

行業概覽

本節所載若干資料及統計數據乃摘錄自多份官方政府刊物、市場數據提供商及本集團所委託的由獨立第三方弗若斯特沙利文編製的報告。本集團、獨家保薦人、[編纂]、[編纂][編纂]、[編纂]、[編纂]、[編纂]、[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(弗若斯特沙利文除外)並未對來自官方政府來源的資料進行獨立核實，亦不就其準確性、公平性及完整性發表聲明。

存儲產品市場分析

存儲產品的定義與分類

存儲產品是指為數據存儲及臨時或永久訪問而設計的硬件組件。存儲產品中主要有兩種核心晶圓類型：DRAM及NAND Flash。DRAM是一種在斷電時丟失數據的易失性存儲產品，具有超高讀寫速度和低延遲的特點，而NAND Flash是一種在不通電的情況下保留數據的非易失性存儲產品，具有高存儲密度和較低的單位成本的特點。就發展歷史而言，DRAM發明於1968年，並經歷了DDR世代(DDR2到DDR5)以增強帶寬和能效，而NAND Flash於1989年問世，從2D平面技術過渡到3D垂直堆疊以提高密度和降低成本。在使用場景方面，DRAM主要用於智能手機、AI服務器和PC中的實時數據處理，而NAND Flash則服務於SSD、智能手機、物聯網設備和數據中心中的長期數據存儲需求。基於核心晶圓類型、產品架構、性能特徵及應用場景，存儲產品可以系統地分為三大類，即NAND、DRAM、MCP及其他。

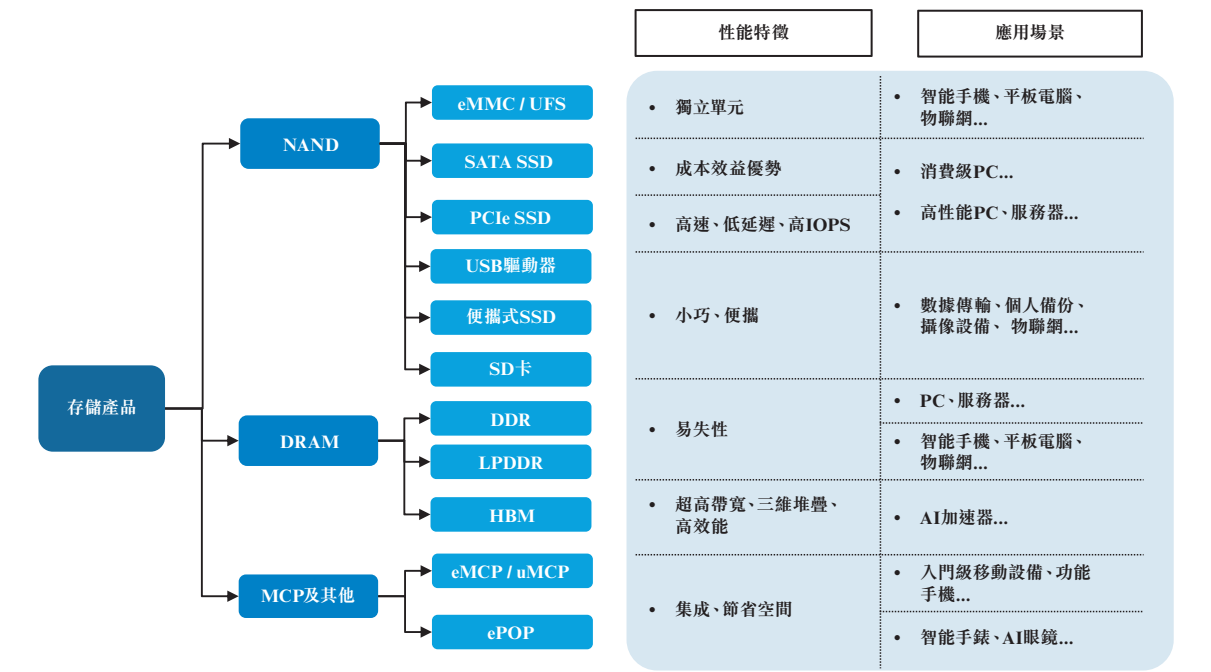
NAND產品主要用於非易失性數據存儲，涵蓋eMMC/UFS、SATA SSD、PCIe SSD、USB驅動器、便攜式SSD及SD卡。eMMC/UFS產品常用於智能手機、平板電腦及物聯網設備；SATA SSD為消費級PC提供具成本效益的存儲方案；PCIe SSD為高性能PC及服務器提供高速、低延遲及高IOPS；而USB驅動器、便攜式SSD及SD卡則強調便攜性，主要用於數據傳輸、個人備份、攝像設備及物聯網設備。

