

存储行业深度报告

存储行业景气度拐点已至，AI/国产化/需求复苏带来新周期

银河证券电子团队

分析师：高峰 ✉: gaofeng_yj@chinastock.com.cn 分析师登记编码：S0130522040001
王子路 ✉: wangzilu_yj@chinastock.com.cn 分析师登记编码：S0130522050001

2024/3/12

CHINA GALAXY
SECURITIES

金融报国·客户至上
股票代码: 601881.SH 06881.HK

核心观点

- **存储行业市场规模超千亿，是半导体产业的主要细分市场，DRAM和NAND为当前主流。**22/21/20年全球存储市场规模分别为1392/1534/1175亿美金，占半导体规模的比例分别为24%/28%/27%，是全球第二大细分品类，其中DRAM和NAND Flash是最主流的半导体存储器，市场规模占比超过95%。DRAM技术发展方向逐步向高传输速率和低功耗方向发展，在技术节点上，DRAM原厂正逐步向物理极限制程演进；NAND存储主要趋势为向高密度存储和3D堆叠演进，在堆叠层数上，三星预期将在2024年生产超过300层的第九代 V-NAND 闪存，堆叠层数仍在持续突破。
- **从存储芯片来看，3-4年时间约为一个完整周期，AI需求正在创造行业第五轮周期起点。**从2000年之后，存储行业周期表现明显，电子消费品的创新能快速提升存储芯片的整体需求，以2000、2009、2017年为例，是互联网时代、移动互联网、云计算大规模投入的三个重要窗口期。而2004年和2020年的PC迭代与手机的换机周期导致市场反弹较为疲软，同时各个周期环节中，供给端的缩量涨价等行为往往滞后于需求的快速爆发，因此在价格周期底部布局能够获得较大弹性。从当前窗口期来看，AI服务器、AI PC、AI Mobile等需求快速提升，对于云端和边缘端的存算力均在提升，目前行业的第五轮周期起点已确认。
- **供需格局逐步改善，存储芯片价值稳步提升。**23H1三星、SK海力士、美光、西部数据和铠侠等厂商纷纷宣布减少产能，厂商降低关于存储业务的资本性支出。各大厂商不约而同的减产计划促使存储周期提前，在存储需求不断扩大的前提下，存储芯片的价格将会上升，提前进入复苏周期。供给端减产持续，供应缺口预期在24Q2到来。目前根据测算，自2023年起，海外厂商的产能利用率和资本支出已显著减少，存储芯片价值稳步提升。
- **AI Server、AI PC、AI Mobile持续放量，存储市场迎来新发展机遇。**PC端AI发展由软硬件协同驱动，2022年ChatGPT开启了AI大模型浪潮，AI应用场景日渐丰富，AI PC的发展正朝着“计算+存储+传感”全面扩展，随着计算和传感性能的提升，存储需求也随之增长，尤其是对内存容量的需求。生成式AI模型，如LLaMA模型，对内存的要求很高。例如，70亿参数的LLaMA模型FP16版本大小约为14GB，而现有的移动设备内存通常不到10GB。在服务器领域，算力芯片带来HBM的需求快速增长，TrendForce数据显示，高端AI服务器GPU普遍采用HBM，预计2023全球HBM需求将增长近60%，达2.9亿GB，2024年再增30%。美光推出最新HBM3 Gen 2内存样品，速度达1.2 TB/s，8高堆栈24GB容量，采用1 β 制造工艺。与HBM2E相比，每瓦性能提高2.5倍。

投资建议与风险提示

- **投资建议** 存储芯片赛道属于高成长强周期行业，我们认为现在当下时点是存储芯片赛道下一轮周期的新起点，在AI/国产化/需求复苏叠加数字经济对存力的需求不断抬升的背景下，看好国内存储产业链相关上市公司的投资机遇。建议关注存储芯片设计公司兆易创新、北京君正、澜起科技、东芯股份、聚辰股份、普然股份、恒烁股份、国科微，模组厂商关注江波龙、德明利、朗科科技、佰维存储，关注相关产业链封测厂商深科技、长电科技、通富微电等。

表：公司估值及盈利预测

股票代码	股票名称	股价（元）	总市值（亿元）	EPS（元）			PE		
				2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E
603986.SH	兆易创新	71.60	477.50	1.06	2.10	3.10	67.38	34.08	23.12
300223.SZ	北京君正	65.04	313.21	1.24	1.93	2.65	57.88	37.18	24.52
688766.SH	普冉股份	84.09	63.50	-0.82	1.63	3.32	-	44.05	25.31
688110.SH	东芯股份	25.97	114.85	-0.02	0.45	0.86	-	158.09	30.26
688123.SH	聚辰股份	52.70	83.36	1.28	2.50	3.38	56.04	28.69	15.60
688416.SH	恒烁股份	42.40	35.04	0.17	0.96	1.64	423.92	74.67	25.92
688008.SH	澜起科技	52.36	597.67	0.45	1.21	1.86	159.08	59.11	28.14
300672.SZ	国科微	55.66	120.86	1.17	1.82	2.60	61.24	39.28	21.44
301308.SZ	江波龙	87.37	360.72	-1.55	0.90	1.60	-	79.74	54.55
001309.SZ	德明利	90.87	102.91	-	1.28	1.87	-	56.11	48.47
300042.SZ	朗科科技	32.98	66.09	0.14	0.40	0.55	501.75	178.91	59.97
000021.SZ	深科技	14.95	233.31	0.48	0.60	0.72	147.93	119.91	20.86
600584.SH	长电科技	28.99	518.58	0.99	1.66	2.06	72.18	43.14	14.04
002156.SZ	通富微电	26.07	395.33	0.17	0.60	0.83	412.44	119.39	31.24

资料来源：Wind(数据截至2024/3/10)，中国银河证券研究院

- **风险提示** 下游市场需求不及预期的风险；存储类新技术研发不及预期的风险；下游客户拓展不及预期的风险；IC设计厂商上游晶圆厂价格波动的风险；

目录

CONTENTS

- 01 存储芯片千亿市场规模， DRAM和NAND为主流品类
- 02 多轮周期嵌套， AI需求正在创造行业第五轮周期起点
- 03 供需格局逐步改善， 存储芯片价值稳步提升
- 04 国内各领域均有厂商布局， 关注优质国内存储厂商
- 05 投资建议与风险提示

01

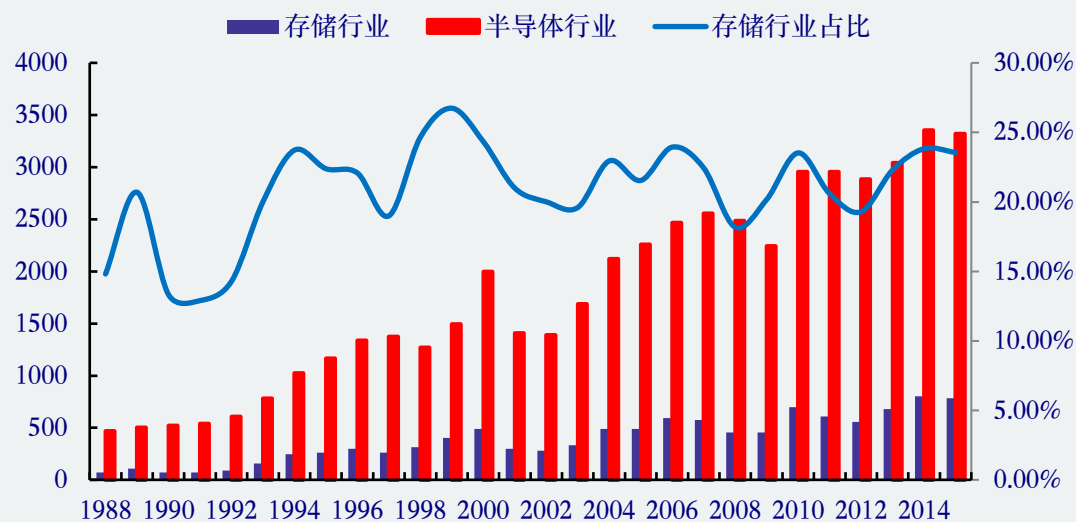
PART
ONE

存储芯片千亿市场规模， DRAM和NAND为主流品类

1.1 信息储存媒介不断变化，NAND和DRAM为当前主流

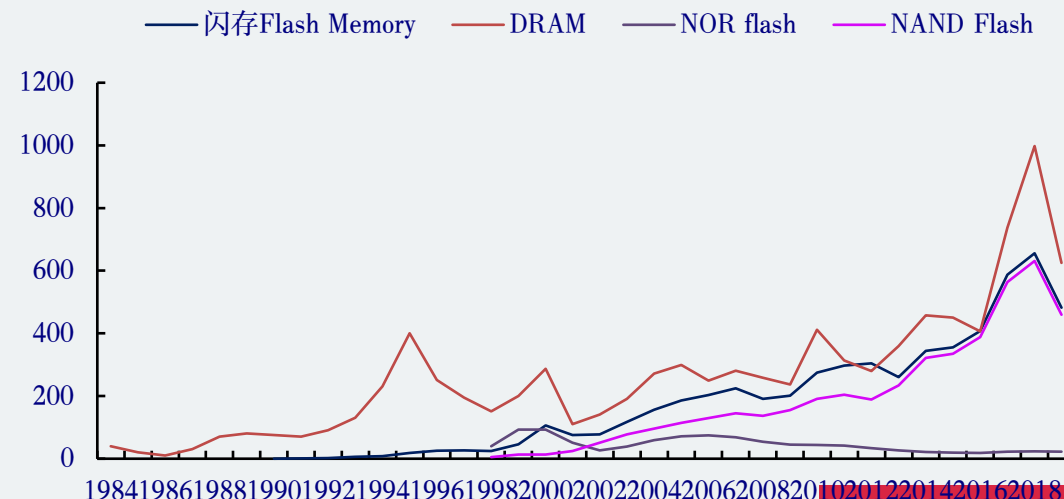
- 上世纪60年代，ICT产业不断发展，存储芯片行业萌芽。当时主要产品是超低容量DRAM芯片，用于计算机内存。70年代，EPROM和EEPROM芯片问世。这一阶段信息产业呈现“低基数高增速”发展，数据存储需求较小，仅数十亿美元市场规模。
- 90年代开始，NOR Flash芯片崛起，用于存储固件和数据。NOR Flash与DRAM形成存储芯片市场的两大支柱。总体市场规模达数百亿美元。
- 21世纪以来，NAND Flash迅猛发展，用于固态硬盘等大容量存储。NAND Flash与DRAM并驾齐驱，共同主导存储芯片市场。同时，NOR Flash市场地位被NAND Flash取代，存储芯片市场规模已达到近千亿美元。

图1：存储行业&半导体行业市场规模 1988年-2015年（单位：亿美元）



资料来源：Cambridge Core, 中国银河证券研究院

图2：存储芯片市场规模1984年-2019年（单位：亿美元）

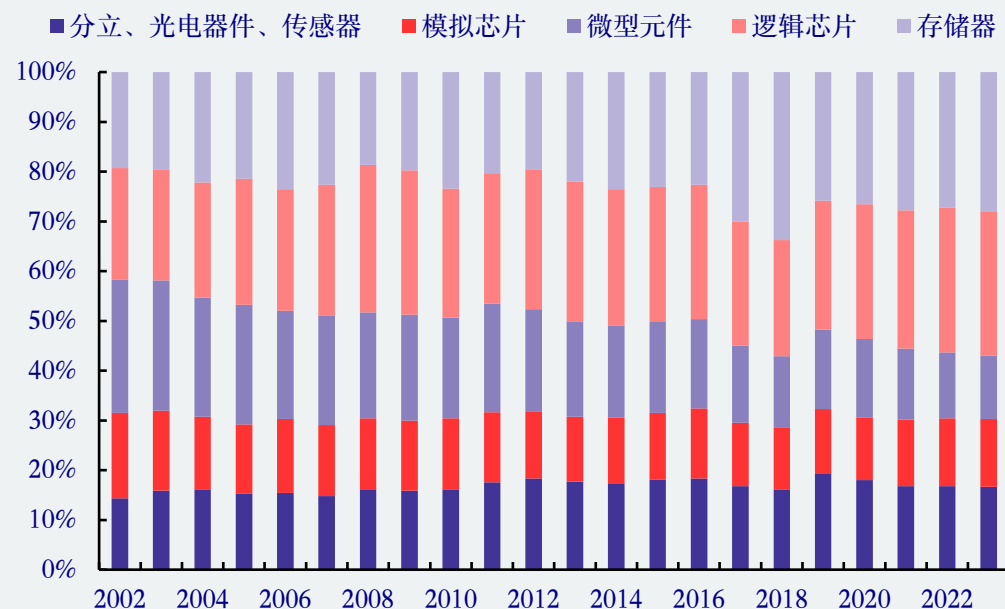


资料来源：CFM, 中国银河证券研究院

1.1 信息储存媒介不断变化，NAND和DRAM为当前主流

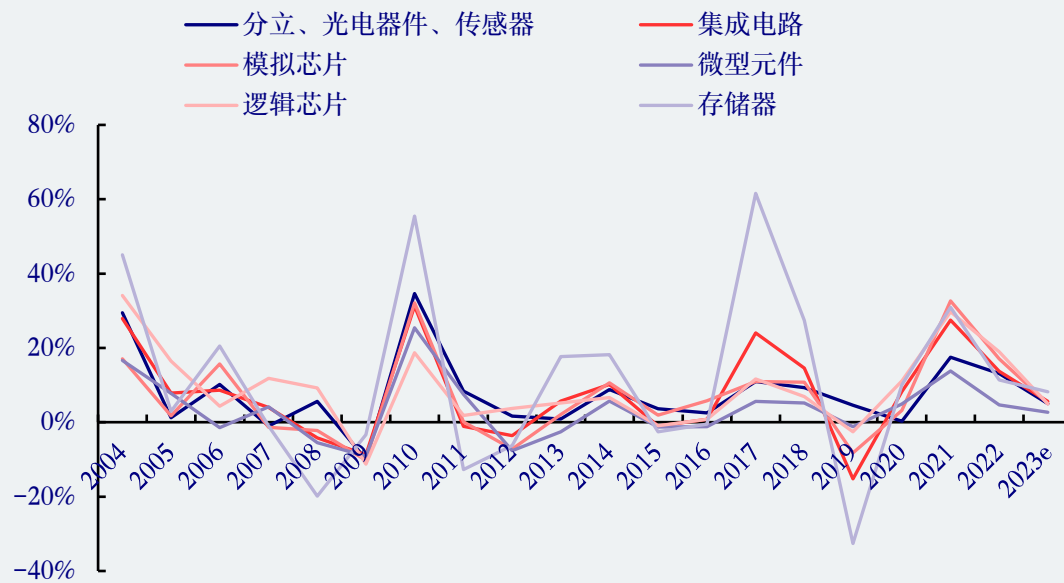
- 存储行业市场规模超千亿，是半导体产业的主要细分市场。22/21/20年全球存储市场规模分别为1392/1534/1175亿美金，占半导体规模的比例分别为24%/28%/27%，是全球第二大细分品类。
- 半导体产业中，存储行业的周期波动大。存储的周期性与全球半导体整体周期性走势一致，但波动性远大于其他细分品类。

图3：2002-2023年半导体产业内各行业占比



资料来源：WSTS，中国银河证券研究院

图4：2002-2023年半导体产业内各行业同比增速

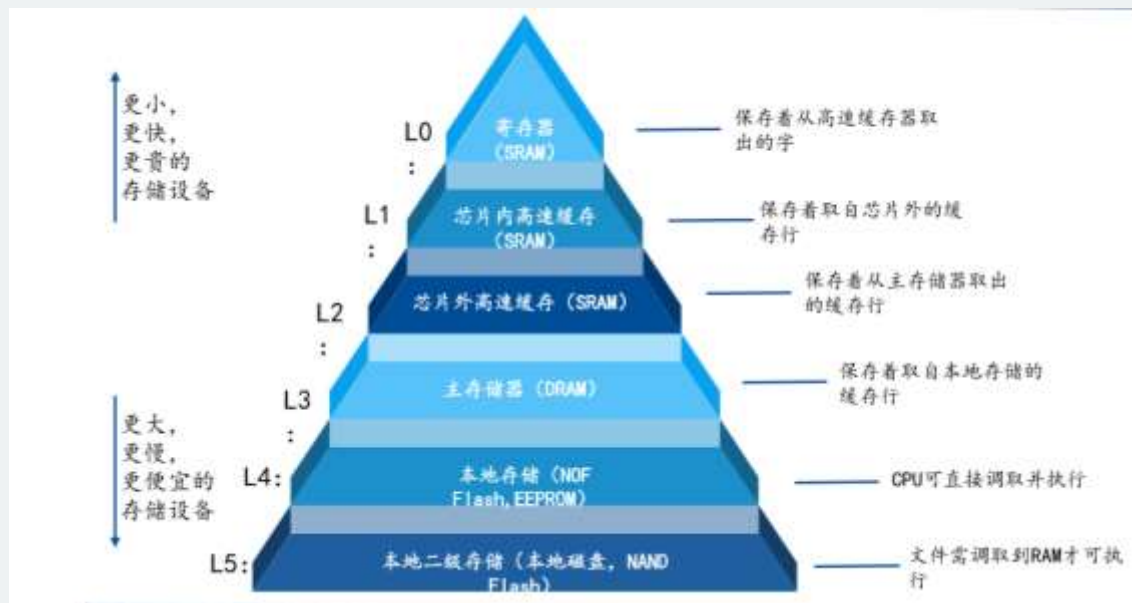


资料来源：WSTS，中国银河证券研究院

1.1 信息储存媒介不断变化，NAND和DRAM为当前主流

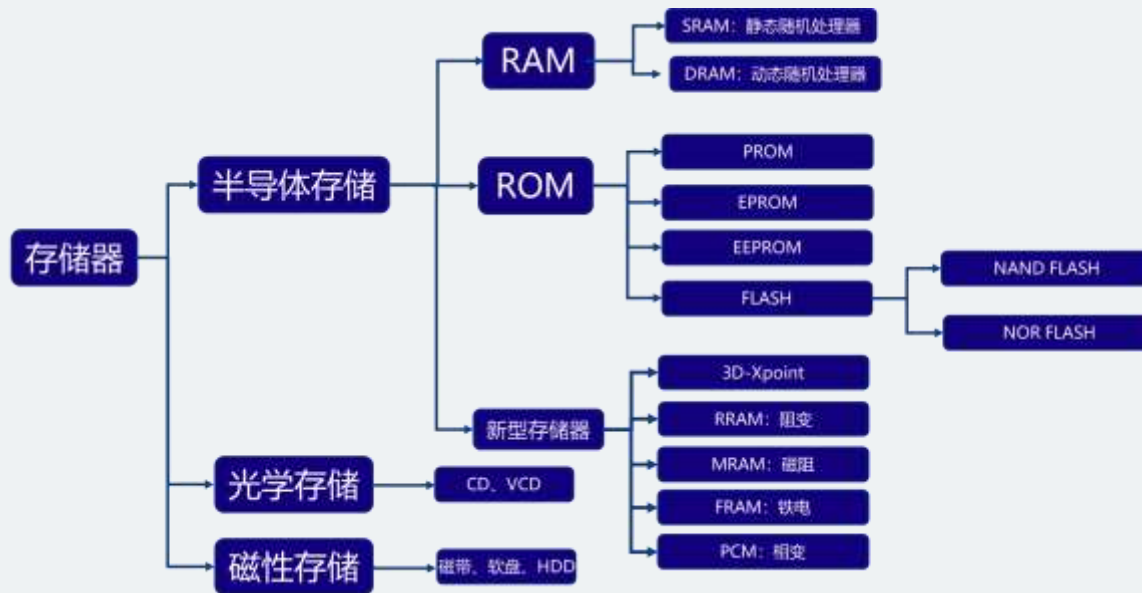
- 存储芯片主要可分为易失性存储芯片（RAM）和非易失性存储芯片（ROM）。
- RAM 为随机存储器，断电后不会保存数据，主要产品包括 SRAM 和 DRAM。ROM 是一种存储固定信息的存储器，主要包括 EEPROM（带电可擦可编程只读存储器）、Flash（闪存芯片）、PROM(可编程只读存储器)、EPROM(可擦除可编程只读存储器)等

图5：各存储器比较



资料来源：SIA Research，中国银河证券研究院

图6：当前主流存储器分类

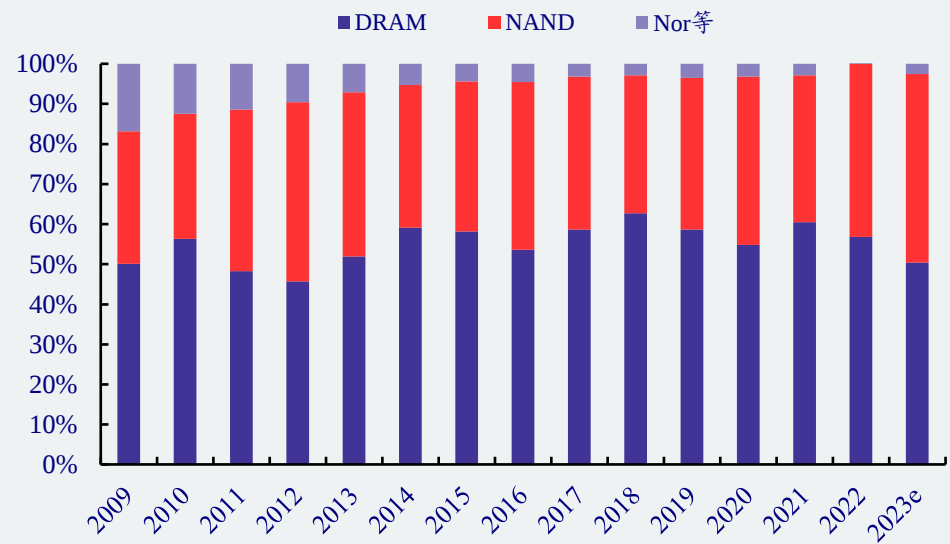


资料来源：中国银河证券研究院

1.1 信息储存媒介不断变化，NAND和DRAM为当前主流

- 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35%。Nor产品则保持稳定，维持着约2%左右的市场份额。其他产品如EEPROM和SRAM等则各自占据约1%的市场份额。
- DRAM：是一种动态随机存取存储器，它使用电容来存储数据。DRAM需要周期性地刷新数据
- FLASH：是一种非易失性存储器，它使用浮动栅电容来存储数据。

图7：存储产业各类产品市占率



资料来源：WSTS，中国银河证券研究院

表1：DRAM、NAND Flash和NOR Flash对比

	DRAM	NAND Flash	NOR Flash
市场份额	57%	40%	2%
当前制程	12/14nm	16/15nm	55/45nm
易失性	易失性	非易失性	非易失性
读取速度	极快	低速	高速
写入速度	极快（无擦除）	高速（4ms）	低速（5s）
寿命	理论无限，一般5年	百万次	十万次
容量	低MB/GB	高GB/TB	中MB/GB
终端应用	智能手机、服务器	SSD、eMMC/EMCP、U盘	智能穿戴、汽车电子、AMOLED

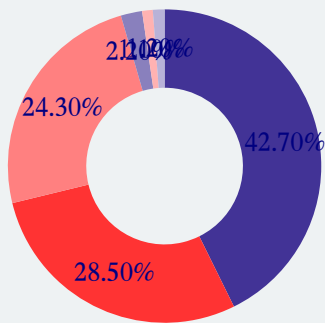
资料来源：TrendForce，中国银河证券研究院

1.1 信息储存媒介不断变化，NAND和DRAM为当前主流

- 在存储行业，市场集中度较高。主要是由于几家大型半导体公司掌握了大部分市场份额。DRAM（动态随机存取存储器）和NAND FLASH是存储行业的两个主要细分市场。
- 2023年的DRAM市场中，三星和SK海力士合计共占比约67%的市场份额，美光占比28.5%，剩余不到10%的市场份额由南亚、华邦等厂商占据。
- 2023年的NAND FLASH市场中，三星和SK海力士共占比49.5%的市场份额，铠侠占比21.6%，美光占比10.3%

图8：2023 DRAM市场竞争占比

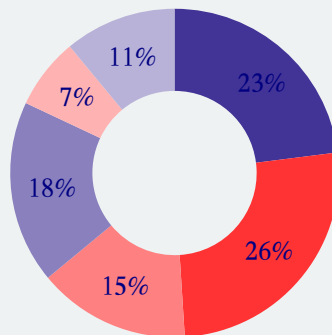
■三星 ■美光 ■SK海力士 ■南亚 ■华邦 ■其他



资料来源：闪存市场,中国银河证券研究院

图9：2021年NOR FLASH市场占比

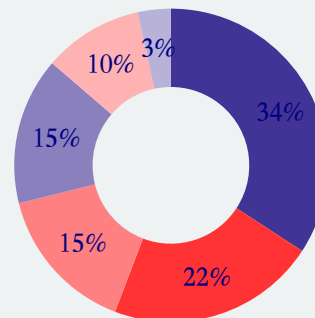
■旺宏 ■华邦电 ■赛普拉斯半导体
■兆易创新 ■美光科技 ■其他



资料来源：TrendForce,中国银河证券研究院

图10：2023 NAND FLASH市场占比

■三星 ■铠侠 ■SK海力士 ■西部数据 ■美光 ■其他

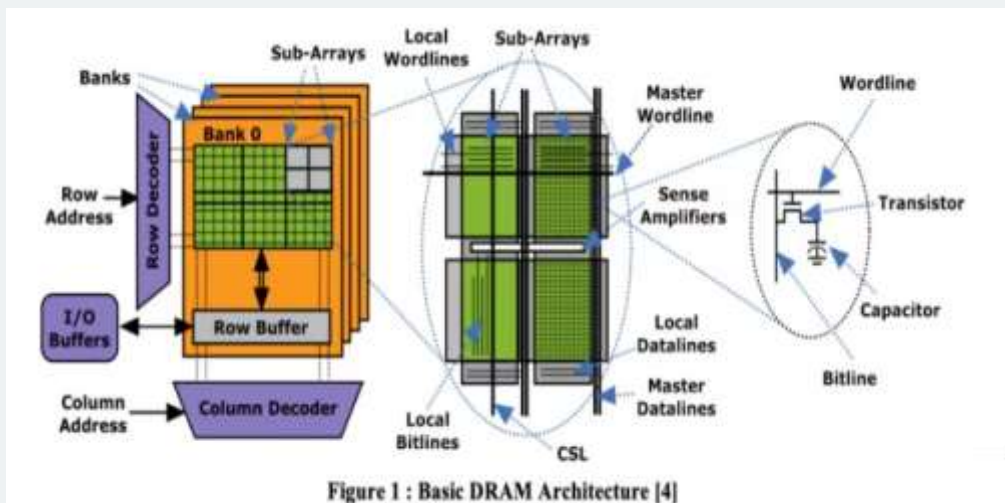


资料来源：闪存市场,中国银河证券研究院

1.2 DRAM发展路径：向传输高速、低功耗演进

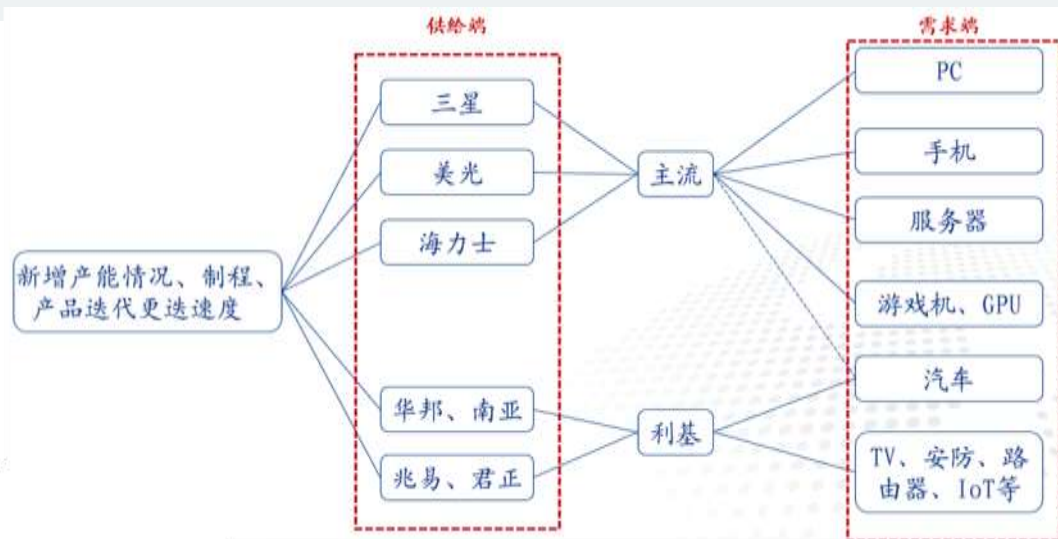
- DRAM自上世纪六十年代问世以来，一直在电子行业中扮演着至关重要的角色。这种存储技术通过存储托盘在电容器的状态来实现存储数据，具有高密度和相对密度的优势。
- 在发展过程中，按照应用场景，DRAM分成标准DDR、LPDDR、GDDR三类。JEDEC定义并开发了这三类标准，以帮助设计人员满足其目标应用的功率、性能和尺寸要求。
- 同时，多年来各类型内存技术随着市场需求创新迭代，同时也在这个过程中不断衍生出新的技术品类，比如HBM、LPCAMM等，驱动DRAM行业持续向前。

