



跨越带宽增长极限，HBM赋能AI新纪元

HBM专题报告

投资评级：推荐（维持）

报告日期：2024年06月28日

- 分析师：毛正
- SAC编号：S1050521120001
- 联系人：张璐
- SAC编号：S1050123120019

研究创造价值

AI时代存储新需求催生HBM，海内外供需缺口扩大蓝海广阔

随着人工智能的兴起，对高算力和带宽的需求推动了存储的发展。相较于传统的DRAM，HBM技术采用垂直堆叠DDR芯片与GPU封装实现高带宽、低延迟和低功耗，突破了传统内存的限制，适应AI时代的新需求。目前全球市场由海力士、三星和美光主导，中国厂商如武汉新芯、长鑫存储和华为也在积极推进HBM国产化，市场供需缺口仍持续扩大，DRAM涨价周期叠加AI驱动下，HBM价格预计继续上涨，市场规模预计在2024年达到约70亿美金。

TSV、混合键合、EMC占据产业链价值高地

HBM的生产涉及TSV、凸点制造、堆叠工序。其中，TSV是HBM生产流程中最核心的工艺，也是价值量占比最高的工艺环节；凸点制造将随着未来间距缩小走向混合键合，是HBM未来的发展趋势；EMC是海力士关键工艺MR-MUF的主要材料，在堆叠过程中提供保护、导热、绝缘等复合功能。目前国内厂商在三大关键环节正加速追赶，国产替代空间广阔。

给予HBM行业投资评级：推荐

HBM作为AI浪潮下必不可少的存储器件，供需缺口将推动HBM价值量持续攀升。TSV、混合键合、EMC三大关键工艺作为产业链价值占比较高且具有较好发展前景的环节，预计将率先受益。建议关注HBM相关设备：中微公司、拓荆科技、赛腾股份；HBM相关材料：雅克科技、联瑞新材、华海诚科；HBM封测：通富微电。

重点关注公司及盈利预测

公司代码	名称	2024-06-27 股价	EPS			PE			投资评级
			2023	2024E	2025E	2023	2024E	2025E	
002156.SZ	通富微电	22.07	0.11	0.59	0.74	200.64	37.41	29.82	增持
002409.SZ	雅克科技	62.47	1.22	2.08	2.81	45.77	30.02	22.25	未评级
603283.SH	赛腾股份	74.61	3.43	4.08	4.79	21.75	18.29	15.58	买入
688012.SH	中微公司	141.43	2.88	3.23	4.08	49.11	43.79	34.66	买入
688072.SH	拓荆科技	125.98	3.52	2.97	4.09	65.69	42.48	30.79	买入
688300.SH	联瑞新材	47.55	0.94	1.26	1.59	56.53	37.80	29.87	未评级
688535.SH	华海诚科	67.56	0.39	0.55	0.73	236.64	122.26	92.13	未评级

资料来源：Wind，华鑫证券研究（注：未评级公司盈利预测取自wind一致预期）

宏观经济增长不及预期的风险；

海外科技管制进一步加强的风险；

本土科技创新突破不及预期的风险；

下游需求恢复不及预期的风险；

行业景气度复苏不及预期的风险；

推荐标的业绩不及预期的风险。

目录

CONTENTS

- 1.存储紧随AI步伐，HBM应运而生
- 2.海内外需求缺口扩大，HBM量价齐升
- 3.三大关键工艺占据产业链价值高地
4. 相关标的

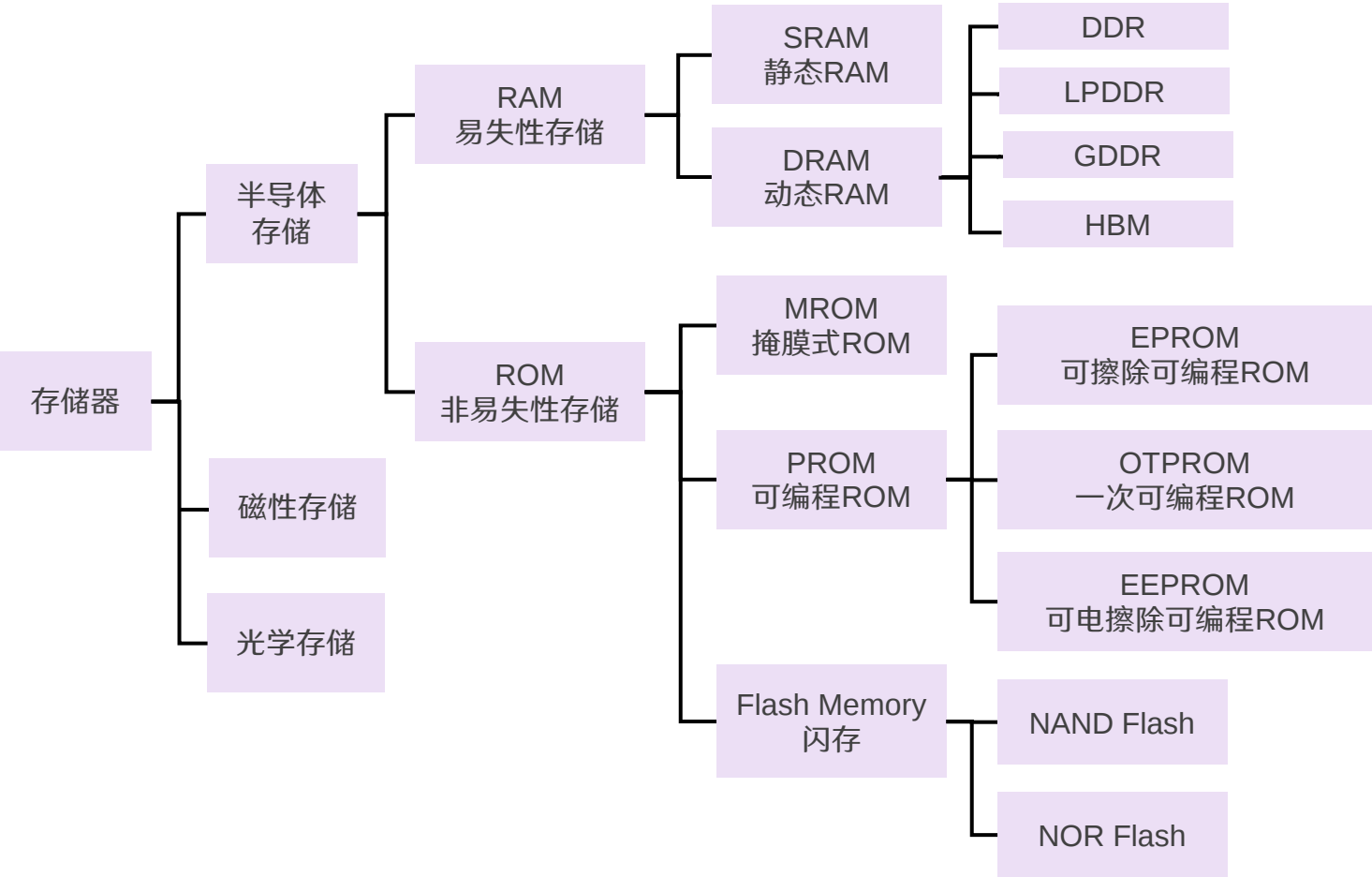
01 存储紧随AI步伐， HBM应运而生

研究创造价值

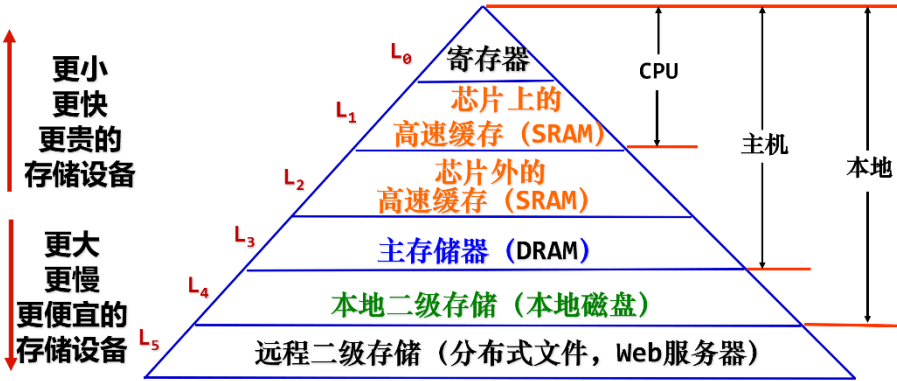
1.1 DRAM份额稳居存储市场第一

存储器是用来存储程序和数据的部件，对计算机来说，有了存储器，才能有记忆功能，才能保证正常工作。存储器的种类很多，按其介质的不同，将存储器分为光学存储、半导体存储和磁性存储三大类。

图表：存储器类别



图表：计算机系统典型存储器层级结构及其使用的存储技术



资料来源：CSDN，中国存储网，IT技术订阅，华鑫证券研究

1.1 DRAM份额稳居存储市场第一

半导体存储可分为**易失性存储芯片（RAM）**和**非易失性存储芯片（ROM）**。其中，易失性存储主要以SRAM（静态随机存储器）和DRAM（动态随机存储器）为主。非易失性存储从早期的ROM（PROM、EPROM、EEPROM）到闪存（NOR Flash和NAND Flash）。

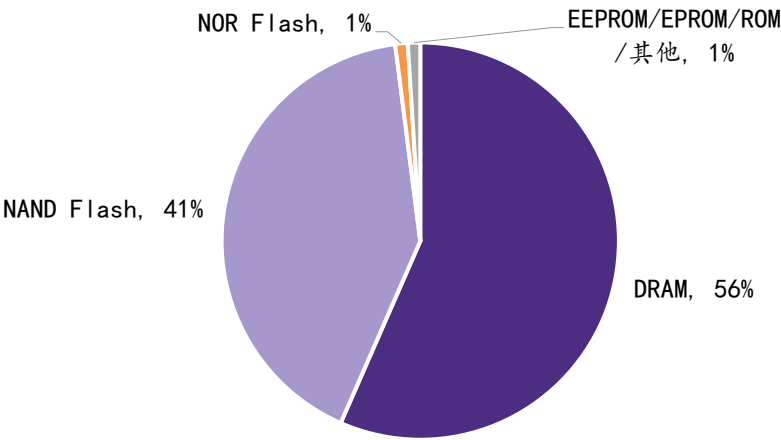
根据传输速度、容量、数据可擦除性等关键参数，不同存储器拥有各自适用的领域，以计算机系统中的应用来看：SRAM速度够快，通常作为中央处理器（CPU）的缓存使用，**DRAM价格低廉、容量大，通常用作内存**，NAND Flash用于大数据存储，NOR Flash通常用于代码存储。

在存储行业产品的市场占有率方面，DRAM以超过50%的份额稳居第一，紧随其后的是NAND，占比约为41%。NOR则保持稳定，维持着约1%左右的市场份额，其他产品如EEPROM等则占据约1%的市场份额。

图表：四大存储类型对比

类型	SRAM	DRAM	NAND闪存	NOR闪存
非易失性	不支持	不支持	支持	支持
每GB单价	高	低	非常低	低
读取速度	极快	快	慢	快
写入速度	极快	快	慢	慢
最小写入单位	字节	字节	页	字节
最小读取单位	字节	页	页	字节
性能	高	高	中	中
适用	CPU缓存	内存	大数据存储	代码存储

图表：2021年存储细分市场结构



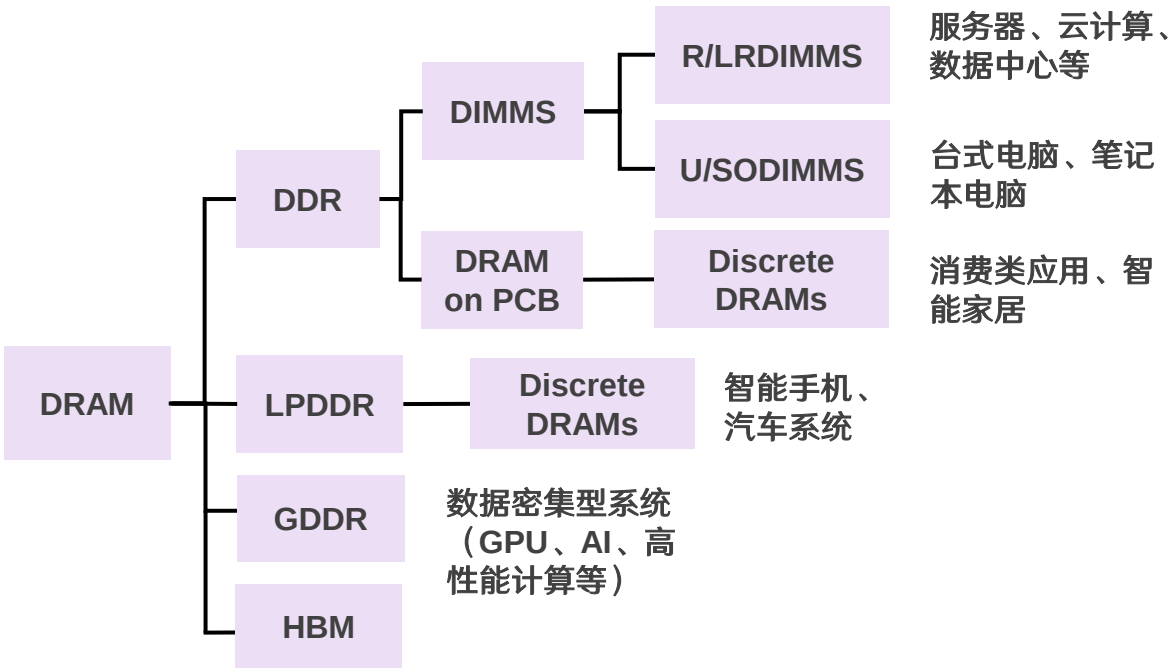
资料来源：头豹研究院， Statista， 华鑫证券研究

1.2 GDDR、HBM适用于高性能计算

在HBM出现之前，DRAM按照产品分类主要分为DDR、LPDDR和GDDR。其中DDR适用于计算机、服务器和其他高性能计算设备等领域；LPDDR适合移动设备和嵌入式系统等需要长时间使用的场景，如手机、平板、穿戴等；GDDR是为了设计高端显卡而特别设计的高性能DDR存储器规格，它比主内存中使用的普通DDR存储器时钟频率更高，发热量更小，所以更适合搭配高端显示芯片。