DRAM產品是易失性存儲產品，主要用於臨時數據處理及高速數據存取，包括DDR、LPDDR及HBM。DDR廣泛用作PC及服務器的系統存儲；LPDDR具有低功耗及高帶寬的特點，適用於智能手機、平板電腦及物聯網設備；而HBM採用3D堆疊架構以實現超高帶寬及能源效率，主要用於AI加速器。

MCP及其他主要指集成存儲產品，例如eMCP/uMCP及ePOP，該等產品在緊湊封裝架構中結合NAND及DRAM。該等產品具有高集成度及空間效率，通常用於入門級智能電話、功能手機、智能手錶、AI眼鏡及其他緊湊型智能終端。

行業概覽

存儲產品的定義與分類



資料來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

存儲產品產業鏈分析

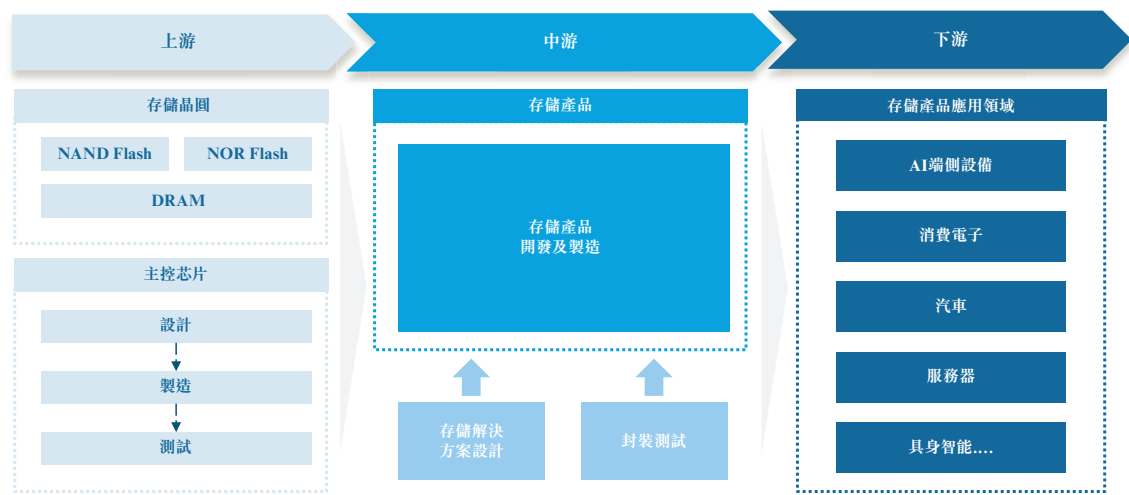
存儲產品產業鏈可分為三大環節：上游晶圓及主控芯片設計與製造、中游存儲產品製造，及下游終端應用。其中，中游板塊在上下游板塊之間發揮着重要的連接作用，是產業鏈內價值創造的核心樞紐。

上游環節主要為行業提供基礎資源，包括存儲晶圓製造商和主控芯片供應商。中游環節是連接上游與終端應用的關鍵環節，主要涉及存儲解決方案設計、封裝及測試。行業主要存在兩種運營模式：其一是獨立存儲器製造商模式，企業專注於存儲解決方案設計、封裝及測試(自營／外包)及大規模交付。另一模式為集成式存儲製造商模式(IDM模式)，涵蓋全流程生產，重點聚焦晶圓製造環節——值得注意的是，其涵蓋了獨立製造商承擔的所有流程(包括存儲解決方案設計以及封測)，並在上游和中游領域運營，這是一種垂直整合，可以通過簡化的生產協調和穩定的供應能力在行業週期性波動或供應鏈中斷中提供晶圓生產的成本效率優勢。

下游應用領域呈現高度多元化，涵蓋AI端側設備(如AI智能移動、AI PC、AI眼鏡)、消費電子、智能駕駛及工業能源等領域。各終端市場均有其獨特的要求，推動存儲產品在容量、速度、功耗及可靠性等方面不斷升級創新。中游製造商通過存儲解決方案設計與先進封裝技術，增強產品對下游應用多樣化需求的適應性，從而獲取更多市場機會。

