

证券研究报告—深度报告

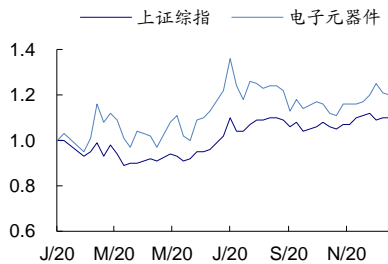
电子元器件

半导体行业系列专题

超配

2021 年 04 月 02 日

一年该行业与上证综指走势比较



相关研究报告:

《2021 年 4 月投资策略:上游元器件景气度持续高企, 建议配置低估值品种》——2021-03-29
《行业动态跟踪: 中美沟通与竞争长期共存, 持续看好功率半导体》——2021-03-15
《行业动态跟踪: 光刻机助力中芯国际产业链产能快速扩张》——2021-03-09
《2021 年 3 月投资策略:上游元器件景气度持续提升, 关注市场风格变化》——2021-03-03
《2021 年 2 月投资策略及公司业绩前瞻: 业绩表现持续优异, 继续看好半导体等核心器件及品牌整机龙头》——2021-02-03

证券分析师: 许亮

电话: 0755-81981025
E-MAIL: xuliang1@guosen.com.cn

证券分析师: 唐泓翼

电话: 021-60875135
E-MAIL: tanghy@guosen.com.cn
证券投资咨询执业资格证书编码: S0980516080001

独立性声明:

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道, 分析逻辑基于本人的职业理解, 通过合理判断并得出结论, 力求客观、公正, 其结论不受其它任何第三方的授意、影响, 特此声明

行业专题

存储 60 年: 观历史, 聊兴衰

● 存储的需求基石, 来源于与文明传承与延续

信息存储的需求基石, 来源于文明传承与延续, 随着世界数字化趋势而爆发增长。按照存储介质的不同, 现代数字存储主要分为光学存储、磁性存储和半导体存储三类。从存储市场规模来看, 2019 年机械硬盘市场规模约为 585 亿美元, 占据总体市场的 32%; DRAM 市场规模约为 603 亿美元, 占 33%; FLASH 市场规模约为 480 亿美元, 占 26%。

● DRAM 市场从“群雄逐鹿”到“三国鼎立”

历史 50 多年, DRAM 每约 5 年价格降至 1/10, 杀伐惨烈。DRAM 产品在成本、技术、品质等为核心竞争要素, 而背后需要企业在融资能力、产业链配套及人才梯队等全方位储备, 考验系统性资源调动能力。全球 DRAM 厂商已从“群雄逐鹿”形成“三国鼎立”, 未来看中国企业制造端合肥长鑫、设计端兆易创新如何突围。

● FLASH 新一代存储主力, 将成兵家必争之地。

近年来随着消费电子领域的需求增长, FLASH 市场规模呈现快速增长趋势, 特别是 NAND FLASH 已成为手机、笔记本等主力存储介质, 而可穿戴设备、IOT 等应用兴起驱动 NOR FLASH 成长。NAND 市场格局主要有三星、铠侠、西部数据等企业主导。NOR FLASH 主要有旺宏、华邦、兆易创新等主导。未来看长江存储自研 3D NAND 产品, 有望迎来收获期。

● 存储产业赛道突出, 中国存储企业整装待发

存储是电子产品的核心部件, 国内需求基础坚实, 随着长鑫及长存为代表的半导体存储制造瓶颈突破, 将有望带动产业链加速发展。

存储芯片设计: 兆易创新、澜起科技; 半导体设备: 中微公司、北方华创、精测电子等; 半导体材料: 沪硅产业、鼎龙股份、安集科技; 存储封测: 深科技、华天科技。

● 风险提示:

存储行业增长不及预期; 国内存储科研发展进度不及预期; 半导体存储行业技术可能更替较快

重点公司盈利预测及投资评级

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘 (元)	总市值 (百万元)	EPS		PE	
					2021E	2022E	2021E	2022E
603986	兆易创新	增持	175.03	830.34	3.00	3.96	58.34	44.20
688008	澜起科技	买入	63.85	722.16	1.36	1.74	46.95	36.70
002371	北方华创	增持	151.99	754.55	1.39	1.96	109.35	77.55
300054	鼎龙股份	买入	16.88	157.49	0.45	0.53	37.51	31.85
688019	安集科技	增持	208.10	110.52	3.15	3.71	66.06	56.09
002185	华天科技	增持	12.01	329.07	0.37	0.45	32.46	26.69
688012	中微公司	增持	114.90	614.56	0.70	1.65	163.49	57.89
688126	沪硅产业	增持	24.11	597.99	0.03	0.06	803.67	393.31
000021	深科技	买入	19.49	286.75	0.64	0.87	31.98	22.40

资料来源: Wind、国信证券经济研究所预测

投资摘要

关键结论与投资建议

存储行业遵循着摩尔定律，每 18 个月集成度提升 1 倍，意味着性能提升 1 倍，而单位价格却下降一半。半导体存储产品在过去的 60 多年里，每一种主流产品的技术都快速演进与迭代，对于玩家来说既是机遇也是危险，每一次新技术的迭代充满着客户选择的未知，需要玩家全力以赴，如果踩准市场需求，则一个小玩家也能平地而起，而如果猜错路线，则大玩家也面临无情淘汰。

存储是电子产品的核心部件，中国存储企业势必基于坚实的中国市场而崛起。

相关公司如下：

存储芯片设计：兆易创新、澜起科技；半导体设备：中微公司、北方华创、精测电子等；半导体材料：沪硅产业、鼎龙股份、安集科技；存储封测：深科技、华天科技。

核心假设或逻辑

第一，信息存储的需求基石，来源于与文明传承与延续，随着世界数字化趋势而持续增长。

第二，存储是电子产品的核心部件，中国存储企业基于坚实的中国市场必将崛起。

第三，中国半导体存储的核心瓶颈在制造端，随着制造端崛起，上下游产业链均迎来较好发展良机。

与市场预期不同之处

第一，市场上缺少较为全面的历史分析。本文从半导体存储发明起，横跨历史 60 多年，参考大量历史文献，做了全面梳理和分析，帮助读者更清晰地理解存储产业变迁。

第二，市场上对存储产业的核心瓶颈解读不够完善。本文列举了多家龙头公司的兴盛和衰落，从基础数据，到产品分析，帮助读者更直观的理解，这些公司兴衰背后的核心成因。

第三，市场上对中国存储企业未来成长的核心因素判断有所不足。基于对于历史的兴衰成因分析，本文对中国企业所需的关键因素一目了然，帮助读者更好的判断，哪些公司更有机会成长为龙头公司。

核心假设或逻辑的主要风险

第一，存储行业周期波动性较大，可能行业增长不及预期。

第二，国内存储科研发展进度不及预期，国产化进程不及预期。

第三，半导体存储行业的技术更替较快，可能存在新技术诞生，导致整个技术路径被颠覆。

内容目录

存储产业：现代文明传承与延续的基石	6
信息存储的需求基石，来源于文明传承与延续，随着世界数字化趋势而爆发增长	6
数字存储主要有光学、磁性及半导体三大存储介质，增量已超 2 ZB/年	6
半导体存储市场规模达千亿美元，为最重要的数字存储介质	8
以史为鉴而知兴替，大浪淘沙，谁又将主宰明天	9
机械硬盘，雄风犹在	11
机械硬盘，曾经存储王者，未来以企业级应用为主	11
1956-1979 年，硬盘确立温氏架构	13
1980 年代，家用 PC 硬盘崭露头角	13
1990 年代，硬盘技术快速升级，IBM 开创民用级 GB 硬盘先河	14
21 世纪初期，容量突破 TB 级别，硬盘厂商进入整合期	14
2012-2019 年，HDD 逐步进入数据中心主力，消费级增长显现放缓	15
DRAM 战场硝烟弥漫	18
DRAM 战场，50 多年搏杀，王朝几经更替	18
1966-1970 年，IBM 率先研发 MOS 型 RAM 存储成功，开启半导体存储的历史	20
1970 年代，DRAM 快速商业化，前期 Intel 一家独大，后期 Mostek 成为霸主	20
1980 年代，日本 DRAM 厂商后发先至，进入增长爆发期	21
1990 年代，韩国 DRAM 产业扭转乾坤，乘家用 PC 之风而起飞	22
2000 年代，DRAM 价格潮起潮落，DRAM 玩家格局越发集中	24
2010 年代，“三足鼎立”态势形成，十年间无人撼动	26
2020 年代，以史为鉴，合肥长鑫踏上新征程	27
FLASH 为新一代存储主力	29
FLASH 成为兵家必争之地	29
1980 年，FLASH 概念提出，NOR 和 NAND 正式诞生	31
1988-1999 年，便携式电脑和手机需求带动 NAND 市场规模快速成长	32
2000-2010 年，固态硬盘开始发展，闪存厂家增多	33
2011-2019 年，3D NAND 成为发展方向，SSD 朝企业级发展，NOR FLASH 迎来新增长	34
2020 年代，长江存储 3D NAND 迎来收获期	36
中国存储企业整装待发	37
存储制造端：长江存储、长鑫存储	38
存储芯片设计公司：兆易创新、澜起科技	38
存储涉及设备类公司：中微公司、北方华创等	38
存储涉及材料类公司：沪硅产业、鼎龙股份、安集科技等	39
封测端：深科技、华天科技等	40
风险提示	41
国信证券投资评级	42
分析师承诺	42
风险提示	42
证券投资咨询业务的说明	42

图表目录

图 1: 近代电脑存储器演变	6
图 2: IDC 预估 2025 年全球数据产生量级超 175 ZB	错误!未定义书签。
图 3: 常见存储单位	错误!未定义书签。
图 4: 存储的金字塔: 速度、容量及保存时间	7
图 5: 现代数字存储器的主要分类	7
图 6: 存储的进化史	7
图 7: 2010-2025 全球存储器生产容量趋势	8
图 8: 2019 年存储市场规模 (亿美元) 及占比情况 (%)	8
图 9: 2019 年全球半导体行业分布	8
图 10: 2003-2019 存储器市场占半导体市场变化趋势 (%)	8
图 11: 半导体存储行业规模 (亿美元) 及同比增速 (%)	9
图 12: 各类半导体存储器行业规模变化 (亿美元)	9
图 11: 全球存储容量分布及增长趋势	9
图 12: 存储价格趋势	9
图 14: 电磁铁产生的磁场可改变金属粒的磁性	11
图 15: 2019 年机械硬盘在存储市场规模及占比	11
图 16: 1996-2018 年机械硬盘出货量 (亿)	12
图 17: 2003-2014 年机械硬盘市场竞争格局变化	12
图 18: 2010-2025 机械硬盘字节出货量 (ZB)	12
图 19: 谷歌数据中心	12
图 20: 1979-2017 年机械硬盘每 GB 价格 (USD/GB)	13
图 21: 1980-2017 年机械硬盘每 GB 价格变化幅度 (%)	13
图 22: 温彻斯特硬盘	13
图 23: IBM 3380——首款 GB 级容量硬盘	14
图 24: 希捷 ST 506——5.25 英寸硬盘	14
图 25: GMR 巨磁阻效应磁头	14
图 26: 2004 年机械硬盘市场格局	15
图 27: 2009 年机械硬盘市场格局	15
图 28: 2006-2011 年 HDD 平均售价	15
图 29: 2010-2015HDD 出货量 (万)	15
图 30: 2019 年机械硬盘市场格局	16
图 31: 机械硬盘与固态硬盘性能对比	16
图 32: HDD 出货量 (亿)	16
图 33: HDD 与 SSD 平均价格对比 (\$/TB)	16
图 32: 全球云计算市场规模 (亿美元) 及同比增速 (%)	17
图 33: 全球 IDC 市场规模 (亿美元) 及同比增速 (%)	17
图 31: 机械硬盘增长态势	17
图 42: DRAM 实物图	18
图 43: DRAM 工作原理	18
图 36: 近年来 DRAM 市场规模及同比增速	18
图 37: 2019 年 DRAM 在存储市场规模及占比	18
图 49: DRAM 技术演变历史图	19
图 38: 1973-2017 年 DRAM 每 GB 价格 (USD/GB)	19
图 39: 1974-2017 年 DRAM 每 GB 价格变化幅度 (%)	19
图 42: 2001-2019 年 DRAM 市场竞争格局趋势	20
图 43: 1975-2000 年 DRAM 各国出货变化情况	20
图 36: 罗伯特·登纳德(Robert H. Dennard)博士	20
图 37: 第一款 8 位 RAM 制作的存储结构	20
图 37: Intel DRAM C1103	21
图 37: Mostek 4K/16 DRAM	21
图 40: 1980 年代日本 DRAM 崛起	22
图 41: 日本 VLSI 联合成功研发电子束光刻机	22
图 40: 1980-1989 年存储平均价格 (\$/Mbyte)	22
图 41: 日立 1984-1991 年股价年涨跌幅 (%)	22
图 42: 2000 年 DRAM 市场格局	23

图 43: 1975-2000 年 DRAM 市场份额变化情况.....	23
图 47: 三星 1993-1999 年营收及毛利率、净利率情况.....	23
图 48: 三星 1990-1999 股价年涨跌幅 (%)	23
图 45: 镁光 1990-1999 年营收及毛利、净利情况.....	24
图 46: 镁光科技 1990-1999 股价年涨跌幅 (%)	24
图 44: 1990-1999 年存储平均价格 (\$/Mbyte)	24
图 51: 20 年代存储平均价格趋势 (\$/Mbyte)	25
图 50: 2001-2010 年 DRAM 市场份额逐步向三巨头集中	25
图 52: SK 海力士 1999-2012 年经营情况	26
图 53: 镁光 1999-2012 年经营情况	26
图 54: 2010 年代 DRAM 市场呈现三足鼎立	26
图 54: 2013-2017 年存储平均价格 (\$/Mbyte)	26
图 55: 2010-2019 年 DRAM 资本开支及同比增速	27
图 56: 2011-2019 年全球 DRAM 市场规模.....	27
图 57: 2013-2019 年营收情况 (亿美元)	27
图 58: 2013-2019 年毛利率趋势 (%)	27
图 50: 长鑫存储.....	28
图 59: NAND 和 NOR 写入数据时的差别	29
图 60: NAND 和 NOR 连接方式区别	29
图 14: NAND FLASH 和 NOR FLASH 性能比较.....	30
图 15: 2019 年 FLASH 在存储市场规模及占比	30
图 62: 2010-2020 年 NAND 市场规模 (亿美元)	30
图 63: 2001-2019 年 NAND 市场竞争格局趋势.....	30
图 80: 2006-2019 年全球 NOR FLASH 市场规模 (亿美元)	31
图 81: Nor flash 市场格局变化趋势整理	31
图 64: 2003-2017 年 FLASH 每 GB 价格 (USD/GB)	31
图 65: 2003-2017 年 FLASH 每 GB 价格变化幅度 (%)	31
图 64: Intel 早期 Nor Flash 实物图	32
图 65: 三星早期 Nand 实物图.....	32
图 66: 1990-1999 FLASH 市场规模 (亿美元)	32
图 67: 1992 年 FLASH 市场格局	33
图 68: 1999 年 FLASH 市场格局	33
图 69: 2001-2014 年 FLASH 市场格局	33
图 70: 2001-2005 FLASH 和 DRAM 平均价格(USD/unit).....	33
图 71: 2000-2010 年 FLASH 市场规模 (亿美元)	34
图 72: 2001-2010 FLASH 平均价格	34
图 73: 2D NAND 和 3D NAND 性能比较.....	34
图 74: 企业级 SSD 出货量走势 (万个)	34
图 75: 2019 年 NAND FLASH 市场竞争格局	35
图 76: NAND FLASH 单位出货价格趋势(\$/unit).....	35
图 77: NAND 闪存市场规模 (亿美元)	35
图 78: 2015-2020 年 SSD 出货量 (亿)	36
图 79: 2013-2017 SSD 平均价格.....	36
图 80: 2006-2019 年全球 NOR FLASH 市场规模 (亿美元)	36
图 81: 2018 年 NOR FLASH 市场格局	36
图 80: 长江存储	37
图 81: 长江存储 Xtracking.....	37
图 61: 存储产业链全景图	37

存储产业：现代文明传承与延续的基石

信息存储的需求基石，来源于文明传承与延续，随着世界数字化趋势而爆发增长

从文明诞生以来，人类就一直在寻求能够更有效存储信息的方式，从 4 万年前洞穴壁画、6000 年前泥板上楔形文字、竹签、书本，现代的存储模式已经主要为光盘、U 盘、硬盘等等，存储器的更新换代从未停止。

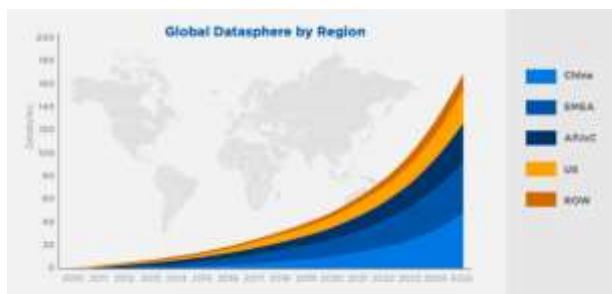
图 1：近代电脑存储器演变



资料来源：谷歌，国信证券经济研究所整理

随着科技的发展，存储需求量级发生了巨大的增长，也促使存储量级及存储介质发生了深远的变化。据 IDC 预测，全球数据圈（每年被创建、采集或复制的数据集合）将从 2018 年的 32ZB 增至 2025 年的 175ZB，增幅超过 5 倍。其中，中国数据圈增速最为迅速，2018 年，中国数据圈占全球数据圈的比例为 23.4%，即 7.6ZB，预计到 2025 年将增至 48.6ZB，占全球数据圈的 27.8%，中国将成为全球最大的数据圈。数据产生量的爆发式增长驱动对存储需求大幅增长，也促进了存储方式的进一步创新和发展。

