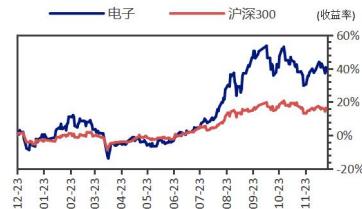


行业及产业

电子

强于大市

一年内行业指数与沪深300指数对比走势：



资料来源：聚源数据，爱建证券研究所

相关研究

《电子行业周报：TPU需求上涨带动Google产业链发展》2025-12-21

《人工智能月度跟踪：摩尔线程、沐曦股份IPO首发成功》2025-12-19

《电子行业周报：NVIDIA H200芯片放松出口限制》2025-12-16

《爱建电子专题报告：iPhone折叠屏有望带来产业发展拐点》2025-12-15

《电子行业周报：字节跳动发布豆包手机助手》2025-12-08

证券分析师

许亮

S0820525010002

0755-83562506

xuliang@ajzq.com

联系人

朱俊宇

S0820125040021

021-32229888-25520

zhujunyu@ajzq.com

存储芯片涨价将延续至2026年

——爱建电子专题报告

投资要点：

- **2025Q4存储芯片进入新一轮涨价周期。** Micron、Samsung、SK Hynix 三大存储巨头陆续上调 DRAM 及 NAND Flash 产品合约价，相关现货价格同步持续上扬。复盘历史周期，2016-2018 年的存储芯片涨价由智能手机配置升级直接驱动；2020-2023 年受益于线上经济、居家办公场景拉动 PC 等终端出货量提升，叠加疫情下产业链囤货需求，推动存储市场阶段性上行。与前两轮周期不同，本轮涨价周期来自于智能手机和服务器的双重需求共振。iPhone 在 2025 年完成存储容量升级后，我们判断其内存容量有望在 2026 年迎来再次升级。如此密集的持续升级，有望助推全球存储芯片市场涨价周期在 2026 年延续。
- **DRAM 可直接与核心处理器芯片交互，快速存储计算临时信息。** DRAMeXchange, TrendForce 数据显示，2024 年全球 DRAM 市场规模达 958.63 亿美元，同比增长 84.83%。全球 DRAM 市场呈现寡头垄断格局：2024 年 Samsung、SK Hynix、Micron 的 DRAM 产品市场份额分别达到 41.54%、34.44% 和 21.51%，三者合计拥有 97.5% 的市场份额；国内企业方面，长江存储、江波龙、佰维存储等凭借架构创新与场景深耕，正加速在该领域实现突破。
- **NAND Flash 是一类非易失性存储器技术，核心应用于数据长期存储场景。** 相较 DRAM，其具备存储容量大、单位成本相对较低等核心优势。据 TrendForce 统计，2023 年全球 NAND Flash 市场规模为 387.3 亿美元，2024 年增加至 656.4 亿美元。2024 年全球市场 NAND Flash 份额排名前五的企业依次为 Samsung (35.7%)、SK Group (21.3%)、Kioxia (14.4%)、Micron (12.9%)、SanDisk (11.0%)。按存储单元位数划分，NAND Flash 可分为 SLC (单层式储存)、MLC (双层式储存)、TLC (三层式储存) 及 QLC (四层式储存) 四种类型，不同类型产品的场景定位存在显著差异。
- **全球存储芯片产业呈现“美国-日本-韩国-中国”的区域转移脉络。** 美国作为存储技术发源地，英特尔等企业率先引领早期存储芯片的技术迭代与市场拓展；1970 年代日本凭借举国体制集中突破半导体核心技术，1986 年存储器全球市占率攀升至 65%，一度主导全球市场，后因日美贸易摩擦加剧，其存储芯片市场份额逐步下滑；韩国 Samsung、SK Hynix 等企业顺势崛起，1996 年 Samsung 推出全球首款 1GB DRAM，正式跻身行业领跑者行列。当前，Micron、SK Hynix、铠侠等国际存储厂商凭借持续的技术迭代，仍占据全球市场龙头地位：Micron 聚焦 HBM3E、高端 NAND Flash 等高附加值产品，深度绑定 NVIDIA 等 AI 巨头构建定制化供应链；铠侠以 BiCS FLASH™3D 闪存技术为核心竞争力，巩固细分领域优势；SK Hynix2024 年实现营收 454.71 亿美元（同比+102.02%），积极加码高端赛道布局；中国企业在，长江存储、长鑫存储、江波龙等厂商加速技术突破与产能扩张，正推动全球存储芯片产业重心逐步向中国转移。
- **投资建议：** 受益于 AI 服务器持续高景气叠加 iPhone 等智能手机存储芯片参数升级周期，存储行业将开启新一轮发展周期，建议关注国产存储产业链上市公司投资机会。
- **风险提示：** 1) 行业周期性波动风险；2) 市场竞争加剧风险；3) 技术迭代不及预期

目录

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 1. 存储芯片进入新一轮涨价周期 | 5 |
| 1.1 三大存储巨头纷纷上调产品价格 | 5 |
| 1.2 存储周期历史复盘 | 6 |
| 1.3 新一轮存储周期的驱动因素分析 | 8 |
| 2. 内存：DRAM | 11 |
| 2.1 DRAM 概述 | 11 |
| 2.2 DRAM 技术路线分化 | 13 |
| 2.3 DRAM 核心发展方向：HBM | 15 |
| 3. 存储：NAND Flash | 18 |
| 3.1 NAND Flash 概述 | 18 |
| 3.2 全球 NAND Flash 市场呈现寡头垄断格局 | 19 |
| 3.3 NAND Flash 经历从 2D 向 3D 架构发展 | 20 |
| 4. 全球存储芯片产业转移 | 21 |
| 4.1 存储芯片转移路线：美国-日本-韩国-中国 | 21 |
| 4.2 美国存储芯片代表企业：Micron | 22 |
| 4.3 日韩存储芯片代表企业：Kioxia, SK Hynix | 25 |
| 4.4 中国存储芯片代表企业：长江存储，长鑫存储，江波龙 | 29 |
| 5. 风险提示 | 33 |

图表目录

| | |
|--|----|
| 图表 1 : 2025Q4 主流存储厂商存储产品合约价上涨情况..... | 5 |
| 图表 2 : 2025 年 DRAM 现货平均价..... | 5 |
| 图表 3 : 2025 年 NAND Flash 现货平均价..... | 6 |
| 图表 4 : 存储行业历史周期梳理..... | 7 |
| 图表 5 : 全球智能手机出货量及同比..... | 7 |
| 图表 6 : 全球 PC 出货量及同比..... | 8 |
| 图表 7 : DRAM 下游应用占比..... | 9 |
| 图表 8 : NAND Flash 下游应用占比..... | 9 |
| 图表 9 : 2015-2025 iPhone 标准款内存容量与存储容量信息梳理..... | 9 |
| 图表 10 : 2021-2026 全球八大云厂商资本开支..... | 10 |
| 图表 11 : 国内外云服务厂商纷纷布局服务器及其相关领域..... | 11 |
| 图表 12 : 全球服务器市场规模 (按服务器类别) | 11 |
| 图表 13 : DRAM 结构图 | 12 |
| 图表 14 : 全球 DRAM 市场规模 | 12 |
| 图表 15 : 2024 年全球 DRAM 市场规模 | 13 |
| 图表 16 : 全球存储厂商持续推进 DRAM 领域技术迭代 | 13 |
| 图表 17 : JEDEC 定义了三种 DRAM 标准类别 | 14 |
| 图表 18 : DDR1-5 性能梳理 | 14 |
| 图表 19 : LPDDR 性能持续迭代升级 | 15 |
| 图表 20 : GDDR 技术演进路线 | 15 |
| 图表 21 : 人工智能持续发展 | 16 |
| 图表 22 : 英伟达与 AMD 人工智能芯片的高带宽内存规格发展时间线及其对比 | 16 |
| 图表 23 : 各代 HBM 技术性能参数对比 | 17 |
| 图表 24 : 全球 HBM 市场规模 | 17 |
| 图表 25 : 2025Q2 全球 HBM 市场格局 | 17 |
| 图表 26 : HBM 产量与营收占 DRAM 的比例 | 18 |
| 图表 27 : 各类存储器性能对比 | 18 |
| 图表 28 : NAND Flash 可以划分为 SLC、MLC、TLC 和 QLC NAND 四种 | 19 |
| 图表 29 : NAND Flash 市场规模 | 19 |
| 图表 30 : 2024 年全球 NAND Flash 市场份额 | 19 |

| | |
|--|----|
| 图表 31 : 国内外企业纷纷加码 NAND Flash | 20 |
| 图表 32 : NAND Flash 经历从 2D 转向 3D 技术演进 | 20 |
| 图表 33 : 存储芯片诞生于美国 | 21 |
| 图表 34 : 存储芯片从美国到日本第一次区域转移 | 22 |
| 图表 35 : 存储芯片从日本到韩国第二次区域转移 | 22 |
| 图表 36 : Micron 营业收入及同比 | 23 |
| 图表 37 : Micron 毛利率 | 23 |
| 图表 38 : 2024 年 Micron 营业收入 (按产品) | 23 |
| 图表 39 : 2025 年 Micron 营业收入 (按产品) | 23 |
| 图表 40 : 2025 年 Micron 营业收入 (按地区) | 24 |
| 图表 41 : Micron 12 层堆叠 HBM3E 示意图 | 24 |
| 图表 42 : Micron 第九代 3D TLC NAND Flash 产品示意图 | 25 |
| 图表 43 : Micron 联合 NVIDIA 共同推出全球首款 SOCAMM 内存模组 | 25 |
| 图表 44 : Kioxia 营业收入及同比 | 26 |
| 图表 45 : Kioxia 毛利率 | 26 |
| 图表 46 : Kioxia 第八代 BiCS FLASH™3D 闪存相较于上一代实现 50% 存储密度提升 | 26 |
| 图表 47 : SK Hynix 营业收入及同比 | 27 |
| 图表 48 : SK Hynix 毛利率 | 27 |
| 图表 49 : SK Hynix 2026-2031 产品路线图 | 27 |
| 图表 50 : SK Hynix Standard 与 Custom HBM 结构对比图 | 28 |
| 图表 51 : SK Hynix 针对 AI DRAM 进一步细分 | 28 |
| 图表 52 : SK Hynix 公布 AI NAND 下一代储存解决方案 | 29 |
| 图表 53 : 长江存储晶栈®Xtacking®架构图 | 30 |
| 图表 54 : 长江存储 3D NAND Flash 堆叠层数达到 200 层以上 | 30 |
| 图表 55 : 长鑫存储产能梳理 | 31 |
| 图表 56 : 长鑫存储 DDR5 示意图 | 31 |
| 图表 57 : 长鑫存储 LPDDR5X 示意图 | 31 |
| 图表 58 : 2020-2025 Q1-3 江波龙营业收入及同比 | 32 |
| 图表 59 : 2020-2025 Q1-3 江波龙毛利率情况 | 32 |
| 图表 60 : 2024 年江波龙产品结构 | 33 |
| 图表 61 : 2020-2025 H1 江波龙境内外营收情况 | 33 |

1. 存储芯片进入新一轮涨价周期

1.1 三大存储巨头纷纷上调产品价格

2025年9月14日，Micron宣布上调存储产品价格20%-30%，其中DRAM品类下的DDR4、DDR5及移动DRAM(LPDDR4、LPDDR5)等产品同步暂停报价。紧接着其后9月22日，Newdaily报道Samsung宣布上调LPDDR4X、LPDDR5/5X等移动DRAM产品合约价15%-30%，同时将NAND Flash合约价上调5%-10%。之后10月23日，SK Hynix官宣2025Q4 DRAM与NAND Flash合约价最高上调30%。

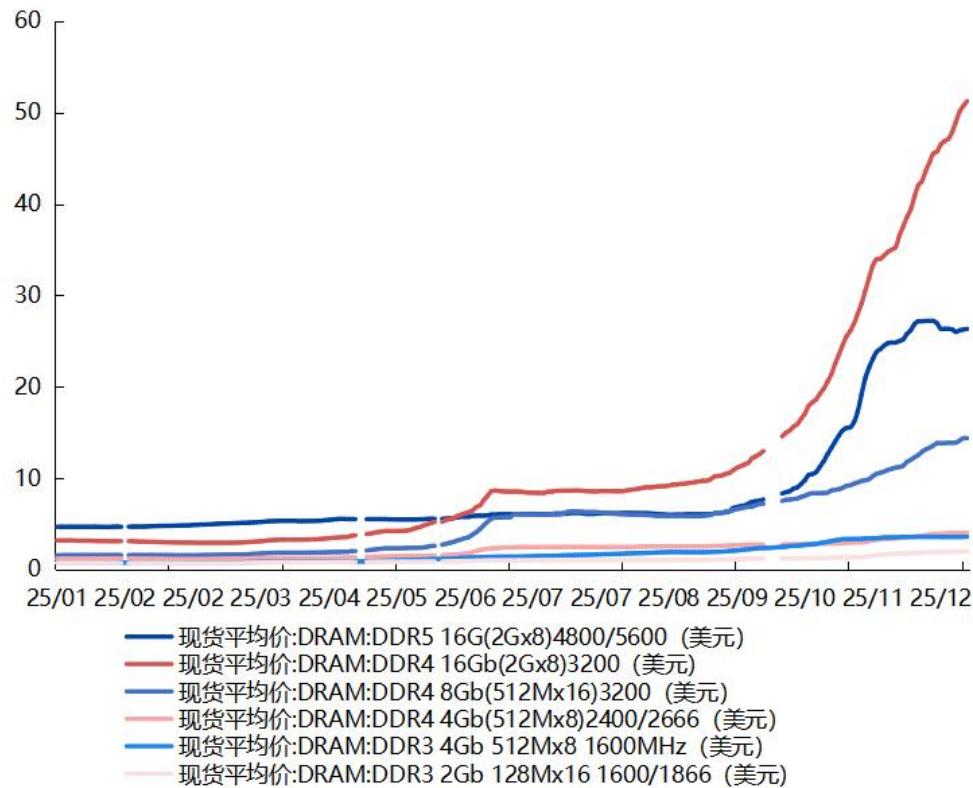
图表1：2025Q4主流存储厂商存储产品合约价上涨情况

| 企业 | 产品类型 | 存储产品价格调整幅度 |
|----------|---------------------------|------------|
| Micron | DDR4、DDR5、LPDDR4、LPDDR5 | 20%-30% |
| Samsung | DRAM (LPDDR4X、LPDDR5/5X等) | 15%-30% |
| | NAND Flash | 5%-10% |
| SK Hynix | DRAM、NAND Flash | 最高30% |

资料来源：财联社，电子元件技术，爱建证券研究所

DRAMexchange数据显示，截至12月15日，DRAM (DDR5 16 GB)、DRAM (DDR4 16 GB)、DRAM (DDR4 8 GB)、DRAM (DDR3 4 GB)、价格分别为26.27美元、50.75美元、14.38美元、3.59美元。

