

科技专题研究

2023年7月27日



中航证券有限公司
AVIC SECURITIES CO., LTD.

存储专题系列一：新应用发轫，存力升级大势所趋

行业评级：增持

分析师：刘牧野
证券执业证书号：S0640522040001

股市有风险 入市需谨慎

- **行业下行周期加速见底，H2拐点将至。** 国际存储巨头相继宣布削减资本开支并减产，以减少行业供应，加速修复存储市场供需平衡，我们判断各厂商的减产动作在H2会逐渐显现成效。尽管目前下游应用需求复苏仍不明朗，DRAM和NAND Flash下行周期尚未终止，但随着终端客户和渠道商的库存逐步缓解，存储厂商拒绝再降价出售甚至询单报价频传上涨，定价趋势向好，Q3部分新一代存储产品有望率先迎来上涨。
- **存储行业激荡六十载，半导体中大宗商品。** 存储占集成电路1/4以上份额，具有与集成电路较同步但更剧烈的周期性，2021年全球半导体存储器市场中，DRAM占比达56%，NAND Flash约占41%。目前DRAM和NAND Flash均呈现海外玩家寡头垄断的格局，我国大部分厂商还是与国际龙头进行错位竞争，聚焦利基型市场；我国NOR Flash芯片技术基本成熟，例如兆易创新的NOR Flash在全球已经取得前三市占率。
- **AI & 汽车电子发轫，新应用激发新动能。** 存储的下游应用过去以手机、PC和服务器为主，以手机、PC为例的消费电子自去年以来需求持续低迷，至今复苏需求仍不明朗，而人工智能和汽车电子作为新兴应用方兴未艾，激发大量增量需求。在年初现象级AIGC应用ChatGPT出圈后，全球科技巨头争相在AI领域发力，将刺激更多配套的存储器用量。另一方面，随着新能源汽车发展与汽车智能化不断演进，汽车有望成长为新一代的智能终端，或将复制手机、PC的发展路径，依赖于存储空间提升来支持ADAS、高精度地图、事故记录、娱乐等功能的突破。
- **存力升级大势所趋，新兴存储技术应运而生。** 随着近几年云计算和人工智能应用的发展，面对计算中心的数据洪流，处理器、内存发展速度不均衡，数据搬运慢、搬运能耗大等问题成为了计算的关键瓶颈。在此背景下，存算一体、HBM、CXL等新兴存储技术路径备受关注，尤其是HBM已经成为高端AI服务器标配，TrendForce预估2023年全球HBM需求量将年增近六成，来到2.9亿GB，2024年将再成长三成。
- **建议关注：**
 - (1) **存储芯片厂商：**兆易创新、北京君正、东芯股份、普冉股份等；
 - (2) **存储模组厂商：**江波龙、朗科科技等；
 - (3) **存算一体相关标的：**兆易创新、东芯股份、恒烁股份等；
 - (4) **CXL产业链相关标的：**澜起科技、聚辰股份；
 - (5) **HBM产业链相关标的：**华海诚科、雅克科技、香农芯创、深科技等。
- **风险提示：**下游终端需求不及预期风险、行业竞争加剧风险、技术研发不及预期风险、美国科技制裁风险等。

一、下行周期加速见底，H2行业拐点将至

二、存储行业激荡六十载，半导体中大宗商品

三、AI & 汽车电子发轫，新应用激发新动能

四、存力升级大势所趋，新兴技术应运而生

五、建议关注

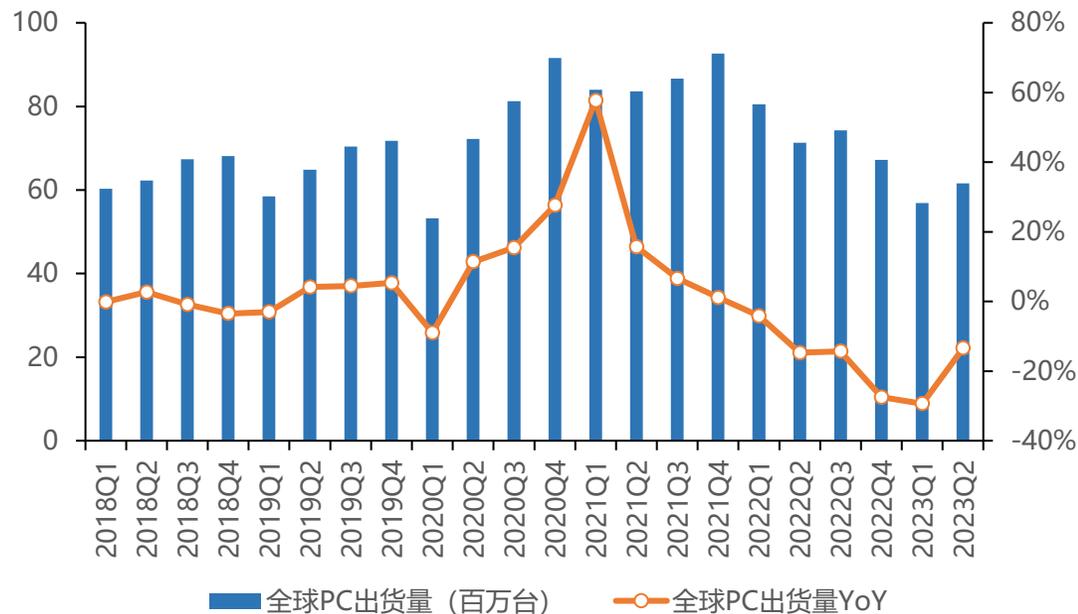
六、风险提示

现状：以手机、PC为代表的传统下游消费电子需求持续疲软

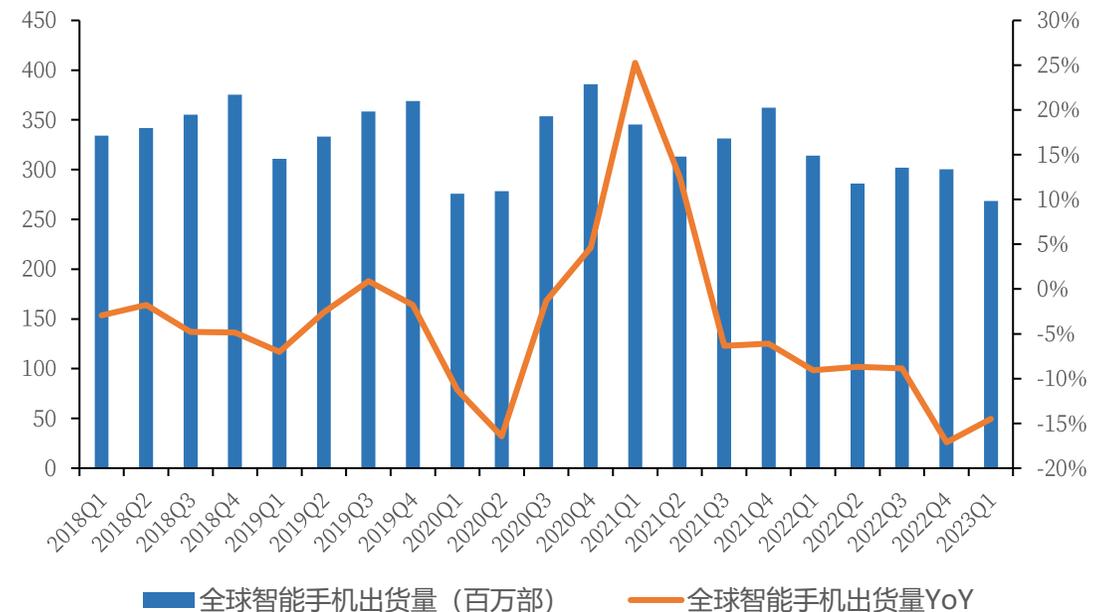


- **2022年下半年旺季不旺，消费电子终端需求至今不见起色。**2022年“缺芯”红利不再，地缘政治冲突不断，宏观经济通胀升温，消费电子创新乏力，需求持续低迷，上述多因素叠加导致存储行业自年中开始承压。尽管每年第三、四季度是消费电子传统旺季，但2022年各消费电子终端出货量仍旧低迷，2023年第一季度消费电子终端需求仍未有明显回暖。消费电子是存储芯片的一大传统下游应用，依据CFM数据，2022年NAND Flash主要以应用于移动终端市场的嵌入式存储产品、应用于PC的cSSD，以及应用于服务器市场的eSSD产品为主，分别占比34%、22%和26%；DRAM的主要应用市场也是在mobile、PC和服务器，分别占比35%、16%和33%。全球智能手机今年Q1的出货量为2.69亿部，同比下滑14.5%；全球PC今年Q1和Q2的出货量分别同比下滑29.3%和13.40%，已经连续六个季度同比不见起色。

图：全球PC季度出货量（百万台）



图：全球智能手机季度出货量（百万部）



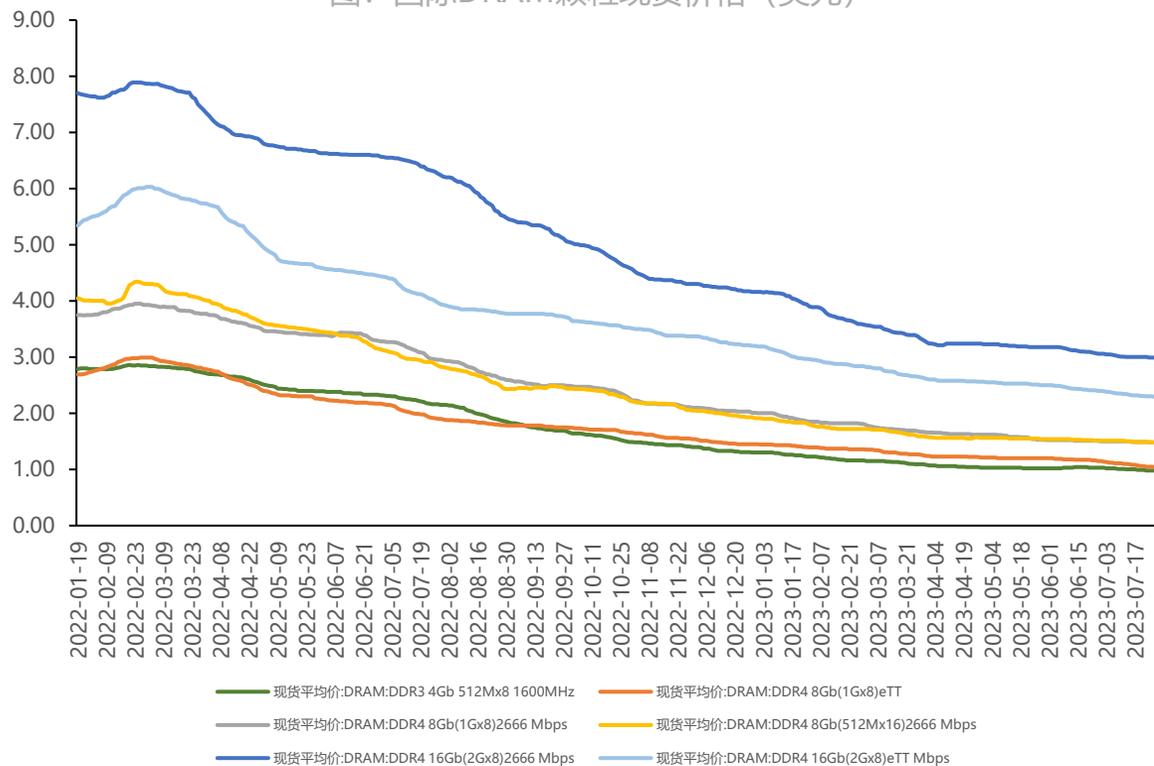
资料来源：IDC、中航证券研究所整理

现状：存储价格持续下滑至今，但边际改善已现



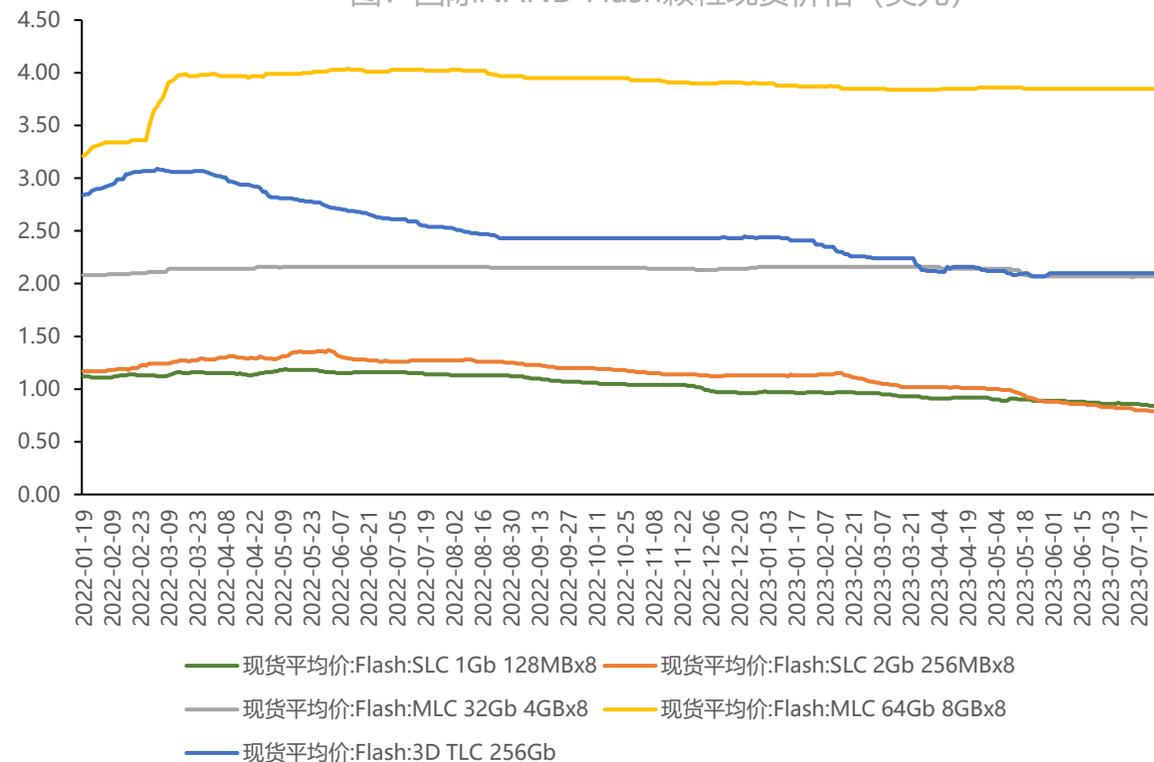
- **DRAM、NAND价格从去年4月持续下滑至今，近期跌幅明显收窄。**低迷的需求也使供大于求，存储厂商库存一度攀升，迫使部分厂商以价换量清库存、促流速，存储器价格自2022年4月持续下跌至今。根据CFM的存储市场综合价格指数，2022年3月29日至2023年7月25日，DRAM价格指数下滑56.15%，NAND价格指数下滑59.56%。尽管目前Q2存储下游应用需求复苏仍不明朗，DRAM和NAND下行周期尚不见终止，但随着终端客户和渠道商的库存逐步缓解，存储厂商拒绝再降价出售甚至询单报价频传上涨，目前已经看到部分产品价格边际改善，第三季度均价跌幅有望进一步收窄。

图：国际DRAM颗粒现货价格（美元）



资料来源：DRAMexchange、iFinD、中航证券研究所整理

图：国际NAND Flash颗粒现货价格（美元）



资料来源：DRAMexchange、iFinD、中航证券研究所整理

现状：原厂减产、降资本支出以加速恢复行业供需平衡



- **各大原厂纷纷采取减少产出、降低资本开支等措施来促进行业恢复供需平衡。** 由于存储下游终端需求持续低迷，原厂库存高企，市场呈现供过于求的态势，“以价换量”出清库存的策略导致盈利能力急剧恶化。各大原厂相继出台减产与削减资本支出的措施以降低行业位元供应，加速恢复存储市场行业供需平衡。原厂减产步调略有差异，铠侠、SK海力士、美光自去年Q4即开始减产，西部数据自今年1月开始减产，三星电子再未采取“逆投资”而是今年4月宣布加入减产行列。我们判断各厂商的减产动作在半年后才会逐渐显现成效，预计H2行业供需平衡将有明显修复。

图：存储巨头减产、削减资本支出措施

公司	减产与削减资本支出措施
三星电子	减少产能利用率和产量至合理水平
SK海力士	自去年Q4起减少部分低利润及高库存产品的晶圆产能； 2023整体资本支出将同比减少超50%
美光	将DRAM和NAND晶圆开工率进一步减少至接近30%，预计减产将持续到2024年； 2023财年资本支出减少超40%，其中晶圆设备相关支出下降超过50%，预计2024财年WFE同比继续下降
铠侠	从2022年10月开始减少约30%产能
西部数据	今年1月起降低30%的晶圆产量； 2023财年总资本支出由27亿下调至23亿美元，预计包括工厂、设备在内的现金资本支出同比减少25%

资料来源：闪存市场、中航证券研究所整理

现状：23Q3存储价格跌幅有望收窄，止跌回升仍需等待。



- **23Q3存储价格跌幅有望收窄，止跌回升仍需等待。**根据TrendForce，得益于DRAM供应商陆续启动减产，整体DRAM供给位元逐季减少，加上季节性需求支撑，减轻供应商库存压力，预期第三季DRAM均价跌幅将会收敛至0~5%。不过，目前供应商全年库存应仍处高水位，实际止跌反弹的时间或需等到2024年。
- NAND Flash方面，目前买方仍持保守的备货态度，压抑NAND Flash价格止跌回稳。第三季NAND Flash Wafer均价预估将率先上涨；SSD、eMMC、UFS等模组产品，则因下游客户拉货迟缓，价格续跌，估第三季度整体NAND Flash均价持续下跌约3~8%，第四季有望止跌回升。

图：2Q23-3Q23各类DRAM产品价格涨跌幅预测

	2Q23E	3Q23E
PC DRAM	DDR4: 下跌15-20% DDR5: 下跌13-18% 整体价格: 下跌15-20%	DDR4: 下跌3-8% DDR5: 下跌0-5% 整体价格: 下跌0-5%
Server DRAM	DDR4: 下跌18-23% DDR5: 下跌13-18% 整体价格: 下跌15-20%	DDR4: 下跌3-8% DDR5: 下跌0-5% 整体价格: 下跌0-5%
Mobile DRAM	下跌13-18%	LPDDR4X: 下跌0-5% HKMG工艺LPDDR5X: 上涨0-5%
Graphics DRAM	下跌10-15%	下跌0-5%
Consumer DRAM	下跌10-15%	下跌0-5%
Total DRAM	下跌13-18%	下跌0-5%

图：2Q23-3Q23各类NAND Flash产品价格涨跌幅预测

	2Q23E	3Q23E
eMMC	consumer: 下跌 8-13%	consumer: 基本企稳
UFS	mobile: 下跌15-20%	mobile: down 8-13%
Enterprise SSD	下跌13-18%	下跌5-10%
Client SSD	下跌15-20%	下跌8-13%
3D NAND Wafers (TLC&QLC)	下跌8-13%	上涨0-5%
Total NAND Flash	下跌10-15%	下跌3-8%

资料来源：TrendForce、中航证券研究所整理

现状：美光事件供应链安全凸显，国产存储替代空间广阔



- **美光在华销售产品未通过网络安全审查，我国供应链安全重要性凸显。**近日，我国网络安全审查办公室对美光公司在华销售的产品实施网络安全审查发现，美光公司产品存在较严重网络安全问题隐患，对我国关键信息基础设施供应链造成重大安全风险，影响我国国家安全。按照法律法规，我国内关键信息基础设施的运营者应停止采购美光公司产品。此次事件再次强调我国供应链安全的重要性，充分证明我国厂商实力足以打破垄断，打响了我国反击美国半导体制裁的第一枪。
- **美光在华国产替代空间广阔。**我国是全球存储市场的重要买家，2022年我国企业购买了全球30%的DRAM和33%的NAND。而美光在全球存储市场份额领先，2022年DRAM/NAND全球营收市占率分别为25%/12%，其2022财年在中国大陆市场收入为228亿人民币，在近日的说明会上美光表示此次未通过审查可能会影响中国约半数的订单，国产替代空间广阔。

图：美光公司在华销售的产品未通过网络安全审查通报

美光公司在华销售的产品未通过网络安全审查

2023年05月21日 20:00

来源：中国网信网



【打印】 【纠错】

日前，网络安全审查办公室依法对美光公司在华销售产品进行了网络安全审查。

审查发现，美光公司产品存在较严重网络安全问题隐患，对我国关键信息基础设施供应链造成重大安全风险，影响我国国家安全。为此，网络安全审查办公室依法作出不予通过网络安全审查的结论。按照《网络安全法》等法律法规，我国内关键信息基础设施的运营者应停止采购美光公司产品。

此次对美光公司产品进行网络安全审查，目的是防范产品网络安全问题危害国家关键信息基础设施安全，是维护国家安全的必要措施。中国坚定推进高水平对外开放，只要遵守中国法律法规要求，欢迎各国企业、各类平台产品服务进入中国市场。

资料来源：中国网信网、中航证券研究所整理

一、下行周期加速见底，H2行业拐点将至

二、存储行业激荡六十载，半导体中大宗商品

三、AI & 汽车电子发轫，新应用激发新动能

四、存力升级大势所趋，新兴技术应运而生

五、建议关注

六、风险提示

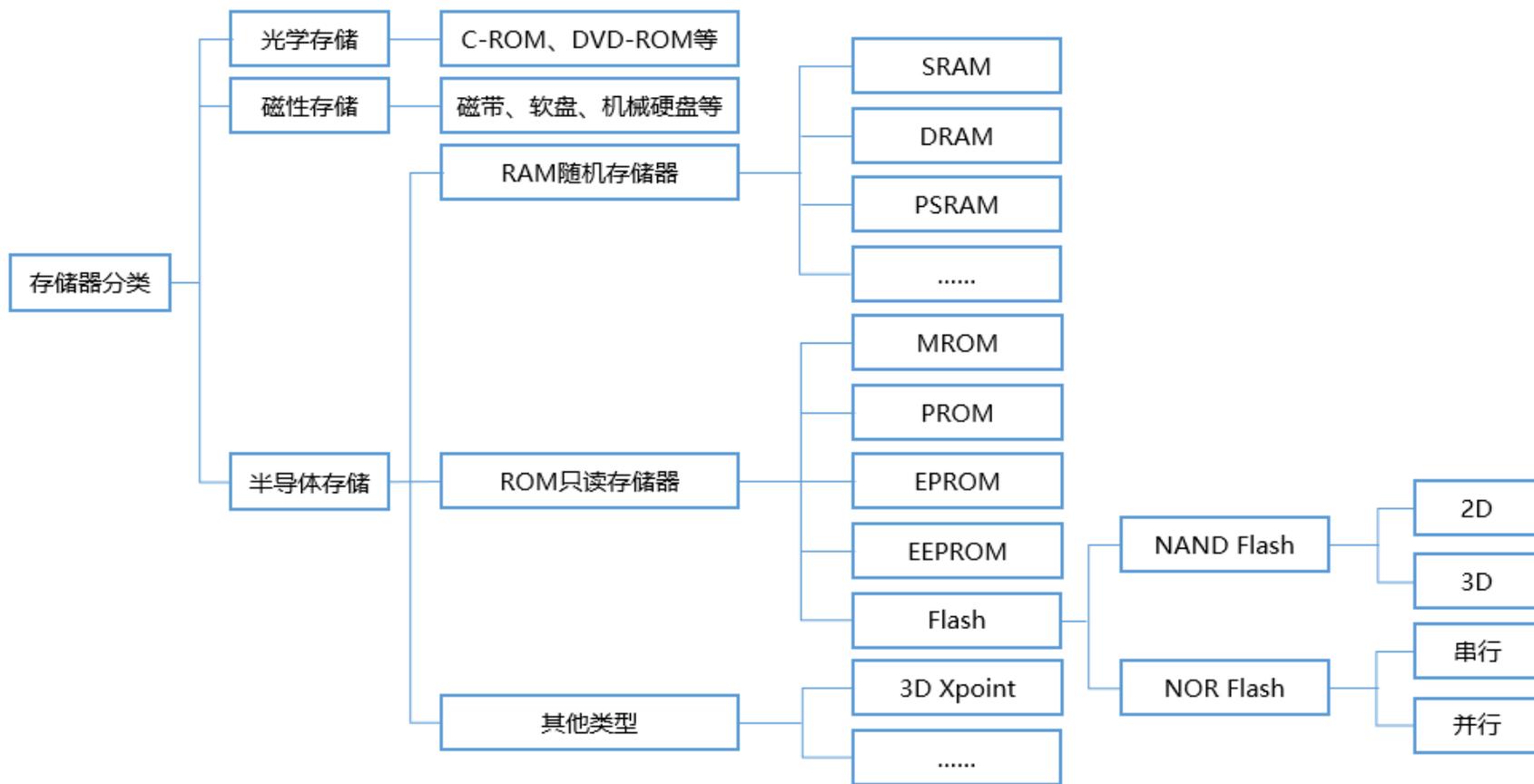
分类：存储器存在多种分类方式



➤ 存储器的分类存在多种方式：

- **按照用途/工作方式：**可以分为主存储器（内部存储）和辅助存储器（外部存储）。
- **按照存储介质：**将存储器分为光学存储、半导体存储和磁性存储三大类，其中半导体存储器目前应用最广、市场规模最大。
- **按照存储器的技术原理：**存储芯片按照断电后数据是否丢失，可分为RAM（随机访问存储器）和ROM（只读存储器）。RAM和ROM相比，RAM在断电以后保存在上面的数据会自动消失，而ROM不会自动消失，可以长时间断电保存。RAM为易失性，常见的有DRAM和SRAM；ROM为非易失性常见的是NAND Flash和NOR Flash。