图11：DRAM结构图



资料来源：CSDN，中国银河证券研究院

图12：DRAM供给需求产业链



资料来源：中国银河证券研究院

1.2 DRAM发展路径：向传输高速、低功耗演进

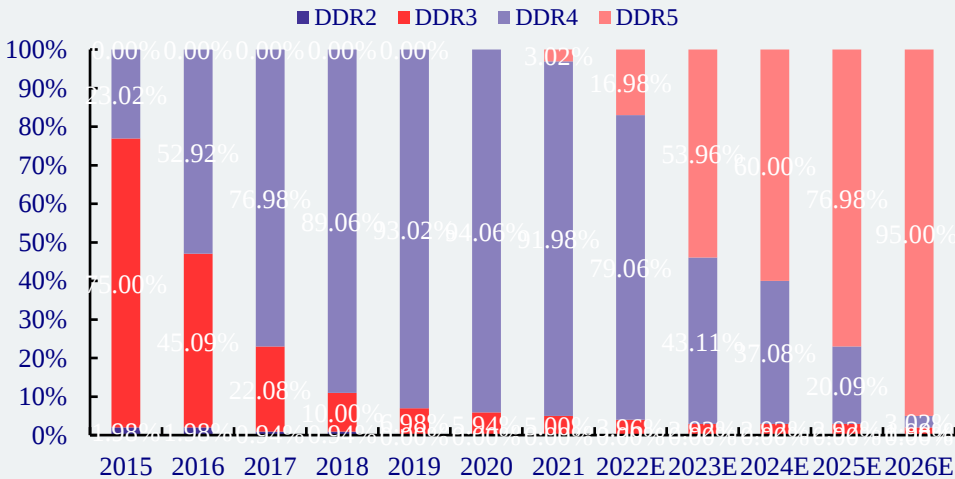
- 1) DDR：即DDR SDRAM，又称双倍数据率同步动态随机存取存储器，它可以在一个时钟读写两次数据，这样就使得数据传输速度得以加倍。在性能和成本优势下，DDR SDRAM成为了目前电脑和服务中用的最多的内存。从DDR的发展进度来看，“性能”和“成本”始终在不断权衡中不断跌打，在频率和多通道上发展，追赶计算核心的性能。
- 从1998年三星生产出最早的商用DDR SDRAM芯片到现在，已经过去了20多年，DRAM内存市场一直在发展，从最早的128MbpsDDR到DDR2、DDR3、DDR4，到目前市场主流的6400Mbps的DDR5，每一代DDR的数据速率都翻倍增长。
- 在DDR5内存刚成为主流不久，三星又率先开始了下一代DDR6内存的早期开发，并预计在2024年之前完成设计。

表2：各代DDR产品规格情况

	SDR SDRAM	DDR	DDR2	DDR3	DDR4	DDR5
发布时间	1997	2000	2003	2007	2012	2020
Vdd（主电源）	3.3V	2.5V	1.8V	1.5V/1.35V	1.2V	1.1V
内部时钟频率/核心时钟频率（MHZ）	100-150	100-200	100-266（OC）	133-300（OC）	133-300（OC）	133-200
外部时钟频率I/O时钟频率（MHz）	100-150	100-200	200-533	533-1200	1066-2400	2133-3200
预取位数	1n	2n	4n	8n	8n	16n
数据的传输速率（MT/s）	100-150	200-400	400-1066	1066-2400	2133-4800	4266-6400
内存条的传输带宽（GB/s）	0.8-1.6	1.6-3.2	3.2-8.5	6.4-19.2	19.2-38.4	34.1-51.2
Bank数量	4个	4个	8个	8个	16个	32个
Bank组数	0	0	0	0	4组	8组
颗粒密度	128MB-512MB	256MB-1GB	512MB-4GB	1GB-8GB	4GB-32GB	8GB-64GB
典型内存条的密度	512MB	1GB	4GB	8GB	16GB	32GB
内存条的引脚数量	168	184	240	240	288	288
通道位宽	64位	64位	64位	64位	64位	64位(32x2)
通道数量	1	1	1	1	1	2
颗粒位宽	x4, x8, x16	X4,x8,x16	X4,x8,x16	x4,x8,x16	x4,x8,x16	X4,x8,x16

资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

图13：各代DDR产品市场占比情况及预测



资料来源：yole，中国银河证券研究院

1.2 DRAM发展路径：向传输高速、低功耗演进

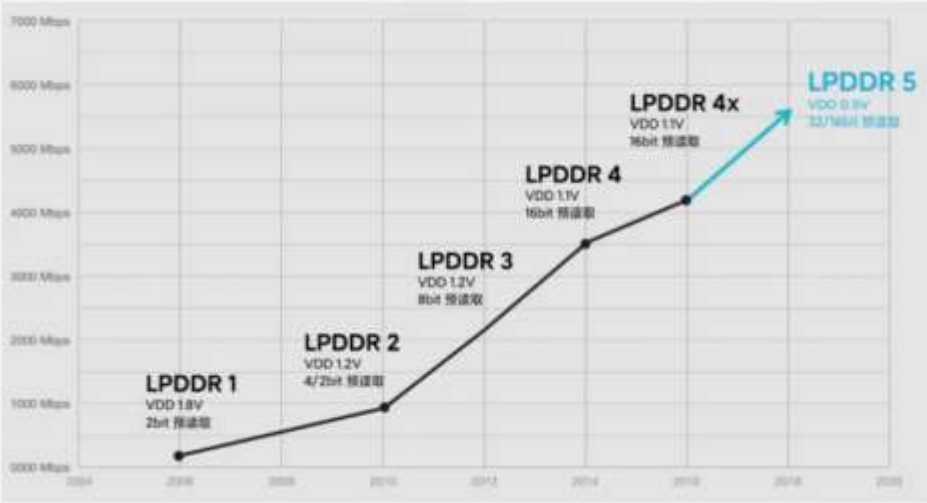
- 2) LPDDR：低功耗双数据速率同步动态随机存取内存的缩写，经历了多个版本的发展，2006年LPDDR1代版本首次推出，主要用于早期移动设备，提供低功耗和高性能存储产品，后续不断迭代，电压逐步降低，频率稳步提升。
- LPDDR产品减少通道带宽以及降低输出频率，达到在移动端设备最为适合的体积和工号，主要用于智能手机、笔记本电脑和部分工业场景。目前LPDDR5由JEDEC协会重新定制，转向最高16 Bank可编程和多时钟体系结构，目前LPDDR5产品在移动端设备渗透率已达50%以上，在智能手机更高性能和容量需求情况下，是三星电子、SK海力士以及美光三家内存巨头在全球LPDDR5X这一最新技术领域的激烈竞争。

表3：LPDDR各代规格

参数	LPDDR	LPDDR2	LPDDR3	LPDDR4	LPDDR4X	LPDDR5	LPDDR5X
规范发布时间	2009年	2010年	2012年	2014年	2016年	2019年	2022年
封装尺寸	60VFBGA	168FBGA	178FBGA	200FBGA	200FBGA 376FBGA 432FBGA 556FBGA(POP)	315FBGA 496FBGA (POP)	315FBGA 441FBGA 496FBGA
速率MT/S	400	1066	2133	3200	4266	6400	8533
VDD(主电源) VDDO(IO电源)	VDD1=1.8V VDD2=1.8V VDDQ=1.2V	VDD1=1.8V VDD2=1.2V VDDQ=1.2V	VDD1=1.8V VDD2=1.2V VDDQ=1.2V	VDD1=1.8V VDD2=1.1V VDDQ=1.1V	VDD1=1.8V VDD2=1.1V VDDQ=0.6V	VDD1=1.8V VDD2=1.05/0.9V VDDQ=0.5V	VDD1=1.8V VDD2=1.05/0.9V VDDQ=0.5V
特点/新技术		低电平操作	支持POP封装	全新架构 进一步降低电压 取值翻倍	更低的功耗 现阶段主流	带宽翻倍 区块组	

资料来源：CSDN，CFM，中国银河证券研究院

图14：LPDDR的历代发展情况



资料来源：CFM，中国银河证券研究院

1.2 DRAM发展路径：向传输高速、低功耗演进

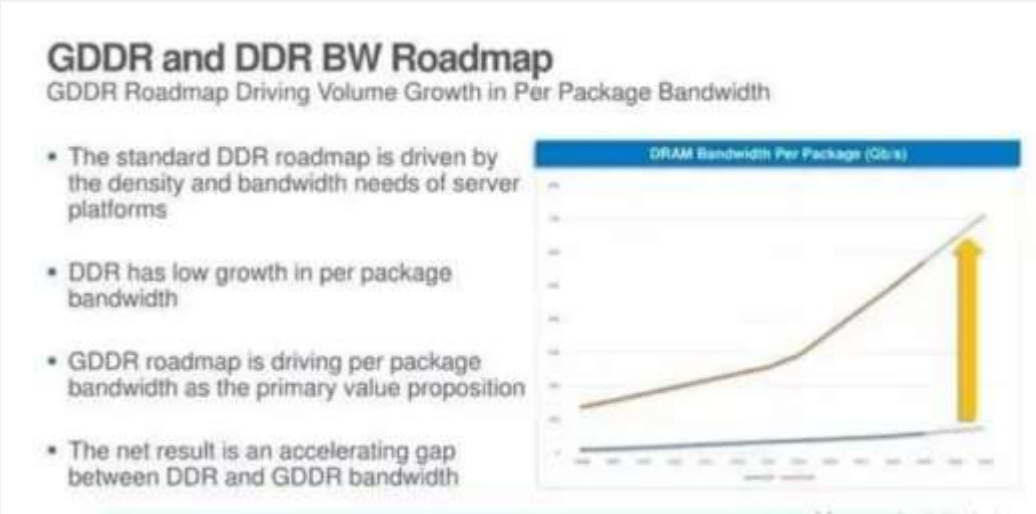
- 3) GDDR：（ Graphics DDR，绘图用双信道同步动态随机存取内存）是为了设计高端显卡而特别设计的高性能DDR存储器规格，其有专属的工作频率、时钟频率、电压。GDDR 与一般 DDR 不能共用，时钟频率更高，发热量更小，一般用于面向需要极高吞吐量的数据密集型应用程序，例如图形相关应用程序、数据中心加速和 AI。

表4：GDDR各代规格对比情况

	GDDR3	GDDR4	GDDR5	GDDR5X	GDDR6
预读取缓冲 (bit)	4	8	8	8/16	16
传输速率 (GT/s)	2.5	2.2	5-8	10-14	16
带宽 (GB/s)	159	140.8	320-512	640-896	896-1024
电压 (V)	1.8	1.5	1.35-1.5	1.35	1.25-1.35

资料来源：半导体行业观察，电子发烧友，中国银河证券研究院

图15：GDDR和BW的技术路径

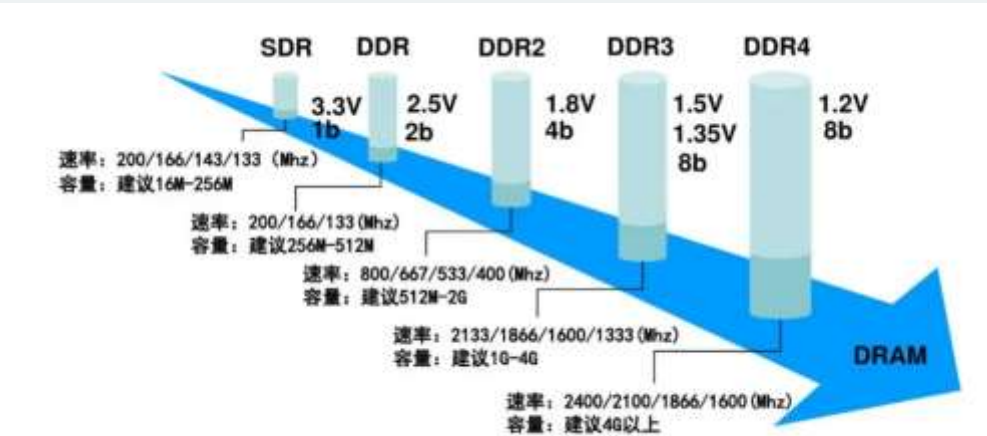


资料来源：半导体行业观察，电子发烧友，中国银河证券研究院

1.2 DRAM发展路径：向传输高速、低功耗演进

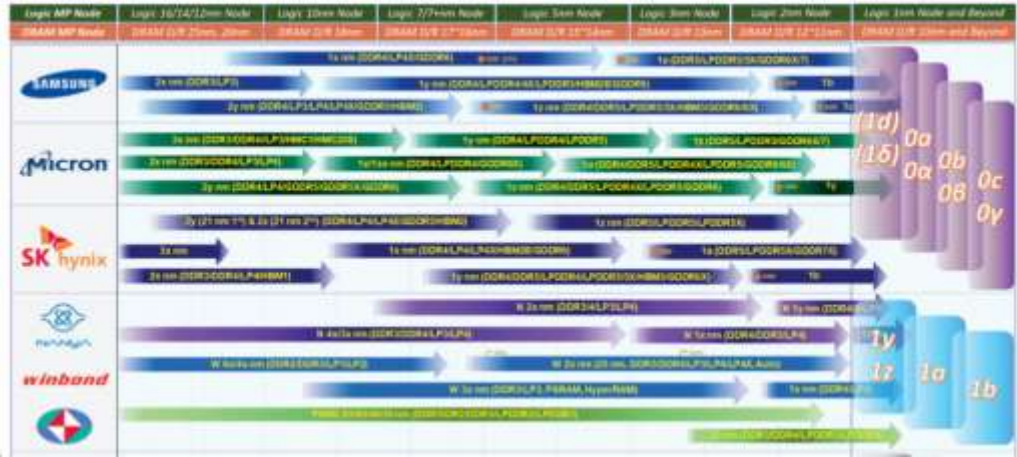
- 高传输速率和低功耗是未来DRAM发展的方向。可以看到，最新一代DDR5拥有超高频宽及低功耗优势，不仅传输速率能增加50%，工作电压亦由DDR4的1.2V下降至DDR5的1.1V，能够提高整体系统能源效率。此外，DDR5模块配置电源管理IC，直接单独在DIMM模块上执行电源控制，能够获得更加稳定的电源，并具备较佳的讯号完整性，进而优化能源效率。
- 在技术节点上，厂商正逐步极限物理制程演进。在DRAM技术方面，美光推出1β（1-beta）制程技术应用于16Gb容量版本的 DDR5内存。美光1β DDR5 DRAM在系统内的速率高达7,200 MT/s，现已面向数据中心及PC市场的所有客户出货。基于1β节点的美光DDR5内存采用先进的High-K CMOS器件工艺、四相时钟和时钟同步技术，相比上一代产品，性能提升高达50%，每瓦性能提升33%。

图16：各代DDR产品电压、传输速率的提升



资料来源：闪存市场，中国银河证券研究院

图17：DRAM龙头厂商的roadmap

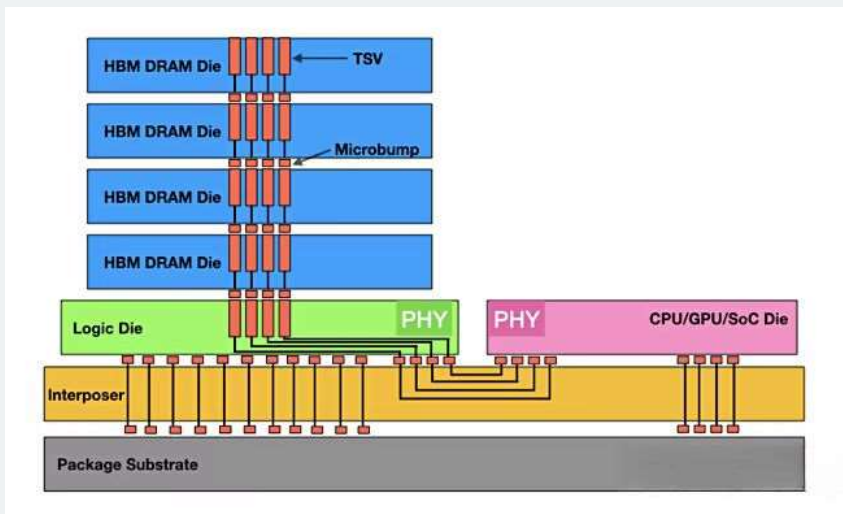


资料来源：TechInsights，中国银河证券研究院

1.2 DRAM发展路径：向传输高速、低功耗演进

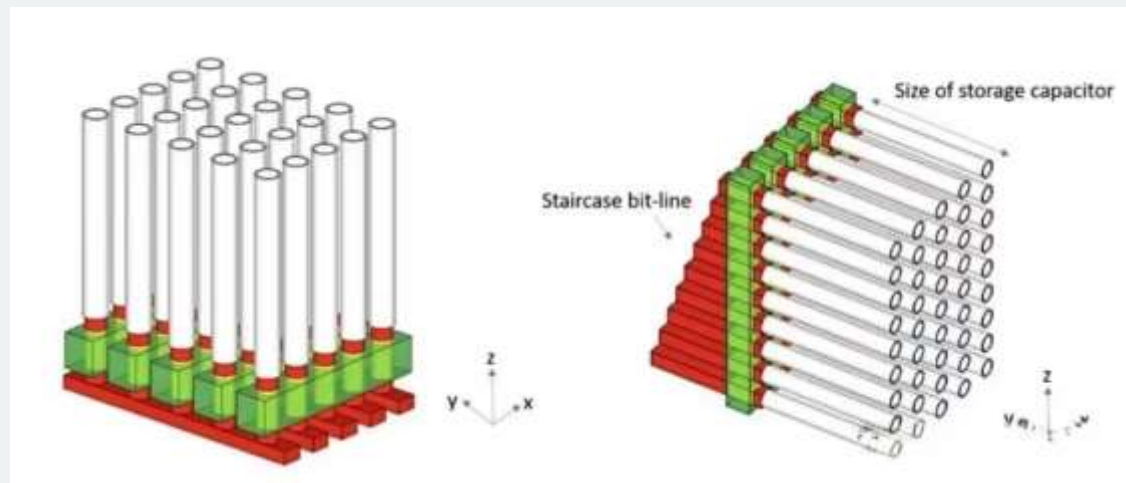
- 未来DRAM有两种发展路径：
- 其一，基于现有DRAM技术，堆叠多芯片，高带宽存储器（HBM）的高级封装方式。常见HBM层数4/8，即将达到16层。虽封装成本高，但适合高内存需求应用，如人工智能。
- 其二，单片堆叠DRAM是另一选择，是所有厂商的终极目标。单片堆叠芯片相对简单，但额外步骤带来困难。分析认为，3D DRAM可以模仿3D NAND Flash，将cell翻转。因DRAM单元2D区域小，垂直方向电容器大且难分层。随2D尺寸缩小，电容器变薄，需加长以保电荷。翻转90度可使用每层位线阶梯设计，光刻图案化工艺可用于所有层，即共享图案化，从而简化制造工艺。

图18：HBM架构封装方式



资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

图19：3D DRAM结构



资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

1.3 NAND发展路径：高密度存储和3D堆叠为主要趋势

- HDD存储是“磁头+马达+磁盘”的机械结构，SSD则为“闪存介质+主控”的半导体存储结构。相比HDD早期发展，SSD是最近10年才呈现出爆发式增长的存储方式，SSD存储方式在功耗和性能上相较HDD均有较好表现。
- 最早的RAM SSD可追溯至1976年，Dataram公司出售名为Bulk Core的SSD。随后几十年间，HDD在存储数据方面仍是主流选择，从20世纪90年代末开始，部分厂商开始进入SSD的制造。三星为第一家选择进入SSD的巨头厂商，于2005年宣布进入SSD，随后东芝、美光、希捷、WD相继宣布进入SSD领域，SSD市场于2010年进入繁盛阶段，2013年起，Pcle SSD进入消费市场，2014年SDD软件生态并购企业级存储，2015年，英特尔宣布开发出新型处理器3D Xpoint，2018年QLC开始应用于企业级市场，2019年，YMTC推出32层的Xtacking NAND样品，随后几年3D NAND开始不断演进

表5：HDD与SSD的性能对比

对比项	SATA SSD(500GB)	SATA HDD(500GB 7200rpm)	差异
介质	闪存	磁盘	/
连续读写MB/s	540/330	160/60	3倍/6倍
随机读写IPOS	98000/70000	450/400	217倍/175倍
数据访问时间 ms	0.1	10~12	100~120倍
性能得分(基于PCMark)	78700	5600	14倍

资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

图20：全球和中国企业级SSD的历史发展

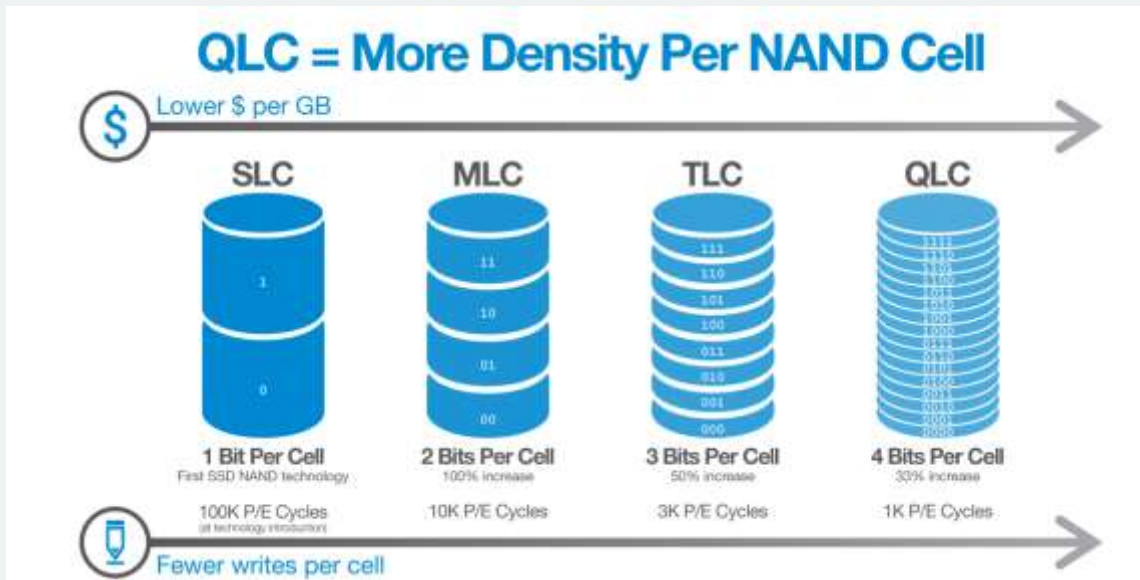


资料来源：中国银河证券研究院

1.3 NAND发展路径：高密度存储和3D堆叠为主要趋势

- 高密度存储单元向TLC、QLC等存储方式演进。NAND Flash从存储单元上可以分为以下几类，分别为平面的SLC/MLC/TLC/QLC NAND和立体的3D NAND，其中平面四类每个单元存储信息依次递增，电压变化随存储信息增多成指数级增长，但寿命也随之减少。SLC产品凭借高可靠性的擦除、高带宽、寿命长等优势在IoT领域广泛应用，SLC也是向大容量NAND拓展的必经之路。TLC和QLC产品为目前大容量存储主流。

图21：NAND的单元密度、擦写次数和性能区别



资料来源：Anandtech，中国银河证券研究院

表6：不同单元密度的技术特点

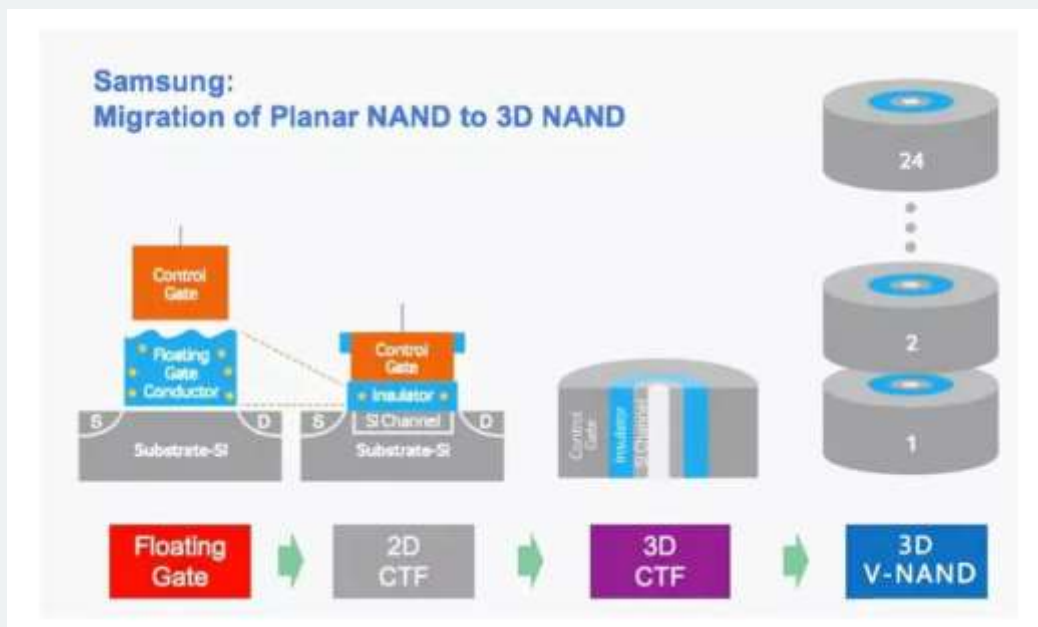
Flash类型	SLC单层单元	MLC多层单元	TLC三层单元	QLC四层单元
擦写寿命	约10万次	约1万次	约3千次	约1千次
每个单元的位数	1bit/cell	2bit/cell	3bit/cell	4bit/cell
写入速度	快	较快	较慢	较慢
耐用度	耐用程度高	耐用程度较高	耐用程度较低	耐用程度较低
价格	高	较高	中	低
适合人群	工业/企业	普通消费者/游戏玩家	轻度消费者	数据存储量大的用户

资料来源：MICRON，中国银河证券研究院

1.3 NAND发展路径：高密度存储和3D堆叠为主要趋势

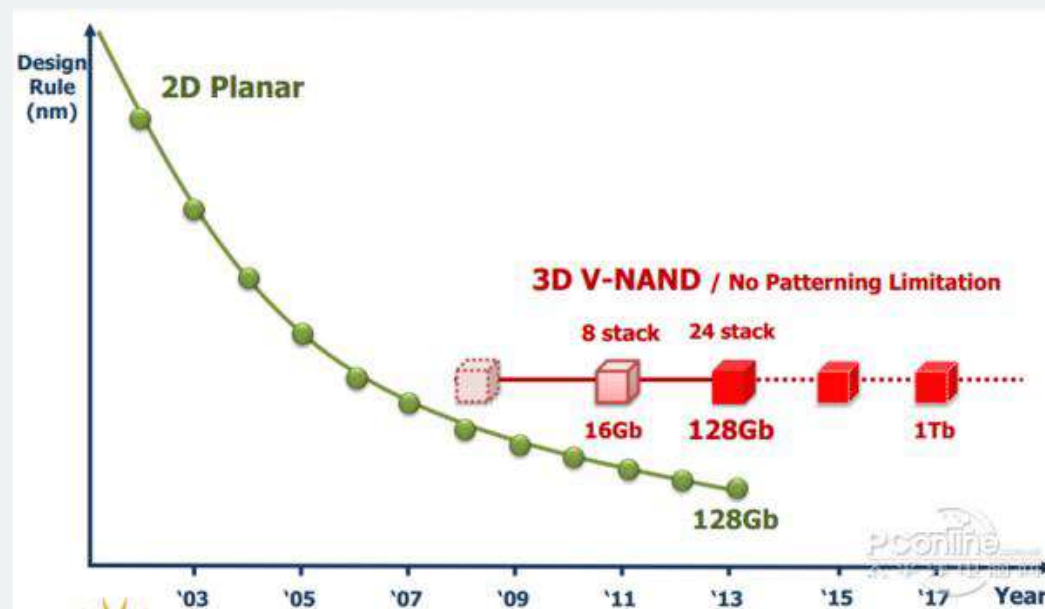
- 3D堆叠大幅提升容量，单元密度相同情况下，提高了存储密度，降低了每个比特的成本，同时也提升了成本效益和寿命。
- NAND Flash根据存储单元的工作原理来定义分为：SLC、MLC、TLC和QLC。在结构上，NAND Flash分为2D和3D两类。2D结构的存储单元布置在芯片的XY平面中，而3D NAND或V-NAND技术则将存储单元沿Z平面堆叠在同一晶圆上。

