

---

## 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。我們認為該等資料來源為相關資料的適當來源，且我們在摘錄及複製該等資料時已採取合理謹慎態度。我們並無理由相信有關資料失實或具有誤導性，或相信任何事實遭遺漏或隱瞞，以致有關資料失實或具有誤導性。本集團、獨家保薦人、[編纂]、[編纂]、[編纂]、[編纂]、[編纂]、[編纂]人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。

### 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。早期階段從20世紀50年代至21世紀10年代，其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。尤其是大語言模型的廣泛應用，顯著提升了AI在語義理解、推理生成等領域的通用能力。2017年Transformer架構的引入及2020年GPT-3的發佈將AI發展推向了新的高度。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。這兩種方法相輔相成，減少了對設備或雲計算的單一依賴。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技術的發展



來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

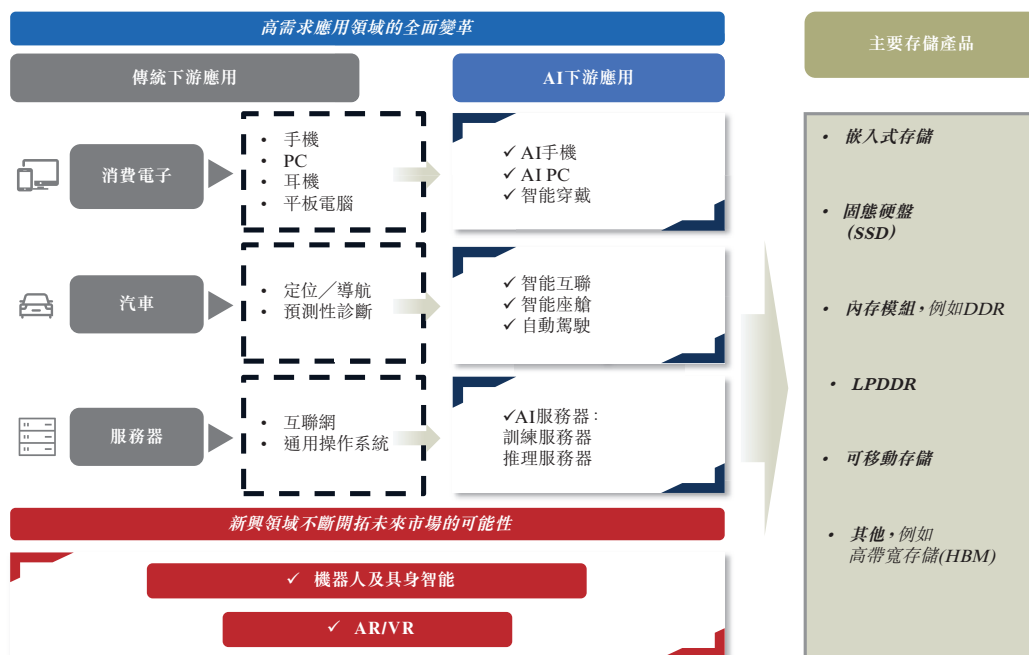
### AI技術引領的下游產業變革趨勢分析

隨著AI技術的快速發展，其影響力正以前所未有的深度及廣度向下游板塊滲透。終端用戶應用及基於雲的基礎設施均在轉型為智能、場景驅動的解決方案。例如，在消費電子領域，智能移動及可穿戴設備已經不再局限於基本功能。在AI的支持下，該等應用現在可以準確識別用戶習慣及環境條件，提供高度個性化及特定場景的體驗。隨著自動駕駛及智能座艙功能的不斷升級，汽車行業亦在加速向智能化轉變。車輛目前可以根據實時路況及乘客需求做出智能決策，從而增強安全性及用戶體驗。在雲端，服務器算力及存儲容量穩步提升。利用AI，該等資源可以實現更高效的調度及數據處理，為廣泛的AI應用提供強大的後端支持。

在此發展趨勢下，下游各板塊的市場規模呈現出明顯的增長勢頭。消費電子升級加速，智能化產品不斷推陳出新；在汽車行業，智能汽車滲透率逐年提升，市場規模不斷擴大；服務器板塊也因AI技術的應用迎來爆發式增長。同時，在AI的驅動下，AR/VR設備實現了多模態交互、沉浸式體驗的升級，應用場景快速拓展；機器人，依託於具身智能的突破，在工業、服務等領域實現了規模化落地，兩者均產生了海量的多類型數據。隨著下游各板塊功能日益複雜，數據量急劇增長，存儲產品作為數據存儲的核心載體，面臨著更高的要求，有望充分受益於當前AI驅動的轉型趨勢，在滿足下游行業多元需求的同時，迎來更廣闊的發展空間。