图 2：IDC 预估 2025 年全球数据产生量级超 175 ZB



资料来源：IDC，国信证券经济研究所整理

图 3：常见存储单位

Bit	比特	一位二进制数，最小的存储单位
Byte	字节	8 个二进制位，最常用单位
KB	千字节	1KB=1024Byte
MB	兆字节	1MB=1024KB
GB	吉字节	1GB=1024MB
TB	太字节	1TB=1024GB
PB	拍字节	1PB=1024TB
EB	艾字节	1EB=1024PB
ZB	泽字节	1ZB=1024EB

资料来源：百度，国信证券经济研究所整理

数字存储主要有光学、磁性及半导体三大存储介质，增量已超 2 ZB/年

按照存储介质的不同，现代数字存储主要分为光学存储、磁性存储和半导体存储三类。光学存储包括 CD、DVD 等常见形式。磁性存储包含磁带、软盘、硬盘等。半导体存储是存储领域应用最广、市场规模最大的存储器件，包括当前

主流的易失性存储器 DRAM，和非易失性存储器 NAND FLASH、NOR FLASH 等等。

图 4：存储的金字塔：速度、容量及保存时间



资料来源：IDC，国信证券经济研究所整理

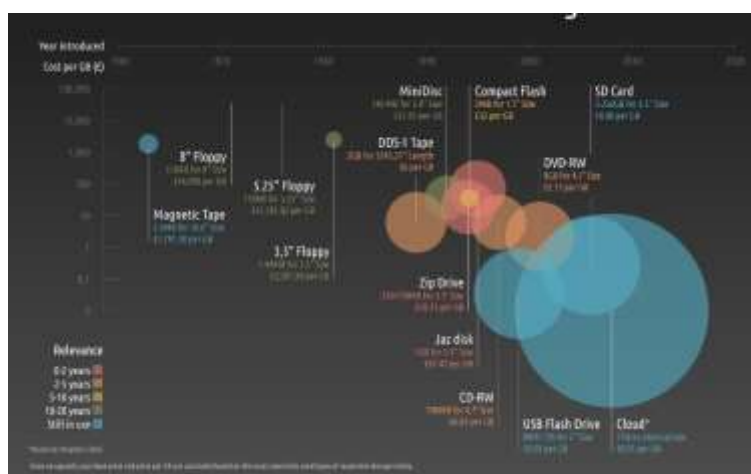
图 5：现代数字存储器的主要分类



资料来源：WSTS，国信证券经济研究所整理

随着技术的发展，存储器尺寸逐渐缩小，存储容量大幅提升，单位 GB 存储价格迅速下降。1960 年代，磁带平均容量仅为 2.3MB，而每 GB 价格却高达 1791 英镑，1970 年代流行的软盘价格更是高达 2-3 万英镑/GB。伴随着硬盘技术的发展及普及，存储价格迅速下降，1990 年代，单位 GB 存储价格跌至 100 英镑以下，CD-ROM 价格仅为 6.03 英镑/GB。21 世纪开始，DRAM、闪存进入人们视野，成为主流存储方式，存储价格进一步下降，单位 GB 存储价格平均为 0.5-0.8 英镑。

图 6：存储的进化史

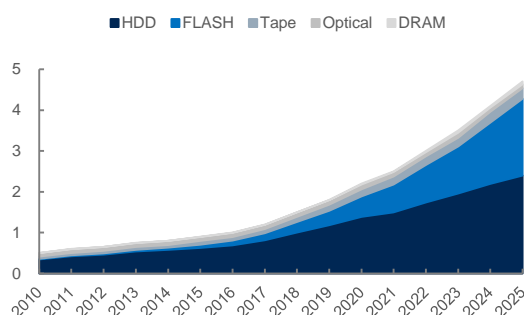


资料来源：NIMBUS，国信证券经济研究所整理

硬盘仍存储全球大部分数据，闪存存储容量迅速上升。从全球存储容量来看，2019 年全球存储年新增总容量约为 1.8ZB，随着互联网的进一步发展，预计到 2025 年全球存储年新增总容量将达到 4.7ZB。尽管半导体存储器已成为主流存储器，但全球大部分数据仍然使用硬盘存储。闪存存储容量近年来大幅提升。2019 年，65.5% 数据由硬盘存储，而闪存、DRAM、磁带、光学存储器分别为 20.0%、0.5%、8.0%、7.0%。由此可见，硬盘仍存储全球大部分数据，是存储市场不可或缺的重要存储方式。

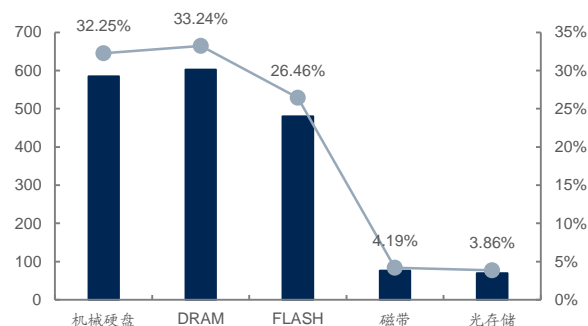
从存储市场规模来看，2019 年机械硬盘市场规模约为 585 亿美元，占据总体市场的 32.25%；DRAM 市场规模约为 603 亿美元，占 33.24%；FLASH 市场规模约为 480 亿美元，占 26.46%。

图 7：2010-2025 全球存储器出货容量趋势(ZB)



资料来源：ITCenter，国信证券经济研究所整理

图 8：2019 年存储市场规模（亿美元）及占比情况（%）



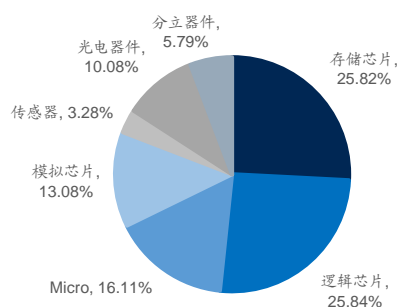
资料来源：Statista、WSTS，国信证券经济研究所整理

半导体存储市场规模达千亿美元，为最重要的数字存储介质

半导体行业可以细分为存储芯片、逻辑芯片、模拟芯片、传感器、分立器件等。存储器是半导体行业的一大分支，几乎所有常见电子设备都需要使用存储器，应用领域广泛。

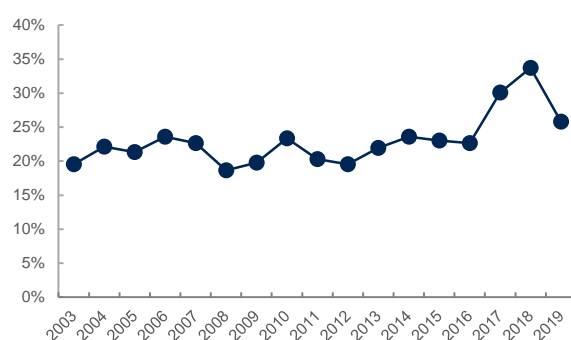
半导体存储器市场占半导体市场 26% 左右，是半导体行业一大分支。2003 年以来，全球存储器市场占半导体市场的份额维持在 20%-25%，其中 2017 年和 2018 年高达 30.07% 和 33.70%。2019 年，全球半导体市场规模为 4123.07 亿美元，存储器市场规模为 1064.4 亿美元，占据半导体市场的 25.82%。半导体存储器是半导体行业中极为重要的组成部分。

图 9：2019 年全球半导体行业分布



资料来源：WSTS，国信证券经济研究所整理

图 10：2003-2019 存储器市场占半导体市场变化趋势（%）



资料来源：WSTS，国信证券经济研究所整理

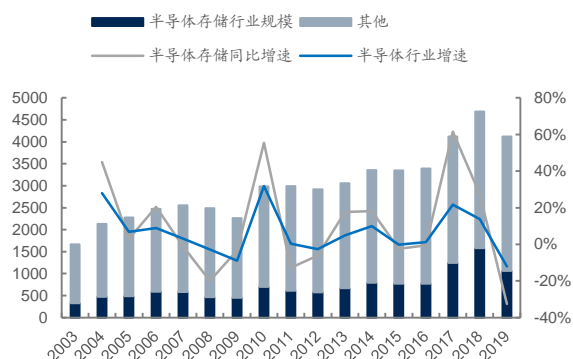
半导体存储器市场变化与半导体行业变化基本一致，但具有更强波动性。存储器作为半导体的子行业，其周期变化基本和半导体行业周期变化一致，但存储器的波动性更强。因此，当半导体行业处于景气周期时，存储器市场表现更佳，以 2017 年为例，半导体行业规模同比增长 21.62%，存储规模同比增长高达 61.49%。而当半导体行业处于不景气状态时，存储市场亦会表现更不理想，以 2019 年为例，半导体行业规模同比下降 12.05%，但存储市场下降高达 32.62%。

2019 年存储行业下降速度处于近 20 年来最快水平，但同时也为未来增长奠定基础。2019 年由于供需错配导致存储价格下降，存储行业规模大幅下降。但随着服务器需求稳步上升、5G、物联网进一步发展，未来半导体行业将迎来景气

周期，存储行业也将受益。

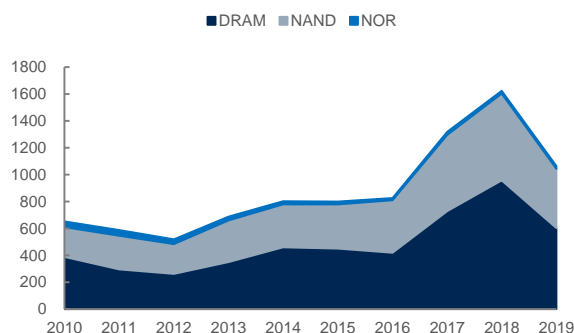
DRAM 和 NAND FLASH 是半导体存储器市场规模中最大的存储器。2018 年，DRAM 占半导体存储器市场的 58%，NAND FLASH 占 40%。此外，NOR FLASH 随着新兴市场的崛起，市场空间将逐步恢复。

图 11: 半导体存储行业规模 (亿美元) 及同比增速 (%)



资料来源: WSTS, 国信证券经济研究所整理

图 12: 各类半导体存储器行业规模变化 (亿美元)

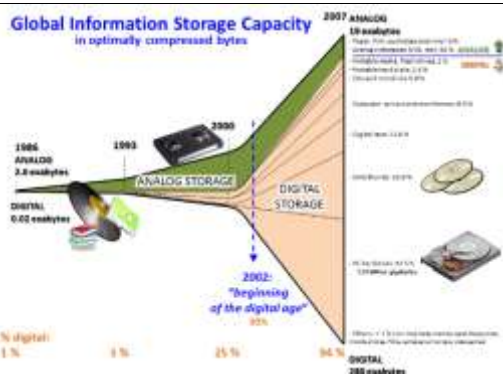


资料来源: WSTS, Statista, 国信证券经济研究所整理

以史为鉴而知兴替，大浪淘沙，谁又将主宰明天

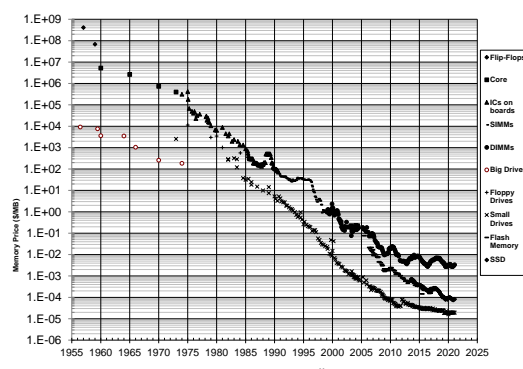
存储行业遵循着摩尔定律，每 18 个月集成度提升 1 倍，意味着性能提升 1 倍，而单位价格却下降一半。半导体存储产品在过去的 60 多年里，每一种主流产品的技术都快速演进与迭代，对于玩家来说即是机遇也是危险，每一次新技术的迭代充满着客户选择的未知，需要玩家全力以赴，如果踩准市场需求，则一个小玩家也能平地而起，而如果猜错路线，则大玩家也面临无情淘汰。

图 13: 全球存储容量分布及增长趋势



资料来源: WSTS, 国信证券经济研究所整理

图 14: 存储价格趋势



资料来源: WSTS, Statista, 国信证券经济研究所整理

1、机械硬盘，雄风犹在，企业级应用成未来主战场。机械硬盘曾是存储王者，是计算机的主要存储介质。近年来由于 SSD（固态硬盘）集成度更高，HDD（机械硬盘）逐渐失去消费级市场份额。随着云计算、互联网的发展，企业级数据存储需求增长较快，HDD 凭借成熟稳定、成本更优、寿命周期长等优势，成为数据中心标配。近年来 HDD 全球字节出货量明显上升，2019 年达 1.18ZB，超全球存储市场字节出货量的一半。截止 2019 年 HDD 市场集中度较高 CR4 为 79%，领先企业分别为三星、西部数据、希捷，其市场份额为 33.6%、24.6%和 15.7%。

2、DRAM 过去 50 年多年搏杀惨烈，王朝几经更替。在过去 50 多年里，DRAM

市场呈现每 4~5 年单位价格变为 1/10，其背后的杀伐异常惨烈。而纵观 DRAM 发展历史，本身 DRAM 产品在成本、技术、品质等为核心竞争要素，而背后需要企业在融资能力、产业链配套及人才梯队等全方位储备，考验企业系统性的资源调动能力。DRAM 厂商从曾经的“百花齐放”形成目前的“三国鼎立”局面，三星、镁光、SK 海力士成为 DRAM 领域最终玩家，三家合计市场份额达 95%，而各家分别为 43.5%，29.2%和 22.30%。

3、FLASH 将为新一代存储主力，成兵家必争之地。近年来随着消费电子领域的需求增长，FLASH 市场规模呈现快速增长趋势，特别是 NAND FLASH 已成为手机、笔记本等主力存储介质，而价格方面基本符合摩尔定律的下降趋势。**NAND 市场格局主要有三星、铠侠、西部数据等企业主导，分占市场份额的 33.5%、18.9%和 14.3%，行业 CR4 达 80.2%。NOR FLASH 主要有旺宏、华邦、兆易创新等，市场份额占 NOR FLASH 市场的 26%、25%、19%。**

机械硬盘，雄风犹在

机械硬盘，曾经存储王者，未来以企业级应用为主

HDD(机械硬盘)是传统普通硬盘，主要由盘头、磁片、盘片转轴及控制电机、磁头控制器、数据转换器、接口和缓存等几个部分组成。磁头可沿盘片的半径方向运动，加上盘片每分钟几千转的高速旋转，磁头就可以定位在盘片的指定位置上进行数据的读写操作。信息通过离磁性表面很近的磁头，由电磁流来改变极性方式被电磁流写到磁盘上，信息可以通过相反的方式读取。

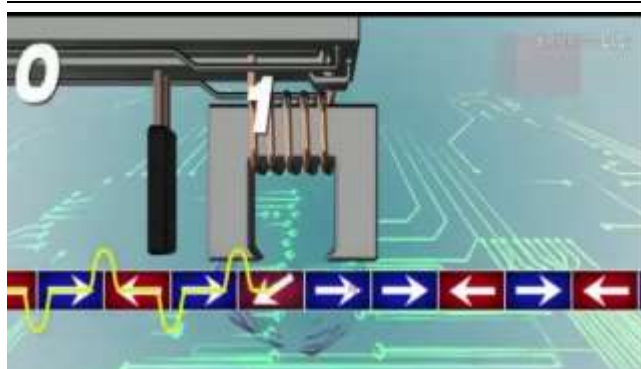
图：机械硬盘



资料来源：IEEE，国信证券经济研究所整理

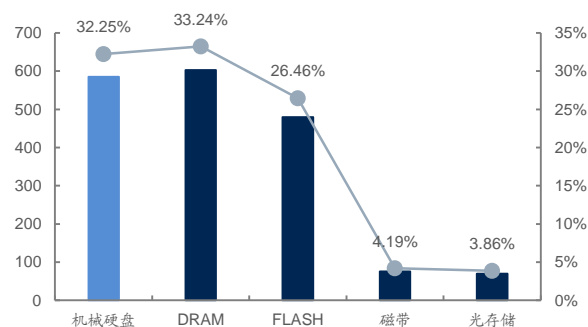
每个硬盘的中心都有高速旋转的磁盘，磁盘表面有高速扫过的记录磁头，每个磁盘上都覆盖着一层薄薄的微小的磁化金属粒，数据以一种肉眼无法分辨的形式存在，很多组微小颗粒形成的磁化图案记录形成了数据，每一组成为比特，所有微粒都按照自身的磁性排列，形成两种状态之一，对应 0 或 1，将比特信息通过电磁铁转换成电流，数据就能被读写在硬盘上。这块磁铁会产生一个强大磁场，足以改变金属微粒的磁性，当信息写入磁盘，驱动使用磁读写器将其还原成有意义的形式。

