

半导体

从 um 级制造到 nm 级制造——半导体制造行业报告

半导体制造行业有三大壁垒：技术壁垒、资金壁垒、人才壁垒。

技术壁垒：摩尔定律推动着半导体制程的发展，同时行业集中度提升，越先进的制程，能生产的公司越少，10nm 以下制程只剩下英特尔、三星、台积电三家公司。存储芯片市场也受到拥有先进制程的三星、美光、海力士的瓜分。在制程发展中，需要解决功耗、频率、散热、尺寸等问题。成熟制程有 HKMG 工艺和 poly/SiON 工艺，先进制程有 FinFET 和 FD-SOI 工艺，且 7nm 以下工艺需要使用 EUV 光刻机。

资金壁垒：半导体制造行业是资本密集型行业，半导体制造厂商需要持续不断投入工艺制程和产品结构的研发。自 1990 年代以来，半导体行业在研发强度方面一直领先于所有其他主要工业领域，每年用于研发的支出平均约占总销售额的 15%。IBS 的数据显示：28nm 体硅器件的设计成本大致在 0.51 亿美元，7nm 芯片需要 2.98 亿美元，5nm 则需要 5.42 亿美元，成本增速越来越快。厂商的资本支出与其晶圆产能成正向关系。单看纯晶圆代工厂，台积电、中芯国际、联电、格芯资本支出均在代工厂前列，它们的晶圆产能都进入了全球前十二名行列。

人才壁垒：半导体制造行业是受研发和技术驱动的行业，对人才和技术极为看重。2018 年毕马威曾联合 SEMI 发布了一份问卷调查数据，受访者皆为全球半导体的行业高管，其中有 64% 的人认为人才风险是三大运营风险之一。《中国集成电路产业人才白皮书(2018-2019 年版)》预计中国 IC 制造行业人才 2021 年需求达到 24.6 万，比 2019 年多 10.2 万，因此半导体行业成为了国内引进人才最多的行业。中芯国际引进梁孟松，紫光集团旗下的长江存储，以及合肥长鑫的 DRAM 厂引进美光、SK 海力士等大厂的人才。

市场需求方面，半导体制造企业面向受到摩尔定律主导的市场和超越摩尔定律的应用市场。摩尔定律主导的市场是半导体市场的主战场，主要包括 CPU、存储、矿机等市场。**超越摩尔定律的市场包括射频、功率器件、传感器等市场，而这些市场专业度更高，需要综合考虑性能、集成度和成本。**根据 Yole 统计，2017 年超越摩尔的应用领域对晶圆需求为 4500 万片（8 英寸当量），预计到 2023 年需求会增长到 6600 万片，CAGR 10%。5G、IoT、车用半导体、AI 等新兴领域给这两个市场注入了新的发展动力，这也是近年来半导体领域应用的主线。

中国半导体产业正处于产业升级的关键阶段，国内半导体制造公司崛起迎来机遇。从国内半导体设计制造封测销售额看，半导体制造销售量在三者一直是最低者。1.先进制程需要大量的工艺研发和资本投入，能负担大额成本投入的晶圆厂越来越少，**摩尔定律放缓给国内制造企业提供了赶超的机会。**2.**下游应用细分化也是国内半导体制造企业的一大机会。**对于中低端 MCU、电源管理芯片等技术壁垒不高的细分市场，芯片专用化、性价比是重点。国内企业可以在这些市场找到突破口，积极布局渗透市场。3. **终端品牌的国产化给上游供应链带来发展机会，终端需求向上传导可以带动整个供应链的国产化。**5G 带动了“华为产业链”的发展，进入华为产业链的中芯国际也将在产业链的影响下有所收益。4.根据“中国制造 2025”重点领域技术路线图对 IC 制造产业的规划，**国产半导体制造产业的发展将围绕产能扩充与先进制程同步推进。**国家集成电路大基金的投资扶持半导体制造企业的发展。

风险提示：疫情发展的不确定性；中美贸易战不确定性；5G 发展不及预期；宏观经济下行从而下游需求疲软。



请务必阅读正文之后的信息披露和免责申明

证券研究报告
2020 年 06 月 28 日

投资评级

行业评级 强于大市(维持评级)

上次评级 强于大市

作者

潘暕 分析师
SAC 执业证书编号: S1110517070005
panjian@tfzq.com

陈俊杰 分析师
SAC 执业证书编号: S1110517070009
chenjunjie@tfzq.com

行业走势图

资料来源：贝格数据

相关报告

- 1 《半导体-行业研究周报:从 um 级制造到 nm 级制造》 2020-06-21
- 2 《半导体-行业研究周报:中芯国际 A 股再融资，硬核资产回归推动产业链上下游关注度》 2020-06-08
- 3 《半导体-行业研究周报:美光上调财测指引;持续推荐设备/材料主线》 2020-06-01

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)

内容目录

1. 半导体制造：半导体产业链中的王者.....	6
2. 半导体制造行业三大核心问题	6
2.1. 半导体制程发展之路：摩尔定律还能走多远？	6
2.1.1. 成熟制程——以 28nm 为代表	9
2.1.2. 先进制程——得先进制程者得天下.....	11
2.2. 晶圆尺寸	15
2.3. 晶圆产能	17
3. 半导体制造行业竞争逻辑	20
4. 制造行业长期成长逻辑/未来增量空间	23
4.1. 长期成长逻辑	23
4.2. 近年来的主线，5G、IoT、车用半导体、AI 提供大增量	31
5. 中国半导体制造业的机会在哪里？	35
6. 半导体制造厂商	37
6.1. 台积电	37
6.2. 三星	41
6.3. 英特尔	44
6.4. 格罗方德	45
6.5. 联电	48
6.6. 中芯国际	51
6.7. 华虹半导体	55
6.8. 晶圆代工企业估值对比	59

图表目录

图 1：摩尔定律晶体管数量的发展	6
图 2：DRAM 厂制程技术时程图	7
图 3：NAND 厂制程技术时程图	7
图 4：各制程节点的成本比较	8
图 5：2015-2025 年半导体各制程需求	8
图 6：28nm 与 40nm 制程的对比	9
图 7：Poly/SiON 工艺与 HKMG 工艺图	9
图 8：Poly/SiON 工艺与 HKMG 比较	10
图 9：poly/SiON vs. HKMG 性能与成本比较	10
图 10：各厂商导入 28nm 的时间	10
图 11：光刻机在半导体各产品制程的应用	11
图 12：3D FinFET、FD-SOI 和 2D palnnar 结构对比	12
图 13：FinFET 和 FD-SOI 对比	13
图 14：各厂先进制程发展图	13

图 15: Intel、TSMC、Samsung 各制程晶体管密度对比	14
图 16: 7nm 以下先进制程市场份额	14
图 17: 晶圆代工厂每片晶圆营收对比	14
图 18: 晶圆尺寸发展历史	15
图 19: 晶圆直径与面积对比	15
图 20: 每个技术节点的晶圆每单位面积的生产成本	15
图 21: 全球不同尺寸半导体硅片出货面积	16
图 22: 全球不同尺寸半导体硅片出货面积占比	17
图 23: 硅晶圆尺寸与制程对应	17
图 24: 200mm 硅片产能趋势	18
图 25: 300mm 硅片产能趋势	18
图 26: 300mm 硅片的产能及需求	18
图 27: 根据制程节点分类的全球 200mm 当量硅片月产能 单位: 百万	18
图 28: 全球与中国大陆芯片制造产能扩张情况	20
图 29: 晶圆厂平均产能利用率	20
图 30: 台积电与联电人才资源分布	20
图 31: 各厂先进制程发展图	21
图 32: 半导体研发支出年复合增长率	21
图 33: 台积电、联电、中芯国际研发支出 单位: 亿美元	22
图 34: 前五大半导体企业资本支出占比	22
图 35: 纯晶圆代工厂的资本支出 单位: 亿美元	23
图 36: 半导体制造领域资本、技术、人才三者相互作用形成马太效应	23
图 37: 半导体终端应用市场	26
图 38: 全球智能手机出货量	26
图 39: 全球数据中心服务器市场 单位: 亿美元	27
图 40: 逻辑器件营收变化及占比	27
图 41: 存储器件营收变化及占比	28
图 42: 存储市场细分营收变化 单位: 亿美元	28
图 43: 超越摩尔定律的器件对晶圆的需求量	29
图 44: 电源管理芯片营收按应用划分 单位: 百亿美元	30
图 45: CMOS 传感器营收及增长	30
图 46: MEMS 传感器营收及增长	31
图 47: 全球 5G 连接及占总蜂窝连接份额	31
图 48: 2019 年全球 5G 芯片组应用市场	32
图 49: 全球 IoT 各细分市场终端连接点数量 单位: 亿个	32
图 50: 汽车电子元件分布	33
图 51: 汽车各部分半导体收入	33
图 52: 汽车电子成本贡献及每辆车半导体用量	34
图 53: 不同级别自动驾驶的传感器数量	34
图 54: 全球 AI 芯片市场规模及增速	35
图 55: 国内半导体供需情况	35

图 56: 中国半导体营收结构 单位: 亿元	36
图 57: 台积电历年营收及变化	37
图 58: 台积电晶圆厂区	37
图 59: 台积电晶圆 14 厂外观	38
图 60: 台积电 12 寸厂内观	38
图 61: 2018 年台积电各晶圆厂客户及技术种类	38
图 62: 台积电制程发展	39
图 63: 台积电各制程营收占比	39
图 64: 28nm 及以下营收占比	39
图 65: 台积电晶圆产能 12 寸当量	40
图 66: 台积电研发支出及资本支出	40
图 67: 台积电股价变化 单位: 美元	40
图 68: 台积电 PE-Band	41
图 69: 台积电 PB-Band	41
图 70: 三星晶圆制造业务发展史	42
图 71: 晶圆制造业务营收	42
图 72: 2018 年三星晶圆制造营收与其他晶圆厂对比	42
图 73: 三星电子晶圆厂分布	42
图 74: 三星制程发展的技术支持	43
图 75: 三星制程发展路线图	43
图 76: 英特尔先进制程布局	45
图 77: 格罗方德发展历程	45
图 78: 格罗方德的营收变化	45
图 79: 晶圆厂分布	46
图 80: 格罗方德 FinFET 和 FD-SOI 两条技术路线	47
图 81: 格芯解决方案	47
图 82: 联电各项财务指标	48
图 83: 2Q19-1Q20 晶圆总产能变化 单位: 千片	49
图 84: 晶圆平均单价变化 (8 寸当量)	49
图 85: 2014-2019 年联电产能利用率	49
图 86: 18Q4-19Q4 产能利用率	49
图 87: 联电营收结构 (按制程分类)	50
图 88: 联电资本支出与研发支出	50
图 89: 联电收盘价	50
图 90: 联电 PB-Band	51
图 91: 联电 PE-Band	51
图 92: 中芯国际各项财务指标	51
图 93: 中芯国际 2019 单季度毛利率变化	52
图 94: 中芯国际晶圆厂分布	52
图 95: 中芯国际晶圆总产能及产能利用率 晶圆产能单位: 片	53
图 96: 中芯国际产能利用率与业界平均产能利用率对比	53

图 97：中芯国际营收结构按制程分类	54
图 98：中芯国际资本支出和研发支出	54
图 99：中芯国际收盘价	54
图 100：中芯国际 PE-Band	55
图 101：中芯国际 PB-Band	55
图 102：华虹半导体各项指标	56
图 103：华虹半导体每月产能及产能利用率	56
图 104：晶圆片单价变化	57
图 105：华虹半导体营收结构按制程划分	57
图 106：华虹半导体营收结构按产品分类	57
图 107：华虹半导体的资本支出及资本与营收比	58
图 108：华虹半导体收盘价	58
图 109：华虹半导体 PB-Band	58
图 110：华虹半导体 PE-Band	59
图 111：各晶圆制造厂 PB 对比	59
图 112：晶圆代工企业 PB vs ROE	60
 表 1：各个工艺节点和工艺及光刻机光源类型的关系图	11
表 2：全球前五大晶圆厂产能情况 等效为 200mm 计算	19
表 3：半导体下游市场增长	24
表 4：手机 CPU 世代表	24
表 5：Intel/AMD CPU 世代表	25
表 6：PC 出货量	27
表 7：半导体下游市场增长	27
表 8：台积电与三星在 7nm 上的区别	44
表 9：台积电与三星在其他先进节点上的对比	44
表 10：各厂商制程节点晶体管密度比较	44
表 11：各厂商制程节点晶体管密度比较（续表）	44
表 12：格芯各晶圆厂详情	46
表 13：联电晶圆厂规划情况及实际产能 单位：千片	48
表 14：中芯国际晶圆厂设计情况及实际产能 单位：千片	52
表 15：华虹半导体晶圆厂	56