图表：DDR、GDDR、LPDDR主要区别对比

图表：JEDEC（固态技术协会）定义三类 DRAM 标准



DRAM类型	释义	应用场景	特点	发展路线	演进代数
DDR	/	电脑平台内存规范（PC）	高带宽，低延时	1.标准基础 2.通过提升核心频率来提升性能	DDR/DDR2/DDR3/DDR4/DDR5
GDDR	G: Graphics（图像）	显存规范，主要用于显卡	高带宽，高延时	侧重于数据位宽，远超同期DDR的运行频率	GDDR/GDDR2/GDDR3/GDDR4/GDDR5/GDDR6
LPDDR	LP: Low Power（低功耗）	移动平台内存规范，主要应用于手机、平台、穿戴等	低功耗，小体积	1.四代之前是基于同代DDR发展 2.四代之后，基于应用端独自发展，通过提高Prefetch预读取位数来提升性能	LPDDR/LPDDR2/LPDDR3/LPDDR4(LPDDR4X)/LPDDR5(LPDDR5X)

资料来源：启威测实验室，存储芯，华鑫证券研究

1.3 AI时代新需求，HBM应运而生

图表：GDDR走向HBM

随着人工智能技术的快速发展，传统的GDDR内存逐渐达到其技术发展的瓶颈。

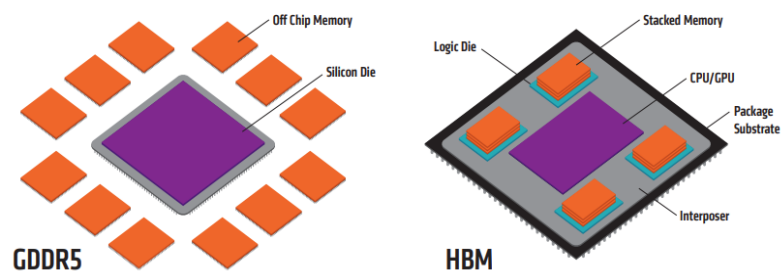
1) **GDDR5无法跟上GPU性能发展**：AI训练的参数数量每两年增长410倍，而单GPU内存仅以每两年2倍的速度增长；硬件的峰值计算能力20年中提升了60,000倍，但DRAM带宽的增长却仅提高了100倍，互连带宽只提升了30倍。内存难以跟上AI硬件的计算速度，限制了AI芯片性能发挥，形成了“内存墙”；

2) **GDDR5限制了外形尺寸**：为实现高带宽，越来越多的GDDR5和电路要集成在一起会限制产品的尺寸；

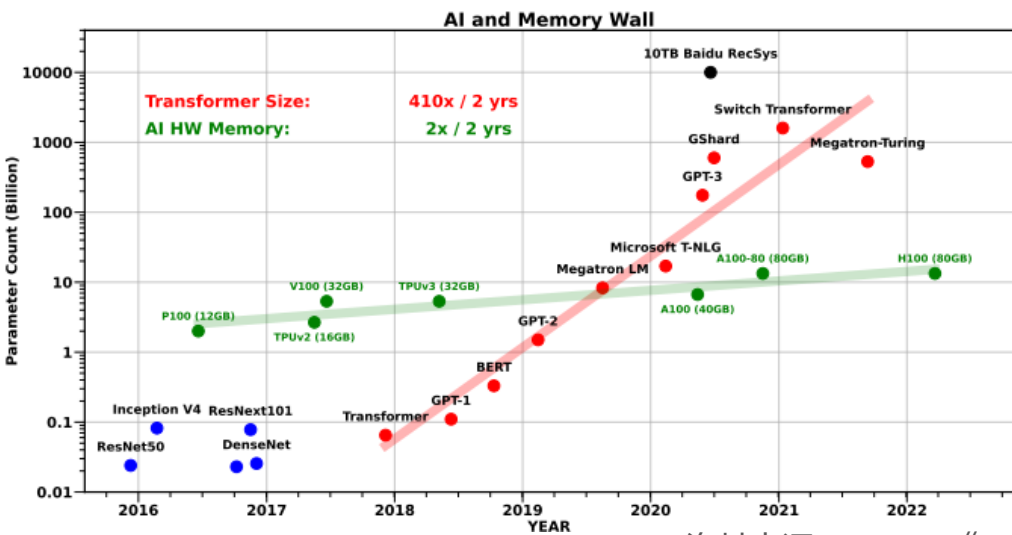
3) **片上集成并非万能**：片上集成的兼容和可拓展性受到限制。

HBM的出现克服传统GDDR在带宽上的局限，并突破内存墙的限制，以适应AI时代对高算力和高带宽内存的需求。

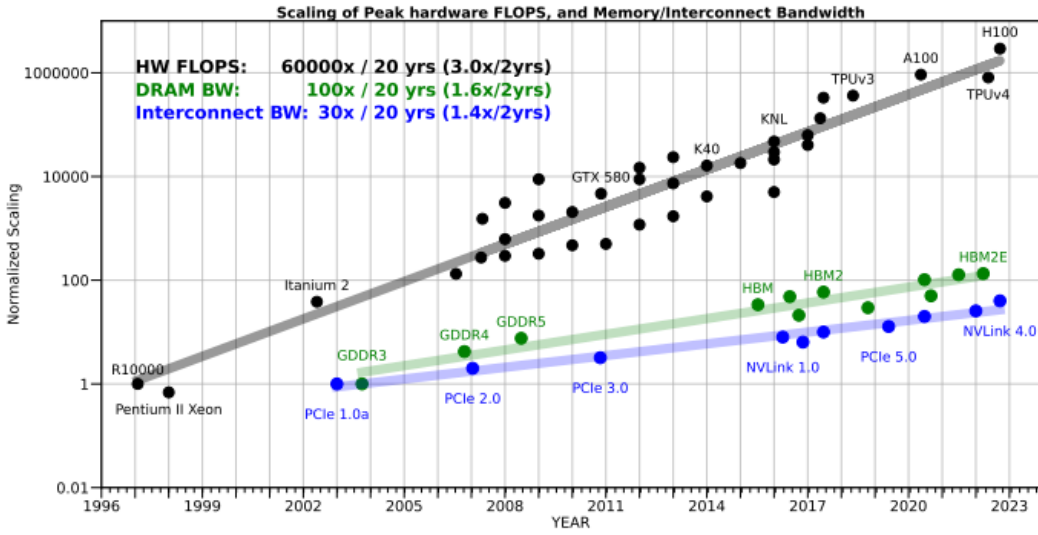
HBM vs GDDR5:
HBM shortens your information commute



图表：内存容量的增长远小于大模型参数数量的增长



图表：DRAM带宽、互连带宽的增长远小于硬件计算能力的增长



资料来源：AMD，《AI and Memory Wall》，华鑫证券研究

02 海内外需求缺口扩大， HBM 量价齐升

研究创造价值

2.1 HBM实现高带宽、低延迟和低功耗

HBM全称为High Bandwidth Memory，即**高带宽内存**，它将多个DDR芯片垂直堆叠在一起后和GPU封装在一起。与传统的DRAM相比，它确保了更多的I/O（Input/Output，输入/输出）通道，一次可以传输大量的数据，在较小的物理空间内实现**高带宽、低延迟和低功耗**，从而成为数据中心等应用场景的新一代内存解决方案。

- 高带宽：增加存储堆栈的数量和位宽，以及提升数据传输速率，实现了高带宽。
- 低延迟：缩短存储器和逻辑芯片之间的距离，以及采用并行访问模式，实现了低延迟。
- 低功耗：降低工作电压，以及减少信号线的数量和长度，实现了低功耗。

HBM自问世以来，其参数经过了几代的演进与优化。每一代HBM产品的推出都比上一代有几倍的性能提升。**目前HBM已经来到了HBM3E量产的节点，下一步将朝着HBM4进发。**

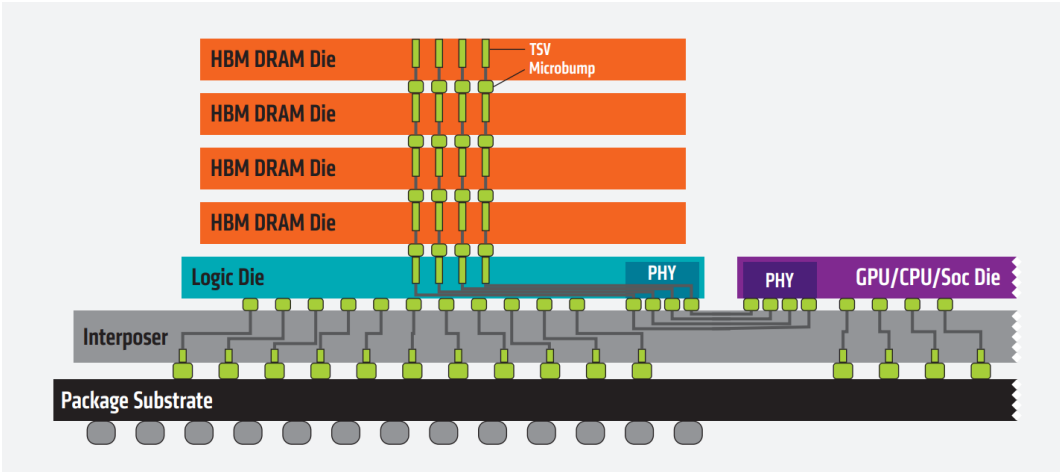
图表：HBM各代参数对比

代际	推出时间	量产时间	芯片密度	带宽	可堆叠高度	容量
HBM1	2014	2015	2Gb	128GB/s	4Hi	1GB
HBM2	2015	2016	8Gb	307GB/s	4Hi/8Hi	4GB/8GB
HBM2E	2019	2020	16Gb	460GB/s	4Hi/8Hi	8GB/16GB
HBM3	2021	2022	16Gb	819GB/s	8Hi/12Hi	16GB/24GB
HBM3E	2023	2024	24Gb	1.1TB/s	8Hi/12Hi	24GB/36GB
HBM4	2025	2025	24Gb	2.0TB/s	12Hi/16Hi	36GB/48GB

与GDDR5相比，HBM：

显存位宽是GDDR5的四倍，达到了1024-bit；时钟频率为500MHz，远远小于GDDR5的1750MHz；显存带宽大于100GB/s，而GDDR5的一颗芯片为25GB/s；数据传输速率远高于GDDR5；芯片面积是GDDR5的1/3。

