

电子元件行业

宝剑砺锋，梅香扑鼻 ——奏响半导体国产化攻坚前进曲

2020-5-17

行业研究 | 深度报告

评级 **看好** 维持

报告要点

■ 半导体全产业链国产化进入攻坚阶段

5月15日晚19时，美国商务部宣布全面限制华为购买采用美国软件和技术生产的半导体，包括那些处于美国以外，但被列为美国商务管制清单中的生产设备，要为华为和海思生产代工前，都需要获得美国政府的许可证。我们认为未来我国半导体产业在内部庞大需求+外部极限施压情况下加速实现国产化，其中芯片制造及其上游是产业链关键及核心环节。

■ 晶圆代工尖兵突进，SMIC 吹响前进号角

中芯国际经营情况持续优化，一方面高端制程占比持续提升，另一方面下游需求持续强劲，公司2020Q1业绩情况优于市场预期。在先进制程方面，公司正在开发更加先进的N+1和N+2工艺，在功耗、性能、芯片面积上有望媲美7nm。公司拿到大基金Ⅱ及上海集成电路基金Ⅱ增资，且后续有望回A股科创板上市，公司2020年进一步上调资本开支计划至43亿美金，主要用于300mm Fab和成熟制程的扩产，加速产能扩张以承接国内大客户的订单转移。

■ 存储芯片双强突破，时代浪潮破浪前行

合肥长鑫2018年底完成与国际主流DRAM产品同步的19nm 8GB DDR4的交样，随后在去年9月宣布19nm 8GB DDR4投产，标志着我国在内存芯片领域实现量产技术突破；长江存储在今年4月宣布业内首款128层QLC 3D NAND闪存(X2-6070)研发成功，跻身全球前沿技术队列。

■ 化合物半导体平台化发展，三安发力晶圆代工

化合物半导体材料最初的应用主要在LED芯片领域，因其材料的性能和参数优势逐步在射频、电力电子等领域崭露头角。三安光电以15年为起点，延续其Ⅲ-V族化合物半导体领域的生产经验，正式涉足化合物半导体制造业的晶圆代工服务，将业务范围从LED芯片拓展至通讯射频、光通信与电力电子等四大领域，未来将承接国内大客户在化合物领域的代工需求。

■ 大基金一期成果斐然，一二级市场投资协力正向循环

大基金一期成果斐然，浮盈超200%，二级市场更多的半导体关注度将进一步吸引全社会资本投入，而一级市场资金投入是我国半导体企业从小微形态向具备核心技术的优质企业成长的重要支持，半导体企业成功上市也将为一二级市场投资人带来丰厚回报，形成一二级市场的正向循环。

- 风险提示：**
1. 国际贸易形势进一步升级；
 2. 国内半导体厂商进展不及预期。

分析师 莫文字

电话 (8621) 61118752

邮箱 mowy@cjsc.com.cn

执业证书编号：S0490514090001

分析师 杨洋

电话 (8621) 61118752

邮箱 yangyang4@cjsc.com.cn

执业证书编号：S0490517070012

联系人 钟智铧

电话 (8621) 61118752

邮箱 zhongzh@cjsc.com.cn

市场表现对比图（近12个月）



资料来源：Wind

相关研究

《消费电子十问十答之五》 2020-5-17

《中芯国际回归科创板对国内半导体产业的意义》 2020-5-10

《“屏地风雷”系列深度报告之四：OLED 产业链崛起与成本决胜》 2020-5-3

每日免费获取报告

1. 每日微信群内分享**7+**最新重磅报告；
2. 定期分享**华尔街日报、金融时报、经济学人**；
3. 和群成员切磋交流，对接**优质合作资源**；
4. 累计解锁**8万+行业报告/案例，7000+工具/模板**

申明：行业报告均为公开整理，权利归原作者所有，
小编整理自互联网，仅分发做内部学习。

限时领取【行业资料大礼包】，回复“2020”获取

手机用户建议先截屏本页，微信扫一扫

或搜索公众号**“有点报告”**

回复<进群>，加入每日报告分享微信群



(此页只为需要行业资料的朋友提供便利，如果影响您的阅读体验，请多多理解)

目录

半导体全产业链国产化进入攻坚阶段	5
晶圆代工尖兵突进，SMIC 吹响前进号角	6
一季度业绩大超指引，先进+成熟制程驱动高增	6
需求强劲成熟制程产能满载，先进制程产能持续开出	7
信心充足奏响突进乐曲，全年 Capex 大幅上调	9
拟科创板回归+大基金增资加持，先进制程扩张提速	10
晶圆代工核心地位强化，牵引国内产业链共同成长	12
存储芯片双强突破，时代浪潮破浪前行	14
DRAM 接力长跑，长鑫存储曙光在望	14
DRAM 产能+制程提升双缓，危中存机	14
接力长跑+技术突破，长鑫引领 DRAM 国产突破	15
NAND Flash 跻身前列，长江存储跨越发展	16
NAND Flash 供需改善	16
行业周期或成关键机遇，长江存储蓄势弯道超车	19
客户导入顺利，半导体国产化趋势明确	21
化合物半导体平台化发展，三安发力晶圆代工	23
GaAs 和 GaN PA 在 5G 阶段仍为主流	23
GaN 和 SiC 功率半导体的全方位升级	25
大基金一期成果斐然，一二级投资协力正向循环	30

图表目录

图 1: 中芯国际 2020Q1 营收同比+35.3%	6
图 2: 中芯国际 2020Q1 归母净利润大幅增加 422.8%	6
图 3: 2018Q4 以来公司毛利率持续回升, 已接近 2018Q1 水平	6
图 4: 公司费用管理成效显著	6
图 5: 公司成熟制程+先进制程占比持续提升	7
图 6: 公司各制程产品结构环比变动	7
图 7: 公司月度产能大幅增加	8
图 8: 公司晶圆出货量持续提升	8
图 9: 2020Q1 资本开支持续高增, 达 7.77 亿美元	9
图 10: 公司大幅上调 2020 全年资本开支计划, 达 43 亿美元	9
图 11: 中芯国际 12 英寸芯片 SN1 项目效果图	10
图 12: 中芯国际参控股子公司情况 (本次增资前)	11
图 13: 中国芯片产业链	12
图 14: FinFET	12
图 15: 中芯国际产业链全景图	13
图 16: DRAM 市场市占	14
图 17: 全球 DRAM 晶圆投片数量	14
图 18: DRAM 市场市占	15
图 19: DRAM 制程进程	15
图 20: 光威采用长鑫 DDR4 内存芯片的 PRO 系列内存	16
图 21: 采用长鑫存储颗粒的江波龙 FORESEE 内存	16
图 22: 全球 NAND Flash 市场规模	17
图 23: 全球 NAND Flash 市场格局	17
图 24: 全球主要存储厂商技术制程历史与规划	18
图 25: 长江存储 X-Tacking 技术可缩小体积、增加 I/O 接口速度	19
图 26: QLC 容量更大、成本更低	19
图 27: NAND Flash 价格波动	20
图 28: 国科微预发布搭载长江存储 64 层 TLC3DNAND 颗粒固态硬盘	21
图 29: 射频前端的结构图	23
图 30: 2018 全球砷化镓元件市场各厂商市占率(含 IDM 厂商)	24
图 31: 2018 年全球砷化镓元件市场各厂商市占率(不含 IDM 厂商)	24
图 32: 预计到 2023 年中国基站端 GaN 放大器市场规模达到 121.7 亿元	25
图 33: 全球 GaN 器件的产业链情况	25
图 34: 国内 GaN 器件产业链情况	25
图 35: 化合物半导体功率器件与硅基器件的对比	26
图 36: SiC 和 GaN 的应用领域不同	26
图 37: SiC 应用领域及其市场空间 (百万美元)	27
图 38: SiC 电力电子器件产业链	27
图 39: GaN 应用领域及其市场空间 (亿美元)	28
图 40: GaN 功率器件产业链	28

图 41：三安光电化合物半导体大平台之路.....	29
图 42：公司通讯射频与电力电子业务产品情况	29
图 43：公司光通信业务产品情况	29
图 44：大基金一期成效显著，吸引地方、民间资本形成合力.....	31
图 45：一二级市场的正向循环.....	31
表 1：2020Q1 全球前十大晶圆代工厂营收排名（百万美元）	7
表 2：公司产能情况（千片/月）	8
表 3：公司二季度业绩指引	9
表 4：中芯国际与友商工艺进步对比.....	11
表 5：长鑫存储项目进程与规划	15
表 6：长江存储项目进程与规划	19
表 7：全球厂商产线与规划	20
表 8：三代半导体材料与代表性材料对比.....	23
表 9：大基金一期集中在二级市场的浮盈（亿元）	30

半导体全产业链国产化进入攻坚阶段

5月15日晚19时，美国商务部宣布将华为的临时许可再延长90天，推迟到2020年8月13日。并在随后发布声明称，全面限制华为购买采用美国软件和技术生产的半导体，包括那些处于美国以外，但被列为美国商务管制清单中的生产设备，要为华为和海思生产代工前，都需要获得美国政府的许可证。同时给予120天的缓冲期。

此前美国已出台多项规定限制我国半导体产业：1、扩展对军事终端使用/用户管制为限制更广范围的军事终端用户，并限制其使用美国受管控的技术及装备（半导体设备、传感器和其他技术），美国将扩展对中国、俄罗斯和委内瑞拉等国的MEU许可证要求；2、取消民用终端用户的许可证豁免，取消了部分国家通过出口、转出口或国内运输给可能威胁美国国家安全的民用终端用户的部分商品的出口许可证豁免。其中包括俄罗斯、中国等D1组国家，主要涉及高端计算机、电信设备、集成电路、雷达和其他物品。

本次公告为计划而非正式条款，我们推演极端情况下华为面临短期断供，但华为并非毫无准备，此前已积极进行备货，大力扶持国内供应商成长；同时大基金迅速增资中芯国际，显示国家战略决心和准备。

我们认为：1、晶圆代工吹响突进号角：中芯国际经营情况持续优化，先进制程不断扩产；2、存储芯片国内双强突破：长鑫存储、长江存储部分技术已跻身国际一流水平，产能扩张稳定有序；3、化合物半导体加速替代：三安光电化合物半导体大平台未来可期；4、一二级市场与半导体产业形成健康循环：大基金引领下国内一二级市场以及全社会资源对半导体产业形成正向循环下，国内半导体产业已逐步形成自身的健康的、螺旋上升的成长体系，未来我国半导体产业成长空间将在外部限制倒逼下持续扩张。

晶圆代工尖兵突进，SMIC 吹响前进号角

一季度业绩大超指引，先进+成熟制程驱动高增

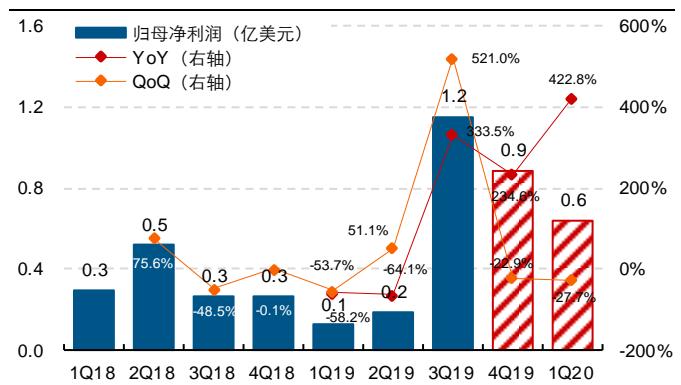
一季度业绩大超此前指引，中芯国际吹响半导体国产化号角。中芯国际公布 2020Q1 业绩情况，实现营收 9.05 亿美元，同比+35.28%，环比+7.80%；实现归母净利润 0.64 亿美元，同比+422.85%，环比-27.69%；整体业绩创历史新高。公司预期二季度环比增长 3-5%，同比增长 18-20%。公司方面表示业绩大幅增长主要系市场需求和产品结构优于预期。公司业绩优于业绩指引与市场预期，凸显全球半导体行业在疫情影响下仍保持相当的承压韧性和增长动能，同时一定程度上反映了半导体行业未来经济复苏下行业景气回升的潜力。