行業概覽

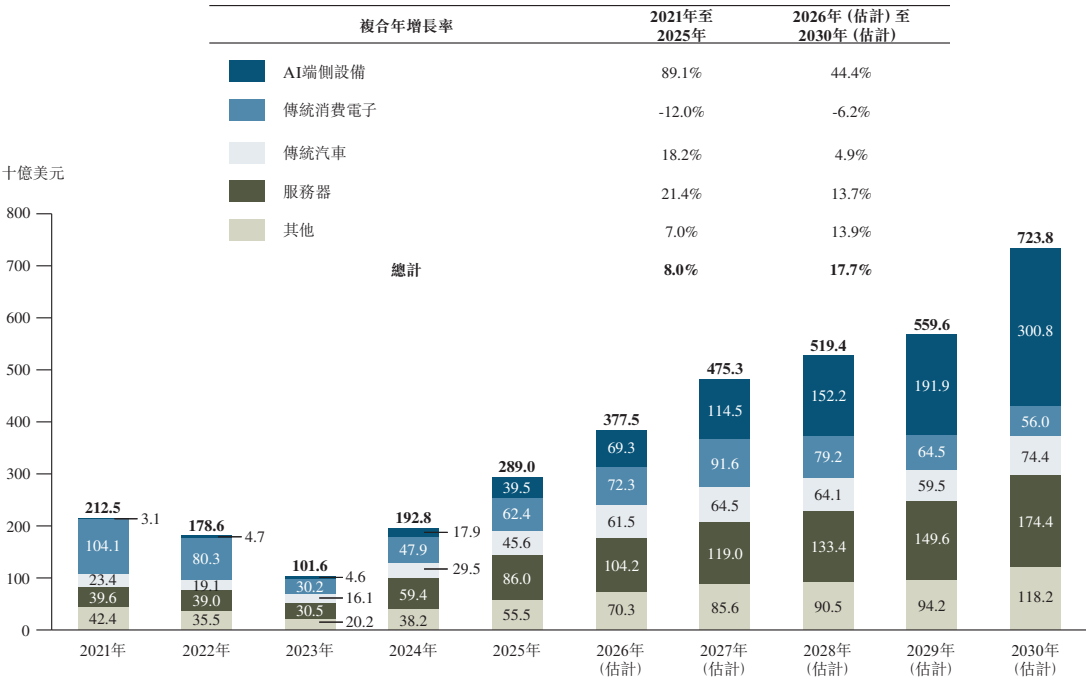
存儲產品市場產業鏈



資料來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

存儲產品市場規模

全球存儲產品市場規模(按下游應用劃分)，按收入計，2021年至2030年(估計)



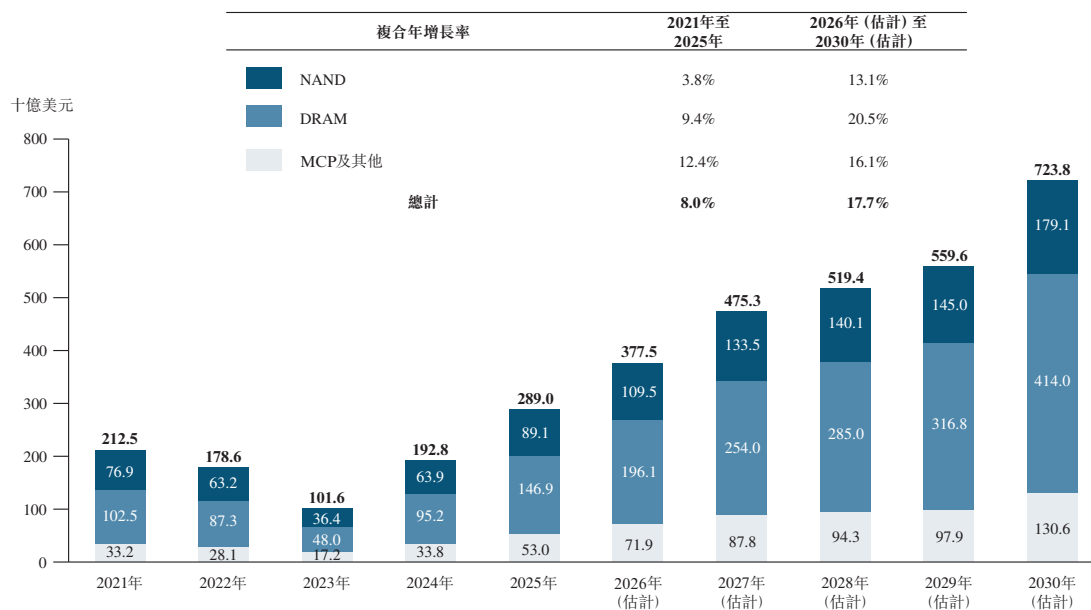
附註：「AI端側設備」包括AI智能移動、AI PC、AI眼鏡及智能汽車。

資料來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

行業概覽

從產品類型來看，在多種因素的共同驅動下——包括特定場景的技術規範、不同的技術迭代週期、不同的價值定位，以及不同的下游應用需求，如AI服務器、智能駕駛和物聯網——全球存儲產品，包括NAND、DRAM及MCP及其他，呈現出差異化的增長軌跡，共同推動了市場的擴張。

全球存儲產品市場規模(按產品類型劃分)，按收入計，2021年至2030年(估計)