图表：HBM 架构

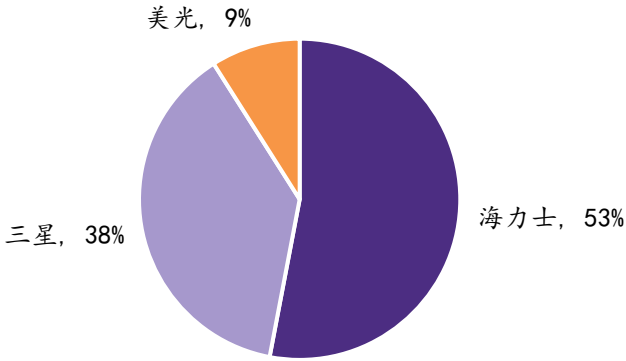


资料来源：Goldman Sachs，AMD，华鑫证券研究

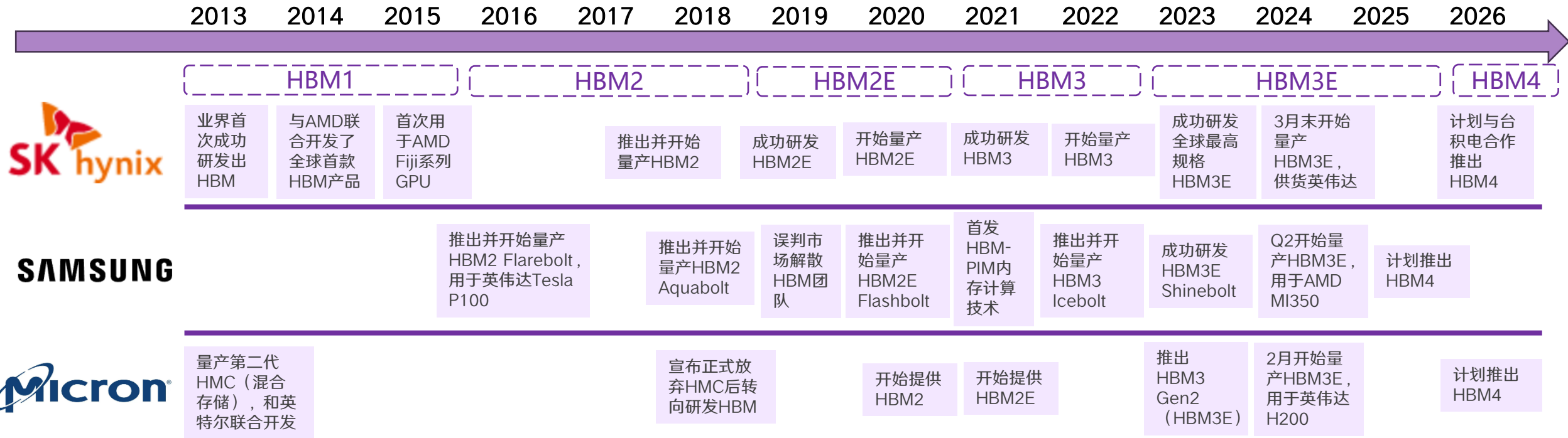
2.2 海外三大存储原厂三分HBM天下

全球HBM市场长久以来都由三大存储原厂牢牢占据龙头地位。根据高盛的数据，2023年HBM市场的竞争格局中，海力士约占54%，三星占41%，美光占5%。海力士目前占据市场主导地位，三星紧随其后追击，而美光虽然目前市场份额较小，但正在积极扩大产能和技术。由于HBM3E产能不足，三大巨头或都进入英伟达供应链，目前美光抢先获得英伟达H200订单，海力士也开始量产供货英伟达，三星已通过AMD MI350的验证，英伟达方面的验证时间稍晚于其他两家。

图表：2023年全球HBM市场份额



图表：海力士、三星、美光的HBM产品路线图



资料来源：芯智讯，SK海力士，半导体行业观察，快科技，三星，IT之家，IC Times，超能网，半导体产业纵横，华尔街见闻，华鑫证券研究

2.3 国内HBM初起步，三大巨头推进产线建设

国内DRAM市场大部分份额仍然被三星、海力士和美光等占据，还有部分台湾厂商南亚科技、华邦电子等角逐市场份额，国内厂商的市场份额相对较小，主要DRAM厂商有兆易创新、北京君正、东芯股份、长鑫存储、紫光国微、福建晋华等。

国内HBM国产化刚刚起步，存储巨头加速推进。国内存储厂商武汉新芯和长鑫存储正处于HBM制造的早期阶段，主要是为了应对未来人工智能（AI）和高性能计算（HPC）领域的应用需求。其中武汉新芯正在针对HBM建造月产能3000片晶圆的12英寸工厂，长鑫存储则与封装和测试厂通富微电合作开发了HBM样品，并向潜在的客户展示。

图表：中国主要存储芯片企业布局情况

企业名称	布局情况
兆易创新	存储器方面，公司为大陆存储芯片龙头生产商，产品线NOR+NAND+DRAM全覆盖，其中Nor全球第三、大陆第一。此外，兆易创新是国内MCU龙头。
北京君正	车载存储龙头生产商之一，有高速低功耗SRAM，低中密度DRAM，NOR/NAND Flash，嵌入式Flash pFusion，及eMMC等芯片产品。其收购的北京矽成（控股美国ISSI存储）在汽车DRAM领域，美光占据45%居全球第一，北京矽成占据15%居全球第二。
东芯股份	作为Fabless芯片企业，拥有独立自主的知识产权，聚焦于中小容量NAND/NOR/DRAM芯片的研发、设计和销售，是目前国内少数可以同时提供NAND/NOR/DRAM设计工艺和产品方案的存储芯片研发设计公司。
长鑫存储（未上市）	一体化存储器制造商，公司专业从事动态随机存取芯片的设计、研发、生产和销售，目前已建成12英寸晶圆厂并投产。DRAM产品广泛应用于移动终端、电脑、服务器、虚拟现实和物联网等领域。
紫光国微	公司存储器芯片业务由参股子公司紫光国芯承担。紫光国芯主要从事存储器设计开发、自由品牌存储器芯片产品销售，以及集成电路设计开发、测试服务，建设了完整先进的DRAM存储器测试分析工程中心，同时拥有世界主流动态随机存储器和闪存存储器设计开发技术和经验。
福建晋华（未上市）	公司在福建省晋江市建设12存内存晶圆厂生产线，开发先进存储器技术和制程工艺，并开展相关产品的制造和销售。

除存储大厂以外，华为也准备建立其内部HBM供应链。据The Information报道，华为已开始将其重点转移到有吸引力的HBM市场。该联盟现在与从事存储器业务的公司合作。HBM在AI市场的动态中发挥着至关重要的作用，特别是在制造AI加速器时，HBM在中国的供应受到更大幅度的限制下，建立HBM内部生产链将有利提振未来国内AI能力。

资料来源：中商产业研究，东芯半导体，爱企查，华鑫证券研究

2.4 AI需求强劲驱动，HBM量价齐升

AI和高性能计算（HPC）领域的需求是HBM增长的主要驱动力。HBM显著的高速、高带宽和低功耗特性使得它在AI和高性能计算领域中具有广泛的应用前景。AI服务器主流GPU如H100、A100、A800以及AMD MI250、MI250X等基本都配备了HBM。后续推出的王牌产品也持续升级HBM最新迭代版本，对HBM需求居高不下。

全球各大科技巨头都在竞购HBM，AI浪潮下HBM市场规模将快速增长。根据腾讯科技的测算，2024年全年，全球经由CoWoS封装的GPU产品，产能约为900万颗。按照单颗GPU逻辑芯片搭配6颗HBM内存颗粒的标准计算（部分搭配8颗HBM），全球2024年的GPU，对HBM内存的需求就在5400万颗以上（12层为主）。TrendForce预估2023年全球HBM需求量将年增近60%，2024年将再成长30%。

图表：2023-2025年英伟达、AMD产品计划

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

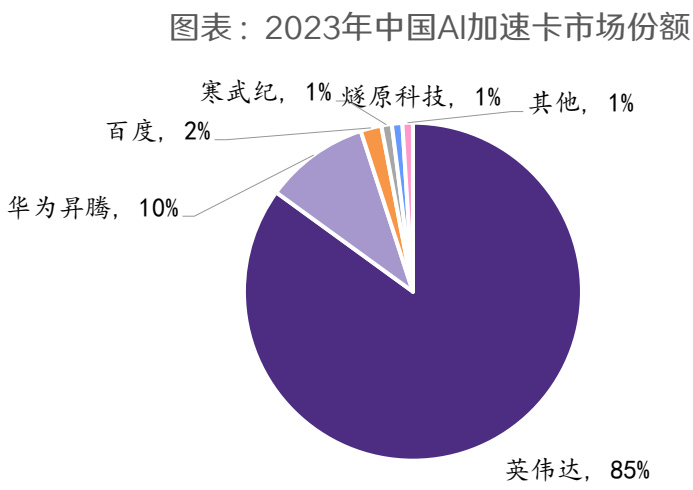
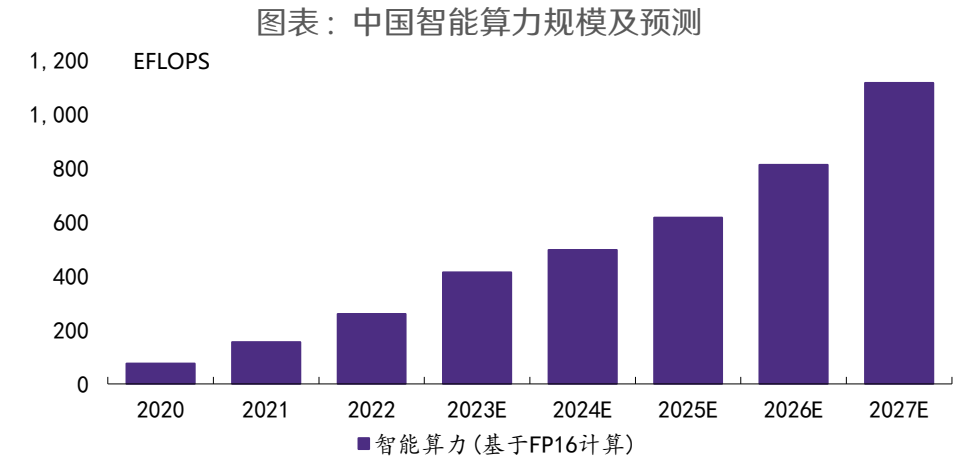
资料来源：集邦咨询，华鑫证券研究

AI爆发带动HBM增长的核心点：1) AI服务器催化HBM需求爆发：据美光公司测算，相较于传统服务器，AI服务器中的DRAM需求量提升了8倍；2) 单个GPU的HBM数量增加：例如英伟达的H100用6个HBM，B100则用到8个HBM；3) HBM升级迭代，堆叠层数以及容量均有增加：例如B100采用的HBM3E有8层堆叠，单个容量达到24GB，B200使用12层堆叠HBM，容量达到36GB。

2.4 AI需求强劲驱动，HBM量价齐升

中国企业陆续推出AI大模型，国内HBM打开成长空间。据统计，自3月16日百度率先公布“文心一言”以来，国内已有超过30项大模型产品亮相。AI大语言模型趋势带来的HBM需求高峰使得HBM供不应求。《2023-2024中国人工智能计算力发展评估报告》指出，中国AI算力市场规模正在快速成长扩大，2023年中国AI服务器市场规模将达91亿美元，同比增长82.5%；智能算力规模预计达到414.1EFLOPS（每秒百亿亿次浮点运算），同比增长59.3%；2022-2027年期间，年复合增长率预计达33.9%。

国内HBM存在供需缺口，国产替代从0到1。随着美国将限制HBM芯片对华出口，这种情况叠加HBM供不应求使得国内厂商购买到HBM的可能性大大下降，企业将转向国内HBM厂商，未来中国HBM市场空间广阔。根据IDC的数据，2022年上半年到2023年上半年，中国AI加速卡出货约109万张，英伟达市场份额为85%，华为市占率为10%，百度市占率为2%、寒武纪和燧原科技均为1%。随着国内HBM从0到1实现突破后，市占约15%的国产算力芯片厂商将会逐步切换为国产HBM，替代空间广阔。