图 1：中芯国际 2020Q1 营收同比+35.3%



资料来源：SMIC, 长江证券研究所

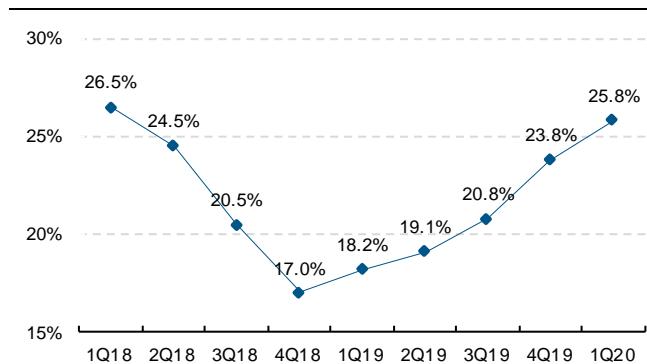
图 2：中芯国际 2020Q1 归母净利润大幅增加 422.8%



资料来源：SMIC, 长江证券研究所

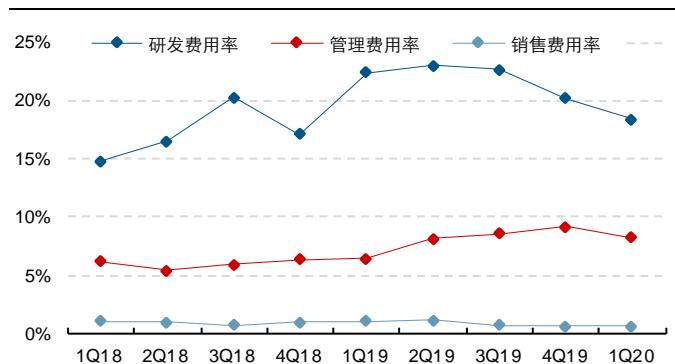
产品结构持续优化，成熟制程+先进制程驱动公司毛利持续上行。近两年中，自 2018 年 Q4 开始公司毛利率持续回升，2020Q1 实现毛利率 25.8%，已接近 2018Q1 的 26.5%，同比+7.6pct，环比+2.0pct。

图 3：2018Q4 以来公司毛利率持续回升，已接近 2018Q1 水平



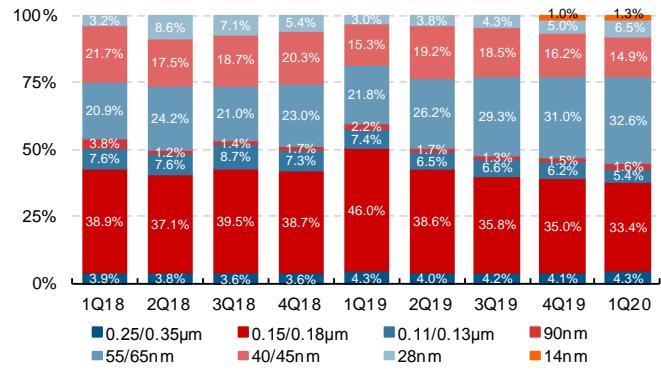
资料来源：SMIC, 长江证券研究所

图 4：公司费用管理成效显著



资料来源：SMIC, 长江证券研究所

成熟制程产能满载，先进工艺研发顺利。受益于摄像头、电源管理 IC、指纹识别、特殊存储等应用需求强劲，公司成熟制程和先进制程占比持续提升。2020Q1 公司 55/65nm 制程产品占比同比+10.8pct，环比+1.6pct；28nm 制程产品同比+3.5pct，环比+1.5pct；14nm 制程产品同比+1.3pct，环比+0.3pct。

图 5：公司成熟制程+先进制程占比持续提升


资料来源：SMIC,长江证券研究所

根据集邦咨询旗下拓墣产业研究院分析，2020 年第一季度晶圆代工厂的营收排名中，中芯国际排名行业第五位，预计市场占有率为 4.5%。

表 1：2020Q1 全球前十大晶圆代工厂营收排名（百万美元）¹

排名	公司	2020Q1E	2019Q1	YoY	M/S
1	台积电 (TSMC)	10,200	7,096	43.7%	54.1%
2	三星 (Samsung)	2,996	2,586	15.9%	15.9%
3	格芯 (GlobalFoundry)	1,452	1,256	15.6%	7.7%
4	联电 (UMC)	1,397	1,057	32.2%	7.4%
5	中芯国际 (SMIC)	848	669	26.8%	4.5%
6	高塔半导体 (TowerJazz)	300	310	-3.2%	1.6%
7	世界先进 (VIS)	258	224	15.2%	1.4%
8	力积电 (OSMC)	251	178	41.0%	1.3%
9	华虹半导体 (HuaHong)	200	221	-9.5%	1.1%
10	东部高科 (DBHiTek)	158	139	13.7%	0.8%
前十大合计		18,060	13,736	31.5%	95.8%

资料来源：拓墣产业研究院（2020/03 根据各厂商公开资料整理），长江证券研究所

根据 ChipInsights 的数据，2019 年中国大陆本土晶圆代工整体营收为 391 亿元人民币，中芯国际排名国内第一。（华虹集团包括华虹宏力合上海华力的营收，华润微和武汉新芯只计算晶圆代工营收）

需求强劲成熟制程产能满载，先进制程产能持续开出

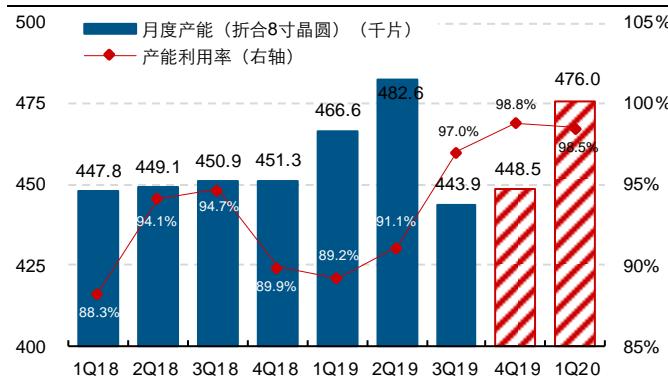
需求强劲，产能满载。公司 2020Q1 产能增加 27,500 片/月（折合 8 寸晶圆），主要系天津 200mmFab、北京 300mmFab、上海 300mmFab，2020Q1 产能分别环比+5,000

¹ 注：

三星计入 System LSI 及晶圆代工事业部之营收；格芯计入 IBM 业务收入；力积电仅计入晶圆代工收入；华虹半导体仅计算财报公开数字

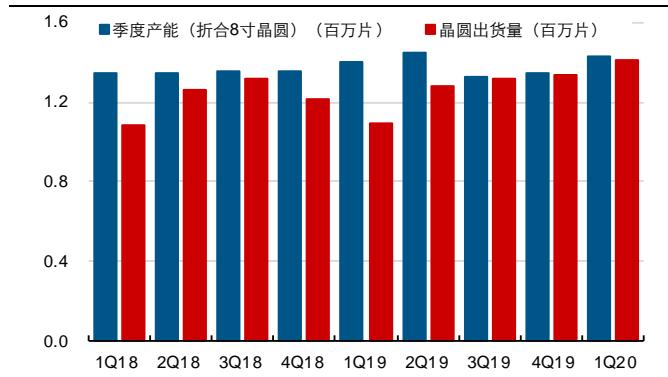
片/月、+9,000 片/月、+1,000 片/月（未折合 8 寸晶圆）。产能持续满载，产能利用率为 98.5%，同比+9.3pct，凸显下游需求强劲。同时，晶圆出货量稳定提升，2020Q1 公司实现晶圆出货 140.67 万片，同比+29.12%，环比+5.03%。

图 7：公司月度产能大幅增加



资料来源：SMIC, 长江证券研究所

图 8：公司晶圆出货量持续提升



资料来源：SMIC, 长江证券研究所

表 2：公司产能情况（千片/月）

	制程	规划产能	1Q18	2Q18	3Q18	4Q18	1Q19	2Q19	3Q19	4Q19	1Q20
上海 200mm 晶圆厂	0.35μm~90nm	120K/M	109.00	108.00	106.00	109.00	112.00	115.00	112.00	115.00	115.00
上海 300mm 晶圆厂	40nm~14 nm	20K/M	17.00	17.00	15.00	10.00	10.00	8.00	8.00	2.00	2.00
北京 300mm 晶圆厂	0.18μm~55nm	50K/M	46.00	43.00	42.00	42.00	47.00	50.00	50.00	52.00	52.00
天津 200mm 晶圆厂	0.35μm~0.15μm	50K/M	50.00	50.00	53.00	60.00	58.00	57.00	58.00	58.00	63.00
深圳 200mm 晶圆厂	0.18μm~0.13μm	60K/M	35.00	35.00	40.30	42.00	45.00	50.00	52.00	55.00	55.00
深圳 300mm 晶圆厂			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	-	-
北京 300mm 晶圆厂 (控股)	40nm~28 nm	35K/M	29.00	32.00	33.00	33.00	33.00	36.00	37.60	41.00	50.00
上海 300mm 晶圆厂 (控股)	14nm	70K/M	-	-	-	-	-	-	-	3.00	4.00
阿韦扎诺											
200mm 晶圆厂 (控股)			40.00	42.33	42.33	42.33	42.33	42.33	-	-	-
月均产能 (8吋晶圆)			447.75	449.08	450.88	451.33	466.58	482.58	443.85	448.50	476.00
晶圆出货量			1083.63	1258.34	1315.01	1217.69	1089.50	1284.45	1315.44	1339.40	1406.71

资料来源：SMIC, 长江证券研究所

2020 年中芯国际将逐步扩大 FinFET 产能，至 2020 年年底将达月产 15000 片。公司正在开发更加先进的 N+1 和 N+2 工艺（中芯国际内部代号），其中 N+1 工艺在去年四季度已经完成流片，目前处于客户产品验证阶段，预计今年四季度风险量产。从 N+1 工艺比 14nm，性能提升 20%，功耗降低 57%，逻辑面积缩小 63%，SoC 面积缩小 55%，除了性能提升幅度低于 7nm 工艺，功耗和稳定性上都与 7nm 工艺相近。

信心充足奏响突进乐曲，全年 Capex 大幅上调

下游需求强劲，公司信心充足。下游需求持续加强为公司进行扩产带来充足动力，公司 2020Q1 资本开支延续 2019Q4 增长态势，达 7.77 亿美元，同比+78.4%，环比+57.9%。半导体制造公司产能与对下游需求的判断高度关联，基于 2020Q1 成熟制程产能满载，先进制程工艺推进顺利，在通信、手机、汽车、消费电子等领域应用持续拓展，公司对未来充满信心，将 2020 全年资本开支计划上调 11 亿美元至 43 亿美元，预计较 2019 年的 20 亿美元增长 115%。

此前，公司的资本开支主要用于晶圆厂的设备及设施，此外还有部分用于建设员工生活区等。正是因为晶圆厂的持续投资，使得公司产能在过去几年中持续增长。本次公司将上调的 11 亿美元 Capex 将主要用于上海 300mmFab 和成熟制程生产线的设备和设施购置与建设，我们预计 14nm 先进制程产能将加速扩充，成熟制程也将在不断恢复的下游需求中收益。

图 9：2020Q1 资本开支持续高增，达 7.77 亿美元



资料来源：SMIC, 长江证券研究所

图 10：公司大幅上调 2020 全年资本开支计划，达 43 亿美元



资料来源：SMIC, 长江证券研究所

同时，公司对 2020Q2 维持较乐观预期，2020Q2 业绩指引为总营收约 9.32~9.50 亿美元，同比+18%~20%，环比+3%~5%；预计毛利率为 26%~28%，延续上行态势，同比+6.9pct~+8.9pct，环比+0.2pct~+2.2pct。

表 3：公司二季度业绩指引

	2Q2020 业绩指引	较 1Q2020	较 2Q2019
总营收	9.32~9.50 亿美元	+3%~+5%	+18%~+20%
毛利率	26%~28%	+0.2pct~+2.2pct	+6.9pct~+8.9pct