1. 半导体制造：半导体产业链中的王者

将半导体产业链分为上中下游。上游芯片制造封测支撑行业，主要是半导体设备和材料提供商，设备代表厂商有 ASML、应材、Lam，国内企业有北方华创、中微公司；材料代表厂商有信越化学、SUMCO、住友化学、陶氏化学，国内厂商有华特气体、安集科技等。中游半导体制造产业分为集成电路设计、制造、封测三个部分。IC 设计厂商有高通、AMD、英伟达、联发科，国内厂商有华为海思、卓胜微、圣邦股份、紫光国微等；IC 制造厂商有台积电、联电、格罗方德，国内厂商有中芯国际、华虹半导体；IC 封测厂商有日月光、矽品、AMKOR，国内厂商有长电科技、华天科技、通富微电、晶方科技等。涵盖 IC 设计、制造、封测三者的 IDM 厂商有 Intel、三星电子、索尼、TI，国内厂商有长江存储和士兰微。半导体下游终端应用领域有汽车电子、工业电子、通信、消费电子、PC 等领域。

在行业价值链中，半导体制造占有近一半的产值，毛利率也较高，但高价值伴随着高壁垒，技术限制、高额的资本投入导致制造领域马太效应十分明显，龙头厂商市占率和毛利率均远高于其他厂家。

2. 半导体制造行业三大核心问题

半导体制造行业的关注点主要集中在三点上，这三个问题是半导体制造行业技术发展的强劲推动力，也是马太效应形成的根本原因：

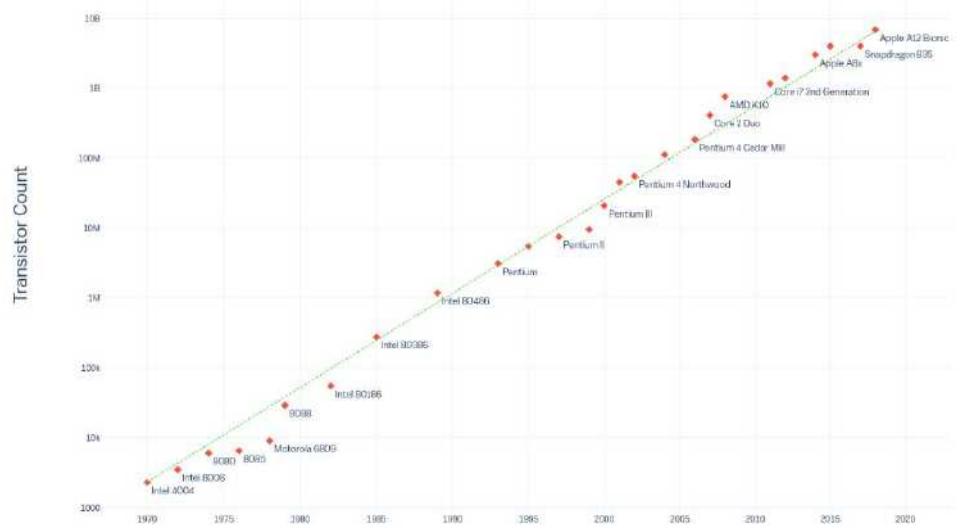
- 半导体制程的发展
- 晶圆的尺寸
- 晶圆厂的产能

我们将分别针对这三个问题进行深度剖析。

2.1. 半导体制程发展之路：摩尔定律还能走多远？

半导体制程工艺的发展，离不开摩尔定律。摩尔定律指出，当价格不变时，集成电路上可容纳的元器件的数目，约每隔 18~24 个月便会增加一倍，性能也将提升一倍。随着晶体管尺寸的减少，相同单位面积中可以容纳更多的晶体管，相同大小的处理器可以获得更高的处理能力。且小的晶体管消耗的功率少，这减少了芯片的总功耗，产生的热量也随之降低，因此可以进一步提高时钟速度。

图 1：摩尔定律晶体管数量的发展

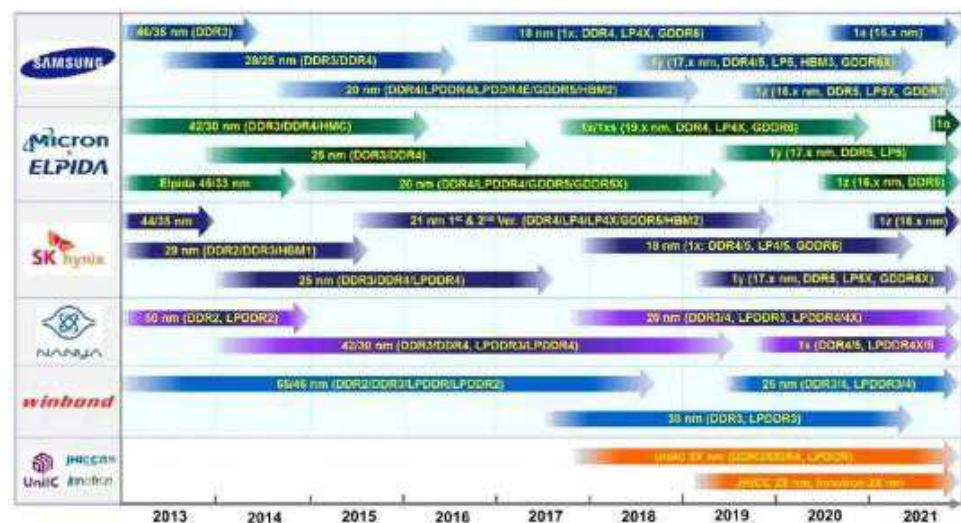


资料来源：techcenturion、天风证券研究所

在制程发展上, Intel、IBM、三星、GF 等按着 180nm -> 130nm -> 90nm -> 65nm -> 45nm -> 32nm -> 22nm 的步调前行(三星和 GF 在 32nm 后转向 28nm), 而台积电等半导体晶圆代工厂则走上了 150nm->110nm->80nm->55nm->40nm->28nm->20nm 的路线。随着制程的发展, 行业集中度提升, 10nm 以下制程只有英特尔、三星、台积电三个公司。

存储芯片制程发展与逻辑芯片制程发展速度不太一致, 但都受到摩尔定律的限制。DRAM 目前最先进工艺位于 18-15nm 之间, 通常认为 10nm 是物理极限。从 2016 年开始, 供应商开始采用 1xnm 节点制, 其中供应商在路线图上拥有三种 DRAM 产品 (1xnm, 1ynm 和 1znm)。最初, 将 1xnm 节点定义为具有 17nm 至 19nm 几何形状的 DRAM, 1ynm 是 14nm 至 16nm, 1znm 是 11nm 至 13nm。目前供应厂商的节点停留在 1xnm 状态 (1xnm, 1ynm, 1znm, 新三代制程包括 1anm, 1bnm, 1cnm 都属于 1xnm 节点机制)。各大厂商正在积极寻找新的解决方案, 继续扩展 DRAM 并提高性能, 在未来的制程节点上可能会使用 EUV 光刻实现转变。SK Hynix 计划在 1anm 使用 EUV, 该技术将于 2021 年面世。三星在 1znm 完成了对 DRAM 的 EUV 测试, 但不会用于量产, 可能会用于 1a 或 1b 的产品中。美光则计划将 193nm 浸没式光刻和 SADP 扩展到 1bnm。

图 2: DRAM 厂制程技术时程图



资料来源: TechInsight、天风证券研究所

NAND 闪存驱动器的容量取决于芯片中的单元数量。在 2D NAND 结构中, 存储单元在单个管芯层中彼此相邻放置, 以提高存储容量。单元尺寸从 120 nm 减小到 1x nm, 使容量增加了 100 倍, 且当前 15nm/14nm 已经达到了极限。2D NAND 技术存在两个局限, 一是单元缩小是依靠光刻技术实现的, 当光刻技术到达极限时, 单元无法进一步缩小; 二是当存储单元降至 20 nm 以下时, 电荷从一个单元泄漏到另一个单元的机会大大增加, 这种单元间干扰会导致数据损坏, 从而严重损害闪存的可靠性。因此厂商们转向 3D NAND, 单元以垂直堆叠的方式来增加密度。3D 堆叠有单层堆栈和线堆栈两种。在最新的 128 层中, 厂商大多使用两个 64 层进行堆叠, 三星计划单层堆叠, 在没有其他新突破的情况下, 128 层是单层堆叠的极限。而线堆叠在 500 层也可能存在问题, 因此还需要探索新的堆叠方法。

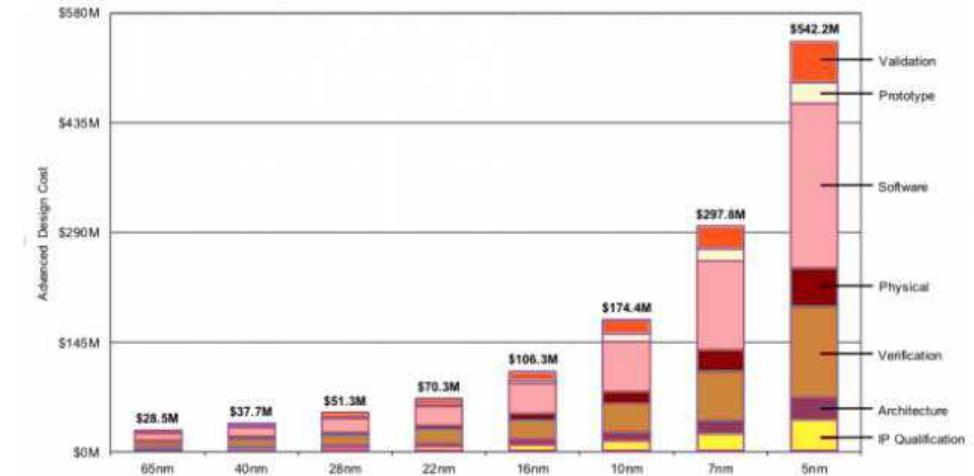
图 3: NAND 厂制程技术时程图

Manufacturers	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Tech Insights
SAMSUNG	1X 2D 19nm 16nm	1Y 32L 48L 20nm Zoom	1Z 64L Zoom, BiCS2, TLC/MLC 256/512G/LT		Z-NAND (Z-SSD, V-NAND Cell, 48L SLC: 1st gen.)					
TOSHIBA	19Y 2D	15nm_1st 15nm_2nd								XL-FLASH (Toshiba), LLF (WDC, 96L SLC/MLC)
WD Western Digital			48L (BiCS2) 19nm, 32GB TLC 128/256/512G	64L (BiCS3) 19nm, TLC/QLC 128/256/512G/T, LT	96L (BiCS4) 19nm, TLC/QLC 256/512G/T, LT	112/128L (BiCS5) 19nm, 64GB TLC 256/512G/T, LT	128L (BiCS6) 19nm, 64GB TLC 256/512G/T, LT	192L (BiCS6) 19nm, 64GB TLC 256/512G/T, LT	2XXL	
Micron intel	16nm 2D				Intel Optane SSD/DC DIMM	Intel Optane DCPMM, Micron QuantX				
i Flash TECHNOLOGIES			32T 40nm, FG	64T 30nm, 32GB TLC/QLC 256G/512G/1T	96T 30nm, FG, 48Lx2 512G TLC/3T QLC	128T 512G TLC/3T QLC	192T 512G TLC/1T QLC	192T Intel, Micron (CTP)	2XXL	
SK hynix	16nm 2D	1Y/1Y'/1Z 15/14nm, E3NAND	36L (V2_3D) 82nm, 16GB MLC	48L (V3_3D) 82nm, 32GB TLC	72/76L (V4_3D) 32nm, 40GB/32L 256G MLC/512G	96L (V5_4D) 40 PUC	128L (V6_4D) 40 NAND PUC	192L (V7_4D) 40 NAND PUC	2XXL	
			3D NAND	Conventional, eFG	Xtacking TM	Stacking TM	128L (Gen.3) Stacking TM , 84Lx2	192L		
Integration Innovation	Gate Materials (CoSi/NiSi → W)	DPT → QPT, Airgap (20) (20/19nm → 15/14nm)	3D GAA/CTF/FG, 32L/36L/48L/64L/72L/9XL (BiCS, TCAT, P-BiCS, CuA, Double-stacked)							128L/192L/256Land more (Stack, PUC, Xtacking, Triple Ox.)