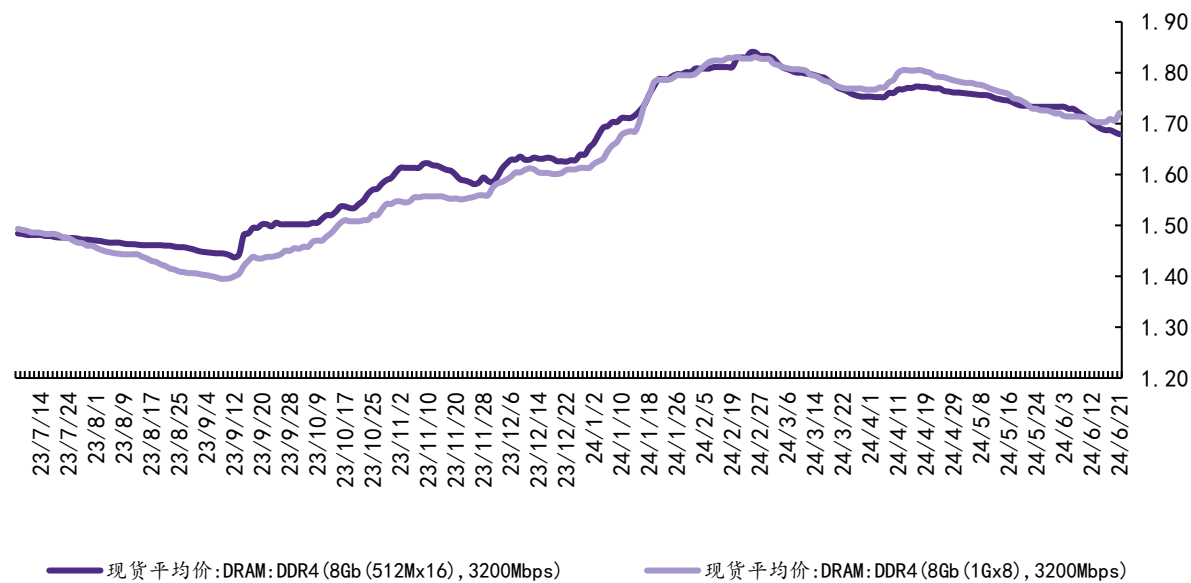


资料来源：《2023-2024中国人工智能计算力发展评估报告》，IDC，快科技，华鑫证券研究

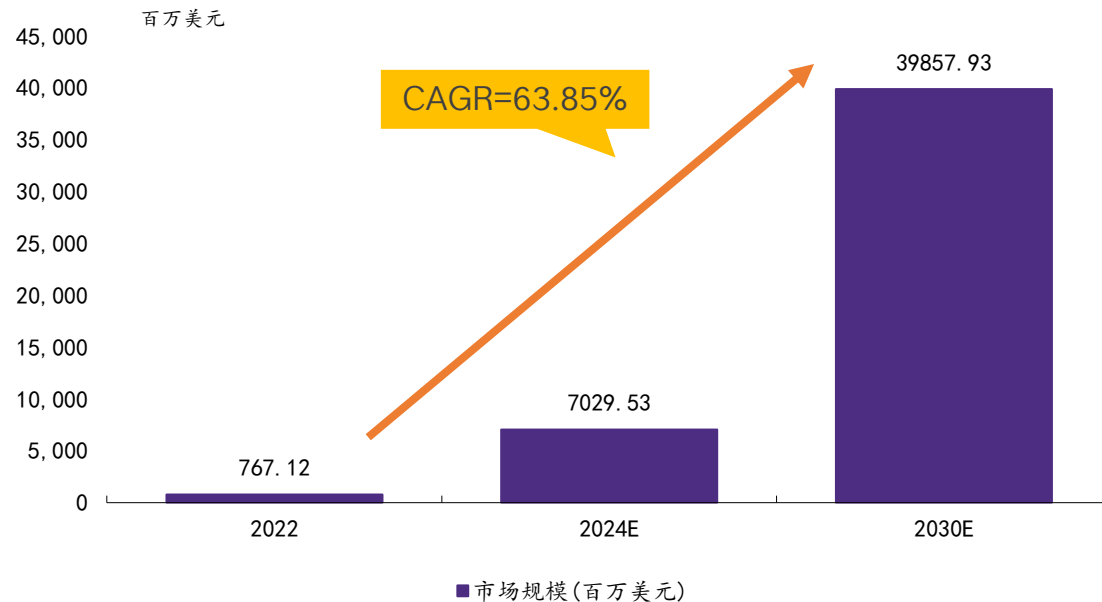
2.4 AI需求强劲驱动，HBM量价齐升

DRAM价格进入涨价周期，HBM附加值水涨船高。 DRAM市场经历了2022年平均销售单价的下滑后，三星在2023年Q4大幅减产，库存压力改善后DRAM出货拉升带动价格从2023年9月中旬开始持续上涨，2024年Q1投片量开始回升，产能利用率达到80%左右，下半年是旺季，需求预期将较上半年明显增加，产能会持续提升至Q4。而HBM此前受ChatGPT的拉动同时受限产能不足，HBM价格一路上涨，与性能最高的DRAM相比，HBM3的价格上涨了五倍，预计2024年HBM价格还会再上涨5-10%。HBM呈现量价齐升的态势，SEMI预计2024年市场规模达70亿美元，2030年达400亿美元，2022-2030年CAGR达63.85%。

图表：DRAM价格示意图



图表：2022-2030年HBM市场规模



资料来源：Wind，SEMI，华鑫证券研究

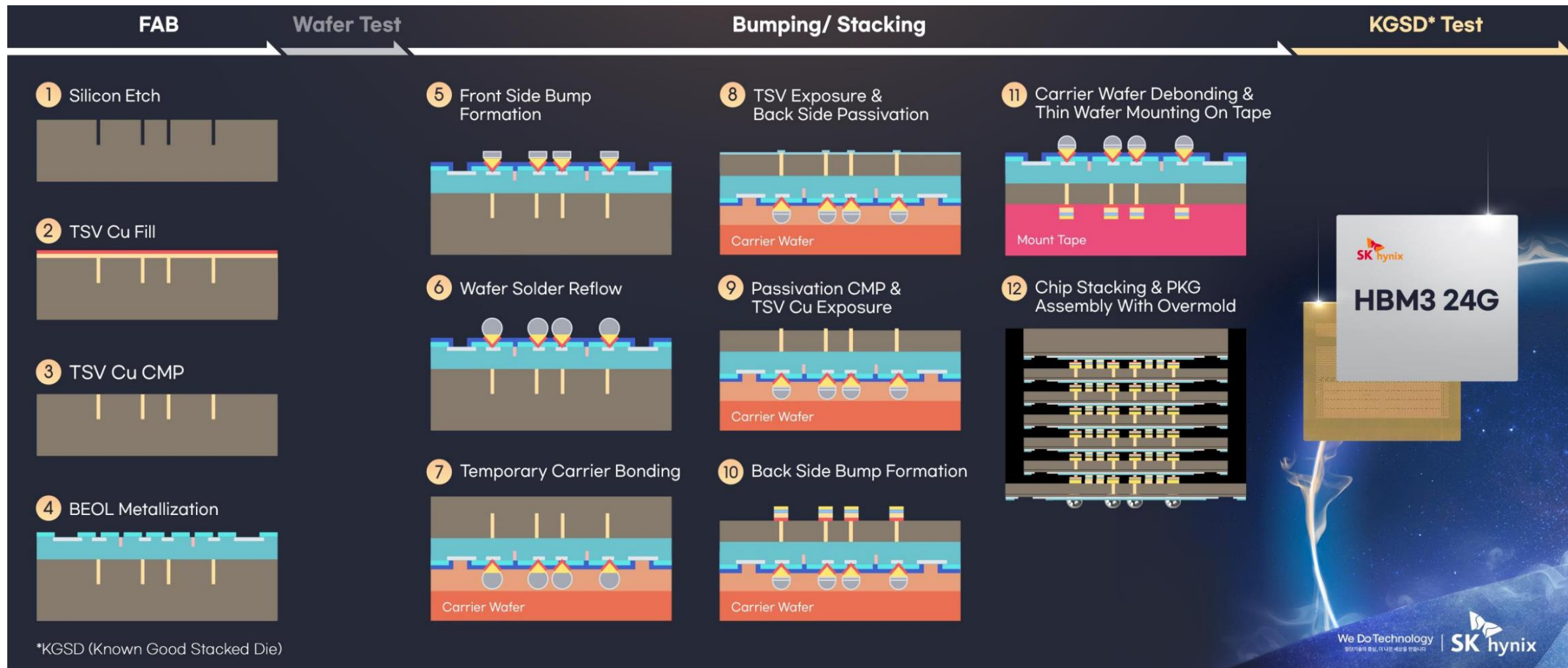
03 三大关键工艺占据 产业链价值高地

研究创造价值

3.1 HBM关键工艺涉及TSV、凸点制造、堆叠

HBM的制造流程主要分为四步，其中涉及TSV（硅通孔）、Bumping（凸点制造）、Stacking（堆叠）三大关键工序。

图表：HBM制造流程示意图



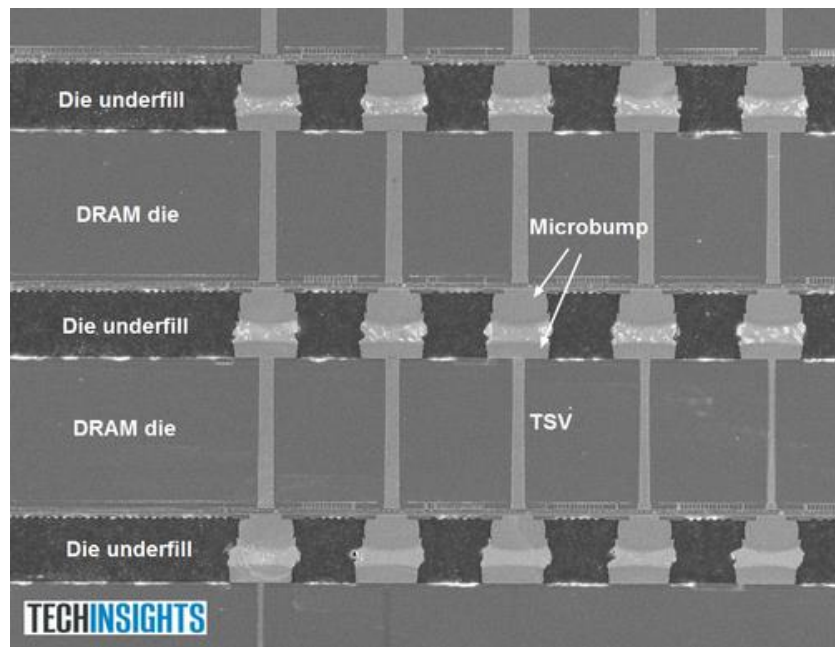
资料来源：SK海力士，华鑫证券研究

3.2 TSV：刻蚀成本近一半

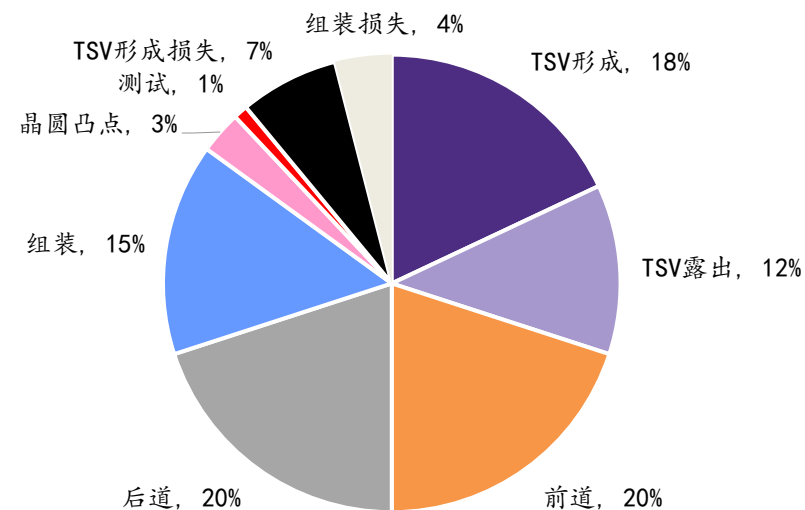
TSV是HBM生产流程中最核心的工艺。TSV（Through Silicon Via）为硅通孔技术，是通过在芯片和芯片之间、晶圆和晶圆之间制作垂直导通，实现芯片之间互连的技术。TSV技术允许在硅晶圆内部创建垂直互连，这是实现多层DRAM芯片堆叠的基础。它通过垂直互连减小互连长度，减小信号延迟，降低电容、电感，实现芯片间的低功耗、高速通讯，增加带宽和实现器件集成的小型化。

TSV也是价值量占比最高的环节。以4颗5mmx7mm的存储芯片堆叠在一颗逻辑芯片上的HBM结构为例，假设薄晶圆处理良率和TSV形成的良率为98%，TSV工艺的成本约占整体封装成本的30%，是其中占比最大的环节。

