

强于大市

公司名称	股票代码	股价(人民币)	评级
603986.SH	兆易创新	234.41	增持
688123.SH	聚辰股份	77.95	未有评级
300223.SZ	北京君正	102.64	未有评级

资料来源：万得，中银证券
以 2020 年 7 月 3 日当地货币收市价为标准

存储专题

国产化需求凸显，产业迎机遇

存储市场规模约占整体半导体市场规模的三分之一，为半导体最大的细分市场，本专题主要分析了 DRAM、NAND 和 Nor 等几类存储产品的市场和产业发展情况。

支撑评级的要点

- 全球半导体市场规模在 2017 年突破 4000 亿美元，而存储为半导体最大的细分市场之一，约占整体半导体市场规模的三分之一。从存储类型看，存储器主要分为随机访问存储器（RAM）和只读存储器（ROM）。RAM 包括 DRAM、SRAM 等；ROM 在断电后仍可保持数据的有效性，包括 PROM、EPROM、EEPROM、Flash 等。从市场规模看，DRAM 和 Nand Flash 为目前市场规模最大的两类存储器。
- 存储产业存在一定周期性，但存储位元需求持续增长。存储产品由于高度标准化，资产投入较大，伴随着技术的升级、需求和供给的扩张，产业存在一定的周期性。最近一轮存储价格上涨始于 2016 年下半年，至 2018 年上半年，由于需求疲软，技术升级、产能扩充带来供给增加，存储产品价格进入下行通道，一直延续到 2019 年底。但是从存储位元的需求看，由于智能手机、服务器等单机存储配置的持续提升，乃至数据存储需求的增加，存储位元的需求将持续增长。
- 自主可控需求凸显，国内存储产业迎发展良机。存储产业市场集中度较高，其中，DRAM 市场以三星、海力士和美光为主导，NAND 市场以三星、Kioxia、WDC 以及美光等为主，Nor 的市场集中度低于 NAND 和 DRAM。国内存储产业的规模化布局始于 2016 年，以长江存储、合肥长鑫和福建晋华三大存储项目为主，到 2020 年已取得明显进展。长江存储 128 层 QLC 3D 闪存（X2-6070）研制成功，并且二期项目也于近期启动；合肥长鑫的第一个消费级 DRAM 芯片产品光威弈系列 Pro DRAM 内存近期已在京东上架。在半导体国产化需求的倒逼下，国内存储产业将迎来发展机遇。

重点推荐

- 从需求端看，存储器在整个半导体市场规模中的占比超过三分之一，智能手机等消费级产品的存储容量配置持续提升，数据中心对存储耗用量也在持续提升，整体存储位元的需求持续增长。从供给端看，存储产业市场格局高度集中，主流存储器 DRAM、NAND 市场份额均高度集中于三星、海力士、美光、东芝等海外厂商，国内存储产业尚处于起步阶段，但在半导体国产化的大趋势下，国内存储产业有望迎来新的发展机遇。标的建议关注：兆易创新、聚辰股份、北京君正。

评级面临的主要风险

- 供需改善不及预期；疫情对智能手机等消费电子需求影响超出预期；半导体行业整体估值过高风险。

相关研究报告

《行业周点评》20200621
《半导体行业周报》20200525
《半导体系列专题》20200327

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电子

证券分析师：赵琦
(8621)20328313
qi.zhao@bocichina.com
证券投资咨询业务证书编号：S1300518080001

证券分析师：王达婷
(8621)20328284
dating.wang@bocichina.com
证券投资咨询业务证书编号：S1300519060001

目录

1 存储器市场基本介绍 5
2 DRAM 存储器 8
3 FLASH 存储器 14
4 全球主要存储厂商 23
5 投资建议 32
6 风险提示 33

图表目录

图表 1. 全球半导体市场规模（亿美元）.....5
图表 2. 半导体市场结构.....5
图表 3. 存储器分类.....5
图表 4. 存储产业经历的 4 轮周期.....6
图表 5. 2017 年半导体细分行业资本开支.....7
图表 6. 全球半导体行业库存水位.....7
图表 7. DRAM 价格走势.....7
图表 8. NAND Flash 价格走势.....7
图表 9. DDR DRAM 技术演进.....8
图表 10. LPDDR DRAM 与处理器紧密封装在一起.....9
图表 11. DRAM 细分市场结构.....9
图表 12. 全球服务器出货量.....10
图表 13. 中国服务器市场规模.....10
图表 14. 智能手机 DRAM 容量.....11
图表 15. 全球智能手机出货量.....11
图表 16. 显存容量和售价正相关.....11
图表 17. 英伟达 GTX 系列 GPU 显存配置.....11
图表 18. DRAM 市场需求.....12
图表 19. DRAM 产能（K WPM）.....12
图表 20. 各大厂商 DRAM 制程.....13
图表 21. DRAM 市场格局.....13
图表 22. DRAM 行业集中度不断提升.....13
图表 23. NOR Flash 与 NAND Flash 结构区别.....14
图表 24. NOR Flash 与 NAND Flash 性能比较.....15
图表 25. NAND Flash 技术指标比较.....15
图表 26. 3D NAND 提高存储器比特密度.....16
图表 27. 3D NAND Flash 降低生产成本.....16
图表 28. NAND Flash 下游市场.....16
图表 29. 中国企业级 SSD 市场需求.....17
图表 30. 中国消费级 SSD 市场份额.....17
图表 31. 全球主要厂商 NAND Flash 产能.....18
图表 32. NAND Flash 主流厂商制程.....18
图表 33. NAND 市场格局.....19

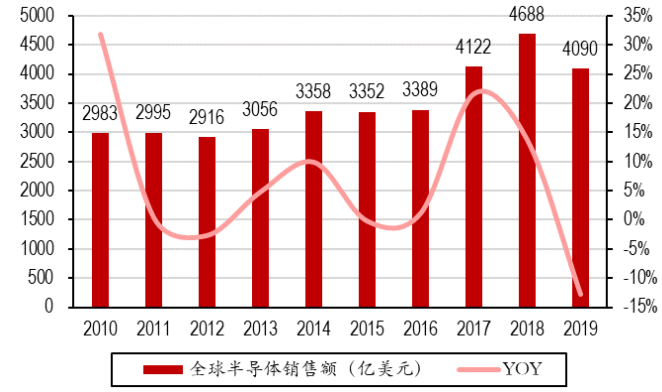
图表 34. 国产厂商有望实现突破 19
图表 35. 各品牌 AMOLED 出货量占比 20
图表 36. TWS 耳机带来 NOR Flash 市场增量 20
图表 37. 汽车 ADAS 中需要 NOR Flash 21
图表 38. 基站中的 NOR Flash 21
图表 39. 功能机出货量企稳 22
图表 40. NOR Flash 出货量有望迎来气温回升 22
图表 41. NOR Flash 市场格局 22
图表 42. 三星 DRAM 发展历程 23
图表 43. 三星 NAND Flash 发展历程 24
图表 44. 三星电子营收增速转负为正 24
图表 45. 三星电子库存明显回落 24
图表 46. 三星电子营业利润及同比增速 25
图表 47. 三星电子毛利率 25
图表 48. SK 海力士、三星加速 HBM DRAM 开发 25
图表 49. SK 海力士 NAND Flash 发展及规划 26
图表 50. SK 海力士营收 26
图表 51. SK 海力士库存明显回落 26
图表 52. SK 海力士毛利润 27
图表 53. SK 海力士毛利率 27
图表 54. 美光下一代 DRAM 制程更加接近 10 纳米 27
图表 55. 美光与英特尔联合研发 3D Xpoint 技术 28
图表 56. 美光营业收入（百万美元） 28
图表 57. 库存水平 28
图表 58. 美光 DRAM 位元出货量及 ASP 环比增速 29
图表 59. 美光 NAND Flash 位元出货量及 ASP 环比增速 29
图表 60. 美光季度毛利润（百万美元） 29
图表 61. 美光毛利率 29
图表 62. 长江存储 128 层 QLC NAND Flash 30
图表 63. 长江存储 Xtacking 技术 30
图表 64. 合肥长鑫 LPDDR4 和 DDR4 DRAM 31
图表 65. 合肥长鑫发展规划 31
附录图表 66. 报告中提及上市公司估值表 34

1 存储器市场基本介绍

1 存储器占半导体市场规模的三分之一

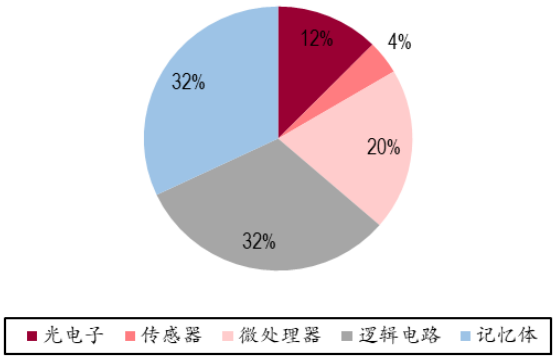
全球半导体市场跟随全球宏观经济呈现一定的波动性，2016 下半年至 2018 年初处于上行周期，2018 下半年至 2019 年行业处于下行周期，但是长期看，全球半导体市场需求呈现增长趋势，并于 2017 年突破 4000 亿美元。在整个半导体的市场中，存储占据约三分之一的市场规模，是半导体最大的细分市场之一。

图表 1. 全球半导体市场规模（亿美元）



资料来源：WSTS，中银证券

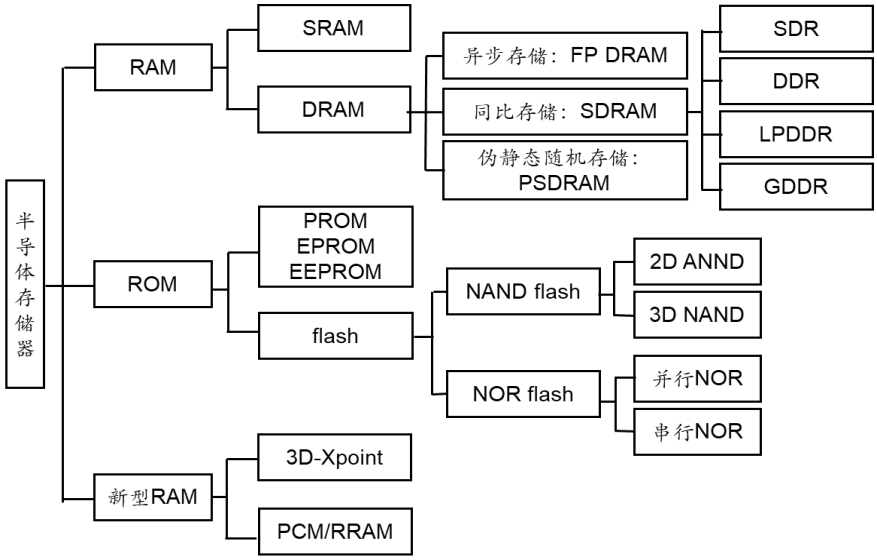
图表 2. 半导体市场结构



资料来源：WSTS，中银证券

DRAM 和 Flash 运用最为广泛的存储器产品。根据工作方原理的不同，存储器主要分为随机访问存储器（RAM）和只读存储器（ROM）。RAM 包括 DRAM、SRAM 等，DRAM 由于读写速度快兼具成本优势，是目前计算机结构中内存储器的主流产品。ROM 可在断电之后依然保持数据的有效性，包括 PROM、EPROM、EEPROM 等。Flash 是一种非易失性存储器，具有断电不丢失数据同时可以快速读取数据的特点。NAND Flash 可以实现大容量存储，是目前外存储器的主流产品。

图表 3. 存储器分类



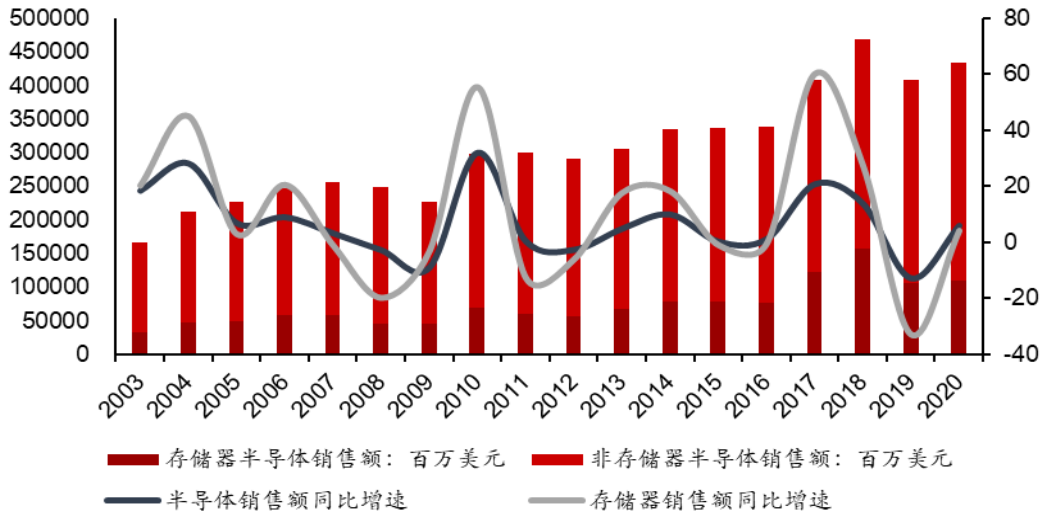
资料来源：ittbank，中银证券

2 存储行业具有一定的周期性

21 世纪以来，存储器产业经历四轮行业周期。存储产品高度标准化，用户粘性较弱，各大厂商主要依靠价格竞争占领市场。存储器电路设计差异较小，设计成本较低但制造成本较高，是典型的规模经济，大规模生产能够有效降低生产成本。目前，主要存储厂商的商业模式均为 IDM，属于典型的重资产行业。因此与其他半导体行业相比，存储行业的周期性更强。从 2003 年至今，存储器行业出现 4 轮明显的快速增长时期：2002-2007 年的互联网和功能机的普及、2009 年-2010 年海外智能手机的普及、2013 年-2014 年国内智能手机的普及、2016 年-2018 年服务器市场带动。

- ✓ 2002 年-2007 年：互联网快速普及，个人电脑走进千家万户，全球 2G 网络接近完善，3G 移动通信网络开启，诺基亚等功能机快速发展。个人电脑及功能机等对存储需求，带动全球存储市场迎来 21 世纪第一轮浪潮。
- ✓ 2009 年-2010 年：2008 苹果推出 iPhone 3GS 手机，开启了全球移动互联网时代，智能手机快速普及，智能手机对存储器需求带动全球存储市场快速发展。另一方面，2008 年存储市场低迷导致 2008 年、2009 年存储厂商投资意愿不强，产能扩张不及时，供需错位导致存储市场量价齐升。根据 WSTS 数据，2009 年全球存储销售额达到 696.14 亿美元，占全球半导体销售额的 23.3%。
- ✓ 2013 年-2014 年：我国 3G 网络快速普及，智能手机快速渗透；主要发达国家 4G 建设基本完善，海外市场智能手机迎来新一轮换机潮。国内外需求共振，全球智能手机出货量迎来新一轮出货高峰，存储器是智能手机快速普及最受益的核心零部件。根据 WSTS 数据，2014 年全球存储器销售额达到 792.32 亿美元，同比增长 18%。
- ✓ 2016 年-2018 年：人工智能快速发展，数据爆发催生计算需求，矿机市场需求爆发，互联网厂商加大资本开支，多方面因素驱动服务器出货量快速增长。根据 IDC 统计，2017 年第三季度全球服务器出货量为 313.8 万台，同比增长 18%。服务器市场需求向好带动存储器厂商营收增长，根据 WSTS 数据，2017 年、2018 年全球存储器市场规模达到 1229 亿美元、1580 亿美元，同比增速分别达到 60.1%、27.4%。