图22：2D NAND到3D NAND路径



资料来源：MICRON，中国银河证券研究院

图23：3D NAND对比2D也有寿命上的提升



资料来源：MICRON，中国银河证券研究院

1.3 NAND发展路径：高密度存储和3D堆叠为主要趋势

- 存储芯片行业在产品标准化和品种单一上面临挑战，导致厂商竞争重心转向工艺技术和生产规模。虽然存储芯片的制程路线不同于逻辑电路，但同样受到摩尔定律极限的影响，进展面临瓶颈。
- 自2017年以来，DRAM制程已从1x迭代至1z，并计划在2024-2025年迭代至1β。这表示DRAM制程的不断进步和缩小，这些迭代带来了更高的集成度和性能提升。同时，NAND存储芯片的叠层数已从64层提升至128层，并计划在2024-2025年突破300层。这反映了NAND技术朝着3D方向的持续发展，以提高存储容量和性能。

表7：3D NAND堆叠层数的演变

年度	层数	堆栈厚度 (微米)	层厚 (纳米)	备注
2015年	32/36层	2.5	70	
2016年	48层	3.5	62	
2017年	64/72层	4.5	60	2017年，SK海力士量产72层
2018年	>90层	5.5	55	2018年，东芝/西部数据量产96层
2020年	>120层	7	50	
2021年	>140层	8	45-50	

资料来源：MICRON，ASML，中国银河证券研究院

图24：存储芯片、逻辑芯片制程趋势图

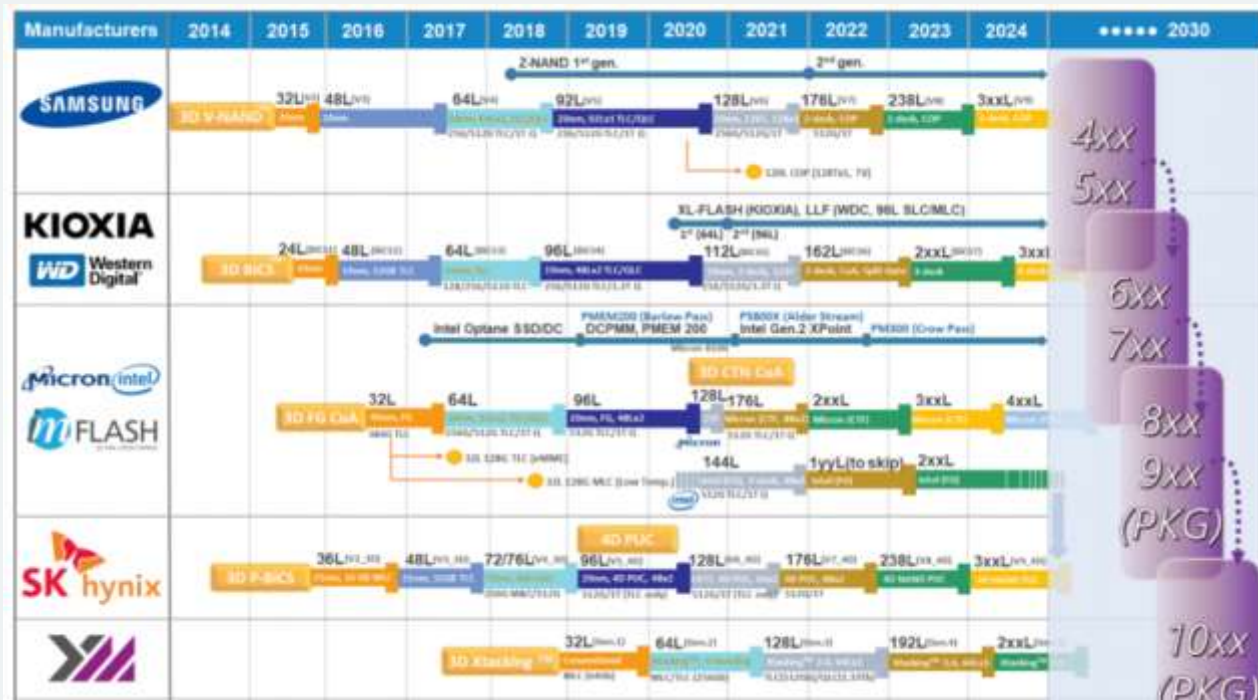


资料来源：ASML，中国银河证券研究院

1.3 NAND发展路径：高密度存储和3D堆叠为主要趋势

- **主流厂商正在逐步加紧3D NAND研究，目前三星产品技术较为领先。**从近期各厂商出货来看，2022 年美光实现 232 层 NAND 闪存产品的出货，三星也宣布开始量产 236 层 3D NAND 闪存芯片，铠侠和西部数据于 2023 年推出 218 层 3D NAND 闪存，SK 海力士则在 2023 年展示了其最新 300 层 3D NAND 产品原型，预计将在 2024-2025 年期间上市。三星将在 2024 年将生产超过 300 层的第九代 V-NAND 闪存，堆叠层数仍在持续突破。

图25: 主流NAND Flash技术路线图



资料来源: TechInsights, 中国银河证券研究院

02

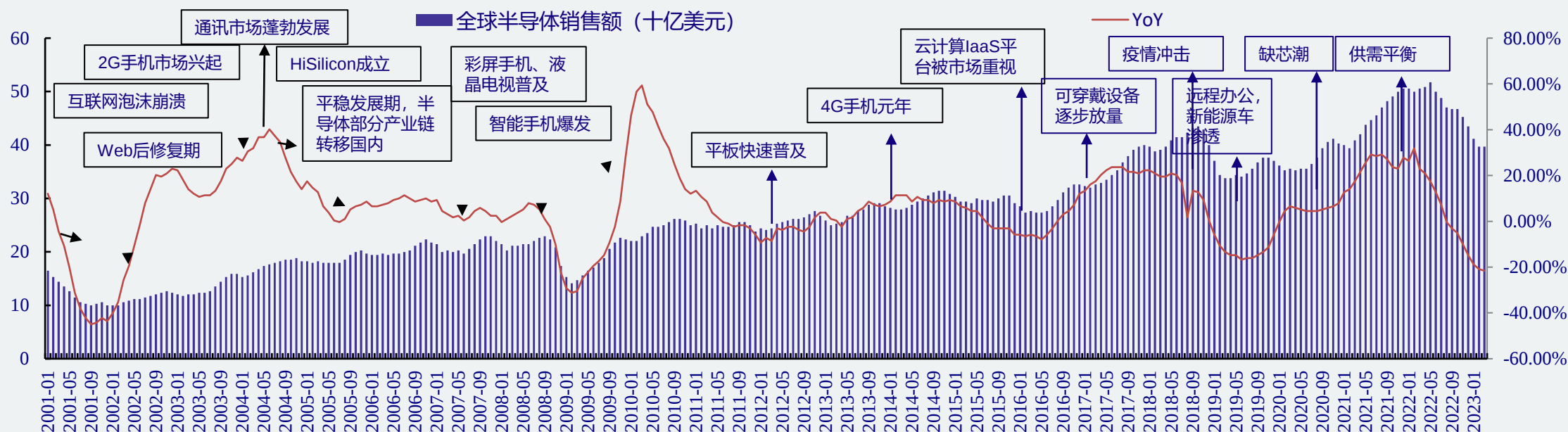
PART TWO

多轮周期嵌套，AI需求正在创造行业第五轮周期起点

2.1 观历史周期之轮回，存储芯片现底部回暖趋势

- 2000年到2023年，全球的半导体销售额不断增长，从最初的约180亿美元的规模上升至2023年的约400亿美元的市场规模，期间的年复合增长率平均保持在20%左右。在2009年随着智能手机的出现，改变了人们的生活方式，全球半导体行业也迎来了爆发式的增长。2014年，4G手机元年的到来和通讯技术的升级，云计算、可穿戴设备、VR/AR等更多种新型人机交互方式的出现，使得行业对各类半导体需求快速增长。

图26：全球半导体重要时间出现节点

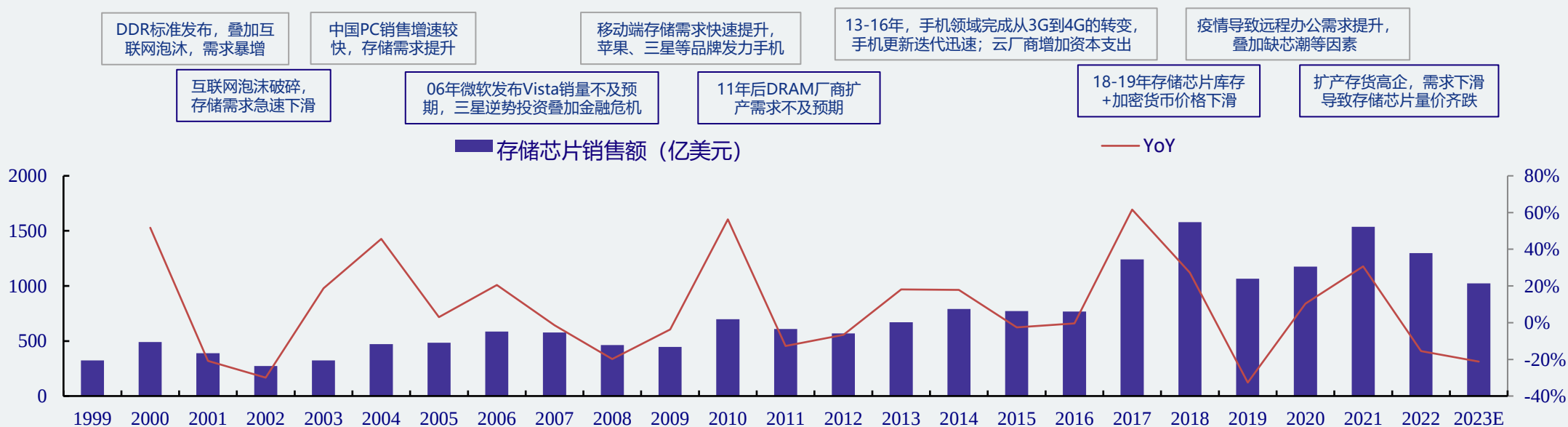


资料来源：WSTS，中国银河证券研究院

2.1 观历史周期之轮回，存储芯片现底部回暖趋势

- 从存储芯片来看，3-4年时间约为一个周期，当前处于第五轮周期起点。从2000年之后，存储行业周期表现明显，电子消费品的创新能快速提升存储芯片的整体需求，以2000、2009、2017年为例，是互联网时代、移动互联网、云计算大规模投入的三个重要窗口期。而2004年和2020年的PC迭代与手机的换机周期导致市场反弹较为疲软，同时在各个周期环节中，供给端的缩量增价等行为往往滞后于需求的快速爆发，因此在价格周期底部布局能够获得较大弹性。

图27：存储芯片市场销售额和重要节点

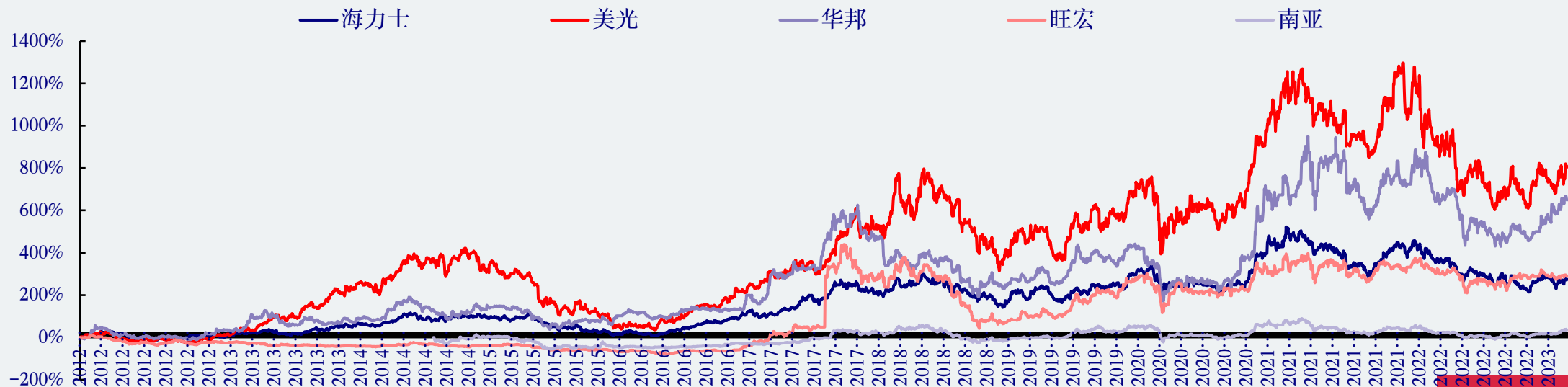


资料来源：WSTS，中国银河证券研究院

2.1 观历史周期之轮回，存储芯片现底部回暖趋势

- 在过去的周期（2016-2019年），存储 IDM 厂商的股价经历了显著的波动。从低点到高点，其涨幅在200%到600%之间，其中旺宏更是一度涨幅高达2786%。然而，从高点到低点，股价也经历了较大的跌幅，约为40%到80%。
- 而在最近的周期（2019-2023年），股价的表现也出现了一定程度的波动。从低点到高点，股价的涨幅在150%到270%之间，相比之前略有回落。而从高点到低点，股价的跌幅仍在40%到60%之间。
- 展望2024年，存储芯片价格有望触底反弹。

图28：各存储厂商股价涨跌幅趋势情况



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

2.1 观历史周期之轮回，存储芯片现底部回暖趋势

- 存储公司的股价、存储合约价格和库存存在着一定的相关性。2001年-2022年区间，美光公司的股价和库存整体呈现向上的趋势。将美光公司股价、存储合约价和库存水平三组数据在Eviews进行相关性分析，股价和合约价的相关性呈现中等相关（0.46），股价和库存的相关性为较强相关（0.59）。仅将股价和库存两组数据拟合为强相关（0.75）。股价的攀升先于库存最高点，在库存达到高点后，股价持续反弹，接着存储合约价微跌或者横盘、基本企稳。之后存储价格和股价共同处于缓慢上升。

图29：2001-2022年美光股价、库存和DDR3合约价变化趋势(单位：%)



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

2.1 观历史周期之轮回，存储芯片现底部回暖趋势

- 在2022年下半年，美光的股价已经开始回升。这是因为存储行业面临周期性的下行压力，导致原厂商减少产能利用率和资本支出，以应对市场供应过剩的情况。在库存达到峰值之前，生产量超过了市场需求，使得库存不断增加。然而，一旦库存达到顶峰，生产量开始下降，而市场需求仍在持续，这导致库存开始减少。随着库存逐渐消化，存储产品的价格逐渐反弹。当库存消耗完毕后，市场需求逐渐复苏，而供应仍然有限，导致存储产品供不应求，价格继续上涨。这种供需关系的变化导致了存储行业的股价回升。

表8：近两个周期内存储厂商股价最高点，最低点

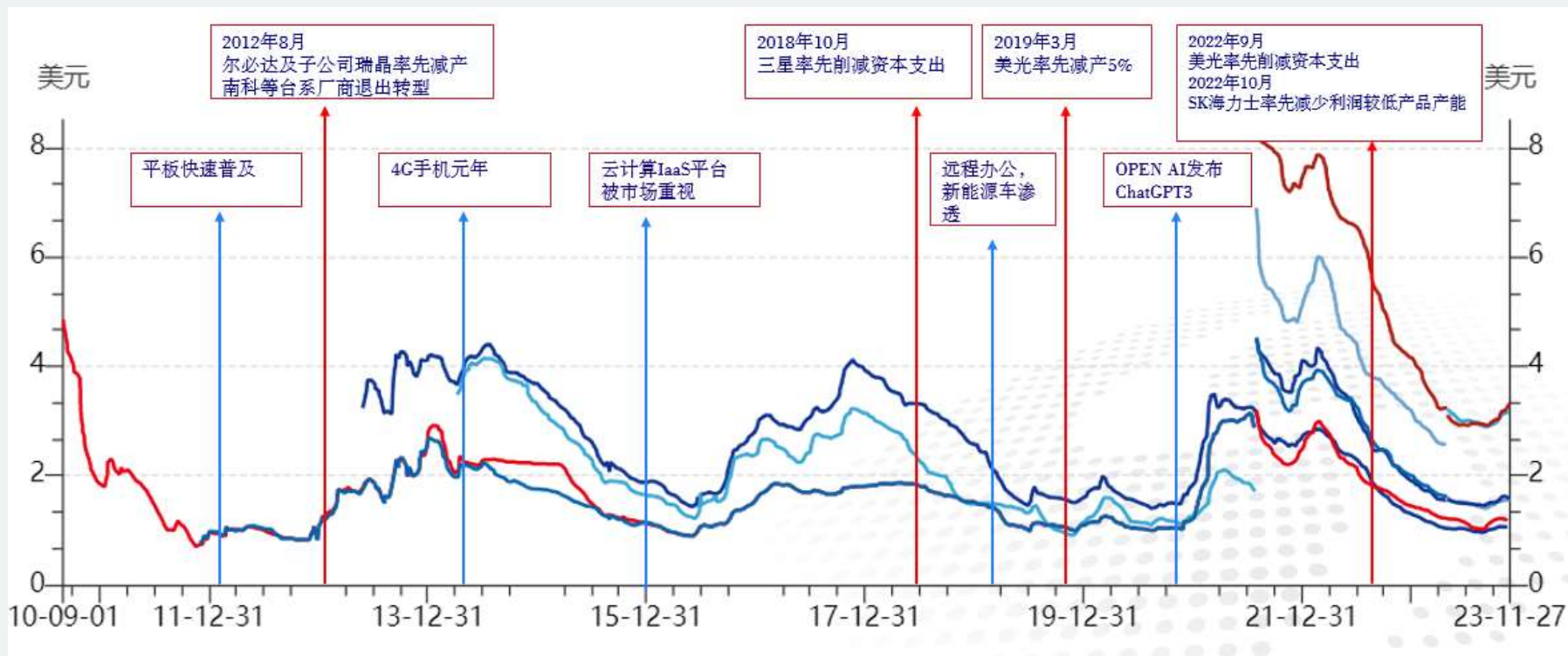
	单位	2016/6-2019/7 周期					2019/8-2022/12 周期				
		低点	高点	涨幅	低点	降幅	低点	高点	涨幅	低点	降幅
SK海力士	韩元	25,650	97,700	281%	56,700	-42%	56,700	150,500	165%	74,700	-50%
美光	美元	9	65	592%	27	-58%	26.85	98	267%	48	-51%
华邦	台币	8	30	274%	11	-63%	11.35	39	243%	19	-52%
旺宏	台币	2	61	2786%	15	-76%	14.55	50	244%	28	-44%
南亚	台币	35	108	206%	45	-58%	45.10	105	133%	45	-57%
威刚	台币	27	94	253%	34	-64%	34.05	132	288%	50	-63%
创见	台币	79	105	32%	63	-40%	62.08	92	46%	58	-37%

资料来源：Wind，中国银河证券研究院

2.1 观历史周期之轮回，存储芯片现底部回暖趋势

- 供需关系的错配始终是存储市场造成周期的主要原因。从近20年的发展来看，新需求不断推动存储领域销售额增长，在2000-2010年是服务器、PC市场推动存储市场增长，到2010-2020年，平板电脑云计算推动存储市场快速增长，2023年后AI大模型开始走入大众视野，成为推动存储市场的新动力。

图30：2010-2023年存储供需关系错配

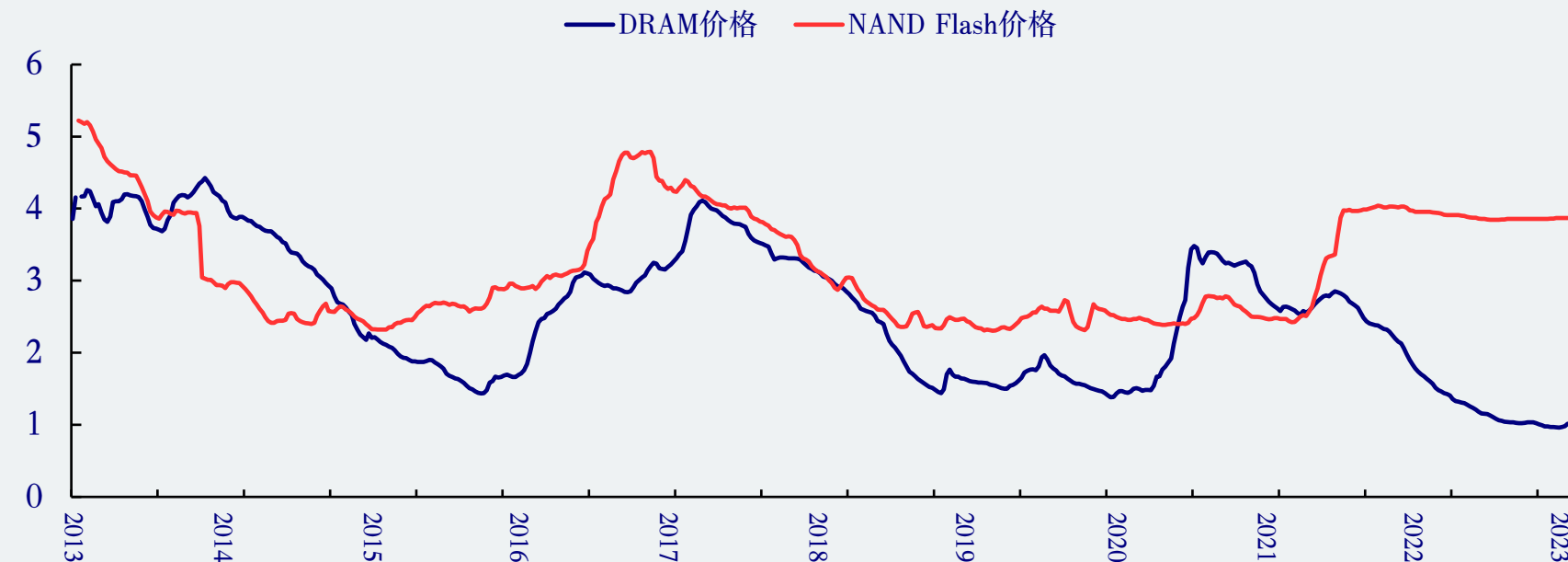


资料来源：Wind，中国银河证券研究院

2.1 观历史周期之轮回，存储芯片现底部回暖趋势

- 在2021年第三季度，存储周期达到顶峰，之后由于下游需求减少和行业去库存压力，市场规模迅速下降。最初，相关原厂并没有减少生产，而是通过降价来保持出货量，导致存储市场的价格和数量同时下降。随后，难以承受持续亏损的主要厂商开始逐步减产，以实现供需平衡。
- 目前，随着减产和库存去化的持续，DRAM价格在23年Q3之后基本保持稳定，部分物料已小幅上涨。于23年8月，NAND价格也已经止跌，23年10月，DRAM和NAND的大部分物料号已开始持续涨价。

图31：2013-2023年 DRAM 和 NAND 价格走势图（单位：美元）



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

2.2 供需格局逐步改善，存储芯片价值稳步提升

- 23年上半年存储行业整体处于下行区间，三星、SK海力士、美光、西部数据和铠侠等厂商纷纷宣布减少产能，厂商降低关于存储业务的资本性支出。各大厂商不约而同的减产计划促使存储周期提前，在存储需求不断扩大的前提下，存储芯片的价格将会上升，提前进入复苏周期。

表9：2023年各存储厂商减产计划

厂商	产能规划	资本支出计划	其他措施
三星	三星 Line15 因优化旧制程产线而投产小幅下滑，发布2023Q1业绩报告后宣布对存储芯片进行减产，2023年3 月为止，减产幅度为 20%。	优化旧制程产线，灵活调整2023 年设备方面资本支出	集团内部资金拆借支持半导体部门资本支出
SK海力士	2022Q4 宣布减产，2023Q1稼动率为 92%，预期 2023Q2 会进一步下滑至 82%，位于韩国的 M16 产线为先进制程，故维持原先小幅增产计划	2023 年在原有15-20万亿韩元基础上削减50%以上资本支出	削减管理岗位人数（20%-30%）
美光	削减20%综合产量，2023全年维持产能稼动率为84%，2023全年 DRAM产量规划低于2022年，NAND Flash略高于2022年	2023年资本支出由120亿美元调减至70-75亿美元，减少2024规划资本支出	放缓技术升级，降低运营成本（裁员比例由2022年预计的10%提升至15%）
西部数据+铠侠	调整横滨与北上NAND Flash工厂产量，从2022 年 10 月开始削减约30%产量	/	2022年11月开始实施不超过10%的裁员计划

资料来源：各公司公告，中国银河证券研究院

2.2 供需格局逐步改善，存储芯片价值稳步提升

- 供给端减产持续，供应缺口预期在24Q2到来。目前根据测算，自2023年起，海外厂商的产能利用率和资本支出已显著减少。预计2023年DRAM市场整体供给减少3.4%；NAND Flash整体供应减少7.7%，其中23Q3-Q4季度为原厂减产窗口期。

表10：DRAM和供给测算

	2020	2021	2022	2023E	2024E
DRAM行业总供给	19828	24386	24936	24088	27827
yoy	22.30%	23.00%	2.30%	-3.40%	6.70%
供应商供给增速					
三星	22.0%	24.0%	-1.0%	-2.7%	9.0%
海力士	24.0%	21.0%	4.0%	-2.5%	4.0%
美光	25.0%	20.0%	8.0%	-5.0%	5.0%
南亚科	35.0%	1.0%	-26.0%	-11.0%	15.0%
华邦	18.0%	11.0%	-19.0%	19.0%	64.0%

资料来源：IDC，WSTS,CFM.中国银河证券研究院

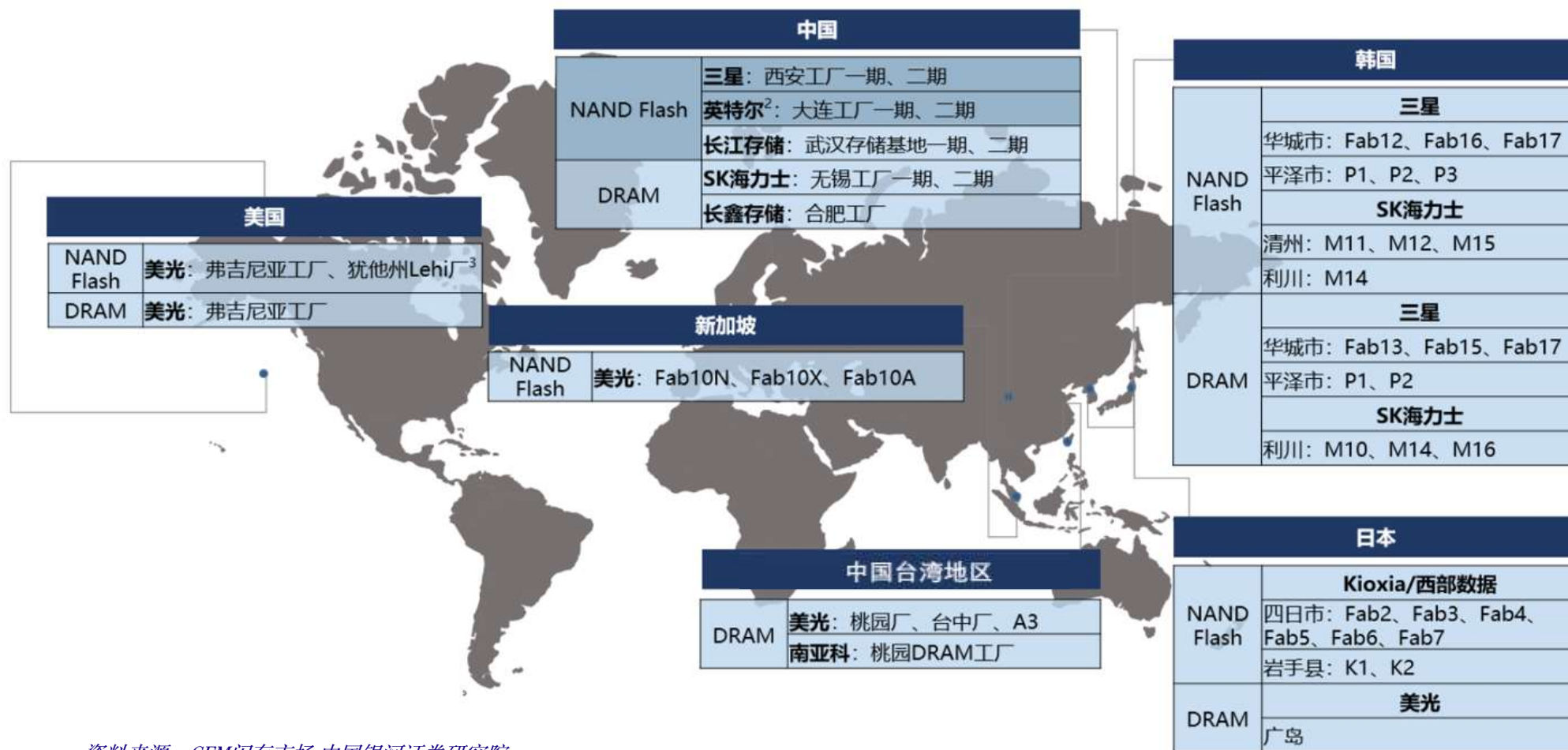
表11：NAND和供给测算

	2020	2021	2022	2023E	2024E
NAND行业总供给	422467	580099	622526	574591	739107
yoy	32.10%	37.30%	7.30%	-7.70%	11.22%
供应商供给增速					
三星	23%	40%	2%	-8%	8%
美光	42%	58%	6%	-6%	12%
海力士	19%	24%	6%	-5%	14%
铠侠	35%	37%	2%	-10%	10%
WDC	52%	31%	3%	-20%	10%
Intel	27%	3%	46%	-2%	5%