图表：TSV示意图



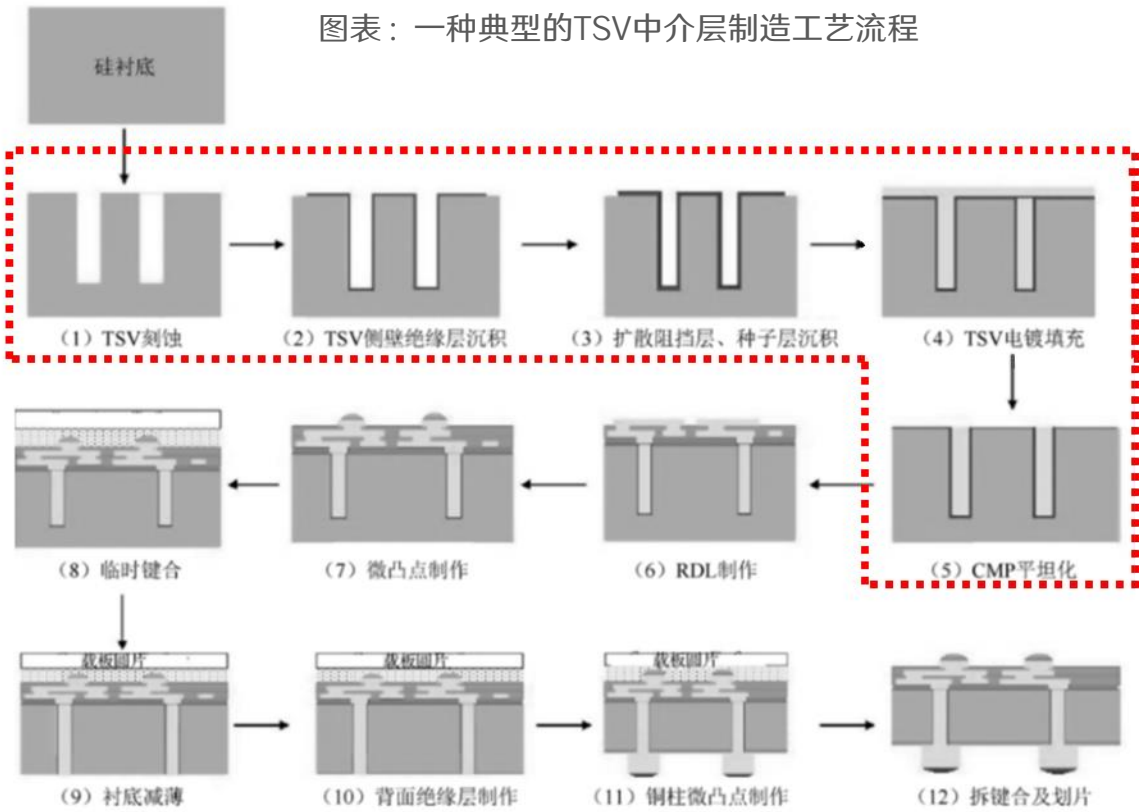
图表：3D封装成本占比



资料来源：Techinsights，3DInCites，华鑫证券研究

3.2 TSV：刻蚀成本近一半

TSV制造的主要工艺流程依次为：深反应离子刻蚀（DRIE）法形成通孔；使用化学气相沉积的方法沉积制作绝缘层、使用物理气相沉积的方法沉积制作阻挡层和种子层；选择一种电镀方法在盲孔中进行铜填充；使用化学和机械抛光（CMP）法去除多余的铜。而一旦完成了铜填充，则需要对晶圆进行减薄；最后是进行晶圆键合。对应TSV生产流程，会涉及到深孔刻蚀、PVD、CVD、铜填充、CMP等设备和电子特气、靶材、前驱体、电镀液、添加剂、抛光液、抛光垫等材料。我国先进封装设备国产化率整体低于15%，TSV深硅刻蚀、TSV电镀设备、薄膜沉积等制程设备几乎都进口自海外。



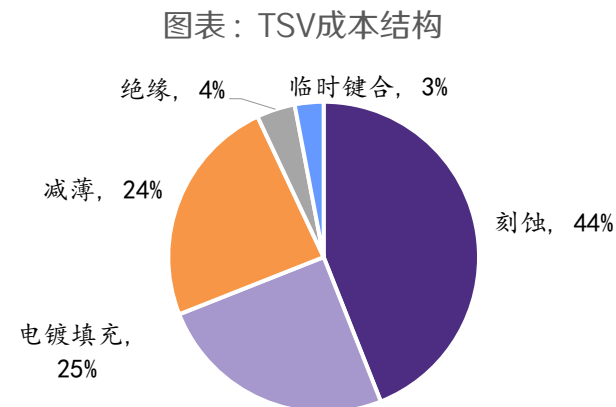
图表：TSV工艺设备与材料

步骤	工艺	作用	设备	设备标的	材料	材料标的
TSV刻蚀	深孔刻蚀	使用深反应离子刻蚀（DRIE）法形成通孔，保证 TSV 通孔垂直度	深孔刻蚀设备	北方华创 中微公司	电子特气	华特气体 金宏气体
TSV侧壁绝缘层沉积	CVD	绝缘层用于实现硅衬底与孔内传输通道的绝缘，防止 TSV通孔之间漏电和串扰	CVD设备	拓荆科技	前驱体	雅克科技
扩散阻挡层、种子层沉积	PVD	防止铜原子在温度 400℃下的退火过程的 TSV 中扩散	PVD设备	拓荆科技	靶材	江丰电子 有研新材
TSV电镀填充	铜填充	穿透硅基片形成电导通	电镀填充设备	盛美上海	电镀液、添加剂	上海新阳 强力新材
CMP平坦化	化学机械抛光	对晶圆减薄抛光以露出硅孔底部的铜	减薄抛光设备	华海清科	抛光液、抛光垫	鼎龙股份 安集科技

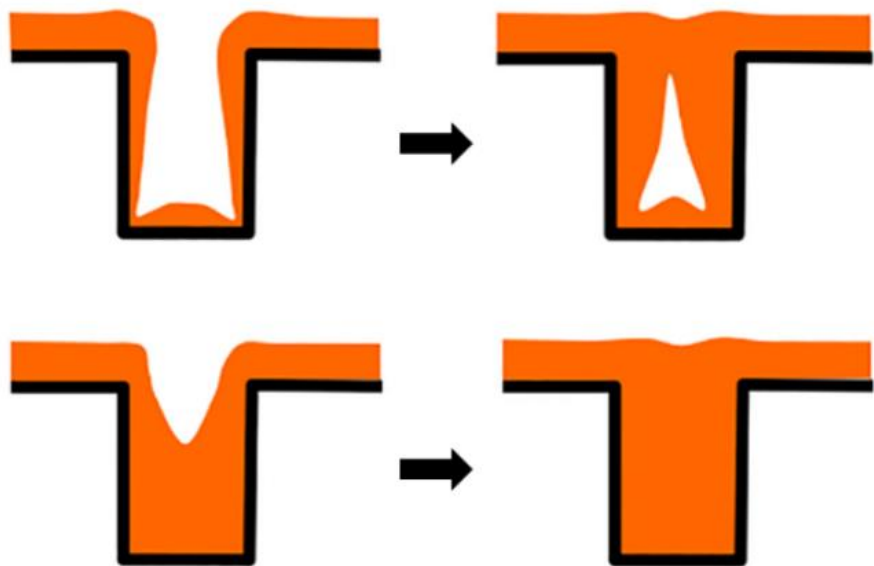
资料来源：半导体材料与工艺，《TSV关键工艺设备特点及国产化展望》，中科大微纳研究与创造中心，今日光电，《三维集成中的TSV技术》，江西国材科技，上海交通大学，立鼎产业研究院，华鑫证券研究

3.2 TSV：刻蚀成本近一半

其中，TSV刻蚀在TSV成本中占比最大，达44%。TSV刻蚀将形成高深宽比的盲孔结构，其形貌、尺寸甚至侧壁粗糙程度都将对后续工艺产生影响。为达到超高深宽比刻蚀（>40:1），目前大都采用干法深反应离子刻蚀（DRIE）中的Bosch工艺进行制备。目前国外主流深硅刻蚀设备主要由美国应用材料、泛林半导体等设备厂商控制。近年来，国内设备厂商实现突破，中微公司（可达到>60:1）、北方华创等推出的等离子刻蚀机，均可实现高深宽比刻蚀，满足绝大多数生产工艺需求。



图表：普通电镀铜和TSV电镀铜的区别



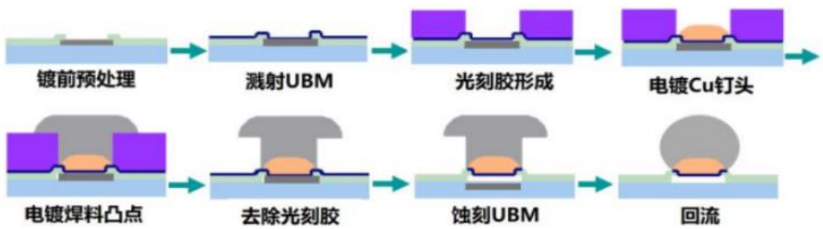
TSV电镀填充是整个TSV工艺里最核心、难度最大的工艺，约占25%成本。TSV电镀填充技术难度较大，会直接影响电学性能和可靠性。当采用普通电镀填充方法来填充深孔时，由于沉积速率的原因，会在填充过程中形成空隙，实现无孔洞化和均匀化填充已经成为制约TSV发展的“瓶颈”问题。而TSV电镀填充，需要在电流密度和热处理温度、电镀时间、添加剂等的协同作用下，铜在顶部的沉积速率低于底部沉积速率，实现无缺陷的自下而上填充。目前电镀设备的主要供应商包括安美特、东京电子、Ebara等。电镀液的供应商包括陶氏、安美特等。国产替代空间广阔。

资料来源：IME，立鼎产业研究院，上海交通大学，华鑫证券研究

3.3 凸点制造：走向混合键合

Bumping（凸点制造）是在芯片上制作凸点，通过在芯片表面制作金属凸点提供芯片电气互连的“点”接口，广泛应用于FC、WLP、CSP、3D等先进封装。该工序需要先整体形成UBM层并用作电镀的导电层，然后再用光刻胶保护不需要电镀的地方。一旦电镀形成了厚的凸点后，再除去光刻胶并刻蚀不需要的UBM，然后经回流形成凸点阵列。

图表：电镀凸点的形成工艺

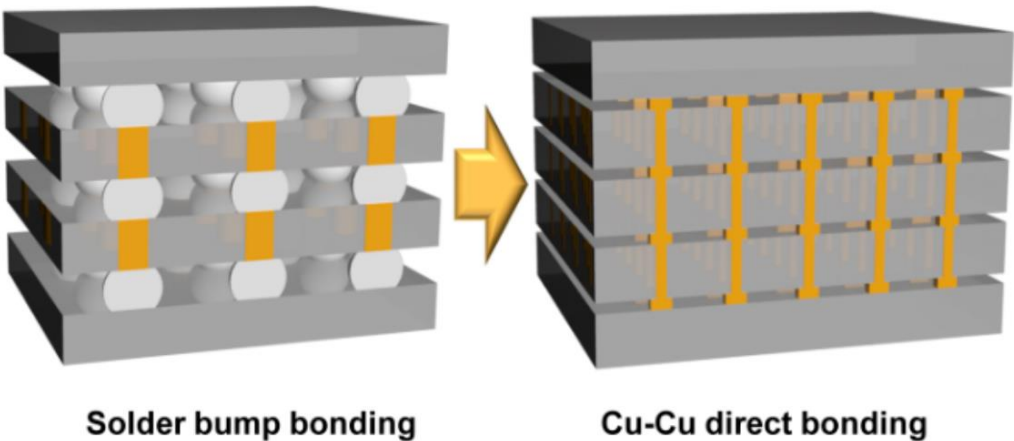


图表：Bumping工艺设备与材料

步骤	作用	设备	设备标的	材料	材料标的
溅射UBM	增强晶圆粘合性；可在电镀过程中提供电子的载流层；具有焊料润湿性，并可阻止镀层和金属之间形成化合物	PVD设备	北方华创	靶材	江丰电子 有研新材
光刻胶形成	用光刻胶保护不需要电镀的地方	涂胶显影设备、 光刻机	芯源微 上海微电子 (未上市)	光刻胶	上海新阳 彤程新材
电镀	形成用于键合的金属层	电镀设备	盛美上海	电镀液	上海新阳 强力新材
去除光刻胶	清除因溅射形成的多余金属薄膜	去胶设备	芯源微 盛美上海	剥离液	江化微 奥首材料
蚀刻UBM	刻蚀不需要的UBM	刻蚀设备	北方华创 中微公司	电子特气	华特气体 金宏气体
回流	形成凸点阵列	回流焊设备	芯碁微装	/	/

凸点间距推进至10μm以下，走向混合键合（Hybrid Bonding）。凸点间距越小，意味着凸点密度增大，封装集成度越高，难度越来越大。目前凸点间距最小达40μm；当间距<40μm时，采用基于热压键合（TCB）的连接技术；但当走向更小的凸点间距（10μm以下）时，混合键合以细间距（<1-20μm）形成直接Cu-Cu键合，是最有竞争力的互联方法，未来将广泛替代微凸点和铜柱凸点。

图表：TSV+凸点键合 vs Cu-Cu混合键合

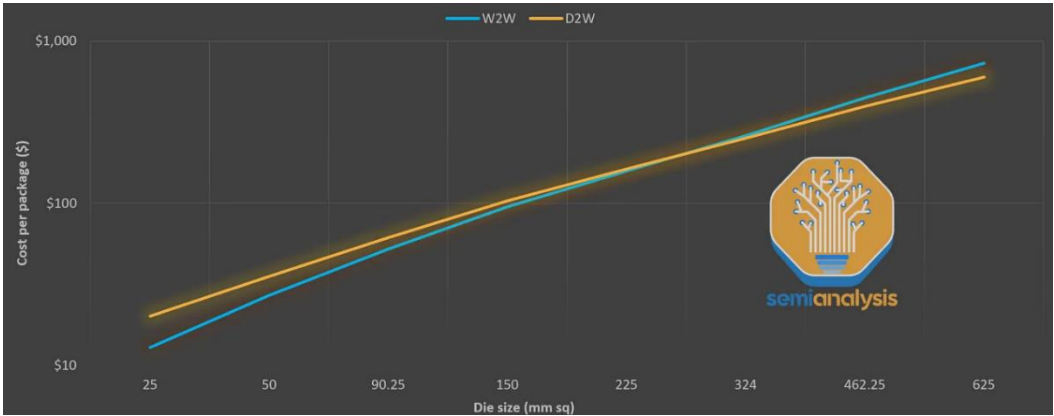


资料来源：先艺电子，海力士，Rlab，未来半导体，华鑫证券研究

3.3 凸点制造：走向混合键合

混合键合（Hybrid Bonding），是指将介电键合 (SiOx) 与嵌入式金属 (Cu) 结合起来形成互连形成电介质-电介质和金属-金属键。键合界面之间没有使用额外的粘合剂或材料。混合键合有两种类型：一种是晶圆到晶圆（Wafer-to-Wafer：W2W）键合，两个制造好的晶圆直接键合在一起，它提供更高的对准精度、吞吐量和键合良率，目前绝大多数混合键合都是通过W2W完成的；另一种是芯片到晶圆（Die-to-Wafer：D2W）键合，它将芯片单独放置在晶圆上，它能够键合已知良好芯片以应对较差的良率，同时在大芯片上拥有比W2W更低的成本。