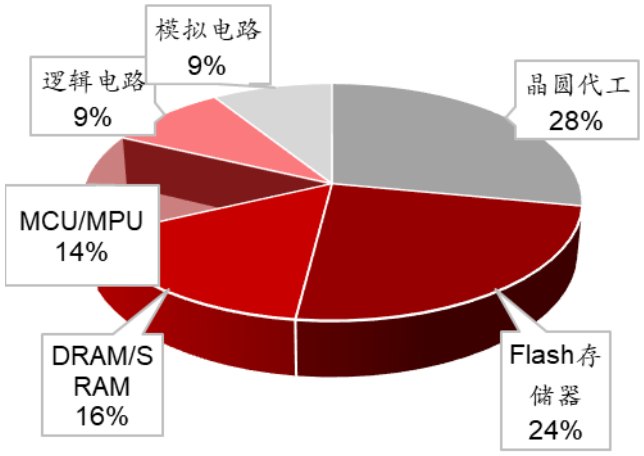
图表 4. 存储产业经历的 4 轮周期



资料来源：WSTS，中银证券

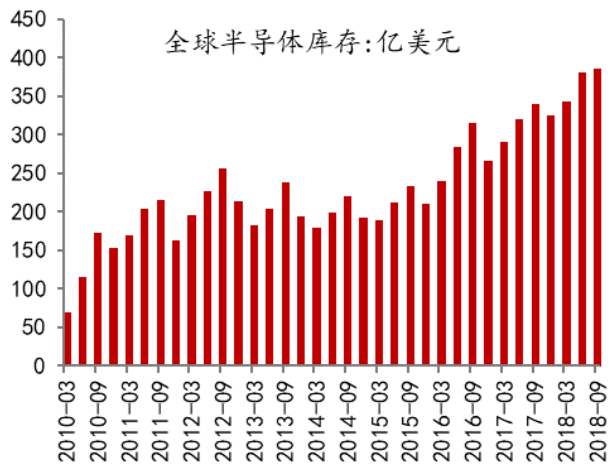
2016 年下半年开始的景气上行推动新一轮供给扩张。2016 年下半年开始，存储器需求旺盛，各大厂商供不应求，导致全年存储器价格上涨。根据 DRAMexchange 数据，2017 年第四季度 1600MHz 4GB DDR3 DRAM 价格达到 4.123 美元，64GB MLC NAND Flash 价格达到 4.764 美元。存储市场供给紧俏，价格抬升主要厂商盈利向好，龙头厂商纷纷增加资本开支扩充产能。根据 IC insight 统计，2017 年全球主要厂商 DRAM capex 达到 140 亿美元，同比增长 30%，NAND Flash、DRAM、SRAM 之本开支占据全年半导体资本开支的 40%。

图表 5. 2017 年半导体细分行业资本开支



资料来源：IC insight，中银证券

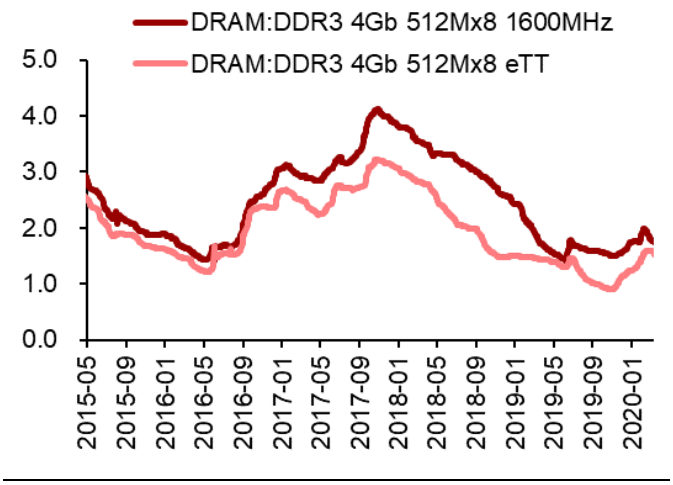
图表 6. 全球半导体行业库存水位



资料来源：Gartner，中银证券

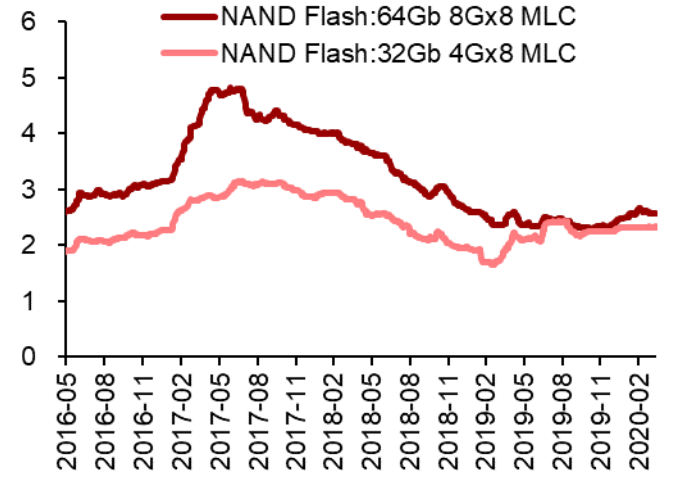
龙头厂商过度投资叠加终端需求乏力，存储价格持续下滑。2018 年，三星、SK 海力士、美光等存储器厂商新增产线纷纷投产，市场供给明显增长。在需求端，2018 年下半年，智能手机创新乏力，换机周期延长导致智能手机需求疲弱，存储器需求不及预期。供给持续放量、需求不及预期导致存储器库存持续提升，拖累全球半导体行业。伴随着三星、SK 海力士、美光等存储器龙头厂商扩充产能投产，以及终端需求乏力，存储价格持续下滑。根据 Garner 数据，从 2018 年第一季度开始，全球半导体库存水位处于较高水平。截至 2019 年第二季度，1600MHz 4GB DDR3 DRAM 价格达到本轮低点 1.42 美元，较最高点降幅超 65.5%；64GB MLC NAND Flash 价格回落到 2.35 美元，较最高点回落 50.6%。

图表 7. DRAM 价格走势



资料来源：DRAMExchange，中银证券

图表 8. NAND Flash 价格走势



资料来源：DRAMExchange，中银证券

2 DRAM 存储器

1 三种主流技术：DDR、LPDDR、GDDR

高读写速度、低功耗是 DDR DRAM 不断演进方向。当前市场主流的 DRAM 产品标准为双倍速率产品（DDR）。早期 SDR DRAM 只能在 IO 时钟的上升沿或者下降沿读取数据，读取 DRAM 数据的频率和 IO 时钟一样，存储器数据访问速度受到较大的限制。DDR DRAM 可以在 IO 时钟上升沿和下降沿读取数据，实现双倍速速的 DRAM 数据读取。相比于 SDR DRAM，DDR DRAM 需要在 DRAM bank 和数据输出电路之间设立一个大小为 2n 的预取缓冲器。DDR2 DRAM 则是将预取缓冲区增加到 4n，同时使得 IO 时钟加倍，提高 DRAM 数据读取速度。DDR3 DRAM 采用同样的思路，将预期缓冲器提高到 8n，IO 时钟再次加倍，IO 时钟变为 DRAM 内部时钟的 4 倍。DDR4 DRAM 则采用多组 bank 技术，每一个 bank 都有自己的 8n 的预取缓冲器，通过一个多了服用从正确的组中选择输出，IO 速度可以再次加倍 DDR4 DRAM 的 IO 时钟可以达到内部时钟的 8 倍。DDR5 DRAM 则是采用 LPDDR4 的通道拆分技术，将 64 位总线拆分成 2 个独立的 32 位通道，这样使得预取缓冲器可以达到 16n，预取缓冲器的增加使得我们可以再次提高 IO 的时钟频率。总体而言，从 DDR DRAM 到 DDR5 DRAM 的发展过程中，预期缓冲区从 2n 增加到 16n，IO 时钟频率增长超过 16 倍，最大数据传输速度从 1.6GB/s 增长到 34.1GB/s；在功耗方面，DDR DRAM 供电电压为 2.5V，而 DDR5 DRAM 降低到 1.1V，能够实现更低的能耗。

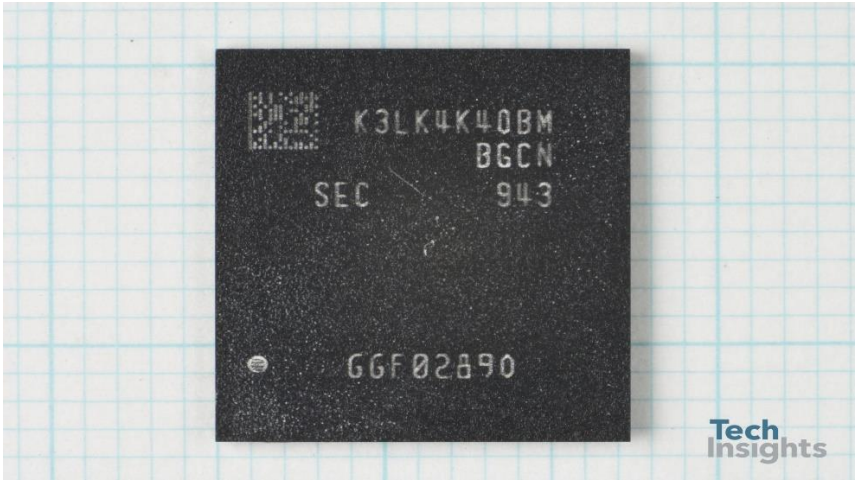
图表 9. DDR DRAM 技术演进

	DDR	DDR2	DDR3	DDR4	DDR5
Vdd	2.5V	1.8V	1.5V(1.35 DDR3L)	1.2	1.1V
Vpp	Internal	Internal	Internal	2.5V	
Internal clock(MHz)	100-200	100-266	133-300	133-300	133-200
IO clock(MHz)	100-200	200-533	533-1200	1066-2400	2133-3200
Prefet buffer size	2n	4n	8n	8n	16n
Max transfe rate(MT/s)	200-400	400-1066	1066-2400	2133-4800	4266-6400
Max data rate per DIMM(GB/s)	1.6-3.2	3.2-8.5	6.4-19.2	19.2-38.4	34.1-51.2
Number of banks	4	8	8	16 in 4 groups	32 in x groups
Chip density	256Mb-1Gb	512Mb-4Gb	1Gb-8Gb	4Gb-32Gb	16Gb-32Gb
Typical module density	1GB	4GB	8GB	16Gb	32GB
DIMM pins	184	240	240	288	288
CMD/address bus				24bits SDR without ODT	2*7bit DDR with ODT
Chanel width	64	64	64	64	2*32

资料来源：DDR 技术演进，DDR 发展史，中银证券

LPDDR DRAM 主要运用智能手机等移动终端市场。LPDDR 为低功耗双倍数据速率，目的是降低 DRAM 芯片的功耗，改善智能手机等移动设备的功耗水平。与 DDR DRAM 的不同，LPDDR DRAM 与处理器连接更加紧密，缩短与处理器之间的导线距离，降低导线电阻，实现能耗的降低。存储器直接处理器上方以 package-on-package 的形式越来越常见。小米 10 首次采用 12GB LPDDR5 内存芯片，将三星 12GB LPDDR5 产品 K3LK4K40BM-BGCN 和 Qualcomm Snapdragon 865（SM8250）以 package on package 形式封装在一起。

图表 10. LPDDR DRAM 与处理器紧密封装在一起



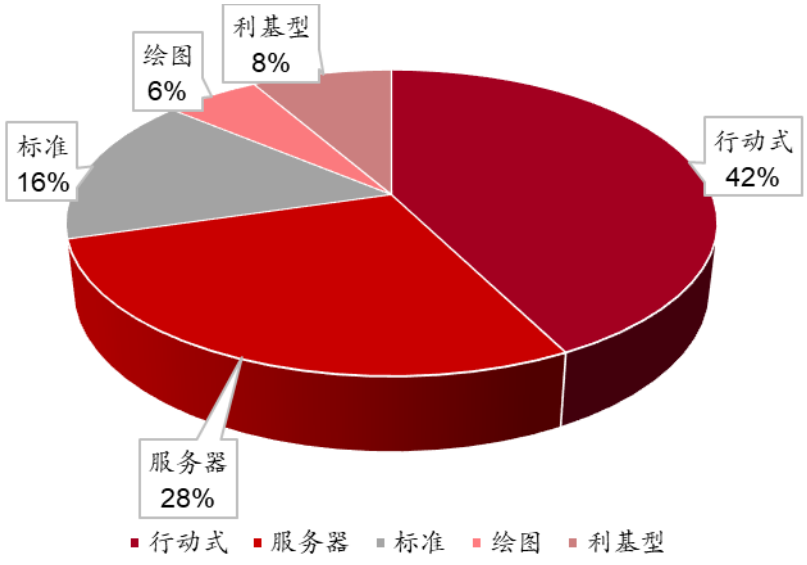
资料来源：TechInsight，中银证券

LPDDR DRAM 和 DDR DRAM 的另一个区别主要体现在通道宽度上，LPDDR DRAM 没有固定的总线宽度，目前最常见的为 32 位总线，总线位数更低，实现更低能量损耗。同时，LPDDR DRAM 采用更低的电压，通过温控调整刷新、部分阵列自刷新、深度掉电状态等方式实现刷新操作的优化，大大降低 LPDDR DRAM 的待机功耗。

GDDR DRAM 主要针对图形处理等高带宽需求场景。GDDR DRAM 为图形两倍数据速率，主要运用在具有高带宽需求的运用中，包括 GPU 等。与 DDR DRAM 相比，GDDR DRAM 的总线宽度更高，并且每个芯片的数据读取总线直接连接到处理器中，不需要在固定的 64 位/32 位的总线上进行多路复用。DRAM 与处理器直接连接可以实现更高的 DRAM 内部工作的时钟频率，进一步提高 IO 工作频率，实现 DRAM 更高的存取速度。

从应用看，DRAM 可以分为标准型 DRAM、利基型 DRAM、mobile DRAM、绘图用 DRAM。标准 DRAM 主要运用于 PC、NB、服务器等；mobile DRAM 主要为 LPDDR DRAM，智能手机、数码相机是其主要运用场景；利基型 DRAM 主要运用于液晶电视、数字机顶盒、红蓝光播放器、网络通讯等产品。根据 DRAMExchange 数据，2018 年 mobile DRAM 市场规模为 420 亿美元，占 2018 年 DRAM 市场规模的占比达到 42.5%。

图表 11. DRAM 细分市场结构



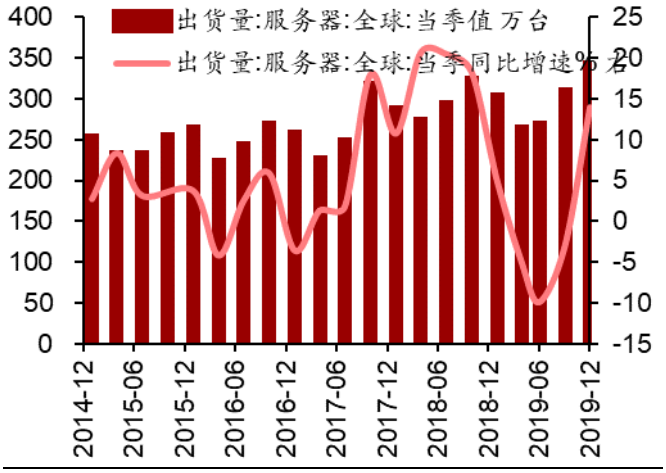
资料来源：DRAMEchange，中银证券

2 DRAM 位元需求持续增长

服务器单机 DRAM 装载量持续提升，带动服务器单机 DRAM 价值。5G 的增强移动带宽（eMBB）、高可靠低时延（URLLC）、海量物联（MMTC）三大运用场景将催生物联网、车联网、AR/VR、超高清视频等领域的发展。海量数据爆将对计算机计算能力带来挑战，以人工智能运用为例：深度学习网络功能不断增强，网络深度不断加深，对计算机内存的需求量不断提升。根据 DRAMExchange 数据，2018 年全球服务器平均内存装载量为 145GB，预计 2021 年将达到 366GB，三年复合增长率达到 36.16%。