资料来源：IDC，WSTS,CFM.中国银河证券研究院

2.2 供需格局逐步改善，存储芯片价值稳步提升

图32：全球主要存储器厂商生产基地

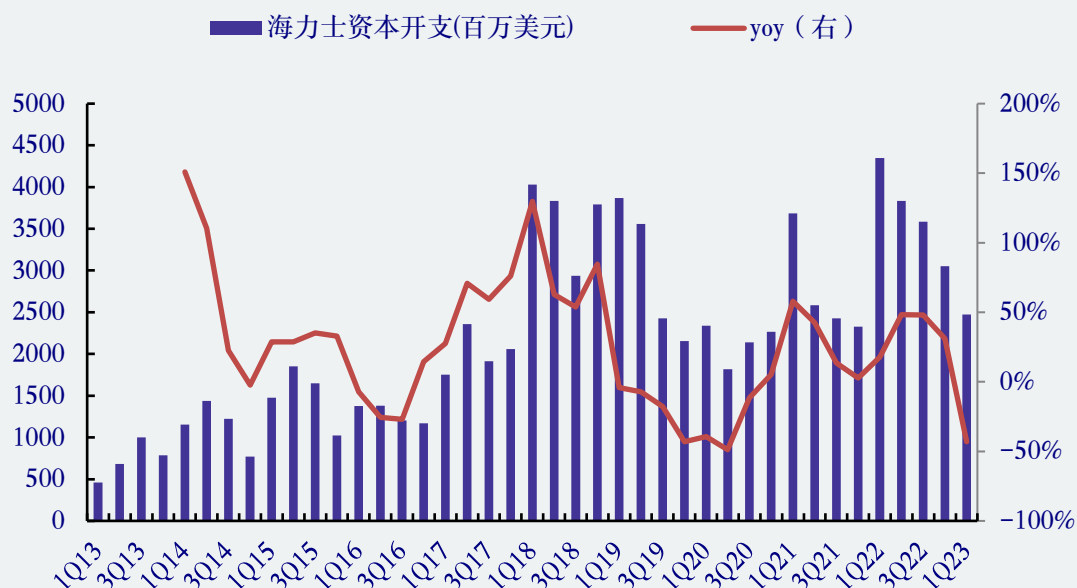


资料来源：CFM闪存市场、中国银河证券研究院

2.2 供需格局逐步改善，存储芯片价值稳步提升

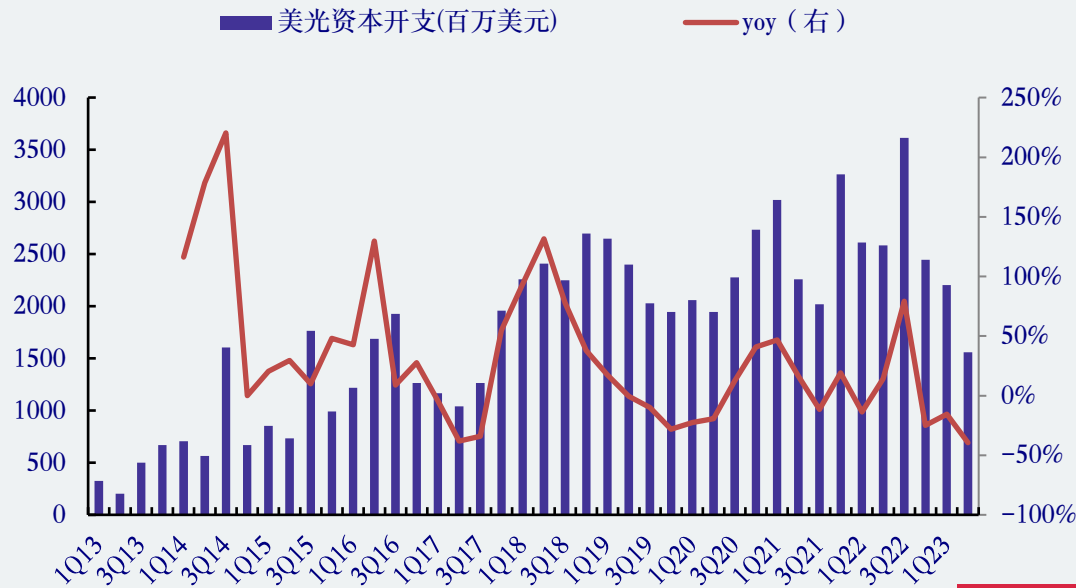
- 供给端厂商资本开支逐步下滑，美光海力士下调幅度较大。从行业整体资本开支水平上看，行业资本开支水平增速已经 从高位开始下降，从2022年10月开始晶圆产量将减少约30%，美光、SK海力士、三星也相继宣布减产，供给有望逐步收 缩。在资本支出调整方面，根据各公司业绩说明会，美光2023年资本支出计划调减至70亿美元，同比减少40%以上；SK 海力士2023年资本支出计划同比减少50%。根据TrendForce数据显示，2023年Q2三星、美光、海力士的稼动率分别下降 至77%/74%/82%。为了保利润，目前各大存储厂稼动率依然保持在低位运行。

图33：海力士资本支出变化



资料来源：Bloomberg，中国银河证券研究院

图34：美光资本支出变化



资料来源：Bloomberg，中国银河证券研究院

2.3 传统领域存储容量逐步提升，AI等新蓝海带来新需求

- 智能手机的迭代升级将加大对LPDDR5/5X的存储需求。2023年上半年从各个手机品牌发布会看，采用大容量UFS4.0和LPDDR5/5X的智能手机成为了产品卖点。2023年下半年，新款旗舰智能手机型号对UFS4.0和LPDDR5X的需求非常明确，会引起对存储的高度需求。即将发布的旗舰智能手机，例如骁龙8Gen3，都配备了顶尖的嵌入式存储产品UFS4.0、LPDDR5X。

表12：各手机品牌旗舰手机存储规格

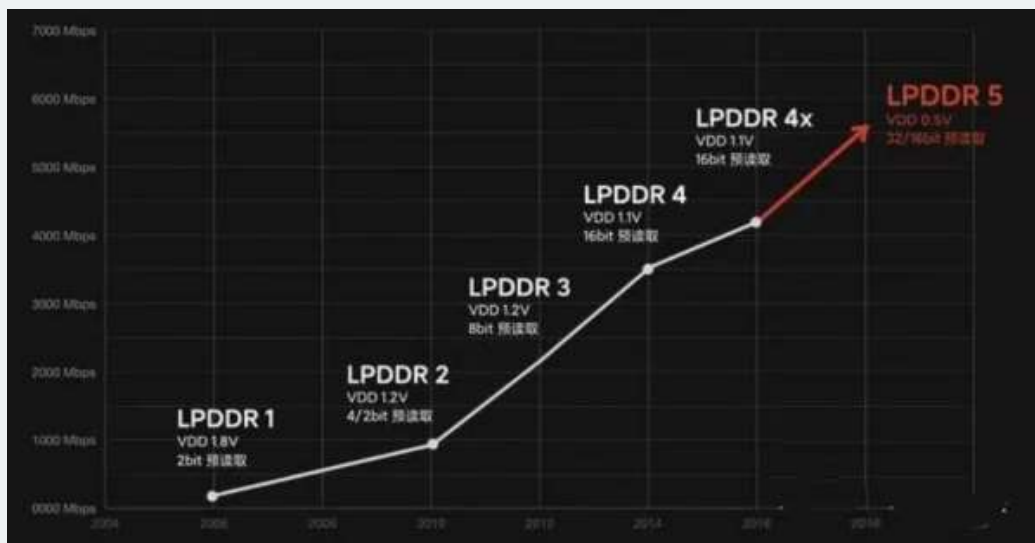
手机型号	存储规格
小米13	UFS 4.0 128/256/512GB + LPDDR5x 8/12GB
小米13 Pro	UFS 4.0 128/256/512GB + LPDDR5x 8/12GB
小米13 Ultra	UFS 4.0 256/512GB/1TB + LPDDR5x 12/16GB
红米K60 Pro	UFS 4.0 256/512GB + LPDDR5x 8/12/16 GB
OPPO Find X6 Pro	UFS 4.0 256/512GB + LPDDR5x 12/16GB
OPPO Find X6	UFS 4.0 256/512GB + LPDDR5x 12/16GB
OnePlus 11	UFS 4.0 256/512GB + LPDDR5x 12/16GB
Vivo X Fold2	UFS 4.0 256/512GB + LPDDR5x 12GB
Vivo X90 Pro+	UFS 4.0 256/512GB + LPDDR5x 12GB
Vivo X90 Pro	UFS 4.0 256/512GB + LPDDR5x 8/12GB
Vivo X90	UFS 4.0 128/256/512GB + LPDDR5x 8/12GB
iQOO Neo8 Pro	UFS 4.0 256/512GB + LPDDR5x 16GB
iQOO 11 Pro	UFS 4.0 256/512GB + LPDDR5x 8/12/16GB
iQOO 11	UFS 4.0 128/256/512GB + LPDDR5x 8/12/16GB

资料来源：中国闪存市场，中国银河证券研究院

2.3 传统领域存储容量逐步提升，AI等新蓝海带来新需求

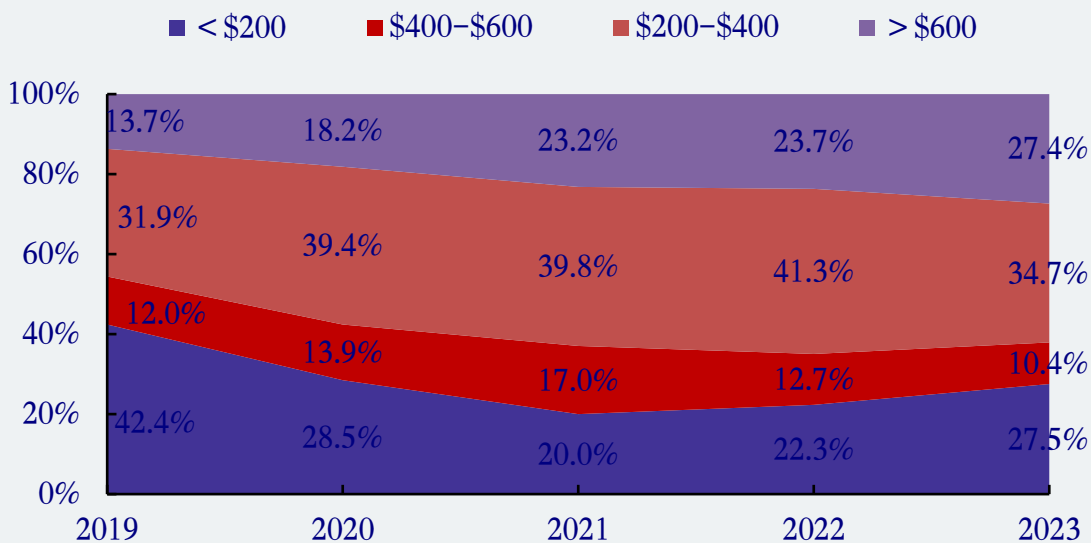
- 根据IDC的数据，2023年中国智能手机市场价格段延续K形分化趋势。600美元（约合4,306元）以上高端市场份额达27.4%，同比增长3.7个百分点。同时200美元（约合1,435元）以下低端市场份额恢复到27.5%，同比增长5.2个百分点。从趋势来看，2019年-2023年，400-600美元（约合2,870元-4,306元）价格端的手机销量持续下滑，2023年只有10.4%。我们认为，高端消费人群维持购买力的同时，更多中端用户开始升级选择旗舰产品来延长换机周期。同时随着各品牌旗舰机手机从LPDDR5升级为LPDDR5X，销售额市场更为庞大的中低手机市场也会随着LPDDR5的价格下降，逐步从LPDDR4X升级为LPDDR5。从而使得智能手机总量上对LPDDR5的需求更大。

图35：存储全面进入LPDDR5时代



资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

图36：中国智能手机价格段份额趋势（2019-2023，单位：美元）

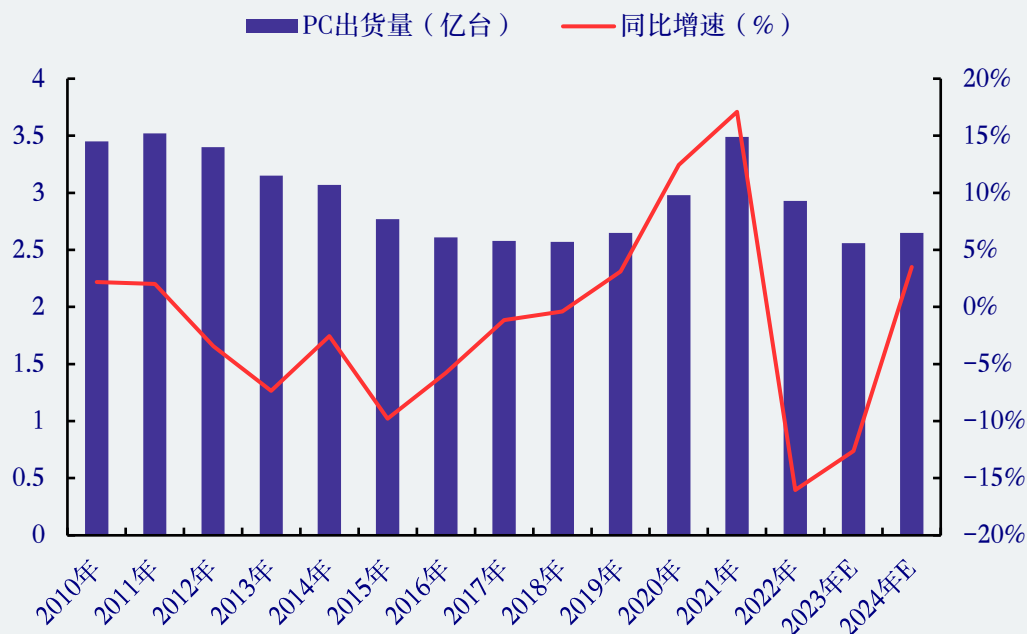


资料来源：IDC，中国银河证券研究院

2.3 传统领域存储容量逐步提升，AI等新蓝海带来新需求

- 2022 年全球 PC 电脑出货量为 2.92 亿台，同比减少 16.51%。其中中国 PC 电脑出货量为0.49 亿台，同比减少 15.06%，占全球 PC 电脑出货量的 16.78%。
- PC端AI发展由软硬件协同驱动，2022年ChatGPT开启了AI大模型浪潮，AI应用场景日渐丰富。微软于今年发布的 Microsoft 365 Copilot和Windows Copilot有望给PC的使用体验带来质变。个人电脑的AI智能化由硬件和软件协同驱动。

图37：2010-2024 PC出货量



资料来源：IDC，中国银河证券研究院

图38：AIPC产业链各个环节共同推动 AI 本地化部署

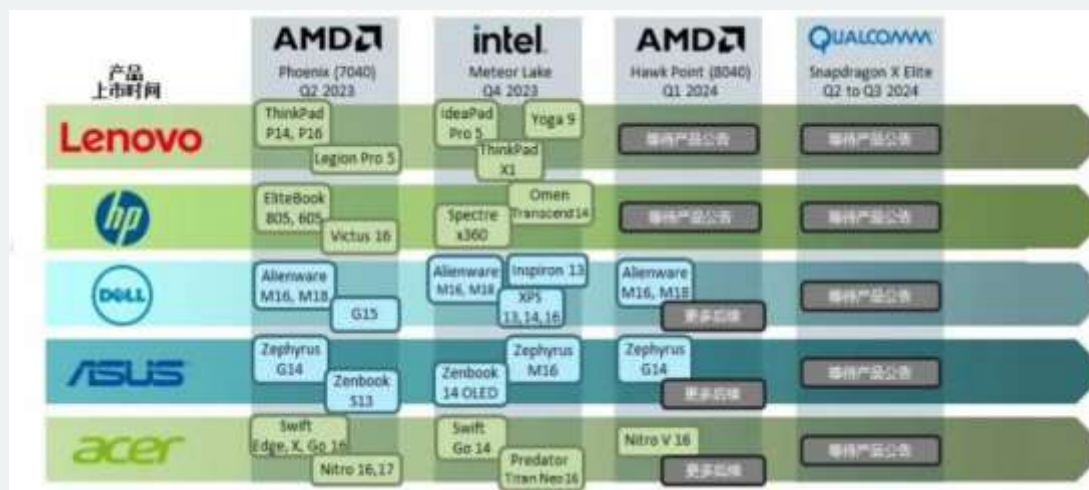


资料来源：慧博咨询，中国银河证券研究院

2.3 传统领域存储容量逐步提升，AI等新蓝海带来新需求

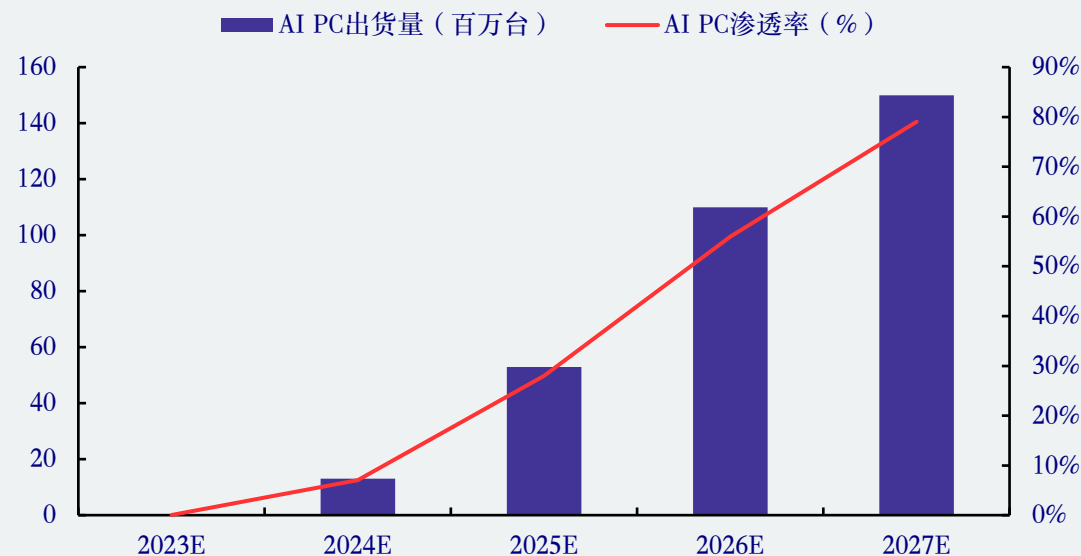
●联想在第三财季的发布会透露，24年AI PC将会推向市场，canalys预计2024年AI PC的渗透率为19%，到2027年每三台PC中将有两台是AI PC。AI PC将定位高端产品，将配置更强的处理器，更多的存储，并配有更多的增值服务。人工智能将成为PC行业重回增长的主要催化剂。

图39：整机厂商对AI PC战略布局



资料来源：Canalys，中国银河证券研究院

图40：AI PC出货量及渗透率预测



资料来源：联想官网，群智咨询，中国银河证券研究院

2.3 传统领域存储容量逐步提升，AI等新蓝海带来新需求

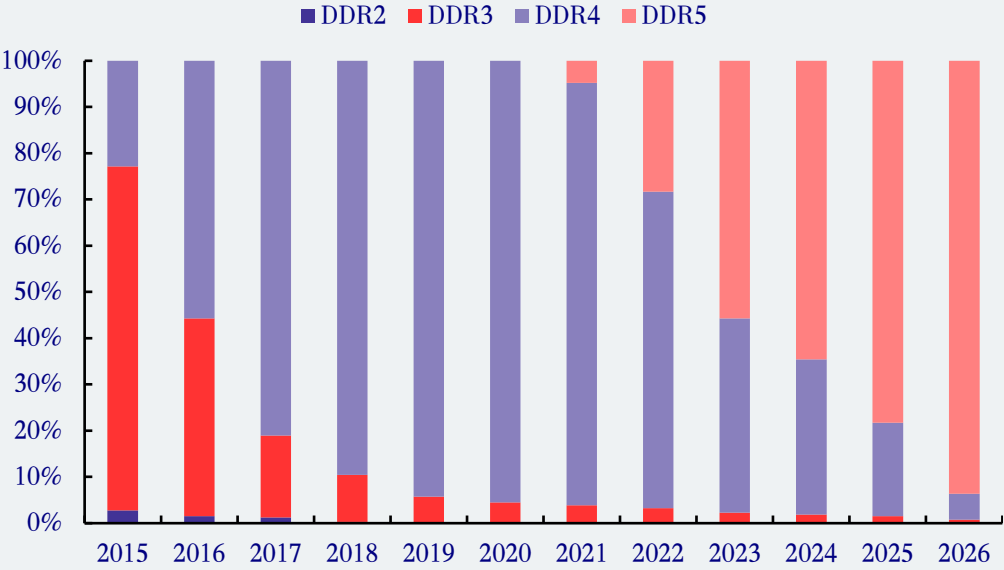
- AI PC的发展正朝着“计算+存储+传感”全面扩展。随着计算和传感性能的提升，存储需求也随之增长，尤其是对内存容量的需求。生成式AI模型，如LLaMA模型，对内存的要求很高。例如，70亿参数的LLaMA模型FP16版本大小约为14GB，而现有的移动设备内存通常不到10GB。
- 因此，AI PC带来的数据处理量的增加需要高速传输芯片的同步升级。这也意味着传输接口需要从PCIe 3.0升级至PCIe 4.0或5.0，同时，内存规格也从DDR4升级至DDR5，以满足更高的数据处理和存储需求。

表13：DDR5和DDR4对比

特点	DDR4	DDR5	DDR5的优势
速度	传输带宽1.6-3.2Gbps时钟频率0.8-1.6GHz	传输带宽4.8-8.4Gbps时钟频率1.6-4.8GHz	带宽更高，DDR5初代数据传输率为4800MT/s，比DDR4最高速度3200MT/s提升50%
工作电压	1.2V	1.1V	降低功耗，节能省电
电源管理	电源管理在主板上	电源管理移动到DIMM上的PMIC	减轻主板电源管理负担
通道结构	64位单通道	内存模组分为两个独立的32位子通道	提高总体性能、更低的延时
突发长度	BC4,BL8	BC8,BL16	内存效率更高
内存容量	16Gb SDP-64GB DIMMs	64Gb SDP-256GB DIMMs	内存容量更大
On-die ECC纠错机制	无	有	系统运作更加稳定

资料来源：CDDN，中国银河证券研究院

图41：DDR5将逐步取代DDR4

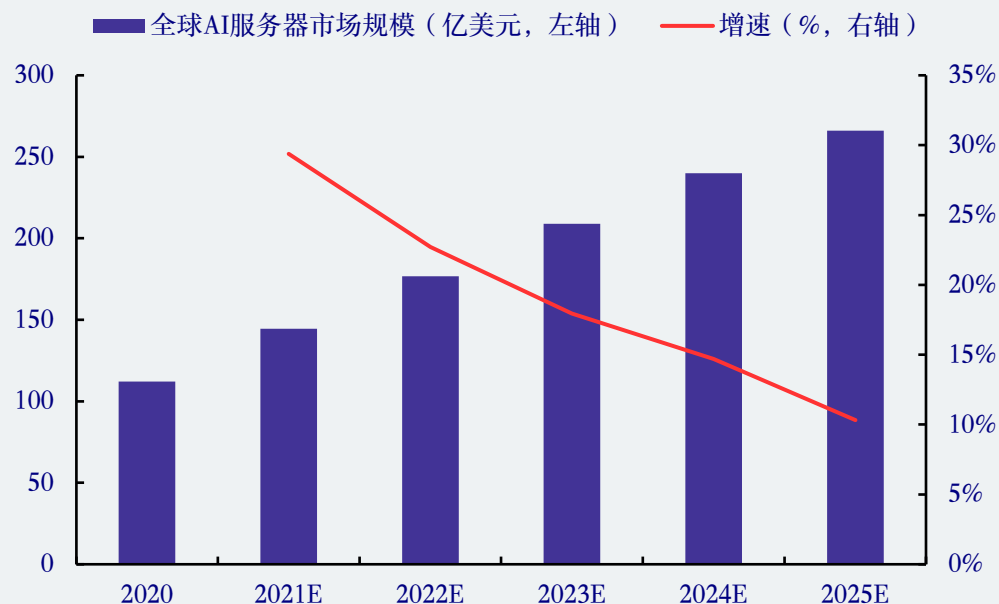


资料来源：Yole，中国银河证券研究院

2.3 传统领域存储容量逐步提升，AI等新蓝海带来新需求

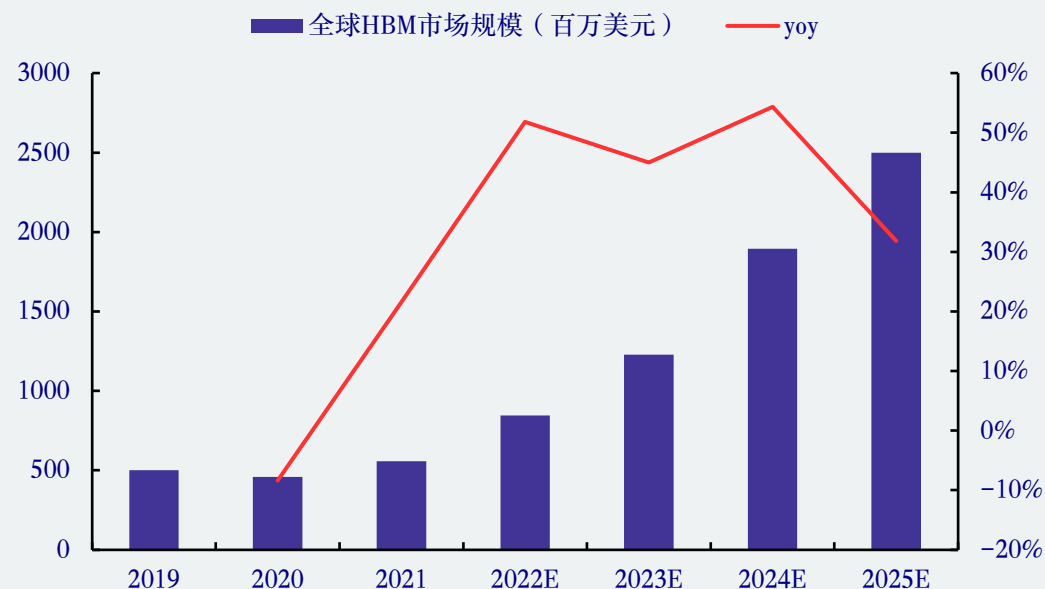
- HBM存储通过将DRAM堆叠的方式大幅提高内存带宽，而2022年末AI大模型应用的爆发催化了算力需求增长，AI训练更高的算力需求需要存储芯片进行容量与带宽上的配套，从而带宽更高的HBM方案加速落地，预计HBM方案将在24/25年后成为AI训练服务器市场主流。目前单台AI服务器HBM容量需求约320~640GB。预计2025年全球HBM市场规模将达到2500百万美元。

图42：2020-2025年全球AI服务器市场规模及增速



资料来源：IDC，中国银河证券研究院

图43：2019-2025年全球HBM市场规模及增速



资料来源：Omdia，中国银河证券研究院

2.3 传统领域存储容量逐步提升，AI等新蓝海带来新需求

- 高端HBM需求年增长将近60%。TrendForce调研显示，高端AI服务器GPU普遍采用HBM，预计2023全球HBM需求将增长近60%，达2.9亿GB，2024年再增30%。美光推出最新HBM3 Gen 2内存样品，速度达1.2TB/s，8高堆栈24GB容量，采用1 β 制造工艺。与HBM2E相比，HBM3每瓦性能提高2.5倍。