图表：混合键合成本比较

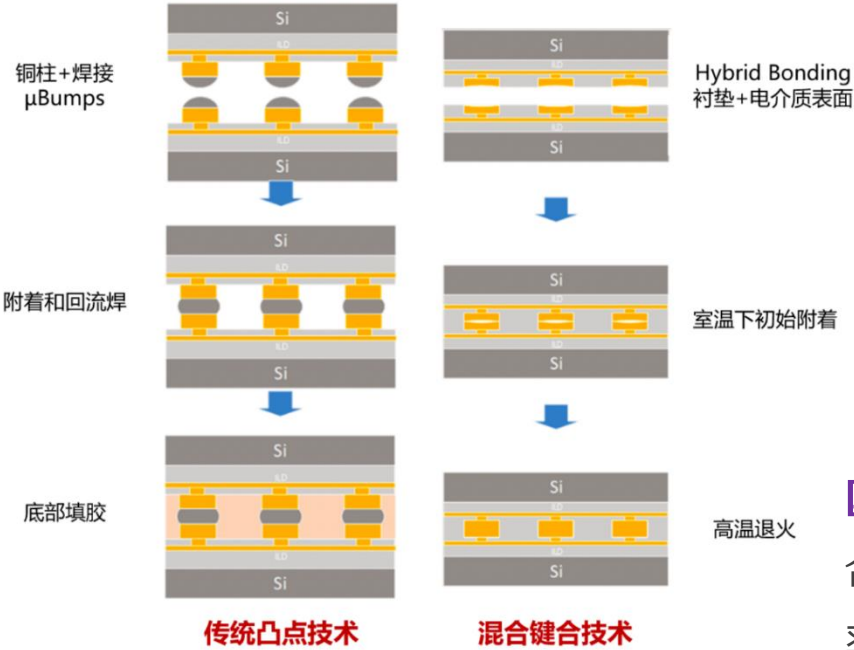


图表：国内混合键合设备

	W2W	D2W
拓荆科技	Dione 300	Pollux（预处理）
华卓精科（未上市）	HBS系列全自动晶圆混合键合系统	/
艾科瑞思（未上市）	/	麒芯8800

全球混合键合设备领域主要为海外厂商，国内厂商实现突破。在高端的熔融键合和混合键合领域，EVG是绝对的龙头，国内市占率几乎达到100%。国内混合键合设备目前正在加速追赶。

图表：传统凸点技术和混合键合技术的比较

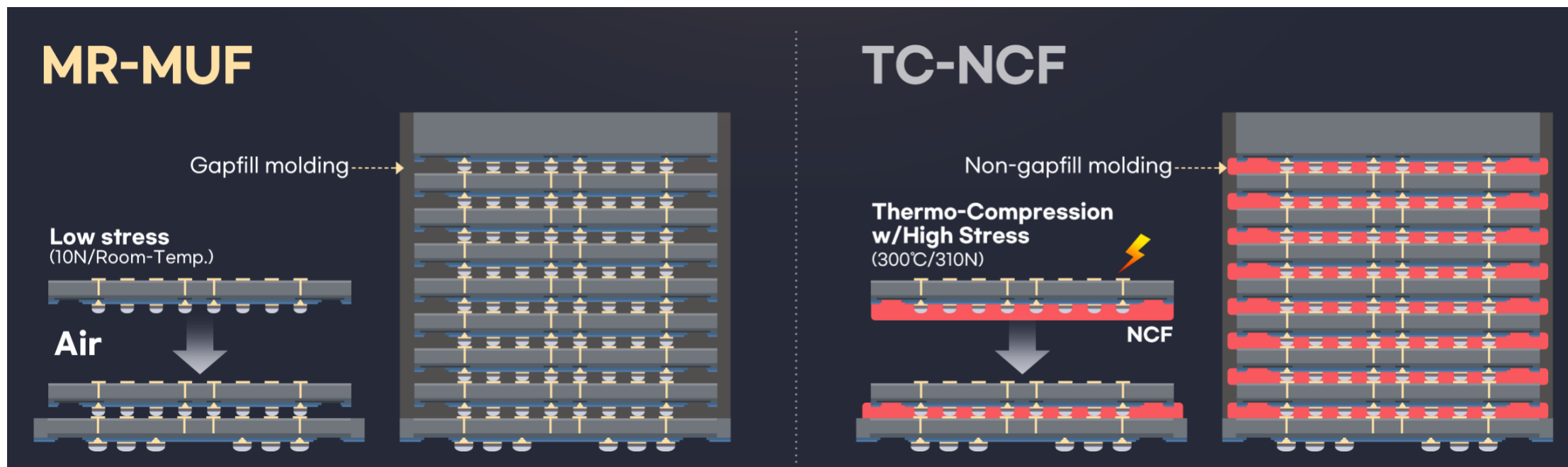


资料来源：SiP与先进封装技术，Semianalysis，华卓精科，艾科瑞思，华鑫证券研究

3.4 堆叠：MR-MUF助力海力士

在HBM堆叠过程中，通常需要使用一些材料来保护芯片和互连，以及确保堆叠结构的机械稳定性和电气性能。传统的HBM采用TC-NCF（Non-Conductive Film，非导电膜）来进行堆叠，每次堆叠时在各层之间放置一层非导电粘合膜，用于将芯片彼此隔离，并保护连接点免受冲击。目前三星和美光都继续采用TC-NCF，而海力士则采用了另外一种**MR-MUF**（Mass Reflow Molded Underfill，批量回流模制底部填充），在芯片向上堆放时，在芯片和芯片之间使用**EMC（环氧塑封料）**填充和粘贴。相比TC-NCF，MR-MUF将芯片堆叠压力降低至6%，也缩短工序时间，将生产效率提高至4倍，散热率提高了45%。

图表：MR-MUF和TC-NCF的区别



资料来源：SK海力士，华鑫证券研究

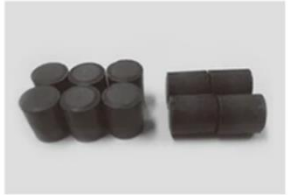
3.4 堆叠：MR-MUF助力海力士

EMC（环氧塑封料），用于半导体封装的一种热固性化学材料。以环氧树脂为基体树脂，以高性能酚醛树脂为固化剂，加入硅微粉等填料，以及添加多种助剂加工而成，主要功能为保护半导体芯片不受外界环境（水汽、温度、污染等）的影响，并实现导热、绝缘、耐湿、耐压、支撑等复合功能。EMC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。EMC还须具备易于模塑的特性，以满足不同封装形状的需求。同时，由于需要与基板和芯片等其他封装材料连接，因此EMC必须达到能够与这些材料紧密粘合的效果，以确保封装的可靠性。模塑底部填充是在模塑过程中使用EMC作为底部填充材料，从而简化工序。

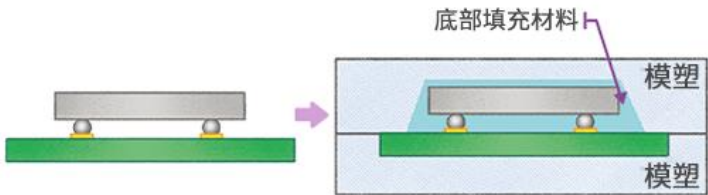
按照形态不同，EMC可分为颗粒状环氧塑封料（GMC）、片状环氧塑封料、饼状环氧塑封料以及液态环氧塑封料（LMC）。**LMC具有可靠性高、可实现中低温固化、吸水率低、翘曲度低等优势，主要应用于HBM封装工艺中。**

资料来源：SK海力士，华海诚科，华鑫证券研究

图表：不同类型的环氧树脂模塑料

片状	粉末/颗粒	液体
		
传递模塑法	压缩模塑法	晶圆模塑法

图表：模塑底部填充



图表：MR-MUF工艺设备与材料

步骤	设备/材料	设备/材料标的
模塑底部填充	模塑设备	文一科技
	EMC	华海诚科 联瑞新材

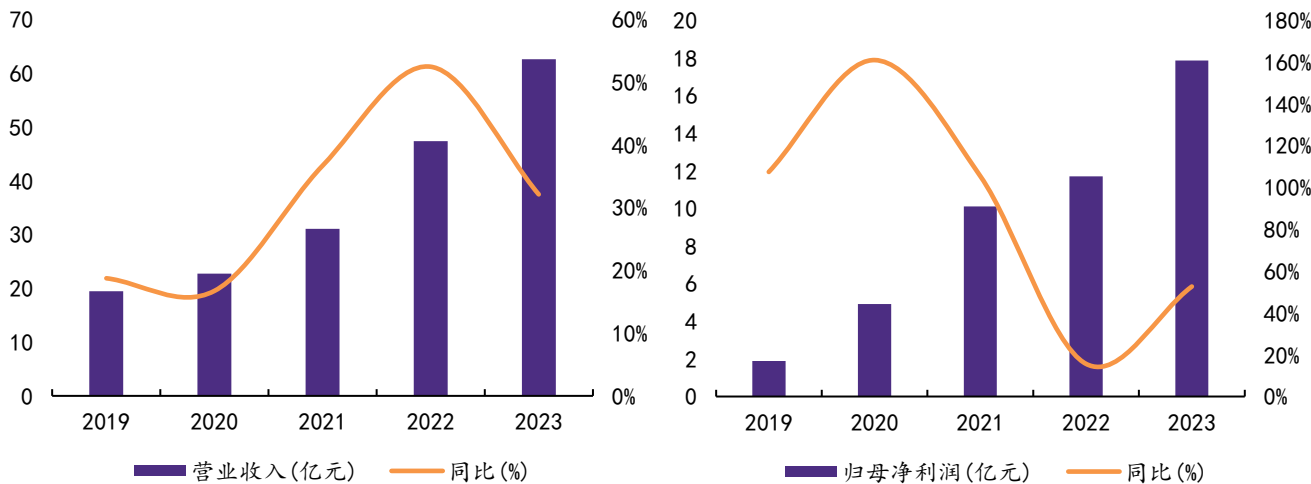
04 相 关 标 的

研 究 创 造 价 值

4.1 中微公司：半导体设备领军者，持续布局高端产品

中微公司成立于2004年，主要从事半导体设备的研发、生产和销售，于2019年上市。公司主要为集成电路、LED芯片、MEMS等半导体产品的制造企业提供刻蚀设备、MOCVD设备及其他设备。公司的等离子体刻蚀设备已应用在国际一线客户从65纳米到14纳米、7纳米和5纳米及其他先进的集成电路加工制造生产线及先进封装生产线。公司MOCVD设备在行业领先客户的生产线上大规模投入量产，公司已成为世界排名前列的氮化镓基LED设备制造商。

图表：2019-2023年中微公司营业收入及归母净利润



资料来源：Wind，公司公告，华鑫证券研究

图表：中微公司产品矩阵

刻蚀设备	电容性等离子体刻蚀设备	集成电路制造中氧化硅、氮化硅及低介电系数膜层等电介质材料的刻蚀	
	电感性等离子体刻蚀设备、硅刻蚀设备	集成电路制造中单晶硅、多晶硅以及多种介质等材料的刻蚀	
		CMOS图像传感器、MEMS芯片、2.5D芯片、3D芯片等通孔及沟槽的刻蚀	
MOCVD设备	MOCVD设备	蓝绿光及紫外LED外延片和功率器件的生产	
薄膜沉积设备	LPCVD设备	先进逻辑器件、DRAM和3D NAND中接触式以及金属钨线的填充	
	ALD设备	存储器件关键应用填充	