## 行業概覽

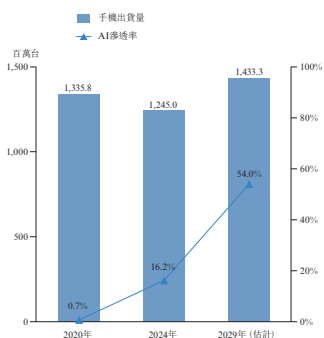
### 存儲產品的下游領域及應用



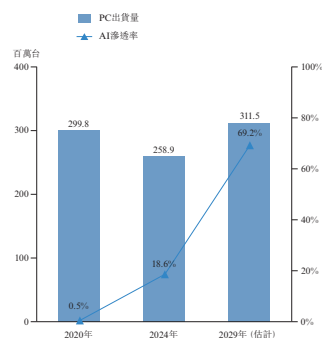
來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

### AI端側領域的需求分析

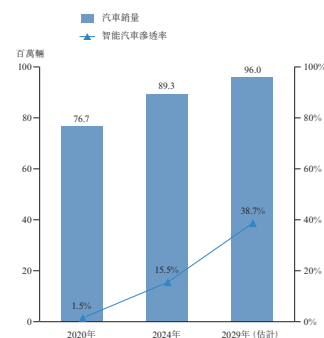
2020年、2024年及2029年  
全球手機出貨量及  
AI滲透率



2020年、2024年及2029年  
全球PC出貨量及  
AI滲透率

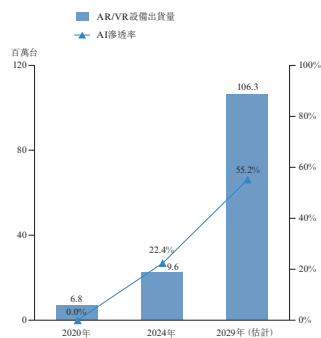


2020年、2024年及2029年  
全球汽車銷量及  
智能汽車\*滲透率

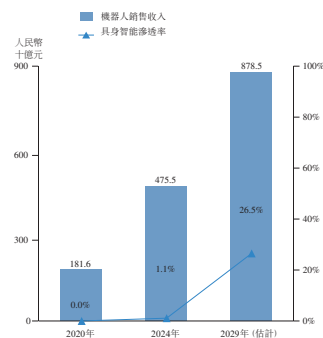


## 行業概覽

2020年、2024年及2029年  
全球AR/VR設備出貨量及AI滲透率



2020年、2024年及2029年  
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。

來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

### 手機及PC

作為消費電子中最大的品類，2024年全球智能手機出貨量達到約12億部。隨著AI技術推動產品升級，AI智能手機已成為智能設備的關鍵形態，提供的算力是普通智能手機的五到十倍。到2029年，全球AI智能手機出貨量預計將達到774.0百萬部，滲透率預計將升至54.0%。

於2024年，全球PC出貨量為258.9百萬台，預計到2029年將升至311.5百萬台。由於AI PC能夠更好地滿足企業級辦公場景的需求，用戶更願意為其付費，導致PC的AI滲透率相較於其他消費電子產品更高。於2024年，全球AI PC出貨量達到48.2百萬台，到2029年，這一數字預計將增長至215.6百萬台，使AI PC成為PC市場的主流產品。

在智能手機領域，DRAM是運行內存，例如LPDDR5/5X，負責臨時存儲程序數據。其高速及低功耗允許多個應用程序同時流暢運行。NAND flash用於系統及用戶數據的長期存儲，高清視頻錄製等應用需要更大的容量及速度。MCP(多芯片封裝)作為集成多類芯片的封裝技術方案，涵蓋了eMCP/uMCP及ePOP等具體形式。其通過簡化硬件架構、優化成本結構，為手機的基礎迭代提供關鍵支撐，在消費電子的小型化、高性價比設備開發中發揮重要作用。

---

## 行業概覽

---

在PC領域，DRAM為流暢的多任務處理提供保障，例如DDR5；SSD則憑藉大容量存儲、高讀寫性能及出色穩定性，不僅大幅縮短系統開機、軟件加載與文件傳輸時間，還能有效支撐大型程序高效運行、海量數據處理，以及多任務場景下的無縫協同。其抗震動、低功耗的特性，進一步提升了設備耐用性與續航能力，持續推動PC向更高效率、更強穩定性、更豐富功能的方向迭代升級。

### 汽車

在汽車領域，配備更強大計算能力及網絡連接的智能汽車能夠更好地支持廣泛的AI應用。於2024年全球智能汽車銷量約為13.8百萬輛，預計到2029年將增長至約37.2百萬輛，使智能汽車成為汽車行業的關鍵類別。

在智能汽車領域，DRAM是確保智能系統順利運行的核心支柱，為車載信息娛樂及高級駕駛輔助系統(ADAS)等系統臨時存儲操作程序及實時數據，確保車輛在多任務並行處理過程中保持高效運行，為駕駛過程的平穩性提供底層支撐。SSD主要用於高精度地圖、行車記錄及個性化座艙設置等重要數據的長期存儲。