表14：AI服务器训练需要大量HBM

	单位	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
训练服务器对HBM需求测算						
训练AI服务器出货量	万台	6	12	25	37	45
每台服务器的GPU数量	枚	8	8	8	8	8
每个GPU平均使用的HBM数目	枚	6	6	7	7	7
训练服务器所需HBM需求	万片	277	627	1402	2123	2546
推理服务器对HBM需求测算						
推理AI服务器出货量	万台	14.3	27.9	50.2	81.6	102.8
每台服务器的GPU数量	枚	4	4	4	4	4
每个GPU使用的HBM数目	枚	5	5	5	5	5
推理服务器所需HBM需求	万个	286	558	1005	1632	2057
HBM需求测算						
推理AI服务器	万片	286	558	1,005	1,632	2,057
训练AI服务器	万片	277	627	1,402	2,123	2,546
交换机用HBM	万片	141	155	170	187	206
其他需求	万片	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
HBM需求合计	万片	1,904	2,540	3,777	5,143	6,009

资料来源：TrendForce，中国银河证券研究院

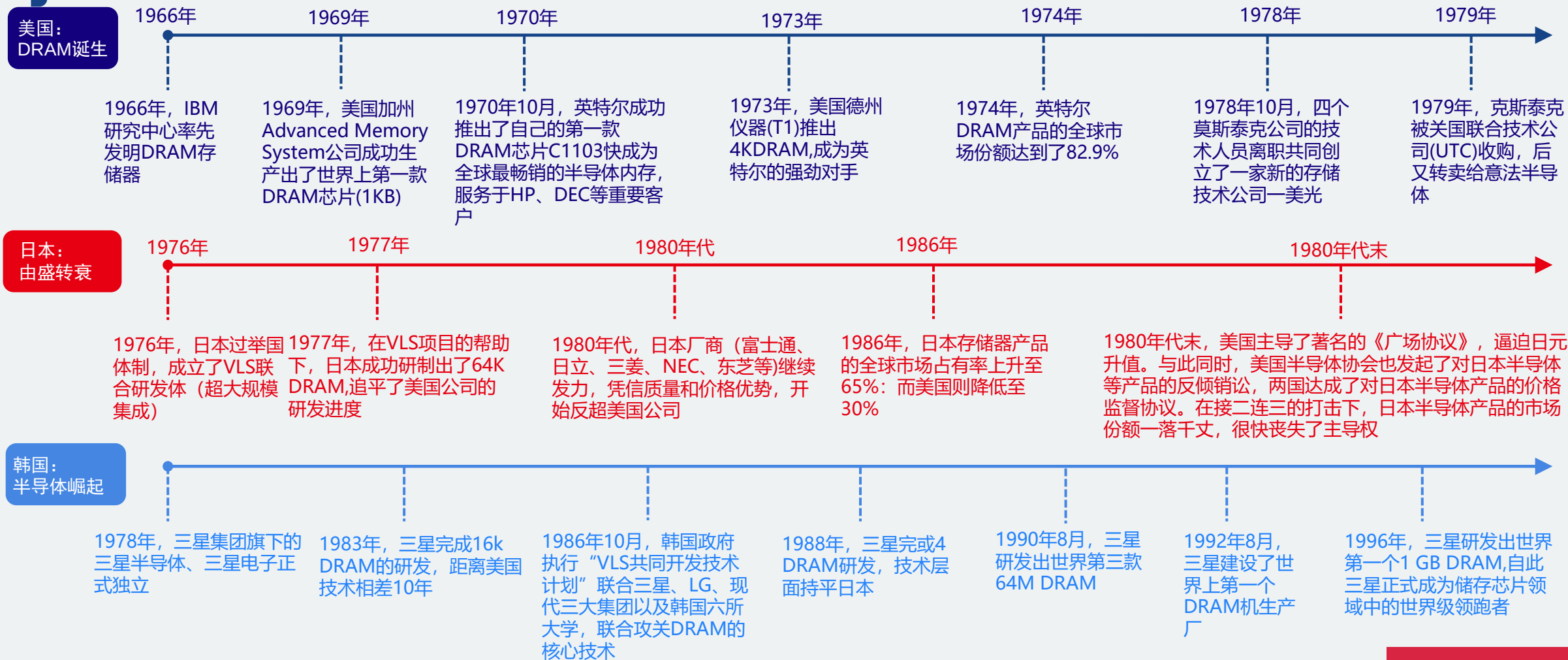
03

PART THREE

供需格局逐步改善，存储芯片价值稳步提升

3.1 早期产业链呈现“美-日-韩”转移趋势

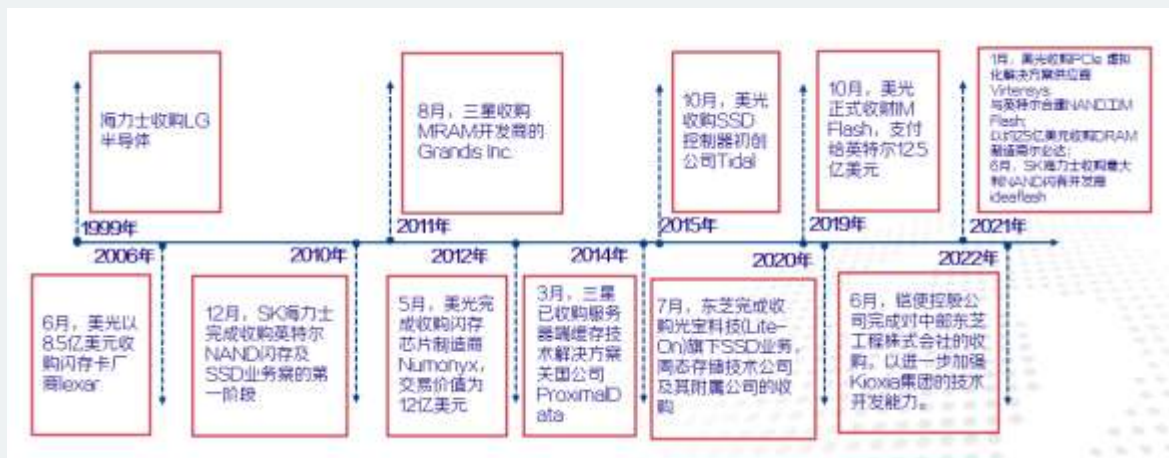
图44：早期半导体产业链呈现“美-日-韩”转移趋势



3.1 早期产业链呈现“美-日-韩”转移趋势

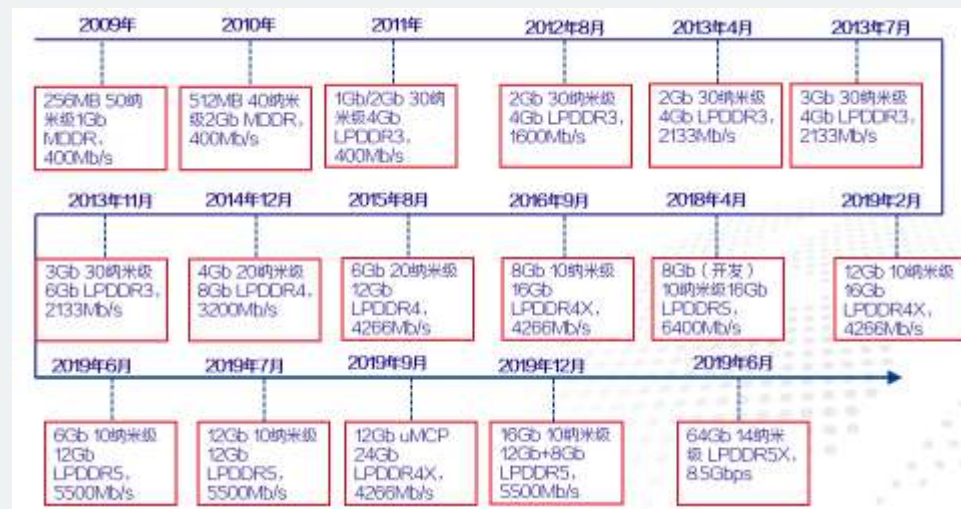
- 日本公司在1970至1980年代因政府研发投资及1976年成立的超大规模集成电路技术研究协会崛起，推动了电子束光刻技术发展，1988年占全球市场51%。然而，90年代末，日本难适应专业化转变。1986年美日半导体协议下的贸易摩擦和适应不良导致日本市场份额下降，为韩国及其他国家半导体公司崛起铺路。
- 韩国存储半导体产业的崛起始于1983年三星的第一代64K DRAM生产。90年代，三星进一步巩固了其在DRAM市场的地位，并在2000年代初期推出了闪存技术，进一步增强了其市场优势。2009年，SK海力士推出了世界上第一款64GB NAND闪存。近年来，三星和SK海力士持续推出创新产品，如三星的V-NAND技术和SK海力士的LPDDR5T DRAM。

图45：日本和韩国存储行业收购情况



资料来源：中国银河证券研究院

图46：三星LPDDR发展史

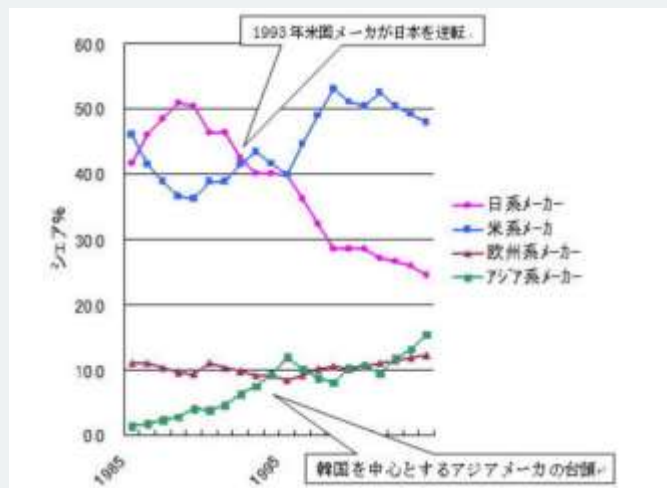


资料来源：中国银河证券研究院

3.1 早期产业链呈现“美-日-韩”转移趋势

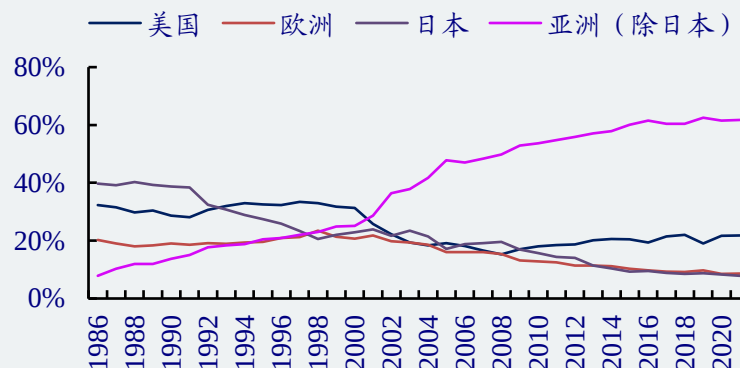
- 日本厂商从上世纪 70 年代进入到存储器行业中，以 DRAM 为主要产品，而到 2012 年尔必达宣布倒闭基本退出了 DRAM 市场，留下铠侠在 NAND Flash 行业中继续支撑。
- 在日韩的存储器快速发展之后，中国台湾地区在存储器行业的发展过程也是值得关注的部分，在全球三大厂商之后，尽管规模较小，南亚科和华邦电仍然代表了中国台湾地区的 DRAM 产业，尽管中国台湾地区存储半导体并未实现真正崛起占领市场。

图48：1990s 韩国、中国台湾地区等地半导体产业开始兴起



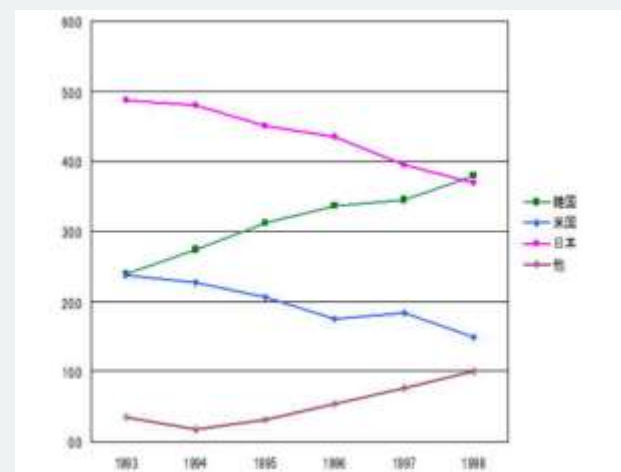
资料来源：《日本电子产业兴衰录》，中国银河证券研究院

图47：主要国家地区 DRAM 市场份额变化



资料来源：《日本电子产业兴衰录》，中国银河证券研究院

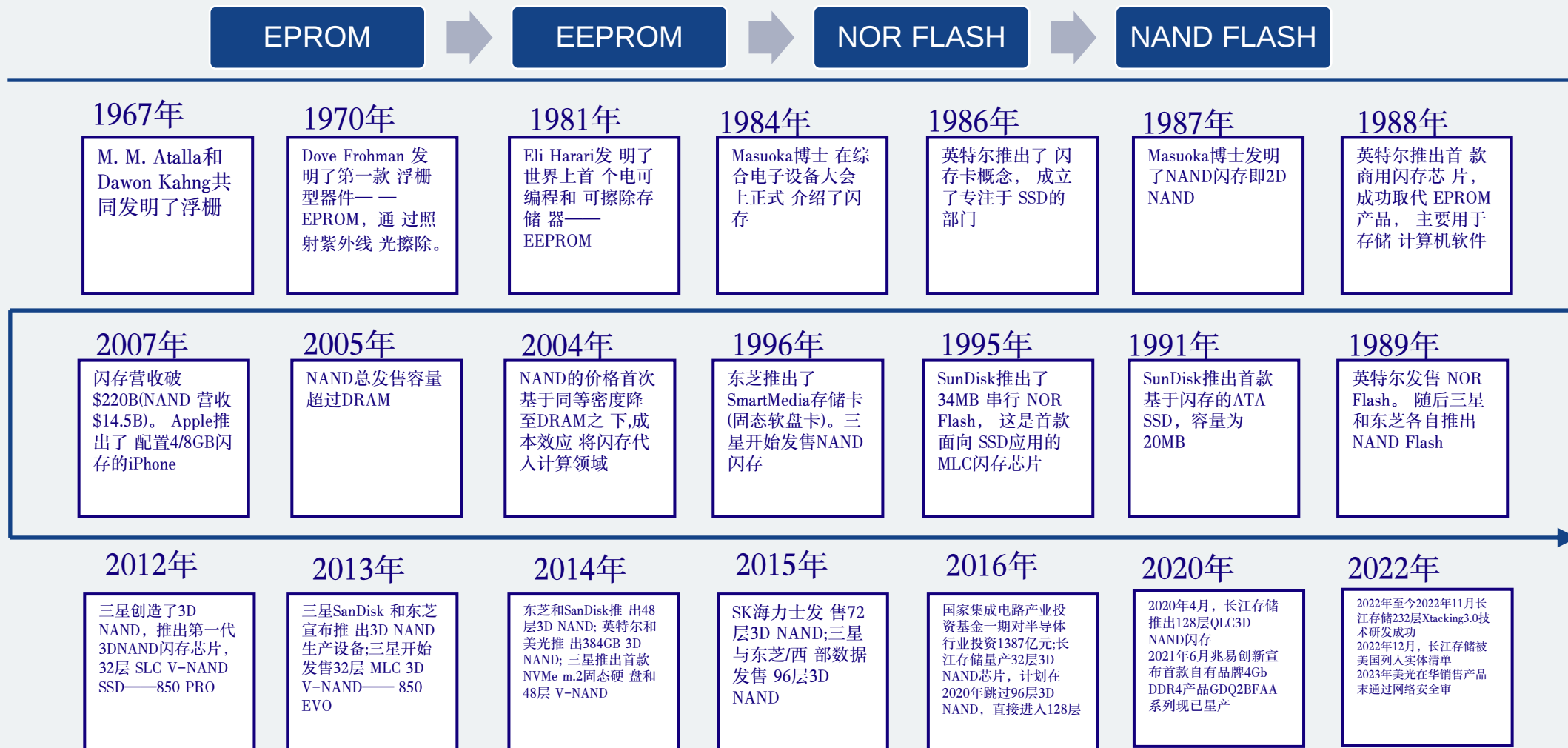
图49：1998 年韩国在全球 DRAM 市场超过日本



资料来源：《日本电子产业兴衰录》，中国银河证券研究院

3.2 存储产品类型发展至今历经50年

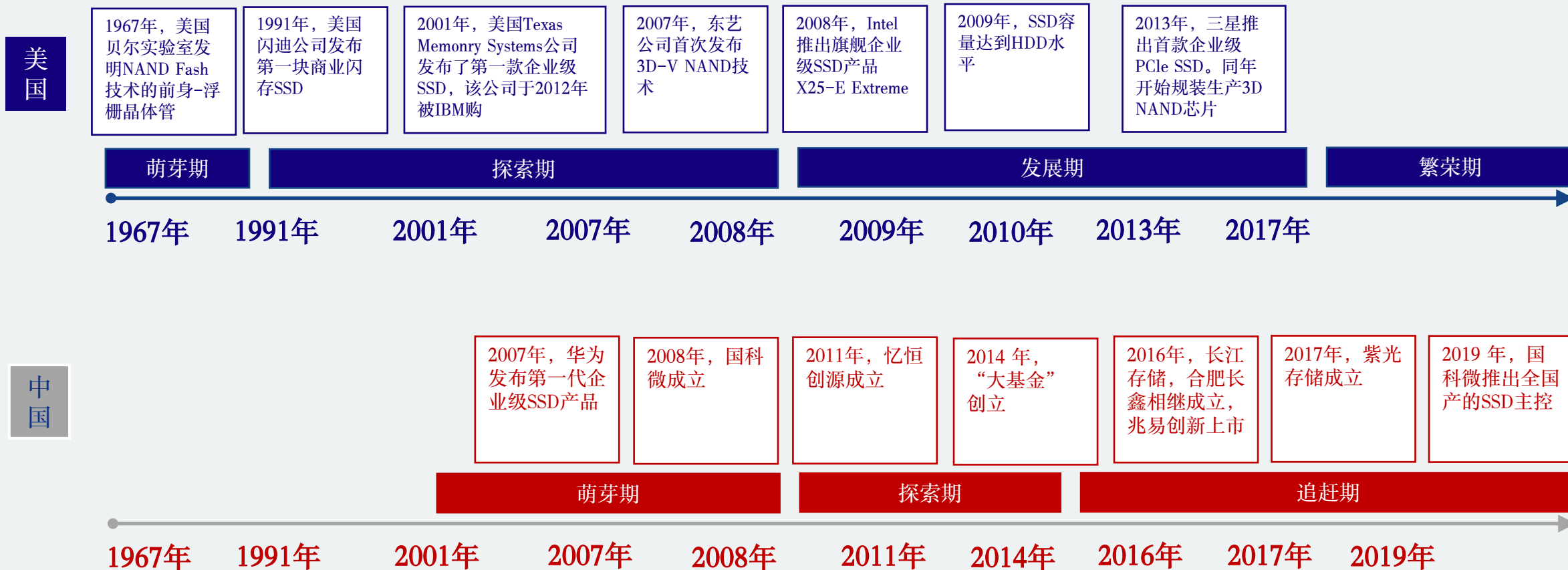
图50：存储产品类型发展至今历经50年



资料来源：中国银河证券研究院

3.2 NAND：企业级SSD发展历史

图51：NAND Flash产品在中美发展情况

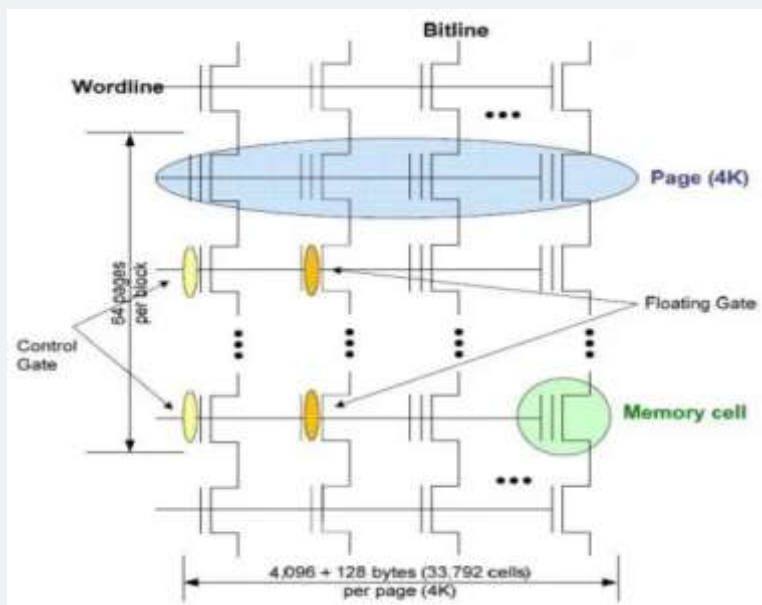


资料来源：智能计算芯世界，HTI，中国银河证券研究院

3.2 NAND存储原理：写/擦悬浮栅内的电荷是核心机制

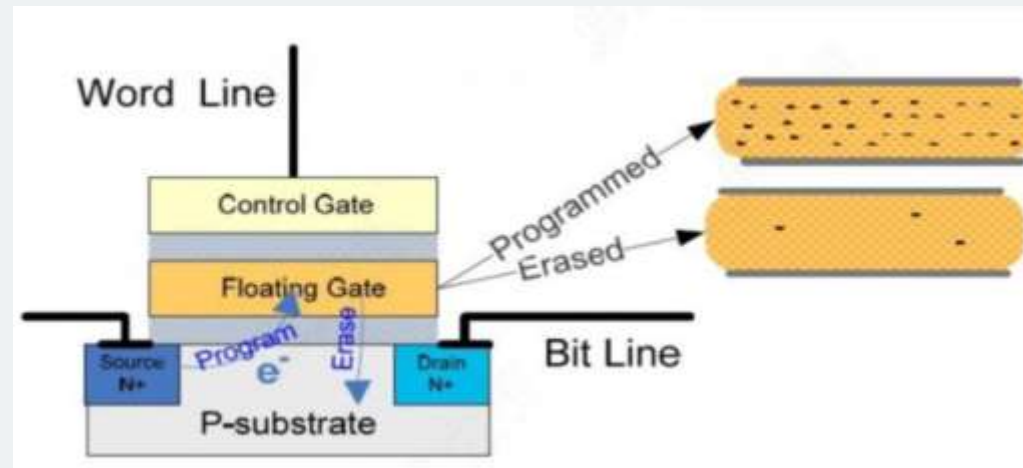
- 闪存的结构为金属-氧化物-半导体-场效应晶体管（MOSFET），其中内置悬浮栅（Floating Gate）单元，用于实际数据存储。
- 在NAND闪存中，编程（写入）过程是通过控制控制栅（Control Gate）充电（施加电压）的方式实现，从而积累足够的电荷在悬浮栅内。当储存的电荷超过阈值电压 V_{th} 时，表示数据为0。擦除过程则涉及释放悬浮栅内的电荷，使其低于阈值 V_{th} ，从而表示数据为1。这种写入和擦除操作是NAND闪存中数据存储的核心机制。

图52：8Gb 50nm的SLC颗粒内部架构



资料来源：CSDN，中国银河证券研究院

图53：擦写次数限制，电荷被困在氧化层或氧化层被破坏

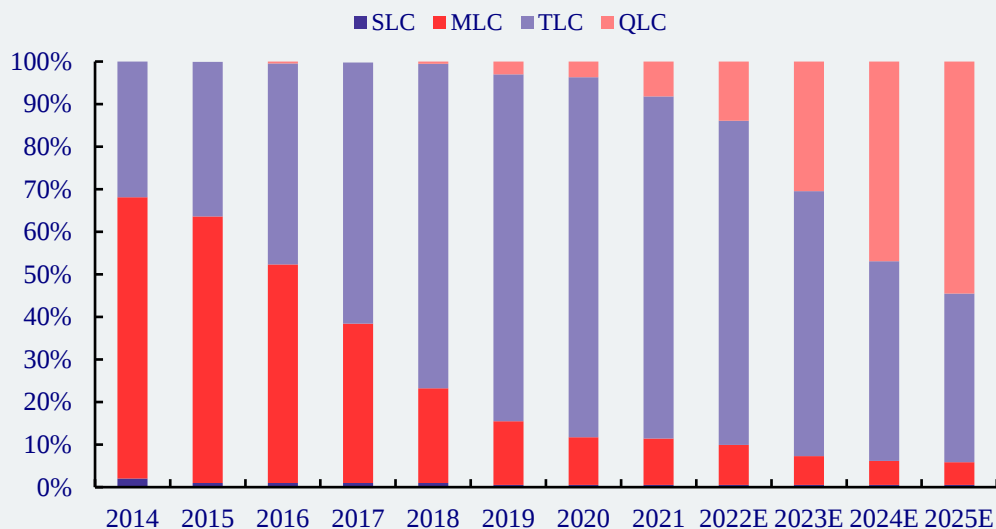


资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

3.2 NAND：3D多层堆叠已是大势所趋

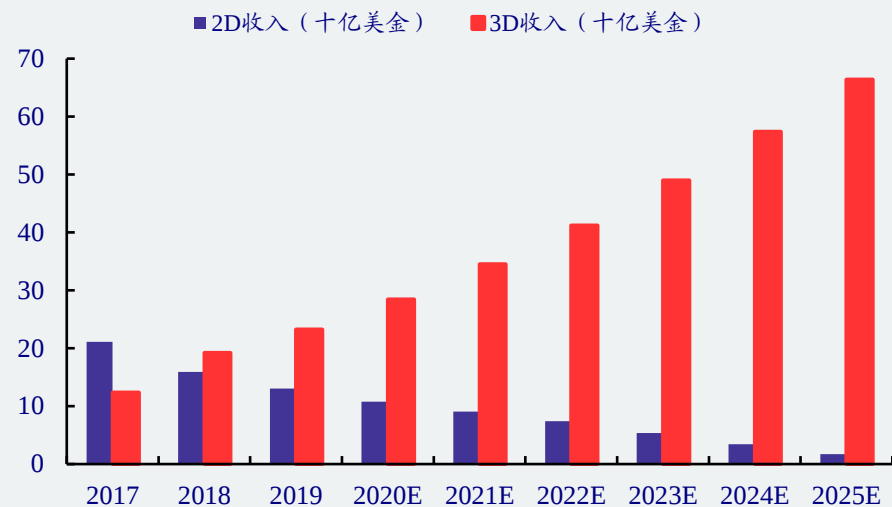
- 3D NAND技术的兴起标志着2D到3D的大势所趋。在过去，为了提高存储密度，2D NAND通过在平面上微缩晶体管尺寸来实现，但这一方法已经接近了物理极限，导致其发展面临瓶颈。为了在保持性能的同时提升存储容量，3D NAND逐渐成为主流技术。据预测，到2025年，3D NAND将占据闪存总市场的97.5%。
- 目前，TLC（Triple-Level Cell）和QLC（Quad-Level Cell）是NAND的主流产品，两者合计占据了市场份额的95%。根据Gartner的数据，2019年SLC（Single-Level Cell）NAND市场规模达到了16.7亿美元，约占整体NAND市场的3%-4%左右。

图54：2014-2025年 NAND FLASH市场划分



资料来源：International business strategies，中国银河证券研究院

图55：2017-2025年2D和3D NAND 市场规模

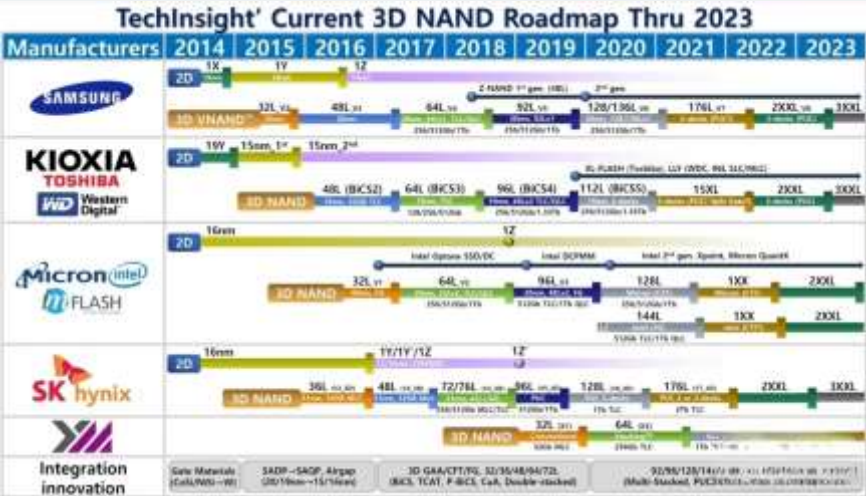


资料来源：《联芸科技市场闪存市场研究》，中国银河证券研究院

3.2 NAND：制程瓶颈在10–12nm，堆叠存在无限可能

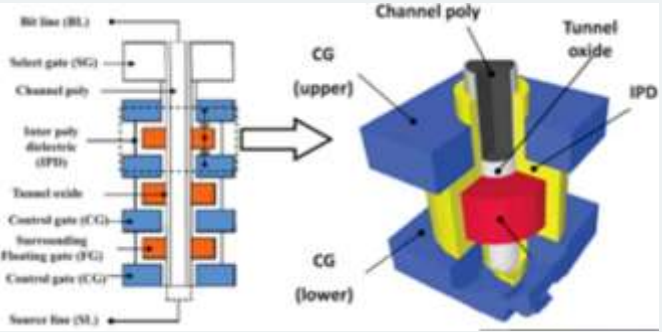
- 因2D NAND存在技术瓶颈，预计其极限在10-12纳米。然而，3D NAND，即垂直堆叠技术，理论上具备无限堆叠潜力。这有助于跳出对进阶制程的限制，同时无需仰赖极紫外光刻（EUV）技术。这种革新确保了闪存的容量、性能和可靠性。这意味着未来可依靠3D NAND技术来满足不断增长的存储需求，推进存储技术的进一步演进。