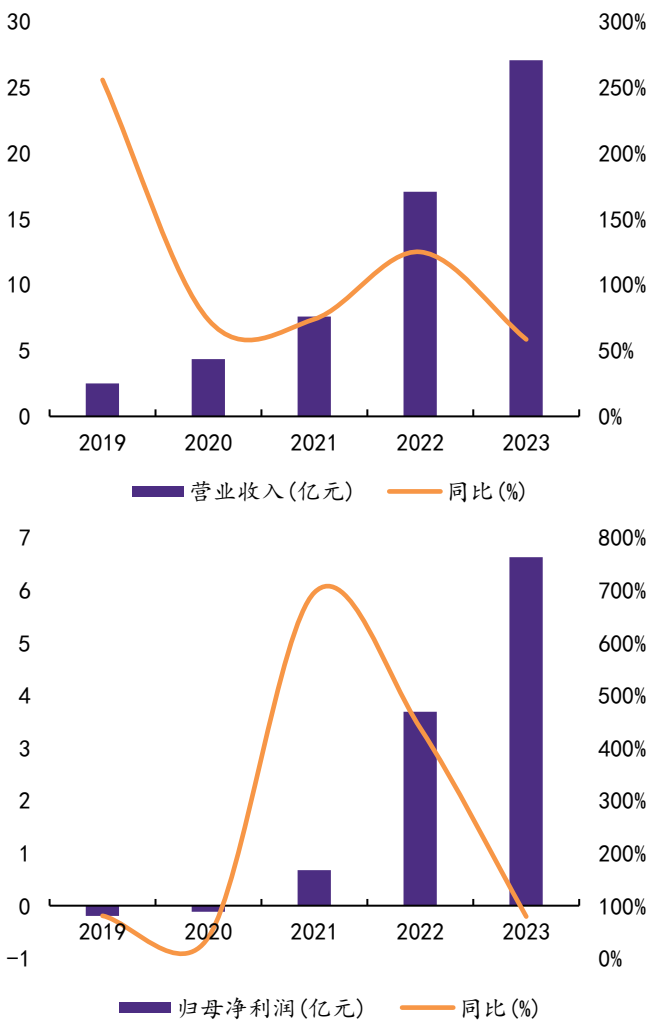
4.2 拓荆科技：CVD设备龙头，混合键合设备打开第二增长极

拓荆科技成立于2010年，是国内半导体设备行业重要的领军企业之一，公司三次（2016年、2017年、2019年）获得中国半导体行业协会颁发的“中国半导体设备五强企业”称号。主要产品包括等离子体增强化学气相沉积（PECVD）设备、原子层沉积（ALD）设备和次常压化学气相沉积（SACVD）设备三个产品系列，已广泛应用于国内晶圆厂14nm及以上制程集成电路制造产线，并已展开10nm及以下制程产品验证测试。公司的产品已适配国内最先进的28/14nm逻辑芯片、19/17nm DRAM芯片和64/128层3DNANDFLASH晶圆制造产线。

图表：拓荆科技产品矩阵

PECVD设备	公司是国内唯一一家产业化应用的集成电路PECVD设备厂商，已配适180-14nm逻辑芯片、19/17nmDRAM及64/128层FLASH制造工艺需求，产品能够兼容SiO2、SiN、SiON、BPSG、PSG、TEOS、LokI、LokII、ACHM、ADCI等多种反应材料。	
ALD设备	拓荆科技是国内领先的集成电路ALD设备厂商。公司的等离子体增强原子层沉积设备（PE-ALD），在公司PECVD设备核心技术的基础上，根据ALD反应原理，结合理论分析及仿真计算，对反应腔内的气路、关键件、喷淋头等进行创新设计公司的ALD设备可以沉积SiO2和SiN材料薄膜，目前已适配55-14nm逻辑芯片制造工艺需求。	
SACVD设备	拓荆科技是国内唯一一家产业化应用的集成电路SACVD设备厂商。公司的SACVD设备可以沉积BPSG、SAF材料薄膜，适配12英寸40/28nm以及8英寸90nm以上的逻辑芯片制造工艺需求。	

图表：2019-2023年拓荆科技营业收入及归母净利润



资料来源：Wind，公司公告，华鑫证券研究

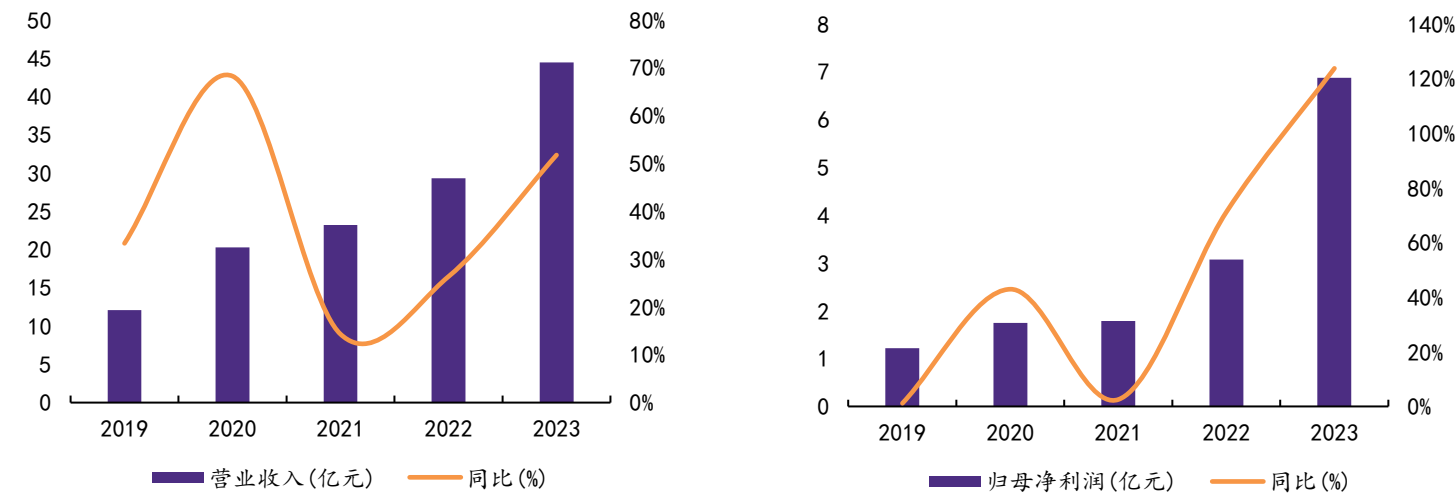
4.3 赛腾股份：消费电子、半导体双轮驱动业绩增长

赛腾股份成立于2001年，公司一直专注于自动化设备领域的高新科技企业，在消费电子、半导体等智能组装、检测、量测等方面具有较强的竞争优势和自主创新能力，同时拥有多项自主研发的核心技术成果。公司已成为国内外众多知名企业优质的合作伙伴。公司自动化设备主要包括非标准化自动化设备及标准化自动化设备两大类，在消费电子行业主要是非标准化自动化设备；在半导体行业主要是行业标准设备，具体产品如固晶设备、分选设备、晶圆包装机、晶圆缺陷检测机、倒角粗糙度量测、晶圆字符检测机、晶圆激光打标机、晶圆激光开槽机。

图表：赛腾股份产品矩阵

自动化检测设备	全自动化多功能测试设备	
	超高精度按压力度测量设备	
	翻转手机检测设备	
自动化组装设备	三合一电池组装设备	
	高精度组装贴合设备	
治具类产品	主板电性能测试治具	
	气密性测试治具	

图表：2019-2023年赛腾股份营业收入及归母净利润



资料来源：Wind，公司公告，华鑫证券研究

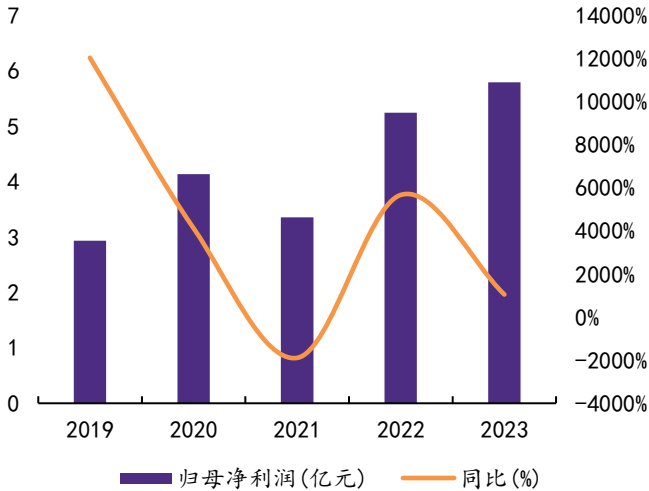
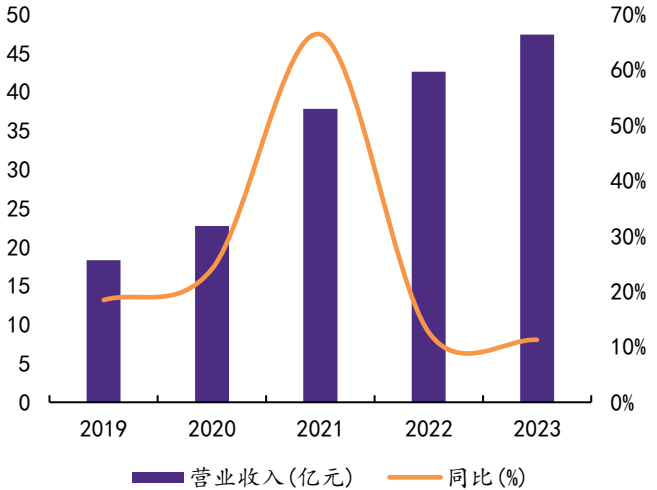
4.4 雅克科技：多元化电子材料布局+LNG驱动公司增长

雅克科技成立于1997年，目前，公司的业务主要包括电子材料业务、LNG保温绝热板材相关业务和阻燃剂业务。其中电子材料板块中司电子材料业务产品种类丰富，产品涵盖了半导体前驱体材料、光刻胶及光刻胶配套试剂、电子特气、硅微粉和半导体材料输送系统（LDS）等；2023年公司LNG储运用增强型绝缘保温复合材料国产化项目初见成效，绝缘板第二工厂建设基本完成，并已经开始进行大规模生产，RSB、FSB次屏蔽层材料智能生产线完成建设，并顺利进行试生产，相关产品正在GTT公司的认证过程中。截止2023年12月31日公司在LNG保温绝热板材方面拥有40多项专利，RSB、FSB次屏蔽层材料的自主研发完成，在GTT公司的认证过程顺利推进。公司是国内首家LNG保温绝热板材供应商，竞争优势明显，综合实力位居行业前列。

图表：雅克科技产品矩阵

电子材料业务	前驱体材料	主要应用于半导体集成电路存储、逻辑芯片的制造环节，截至目前，公司基本实现了12寸大客户群体的全面覆盖。
	光刻胶	主要包括RGB彩色光刻胶、正性TFT光刻胶、CNT防静电材料以及光刻胶配套试剂。
	电子特气	产品主要是六氟化硫和四氟化碳
LNG保温绝热板材相关业务	公司拥有独特的生产技术和高度智能化的生产线，并且公司与国内外客户之间保持着深度的合作关系	
阻燃剂业务	滨海雅克三氯氧磷、三氯化磷和TPP阻燃剂逐步恢复生产	

图表：2019-2025年雅克科技营业收入及归母净利润

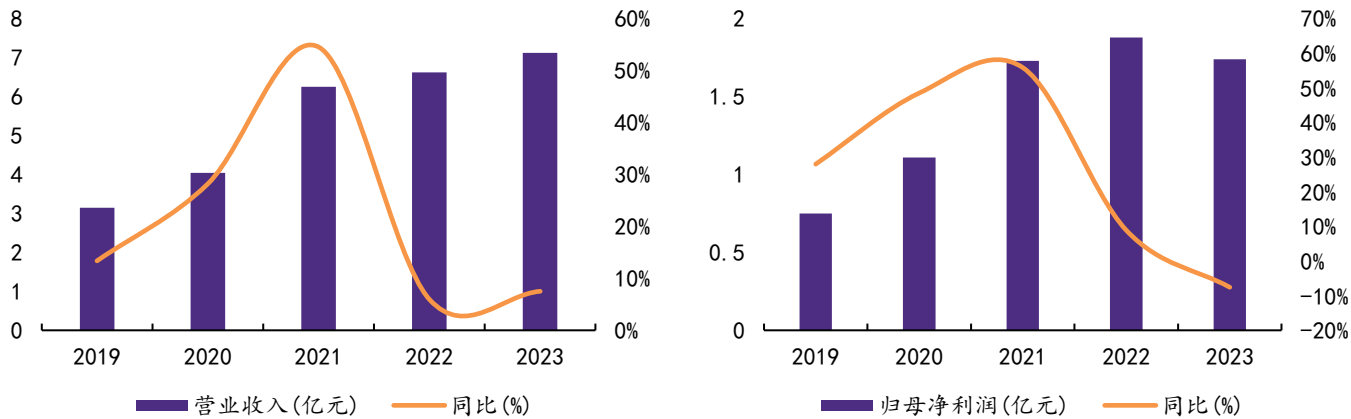


资料来源：Wind，公司公告，华鑫证券研究

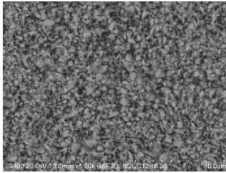
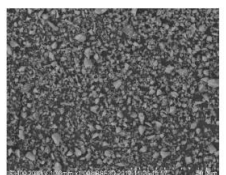
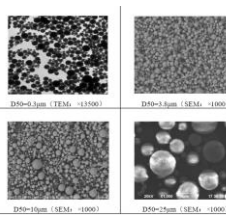
4.5 联瑞新材：深耕高端粉体40年，打造国内硅微粉龙头