图：存储器的分类



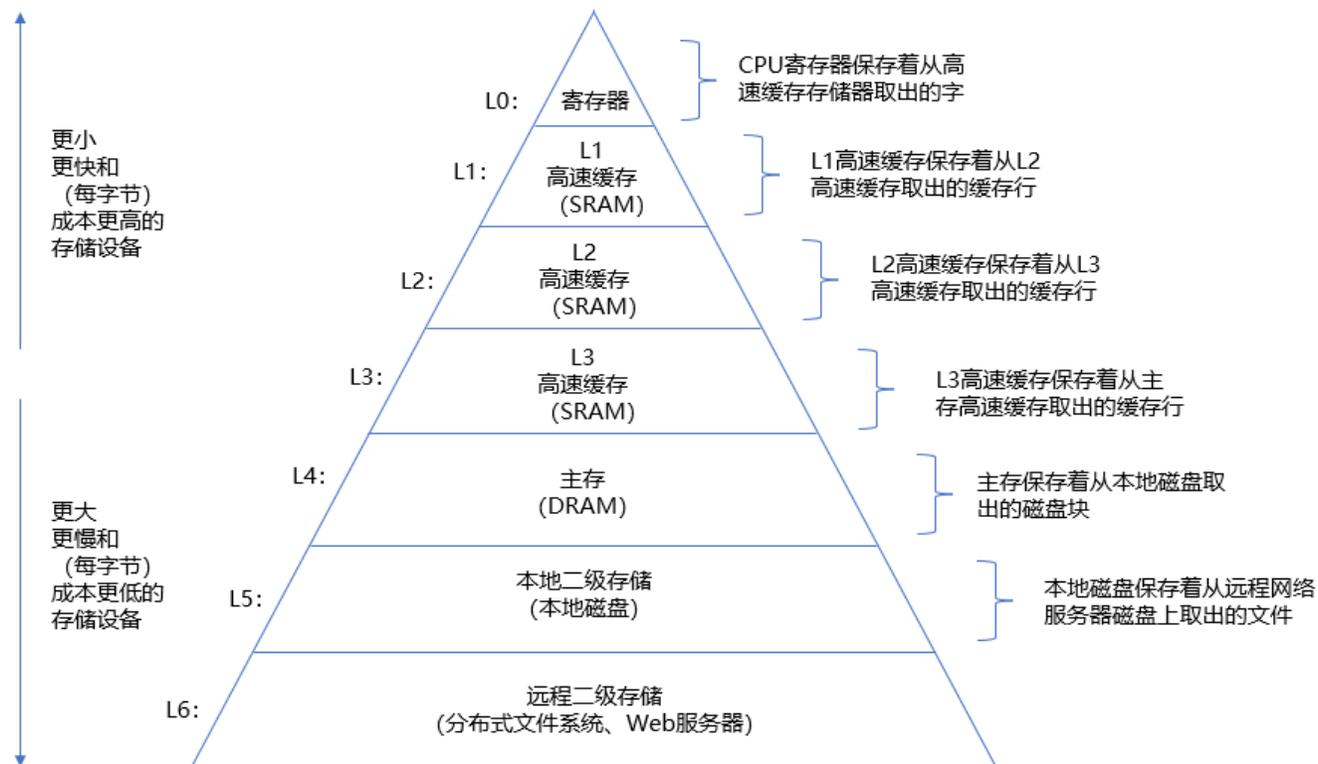
资料来源：中国存储网、中航证券研究所整理

分类：DRAM和Flash分属不同的存储器层次



- **DRAM和Flash分属不同的存储器层次，经常在下游应用中搭配使用。**处理器从内存中读取数据，而内存从闪存中加载数据。DRAM属于易失性存储器，使用电容存储，必须隔一段时间刷新，一旦停止刷新存储的信息就会丢失。而Flash属于非易失性的存储，在断电后不会丢失数据，是在ROM的基础上演进而来。DRAM读写速度比Flash快、成本高、功耗较大、寿命长、结构简单集成度高，Flash的优势在于容量大、成本低。

图：存储器层次结构

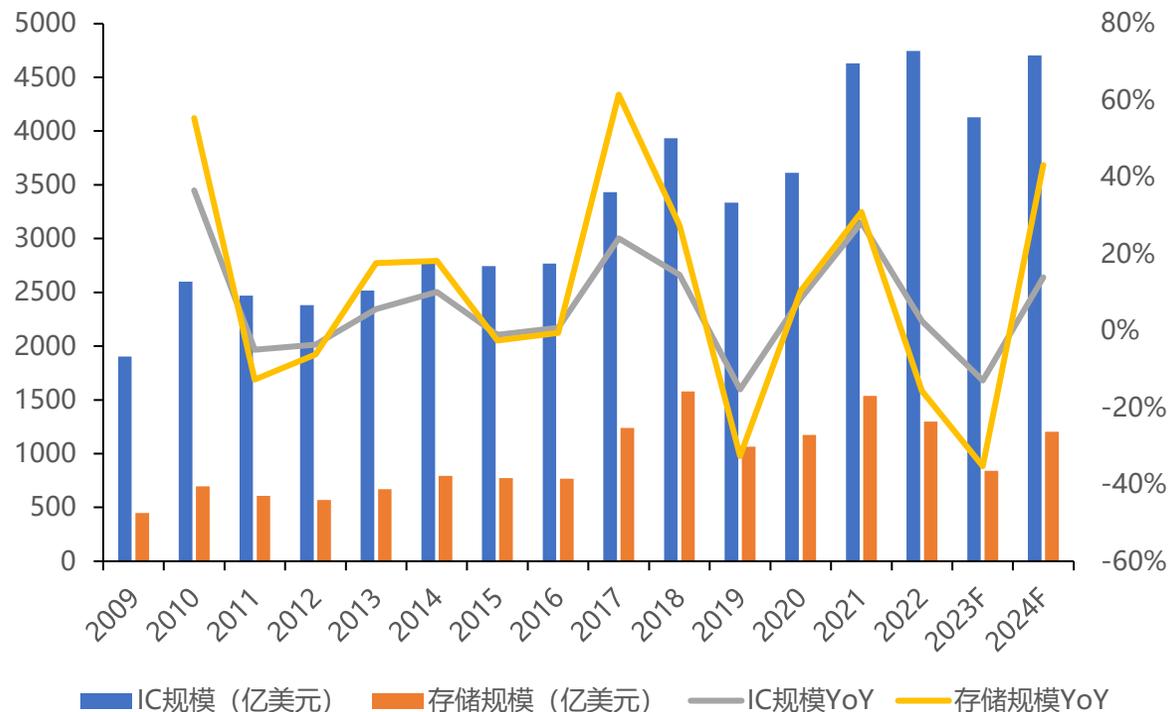


市场规模：存储约占集成电路1/4以上份额，具有强周期性



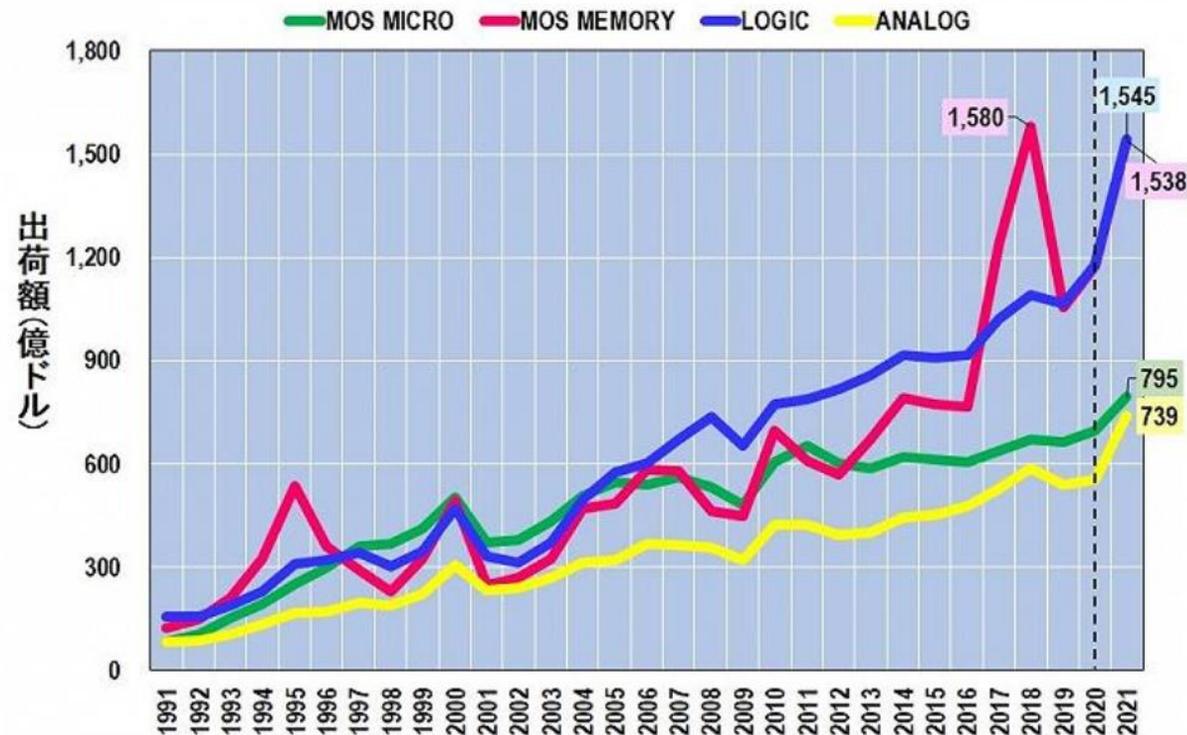
- **存储占集成电路1/4以上销售额，具有与集成电路较同步但更剧烈的周期性。** 集成电路产业整体呈稳步上升的态势，但受到社会经济等因素的影响，也呈现了较为明显的行业波动周期，波动周期约为4年左右。存储器在各下游应用中需求量大，是集成电路产业重要的组成部分，常年占集成电路四分之一以上的份额。两者一般具有较为同步的波动周期，但被称为“半导体的大宗商品”的存储，其价格更容易在短期内基于供需关系而波动，且波动幅度明显强于整体IC产业。2018年，半导体存储的市场规模达到创纪录的1580亿美元，2019年回调后，2020-2021年出货量再次增长至2021年的1538亿美元，而2022年因俄乌冲突、通货膨胀、消费电子需求疲软及创新乏力等因素市场规模回落至1298亿美元，同比下滑15.65%。

图：全球集成电路市场、存储器市场规模及预测



资料来源：WSTS、中航证券研究所整理

图：全球半导体市场出货金额（亿美元）



资料来源：汤之上隆、EETimes、中航证券研究所整理

市场规模：2018年后数据中心发展驱动存储出货量明显上升



- 回溯1991年至2021年DRAM市场发展，出货量大致可分为四个时期，受到价格影响，出货金额波动较大。1991-2003年：受到日本、美国和欧洲等发达地区对PC和电器产品需求的推动，DRAM出货量稳步提升。2003-2011年：进入21世纪，以中国为首的发展中国家经济发展迅速，人们购买了手机、电脑、各种电器产品，导致DRAM出货量激增。2011-2018年：DRAM市场几乎被三星电子、美光、SK海力士垄断，为防止产品价格剧烈波动，各家公司协调产量，出货量趋于平稳。2018年后：DRAM主战场由PC转移至数据中心服务器，三大厂商重新争夺市场优势地位，随着数据中心数量增长，DRAM出货量再次暴增。

图：全球DRAM出货金额（左，单位：亿美元）与出货量（右，亿个）



资料来源：汤之上隆、EETimes、中航证券研究所整理

图：DRAM的不同用途生产量（按2Gb计算，单位为100万个）



资料来源：汤之上隆、EETimes、中航证券研究所整理

市场规模： 2018年后数据中心发展驱动存储出货量明显上升



➤ 2000年至2021年的NAND Flash市场根据出货量大致可分为三个时期。

- 2000-2016年：NAND Flash市场扩展至iPod、数码相机和手机等，出货量呈线性增长趋势。
- 2016-2018年：约在2016年，NAND Flash结构由2D转变为3D，3D NAND中存储单元垂直堆叠以增加存储容量。3D NAND芯片尺寸基本没有变化，虽然位元出货量有增长，但出货个数并未明显增加。
- 2018年后：同样也是随着数据中心的迅猛发展，对安装在服务器中的SSD的需求也增加，作为核心部件的3D NAND出货量也随之明显提升。

图：全球NAND Flash出货金额（左，单位：亿美元）与出货量（右，亿个）



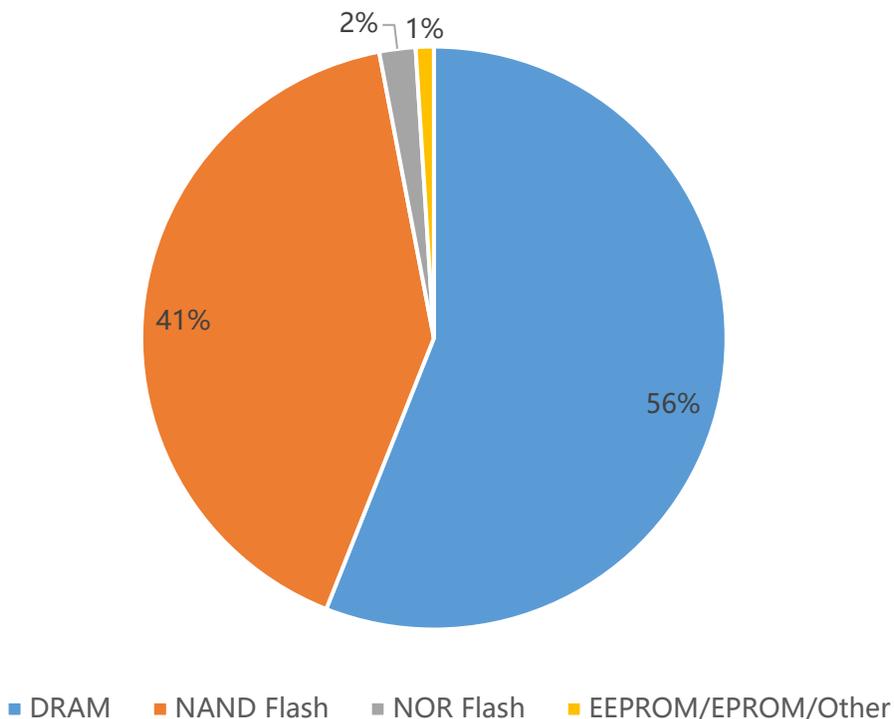
资料来源：汤之上隆、EETimes、中航证券研究所整理

市场规模：DRAM和NAND Flash占据存储市场主导地位

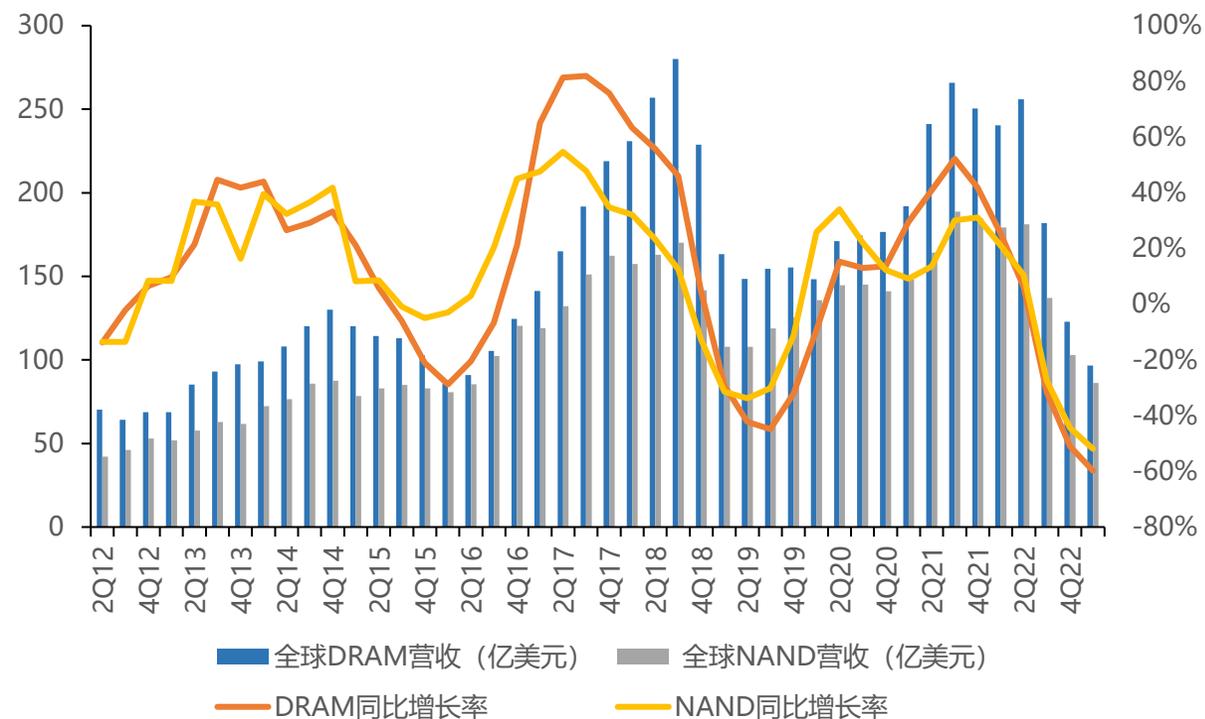


- 在半导体存储市场中，DRAM和NAND Flash占据主导地位。根据IC Insights的数据，2021年全球半导体存储器市场中，DRAM占比达56%，NAND Flash约占41%，NOR Flash约占2%，EPROM/EEPROM及其他存储器约占1%。DRAM和NAND Flash也存在明显的周期性，过去一般在三年半左右。自2022年Q3以来，NAND Flash和DRAM季度销售额经历了同比和环比的下滑，且本轮下行周期同比跌幅已经超过以往低谷，去年Q3、Q4及今年Q1分别同比下滑27.37%、44.34%和51.86%。

图：2021年全球存储市场份额



图：全球DRAM、NAND Flash季度营收



资料来源：IC Insights、中航证券研究所整理

资料来源：TrendForce、中航证券研究所整理

政策法规：数字中国建设下，多法规大力支持存储技术突破



图：存储行业近年主要政策法规

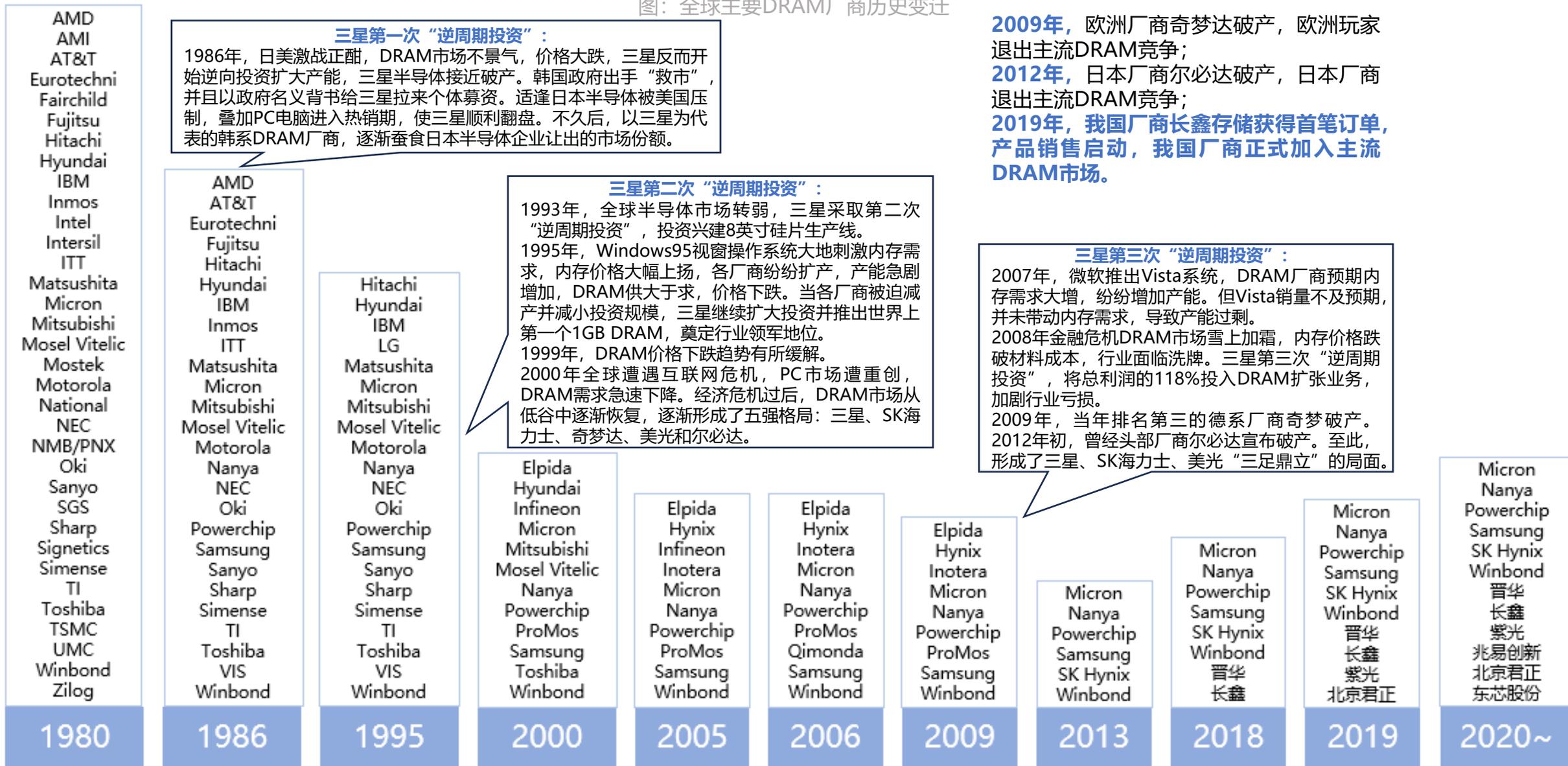
颁布时间(年)	颁布部门	文件名称	有关本行业的主要内容
2023	国务院	《数字中国建设整体布局规划》	系统优化算力基础设施布局，促进东西部算力高效互补和协同联动，引导通用数据中心、超算中心、智能计算中心、边缘数据中心等合理梯次布局。
2022	国务院	《“十四五”数字经济发展规划》	明确瞄准传感器、量子信息、网络通信、集成电路、关键软件、大数据、人工智能、区块链、新材料等战略性前瞻性领域，发挥我国社会主义制度优势，新型举国体制优势、超大规模市场优势，提高数字技术基础研发能力。
2021	工信部	《“十四五”国家信息化规划》	要完成信息领域核心技术突破也要加快集成电路关键技术攻关，加强人工智能、量子信息，集成电路、空天信息、类脑计算、神经芯片、DNA存储、脑机接口、数字孪生、新型非易失性存储、硅基光电子、非硅基半导体等关键前沿领域的战略布局和技术融通创新。
2021	工信部	《“十四五”大数据产业发展规划》	梳理数据生成、采集、存储、加工、分析、服务、安全等关键环节大数据产品，建立大数据产品图谱。
2021	工信部	《新型数据中心发展三年行动计划(2021-2023)》	积极构建城市内的边缘算力供给体系，支撑边缘数的计算、存储和转发，满足极低时延的新型业务应用需求；基于业务场景，匹配边缘数据中心计算和存储能力。
2017	国务院	《新一代人工智能发展规划》	抢抓人工智能发展的重大战略机遇，构筑我国人工智能发展的先发优势，加快建设创新型国家和世界科技强国。
2017	工信部	《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018-2020年)》	智能化成为技术和产业发展的重要方向，人工智能具有显著的溢出效应，将进一步带动其他技术的进步，推动战略性新兴产业总体突破，正在成为推进供给侧结构性改革的新动能、振兴实体经济的新机遇、建设制造强国和网络强国的新引擎。
2017	上海市经济和信息化委员会	《上海促进电子信息制造业发展“十三五”规划》	面向物联网、云计算、工业控制、汽车电子、医疗电子、金融、智能交通等应用，实现嵌入式控制、传感器、安全控制、新型存储器、电力电子、显示驱动芯片等突破发展。
2017	国家发改委、中央网信办、工信部	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录(2016版)》	明确集成电路等电子核心产业地位，并将集成电路芯片设计及服务列为战略性新兴产业重点产品和服务。
2017	国务院办公厅	《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》	大力支持集成电路、航空发动机及燃气轮机、网络安全、人工智能等事关国家战略、国家安全等学科专业建设。
2016	国务院	《国务院关于印发“十三五”科技创新规划的通知》	极大规模集成电路制造装备及成套工艺。攻克14nm刻蚀设备、薄膜设备、掺杂设备等高端制造装备及零部件，突破28nm浸没式光刻机及核心部件，研制300mm硅片等关键材料，研发14nm逻辑与存储芯片成套工艺及相应系统封测技术，开展75nm关键技术研究，形成28-14nm装备、材料、工艺、封测等较完整的产业链，整体创新能力进入世界先进行列。
2016	国家发改委、工信部、财政部、国家税务总局	《关于印发国家规划布局内重点软件和集成电路设计领域的通知》(发改高技[2016]1056号)	将高性能处理器和FPGA芯片、存储器芯片、物联网和信息安全芯片、EDA、IP及设计服务、工业芯片列为重点集成电路设计领域。

资料来源：中国政府网、中航证券研究所整理

历史：DRAM变迁史——“逆周期”从百舸争流到寡头垄断



图：全球主要DRAM厂商历史变迁



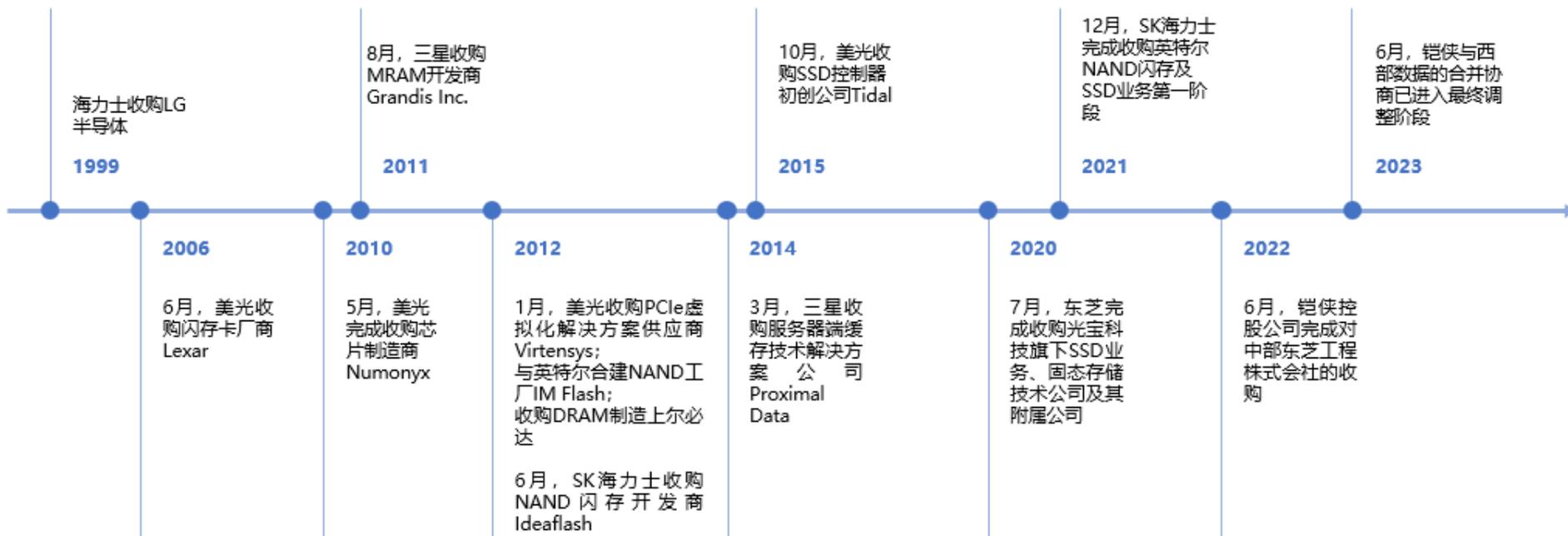
资料来源：芯思想研究院、半导体行业观察、中航证券研究所整理

历史：NAND产业成熟后，并购成为扩张主要手段



- **1984年**，东芝跨时代地提出了“闪存”概念，并在三年后根据闪存的概念发明出了全球第一块NAND闪存芯片。
- **整个90年代末**，受益于手机、数码相机、便携式摄像机、MP3播放器等消费数码产品的爆发，Flash市场规模迅猛提升，英特尔、三星、东芝等厂商互不相让地追逐NAND闪存的制高点。
- **进入21世纪**，NAND Flash崛起的势头更加迅猛。东芝联手闪迪，英特尔联手美光，抵御三星与东芝的冲击。
- **2007年**，闪存进入3D时代，英特尔与美光、东芝（铠侠）、SK海力士、三星走在追逐更高密度，更高层数的道路上。
- **2010年之后**，闪存行业收购事件不断，通过市场博弈和整合并购来巩固优势并弥补短板，NAND Flash领域的玩家数量越来越少。最终，形成了由三星、SK海力士、铠侠、西部数据、美光等巨头为主导的集中型市场。