资料来源：TechInsight、天风证券研究所

不管是逻辑芯片还是存储芯片，制程量级越低，技术难度越大，制作成本也越高。IBS 的数据显示：28nm 体硅器件的设计成本大致在 5130 万美元左右，而 7nm 芯片需要 2.98 亿，5nm 则需要 5.42 亿美元，成本的增长速度越来越快。

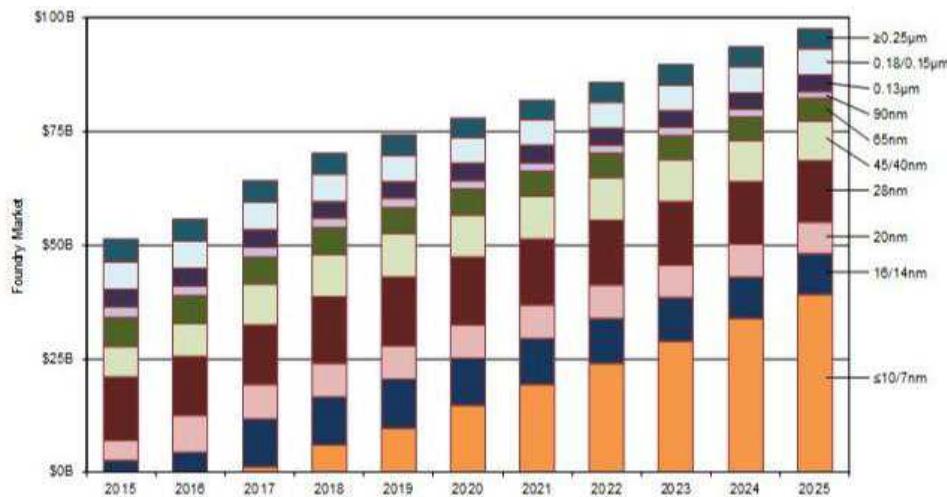
图 4：各制程节点的成本比较



资料来源：IBS、extremetech、天风证券研究所

半导体制程以 28nm 为界线，分为先进制程和成熟制程。从需求上看，先进制程需求在逐年增长，成熟制程需求较为稳定。

图 5：2015-2025 年半导体各制程需求

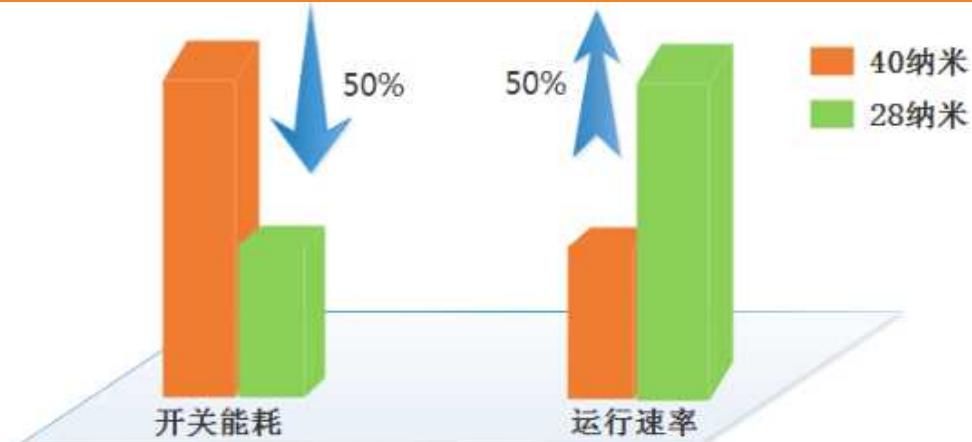


资料来源：SEMI、天风证券研究所

2.1.1. 成熟制程——以 28nm 为代表

28nm 是半导体制程里性价比最高、长周期属性明显的制程。一方面，相较于 40nm 及更早期制程，28nm 工艺在频率调节、功耗控制、散热管理和尺寸压缩方面具有明显优势。另一方面，由于 16nm/14nm 及更先进制程采用 FinFET 技术，维持高参数良率以及低缺陷密度难度加大，每个逻辑闸的成本都高于 28nm，从前面制程成本比较的图中也可以看出，先进制程每一代成本都加速上升。随着成本不断上升，只有少数客户能够负担得起转向高级节点的费用。

图 6：28nm 与 40nm 制程的对比

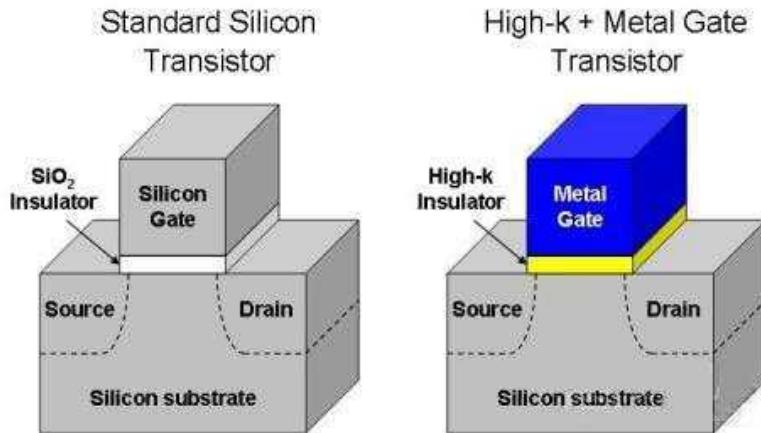


资料来源：华强电子网、天风证券研究所

28nm 工艺处于 32nm 和 22nm 之间，业界在 45nm 阶段引入了 high-k 值绝缘层/金属栅极（HKMG）工艺，在 32nm 处引入了第二代 high-k 绝缘层/金属栅工艺，这些为 28nm 的逐步成熟打下了基础。而在之后的先进工艺方面，从 22nm 开始采用 FinFET（鳍式场效应晶体管）等。28nm 正好处于制程过渡的关键点上，使其性价比高。

28nm 制程主要有 HKMG 工艺（金属栅极 + 高介电常数绝缘层 High-k 栅结构）和 Poly/SiON 工艺（多晶硅栅 + 氮氧化碳绝缘层的栅极结构）。与传统的 Poly/SiON 工艺相比，HKMG 技术可以有效的改善驱动能力，进而提高晶体管的性能，同时大幅降低低栅极漏电量。Poly/SiON 工艺的特点是成本低，工艺简单，适合对性能要求不高的手机和移动设备。HKMG 的优点是大幅减小漏电流，降低晶体管的关键尺寸从而提升性能，但是工艺相对复杂，成本与 Poly/SiON 工艺相比较高。

图 7：Poly/SiON 工艺与 HKMG 工艺图



资料来源：Elecinfo、天风证券研究所

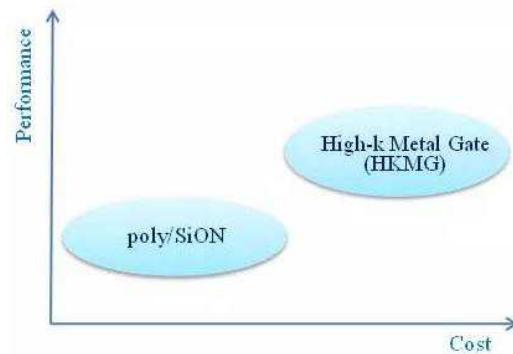
图 8：Poly/SiON 工艺与 HKMG 比较

SiON
1. Lower Gate which is more beneficial for front end dominated designs
2. Lower active power which is more beneficial to active power/total power limited products
3. Maintain continuity in strain engineering learning
4. Better manufacturing experience leverage
5. Can use LPT to gain speed at the expense of slightly higher cost

HKMG
1. Lower gate leakage, but its contribution reduces at high temperature operation
2. Better gate oxide scaling and therefore better channel control leading to shorter Lg and lower variation
3. Better mismatching performance leading to potentially better analog performance and lower SRAM Vcc_min
4. Higher drive current at the same Ioff
5. Lower DIBL(Drain Induced Barrier Lowering) to reduce power supply sensitivity and therefore better supports low voltage operation.

资料来源：Elecinfo、天风证券研究所

图 9：poly/SiON vs. HKMG 性能与成本比较



资料来源：拓墣产业研究所、天风证券研究所

市场上提供 28nm 制程的主要厂商有台积电、联电、三星、GF、中芯国际、华虹半导体等。台积电于 2011 年开始导入 28nm 制程量产，并在 2012 年攻克了 28nm HKMG 制程，三星则是在 2012 年实现了 28nm 的量产，并于 2013 年导入了 28nm HKMG。UMC 在 2014 年实现量产 28nm 的 HKMG，目前公司放弃了 12nm 以下先进制程的研发。格芯在 2013 年量产，格芯的主要工艺是 FD-SOI。中芯国际在 2015 年开始导入 28nm 制程量产的，并于 2018 年导入 HKMG，同年华虹宣布开始 28nm 制程量产。

图 10：各厂商导入 28nm 的时间



资料来源：半导体行业观察、电子工程世界、天风证券研究所

目前，虽然高端市场被 7nm、10nm 以及 14nm/16nm 工艺占据，但 40nm、28nm 等并不会退出。28nm~16nm 工艺现在仍然是台积电的营收主力，中芯国际则在持续提高 28nm 良率。

在下游需求方面，IoT/穿戴装置与面板驱动 IC 需求看涨。一方面，IoT 芯片功能大多以数据收集为主，功能单纯且需维持长时间使用并兼顾低价高量，因此多半集中在 28nm 以上的节点制造。近年 IoT 与各项领域结合程度越来越高，5G 与 AI 的推动让 IoT 有了进一步

的技术需求，也让客户评估制程技术转移的可能性。另一方面，受惠 OLED 面板在更多的终端应用产品上渗透率持续上升，以及国内 OLED 厂商产能陆续开出，OLED DDIC(面板驱动 IC)市场也将成为新一波 28nm 的成长动能；过去 OLED DDIC 以 40nm 制程为主，但为了满足日后需求量上升，在既有 40nm 产能已满载而 28nm 产能出现空缺的情况下，晶圆代工厂商也积极与客户合作制程转移，期望能达到填补 28nm 缺口并囊括更多订单。

2.1.2. 先进制程——得先进制程者得天下

半导体从成熟制程发展先进制程，必须要解决光刻、晶体管架构、沟道材料三个问题。

➤ 光刻

光刻是半导体制造过程中最难的一步。在半导体制作过程中，光刻设备会投射光束，穿过印着图案的掩模及光学镜片，将线路图曝光在带有光感涂层的硅晶圆上；通过蚀刻曝光或未受曝光的部份来形成沟槽，然后再进行沉积、蚀刻、掺杂，架构出不同材质的线路；此制程被一再重复，就能将数以十亿计的 MOSFET 或其他晶体管，建构在硅晶圆上，形成一般所称的集成电路。光刻决定了半导体线路的精度，以及芯片功耗与性能，相关设备需要集成材料、光学、机电等领域最尖端的技术。