资料来源：SMIC, 长江证券研究所

中芯国际 2020Q1 业绩优于市场预期，对 2020Q2 给出较为乐观的业绩指引，同时大幅提升 2020 全年资本开支计划，凸显公司对下游需求和半导体行业景气情况的乐观预期，

未来有望重启成长，把握半导体产业的成长机遇。同时，随着中芯国际拟科创板 IPO+ 半导体国产化持续推进，公司未来将与国内半导体市场、设计/设备/材料供应商实现共同成长。

拟科创板回归+大基金增资加持，先进制程扩张提速

拟回归科创板 IPO，募资推进先进制程产能扩张。5月5日晚间，中芯国际(00981.HK)发布公告，拟于科创板发行不超过16.86亿股股份，扣除费用后，约40%的募集资金将用于12英寸芯片SN1项目，剩余的募集资金则用于先进及成熟工艺研发项目的储备资金以及用于补充流动资金。对于中芯国际回归科创板对国内半导体产业的意义，我们认为有三点：

- 1、A股市场将增加公司的融资渠道，公司募集资金支持高端制程的研发和产能扩张；
- 2、公司代表国内晶圆制造的最高水平，高端工艺制程的突破将支持国内IC设计企业的高端产品实现，降低国内IC设计企业对非大陆地区代工企业的依赖，提升国产供应链的安全性；
- 3、产能扩张一方面可以带动产业链上游半导体设备和材料的国产化发展，另一方面能够在非正常情况下保障国内大客户的产能供应。

公司本次募集资金的40%用于12英寸SN1项目，目前该项目三大单体建筑物建设已顺利完成，在建废品仓库和门卫室等配套工程，按计划整体项目将在8月底竣工。项目建筑总面积约40万平米，是目前全球体量最大的电子厂房项目，新建的12英寸芯片生产线投产后一条生产线规模可达每月7万片，投产工艺节点可覆盖14nm-7nm。

图 11：中芯国际 12 英寸芯片 SN1 项目效果图



资料来源：东方网,长江证券研究所

大基金强势增资，先进制程扩张提速。5月15日晚，两大国家级投资基金——国家集成电路基金Ⅱ及上海集成电路基金Ⅱ宣布分别向中芯南方增资15亿、7.5亿美元（约合160亿元）现金（此外中芯国际全资子公司中芯控股也将增资7.5亿美元现金）。本次增资完成后中芯南方的注册资本将由35亿美元增加至65亿美元。注资的大部分款项将根据发展计划用作资本开支。

先进制程技术+产能持续推进，增资中芯南方加速成长空间扩容。中芯南方是为中芯国际 14nm 及以下先进制程研发和量产计划而建设的、具备先进制程产能的 12 英寸晶圆厂（上海 300mmFab）。开发 14nm 及以下产能是公司的一项战略性的决策，可强化在先进制程产品制造的领先市场地位。

- 技术持续升级。中芯南方 14nm 已实现量产，目前正在开发更加先进的 N+1 和 N+2 工艺（中芯国际内部代号），其中 N+1 工艺在去年四季度已经完成流片，目前处于客户产品验证阶段，预计今年四季度风险量产。从 N+1 工艺比 14nm，性能提升 20%，功耗降低 57%，逻辑面积缩小 63%，SoC 面积缩小 55%，除了性能提升幅度低于 7nm 工艺，功耗和稳定性上都与 7nm 工艺相近。

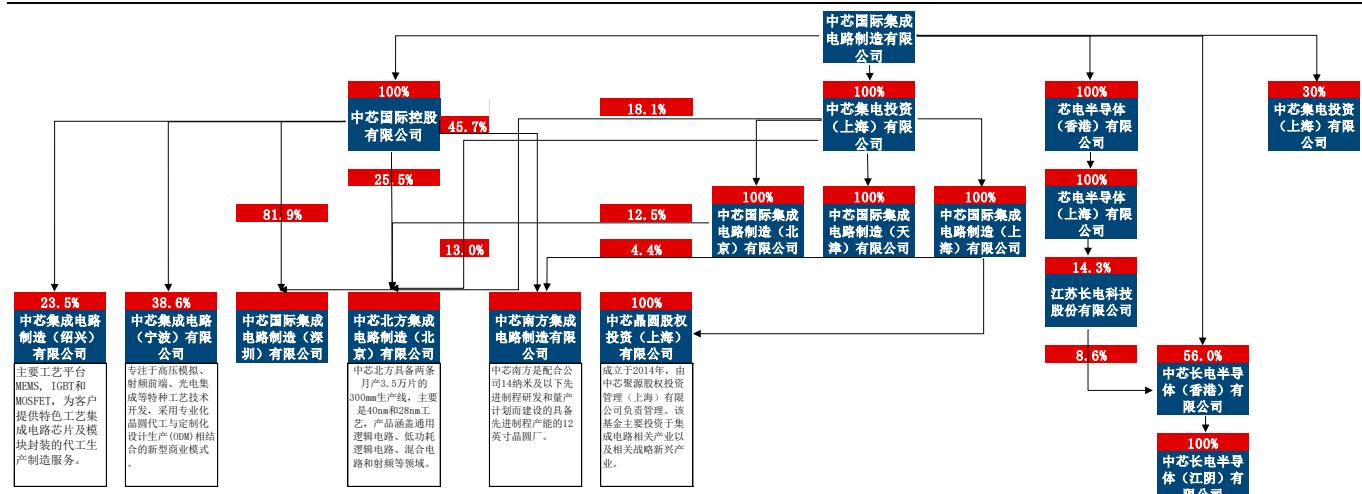
表 4：中芯国际与友商工艺进步对比

	SMIC	Sumsang		TSMC	
	N+1VS14nm	7nmVS10nm	10nmVS14nm	7nmVS10nm	10nmVS16nm
功耗降低	57%	50%	40%	40%	35%
性能提升	20%	20%	20%	20%	15%
面积减少	63%	40%	30%	38%	50%

资料来源：SMIC、Sumsang、TSMC，长江证券研究所

- **产能扩张迅速。**中芯南方 14nm 制程产能从 2019Q4 投产以来迅速扩张，目前 14nm 晶圆的产能已经达到了 6,000 片/月，较 3 月份 4,000 片/月提升了 50%。据公司公告，中芯南方的最终目标产能是 35,000 片/月，主要生产 14nm 及以下工艺先进晶圆，包括 14nm 改进型的 12nm 工艺，未来还有下一代的 N+1、N+2 代工艺。
- **客户导入顺利。**中芯国际已通过中芯南方的 14nm 生产线为华为生产麒麟 710A 并实现量产。展望未来，随着主流移动平台、汽车、物联网、云计算市场和高速铁路、智能电网、超高清视频及安全系统等高潜力领域的需求快速增长，叠加半导体国产化的持续推进，客户导入进程将不断加快，有望与国内多个终端厂商、多种主体客户达成合作。

图 12：中芯国际参控股子公司情况（本次增资前）



资料来源：中芯国际,长江证券研究所

中芯国际原本在中芯南方占比 50.1%，在新的合约中，各方的股权将有所变化，中芯国际的股权将降至 38.515%，其他分别由国家集成电路基金、国家集成电路基金 II、上海集成电路基金及上海集成电路基金 II 拥有 14.562%、23.077%、12.308% 及 11.538% 权益，显示中芯国际与国家战略力量的合作与联系进一步加强，凸显国家应对外部限制、实现关键环节自主可控的战略决心。

晶圆代工核心地位强化，牵引国内产业链共同成长

未来强化一站式 FinFET 全面解决方案，打造公司在国内芯片产业链的核心地位。公司作为国内最先进的 FinFET 厂，近年来积极推进 FinFET 先进制程工艺研发，已经能够提供完整的的 FinFET 技术平台与组合。2019 年公司与客户的 14 纳米 FinFET 制程实现重大进展，第一代 FinFET 经已成功开始大规模生产，并于 2019Q4 开始贡献收入；同时，第二代 FinFET 的开发稳定，客户导入亦畅顺。未来，随着公司在芯片代工、IP 支持+设计服务、光罩制作等各个环节中不断发力，未来公司有望进一步巩固在国内芯片产业链的核心地位。

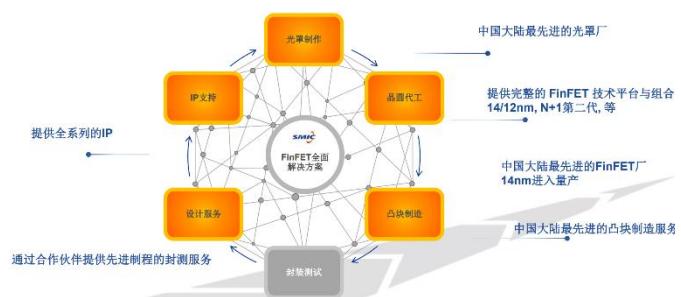
图 13：中国芯片产业链



资料来源：SMIC,长江证券研究所

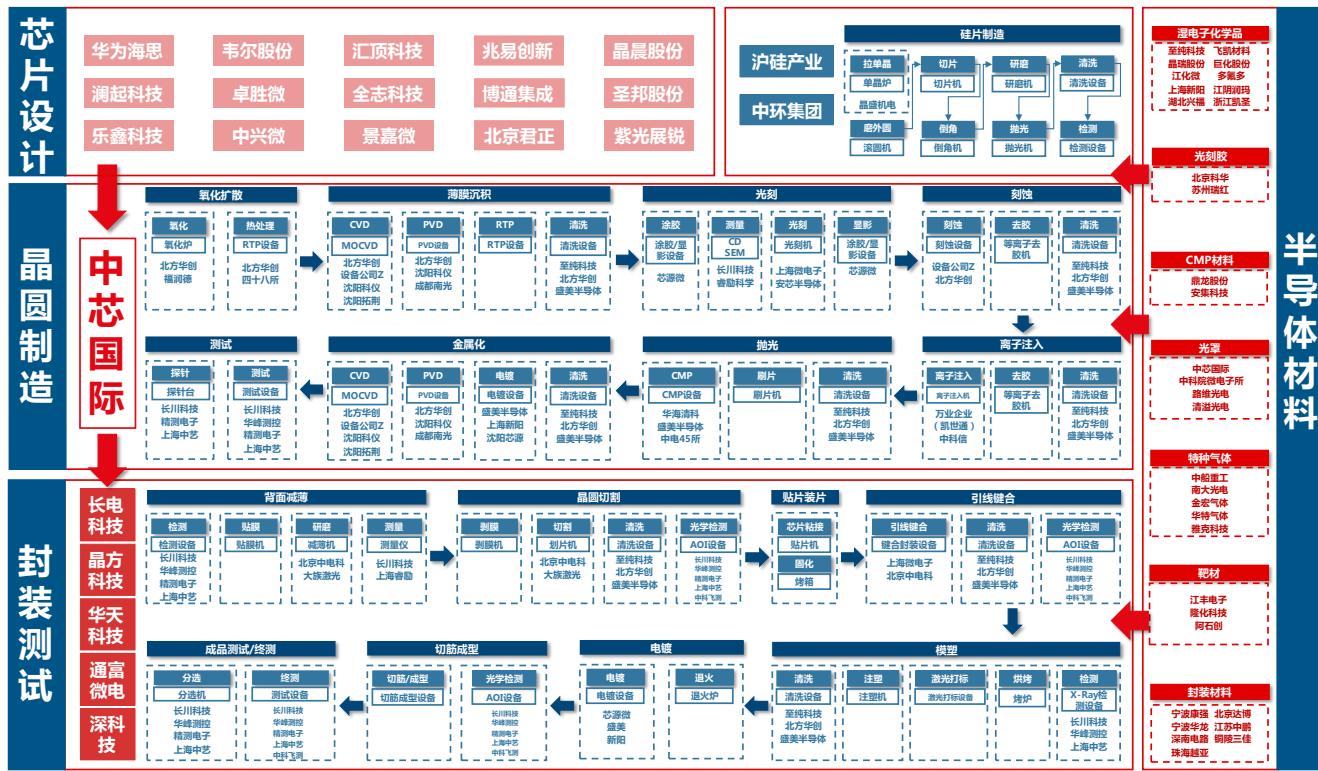
同时，公司的高速发展还将在半导体国产化加速推进的时代趋势中为国内半导体产业链的企业提供发展机遇，国内半导体行业将在 2020 年开始吹响新十年的前进号角，奏响半导体的时代最强音。