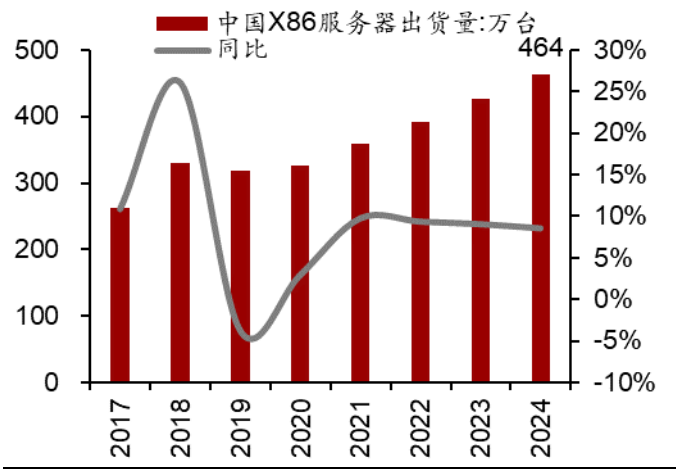
云计算、数据中心快速发展驱动服务器需求量。从需求上看，企业上云企业提高运营效率的必然途径，也是未来大势所趋。云计算采用资源虚拟化技术，实现服务按需分配，能够有效提高服务器、存储资源的使用效率有效降低企业的运营成本。根据 IDC 数据，2019 年全球云服务市场规模为 1653 亿美元，2022 年有望达到 2733 亿美元，三年复合增长率达到 18.25%。受全球疫情影响，远程办公、云视频将加速云服务的渗透速度。从政策方面看，为对冲疫情对我国经济的影响加速我国经济转型，3 月 4 日中共中央政治局常委会强调加快 5G 网络、数据中心的建设速度。根据 DRAMEchange 数据，1 座数据中心的大约可容纳 8000-15000 个服务器机柜、每个服务器机柜能够容纳多台服务器。根据 IDC 数据，2019 年第四季度全球服务器出货量达到 340 万台，同比增长 14%。国内方面，2024 年有望达到 464 万台，5 年复合增长率达到 7.85%。根据赛迪顾问预测，2019 年至 2021 年国内服务器用 DRAM 市场规模复合增长率达到 31.60%。

图表 12. 全球服务器出货量



资料来源：IDC，中银证券

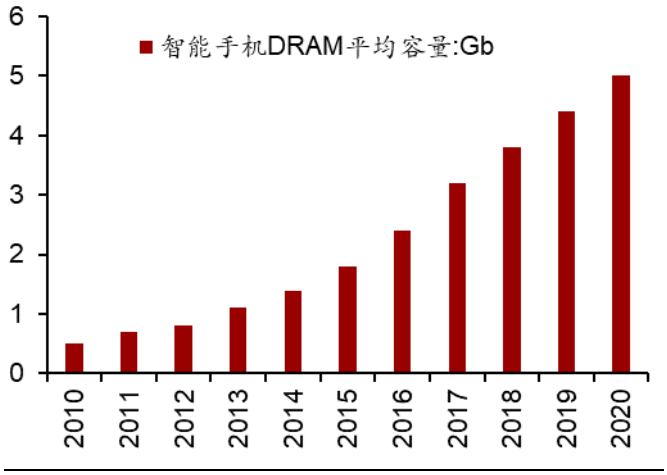
图表 13. 中国服务器市场规模



资料来源：IDC，中银证券

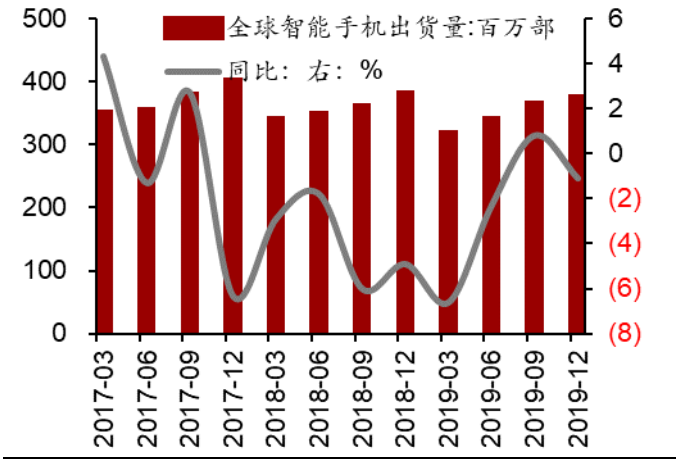
智能手机单机 DRAM 位元配置持续提升。2018 年下半年以来，由于智能手机创新乏力，消费者换机意愿减弱，全年智能手机出货量下滑拖累存储器市场。根据 IDC 统计，2018 年全球智能手机出货量为 14.049 亿台,年同比下滑 4.1%。虽然智能手机进入存量博弈时代，但软件运用不断丰富推升消费者对手机内存的需求，大内存成为各大终端厂商新型智能手机的卖点。根据 DRAMExchange 数据，2019 年全球智能手机平均 DRAM 容量约为 4.4GB，2020 年有望提升至 5GB，同比增长 13.6%。根据南亚科数据，2019 年安卓阵营旗舰机 DRAM 装载量为 10-12GB。

图表 14. 智能手机 DRAM 容量



资料来源：IDC，中银证券

图表 15. 全球智能手机出货量

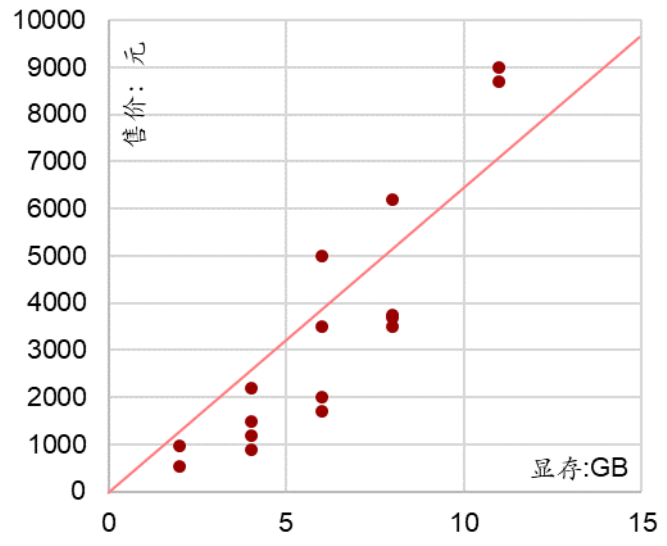


资料来源：IDC，中银证券

5G 移动通讯技术落地运用将掀起新一轮换机热潮，智能手机有望重回正增长，DRAM 为受益核心半导体元器件。与 4G 通信技术相比，5G 通信技术带来巨大的革新，5G 通信技术用户体验速度可达到 1Gbps，达到 4G 的 100 倍水平。5G 创新刺激消费者换机新需求，DRAM 为收益核心半导体元器件。根据赛迪顾问数据，2019 年至 2021 年我国 mobile DRAM 市场规模复合增长率将达到 27.99%。

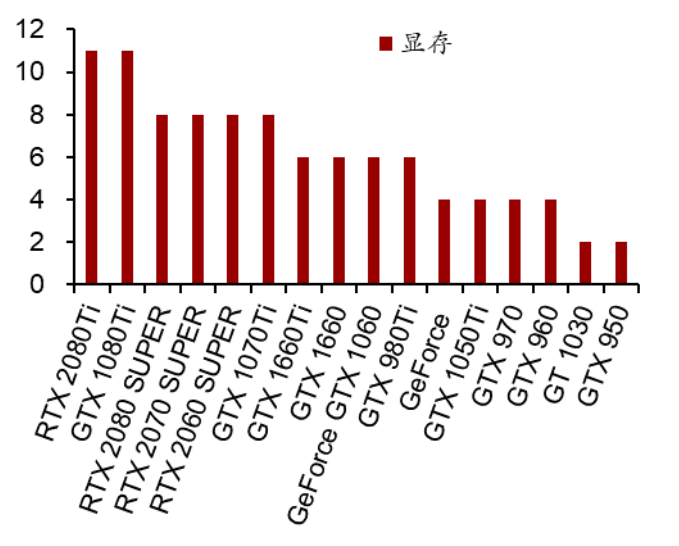
图形计算需求拉动 DRAM 位元增长。数据爆发带动人工智能、大数据产业发展，GPU 大量浮点运算单元在并行运算中优势明显，GPU 广泛运用人工智能模型训练、图像处理等领域。显存作为临时存放中间计算结果容器影响着整体运算速度，显卡高端产品的内存容量越大。其中英伟达高端显卡中，GeForce RTX2080TI 显存达到 11GB。我们从中关村在线数据也看出，显存容量和显卡售价成正相关。

图表 16. 显存容量和售价正相关



资料来源：中关村在线，中银证券

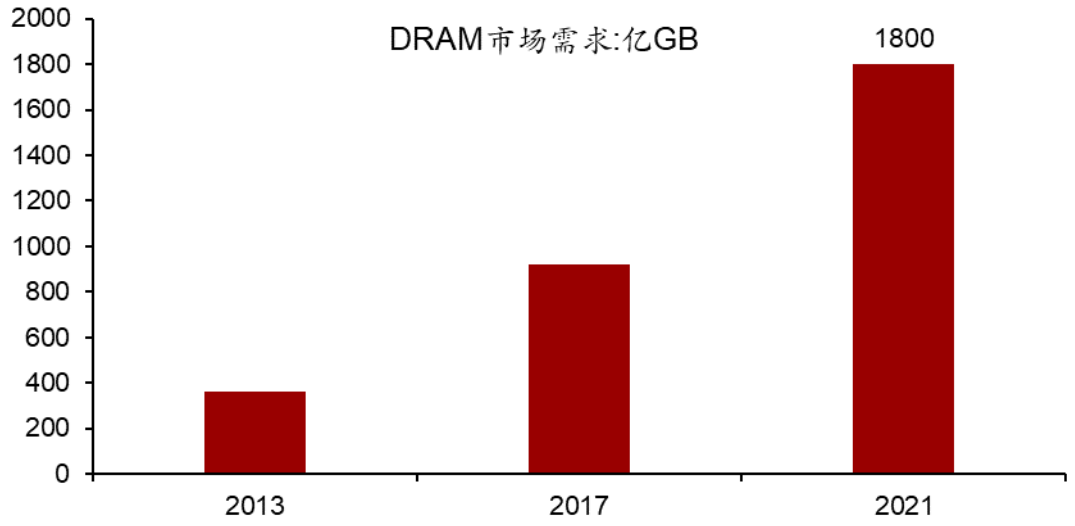
图表 17. 英伟达 GTX 系列 GPU 显存配置



资料来源：中关村在线，中银证券

利基型 DRAM 下游市场广泛。利基 DRAM 主要运用于机顶盒、智慧音箱、安防摄像机、智能手表等可穿戴设备。未来在智能音箱、可穿戴设备的等带领下，利基 DRAM 有望维持稳定增长。根据美光数据，2021 年全球 DRAM 需求量有望达到 1800 亿 GB。

图表 18. DRAM 市场需求

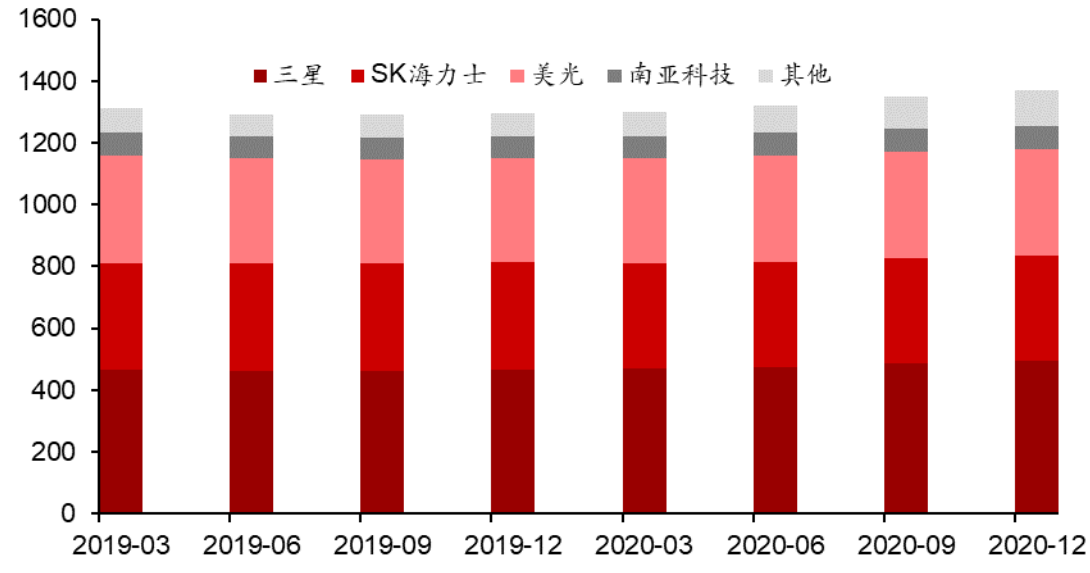


资料来源：美光公告，中银证券

3 DRAM 产能供给趋稳，技术升级持续推进

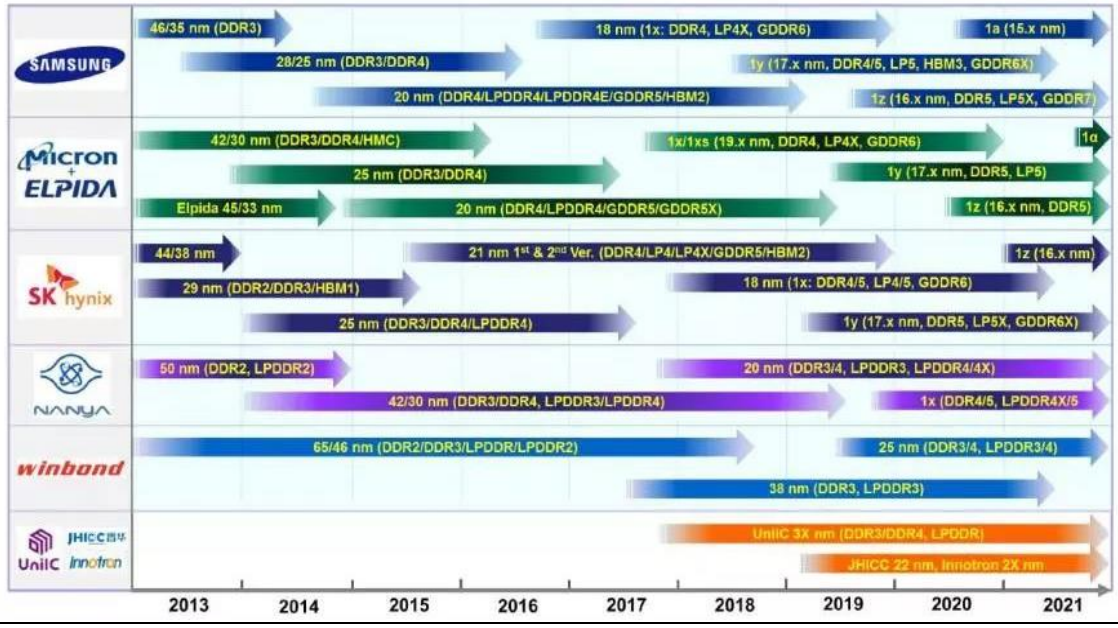
供给端，各大厂商产能趋于稳定，行业库存持续去化。三星挪动部分 DRAM 生产线，将部分产能转向图像传感器，DRAM 供给有所收缩，行业库存加速出清。根据 Trendforce 预测，2020 年第四季度 DRAM 产能 1370K WPM，其中三星为 485K WPM，占据全球产能的 36.13%。制程方面，三星、美光主要以 1y 纳米为主并逐渐转向 1Z 纳米，SK 海力士主要以 1X、1Y 为主，南亚科技主要量产 20 纳米，并逐步扩大 1X 纳米产量，华邦主要以 38 纳米和 25 纳米为主。

图表 19. DRAM 产能（K WPM）



资料来源：TrendForce，中银证券

图表 20. 各大厂商 DRAM 制程

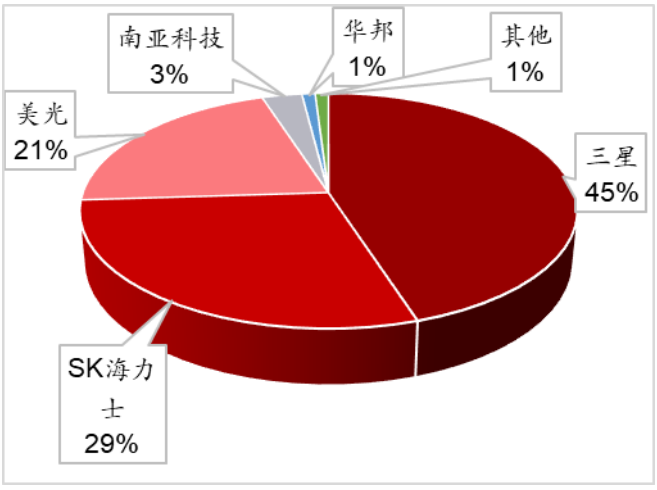


资料来源：TechInsight，中银证券

DRAM 市场格局：三星、SK 海力士、美光三足鼎立，长期垄断 DRAM 市场。在市场格局方面，三星、SK 海力士、美光把持着全球超过 95%的市场份额。根据 China Flash market 数据，2019 年三星电子占据全球 DRAM 市场 45%的市场份额，SK 海力士在全球 DRAM 市场占比达到 29%；美光的市场份额达到 21%，此外南亚科、华邦科技分别占据 3%、1%的市场份额。三大巨头占据 DRAM 行业 95%的市场规模，前五大行业巨头占据 99%的市场规模。