表 1：各个工艺节点和工艺及光刻机光源类型的关系图

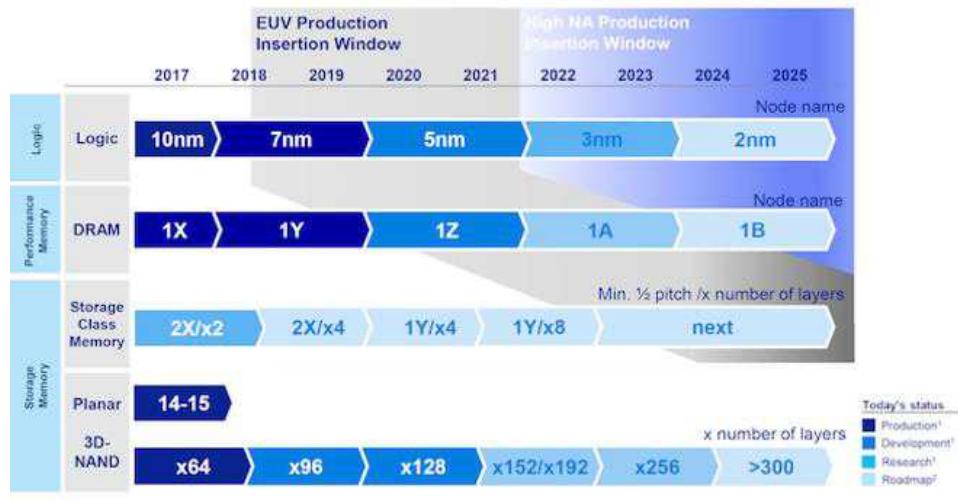
Node	Wafer Size	Metal	Litho	HKMG	FinFET
0.5um	200mm	Al	汞灯光源	g-line:436nm	
0.35um	200mm	Al		i-line:365nm	
0.25um	200mm	Al	DUV 光源	KrF:248nm(stepper)	
0.18um	200mm	Al		KrF:248nm(stepper&scanner)	
0.13um	200/300mm	Al/Cu		ArF:193nm	
90nm	300mm	Al/Cu		ArF:193nm	
65/55nm	300mm	Cu		ArF:193nm	
45/40nm	300mm	Cu		ArFi:193(134nm)	
28nm	300mm	Cu		ArFi:193(134nm)	√
22/20nm	300mm	Cu		ArFi:193(134nm)	√
14/16nm	300mm	Cu		ArFi:193(134nm)	√
10nm	300mm	Cu		ArFi:193(134nm)	√
7nm	300mm	Cu	EUV	EUV:13.5nm/ArFi:193(134nm)	√
5nm	300mm	Cu		EUV:13.5nm	√
3nm	300mm	Cu		EUV:13.5nm	√

资料来源：电子说、天风证券研究所

光源是光刻机核心之一，光刻机的工艺能力首先取决于其光源的波长。光源波长越短，激发出的更小尺寸的光子。曝光方式分为 Stepper 和 Scanner 两种。Stepper 一次性将整个区域进行曝光；Scanner 将镜头沿 Y 方向的一个细长空间曝光，硅片和掩模同时沿 X 方向移动经过曝光区动态完成整个区域的曝光。Scanner 曝光图像畸变小、一致性高，速度也更快，所以目前主流光刻机都是 Scanner。

下一代的工艺，就必须采用 EUV 光源的设备，三星 7nm 节点上已经采用了 EUV 设备。随着先进制程的进一步发展，EUV 光刻设备是必要设备。

图 11：光刻机在半导体各产品制程的应用



资料来源：ASML、天风证券研究所

目前 EUV 技术主要运用在逻辑工艺制程中。由于三星、台积电在 2019 年大规模量产 EUV 工艺，所以 2019 年是 ASML 的 EUV 光刻机大幅增长的一年。ASML 2019 年财报显示，全年共计出货 26 台 EUV 光刻机，营收 118.2 亿欧元，同比增长了 8%，EUV 光刻机的营收占比从 2018 年的 23% 提升到 31%。未来也会保持这个趋势，预计 2020 年交付 35 台 EUV 光刻机，2021 年则会达到 45 台到 50 台的交付量。ASML 还针对后续更为先进的 3 纳米、2 纳米制程的需求，开始规划新一代 EUV 光刻机 EXE:5000 系列。

➤ 晶体管架构

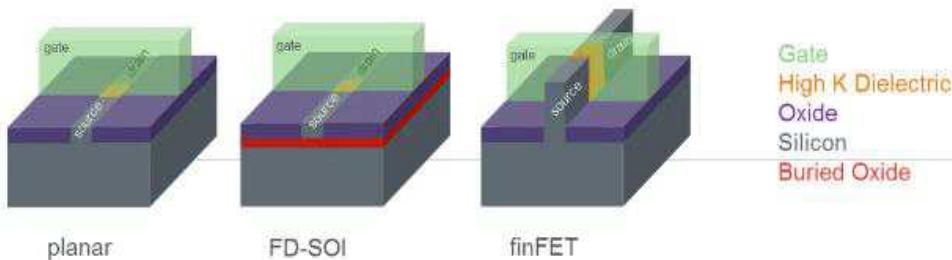
在半导体制程进化的过程中，um 级及高尺寸 nm 级采用的都是 MOS 结构，缩小尺寸就是缩小了栅极横向的宽度。随着制程要求的进一步提高，如果采用 MOS 结构，线宽需要继续缩小，这会造成源端和漏端短路，电路会因此失效，且饱和电流会过小。

为了解决这些问题，出现了 FinFET 技术和 FD-SOI 技术。

FinFET 是一种场效应晶体管，其具有一从基材突出的狭窄半导体材料有源区域，因此，类似于鳍(fin)。此鳍包括源极区域与漏极区域。鳍的有源区域通过浅沟槽隔离(shallow trench isolat1n, STI)而被分隔，一般通过二氧化娃(S12)。鳍式场效应晶体管也包括一位于源极区域与漏极区域之间的栅极区域。栅极区域形成于鳍的上表面与侧壁，以包裹围绕鳍。在栅极下方延伸且介于源极区域与漏极区域之间的鳍的部分为沟道区域。

FD-SOI 技术是一种平面工艺，利用不同的起始衬底，利用现有的 CMOS 平面制造方法的性能并扩展其性能。FD-SOI 衬底具有一层超薄的绝缘体层掩埋氧化物，位于基底硅的顶部。晶体管通道由非常薄的硅薄膜组成。在设计上，FD-SOI 技术比传统的大体积 CMOS 具有更好的晶体管静电特性，并减少了器件泄漏。

图 12: 3D FinFET、FD-SOI 和 2D planar 结构对比



资料来源：semiengineering、天风证券研究所

SOI 技术不需要在 Fab 厂上进行大量投资，且具有良好的背栅偏置选项。通过在 BOX 下方创建后栅极区域，我们还可以控制电压，这使其适用于低功耗应用。但 SOI 技术很难控制晶片中的锡硅膜，故晶片的成本要高于块状硅晶片，且 SOI 晶圆的供应商数量比较少，这将使总工艺成本增加约 10%。与 SOI 相比，FinFET 具有更高的驱动电流，应变技术可用于增加载流子迁移率，但 FinFET 制造工艺复杂。

图 13：FinFET 和 FD-SOI 对比



资料来源: design-reuse、天风证券研究所

在应用上, FinFET 主要应用于高性能、高集成度领域, 比如 GPU 和 CPU 等高性能器件。FD-SOI 在 IoT、5G、AI 和 ADAS/自动驾驶中在成本和性能方面显现出优势。

两种技术各有特点, 未来在 40/28 纳米, 14/10 纳米的 FD-SOI 和 FinFET 技术会共存一段相当长时间。最终发展到 7 纳米及以下时, SOI 也将从 2D 发展到 3D, 即发展为 SOI FinFET 工艺。这表明 SOI 与 FinFET 技术可能殊途同归。

➤ 沟道材料

沟道是连接 MOS 器件源和漏之间的一个导电区域, 沟道材料影响电子在沟道中的迁移率。半导体制程向更先进的节点迈进时, 需要找到合适的沟道材料, 加快电子在沟道中的移动速度, 提高器件的频率。锗及 III-V 族化合物具有这种特性, 但是这些材料必须要具备与硅材料兼容的工艺, 因此目前 SiGe 是比较好的选择。

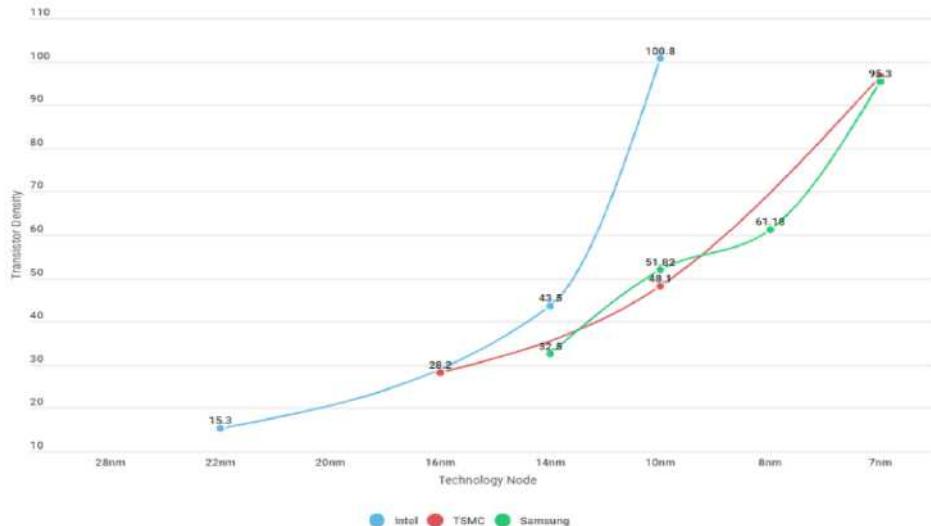
随着这三个问题的解决, 半半导体制程向先进工艺发展。目前, 台积电和三星均已有 7nm 工艺, 英特尔为 10nm 工艺, 但从晶体管密度上看, 英特尔 10nm 技术可与三星和台积电的 7nm 技术媲美。

图 14：各厂先进制程发展图

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Intel		14nm+	10nm (initial)	10nm	10nm+	7nm EUV	10nm++
Samsung	28nm FDSOI	10nm		8nm	7nm EUV	18nm FDSOI	4nm
TSMC	16nm+ FinFET	10nm	7nm 12nm	7nm+ EUV	5nm 6nm	5nm+ 6nm	
GlobalFoundries	14nm FinFET		22nm FDSOI	12nm FinFET	12nm FDSOI	12nm+ FinFET	
SMIC	28nm			14nm FinFET	12nm FinFET		
UMC		14nm FinFET			22nm planar		

资料来源: ICinsight、天风证券研究所

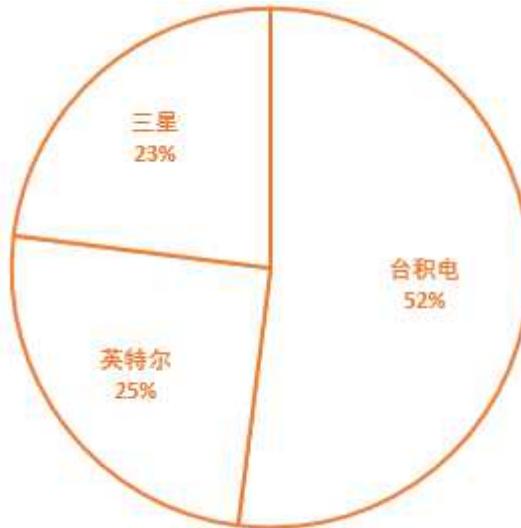
图 15：Intel、TSMC、Samsung 各制程晶体管密度对比



资料来源：techcenturion、天风证券研究所

拓墣产业研究院估计 2019 年 7nm 以下先进制程市场，台积电占比高达 52%，英特尔凭借其 10nm（相当于台积电 7nm）的量产拿到了 25% 的市场份额，三星的占比则为 23%。