图56：各厂商在3D NAND的发展路径



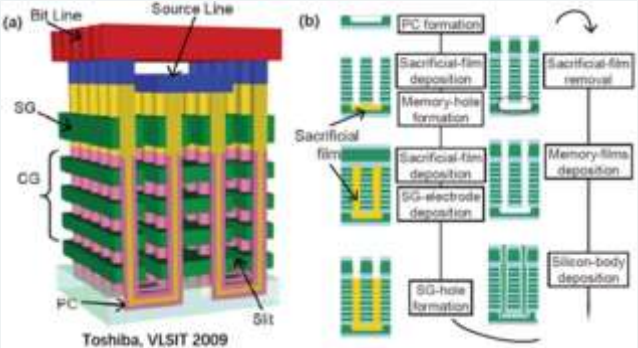
资料来源：TrendFroce，中国银河证券研究院

图57：镁光/英特尔的FG（多晶硅浮栅）架构



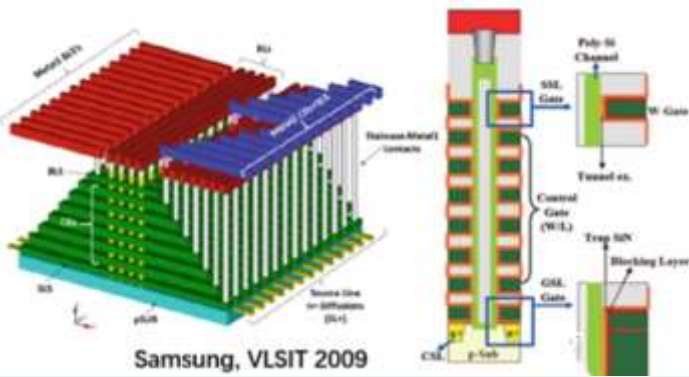
资料来源：peacat，中国银河证券研究院

图58：东芝P-BiCS架构



资料来源：peacat，中国银河证券研究院

图59：三星TCAT CTF架构

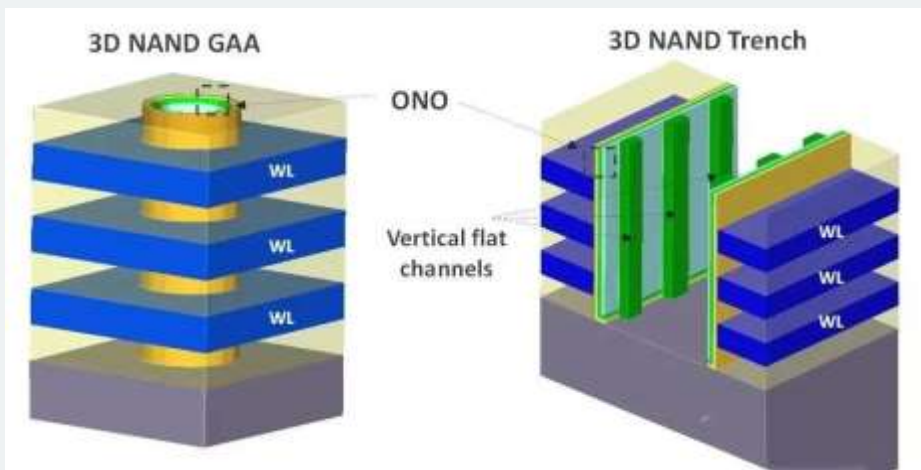


资料来源：peacat，中国银河证券研究院

3.2 NAND：未来可能采用沟槽单元架构连接电荷陷阱

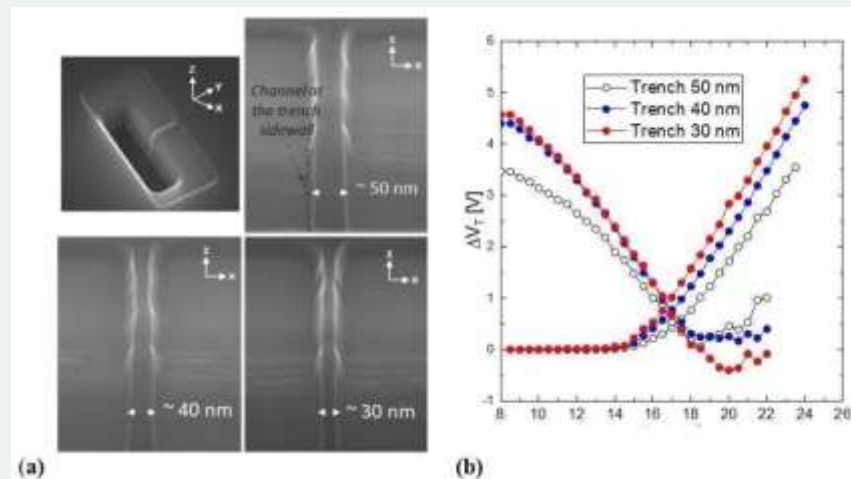
- 2030年后，GAA NAND微缩饱和后，imec计划采用沟槽单元架构连接电荷陷阱。此架构使3D NAND摆脱了圆形GAA存储单元，改在沟槽侧壁上实现，每个沟槽侧壁有两个晶体管。新架构不仅提升存储密度，还有望降低成本。但与2D配置类似，栅极不完全包裹沟道，存储制造商担心编程/擦除窗口问题。
- 为解决存储窗口问题，imec提出创新方案，即缩小沟槽器件的沟道宽度。这可扩大弯曲高注入区的影响，使沟槽单元在几何上类似于GAA单元。同时，通过栅极堆叠和金属栅极的巧妙设计，可以抑制寄生电子注入，从而降低擦除饱和水平。这一创新有望克服技术挑战，推动下一代NAND闪存单元架构的发展。

图60：3D NAND GAA 和沟槽器件



资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

图61：不同沟道宽度的沟槽表现出不同的擦除性能



资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

3.2 NAND：根据容量可以分为主流产品和利基产品

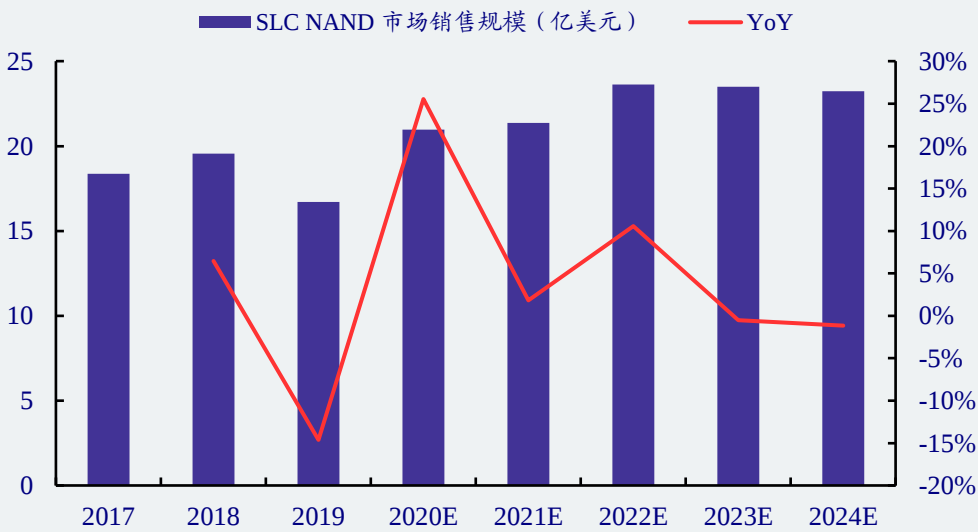
- NAND存储器可以根据其类型和容量进行划分为利基产品和主流产品。利基产品：SLC NAND（Single-Level Cell NAND）属于利基产品。MLC NAND（Multi-Level Cell NAND）和TLC NAND（Triple-Level Cell NAND）属于主流产品。
- 目前，大陆的一些存储芯片制造企业如兆易创新、东芯股份、北京君正等都在积极发力SLC NAND领域，而长江存储则主要专注于主流NAND，尤其是3D NAND技术，提供高容量的产品

表15：利基、主流NAND分类

类别	NAND产品
利基NAND	SLC 16Gb 2Gx8
	SLC 8Gb 1Gx8
	SLC 4Gb 512Mx8
	SLC 2Gb 256Mx8
	SLC 1Gb 128Mx8
主流NAND	MLC 256Gb 32Gx8
	MLC 128Gb 16Gx8
	MLC 64Gb 8Gx8
	MCL 32Gb 4Gx8
	3D TCL 1Tb
	3D TCL 512Gb
	3D TCL 256Gb

资料来源：DRAMexchang，Gartner，中国银河证券研究院

图62：利基SLC NAND 市场规模



资料来源：DRAMexchang，Gartner，中国银河证券研究院

3.2 NAND：使用场景不断拓展，赋能千行百业

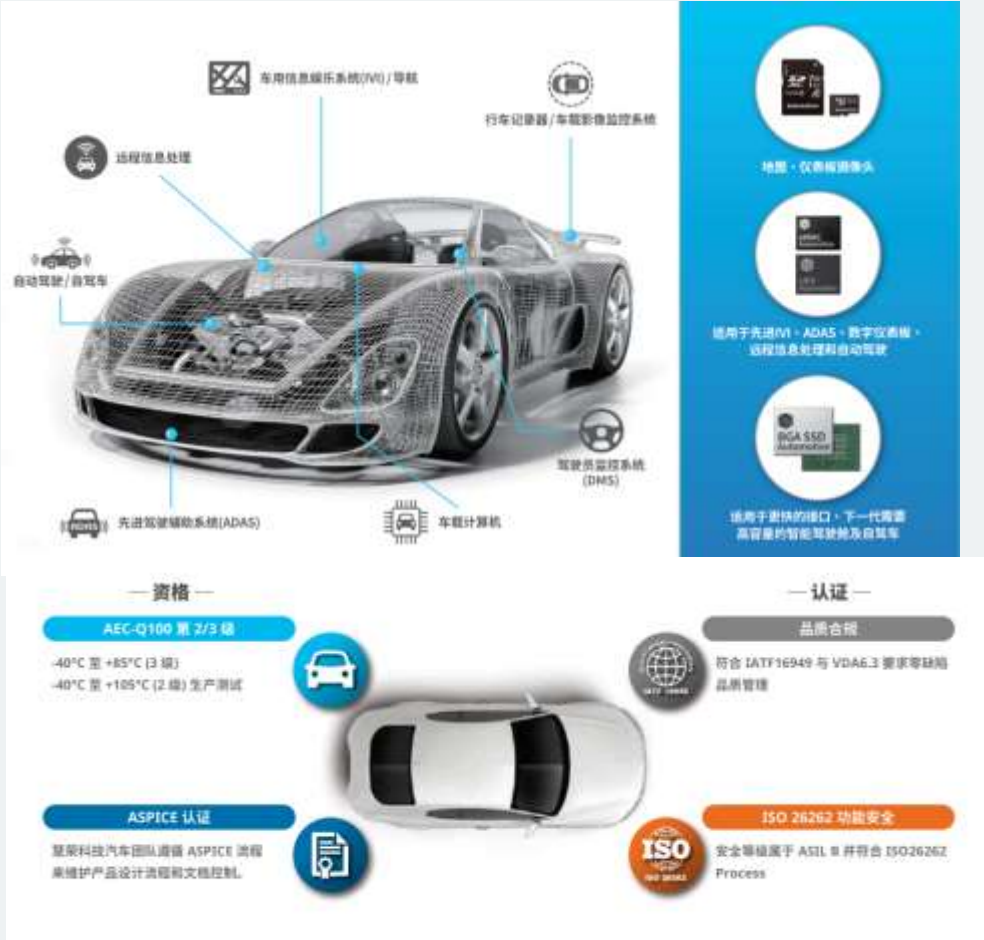
- 以 NAND Flash 为例,其在汽车中主要用于 ADAS、IVI 等系统,用于存储连续数据。随着自动驾驶等级提升,ADAS 的 NAND 需求增长显著,L1/L2 级只需 8GB,L3 级需 128/256GB,L5 级可能超过 2TB,未来可能用 PCIe SSD。自动驾驶汽车内外感知设备持续增加,需要大量使用 NOR Flash、DRAM 等芯片。

表16：存储产品在车上用量预测

主机厂	车型	L2级自动驾驶汽车	L3级自动驾驶汽车	L4级自动驾驶汽车	L5级自动驾驶汽车
智能座舱	容量	64-128GB	128-512GB	256-512GB	512GB-1TB
	类型	eMMC	eMMC/UFS	UFS	UFS
ADAS/AD	容量	8-64GB	128-256GB	512GB-1TB	1-2TB
	类型	eMMC	eMMC/UFS2.1	UFS3.0/PCIeSSD	PCIe SSD

资料来源：慧荣科技，中国银河证券研究院

图63：存储产品在车上使用情况



资料来源:慧荣科技，中国银河证券研究院

3.2 NAND：提升密度单元和堆叠层数是提升存储容量的手段

- 固态硬盘主流的SSD采用TLC技术，未来将会普及QLC和PLC技术。这些新技术使得每个存储单元可以存储更多的数据，例如4比特或5比特，进一步降低了每TB存储的成本。
- 堆叠技术是另一个。NAND Flash SSD采用了堆叠技术，将存储单元从24层增加到32层、48层甚至更多。堆叠的层数越多，单位面积上可以容纳的数据量也越大。固态硬盘（SSD）的存储容量已经涵盖了多个选项，包括480GB、960GB、1.92TB、3.84TB、7.68TB、15.36TB等多种规格

图64：密度单元提升对性能和成本的影响



资料来源:mmdvc, 中国银河证券研究院

图65：层数堆叠对使用年限的影响

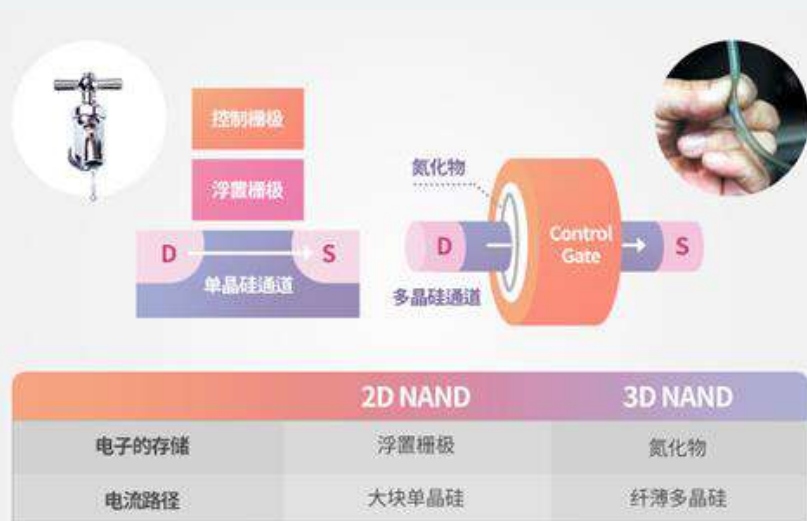


资料来源:mmdvc, 中国银河证券研究院

3.2 NAND：4D NAND Flash可能成为新技术方向

- SK海力士近年来研发出全新的4D NAND FLASH架构。这一架构在现有的3D NAND基础上,进一步增加了电路层的堆叠,实现了三维集成化设计。4D NAND的核心创新是在3D NAND存储单元阵列下方新增了一个周边电路层。这种高度集成化的设计大大缩小了电路板面积,不仅降低了制造成本,还进一步提升了存储容量。
- SK海力士已经完成了128层4D NAND芯片的样品制作和验证,并准备投入商业化生产。预计未来4D NAND芯片的层数还将持续增加,届时单片存储容量将实现飞跃

图66：3D NAND与2D NAND的区别



资料来源：SK海力士，中国银河证券研究院

图67：2D NAND到4D NAND的概念图

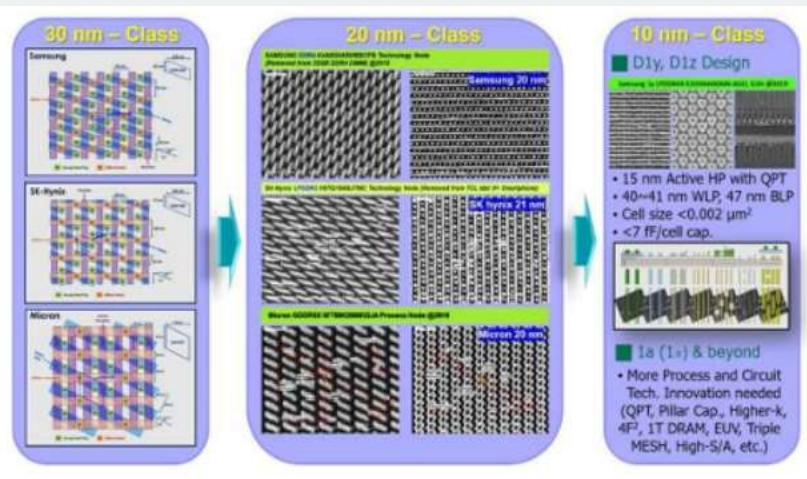


资料来源：SK海力士，中国银河证券研究院

3.3 DRAM面临制程难题：单元缩小将面临难题

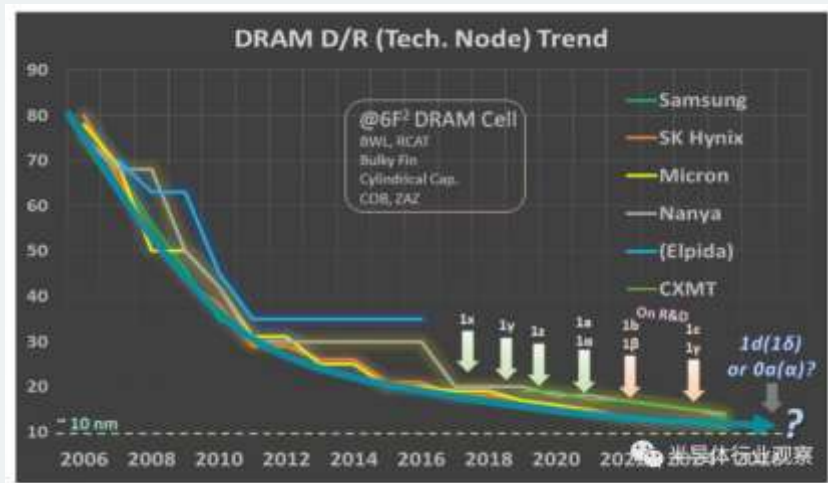
- 当前，存在8F2和6F2 DRAM单元，包括1T晶体管 and 1C电容器。未来，DRAM将继续采用1T+1C设计，但由于制程和结构限制，DRAM制造商正专注于发展4F2单元结构。在10nm级及以上的DRAM单元设计中，需要引入创新的工艺、材料和电路技术，如高NA EUV、4F2、1T DRAM、柱状电容器、超薄高-k电容介质以及低-k ILD/IMD材料。
- 预测DRAM厂商的D/R趋势表明，若坚持6F2 DRAM单元和1T+1C结构，2027-2028年将成为10nm D/R的终点。面对挑战，如3D DRAM、减少行选通问题、低功耗设计、刷新管理、低延迟、新功函数材料、HKMG晶体管和片上ECC等，DRAM单元缩小将面临难题。速度和感应裕量被广泛追求，例如三星在DDR5和GDDR6中采用的HKMG外围晶体管技术即优化BL感应裕量和速度。

图68：从30nm 级到 10nm 级的 DRAM 单元设计和技术趋势



资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

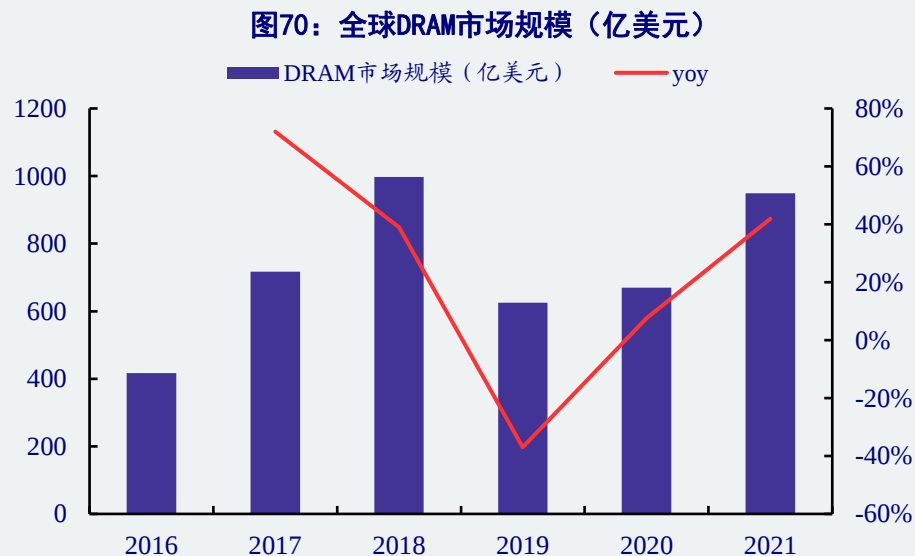
图69：DRAM 的制程趋势情况



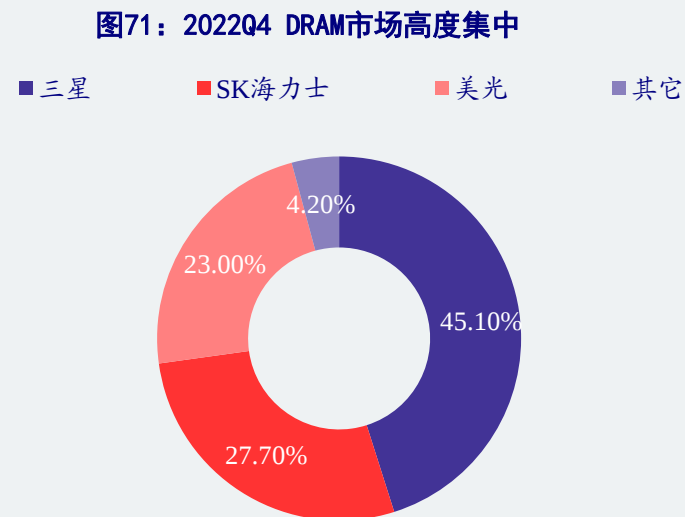
资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

3.3 DRAM竞争格局：高度集中，CR3达到95%

- 根据CFM的闪存市场数据，2022年DRAM市场规模达到约791亿美元，使其在数字存储市场中占据领导地位。近年来，数据中心、智能手机、加密货币等市场需求的增长推动了DRAM市场的整体扩张。然而，2019年由于产能扩张和库存问题，市场规模出现了一定程度的下滑。
- DRAM市场集中度高，目前主要由巨头垄断，即三星、镁光 and SK海力士。根据Trendforce的数据，2022年Q4，这三家企业的市场份额合计达到95.8%，分别为45.10%、27.70%和23.00%。



资料来源：Statista，中国银河证券研究院

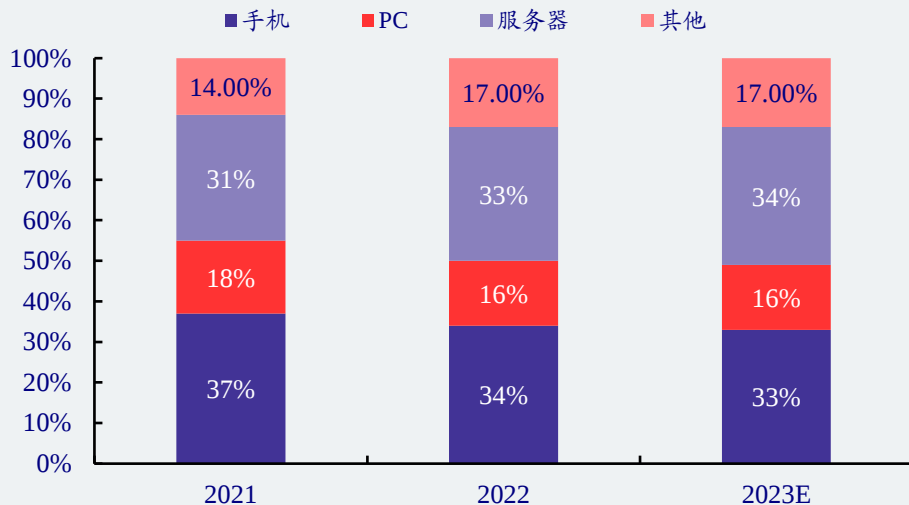


资料来源：TrendForce，中国银河证券研究院

3.3 DRAM：行业分布均衡，AI推动DDR5及HBM需求

- 根据产品分类，DRAM可主要分为DDR、LPDDR（低功耗）和GDDR。其中，DDR主要在服务器和个人电脑领域应用，LPDDR主要用于移动手机领域，而GDDR则广泛应用于图像处理领域。DDR产品又分为利基型DRAM和主流DRAM。利基型产品市场较小，工艺成熟，一般很少扩充产能；主流产品市场规模大，较为先进工艺，类大宗属性强。
- 自主研发的人工智能（AI）的普及使得AI训练模型对服务器DDR5和HBM需求带来了增量空间。由腾讯、阿里巴巴、百度和抖音等国内互联网企业带头，大幅增加了AI服务器的需求，从而导致对DDR5和HBM的强劲需求。

图72：DRAM市场下游分类



资料来源：中国闪存市场，中国银河证券研究院

图73：DRAM市场下游产品类型

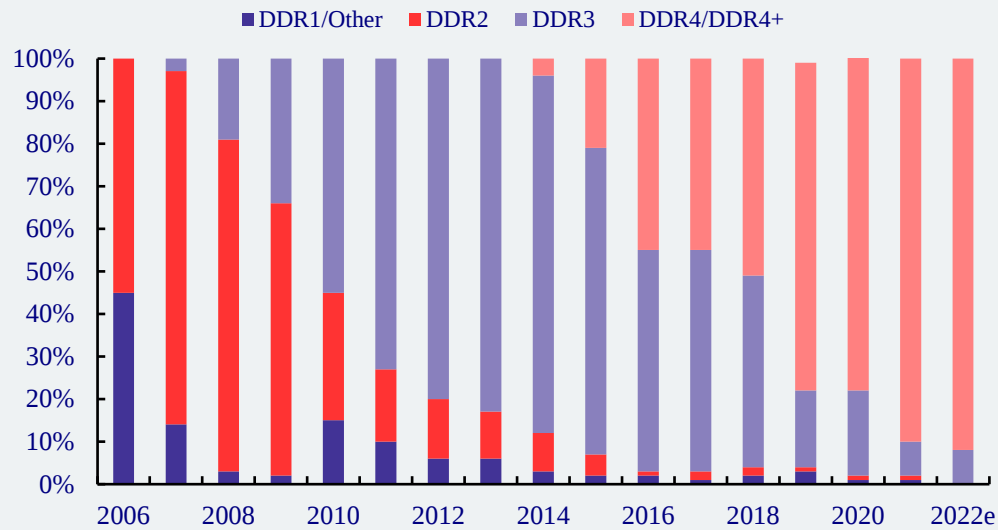


资料来源：中国闪存市场，中国银河证券研究院

3.3 DRAM：不断演进和迭代，DDR5新一代逐步普及

- DRAM作为存储细分市场不断经历迭代更新，其中目前主流产品是DDR4。根据RAM和CPU的时钟频率是否同步，DRAM可分为同步DRAM（Synchronous DRAM，简称SDRAM）和异步DRAM。
- SDRAM已经经历了六代迭代，包括SDR、DDR1、DDR2、DDR3、DDR4和DDR5。每一代迭代都带来了显著的芯片性能提升。
- 截至2021年，DDR4成为DRAM市场的主流产品，占据了90%的市场份额，而DDR和DDR3合计则占据了10%的市场份额。这一趋势显示DDR4的普及率不断上升，而较旧版本的DDR和DDR3正在逐渐退出市场。随着技术的不断进步，DRAM市场持续演变，未来可能会看到DDR5等新一代DRAM产品的进一步普及。