图表2：2025年DRAM现货平均价

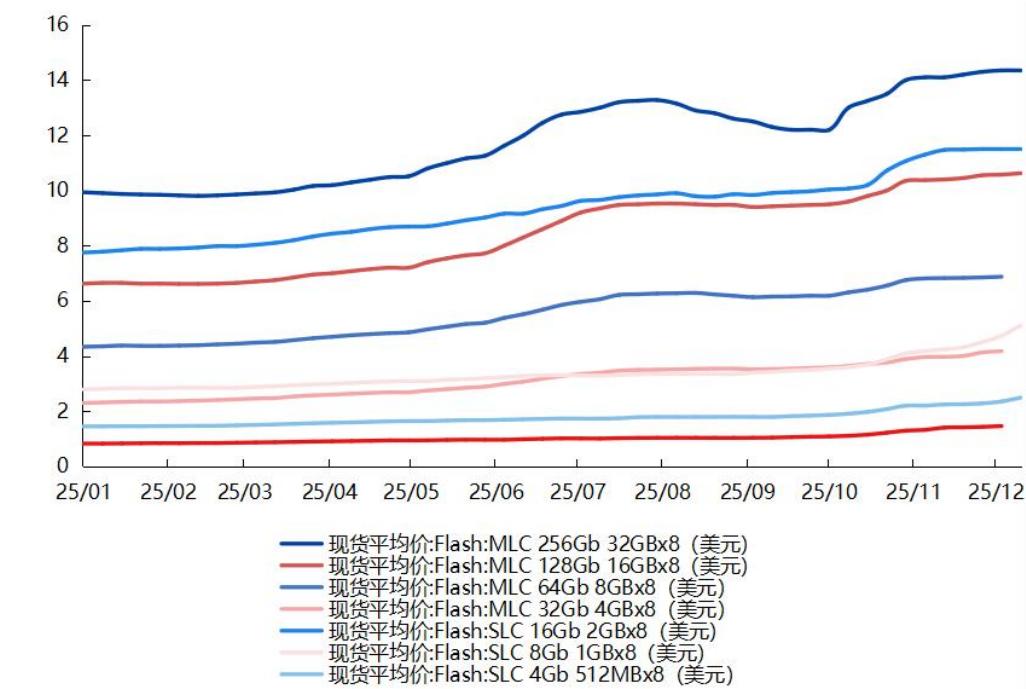


资料来源：DRAMexchange，全球半导体观察，爱建证券研究所

据DRAMexchange数据，截至12月15日，Flash (MLC 256 GB)、Flash (MLC 128 GB)、Flash (SLC 16 GB)、Flash (SLC 8 GB) 价格分别为14.35美元、10.63

美元、11.50美元、5.11美元。

图表3：2025年NAND Flash现货平均价



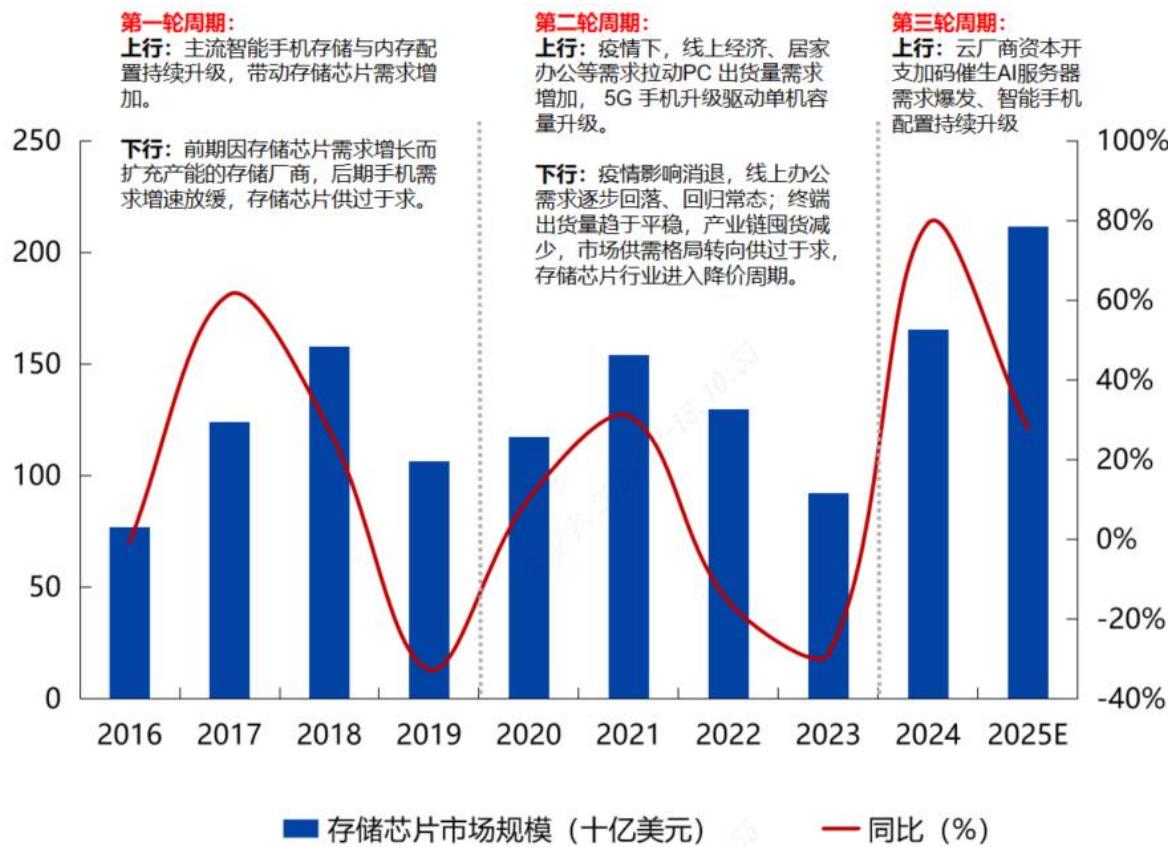
资料来源：DRAMexchange，全球半导体观察，爱建证券研究所

伴随DRAM与NAND Flash现货平均价全面持续上扬，全球存储芯片市场已正式开启新一轮成长周期。

1.2 存储周期历史复盘

我们梳理了2016-2025年全球芯片市场的周期表现，对过往的涨价与跌价进行了复盘分析。

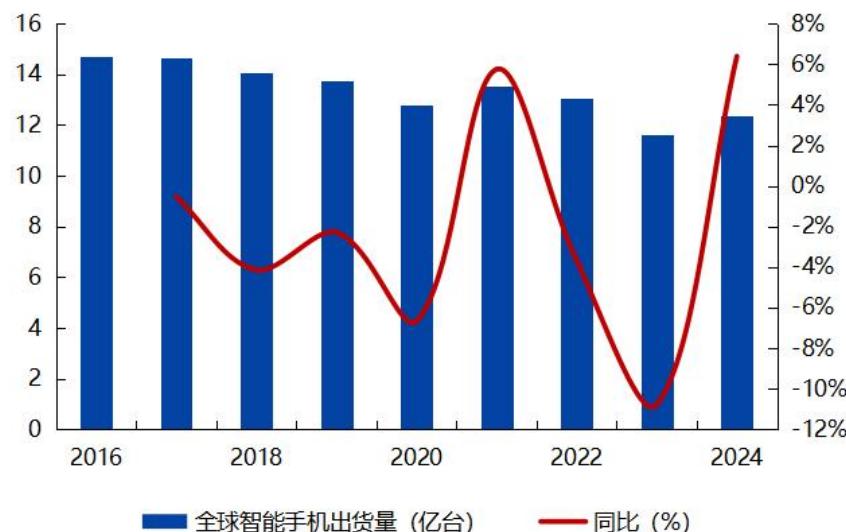
图表4：存储行业历史周期梳理



资料来源：WSTS，爱建证券研究所

2016-2018年经历了一轮涨价周期，主要原因来自于智能手机的升级换代。2015年上市的iPhone 6S，标配2GB运行内存与16GB存储容量；至2018年发布的iPhone XS，运行内存已提升至4GB，存储容量逐步迭代至64GB，带动智能手机端存储芯片需求大幅增长。2018-2019年，随着智能手机出货量下滑，同时手机升级周期结束，存储芯片需求下降；存储芯片市场供过于求，行业转入下行调整。

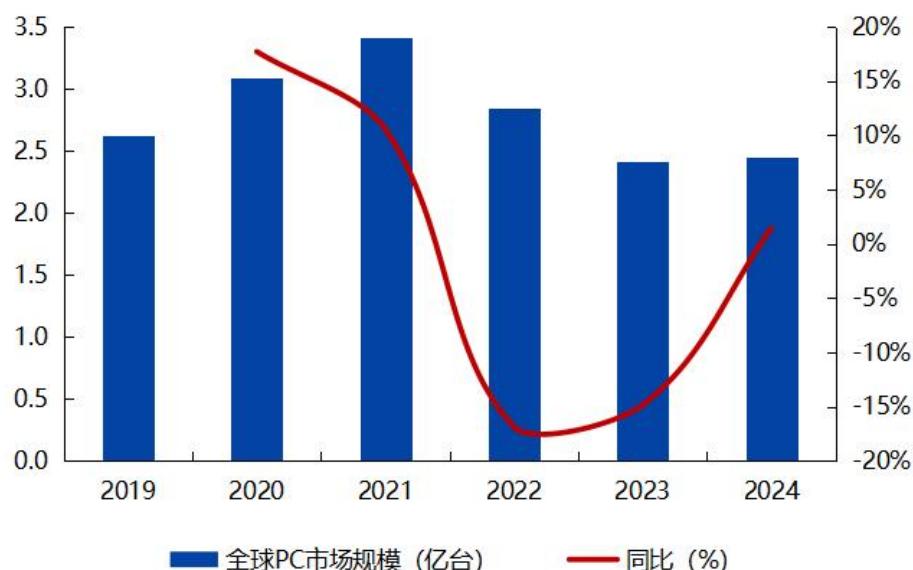
图表5：全球智能手机出货量及同比



资料来源：IDC，爱建证券研究所

2020-2023年，线上经济、居家办公等场景拉动了PC等终端出货量提升。由于疫情导致供应链的不确定性，各个产业链增加冗余性的囤货，拉动存储市场需求进入上行周期。由于疫情影响消退，线上办公需求逐步回落、回归常态；终端出货量趋于平稳，产业链囤货减少，市场供需格局转向供过于求，存储芯片行业进入降价周期。

图表6：全球PC出货量及同比



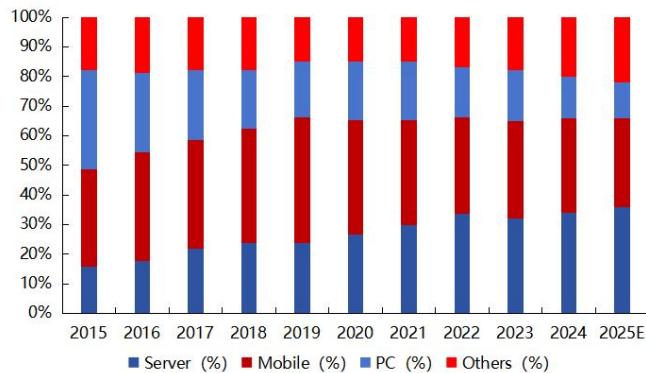
资料来源：Gartner，爱建证券研究所

1.3 新一轮存储周期的驱动因素分析

与此前存储周期依赖单一驱动逻辑（前两轮分别由消费电子需求主导、疫情期间线上经济拉动PC需求）不同，2024年开启的第三轮存储周期，呈现出云厂商资本开支加码催生AI服务器需求爆发、智能手机配置持续升级等多因素共振驱动的多元特征。

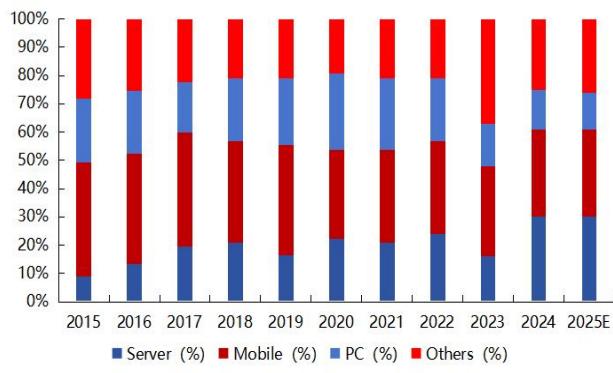
2024年，DRAM与NAND Flash的下游需求主要由服务器、智能手机及个人电脑（PC）三类终端构成，三者合计贡献比例分别达80%和75%。具体来看，DRAM领域中服务器、智能手机、PC的占比依次为34%、32%、14%；NAND Flash领域对应占比则为30%、31%、14%。在2022年之前存储芯片市场最主要的应用场景是智能手机，但在2023年之后由于AI的快速发展，服务器也成为拉动需求的促进因素，智能手机和服务器两者目前贡献权重基本接近。

图表 7: DRAM 下游应用占比



资料来源: CFM, 爱建证券研究所

图表 8: NAND Flash 下游应用占比



资料来源: CFM, 爱建证券研究所

1.3.1 智能手机主导的芯片市场周期

主流智能手机内存、存储容量的持续升级，不断推动存储芯片需求快速增长。作为全球智能手机龙头，苹果的产品配置升级对行业具有较强的引领作用。

通过梳理 2015-2025 年 10 年间 iPhone 系列机型的运行内存容量及存储容量配置数据，我们发现：

- 1) 2016-2018 年 iPhone 存储芯片的密集升级与同期的存储市场周期吻合。运行内存从 2015 年 iPhone 6S 的 2GB 逐步提升至 2017 年 iPhone X 的 3GB，2018 年 iPhone XS 进一步提升至 4GB。
- 2) 2024-2025 年，iPhone 开启了新一轮存储芯片升级。2024 年发布的 iPhone 16 存储容量为 128GB，2025 年的 iPhone 17 则提升至 256GB。

图表 9: 2015-2025 iPhone 标准款内存容量与存储容量信息梳理

| 机型 | 发行年份 | 内存容量 | 存储容量 | 核心变化 |
|-----------|---------|------|-------|-------------------------|
| iPhone 6S | 2015.09 | 2GB | 16GB | - |
| iPhone 7 | 2016.09 | 2GB | 32GB | 存储容量：从 16GB 向 32GB 升级 |
| iPhone 8 | 2017.09 | 2GB | 64GB | 存储容量：从 32GB 向 64GB 升级 |
| iPhone X | 2017.11 | 3GB | 64GB | 内存容量：从 2GB 向 3GB 升级 |
| iPhone XR | 2018.09 | 3GB | 64GB | - |
| iPhone XS | 2018.09 | 4GB | 64GB | 内存容量：从 3GB 向 4GB 升级 |
| iPhone 11 | 2019.09 | 4GB | 64GB | - |
| iPhone 12 | 2020.01 | 4GB | 64GB | - |
| iPhone 13 | 2021.09 | 4GB | 128GB | 存储容量：从 64GB 向 128GB 升级 |
| iPhone 14 | 2022.09 | 6GB | 128GB | 内存容量：从 4GB 向 6GB 升级 |
| iPhone 15 | 2023.09 | 6GB | 128GB | - |
| iPhone 16 | 2024.09 | 8GB | 128GB | 内存容量：从 6GB 向 8GB 升级 |
| iPhone 17 | 2025.09 | 8GB | 256GB | 存储容量：从 128GB 向 256GB 升级 |