图：全球主要NAND Flash收购事件

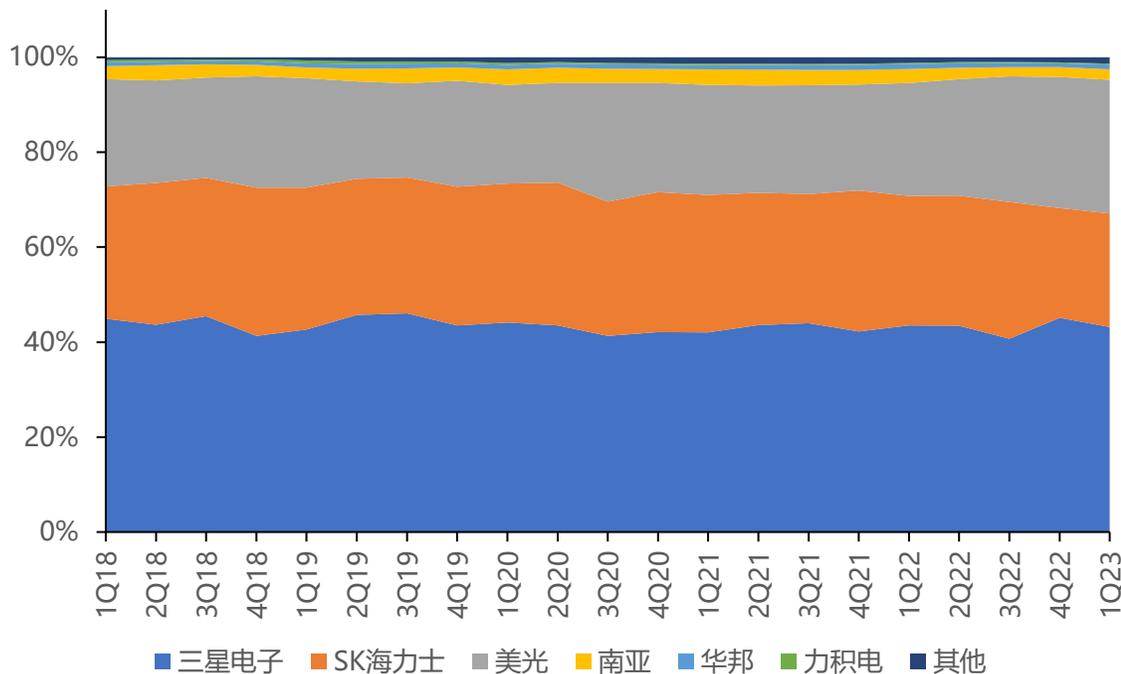


市场格局：全球DRAM、NAND市场呈寡头垄断格局

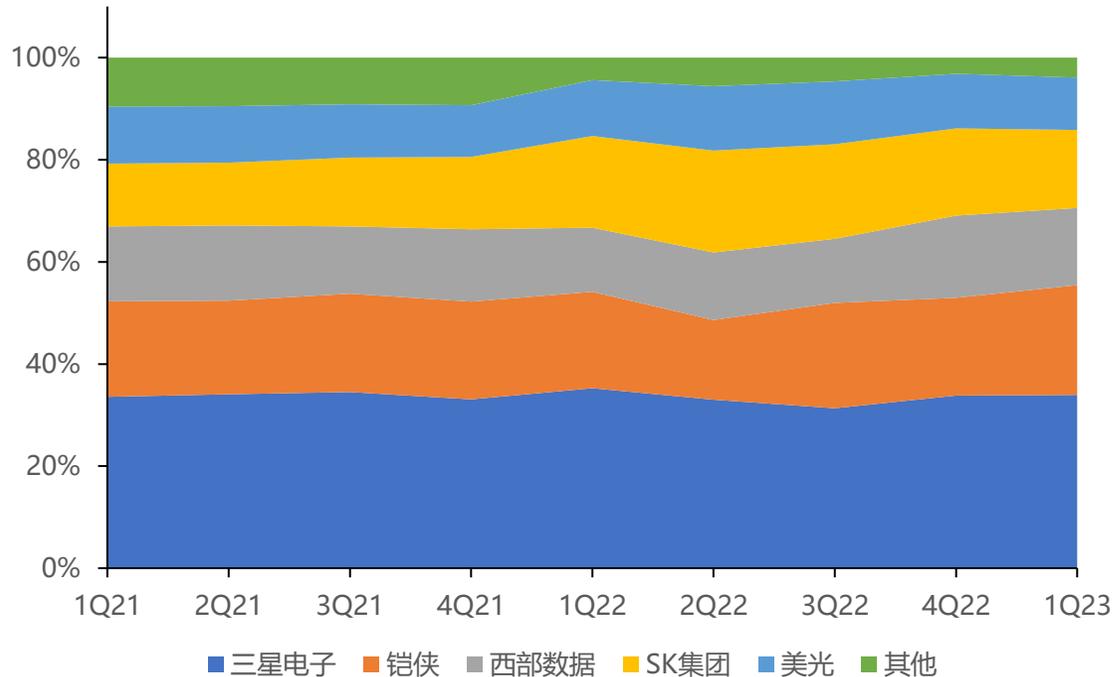


- 存储器中最大的两个市场DRAM和NAND Flash均呈现海外玩家寡头垄断的格局。根据IC Insights的数据，2021年全球半导体存储器市场中，DRAM占比达56%，NAND Flash约占41%。DRAM市场由三星电子、SK海力士和美光主导，CR3常年占据95%左右的市场份额。2022年，三星电子占DRAM营业收入市占率为43.12%，SK海力士市占率为27.01%，美光市占率为25.20%，三者合计市占率为95.33%。NAND Flash市场也在不断的并购整合中更加集中，2022年三星电子/铠侠/西部数据/SK集团/美光的营收市占率分别为33.44%/18.34%/13.36%/18.54%/11.72%，CR5的市占率合计为95.41%。在未来西部数据与铠侠合并后，NAND市场集中度将进一步提高。

图：全球DRAM季度营收份额



图：全球NAND Flash季度营收份额

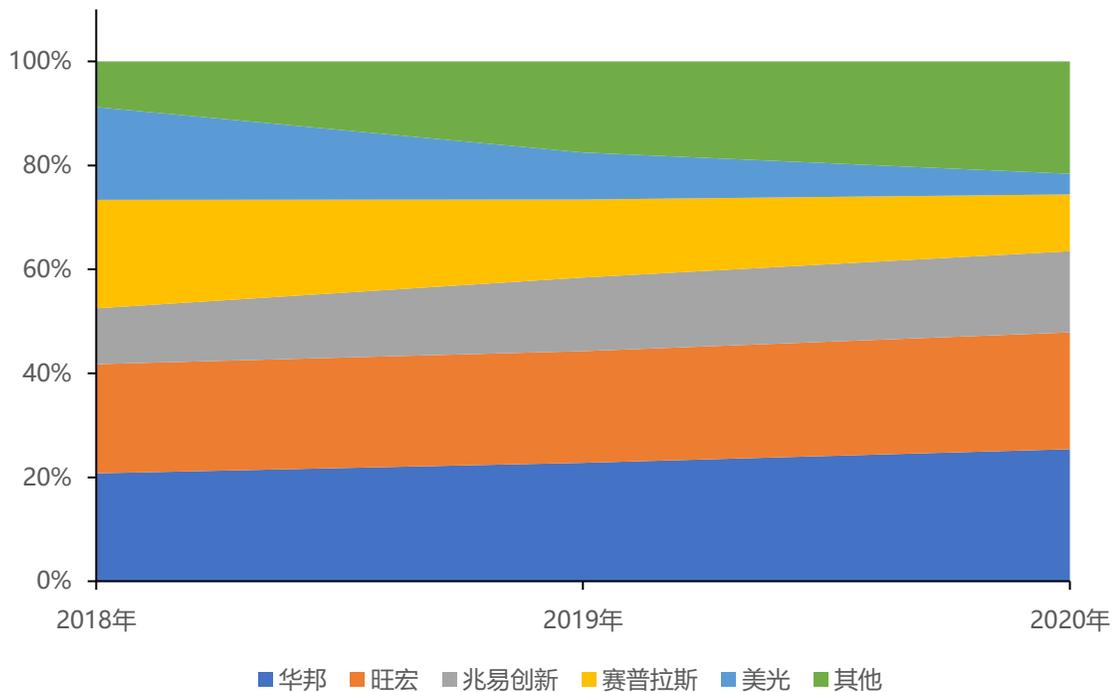


市场格局：大厂逐渐退出，NOR Flash市场集中度进一步提升



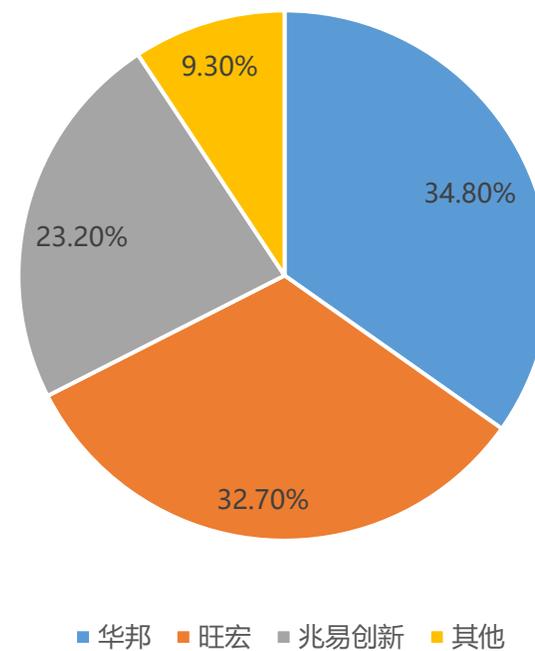
- **大厂逐渐退出，NOR Flash的行业集中度进一步提高。**2018年全球约90%的NOR Flash市场被旺宏、华邦、美光、赛普拉斯和兆易创新这五大厂商占据。随着2017年美光缩减NOR Flash业务将产能转向DRAM和NAND Flash，赛普拉斯退出中小容量NOR Flash市场专注高毛利大容量的车用和工控领域，美光和赛普拉斯的市场份额逐渐降低，旺宏、华邦、兆易创新逐渐占据了NOR Flash 的主要市场份额，国内本土厂商普冉股份、东芯股份、恒烁股份等加入市场。根据IC Insights，2021年全球NOR Flash市场CR3销售额市占率合计进一步提升达90.7%，华邦/旺宏/兆易创新的市占率分别为34.80%/32.70%/23.20%。

图：2018-2020年全球NOR Flash营收份额



资料来源：CINNO Research、恒烁股份招股书、中航证券研究所整理

图：2021年全球NOR Flash营收份额



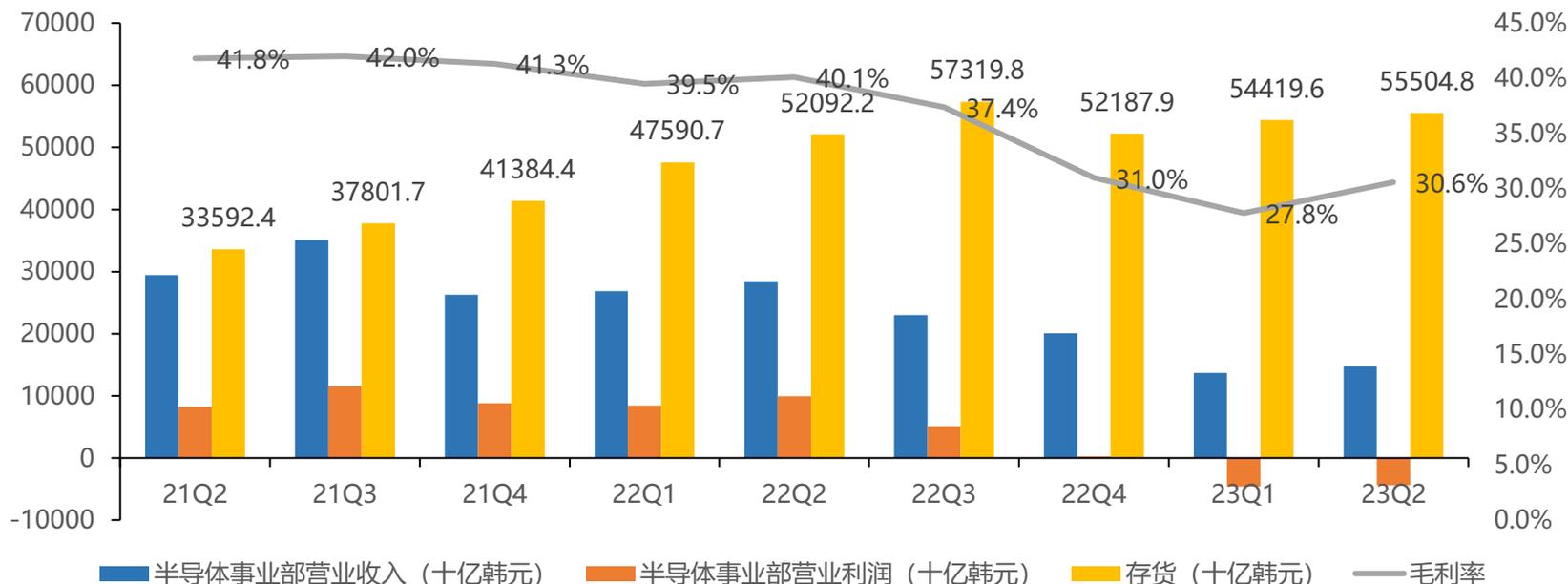
资料来源：IC Insights、中航证券研究所整理

三星电子：全球存储市占率龙头，Q2存储业务环比小幅改善



- 三星电子DRAM和NAND Flash营收排名均位列全球第一。三星电子于1969年成立，于1977年完成对韩国半导体株式会社的收购，为三星跻身成为半导体制造领域的龙头企业铺平了道路。根据TrendForce，2022年，三星电子在DRAM市场营业收入市占率为43.12%，在NAND Flash市场市占率为33.44%，均位列第一。
- 三星电子Q2存储业务环比小幅改善。公司Q2录得营业收入60.01万亿韩元，同比-22%/环比-6%；毛利率为30.6%，同比-9.46pct/环比+2.8pct；营业利润为0.67万亿韩元，同比-95.25%/环比+4.69%。其中，存储营收为8.97万亿韩元，同比-57%/环比+1%，存储所在的DS部门营业亏损为4.36万亿韩元，上季度营业亏损为4.58万亿韩元，环比+0.22%，去年同期营业利润为9.98万亿韩元。

图：三星电子近期财务数据



注：三星电子于2023年6月30日结束其23Q2

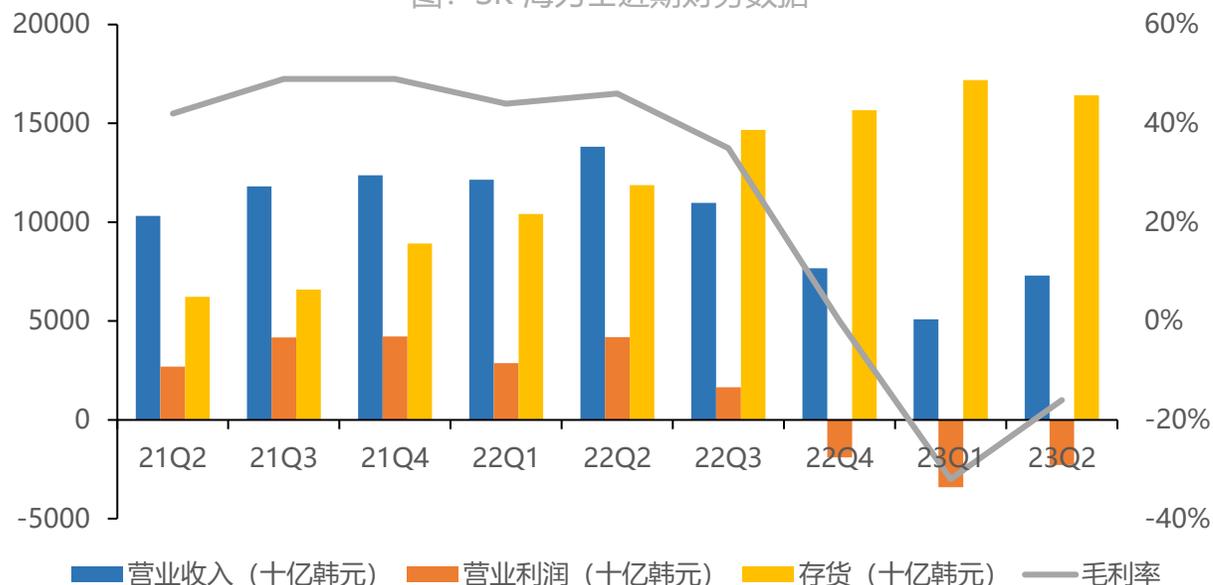
资料来源：公司官网、中航证券研究所整理

SK海力士：HBM市占率第一，英伟达等争相申请最新HBM3E样本



- **SK海力士DRAM和NAND Flash营收排名均位列第二。** SK海力士的半导体业务开始于1983年，主要产品包括DRAM、NAND Flash、MCP、CIS等，产品覆盖消费电子、服务器、网络、汽车等下游应用，是全球一流的存储IDM之一。2022年，SK海力士在DRAM市场营收市占率为27.01%，SK海力士与Solidigm合并后的SK集团在NAND Flash市场营收市占率为18.54，排名均为第二。
- **HBM市占率第一达50%，科技巨头争相向其申请最新HBM3E样本。** 根据TrendForce，2022年SK海力士HBM市占率达50%，位列市场第一。今年4月，SK海力士宣布推出HBM3的增强版——HBM3E，主要面向AI和HPC类应用，有望在2024年开始大规模生产。据韩国媒体BusinessKorea报道，包括英伟达、AMD、微软、亚马逊在内的全球科技巨头，已相继向SK海力士申请了HBM3E样本。SK海力士Q2录得营收7.31万亿韩元，同比-47%/环比+44%；季度营业亏损为2.88万亿韩元，较上季度3.40万亿的亏损有所收窄；净亏损为2.99万亿韩元，上季度亏损2.59万亿韩元；毛利率为-16%，较上季度回升16pct。

图：SK海力士近期财务数据



注：SK海力士于2023年6月30日结束其23Q2

资料来源：公司官网 中航证券研究所整理

图：SK海力士12层HBM3产品提供24GB容量



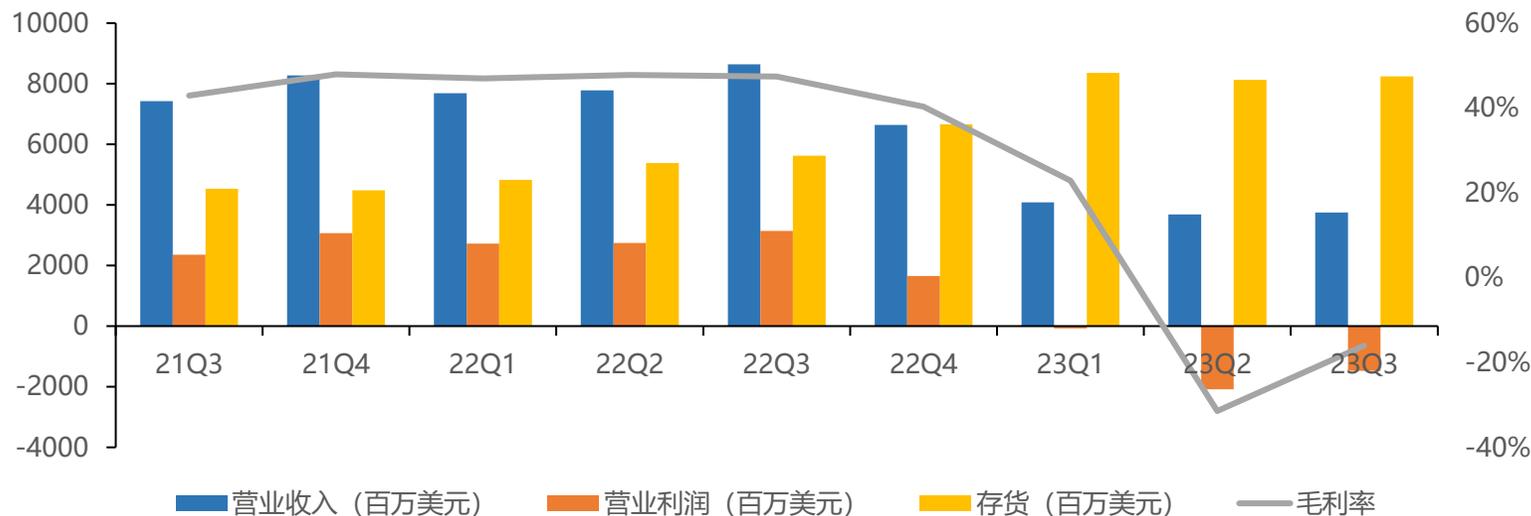
资料来源：公司官网、中航证券研究所整理

美光：车规存储领军者，最新季度盈利能力环比改善



- **美光在DRAM和NAND Flash营收市占率分别排名第三和第五，车规市场表现亮眼。**美光科技在1978年成立于美国爱达荷州，历经四十余载的行业变迁，已经成为了世界顶尖的存储IDM之一，支持消费电子、汽车、5G、服务器等多个下游应用。根据TrendForce，2022年美光科技DRAM营收市占率为25.20%，NAND Flash市占率为11.72%，分别位列全球第三和第五。美光在汽车领域表现尤为亮眼，根据汽车产业信息，美光在车规DRAM市场的销售额排名第一，其2021年市占率高达45%左右。
- **FY23Q3盈利能力环比改善，美光判断存储行业已经走出最低谷。**美光于6月1日结束了其第三财季，业绩优于市场预期。第三财季录得Non-GAAP营业收入37.52亿美元，同比-57%/环比+2%；毛利率为-16%，上季度为-31%；营业亏损为14.69亿美元，较上季度亏损20.77亿美元收窄。客户库存持续改善，定价趋势正在向好，公司相信存储行业已经走出最低谷。PC和手机的大多数客户库存已接近正常水位，数据中心客户库存也有望在2023年底左右恢复正常，AI服务器对存储需求超预期。

图：美光近期财务数据



注：美光于2023年6月1日结束其23Q3

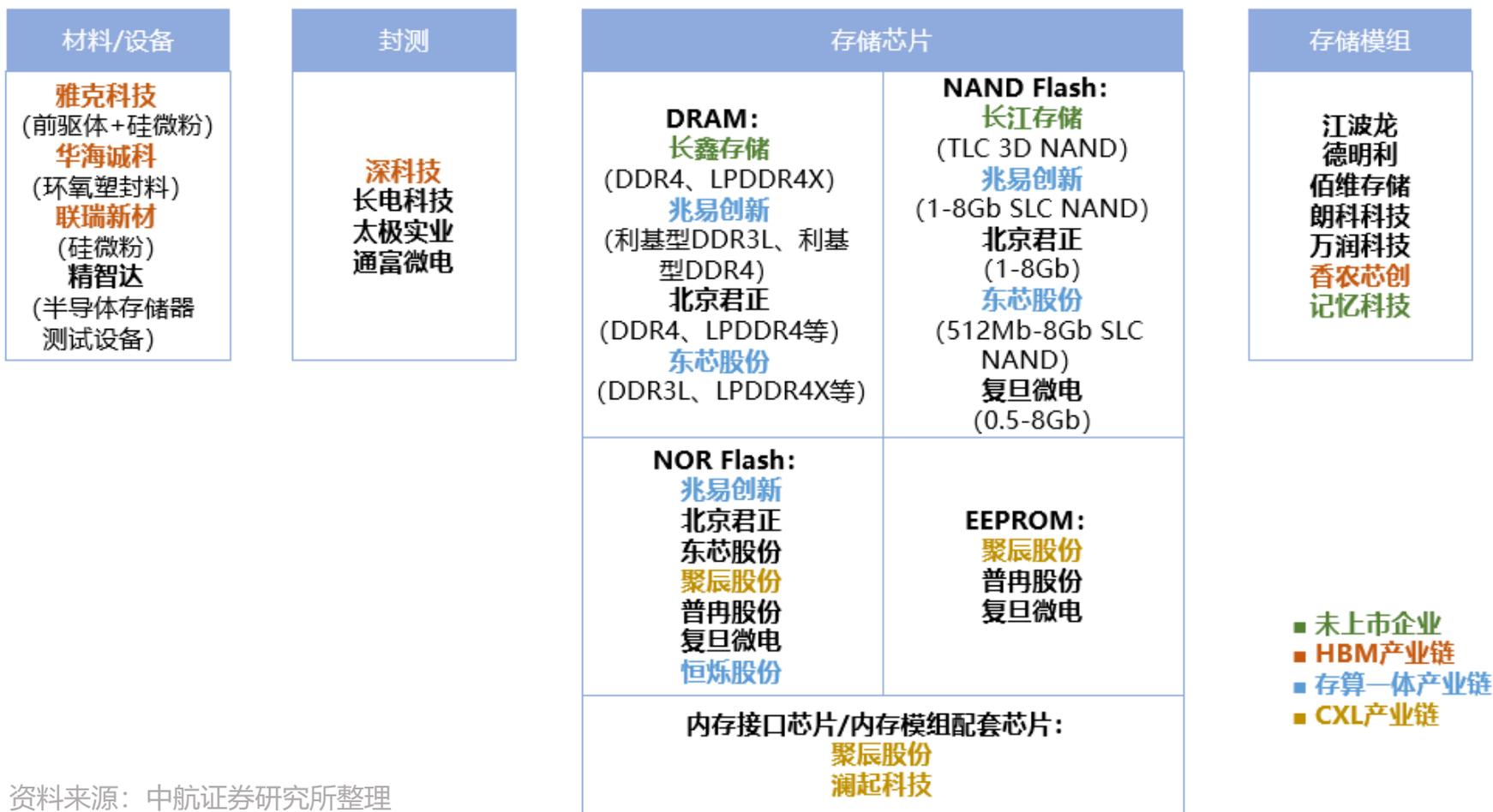
资料来源：公司官网、中航证券研究所整理

国内竞争格局：我国存储企业主要聚焦利基型市场



- 我国存储企业主要聚焦于利基型市场。目前我国已初步完成在存储芯片领域的战略布局，但由于起步较晚，且不时受到技术封锁，在DRAM、NAND Flash高端存储产品市场较韩系、美系龙头厂商仍有一定差距。在DRAM和NAND Flash领域，除长鑫存储和长江存储外，我国大部分厂商还是与国际龙头进行错位竞争，聚焦利基型市场；我国NOR Flash芯片技术基本成熟，例如兆易创新的NOR Flash在全球已经取得前三市占率。