資料來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

本集團於2025年在中國內地的市場份額為0.9%，而於2025年在全球的市場份額為0.5%。中國的競爭格局與全球市場大致一致，全球市場長期由IDM製造商主導，合計市場份額通常超過90%至95%。

存儲行業週期分析

存儲行業歷來遵循3-4年的週期模式。從2020年至2024年期間的歷史表現來看，2021年，消費電子的強勁需求，加上終端廠商的預備貨，搭配穩定的供應，推動價格和市場規模見頂。到2022年至2023年，2020年至2021年啟動的產能已上線，但全球經濟逆風(高通脹、地緣政治衝突和主要經濟體增長緩慢)的綜合作用嚴重拖累了市場需求。這種供需錯配引發了產品價格的大幅下跌。至2023年下半年，隨著AI推動需求和庫存下降，整體市場開始出現復甦跡象，價格開始反彈。

展望2025年至2030年，存儲行業週期波動幅度有望收窄，根源於結構性供需轉向：AI驅動的企業需求取代波動較大的消費電子成為核心驅動，整體呈現波動適度的上行趨勢。一方面，AI端側設備、智能汽車及具身智能等新興應用場景的持續擴展，將為存儲需求提供強勁持久的增長動力，支撐市場長期發展。另一方面，隨著行業級大模型與各經濟領域深度融合、賦能，將催生可觀的AI推理需求。推理階段所需的實時數據檢索、臨時數據存儲和高效處理將進一步推動增量存儲需求，成為行業的另一個關鍵增長動力。這些發展將有助於緩解極端供需失衡，穩定行業週期，並在週期性波動中

行業概覽

實現穩定的市場增長。就中國內地存儲產品市場而言，其供需動態、市場歷史及預測重大波動的根本原因以及由此對整體產品定價及銷量的影響與全球市場大致相似。

存儲產品核心技術趨勢

先進封裝技術：實現存儲產品容量與性能拓展

存儲行業的封裝技術主要包括芯片級封裝及晶圓級封裝。芯片級封裝涉及通過封裝工藝封裝單個裸芯片，提供電氣互連、物理保護及性能優化，形成獨立的芯片封裝。

其中，晶圓級封裝憑藉其技術優勢成為推動產品升級的關鍵方向之一。作為一種無需晶圓切割即可實現封裝的先進工藝，晶圓級封裝允許直接在晶圓階段進行布線、防護與測試。其能夠在有限的空間內實現存儲芯片的緊湊集成，實現更高的容量和更好的性能，同時降低封裝階段的能耗和成本。

主控芯片：提升存儲產品數據處理能力及效率

存儲產品中的主控芯片主要負責數據讀／寫調度、糾錯、壽命監控與電源管理等關鍵功能，其性能直接決定存儲產品的整體能力。在實際應用中，主控芯片集成高性能處理器與專用算法，實現並行數據處理與智能調度。

從技術發展的角度來看，主控芯片正快速向更高集成度與更加智能化的方向演進。一方面，主控芯片通過集成AI驅動算法實現智能糾錯、數據壓縮與安全加密，提升數據管理的自主性與安全性。另一方面，主控芯片在能效優化、熱管理與多芯片協同方面持續取得突破，以滿足高帶寬、大容量產品的性能要求。

固件算法：定義存儲產品的核心智能

固件算法通常被稱為存儲產品必不可少的「智能層」。固件算法以主控芯片為載體，負責數據調度優化、磨損均衡及錯誤校正等關鍵功能，同時需深度適配存儲介質特性。

通過與硬件的緊密協作，固件算法的價值進一步放大。在「算法定義硬件」的行業趨勢下，固件需與主控芯片及封裝技術形成研發閉環，針對不同應用場景優化數據處理邏輯。

介質研究：從通用化設計到場景化適配

介質研究以存儲晶圓為核心，聚焦NAND Flash、DRAM等存儲介質的物理特性分析。該研究涵蓋芯片篩選、特性測試與失效機制分析。通過精準掌握介質性能邊界，研究人員為產品設計與算法優化提供科學依據，其構成了確保存儲產品可靠性的基礎。

行業概覽

存儲晶圓：持續突破性能上限

存儲芯片的性能提升依託晶圓工藝創新與後端技術優化的共同推進。在晶圓層面，3D NAND 通過增加堆疊層數持續擴大存儲容量，DRAM則借助製程迭代不斷突破容量與速度極限。該等進步為海量數據存儲與高速處理提供了堅實的硬件基礎。

隨著頭部廠商在先進晶圓製程技術上的差距縮小，行業競爭的焦點正逐漸轉向晶圓後道工序。其中，存儲測試成為保證產品質量的關鍵階段之一。製造商自主研發模擬極端工況的綜合測試設備和算法，進行芯片篩選及可靠性驗證。其不僅保證了產品在多樣化應用環境下的穩定性能，亦為存儲芯片進入高可靠性應用領域的核心保障。