### AR/VR

2024年，AR/VR設備的全球總出貨量達到9.6百萬台，預計到2029年將增至106.3百萬台。配備語音助手、圖像識別、實時翻譯等強大智能功能的AI眼鏡，預計其出貨量將從2024年的2.2百萬台增長到2029年的58.7百萬台。它們的應用場景也將不斷擴展到教育、醫療、工業等領域，成為AR/VR設備領域的主流品類。

在AI眼鏡領域，DRAM承擔臨時存儲任務，ePOP作為集成化的「DRAM + NAND閃存」解決方案，為設備的發展提供關鍵支持。ePOP採用垂直堆疊封裝技術，以適應設備的輕量化設計；其還具備高傳輸速度和低功耗的特點，能夠支持高分辨率圖像緩存等複雜場景，為高端產品的創新賦能，推動AI眼鏡向功能更豐富、用戶體驗更優良的方向迭代升級。

### 機器人

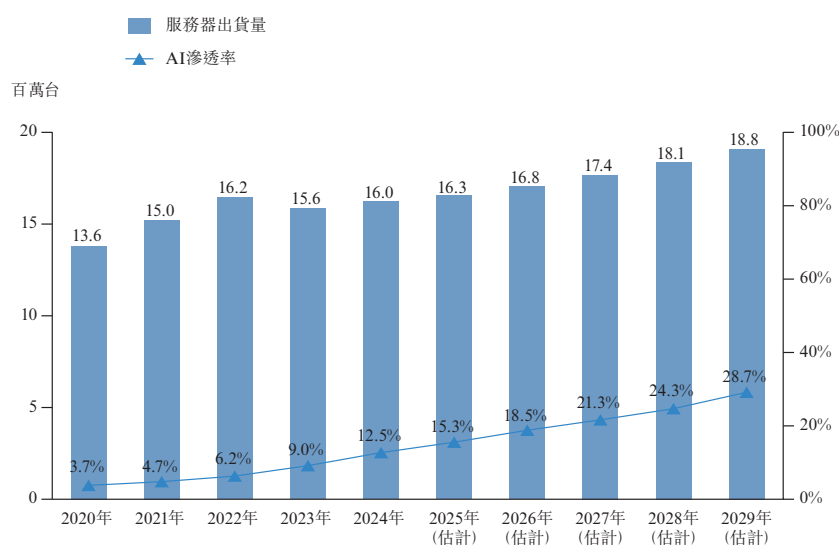
在機器人領域，具身智能機器人憑藉其更加自主的環境感知和動作執行能力，可以更好地拓展機器人的應用邊界。2024年全球機器人銷售收入達到人民幣4,755億元，預計到2029年將增長至人民幣8,785億元。隨著AI技術的蓬勃發展，預計到2029年，全球具身智能市場規模將達到約人民幣2,326億元。

## 行業概覽

在機器人領域，多種存儲產品被廣泛應用。作為一種嵌入式存儲產品，eMMC，可穩定存儲系統固件、基礎配置等非實時數據，在成本與基礎存儲需求間實現平衡；LPDDR憑藉超高讀寫速度，專攻運行過程中實時數據的處理，確保機器人指令執行的即時性。這些存儲產品通過差異化的功能分工，共同為機器人的穩定運行提供了多層次的支撐，有效帶動了機器人的產業發展和技術進步。

### 雲端AI領域的需求分析

2020至2029年(估計)全球服務器出貨量及AI滲透率



來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

於2024年，全球服務器出貨量達到約16.0百萬台，預計到2029年這一數字將增至約18.8百萬台。作為人工智能應用的核心計算基礎設施，AI服務器提供了強大的並行計算能力。隨著AI技術在各行各業的持續擴展，AI服務器的需求正在穩步上升。於2024年，全球AI服務器出貨量約達2.0百萬台，預計到2029年將增長至約5.4百萬台。

於AI服務器領域，DRAM主要用於臨時存儲。DDR5等內存憑藉其高帶寬及低延遲，確保了深度學習及圖像識別等密集型任務的順利運行。除DDR外，LPDDR憑藉低功耗、小體積的優勢，常應用於對功耗和空間有嚴格要求的AI服務器場景。SSD承擔長期存儲任務，需要更大的容量和更快的速度來滿足這些需求。這些存儲產品共同推動了AI服務器性能和效率的提升。