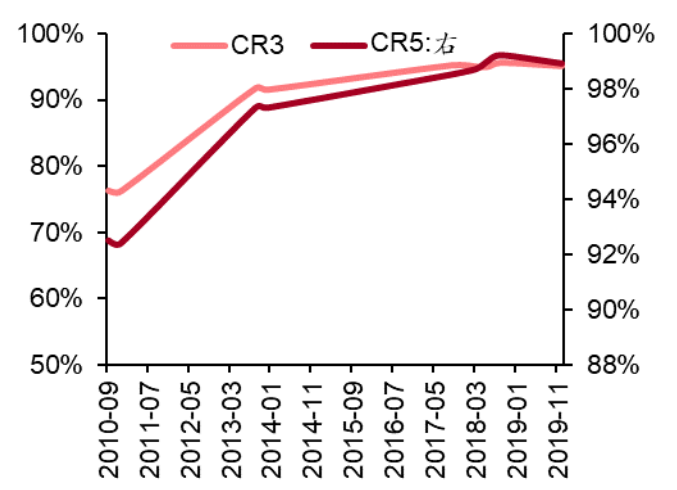
典型重资产行业，赢家通吃，行业集中度不断提升。三星、SK 海力士、美光等行业巨头均采用 IDM 经营模式，公司严格把控设计、制造、封装等环节，能够快速响应市场需求、根据性能需求改进制造工艺，有效降低生产成本，规模效应显著。从 2010 年至今，DRAM 行业集中度不断提升，2010Q3、2010Q4 三星、SK 海力士、尔必达占据行业前三，前三强占据行业 76.3%、76.2%的市场份额；随着 2013 年美光以 20 亿美元价格收购尔必达，美光成为全球第三大 DRAM 厂商，2013 年第三季度占据全球 DRAM 的 26.2%市场份额，前三大厂商占据 91.8%的市场份额。2019 年三星、SK 海力士、美光占据行业 95%的市场份额，DRAM 行业集中度不断提升。

图表 21. DRAM 市场格局



资料来源：China Flash Market，中银证券

图表 22. DRAM 行业集中度不断提升



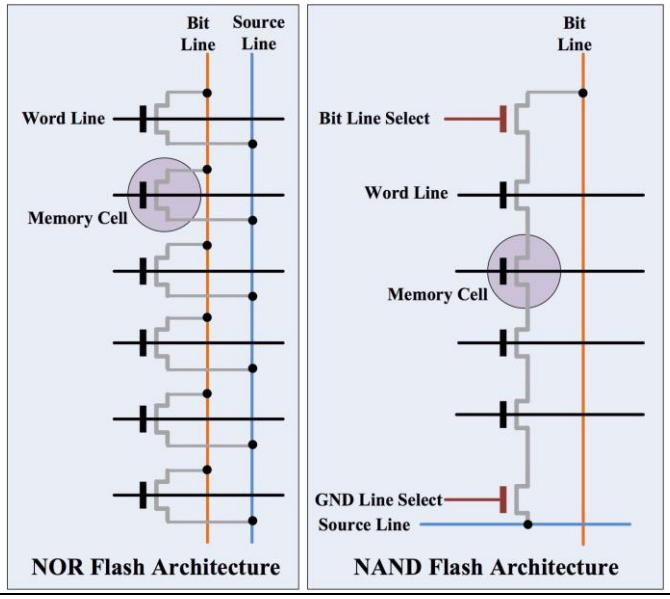
资料来源：China Flash Market，DRAMExchange，中银证券

3 FLASH 存储器

1 Flash 存储器主要包括 NOR、NAND

Flash 是将信息存储在浮栅晶体管的存储单元中。NOR Flash 单元是将存储单元的源漏极分别连接到字线单元的源漏极，形成并联结构。NAND Flash 是将存储单元与漏极与字线的源极相连接，形成串联结构。

图表 23. NOR Flash 与 NAND Flash 结构区别

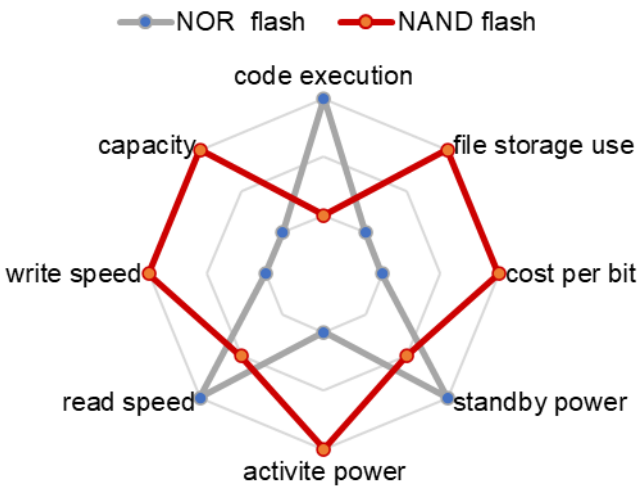


资料来源：Cypress，中银证券

NOR Flash 高可靠性、可以直接执行代码、低容量等特点。NOR Flash 能够提供大量的地址线来映射存储器的地址范围，这使得随机访问和短读取时间有优势，这种优势使得 NOR Flash 成为执行代码的理想选择。但是 NOR Flash 尺寸较大，每比特单元成本较高，NOR Flash 容量密度一般在 64Mb 到 2GBb 之间。NOR Flash 在擦除前需要先写入“0”，擦除和写入速度较慢。在可靠性方面，NOR Flash 具有 0 坏块的特点，在存储器使用寿命期间具有非常低的坏块积累，数据可靠性更高。

NAND Flash 的优点主要包括更小的单元尺寸和更快的写入和擦除速度。NAND 不允许随机访问，并且需要通过 IO 映射或者间接读取的方式进行访问。因此在执行代码时，NAND Flash 一般需要与 DRAM 一起使用，即将代码映射到 DRAM 中执行。

图表 24. NOR Flash 与 NAND Flash 性能比较



资料来源：Toshiba，中银证券

2 NAND Flash

根据存储单元可存放数据位数，NAND Flash 可以分为 SLC NAND、MLC NAND、TLC NAND、QLC NAND。SLC NAND（Single-Layer cell NAND）1 存储器单元只能存放 1 比特数据，电路实现相对简单，电路可靠性仅次于 NOR Flash，但存储密度低。MLC-NAND（Multi-Level Cell NAND）1 存储器单元能存放 2 比特数据，电路可靠性比 SLC 低。TLC NAND（Trinary-Level Cell）1 单元能够存储 3 比特数据，存储器的可靠性快速较低，但存储成本相对较低。QLC NAND（4 bits NAND）能够存储四单元，存储密度更高，能够实现较低的单位存储成本。

图表 25. NAND Flash 技术指标比较

	SLC	MLC	TLC
Bit	1	2	3
P/E Cycle	100000	3000	1000
Read Time	25us	50us	~75us
Program Time	200~300us	600~900us	900~1350us
Erase Time	1.5~2ms	3ms	~4.5ms

资料来源：《SLC MLC TLC 比较》，中银证券

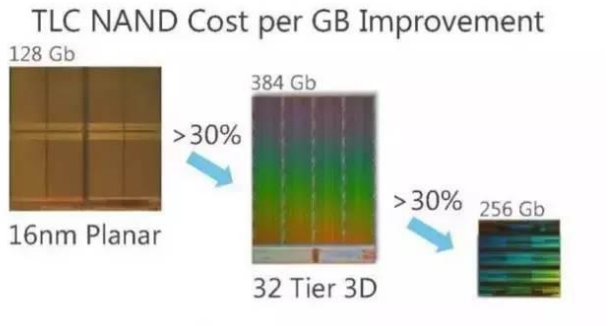
3D NAND Flash 能够有效提高存储器密度，降低生产成本。2D NAND 依靠工艺技术、器件改进提升 NAND Flash 性能，但当 2D NAND Flash 尺寸微缩到十几纳米一下是，信号串扰等问题困扰 2D NAND Flash 进一步发展，同时技术微缩带来成本快速攀升。3D NAND Flash 能够有效的实现 Flash 比特密度大的提升和位成本的降低。根据三星电子数据，16 纳米 2D NAND Flash 比特密度为 1.11Gb/mm2，而 32 层、48 层 3D NAND Flash 容量密度则可以达到 1.86Gb/mm2、2.56Gb/mm2。在成本方面，32 层 3D NAND Flash 每比特成本比 16 纳米 2D NAND Flash 降低 30%。

图表 26. 3D NAND 提高存储器比特密度

Device	Bit density(Gb/mm2)
2D – 16nm	1.11
3D – 32 layer	1.86
3D – 48 layer	2.56
3D – 64 layer	>3

资料来源：三星官网，中银证券

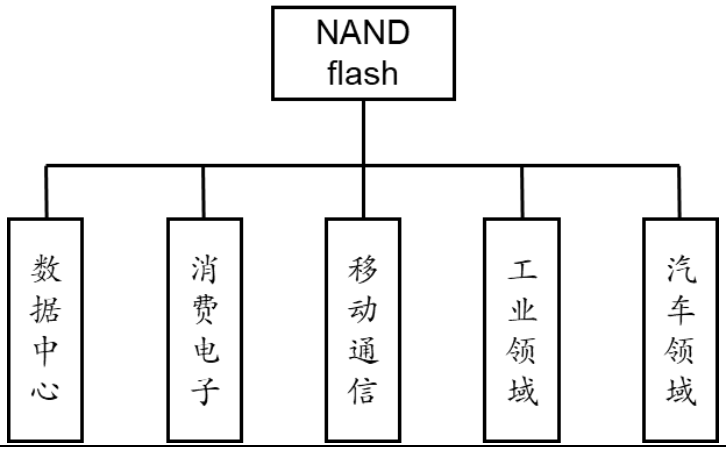
图表 27. 3D NAND Flash 降低生产成本



资料来源：美光官网，中银证券

需求端：当前 NAND Flash 的驱动力主要来自于移动终端、消费级 SSD、企业级 SSD。NAND Flash 下游主要包括数据中心、消费电子、移动通信、汽车、工业等领域。传统磁存储机械硬盘（HDD）主要通过磁盘记录信息，相比于 HDD，SSD 主要由 NAND Flash 和驱动电路构成，具有读写速度快等优点，是当前大数据运用背景下的最优选择。

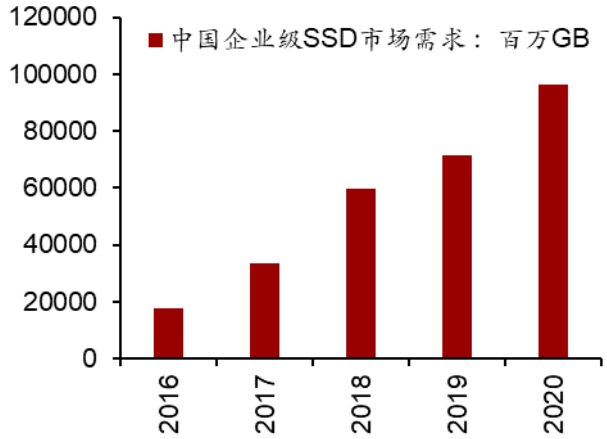
图表 28. NAND Flash 下游市场



资料来源：智研咨询，中银证券

云服务快速兴起，国内数据中心投资快速增长，企业级 SSD 市场进一步扩容。2018 年全年我国数据中心投资额保持高速增长，国内企业级 SSD 市场快速增长。根据 China Flash market 数据，2018 年国内企业级 SSD 需求量达到 596.82 亿 GB，同比增长 77.67%，2019 年达到 715.30 亿 GB，同比增长 20%。为对冲疫情对经济的冲击，国家大力推行新基建，加速数据中心的建设，SSD 市场有望迎来进一步扩张，根据 China Flash market 预测，2020 年我国企业级 SSD 需求有望达到 961.20 亿 GB，较 2019 年增长 34.37%。

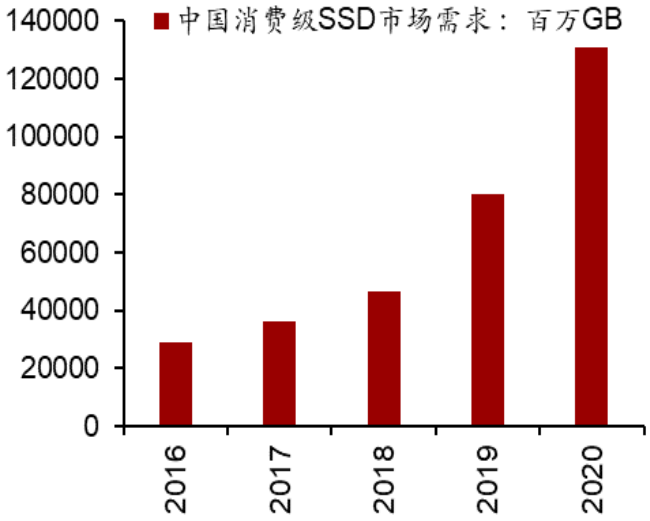
图表 29. 中国企业级 SSD 市场需求



资料来源：China Flash market，中银证券

智能手机功能、应用持续升级，单机存储容量持续提升。智能手机功能持续升级，5G 网络的发展将进一步推动智能手机应用增多，因此单机内存容量配置也将持续提升。根据 China Flash Market 数据，2019 年我国消费级 SSD 市场规模达到 80241 亿 GB，同比增长 72.88%，2020 年有望达到 1310.79 亿 GB，同比增长 63.33%。