图：我国存储产业链主要企业



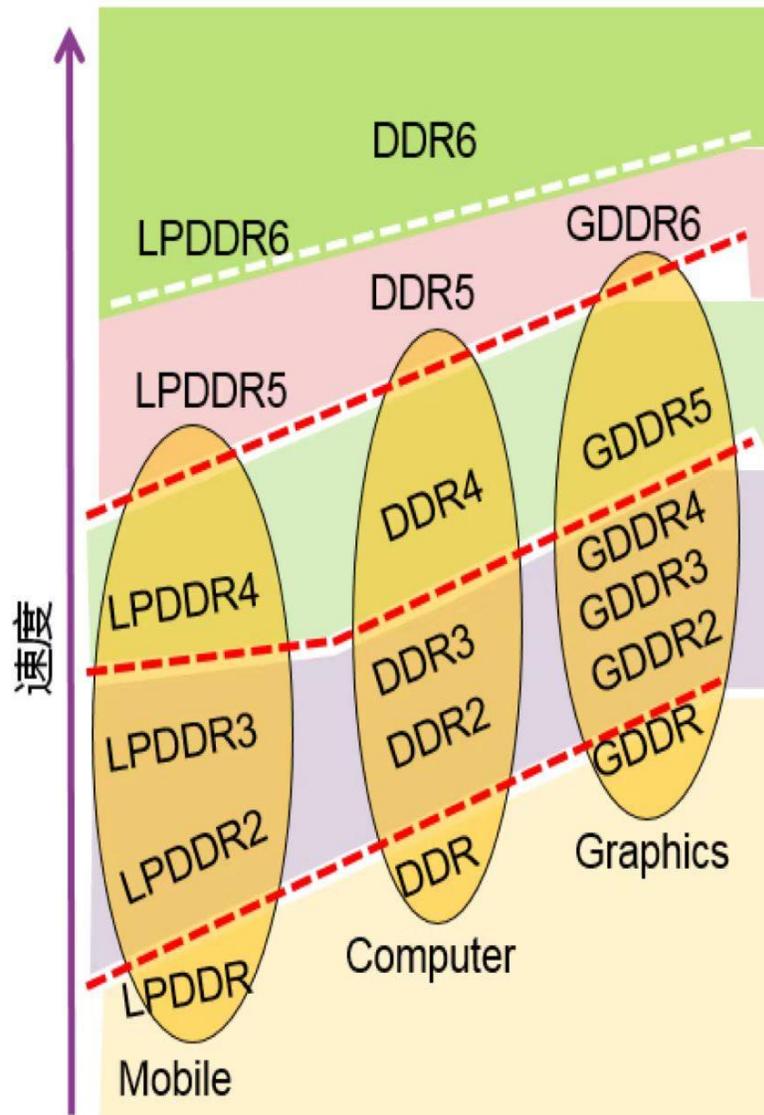
资料来源：中航证券研究所整理

DRAM：内存三大分支——DDR、LPDDR、GDDR



- **DDR、LPDDR、GDDR是DRAM的三种主流内存技术。**其中DDR主要应用在PC端，LPDDR主要应用在手机端，而GDDR主要应用在图像处理上。DDR的应用最为广泛，据集邦咨询数据统计显示 2021 年 DDR 在DRAM市场的市占率超过 50%，LPDDR 的市占率为 30%左右，GDDR 的市占率约为 5.3%。
- **DDR：**即双倍速率同步动态随机存储器，是在SDRAM基础上发展而来的存储器，在一个时钟读写两次数据使传输速度加倍。普通的DDR内存条主要用在PC和服务服务器上，目前处于DDR4迭代至DDR5的过程中，DDR5正在逐渐放量中。三星已经率先开始了下一代DDR6内存的早期开发，并预计在2024年之前完成设计。
- **LPDDR：**Low Power DDR拥有比同代DDR内存更低的功耗和个小的体积，该类型芯片主要应用于移动电子产品等低功耗设备上，在LPDDR4之前都是基于同代的DDR发展而来的，从第四代开始，LPDDR4领先DDR投入商用、LPDDR5较DDR5率先量产。两者由类似从属的关系，演变为分别根据自己的应用场景需求发展。
- **GDDR：**Graphics DDR主要用于高速图像处理的场合，比如计算器的显卡中，与普通DDR相比，拥有更高的时钟频率和更小的发热量。GDDR3、GDDR4、GDDR5都是基于DDR3内存技术开发，而最新的GDDR6是基于DDR4内存技术开发。

图：DDR、LPDDR、GDDR演进路线

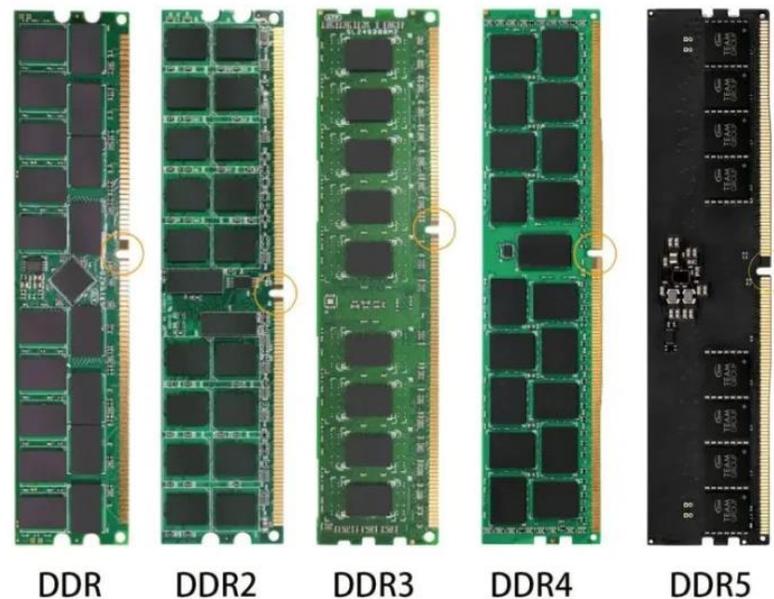


DRAM：DDR是电脑和服务器的主流内存



- **DDR性能和成本优势使其成为电脑和服务器的主流内存。** SDRAM和DDR SDRAM均在DRAM的基础上发展而来。SDRAM（Synchronous DRAM，同步动态随机存储器），同步是指内存工作需要同步时钟，内部命令的发送与数据的传输都以时钟为基准。DDR SDRAM（Double Data Rate SDRAM，双倍速率SDRAM）的不同之处在于它可以在一个时钟读写两次数据，这样就使得数据传输速度得以加倍。在性能和成本优势下，DDR SDRAM成为了目前电脑和服务器的最多的内存。
- **内存技术的发展始终与PC发展相辅相成。**从DDR技术和JEDEC规范的演进过程中，可以看出，为了配合整体行业对于性能、内存容量和功耗的不断追求，规范的工作电压越来越低，芯片容量越来越大，IO的速率也越来越高。三星已经率先开始了下一代DDR6内存的早期开发，并预计在2024年之前完成设计。

图：DDR-DDR5历代产品



图：SDRAM-DDR5历代标准

DRAM 历代名称	发行年代	BUS频率 (MHz)	资料传输速率 (MT/s)	工作电压 (伏特V)	记忆体 Topology	Prefetch	记忆体 连接形式
SDRAM	1993	100-166	100-166	3.3V	T-Branch	1n	多重分支
DDR	2000	133-200	266-400	2.5V	T-Branch	2n	多重分支
DDR2	2003	266-400	533-800	1.8V	T-Branch	4n	多重分支
DDR3	2007	533-800	1066-1600	1.5V	Fly-by	8n	多重分支
DDR4	2014	1066-1600	2133-3200	1.2V	Fly-by	8n	点对点
DDR5	2019	1600-3200	3200-6400	1.1V	Fly-by	16n	点对点

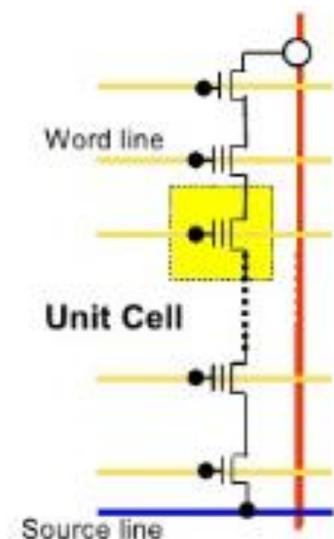
资料来源：半导体行业观察、中航证券研究所整理

Flash：闪存主要有NAND和NOR两种类型

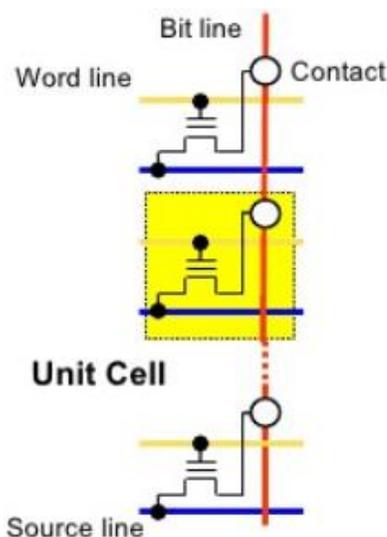


- **目前性价比最高的存储器闪存（Flash）主要有NOR和NAND两种类型。**Flash存储技术是在它之前的EEPROM基础上发展起来的存储器，它跟EEPROM一样，也是使用电学方法来存储电荷的器件，只是EEPROM是使用两个晶体管来构成，而Flash存储阵列中的存储单元是由一个晶体管组成的。所以Flash存储器在器件集成度、数据容量和功耗低等性能上都比之前的器件有明显的提高。
- **NAND和NOR各有所长，应用场景有所分化。**NOR Flash 由英特尔公司于1988年最初推出。为了提高容量/价格比，东芝公司于1989年推出NAND Flash。两种Flash技术各有优、缺点以及各自适用的场合。NOR结构的特点是芯片内执行（XIP, Execute In Place），应用程序可以直接在Flash内运行，不必再把代码读到系统RAM中，节省时间。而NAND结构的特点能提供极高的单元密度，可以达到高存储密度，并且增加写入和擦除的速度。

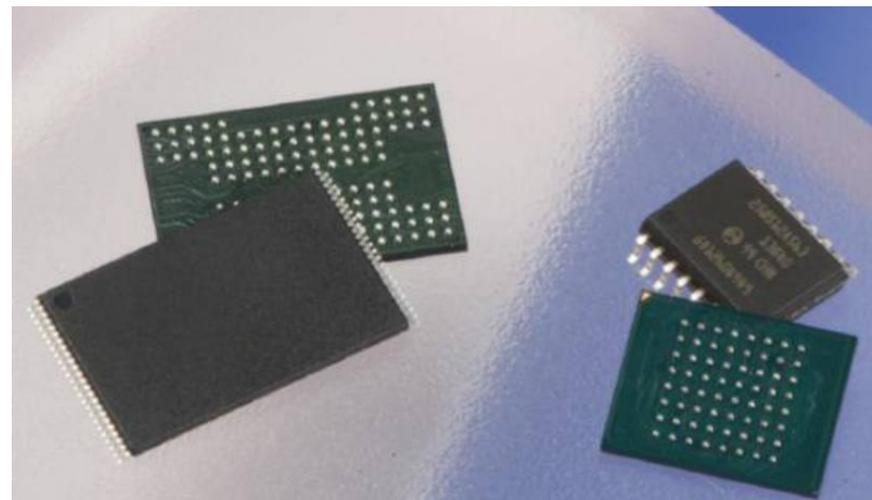
图：NAND Flash电子结构



图：NOR Flash电子结构



图：NAND Flash和NOR Flash



资料来源：Toshiba、中国存储网、中航证券研究所整理

资料来源：知乎、中航证券研究所整理

Flash: NAND、NOR、EEPROM各自应用场景相对明确



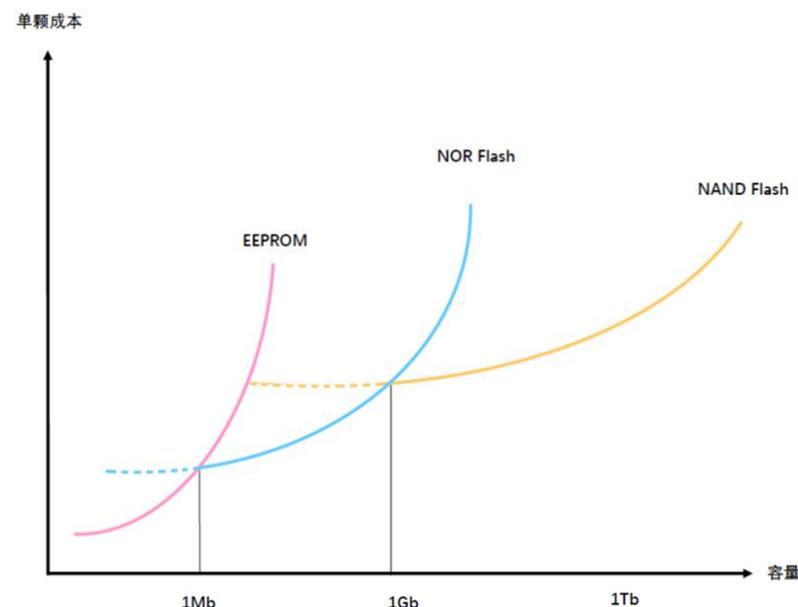
- 从功能来看，NAND Flash、NOR Flash 和 EEPROM 虽同属于非易失性存储器，但三者各有特点，功能和容量差异明显，各自的应用场景相对明确，相互之间不存在明显的替代关系。NAND Flash 具有写入和擦除速度快、存储密度高等特点，适宜大容量数据存储。NOR Flash 具有读取速度快和芯片内执行 (XIP) 等特点，多用于中等容量代码存储。NOR Flash芯片内执行这一特点，使得CPU可以直接对NOR Flash进行读取和存储，但NAND Flash则需要RAM配合才能完成程序代码的运行。NOR Flash读取速度快这一特点使得它在运行程序时的优势更加明显，尤其对于开机响应时间、可靠性等具有较高要求的电子设备，NOR Flash已经成为首选。EEPROM具有擦写次数多、数据保存可靠等特点，常应用在低容量存储领域。
- 在芯片成本方面，随着容量的增加，单颗芯片的成本变化在三种非易失性存储器芯片之间呈现不同的变化趋势。通常情况下，当单颗容量达到 1Gb 以上，NAND Flash 单颗芯片的成本显著低于 NOR Flash；当单颗容量低于 1Mb 以下，EEPROM 单颗芯片的成本显著低于 NOR Flash；而当单颗容量介于 1Mb ~ 1Gb之间时，NOR Flash单颗芯片的成本则展现出明显的竞争力。

图：NAND Flash和NOR Flash对比

	NOR	NAND
接口	总线	I/O接口
单个cell大小	大	小
单个Cell成本	高	低
读耗时	快	慢
单字节的编程时间	快	慢
多字节的编程时间	慢	快
擦除时间	慢	快
功耗	高	低，但是需要额外的RAM
是否可以执行代码	是	不行，但是一些新的芯片，可以在第一页之外执行一些小的loader (1)
位反转(Bit twiddling/bit flip)	几乎无限制	1-4次，也称作“部分页编程限制”
在芯片出厂时候是否允许坏块	不允许	允许

资料来源：中国存储网、中航证券研究所整理

图：NAND Flash、NOR Flash 和 EEPROM 成本与容量变化示意图



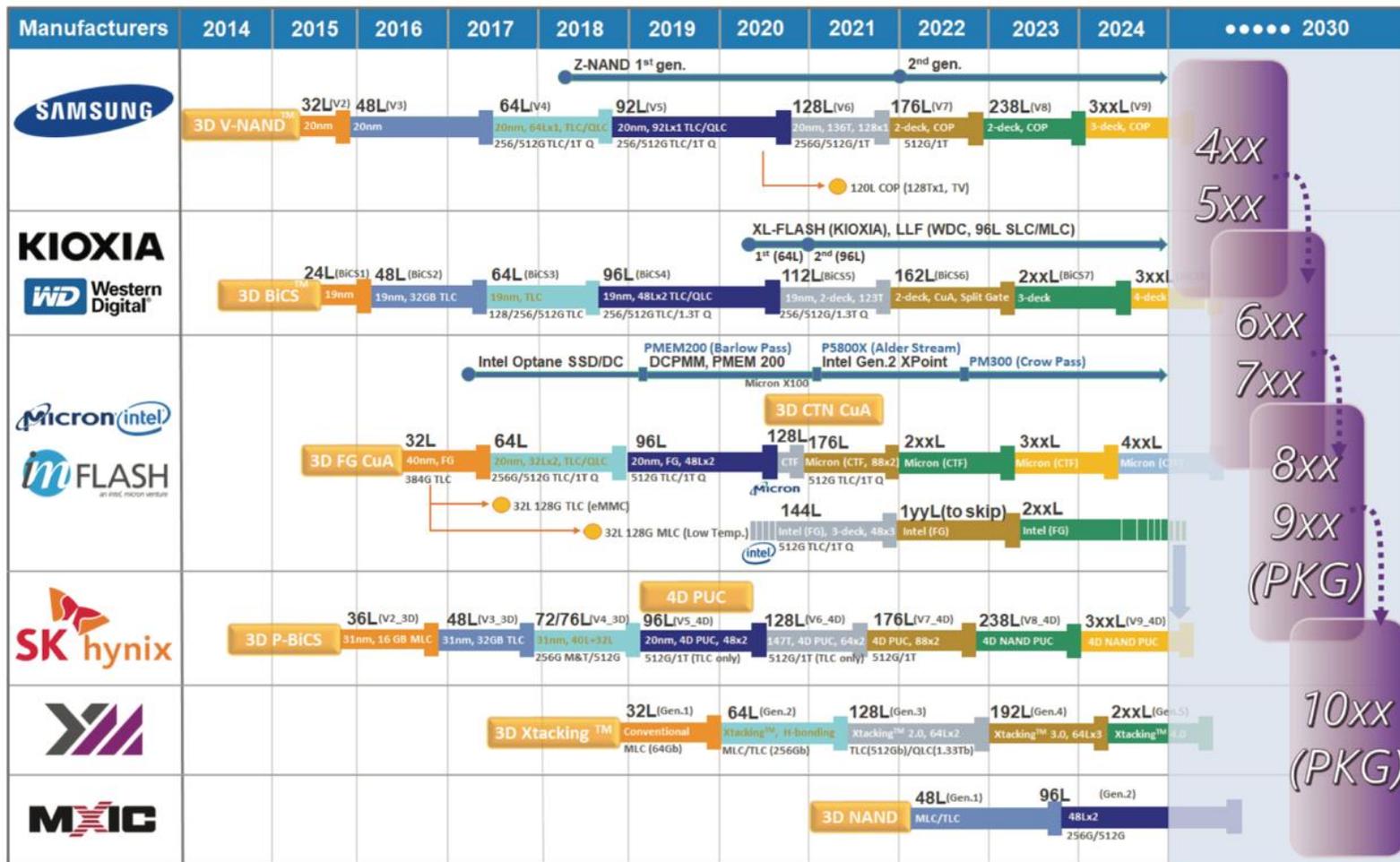
资料来源：恒烁股份招股书、中航证券研究所整理

Flash: 3D NAND层数角逐已升级至200+层



- **3D NAND层数是主要竞争方向。** 3D NAND多见于数据中心、智能手机、PC等应用。垂直方向堆叠3D NAND层数的确是现在NAND芯片制造商竞赛的主要方向。
- **国际存储巨头已经全面展开200+层数3D NAND角逐。** 目前三星已经宣布量产236层 NAND，美光推出232层，SK海力士突破238层，铠侠和西部数据共同推出218层，我国厂商长江存储也已经参与了200+层的竞争。未来如果NAND向着超过500层堆叠迈进，其演进方向应当不局限在die堆叠上，还要考虑3D封装解决方案的协助。

图：NAND主要厂商技术演进方向



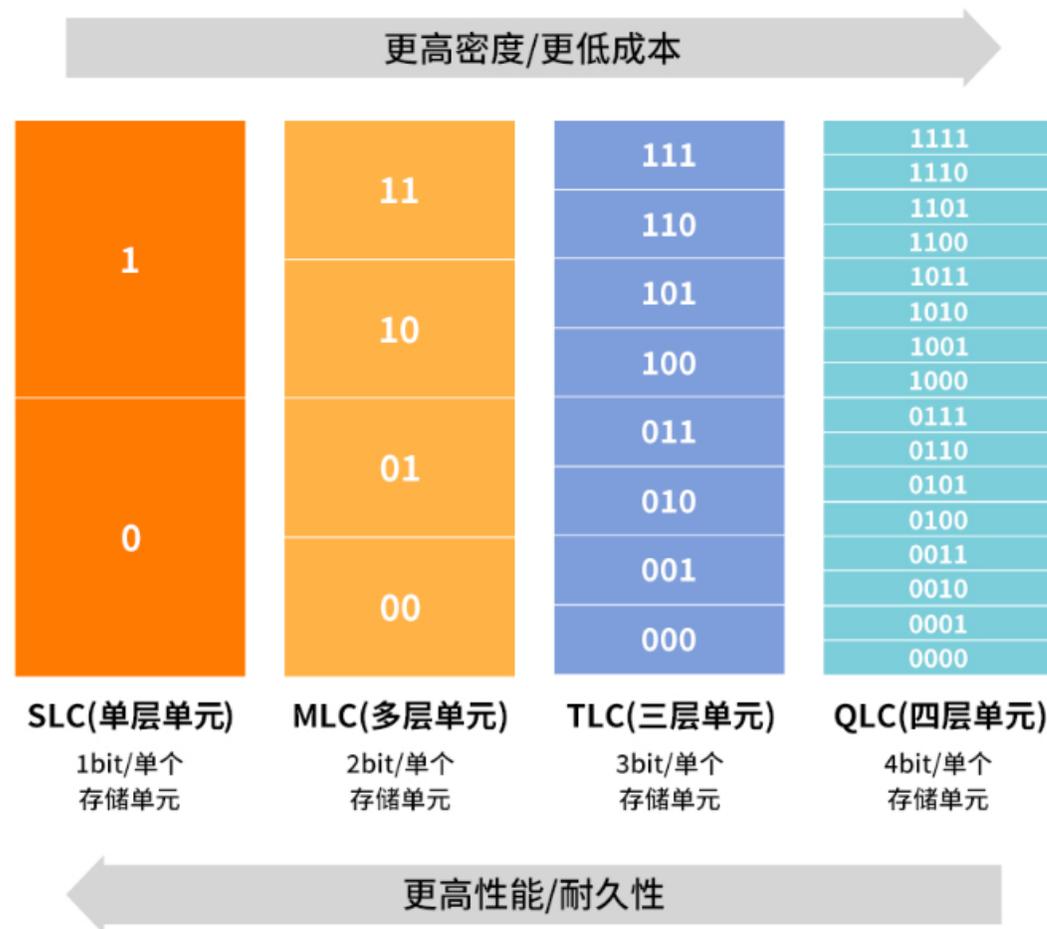
资料来源：Techinsights、中航证券研究所整理

Flash: NAND颗粒——SLC、MLC、TLC、QLC



- 按照每个单元的bit数，NAND Flash可以分为SLC、MLC、TLC和QLC。在一个单元内存储1/2/3/4个bit分别被称为单层单元(SLC)/多层单元(MLC)/三层单元(TLC)/四层单元(QLC)。单元状态越密集，一个单元内便可储存更多信息。可以通过增大单元状态的密度进行更多运行和读取的操作，同时每bit成本降低；但相应地，由于单元状态之间的空间狭窄，更大的密度会使性能降级并出现读取错误的的可能性，从而导致设备寿命缩短。因此在生产成本上SLC>MLC>TLC>QLC，同时在读写速度和使用寿命上SLC>MLC>TLC>QLC。
- 目前主流的消费级固态硬盘颗粒为TLC与QLC。SLC性能优势突出，主要针对军工、企业级等场景。MLC的读写速度、质量、精确度都次于SLC，成本也要远高于除SLC以外的其他颗粒，价格昂贵，目前多用于工业存储中。TLC、QLC得益于成本的优势与技术成熟度提升，作为日常使用完全可以满足普通消费者的需求，因此被广泛应用在固态硬盘中。目前，市面上定位中高端的SSD较为青睐TLC颗粒，低端则大多应用QLC颗粒。

图：NAND Flash单元密度与成本/性能/耐久性的关系



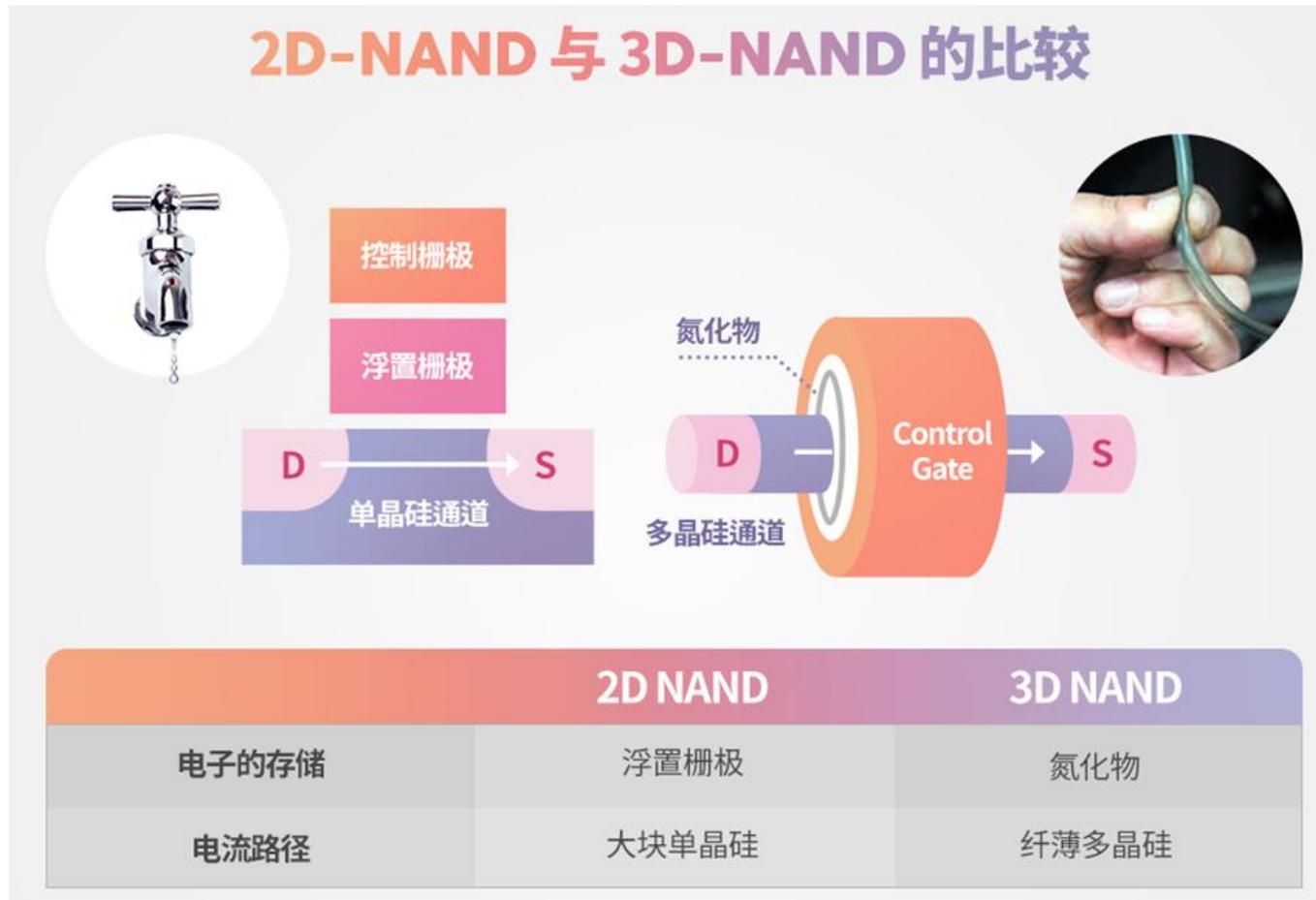
资料来源：SK海力士官网、中航证券研究所整理

Flash: 2D NAND扩容遇瓶颈, 3D NAND接力



- **3D NAND正在逐渐替代2D NAND。**对于 2D NAND, 如果在同一区域实现更多的单元数量, 形成更小的工作区和栅级, 便能增大存储容量。直至 2010年初, 2D NAND中的扩展一直是这项技术的主要焦点所在; 然而, 由于精细图案结构的限制, 且储存数据会随时间推移而丢失导致使用寿命缩短, 该技术已无法再实现扩展。2D NAND技术发展的目标是实现形成较小的单元, 而3D NAND 的核心技术却是实现更多层数的三维堆叠。3D NAND逐渐取代2D-NAND, 已经成为业界共识。
- **在3D-NAND的结构中, 存储容量会随着三维叠层中堆叠层数的增加而变大。**3D-NAND使用了堆叠多层氮氧化物的方法, 形成一个被称为“塞子”的垂直深孔, 在其中形成一个由氧化物-氮化物-氧化物制成的存储设备。通过这种方法, 仅需少量工艺即可同时形成大量单元。