图 16：7nm 以下先进制程市场份额

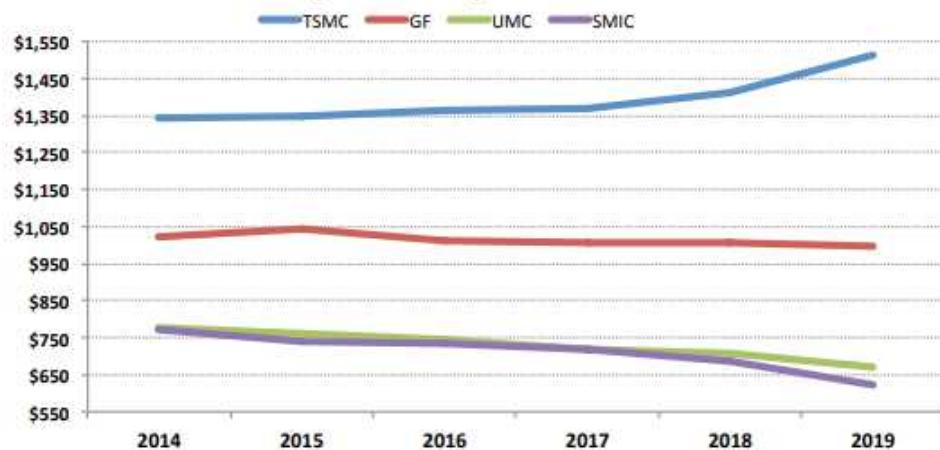


资料来源：techcenturion、天风证券研究所

先进制程的优势在哪里？

从客户端来看，目前选择 7nm 工艺的客户已经超过 10 多家 (AMD、苹果、Bitman、博通、海思、联发科、英伟达、高通、赛灵思、平头哥等)，7nm EUV 至少有 5 家 (AMD、苹果、海思、三星、高通)，6nm 的客户则除了以上的 5 家之外，还多了博通和联发科，5nm 目前已确认将采用的客户则有 AMD、苹果、海思、三星和赛灵思。这些客户带来庞大体量的订单给代工厂带来高额营收，2019 年，台积电作为唯一采用 7nm 工艺技术的纯晶圆代工厂，每片晶圆营收显著增加。台积电是唯一一家在 2019 年 (13%) 获得比 2014 年更高收入的纯晶圆代工厂。相比之下，GlobalFoundries、UMC 和中芯国际 (其最小工艺节点为 12/14nm) 的 2019 年每片晶圆收入分别比 2014 年下降了 2%、14% 和 19%。

图 17：晶圆代工厂每片晶圆营收对比



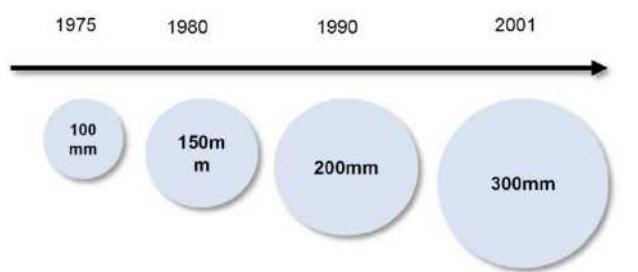
资料来源：ICinsight、天风证券研究所

除了晶圆代工和逻辑芯片制造外，三星、美光、SK Hynix 和 Kioxia/WD 等存储器供应商也在使用先进的工艺制造 DRAM 和 flash 存储器组件。下游企业采用越来越先进的工艺，未来先进制程会给制造厂商贡献更多的营收。

2.2. 晶圆尺寸

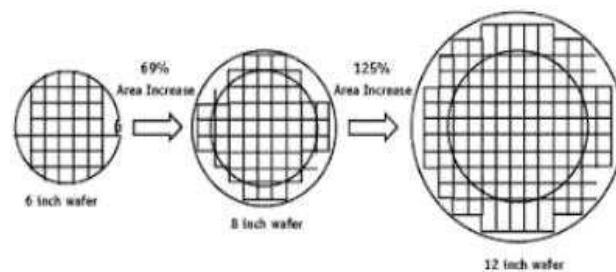
从晶圆发展历程来看，晶圆尺寸经历了 2 英寸、4 英寸、5 英寸、6 英寸、8 英寸和 12 英寸。晶圆的尺寸越大，在单片晶圆上制造芯片的数量就越多，单片芯片的分摊成本随之降低，并且晶圆片边缘的损失会减小，因此发展大尺寸晶圆片有利于降低成本，但同时对设备和工艺的要求也越高。在同样的工艺条件下，300mm 半导体晶圆的可使用面积超过 200mm 晶圆的两倍以上，可使用率（衡量单位晶圆可生产的芯片数量的指标）是 200mm 硅片的 2.5 倍左右。图 19 为不同尺寸晶圆面积对比，资料来源于文章 Critical Dimension Sample Planning for 300 mm Wafer Fabs (作者：Sung Jin Lee, Raman K. Nurani, Ph.D., Viral Hazari, Mike Slessor, KLA-Tencor Corporation, J. George Shanthikumar, Ph.D., UC Berkeley)。

图 18：晶圆尺寸发展历史



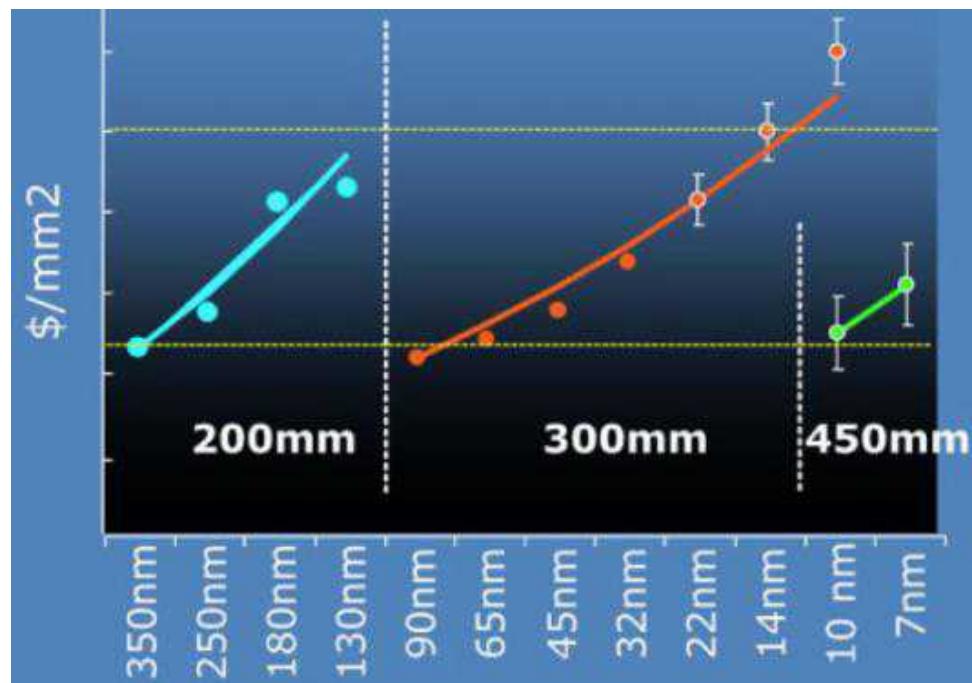
资料来源：Semi Media、天风证券研究所

图 19：晶圆直径与面积对比



资料来源：Yield Management Solutions、天风证券研究所

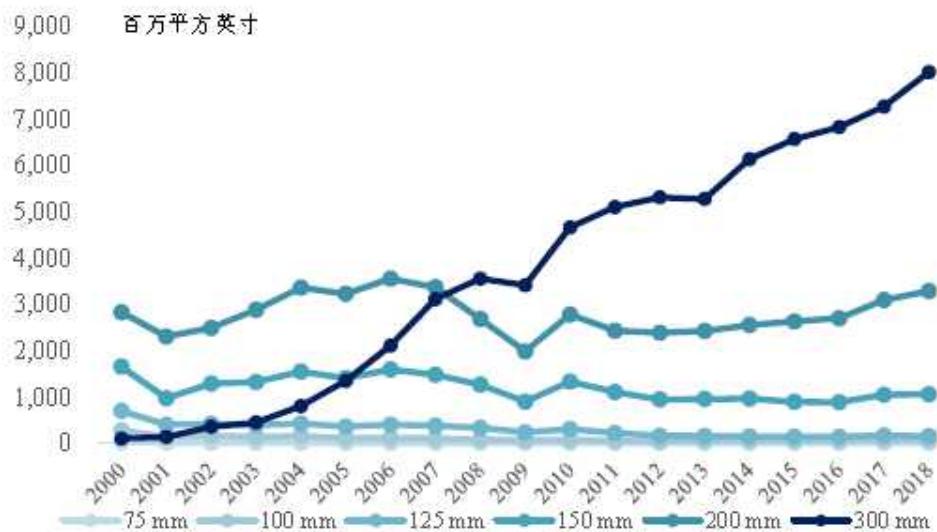
图 20：每个技术节点的晶圆每单位面积的生产成本



资料来源：Intel、天风证券研究所

晶圆的原材料就是硅片，晶圆尺寸、需求与硅片息息相关。全球半导体硅片市场最主流的产品规格为 300mm 和 200mm，300mm 硅片出货面积增长速度明显高于 200mm 和 150mm。2018 年，300mm 硅片和 200mm 硅片市场份额分别为 63.83% 和 26.14%，两种尺寸硅片合计占比接近 90%。

图 21：全球不同尺寸半导体硅片出货面积



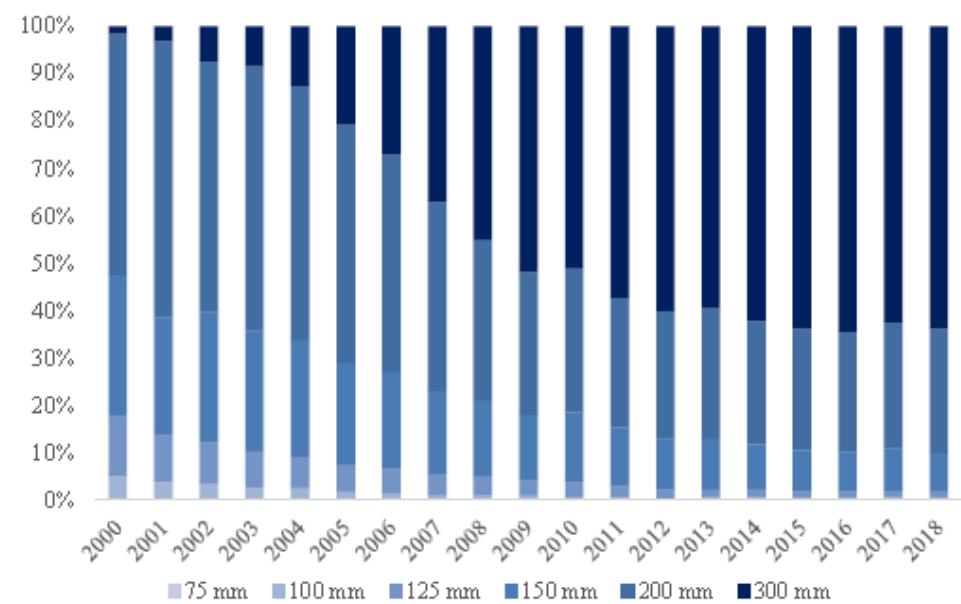
资料来源：硅产业招股说明书、SEMI、天风证券研究所

200mm 硅片的发展：2011 年开始，200mm 半导体硅片市场占有率达到 25-27% 之间。2016 年至 2017 年，由于汽车电子、智能手机用指纹芯片、液晶显示器市场需求快速增长，200mm 硅片出货面积同比增长 14.68%。2018 年，受益于汽车电子、工业电子、物联网等应用领域的强劲需求，以及功率器件、传感器等生产商将部分产能从 150mm 转移至 200mm，带动 200mm 硅片继续保持增长。

300mm 硅片的发展：自 2000 年全球第一条 300mm 芯片制造生产线建成以来，300mm 半导体硅片市场需求增加，出货面积不断上升。2008 年，300mm 半导体硅片出货量首次超过 200mm 半导体硅片；2009 年，300mm 半导体硅片出货面积超过其他尺寸半导体硅片出货面积之和。2000 年至 2018 年，由于移动通信、计算机等终端市场持续快速发展，300mm 半导体硅片市场份额从 1.69% 大幅提升至 63.83%，成为半导体硅片市场最主流的产品。2016-2018 年，由于人工智能、区块链、云计算等新兴终端市场的蓬勃发展，

300mm 半导体硅片出货面积年均复合增长率为 8.36%。

图 22：全球不同尺寸半导体硅片出货面积占比



资料来源：SEMI、硅产业招股说明书、天风证券研究所

制程工艺的进步对硅片面积要求更高。目前，90nm 及以下的制程主要使用 300mm 硅片，90nm 以上的制程主要使用 200mm 或更小尺寸的硅片。随着半导体制程的不断缩小，芯片生产的工艺愈加复杂，生产成本不断提高，成本因素驱动硅片向着大尺寸的方向发展。因此未来几年，300mm 仍将是半导体硅片的主流品种。