---

## 行業概覽

---

### AI時代終端應用對存儲產品的迭代需求

AI時代對存儲產品的新要求：

- **更高的集成。**高集成度對於消費電子等AI端側應用至關重要。例如，智能手機需要同時處理多個AI應用，如智能照片優化及語音助手，同時保持纖薄輕巧的外形。然而，目前的端側消費電子產品往往會因為集成度不夠而面臨挑戰，例如在增加新的功能模塊時，不得不犧牲電池等關鍵部件的空間。採用先進的封裝技術可以有效地解決這些問題。藉助系統級封裝(SiP)等先進技術，可以將具有不同功能的多個芯片、傳感器及其他電子元件緊密集成。這大大減小了整體尺寸並增強了集成度，符合消費電子產品小型化及纖薄設計的趨勢。
- **高併發處理能力。**在性能方面，高併發處理能力日趨重要。對於AI端側應用而言，同時運行多個AI任務已經成為常態。例如，智能家居設備需要同時處理環境感知、設備控制及各類智能提醒等任務。這要求設備具備強大的併發處理能力，以確保所有任務的及時響應及高效執行。主控芯片通常採用多核異構架構，集成不同類型及性能側重點的內核。這允許根據每個任務的具體需求靈活分配資源，最大限度地發揮每個內核的優勢，實現高併發處理。這為存儲產品在AI端側應用場景下的高效運營提供了有力支撐。
- **快速讀／寫及穩定運行。**就AI端側應用而言，快速的讀／寫速度及穩定的運行日益重要。例如，智能車載系統需要在行駛過程中持續可靠地處理各種類型的數據交互，如路況分析、導航引導及娛樂功能。其要求系統運行穩定，防止崩潰或數據丟失。固件算法可以通過智能預取和緩存技術來優化存儲產品的讀／寫路徑。通過預測即將進行的數據訪問並對其進行預緩存，這些算法可以加快讀／寫速度並確保快速數據檢索。同時，動態資源分配及冗餘驗證機制持續監控設備模塊的狀態。透過此機制，不僅能實現資源的最佳化配置、關鍵數據的冗餘備份，亦可進行即時錯誤修正，最終確保系統穩定運行並維持高效能表現。

---

## 行業概覽

---

### 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。根據核心晶圓類型、性能特徵及應用場景，存儲產品可以系統地分為嵌入式存儲、固態硬盤(SSD)、內存模組、LPDDR及可移動存儲等多種形態。

就嵌入式存儲產品而言，其通常由單顆NAND芯片或NAND與LPDDR組合構成，具有高集成度、低功耗及小尺寸的特點，廣泛應用於消費電子、汽車電子及工業物聯網設備。

固態硬盤(SSD)圍繞NAND構建進行數據存儲。與傳統硬盤驅動器相比，SSD具有更快的讀/寫速度和更強的抗震性，使其成為消費者及企業級存儲的核心升級選擇。

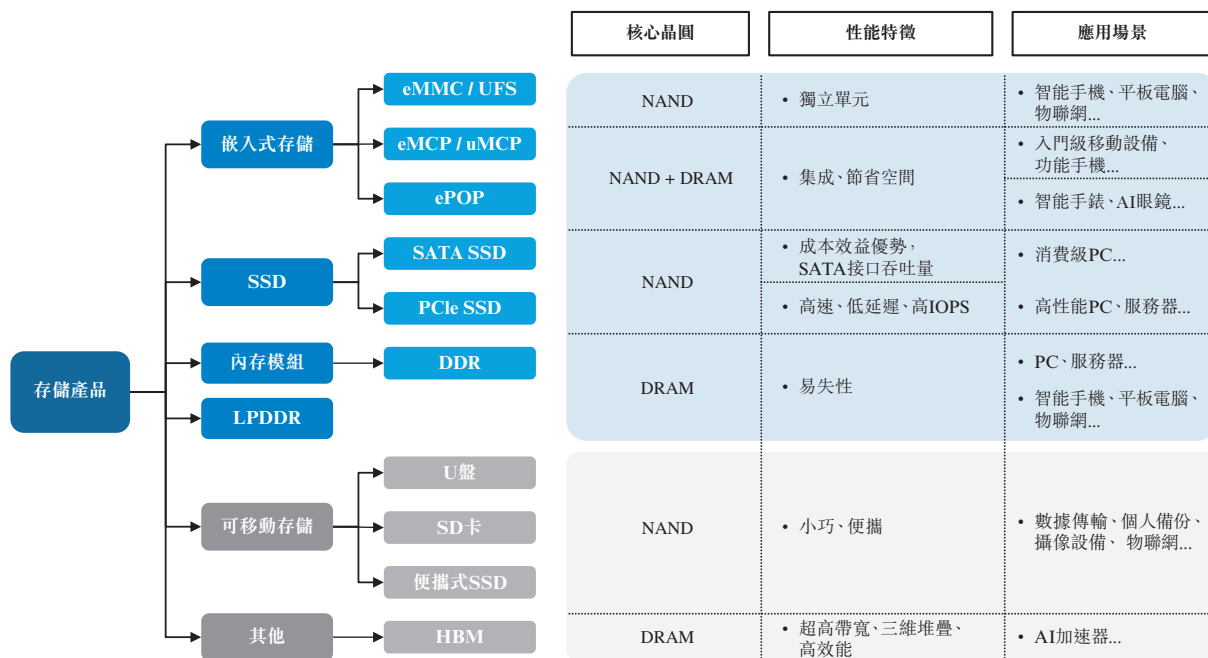
內存模組主要基於DRAM晶圓，提供高帶寬易失性存儲，廣泛應用於個人電腦(PC)、服務器及AI高性能計算。內存模組作為系統內存的核心載體，使處理器能夠快速訪問臨時數據。