图 15：电磁铁产生的磁场可改变金属粒的磁性



资料来源：IEEE，国信证券经济研究所整理

图 16：2019 年机械硬盘在存储市场规模及占比



资料来源：IDC，国信证券经济研究所整理

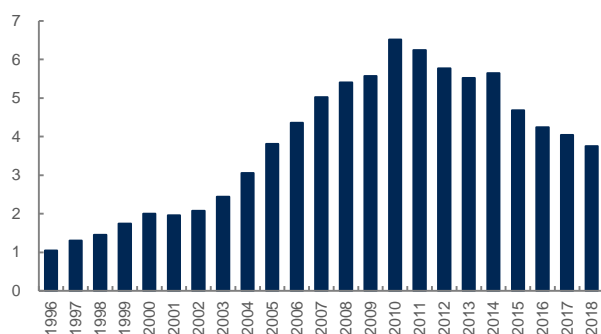
目前机械硬盘市场规模整体约 585 亿，占总体存储市场规模约 32%，位列数字存储市场规模第二，年出货量约为不到 4 亿个。

机械硬盘出货量 1996-2010 年稳定增长，从 1996 年的 1.05 亿个增长至 2010 年的 6.51 亿个，达到历史最高点。随着存储器的更新迭代，尤其是 SSD（固

态硬盘)技术的进步,机械硬盘的地位受到挑战,2011年开始出货量整体呈现下降趋势,截至2018年全球机械硬盘出货量下降至3.72亿个。

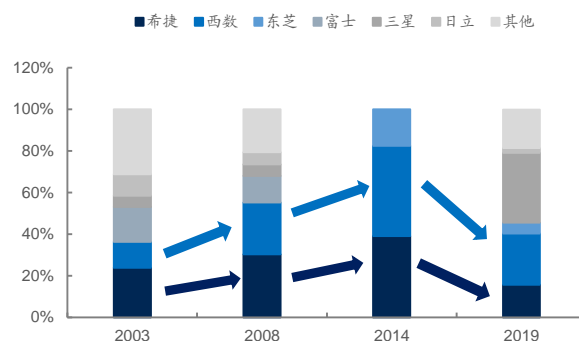
2010以后机械硬盘厂商数量逐渐减少。2008年以前,机械硬盘市场集中度较低,各厂商竞争激烈。而后,市场集中度提升,西部数据、希捷等厂商成为机械硬盘龙头,占据全球市场超过90%份额。

图 17: 1996-2018 年机械硬盘出货量 (亿)



资料来源: Statista, 国信证券经济研究所整理

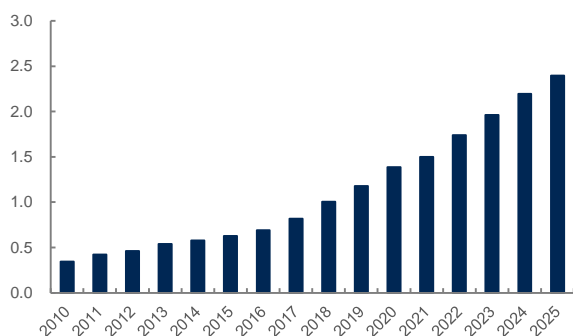
图 18: 2003-2014 年机械硬盘市场竞争格局变化



资料来源: ITCenter, 国信证券经济研究所整理

总容量出货上升, HDD 成数据中心标配。云计算、互联网等带来了旺盛的数据存储需求,且对存储容量及稳定性要求较高。相比 SSD (固态硬盘),机械硬盘具有寿命长、成熟稳定、容量大的性能优势,成为数据中心的首选。因此,虽然 HDD 产品出货量近年来呈现下降趋势,但总容量出货明显上升,HDD 2019 年机械硬盘字节出货量为 1.18ZB,出货容量超过全球存储年出货容量的 50%。云计算、互联网的发展将推动 HDD 产品持续增长。

图 19: 2010-2025 机械硬盘字节出货量 (ZB)



资料来源: Statista, 国信证券经济研究所整理

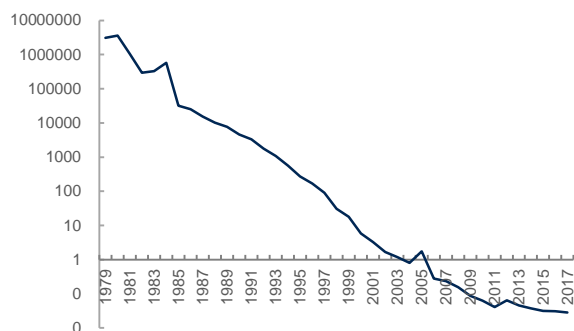
图 20: 谷歌数据中心



资料来源: IEEE, 国信证券经济研究所整理

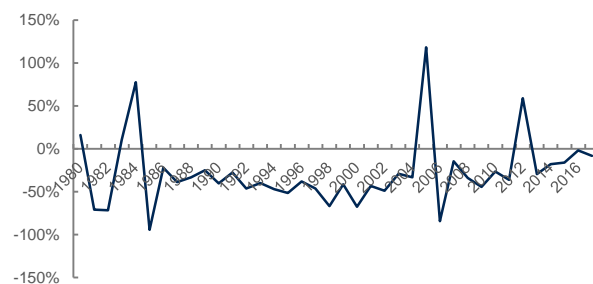
机械硬盘每 GB 价格呈现下降趋势。机械硬盘面市之初价格较高,1980 年机械硬盘每 GB 价格约为 357.24 美元。随着技术的进步,机械硬盘成本下降,价格也随之下落,2017 年每 GB 价格仅为 0.028 美元。

图 21: 1979-2017 年机械硬盘每 GB 价格 (USD/GB)



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

图 22: 1980-2017 年机械硬盘每 GB 价格变化幅度 (%)



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

1956-1979 年, 硬盘确立温氏架构

现代硬盘雏形诞生于 1956 年, 由 IBM 制造, 存储容量仅为 5MB。1973 年, 采用“温氏架构”的 IBM 3340 问世, 标志着硬盘基本架构的确立。这种硬盘拥有几个同轴金属盘片, 盘片上涂有磁性材料。他们与能够移动的磁头共同密封在一个盒子中, 磁头从旋转的盘片读出磁信号的变化。

1970-1979 年, IBM 先后发明了 Merlin 技术、Thin Film 磁头, 驱动硬盘数据定位准确性、硬盘密度都大幅提升。

图 23: 温彻斯特硬盘



资料来源: IEEE, 国信证券经济研究所整理

1980 年代, 家用 PC 硬盘崭露头角

硬盘容量不断提升, 家用 PC 硬盘崭露头角。1980 年, 希捷公司由两位前 IBM 员工创立, 开发并推出第一款 5.25 英寸规格 5MB 硬盘, 这是首款面向个人用户的硬盘, 它的出现推动了计算机的诞生。1981 年, 希捷又推出第二款容量达 10MB 的硬盘产品, 并在市场蔓延开来。而正是 1981 年, IBM 发布了 IBM 个人计算机, 这是计算机领域具有里程碑意义的飞跃。受益于较为小巧的体积, 简单的操作, IBM 发布的个人电脑大受欢迎, 随着个人电脑普及, 也带动了家用 PC 硬盘快速增长。

图 24: IBM 3380——首款 GB 级容量硬盘



资料来源: IEEE, 国信证券经济研究所整理

图 25: 希捷 ST 506——5.25 英寸硬盘



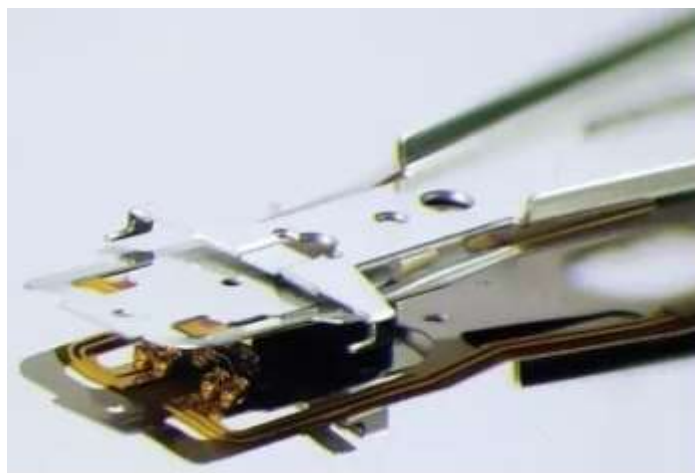
资料来源: IEEE, 国信证券经济研究所整理

1990 年代, 硬盘技术快速升级, IBM 开创民用级 GB 硬盘先河

硬盘存储密度大幅提升。曾在 1980 年代末, IBM 已推出 MR (Magneto Resistive 磁阻) 技术令磁头灵敏度大大提升, 盘片的存储密度较之前的 20Mbps (bit/每平方英寸) 提高了数十倍, 为硬盘容量的巨大提升奠定了基础。1997 年, GMR (Giant Magneto Resistive) 巨磁阻技术的成功研发进一步提升了存储密度。如果用 MR 磁头能够达到 3-5Gb/平方英寸的存储密度, 使用 GMR 以后存储密度可达到 10-40Gb/平方英寸。

民用级硬盘进入 GB 时代。1991 年, IBM 出了首款应用 MR 技术的 3.5 英寸的 1GB 硬盘 0663-E12, 开创了民用级 GB 硬盘的先河, 从此硬盘容量开始进入 GB 数量级, 3.5 英寸的硬盘规格也由此成为现代计算机硬盘的标准规格。

图 26: GMR 巨磁阻效应磁头



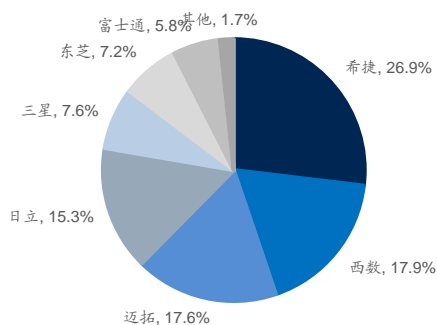
资料来源: IEEE, 国信证券经济研究所整理

21 世纪初期, 容量突破 TB 级别, 硬盘厂商进入整合期

垂直存储技术出现, 再一次提高硬盘存储密度。2007 年日立环球发布了全球首款 1TB 硬盘, 硬盘售价为 399 美元, 平均每美元可购得 2.75GB 硬盘空间。该硬盘采用垂直存储技术, 将平行于盘片的磁场方向改变为垂直, 更充分地利用了存储空间。此外, 垂直存储技术能耗小, 发热量减小, 改善了数据抵抗热退减的能力, 提高了硬盘的可靠性。

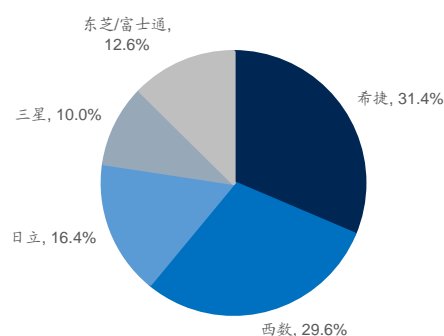
硬盘厂商进入整合期。2000 年起是硬盘行业的整合期，希捷、西数、IBM、三星、迈拓、昆腾、东芝、富士通等各大硬盘厂商竞争激烈。2000 年迈拓收购昆腾，2003 年日立环储 IBM 硬盘事业部，2005 年希捷宣布收购迈拓，2009 年，富士通硬盘被东芝收购，形成希捷、西数、日立、三星、东芝“春秋五霸”时代。2011 年西部数据收购日立环储、希捷收购三星硬盘，形成“三国鼎立”局面。

图 27：2004 年机械硬盘市场格局



资料来源：太平洋电脑网，国信证券经济研究所整理

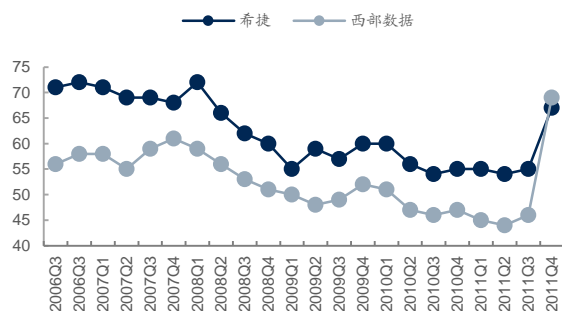
图 28：2009 年机械硬盘市场格局



资料来源：太平洋电脑网，国信证券经济研究所整理

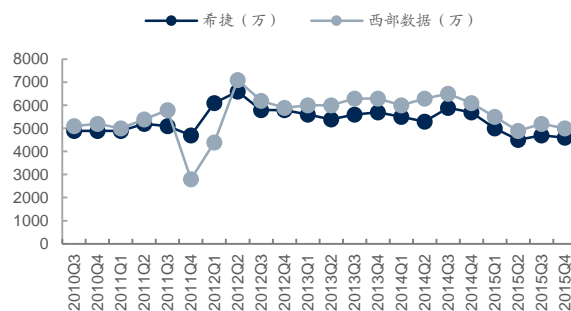
2010 年是 HDD 产业高峰。2011 年上半年日本发生地震，下半年泰国发生洪水。其中日本厂商是重要的磁头、磁盘、马达等 HDD 配件供应商，泰国是重要的 HDD 制造基地，这两次自然灾害产生了重大影响，导致 2011 年 HDD 硬盘出货量锐减，但也让 HDD 硬盘价格上升。

图 29：2006-2011 年 HDD 平均售价



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

图 30：2010-2015HDD 出货量 (万)

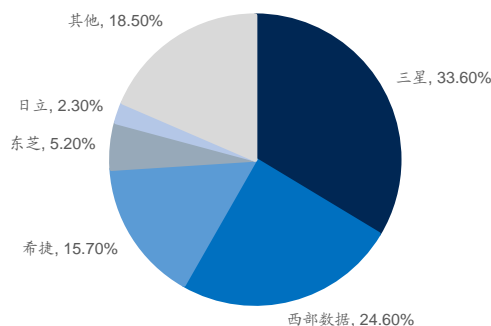


资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

2012-2019 年，HDD 逐步进入数据中心主力，消费级增长显现放缓

机械硬盘自身瓶颈难以突破，SSD 大敌崛起。受限于物理结构瓶颈，机械硬盘体积难以缩小或成本较高，增长前景显现停滞。从市场格局来看，三星的市场份额从 10.0% 上升至 2019 年的 33.6%，西部数据从 29.6% 下降至 24.6%，希捷从 31.4% 下降至 15.7%，日立从 16.4% 下降至 2.3%，大部分机械硬盘厂商减少了机械硬盘的生产。

图 31：2019 年机械硬盘市场格局



资料来源：IEEE，国信证券经济研究所整理

SSD 崛起，HDD 市场受到冲击。固态硬盘（Solid State Drives）由多个闪存颗粒和主控芯片组成，没有运动结构设计；而机械硬盘有磁盘和读写磁头组成。SSD 不仅拥有更快的读写速度，而且具有低功耗、防震抗摔性好、发热低等优势。

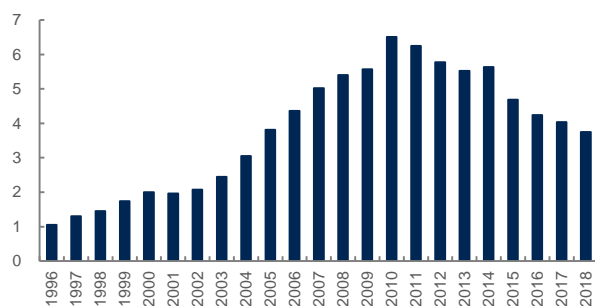
图 32：机械硬盘与固态硬盘性能对比

	机械硬盘	固态硬盘
容量	大	较小
价格	便宜	贵
随机存取	一般	极快
写入次数	无限制	SLC: 10万次 MLC: 1万次
磁盘阵列	极难	可
工作噪音	有	无
工作温度	较为明显	极低
防震能力	较差	很好
数据恢复	容易	难

资料来源：IEEE，国信证券经济研究所整理

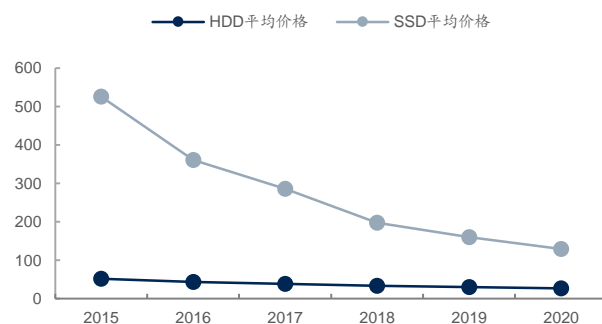
随着 SSD 平均价格与 HDD 平均价格差异的逐渐缩小，以及 SSD 各方面的性能优势，硬盘市场逐渐被 SSD 占领，HDD 出货量从 2013 年开始明显下降。