图 23：硅晶圆尺寸与制程对应



资料来源：观研天下、天风证券研究所

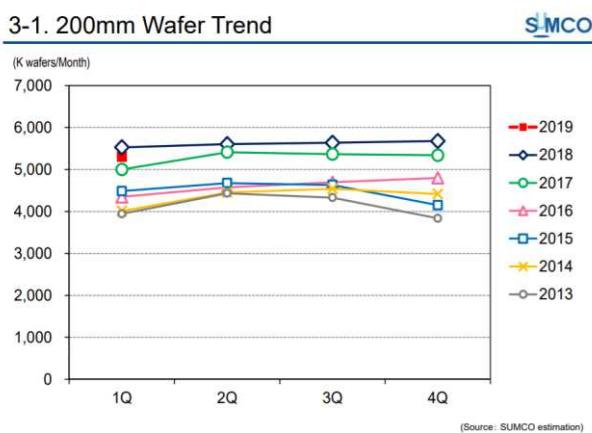
下游产品中，大尺寸硅片能够生产更多类型的产品，且尺寸越大，高端芯片需求越高。不过近年来受到新兴市场的驱动，八寸晶圆也面临供不应求的局面。全球 8 英寸晶圆厂大多拥有成熟的制程，运营时间较长从而可以让固定成本和运营成本降低，适合多样化产品和特色工艺的开发。

2.3. 晶圆产能

自 2000 年以来，半导体产业靠着增加晶圆投片量来提高芯片出货量，利用制程微缩让每片晶圆切割出更多芯片的贡献并不多。从 2000~2019 年，每片晶圆切割出的良品芯片的年平均成长率仅 0.9%，但通过增加晶圆投片来增加的良品芯片的年平均成长率达 6.5%。总体来看，2000~2019 年全球每年新增加的芯片数量，有 86% 来自晶圆投片量增加，只有 14% 是来自制程微缩让每片晶圆切割出更多芯片。因此晶圆产能意味着潜在的销售量，是影响制造厂商营收的一大因素。

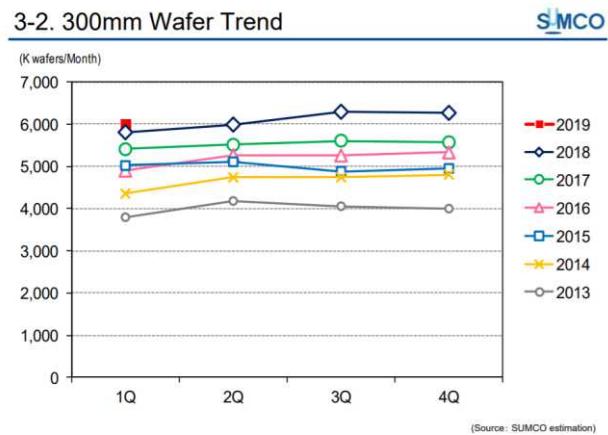
从供需结构分析，供给端 2019Q4 硅片全球产能，200mm 已经回落至 500 万片/月，同 2016 年周期启动时同一水准，300mm 接近 600 万片/月，落于景气高点水位之下，考虑到需求端芯片存在 1 高性能计算芯片/指纹识别 die 面积增大；2 新应用（5G/车联网/云计算）等所需硅含量提升，供需紧平衡已经出现。

图 24：200mm 硅片产能趋势



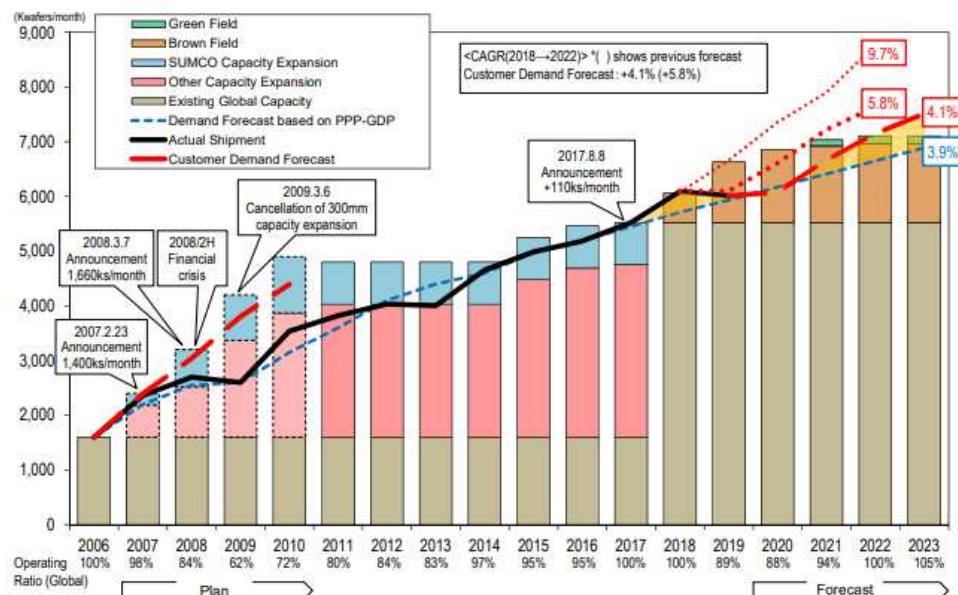
资料来源：SUMCO、天风证券研究所

图 25：300mm 硅片产能趋势



资料来源：SUMCO、天风证券研究所

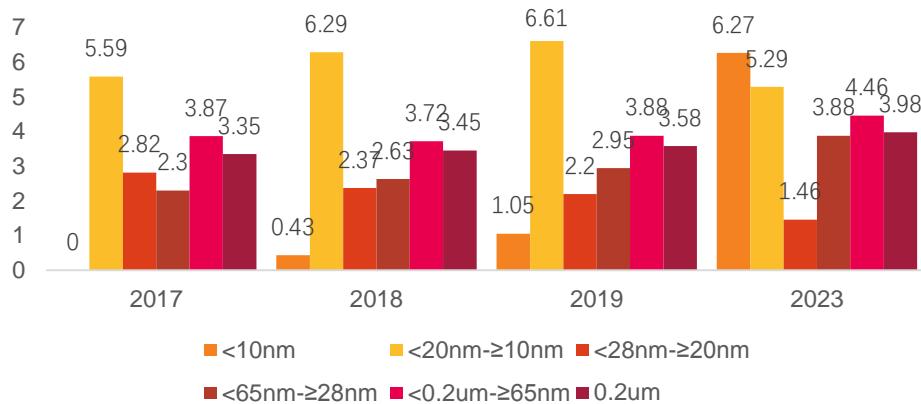
图 26：300mm 硅片的产能及需求



根据制程节点划分，200mm 当量晶圆月产能如下所示。先进制程的发展是晶圆需求的强劲拉动力。

图 27：根据制程节点分类的全球 200mm 当量硅片月产能

单位：百万



资料来源：ICInsight、天风证券研究所

截至 2019 年 12 月，全球排名前五名晶圆每月的产能超过 100 万片晶圆（200mm 等效晶圆），产能合计占全球晶圆总产能的 53%。

表 2：全球前五大晶圆厂产能情况 等效为 200mm 计算

排名	公司	地区	201812 产能 (千片/月)	201912 产能 (千片/月)	同比	全球市场份额
1	三星	韩国	2934	2935	0%	15.0%
2	台积电	中国台湾	2439	2505	3%	12.8%
3	美光	美国	1685	1841	9%	9.4%
4	SK 海力士	韩国	1630	1743	7%	8.9%
5	铠侠/WD	日本	1361	1406	3%	7.2%

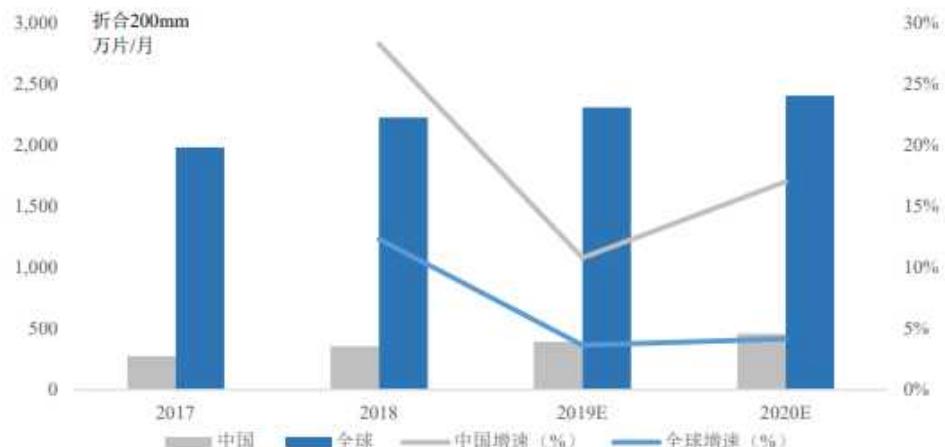
资料来源：ICInsight、天风证券研究所

- 截至 2019 年 12 月，三星拥有最多的晶圆产能，每月有 290 万片 200mm 等效晶圆。占全球总量的 15%，其中约三分之二用于制造 DRAM 和 NAND 闪存设备。目前正在建设的主要项目包括在其韩国华城和平泽以及中国西安的大型新工厂。
- 排在第二位的是台积电 (TSMC)，这是世界上最大的纯晶圆代工厂，每月产能约为 250 万片晶圆，占全球总产能的 12.8%。该公司一直在其位于中国台湾台中的 Fab15 工厂（第 9 期/第 10 期大楼）中增加一个新工厂，并在其位于中国台湾台南的 Fab 14 工厂附近建造一个新工厂 (Fab18)。
- 美光拥有第三大产能，晶圆数量略多于 180 万，占全球产能的 9.4%。美光在 2019 年的产能增长得益于其在新加坡的工厂开设的新 300mm 晶圆厂。该公司还收购了位于犹他州 Lehi 的 IM Flash 合资工厂中的英特尔股份。美光科技计划在 2020 年在弗吉尼亚州的马纳萨斯开设第二家晶圆厂。
- SK 海力士排第四，每月晶圆产能接近 180 万晶圆（占全球总产能的 8.9%）。其中 80% 以上用于制造 DRAM 和 NAND 闪存芯片。该公司于 2019 年完成了在韩国清州市新 M15 晶圆厂的建设以及在中国无锡的新晶圆厂 (C2F) 的建设。其下一个大型晶圆厂项目是位于韩国利川的 Fab M16 工厂。
- 存储器 IC 供应商 Kioxia (以前是东芝存储器) 排名第五，每月有 140 万片晶圆（占全球总容量的 7.2%），其中包括大量的 NAND 闪存产能供其晶圆厂投资和技术开发合作伙伴 Western 使用数字。其中包括为其晶圆厂投资和技术开发合作伙伴 Western Digital 提供的大量 NAND 闪存产能。东芝电子设备的容量不包括在 Kioxia 数字中。
- 该行业的五个最大的纯晶圆代工厂 - TSMC, GlobalFoundries, UMC, SMIC 和 Powerchip (包括 Nexchip) - 均跻身前 12 名产能领导者之列。截至 2019 年 12 月，这五个代工厂的总产能约为每月 480 万片晶圆，约占全球晶圆厂总产能的 24%。进入前十的还包括英特尔（每月 81.7 万个晶圆），联电（每月 75.3 万个晶圆），GlobalFoundries，德州仪器和意法半导体。

2017 至 2020 年，全球芯片制造产能（折合成 200mm）预计将从 1985 万片/月增长至 2407 万片/月，年均复合增长率 6.64%；中国芯片制造产能从 276 万片/月增长至 460 万片/月，年均复合增长率 18.50%。近年来，随着中芯国际、华力微电子、长江存储、华虹宏力等中国大陆芯片制造企业的持续扩产，中国大陆芯片制造产能增速高于全球芯片产能