资料来源: 苹果官网, iFixit, 中关村在线, 爱建证券研究所

注: 未梳理全部机型, 存储容量为最低存储容量

总结以上，我们发现 iPhone 内存容量平均 2-4 年完成一次迭代升级；存储容量每隔

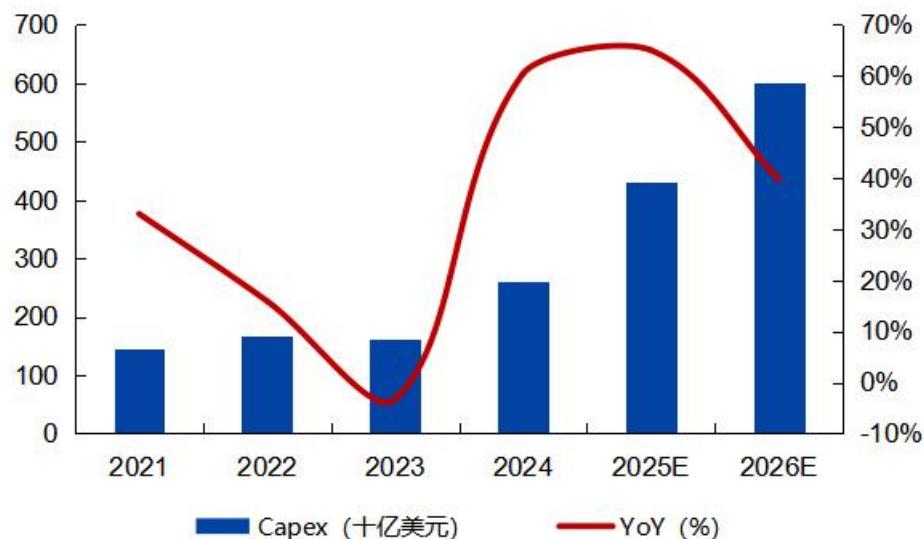
4年完成一次升级。iPhone在2025年完成存储容量升级后，我们判断其内存容量有望迎来再次升级。如此密集的持续升级，有望助推全球存储芯片市场涨价周期在2026年延续。

1.3.2 服务器和智能手机主导的芯片市场周期

除了智能手机带来的市场需求，AI产业的发展让服务器对存储芯片的需求与日俱增。2023年起AI技术持续迭代，服务器等高端计算设备对存储的容量、带宽及延迟性能提出更高要求。HBM3E、DDR5等先进存储技术加速迭代，成为匹配这一需求的核心方案：其中HBM3E凭借超高带宽，且散热与能效较前代实现明显提升，有效突破AI大模型训练的I/O瓶颈；DDR5则凭借低延迟优势，精准适配推理场景的高性能需求。

TrendForce数据显示，Google、AWS、Meta、Microsoft、Oracle、腾讯、阿里巴巴、百度这八大云服务厂商的资本开支从2021年的1451.0亿美元增长至2024年的2609.0亿美元，2021-2024年复合增长率达21.6%；该机构进一步预测，2026年全球八大云服务厂商资本开支有望达到6020亿美元，2024-2026年复合增长率或将达到51.9%。

图表 10：2021-2026 全球八大云厂商资本开支



资料来源：Trendforce，爱建证券研究所

国内外八大云厂商积极布局服务器及相关领域，通过技术迭代夯实底层基础设施支撑。2025年Google在Cloud Next大会官宣TPU Ironwood全面商用，这款第七代TPU液冷集群总算力达42.5 EFLOPS，大幅降低大模型推理延迟；AWS于re:Invent 2025大会发布Graviton 5自研CPU，其3nm先进制程、192核设计使通用计算性能较前代提升25%，为AI训练提供高扩展算力。国内厂商腾讯、阿里巴巴、百度也陆续推出核心产品，凭借技术迭代优化算力与提高能效，夯实云与AI场景的底层基础设施支撑。

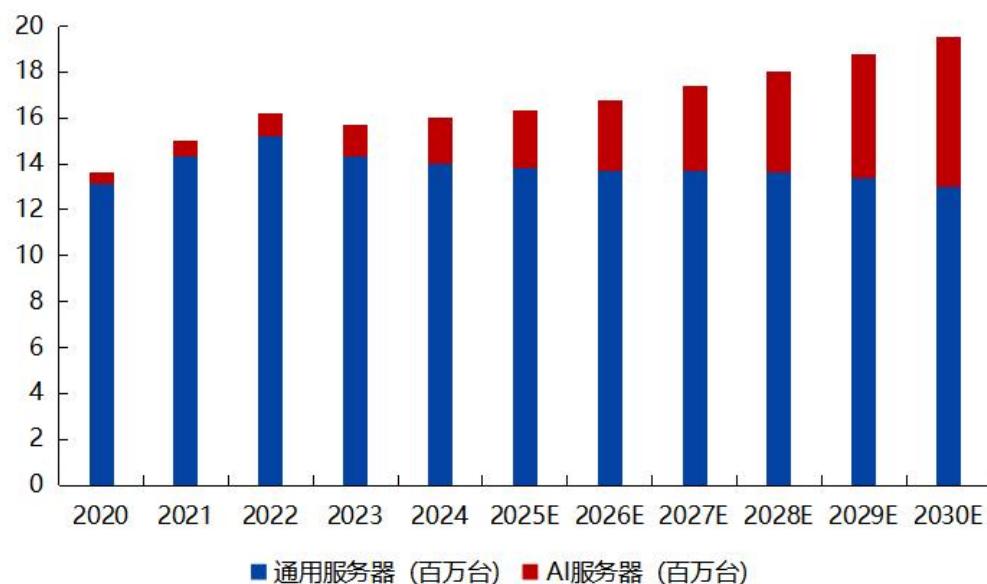
图表 11：国内外云服务厂商纷纷布局服务器及其相关领域

| 厂商 | 服务器相关领域最新进展 |
|-----------|--|
| Google | 2025 年 Google Cloud Next 大会, Google 正式宣布 TPU Ironwood 全面商用。 |
| AWS | 2025 年 12 月 re:Invent 2025 大会, AWS 正式发布第五代自研服务器 CPU Graviton 5, 并推出 Trainium 3 UltraServer。 |
| Meta | 据 TrendForce 报告, 2025 年 Meta 与博通合作, 开发下一代 ASIC 驱动的 AI 服务器。 |
| Microsoft | 2025 年 11 月 19 日, 微软宣布推出第二代自研云原生 Arm 处理器 Azure Cobalt 200, 首批搭载该处理器的服务器已在 Azure 数据中心上线, 更广泛的部署与客户可用服务将于 2026 年开放。 |
| Oracle | 2025 年 10 月, Oracle 宣布推出一款大型云端 AI 超级计算机——Oracle Cloud Infrastructure Zettascale10。 |
| 腾讯 | 2025 年 9 月 16 日, 腾讯云宣布自研核心产品升级: 星星海服务器全球累计部署超 2 亿核。 |
| 阿里巴巴 | 2024 年 9 月 20 日, 针对“云+AI”应用场景, 阿里云的 Alibaba Cloud Linux 服务器完成全面升级: 依托“一云多芯”技术实现软硬件协同优化, CPU、GPU 资源利用率得到提升, 数据库等核心场景的性能在全平台上涨 20% 以上, 同时支持多种主流机密计算方案。 |
| 百度 | 2025 年 11 月 13 日百度世界 2025 大会, 百度正式发布全新一代 AI 芯片昆仑芯 M100 与 M300; 同时推出百度天池 256 超节点、百度天池 512 超节点, 并公布了昆仑芯的未来五年产品路线图。 |

资料来源: AWS, Oracle 官网, DOIT, eefocus, IT 之家, 爱建证券研究所

云厂商在服务器领域的开拓创新, 有望推动 AI 服务器市场持续向好。弗若斯特沙利文数据显示, 全球服务器市场规模从 2020 年的 1360 万台增长至 2024 年的 1600 万台 (AI 服务器占服务器的 12.5%) , 2020-2024 年复合增长率达 4.2%; 该机构进一步预测, 2030 年全球服务器市场规模或将增长至 1950 万台 (AI 服务器占服务器的 33.3%) , 2025-2030 年复合增长率为 3.7%。

图表 12：全球服务器市场规模 (按服务器类别)



资料来源: 弗若斯特沙利文, 爱建证券研究所

2. 内存: DRAM

2.1 DRAM 概述

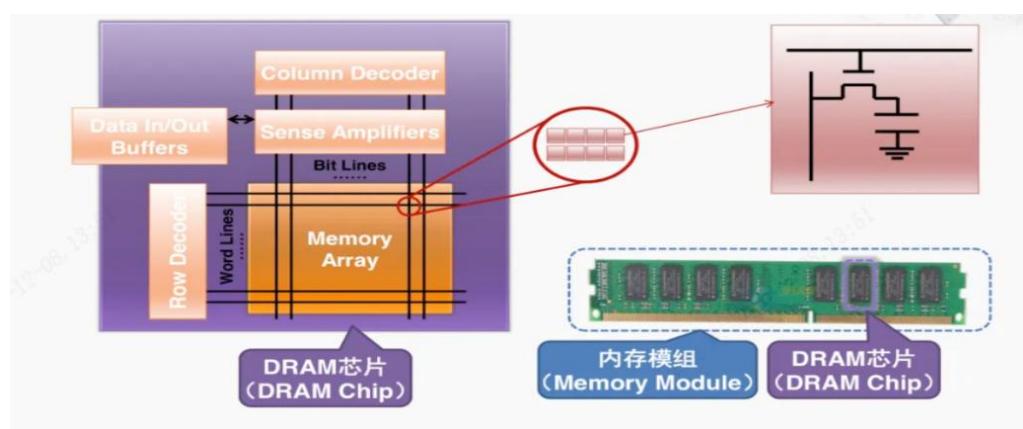
DRAM 是一种易失性存储器, 可与 CPU、GPU 等计算芯片直接交互, 用于快速存

储每秒数十亿次计算过程中产生的临时信息。

DRAM 芯片主要由存储单元、外围逻辑电路、周边线路三部分组成。

- 1) 存储单元 (Cell) 是 DRAM 存储数据的最小单元，每个单元仅存储 1bit 二进制数据；单颗芯片的容量拓展，主要通过增加存储单元数量、提升单位面积存储密度实现。存储单元阵列占据芯片 55%-60%的面积。
- 2) 外围逻辑电路 (Core) 负责控制数据的读取、写入及刷新等操作，保障数据准确性与存储单元的正常运行，这部分占据芯片 25%-30%的面积。
- 3) 周边线路 (Peripheral) 由控制线路与输入/输出线路组成：控制线路根据外部指令与地址协调芯片内部工作，输入/输出线路负责数据的写入与读取。

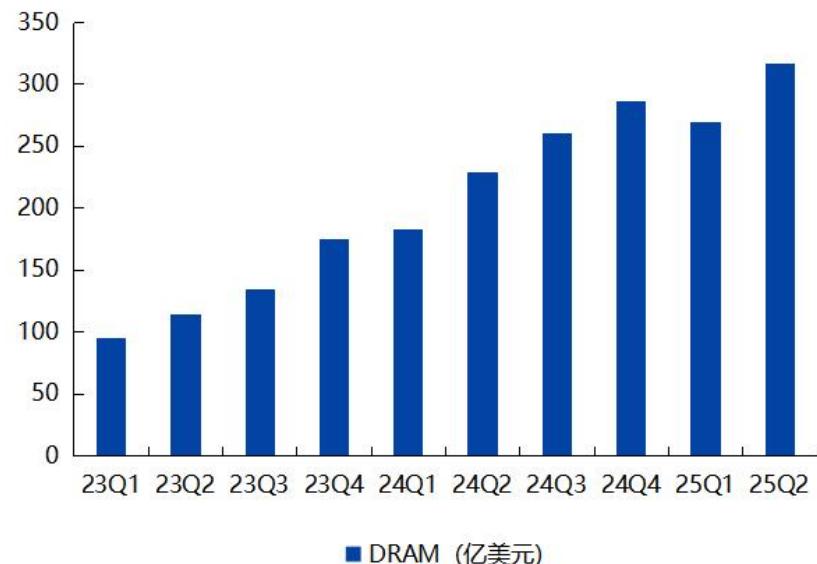
图表 13：DRAM 结构图



资料来源：51CTO，爱建证券研究所

DRAMeXchange, TrendForce 数据显示，2024 年全球 DRAM 市场规模达 958.63 亿美元（同比+84.83%）。

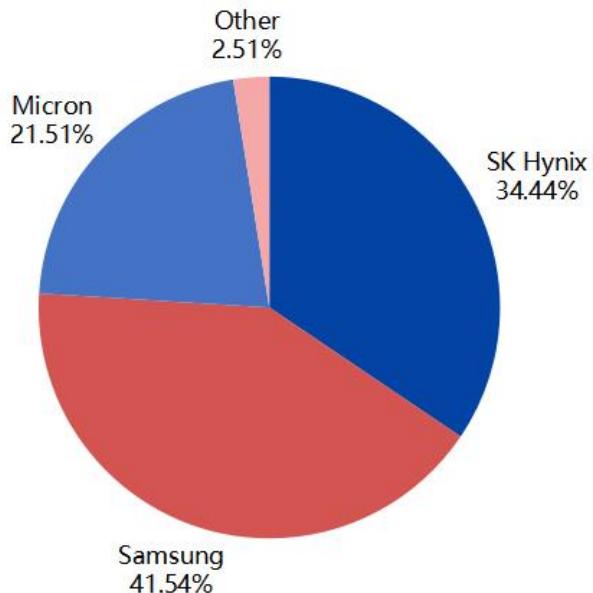
图表 14：全球 DRAM 市场规模



资料来源：DRAMeXchange, TrendForce, 爱建证券研究所

全球DRAM市场呈现寡头垄断格局。DRAMeXchange, TrendForce数据显示,2024年SK Hynix、Samsung、Micron合计拥有97.49%的市场份额。

图表 15：2024年全球DRAM市场规模



资料来源：DRAMeXchange, TrendForce, 爱建证券研究所

全球存储厂商深耕DRAM领域，加速推进技术迭代。 Samsung 量产第六代 10nm 级 1c DRAM, HBM4 样品已交付并计划 2026 年量产；Micron 推出全球首款 1y 节点 LPDDR5X 内存样品，赋能旗舰机 AI 应用；国内方面，长鑫存储发布通过 JEDEC 认证的 DDR5 内存(最高 8000Mbps)及 LPDDR5X 移动端内存(最高 10667Mbps)，助力消费电子与服务器市场的技术升级与成本优化；华邦电子推出 16nm 制程 8Gb DDR4 DRAM，适配工业与嵌入式领域的严苛使用需求。