LPDDR提供了低功耗和高帶寬的優勢，在保證高數據傳輸效率的同時，有效降低了能耗。其滿足了移動設備對性能及電池壽命的雙重要求，使LPDDR成為消費者及汽車應用中高吞吐量及高能效的主流解決方案。其還將應用擴展至服務器領域，很好地適配需要兼顧能效與算力的應用場景。

可移動存儲強調便攜性及可擴展性，主要產品包括U盤、SD卡及便攜式SSD。該等設備通常用於消費電子產品中的數據傳輸及備份，滿足用戶對靈活存儲解決方案的需求。其他包括HBM等專用存儲產品，利用3D堆疊技術實現超高帶寬及能效，克服了傳統存儲器的帶寬限制。這些解決方案主要應用於高性能計算及AI加速器應用中。

## 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，中游環節在連接上下游方面具有關鍵作用，是產業鏈價值創造的核心樞紐。

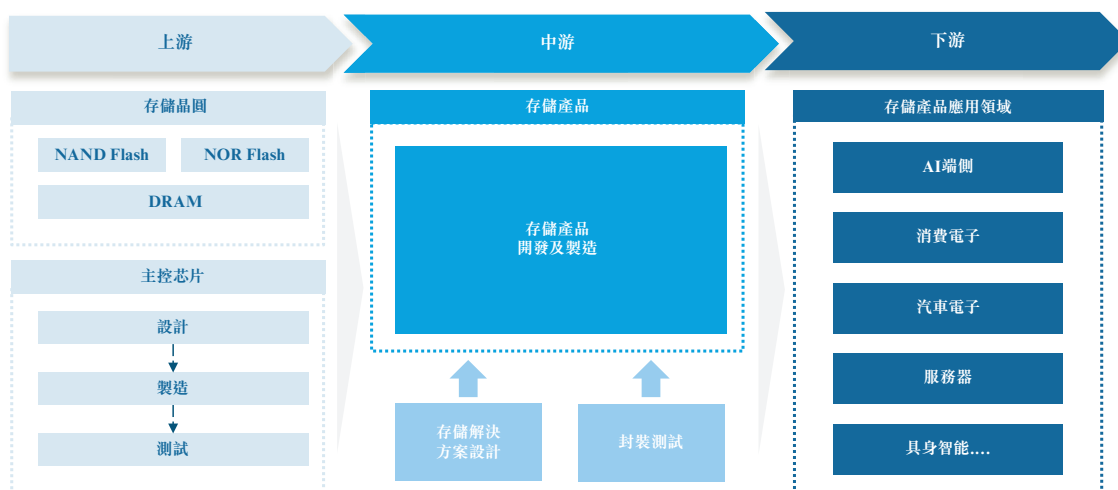
上游環節主要為行業提供基礎資源，包括存儲晶圓製造商和主控芯片供應商。中游環節是連接上游與終端應用的關鍵環節，主要涉及存儲解決方案設計、封裝及測試。行業主要存在兩種運營模式：其一是獨立存儲器製造商模式，企業專注於存儲解決方案設計、封裝及測試(自營/外包)及大規模交付，能夠高效滿足市場對存儲器產品的多樣化需求。其中封裝測試環節對性能驗證、缺陷檢測及良率提升至關重要，確保產品質量符合市場標準。另一模式為集成式存儲製造商模式(IDM模式)，涵蓋全流程生產，重點聚焦晶圓製造環節。

下游應用領域呈現高度多元化，涵蓋AI端側(如AI智能手機、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、