图 14：FinFET



资料来源：SMIC,长江证券研究所

图 15：中芯国际产业链全景图



资料来源：长江证券研究所

存储芯片双强突破，时代浪潮破浪前行

DRAM 接力长跑，长鑫存储曙光在望

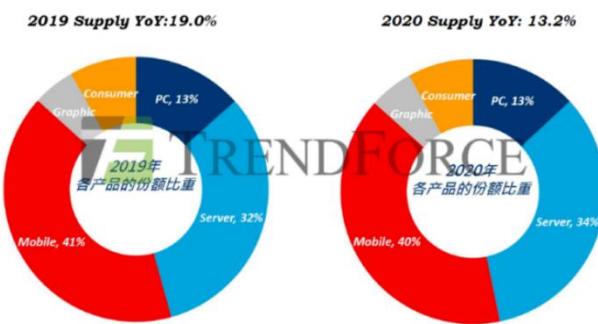
DRAM 产能+制程提升双缓，危中存机

DRAM 是半导体市场上占比最大的商品，需求未来在服务器等应用持续扩容下将持续上升。由于该产品的商品化性质和半导体产业的性质（规模经济高），现在三星电子，SK 海力士和美光科技（MU）三家公司占据着 95% 的市场份额。基于 IDC、智能终端、智能汽车、物联网等领域的需求增长，未来 DRAM 市场将持续增长，据集邦咨询，全球 2020 年内存市场年成长预估为 13.2%，主要原因是三大存储厂商 DRAM 策略趋于保守：

- 控费获利、资本支出增加趋缓，投片量同比成长较低；
- 工艺与制程转进减速。

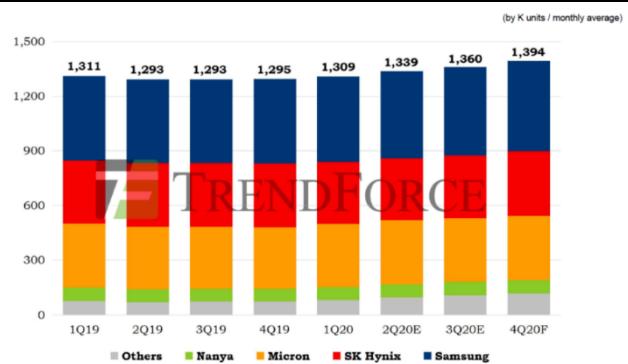
集邦咨询预估今年全球内存厂晶圆投片量年成长大概只有 6%，其中三星的投片规模预计从去年的 46 万片/月增至今年 50 万片/月；SK 海力士目前投片规模约在 30 多万片/月，今年的产能增长仅在无锡二厂；美光投片规模约在 33 万片/月~35 万片/月。

图 16：DRAM 市场市占



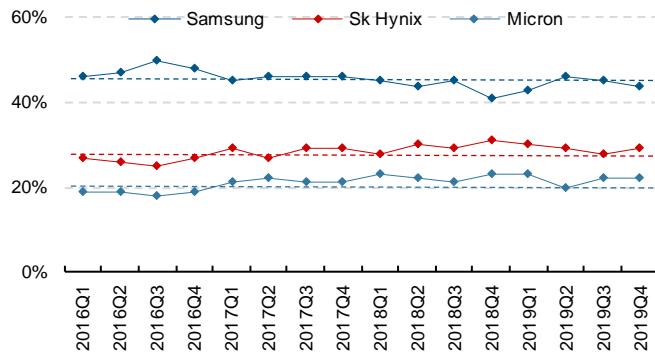
资料来源：TrendForce, 长江证券研究所

图 17：全球 DRAM 晶圆投片数量

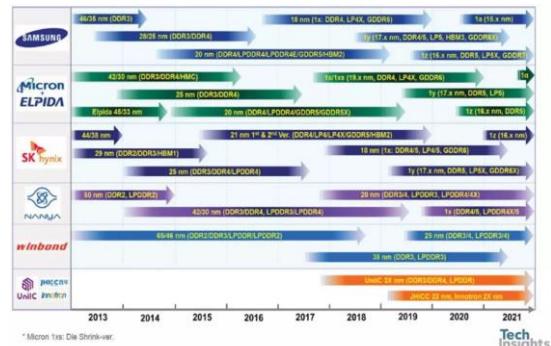


资料来源：TrendForce, 长江证券研究所

DRAM 位元供给的增长来源以工艺进步带来的密度提升为主，以产能扩张带来的投片量提升为辅。但是近年来 DRAM 在进入 20nm 制程以后，制程提升开始遇到瓶颈，主流厂商出于成本和研发难度的考虑，对工艺的定义已经不是具体的线宽，而是希望通过两代或三代 1Xnm 节点去升级 DRAM，由此称为 1Xnm、1Ynm、1Znm。

图 18: DRAM 市场市占


资料来源：KAVEEN,长江证券研究所

图 19: DRAM 制程进程


资料来源：TechInsight,长江证券研究所

接力长跑+技术突破，长鑫引领 DRAM 国产突破

作为国产 DRAM 长跑竞赛的接棒人（第一棒为奇梦达），合肥长鑫存储自 2016 年立项以来快速推进 DRAM 的研发与量产，2018 年年底即完成与国际主流 DRAM 产品同步的 10nm 级、第一代 19nm 8GB DDR4 的交样，随后在 2019 年 9 月 20 日宣布 19nm 8GB DDR4 投产，一期目标产能达 12 万片/月。这标志我国在内存芯片领域实现量产技术突破，拥有了这一关键战略性元器件的自主产能。

表 5: 长鑫存储项目进程与规划

时间	事件
2016.5	项目启动
2017.3	开始 12 寸晶圆一厂建设
2018.1	一厂完成厂房建设
2018.1	开始安装设备
2018.12	19nm 8Gb DDR4 交样
2019.9	19nm 8Gb DDR4 投产
2019.12	产能达 2 万片/月
2020	二厂建设规划
2021	突破 17nm 技术

资料来源：长鑫存储，长江证券研究所

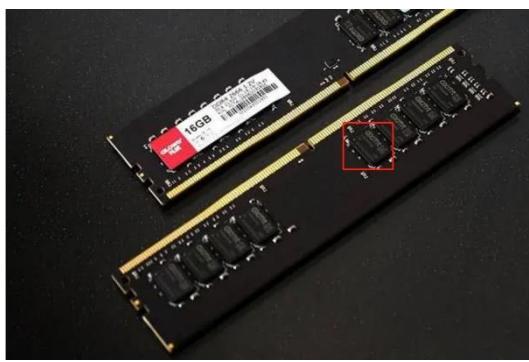
长鑫存储在产能、技术、知识产权和客户导入等方面进程持续推进：

- 积极扩张产能。**长鑫存储项目有三期，第一期投资约为 72 亿美元，第一期设计满载产能为 12 万片/月，约占到全球内存芯片产能的 10%。
- 技术研发迭代。**长鑫存储目前采用 10G1 工艺技术(即 19nm 工艺)制造 8Gb DDR4 DRAM，预计在 2020 年下半年采用同样的工艺制造 LPDDR4X DRAM；公司明年将向 17nm 制程工艺推进，也等同于三星/SK 海力士/美光的 1Y，用于生产 DDR4、LPDDR4X、DDR5 和 LPDDR5 DRAM；此外，公司也开始了在 EUV、HKMG 和 GAA 等目前还没有在 DRAM 上实现的新技术探索，有望在工艺制程之外突破 DRAM 技术的藩篱，为实现弯道超车提供技术支撑。

3) 完善专利布局。2019年12月5日，长鑫存储技术有限公司与Wi-LAN联合宣布，就奇梦达开发的DRAM专利，长鑫存储与WiLAN全资子公司Polaris Innovations Limited达成专利许可协议和专利采购协议。依据专利许可协议，长鑫存储从Polaris获得大量DRAM技术专利的实施许可。这些专利来自Polaris于2015年6月从奇梦达母公司英飞凌购得的专利组合。2020年4月，与美国半导体公司Rambus签署专利许可协议。依据此协议，长鑫存储从蓝铂世获得大量DRAM技术专利的实施许可。

4) 迅速导入客户。目前光威(Gloway)迈出了历史性的一歩，5月初上架了采用长鑫DDR4内存芯片的羿PRO系列内存。5月15日，江波龙宣布旗下嵌入式存储品牌FORESEE推出了3款国产化内存，分别为DDR4 SODIMM 8GB、DDR4 UDIMM 8GB、DDR4 UDIMM 16GB，核心DRAM均采用长鑫存储颗粒。江波龙称这几款采用长鑫存储DRAM颗粒的产品在单通、双通、四通满载Loading上都保持100%的测试通过率，在稳定性上的表现非常优异，目前已通过了国际主流方案的Intel Z390、Intel H310、AMDB450、AMDX570和国产方案的飞腾FT2000/4、鲲鹏920这些测试平台。

图 20：光威羿采用长鑫 DDR4 内存芯片的 PRO 系列内存



资料来源：光威官网,长江证券研究所

图 21：采用长鑫存储颗粒的江波龙 FORESEE 内存



资料来源：江波龙 FORESEE 官网,长江证券研究所

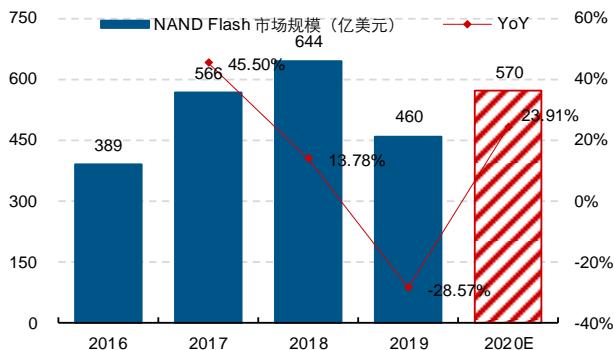
我们预计，长鑫存储未来通过自主研发、拥抱主流技术、引入创新型存储技术，以及与WiLAN等国际伙伴的合作，不断完善知识产权组合提供专利技术的可追溯性，将持续增厚在半导体核心技术和高价值知识产权方面的积累，进一步强化技术战略储备，保障公司DRAM业务在外部环境波动中稳定运营的能力，为公司提供相对稳定的发展空间。同时，随着外部限制恶化、外部环境不确定性增加，我国半导体国产化趋势确定性持续加强，本土厂商需求强劲，长鑫存储有望在技术、产能、专利、客户等多个维度构建公司未来的增长内核，为实现国产存储芯片弯道超车积蓄能量。

NAND Flash 跻身前列，长江存储跨越发展

NAND Flash 供需改善

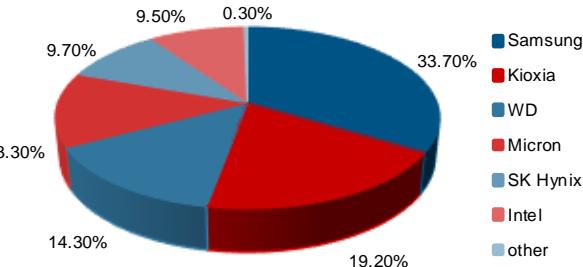
2019年全球NAND Flash销售额达460亿美元，同比减少29%。2020年，一方面全IDC、高容量5G手机需求强劲，另一方面由于资本支出的减少，2020年NAND Flash行业供给端增量有限，中国产业信息预计2020年销售额将达到570亿美元，同比实现回升23.91%。