图74：DRAM产品细分格局



资料来源：Statista, DRAMexchange, 中国银河证券研究院

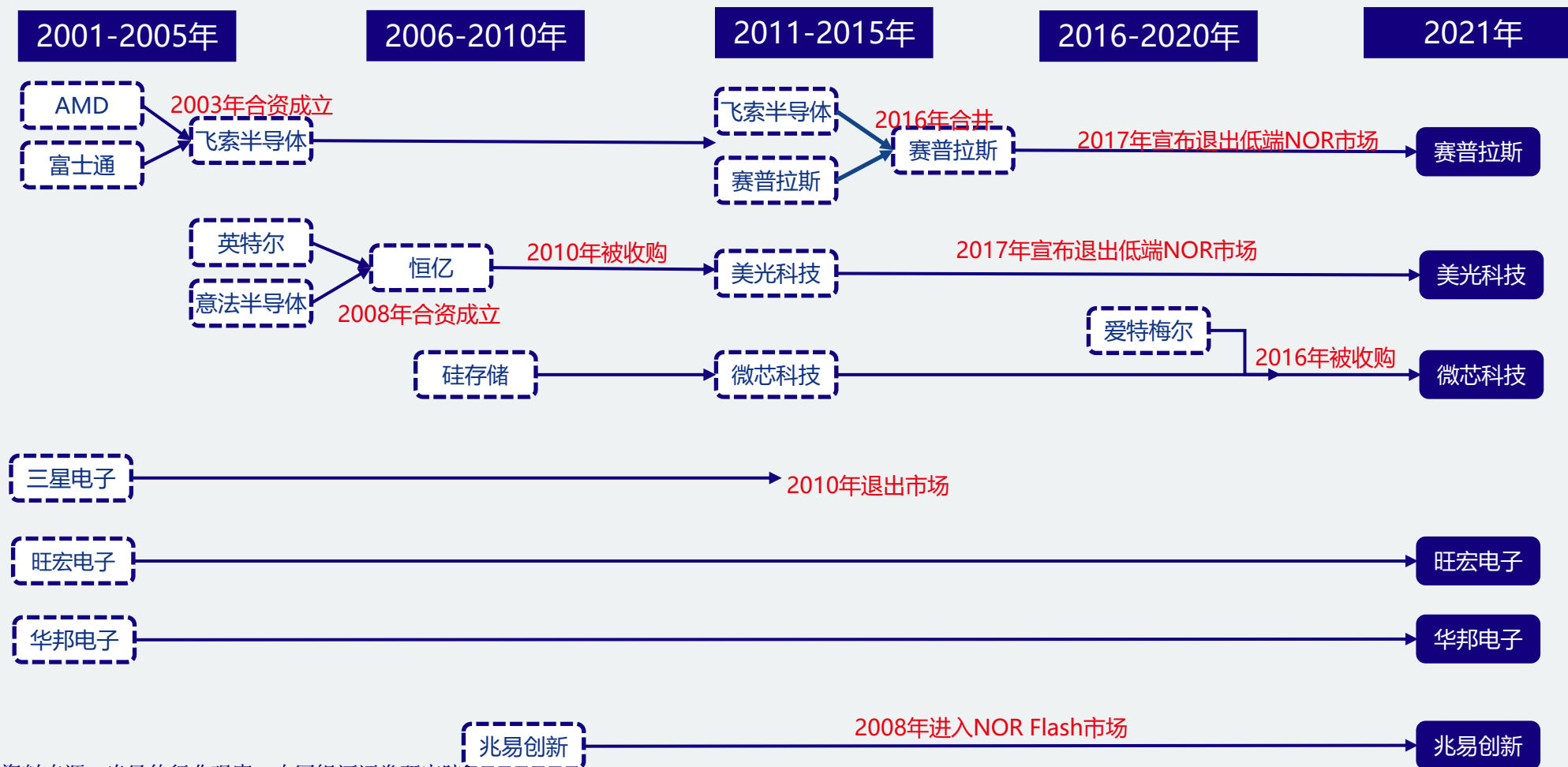
表17：利基DRAM和主流DRAM分类

	DDR2	DDR3	DDR4	DDR5
利基DRAM	DDR2 512Mb 32M*16 DDR2 1Gb 64M*16	DDR3 1Gb 64M*16 DDR3 2Gb 128M*16 DDR3 4Gb 256M*16	DDR4 4Gb 256M*16 DDR4 8Gb 512M*16	
主流DRAM			DDR4 8Gb 1G*8 DDR4 16Gb 2G*8 DDR4 8GB U-DIMM DDR4 8GB SO-DIMM DDR4 16GB U-DIMM DDR4 16GB SO-DIMM	DDR5 16Gb 2G*8 DDR5 8GB U-DIMM DDR5 8GB SO-DIMM DDR5 16GB U-DIMM DDR5 16GB SO-DIMM

资料来源：IC Insights, 中国银河证券研究院

3.4 NOR FLASH：近20年主流厂商变化情况

图75：近20年Nor Flash主流厂商变化情况

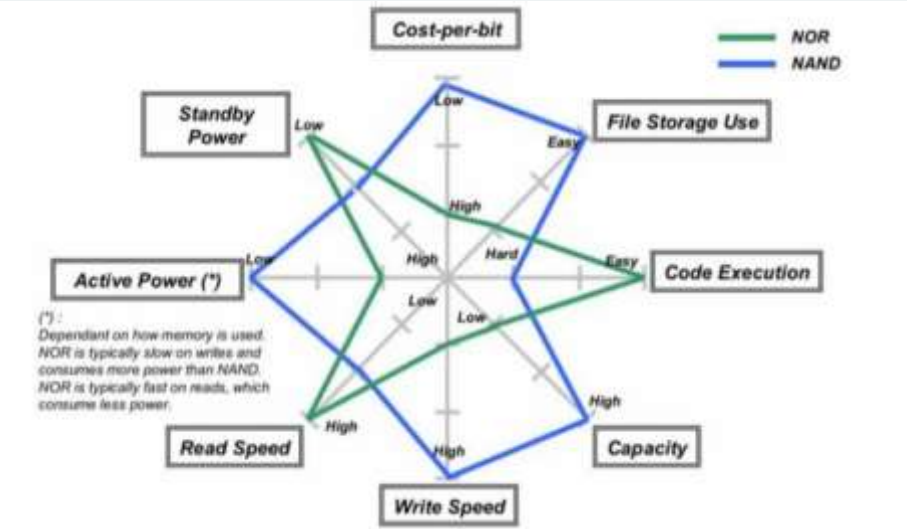


资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

3.4 NOR FLASH：具备片内执行的优势

- NOR Flash是一种通用性的存储芯片，具有芯片内执行、读取速度快、没有坏块、稳定性高等特点，通常用于智能手机、消费电子、工控等领域代码存储需求。相比NAND，NOR芯片能够直接运行其内在代码，无需系统RAM就可直接运行，但是缺点在整体容量较小，一般为1Mb-2Gb左右。

图76：NAND和NOR产品性能对比情况



资料来源：Toshiba,Tech Target，中国银河证券研究院

表18：NOR Flash和NAND Flash的对比

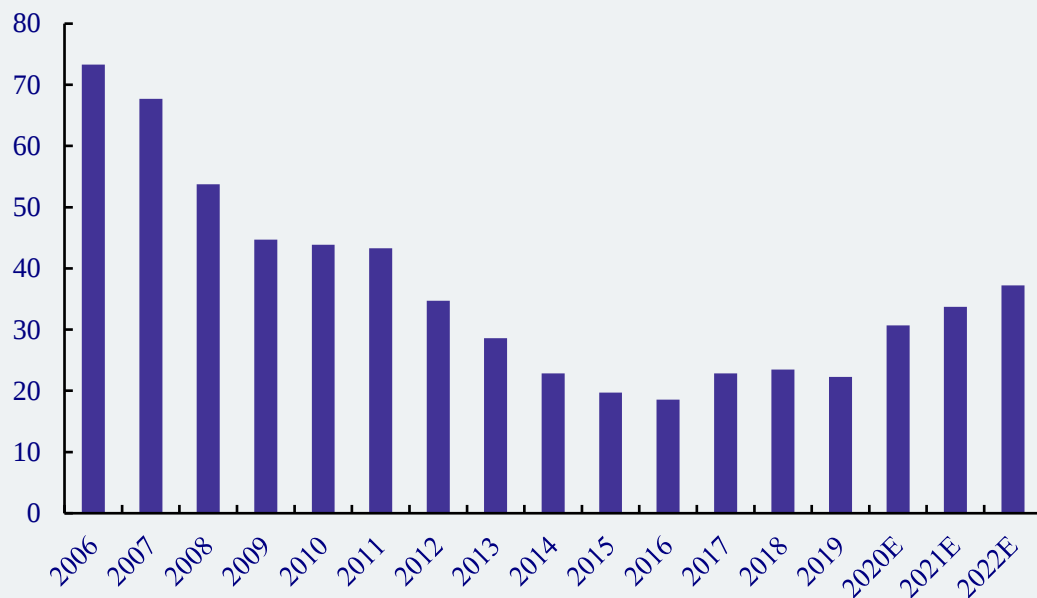
	NAND Flash	NOR Flash
用途	文件存储	代码存储、执行
存储容量	高	低
单位成本	更低	
读写功耗	更低	
待机功耗		更低
写速度	更快	
读速度		更快
随机读取		是

资料来源：CSDN，中国银河证券研究院

3.4 NOR FLASH：市场空间超25亿美元，头部逐渐退出

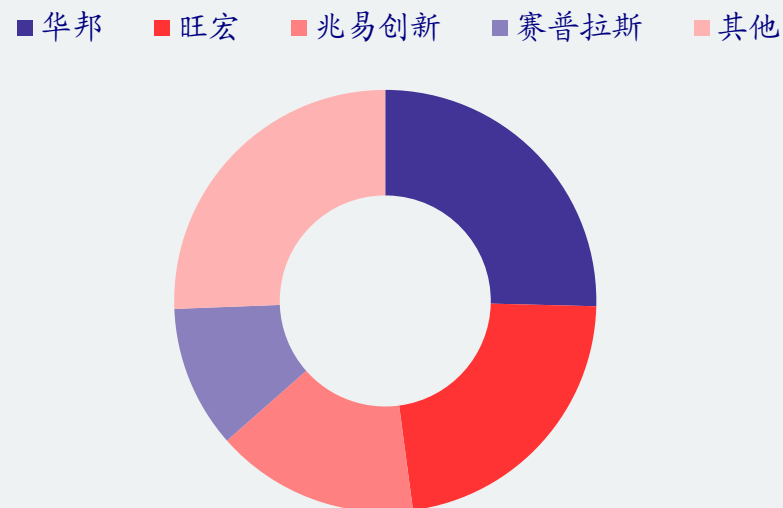
- 从市场空间来看，自2015年后，随着TWS耳机、智能连接设备、车载等领域的扩容，市场规模稳步增长，2020年市场空间达到25亿美元。从竞争格局来看，随着18年后美光和赛普拉斯退出NOR产品市场，当前，旺宏、华邦、兆易创新市场占有率排名前三，市场份额分别为26.2%、24.5%、18.8%。

图77：2006–2022全球NOR Flash市场规模



资料来源：IC Insights，中国银河证券研究院

图78：NOR Flash市场格局



资料来源：Statista, DRAMexchange, 中国银河证券研究院

04

PART
FOUR

国内各领域均有厂商布局，关注优质国内存储厂商

国内存储芯片厂商一览

表19：国内存储芯片厂商产品布局

类别		主流DRAM	主流NAND	利基DRAM	利基NAND	NOR FLASH	EEPROM	SRAM
存储Fabless	市场规模	836亿美元	538亿美元	93亿美元	21亿美元	29亿美元	10亿美元	4亿美元
	兆易创新			19%		44%		
	北京君正	√		√	√	√		√
	普冉股份					71%	29%	
	东芯股份			7%	58%	17%		
	聚辰股份					√	78%	
	恒烁股份						86%	
	澜起科技	√						
	国科微		√				35%	
存储IDM	长鑫存储	√						
	长江存储		√					
存储模组	江波龙	嵌入式存储（52%）、移动存储（24%）、固态硬盘（18%）、内存条（5%）						
	德明利	移动存储（56.2%）、固态硬盘（38.61%）、嵌入式存储(2.59%)						
	朗科科技	闪存应用（58.03%）、移动存储（1.2%）、闪存控制芯片及其他（37.67%）						
	佰维存储	嵌入式存储（68%）、消费级存储（27%）、工业级存储（4%）、先进封测服务（1%）						
存储封测	深科技	DRAM封测						
	长电科技	DRAM、NAND封测						
	通富微电	DRAM、NAND封测						

资料来源：公司年报，中国银河证券研究院

4.1 兆易创新：存储为基，多领域布局的头部IC设计厂商

- 兆易创新是一家国内领先的半导体设计厂商，成立于2005年4月，最初名为北京芯技佳易微电子科技有限公司。2009年12月，公司更名为北京兆易创新科技有限公司，并于2016年在上交所主板成功上市。公司在多个业务领域均有发展：
- 存储业务：**兆易创新在2008年成功量产了180nm串行NOR Flash。2013年，公司推出了行业首款SPI NAND Flash。2017年10月，兆易创新与合肥产投合作，开展了19nm工艺的12英寸DRAM项目，标志着公司首次进入DRAM市场。到2021年6月，公司发布了首款自有品牌的DRAM产品。
- MCU业务：**2013年，公司发布了首款基于ARM Cortex-M3内核的32位通用MCU。此后，公司逐步增加在MCU领域的产品研发力度，并在2023年推出了基于Cortex®-M7内核的超高性能MCU。
- 传感器业务：**2019年，兆易创新完成了对上海思立微电子科技有限公司100%股权的收购，正式进入传感器市场。

图79：兆易创新发展历程

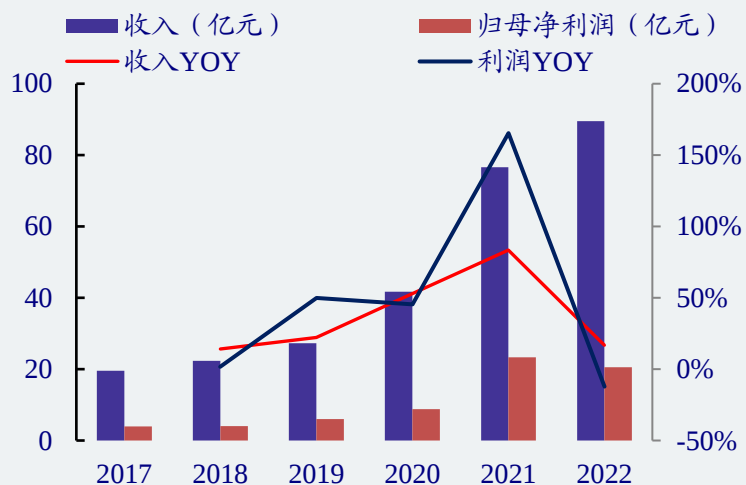


资料来源：公司招股说明书，公司官网，公司公告，中国银河证券研究院

4.1 兆易创新：业务稳健增长，多业务齐头并进

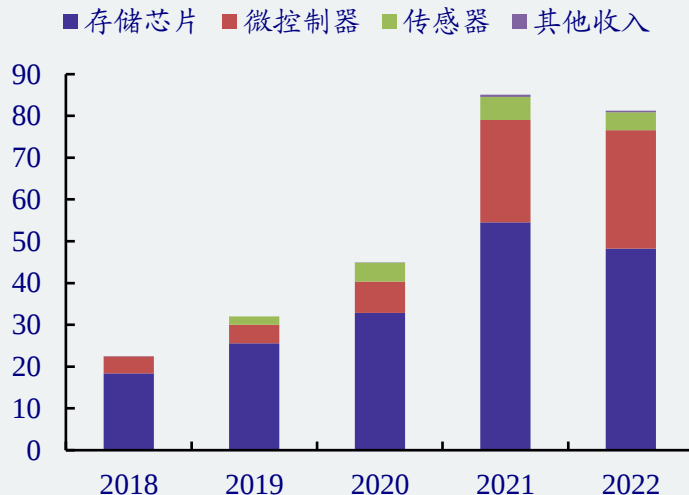
- 兆易创新在存储、MCU、传感器产品方面的业务发展呈现不同的趋势。**存储业务**：公司的主营来源，2022年占总收入的59.36%。然而，由于消费市场需求下滑，2022年的收入占比相比前一年有所下降。**MCU业务**：业务持续增长，2022年实现收入约28.29亿元。在过去五年中，MCU业务年均复合增长率达到了63%。这种增长得益于公司在工业和网络通信领域产品布局，收入增长弥补了消费领域的下滑。**传感器业务**：传感器业务的收入相对稳定，但由于2022年终端需求下滑，收入略有减少。
- 在毛利率方面，存储和MCU业务由于产品市场需求增加和下游产品及客户结构的持续优化，毛利率保持较高水平。2022年，存储和MCU的毛利率分别为40%和65%。相比之下，传感器产品的毛利率因价格降低和下游需求疲软而呈现下降趋势。

图80：兆易创新收入和利润情况



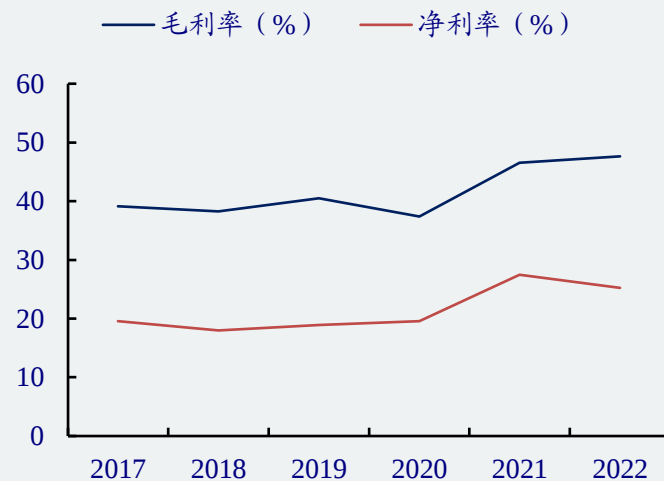
资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图81：兆易创新收入拆分（单位：亿元）



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图82：兆易创新利润率情况



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

4.1 兆易创新：股权激励彰显公司长期发展信心

- 公司在2023年7月推出了一项股权激励计划，体现了公司对长期稳定发展的承诺。此股权激励计划涉及1018名员工，包括管理人员和核心骨干人员。公司计划以86.47元/股的价格授予他们总共1081.34万股股票期权，这占到了公告时公司总股本的1.62%。
- 在业绩考核方面，公司采用营业收入增长率作为主要的业绩指标。在未来四年里，公司将以2018至2020年营业收入的平均值为基准，设定了逐年上升的营业收入增长目标，分别为110%、120%、160%和180%。这些目标对应的营业收入绝对值分别不低于69.619亿元、72.934亿元、86.195亿元和92.825亿元。此外，2023至2024年的业绩目标设定为不低于历史股权激励计划中的目标值，这体现了公司对未来发展的强烈信心。

表20：兆易创新2023年股权激励计划业绩考核目标

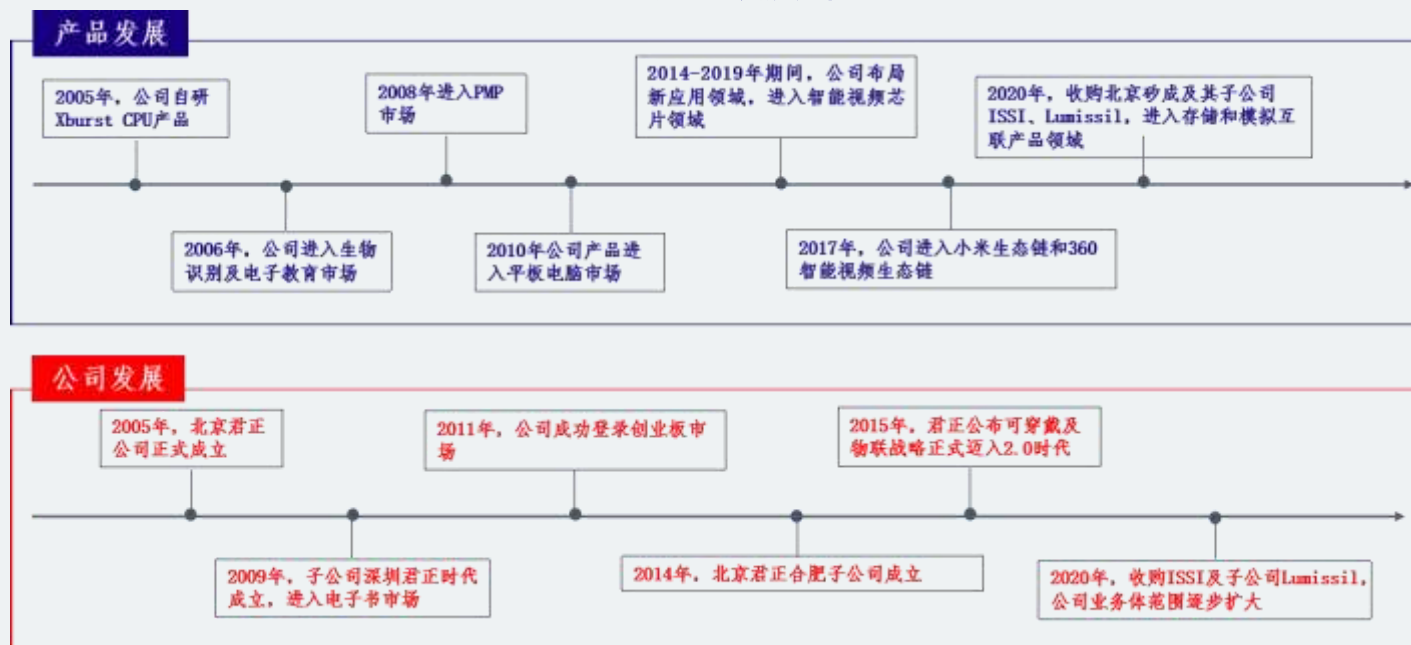
归属期	解锁比例	业绩考核目标
第一个归属期	25%	以 2018-2020 年营业收入均值为基数，2023 年营业收入增长率不低于 110%
第二个归属期	25%	以 2018-2020 年营业收入均值为基数，2024 年营业收入增长率不低于 120%
第三个归属期	25%	以 2018-2020 年营业收入均值为基数，2025 年营业收入增长率不低于 160%
第四个归属期	25%	以 2018-2020 年营业收入均值为基数，2026 年营业收入增长率不低于 180%

资料来源：公司官网，公司公告，中国银河证券研究院

4.2 北京君正：“存储+模拟+互联+计算”一体化发展

- 北京君正成立于2005年，由国内最早进行国产微处理器研发的团队创立，公司自创立以来一直采用Fabless的商业模式，收购矽成之前，一直是国产32位嵌入式CPU芯片及配套软件平台的领先企业，2011年5月，公司在深交所创业板上市。
- 从公司的历史进程上来看，公司起家于自主研发的CPU技术。公司最早在生物指纹识别、便携电子教育类产品、PMP（便携式播放器）领域大放异彩。随着智能手机产品在消费电子领域的异军突起，公司经营在短期内业绩放缓，随后公司战略转型AIOT市场，依靠公司多年在多媒体编码技术、AI算法等领域的持续投入，形成多项核心竞争力，在智能可穿戴设备、智能家居、二维码、智能门锁领域与多家行业龙头合作，公司多项产品能力得到认可。2020年5月，公司并表北京矽成，并购后公司实现平台化发展，实现拥有存储、模拟、互联、计算的一体化平台IC企业。

图83：北京君正发展历程



资料来源：公司招股说明书，公司官网，公司公告，中国银河证券研究院

4.2 北京君正：“存储+模拟+互联+计算”一体化发展

- “存储+模拟+互联+计算”一体化发展，内部研发与外部并购并存。从公司整体业务条线来看，公司已从过去专注CPU技术拓展至MCU、智能视频芯片、存储芯片、模拟互联芯片的一体化发展模式。
- 君正本部业务主要涵盖智能视频芯片和微处理器两大业务板块，2021年两块业务收入占比约为总收入的22.33%。并购北京矽成后，拓展存储和模拟互联新品领域，在存储芯片方面，拓展SRAM、DRAM、Flash三大类产品，应用行业包括车规级、工业领域和消费领域，模拟互联芯片包括LED驱动芯片、DC/DC芯片、触控传感芯片、车用微处理器芯片、LIN、CAN总线、G.Vn等在内的模拟和互联芯片业务线。

图84：北京君正产品分类

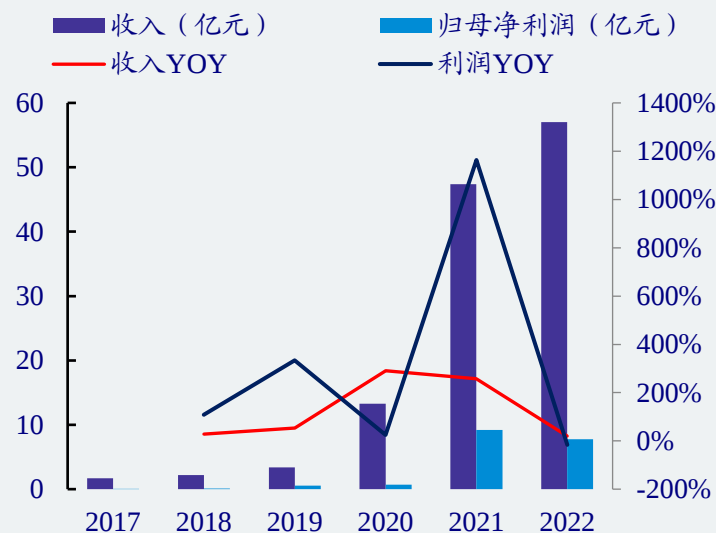


资料来源：公司官网，公司公告，中国银河证券研究院

4.2 北京君正：业务多元发展，车载存储持续保持稳定

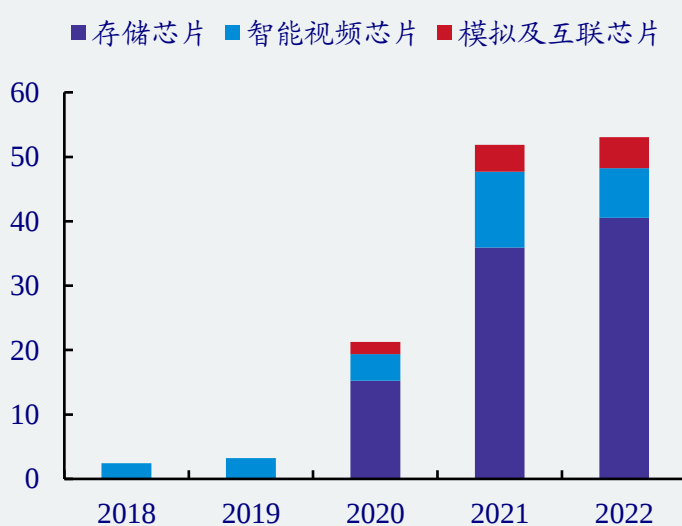
- 北京君正在并表ISSI（北京矽成）之后，实现了显著的业务增长：
- 从2019年到2021年，公司营收从3.4亿元增长至52.7亿元。但归母净利润增长较缓，从0.6亿元增至9.3亿元，并表ISSI为公司业务带来快速增长。2022年，由于消费市场需求疲软和竞争加剧，营收增长放缓至54.1亿元，同比仅增长2.6%；归母净利润为7.9亿元，同比减少14.8%。并购完成后，存储为公司核心业务，2022年存储芯片收入占比达到75%、智能视频芯片（12%）、模拟及互联芯片（9%）、微处理器芯片（2%）。
- 2022年各业务领域的毛利率分别为：存储芯片36.9%、智能视频芯片26.3%、模拟及互联芯片53.0%、微处理器芯片51.8%。