图 33：HDD 出货量（亿）



资料来源：Statista，国信证券经济研究所整理

图 34：HDD 与 SSD 平均价格对比（\$/TB）



资料来源：IDC，国信证券经济研究所整理

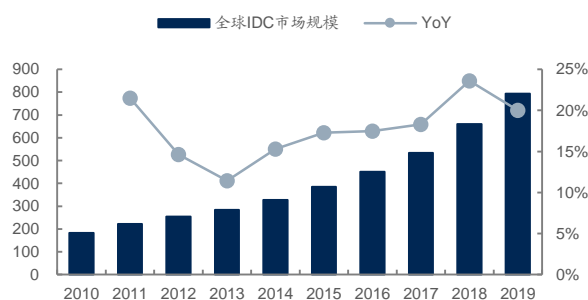
数据中心、云存储带动企业级 HDD 需求增长。随着云计算、5G、物联网、人工智能、大数据带来的全新发展，全球正形成以数据为核心的生态圈，企业级用户对于数据存储的大容量需求愈加明显，将 HDD 在企业级领域的发展推向了新高度。2019 年全球云计算市场规模达 3556 亿美元，2012-2019 年 CAGR 高达 18.0%，且有望继续呈现快速上升趋势。与此同时，2019 年全球 IDC（互联网数据中心）市场规模增长至 793.1 亿美元，2012-2019 年 CAGR 为 17.6%。

图 35: 全球云计算市场规模（亿美元）及同比增速（%）



资料来源: Gartner, 国信证券经济研究所整理

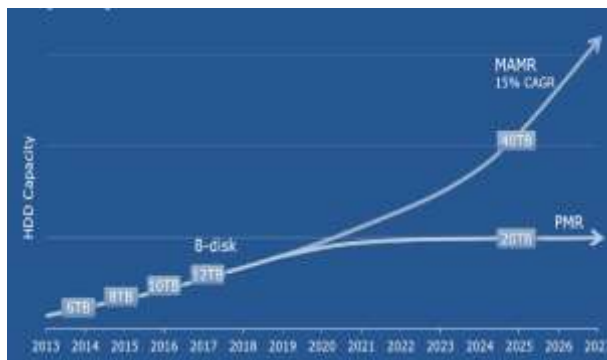
图 36: 全球 IDC 市场规模（亿美元）及同比增速（%）



资料来源: 中国 IDC 圈, 国信证券经济研究所整理

成熟稳定、成本更优，HDD 成数据中心标配。尽管 SSD 可以发挥闪存性能上带来的应用加速，但大量的数据存储依然需要生命周期更长、成熟稳定、成本更优的 HDD 企业级大容量硬盘来支撑。在数据中心、云存储的趋势下，HDD 大容量硬盘依然是企业数据中心的标配，市场需求有望进一步增长。

图 37: 机械硬盘单位容量增长态势



资料来源: HDD, 国信证券经济研究所整理

DRAM 战场硝烟弥漫

DRAM 战场，50 多年搏杀，王朝几经更替

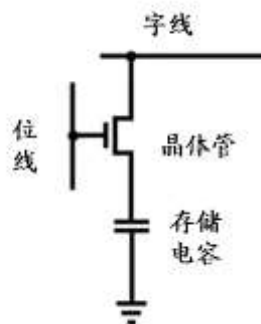
动态随机存取存储器（Dynamic Random Access Memory）DRAM 是一种半导体存储器，通常以一个电容和晶体管为一个单元排成二维矩阵。DRAM 利用电容内存储电荷情况来代表二进制比特是 1 或 0。由于晶体管电路会有漏电流，导致电容上所存储的电荷数量并不足以正确地识别。因此 DRAM 需要周期性地充电，因此被称为“动态”存储器。

DRAM 基本的操作机制分为读（Read）和写（Write）。读的时候先让字线（Bitline）充电到操作电压的一半，开关晶体管（由位线控制），若电容内部存储的值为 1，则 Bitline 的电压会被电荷共享抬高到高于操作电压的一半；反之，若内部存储的值为 0，则会把 Bitline 的电压拉低到低于操作电压的一半。得到 Bitline 电压后，经过放大器判别出内部值为 0 或 1。写的时候把晶体管打开，若要写 1 时则把 BL 电压抬高到操作电压使电容上存储操作电压，若要写 0 时则把 BL 降低到 0 伏特使电容内部没有电荷。

图 38：DRAM 实物图



图 39：DRAM 工作原理



资料来源：《世界电子元器件》，国信证券经济研究所整理

资料来源：ITCenter，国信证券经济研究所整理

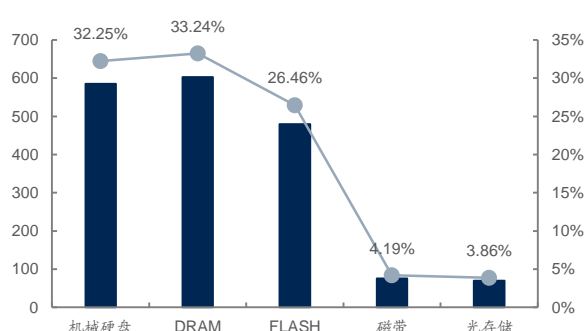
目前 DRAM 市场规模整体约 603 亿，占总体存储市场规模约 33%，位列数字存储市场规模第一。近年来受益于数据资料中心、智能手机、加密货币等市场需求，DRAM 市场规模总体呈现上升趋势，2019 年由于前期扩产能和去库存等因素，市场规模有所下降。

图 40：近年来 DRAM 市场规模及同比增速



资料来源：Statista，国信证券经济研究所整理

图 41：2019 年 DRAM 在存储市场规模及占比

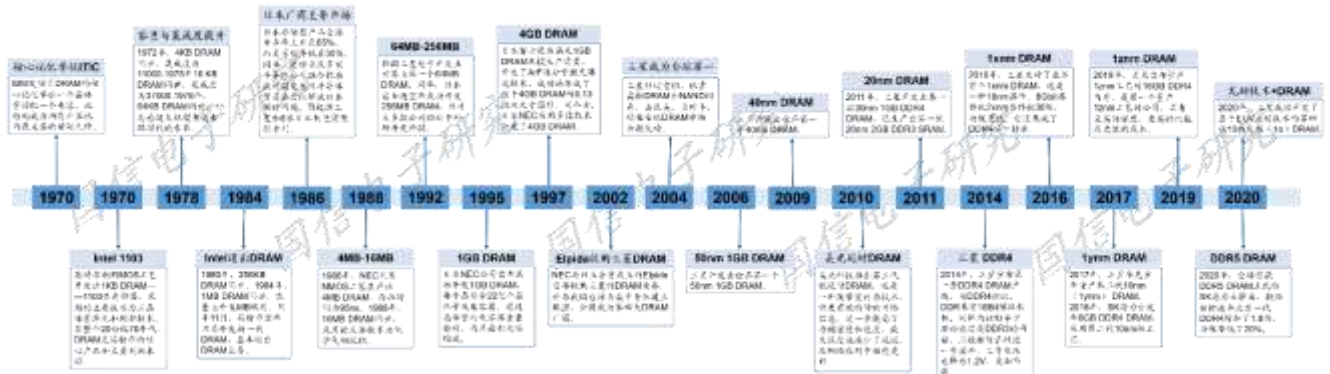


资料来源：IDC，国信证券经济研究所整理

自 1966 年 IBM 成功研发 MOS 型 RAM 存储以来，符合摩尔定律，每 18 个月

集成度提升 1 倍。DRAM 型存储运用的 MOS 技术，不仅能耗少、读写速度快且集成度高，因此 DRAM 成为而后数十年计算机内存的主流技术。截至 2020 年，三星已成功开发出基于 10nm 线宽的 DRAM 产品。

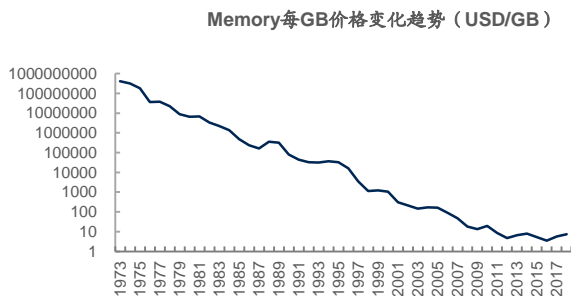
图 42：DRAM 技术演变历史图



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

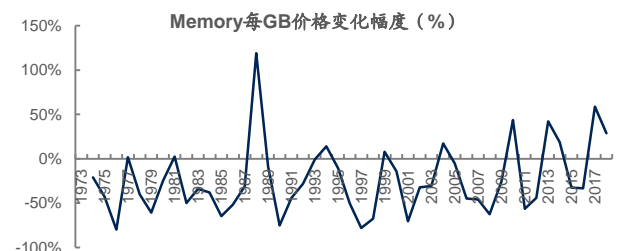
在过去 50 多年里，存储每 GB 价格总体呈现每 4~5 年价格变为 1/10，近年来价格下降趋势有所缓和。1973 年存储每 GB 价格约为 3.22 亿美元，数据存储成本极高。随着存储技术的进步以及美、日、韩厂商之间的激烈竞争，存储成本下降，2018 年每 GB 价格仅为 7.26 美元。

图 43：1973-2018 年 DRAM 每 GB 价格 (USD/GB)



资料来源：Bloomberg，国信证券经济研究所整理

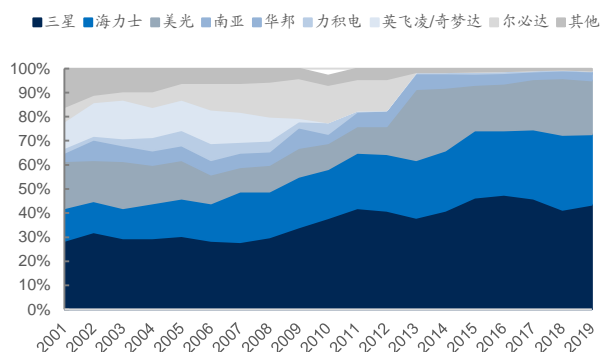
图 44：1974-2018 年 DRAM 每 GB 价格变化幅度 (%)



资料来源：Bloomberg，国信证券经济研究所整理

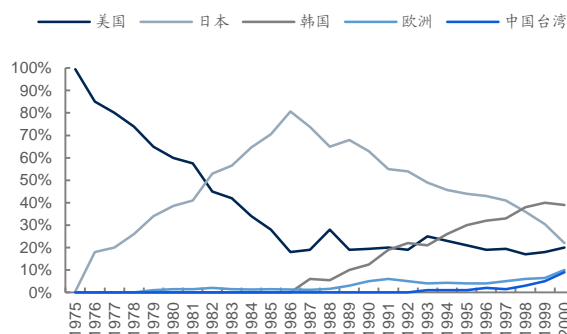
DRAM 战场硝烟弥漫，50 多年的搏杀，目前韩国企业独占鳌头，三巨头成鼎立之势。近 10 年来 DRAM 市场集中度逐渐上升。DRAM 厂商从曾经的“百花齐放”形成目前的“三国鼎立”局面，三星、镁光、SK 海力士成为 DRAM 领域最终玩家。

图 45: 2001-2019 年 DRAM 市场竞争格局趋势



资料来源: ITCenter, 国信证券经济研究所整理

图 46: 1975-2000 年 DRAM 各国出货变化情况



资料来源: 《世界电子元器件》, 国信证券经济研究所整理

1966-1970 年, IBM 率先研发 MOS 型 RAM 存储成功, 开启半导体存储的历史

1966 年由 DRAM 之父 IBM 的 罗伯特·登纳德博士所在的 IBM Thomas J. Watson 研发中心成功研发 MOS 型晶体管+电容结构的 DRAM 存储。1969 年加州的先进内存系统公司正式商业推出此款 DRAM。

DRAM 型存储运用的 MOS 技术, 不仅能耗少、读写速度快且集成度高, 帮助存储形式从笨重的磁鼓结构快速缩小, 因此 DRAM 成为而后数十年计算机内存的主流技术。

图 47: 罗伯特·登纳德(Robert H. Dennard)博士



资料来源: IBM, 国信证券经济研究所整理

图 48: 第一款 8 位 RAM 制作的存储结构



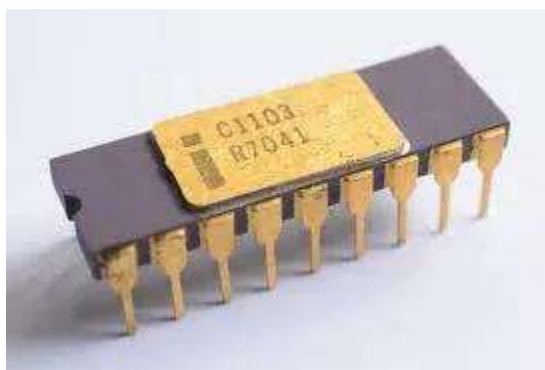
资料来源: Electronics magazine, 国信证券经济研究所整理

1970 年代, DRAM 快速商业化, 前期 Intel 一家独大, 后期 Mostek 成为霸主

1970 年代前期 Intel 一家独大, 占据全球超 80% 份额。Intel 研究小组利用 MOS 工艺开发出 1kb DRAM, 并通过解决各项生产工艺缺陷, 于 1970 年在其 3 寸晶圆厂成功量产 C1103, 奠定了 DRAM 快速商业化的基础。

由于当时大中型计算机使用的磁鼓存储器笨重昂贵, Intel 向计算机用户大力宣传 DRAM, 1972 年凭借 1K DRAM 取得巨大成功。到 1974 年, Intel 的 DRAM 市场份额达 82.9%。

图 49: Intel DRAM C1103



资料来源: Intel, 国信证券经济研究所整理

1970 年代后期, Mostek 击败 Intel, 成为 DRAM 市场最大厂商。1973 年美国其他厂商例如德州仪器、Mostek(由德州仪器的前员工于 1969 年创立)、日本厂商 NEC 等先后进入 DRAM 市场, 德州仪器推出成本更低的 4K DRAM, Mostek 推出针脚更少的 4K DRAM, 均成为 Intel 的强劲对手。

1976 年, Mostek 推出的 MK4116 采用了 POLY-II (双层多晶硅栅工艺), 容量达 16K, 大获成功, 占领 75% 的 DRAM 市场。而后继续持续推出新产品, 进一步获得市场份额, 在 70 年代后期, 一度占据 DRAM 市场 85% 份额。但后来为应对来自资本市场的恶意收购, 导致股权结构大幅变动, 经营战略发生调整, 管理层动荡及技术人员流失, 公司发展遭遇较大障碍。1978 年四个 Mostek 的离职技术人员创立了另一个未来的存储巨头--镁光。

回顾来看, Intel 由于多线作战焦点分散、技术路径选择及市场预判失误, 丧失了 DRAM 的技术先发优势, DRAM 市场份额呈现较快下降。Intel 的存储一度风光无限, 而后逐步丧失领先, 令人唏嘘, 以后有机会再详细展开。

图 50: Mostek 4K/16 DRAM



资料来源: Mostek, 国信证券经济研究所整理

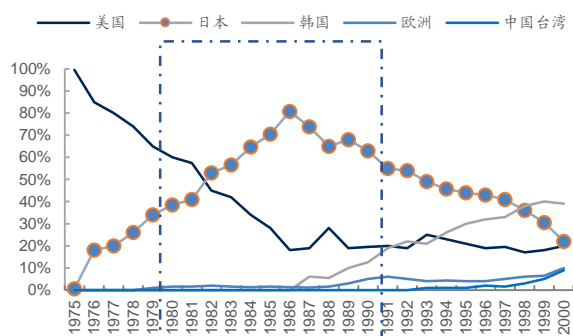
1980 年代, 日本 DRAM 厂商后发先至, 进入增长爆发期

举国体制, 日本 VLSI 联合研发成功, 日本半导体产业技术快速进步。1976 年日本 VLSI 联合研发体成立, 设立了 6 个实验室, 从高精度加工技术、硅结晶技术、工艺处理技术、监测评价技术、装置设计技术等方向入手, 成功攻克了

包括电子束光刻机、干式蚀刻装置等半导体核心加工设备，以及领先的制程工艺和半导体设计能力。在 VLSI 项目的推动下，日企 1977 年研制成功 64K DRAM，已成功赶上美企 DRAM 研发进度。

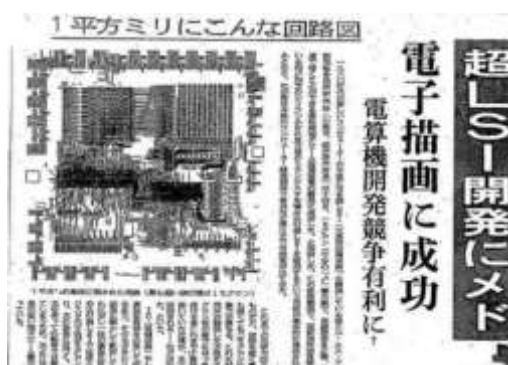
随后日本 DRAM 产业进入增长爆发期。1983 年日本 DRAM 内存在美国市场大获成功，当时主流提供 256K 内存公司中，日本企业有富士通、日立、三菱、NEC、东芝等多家，而美企仅有摩托罗拉，而仅 NEC 九州工厂的 256K DRAM 月产量，就高达 300 万块。1984 年，日立生产的 DRAM 内存已开始采用 1.5um 生产工艺，三菱甚至公开 4M DRAM 关键技术。到 1986 年，仅东芝一家，每月 1M DRAM 产量就超过 100 万块。