图表 16：全球存储厂商持续推进DRAM领域技术迭代

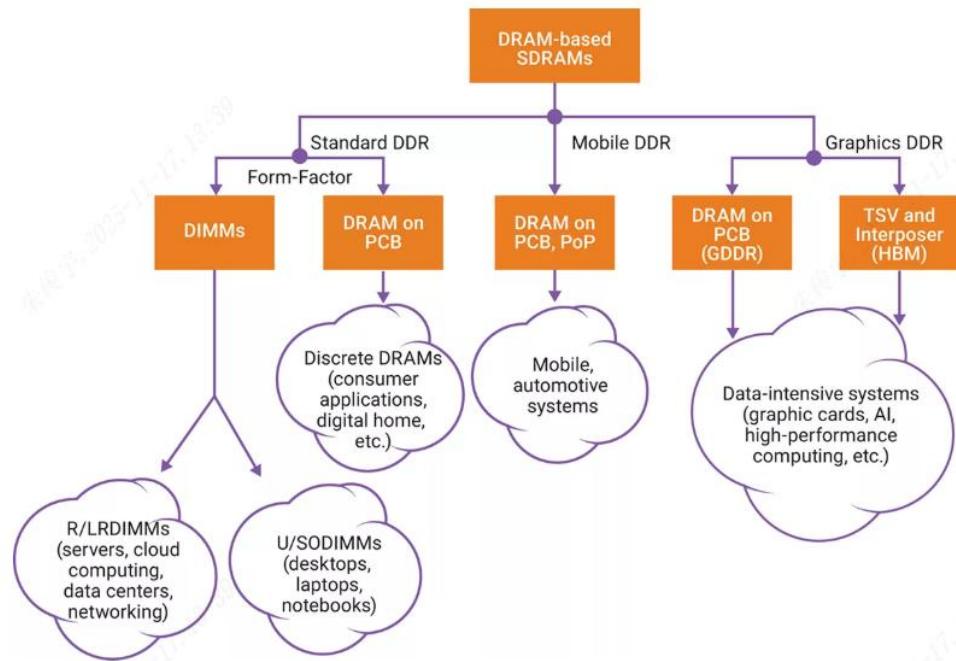
| 公司 | 各公司DRAM最新进展 |
|----------|---|
| Samsung | 公司已成功量产第六代 10nm 级 DRAM (1c DRAM)，良率提升至 50%-70%，正向 80%-90%冲刺；HBM4 样品已交付客户，计划 2026 年量产，传输性能达 11Gbps。 |
| SK Hynix | 2025 年 9 月 12 日，公司宣布成功完成面向 AI 的超高性能存储器 HBM41 的开发，并在全球首次构建其量产体系；同年 11 月，SK Hynix 宣布将分阶段推出 HBM 系列产品 (含 Standard 与 Custom 双线)，同步推进 AI 专用存储 (AI-D、AI-N 系列) 及通用 DRAM 产品的规模化落地。 |
| Micron | 2025 年 6 月 3 日，Micron 科技公司宣布，正在发售全球首款基于 1y (1 伽马) 节点的低功耗双倍数据速率 5 倍 (LPDDR5X) 内存的鉴定样品，旨在加速旗舰智能手机上的人工智能应用。 |
| 长鑫存储 | 2025 年 11 月 23 日，长鑫存储发布 DDR5 内存产品 (最高速率 8000Mbps，采用 24Gb 颗粒)，已通过 JEDEC 认证；同时展示了最新 LPDDR5X 移动端内存，其最高速率达 10667Mbps，最高颗粒容量为 16Gb。 |
| 华邦电子 | 2025 年 12 月 3 日，华邦电子推出采用先进 16nm 制程的 8Gb DDR4 DRAM，该产品专为工业与嵌入式应用打造，可适配相关领域的严苛使用需求。 |

资料来源：电子元件网, SK Hynix Newsroom, Winbond, 爱建证券研究所

2.2 DRAM 技术路线分化

固态技术协会 (JEDEC) 已明确定义并开发出 DDR、LPDDR 及 GDDR 三类 DRAM 标准。这三类标准各有侧重，但能够帮助设计人员精准满足不同目标应用在功耗控制、性能表现及规格适配方面的核心需求。

图表 17：JEDEC 定义了三种 DRAM 标准类别



资料来源：Synopsys, 爱建证券研究所

标准 DDR 主要面向服务器、云计算、网络设备、笔记本电脑、台式机及消费类应用，支持更宽通道宽度、更高存储密度与多样化形状尺寸，其性能提升核心路径为优化核心频率。

从 DDR1 到 DDR5 的技术演进中，产品呈现“能耗持续降低、传输速度稳步提升、存储容量不断扩容”的趋势。作为当前最新的内存标准，DDR5 采用 14-10nm 的制程节点；数据传输速率也从 DDR4 的 2133-3200 MT/s，提升至 3200-6400 MT/s；同时其工作电压下降至 1.1V，在降低功耗的同时进一步实现了性能的提升。

图表 18：DDR1-5 性能梳理

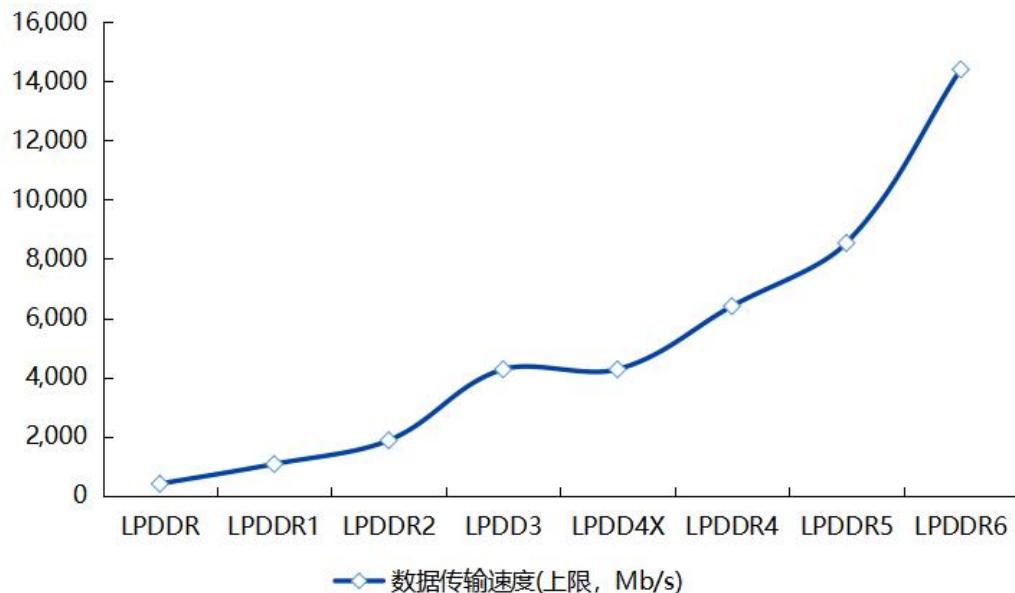
| 主要指标 | DDR1 | DDR2 | DDR3 | DDR4 | DDR5 |
|---------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| 发行年代 | 2000 | 2003 | 2007 | 2014 | 2019 |
| 制程节点 (nm) | 180-130 | 90-65 | 65-40 | 28-16 | 14-10 |
| 单颗颗粒密度 | 128Mb-1Gb | 256Mb-2Gb | 512Mb-4Gb10 | 1Gb-16Gb | 16Gb-64Gb |
| 工作频率 (MHz) | 133-200 | 266-400 | 533-800 | 1066-1600 | 1600-3200 |
| 资料传输速度 (MT/s) | 266-400 | 533-800 | 1066-1600 | 2133-3200 | 3200-6400 |
| 预取位数 (字节) | 2 | 4 | 8 | 8 | 16 |
| Bank 数量 (组) | 4 | 4-8 | 8-16 | 16 | 32 |
| 工作电压 (V) | 2.5 | 1.8 | 1.5 | 1.2 | 1.1 |
| 晶体管数量 (万) | ~200 | ~500 | ~1200 | ~2500 | ~5000 |

资料来源：电子发烧友，芯存社，爱建证券研究所

相较于主要应用于 PC 端的 DDR DRAM 模组，LPDDR 凭借显著的低功耗优势，成为兼具高性能的优选方案，契合平板电脑、超薄笔记本、智能手机及车载设备等移动终端对低功耗的核心需求。从技术演进来看，LPDDR 的数据传输速度持续迭代升级，

自 2009 年第一代产品的 400Mb/s (兆比特/秒) 起, 逐步提升至 2025 年 7 月 JEDEC 正式发布的 LPDDR6 标准, 其速率已高达 14400Mbps。

图表 19: LPDDR 性能持续迭代升级



资料来源: 广东省集成电路行业协会, EE Times China, 爱建证券研究所

GDDR 是一类适用于高端显卡的高性能 DDR 存储器, 主要面向图形相关程序、数据中心加速、AI 等对吞吐量要求极高的数据密集型应用场景。它以 SDRAM 为技术基础发展而来, 历经二十余年的演进逐步走向成熟。目前市面上的 GDDR6、GDDR6X 传输速率分别达 14.0-20.0 GT/s、19.0-23.0 GT/s, 其中 GDDR6X 型的传输带宽则为 760-1104 GB/S。伴随 AI 大模型、4K/8K 超高清渲染等场景的持续升级, GDDR7 的性能升级将进一步巩固其在高端显卡、AI 加速硬件中的主流配置地位。

图表 20: GDDR 技术演进路线

| 版本 | 发行年份 | 时钟速度 (MHz) | 传输速率 (GT/s) | 典型带宽 (GB/s) |
|----------|------|------------|-------------|-------------|
| GDDR2 | 2002 | 400-500 | 0.8-1.0 | 12.8-16 |
| GDDR3 | 2004 | 800-1000 | 1.6-2.0 | 51.2-80 |
| GDDR4 | 2006 | 900-1150 | 1.8-2.3 | 86-110 |
| GDDR5 | 2008 | 1250-2000 | 5.0-8.0 | 160-384 |
| GDDR5X 型 | 2016 | 1250-1750 | 10.0-14.0 | 320-540 |
| GDDR6 | 2018 | 1750-2500 | 14.0-20.0 | 448-960 |
| GDDR6X 型 | 2020 | 1188-1438 | 19.0-23.0 | 760-1104 |

资料来源: birow, 爱建证券研究所

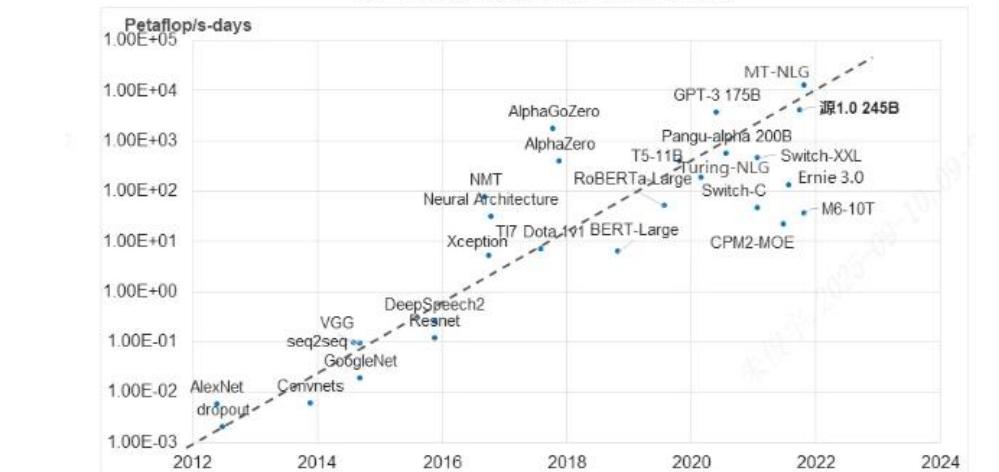
2.3 DRAM 核心发展方向: HBM

人工智能的发展带动芯片行业成长, 伴随大模型计算量持续增长, 传统带宽难以支撑 AI 高计算量场景需求, 制约了 GPU 性能的充分释放。其中, 占芯片面积约 60% 的缓存, 以及存储结构与工艺, 成为进一步挖掘 GPU 潜力的关键制约因素。而新引入的 HBM (高带宽存储), 通过高带宽、低延迟的特性减少数据传输损耗, 有望破解

芯片性能提升的瓶颈，助力 AI 高效执行深度学习任务。

图表 21：人工智能持续发展

模型参数量及计算量越来越大



资料来源：OpenAI，爱建证券研究所

HBM (High Bandwidth Memory, 高带宽内存) 是一种基于 3D 堆叠技术的高性能 DRAM。它通过垂直堆叠多个 DRAM 芯片，并利用硅通孔 (TSV) 技术实现芯片之间的高速连接，从而大幅提高数据带宽。

TrendForce 数据显示，英伟达与 AMD AI 芯片的 HBM 技术路线呈现同步迭代、分层竞争特征。2022-2025 年周期内，双方 HBM 规格从 HBM2e/HBM3 (8hi) 升级至 HBM3e (8hi/12hi)，单芯片 HBM 容量从 80-128GB 提升至 288GB+。

图表 22：英伟达与 AMD 人工智能芯片的高带宽内存规格发展时间线及其对比

| Company | AI Chips | 2022 | | | | 2023 | | | | 2024F | | | | 2025F | | | |
|---------|------------------|-----------------|------|------|------|-----------------|------|------|------|-----------------|------|------|------|---------------------|--|--|--|
| | | 1Q23 | 2Q23 | 3Q23 | 4Q23 | 1Q24 | 2Q24 | 3Q24 | 4Q24 | 1Q25 | 2Q25 | 3Q25 | 4Q25 | | | | |
| NVIDIA | H100 | HBM3 8hi 80GB | | | | HBM3e 8hi 141GB | | | | HBM3e 8hi 141GB | | | | HBM3e 8hi 141GB | | | |
| | GH200 (CPU+GPU) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | H20 | | | | | HBM3 8hi 96GB | | | | | | | | | | | |
| | H200 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B100 | | | | | | | | | | | | | HBM3e 8hi 192GB | | | |
| | GB200 (CPU+GPU) | | | | | | | | | | | | | HBM3e 8hi 192/384GB | | | |
| AMD | B200 | | | | | | | | | | | | | HBM3e 12hi 288GB | | | |
| | MI200 | HBM2e 8hi 128GB | | | | HBM3 12hi 192GB | | | | | | | | | | | |
| | MI300X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MI300A (CPU+GPU) | | | | | HBM3 8hi 128GB | | | | | | | | | | | |
| | MI350 | | | | | | | | | | | | | HBM3e 12hi 288GB | | | |
| | MI375 (CPU+GPU) | | | | | | | | | | | | | HBM3e 12hi 288GB | | | |

Source: TrendForce, May, 2024

资料来源：TrendForce，爱建证券研究所

自 2015 年第一代 HBM1 发布以来，HBM 技术已逐步迭代至第六代产品——HBM4。纵观这六代 HBM 产品的性能演变，我们可以发现其在带宽、单芯片容量、堆叠层数等关键维度均实现了较大突破：其中，带宽从初代 HBM 的 128GB/s 提升至 HBM4 的 2.56TB/s (2621GB/s)；单芯片容量从 1GB 增加至 64GB；堆叠层数则从 4Hi 升级至 16Hi。