## 行業概覽

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。

### 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

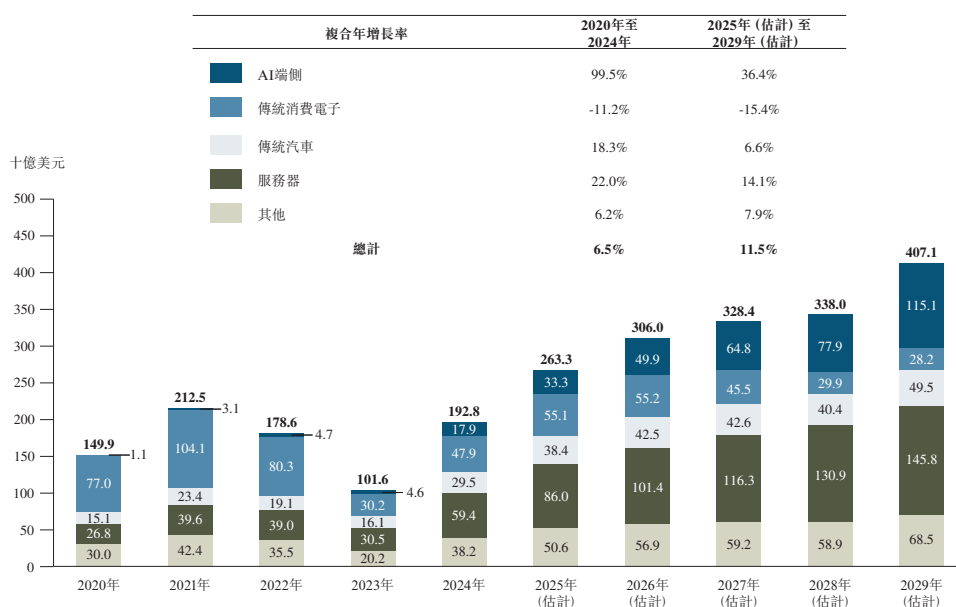
全球存儲產品市場呈現長期增長趨勢。於2020年，市場規模達到1,499億美元。在數字經濟各領域對存儲技術需求不斷擴大的推動下，市場持續增長，2024年達到1,928億美元，該期間的複合年增長率為6.5%，由此可見存儲行業的韌性及穩健發展。展望未來，隨著人工智能越來越廣泛地融入行業，存儲產品的應用場景將進一步拓展。全球市場規模預計將由2025年的2,633億美元上升至2029年的4,071億美元，保持強勁的長期增長勢頭，複合年增長率為11.5%。作為全球主要製造中心，中國生產大量消費電子產品和其他終端產品，為其國內市場創造了對存儲產品的強勁需求。

從下游應用來看，AI端側板塊增速明顯快於其他細分領域，成為全球存儲產品市場擴張的關鍵驅動力。隨著AI智能手機、AI PC、AI眼鏡及智能駕駛等新場景的快速湧現，AI端側應用對存儲產品的需求正迎來爆發式增長。於2020年至2024年，AI端側存儲市場錄得99.5%的複合年增長率，2024年市場規模達到179億美元。於2025年至2029年期間，其複合年增長率預計將保持在36.4%的高位，繼續領先所有下游應用領域。

## 行業概覽

在服務器領域，受大模型熱潮帶來的AI服務器需求激增推動，市場規模從2020年的268億美元增長至2024年的594億美元，複合年增長率為22.0%，預計於2029年將達到1,458億美元。與此同時，全球數據中心的持續擴張以及模型部署、實時數據處理等場景對AI推理需求的激增進一步成為重要驅動力，持續刺激高性能存儲產品的強勁需求，助推整體市場增長。因此，全球存儲產品市場的增長可能會超出預期。

全球存儲產品市場規模(按下游應用劃分)，2020年至2029年(估計)



附註：「AI端側」包括AI智能手機、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

從產品類型角度看，受人工智能服務器、智能駕駛和物聯網等多元化場景需求的驅動，全球存儲產品呈現差異化增長軌跡，共同推動市場擴張。

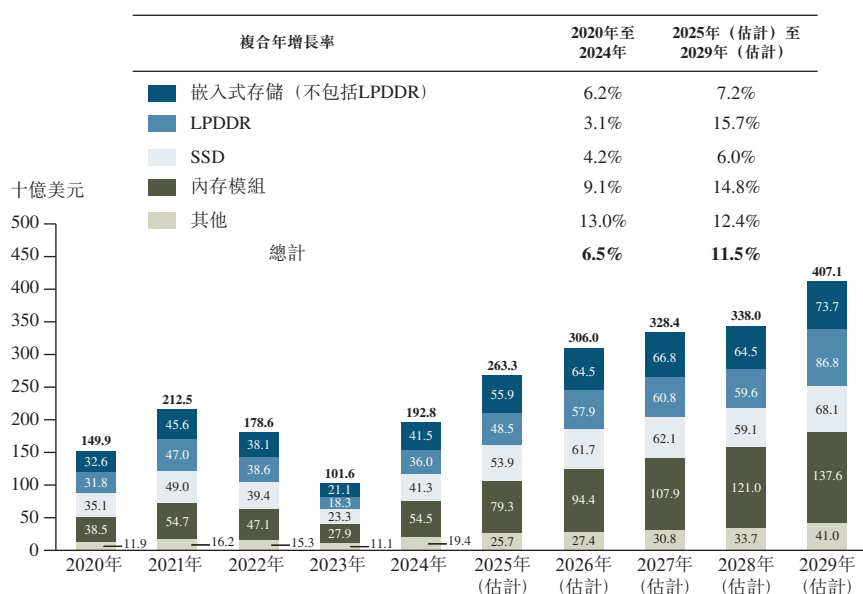
其中，LPDDR預計將在2025至2029年間以15.7%的複合年增長率領跑市場，較2020至2024年3.1%的複合年增長率實現顯著躍升。這種顯著加速主要是由於其在服務器和AI端側領域的應用不斷擴大，這些領域對支持數據密集型工作負載和下一代計算架構的高帶寬、低功耗存儲解決方案需求激增。