图 51: 1980 年代日本 DRAM 崛起



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

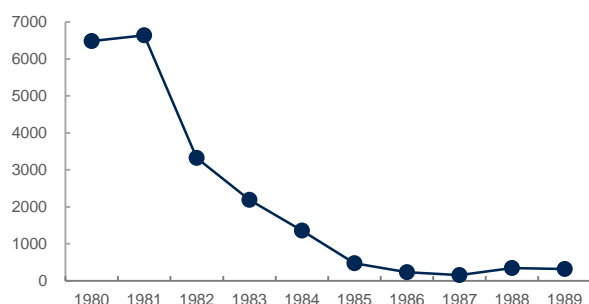
图 52: 日本 VLSI 联合成功研发电子束光刻机



资料来源: VLSI, 国信证券经济研究所整理

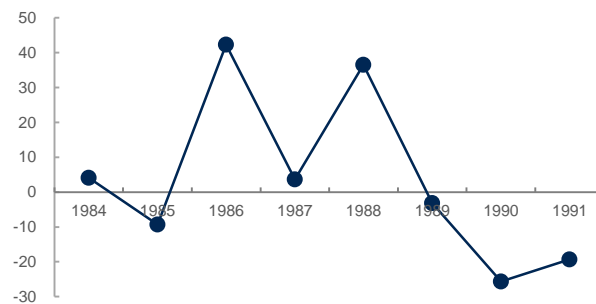
“低价优质”日本产品横扫美国市场，Intel 含恨退出。到 1980s 年代中期，日本厂商的 DRAM 产品技术领先，产品质量更好而价格却更低，几乎横扫了美国市场。截至 1986 年，日本存储器产品的全球市场占有率上升至 65%，而美国则降低至 30%。1985 年，陷入泥潭的 Intel 不得已宣布退出 DRAM 市场。

图 53: 1980-1989 年存储平均价格 (\$/Mbyte)



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

图 54: 日立 1984-1991 年股价年涨跌幅 (%)



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

1990 年代，韩国 DRAM 产业扭转乾坤，乘家用 PC 之风而起飞

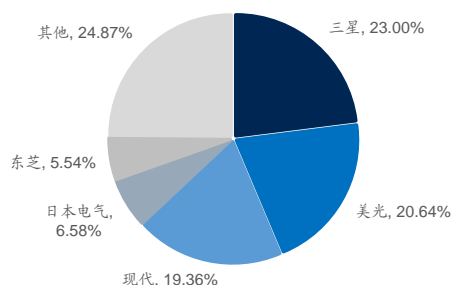
韩国政府重视半导体产业投入，初期研发进展落后于日本。其实早在日本启动 VLSI 研究项目的同时(1976 年)，韩国政府已在龟尾产业区建立韩国电子技术研究所 (KIET)，分为半导体设计、制程、系统三大部门，并都交由从美国半导体产业回来的技术专家负责，大量招收美国归来的韩系工程师，集中研发集成电路关键技术。但直到日本 DRAM 厂商受到打压，韩国半导体企业才真正获得良机。

日美关系转变，日本 DRAM 产品性价比大幅下降。1985 年美国里根总统开启了第二届任期，而随着美国与苏联的冷战威胁减弱，以及美国政府赤字急剧增加，美国政府对日本经济的扶持政策发生了转变，日美贸易摩擦逐步增加，1985 年美国主导的《广场协议》开启了日元升值之路，美国半导体协会也发起了对日本半导体等产品的反倾销诉讼，而后达成了对日本半导体产品的价格监督协议。上述种种，直接导致日本 DRAM 产品价格大幅提升，产品性价比快速下降，这给了韩国半导体产业可乘之机。

家用 PC 需求爆发，韩厂成功切入，成为 DRAM 市场领先企业。1970 年代中后期开始，韩国三星，LG、现代和大宇等财阀，通过购买、引进 DRAM 技术专利及加工设备，对其进行消化吸收并在此基础上持续投入研发，以追赶技术差距。直到 1980 年代后期，家用 PC 电脑兴起，且产品换机时间大幅缩短为 3-5 年，普通消费者对价格敏感，而对使用寿命要求不高，且日本半导体产品受到美国压制，韩国 DRAM 产品才得以逐步扩大市场份额。

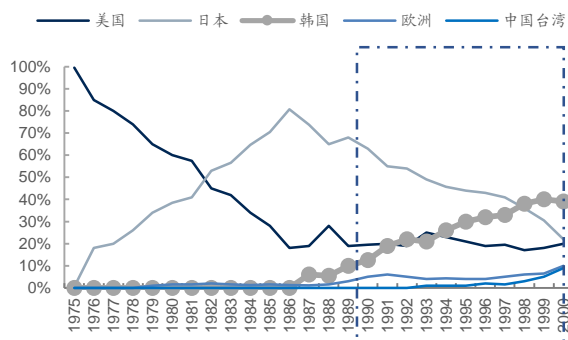
1992 年，三星率先攻破技术壁垒，推出世界第一个 64M DRAM。此后，三星继续提高研发投入，到 1996 年又开发出第一个 1GB DRAM。三星电子 DRAM 芯片出口额达到 62 亿美元，位居第一；现代电子居世界第三。截至 2000 年，占 DRAM 份额前五的韩厂有两家，分别为三星和现代，其中三星占 23.00%，位居第一；现代占 19.36%，位居第三，韩厂领导 DRAM 市场。

图 55：2000 年 DRAM 市场格局



资料来源：《世界电子元器件》，国信证券经济研究所整理

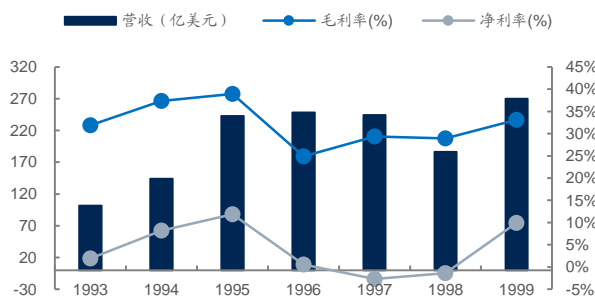
图 56：1975-2000 年 DRAM 市场份额变化情况



资料来源：ITCenter，国信证券经济研究所整理

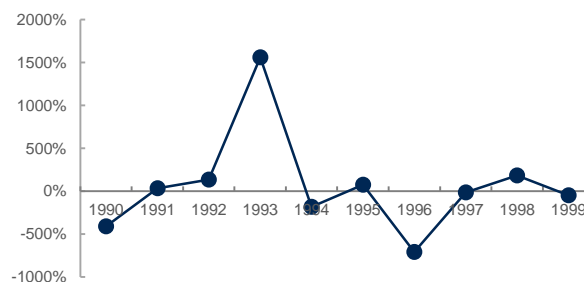
三星电子受益 PC 电脑兴起快速成长。1995 年受益于 Windows95 的带起电脑销售热潮，三星电子营收从 1994 年的 143.75 亿美元增长至 1995 年的 242.96 亿美元，毛利率和净利率也同比增长。1996-1998 年间由于 DRAM 价格下降，公司营收也体现出不同程度的下降。

图 57：三星 1993-1999 年营收及毛利率、净利率情况



资料来源：Bloomberg，国信证券经济研究所整理

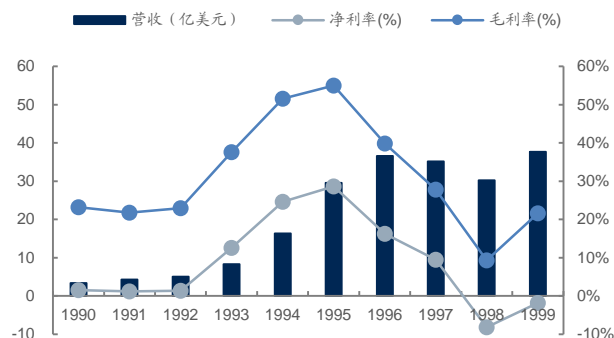
图 58：三星 1990-1999 股价年涨跌幅 (%)



资料来源：Bloomberg，国信证券经济研究所整理

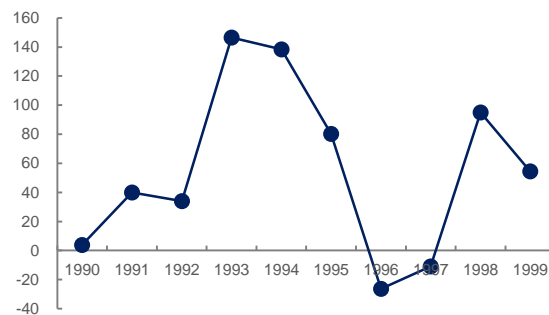
在日美韩的 DRAM 厮杀之中，镁光科技是为数不多的存活下来美系 DRAM 厂商。1990 年到 1995 年，受益于 PC 的发展，镁光营收从 3.33 亿美元增长到 29.53 亿美元，复合增速达 54.70%；且毛利率和净利率均呈现上升趋势。然而 1996-1998 年间，供过于求带来的 DRAM 价格跌落驱动公司营收逐年下降，毛利率和净利率也逐年下降，1998 年发生了亏损。

图 59：镁光 1990-1999 年营收及毛利、净利情况



资料来源：Bloomberg，国信证券经济研究所整理

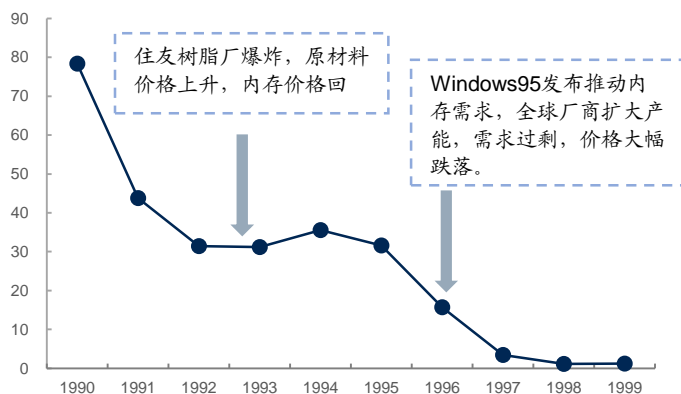
图 60：镁光科技 1990-1999 股价年涨跌幅 (%)



资料来源：Bloomberg，国信证券经济研究所整理

纵观 1991-1999 年存储价格走势，前半场价格先抑后扬，后半场加速下跌。1992 年住友树脂厂的爆炸导致内存价格回升，1995 年 Windows95 的发布也加大了对内存的需求。然而 1995 年底全球各 8 英寸厂产能持续开出，驱动 DRAM 市场由卖方市场变为买方市场，造成价格大幅跌落。各厂商被迫削减 4M DRAM 产量，降低 DRAM 厂投资规模和进度，并开始主导推出 16M DRAM 产品。

图 61：1990-1999 年存储平均价格 (\$/Mbyte)



资料来源：Bloomberg，国信证券经济研究所整理

2000 年代，DRAM 价格潮起潮落，DRAM 玩家格局越发集中

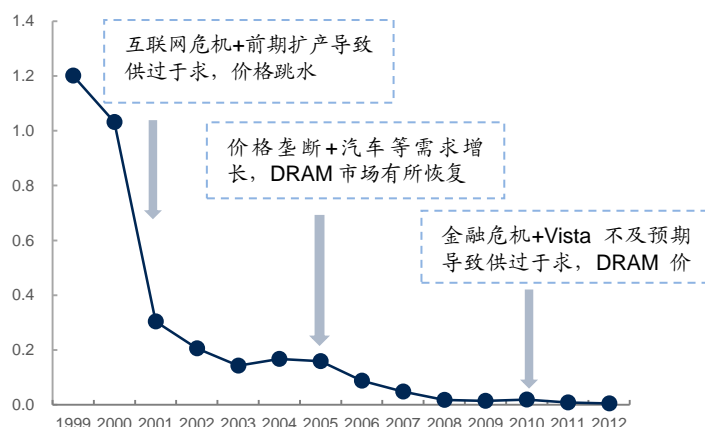
2000 年全球遭遇互联网危机，DRAM 价格跳水。1996-1998 年由于产能过剩引起的价格跌落在 1999、2000 年得到缓解。然而好景不长，2000 年全球遭遇互联网危机，PC 市场规模大幅下降，而三星、镁光、海力士、英飞凌等龙头企业刚经历扩产，供大于求引起了 DRAM 价格跳水，2001 年，DRAM 市场规模从 288 亿美元跌至 110 亿美元。

2002-2006 年，价格垄断和汽车领域需求增长，驱动 DRAM 市场有所恢复。尽管 2005 年全球 GDP 下滑，PC、手机产能过剩导致需求增速放缓，但这一阶段整体 DRAM 市场增长良好。2006 年，三星开发出世界第一个 50nm 1GB

DRAM; 海力士开发出世界最高速的 200MHz 512MB Mobile DRAM; 2009 年三星开发出世界第一款 40nm DRAM 等等。随着结构尺寸的缩小, 存储器工作速度增加, 功耗降低, 提高了自身的性能。

2007-2012 年, 金融危机叠加供过于求导致 DRAM 市场遭受暴击, 行业面临洗牌。2007 年微软推出 Vista 系统, 该系统对内存消耗较大, DRAM 厂商预期内存需求大增纷纷增加产能, 但 Vista 销量不及预期。导致供过于求。与此同时, 三星仍然进一步扩大产能, 加剧了行业亏损。2008 年, 全球金融危机, DRAM 价格更是一路下降, 甚至跌破材料成本。经过短暂恢复, 各大厂商开始向新工艺发展、扩大产能, 2011 年, DRAM 供应量再次超过实际需求, 奇梦达和尔必达先后宣布破产。

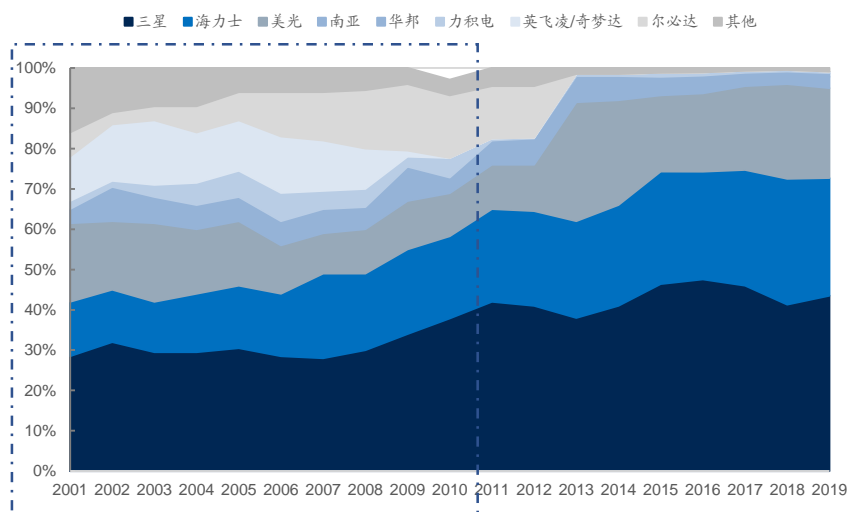
图 62: 20 年代存储平均价格趋势 (\$/Mbyte)



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

三星、镁光、海力士成 DRAM 领域最终玩家。经历了 1999 年是内存界格局的巨变, 现代与 LG 合并, 后从现代集团拆分改名海力士; 镁光收购德州仪器内存部门。到 2001 年三星、镁光、海力士、英飞凌占据市场 8 成份额。英飞凌因 2008 年金融危机, 将内存部门拆分出去。直到 2011 年, DRAM 供应量再次供大于求, 而价格暴跌。奇梦达和尔必达先后宣布破产, 三星、海力士、镁光成为 DRAM 领域形成三国鼎立之势。

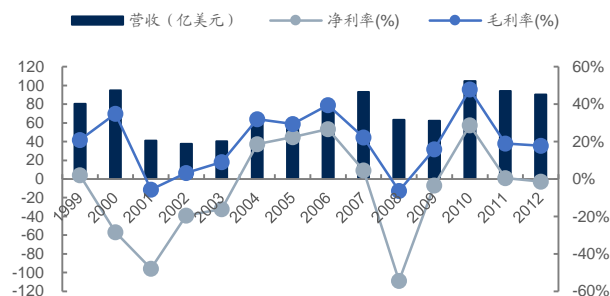
图 63: 2001-2010 年 DRAM 市场份额逐步向三巨头集中



资料来源: IC Insights, 国信证券经济研究所整理

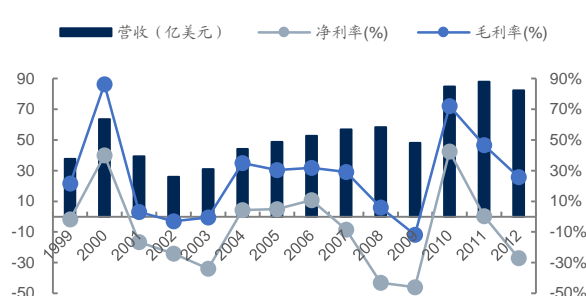
从 DRAM 市场变化分析对 SK 海力士和镁光的财务影响。从 SK 海力士和镁光科技表现来看，1999 年和 2000 年两者营收稳步上升。但随后 DRAM 市场价格跳水，两者 2001 年营收大幅下降，且毛利率和净利率进一步下降。随后市场回暖，2002-2006 年，营收呈现温和上升趋势，毛利润和净利润表现有所改善。而 2007 年 Vista 销量不及预期叠加 2008 年全球金融危机再一次给公司营收带来床上，毛利润甚至为负。DRAM 市场短暂恢复后，2011 年供过于求局面再次出现，毛利率和净利率再次下降。DRAM 领域奇梦达、尔必达等厂商未能撑过此次危机，先后宣布破产。