增速。

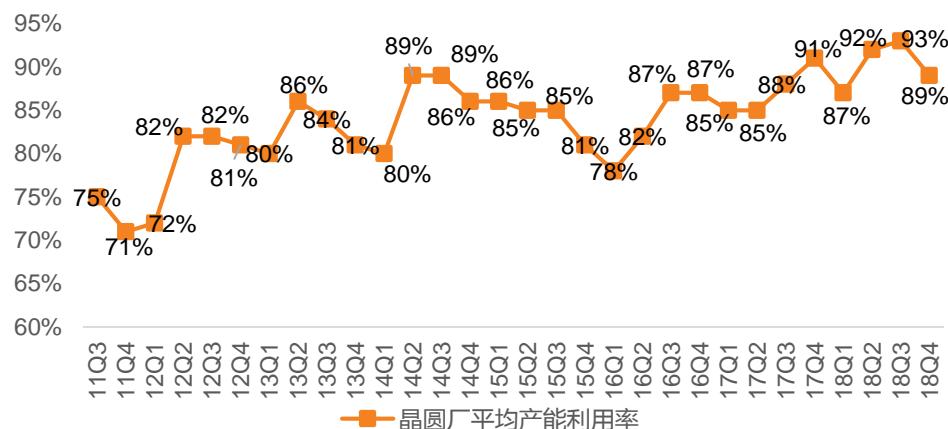
图 28：全球与中国大陆芯片制造产能扩张情况



资料来源：SEMI、硅产业招股说明书、天风证券研究所

从产能利用率方面看，晶圆厂平均产能利用率略有波动，但整体呈现上升趋势。

图 29：晶圆厂平均产能利用率



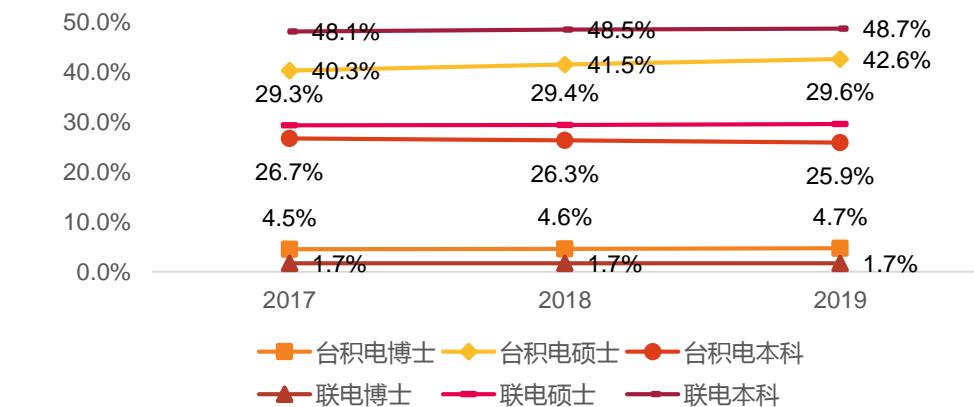
资料来源：IHS、2018 中芯国际企业社会责任报告、天风证券研究所

3. 半导体制造行业竞争逻辑

半导体制造行业具有人才、技术和资本密集的特点。

- **人才和技术密集：**半导体制造行业是受研发和技术驱动的行业，对人才和技术极为看重。2018 年毕马威联合 SEMI 发布了一份问卷调查数据，受访者皆为全球半导体的行业高管，其中有 64% 的人认为人才风险是三大运营风险之一。集成电路人才稀缺，《中国集成电路产业人才白皮书(2018-2019 年版)》预计中国 IC 制造行业人才 2021 年需求达到 24.6 万，比 2019 年多 10.2 万，因此半导体行业成为了国内引进人才最多的行业。中芯国际引进梁孟松，紫光集团旗下的长江存储，以及合肥长鑫的 DRAM 厂引进美光、SK 海力士等大厂的人才。在引进人才之后，中芯国际在 19 年底成功实现 14nm 量产，长江存储量产了 64 层堆栈 3D 闪存，合肥长鑫量产了 DDR4 内存。

图 30：台积电与联电人才资源分布



资料来源：台积电年报、联电年报、天风证券研究所

注：年份均指年初

在技术方面，在上文已经介绍过各大公司在制程方面的发展，以及先进制程对公司营收的贡献。从历史的发展看，当某家大厂可以量产最新先进制程时，公司的订单量会飙升，营收也会大涨。

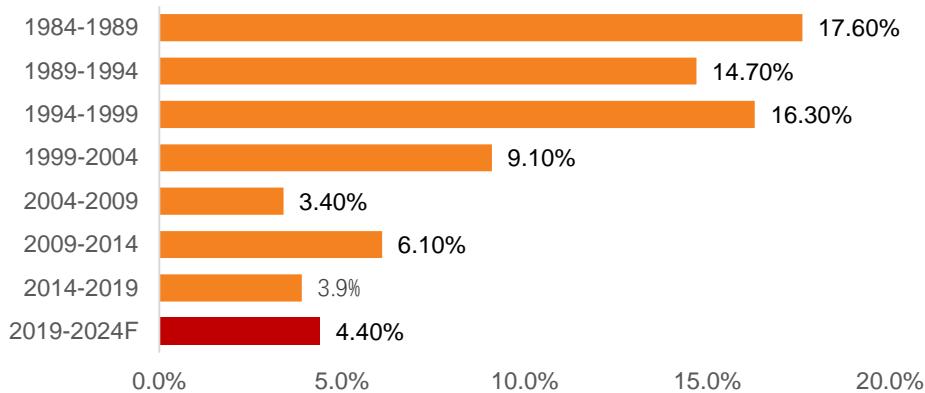
图 31：各厂先进制程发展图

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Intel		14nm+	10nm (limited) 14nm++		10nm	10nm+	7nm EUV 10nm++
Samsung	28nm FDSOI	10nm		8nm	7nm EUV 6nm EUV	18nm FDSOI 5nm	4nm
TSMC	16nm+ FinFET	10nm	7nm 12nm	7nm+ EUV	5nm 6nm	5nm+	
GlobalFoundries	14nm FinFET		22nm FDSOI 12nm FinFET		12nm FDSOI	12nm+ FinFET	
SMIC	28nm			14nm FinFET	12nm FinFET		
UMC		14nm FinFET			22nm planar		

资料来源：ICinsight、天风证券研究所

- **资本密集：**半导体制造厂商需要持续不断投入工艺制程和产品结构的研发，且半导体制造企业是重资产企业，需要资本的大力支持。自 1990 年代以来，半导体行业在研发强度方面一直领先于所有其他主要工业领域，每年用于研发的支出平均约占总销售额的 15%，近几年略有下降，是因为收入端增长更强劲。虽然半导体行业过去五年研发支出年度增长放缓，但是由于先进制程的发展对技术提出了更高的需求，包括 EUV 光刻技术、sub-3nm 工艺技术、3D 模具堆叠技术使未来五年研发支出会加速增长，预计 2019-2024 年复合增长率为 4.4%。

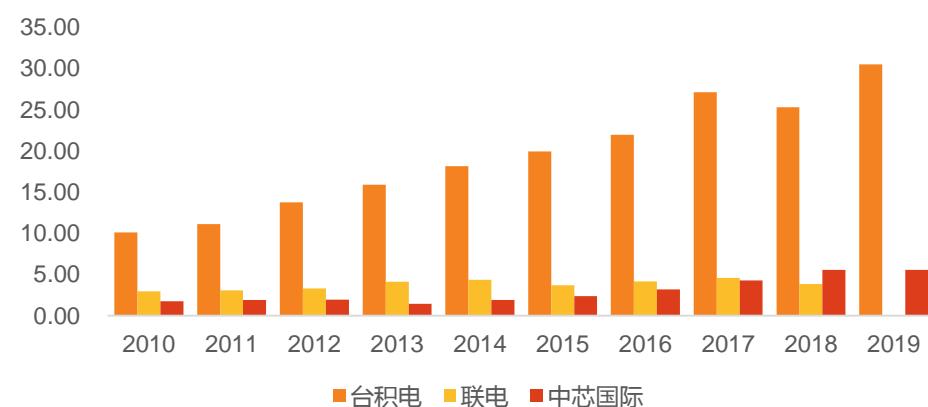
图 32：半导体研发支出年复合增长率



资料来源：ICInsight、天风证券研究所 注：此处仅包括IDM、无晶圆厂IC设计、纯晶圆代工厂的研发支出

以晶圆代工厂为例，台积电和中芯国际研发支出略有波动，整体呈现上升趋势。联电在放弃7nm制程研发后，研发支出略有下降。

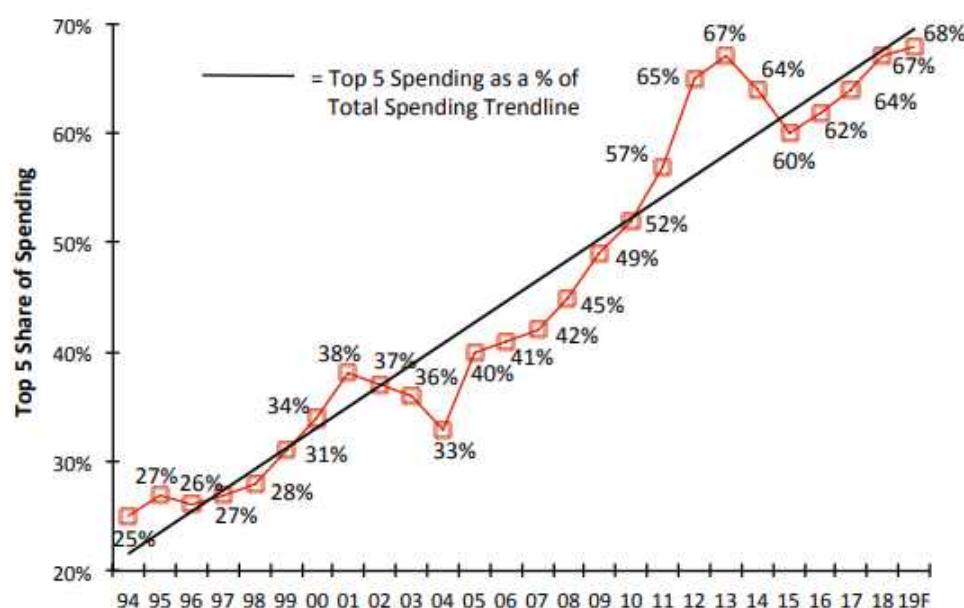
图33：台积电、联电、中芯国际研发支出 单位：亿美元



资料来源：Wind、天风证券研究所

在资本支出方面，前五大公司（三星、英特尔、台积电、SK Hynix 和美光）资本支出总额占全球半导体行业资本支出的68%，创历史新高。

图34：前五大半导体企业资本支出占比

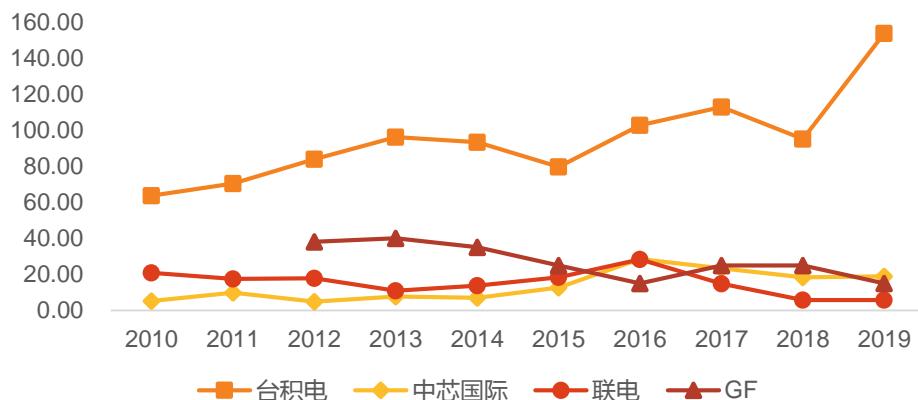


资料来源：ICInsight、天风证券研究所

单看纯晶圆代工厂，台积电、中芯国际、联电、格芯资本支出均在全球纯晶圆代工厂前列。台积电飞速上升，其中台积电19年资本支出同比增长61.6%。中芯国际在这两

年略有下降，但相较 15 年前依旧处于较高水平。联电在放弃 7nm 制程的研发后，资本支出近两年有明显下降。格芯虽然放弃了 7nm 制程，但是转战 SOI 工艺，因此资本支出下降没有联电明显。