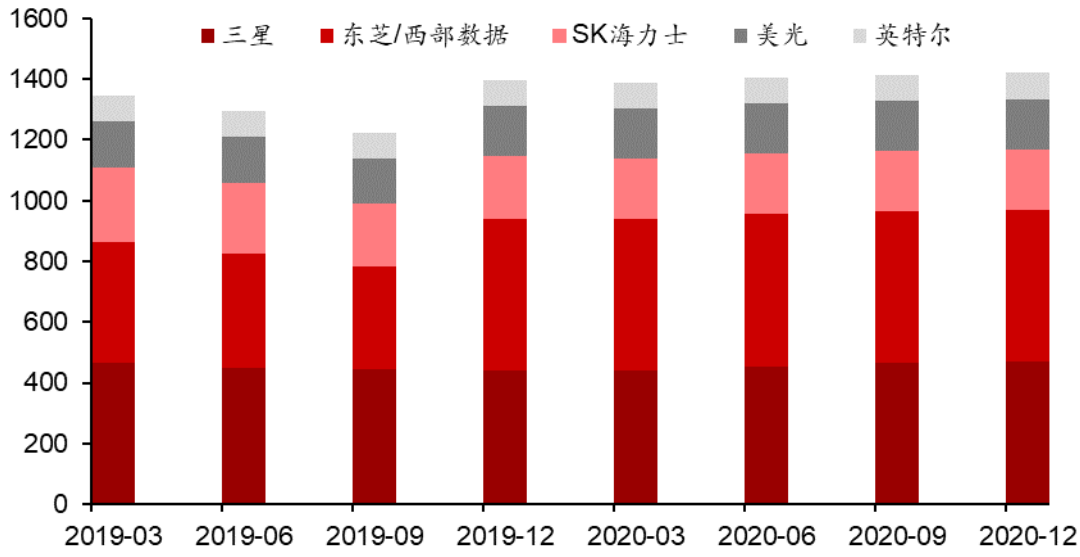
图表 30. 中国消费级 SSD 市场份额



资料来源：China Flash market，中银证券

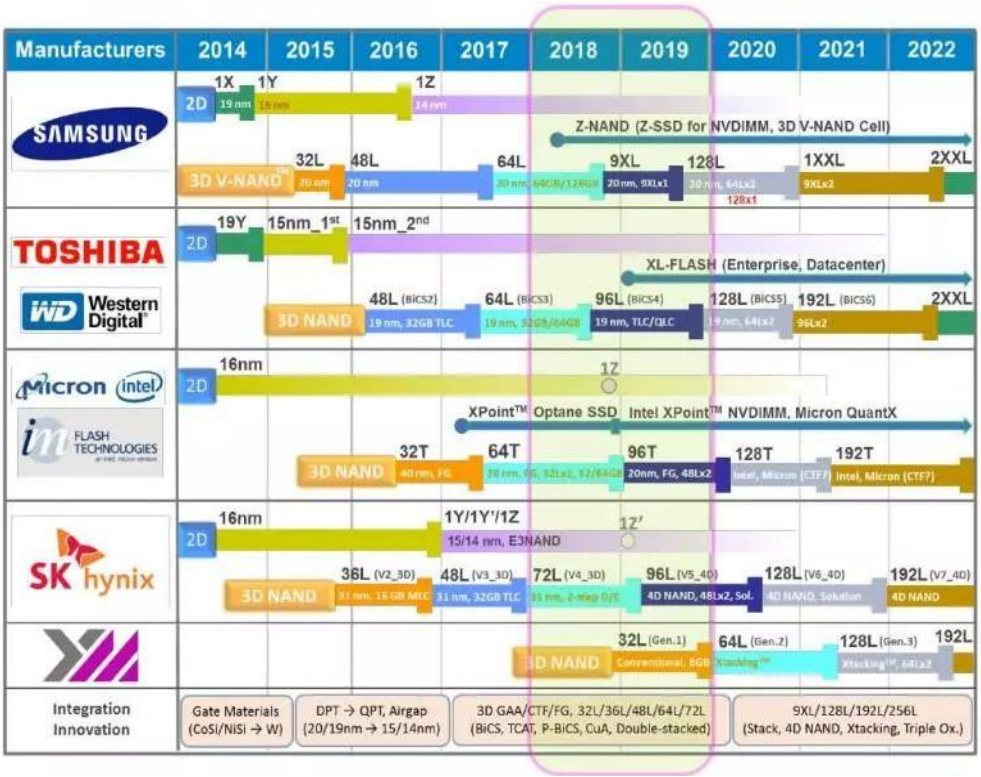
各大厂商减少资本开支、削减产能，供需失衡趋缓。2018 年 NAND Flash 供给过剩，NAND 价格全面下滑，韩系厂商三星、SK 海力士减少资本开支。根据 DRAMExchange 数据，2018 年 NAND Flash 资本开支下调近 10%，2019 年美国厂商减少资本开支，2019 年 NAND Flash 资本开支较 2018 年下滑 2%。各大供应商纷纷调整扩产计划，供需失衡的局面趋于缓解。根据 DRAMExchange 数据，2019 年第四季度 NAND Flash 整体位元出货季增长 10%，NAND Flash 供应商库存水位趋于正常水平，价格开始企稳。

图表 31. 全球主要厂商 NAND Flash 产能



资料来源：TrendForce，中银证券

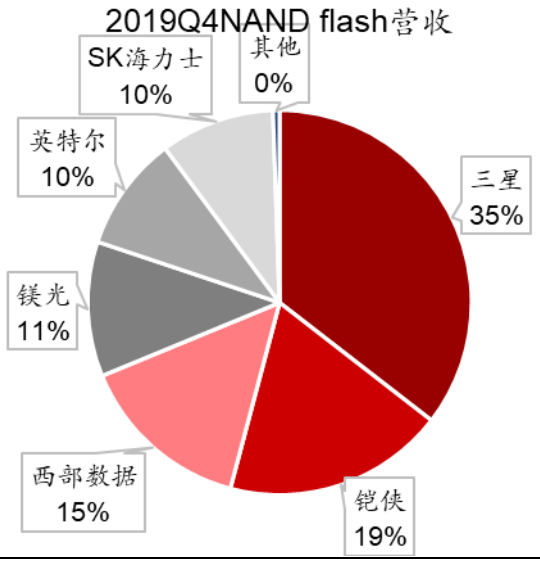
图表 32. NAND Flash 主流厂商制程



资料来源：TechInsight，中银证券

三星、KIOXIA、西部数据、美光、英特尔、SK 海力士垄断 NAND Flash 市场。NAND Flash 行业集中度依然较高，行业巨头三星、KIOXIA、西部数据、美光、英特尔、SK 海力士凭借自身资金、成本、技术等方面优势长期占据 NAND Flash 市场。根据 DRAMExchange 数据，2019 年第四季度三星 NAND Flash 营收达到 44.51 亿美元，占据全球 35.5%的市场份额；KIOXIA NAND Flash 营收达 23.4 亿美元，占据全球 NAND Flash 的 18.7%的市场份额；西部数据 NAND Flash 营收达 18.38 亿美元，占比达到 12.7%；英特尔 NAND Flash 营收为 12.17 亿美元，占据 9.7%；SK 海力士营收 12.07 亿美元，占据 9.6%。全球前三大厂商占据 68.9%的市场份额，前 6 大厂商占据 99.4%的市场份额。

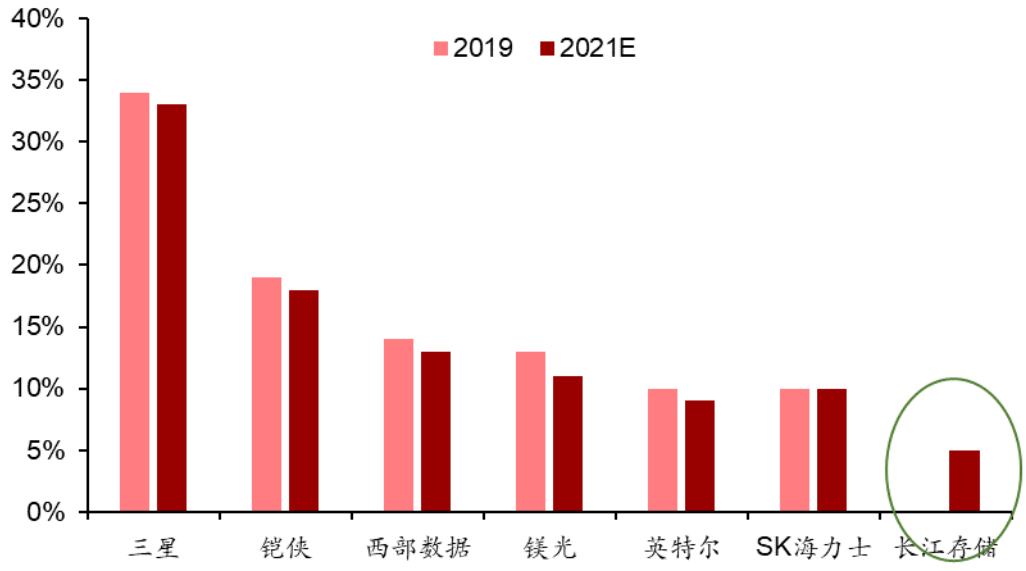
图表 33. NAND 市场格局



资料来源：DRAMExchange，中银证券

国内 NAND Flash 产业仍处于起步阶段，但半导体的国产化需求有望推动产业发展。国内长江存储于 2018 年实现 32 层 3D NAND Flash 的小规模量产，2019 年实现 64 层 3D NAND Flash 的量产。根据 TrendForce 报告，长江存储已于 2020 年一季度将 128 层 3D NAND 样品送交存储控制器厂商，预计三季度将进入投片，年底前量产，拟用于 UFS、SSD 等各类终端产品，并同时出货给模块厂。

图表 34. 国产厂商有望实现突破



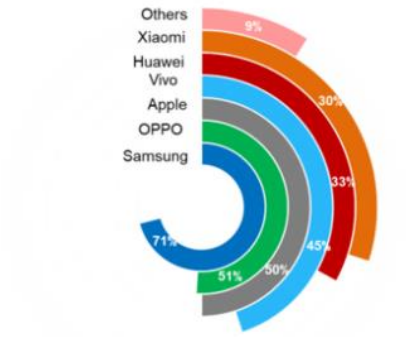
资料来源：China Flash Market，中银证券

3 NOR Flash

NOR Flash 可以分为并行 NOR Flash 和串行 NOR Flash 两种。串行的 NOR Flash 接口相对简单，具备功耗、成本等方面优势，是目前 NOR 市场的主流。NOR Flash 具备芯片内执行特点，CPU 可以直接在 NOR Flash 上执行代码，不需要读取到 RAM 中执行。相比于 NAND Flash 存在坏块等问题，NOR Flash 的可靠性更高，在 1~16Mb 小容量存在具备成本优势。NOR Flash 对先进节点的要求较低，一般采用 55 纳米和 65 纳米为主。NOR Flash 擦除和写入需要先写入 0，擦除和读写速度较慢，但 NOR Flash 读取速度远胜于 NAND。因此 NOR Flash 主要用于功能手机、电视、机顶盒、USB key 等小容量运用场景，AMOLED、TDDI、TWS、汽车电子等新需求将为 NOR Flash 市场带来新的增长机会。

AMOLED 渗透率持续提升，为 NOR Flash 市场带来新需求动能。AMOLED 面板技术门槛较高，批量生产良率不一致，AMOLED 亮度均匀性和残差成为 AMOLED 两大难题，AMOLED 需要通过外部电路感知像素的电学特性和光学特性然后进行相应的补偿，当前 De-mura 编码电路整合入驱动电路成本过高，因此需要外挂一颗 8Mb(Full HD)或者 32Mb(QHD)的 NOR Flash 芯片，NOR Flash 价值在 0.2 美元-0.4 美元之间。AMOLED 具备自发光、色彩细腻、亮度范围广等优点，能够实现更轻薄、驱动电压更低等优点，AMOLED 成为未来消费电子显示重要选择。2017 年 iPhone 开始使用 AMOLED 显示屏，安卓手机阵营逐步跟进，未来 AMOLED 在智能手机中的渗透率将会快速提升，NOR Flash 作为不可或缺的零部件将从中受益。根据 countpoint 预测，2020 年使用 AMOLED 的智能手机有望达到 6 亿部，同比增长 46%。因此，预计 AMOLED 将拉动 1.2 亿美元-2.4 亿美元的 NOR Flash 市场规模。

图表 35. 各品牌 AMOLED 出货量占比



资料来源：Counterpoint，中银证券

TWS 成为 NOR Flash 需求增长点。TWS 无线耳机为了支持蓝牙连接和改善声学特性，TWS 耳机需要将更多的固件存储在 NOR Flash 中，使用 NOR Flash 协助运算。根据拆机，新一代苹果 AirPods 搭载 128MB NOR Flash、三星 TWS 耳机 Galaxy Buds 搭载 64Mb NOR Flash。苹果推出新款 AirPods 具备心率监测、降噪等新功能，对存储要求进一步提升，有可能搭载 256MB NOR Flash。 2016 年苹果推出第一代 TWS 无线耳机以来，三星、索尼、华为、小米等安卓阵营产商快速跟进，纷纷发布 TWS 无线耳机新产品，TWS 无线耳机市场快速发展。2016/2017/2018 全球 TWS 出货量分别为 918 万副、2000 万副、4600 万副，复合增长率达到 124%。根据 Countpoint 预测，2020 年全球 TWS 耳机出货量有望达到 2.3 亿副，同比增长 90%。作为 TWS 耳机核心元器件，NOR Flash 厂商成为 TWS 耳机快速发展的受益者。 根据智研咨询预测，2020 年 TWS 有望为 NOR Flash 带来 3.9 亿美元的市场空间，2021 年将达到 5.8 亿美元，同比增长 48.7%。

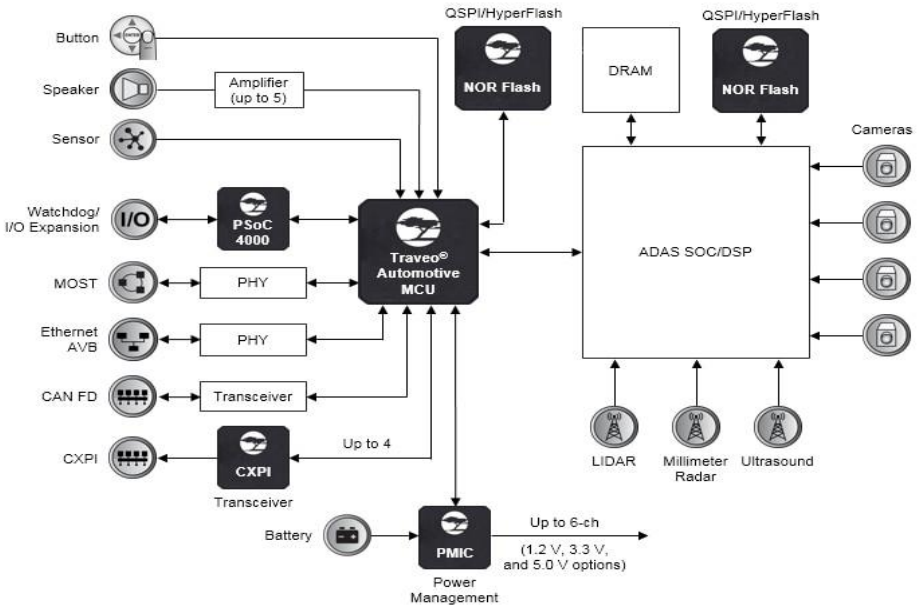
图表 36. TWS 耳机带来 NOR Flash 市场增量

	2019	2020	2021
AirPods 耳机销量（万副）	6,000	9,000	10,000
NOR Flash 均价/美元	1	1.3	1.45
Andriod TWS 耳机销量（万副）	6,000	13,800	21,000
NOR Flash 均价/美元	0.35	0.5	0.7
使用 NOR Flash 数量	2	2	2
AirPods 带来市场增量/亿美元	1.20	2.34	2.90
Android TWS 带来市场增量/亿美元	0.42	1.38	2.94
TWS 耳机带来市场增量总计/亿美元	1.62	3.72	5.84

资料来源：智研咨询，中银证券

汽车智能化推动高端、高容量 NOR Flash 市场快速发展。汽车智能化发展使得汽车需要更多的运行程序，单车 NOR Flash 需求量持续提升。NOR Flash 从车用广播开始走向车用市场，因其快速启动、高可靠性、持久性强、低容量下成本较低等优点，NOR Flash 快速向车载显示等车用领域扩展。NOR Flash 的使用量也从车载广播的 1MB 提升到了车载显示 12MB 以上，甚至达到 1GB。用于 ADAS 的后视摄像头也需要仪表盘能快速启动，ADAS 的光达（Lidar）都将内建一个 NOR Flash 控制内部各种功能。此外自动紧急刹车系统（AEB）、胎压侦测器（TPMS）、道路偏移警示等 ADAS 系统均带动车规级 NOR Flash 需求提升。相比于消费级 NOR Flash，车规级 NOR Flash 的可靠性要求、稳定性要求更为严苛，价值量更高。汽车智能化快速发展，ADAS 系统在汽车中渗透率快速提升，车规级 NOR Flash 需求快速增长，未来汽车电子 NOR Flash 市场空间有望超过百亿人民币，成为 NOR Flash 最重要的分支市场。

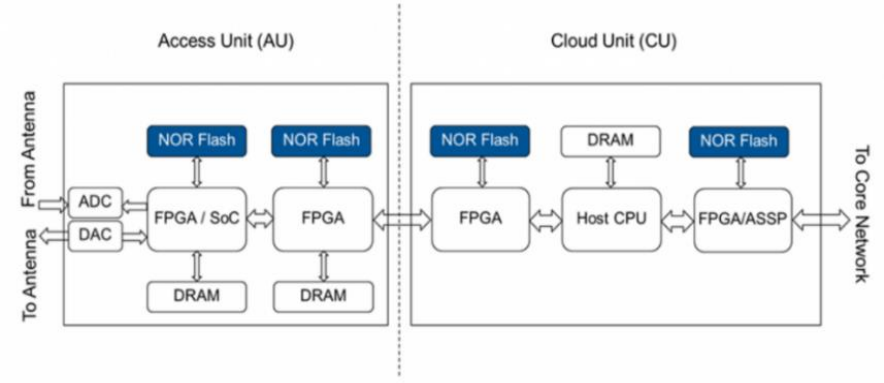
图表 37. 汽车 ADAS 中需要 NOR Flash



资料来源：Cypress，中银证券

NOR Flash 同样广泛存在于无线基站，5G 基站拉动 Nor 需求。与 NAND Flash 相比，NOR Flash 可以实现 SOC 和 FPGA 快速、可靠地启动，因此在 NOR Flash 主要用于 SOC、FPGA 的固件镜像的存储，主要用于无线基站的 AU 和 CU 中。5G 基站中需要的 NOR Flash 需要在 1GB 以上，工作温度范围宽广。未来全球 5G 基站快速建设快速进行，基站用 NOR Flash 需求量将迎来快速增长。除此之外工业、医疗等领域的发展也将成为 NOR Flash 的驱动力。