图 64: SK 海力士 1999-2012 年经营情况



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

图 65: 镁光 1999-2012 年经营情况



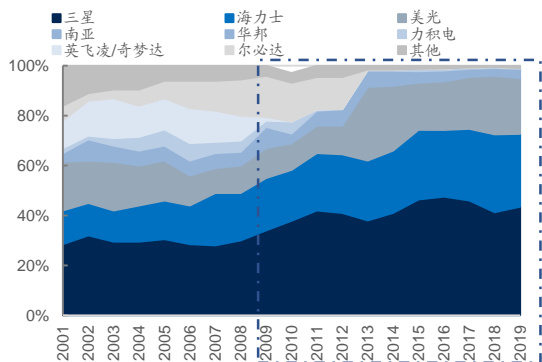
资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

2010 年代，“三足鼎立”态势形成，十年间无人撼动

2010 年以后，三星、海力士、镁光形成三国鼎立局面。2014-2015 年，三大 DRAM 厂商为提高自身市占率，继续大打价格战，DRAM 价格不断下跌。

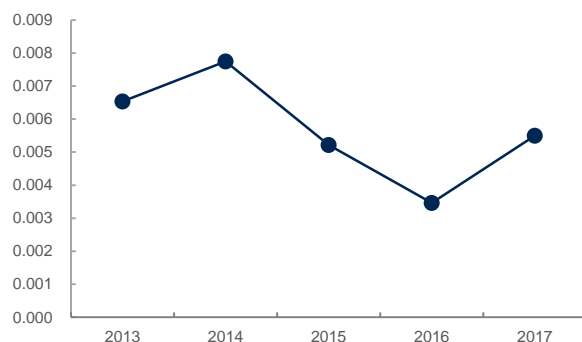
2017-2018 年，受益于数据资料中心、智能手机市场需求，DRAM 市场迎来增长。伺服器 DRAM、移动 DRAM 需求成长，DRAM 厂商的供应量增长低于市场需求量，DRAM 价格一路上扬。此外，运算加密货币所需的绘图型 DRAM 推动了市场供不应求加剧。

图 66: 2010 年代 DRAM 市场呈现三足鼎立



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

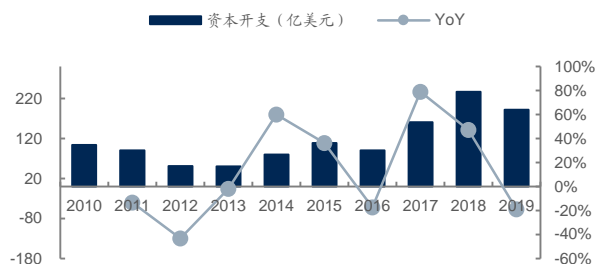
图 67: 2013-2017 年存储平均价格（\$/Mbyte）



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

2019 年，由于前期产能扩张和去库存因素，存储芯片价格下跌较多。加密货币市场价格崩塌、智能手机市场进入成熟期，驱动市场进一步需求疲软，DRAM 市场规模下降。最后 DRAM 厂商从曾经的“百花齐放”形成目前的“三国鼎立”局面，三星、镁光、SK 海力士成为 DRAM 领域最终玩家，三家合计市场份额达 95%，分别为 43.5%、29.2%和 22.30%。

图 68：2010-2019 年 DRAM 资本开支及同比增速



资料来源：IC Insights，国信证券经济研究所整理

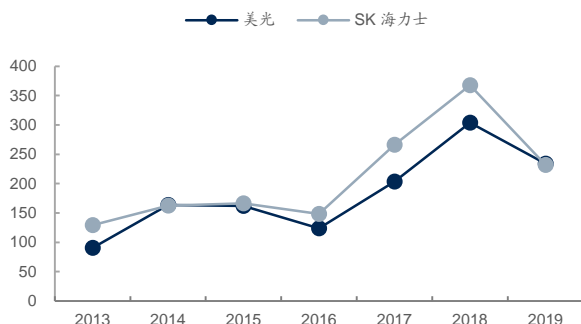
图 69：2011-2019 年全球 DRAM 市场规模



资料来源：IC Insights，国信证券经济研究所整理

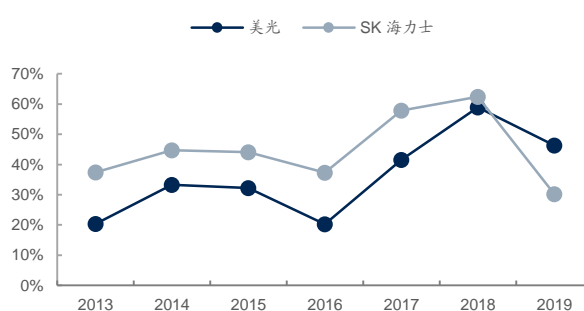
从镁光 and SK 海力士的经营情况看，2015-2016 年 DRAM 价格下降较快，两者毛利率均比较低迷。2017-2018 年受益于数据资料中心、智能手机等需求的增长，以及厂商对供应量的控制，DRAM 量价齐升，营收增长，毛利率增长。2019 年营业收入同比下降，主要原因是前期产能扩张和去库存等。

图 70：2013-2019 年营收情况（亿美元）



资料来源：Bloomberg，国信证券经济研究所整理

图 71：2013-2019 年毛利率趋势（%）



资料来源：Bloomberg，国信证券经济研究所整理

2020 年代，以史为鉴，合肥长鑫踏上新征程

在过往历史中，中国台湾也与韩国同时期发力 DRAM 产业，最终发展三十多年来却成效不大，值得中国企业引以为戒。产业认为一方面原因在于台湾政府对 DRAM 产业支持力度有限，缺乏产业主导能力，导致台湾 DRAM 产业始终小而散，无法建立起足够的竞争优势，失去了宝贵的时机。另一方面，由于半导体产业门槛高、周期强，只有拥有强大融资能力及产业定力的企业，在产业低谷时才能抵御亏损的压力，而在平常时候，又需要持续高强度的资本支出保持技术及规模优势，而小而散的企业，往往抵御风险能力不强，投资资本强度也不够，从而一直处于被动和落后的状态。

纵观美国、日本、韩国与中国台湾半导体发展史，可以有几点经验分享与探讨。

- 1、半导体行业，具有一定程度的后发优势，核心设备的迭代至关重要。由于半导体工艺、设备及材料进步非常快，而新玩家进入半导体行业时，没有历史资产及折旧包袱，并有机会用新设备及新材料，从而达到更好的产出率及更高的产品良率，故有一定的“后发优势”。从日、美、韩的经验显现，中国半导体产业希望实现反超，离不开关键设备的迭代能力，但若希望基业长青，设备自主创新能力就至关重要。
- 2、半导体产业，初期成长，需要拥有较为可靠的电子中游制造及品牌终端予以支持。日本、韩国能实现后发而先至，在成长初期，都基于已经拥有较

好的电子中游制造能力及品牌终端需求支持，两者缺一不可，这也是为什么除德国以外，其他国家始终没有较大的 DRAM 厂商进入历史舞台。而中国目前迎来了较好的时机，也即是中国强大的电子中游制造能力及本土品牌终端的崛起，给予中国半导体产业良好的成长土壤。

3、半导体产业，需要人才，需要资金，更需要产业定力。从日本、韩国等 DRAM 发展历史经验显示，举国体制、单点突破及以点带面是发展半导体产业的有效方式。当前的半导体产业需要数以千亿计的资本实力、以数十年计的产业定力，才能形成合力并坚持到产业的黎明。而从中国台湾 DRAM 厂经验中了解，若没有此时此地的鱼死网破及孤注一掷，也很难看到彼时彼地的美好未来与锦绣明天，一旦选择开始，则必须全力以赴，没有退路。

中国 DRAM 大厂，长鑫存储蓄势待发。2019 年 9 月 21 日，媒体报道，总投资超过 2200 亿元的合肥长鑫集成电路制造基地项目在合肥签约，其中长鑫 12 寸存储器晶圆制造基地项目总投资约 1500 亿元。公开资料显示，至 2019 年年底，长鑫存储已经建立了一支拥有自主研发实力、工作经验丰富的成建制国际化团队，员工总数超过 2700 人，核心技术人员超过 500。

2020 年 11 月，大基金等产业资本增资长鑫母公司 149 亿，且产业链预计长鑫存储 17nm 内存有望明年问世，明年产能将位列全球 DRAM 第四。

图 72：长鑫存储



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

FLASH 为新一代存储主力

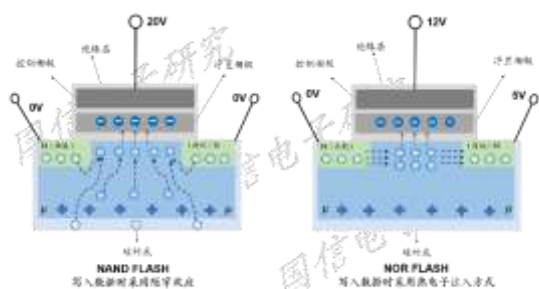
FLASH 成为兵家必争之地

闪存(Flash)是属于内存器件的一种,其具有非易失性(Non-Volatile)。在没有电流供应的条件下也能够长久地保持数据,其存储特性相当于硬盘,这项特性正是闪存得以成为各类便携型数字设备的存储介质的基础。

闪存是一种电压控制型器件。其存储单元类似 MOSFET(金属-氧化物半导体场效应管)的三端器件,有源极、漏极和栅极。而其在栅极与硅衬底之间有额外一层栅极,用以存储电荷,名称为“浮置栅极”其外部包裹二氧化硅绝缘层,因此电荷不会泄漏,所以闪存具有记忆能力。

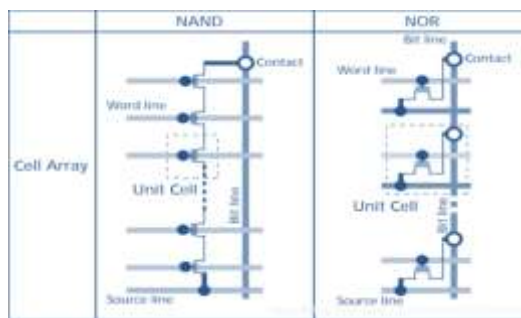
NAND FLASH 和 NOR FLASH 是闪存的两大主要产品。NAND 擦和写均是基于隧穿效应,电子穿过浮置栅极与硅基层之间的绝缘层,对浮置栅极进行充电(写数据)或放电(擦除数据);NOR 在擦除数据时也基于隧穿效应,但在写入时采用热电子注入方式。这一不同点也驱动 NOR 的工作功耗高于 NAND。

图 73: NAND 和 NOR 写入数据时的差别



资料来源: IC insights, 国信证券经济研究所整理

图 74: NAND 和 NOR 连接方式区别



资料来源: IC insights, 国信证券经济研究所整理

NAND FLASH 写入速度方便, 而 NOR FLASH 读取速度快。FLASH 器件在写入操作前必须先执行擦除, NAND 擦除操作简便, 而 NOR 则要求在进行擦除前先要将目标块内所有的位都写入数据, 然后才能做擦除, 因此 NAND 写入速度比 NOR 快很多。

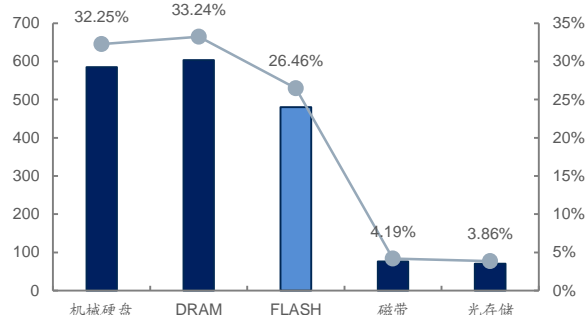
NOR FLASH 应用简便。NOR 带有通用的 SRAM 接口, 可轻松挂接在 CPU 地址、数据总线上, 应用程序可以直接在闪存内执行。而 NAND 则使用复杂的 I/O 口来串行读取数据。另外, 由于 NAND 共用地址和数据总线, 需要额外联结一些控制的输入输出。

图 75: NAND FLASH 和 NOR FLASH 性能比较

	NAND FLASH	NOR FLASH
存储数据原理	隧道效应	隧道效应
写入数据原理	隧道效应	隧道效应
连接方式	串接	并联
存储密度	高	低
工作电压	小	大
擦除速度(擦除)	10 ⁶ -10 ⁸ s	10 ³ -10 ⁴ s
易损性(硬件)	较差	较差
主要应用场景	固态硬盘	固态硬盘
XIP 芯片内执行	不可执行	可芯片内执行
擦除方式	有序	随机
一般存储	0.7美元/GB	70美元/GB
可靠性	随机擦除速度快, 存储数据需要数据擦除	擦除速度快, 存储数据需要数据擦除
应用期限	多用于手机、数码相机、数码相机等存储数据设备	多用于手机、数码相机、数码相机等存储数据设备
产品举例	三星 KMT29F2G08A	三星 KMT29F128J3
随机存取速度	20~30us(第一个字节)	0.12us(第一个字节)
写入平均速度	5MB/s	0.178MB/s
擦除速度(128KB)	2ms	750ms

资料来源: IEEE, 国信证券经济研究所整理

图 76: 2019 年 FLASH 在存储市场规模及占比



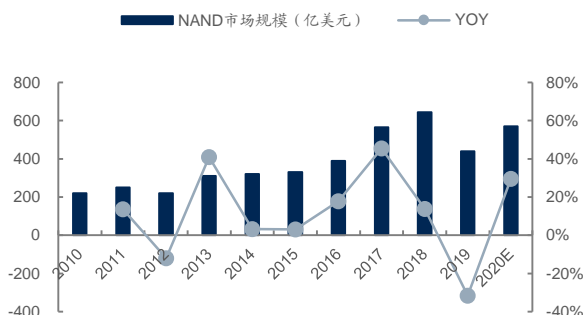
资料来源: IDC, 国信证券经济研究所整理

FLASH MEMORY 市场规模整体约 460 亿~480 亿美元，占总体存储市场规模约 26%，位列数字存储市场规模第三。其中 NAND FLASH 约为 440 亿美元，Nor FLASH 约为 20 亿美元。

NAND FLASH 市场规模整体呈现上升趋势。NAND 技术不断进步，2D NAND 向 3D NAND 转变，3D NAND 堆叠层数提升，存储容量增长。随着消费类产品如智能手机以及企业 SSD 需求的增长，NAND 市场规模呈现上升趋势。

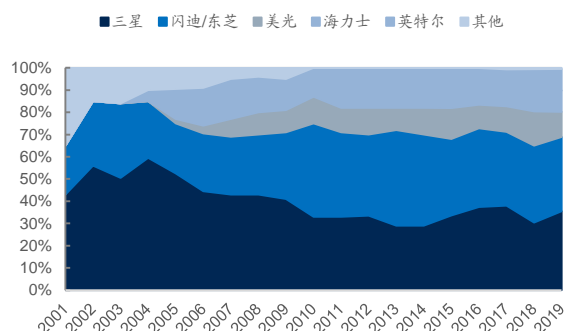
NAND FLASH 市场集中度较高。2019 年形成三星、铠侠、西部数据、镁光、SK 海力士、Intel 主导的 NAND FLASH 市场格局，分占市场份额的 33.5%、18.9%、14.3%、13.5%、9.7%和 9.5%，行业 CR4 达 80.2%。

图 77: 2010-2020 年 NAND 市场规模



资料来源: Statista, 国信证券经济研究所整理

图 78: 2001-2019 年 NAND 市场竞争格局趋势



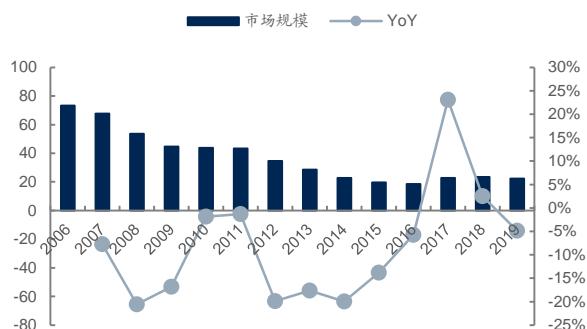
资料来源: Statista, 国信证券经济研究所整理

尽管 NOR FLASH 写入和擦除速度较慢，但读取速度较快。初期电脑、笔记本以及功能手机等均应用 NOR Flash 产品，主要需求在于系统底层程序读取，而对写入和擦除要求不高，因此在功能手机时代，NOR FLASH 风靡一时。2005-2016 年智能手机快速崛起，NAND FLASH 的高密度存储优势逐渐显现，大规模替代 NOR FLASH。2016 年 NOR FLASH 市场规模跌入谷底。

近年来，NOR FLASH 市场规模逐渐扩大。当电子设备启动时，需要从存储芯片内读取系统信息并运行，该存储芯片需要满足可执行运行程序且掉电后存储的数据不丢失。DRAM 掉电后数据会丢失，而 NAND FLASH 无法执行程序，因此 NOR FLASH 应用极其广泛。以 TWS 耳机为代表的可穿戴设备、手机屏幕显示的 AMOLED 和 TDDI 技术，以及功能越来越强大的车载电子领域，成为 NOR FLASH 市场空间获得重新增长的主要动力，2016 年开始，NOR FLASH 市场规模逐步扩大。