联瑞新材成立于2002年，主要产品有利用**先进研磨技术**加工的微米级、亚微米级角形粉体；**火焰熔融法**加工的微米级球形无机粉体；**高温氧化法和液相法**加工的亚微米级球形粒子；经过表面处理的各种超微粒子、多种方法制造的功能性颗粒以及为解决粒子分散开发的浆料产品。产品广泛应用于芯片封装用环氧塑封材料（EMC）、液态塑封材料（LMC）和底部填充材料（Underfill）、印刷电路板用覆铜板(CCL)、积层胶膜、热界面材料（TIM）、太阳能光伏领域用胶黏剂；面向环保节能的建筑用胶黏剂、蜂窝陶瓷载体；以及特高压电工绝缘制品、3D 打印材料、齿科材料等新兴业务。公司是国内行业龙头企业，拥有无机非金属粉体填料领域40年的研发经验和技術积累，拥有独立自主的系统化知识产权。

图表：2019-2023年联瑞新材营业收入及归母净利润



图表：联瑞新材产品矩阵

硅微粉	结晶硅微粉	可应用于空调、冰箱、洗衣机以及台式电脑、开关、接线板、充电器、、电工绝缘材料、胶粘剂、涂料、陶瓷等领域。	
	熔融硅微粉	应用于智能手机、平板电脑、汽车、网络通信及工业设备、空调、洗衣机、冰箱、充电桩、光伏组件、胶粘剂、涂料、陶瓷、包封料等领域。	
	球形硅微粉	可应用于航空航天、雷达、超级计算机、5G通信、智能手机、可穿戴设备、数码相机、交换机、超级计算机、高端涂料、特种陶瓷、精细化工等领域。	
其他	氧化铝粉	主要应用于电子产品的发热体与散热设施之间的电子导热硅胶、灌封胶等领域。	
	针状粉	主要应用于电工绝缘材料等领域。	

资料来源：Wind，公司公告，华鑫证券研究

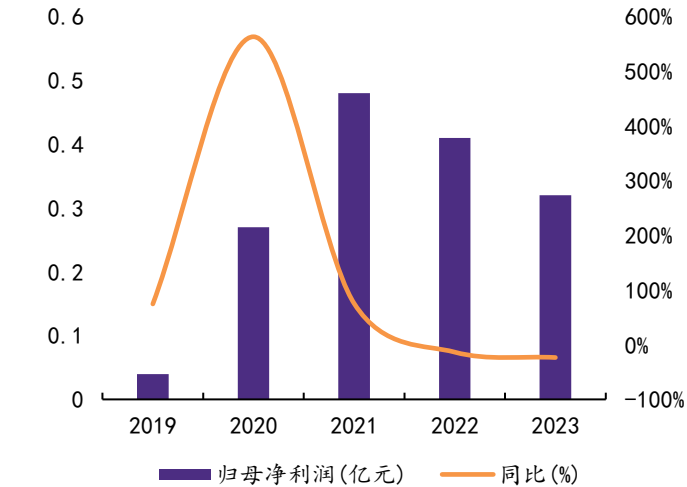
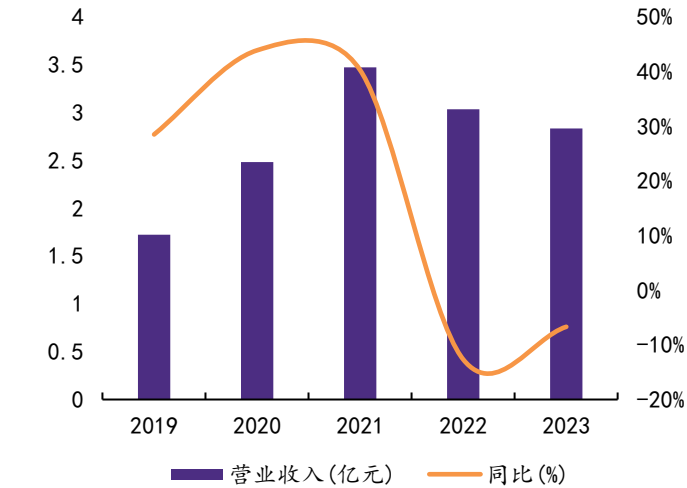
4.6 华海诚科：国家级专精特新“小巨人”，EMC国产替代突破

华海诚科成立于2010年，公司是一家专注于半导体封装材料的研发及产业化的国家级专精特新“小巨人”企业，主要产品为环氧塑封料和电子胶黏剂。公司掌握了**高可靠性技术、翘曲度控制技术、高导热技术、高性能胶黏剂底部填充技术**等一系列核心技术，可应用于各类传统封装与先进封装主流的半导体封装形式。其中，环氧塑封料应用于半导体封装工艺中的塑封环节，在塑封过程中，封装厂商主要采用传递成型法将环氧塑封料挤压入模腔并将其中的半导体芯片包埋，在模腔内交联固化成型后成为具有一定结构外型的半导体器件。电子胶黏剂可广泛应用于芯片粘结、芯片级塑封、板级组装等不同的封装环节。

图表：华海诚科产品矩阵

环氧塑封料	用于半导体封装的一种热固性化学材料，是由环氧树脂为基体树脂，以高性能酚醛树脂为固化剂，加入硅微粉等填料，以及添加多种助剂加工而成，主要功能为保护半导体芯片不受外界环境（水汽、温度、污染等）的影响，并实现导热、绝缘、耐湿、耐压、支撑等复合功能。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。	
电子胶黏剂	公司电子胶黏剂为半导体器件提供粘结、导电、导热、塑封等复合功能，可广泛应用于芯片粘结、芯片级塑封、板级组装等不同的封装环节，应用领域贯穿于一级封装、二级封装以及其他工业组装领域。根据下游应用领域的不同，公司将电子胶黏剂分为PCB板级组装用电子胶黏剂、芯片级电子胶黏剂与其它应用类三大类。	

图表：2019-2025年华海诚科营业收入及归母净利润



资料来源：Wind，公司公告，华鑫证券研究

4.7 通富微电：封测厂龙头企业，先进封装助力公司复苏和增长

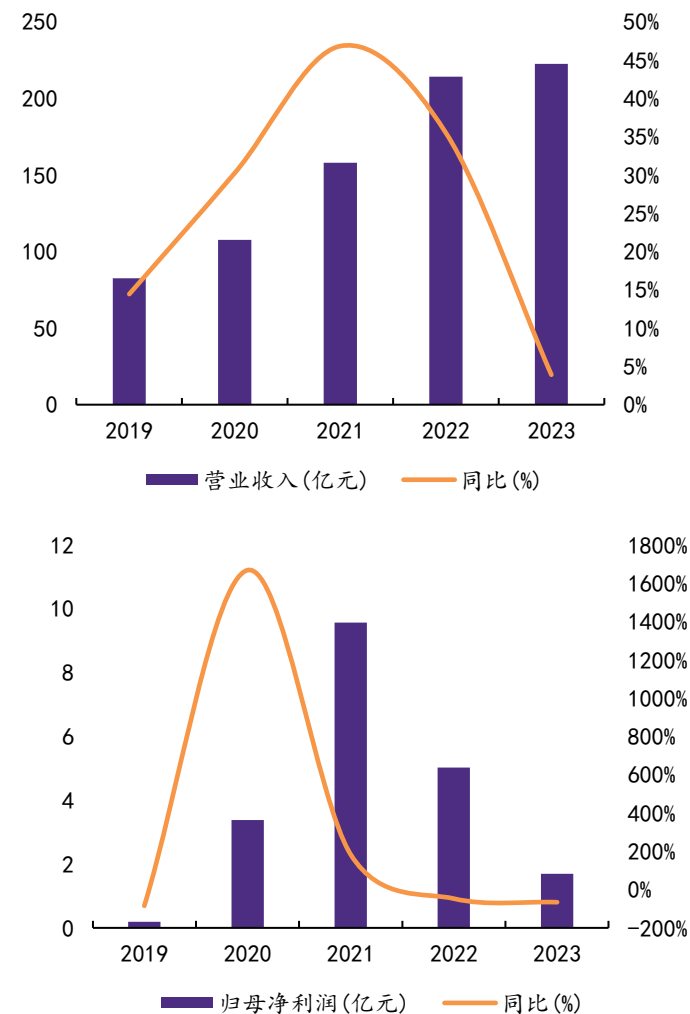
通富微电成立于2001年，公司是集成电路封装测试服务提供商，为全球客户提供设计仿真和封装测试一站式服务。公司的产品、技术、服务全方位涵盖人工智能、高性能计算、大数据存储、显示驱动、5G等网络通讯、信息终端、消费终端、物联网、汽车电子、工业控制等领域。公司客户资源覆盖国际巨头企业以及各个细分领域龙头企业，大多数世界前20强半导体企业和绝大多数国内知名集成电路设计公司都已成为公司客户。

作为国家高新技术企业，公司先后承担了多项国家级技术改造、科技攻关项目，并取得了丰硕的技术创新成果：超大尺寸**2D+封装技术**及**3维堆叠封装技术**均获得验证通过；大尺寸**多芯片chip last封装技术**获得验证通过；国内首家**WB分腔屏蔽技术**研发及量产获得突破。此外，公司完成了LQFP MCU高可靠性车载品研发导入及量产，显著促进营收增长；实现高导热材料开发，满足FCBGA大功率产品高散热需求；在测试方面，业界首创**夹持式双脉冲动态测试技术**，实现与静态参数测试的一体化。

2023年半导体市场经历了起伏，公司传统业务遭遇较大挑战，导致公司产能利用率及毛利率下降，公司扬长补短，积极调整产业布局，据芯思想研究院发布的2023年全球委外封测榜单，在全球前十大封测企业2023年营收普遍下降的情况下，公司营收略有增长。

资料来源：Wind，华鑫证券研究

图表：2019-2025年通富微电营业收入及归母净利润



宏观经济增长不及预期的风险；

海外科技管制进一步加强的风险；

本土科技创新突破不及预期的风险；

下游需求恢复不及预期的风险；

行业景气度复苏不及预期的风险；

推荐标的业绩不及预期的风险。

毛正：复旦大学材料学硕士，三年美国半导体上市公司工作经验，曾参与全球领先半导体厂商先进制程项目，五年商品证券投研经验，2018-2020年就职于国元证券研究所担任电子行业分析师，内核组科技行业专家；2020-2021年就职于新时代证券研究所担任电子行业首席分析师，iFind 2020行业最具人气分析师，东方财富2021最佳分析师第二名；东方财富2022最佳新锐分析师；2021年加入华鑫证券研究所担任电子行业首席分析师。

高永豪：复旦大学物理学博士，曾先后就职于华为技术有限公司，东方财富证券研究所，2023年加入华鑫证券研究所。

吕卓阳：澳大利亚国立大学硕士，曾就职于方正证券，4年投研经验。2023年加入华鑫证券研究所，专注于半导体材料、半导体显示、碳化硅、汽车电子等领域研究。

何鹏程：悉尼大学金融硕士，中南大学软件工程学士，曾任职德邦证券研究所通信组，2023年加入华鑫证券研究所。专注于消费电子、算力硬件等领域研究。

张璐：早稻田大学国际政治经济学学士，香港大学经济学硕士，2023年加入华鑫证券研究所，研究方向为功率半导体、先进封装。

证券分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

免责声明

华鑫证券有限责任公司（以下简称“华鑫证券”）具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。本报告由华鑫证券制作，仅供华鑫证券的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告中的信息均来源于公开资料，华鑫证券研究部门及相关研究人员力求准确可靠，但对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。我们已力求报告内容客观、公正，但报告中的信息与所表达的观点不构成所述证券买卖的出价或询价的依据，该等信息、意见并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。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时结合各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就财务、法律、商业、税收等方面咨询专业顾问的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，华鑫证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露。

本报告中的资料、意见、预测均只反映报告初次发布时的判断，可能会随时调整。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。在不同时期，华鑫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。华鑫证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告版权仅为华鑫证券所有，未经华鑫证券书面授权，任何机构和个人不得以任何形式刊载、翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若华鑫证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，华鑫证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成华鑫证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。如未经华鑫证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。华鑫证券将保留随时追究其法律责任的权利。请投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的华鑫证券研究报告。

证券投资评级说明

股票投资评级说明：

	投资建议	预测个股相对同期证券市场代表性指数涨幅
1	买入	>20%
2	增持	10%—20%
3	中性	-10%—10%
4	卖出	<-10%

行业投资评级说明：

	投资建议	行业指数相对同期证券市场代表性指数涨幅
1	推荐	>10%
2	中性	-10%—10%
3	回避	<-10%

以报告日后的12个月内，预测个股或行业指数相对于相关证券市场主要指数的涨跌幅为标准。

相关证券市场代表性指数说明：A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以道琼斯指数为基准。



华鑫证券
CHINA FORTUNE SECURITIES

研创造价值