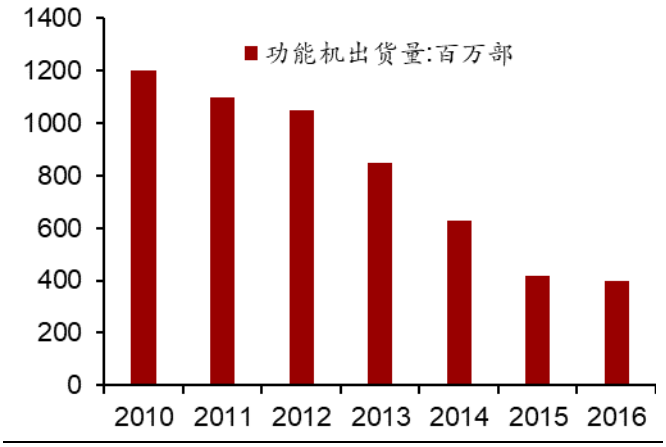
图表 38. 基站中的 NOR Flash



资料来源：ElectronicDesign，中银证券

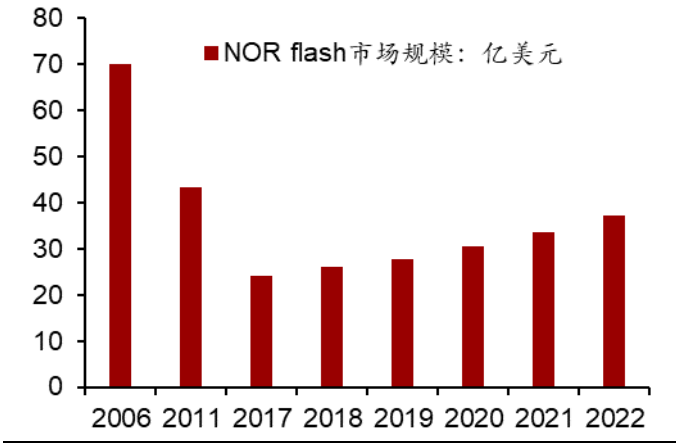
NOR Flash 市场规模相对较小，但仍具有一定的不可替代性。NOR Flash 具备芯片内执行特点，可靠性更高，在小容量存在具备成本优势。因此，在软件运用相对简单的功能机时代，NOR 占据 Flash 大部分市场。近年，随着功能机出货企稳及 AMOLED、TDDI、TWS、ADAS 等新需求的崛起，NOR Flash 市场开始企稳回升。根据智研咨询数据，2018 年 NOR Flash 市场规模转减为增，全年 NOR Flash 市场规模达到 25.96 亿美元，同比增长 7.67%。未来随着 AMOLED、TDDI、TWS 耳机、ADAS 等需求的放量，NOR Flash 有望迎来新一轮上行周期，根据智研咨询数据，2022 年 NOR Flash 市场规模有望达到 37.24 亿美元，复合增长率达到 9.44%。

图表 39. 功能机出货量企稳



资料来源：Strategy Analysis，中银证券

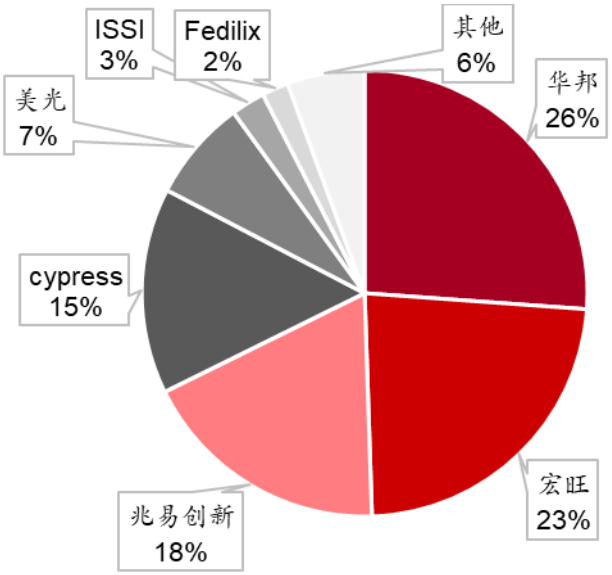
图表 40. NOR Flash 出货量有望迎来气温回升



资料来源：智研咨询，中银证券

Nor 市场相对分散，是国产化程度最高的存储子领域。NOR Flash 市场规模小，美光、Cypress 相继退出中低端市场，重点布局高端高容量车规级 NOR Flash。Cypress 推出 Semper NOR Flash 系列产品，主要运用于汽车的 ADAS 等领域；美光也推出相应高端车用 NOR Flash 产品。根据 CINNO 数据，2019 第三季度年华邦占据全球 NOR Flash 26%的市场规模，宏旺占据 23%，兆易创新占据 18%，Cypress 占据 15%市场规模。

图表 41. NOR Flash 市场格局



资料来源：CINNO，中银证券

4 全球主要存储厂商

1 三星

技术方面，三星率先布局 EUV 在 DRAM 的运用。当前 DRAM 器件制程主要集中于 18 纳米-15 纳米之间，scale down 速度较为缓慢。三星率先将极紫外光光刻设备（EUV）用于 DRAM 制造，有效减少多重图案制作的重复步骤，提高图案分辨率，提升 DRAM 器件性能。三星电子成功出货 100 万个业界首款使用极紫外光光刻设备（EUV）的 10 纳米级 DDR4 DRAM 模块，目前已完成客户评估。三星第四代 10 纳米（D1a）、更先进 10 纳米的 DRAM 会开始使用 EUV，预计 2021 年开始批量生产基于 D1a 的 DDR5 DRAM 和 LPDDR5 DRAM。EUV 将使得 12 英寸晶圆生产效率提升一倍。三星下半年将在平泽市建立第二条半导体产线。在高性能方面，三星推出第三代高带宽存储器 HBM2E Flashbolt，该产品通过在缓冲芯片顶部垂直堆叠 8 层 1y 16GB 的 DRAM 裸片，通过 TSV 进行精准排列和互联，实现容量为前代产品的 2 倍，性能和电源效率得到显著提高，主要用于高性能计算机系统、AI 数据分析和最新图形系统。

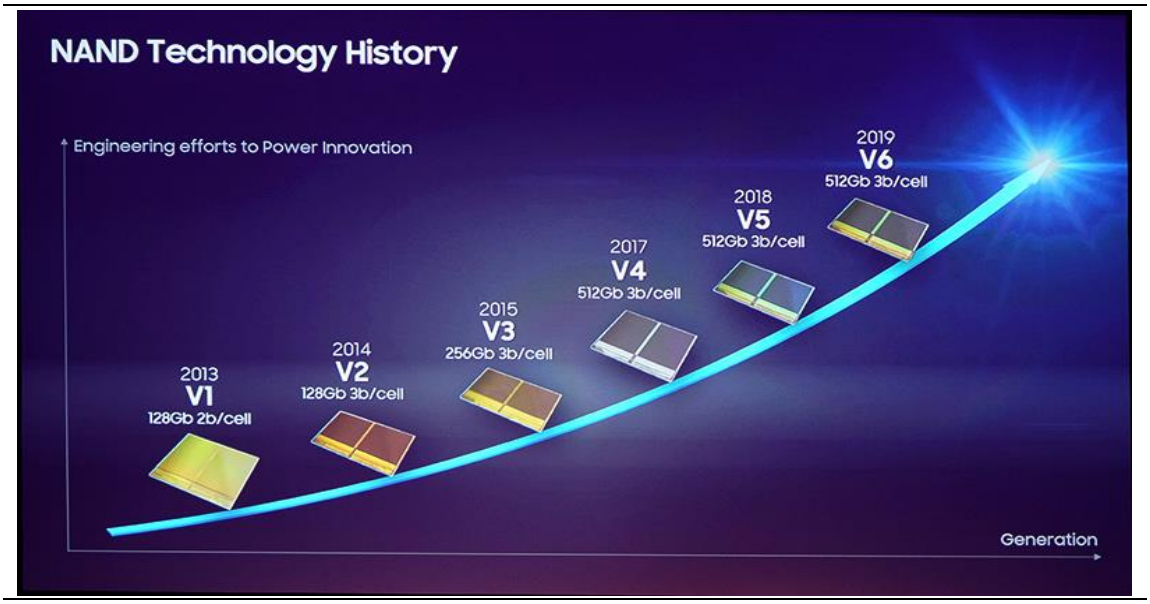
图表 42. 三星 DRAM 发展历程

日期	三星 DRAM 里程碑
2021	基于第四代 10nm 级（1a）EUV 的 16Gb DDR5/LPDDR5 批量生产
2020 年 3 月	第四代 10nm 级（1a）EUV DRAM 开发
2019 年 9 月	第三代 10nm 级（1z）8Gb DDR4 批量生产
2019 年 6 月	第二代 10nm 级（1y）8Gb DDR4 批量生产
2019 年 3 月	第三代 10nm 级（1z）8Gb DDR4 批量开发
2017 年 11 月	第二代 10nm 级（1y）8Gb DDR4 批量生产
2016 年 9 月	第一代 10nm 级（1x）16Gb LPDDR4/4X 批量生产
2016 年 2 月	第一代 10nm 级（1x）8Gb DDR4 批量生产
2015 年 10 月	20nm (2Z) 12Gb LPDDR4 量产
2014 年 12 月	20nm (2Z) 8Gb GDDR5 量产
2014 年 12 月	20nm (2Z) 8Gb LPDDR4 量产
2014 年 10 月	20nm (2Z) 8Gb DDR4 量产
2014 年 2 月	20nm (2Z) 4Gb DDR3 量产
2014 年 2 月	20nm (2y) 8Gb LPDDR4 量产
2013 年 11 月	20nm (2y) 6Gb LPDDR3 量产
2012 年 11 月	20nm (2y) 4Gb DDR3 量产
2011 年 9 月	20nm (2x) 2Gb DDR3 量产
2010 年 7 月	30nm 2Gb DDR3 量产
2010 年 2 月	40nm 4Gb DDR3 量产
2009 年 7 月	40nm 2Gb DDR3 量产

资料来源：China Flash Market，中银证券

在 NAND Flash 方面，三星积极推进 3D NAND Flash 的量产比重。三星 6 月份推出第六代 V-NAND（128 层 256GB 3D TCL NAND），并在八月份实现量产；第四季度实现第六代 128 层 512Gb TCL 3D NAND 的量产。

图表 43. 三星 NAND Flash 发展历程

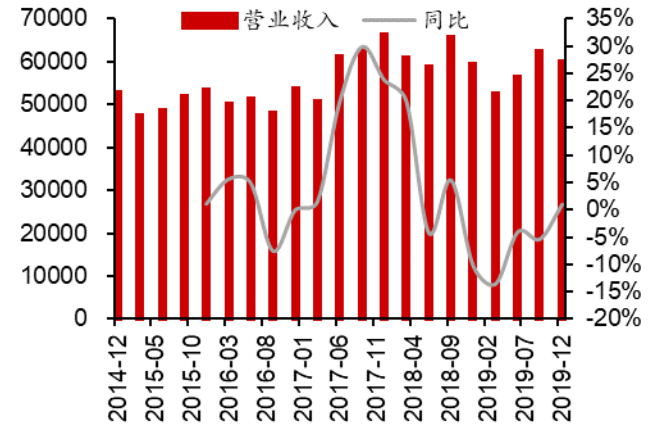


资料来源：CINNO，中银证券

营收方面，2019Q4 三星电子存储器业务收入跌幅明显收窄。2019 年全年三星电子收入达到 230.4 万亿韩元，较 2018 年下滑 5.48%，其中第四季度开始结束营收负增长，第四季度收入为 59.88 万亿韩元，较上一年同期增长 1.03%。从细分项来看，半导体尤其是存储器跌幅明显收窄，但依然是拖累项，2019 年第四季度半导体业务营收为 16.79 万亿韩元，占据全年营收 28%，同比下滑 10%，跌幅较上个季度收窄 19 个百分点。其中存储器业务营收 13.18 万亿韩元，占全年营收 22%，同比下滑 15%，跌幅较 2019Q3 收窄 22 个百分点。

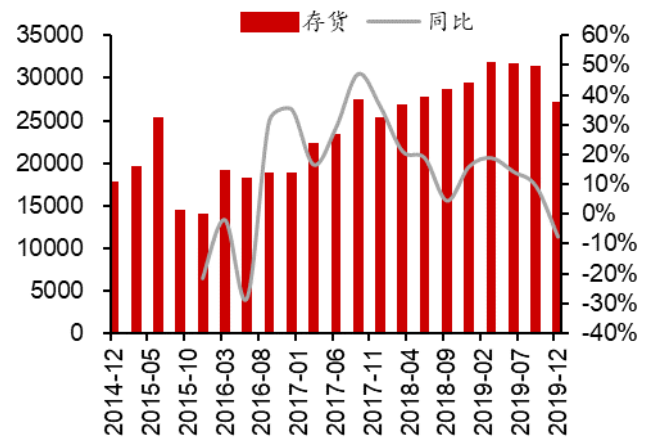
在库存方面，2019Q4 三星电子存货回到 2017 年水平。2017 年全球存储行业处于上行周期，各大龙头厂商扩大资本开支扩充产能，但 2018 年下半年开始智能手机创新乏力，需求不足导致各大厂商库存水位偏高。2018 年第一季度开始，三星电子库存水位持续上升，2019 年第一季度达到最高 31.456 亿韩元，经过四季度的调整，2019Q4 回落到 26.767 万亿韩元，基本与 2017 年第三季度持平。

图表 44. 三星电子营收增速转负为正



资料来源：三星电子财报，中银证券

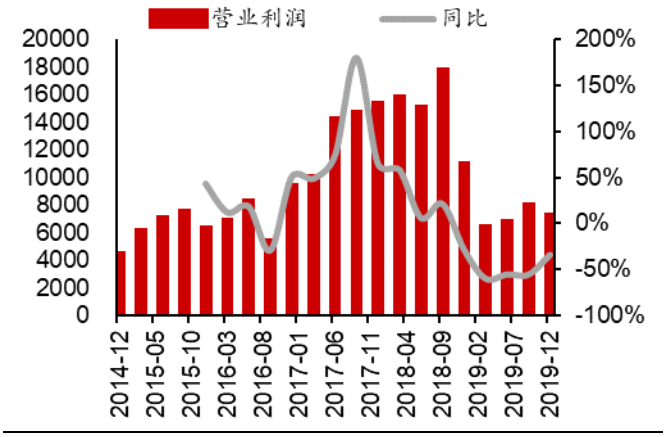
图表 45. 三星电子库存明显回落



资料来源：三星电子财报，中银证券

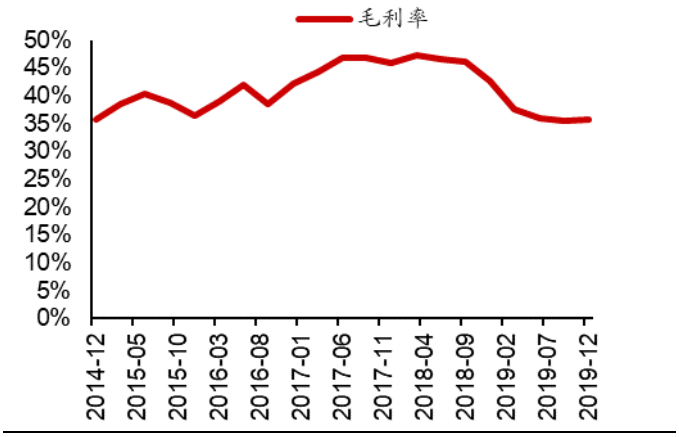
盈利方面，2019 年下半年公司营业利润明显反弹，毛利率企稳。2019 年上半年 NAND Flash 和 DRAM 价格持续下探，公司盈利承压，2019 年第一季度公司营业利润为 6.23 万亿韩元，并且 2018 年第一季度基数较高，导致公司营业利润跌幅达到 60%。2019 年下半年，NAND Flash、DRAM 价格有所反弹，数据中心、企业级等市场在 2019 年下半年抢跑，提振 SSD 需求，公司营业利润底部反弹，2019 年第四季度营业利润为 7.1 万亿，同比下滑 34.25%，跌幅较上一季度收窄 21 个百分点。在毛利率方面，在经过行业去库存后，公司毛利率企稳，2019 年第四季度，公司毛利率为 35.6%，基本与上一季度持平。

