治風險可能會收緊部分產能，從而可能使價格略有上漲。然而，從長遠來看，日益激烈的市場競爭加上生產成本的持續降低，預期將對價格產生下行壓力。此外，12英寸晶圓在先進半導體工藝中的日益普及以及碳化硅(SiC)技術作為若干特定應用替代解決方案的進步，可能會影響定價動態，從而可能會導致8英寸晶圓價格長期逐漸走軟。

2019年至2024年中國MOSFET的平均價格呈現整體上漲趨勢，複合年增長率約為5.1%，但價格波動顯著。2020年價格下跌至每片約人民幣0.9元，2022年由於原材料成本波動、供應短缺和需求高漲，價格達到每片約人民幣1.8元的高峰。隨後於2023年和2024年，隨著原材料成本和市場的穩定，價格下降，為每片約人民幣1.4元。整體的增長反映出主要行業對MOSFET的需求強勁，但近期的價格下跌顯示出供應狀況改善及生產成本降低。8英寸晶圓是MOSFET的主要原材料，其價格對2019年至2024年中國MOSFET的最終產品價格有直接且顯著的影響。2020年至2022年晶圓價格上漲促使MOSFET平均價格上升，而2022年至2024年晶圓價格下跌則促使MOSFET平均價格降低。此外，功率半導體行業的去庫存週期及市場競爭壓力進一步導致自2022年以來MOSFET及其關鍵原材料價格下跌。然而，MOSFET價格變化的幅度往往超過晶圓價格變化的幅度，這表明其他因素(如需求、供應鏈動態和生產成本)於決定最終MOSFET價格方面也發揮了關鍵作用。未來五年，中國MOSFET價格預計將趨於穩定或略有下降。這一預測由以下關鍵因素驅動：i)國內產量增加及競爭加劇：國內產能擴大及競爭加劇對價格施加下行壓力。ii)技術進步及成本效益：預計MOSFET生產工藝的持續改進將提高製造效率並降低單位成本。隨著生產技術的成熟，規模經濟可能會導致價格下降。然而，來自汽車電子(尤其是電動汽車)、5G電信及可再生能源應用等高增長行業的強勁需求可能會維持MOSFET的需求。該持續需求可能會為價格提供一定支撐，部分抵銷供應增加和競爭加劇帶來的下降趨勢。