存儲產品行業的主要驅動因素

需求側

存儲產品行業的需求主要受到全球AI熱潮和數字基礎設施擴張的推動，這對高性能存儲芯片產生了迫切需求。來自大型語言模型(LLM)及AI計算集群的AI訓練和推理工作負載刺激了對高帶寬存儲和高容量存儲產品的爆炸性需求，推動雲提供商加大相關採購力度。

供給側

存儲行業的供給側增長得益於全行業的技術進步和戰略產能優化計劃，這些計劃提高了整體生產效率和產品價值。核心製造工藝的持續創新提高了存儲芯片密度和性能，同時降低了單位生產成本，增強了行業滿足不斷發展的下游需求的能力。

存儲產品行業面臨的挑戰

存儲產品行業面臨兩個關鍵挑戰，影響其穩定的運營和增長軌跡，而不是對發展構成不可逾越的障礙。首先，該行業正在努力平衡持續的研發投資和技術迭代的步伐，因為提高存儲性能和密度需要在下一代製造和設計技術上投入大量資本和人才，其會給短期成本結構和資本效率帶來壓力。其次是行業正在應對複合型人才梯隊建設與差異化技術進步的匹配挑戰。

全球存儲產品行業競爭分析

競爭格局概覽

在存儲產品行業，獨立廠商和IDM廠商的關鍵區別在於是否生產NAND/DRAM晶圓。IDM通常控制從晶圓製造到成品的整個價值鏈，這可以實現更強的上下游整合、規模優勢以及在市場週期性或供應鏈中斷的情況下更大的彈性。相比之下，獨立製造商不從事晶圓生產，而是專註於存儲解決方案設計以及封測，從而導致更靈活的成本結構和更大的產品規劃適應性。彼等可以快速調整容量、性能、接口配置和固件，以滿足多樣化的應用需求，其固件和系統級集成能力允許即使在使用相同的

行業概覽

存儲晶圓時也能實現性能和可靠性的差異化。總體而言，獨立製造商受益於靈活性、系統集成能力和成本彈性，而IDM的優勢來自垂直整合和穩定的上游供應。

自有封裝存儲產品市場獨立存儲器製造商

獨立存儲器製造商專注於存儲產品的定製化開發及場景化適配。利用自有封裝能力及靈活的供應鏈集成優勢，彼等可以提供更適合客戶特定需求的存儲解決方案，並快速響應多樣化及不斷發展的市場需求。

根據弗若斯特沙利文的數據，本集團為全球唯一一家具備晶圓級封裝技術的獨立存儲解決方案提供商。

2025年全球獨立存儲器製造商自有封裝存儲產品排名(按收入計)

排名	公司	收入 (百萬美元)
1	本集團	1,511.3
2	公司B	1,183.8
3	公司A	961.0

資料來源：弗若斯特沙利文，專家訪談

AI新興端側設備存儲解決方案提供商

2025年全球AI新興端側設備存儲解決方案提供商排名(按收入計)

排名	公司	收入 (百萬美元)	市場份額 (%)
1	本集團	353.9	9.0
2	公司A	96.1	2.4

資料來源：弗若斯特沙利文，專家訪談

附註：

- 表格中美元金額換算匯率採用1美元＝人民幣7.18元。
- 公司A是一家深圳證券交易所上市公司，專注於eMMC/UFS及SSD等閃存產品的研發。
- 公司B是一家台灣證券交易所上市公司，專注於USB閃存控制器、固態硬盤控制器等控制芯片的研發。