图表 46. 三星电子营业利润及同比增速



资料来源：三星电子财报，中银证券

图表 47. 三星电子毛利率



资料来源：三星电子财报，中银证券

2 SK 海力士

技术方面，2019 年 3 月，SK 海力士最先进的为第三代 10 纳米级（1Z）DRAM，1Z DRAM 产品比上一代 1Y 生产效率提高 27%。目前 SK 海力士整在新工厂内建置 EUV，预计下半年完工，并评估导入 EUV 量产 1a 纳米级 DRAM 时间。在 CES 2020 上，SK 海力士推出 64GB DDR5 RDIMM 内存模组。在高性能 DRAM 方面，2019 年 8 月，SK 海力士宣布成功研发 HBM2E 芯片，通过 TSV 技术可以实现 8 个 16GB 芯片的垂直堆叠，形成密度为 16GB 的单封装芯片。HBM2E 支持带宽达到每秒 460GB，比 HBM2 芯片带宽提高 50%，容量提高 100%。三星电子和 SK 海力士是目前高带宽存储器的主要玩家。

图表 48. SK 海力士、三星加速 HBM DRAM 开发

SK 海力士		三星	
时间	进展	时间	进展
2014.07	AMD、SK 海力士宣布联手开发 HBM	2016.01	三星 HBM2 量产，速度快 7 倍
2017.09	HBM2 存储器通过认证，年底开始量产	2018.06	HBM2 显存产能翻倍
2019.08	成功研发 HBM2E，带宽达 460GB	2019.03 2019.01 2020.02	发布新一代 HBM2E，410Gbps 数据带宽和 16GB 容量 成功研发业界收割 12 层 3D-TSV 高性能 HBM2E 16GB 容量第三代高带宽存储器 HBM2E 进入市场

资料来源：China Flash Market，中银证券

在 NAND Flash 方面，SK 海力士推出业界首款 128 层 TLC 4D NAND Flash，并于 2019 年第四季度开始量产，容量可以达到 1Tb。SK 海力士的 128 层 4D NAND Flash 优化 4D 平台和工艺流程，减少 5%的制造工艺流程，降低 60%过渡期投资成本，生产效率提高 40%。目前 SK 海力士正开发下一代 176 层 4D NAND Flash，预计 2030 年将推出 800 层 NAND Flash。

图表 49. SK 海力士 NAND Flash 发展及规划

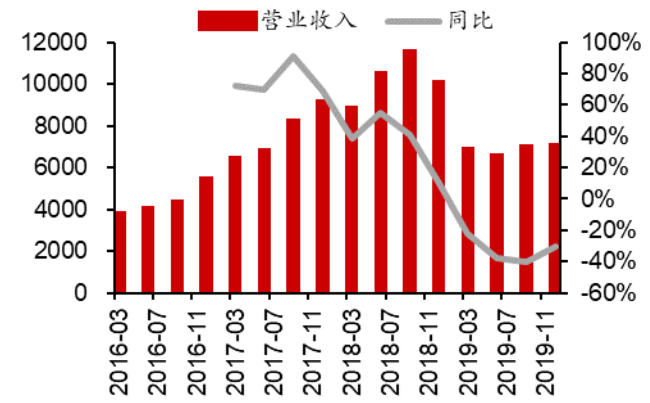
等级	层数	状态
V4	72 层	量产
V5	96 层	量产
V6	128 层	2019Q4 量产
V7	176 层	2020 年
V9	500 层	2025 年，增长 30%TB
V10	800+层	2030 年，增长 50%TB

资料来源：China Flash Market，中银国际证券

营收方面，2019 年第四季度存储器需求有所回暖，存储器价格小幅上行，SK 海力士营收环比增长 1%。从细分产品来看，windows 7 停止服务导致促进个人电脑更新换代，PC DRAM 需求回暖，IDC 客户库存正常化，企业级 DRAM 出货增加，DRAM 出货容量环比增长 8%，但 DRAM ASP 环比下滑 7%，2019Q4 DRAM 营收为 5.33 万亿，环比增长 1%，占营收的 77%。NAND Flash 方面，公司积极扩张 PC SSD、移动终端市场，公司 NAND Flash 出货容量环比增长 10%，ASP 基本与上一季度持平。

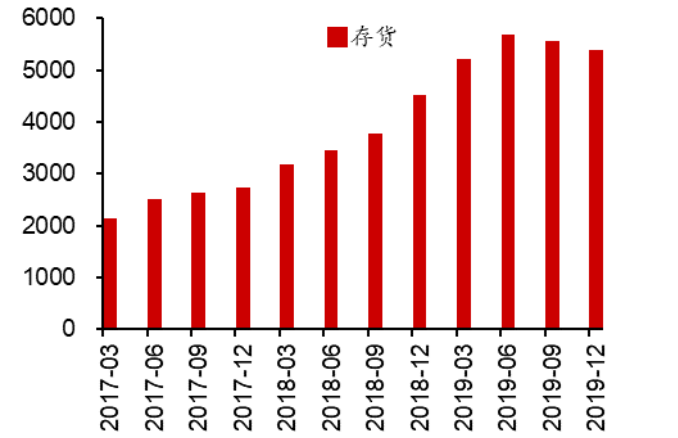
在库存方面，SK 海力士库存出清效果显著。2017 第三季度开始，SK 海力士库存明显上升，2019 年第二季度达到 5.589 万亿韩元，是本轮库存高峰，经过两个季度的积极调整，2019 年回落 5.296 万亿韩元。

图表 50. SK 海力士营收



资料来源：SK 海力士财报，中银证券

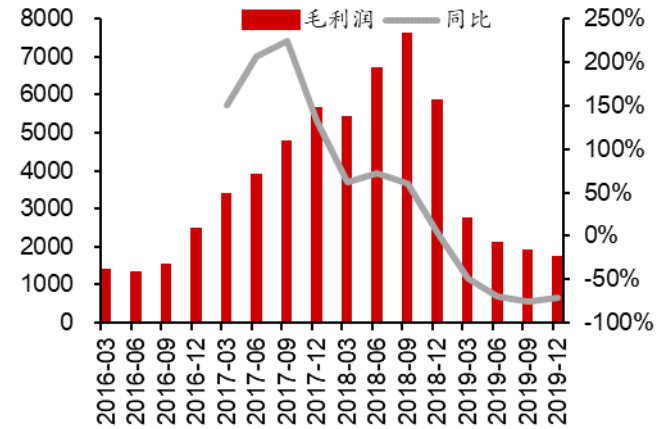
图表 51. SK 海力士库存明显回落



资料来源：SK 海力士财报，中银证券

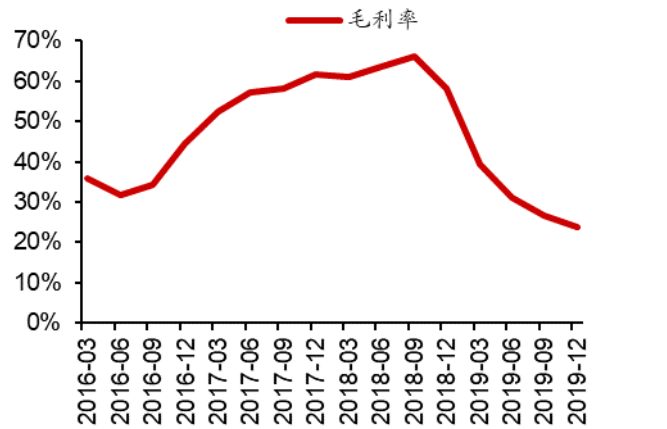
盈利方面，SK 海力士毛利润企稳回升，毛利率仍在寻底。伴随着 2019 年下半年营收端触底反弹，公司毛利润也开始企稳回升。2019 年第四季度 SK 海力士毛利润达 1.653 万亿韩元，同比下滑 71%，但跌幅较上个季度收窄 5%。NAND Flash 和 DRAM 收入占据 SK 海力士 97%的营收，SK 海力士盈利能力受存储器市场波动更为明显，毛利率仍处于下降通道。

图表 52. SK 海力士毛利润



资料来源：SK 海力士财报，中银国际证券

图表 53. SK 海力士毛利率

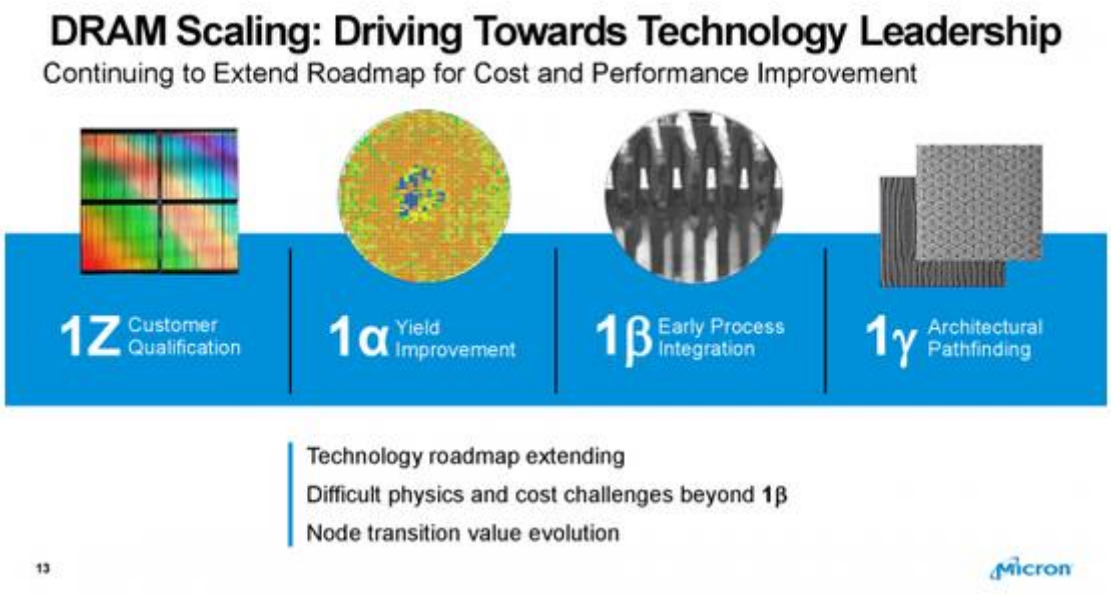


资料来源：SK 海力士财报，中银国际证券

3 美光

技术方面：2019 年 8 月，美光大规模量产的为 1Z 纳米 16GB DDR4 DRAM，与上一代相比，性能提高 85%，内存密度提高一倍，下一代技术分别为 1α,1β和 1γ纳米，更加逼近 10 纳米的物理极限。目前美光 LPDDR5 DRAM 已经开始供货小米 10。公司基于 1Z 纳米的 LPDDR4 是移动业务产品中增速最快的，2020 年将提高 1Z 纳米产品占比，美光位于台湾 DRAM 的厂区预计 2021 年可投产。在高性能 DRAM 方面，美光在最新财报说明会中宣布第二代高带宽存储器（HBM2）即将开始出货，主要用于高性能显卡、服务器处理器等高端处理器。

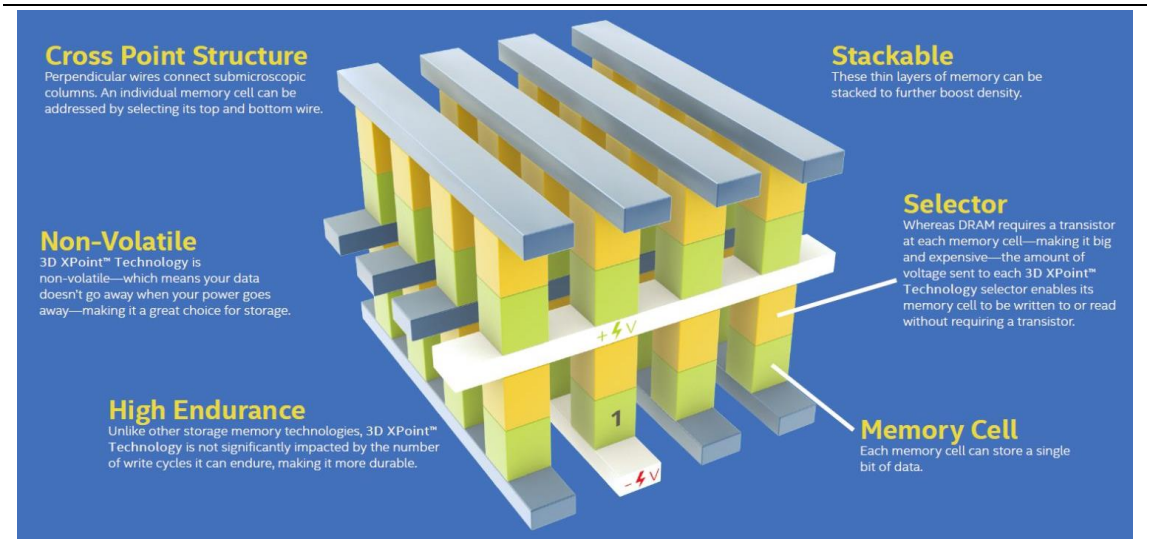
图表 54. 美光下一代 DRAM 制程更加接近 10 纳米



资料来源：美光网站，中银证券

在 NAND Flash 方面，美光计划 2020 年下半开始生产第一代 RG 架构 128 层 3D NAND Flash，预计 2020Q4 开始出货；2021 年会生产基于第二代 RG 节点，堆叠层数更高，存储密度也将更高。美光推出基于 3D XPoint™技术的 SSD——美光 X100 SSD，这是目前最快的 SSD 产品，主要针对数据中心存储和存储密集的运用场景。3D XPoint 是英特尔和美光联合研发的新型 Flash 存储技术。目前美光 NAND Flash 工厂主要在新加坡，分别为 Fab 10N、Fab 10X、Fab 10A，3D XPoint 主要在美国生产。

图表 55. 美光与英特尔联合研发 3D Xpoint 技术

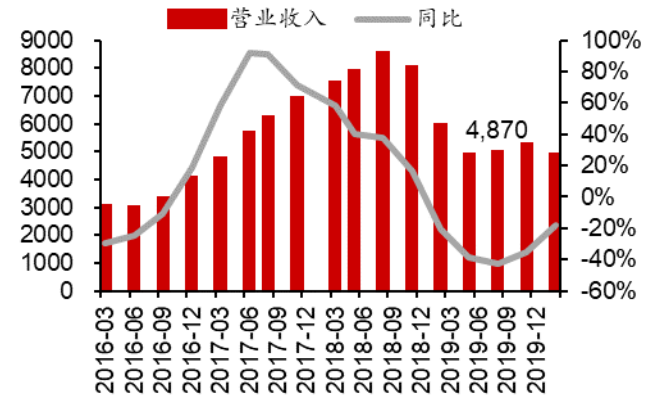


资料来源：美光网站，中银证券

营收方面，2020 年第一财季，美光营收触底反弹，2020 第一财季同比下滑 35%，下滑幅度较上个财季收窄 7 个百分点；2020 第二财季同比下滑 18%，跌幅较上个财季收窄 17 个百分点，这主要是因为 2019 年第二财季基数较低，2020 年第二财季截至日期为 2 月 27 日，全球业务中断影响该季度收入，该季度营收环比下滑 6.7%。从产品结构来看，2020 年第二财季 DRAM 营收占据当季营收 64%，环比下滑 11%，同比下滑 26%，出货容量环比下滑 10%，同比增长 20%，ASP 基本与上个财季持平；NAND Flash 达到**美元，占比为 32%，同比增长 9%，环比增长 6%，NAND Flash 出货容量、ASP 环比增速均将至个位数。

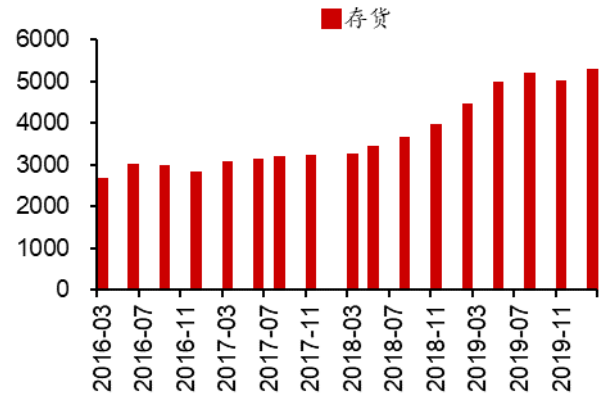
库存方面，从 2017 第一财季开始向上攀升，2019 第四财季达到 51.18 亿美元，2020 年第一财季下游拉货明显，公司存货明显降低，受疫情影响，2020 第二财季公司库存小幅反弹。