图: 2D-NAND与3D-NAND的比较



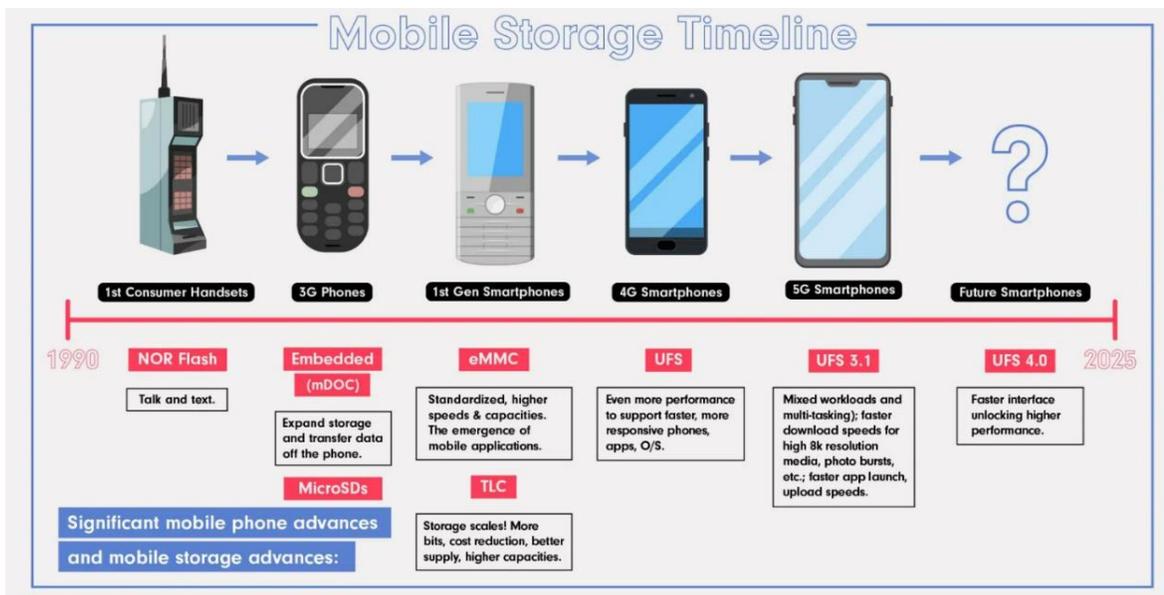
资料来源: SK海力士官网、中航证券研究所整理

Flash：功能机退出历史舞台，NOR Flash市场随之萎缩



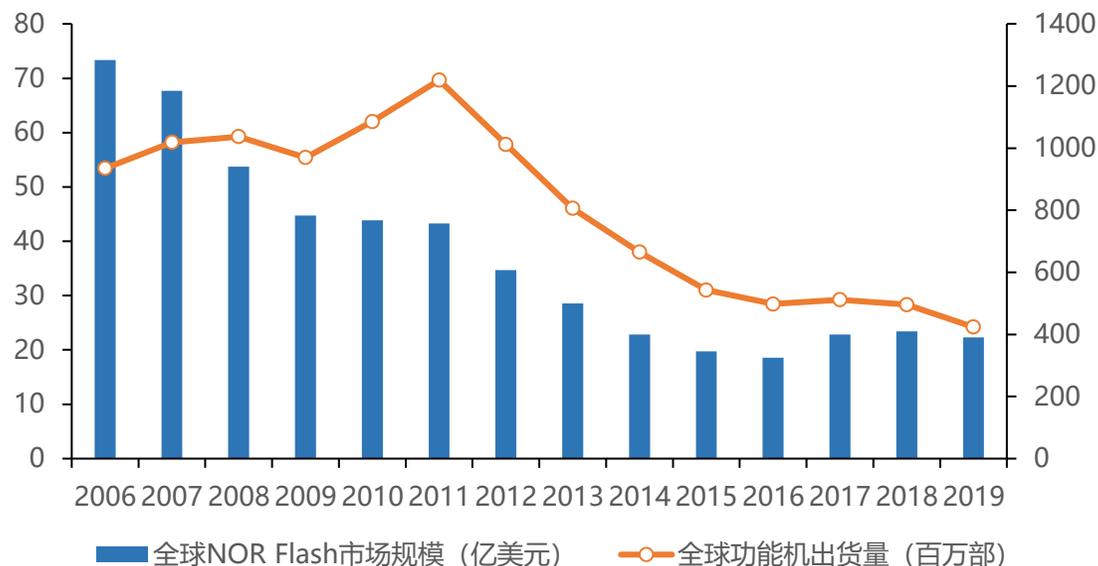
- **NOR Flash市场规模的萎缩与功能手机出货量表现出强相关的关系。**功能手机，顾名思义即是仅仅以满足通话功能为目标手机，主要的功能包括拨接电话与短信等，主要依赖NOR Flash为存储媒介，用于储存手机开启、运行程序码、简易电话簿和简讯内容等容量需求不大的资料。而随着智能手机兴起，NAND Flash在智能手机时代优势明显。智能手机功能已不满足于简单的通话与简讯通讯，包括照相、影音、无线通讯以及其他多媒体应用的要求快速提升，带动手机对于储存大容量资料的需求，因此逐渐代替功能手机的智能手机主要使用更具性价比的NAND Flash，NOR Flash的市场规模在过去的十几年间伴随着功能手机衰退而下滑。

图：手机存储器的变迁史



资料来源：西部数据、中航证券研究所整理

图：全球NOR Flash市场规模与功能手机出货量



资料来源：CINNO Research、前瞻产业研究院、智研咨询、中航证券研究所整理

一、下行周期加速见底，H2行业拐点将至

二、存储行业激荡六十载，半导体中大宗商品

三、AI & 汽车电子发轫，新应用激发新动能

四、存力升级大势所趋，新兴技术应运而生

五、建议关注

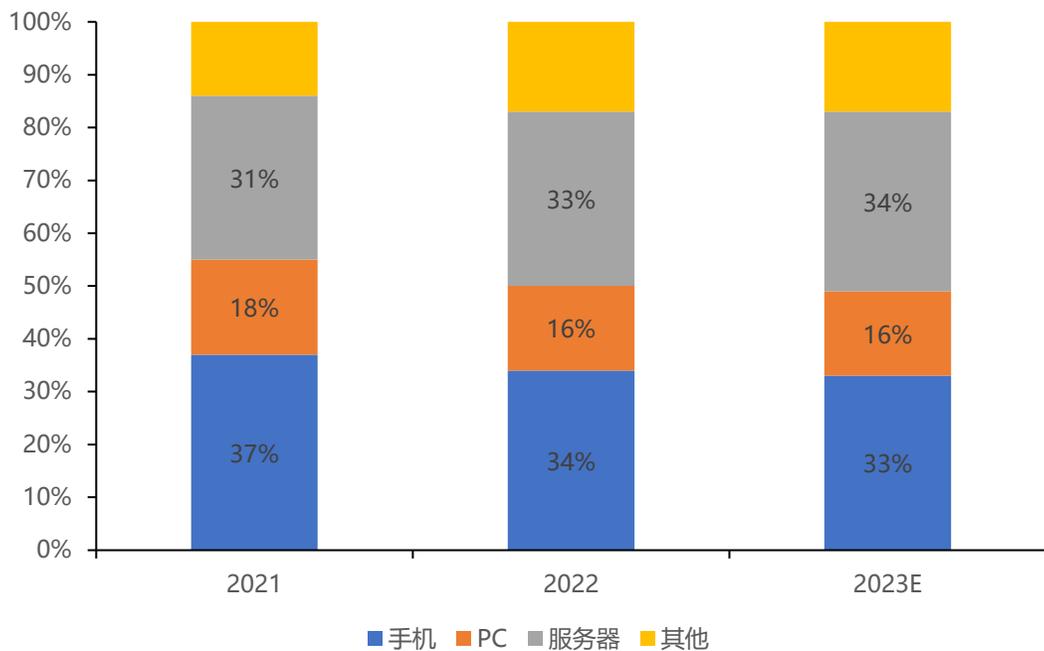
六、风险提示

应用：下游应用中消费电子和服务器占比较大



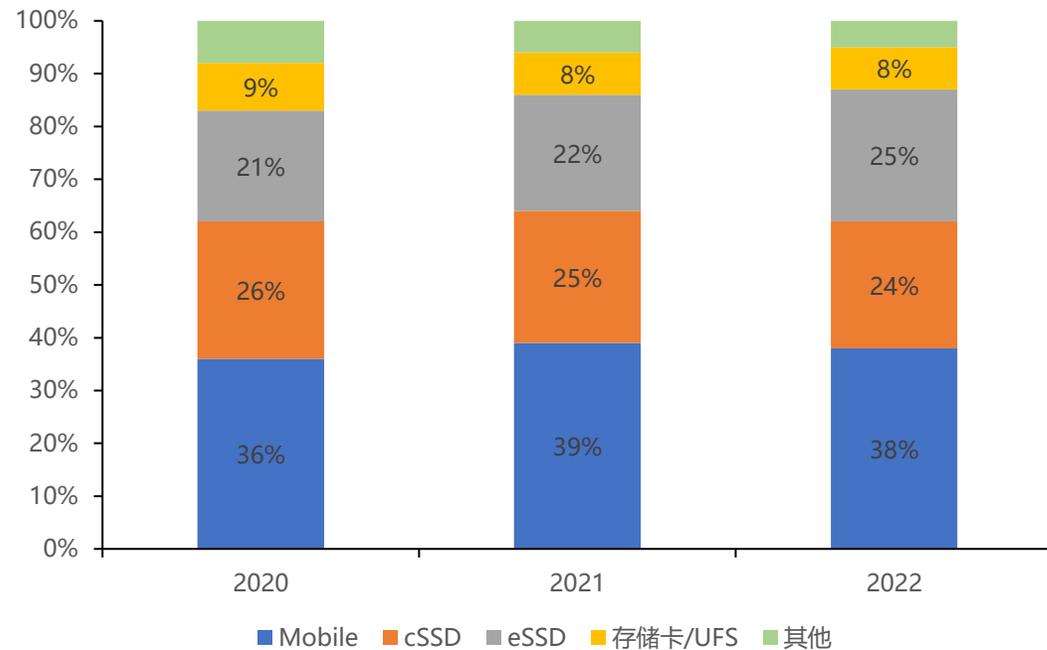
- **存储下游应用以消费电子和服务器为主，近年来服务器占比提升。**存储广泛应用于手机、平板、PC、数据中心、汽车电子、视频监控、智能家居等市场。在ChatGPT掀起AIGC浪潮后，人工智能催生了可观的存储需求，尤其是对DDR5和HBM产品。根据美光的判断，AI服务器DRAM容量是普通服务器的6-8倍，NAND容量是普通服务器的3倍。2022年，手机/PC/服务器分别占DRAM需求的34%/16%/33%，预计2023年服务器的需求占比仍会进一步提升。NAND Flash目前主要以应用于手机市场的嵌入式存储产品，和应用于PC等消费类渠道市场的cSSD、以及应用于服务器市场的eSSD 产品为主，占比分别为39%、25%和22%，其中近年来应用于服务器的eSSD需求占比有明显提升。

图：DRAM终端市场需求占比预测



资料来源：CFM闪存市场、中航证券研究所整理

图：NAND终端市场需求占比



资料来源：CFM闪存市场、中航证券研究所整理

手机：存储价格低谷契机，手机厂商掀起扩容潮



- 存储价格低谷契机，手机厂商掀起扩容潮。**目前智能手机存储的RAM和ROM最新产品规范已经发展到了LPDDR5/5X和UFS4.0，覆盖了大部分的中高端产品线。一季度国产手机厂商在存储价格低谷发起了降价扩容潮，低端手机NAND Flash容量由32GB逐渐升至64GB；中端手机已经逐渐取消RAM 8GB和ROM 128GB容量配置，完全普及256GB；支持RAM 12/16/18GB和ROM 512GB/1TB容量的机型越来越多，并逐渐向中低端渗透。尽管手机销量并未有明显回暖，但手机厂商大幅扩容有望助力存储厂商在该市场位元出货量提升。

图：热门国产手机存储配置与价格

手机型号	存储配置	价格(元)	手机型号	存储配置	价格(元)
Redmi K60 Pro	8GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	2,899	Xiaomi Civi 3	16GB LPDDR5X + 1TB UFS3.1	2,999
	12GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	3,199		12GB LPDDR5 + 512GB UFS3.1	2,699
	12GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	3,599		12GB LPDDR5 + 256GB UFS3.1	2,499
	16GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	4,599		12GB LPDDR5 + 256GB UFS3.1	3,899
OPPO Find X6 Pro	16GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	6,999	Xiaomi 12S Pro	8GB LPDDR5 + 128GB UFS3.1	3,199
	16GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	6,499		8GB LPDDR5 + 256GB UFS3.1	3,499
	12GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	5,999		12GB LPDDR5 + 512GB UFS3.1	4,399
OPPO Find X6	16GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	4,999	Xiaomi 13 Ultra	12GB LPDDR5X + 256GB UFS4.0	5,999
	12GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	4,499		16GB LPDDR5X + 512GB UFS4.0	6,499
	16GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	4,299		16GB LPDDR5X + 1TB UFS4.0	7,299
一加11	12GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	3,999	Xiaomi MIX Fold 2	12GB LPDDR5 + 256GB UFS3.1	8,999
	16GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	4,699		12GB LPDDR5 + 512GB UFS3.1	9,999
vivo X Fold2	12GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	8,999		12GB LPDDR5 + 1024GB UFS3.1	11,999
	12GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	9,999	8GB LPDDR5X + 256GB UFS4.0	4,999	
vivo X90 Pro+	12GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	6,199	Xiaomi 13 Pro	12GB LPDDR5X + 256GB UFS4.0	5,399
	12GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	6,999		12GB LPDDR5X + 512GB UFS4.0	5,899
vivo X90 Pro	12GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	4,999		荣耀 Magic V2	16GB LPDDR5X + 256GB UFS4.0
	12GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	5,499	16GB LPDDR5X + 512GB UFS 4.0		9,999
	8GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	4,499	荣耀 Magic 5	8GB LPDDR5X + 256GB UFS3.1	3,479
8GB LPDDR5X+128GB UFS 3.1	3,499	12GB LPDDR5X + 256GB UFS3.1		4,179	
8GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	3,799	16GB LPDDR5X + 256GB UFS3.1		4,379	
12GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	4,299	16GB LPDDR5X + 512GB UFS3.1		4,679	
vivo X90	12GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	4,699	HUAWEI P60 Pro	8GB LPDDR5 + 256GB UFS3.1	6,188
	16GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	3,099		12GB LPDDR5 + 512GB UFS3.1	7,288
16GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	3,399	12GB LPDDR5 + 256GB UFS3.1		6,488	
iQOO Neo8 Pro	8GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	4,849	HUAWEI Mate 50	8GB LPDDR5+128GB UFS3.1	4,399
	12GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	5,099		8GB LPDDR5+256GB UFS3.1	4,899
	16GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	5,599		8GB LPDDR5+512GB UFS3.1	5,899
iQOO 11 Pro	8GB LPDDR5X+128GB UFS 4.0	3,799	HUAWEI nova 11	8GB LPDDR4X+128GB UFS2.2	2,399
	12GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	3,999		8GB LPDDR4X+256GB UFS2.2	2,749
	8GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	4,099		8GB LPDDR5+128GB UFS3.1	4,388
	16GB LPDDR5X+256GB UFS 4.0	4,299	HUAWEI P60	8GB LPDDR5+256GB UFS3.1	4,888
	16GB LPDDR5X+512GB UFS 4.0	4,599		8GB LPDDR5+512GB UFS3.1	5,888

资料来源：公开资料、公司官网、CFM闪存市场、中航证券研究所整理

PC: DDR5/LPDDR5渗透率提高, 512GB SSD成为主流

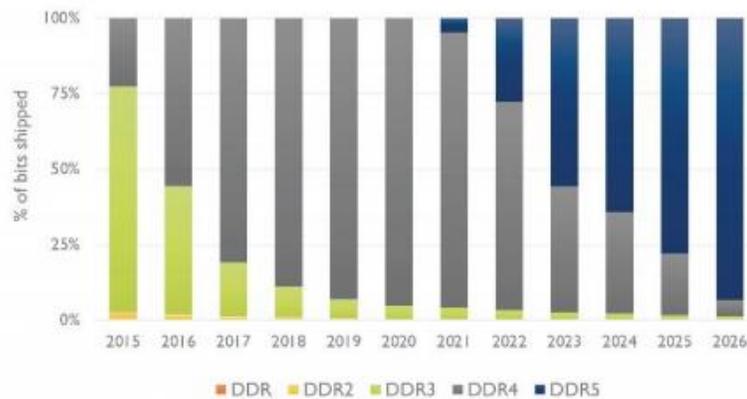


- **DRAM:** 内存条用于暂时存放CPU中的运算数据, 与硬盘等外部存储器交换的数据。它是外存与CPU进行沟通的桥梁, 计算机中所有程序的运行都在内存中进行, 内存性能的强弱影响计算机整体发挥的水平。通过分析近期热门笔记本电脑参数, Windows系统16GB是主流, LPDDR5和DDR5在近期机型上渗透率显著提升; 目前最新Macbook Pro/Air采用8GB的统一内存, 但可选配16GB或24GB。
- **NAND Flash:** 在笔记本电脑领域, 固态硬盘已经完全取代了机械硬盘, 目前笔记本电脑中配备512GB SSD成为主流。全球存储市场中, 由于闪存成本不断下降, 全闪存存储份额快速增长。根据Wikibon的预测, 2026年SSD单TB成本将低于HDD。2025年后, HDD的出货量每年将下降27%。

图: DDR渗透率预测

Breakdown of DDR bit shipments by interface generations - historical (2015-2020) and forecast (2021-2026)

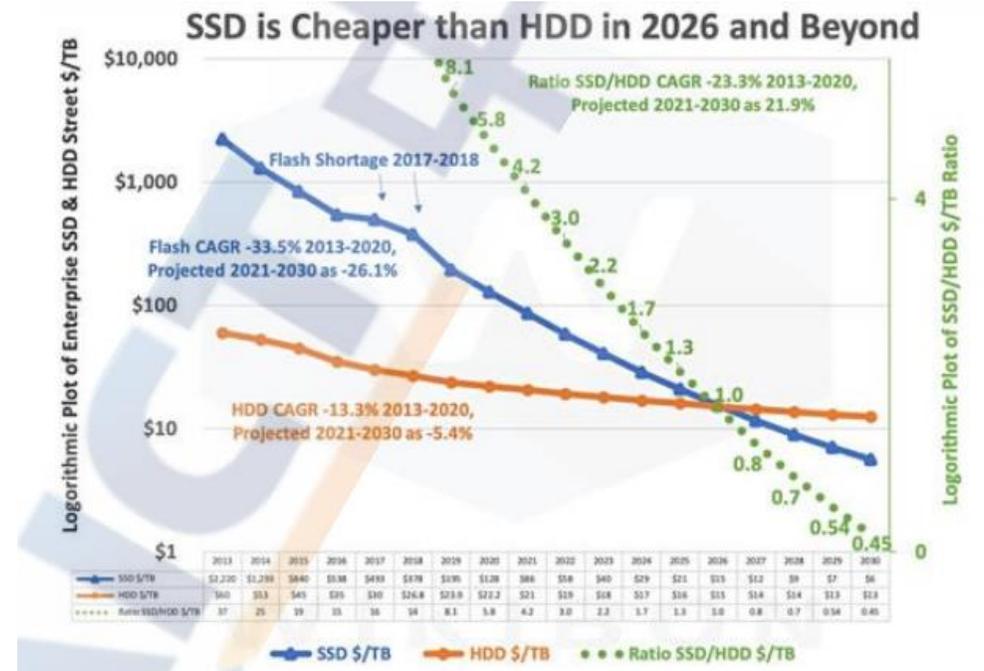
(Source: Status of the Memory Industry 2021 report, Yole Développement, 2021)



© 2021 | www.yole.fr - www.intel.com

资料来源: Yole、中航证券研究所整理

图: SSD和HDD的成本预测



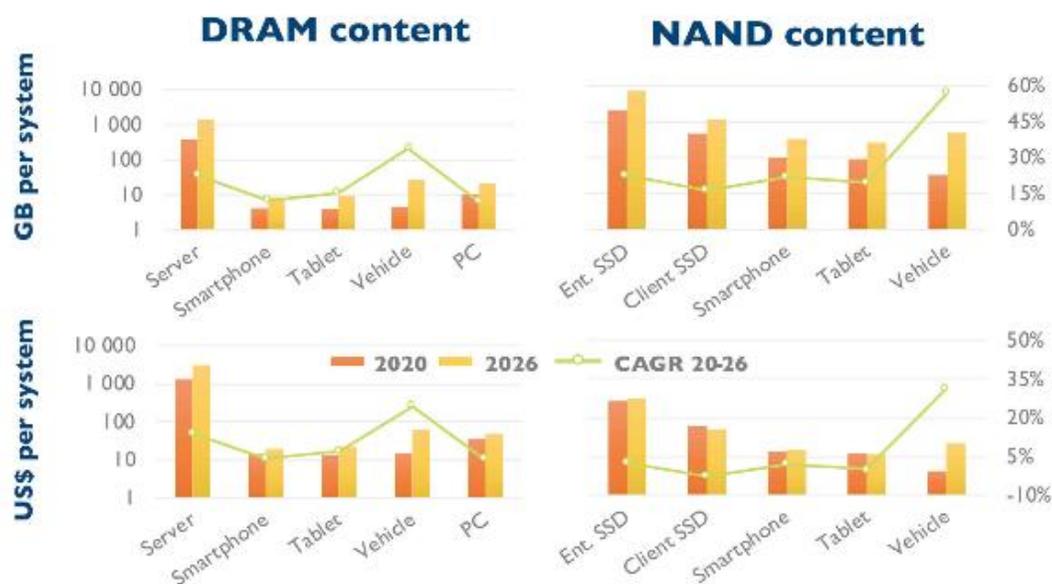
资料来源: Wikibon、中国信通院、中航证券研究所整理

汽车：单车存储容量/价值量增长显著高于其他下游应用



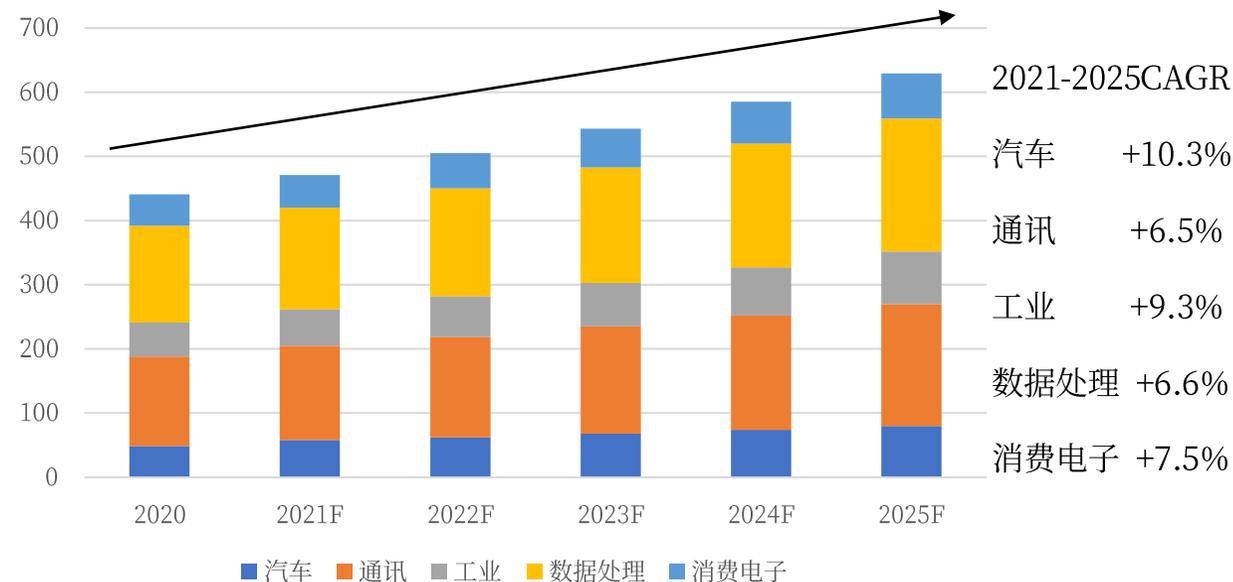
- 汽车市场成为增速最快的芯片下游应用，中长期CAGR超过10%。**全球芯片下游应用主要可分为：消费电子、通讯、工业、汽车和数据处理，新能源汽车、物联网、可穿戴设备、云计算、大数据、和安防电子等新兴领域的技术发展将持续引领市场增长。根据Mordor Intelligence的预测，2021-2025年全球芯片在汽车市场的应用规模CAGR约为10.3%，有望在2025年达到800亿美元，在上述几个下游应用市场中增速最快，潜力最大。Yole也预测存储主要产品DRAM和NAND在汽车市场单车存储容量增长和单车价值量增长都显著高于其他下游应用。