图表 23：各代 HBM 技术性能参数对比

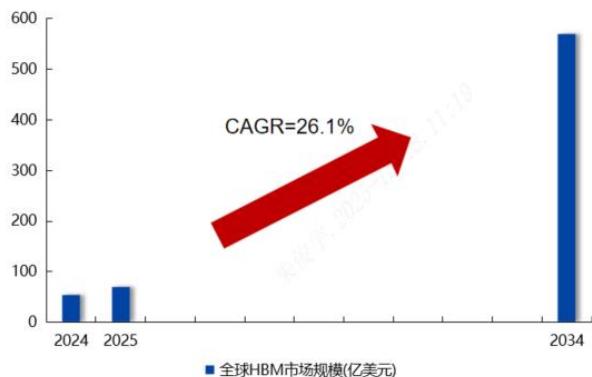
| 技术参数 | 最多 DRAM 层数 (Hi) | 最大容量 (GB) | I/O (数) | I/O 传输速率 (Gb/s) | 带宽 (GB/s) | 制程技术 |
|-------|-----------------|-----------|---------|-----------------|-----------|-------|
| HBM | 4 | 1 | 1024 | 1 | 128 | 3x |
| HBM2 | 8 | 8 | 1024 | 2.4 | 256 | 2x |
| HBM2E | 12 | 16 | 1024 | 3.6 | 480 | 1y/1z |
| HBM3 | 12 | 24 | 1024 | 6.4 | 819 | 1z |
| HBM3E | 12 | 36 | 1024 | 9.2 | 1229 | 1a/1b |
| HBM4 | 16 | 64 | 2048 | 10 | 2621 | 1b/1c |

资料来源：CFM 闪存市场《2024-2025 年全球存储市场趋势白皮书》，爱建证券研究所

全球 HBM 市场持续向好。 Market Research Future 数据显示，2024 年全球 HBM 市场规模达 56.1 亿美元，2034 年预计增长至 570.9 亿美元，2024-2034 年复合增长率达 26.1%。

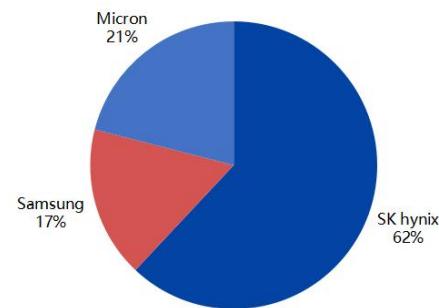
由于技术门槛较高，目前市面上仅 SK hynix、Samsung、Micron 三家企业具备 HBM 稳定量产及供应能力。 其中 SK hynix 技术优势显著，于 2023 年 8 月率先推出 HBM3E 产品，并计划推进 HBM4 研发；据 Counterpoint 数据，2025Q2 全球 HBM 市场份额中，SK hynix、Micron、Samsung 分别占比 62%、21%、17%。

图表 24：全球 HBM 市场规模



资料来源：MARKET RESEARCH FUTURE，爱建证券研究所

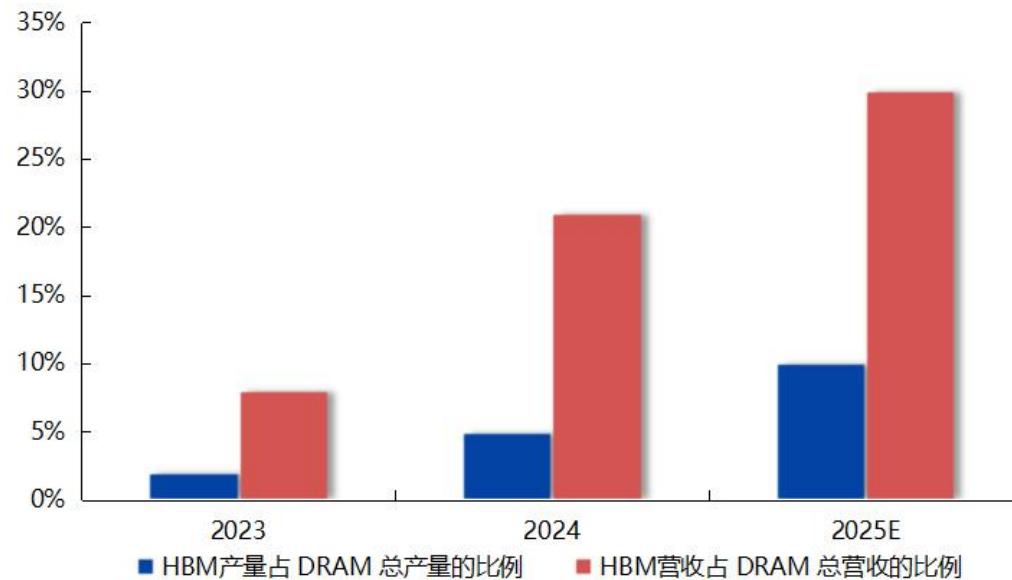
图表 25：2025Q2 全球 HBM 市场格局



资料来源：Counterpoint，爱建证券研究所

TrendForce 数据显示，2023-2025 年 HBM 在 DRAM 市场的渗透加速：2023 年，HBM 产量、营收占 DRAM 总规模比重为 2%、8%；2025 年预计达 10%、30%。

图表 26：HBM 产量与营收占 DRAM 的比例



资料来源：TrendForce，爱建证券研究所

3. 存储：NAND Flash

3.1 NAND Flash 概述

NAND Flash 是一种非易失性存储器技术，主要用于数据存储。它通过电荷的存储与释放来实现数据存储，与传统的 DRAM（动态随机存取存储器）和 SRAM（静态随机存取存储器）不同，NAND Flash 在断电后仍能保存数据，且容量极大、成本相对较低。

图表 27：各类存储器性能对比

| 存储器类型 | NAND Flash | SRAM | DRAM | NOR Flash |
|---------|----------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| 易失性 | 非易失 | 易失 | 易失 | 非易失 |
| 主要用途 | SSD 硬盘、U 盘、手机存储、SD 卡 | CPU 高速缓存 (L1,L2,L3Cache) | 主内存 (内存条)、显卡显存 | 存储启动代码 (BIOS/UEFI)、嵌入式系统 |
| 读写特性 | 顺序块存取 | 随机读写 (字节) | 随机读写 (字节) | 随机读取 |
| 性能 (相对) | 读快，写中 | 极快 | 快 | 读快，写慢 |
| 容量 (相对) | 极大 | 很小 | 大 | 小至中 |
| 成本 (相对) | 极低 | 极高 | 低 | 高 |

资料来源：51CTO，爱建证券研究所

按单个 Cell 单元的数据存储位数划分，NAND Flash 可分为 SLC（单层式储存）、MLC（双层式储存）、TLC（三层式储存）及 QLC（四层式储存）四种类型。当前市场中 TLC 已成为主流选择，而 QLC 凭借技术迭代方向明确被定位为未来发展趋势。

四种闪存颗粒场景定位差异显著。SLC 性能最优、可靠性最强但成本最高，应用于工业控制、航天军工等企业级高可靠场景；MLC 性能中高端、稳定性均衡且成本适中，

为工业级与车规级 SSD 主流选型；TLC 原生性能较弱，但凭借低成本+主控算法优化，成为消费级 SSD 主流；QLC 以高容量密度、低单位成本为核心，推动 NAND Flash 持续迭代。

图表 28：NAND Flash 可以划分为 SLC、MLC、TLC 和 QLC NAND 四种

| 规格 | SLC | MLC | TLC | QLC |
|----------|----------------|--------------|-------------|--------|
| 速度 | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
| 耐用度(P/E) | 10,000~100,000 | 3,000~10,000 | 1,500~3,000 | 1,000 |
| 容量 | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆◆◆ |
| 功耗 | ◆◆◆◆◆◆ | ◆◆◆◆◆◆ | ◆◆◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
| 成本 | ◆◆◆◆◆◆ | ◆◆◆◆◆◆ | ◆◆◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |

资料来源：深圳联乐实业有限公司官网，爱建证券研究所

3.2 全球 NAND Flash 市场呈现寡头垄断格局

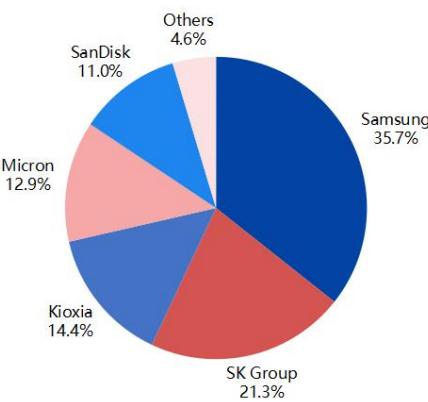
据 TrendForce 数据，2023-2024 年市场规模分别达 387.3 亿美元、656.4 亿美元；2024 全球 NAND Flash 市场份额前五的企业依次为 Samsung (35.7%)、SK Group (21.3%)、Kioxia (14.4%)、Micron (12.9%)、SanDisk (11.0%)。

图表 29：NAND Flash 市场规模



资料来源：TrendForce，爱建证券研究所

图表 30：2024 年全球 NAND Flash 市场份额



资料来源：TrendForce，爱建证券研究所

国内外企业正加速布局 NAND Flash 领域，技术迭代与产品创新持续突破。国外方面，Samsung 于 2024 年成功量产全球首款 1Tb V-NAND Flash，并在同年 12 月完成 400 层 NAND Flash 开发，计划 2025 年实现量产；SK Hynix 则在 2025 年达成 321 层 2Tb QLC NAND Flash 量产，该产品不仅容量领先，更是实现了数据传输速度翻倍、写入性能最多提升 56%、读取性能提升 18% 及数据写入能效提高 23% 以上的综合突破。国产厂商中，长江存储、江波龙、佰维存储依托技术架构创新、细分场景深耕与核心环节攻坚，加速国产 NAND Flash 领域突破。

图表 31：国内外企业纷纷加码 NAND Flash

| 国内外 | 企业 | NAND Flash 最新进展 |
|-----|----------|--|
| 国外 | Samsung | 2024 年, Samsung 成功量产全球首款 1Tb V-NAND Flash, 同年 12 月完成 400 层 NAND Flash 开发, 预计 2025 年量产。 |
| | SK Hynix | 2025 年公司已实现 321 层 2Tb QLC NAND Flash 量产, 该产品不仅容量高, 还大幅提升性能——数据传输速度翻倍, 写入性能最多提升 56%, 读取性能提升 18%, 数据写入能效提高 23% 以上。 |
| | 长江存储 | 2025 年, 长江存储将晶栈®Xtacking®架构升级至 4.0, 依托该架构实现 267 层 3D NAND 量产, 其采用 1Tb TLC 颗粒, 单颗容量达 1TB, 已进入大规模生产阶段。 |
| 国内 | 江波龙 | 2024 年公司已成功开发 512Mb 到 8Gb 之间的五款 SLC NAND Flash 存储芯片, 并积极扩展小容量存储芯片产品线, 涵盖 MLC NAND Flash 及 NOR Flash; 公司加快面向企业级应用的高性能 eSSD (PCIeGen 5.0) 布局, 进一步扩大在云计算、互联网及电信领域的应用覆盖。 |
| | 佰维存储 | 公司在 NAND Flash 存储芯片领域的高速 ATE 测试、Burn-in (老化) 测试、SLT (系统级) 测试等多个环节, 拥有从测试设备硬件开发、测试算法开发以及测试自动化软件平台开发的全栈测试开发能力。 |

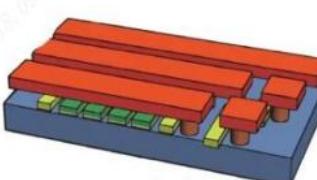
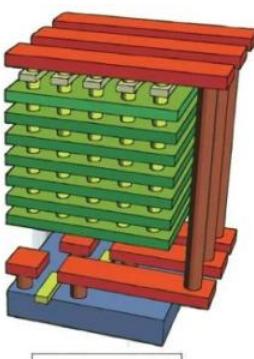
资料来源: SAMSUNG 官网, 江波龙、佰维存储公司公告, 爱建证券研究所

3.3 NAND Flash 经历从 2D 向 3D 架构发展

随着 2D NAND Flash 的容量提升触及物理极限, 3D NAND 技术应运而生。NAND Flash 工艺的持续演进, 其等效制程已迈入 1x/1y nm 级别, 部分头部厂商实现了 1z nm 级别的量产。但工艺的进步在扩大容量和降低成本的同时, 可靠性及性能都在下降。3D 工艺的出现, 打破了传统 NAND Flash 依赖晶圆平面微缩来提升容量的发展路径, 成功突破了行业发展的核心瓶颈。

相较于 2D NAND Flash, 3D NAND Flash 具备容量更大、寿命更长、能耗更低的核心优势。不同于 2D NAND Flash 的平面结构, 3D NAND Flash 采用立体设计, 可在单 Die (裸片) 内堆叠更多存储单元, 无需依赖制程微缩即可显著提升存储密度与数据容量, 同时还能实现性能优化与功耗的大幅下降。

图表 32：NAND Flash 经历从 2D 转向 3D 技术演进

| 产品特性 | 2D NAND Flash | 3D NAND Flash |
|-------------|---|---|
| 图片 |  |  |
| | 2D NAND | 3D NAND |
| 模块容量 | 128GB (最高) | 256/512GB+ |
| 设计 | 浮棚 | 浮棚或电荷捕获型结构 |
| 寿命 (P/E 周期) | 低 | 高 |

| 性能 | 慢 | 快 |
|------|---|---|
| 能量消耗 | 高 | 低 |

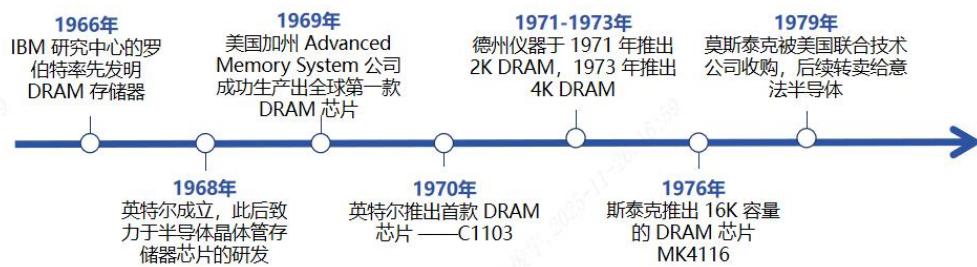
资料来源：深圳市世强元件网络有限公司，电子发烧友，爱建证券研究所

4. 全球存储芯片产业转移

4.1 存储芯片转移路线：美国-日本-韩国-中国

全球存储技术起源于美国，此后经历了两次区域转移。1969年，美国加州 Advanced Memory System 公司成功生产出世界上首款 DRAM 芯片，容量达 1KB；此后，英特尔 (Intel)、德州仪器 (TI)、莫斯泰克 (Mostek) 等存储厂商持续发展。1970年，英特尔推出首款 DRAM 芯片 C1103，成为全球畅销的半导体内存产品之一；1971年和1973年，德州仪器分别推出 2K DRAM、4K DRAM，成为后续存储行业技术迭代与产业扩张的关键；1976年，莫斯泰克推出 16K 容量的 DRAM 芯片 MK 4116，将 DRAM 市场占有率提升至 75%。