图 22：全球 NAND Flash 市场规模



资料来源：中国产业信息网,长江证券研究所

图 23：全球 NAND Flash 市场格局



资料来源：中国闪存市场,长江证券研究所

多年累积终有回报，长江存储实现跨越式发展

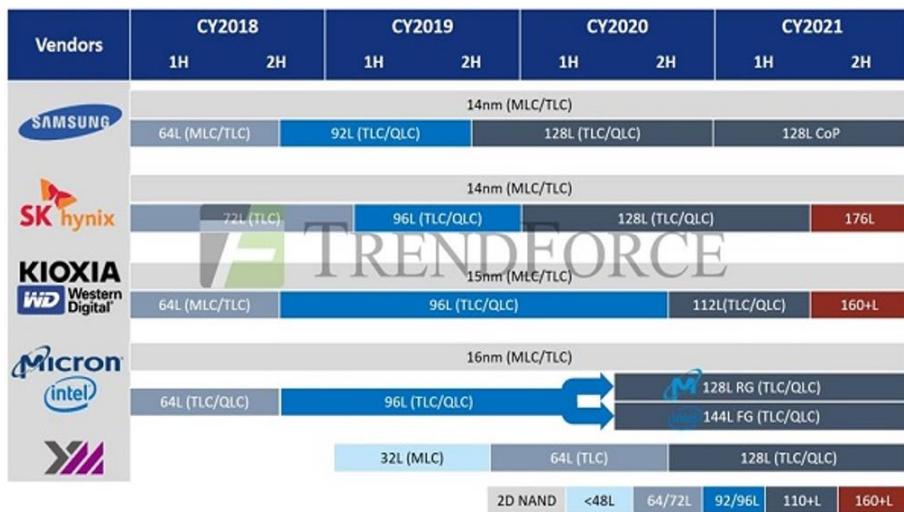
长江存储起步较晚，NAND FLASH 进展迅猛。2020 年 4 月 13 日，长江存储宣布业内首款 128 层 QLC3DNAND 闪存 (X2-6070) 研发成功，且已在群联和联芸两家控制器厂的 SSD 上通过验证，而这距 32 层 3DNAND 完成设计仅过去不到 3 年。长江存储在 2016 年成立之初产品仅为 32 层 3DNAND Flash，跟全球顶级厂商的差距约为 4-5 年（彼时三星已实现 64 层产品量产）；2018Q3 32 层 3DNAND Flash 实现量产，一年后 2019Q3 64 层 3DNAND Flash 实现量产（彼时三星已于一年前实现 96 层产品量产），随后长江存储跳过 96 层直接研发 128 层 3DNAND Flash，跻身全球前沿技术队列，技术实力突破速度持续增加。

多年累积终成回报，128 层技术跻身全球前列。长江存储的 X2-6070 是 128 层 QLC 规格的 3D NAND 闪存，也是我国首款 128 层 3D NAND 闪存芯片，拥有业内已知型号产品中最高单位面积存储密度 (QLC, 4bit/cell)，最高 I/O 传输速度 (1.6G/s) 和最高单颗 NAND 闪存芯片容量 (1.33Tb)，是上一代 64 层单颗芯片容量的 5.33 倍，在当今 128 层 3D NAND 为主流的全球闪存市场里意味着长江存储在 NAND FLASH 的技术上已经跻身全球第一梯队。X2-6070 将率先应用于消费级 SSD，并逐步进入企业级服务器、数据中心等领域，以满足未来 5G、AI 时代多元化数据存储需求。

128 层 3D NAND 意味着长江存储已经逐步跻身全球存储技术前沿：

- 三星于 2019 年 6 月推出 128 层 TLC 3D NAND 并于 8 月量产；同时三星正在开发 160 层或更多层的第 7 代 V-NAND Flash；
- SK 海力士 2019 年 6 月发布 128 层 TLC 4D NAND (本质上是 3D NAND Flash：单芯片采用 4 层架构设计，结合了 3DCTF、PUC 技术，芯片面积有一点缩减)，预计 2020 年进入投产阶段；
- 美光 2019 年 10 月宣布采用 Xpoint 技术的 128 层 3D NAND 流片出样，预计 2020Q4 投产；
- 铠侠 2020 年 1 月 31 日发布 112 层 TLC 3D NAND，量产时间预计将在 2020 年下半年。

图 24：全球主要存储厂商技术制程历史与规划



资料来源：TrendForce，长江证券研究所

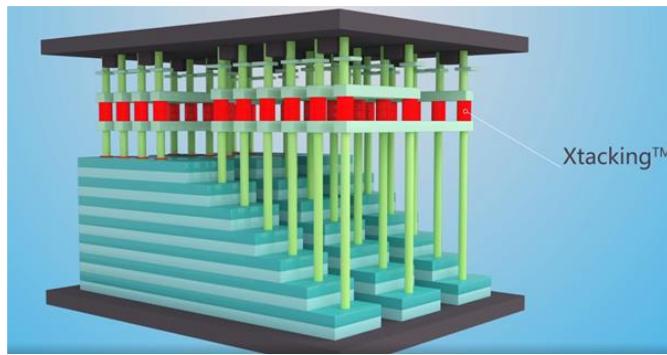
同时，Xtacking 带来更强技术竞争力：

2018 年 7 月，长江存储首次发布了突破性能的 3D NAND 构架 Xtacking，随着 Xtacking 升级到 2.0，这项技术创新带来的产品优势持续增强：

- **更快的 I/O 接口速度：**Xtacking 技术可在一片晶圆上独立加工负责数据 I/O 及记忆单元操作的外围电路，可以采用更为先进的逻辑电路设计，提高 I/O 速度，长江存储 X2-6070 目前设计 I/O 读写速度高达 1.6Gb/s。目前 NAND FLASH 主要有两种 I/O 接口标准，分别是 Intel、SK 海力士、群联、西数、美光主推的 ONFi，目前 ONFi4.1 标准的 I/O 接口速度最大为 1.2Gb/s，以及三星、东芝主推的 ToggleDDR，I/O 速度最高 1.4Gbps。
- **更高的存储密度：**外围电路约占传统 3DNAND 架构中芯片面积的 20~30%，随着 3DNAND 技术堆叠到 128 层以上，外围电路面积占比将超过 50% 以上。Xtacking 技术将外围电路置于存储单元之上，实现比传统 3DNAND 更高的存储密度，长江存储目前 X2-6070 可实现 1.33Tb 的高容量。
- **提升研发效率并缩短生产周期：**由于存储单元和外围电路可分别进行独立加工，可并行+模块化设计制造产品，产品整体开发时间可缩短三个月，生产周期可缩短 20%，从而大幅缩短 3DNAND 产品的上市时间。

此外，这种模块化的方式也为引入 NAND 外围电路的创新功能以实现 NAND 闪存的定制化提供了可能。

图 25：长江存储 X-Tacking 技术可缩小体积、增加 I/O 接口速度



资料来源：长江存储,长江证券研究所

长江存储 128 层 QLC 3D NAND 技术意味着我国存储技术已经在快速追赶过程中，未来或将在技术+产能上挑战三星、海力士等传统龙头。据长江存储预计，128 层产品 2020 年底到 1H2021 量产，2021 有望实现产能 10 万片/月，且有希望在 128 这一代产品上实现盈利。目前公司产能为 2 万片/月，12 英寸晶圆厂的 3D NAND Flash 产能尚处于爬升期，公司将尽快将 64 层产能爬升至 10 万片/月，并按期建成 30 万片/月产能。

表 6：长江存储项目进程与规划

时间	事件
2014.10	3D NAND 项目启动
2015.6	9 层 3D NAND 测试芯片通过电气性能验证
2016.7	32 层 3D NAND 测试芯片 T/O 完成设计
2016.12	一期厂房破土动工
2017.7	32 层 3D NAND 芯片 T/O 完成设计 (中国首款 3D NAND 闪存)
2017.9	一期厂房封顶
2017.11	32 层 3D NAND 闪存实现首次流片
2018.8	64 层 3D NAND 闪存实现首次流片
2018.Q3	32 层 3D NAND 闪存芯片量产
2019.Q1	一期实现 32 层 3D NAND 量产 5,000 片/月
2019.Q3	量产 64 层 256Gb TLC 3D NAND 闪存 (自主创新 Xtacking® 架构)
2020.4	128 层 QLC 3D NAND 闪存研发成功 (业内已知型号产品中最高单位面积存储密度, 最高 I/O 传输速度和最高单颗 NAND 闪存芯片容量)
2020E	进军 128 层 3D NAND; 年底 64 层 3D NAND 闪存产能实现 6 万片/月
2021Q1	实现 128 层 3D NAND 闪存量产
2023	全球 3D NAND 产能占比提高到 10.8%

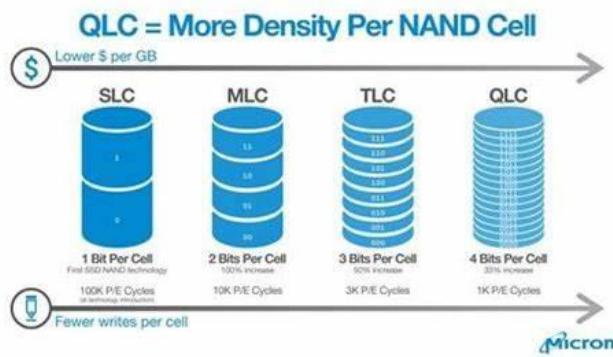
资料来源：长江存储, 长江证券研究所

行业周期或成关键机遇，长江存储蓄势弯道超车

NAND Flash 等存储芯片价格具有周期性，NAND Flash 价格 2018 年初至 2019 年间处于降价周期。2019 年 NAND Flash 的价格平均跌幅达 46%，行业营运利润持续走低，主要供应商陷入亏损，资本支出转为保守，产出增长规划亦创下历史新低。

经过接近两年的降价，目前 NAND Flash 价格虽然仍相对处于低位，但从 2019 年中开始逐渐有回暖趋势，同时在年初至今的疫情影响下，云端服务需求加速上升，远程办公、

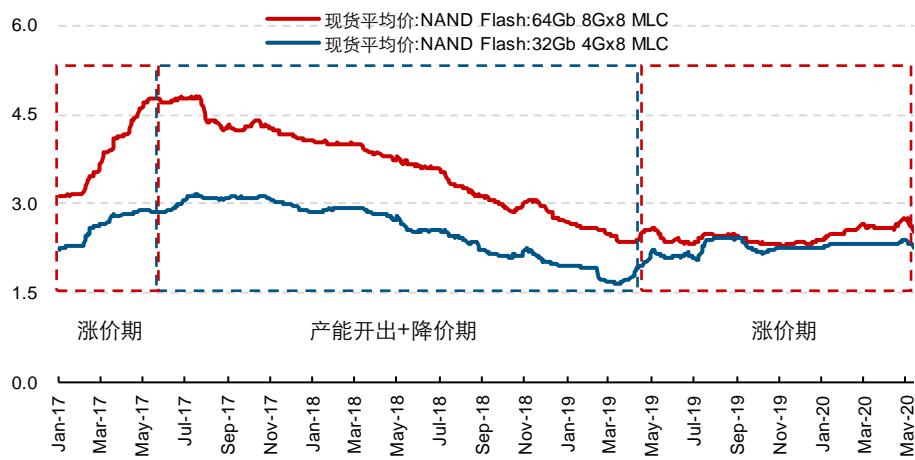
图 26：QLC 容量更大、成本更低



资料来源：美光,长江证券研究所

远程教育等对笔记本电脑需求的急速上升，备货需求逐渐涌现，连带提升 NAND 存储需求。据 Gartner 研究数据显示，在多种因素叠加影响+持续发酵下，2020 年存储市场规模预计将达到 1247 亿美元，呈增长态势。内存方面，由于从 2019 年开始持续短缺，以及晶圆厂的业务延迟和技术转型，NAND 闪存价格将不断提升，预计 NAND 闪存收入将在 2020 年增长 40%。