图85：北京君正收入和利润情况



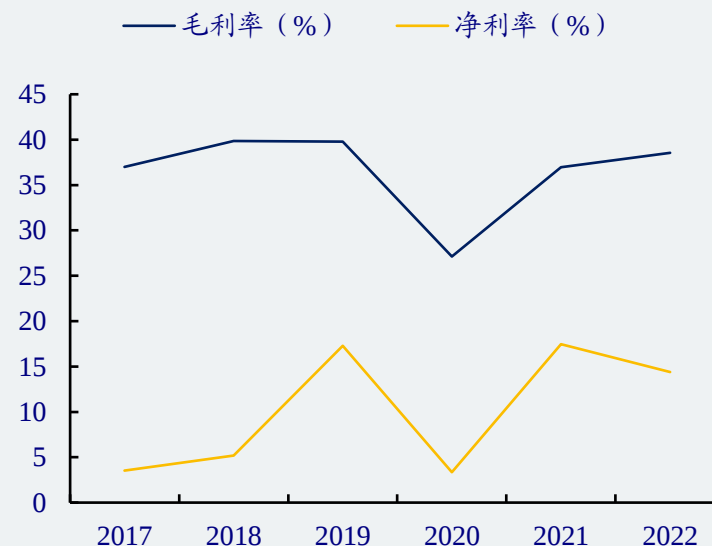
资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图86：北京君正收入拆分（单位：亿元）



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图87：北京君正利润率情况



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

4.2 北京君正：车载类客户长期供应链稳定

- **客户结构稳定，多家Tier 1厂商合作。**ISSI凭借多年技术沉淀和技术积累，形成良好商业口碑，公司目前已拥有多家头部汽车供应商以及工业客户，在汽车领域，公司客户包括大陆集团（Continental）、德尔福（Delphi）、博世（Bosch）、法雷奥（Valeo）等，工业企业包括西门子、松下、通用电气、霍尼韦尔等。其其中汽车领域产品准入门槛高，认证周期长，但供应链稳定，具备大客户属性，公司进入国家头部企业供应链，证明公司产品具备强核心竞争能力。
- **ISSI多产品进入存储认证，产品矩阵不断扩大。**车载存储芯片从可靠性、外部环境兼容和使用寿命均为要求最高领域，目前ISSI车载存储芯片已通过大部分Tier 1客户认证并实现长期的批量供货。

图88：ISSI矽成各领域部分客户



资料来源：公司官网，公司公告，中国银河证券研究院

表21：公司部分在汽车领域产品

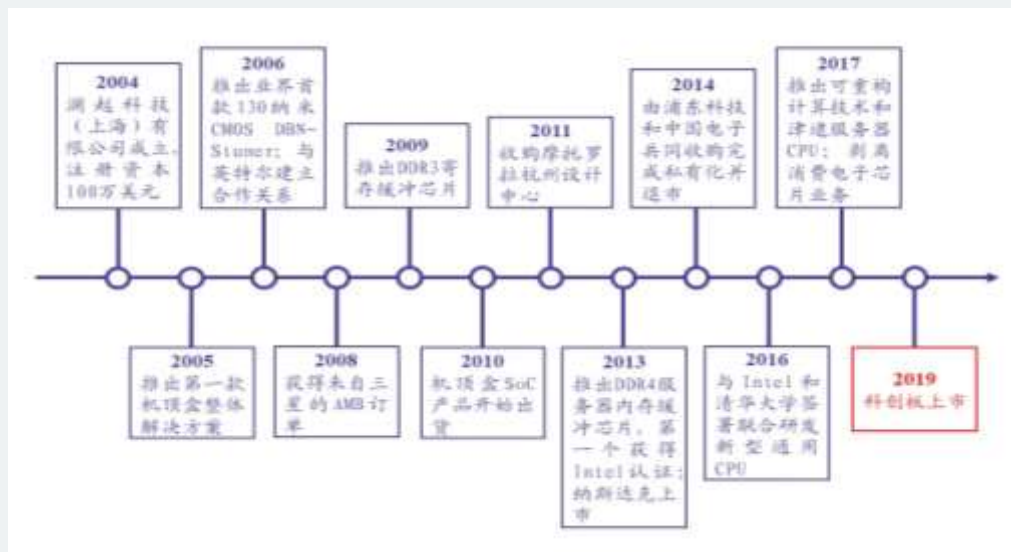
产品类型	容量 (GB)	总线宽度	接口时钟频率
DDR4 SDRAM		x8、x16	800MHz、933MHz、1066MHz、1200MHz
	48	x8、x16x8、x16	1200 MHz, 1333 MHz, 1600 MHz, 800MHz、933MHz、1066MHz、1200MHz、1333MHz、1600MHz
DDR3 SDRAM	1	x8、x16	666MHz、800MHz
	4	x8、x16	666MHz、800MHz、933MHz

资料来源：公司官网，公司公告，中国银河证券研究院

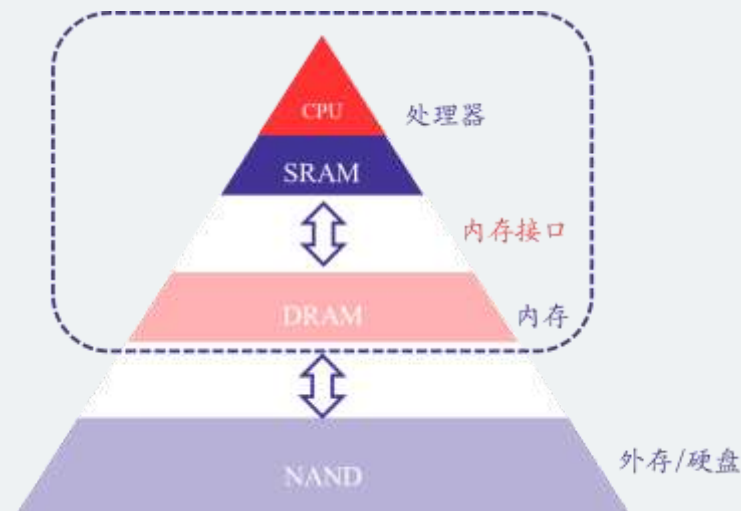
4.3 澜起科技：全球内存接口芯片龙头企业

- 公司深耕于内存接口芯片领域，主要产品包括从DDR2-DDR5全系列内存接口芯片。澜起科技股份有限公司于2004年成立，2013年9月在纳斯达克上市，2014年底退市并由浦东科技和中国电子共同收购完成私有化。产品下游主要为DRAM存储器，最终被应用于数据中心、云计算和人工智能等诸多领域。公司上述DDR系列内存接口芯片已成功进入国际主流内存、服务器和云计算领域，并逐步占据全球市场的重要份额。
- 该公司的产品组合主要分为两个核心类别：互连类芯片和津逮服务器平台。互连类芯片包含了多种类型的芯片，主要有：内存接口芯片（负责处理内存与其他计算部件之间的数据交换）、内存模组配套芯片（提升内存模组的效能和工作效率）、PCIe Retimer芯片（提高PCIe信号的传输质量和距离）MXC芯片。在津逮服务器平台，包括津逮CPU、混合安全内存模组 (HSDIMM)。同时，公司也在积极进行技术创新，正在开发一种基于“近内存计算架构”的AI芯片。

图89：澜起科技发展历程



资料来源：公司招股说明书，公司官网，中国银河证券研究院

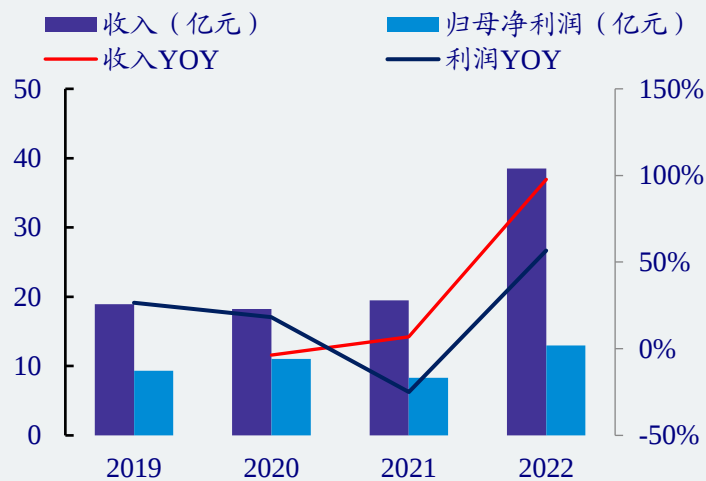


资料来源：公司招股说明书，中国银河证券研究院

4.3 澜起科技：全球内存接口芯片龙头企业

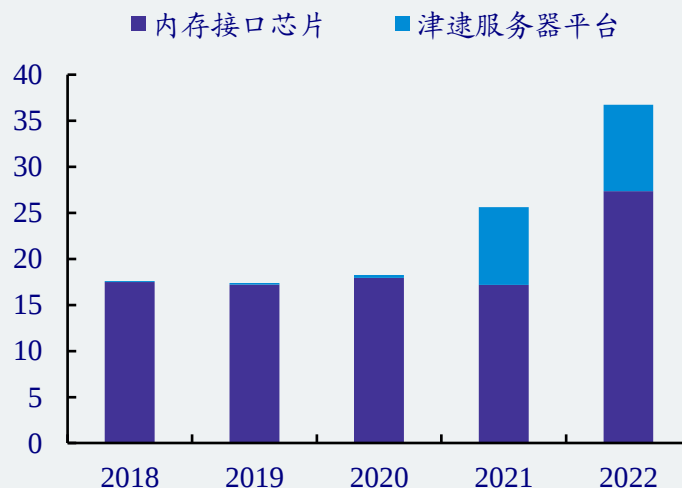
- 业务结构方面，澜起科技主要以互联类芯片为核心业务，同时也在积极拓展计算类芯片领域。**互联类芯片**：这一类别始终是公司的基础业务。从2018年到2022年，互联类芯片在公司总营收中的占比分别为99%、99%、98%、67%、74%；**计算类芯片业务拓展**：从2021年开始，津逮服务器平台的放量使其在公司总营收中的比重逐渐增加，2021年和2022年，津逮服务器平台分别占总营收的33%和26%，后续公司专注发展互联业务芯片。
- 从毛利率角度来看，在2019至2022年间，澜起科技的互联类芯片毛利率呈现下降趋势，主要是因为DDR4内存接口芯片在产品生命周期后期面临较大的价格压力，2022年的毛利率为59%，预计随着DDR5渗透率的提高，公司互联类芯片的毛利率将逐步止跌并趋于稳定。

图91：澜起科技收入和利润情况



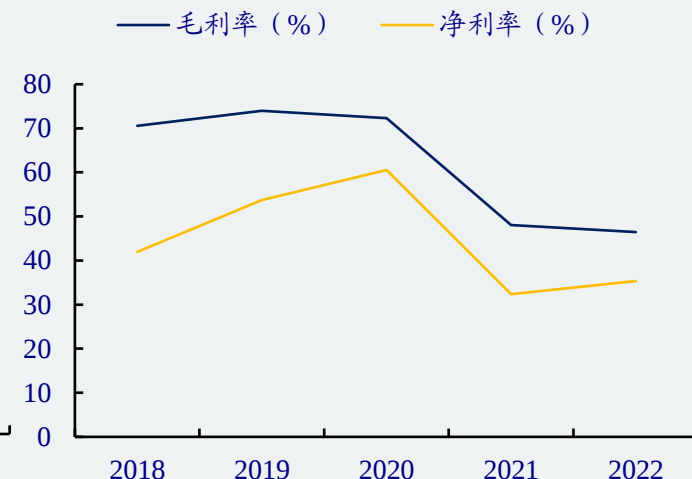
资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图92：澜起科技收入拆分（单位：亿元）



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图93：澜起科技利润率情况



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

4.3 澜起科技：接口芯片业务覆盖从D2到D5的各个世代

- 澜起科技的内存接口芯片业务覆盖从DDR2到DDR5的各个世代，并且在DDR5时代加速了在行业中的布局。公司先后推出了多代内存接口芯片，包括：DDR2 AMB（高级内存缓冲器）、DDR3 RCD及MB（内存缓冲芯片）、DDR4 RCD及DB、DDR5 RCD及DB等。这些芯片被广泛应用于不同代数的内存模组，如DDR2 FBDIMM（全缓冲双列直插内存模组）、DDR3、DDR4和DDR5 RDIMM及LRDIMM等。2021年10月，公司量产了DDR5第一子代内存接口芯片（RCD和DB）及内存模组配套芯片。2022年5月，公司成为业界首家试产DDR5第二子代RDC芯片的企业，该芯片的速率可达5600MT/s，且即将量产。2022年12月，公司再次领先业界，推出了DDR5第三子代RCD工程样片，该芯片支持高达6400MT/s的数据速率，并已向主流内存厂商送样。

表22：澜起科技内存接口演进

世代	产品	应用	支持速率
DDR5	Gen2.0 DDR5 RCD 芯片	DDR5 RDIMM 和 LRDIMM	DDR5-5600
	Gen1.0 DDR5 DB 芯片	DDR5 LRDIMM	DDR5-4800
	Gen1.0 DDR5 RCD 芯片	DDR5 RDIMM 和 LRDIMM	DDR5-4800
DDR4	Gen2 PIUS DDR4 DB 芯片	DDR4 LRDIMM	DDR4-3200
	Gen2 PIUS DDR4 RCD 芯片	DDR4 RDIMM、LRDIMM 和 NVDIMM	DDR4-3200
	Gen2 DDR4 DB 芯片	DDR4 LRDIMM	DDR4-2666
	Gen2 DDR4 RCD 芯片	DDR4 RDIMM 和 LRDIMM	DDR4-2666
	Gen1.5 DDR4 DB 芯片	DDR4 LRDIMM	DDR4-2400
	Gen1.5 DDR4 RCD 芯片	DDR4 RDIMM 和 LRDIMM	DDR4-2400
	Gen1.0 DDR4 DB 芯片	DDR4 LRDIMM	DDR4-2133
	Gen1.0 DDR4 RCD 芯片	DDR4 RDIMM 和 LRDIMM	DDR4-2133
DDR3	DDR3 MB 芯片	DDR3 LRDIMM	DDR3-1866
	DDR3 RCD 芯片 (1.5V / 1.35V 1 1.25V)	DDR3 RDIMM	DDR3-1866
	DDR3 RCD 芯片 (1.5V 1 1.35V)	DDR3 RDIMM	DDR3-1333
DDR2	DDR2 AMB	DDR2 FBDIMM	

资料来源：招股说明书，公司官网，公司公告，中国银河证券研究院

4.4 东芯股份：国产中小容量SLC NAND存储芯片龙头

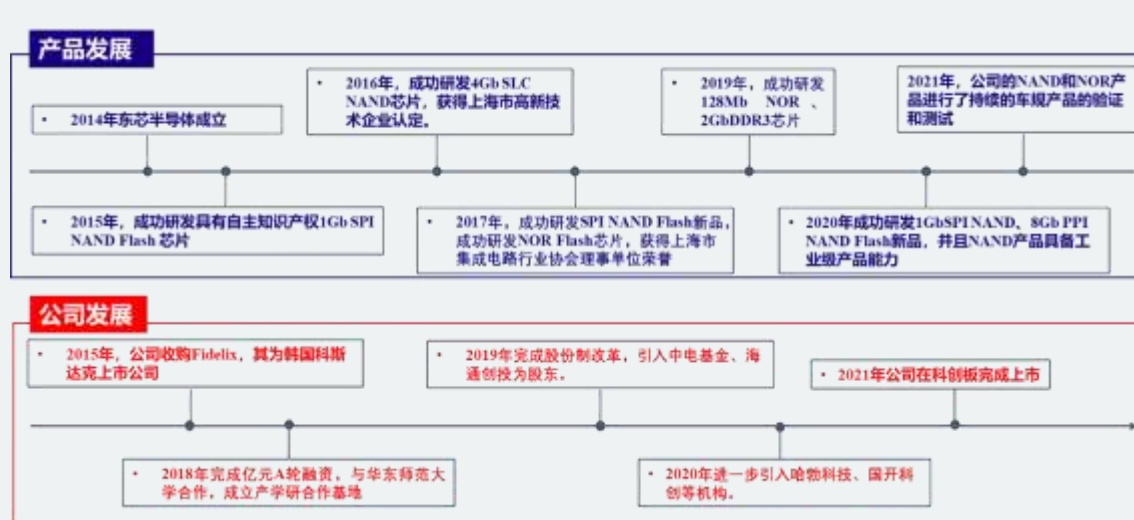
- 东芯半导体股份有限公司成立于2014年11月26日，由闻起投资和CD香港共同出资建立，总部位于上海，同时在深圳拥有一家分公司，同时在北京、中国香港、韩国均设有子公司，是目前国内少数拥有自主知识产权专注中小存储芯片领域的研发设计厂商，也是国内少数拥有NAND Flash、NOR Flash、DRAM产品等存储芯片解决方案的厂商。从产品下游布局来看，公司存储芯片产品在工业控制、通讯网络、消费电子、移动设备和物联网领域均有布局。
- 从公司发展历程来看，公司于2015年初在中芯国际的工艺平台开始SLC NAND产品研发，同年成功研发拥有自主知识产权的1Gb SPI NAND Flash芯片，此后持续在产品制成、容量上进行技术研发迭代，于2016年获上海市高新技术企业认定，2019年公司完成股份制改革，2021年末公司成功登陆科创板。

图94：公司产品应用领域



资料来源：公司招股说明书，中国银河证券研究院

图95：公司发展历程

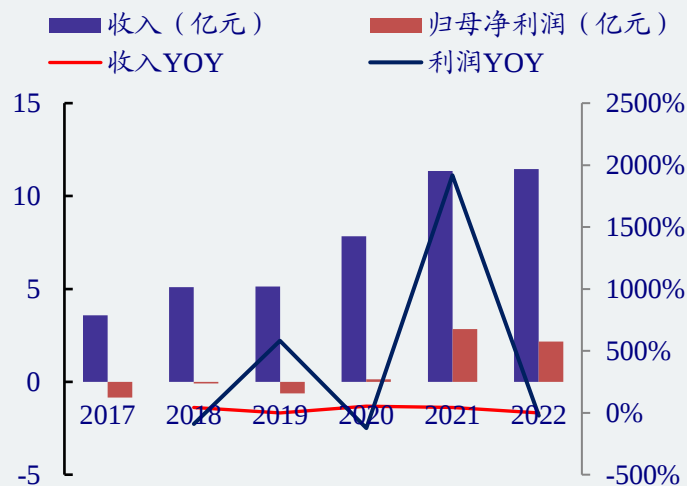


资料来源：公司招股说明书，中国银河证券研究院

4.4 东芯股份：业绩短期受困，静待底部反转

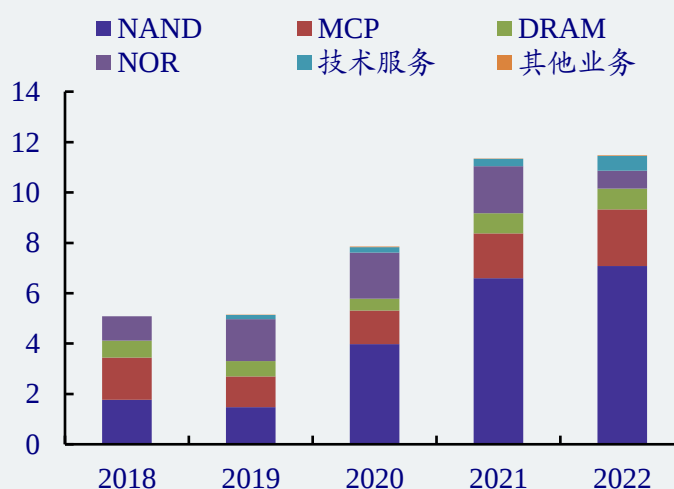
- 2022年公司存储市场的困难时期，面临了短期的业绩挑战。2022年，公司实现了11.46亿元的营业收入，同比微增1.03%，主要系半导体行业的周期性波动、市场需求和库存问题，市场的终端需求大幅减少，企业库存问题也从下游传导至上游，进一步抑制了存储芯片产品的需求。2022年，公司的NOR Flash产品收入同比下降了61.47%，主要系消费电子需求减少，公司的技术服务费收入同比增长了99.70%，这一增长主要是由于2022年根据项目进度的增加，按照履约进度确认的技术服务收入增加所致。
- 2022年，由于业下行周期和消费电子市场需求的疲软，公司的部分产品销量和价格出现下滑，进而影响了其毛利率和净利率。2022年，公司的毛利率为40.58%，相较于上一年同期减少了1.54%，2022年，公司的毛利率为40.58%，相较于上一年同期减少了1.54%。展望2023年，我们认为存储周期底部基本确认，后续静待公司底部反转

图96：东芯股份收入和利润情况



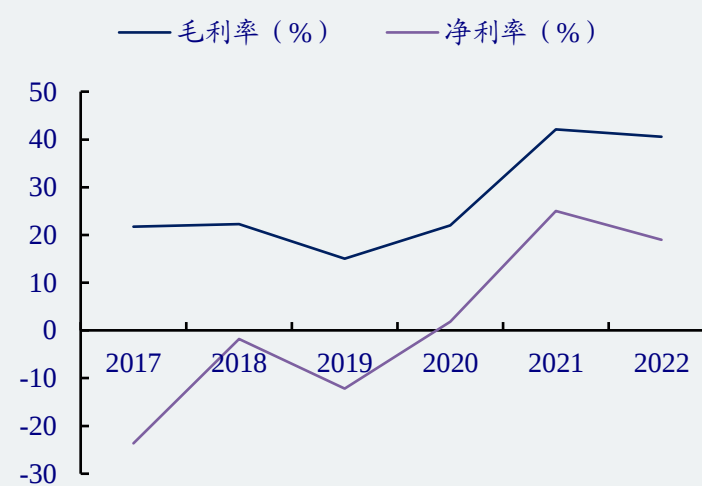
资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图97：东芯股份收入拆分（单位：亿元）



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图98：东芯股份利润率情况



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

4.4 东芯股份：国产中小容量SLC NAND存储芯片龙头

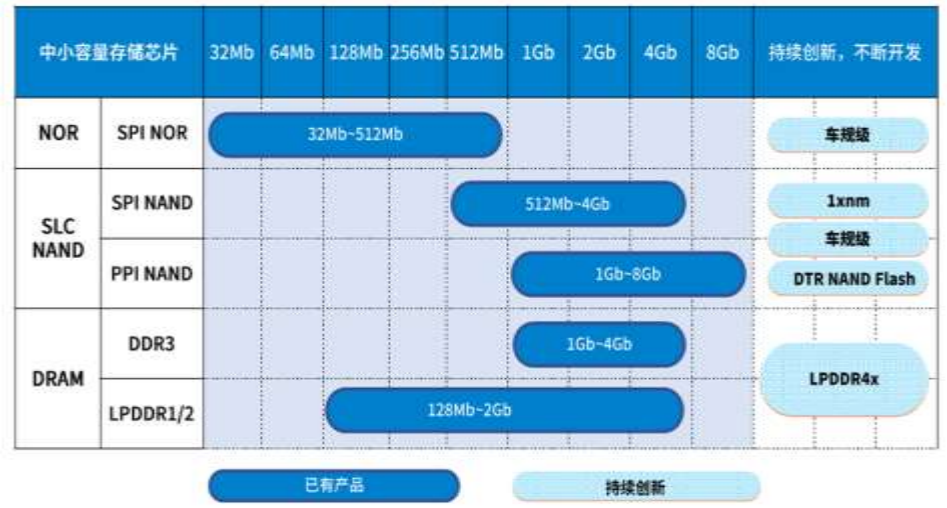
- 公司专注于2D SLC NAND Flash的设计和研发，并提供了多样的存储容量选项，从512Mb到32Gb不等。这些产品设计上具有灵活性，支持SPI或PPI类型接口，其中PPI NAND主要针对工业类客户。此外，这些产品还支持3.3V和1.8V两种电压选项。公司的NAND产品以其丰富的品类、低功耗和高可靠性而闻名，这些特点使它们在多个领域得到广泛应用，包括通讯设备、安防监控、可穿戴设备和移动终端等。
- 1xnm闪存项目和车规级闪存产品为公司新增长亮点。随着存储芯片发展，2013年国际领先NAND Flash制程由2xnm逐渐转向1xnm，先进制程是提高存储芯片的成本优势的关键，在车规领域，随着ADAS传感器融合、多屏和大屏车载娱乐以及高速智能网联汽车通讯等应用的日益兴盛，系统均普遍采用大容量NOR Flash或SLC NAND Flash。在车规级闪存产品方面，公司顺应智能汽车发展趋势，有望打造公司新盈利增长点。

图99：东芯股份在SLC NAND的布局



资料来源：招股说明书，中国银河证券研究院

图100：公司未来向车规级和1xnm存储芯片继续研发



资料来源：招股说明书，中国银河证券研究院

05

PART
FIVE

投资建议与风险提示

投资建议

- 投资建议** 存储芯片赛道属于高成长强周期行业，我们认为现在当下时点是存储芯片赛道下一轮周期的新起点，在AI/国产化/需求复苏叠加数字经济对存力的需求不断抬升的背景下，看好国内存储产业链相关上市公司的投资机遇。建议关注存储芯片设计公司兆易创新、北京君正、澜起科技、东芯股份、聚辰股份、普然股份、恒烁股份、国科微，模组厂商关注江波龙、德明利、朗科科技、佰维存储，关注相关产业链封测厂商深科技、长电科技、通富微电等。

表23：公司估值及盈利预测

股票代码	股票名称	股价（元）	总市值（亿元）	EPS（元）			PE		
				2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E
603986.SH	兆易创新	71.60	477.50	1.06	2.10	3.10	67.38	34.08	23.12
300223.SZ	北京君正	65.04	313.21	1.24	1.93	2.65	57.88	37.18	24.52
688766.SH	普冉股份	84.09	63.50	-0.82	1.63	3.32	-	44.05	25.31
688110.SH	东芯股份	25.97	114.85	-0.02	0.45	0.86	-	158.09	30.26
688123.SH	聚辰股份	52.70	83.36	1.28	2.50	3.38	56.04	28.69	15.60
688416.SH	恒烁股份	42.40	35.04	0.17	0.96	1.64	423.92	74.67	25.92
688008.SH	澜起科技	52.36	597.67	0.45	1.21	1.86	159.08	59.11	28.14
300672.SZ	国科微	55.66	120.86	1.17	1.82	2.60	61.24	39.28	21.44
301308.SZ	江波龙	87.37	360.72	-1.55	0.90	1.60	-	79.74	54.55
001309.SZ	德明利	90.87	102.91	-	1.28	1.87	-	56.11	48.47
300042.SZ	朗科科技	32.98	66.09	0.14	0.40	0.55	501.75	178.91	59.97
000021.SZ	深科技	14.95	233.31	0.48	0.60	0.72	147.93	119.91	20.86
600584.SH	长电科技	28.99	518.58	0.99	1.66	2.06	72.18	43.14	14.04
002156.SZ	通富微电	26.07	395.33	0.17	0.60	0.83	412.44	119.39	31.24

资料来源：Wind(数据截至2024/3/10)，中国银河证券研究院

风险提示

- 下游市场需求不及预期的风险；
- 存储类新技术研发不及预期的风险；
- 下游客户拓展不及预期的风险；
- IC设计厂商上游晶圆厂价格波动的风险；

分析师承诺及简介

本人承诺以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。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的具体推荐或观点直接或间接相关。

高峰，北京邮电大学电子与通信工程硕士，吉林大学工学学士。2年电子实业工作经验，6年证券从业经验，曾就职于渤海证券、国信证券、北京信托证券部。2022年加入中国银河证券研究院，担任电子团队组长，主要从事硬科技方向研究。

王子路，英国布里斯托大学金融与投资硕士，山东大学经济学学士，2年科技产业研究经验，2020年加入中国银河证券研究院，从事电子行业研究。

评级标准

评级标准	评级	说明	
评级标准为报告发布日后的6到12个月行业指数（或公司股价）相对市场表现，其中：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，北交所市场以北证50指数为基准，香港市场以摩根士丹利中国指数为基准。	行业评级	推荐：	相对基准指数涨幅10%以上
		中性：	相对基准指数涨幅在-5% ~ 10%之间
		回避：	相对基准指数跌幅5%以上
	公司评级	推荐：	相对基准指数涨幅20%以上
		谨慎推荐：	相对基准指数涨幅在5% ~ 20%之间
		中性：	相对基准指数涨幅在-5% ~ 5%之间
		回避：	相对基准指数跌幅5%以上

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其客户提供。银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险、应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告资料来源是可靠的，所载内容及观点客观公正，但不担保其准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

本报告版权归银河证券所有并保留最终解释权。

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路3088号中洲大厦20层

上海浦东新区富城路99号震旦大厦31层

北京市丰台区西营街8号院1号楼青海金融大厦

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：程曦 0755-83471683 chengxi_yj@chinastock.com.cn

苏一耘 0755-83479312 suyiyun_yj@chinastock.com.cn

上海地区：陆韵如 021-60387901 luyunru_yj@chinastock.com.cn

李洋洋 021-20252671 liyangyang_yj@chinastock.com.cn

北京地区：田薇 010-80927721 tianwei@chinastock.com.cn

唐嫚羚 010-80927722 tangmanling_bj@chinastock.com.cn



CHINA GALAXY
SECURITIES

谢谢观看