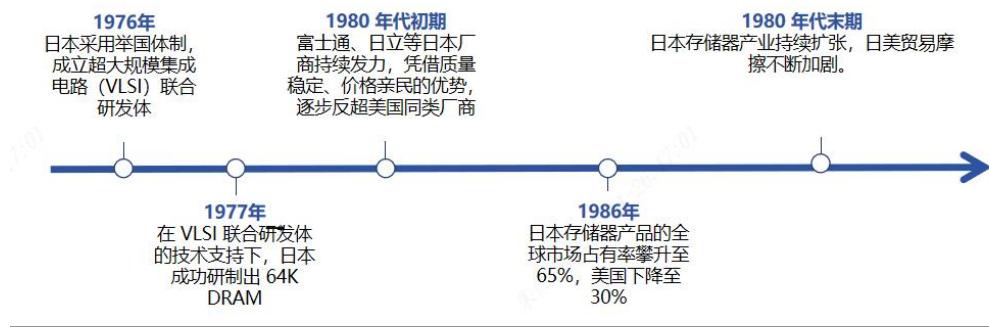
图表 33：存储芯片诞生于美国



资料来源：eefocus，爱建证券研究所

第一次区域转移：1976年，日本以举国体制成立超大规模集成电路 (VLSI) 联合研发体，集中资源突破半导体技术瓶颈；1977年，在该研发体技术支持下，日本成功研制出 64K DRAM，追平美国公司的研发进度；1980年代初期，富士通、日立等厂商凭借稳定质量和价格优势持续发力，逐步反超美国企业；1986年，日本存储器产品全球市场占有率达到 65%，超过美国的 30%；伴随日美贸易摩擦加剧，美国通过《广场协议》逼迫日元升值、发起半导体反倾销诉讼等手段持续施压，最终导致日本存储芯片市场份额逐步下降。

图表 34：存储芯片从美国到日本第一次区域转移



资料来源：eefocus, 环球时报, 爱建证券研究所

第二次区域转移：韩国 Samsung 电子等企业利用美日半导体竞争的契机，通过持续技术迭代升级脱颖而出，逐渐赶超日本。1978年，Samsung 集团布局半导体业务，旗下 Samsung 电子开启存储芯片自主研发征程；1983年，Samsung 电子完成16K DRAM 的研发，向技术前沿迈进；1986年10月，Samsung 参与韩国政府推出的“VLSI 共同开发技术计划”，联合 LG、现代两大集团及韩国六所大学攻关 DRAM 核心技术；1988年，完成4M DRAM 研发，技术层面追平日本；1990年8月，公司研发出世界第三款 64M DRAM；至1996年，Samsung 成功研发出世界首款 1GB DRAM，自此正式成为存储芯片领域的世界级领跑者。

图表 35：存储芯片从日本到韩国第二次区域转移



资料来源：Samsung 官网，快科技，爱建证券研究所

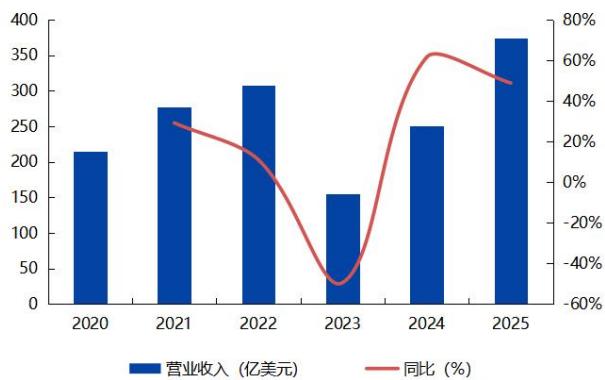
随着中国企业在存储芯片领域的技术突破、产能扩张与国产替代加速，全球存储芯片产业正呈现出逐步向中国转移的明确趋势。

4.2 美国存储芯片代表企业：Micron

Micron (美光) 是全球重要的存储芯片制造商。公司自 1978 年成立于美国以来，高度聚焦存储赛道，主要产品涵盖 DRAM、NAND Flash、NOR 内存，被广泛应用于数据中心、客户端设备、消费电子、工业、图形、汽车及网络等领域。

2025年，公司实现营业收入 373.78 亿美元（同比+48.85%），2020-2025 年复合增长率达 11.76%。2025 年 Micron 毛利率为 39.79%，相较于上一年增加 17.44 PCT。

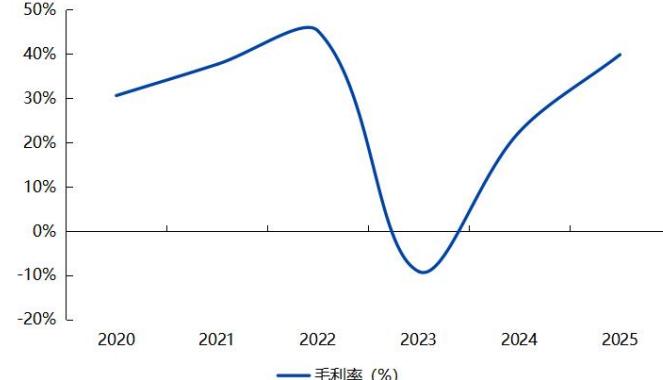
图表 36: Micron 营业收入及同比



资料来源: Micron 公司公告, 爱建证券研究所

注: Micron 于 8 月 28 日披露 2025 年报数据

图表 37: Micron 毛利率

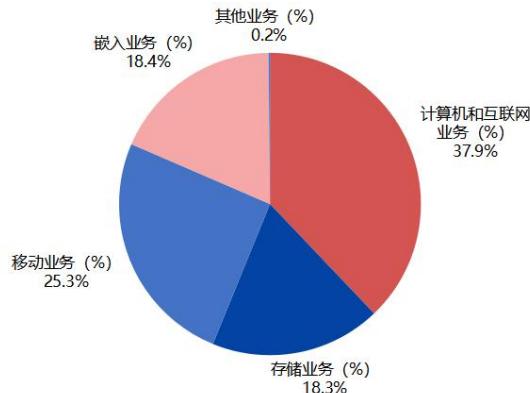


资料来源: Micron 公司公告, 爱建证券研究所

注: Micron 于 8 月 28 日披露 2025 年报数据

分产品看, 2024 年 Micron 核心业务聚焦于计算机和互联网业务、移动业务, 营业收入分别为 95.1 亿美元 (占比 37.9%)、63.5 亿美元 (占比 25.3%)。2025 年, 公司进一步推进业务向存储核心场景聚焦, 云存储业务成为新的营收主力, 实现营收约 135.2 亿美元 (占比 36.2%); 移动和客户端业务营收约 118.6 亿美元 (占比 31.7%); 核心数据中心、汽车及嵌入式等存储关联业务亦同步实现增长, 占比分别达 19.3%、12.7%。

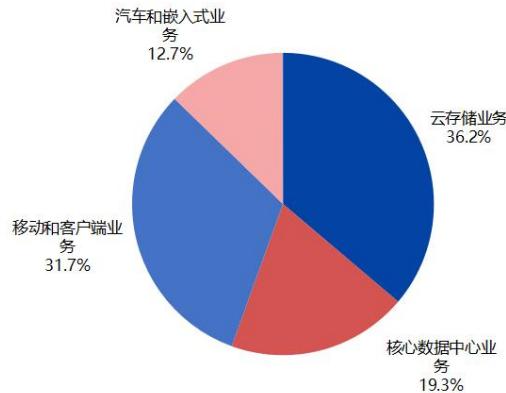
图表 38: 2024 年 Micron 营业收入 (按产品)



资料来源: Micron 公司公告, 爱建证券研究所

注: Micron 于 8 月 28 日披露 2025 年报数据

图表 39: 2025 年 Micron 营业收入 (按产品)

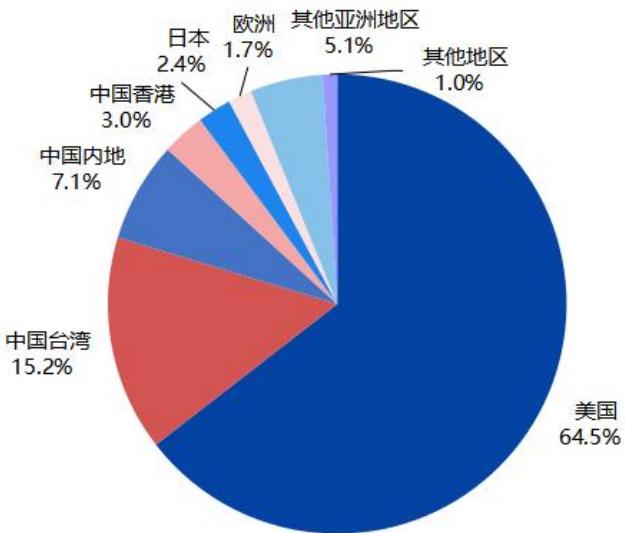


资料来源: Micron 公司公告, 爱建证券研究所

注: Micron 于 8 月 28 日披露 2025 年报数据

分地区看, 公司积极拓展全球市场, 核心客户覆盖美国、中国等主要区域。2025 年按国家及地区划分, Micron 营收占比前三的分别为美国 (64.5%)、中国台湾地区 (15.2%)、中国内地 (7.1%)。此外, 公司加码日本广岛的 AI 存储工厂投资 (96 亿美元), 该基地将重点服务亚太及欧洲的 AI 客户; 同时持续维持中国西安封测基地的运营, 同步引入全新产线, 可输出涵盖移动 DRAM、NAND Flash 及 SSD 在内的更丰富产品及解决方案, 进一步强化其现有的封装与测试能力。

图表 40：2025年Micron营业收入（按地区）

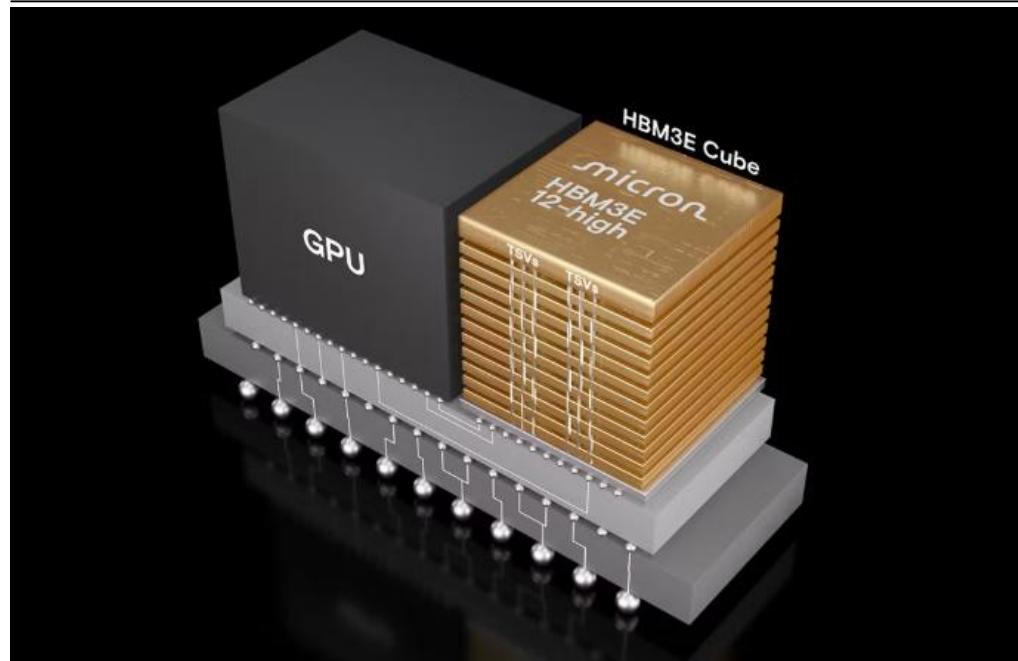


资料来源：Micron 公司公告，爱建证券研究所

注：Micron 于 8 月 28 日披露 2025 年报数据

Micron 8 层堆叠 24GB HBM3E 已开始随 NVIDIA H200 Tensor Core GPU 出货，量产型 12 层堆叠 36GB HBM3E 也已上市供应。该 12 层堆叠 HBM3E 内存立方体的带宽超 1.2TB/s，相较于 8 层堆叠版本，容量提升 50%。

图表 41：Micron 12 层堆叠 HBM3E 示意图



资料来源：Micron 公司官网，爱建证券研究所

2025年7月30日，Micron宣布其第九代3D TLC NAND Flash正式量产出货。这款G9 NAND拥有业界最高的3.6GB/s I/O传输速率，相较于前代产品(2.4GB/s)，性能提升达50%；同时，其在读取、写入表现上分别实现99%、88%的优化提升，还具备“全球密度最高NAND Flash”的特性——NAND Flash密度提升73%、空

间效率优化 28%，目前该 NAND 已搭载于 Micron2650 SSD 产品中。

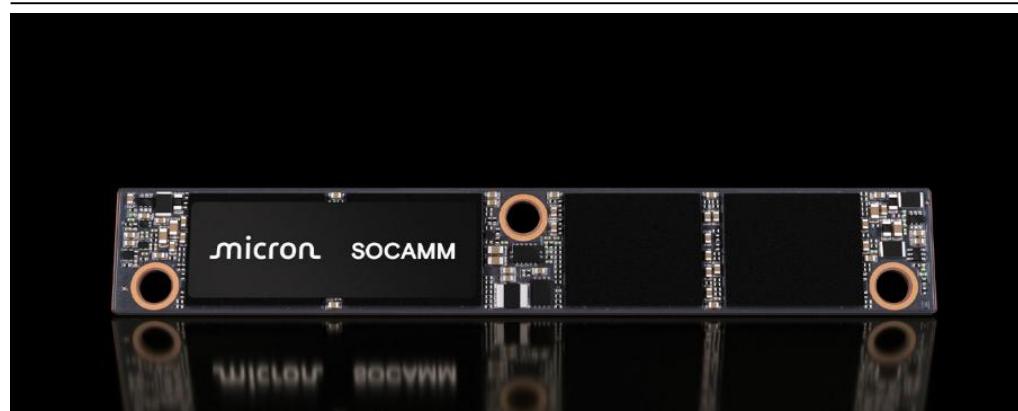
图表 42：Micron 第九代 3D TLC NAND Flash 产品示意图



资料来源：Micron 公司官网，爱建证券研究所

公司积极绑定 AI 行业巨头，构建定制化供应链。Micron HBM3E 全面适配 NVIDIA Hopper、Blackwell 系列 GPU；与此同时，公司联合 NVIDIA 推出全球首款 SOCAMM 内存模组，这是一款模块化 LPDDR5X 内存解决方案，专为支持 NVIDIA Grace Blackwell Ultra 超级芯片量身打造。