图 27：NAND Flash 价格波动



资料来源：Wind，长江证券研究所

供需情况改善，存储厂商开启新一轮扩张计划。在上一轮降价周期中，各厂商纷纷暂缓了扩产计划。如今随着下行周期的结束，各厂家又重启投资计划。

表 7：全球厂商产线与规划

厂商	产线情况	2020 年规划展望
三星	NAND Flash 产能约 75% 位于本土 (Fab12、Fab16、Fab17、P1、P2)，另有 25% 的产能则位于西安（西安一期、二期）；三星电子对其西安芯片工厂二期增加 80 亿美元的投资，将用于投产 128 层或更高堆叠层数的 3DNAND 芯片，三星此次的扩产计划，预计在 NAND Flash 闪存增加每月 6.5 万片芯片产能，全部集中在中国西安厂，预计于 2021 年下半年竣工，建成后将二期产能将达到每月 13 万片	一季度随着 NAND 市场趋于稳定，预计 NAND Flash 价格将由于服务器需求增长而持续上涨。目前第五代 V-NAND 适用于所有应用并处于量产阶段，同时为了提高盈利和产品竞争力，三星计划专注于扩大对超过 2TB 的高密度服务器 SSD 的需求，同时继续将迁移范围扩展到第五代 V-NAND。在 2020 年上半年加速向第六代 V-NAND 迁移
SK 海力士	NAND Flash 产能则全部位于本土的清州 (M11、M22、M15)、利川的 M14、M16 (在建) 厂为 NAND Flash 与 DRAM 混合厂	NAND Flash 方面，SK 海力士将不断提高基于 96 层 3DNAND 的 SSD 销量比例，以及将从 2020 年开始批量生产 128 层 3DNAND 产品，致力于增加高密度解决方案市场的销售
铠侠 西部数据	铠侠（原东芝存储）与合作伙伴西部数据的 NAND Flash 产线集中在日本本土的三重县四日市 (Fab2、Fab3、Fab4、Fab5、Fab6)，另外，其即将投产的 K1 厂与 2020 年计划新建的 Fab7 厂则位于本土的岩手县，计划 2020 年上半年开始生产 3DNAND；铠侠计划于 2020 年底在	铠侠：随着 SSD 的需求增长以及 NAND Flash 价格上涨，预计在未来几个季度里可以看到供应和需求逐渐恢复平衡 西部数据：NAND Flash 供应恢复平衡，预计 2020 年 NAND 产业 Bit 增长低于 30%

四日市工厂内建设 Fab7 工厂，用于投资最新的
3DNAND，计划 2022 年投产

美光	维吉尼亚 MTV、犹他 IMFT、新加坡 (IMFSFab10N、IMFSFab10X)、大连 Fab68	NAND Flash 行业供需平衡将改善，2020Q2 财季将 会是周期性底部，从 2020Q3 财季开始增长并持续恢 复至 2020 年下半年。预计 2020 年行业 NANDBit 需 求增长 30%。美光高价值 NANDBit 目标是在 2021 年 超过 80%。
英特尔	根据合约，美光将收购与英特尔合资的 IMFlash 公司股份，之后继续为英特尔生产一年 3DXpoint 内存。英特尔 2020 年底前都能得到美光代产的第一、 二代 3DXpoint 内存，之后英特尔就需由自己 工厂生产。后续英特尔的 NAND Flash 产能集中 在中国大连厂	英特尔大连厂仍维持现有产能，目前受疫情冲击较 小；在制程方面， 将继续投入 144 层产品的开发，预 计 2020 年下半年量产
长江存储	已知长江存储两个厂区都位于武汉。2020 年上半 年，一厂产能规模大概在 5 万片/月左右，年底前 规划会设计到 10 万片/月；二厂产能在逐步规划 中	

资料来源：与非网，长江证券研究所

未来，随着各家存储厂商产能在 2020、2021 年逐步开出、疫情逐步得到控制导致服务器等企业级需求增加减缓，NAND Flash 供需格局或将再次波动，行业可能脱离平台期、进入下行区间。在产业周期转换中各家存储厂商资本开支存减弱可能性（亦符合扩产周期性），长江存储在产品技术、工艺能力和生产规模可持续发力，叠加半导体国产化的国家决心、行业倾向和市场引导，长江存储或将迎来弯道超车的机遇期。

客户导入顺利，半导体国产化趋势明确

2020 年 4 月 26 日，国科微与长江存储正式签署长期供货协议，批量采购长江存储 64 层 3D NAND 颗粒，全年采购金额预计突破亿元。根据协议，在保障长期颗粒供货的同时，双方还将加强在技术、研发、创新、市场等领域的全方位交流与合作。

图 28：国科微预发布搭载长江存储 64 层 TLC3DNAND 颗粒固态硬盘



资料来源：国科微，长江证券研究所

在外部环境恶化、科技限制的加强的形势下，随着长江存储技术的不断迭代、产品性能的持续提升和产能的稳定扩张，我们预计未来长江存储有望加速导入国内客户，为未来挑战全球存储龙头提供坚实基本盘。

化合物半导体平台化发展，三安发力晶圆代工

区别于第一代单元素半导体，化合物半导体在**电子迁移率、禁带宽度、功耗**等指标上表现更优，具有高频、抗辐射、耐高电压等特性。化合物半导体材料最初的应用主要在LED芯片领域，因其材料的性能和参数优势逐步在射频、电力电子等领域崭露头角。

表 8：三代半导体材料与代表性材料对比

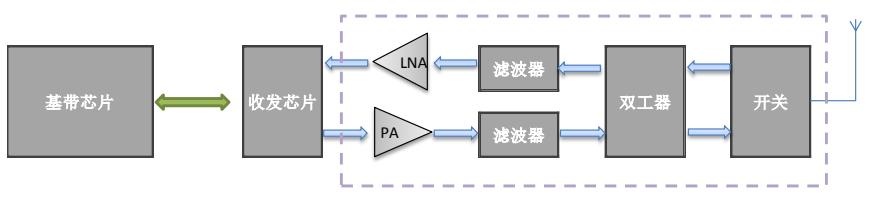
	产品类别	第一代半导体材料	第二代半导体材料	第三代半导体材料	备注
三 代 半 导 体 材 料 对 比	代表材料	锗(Ge)、硅(Si)	砷化镓、磷化铟(InP)	砷化镓、碳化硅、氧化锌(ZnO)	
	技术标准	大的晶圆尺寸、窄的线宽	使通讯速度、信息容量与存储密度提升	禁带宽度更高	
	主要产品形式	以大规模集成电路为主的产品	以光发射器件为基础的主要技术的计算机等电子光通讯、光存储等光电子系统	制造高频、大功率和高密度集成的电子器件	
	高频性能	差	好	好	
	高温性能	差	好	好	
	技术阶段	成熟	发展中	初期	
代 表 性 材 料 对 比	材料名称	硅	砷化镓	氮化镓	备注
	禁带宽度(eV)	1.12	1.42	3.42	宽禁带材料具备更高的耐压性质与工作温度
	饱和速率(10 ⁷ cm/s)	1.0	2.1	2.7	高饱和速率更适合高频工作
	电子迁移率(cm ² /Vs)	1350	8500	1500	高电子迁移率拥有更大电流
	热导(W/cK)	1.3	0.6	2.0	高导热更适合高温工作
	化学稳定性	好	好	好	稳定性好适合在各种酸碱环境工作
	抗辐射能力	好	好	好	抗辐射能力好适合复杂环境工作

资料来源：新材料在线，观研天下，长江证券研究所

GaAs 和 GaN PA 在 5G 阶段仍为主流

射频前端模块是连接收发芯片和天线的必经之路，是无线终端产品（手机、平板电脑等）通信系统和无线连接系统（Wi-Fi、GPS、Bluetooth、NFC、FM）的核心组件。射频前端模块的核心器件包括功率放大器（PA）、低噪声放大器（LNA）、滤波器、射频开关，目前化合物半导体材料在 PA 和 LNA 中广泛应用。

图 29：射频前端的结构图

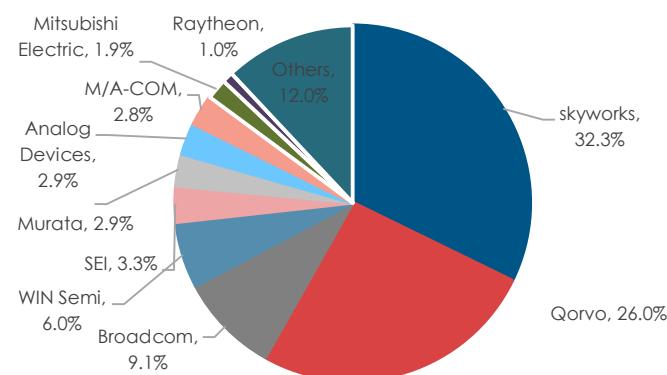


资料来源：Skyworks，长江证券研究所

在手机中，近年来由于硅制程不断进步，高频 RF CMOS 的工作频率与特性持续提升，手机及 WiFi 的射频收发机（包括射频开关和射频低噪放等）大多已采用 RF CMOS 制造，这也是商用通讯 IC 朝向高整合度单一 SoC 发展的必然结果。但由于硅先天物理上的特性如低崩溃电压、硅基板的高频损耗、信号隔离度不佳、低输出功率密度等，使得其在 PA 的应用上始终难以跟砷化镓抗衡。展望下一代 5G 技术，其数据传输速度将是现行 4G LTE 的 100 倍，目前硅制程 PA 不能应付如此快的传输速度，因此 GaAs PA 将进一步拉开与硅制程 PA 之间性价比的差距。

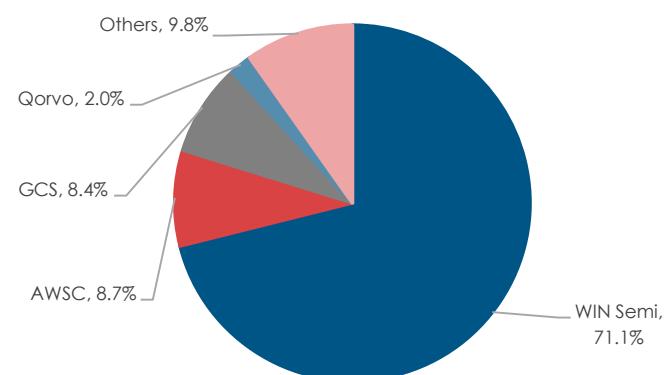
当前 GaAs PA 领域仍然以 IDM 公司为主，随着移动通讯与无线网络的蓬勃发展，PA 等元件的大量需求驱使更多的 IC 设计公司加入砷化镓半导体 IC 的开发与普及化，同时促成更大规模的 GaAs 晶圆代工市场。据 Strategy Analytics 的研究报告，2018 年全球砷化镓元件市场（包含 IDM）总产值约为 88.7 亿美元，达到历史新高；若以砷化镓晶圆代工市场而言，2018 年代工市场规模为 7.47 亿美元。

图 30：2018 全球砷化镓元件市场各厂商市占率(含 IDM 厂商)



资料来源：Strategy Analytics，长江证券研究所

图 31：2018 年全球砷化镓元件市场各厂商市占率(不含 IDM 厂商)



资料来源：Strategy Analytics，长江证券研究所

4G 基站采用 4T4R 方案，按照三个扇区，对应的射频 PA 需求量为 12 个；5G 基站预计 64T64R 将成为主流方案，对应的 PA 需求量高达 192 个，PA 数量将大幅增长。4G 基站用功率放大器主要为 LDMOS（横向双扩散金属氧化物半导体）技术，但是 LDMOS 技术适用于低频段，在高频领域应用存在局限性。**GaN PA 有望在 5G 频段快速渗透的主要原因有以下几点：**

- ✓ GaN HEMT 能同时满足下一代高频电信网络高频、高功率和高效率的要求；
- ✓ GaN 的宽带性能使得其能实现多频载波聚合等重要新技术；
- ✓ 对于既定功率的产品，GaN PA 体积更小，对应的寄生电容更小，较高带宽的设计变得更加轻松；
- ✓ GaN 元件更加适用于大规模 MIMO 技术，因为大规模 MIMO 中使用的耗电量大的有源电子扫描阵列（AESA），需要单独的 PA 来驱动每个天线元件，对 PA 提出了尺寸、重量、功率密度和成本的高要求。

根据集邦咨询的研究数据表明，2018 年由于 5G 通信试验基站的建设，基站端 GaN 射频器件市场规模达到 4.2 亿元；2019 年为中国 5G 建设元年，基站端 GaN 放大器同比增长达 71.4%；预计到 2023 年中国基站端 GaN 放大器市场规模达到 121.7 亿元。