图：2020-2026年各终端平均DRAM、NAND的容量、价值量预测



资料来源：Yole、中航证券研究所整理

图：2020-2025年全球芯片市场规模预测（十亿美元）



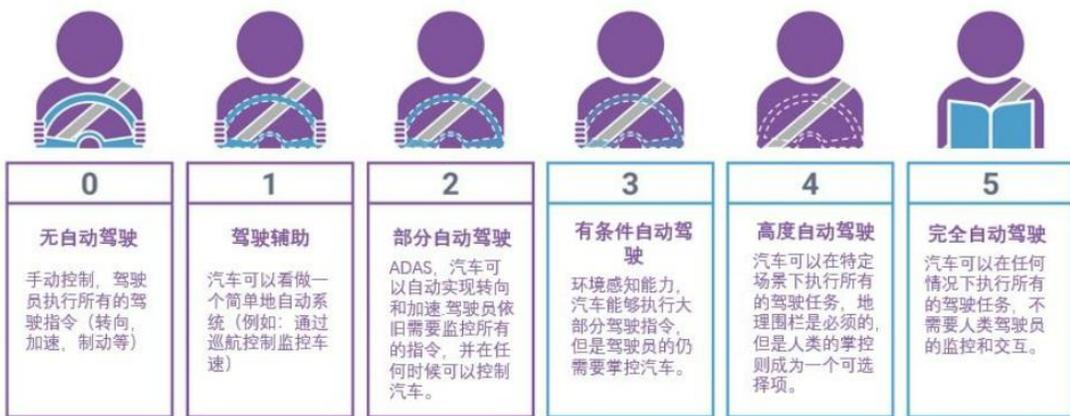
资料来源：德勤、Mordor Intelligence、中航证券研究所整理

汽车：ADAS/自动驾驶技术迭代，对存储性能需求升级



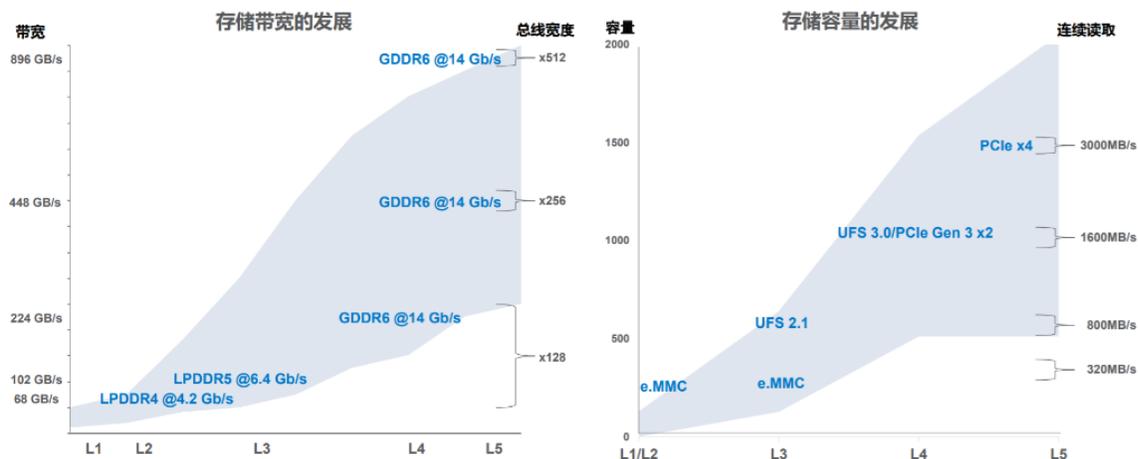
- **ADAS/自动驾驶技术迭代，对存储性能需求升级。** SAE（国际汽车工程学会）将自动驾驶从0（完全手动控制）到5（完全自动驾驶）定义了6个等级。L1、L2隶属于辅助驾驶水平，驾驶全程始终需要驾驶员监管，而L3及以上属于自动驾驶。随着自动驾驶等级由L1向L5不断渗透，传感器数量、采集数据量显著提升，未来大幅提高存储带宽和存储容量势在必行。L1、L2级别自动驾驶的大多数需求能够由LPDDR4来满足，而随着技术要求越来越高，未来日益增长的需求将由LPDDR5和GDDR6产品来支持更高的计算性能。存储单元的容量需求也呈大幅上升态势，目前eMMC产品尚能满足现阶段的应用需求，未来对于存储的写入速率、容量、擦出次数等性能要求越来越高，有望从eMMC升级至UFS再升级至PCIe。
- **工信部支持L3级及更高级别自动驾驶功能商业化应用，汽车加速向智能化演进。** 近日，工信部副部长辛国斌在新闻发布会上表示，将启动智能网联汽车准入和上路通行试点，支持有条件的自动驾驶，即L3级，及更高级别的自动驾驶功能商业化应用。

图：自动驾驶的六个等级



资料来源：SAE、Synopsys、中航证券研究所整理

图：自动驾驶L1-L5存储带宽、容量发展



资料来源：美光、自动驾驶说、中航证券研究所整理

汽车：存储需求贯穿车内多用途，单车容量或远超消费电子



- 智能座舱成为手机外的又一大互联网终端。**“车内体验”已成为影响消费者购买的一大考虑因素，消费者希望能更好地联网以方便访问信息，获得类似智能手机的流畅用户体验，并为他们的智能手机应用程序提供本地车载支持。智能座舱是手机以外的另一个互联网终端，且比手机具有更高的安全性需求。从电子产品的发展历史来看，以智能手机、电脑、可穿戴设备等产品为例，其智能化水平的提升很大程度依赖于存储空间的突破，只有存储空间足够，才能装载更大的系统软件、应用。我们认为，汽车智能座舱的发展也会遵从这一规律，重复智能手机的发展路径，存储空间有望不断突破。
- 存储需求贯穿车内多用途，未来单车存储容量远超消费电子。**汽车向智能化演进的过程中多环节都需要存储的支持，包括信息娱乐系统、ADAS、V2X、高精地图、事故记录等。根据SK海力士的测算，未来上述环节的存储容量仍有相当大的成长空间，作为安全性能极高的智能终端，单车存储容量远大于手机、PC等消费电子产品。

图：DRAM、NAND Flash车内各应用容量

车内用途	DRAM	NAND
信息娱乐系统和数字集群	4 - 64 GB	64 - 512 GB
ADAS/自动驾驶	4 - 64 GB	8 - 32 GB
互联互通	0.5 - 2 GB	4 - 32 GB
后座娱乐系统	4 - 16 GB	64 - 256 GB
高精地图	0.5 - 1 GB	8 - 512 GB
事故记录	1 - 4 GB	8 - 512 GB

资料来源：SK hynix、中航证券研究所整理

图：华为HarmonyOS 智能座舱



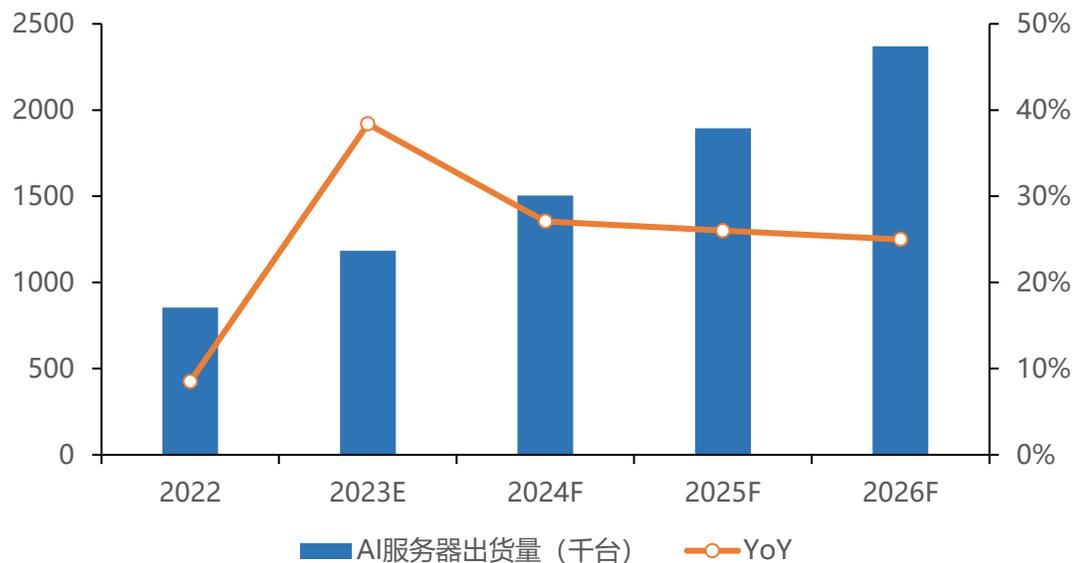
资料来源：AITO问界M7官网、中航证券研究所整理

服务器：AI服务器存储容量显著高于一般服务器



- **AI服务器存储容量显著高于一般服务器，有望带动存储器需求成长。** ChatGPT风靡之下，AI效应正持续发酵，并不断渗透至千行百业，AI服务器与高端GPU需求不断上涨。根据TrendForce，预估2023年AI服务器（包含搭载GPU、FPGA、ASIC等）出货量近120万台，年增38.4%，占整体服务器出货量近9%。现阶段而言，Server DRAM普遍配置约为500~600GB左右，而AI服务器在单条模组上则多采64~128GB，平均容量可达1.2~1.7TB之间。以 Enterprise SSD而言，由于AI服务器追求的速度更高，其要求优先满足DRAM或HBM需求，SSD在传输接口上会为了高速运算的需求而优先采用PCIe 5.0。相较于一般服务器而言，AI服务器多增加GPGPU的使用，因此以NVIDIA A100 80GB配置4或8张计算，HBM用量约为320~640GB。未来在AI模型逐渐复杂化的趋势下，将刺激更多的存储器用量，并同步带动Server DRAM、SSD 以及 HBM 的需求成长。

图：2022-2026年全球AI服务器出货量预估（千台）



图：普通服务器与AI服务容量差别

	Server	AI Server	Future AI Server
Server DRAM Content	500-600GB	1.2-1.7TB	2.2-2.7TB
Server SSD Content	4.1TB	4.1TB	8TB
HBM Usage	-	320-640GB	512-1024GB

注：估算基础包含搭载AI训练、推论用的GPU、FPGA、ASIC等加速芯片
资料来源：TrendForce、中航证券研究所整理

资料来源：TrendForce、中航证券研究所整理

一、下行周期加速见底，H2行业拐点将至

二、存储行业激荡六十载，半导体中大宗商品

三、AI & 汽车电子发轫，新应用激发新动能

四、存力升级大势所趋，新兴技术应运而生

五、建议关注

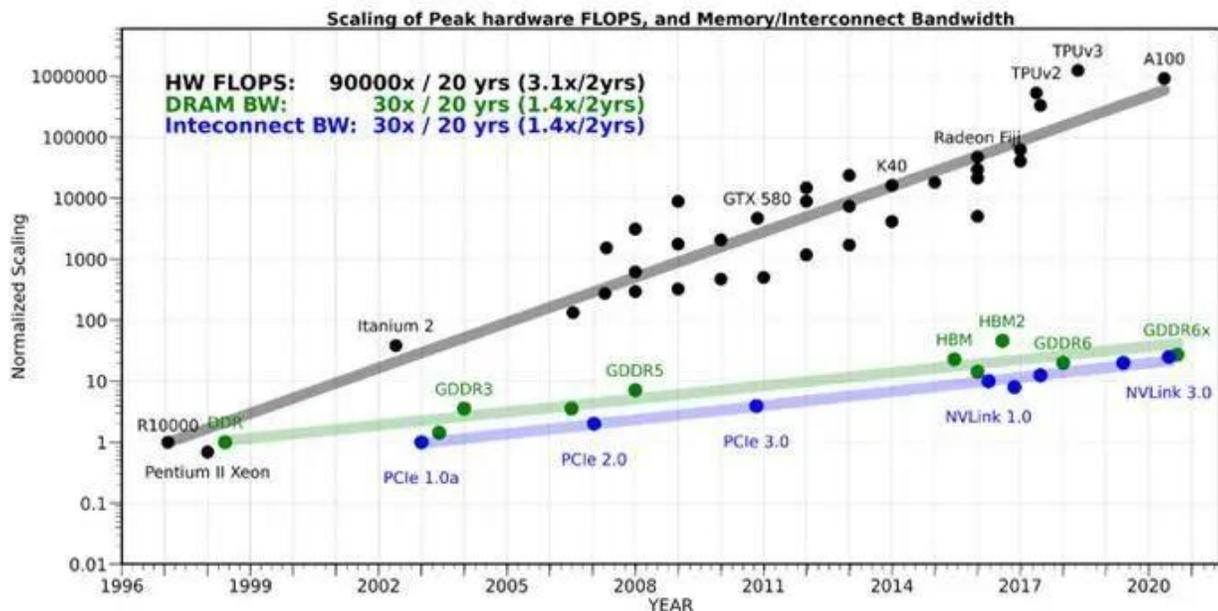
六、风险提示

存算一体：“存储墙”成为数据计算一大障碍



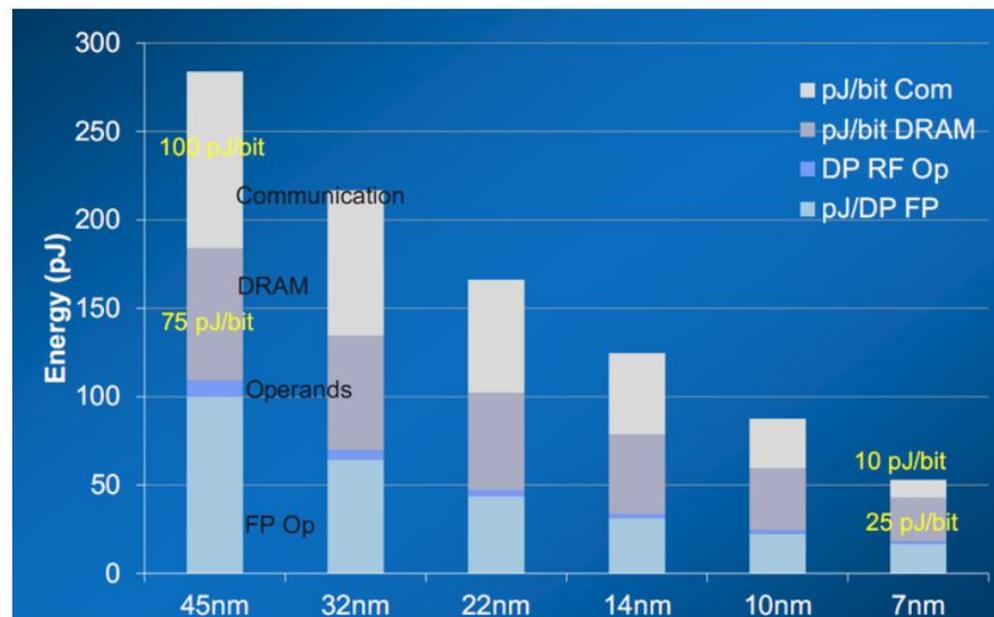
- **处理器、内存发展速度不均衡，“存储墙”如今成为数据计算一大障碍。**随着近几年云计算和人工智能应用的发展，面对计算中心的数据洪流，数据搬运慢、搬运能耗大等问题成为了计算的关键瓶颈。在过去二十年，处理器性能速度提升远超内存性能提升，长期下来，不均衡的发展速度造成了当前的存储速度严重滞后于处理器的计算速度。在传统计算机的设定里，存储模块是为计算服务的，因此设计上会考虑存储与计算的分离与优先级。从处理单元外的存储器提取数据，搬运时间往往是运算时间的成百上千倍，整个过程的无用能耗大概在60%-90%之间，能效非常低，“存储墙”成为了数据计算应用的一大障碍。

图：处理器性能发展远超存储器



资料来源：陈巍谈芯、中航证券研究所整理

图：数据搬运占据计算主要能耗



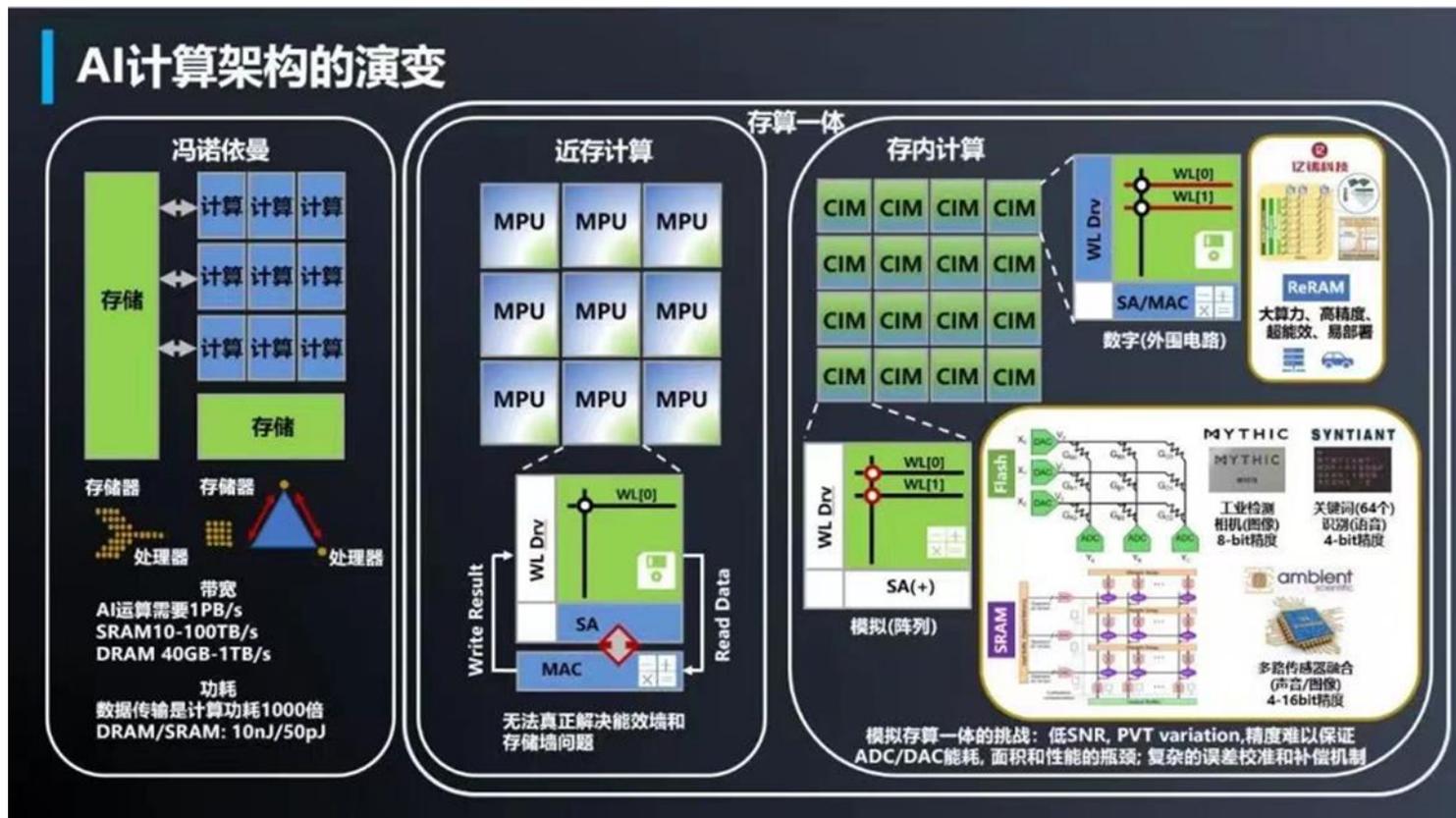
资料来源：intel、中航证券研究所整理

存算一体：消除冯诺依曼计算架构瓶颈，存算一体应运而生



- 人工智能应用兴起，“存储墙”下存算一体技术应运而生。应用发展至今，人工智能的出现驱动了计算型存储/存算一体/存内计算的发展。人工智能算法的访存密集（大数据需求）和计算密集（低精度规整运算）的特征和为计算型存储/存算一体/存内计算的实现提供了有力的条件。如今，存储和计算不得不整体考虑，以最佳的配合方式为数据采集、传输和处理服务。
- 存算一体（Computing in Memory）是在存储器中嵌入计算能力，以新的运算架构进行二维和三维矩阵乘法/加法运算。存算一体技术直接利用存储器进行数据处理或计算，从而把数据存储与计算融合在同一个芯片的同一片区之中，可以彻底消除冯诺依曼计算架构瓶颈。存算一体的优势是打破存储墙，消除不必要的数据搬移延迟和功耗，并使用存储单元提升算力，成百上千倍的提高计算效率，降低成本。

图：冯诺依曼、近存计算、存内计算架构对比



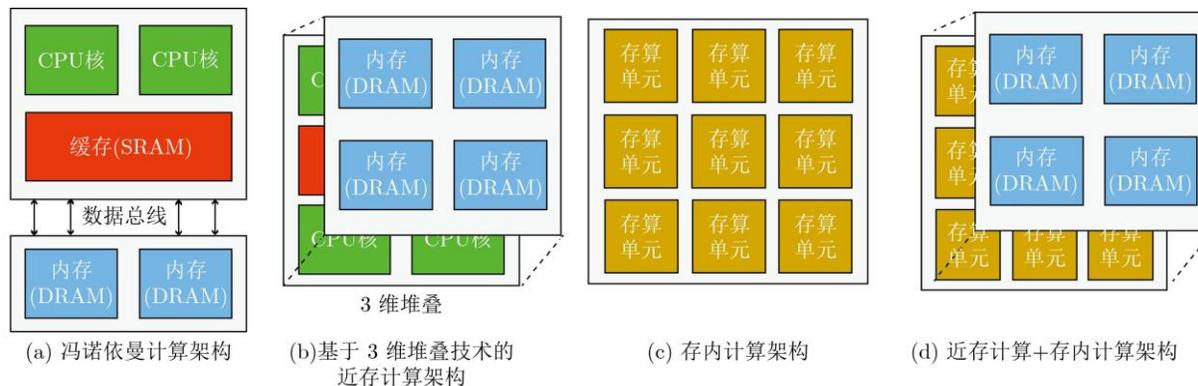
资料来源：亿铸科技、智东西、中航证券研究所整理

存算一体：包含近存计算、存内计算等技术方向



- **存算一体有近内存计算 (NMC)、存储级内存 (SCM)、近存储计算 (NSC) 及存内计算 (IMC) 等技术方向。**
- **近内存计算 (NMC)：**“捆绑”缓存+内存，通常会选用3D封装，利用TSV（硅通孔技术）实现垂直通信，但成本高，不同型号的芯片带还要匹配大小，进行预设计和流片。在以上工作的基础之上，还要考虑通用性问题，它适用于AI，机器学习和数据中心等规模型应用需求。另一种是2.5D封装，主流技术是HBM（高带宽内存），与平面板级连线不同，加入了interposer这种特殊有机材料（线宽，节点间距优于电路板）作为中间转接层，它像一个有底座的硅芯片，CPU周边增加很多“凹槽”，连接多个HBM（DRAM芯片）堆栈实现高密度和高带宽。
- **存储级内存 (SCM)：**常见的是由英特尔和美光推出的3D Xpoint，基于相变存储技术，速度介于SSD和内存之间，目前可以和DRAM配合使用，适用于规模型应用场景。
- **近存储计算 (NSC)：**将SSD控制器加上计算功能，或者让拥有计算模块的FPGA来处理数据并且充当闪存控制器，不通过CPU进行读取计算，而是直连存储器和计算，以此提升计算效率。
- **存内计算 (IMC)：**利用存储器的单元模拟特性做计算。CPU是二进制逻辑计算，而存内计算则是利用存储器内电阻特性进行计算，不只是用来区分电阻高低，而是通过电阻值来区分多种状态，仅仅用一个晶体管就可以完成一次乘法计算过程。

图：计算架构的演变示意图

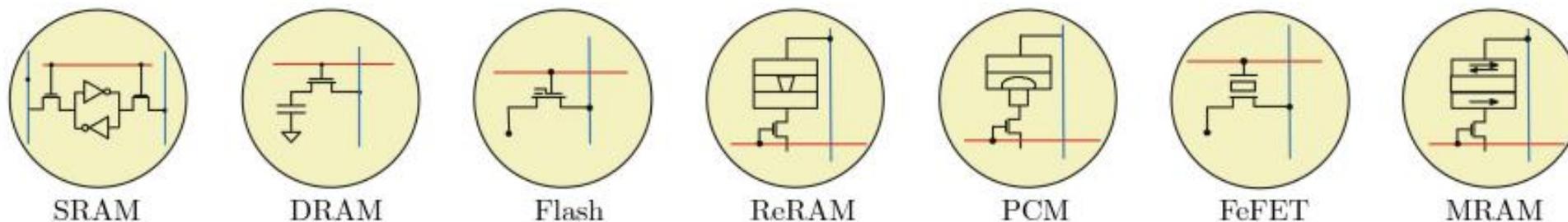


存算一体：成熟存储介质、新型存储介质齐发展



- 存算一体有Flash、SRAM、DRAM等成熟存储介质，同时ReRAM、MRAM等新型存储介质也在快速发展。根据存储介质的不同，存内计算芯片可分为基于传统存储器和基于新型非易失性存储器两种。传统存储器包括SRAM，DRAM和Flash等；新型非易失性存储器包括ReRAM，PCM，FeFET，MRAM等。其中，距离产业化较近的是基于NOR Flash和基于SRAM的存内计算芯片。

图：基于不同存储介质的存内计算芯片



图：基于不同存储介质的存内计算芯片性能比较

标准	SRAM	DRAM	Flash	ReRAM	PCM	FeFET	MRAM
非易失性	否	否	是	是	是	是	是
多比特存储能力	否	否	是	是	是	是	否
面积效率	低	一般	高	高	高	高	高
功耗效率	低	低	高	高	高	高	高
工艺微缩性	好	好	较差	好	较好	好	好
成本	高	较高	低	低	较低	低	低
技术成熟度	测试芯片	测试芯片	量产产品	测试芯片	测试芯片	器件	测试芯片

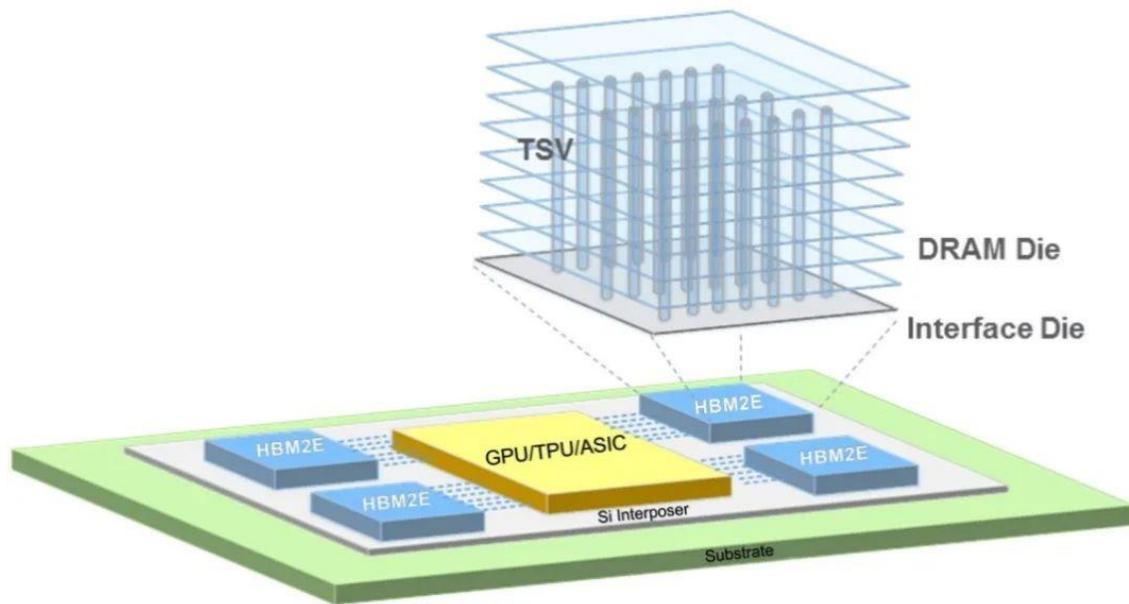
资料来源：电子与信息学报《存内计算芯片研究进展及应用》、中航证券研究所整理

HBM：HBM技术下，DRAM由2D转为3D



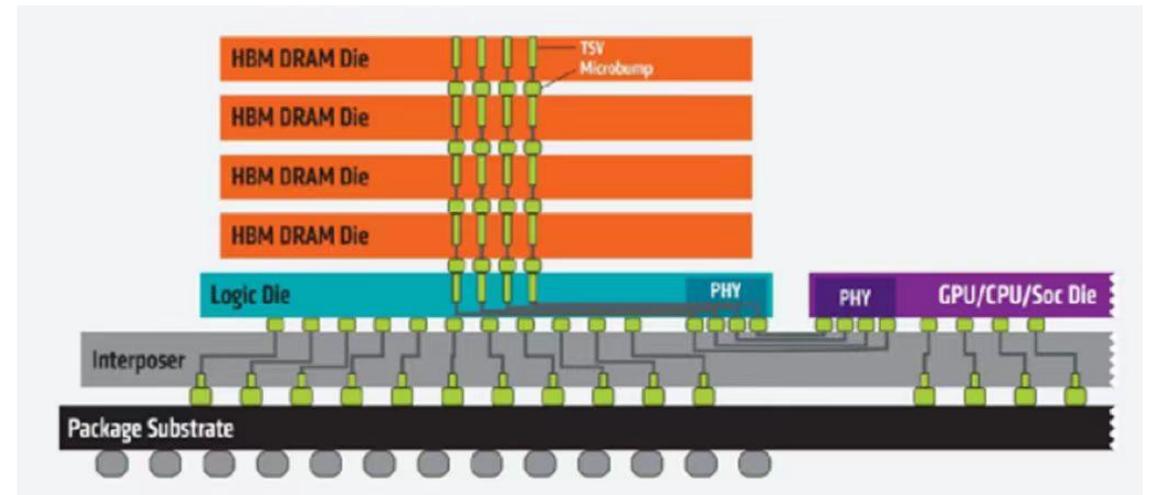
- HBM (High Bandwidth Memory) 即高带宽存储器，按照JEDEC的分类，HBM属于GDDR内存的一种，其通过使用先进的封装方法（如TSV硅通孔技术）垂直堆叠多个DRAM，并与GPU封装在一起。业界希望通过增加存储器带宽解决大数据时代下的“内存墙”问题，HBM便应运而生。存储器带宽是指单位时间内可以传输的数据量，要想增加带宽，最简单的方法是增加数据传输线路的数量。据悉，典型的DRAM芯片中，每个芯片有八个DQ数据输入/输出引脚，组成DIMM模组单元之后，共有64个DQ引脚。而HBM通过系统级封装（SIP）和硅通孔（TSV）技术，拥有多达1024个数据引脚，可显著提升数据传输速度。HBM技术之下，DRAM芯片从2D转变为3D，可以在很小的物理空间里实现高容量、高带宽、低延时与低功耗，因而HBM被业界视为新一代内存解决方案。