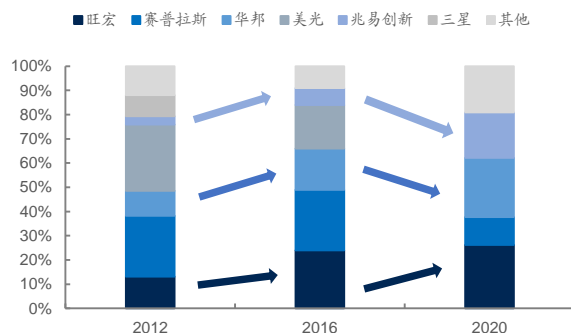
近年来中国台湾厂商 NOR FLASH 份额较高，大陆厂商兆易创新位列第 3。台湾旺宏、华邦和大陆的兆易创新在 NOR FLASH 的市场份额逐渐上升，而三星、美光等半导体大厂逐渐退出。2020 年，旺宏、华邦、兆易创新分别占 NOR FLASH 市场的 26%、25%、19%。

图 79: 2006-2019 年全球 NOR FLASH 市场规模(亿美元)



资料来源: ChinaFlashMarket, 国信证券经济研究所整理

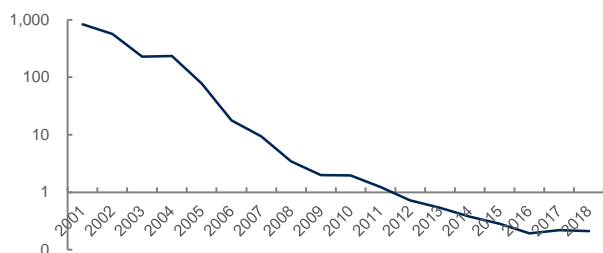
图 80: Nor flash 市场格局变化趋势整理



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

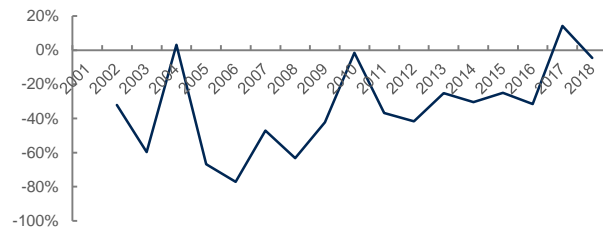
FLASH 单位 GB 价格不断下降。2003 年 FLASH 价格约为 228 美元，到 2017 年该价格下降至 0.22 美元。随着 2D NAND、3D NAND 的陆续出现及技术的成熟，FLASH 单位 GB 价格不断下降。

图 81: 2001-2018 年 FLASH 每 GB 价格 (USD/GB)



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

图 82: 2001-2018 年 FLASH 每 GB 价格变化幅度 (%)



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

1980 年，FLASH 概念提出，NOR 和 NAND 正式诞生

Flash Memory(闪存)由东芝公司的当时舛冈富士雄博在 1980 年申请叫做 simultaneously erasable EEPROM 的专利，但东芝刚开始疏忽了它。1984 年，舛冈富士雄博在 IEEE 国际电子元件会议上正式发表了这项发明。

1986 年，Intel 迅速注意到这项发明的巨大潜力，并成立专注于 SSD 的部门，1988 年，Intel 根据这个发明，进而生产了第一款 256Kbit NOR 闪存芯片。

1987 年，舛冈富士雄博士又发明了 NAND 闪存。NAND 闪存凭借更快的写入效率、和更低的生产成本，很快成为手机等主流存储介质。

从后期发展来看，NAND 集成度高、成本较低，读写速率适中，非常适合用于消费电子设备的大量数据存储介质，随着手机、笔记本电脑等市场需求，市场规模迅速增长。而 NOR Flash 物理底层架构导致单位成本较高，因此没有大范围成为存储主流介质。而 NOR Flash 具有较高的读取效率，较低的擦/写速度，因此运用场景更像只读 ROM 的一种，特点是写入一次，基本上就不再擦写，

只用于读取，且可以直接挂在数据总线上，运行程序效率异常高，用于各种嵌入式体系的基础系统存储。

图 83: Intel 早期 Nor Flash 实物图



资料来源: Intel, 国信证券经济研究所整理

图 84: 三星早期 Nand 实物图



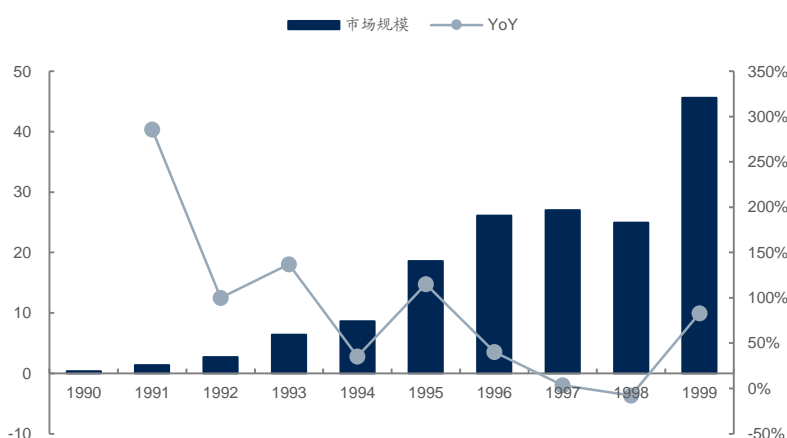
资料来源: 三星, 国信证券经济研究所整理

1988-1999 年，便携式电脑和手机需求带动 NAND 市场规模快速成长

1988 年起，多家厂商推出闪存产品，便携式电脑推动闪存第一波成长。1988 年，Intel 推出首款商用闪存芯片，主要用于计算机存储。同年闪迪成立。此后，闪迪、Intel、西部数据、三星、东芝等厂商都推出了闪存产品。闪存市场呈现较快增长。在 1991 年规模达到 1.35 亿美元，1992 年达到 2.70 亿美元，1993 年升至 6.40 亿美元。1994 年年中，Intel 推出的奔腾处理器以及同步推出的笔记本大受市场欢迎，闪存市场在 1994 年规模达到 8.65 亿美元，1995 年直接增长至 18.60 亿美元。

1997 年起，手机带动消费级闪存市场，迎来再次爆发。1996 年，东芝推出了 SmartMedia 存储卡，也称为固态软盘卡。三星开始发售 NAND 闪存。SanDisk 推出了采用 MLC 串行 NOR 技术的第一张闪存卡。1997 年，第一部手机开始配置闪存，消费级闪存市场就此打开。1999 年，受益于手机、数码相机、便携式摄像机、PC 机外存、MP3 播放器等新生代信息电器，FLASH 凭借其性能可靠性和应用灵活性，市场规模迅猛提升，到 1999 年，市场规模上升至 45.61 亿美元。

图 85: 1990-1999 FLASH 市场规模（亿美元）

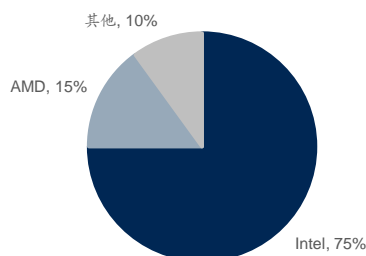


资料来源: WSTS, IC Insights, 国信证券经济研究所整理

国际厂商不断进入闪存领域，抢占市场份额。1991 年，仅有 Intel 决定全新投

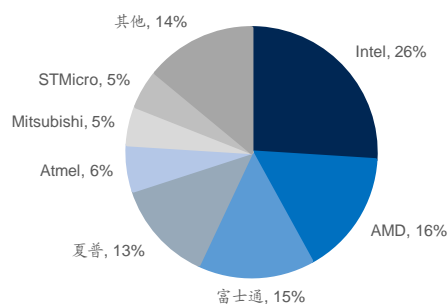
入闪存业务，但 AMD、SGS-Thomson、富士通等在注意到 Intel 的转变后，也进入了闪存的生产。1992 年，Intel 一家占据 FLASH 市场份额的 75%，AMD 为第二大厂商，占据 10%。然而到 1999 年底，Intel 的市场份额下滑到 26%，AMD 占 16%，富士通占 15%，夏普占 13%。

图 86：1992 年 FLASH 市场格局



资料来源：ICE，国信证券经济研究所整理

图 87：1999 年 FLASH 市场格局



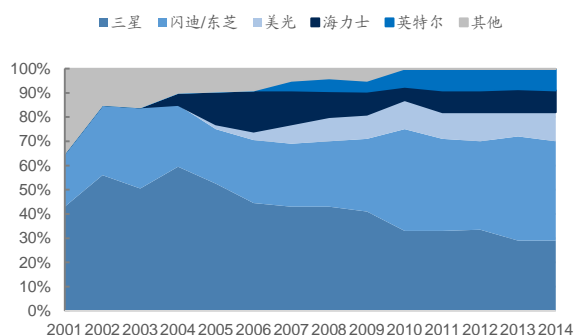
资料来源：ICE，国信证券经济研究所整理

2000-2010 年，固态硬盘开始发展，闪存厂家增多

NAND 产品性价比提升，固态硬盘开始加速发展。2004 年，NAND 价格首次低于基于同等密度的 DRAM 价格，固态硬盘开始大范围进军笔记本电脑市场。2005 年，三星率先采用 70nm 制程量产 NAND 闪存，镁光也推出 NAND 产品，NAND 总发售容量超过 DRAM。继 2006 年，希捷和三星推出混合硬盘后，各厂商陆续推出固态硬盘产品，戴尔、苹果对自身笔记本电脑配置 SSD，带动了 SSD 的需求，也促进了 SSD 技术的发展。

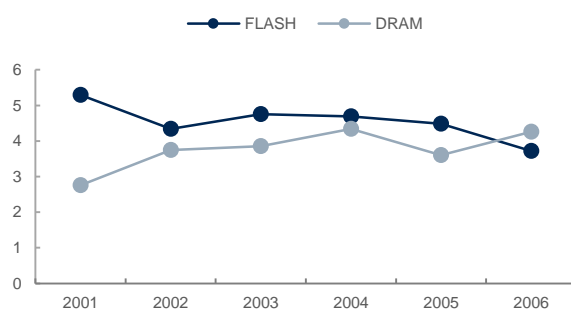
市场需求日益增长，多家半导体厂商进入闪存市场。1990 年代末，闪存市场规模持续扩大，现存的闪存厂商无法完全满足日益增长的市场需求，三星、东芝、闪迪等半导体厂商抓住市场扩大机会，进入闪存市场。此外，由于 FLASH 平均价格高于 DRAM 平均价格，部分生产 DRAM 的公司也纷纷将 DRAM 产线转移至 FLASH。截至 2005 年末，闪存厂商已从 1995 年的少于 15 家增长至至少 28 家。

图 88：2001-2014 年 FLASH 市场格局



资料来源：Web-Feet Research，国信证券经济研究所整理

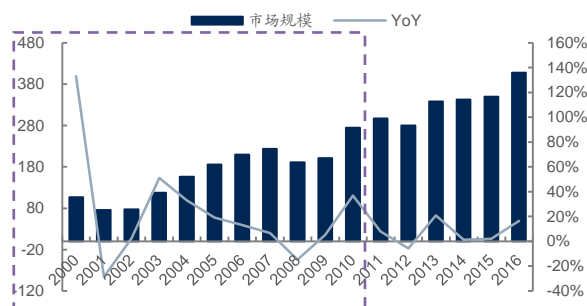
图 89：2001-2005 FLASH 和 DRAM 平均价格(USD/unit)



资料来源：IC Insights，国信证券经济研究所整理

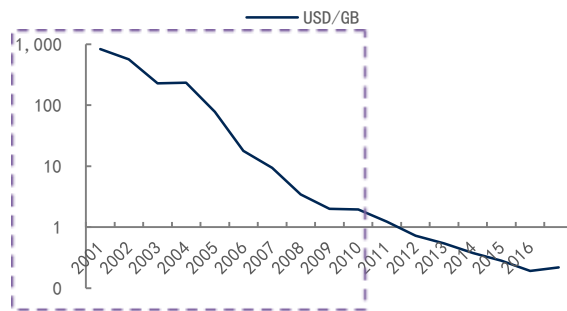
2005 年，FLASH 价格大幅下降，一方面是由于数码相机市场的衰退导致需求量急剧减少；另一方面是因为进入闪存市场厂家增多，价格竞争日益激化。

图 90: 2000-2010 年 FLASH 市场规模 (亿美元)



资料来源: IC Insights, 国信证券经济研究所整理

图 91: 2001-2010 FLASH 平均价格



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

2011-2019 年, 3D NAND 成为发展方向, SSD 朝企业级发展, NOR FLASH 迎来新增长

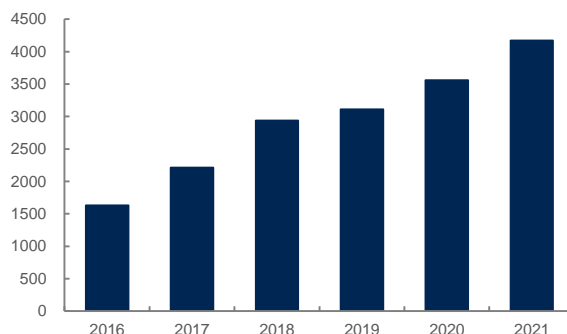
3D NAND 技术不断提升, SSD 面向企业级应用发展。2012 年, 三星创造了 3D NAND, 推出第一代 3D NAND 闪存芯片。随后, 闪迪、东芝、Intel、西部数据发售 3D NAND 产品。3D NAND 技术不断发展, 堆叠层数不断提升, 容量越来越大。2014 年, 闪迪推出企业级 SSD。Intel 着手向企业级市场发售 3D NAND 产品, 而镁光则改道消费级市场发售 SSD。

图 92: 2D NAND 和 3D NAND 性能比较

	2D NAND	3D NAND
Image		
Capacity per die	max.128GB	256GB/512GB
Design	Floating Gate	Floating Gate/ Charge Trap
Endurance (P/E Cycles)	Lower	Higher
Performance	Slower	Faster
Power Consumption	High	Low

资料来源: IEEE, 国信证券经济研究所整理

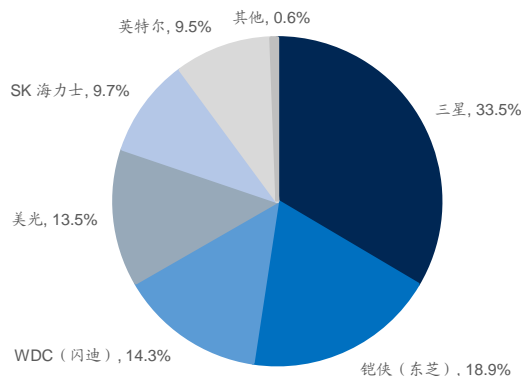
图 93: 企业级 SSD 出货量走势 (万个)



资料来源: 中国闪存市场网, 国信证券经济研究所整理

通过整合并购, NAND FLASH 市场集中度逐步提高, 由三星、铠侠、西部数据、镁光、海力士等主导。2011 年起, LSI 收购 Sandforce、SanDisk 收购 IMFT、苹果收购 Anobit、Fusion-io 收购 IO Turbine。此后, 2011-2019 年间, 收购事件不断, 2016 年西部数据收购 Sandisk。到 2019 年形成三星、铠侠、西部数据、镁光、SK 海力士、Intel 主导的 NAND FLASH 市场格局, 分占市场份额的 33.5%、18.9%、14.3%、13.5%、9.7%和 9.5%, CR6 高达 99.4%。

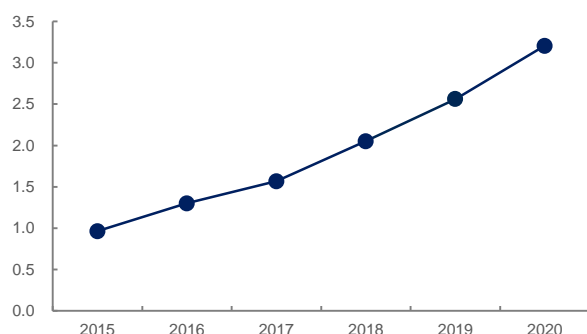
图 94：2019 年 NAND FLASH 市场竞争格局



资料来源：华经情报网，国信证券经济研究所整理

2016 年和 2017 年，NAND 价格迎来翻倍。当时处于 2D NAND 向 3D NAND 切换空窗期，NAND FLASH 供应减少，而需求端智能型手机和 SSD 容量需求依然增长，导致供不应求，引起 NAND FLASH 价格增长一倍多。2018 年原厂不断扩大 64 层/72 层 3D NAND 产量，导致市场供过于求，价格下降。

图 95：NAND FLASH 单位出货价格趋势(\$/unit)



资料来源：Bloomberg，国信证券经济研究所整理

图 96：NAND 闪存市场规模 (亿美元)

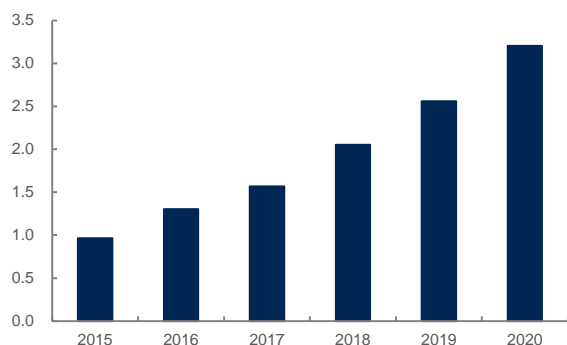


资料来源：ChinaFlashMarket，赛迪顾问，国信证券经济研究所整理

SSD 在消费类、数据中心以及行业应用需求强劲。SSD 全球出货量从 2015 年的 1.3 亿台增长至 2020 年的 3.21 亿台，复合增速高达 19.82%。全球 SSD 市场消耗的产能已从 2016 年的 38% 上升到 43%，尤其是企业级 SSD。