图表 43：Micron 联合 NVIDIA 共同推出全球首款 SOCAMM 内存模组



资料来源：Micron 官网，爱建证券研究所

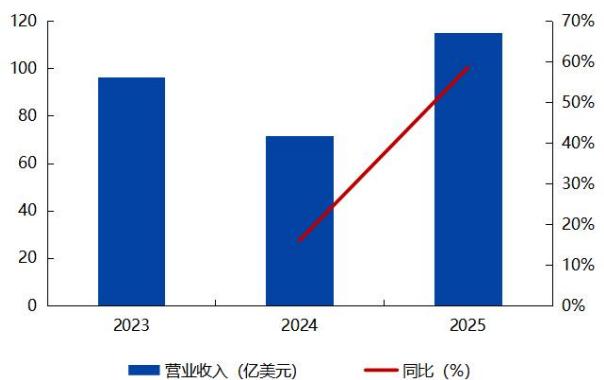
此外，Micron 宣布终止 Crucial (英睿达) 品牌相关业务，计划于 2026 年 2 月底前全面停止消费级内存及 SSD 产品的零售业务，将释放的产能与资源全面聚焦于 AI 数据中心、企业级市场等高利润领域，进一步强化高端存储赛道的布局力度。

4.3 日韩存储芯片代表企业：Kioxia, SK Hynix

Kioxia (铠侠) 为全球存储器解决方案领导者，总部位于日本东京，专注于闪存及 SSD 的研发、生产与销售。其创新 3D 闪存 BiCS FLASH™，定义高端手机、PC、汽车、数据中心等高密度应用的存储未来；零售产品线含存储卡、闪存盘等，满足终端用户随时随地的数字存储需求。

2025年，公司实现营业收入114.95亿美元（同比+58.51%），2023-2025年复合增长率达9.17%；2025年Kioxia毛利率为33.37%，相较于上一年增加45.38PCT。

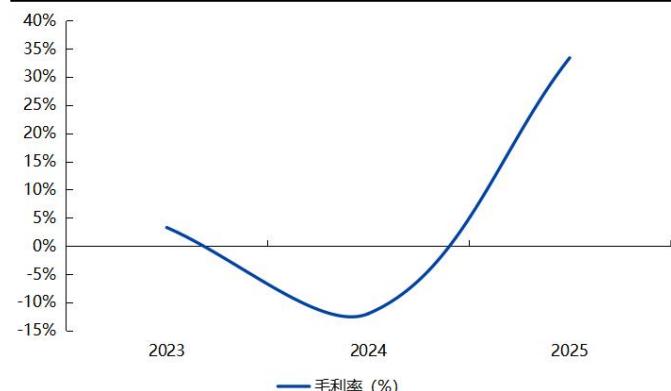
图表44：Kioxia营业收入及同比



资料来源：Kioxia公司公告，Wind，爱建证券研究所

注：Wind显示2025年3月31日显示铠侠2025年年报相关信息

图表45：Kioxia毛利率

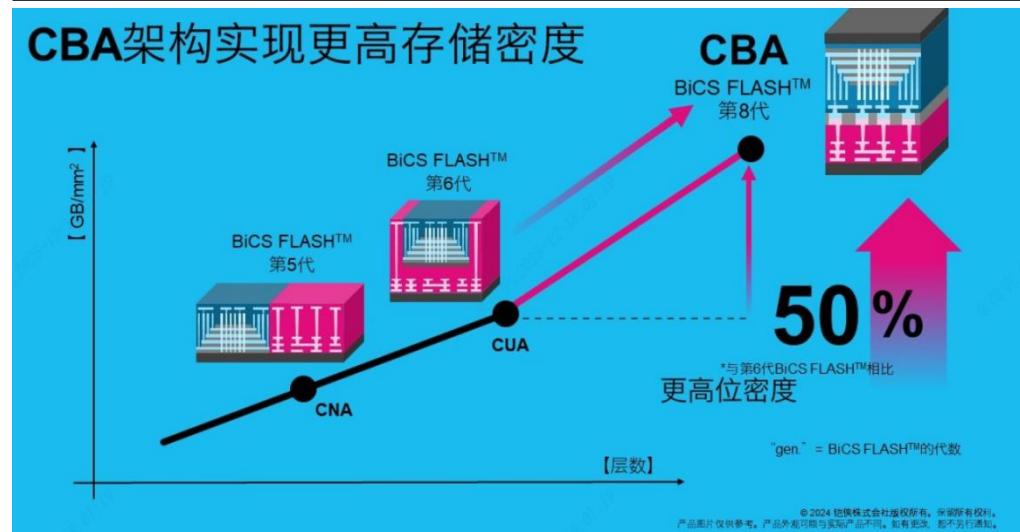


资料来源：Kioxia公司公告，Wind，爱建证券研究所

注：Wind显示2025年3月31日显示铠侠2025年年报相关信息

2024年7月3日，Kioxia宣布基于第八代BiCS FLASH™3D闪存技术的2Tb QLC存储器启动送样。该产品采用新一代CBA架构，相比前代BiCS FLASH实现了50%的存储密度提升，这一优化让它成为业界容量最大的2Tb QLC闪存，既能助力AI数据中心、服务器实现小空间大容量部署，也能升级终端存储，支撑数据密集型应用落地。

图表46：Kioxia第八代BiCS FLASH™3D闪存相较于上一代实现50%存储密度提升

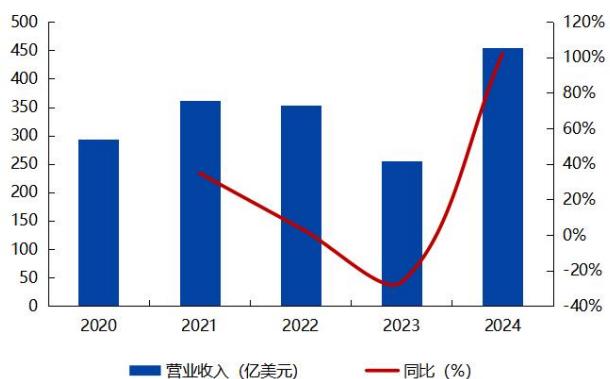


资料来源：Kioxia（中国）官网，爱建证券研究所

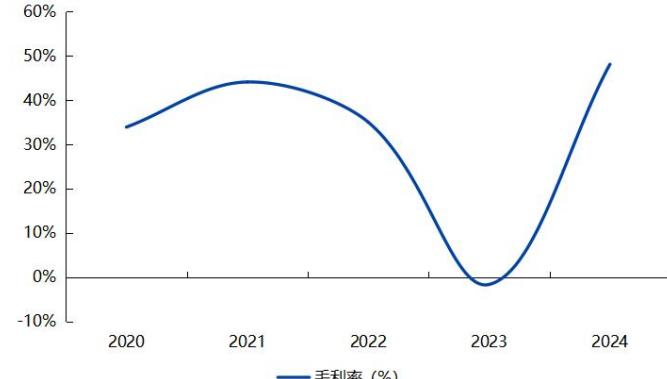
SK Hynix（SK海力士）是全球顶尖的半导体存储解决方案供应商，核心产品覆盖DRAM、NAND Flash及HBM等关键存储品类。公司不仅掌握领先的3D NAND堆叠工艺，旗下高带宽内存（如HBM3e）更成为AI芯片（GPU）的核心配套存储，可直接支撑生成式AI的高算力数据吞吐需求，相关解决方案已广泛应用于消费电子、数据中心、汽车电子等领域。

2024年，公司实现营业收入454.71亿美元（同比+102.02%），2020-2024年复

合增长率达 11.59%。2024 年 SK Hynix 毛利率为 48.08%，相较于上一年增加 49.71 PCT。

图表 47：SK Hynix 营业收入及同比


资料来源：SK Hynix 公司公告，Wind，爱建证券研究所

图表 48：SK Hynix 毛利率


资料来源：SK Hynix 公司公告，Wind，爱建证券研究所

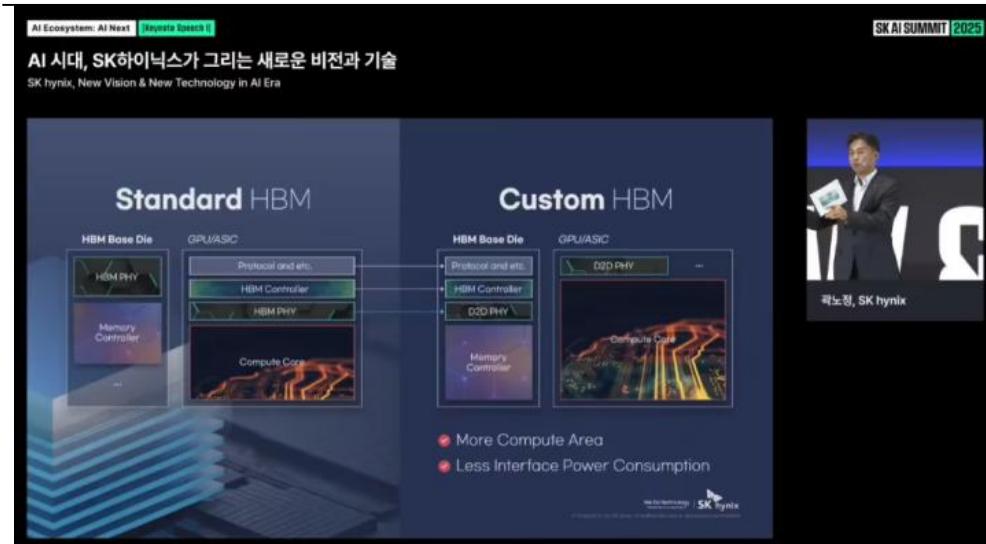
2025 年 11 月 4 日，SK Hynix CEO Kwak Noh-Jung 在韩国首尔举办的“SK AI Summit 2025”峰会上，正式公布 2026-2031 年产品落地规划：明确分阶段推出 HBM 系列（Standard 与 Custom 双线并行），同步推进 AI 专用存储（AI-D、AI-N 系列），并推动通用 DRAM 及 Standard NAND 的规模化落地。

图表 49：SK Hynix 2026-2031 产品路线图


资料来源：SK Hynix，EE Times China，爱建证券研究所

在 HBM 系列领域，公司预计 2026-2028 年推出 HBM4 16 层堆叠产品，并从 HBM4E 开始供应定制化 HBM 解决方案。定制化 HBM 是将 GPU 和 ASIC 芯片特定功能整合到 HBM 基础裸片的产品，可最大限度释放 GPU 和 ASIC 性能，同时减少数据传输功耗；2029-2031 年，SK Hynix 将全面进入 HBM5 世代。

SK Hynix 的 12 层 HBM4 样品已实现 2TB/s 带宽，较前代提升 60% 以上，计划 2025 下半年完成量产准备。目前，公司占据全球 HBM 市场 50% 以上份额，是 NVIDIA AI GPU 的 HBM3/HBM3E 独家供应商。

图表 50：SK Hynix Standard 与 Custom HBM 结构对比图


资料来源：SK Hynix, EE Times China, 爱建证券研究所

为应对市场需求, SK Hynix 进一步细分 AI DRAM (AI-D) 产品线, 推出三大核心解决方案, 协同覆盖性能优化、技术突破与场景拓展。

- 1) AI-D Optimization 是低功耗、高性能 DRAM 产品, 旨在降低总体拥有成本(TCO)、提升运营效率, 解决方案涵盖 MRDIMM (多路复用双列直插式内存模块)、SOCAMM (小型外形压缩附着内存模块, 适用于 AI 服务器的低功耗 DRAM 内存模块) 及 LPDDR5R (用于移动产品, 具备可靠性、可用性、可服务性 (RAS) 特性的低电压 DRAM) 。
- 2) AI-D Breakthrough 的突破得益于超高容量内存与灵活内存分配特性, 解决方案包含 CMM (下一代高效连接 CPU、GPU、内存及其他元件的界面技术) 与 PIM (解决 AI 与大数据处理数据移动瓶颈的技术) 。
- 3) AI-D Expansion 旨在拓展 DRAM 应用场景, 从数据中心延伸至机器人、移动性 (mobility) 及工业自动化等领域。

图表 51：SK Hynix 针对 AI DRAM 进一步细分


资料来源：SK Hynix, IT 之家, 爱建证券研究所

在 AI NAND (AI-N) 方面, SK hynix 也在布局三种下一代存储解决方案。

- 1) AI-N Performance 聚焦超高性能提升, 专为高效处理大规模 AI 推理任务产生的海量数据打造。通过突破存储与 AI 运算瓶颈, 显著提升处理速度与能效, SK hynix 计划推出新结构 NAND 及控制器, 2026 年底前出样。
- 2) AI-N Bandwidth 通过半导体晶粒垂直堆叠扩大带宽, 用于弥补 HBM 容量增长瓶颈, 核心是结合 HBM 堆叠结构与高密度低成本 NAND 闪存。
- 3) AI-D Density 着力于密度提升, 以超高容量强化成本竞争力, 是低功耗、低成本存储海量 AI 数据的高密度解决方案。

图表 52: SK Hynix 公布 AI NAND 下一代储存解决方案

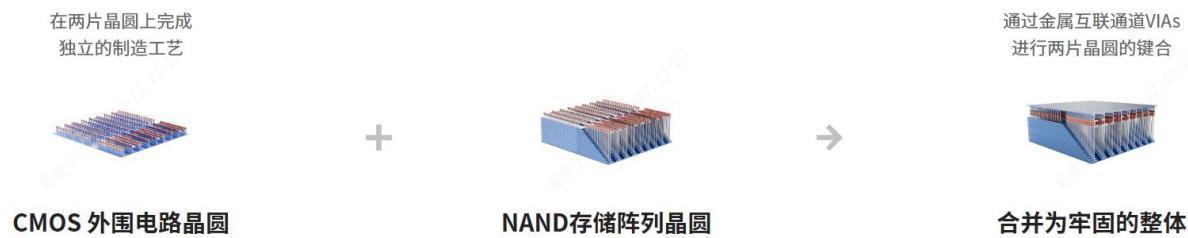


资料来源: SK Hynix, EE Times China, 爱建证券研究所

4.4 中国存储芯片代表企业: 长江存储, 长鑫存储, 江波龙

长江存储科技有限责任公司是一家集芯片设计、生产制造、封装测试及系统解决方案于一体的数据存储器 IDM 企业。公司为全球合作伙伴提供 3D NAND 闪存晶圆及颗粒、嵌入式存储芯片、消费级与企业级固态硬盘等产品及解决方案, 广泛应用于移动通信、消费数码、计算机、服务器及数据中心等核心领域。

2018 年, 长江存储首次推出晶栈® Xtacking 全新架构。该架构凭借 CMOS-Array 混合键合技术实现不同工艺的解耦设计, 有效释放 3D NAND Flash 的技术潜力, 具备更快的 IO 速度、更高的存储密度及更优的品质可靠性与数据耐久度。

图表 53：长江存储晶栈®Xtacking®架构图


资料来源：长江存储公司官网，爱建证券研究所

作为国产存储龙头，长江存储虽成立时间晚于 Samsung、SK hynix、KIOXIA、Micron 等国际存储巨头，但依托 Xtacking 堆叠架构这一自主研发的核心技术突破，成功实现 3D NAND Flash 工艺的快速迭代，同时达成产能规模的持续突破。2025 年 9 月，长江存储三期项目主体正式成立，注册资本达 207.2 亿元，为公司进一步扩大产能规模、深化核心技术布局奠定了坚实基础。