图：HBM通过硅通孔技术实现垂直堆叠



资料来源：半导体行业观察、美光科技、中航证券研究所整理

图：HBM侧面结构



资料来源：AMD、CSDN、中航证券研究所整理

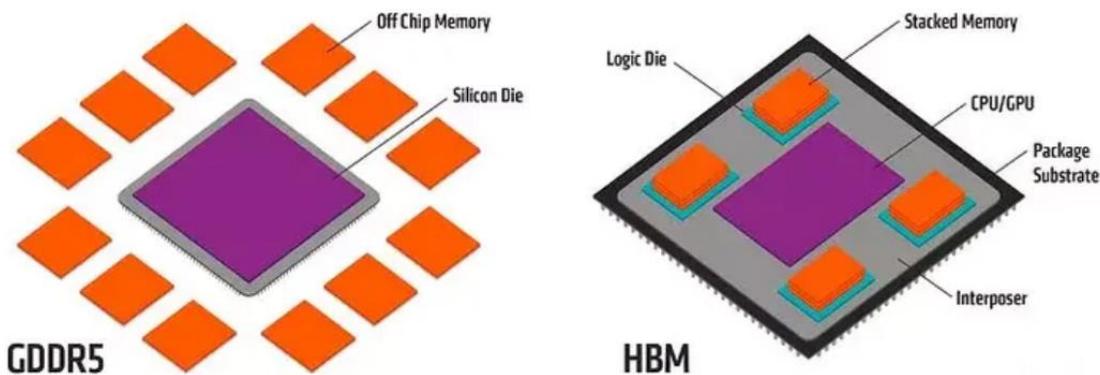
HBM：较传统GDDR带宽、功耗等性能优势明显



- **更高速、更高带宽：**最新的HBM3的带宽最高可以达到819 GB/s，而最新的GDDR6的带宽最高只有96GB/s，CPU和硬件处理单元的常用外挂存储设备DDR4的带宽更是只有HBM的1/10。
- **更高位宽：**采用3D堆叠技术之后，其下方互联的触点数量远远多于DDR内存连接到CPU的线路数量。从传输位宽的角度来看，4层DRAM裸片高度的HBM内存总共就是1024 bit位宽。很多GPU、CPU周围都有4片这样的HBM内存，则总共位宽就是4096bit。
- **更低功耗：**HBM 重新调整内存的功耗效率，使每瓦带宽比GDDR5高出3倍多，即功耗降低3倍多。
- **更小外形：**GDDR作为独立封装，在PCB上围绕在处理器周围，而HBM则排布在硅中阶层(Silicon Interposer)上并和GPU封装在一起，面积一下子缩小了很多，比如HBM2比GDDR5节省了94%的表面积。

图：HBM与GDDR5外观对比

图：HBM与其他几种内存方案的参数对比



参数	LPDDR4X	LPDDR5	DDR4	DDR5	GDDR6	HBM2
带宽 (Gbps)	低-中 (136)	中 (102)	中 (204)	高 (409)	高 (576)	最高 (2400)
速率 (Gbps)	4.266	6.4	3.2	6.4	18	2/2.4
颗粒/组合位宽 (bits)	32	16	64/+8 ECC	64/+16 ECC	32	1024
板级面积/系统设计难度	中/适中	中/适中	大/简单	大/适中	中/高	小/最高
能耗比 (mW/Gbps)	高 (~4)	高 (~3)	适中 (~6)	适中 (~5)	适中 (~8)	最高 (~2)
使用总成本	适中	适中	低	适中	高	最高
可靠性/良率	高	高	高	高	中	低

HBM：最新HBM3E送样在即，有望2024年大规模生产



- **HBM发展至今第四代性能不断突破。**自2014年首款硅通孔HBM产品问世至今，HBM技术已经发展至第四代，分别是：HBM（第一代）、HBM2（第二代）、HBM2E（第三代）、HBM3（第四代），HBM芯片容量从1GB升级至24GB，带宽从128GB/s提升至819GB/s，数据传输速率也从1Gbps提高至6.4Gbps。
- **SK海力士已收到最新HBM3E样本申请，或将明年开始大规模生产。**今年4月，SK海力士宣布推出了HBM3内存的增强版——HBM3E，主要面向人工智能（AI）和高性能计算（HPC）类应用，基于1b nm制造技术（该公司第五代10nm级的DRAM节点），数据传输率提高了25%，即从上一代的6.40GT/s提高至8.0GT/s，容量达24GB。SK海力士已经推出目前最为先进的第四代HBM产品HBM3，同时计划在明年下半年推出第五代HBM产品HBM3E，2026年推出第六代HBM产品HBM4。目前，SK海力士计划在2023年下半年开始对其HBM3E存储器进行送样，据韩国媒体BusinessKorea报道，包括英伟达、AMD、微软、亚马逊在内的全球科技巨头，已相继向SK海力士申请HBM3E样本。三星计划在今年底开始生产HBM3，并计划投资数千亿韩元将韩国Cheonan, Chungnam工厂的HBM产能提高一倍。

图：四代HBM规格比较（以SK海力士产品为例）

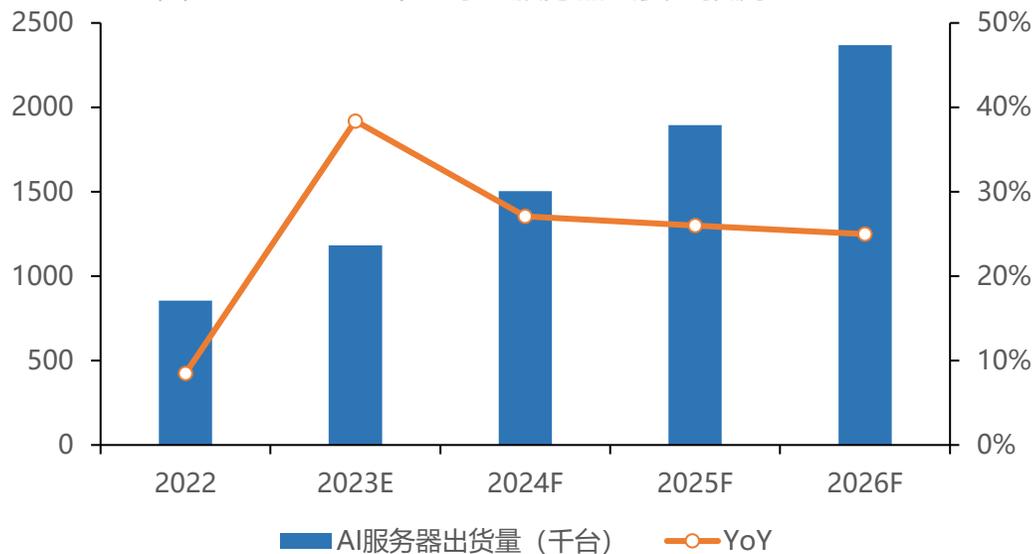
四代HBM规格比较（以SK海力士产品为例）				
类别	HBM1	HBM2	HBM2E	HBM3
带宽	128GB/s	307GB/s	460GB/s	819GB/s
堆叠高度	4层	4层/8层	4层/8层	4层/12层
容量	1GB	4GB/8GB	8GB/16GB	16GB/24GB
I/O速率	1Gbps	2.4Gbps	3.6Gbps	6.4Gbps

HBM：AI服务器采购量增长，催生HBM需求今年增近六成



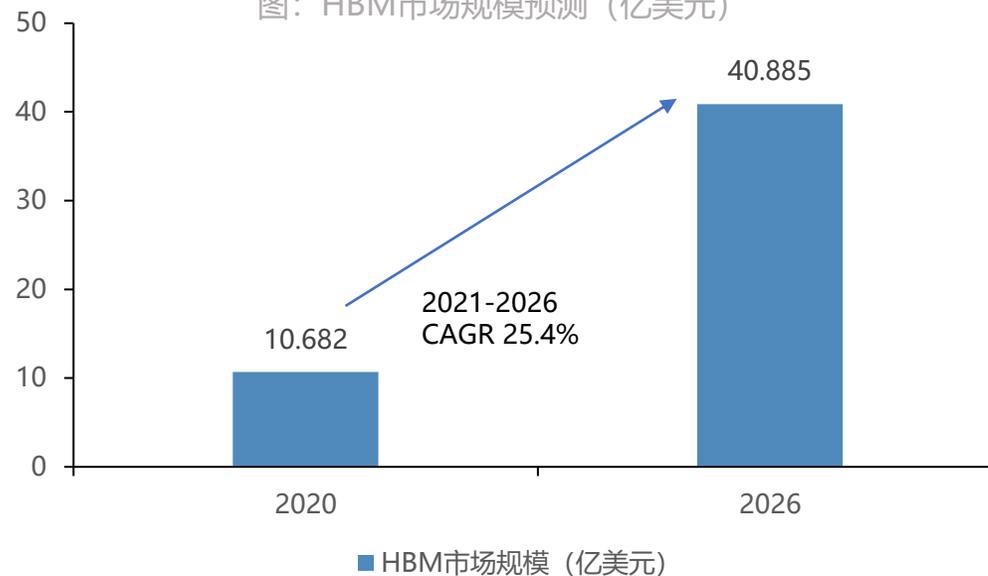
- AIGC浪潮下AI服务器采购量增长，催生HBM需求量今年增近六成。** 2023年爆款AIGC应用带动AI服务器成长热潮，大型云端企业纷纷积极布局，包含Microsoft、Google、AWS、字节跳动、百度等企业陆续采购高端AI服务器，以持续训练及优化其AI分析模型。TrendForce预估今年AI服务器出货量年增率可望达15.4%，2023~2027年AI服务器出货量年复合成长率约12.2%。高端AI服务器需采用的高端AI芯片，相较于一般服务器而言，AI服务器多增加GPGPU的使用，以NVIDIA A100 80GB配置4或8张计算，HBM用量约为320~640GB。未来在AI模型逐渐复杂化的趋势下，将推升2023-2024年高带宽存储器（HBM）的需求。TrendForce预估2023年全球HBM需求量将年增近六成，来到2.9亿GB，2024年将再成长三成。根据Mordor Intelligence，2020年高带宽内存市场价值为10.682亿美元，预计到2026年将达到40.885亿美元，在2021-2026年预测期间的复合年增长率为25.4%。在近期的业绩会上，SK海力士表示目前其HBM的销量占比还不足营收1%，但今年销售额占比有望成长到10%，同时预计在明年应用于AI服务器的HBM和DDR5的销量将翻一番。

图：2022-2026年全球AI服务器出货量预测



资料来源：TrendForce、中航证券研究所整理

图：HBM市场规模预测 (亿美元)



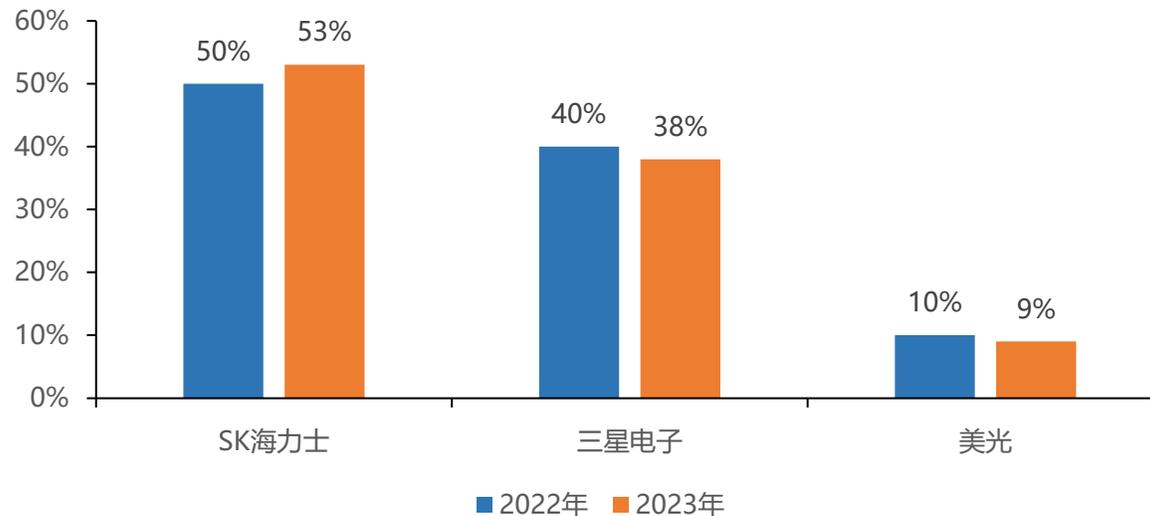
资料来源：Mordor Intelligence、中航证券研究所整理

HBM：HBM市场目前由SK海力士与三星电子主导



- **HBM市场目前由韩系厂商SK海力士与三星主导，2022年市场份额合计约90%。**根据TrendForce，2022年三大原厂HBM市占率分别为SK海力士约50%、三星约40%、美光约10%。高阶深度学习AI GPU的规格也在刺激HBM产品更迭，2023下半年伴随NVIDIA H100与AMD MI300的搭载，三大原厂也已规划相对应规格HBM3的量产。因此，在今年将有更多客户导入HBM3的预期下，SK海力士作为目前唯一量产新世代HBM3产品的供应商，其整体HBM市占率有望在此契机下进一步提升至53%，而三星、美光则预计陆续在今年底至明年初量产，HBM市占率分别为38%及9%。
- **HBM价值量显著高于标准DRAM，成为新利润增长点。**芯片咨询公司 SemiAnalysis 表示，HBM的价格大约是标准DRAM芯片的五倍，为制造商带来了更大的总利润。目前，HBM占全球内存收入的比例不到5%，但SemiAnalysis预计到2026年将占到总收入的20%以上。SK海力士首席财务官Kim Woo-hyun 在4月份的财报电话会议上表示预计2023年HBM收入将同比增长50%以上。

图：2022年HBM市场份额及2023年HBM市场份额预测



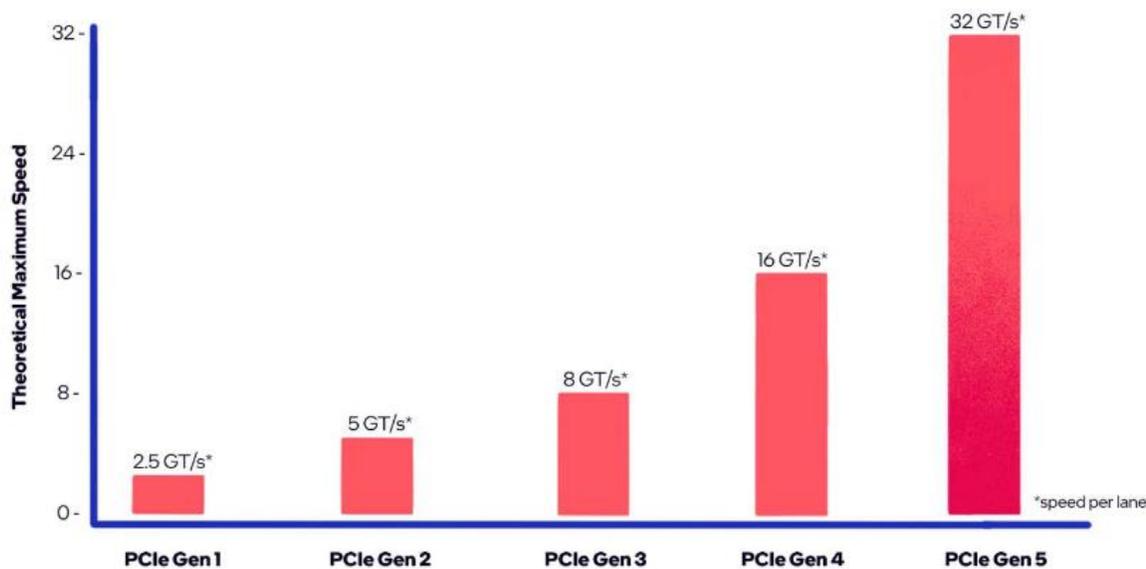
资料来源：TrendForce、中航证券研究所整理

CXL: PCIe应对海量数据面临瓶颈



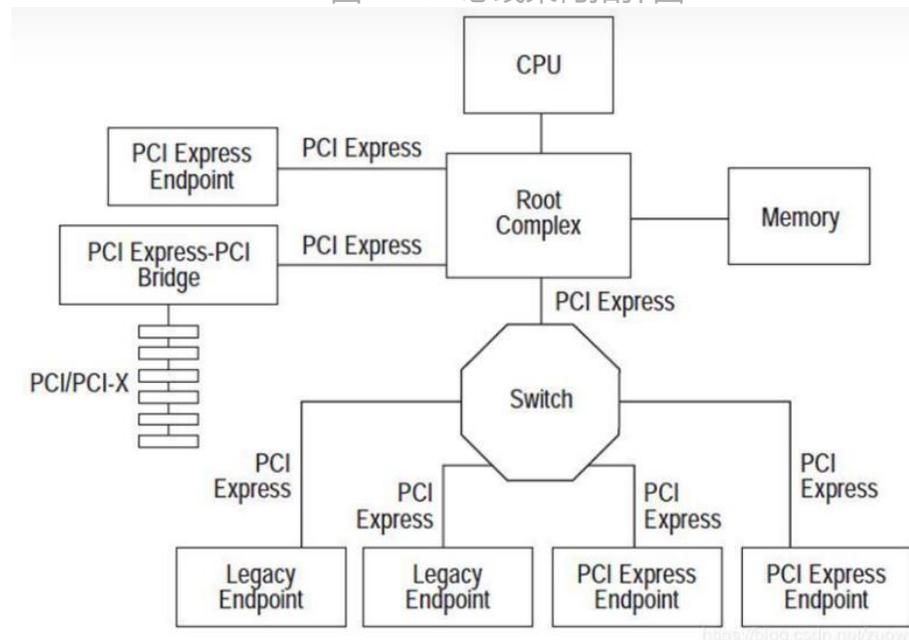
- **PCI-Express(peripheral component interconnect express)**, 简称**PCIE**, 是一种高速串行计算机扩展总线标准, 主要用于扩充计算机系统总线数据吞吐量以及提高设备通信速度。PCIE本质上是一种全双工的连接总线, 传输数据量的大小由通道数lane决定的。一般, 1个连接通道lane称为X1, 每个通道lane由两对数据线组成, 一对发送, 一对接收, 每对数据线包含两根差分线。即X1只有1个lane, 4根数据线, 每个时钟每个方向1bit数据传输, 依次类推。CPU通过主板上的PCIe插槽及PCIe协议与加速器沟通, 实现上下之间的接口以协调数据的传送, 并在高时钟频率下保持高性能。
- **即使每代PCIe性能升级, 但面对海量数据仍有压力。** 每一代PCIe的吞吐量都翻番, 2019年5月底公布的PCIe 5.0, 其以32Gb/s的单通道带宽与32GT/s每通道数据传输速率, 满足了现今绝大多数的需求。但应对数据TB级增长、异构计算大行其道的当下, PCIe在内存使用效率、延迟和数据吞吐量等方面, 已经面临压力。

图: PCIe传输速率升级



资料来源: 英特尔、中航证券研究所整理

图: PCIe总线架构拓扑图



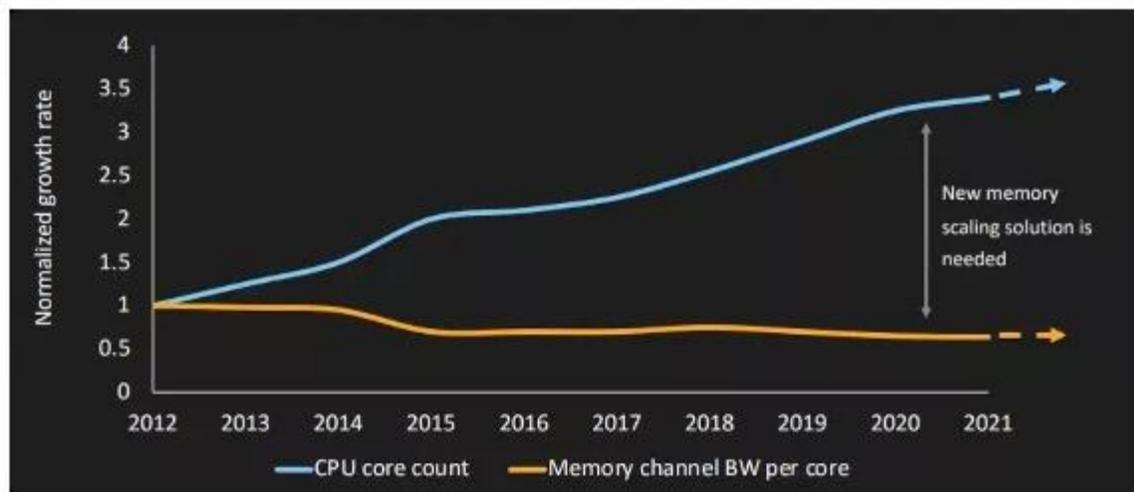
资料来源: 知乎、是德科技、中航证券研究所整理

CXL: PCIe技术乏力, CXL旨在解决内存墙和IO墙问题



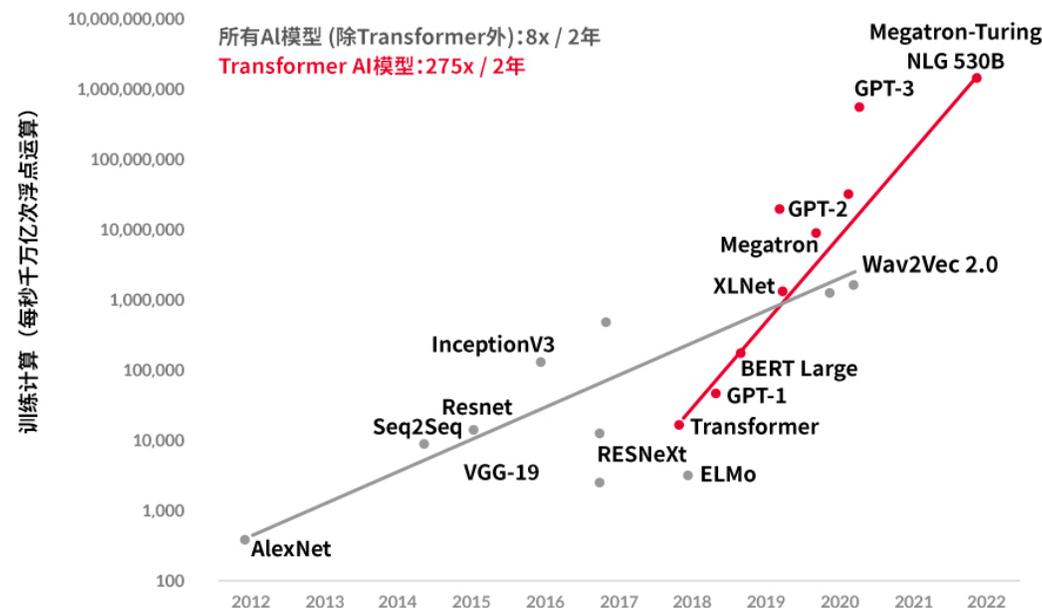
- **PCIe技术逐渐乏力, CXL旨在解决存储墙和IO墙问题。** 现代处理器性能的不不断提升, 而内存与算力之间的技术发展差距却不断增大。在过去的20多年中, 处理器的性能以每年大约55%速度快速提升, 而内存性能的提升速度则只有每年10%左右。面临摩尔定律的压力, 当代内存容量扩展速度逐年减缓, 成本却愈发高昂。随着大数据AI、机器学习等应用爆发, 英特尔二十年前开创的PCIe (PCI Express) 技术逐渐乏力, 内存墙和IO墙成为两个不可逾越的瓶颈, 基于PCI-e协议的CXL技术便在此环境下出现。
- **存储墙:** 现代计算系统通常采取高速缓存(SRAM)、主存(DRAM)、外部存储(NAND Flash)的三级存储结构。每当应用开始工作时, 就需要不断地在内存中来回传输信息。SRAM响应时间通常在纳秒级, DRAM则一般为100纳秒量级, NAND Flash更是高达100微秒级, 当数据在这三级存储间传输时, 后级的响应时间及传输带宽都将拖累整体的性能, 形成“存储墙”。
- **IO墙:** 以AI为例, AI模型的大小基本上每两年上升一个数量级, 内存中的数据可以较快访问, 但超出内存后数据就需要放在外部存储里, 用网络IO来访问数据。IO方式的访问会使得访问速度严重下降, 当数据量过于庞大内存容量不够时, IO也不可避免地会成为应用的瓶颈。