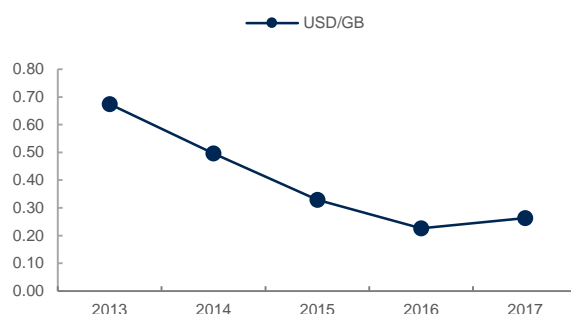
SSD 抢占 HDD 市场，价格下滑是其成长动力，尤其是在消费类市场。2016 年和 2017 年由于 NAND FLASH 缺货，SSD 价格上涨，抑制了市场需求的增长。2018 年以来，SSD 价格持续下滑，其中 240GB 和 480GB 价格累积跌幅达 45%、52%，也正因为价格的下滑大大刺激了市场需求向更大容量的 240GB、480B、960GB 普及。

图 97: 2015-2020 年 SSD 出货量 (亿)



资料来源: ChinaFlashMarket, 国信证券经济研究所整理

图 98: 2013-2017 SSD 平均价格



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

NOR FLASH 历经十年低迷, 新应用催生新增长。 尽管 NOR FLASH 写入和擦除效率较低, 但读取速度较快。功能手机主要需求在于内存数据读取, 而对写入和擦除要求不高, 因此在功能手机时代, NOR FLASH 风靡一时。2005-2016 年智能手机快速崛起, NAND FLASH 的高密度存储优势逐渐显现, 大规模替代 NOR FLASH。2016 年 NOR FLASH 市场规模跌入谷底。

近年来, NOR FLASH 市场规模逐渐扩大。 当电子设备启动时, 需要从存储芯片内读取系统信息并运行, 该存储芯片需要满足可执行运行程序且掉电后存储的数据不丢失。RAM 掉电后数据会丢失, 而 NAND FLASH 无法执行程序, 因此 NOR FLASH 应用极其广泛。以 TWS 耳机为代表的可穿戴设备、手机屏幕显示的 AMOLED 和 TDDI 技术, 以及功能越来越强大的车载电子领域, 成为 NOR FLASH 市场空间获得重新增长的主要动力, 2016 年开始, NOR FLASH 市场规模逐步扩大。

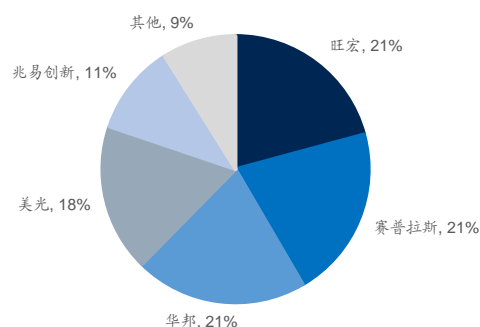
新兴厂商进入, 主攻 NOR FLASH。 不同于 NAND FLASH, NOR FLASH 市场出现了很多相对较小的厂商。2018 年, 旺宏、赛普拉斯、华邦、镁光、兆易创新分占 NOR FLASH 市场规模的 21%、21%、21%、18%、11%。2021 年第一季度旺宏的市场份额上升至 26%, 华邦上升至 25%、兆易创新上升至 18%, 而镁光退出前四大 NOR FLASH 公司。

图 99: 2006-2019 年全球 NOR FLASH 市场规模(亿美元)



资料来源: ChinaFlashMarket, 国信证券经济研究所整理

图 100: 2018 年 NOR FLASH 市场格局



资料来源: Bloomberg, 国信证券经济研究所整理

2020 年代, 长江存储 3D NAND 迎来收获期

长江存储的自主开发 3D NAND 快速量产, 将迎来收获期。2016 年 3 月 28 日

国家存储器基地在武汉启动，同年7月26日，总投资约1600亿的长江存储科技有限责任公司正式成立，长江存储项目是2016年国家大基金单笔出资最大的项目。公开资料显示，截至目前长江存储已在武汉、上海、北京等地设有研发中心，全球共有员工6000余人，其中资深研发工程师约2200人。通过不懈努力和科技创新，长江存储致力于成为全球领先NAND闪存解决方案提供者。

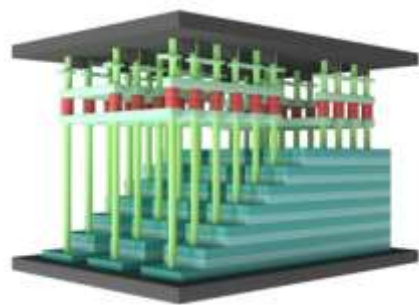
2020年3月，大基金二期表示积极支持湖北产业发展，将投资800亿元左右于长江存储。此外，2020年，长江存储宣布128层TLC/QLC两款产品研发成功，且推出致钛系列两款消费级SSD新品。据日经社报道，长江存储有望在2021年底占据全球NAND市场份额的7%。

图 101：长江存储



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

图 102：长江存储 Xtracking

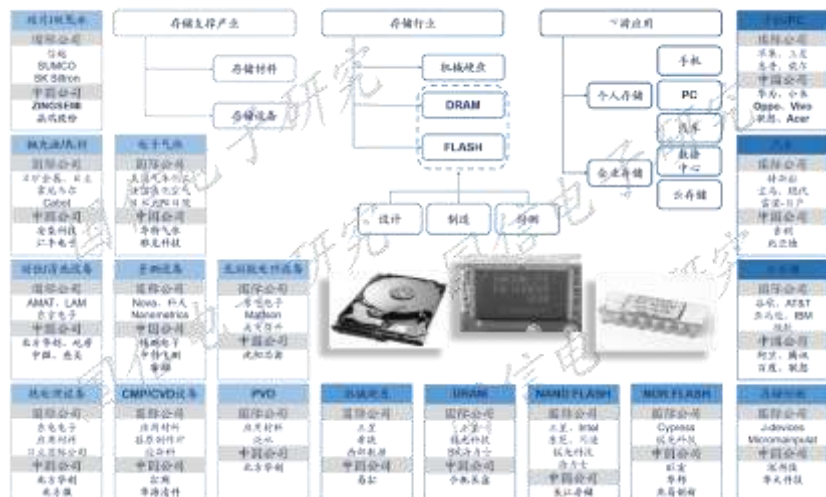


资料来源：，国信证券经济研究所整理

中国存储企业整装待发

存储产业链大致可以分为存储支撑产业、存储制造及下游应用三个层次。存储行业的发展历程是技术和需求相互促进的演进史，技术和需求缺一不可。

图 103：存储产业链全景图



资料来源：观研天下，国信证券经济研究所整理

国内存储产业链核心看点：国内需求基础坚实，制造端突破将带动产业链加速发展

存储制造端：长江存储、长鑫存储

武汉长江存储：自研 3D NAND 堆叠工艺，引领全球

计划总投资约 1600 亿，全球员工已超 6000 余人，其中资深研发工程师约 2200 人，已宣布 128 层 TLC/QLC 两款产品研发成功，且进入加速扩产期，目前产能约 7.5 万片/月。

合肥长鑫存储：DRAM 大厂产能快速建设

计划总投资超过 2200 亿元，已经建立了一支拥有自主研发实力、工作经验丰富的建制国际化团队，员工总数超过 2700 人，核心技术人员超过 500。2020 年 11 月，大基金等产业资本增资长鑫母公司 149 亿，且产业链预计长鑫存储 17nm 内存有望明年问世，目前预计产能可达 12 万片/月。

存储芯片设计公司：兆易创新、澜起科技

兆易创新：Nor Flash 领先企业，积极布局 NAND、DRAM 领域，打开成长天花板

2019 年公司存储芯片营收 25.56 亿元，历年闪存芯片累计出货超 100 亿颗；研发实力突出，已积累 638 项授权专利。Nor Flash 全球第三，38nm SLC NAND 制程产品稳定量产。与长鑫存储合作开发 DRAM，2021 年计划采购 DRAM 产品 19.33 亿元，并投入 3000 万元于产品联合开发平台。

澜起科技：内存接口芯片全球前三，DDR5 蓄势待发。

2020 年公司内存接口芯片营收 17.94 亿元。公司研发实力雄厚，发明的 DDR4 全缓冲“1+9”架构被采纳为国际标准；且是 JEDEC 固态技术协会董事会成员，具有重要话语权。已完成第一子代 DDR5 RCD 研发，完成小批量出货。拓展配套电源管理芯片、温度传感器、串行检测芯片，力争提供一站式解决方案。预计 2021 年下半年实现 DDR5 上量。

存储涉及设备类公司：中微公司、北方华创等

中微公司：国产 CCP 刻蚀龙头，ICP 刻蚀机进入验证期。

2020 年公司刻蚀设备收入 12.89 亿元。核心技术人员超 400 人，是国产替代化进程领跑者。CCP 刻蚀设备可应用于 64 层 3D NAND 量产，并正在开发新一代 128 层关键刻蚀产品。ICP 刻蚀设备已进入验证期，且继续研发 1Xnm DRAM 芯片和 128 层以上 3D NAND 芯片的刻蚀需求。2020 年定增 100 亿元，扩张产能加强研发；投资上海睿励检测设备公司，丰富产品线。

北方华创：半导体设备领先企业，刻蚀、薄膜沉积多产品发展。

2019 年公司电子工艺装备 31.91 亿元，涉及刻蚀机、薄膜沉积设备、清洗机等多种存储所需设备。技术和人才竞争优势显著，研发人员超 1000 人，先后完成 12 寸 90-28nm 制程刻蚀机公关工作，PVD、CVD、PVD 技术储备均达 28/14nm 节点。14nm 制程刻蚀机设备已交付验证，将持续推进对先进制程设备的研发。

精测电子：从 0 到 1，全面布局半导体前道、后道检测领域。

2019 年公司在半导体设备板块实现零的突破，实现营收 469.56 万元，已基本

形成在半导体检测前道、后道全领域的布局。国产化研发进程快，已取得 934 项专利。合资武汉精鸿聚焦 ATE 领域，有效利用 IT&T 存储领域积累，加快研发进程，已实现小批量订单。定增投资上海精测 7.43 亿元，膜厚产品已取得批量重复订单，预计电子显微镜等相关设备将推向市场。

盛美半导体：单晶圆清洗设备龙头，承担清洗设备国产化重任。

2020 年实现营收 1.57 亿美元。公司拥有自主研发的 SAPS 和 TEBO 两项清洗技术，推出的 Ults Tachoe 清洗设备可将硫酸使用量降低十倍。2021 年 1 月 8 日，首台应用于大功率半导体器件制造的新款 12 寸单晶圆薄片清洗设备通过量产要求，提前验收。总投资 8.8 亿元的盛美临港项目，计划于 2023 年竣工并开始试营，2026 年将达产 130 台。

沈阳拓荆：国内 PECVD 行业翘楚。

公司已形成具有资深经验的国内外专家团队，通过多年技术积累，累计申请专利 453 项。12 寸 PECVD 设备 PT-300 是我国首台自主研发的大规模集成电路专用薄膜生产设备。3D NAND PECVD 设备可实现超过 128 对的 SiO₂、SiN 多层薄膜堆叠结构，已出厂至客户端。2019 年获立霸股份 1.33 亿元投资，将进一步加快对 PECVD 的研发。

华海清科：首个国产 CMP 制造商。

2019 年 CMP 设备营收 1.95 亿元，建立稳定高效研发体系，授权及发明专利 200 余项。作为国内唯一实现量产的 12 英寸 CMP 供应商，设备已取得量产应用，累计出货 43 台。CMP 设备在 3D NAND 已突破至 128 层，DRAM 领域突破至 1X/1Ynm。2020 年开始科创板上市进程，拟募资 3.5 亿元用于 CMP 设备的进一步研发。

存储涉及材料类公司：沪硅产业、鼎龙股份、安集科技等

沪硅产业：大硅片国家队，定增发力 300mm 硅片。

2020 年实现营收 18.11 亿元。技术优势显著，300mm 大硅片和 200mm 及以下半导体硅片认证产品数量持续增加。认证 300mm 硅片累计超过 50 种，实现了 64 层 3D NAND 产品验证，19nm DRAM 芯片和 128 层 3D NAND 产品正处于认证和研发中。2021 年 2 月 25 日，定增募集 50 亿元，拟使用 15 亿元用于 300mm 高端硅片研发与芯片制造，预计将新增 30 万片/月可应用于先进制程的 300mm 半导体硅片产能。

鼎龙股份：抛光垫半导体材料龙头，延续良好态势。

2019 年 CMP 抛光垫业务实现营收 1233 万元。公司研发实力雄厚，拥有专利 500 余项。CMP 抛光垫产品布局完善，成熟制程产品持续开拓市场，先进制程产品已获得客户订单。清洗液产品研发进展良好，已向客户推介。2021 年 1 月 15 日公告拟投资 1.67 亿元建设集成电路 CMP 抛光垫项目，目标抛光垫年产能 50 万片，投资 2 亿元建设年产 1 万吨集成电路制造清洗液项目。

安集科技：抛光液新产品放量。

2019 年抛光液实现营收 2.36 亿元。公司持续加大研发投入，技术人员稳定增长，已获得 199 项发明专利，另有 216 项发明专利申请已获受理。钨抛光液已有多款产品应用到 3D NAND 先进制程，介电材料抛光液已在 3D NAND 先进制程中按计划进行验证。2019 年 IPO 募投中 1.2 亿元用于 CMP 抛光液生产线扩建，2020 年前期研发产品受到客户青睐，用量明显上升。

封测端：深科技、华天科技等**深科技：拟整合业务，聚焦存储半导体封测。**

公司拥有 1600 余名技术人员，是国内最大的专业 DRAM 内存芯片封测企业，能够实现封测技术自主可控。2020 年 10 月，公司公告与大基金二期设立合资公司，加码存储封测和模组制造，投资 30.67 亿元建设 DRAM 存储芯片封测/存储模组/NAND Flash 存储芯片封装业务，以及产能分别达 4800 万颗/246 万条/320 万颗。2021 年 2 月 24 日，公告称拟整合通讯与消费电子业务，聚焦存储半导体封测。

华天科技：定增扩产，提高封装技术。

2019 年集成电路业务实现营收 78.61 亿元。公司拥有 2500 余名研发人员，持续开展集成电路先进封装技术和产品研发，已开发 3D NAND 存储器 16 层叠层封装技术。2021 年 1 月 20 日，定增募资中 15 亿元用于存储及射频类集成电路封测产业化项目，将形成年产 BGA、LGA 系列集成电路封装测试产品 13 亿只的生产能力。

风险提示

核心假设或逻辑的主要风险

存储行业增长不及预期；国内存储科研发展进度不及预期；半导体存储行业技术可能更替较快。

附表：重点公司盈利预测及估值

公司 代码	公司 名称	投资 评级	收盘价 (元/股)	EPS			PE			PB
				2021E	2022E	2023E	2021E	2022E	2023E	2019
603986	兆易创新	增持	9.39	3.00	3.96	4.59	58.3	44.2	38.1	17.83
688008	澜起科技	买入	63.85	1.36	1.74	2.06	46.9	36.7	31.0	14.44
002371	北方华创	增持	151.99	1.39	1.96	1.65	109.3	77.5	91.8	15.32
300054	鼎龙股份	买入	16.88	0.45	0.53	0.58	37.5	31.8	29.2	157.49
688019	安集科技	增持	208.10	3.15	3.71	5.01	66.1	56.1	41.6	15.09
002185	华天科技	增持	12.01	0.37	0.45	0.55	32.5	26.7	21.7	4.39
688012	中微公司	增持	114.90	0.70	1.65	1.62	163.5	57.9	70.7	19.29
688126	沪硅产业	增持	24.11	0.03	0.06	0.09	803.7	393.3	258.5	16.15
000021	深科技	买入	19.49	0.64	0.87	1.03	32.0	22.4	19.0	4.35

数据来源：wind、国信证券经济研究所整理

国信证券投资评级

类别	级别	定义
股票 投资评级	买入	预计 6 个月内，股价表现优于市场指数 20%以上
	增持	预计 6 个月内，股价表现优于市场指数 10%-20%之间
	中性	预计 6 个月内，股价表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	卖出	预计 6 个月内，股价表现弱于市场指数 10%以上
行业 投资评级	超配	预计 6 个月内，行业指数表现优于市场指数 10%以上
	中性	预计 6 个月内，行业指数表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	低配	预计 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 10%以上

分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

风险提示

本报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有，仅供我公司客户使用。未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司或关联机构可能会持有本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业务服务。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议，并直接或间接收取服务费用的活动。

证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

.....

深圳

深圳市罗湖区红岭中路 1012 号国信证券大厦 18 层

邮编: 518001 总机: 0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 楼

邮编: 200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层

邮编: 100032