資料來源：弗若斯特沙利文，專家訪談

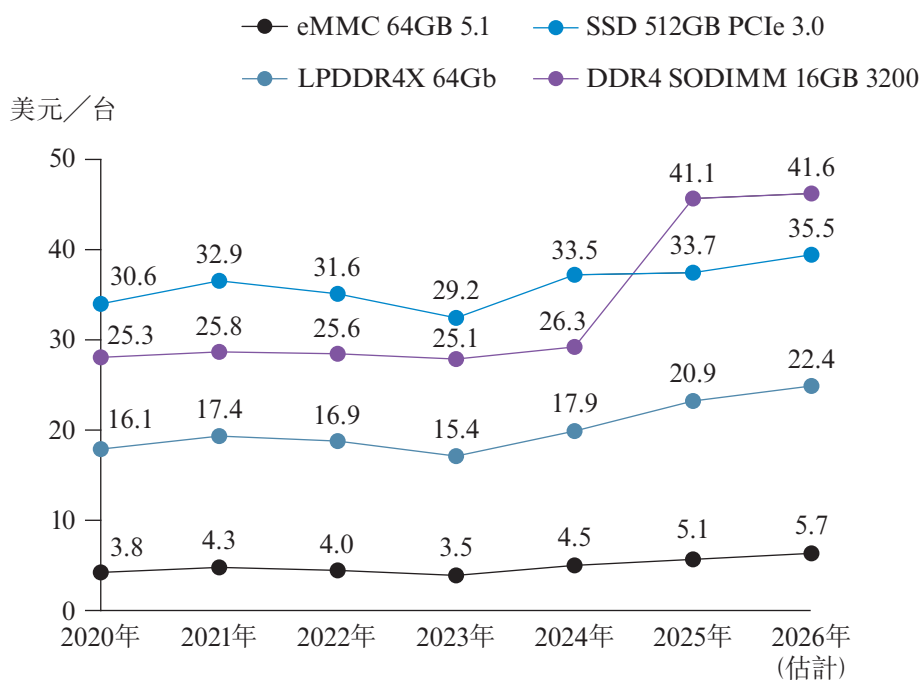
行業概覽

存儲產品整體價格趨勢

存儲產品的平均價格遵循週期性軌跡，由每年不斷變化的市場供需動態帶動。2020年，由於全球消費電子產品需求穩定，供應鏈產能平衡，所有類別的價格都保持在相對較低的基線水平。截至2021年，各類別價格上漲：由PC出貨量增加以及供應輕度緊張等因素推動。2022年至2023年，市場行情逆轉：終端設備銷量疲軟，及供應鏈庫存高企，引發了一輪價格回落。多數產品價格下跌，體現出製造商去庫存的舉措。2024年標志著一個轉折點：隨著庫存水平常態化，終端電子產品／數據中心升級需求回暖，價格趨穩並逐步回升。展望2025年（估計），受DRAM行業週期回升及設備升級需求復甦的推動，價格預計將延續回升態勢。

存儲產品的價格跨度大，不同產品類別及規格的價格差異顯著，分佈較為分散。這種差異由多重因素驅動，包括產品類型、容量與帶寬等規格參數、應用場景的不同，以及製造工藝、封裝技術和性能要求的提升。隨著存儲產品持續滲透高性能計算、人工智能終端及汽車等應用，高端產品佔比不斷提升，推動整體價格結構的差異化加大。

存儲產品價格趨勢，2020年至2026年（估計）



資料來源：弗若斯特沙利文

行業概覽

晶圓定價分析

核心晶圓是存儲產品的基礎基板，其定價與整個半導體週期緊密一致，而不是表現出獨立的定價趨勢，核心驅動因素植根於供需基本面、產能動態和技術迭代。2020年至2022年，在全球半導體需求強勁和產能受限的支撐下，核心晶圓價格呈上行趨勢；於2023年，消費電子和智能移動需求疲軟導致產能閑置，對部分核心晶圓價格形成下行壓力；自2024年以來，隨著消費電子市場逐步復甦，AI訓練、車規級IC、計算需求持續增長，核心晶圓定價趨於穩定——其中，先進製程節點在運算IC與車用領域的滲透率提升，成為支撐價格[編纂]中有升的重要動能；而成熟製程節點則因本土產能快速擴張，市場競爭日趨白熱化，價格面臨下行走勢。展望未來，核心晶圓定價預計將在中長期保持基本穩定，繼續反映半導體週期，並受到下游需求波動和產能建設步伐的影響。

存儲產品行業進入壁壘分析

- 技術壁壘

在存儲產品行業，技術壁壘主要源於多個技術體系難以實現協同突破。核心存儲芯片的開發需要跨越材料科學、精密製造及電路設計的專業知識。例如，芯片架構設計要求多級存儲單元的高密度集成，必須同步優化光刻精度、蝕刻工藝及鍵合技術。在系統層面，需開發數據加密、容錯及電源管理的集成解決方案，以滿足關鍵行業所需的數據完整性及可靠性的嚴格標準。

- 供應鏈壁壘

存儲產品行業關鍵的供應鏈壁壘在於整合全球資源及構建綜合服務網絡的能力。在上游，擁有全球供應鏈的公司可以使用協調的流程在多個地區採購材料和分配產能，以降低風險並確保質量。在下游，全球供應鏈企業通過倉儲和物流中心以及本地化團隊滿足定製需求並提供及時服務，而缺乏全球服務網絡的新進入者在履行跨境訂單方面面臨重大限制。

AI時代存儲產品發展的宏觀背景

AI發展歷程分析

人工智能的發展可分為不同的階段。早期階段的特點是通過大規模數據及算法優化實現了圖像及語音識別等感知任務的突破。自2011年以來，AI進入了以大模型崛起為標誌的新階段，深度神經網絡驅動的深度學習成為主流。展望未來，AI發展的方向將是端側與雲端計算的協同發展。智能應用將能夠在本地運行若干AI模型以實現快速響應，而雲端則利用其強大的計算能力來處理複雜的任務。這種端側與雲端協作模式正在推動存儲產品性能及容量的升級，擴大其應用及市場空間，並帶來新的增長機會。