图: CPU内核数增加, 每个内核对应的内存带宽减少



资料来源: 知乎、Meta、中航证券研究所整理

图: 训练模型的计算性能趋势



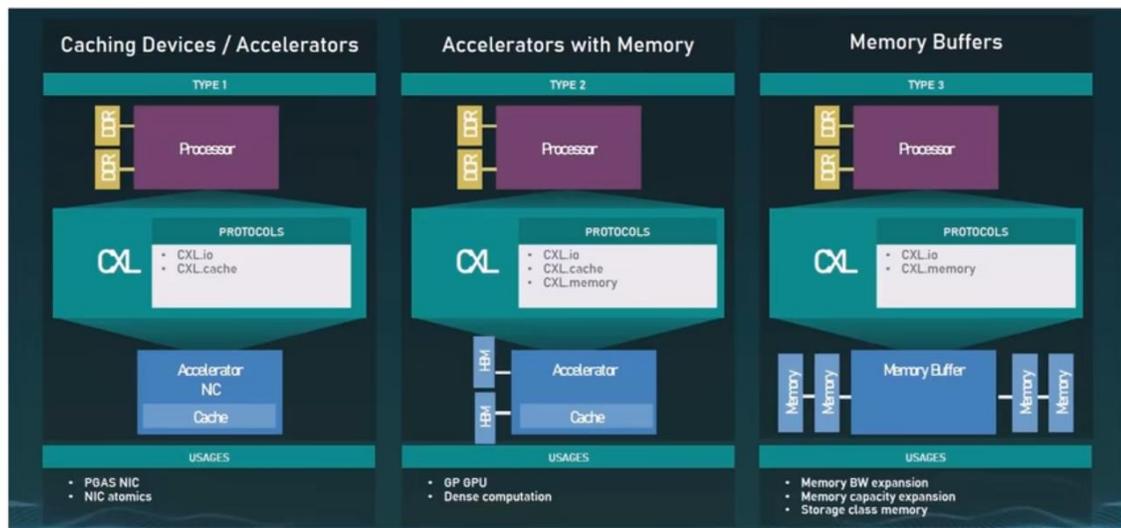
资料来源: SK海力士、中航证券研究所整理

CXL: 具有极高兼容性和内存一致性的全新互联技术标准



- **CXL作为一种全新的互联技术标准，具有极高兼容性和内存一致性。** CXL全称为Compute Express Link，2019年英特尔推出了CXL技术，其能够让CPU与GPU、FPGA或其他加速器之间实现高速高效的互联，从而满足高性能异构计算的要求，并且其维护CPU内存空间和连接设备内存之间的一致性。
- **CXL硬件加软件的生态环境里，已经涌现了一大批公司。** CXL联盟于2019年3月由创始成员阿里巴巴集团、思科系统、戴尔易安信、Meta、谷歌、惠普企业(HPE)、华为、英特尔公司和微软组成。此后，AMD、NVIDIA、三星、Arm、瑞萨、IBM、Keysight、Synopsys、Marvell等以各种身份加入。2021、2022年Gen-Z技术和OpenCAPI技术相继加入，CXL联盟一统I/O互连标准。

图：CXL的使用模式（设备类型）



图：CXL生态伙伴



CXL: 1.1/2.0/3.0三代标准, 从单机到多层交互



- **CXL**是基于 PCIe 5.0发展而来, 过去四年时间CXL已经发表了1.0/1.1、2.0、3.0三个不同的版本。
- **CXL 1.1**: 2019年, CXL的第一个版本CXL 1.1问世了。它主要定义的标准是如何直接连接一台服务器里计算器件和内存器件, 它主要的场景是对内存的容量和带宽进行扩展, 即Memory Expansion。
- **CXL 2.0**: 下图中H1到H4到Hn指不同Host, 它可以通过CXL Switch连接多个设备, D1到D4到Dn指的是不同的内存, 也是通CXL Switch连到上层的主机里。CXL 2.0不仅解决单机设备的问题, 更是使Memory Pooling成为可能。这套框架下, 可以跨系统设备实现共享内存池, 大大提高内存的使用率, 增加灵活性, 同时降低内存的使用成本。
- **CXL 3.0**: 2022年8月份发布的新标准, 在CXL 2.0基础上增加了一些重要功能, 它可以使得多个Switch互相连接, 可以使得上百个服务器互联并共享内存。除了多层交互以外, CXL 3.0还多Memory sharing的能力, 突破了某一个物理内存只能属于某一台服务器的限制, 在硬件上实现了多机共同访问同样内存地址的能力。

图: CXL 1.1 一直连

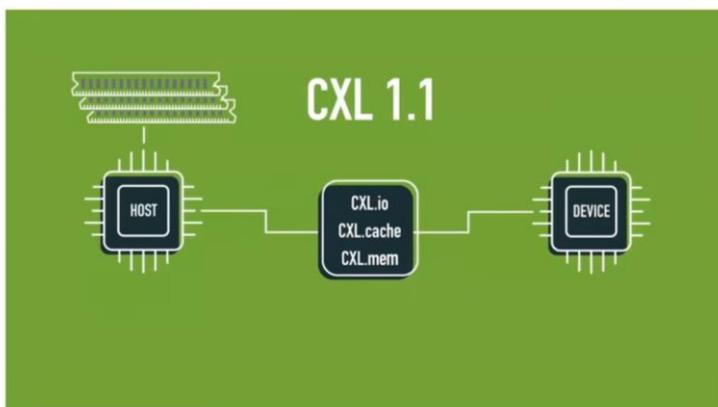


图: CXL 2.0 一池化

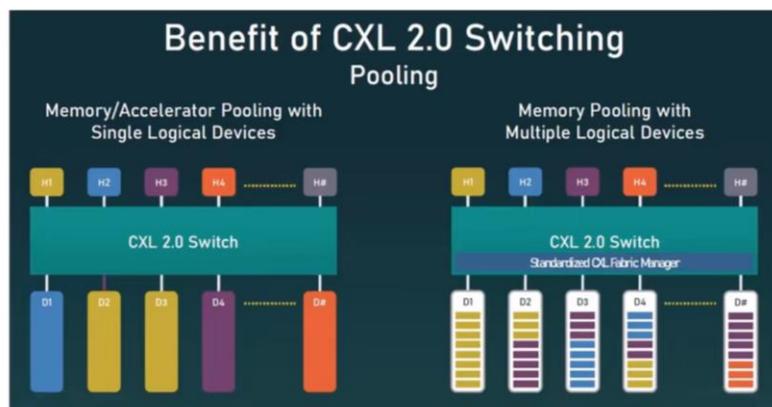
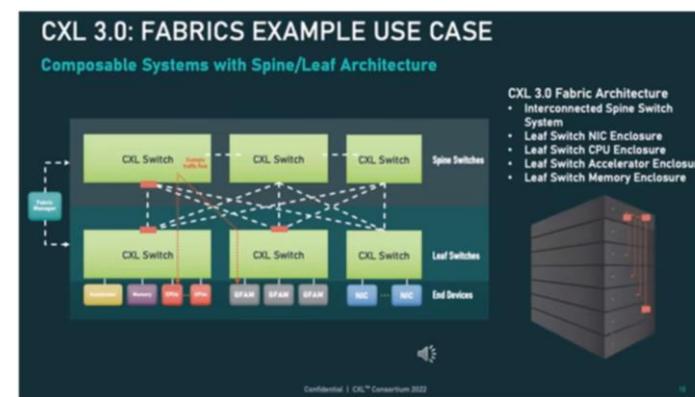


图: CXL 3.0 多层交互



CXL：技术路线图明确，至少2023年H2才有产品落地



- **技术路线图明确，至少2023年H2才有CXL 1.0/1.1的产品落地。**已经有不少公司宣布将支持CXL，包括AMD、英特尔的下一代服务器芯片，内存厂商三星、海力士、美光均宣布了支持CXL的内存产品，但真正的产品仍需至少2023年H2才能推出。2024年上半年，CXL 1.1和CXL 2.0的产品可能会有落地产品，CXL 3.0的落地还需要更长时间。

图：CXL技术路线图

CXL 3.0 Spec Feature Summary

Features	CXL 1.0 / 1.1	CXL 2.0	CXL 3.0
Release date	2019	2020	1H 2022
Max link rate	32GT/s	32GT/s	64GT/s
Flit 68 byte (up to 32 GT/s)	✓	✓	✓
Flit 256 byte (up to 64 GT/s)			✓
Type 1, Type 2 and Type 3 Devices	✓	✓	✓
Memory Pooling w/ MLDs		✓	✓
Global Persistent Flush		✓	✓
CXL IDE	2H23 To 1H24	✓	✓
Switching (Single-level)		✓	✓
Switching (Multi-level)		1H24 To 2H24	✓
Direct memory access for peer-to-peer			✓
Enhanced coherency (256 byte flit)			✓
Memory sharing (256 byte flit)			2025+
Multiple Type 1/Type 2 devices per root port			✓
Fabric capabilities (256 byte flit)			✓

Market Availability

Not supported
✓ Supported

一、下行周期加速见底，H2行业拐点将至

二、存储行业激荡六十载，半导体中大宗商品

三、AI & 汽车电子发轫，新应用激发新动能

四、存力升级大势所趋，新兴技术应运而生

五、建议关注

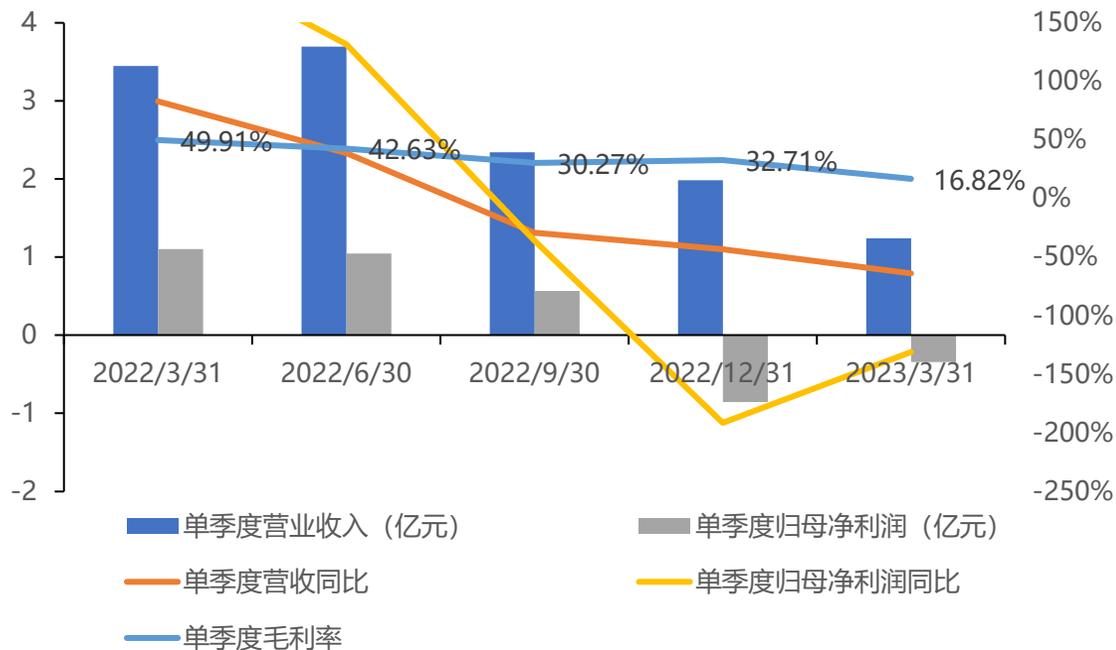
六、风险提示

建议关注：“存算感”一体化布局，国内存储+MCU双龙头——兆易创新



- 存储NOR+NAND+DRAM全覆盖，产品结构持续优化升级。** 公司NOR Flash在2021年市场排名全球第三，产品容量512Kb至2Gb全覆盖，55nm工艺节点全系列均已量产，正积极推进45nm制程工艺研发。NOR Flash、38nm SLC NAND Flash车规级产品顺利推出，汽车、工业等高附加值行业营收贡献大幅上升。通过自有品牌抢占利基型DRAM市场份额，下游消费、工业安防、网络通信等领域稳定发展支撑利基型DRAM超90亿美元市场空间。
- MCU料号丰富制程领先，对标国际巨头打造“MCU百货超市”。** 下游应用领域结构优化，工业应用已成为MCU产品第一大营收来源，工规级MCU已在汽车后装市场应用，即将推出40nm车规级MCU产品。据Omdia统计，公司2021年MCU市场排名大幅提升至全球第8。

图：兆易创新财务情况



资料来源：iFinD、中航证券研究所整理

图：兆易创新部分产品



GD25UF

突破性的1.2V超低功耗SPI NOR Flash产品系列



GD5F1GM7

1Gb SPI NAND Flash, 开启国产SLC NAND Flash 24nm时代



GD32H7

基于600MHz Cortex®-M7 内核, 支持复杂运算、多媒体技术、边缘AI等高级应用



GDP2BFLM

4Gb 利基型DDR3L, 读写速率2133Mbps, 支持1.5V和1.35V两种电压

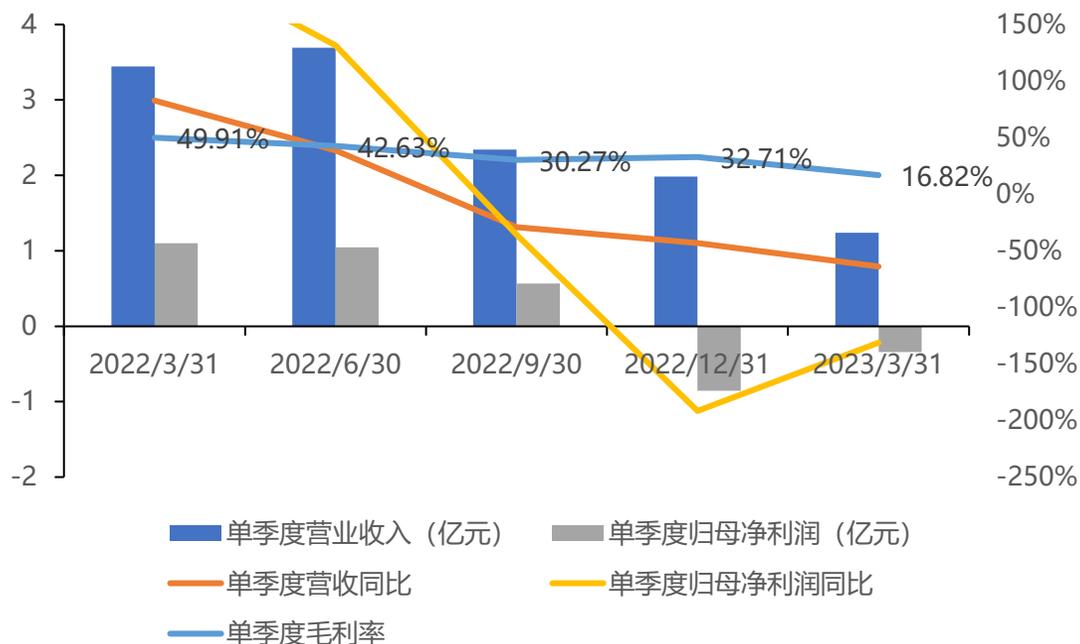
资料来源：公司官网、中航证券研究所整理

建议关注：SLC NAND先进企业，存算一体在研——东芯股份



- **SLC NAND先进企业，SLC NAND + NOR + DRAM布局完善**，广泛应用于5G基站、工控、监控安防、消费电子、穿戴式设备、物联网等多场景。凭借持续的创新研发和明晰的知识产权，公司SLC NAND夯实国内领先地位，追赶国际先进水平，存储容量实现1Gb至32Gb全覆盖，车规级产品正在进行AEC-Q100验证，先进制程19nm产线正在调试良率中，有望进一步打造成本性能优势。
- **公司也建设研发中心，研发存算一体化芯片、DTRNAND等前瞻性产品**，积极布局前沿技术，增强技术和产品的持续创新能力，丰富和拓展公司未来的产品结构。

图：东芯股份财务情况



资料来源：iFinD、中航证券研究所整理

图：东芯股份主要产品



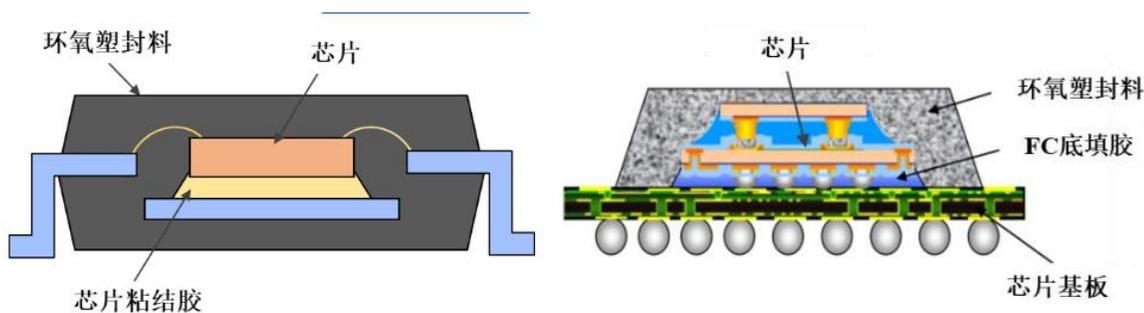
资料来源：公司官网、中航证券研究所整理

建议关注：高端半导体封测材料突围——华海诚科



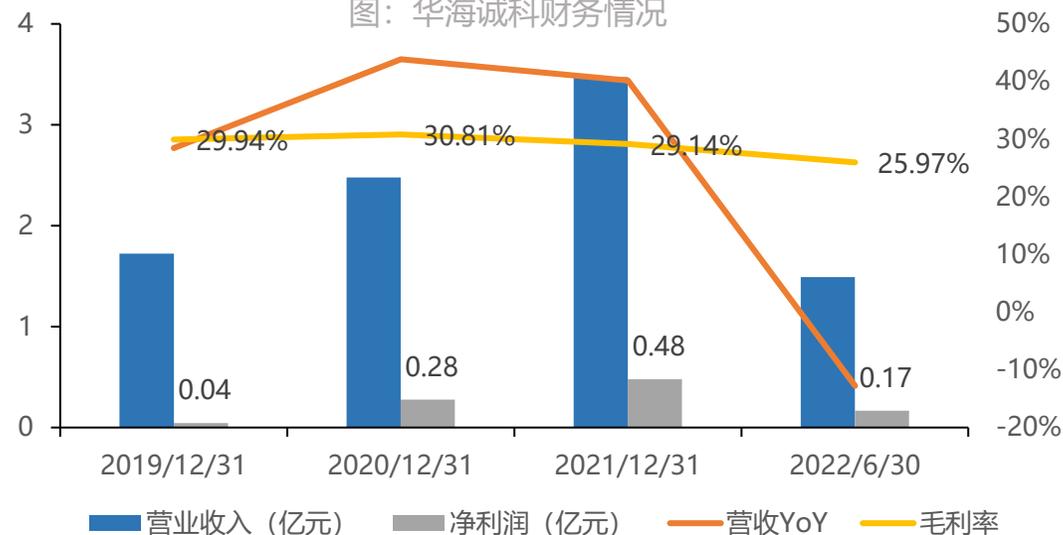
- **主营半导体封装材料，手握优质客户资源。**公司主要产品包括环氧塑封料等，广泛应用于半导体封装、板级组装等应用场景。其中，环氧塑封料应用于半导体封装工艺中的塑封环节，属于技术含量高、工艺难度大、知识密集型的产业环节，是保证芯片功能稳定实现的关键材料。公司产品专用性强，主要应用于半导体封装领域，报告期各期前五名客户华天科技、长电科技、扬杰科技、银河微电、重庆平伟、晶导微、虹扬科技均为全球和国内主要的半导体封装厂商。
- **高端产品突围，在先进封装领域持续取得突破。**公司积极布局先进封装领域，部分产品性能已达到或接近外资厂商的水平，并在客户验证环节取得了较大的突破。在先进封装领域，公司应用于QFN领域的EMG-700系列产品已通过通富微电、长电科技的认证，并已实现小批量生产与销售。同时，公司已针对系统级封装与晶圆级封装成功研发了液态塑封材料（LMC）、颗粒状环氧塑封料（GMC）、FC底填胶等产品，有望逐步打破外资厂商在先进封装用高端材料领域的垄断地位。

图：华海诚科主要产品环氧塑封料与电子胶黏剂应用场景



资料来源：公司招股书、中航证券研究所整理

图：华海诚科财务情况



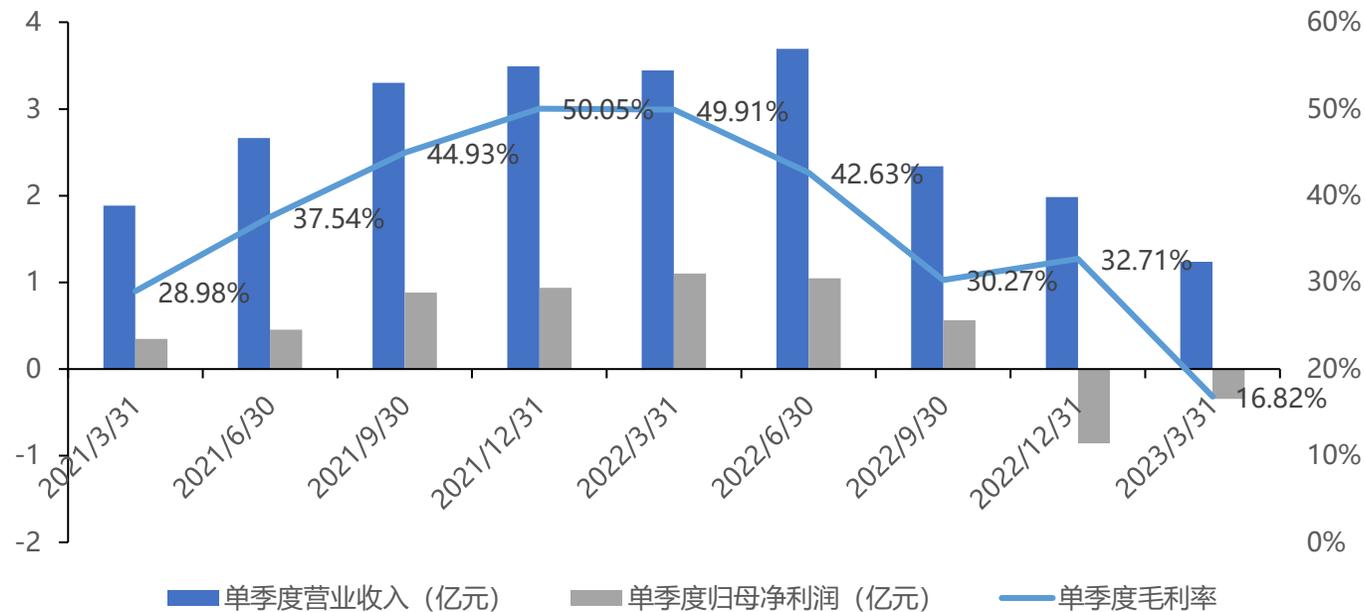
资料来源：iFinD、中航证券研究所整理

建议关注：SK海力士代理商，合作发力SSD业务——香农芯创



- SK海力士国内代理商，合作发力SSD业务。**公司主要从事电子元器件产品分销业务，第一大供应商为SK海力士，并获得了SK海力士、MTK、兆易创新的授权代理权，形成了代理原厂线优势。5月26日，公司公告与深圳大普微电子、江苏趣泉君海荣芯投资等合作方共同出资设立深圳市海普存储科技有限公司，注册资本1亿元，公司出资3500万元，并纳入合并报表。新公司拟开展SSD存储产品的设计、生产和销售业务，当前我国企业级SSD市场国产化率较低，而2022-2026年我国企业级SSD市场规模将以23.7%的年均复合增速成长，市场空间广阔。新公司的成立，助力打破技术垄断，推进企业级SSD国产替代进程。此外，投资方江苏趣泉君海荣芯投资的第一大股东为SK海力士（无锡）投资公司，利益共享或有技术赋能。

图：香农芯创财务情况



资料来源：iFinD、中航证券研究所整理

一、下行周期加速见底，H2行业拐点将至

二、存储行业激荡六十载，半导体中大宗商品

三、AI & 汽车电子发轫，新应用激发新动能

四、存力升级大势所趋，新兴技术应运而生

五、建议关注

六、风险提示

- **下游终端需求不及预期风险：** 智能手机、PC等消费电子终端需求复苏尚不明朗，工业、汽车等行业市场部分仍处于调整阶段；
- **行业竞争加剧风险：** 国内存储企业多数聚焦利基型市场，部分产品和服务趋于同质化，未来随着市场竞争进一步加剧，可能对公司盈利能力产生不利影响；
- **技术研发不及预期风险：** 集成电路设计行业技术升级和产品更新换代速度较快，未来若公司的技术升级迭代进度和成果不及预期，可能对公司业务发展造成不利影响；
- **美国科技制裁风险：** 国际经济及政治形式纷繁复杂，美国对我国半导体行业制裁持续升级，面临关键技术受到封锁风险等。



我们设定的上市公司投资评级如下：

买入：未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅10%以上。
持有：未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅-10%-10%之间
卖出：未来六个月的投资收益相对沪深300指数跌幅10%以上。

我们设定的行业投资评级如下：

增持：未来六个月行业增长水平高于同期沪深300指数。
中性：未来六个月行业增长水平与同期沪深300指数相若。
减持：未来六个月行业增长水平低于同期沪深300指数。

中航科技电子团队介绍：

首席：赵晓琨 SAC执业证书：S0640122030028
 十六年消费电子及通讯行业工作经验，曾在华为、阿里巴巴、摩托罗拉、富士康等多家国际级头部品牌终端企业，负责过研发、工程、供应链采购等多岗位工作。曾任职华为终端半导体芯片采购总监，阿里巴巴人工智能实验室供应链采购总监。

分析师：刘牧野 SAC执业证书：S0640522040001
 约翰霍普金斯大学机械系硕士，2022年1月加入中航证券。拥有高端制造、硬科技领域的投研经验，从事科技、电子行业研究。

研究助理 刘一楠 SAC执业证书：S0640122080006
 西南财经大学金融硕士，2022年7月加入中航证券，覆盖半导体设备、半导体材料板块。

团队成员 苏弘宇 SAC执业证书：S0640122040021
 俄亥俄州立大学金融数学学士，约翰霍普金斯大学金融学硕士。2022年加入中航证券。

分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，再次申明，本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

风险提示：投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

免责声明

本报告由中航证券有限公司（已具备中国证券监督管理委员会批准的证券投资咨询业务资格）制作。本报告并非针对意图送发或为任何就送发、发布、可得到或使用本报告而使中航证券有限公司及其关联公司违反当地的法律或法规或可致使中航证券受制于法律或法规的任何地区、国家或其它管辖区域的公民或居民。除非另有显示，否则此报告中的材料的版权属于中航证券。未经中航证券事先书面授权，不得更改或以任何方式发送、复印本报告的材料、内容或其复印本给予任何其他人。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

本报告所载的资料、工具及材料只提供给阁下作参考之用，并非作为或被视为出售或购买或认购证券或其他金融票据的邀请或向他人作出邀请。中航证券未有采取行动以确保于本报告中所指的证券适合个别的投资者。本报告的内容并不构成对任何人的投资建议，而中航证券不会因接受本报告而视他们为客户。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被中航证券认为可靠，但中航证券并不能担保其准确性或完整性。中航证券不对因使用本报告的材料而引致的损失负任何责任，除非该等损失因明确的法律或法规而引致。投资者不能仅依靠本报告以取代替行使独立判断。在不同时期，中航证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告仅反映报告撰写日分析师个人的不同设想、见解及分析方法。为免生疑，本报告所载的观点并不代表中航证券及关联公司的立场。

中航证券在法律许可的情况下可参与或投资本报告所提及的发行人的金融交易，向该等发行人提供服务或向他们要求给予生意，及或持有其证券或进行证券交易。中航证券于法律容许下可于发送材料前使用此报告中所载资料或意见或他们所依据的研究或分析。