图表 56. 美光营业收入（百万美元）



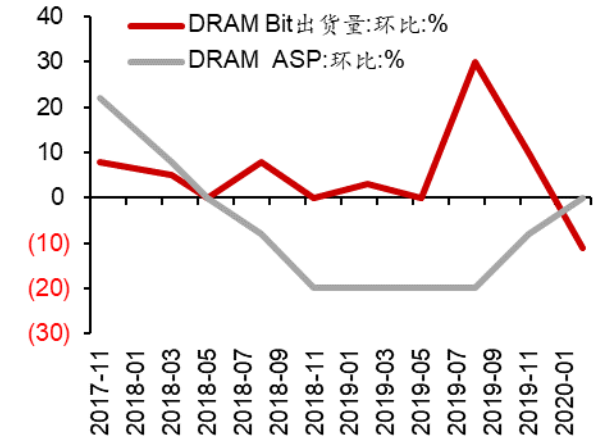
资料来源：美光财报，中银证券

图表 57. 库存水平



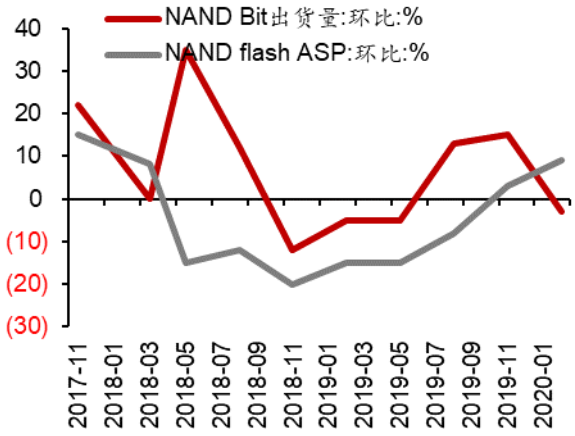
资料来源：美光财报，中银证券

图表 58. 美光 DRAM 位元出货量及 ASP 环比增速



资料来源：美光财报，中银证券

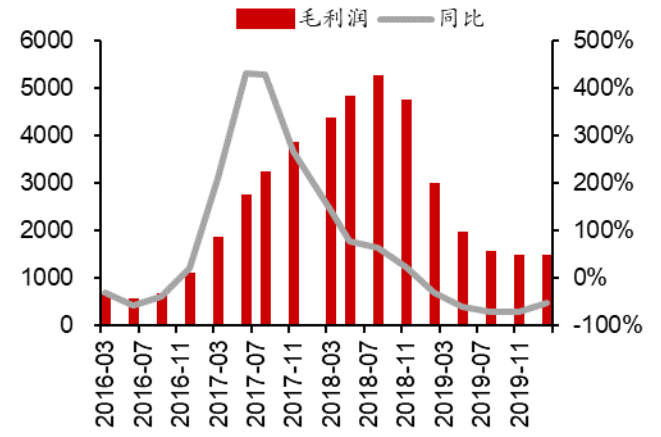
图表 59. 美光 NAND Flash 位元出货量及 ASP 环比增速



资料来源：美光财报，中银证券

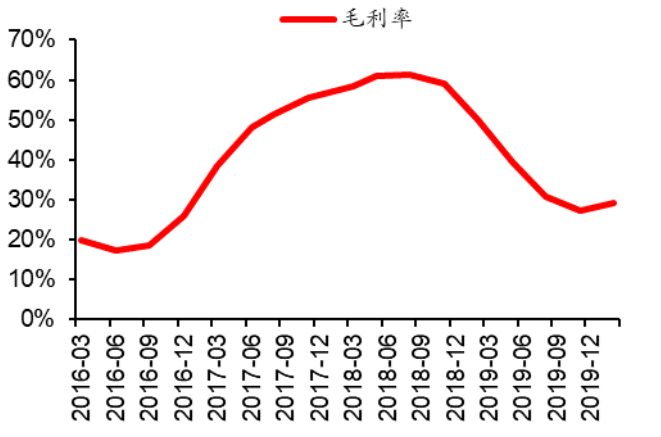
盈利方面，公司毛利润和毛利同步回升。2020 年第一财季触底，2020 年第二财季毛利润为 13.98 亿美元，同比下滑 52%，但跌幅较上一财季收窄 18 个百分点。毛利率也从 2020 第一财季的 27.3%回升到 29.14%。

图表 60. 美光季度毛利润（百万美元）



资料来源：美光财报，中银证券

图表 61. 美光毛利率



资料来源：美光财报，中银证券

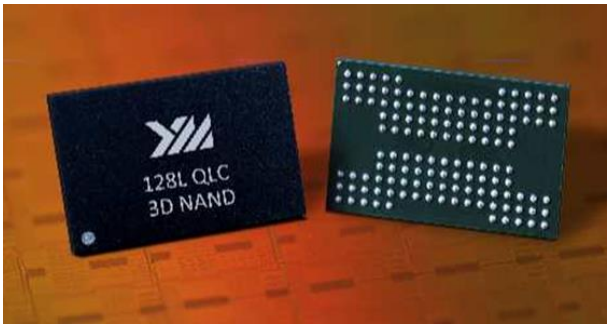
4 长江存储

长江存储主要面向国内市场，以消费类 SSD 和手机嵌入式产品起点，逐渐扩展到 PC OEM 和数据中心市场。长江存储已经开始量产 64 层 3D NAND Flash，长江存储与国外龙头厂商的差距从 3、4 年缩短到 2 年。长江存储的 64 层 3D NAND Flash 技术是全球存储密度最高的 64 层 NAND 技术，与国际友商 96 层的 NAND Flash 密度差距小于 10%。长江存储陆续推出 32 层、64 层、128 层 3D NAND Flash 芯片和存储解决方案。根据 China Flash Market 数据，预计 2021 年长江存储在 NAND Flash 市场占有率将有望提升至 5%。

2020 年 4 月 13 日，长江存储推出 128 层 3D QLC 和 TLC NAND Flash，QLC 是目前业界单颗 Die 容量最大产品，核心指标优于主要竞争对手，国产 3D NAND Flash 获得重大突破。2019 年第三季度开始量产基于 Xtacking 架构的 64 层 256GB 3D TLC NAND Flash，跳过 96 层 3D NAND Flash，将 Xtacking® 2.0 技术到日第三代 128 层 3D NAND Flash。2020 年 4 月 13 日，长江存储推出容量为 1.33TB 的 128 层 3D QLC NAND Flash 和 512GB 128 层 TLC NAND Flash，其中 128 层 QLC 3D NAND 是目前业界首款单颗 Die 可以达到 1.33TB 的 NAND Flash，两款产品均获得主流控制器厂商验证。近日发布的两款产品在 1.2V 电压下可以实现 1.6Gbps 的读写速度，是目前业界最高水平。在产能和良率方面，长江存储表示 2019 年 9 月量产的 64 层消费级产品良率达到业界主流厂商的水平，将在今年下半年推出基于 64 层 3D NAND 的 eMMC、UFS、SSD 产品。

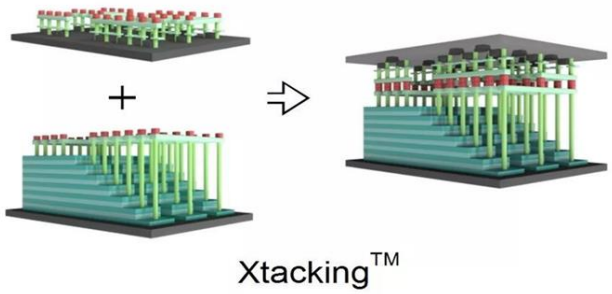
Xtacking 是长江存储具有自主知识产权的先进 NAND Flash 存储架构。Xtacking 架构可以在两片独立的晶圆上分别加工外围电路和存储单元，这种加工方式有利于选择更先进的制造工艺，当两片晶圆加工完成之后，Xtacking 技术同根数十亿根垂直互联通道（VIA）将两片晶圆键合。与传统的 3D NAND Flash 相比，Xtacking 技术可以实现更快的 IO 速度、更高的存储密度和更短的上市周期。传统 3D NAND 架构中，外围电路约占芯片面积的 20~30%，降低了芯片的存储密度。随着 3D NAND 技术堆叠到 128 层甚至更高，外围电路可能会占到芯片整体面积的 50%以上。Xtacking™技术将外围电路置于存储单元之上，从而实现比传统 3D NAND 更高的存储密度。Xtacking™技术充分利用存储单元和外围电路的独立加工优势，实现了并行的、模块化的产品设计及制造，产品开发时间可缩短三个月，生产周期可缩短 20%，从而大幅缩短 3D NAND 产品的上市时间。同时，由于 Xtacking® 2.0 的 CMOS 晶圆和阵列晶圆是分开研发制造的，可以把 CMOS 晶圆设计与合作伙伴进行定制化；另一方面可以利用 Xtacking® 2.0 架构在 CMOS 上加入对系统更有利的扩展功能。

图表 62. 长江存储 128 层 QLC NAND Flash



资料来源：长江存储官网，中银证券

图表 63. 长江存储 Xtacking 技术

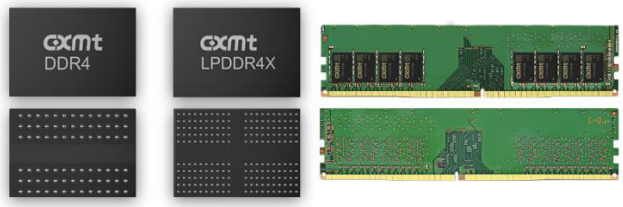


资料来源：长江存储官网，中银证券

5 合肥长鑫

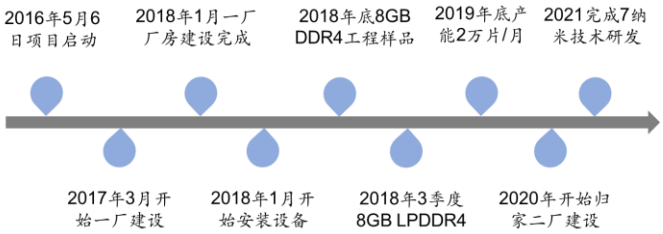
合肥长鑫是国产芯片的代表企业，主要从事 DRAM 的研发、生产和销售。公司目前拥有一座 12 英寸晶圆厂，19 纳米（1X 纳米）的工艺制程。今年合肥长鑫正式推出 DRAM 产品，包括 8GB DDR4 DRAM 芯片、8GB DDR4 DRAM 内存条、2GB/4GB LPDDR4X DRAM 产品。公司的 DDR4 DRAM 是国产第一颗 DDR4 DRAM 芯片，可以达到 2666Mbps 速率，SODIMM 封装，可以满足 PC、电脑、电视等市场要求。目前三星、SK 海力士、美光正在加速量产第三代 10 纳米（1Z 纳米）DRAM，大规模生产 16GB DDR4。根据公司 DDRAM 规划，下一代将推出第二代 10 纳米（17 纳米）技术，加速向 DDR5 DRAM 产品研发。当前支持 DDR5 DRAM 的处理器平台尚未成熟，DDR5 在 PC 上的运用时间尚需时日，这也给合肥长鑫的技术积累留下时间。合肥长鑫推出的 LPDDR4X 支持 2GB 和 4GB 容量，采用 LVSTL 低功耗连接设计，具备高速和低功耗，可满足高速低功耗移动市场需求，目标市场主要包括中低端智能手机、平板、智能手环等设备。未来合肥长鑫 LPDDR4X DRAM 有望凭借国内庞大的中低端智能手机消费市场提高 DRAM 国产化水平。

图表 64. 合肥长鑫 LPDDR4 和 DDR4 DRAM



资料来源：合肥长鑫官网，中银证券

图表 65. 合肥长鑫发展规划



资料来源：合肥长鑫官网，中银证券

6 福建晋华

福建晋华成立于 2016 年 2 月，主要股东为福建省电子信息集团、晋江能源投资集团。同年与联电展开合作，由晋华出资，委托联电研发 DRAM 产品，开发出的技术成果双方共同持有，整体技术完成后，转移到福建晋华进行量产。福建晋华专注于利基型 DRAM 的研发，主要面向消费电子市场，有望凭借中国内需市场扩大产能。

5 投资建议

存储器在整个半导体市场规模中的占比超过三分之一，从需求端看，智能手机等消费级产品的存储容量配置持续提升，数据中心对存储耗用量也在持续提升，整体存储位元的需求持续增长。从供给端看，存储产业市场格局高度集中，主流存储器 DRAM、NAND 市场份额均高度集中于三星、海力士、美光、东芝等海外厂商，国内存储产业尚处于起步阶段，但在半导体国产化的大趋势下，国内存储产业有望迎来新的发展机遇，建议关注：兆易创新、聚辰股份、北京君正。

6 风险提示

1、供需改善不及预期。由于供需失衡，库存高企，2018 年下半年存储行业进入下行周期，位元价格持续下行，至 2019 年底，行业出现库存逐步趋于正常，部分产品价格开始企稳。但若需求持续疲软，存储厂商技术升级推动的供给增加，可能会导致行业供需改善不及预期，存储价格继续承压。

2、疫情对智能手机等消费电子需求影响超出预期。智能手机市场是存储产品的重要市场，但全球疫情的爆发对智能手机等消费电子产品的需求造成了较大的影响。若疫情影响持续，全球智能手机销量持续下滑，可能会导致存储需求的疲软。

3、半导体行业整体估值过高风险。截止最新收盘日，SW 电子板块整体市盈率（TTM）为 49 倍，而 SW 半导体板块整体市盈率（TTM）为 121 倍，远高于 SW 电子板块整体估值。

附录图表 66. 报告中提及上市公司估值表

公司代码	公司简称	评级	股价	市值	每股收益(元/股)		市盈率(x)		最新每股净资产
			(元)	(亿元)	2019A	2020E	2019A	2020E	(元/股)
603986.SH	兆易创新	增持	234.41	1,104	1.29	1.81	182	130	16.27
688123.SH	聚辰股份	未有评级	77.95	94	0.79	0.95	99	82	10.99
300223.SZ	北京君正	未有评级	102.64	463	0.13	0.31	789	331	6.11

资料来源：万得，中银国际证券

注：股价截止日 2020 年 7 月 3 日，未有评级公司盈利预测来自万得一致预期

披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

公司投资评级：

买　　入：预计该公司股价在未来 6 个月内超越基准指数 20%以上；

增　　持：预计该公司股价在未来 6 个月内超越基准指数 10%-20%；

中　　性：预计该公司股价在未来 6 个月内相对基准指数变动幅度在-10%-10%之间；

减　　持：预计该公司股价在未来 6 个月内相对基准指数跌幅在 10%以上；

未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

行业投资评级：

强于大市：预计该行业指数在未来 6 个月内表现强于基准指数；

中　　性：预计该行业指数在未来 6 个月内表现基本与基准指数持平；

弱于大市：预计该行业指数在未来 6 个月内表现弱于基准指数。

未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担由此产生的任何责任及损失等。

本报告内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自刊载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

中银国际证券股份有限公司
中国上海浦东
银城中路 200 号
中银大厦 39 楼
邮编 200121
电话: (8621) 6860 4866
传真: (8621) 5888 3554

相关关联机构：

中银国际研究有限公司
香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话:(852) 3988 6333
致电香港免费电话:
中国网通 10 省市客户请拨打：10800 8521065
中国电信 21 省市客户请拨打：10800 1521065
新加坡客户请拨打：800 852 3392
传真:(852) 2147 9513

中银国际证券有限公司
香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话:(852) 3988 6333
传真:(852) 2147 9513

中银国际控股有限公司北京代表处
中国北京市西城区
西单北大街 110 号 8 层
邮编:100032
电话: (8610) 8326 2000
传真: (8610) 8326 2291

中银国际(英国)有限公司
2/F, 1 Lothbury
London EC2R 7DB
United Kingdom
电话: (4420) 3651 8888
传真: (4420) 3651 8877

中银国际(美国)有限公司
美国纽约市美国大道 1045 号
7 Bryant Park 15 楼
NY 10018
电话: (1) 212 259 0888
传真: (1) 212 259 0889

中银国际(新加坡)有限公司
注册编号 199303046Z
新加坡百得利路四号
中国银行大厦四楼(049908)
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371