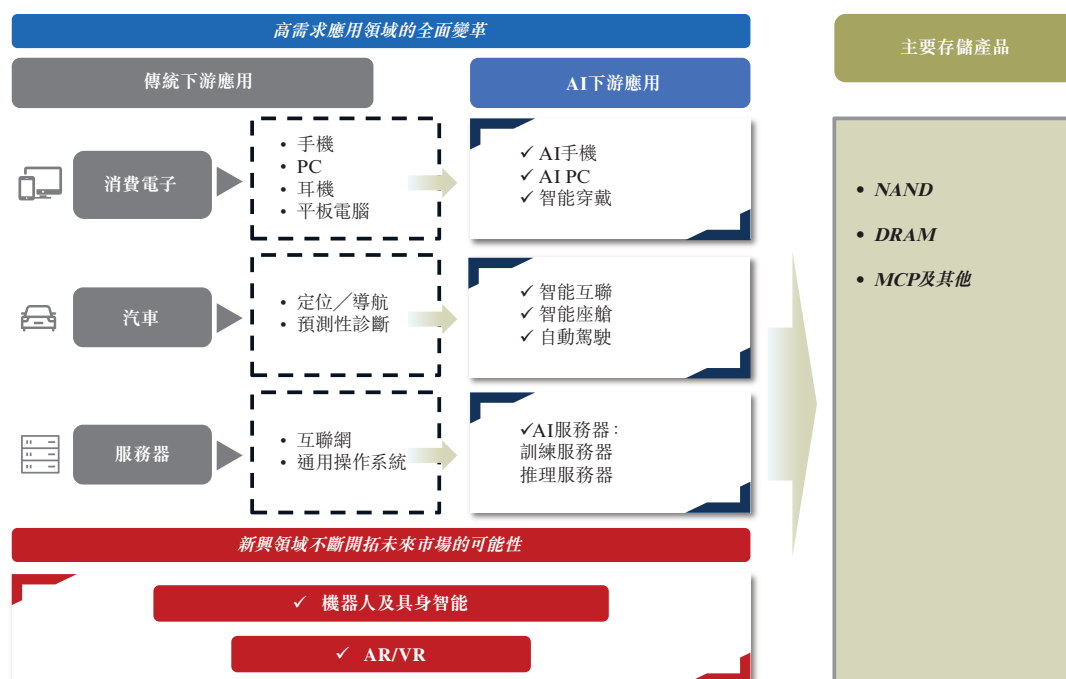
行業概覽

AI技術引領的下游產業變革趨勢分析

隨著AI技術的快速發展，其影響力正從深度及廣度向下游部門滲透。終端用戶應用與雲基礎設施正朝著智能化、場景化解決方案的方向轉型。在消費電子產品中，智能移動及可穿戴設備現在可以識別用戶習慣及環境，以提供個性化體驗。在汽車領域，自動駕駛及智能座艙的升級使車輛能夠實時決策，提高安全性及用戶體驗。在雲端，不斷提升的算力及存儲容量，結合AI驅動的調度及數據處理，為AI服務提供了強有力的後台支持。

在該等趨勢的推動下，主要下游市場正在擴大。消費電子產品加速向智能化升級，智能汽車滲透率提升，而服務器市場隨著AI的應用快速增長。與此同時，支持AI的AR/VR和機器人正在大規模部署，並產生海量多元的數據。隨著功能愈發複雜，數據量激增，存儲產品作為數據存儲的核心載體，面臨更高的性能要求，預期充分受益於這場AI驅動的變革。

存儲產品的下游領域及應用



資料來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

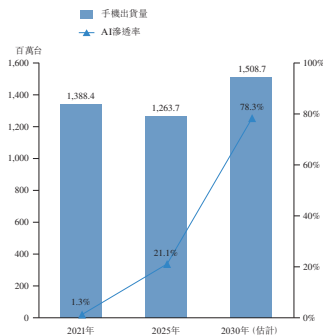
行業概覽

AI端側領域的需求分析

2021年、2025年及2030年

(估計)

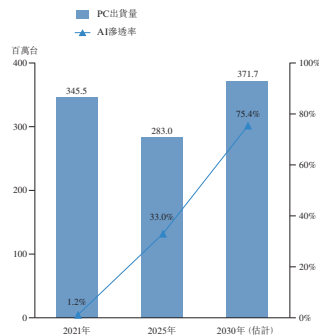
全球手機出貨量及
AI滲透率



2021年、2025年及2030年

(估計)