图 32：预计到 2023 年中国基站端 GaN 放大器市场规模达到 121.7 亿元



资料来源：集邦咨询，长江证券研究所

全球基站 GaN 射频器件主要由 Sumitomo Electric (日本住友集团旗下)、Wolfspeed (Cree 旗下)、Qorvo、MACOM 等国外企业，国内发展 GaN 射频技术较晚，做相关器件的厂商也不多，主要包括三安光电、苏州能讯、中电科 13 所和 55 所等。

图 33: 全球 GaN 器件的产业链情况



资料来源：Semicon China，长江证券研究所

图 34：国内 GaN 器件产业链情况

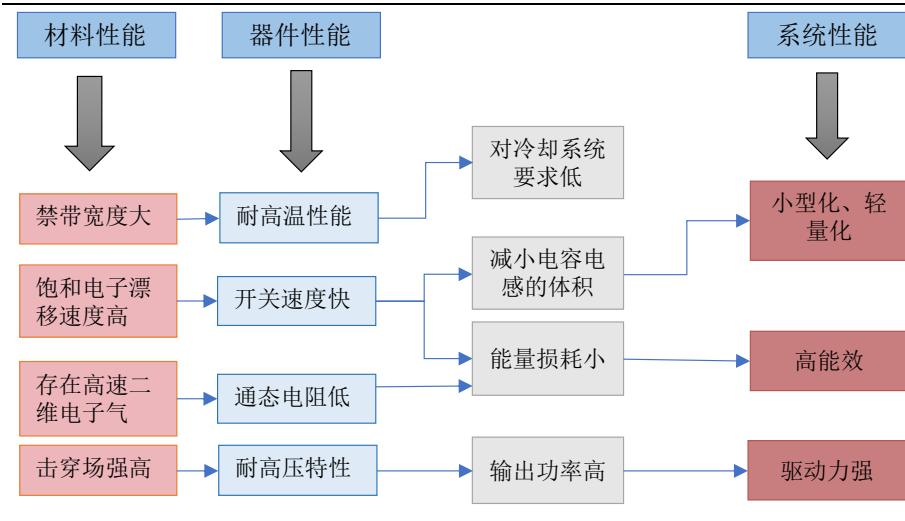


资料来源：Semicon China，长江证券研究所

GaN 和 SiC 功率半导体的全方位升级

电力电子器件又称为功率器件，主要应用于变频、变压、变流、功率放大和功率管理等领域，几乎用于所有的电子制造业，包括计算机、网络通信、消费电子、汽车电子、工业控制等。功率半导体器件主要包括：二极管、PIN 二极管、双极性晶体管、晶闸管、MOSFET、IGBT 等。**碳化硅（SiC）** 和**氮化镓（GaN）** 等第三代半导体因禁带宽度和击穿电压高，未来在功率半导体领域有很大的应用潜力，这一领域可以说是传统硅基功率半导体的全方位升级。

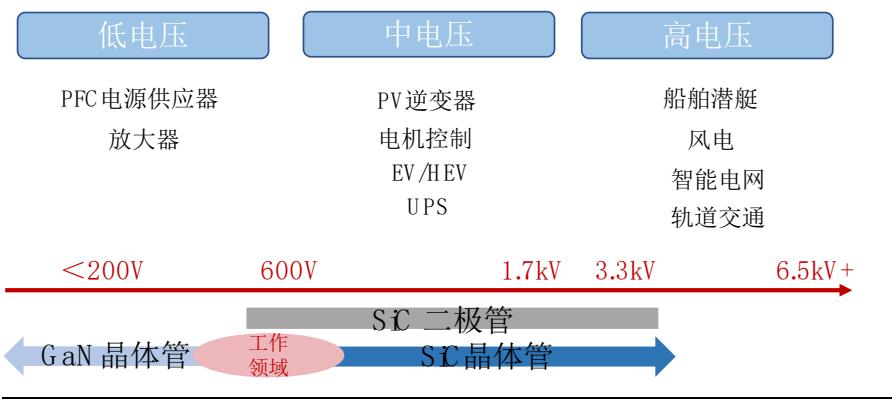
图 35：化合物半导体功率器件与硅基器件的对比



资料来源：半导体产业观察，长江证券研究所

目前第三代半导体功率器件发展方向主要有 SiC 和 GaN 两大方向，SiC 拥有更高的热导率和更成熟的技术，而 GaN 高电子迁移率和饱和电子速率、成本更低的优点，两者的不同优势决定了应用范围上的差异，GaN 的市场应用偏向高频小电力领域，集中在 600V 以下；而 SiC 适用于 1200V 以上的高温大电力领域。

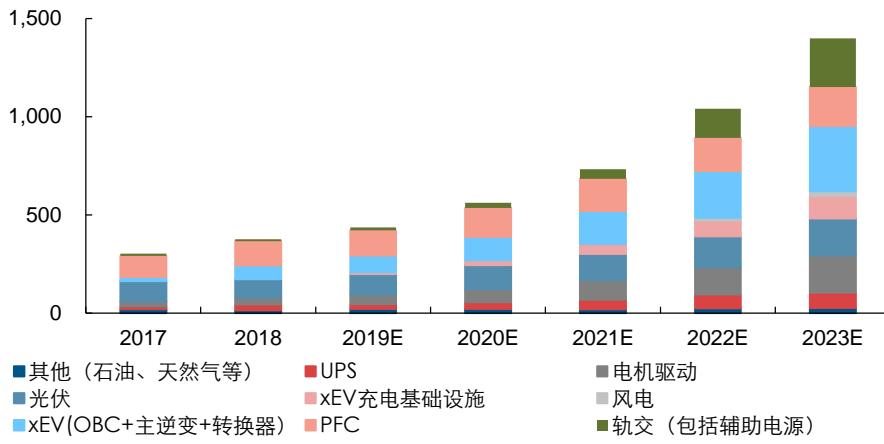
图 36：SiC 和 GaN 的应用领域不同



资料来源：Yole，长江证券研究所

目前，SiC 功率器件市场仍然主要受功率因素校正器（PFC）和光伏（PV）应用中使用的二极管驱动。在电源 PFC 电路中使用碳化硅肖特基二极管，电源效率提高显而易见，同时由于不再需要考虑软开关或无损吸收技术，缩短了电源的开发周期、减少了元件数量、简化了电路结构，更为重要的是它减小了对周围电路的电磁干扰，提高了电源的可靠性，使产品具有更高的竞争力。**SiC 的出现符合未来能源效率提升的趋势，也是产业链努力的结果，未来市场空间必将越来越大。**根据 Yole 的统计及预测，2017 年全球 SiC 功率器件的市场空间为 3.02 亿美金，预计到 2023 年，SiC 功率器件的市场空间可以达到 13.99 亿美金，**对应 2017-2023 年复合增速达到 29%。**

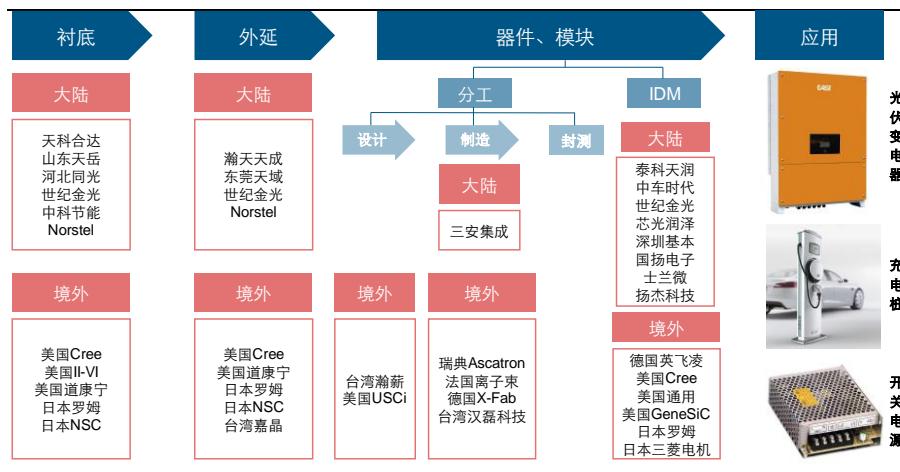
图 37: SiC 应用领域及其市场空间（百万美元）



资料来源：Yole, 长江证券研究所

类似于集成电路的制造，SiC 器件的生产也已经开始出现分工，但目前仍以 IDM 模式为主。SiC 产业链包括上游的衬底和外延环节、中游的器件和模块制造环节以及下游的应用环节。由于功率半导体的投资额较硅半导体要低，IDM 厂商较多，包括德国英飞凌、美国 Cree、美国通用、日本 Rohm 和日本三菱电机等。其中值得一提的是同样涉足 LED 产业的 Cree，拥有多年碳化硅衬底生产经验，并且其旗下的 Wolfspeed 是全球领先的射频与功率器件公司，拥有垂直一体化的生产能力。但由于大陆与台湾地区企业的进入，近年来专业分工模式也在增多，代工企业包括大陆的三安集成、瑞典 Ascatron、法国离子束、德国 X-Fab 以及台湾地区的汉磊科技等。

图 38: SiC 电力电子器件产业链

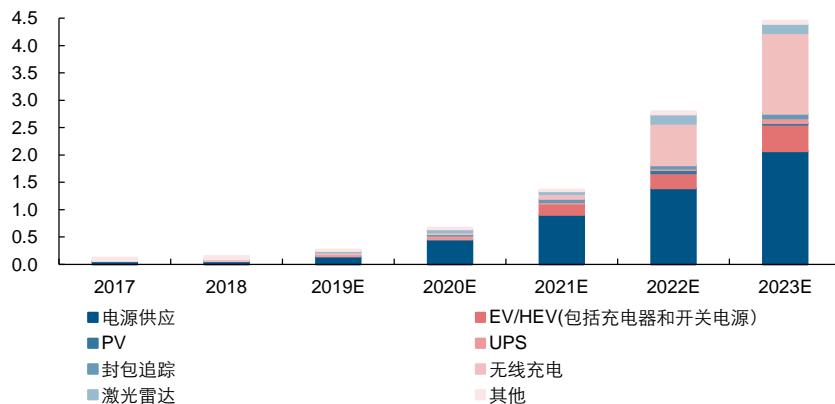


资料来源：半导体产业观察，长江证券研究所

GaN 器件相对 Si 器件有明显的性能优势，而 GaN 可以用廉价易得的 Si 做衬底，使得 GaN 器件相比于 SiC 器件具有更显著的成本优势。GaN 器件与 Si 器件竞争劣势在于价格较贵，很多厂商已经开始开发 GaN 集成系统使得在系统层面具有成本竞争力（耗尽型和增强型器件均可以做集成化），在另一个层面，系统级封装（SiP）也将降低模组的成本。

根据 Yole 的统计及预测，2017 年全球 GaN 功率器件的市场空间约为 1000 万美金，预计到 2023 年，GaN 功率器件的市场空间可以达到 4.3 亿美元，**对应 2017-2023 年复合增速达到约 87%。**

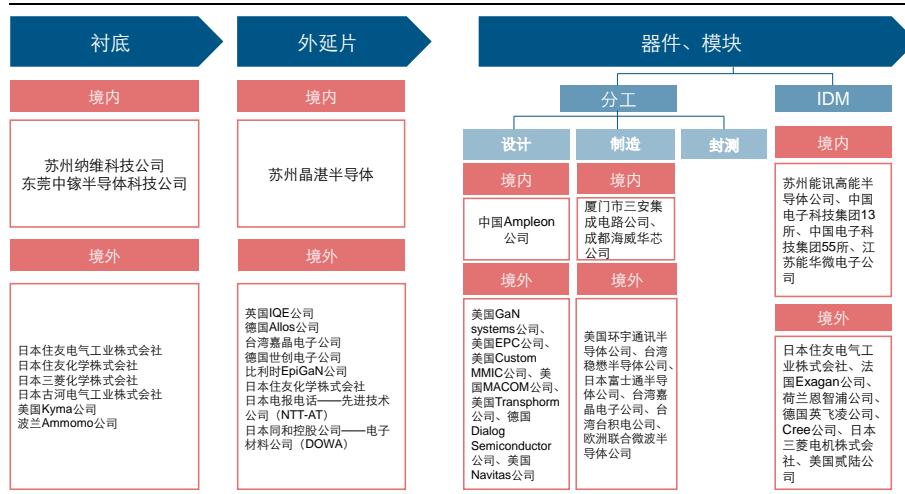
图 39：GaN 应用领域及其市场空间（亿美元）



资料来源：Yole，长江证券研究所

GaN 产业链包括上游的衬底和外延环节、中游的器件和模块制造环节以及下游的应用环节。目前 IDM 厂商较多，包括德国英飞凌、美国 Cree、美国 Avogy、美国 Exagan 和日本三菱电机等。随着行业的发展，GaN 功率器件领域涌现了一批初创设计企业，与拥有生产线的 IDM 企业或代工厂合作开发 GaN 器件产品，如 EPC、Transphorm、GaN System 等设计公司已与 On Semi、富士通半导体、台积电、X-Fab 等代工厂达成合作协议。