图表 54：长江存储 3D NAND Flash 堆叠层数达到 200 层以上

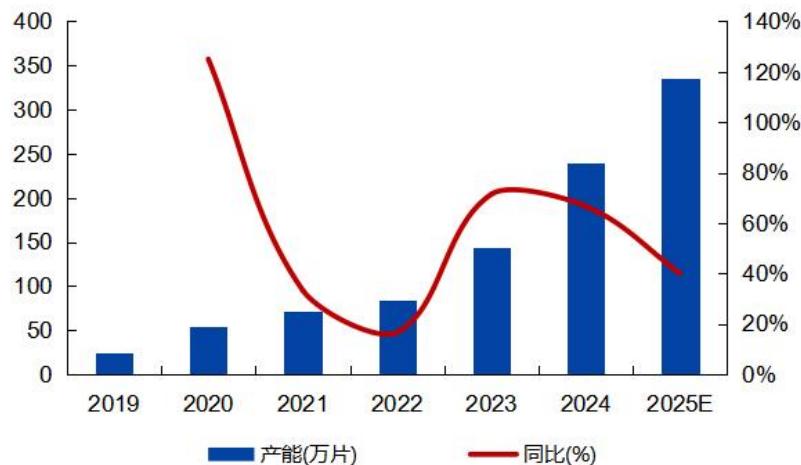
| Vendors | 2022 | | 2023 | | 2024 | | 2025 | | | | |
|----------------------------------|-------------------|----|-------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1H | 2H | 1H | 2H | 1H | 2H | 1H | 2H | | | |
| SAMSUNG | | | | | 14nm (MLC/TLC) | | | | | | |
| | 176L (TLC/QLC) | | | | 236L (TLC) | | 290L (TLC/QLC) | | | | |
| SK hynix | | | | | 14nm (MLC/TLC) | | | | | | |
| | 176L (TLC/QLC) | | | | 238L (TLC/QLC) | | 321L (TLC/QLC) | | | | |
| SOLIDIGM | | | 144L FG (TLC/QLC) | | | 192L FG (QLC) | | | | | |
| KIOXIA Western Digital | | | | | 15nm (MLC/TLC) | | | | | | |
| | 112L (TLC/QLC) | | | | 162L (TLC/QLC) | | 218L (TLC/QLC) | | | | |
| Micron | | | | | 16nm (MLC/TLC) | | | | | | |
| | 176L RG (TLC/QLC) | | 232L RG (TLC/QLC) | | | | 284L RG | | | | |
| Xtacking | | | 128L (TLC/QLC) | | | 232L (TLC/QLC) | | | | | |
| MXIC | | | 48L (TLC) | 96L (TLC) | | 192L (TLC) | | | | | |
| | | | | | 19nm (SLC/MLC) | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 2D NAND | <48L | 92/96L | 1XX L | 1YY L | 2XX L | 2YY L |

资料来源：TrendForce，爱建证券研究所

长鑫存储作为国内领先的一体化存储器制造企业，专注于 DRAM 领域，业务覆盖芯片设计、研发、生产及销售全链条。公司凭借技术团队的丰富研发经验与核心创新能力，推出多款商用 DRAM 产品，广泛应用于移动终端、个人电脑、服务器、虚拟现实及物联网等多元应用场景。

长鑫存储产能从 2019 年 2 万片/月提升至 2024 年 20 万片/月 (CAGR 达 58.5%)，核心得益于发展阶段的战略布局支撑：2020-2024 年，公司持续推进北京、合肥等生产基地的设备投入与产线扩建，为产能爬坡提供了坚实支撑；同时，产品从 DDR4 向 LPDDR5、DDR5 迭代升级，精准适配了更大范围的市场需求，推动了产能的快速增长。

图表 55：长鑫存储产能梳理



资料来源：快科技，芯语，爱建证券研究所

长鑫存储已在国内率先实现 DDR5 及 LPDDR5X 存储芯片的技术突破，成为国内少数具备该代际产品研发与量产能力的企业。

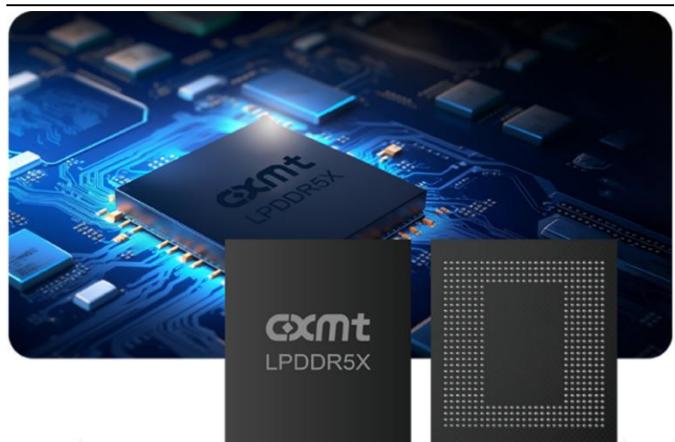
DDR5 是第五代双倍速率同步动态随机存储器。长鑫存储的 DDR5 颗粒最高速率突破 8000Mbps，颗粒容量覆盖 16Gb/24Gb，产品功耗较 DDR4 降低 20%。该内存芯片融入片内错误检查与自纠错机制，搭配更强抗干扰设计，有效保障工作稳定性与数据完整性。

图表 56：长鑫存储 DDR5 示意图



资料来源：长鑫存储公司官网，爱建证券研究所

图表 57：长鑫存储 LPDDR5X 示意图



资料来源：长鑫存储公司官网，爱建证券研究所

LPDDR5X 是第五代超低功耗双倍速率动态随机存储器。通过创新的封装技术和优化的内存设计，长鑫存储 LPDDR5X 在容量、速率、功耗上都有显著提升，目前提供 12Gb 和 16Gb 两种单颗粒容量，最高速率达到 10667Mbps，达到国际主流水平，较上一代 LPDDR5 提升了 66%，同时可以兼容 LPDDR5，功耗则比 LPDDR5 降低了 30%。

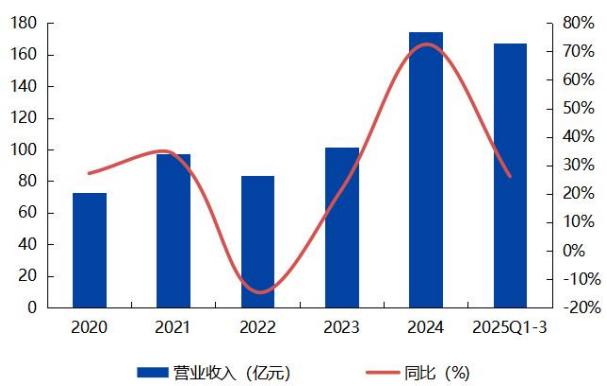
江波龙是全球领先的半导体存储企业，专注于半导体存储产品的研发、设计、封装测试与销售。公司核心产品囊括嵌入式存储、固态硬盘、移动存储、内存条。这些产品广泛应用于主流消费类智能终端（如智能手机、可穿戴设备、电脑等）、数据中心、

汽车电子、物联网、工业控制等领域，同时覆盖个人消费级存储零售市场。

2024年，公司实现营业收入174.6亿元（同比+72.5%），2022-2024年复合增长率达44.8%；2024年公司毛利率为19.1%，同比提升10.9 pct。

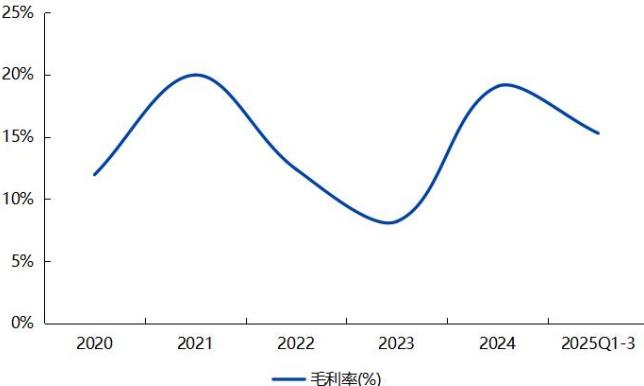
营收增长主要得益于：1) 2024年公司优化现有产品组合，提升产品质量与市场竞争力。尤其在NAND Flash领域，加快面向企业级应用的高性能eSSD (PCIe Gen 5.0)布局，进一步扩大在云计算、互联网及电信领域的应用覆盖；2) 公司进一步完善全球存储市场布局。公司通过投资苏州、中山及巴西主要工厂，借助市场先进技术与工艺强化封测制造技术积累及工艺水平，持续提升产品质量；3) 加强品牌建设以增强全球影响力，有效提升客户对Lexar、FORESEE及Zilia三大品牌的忠诚度。

图表 58：2020-2025 Q1-3 江波龙营业收入及同比



资料来源：江波龙公司公告，爱建证券研究所

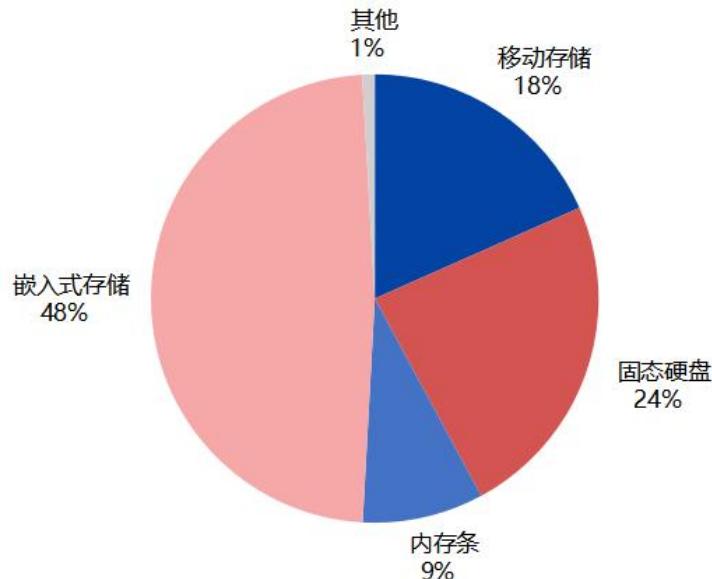
图表 59：2020-2025 Q1-3 江波龙毛利率情况



资料来源：江波龙公司公告，爱建证券研究所

产品布局上，公司聚焦消费电子、数据中心等核心领域，提供高质量NAND Flash与DRAM存储芯片产品。2024年公司产品涵盖嵌入式存储、固态硬盘、移动存储及内存条四大品类：其中嵌入式存储为核心产品，不仅品类丰富且性能强劲，可适配多场景需求；固态硬盘则属于大容量NAND Flash存储产品，能满足笔记本电脑、台式机、一体机、视频监控及网络终端等场景的应用需求。2024年嵌入式存储与固态硬盘的营收合计占比达72.0%。

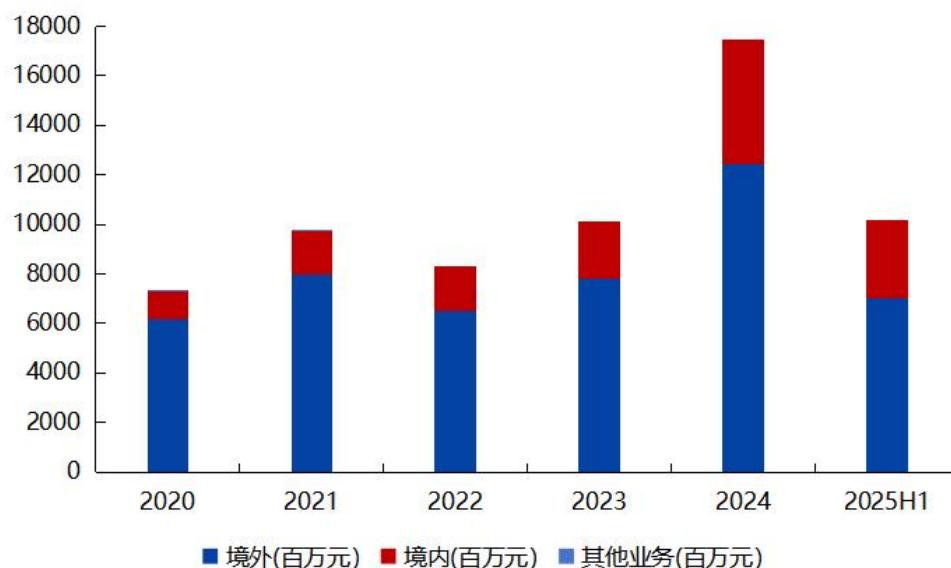
图表 60：2024年江波龙产品结构



资料来源：江波龙公司公告，爱建证券研究所

公司营业收入主要来自境外客户，2020-2024年境外营收占总营收比重维持在70%以上。公司境外营收从2020年的61.7亿元增长至2024年的124.3亿元，复合增长率达19.2%。

图表 61：2020-2025 H1 江波龙境内外营收情况



资料来源：江波龙公司公告，爱建证券研究所

5. 风险提示

- 1) 行业周期性波动风险：**存储芯片行业具有强周期性，供需变化易引发产品价格大幅波动。若未来AI算力需求不及预期，或行业产能集中释放导致高端存储供过于求，可能出现产品降价的情况。
- 2) 市场竞争加剧风险：**Samsung、SK Hynix等行业巨头也在加速布局HBM、先进

3D NAND 等高端赛道，国内厂商亦在技术追赶，市场竞争可能进一步加剧。

3) 技术迭代不及预期：存储行业技术迭代速度快，需持续投入巨额研发资金。若后续技术研发不及预期、量产良率未达目标，可能导致产品竞争力下滑。



爱建证券有限责任公司

上海市浦东新区前滩大道 199 弄 5 号
电话：021-32229888 传真：021-68728700 服务热线：956021
邮政编码：200124 邮箱：ajzq@ajzq.com 网址：http://www.ajzq.com

评级说明

投资建议的评级标准

报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场：沪深 300 指数 (000300.SH)；新三板市场：三板成指 (899001.CSI)（针对协议转让标的）或三板做市指数 (899002.CSI)（针对做市转让标的）；北交所市场：北证 50 指数 (899050.BJ)；香港市场：恒生指数 (HIS.HI)；美国市场：标普 500 指数 (SPX.GI) 或纳斯达克指数 (IXIC.GI)。

股票评级

| | |
|----|--------------------------------|
| 买入 | 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 15% |
| 增持 | 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5% ~ 15% 之间 |
| 持有 | 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 -5% ~ 5% 之间 |
| 卖出 | 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于 -5% |

行业评级

| | |
|------|----------------------|
| 强于大市 | 相对表现优于同期相关证券市场代表性指数 |
| 中性 | 相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平 |
| 弱于大市 | 相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数 |

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告采用信息和数据来自公开、合规渠道，所表述的观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的独立看法。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法可能存在局限性，请谨慎参考。

法律主体声明

本报告由爱建证券有限责任公司（以下统称为“爱建证券”）证券研究所制作，爱建证券具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管。

本报告是机密的，仅供我们的签约客户使用，爱建证券不因收件人收到本报告而视其为爱建证券的签约客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但爱建证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供签约客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，爱建证券及其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测后续可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，爱建证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

版权声明

本报告版权归爱建证券所有，未经爱建证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、转载、刊登和引用。否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、转载、刊登和引用者承担。版权所有，违者必究。