## 行業概覽

內存模組預計將在2025至2029年間實現14.8%的強勁複合年增長率，主要受數據中心和汽車電子領域對DDR5等新一代內存需求的推動，尤其在人工智能服務器和智能駕駛域控制器應用中表現突出。

嵌入式存儲預計在2025至2029年間實現7.2%的複合年增長率，主要受智能汽車、智能移動設備和端側AI對高集成度存儲需求加速推動。固態硬盤(SSD)預計在2025至2029年間保持6.0%的複合年增長率，主要得益於數據中心以及各類端側和工業應用對數據存儲的持續需求。

全球存儲產品市場規模(按產品類型劃分)，2020年至2029年(估計)



資料來源：弗若斯特沙利文，中國半導體行業協會

### 存儲行業週期分析

存儲行業具有顯著的週期特徵，其根源在於供需關係的動態變化。該關係受多重因素影響，包括技術迭代節奏、下游應用需求波動及全球宏觀經濟狀況。技術升級影響產能釋放速率，而消費電子、數據中心與汽車電子等下游行業的需求變化，以及更廣泛的宏觀經濟變化會顯著影響存儲市場的供需平衡，導致整個行業的週期性波動。

---

## 行業概覽

---

於2020年至2024年期間的歷史表現來看，行業在初期經歷上行週期，由多個下游領域需求快速增長及終端製造商積極採購活動共同推動，使市場進入供應緊張階段。隨後隨著全球經濟下行壓力加劇，存儲市場需求轉弱，產能擴張與庫存累積的共同作用進一步加劇供需失衡，推動市場進入調整階段。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2029年，存儲行業整體呈上升趨勢的同時，週期性波動將收窄且波動將更加平緩。一方面，AI端側、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，行業級大模型對各經濟部門的深度賦能與融合，將催生海量AI推理需求；推理過程中數據的實時調用、臨時存儲及高效處理將進一步釋放增量存儲需求，為行業增長提供另一個關鍵驅動力。這些發展將有助於緩解極端供需失衡，穩定行業週期，並在週期性波動中實現穩定的市場增長。

### 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。晶圓級封裝是指在晶圓切割之前直接在晶圓上完成封裝和互連的工藝，具有尺寸緊湊和電氣性能優越等優勢。

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。這種方法顯著減小了封裝尺寸和寄生參數，使其特別適用於異構多芯片集成。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。該技術為小尺寸、高密度存儲應用提供了關鍵支持。

## 行業概覽

### 存儲產品先進封裝技術發展路徑

	1990年代：PC時代	2010年：互聯網時代	2024年及未來：AI時代
類型	PCB	基板	硅中介層/RDL
物理間距 (存儲與邏輯芯片)	釐米級	毫米級	微米級
製造工藝	SMT	PxP*	晶圓級封裝
存儲產品	內存模組、SSDs...	嵌入式存儲 (如eMMC、LPDDR、ePOP)	超薄LPDDR、 FOMS芯片等
典型應用	PC、工業控制	移動電話、智能可穿戴設備	AI端側
集成方式	/	SiP	芯粒

附註：PxP涵蓋了諸如Package-in-Package、Package-on-Package、引線鍵合(WB)和倒裝(FC)等封裝技術。

資料來源：弗若斯特沙利文

### 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。

例如，主控芯片通過優化讀／寫指令序列提升數據傳輸速度，採用先進糾錯算法修復介質缺陷，並確保數據可靠性，以及利用動態電源管理適配不同應用場景的能耗需求。此外，主控芯片的接口兼容性與協議支持決定產品適配性，使其成為實現存儲產品功能落地的核心驅動因素。

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。

---

## 行業概覽

---

就存儲產品製造商而言，主控芯片與固件算法的深度融合已成為產品差異化與競爭力的關鍵來源。這一融合使消費級產品、汽車及工業級應用實現低功耗、輕薄設計，同時保證高可靠性和寬溫度適應性，全面支持下游市場的多樣化需求。