图 40：GaN 功率器件产业链

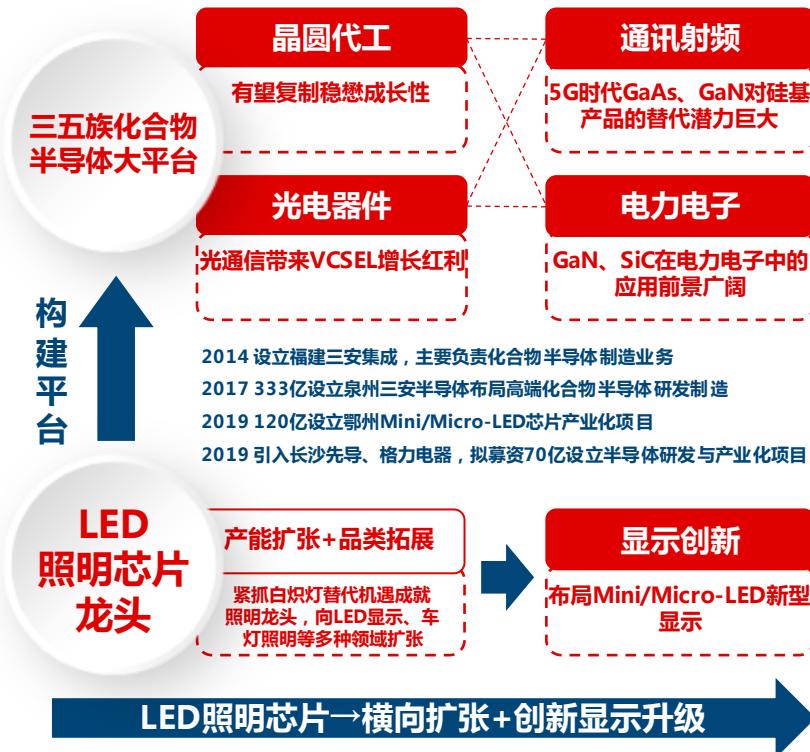


资料来源：半导体产业观察，长江证券研究所

三安光电发展的第一阶段主要专注于全色系超高亮度 LED 外延片、芯片与车灯的研发与生产；以 15 年为起点，三安延续其 III-V 族化合物半导体领域的生产经验，正式涉足化合物半导体制造业的晶圆代工服务，将业务范围从 LED 芯片拓展至通讯射频、光通信与电力电子等四大领域。三安深耕 LED 芯片领域多年，具备长期研发、生产 III-V 族材料的经验，建立全体系解决方案有助于三安把握 5G 趋势下化合物半导体的运用爆发。

- 打造强大的原材料自控能力，构建全体系化合物半导体制造工艺。2017年12月，公司又公告将在泉州南安投资333亿元建成III-V族化合物半导体、集成电路研发和产业基地，开启七大产业化项目。
- 时隔五载，化合物半导体业务逐一突破。三安集成与华为达成合作，预计从2020年开始将实现批量供应，将和LED芯片主业一起助力公司实现稳步跨越。

图 41：三安光电化合物半导体大平台之路



资料来源：长江证券研究所

图 42：公司通讯射频与电力电子业务产品情况

晶圆代工制程	制程系列	主要用途
HBT (砷化镓异质结双极型晶体管)	H20HL (高线性制程)	<ul style="list-style-type: none"> 手机，无线宽带功率放大器 手机，无线宽带低杂讯放大器增益器
	H20HR (高韧性制程)	<ul style="list-style-type: none"> 通讯信号切换器 通讯微波器件 增益器
pHEMT (砷化镓伪型态高电子迁移率晶体管)	P25ED (增强/耗尽混合型)	<ul style="list-style-type: none"> 通讯信号切换器 增益器
	P25PA (功率型)	<ul style="list-style-type: none"> 通讯微波器件
	P25SW (低启动阻抗型)	通讯射频
GaN SBD (氮化镓肖特基二极管)	快速回复肖特基二极管	电力电子
GaN FET (氮化镓场效应晶体管)	耗尽型场效应三极管	<ul style="list-style-type: none"> 消费电子产品的电源转换/反向器 汽车/交通工具使用电源转换/反向器
	增强型场效应三极管	工业用大功率电源转换/反向器

资料来源：三安光电，长江证券研究所

图 43：公司光通信业务产品情况

分类	主要特征	应用
监控光电二极管 (MPD)	型号: S-14ACPD07-G 光敏面: 200um 带宽: 800M 电极: P-top N-bottom	激光背光监控
	型号: S-12ACPD08-G 光敏面: 200um (square) 带宽: 800M 电极: P-top N-bottom	
光电二极管(PD)	I型号: S-10ACPD02-D 光敏面: 60um 带宽: 2.0G 电极: P-top N-bottom	GPON EPON Ethernet SONET/SDH Fiber Channel ATM CATV
	型号: S-15AMPD05-G 光敏面: 45um 带宽: 10G 电极: P/N on top	
	型号: S-15BMPD06-G 光敏面: 60um 带宽: 8G 电极: P/N on top	
雪崩光电二极管(APD)	型号: S-10AAPD01-G 光敏面: 50um 带宽: 2.5G 电极: P-top N-bottom	光通信

资料来源：三安光电，长江证券研究所

大基金一期成果斐然，一二级投资协力正向循环

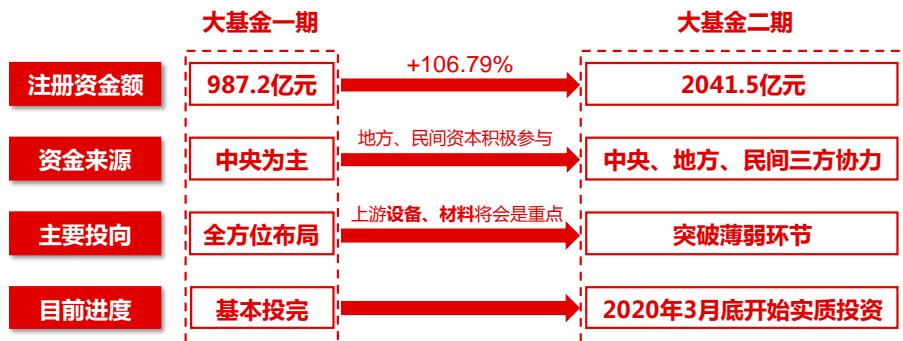
大基金资金加速半导体国产化，账面投资回报可观形成正反馈。大基金主要有两种投资方式：第一种是直接股权投资，包括定增、转让等，不仅给相关企业提供了资金支持，还可以一定程度上优化股权结构，提高企业运作效率；第二种是与地方政府资金、社会资金联动，撬动地方杠杆、社会杠杆。在大基金的资金及资源的双重因素助推下，被投企业加速发展，大基金账面投资回报也非常可观。

表 9：大基金一期中在二级市场的浮盈（亿元）

公司	投资方式	投资额	持股比例	最新市值	持股市值	浮盈
国科微	Pro-IPO	4	15.63%	92.85	14.51	262.79%
纳思达	定向增发	5	4.29%	333.47	14.31	186.11%
北斗星通	定向增发	15	11.47%	152.61	17.50	16.70%
兆易创新	协议转让	14.5	11.00%	1,033.73	113.71	684.21%
汇顶科技	协议转让	28.3	6.65%	1,096.17	72.90	157.58%
中芯国际	定向增发	27	15.78%	1,016.82	160.45	494.27%
三安光电	定增+协议	64.39	11.30%	1,011.04	114.25	77.43%
长电科技	定增+协议	49.31	19.00%	500.26	95.05	92.76%
通富微电	协议+定增+转股	16.09	21.72%	297.19	64.55	301.18%
中微公司	Pro-IPO	4.9	7.41%	1,124.01	83.29	1599.78%
北方华创	定向增发	24.3	10.30%	802.04	82.61	239.96%
长川科技	Pro-IPO+定增	2.03	9.86%	89.73	8.85	335.81%
华虹半导体	定向增发	27	18.86%	213.03	40.18	48.80%
晶方科技	协议转让	6.8	9.44%	243.23	22.96	237.66%
太极实业	协议转让	9.5	6.17%	251.06	15.49	63.06%
耐威科技	定向增发	10.28	13.77%	159.26	21.93	113.32%
景嘉微	定向增发	9.8	9.14%	183.35	16.76	71.01%
万业企业	转让	6.8	7.00%	164.13	11.49	68.96%
雅克科技	定增+协议	5.5	5.73%	203.61	11.67	112.12%
安集科技	Pro-IPO	1.1	11.57%	164.64	19.05	1631.67%
合计		331.6		9132.22	1001.496	202.02%

资料来源：远川研究（注：未计算 2020 年汇顶科技、国科微、晶方科技减持收益），Wind，长江证券研究所

图 44：大基金一期成效显著，吸引地方、民间资本形成合力



资料来源：长江证券研究所

大基金一期成果斐然，浮盈超 200%，二级市场更多的半导体关注度将进一步吸引一级市场资本投入，而一级市场资金投入是我国半导体企业从小微形态向具备核心技术的优质企业成长的重要支持，半导体企业成功上市也将为一二级市场投资人带来丰厚回报，形成一二级市场的正向循环。本次大基金二期注册资本大幅提升，地方、民间资本参与度更高显示这种正向循环未来还将持续强化，同时也是我国半导体国产化持续向好的重要反映，未来在国家和人民的持续支持+收益成长的正向循环下，我国半导体产业有望突破海外垄断，在风雨中闯出新天地，不再等待阳光，而是自身成为太阳。

图 45：一二级市场的正向循环



资料来源：长江证券研究所

投资评级说明

行业评级 报告发布日后的 12 个月内行业股票指数的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：

看 好： 相对表现优于同期相关证券市场代表性指数

中 性： 相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平

看 淡： 相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数

公司评级 报告发布日后的 12 个月内公司的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：

买 入： 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 10%

增 持： 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5%~10% 之间

中 性： 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 -5%~5% 之间

减 持： 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于 -5%

无投资评级：由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。

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

联系我们

上海

浦东新区世纪大道 1198 号世纪汇广场一座 29 层 (200122)

武汉

武汉市新华路特 8 号长江证券大厦 11 楼 (430015)

北京

西城区金融街 33 号通泰大厦 15 层 (100032)

深圳

深圳市福田区中心四路 1 号嘉里建设广场 3 期 36 楼(518048)

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点。作者所得报酬的任何部分不曾与，不与，也不将与本报告中的具体推荐意见或观点而有直接或间接联系，特此声明。

重要声明

长江证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号：10060000。

本报告仅限中国大陆地区发行，仅供长江证券股份有限公司（以下简称：本公司）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据；在不同时期，本公司可以发出其他与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告；本报告所反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表本公司或其他附属机构的立场；本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司及作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为长江证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的，应当注明本报告的发布人和发布日期，提示使用证券研究报告的风险。未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。

有点报告社群

分享8万+行业报告/案例、7000+工具/模版；
精选各行业前沿数据、经典案例、职场干货等。



截屏本页，微信扫一扫或搜索公众号“有点报告”
回复<进群>即刻加入