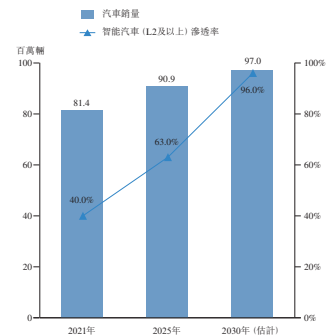
全球PC出貨量及
AI滲透率



2021年、2025年及2030年

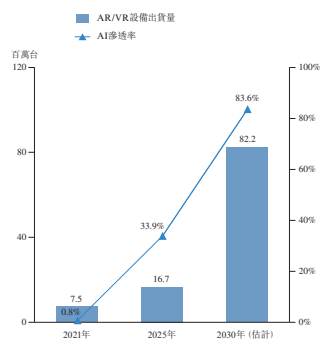
(估計)

全球汽車銷量及
智能汽車*滲透率



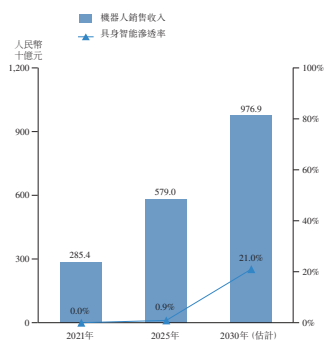
2021年、2025年及2030年 (估計)

全球AR/VR設備出貨量及AI滲透率



2021年、2025年及2030年 (估計)

全球機器人銷售收入及具身智能滲透率



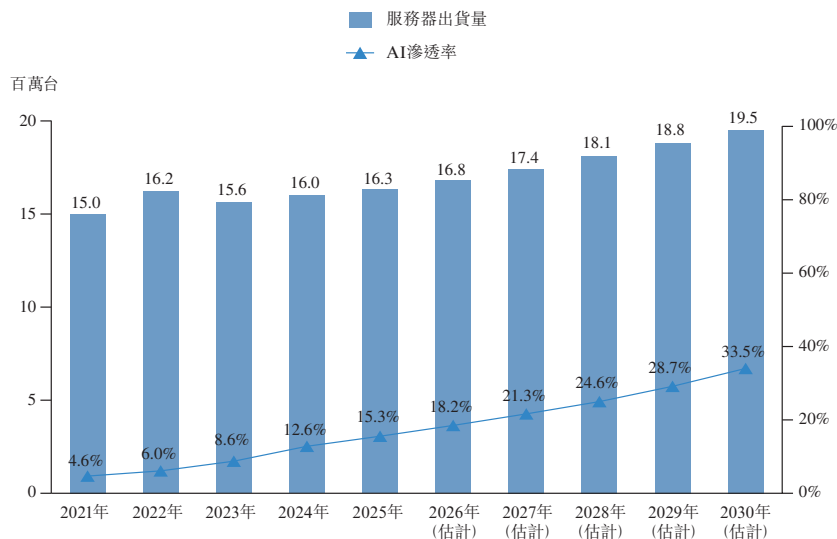
* L2級以上擁有自動駕駛功能的智能汽車。

資料來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

行業概覽

雲端AI領域的需求分析

2021至2030年(估計)全球服務器出貨量及AI滲透率



資料來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

資料來源

就[編纂]而言，我們委聘獨立市場研究顧問弗若斯特沙利文對存儲產品市場進行分析及編製弗若斯特沙利文報告。弗若斯特沙利文於1961年在紐約成立，是一家獨立的全球諮詢公司，提供行業研究、戰略市場諮詢及企業培訓等服務。就所提供的市場研究服務，我們需向弗若斯特沙利文支付費用人民幣519,400元，我們認為該費用與現行市場費率一致。

在編製及準備弗若斯特沙利文報告時，弗若斯特沙利文進行了(i)一級研究，包括與行業參與者、競爭對手、下游客戶及獲認可的第三方行業協會的訪談，及(ii)二級研究，包括審閱企業年報、相關官方機構的數據庫以及弗若斯特沙利文於過去數十年建立的獨家數據庫。弗若斯特沙利文報告所載的市場預測基於以下主要假設：(i)所討論的全球市場的社會、經濟及政治狀況將於預測期內保持穩定；(ii)與全球存儲產品市場相關的政府政策將於預測期內保持一致；及(iii)存儲產品市場將繼續受到弗若斯特沙利文報告所述因素的推動。

除另有說明外，本節所載所有數據及預測均來自弗若斯特沙利文報告。委託報告由弗若斯特沙利文獨立編製，不受本集團或任何其他利益相關方的影響。董事確認，就彼等所深知及經作出合理查詢後，自弗若斯特沙利文報告日期以來，市場資料並無重大不利變動，以致對本節所載資料有所保留、抵觸或以其他方式影響本節所載資料。

自2024年12月31日以來，市場資料並無發生可能對已披露信息產生限制、矛盾或影響的不利變化。