### **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。通過分析介質物理屬性並動態調整算法策略，固件確保性能與可靠性的平衡，成為連接硬件與實際應用場景的重要橋樑。

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。例如，其包括為可穿戴設備開發低功耗策略，為企業級存儲強化數據保護機制。因此，固件算法已成為存儲行業中產品差異化與競爭力的核心要素。

### **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。

目前，介質研究範圍正加速向場景化系統適配拓展，整合車規級與工業級等不同應用場景的環境要求。通過介質特性與特定應用場景的精準匹配，研究人員可優化存儲解決方案設計，並與封裝技術協同增強產品性能。這不僅確保了存儲產品在極端情況下的穩定運行，亦使介質研究成為企業拓展高附加值市場的關鍵能力。

---

## 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處理。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。

### 全球存儲產品行業競爭分析

#### 競爭格局概覽

全球存儲行業是充分競爭行業。獨立存儲器製造商正更加積極地投入先進技術研發與創新應用探索。頭部獨立存儲器製造商已逐步崛起，並在市場中展露頭角。

#### 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註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。

在具有自有封裝能力的全球獨立存儲器製造商中，本集團利用自有封裝的存儲產品產生的收入為869.8百萬美元，位居全球第一。

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。

## 行業概覽

### 2024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	869.8
2	公司A	718.7
3	公司B	692.2

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

端側AI設備的一個新興趨勢是AI正日益融入到AI眼鏡、AI手錶、機器人等新型設備中，這類設備被稱為AI新興端側設備。通過在設備本地運行AI模型，這一轉變能夠實現更快速、更安全、更高效的數據處理，大幅提升端側設備的智能功能。

按下游應用劃分，於2024年，本集團用於AI新興端側設備的存儲產品收入在全球存儲解決方案提供商中排名第一，收入達142.6百萬美元。

### 2024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)
1	本集團	142.6
2	公司A	52.1

資料來源：弗若斯特沙利文，專家訪談

### 嵌入式存儲產品市場獨立存儲器製造商

在2024年全球上市獨立存儲器製造商的嵌入式存儲產品市場中，本集團以581.8百萬美元的收入位列全球第二。

## 行業概覽

### 全球嵌入式存儲市場： 2024年上市獨立存儲器製造商排名(按收入計)

排名	公司	收入 (百萬美元)
1	公司A	1,155.6
2	本集團	581.8
3	公司B	415.3
4	公司C	115.7
5	公司D	56.6

附註：

1. 表格中美元金額換算匯率採用1美元 = 7.29元人民幣。
2. 公司A是一家上市公司，專注於嵌入式存儲、固態硬盤等閃存產品的研發。
3. 公司B是一家上市公司，專注於USB閃存控制器、固態硬盤控制器等控制芯片的研發。
4. 公司C是一家上市公司，專注於存儲模組及存儲卡、存儲盤等相關產品的研發與銷售。
5. 公司D是一家上市公司，專注於存儲模組、固態硬盤等存儲產品的研發與製造。

資料來源：弗若斯特沙利文，專家訪談

### 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

---

## 行業概覽

---

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。此外，隨著應用場景對存儲性能要求的不斷提升，行業必須不斷迭代優化高帶寬、低時延的存儲協議及硬件適配技術。從基礎理論研究到實現穩定的量產良率，整個過程需要長期大量的研發投入來攻克技術瓶頸，由此形成較高的存儲產品行業技術准入壁壘。

### ● 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。相比之下，缺乏認證和資質的新進入者更容易受到供應鏈風險的影響。在中游，全球化企業利用多區域生產網絡來增強響應能力和交付能力，而區域佈局單一的新進入者則難以平衡成本控制和效率。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。此外，全球化企業通過經驗有效管理風險，而新進入者必須花費大量時間和資源來構建強大的系統，從而進一步提高了進入壁壘。

### ● 品牌壁壘

存儲產品行業的品牌壁壘主要源於客戶對產品可靠性的嚴格要求以及更換品牌帶來的高昂轉換成本。存儲產品直接關係到數據安全和業務連續性，因此客戶在選擇品牌時通常會進行嚴格的資質審查和長期穩定性測試。對於大客戶而言，訪問流程通常耗時較長。更換品牌會產生多重成本。在技術層面，其需要重新測試系統兼容性、遷移數據及調試應用程序，所有這些均可能導致業務中斷。在財務層面，公司需要投入額外的人力和資金，亦可能失去現有的優惠條款。在信任層面，一個新品牌必須通過一貫可靠的產品性能和優質的服務支持來贏得客戶的信任。因此，存儲產品供應商必須長期提供高質量、高可靠性的產品及服務，以逐步建立其在行業中的聲譽。這一過程需要在競爭激烈的市場中持續投資，從而形成顯著的品牌壁壘。

## 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。

---

## 行業概覽

---

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。