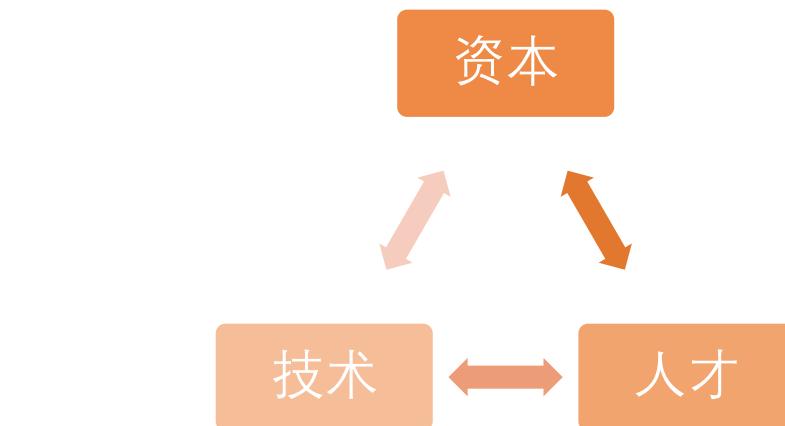
图 35：纯晶圆代工厂的资本支出 单位：亿美元



资料来源：Wind、The Information Network，天风证券研究所

综上，**半导体制造行业发展靠的是人才、技术、资本三者结合**。人才是企业的软实力，为公司提供源源不断的研发智慧。半导体制造行业是重资产行业，先进制程的进步与先进设备有关，资本的投入为先进技术研发、广罗人才提供支持。技术发展是企业成为行业龙头的必要标准。反向看，技术发展会为公司开拓广阔市场，营收增长，实现资本积累，提高公司实力，产生规模效应，吸引人才流入。三者相互作用，使半导体龙头企业技术发展越来越快，资本积累越来越多，同样拥有专业技术的人才也越多，马太效应由此形成。

图 36：半导体制造领域资本、技术、人才三者相互作用形成马太效应



资料来源：天风证券研究所

4. 制造行业长期成长逻辑/未来增量空间

半导体制造行业的发展是受到下游需求驱动的，因此对下游市场的发展进行分析能够理清制造行业的长期成长逻辑及未来的增量空间。

4.1. 长期成长逻辑

将应用分为两类，一类是受到摩尔定律主导的市场，主要包括智能手机、电脑和服务器的 CPU 和存储芯片；一类是超越摩尔定律的应用领域，主要包括模拟芯片、传感器、功率芯片等领域。

➤ 受摩尔定律主导的市场

摩尔定律主导的市场是半导体市场的主战场，从市场增速来看，存储芯片、逻辑芯片增速依旧排在前列。

表 3：半导体下游市场增长

排名	类别	2018		2019		2020F	
		增速	类别	增速	类别	增速	类别
1	DRAM	36%	Industrial/Other-Spci purp logic	37%	NAND Flash	19%	
2	Auto-Spci Purp Logic	23%	Auto- Spci Purp Logic	17%	Auto-Spci Purp Logic	13%	
3	computer and periph -spci purp logic	18%	Standard Cell	14%	DRAM	12%	
4	嵌入式 MPU	18%	Display Drivers	12%	Display Drivers	10%	
5	Industrial/Other-App specific analog	18%	嵌入式 MPU	9%	嵌入式 MPU	10%	
6	EEPROM/ROM/EPROM/Other	16%	PLDs	5%	32-BIT MCU	9%	
7	Computer-App specific analog	14%			Industrial/Other-Spci purp logic	9%	
8	Consumer- spci purp logic	14%			Standard Cell	8%	
9	Power Management Analog	13%			Auto-App specific analog	7%	
10	Wireless Comm-App Specific Analog	13%			PLDs	7%	
					Wireless Comm-App Specific Analog	7%	

资料来源：ICinsight、天风证券研究所

CPU 为了满足高性能计算、续航散热这些需求，对芯片制程需求越来越高，手机和电脑都是最先采用先进制程的领域。从性能上看，据 techcenturion 评测，目前手机 CPU 芯片性能最好的是苹果的 A13，采用的是台积电的 7nm 工艺。

表 4：手机 CPU 世代表

	高通系列		苹果		三星		华为	
型号	制程	时间	型号	制程	时间	型号	制程	时间
骁龙 865	7nm	2019 年 Q4	A13 Bionic	7nm	2019 年 9 月	Exynos 990	7nm LPP	2019 年 Q4
骁龙 855 Plus	7nm	2019 年 Q3	A12 Bionic	7nm	2018 年 9 月	Exynos 9825	7nm LPP EUV	2019 年 Q3
骁龙 855	7nm	2019 年 Q1	A12X	7nm	2018 年 10 月	Exynos 980	8nm LPP	2019 年 Q4
骁龙 845	FinFET	2018 年 Q1	A11 Bionic	10nm	2017 年 9 月	Exynos 9820	8nm LPP FinFET	2019 年 Q1
骁龙 765	EUV	2019 年 Q4	A9	14/16nm	2015 年 9 月	Exynos 8895	FinFET	2017 年 Q1
骁龙 765G	EUV	2019 年 Q4	A9X	16nm	2015 年 11 月	Exynos 9810	10nm FinFET	2018 年 Q1
骁龙 720G	8nm	2020 年 Q1	A10 Fusion	16nm	2016 年 9 月	Exynos 7870	14nm HKMG	2015 年 Q2
骁龙 730/730G	8nm LPP	2019 年 Q2	A8	20nm HKMG	2014 年 9 月	Exynos 7420	14nm LPE	2015 年 Q2
骁龙	10nm	2017 年	A8X	20nm	2014	Exynos 955	16nm FF+	2016 年 Q1

835	FinFET	Q1		HKMG	年 10 月	s 7570	LPP	年 Q3	960	FF+	年 Q4
骁龙	10nm	2018 年	A7	28nm	2013	Exyno	14nm	2016	麒麟	16nm	2016
710	LPP	Q2		HKMG	年	s 8890	LPP	年 Q1	650	FF+	年 Q2
骁龙	10nm	2019 年	A5	32nm	2012	Exyno	20nm	2014	麒麟	16nm	2016
712	LPP	Q1		HKMG	年 3 月	s 5430	HKMG	年 Q3	655	FF+	年 Q3
骁龙	10nm	2018 年	A5	32nm	2013	Exyno	20nm	2014	麒麟	16nm	2017
670	LPP	Q3		HKMG	年 3 月	s 5433	HKMG	年 Q4	658	FF+	年 Q1
骁龙	11nm	2020 年	A6	32nm	2012	Exyno	20nm	2015	麒麟	16nm	2017
662		Q1		HKMG	年 9 月	s 7580	HKMG	年 Q2	659	FF+	年 Q2
骁龙	11nm	2020 年	A6X	32nm	2012 年 10 月	Exyno	28nm	2015	麒麟	28nm	2015
460		Q1		KHMG		s 3475	HKMG	年	620		年 Q1
骁龙	11nm	2019 年	APL2	45nm	2009	Exyno	28nm	2014	麒麟	28nm	2015
665	LPP	Q2	298		年 9 月	s 5260	HKMG	年 Q2	930	HPC	年 Q1
骁龙	11nm	2019 年	A4	45nm	2010	Exyno	28nm	2013	麒麟	28nm	2015
675	LPP	Q1			年 3 月	s 5410	HKMG	年 Q2	935	HPC	年 Q1
骁龙	12nm	2018 年	A5	45nm	2011 年	Exyno	28nm	2013	麒麟	28nm	2014
429	FinFET	Q2			3 月	s 5420	HKMG	年 Q3	910	HPM	年 H1
骁龙	12nm	2018 年	A5X	45nm	2012	Exyno	28nm	2014	麒麟	28nm	2014
439	FinFET	Q2			年 3 月	s 5422	HKMG	年 Q2	910T	HPM	年 H1
骁龙	14nm	2018 年	ALP0	65nm	2008	Exyno	28nm	2014	麒麟	28nm	2014
636		Q1	278		年 9 月	s 5800	HKMG	年 Q2	920	HPM	年 H2
骁龙	14nm	2017 年	ALP0	65nm	2009	Exyno	32nm	2011	麒麟	28nm	2014
450		Q3	298		年 6 月	s 4212	HKMG	年	925	HPM	年 Q3
骁龙	14nm	2015 年	APL0	90nm	2007	Exyno	32nm	2012	麒麟	28nm	2014
820	FinFET	Q4	098		年 6 月	s 4412	HKMG	年	928	HPM	年 Q3

资料来源：驱动之家、天风证券研究所

目前性能最高的 PC CPU 芯片为 AMD 的锐龙 Thread Ripper 3990X，采用的也是台积电的 7nm 工艺。

表 5: Intel/AMD CPU 世代表

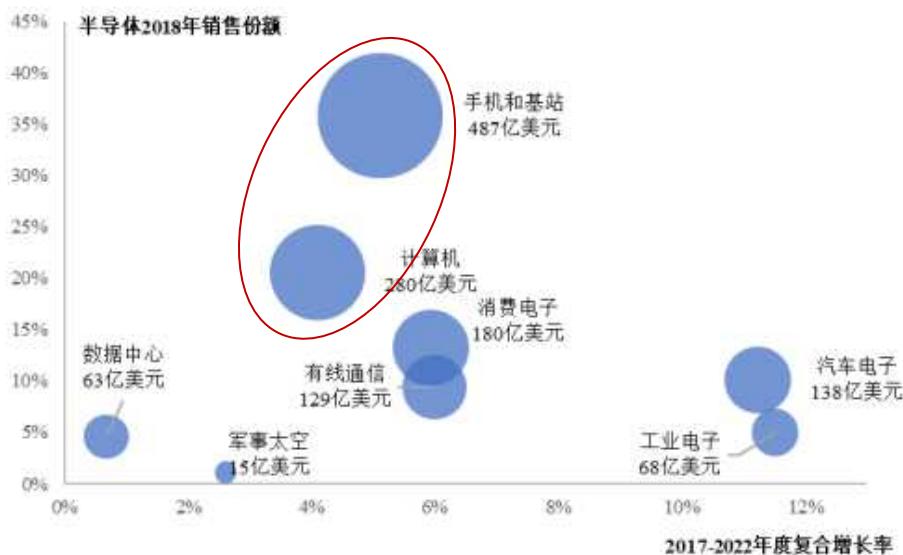
Intel				AMD			
架构/代号	世代	年代	制造工艺	架构/代号	类别	年代	制造工艺
Ice Lake	第十代酷睿	2019 年	10nm	Zen 2	第三代锐龙	2019 年	7nm
Coffee Lake-Refresh	第九代酷睿	2018-2019 年	14nm++	Zen+	第二代锐龙	2018 年	12nm
Coffee Lake	第八代酷睿	2017-2018 年	14nm++	Zen	第一代锐龙	2017 年	14nm
Kaby Lake	第七代酷睿	2016 年	14nm+	Piledrever	第二代 FX	2012-2013 年	32nm
Skylake	第六代酷睿	2015 年	14nm	Bulldozer	第一代 FX	2011 年	32nm
Broadwell	第五代酷睿	2014-2015 年	14nm	Godavari	第七代 APU	2015 年	28nm
Haswell	第四代酷睿	2013 年	22nm	Carrizo	第五代 APU	2014 年	28nm
Ivy Bridge	第三代酷睿	2012 年	22nm	Richland	第三代 APU	2013 年	32nm
Sandy Bridge	第二代酷睿	2011 年	32nm	Trinity	第二代 APU	2012 年	32nm
Nehalem/Westmere	第一代酷睿	2008-2011 年	32nm	Llano	第一代 APU	2011 年	32nm
Conroe	酷睿 2	2006-2008 年	65/45nm	K10	羿龙/速龙	2007-2011 年	45nm
Netburst	奔腾 4/D	2000-2008 年	65nm	K8	速龙 64	2003-2007 年	65nm
Tualatin	奔腾 3	1999-2001 年	130nm	K7	速龙 XP	1999-2004 年	130nm

资料来源：驱动之家、天风证券研究所

从手机和电脑的 CPU 芯片发展中可以看到抢占最先进制程的重要性。存储芯片的发展前面也已经提过了，市场被拥有先进制程的大厂商三星、海力士、美光等瓜分。

CPU 和存储器的长期动能来自手机、PC 和服务器的增长。目前手机、计算机等仍是半导体行业终端最大的应用市场。2018 年全球手机和基站、计算机用芯片销售额分别为 487 亿美元、280 亿美元，在半导体终端市场的占比分别为 36%、21%。智能手机和计算机市场是摩尔定律前进的推动力。

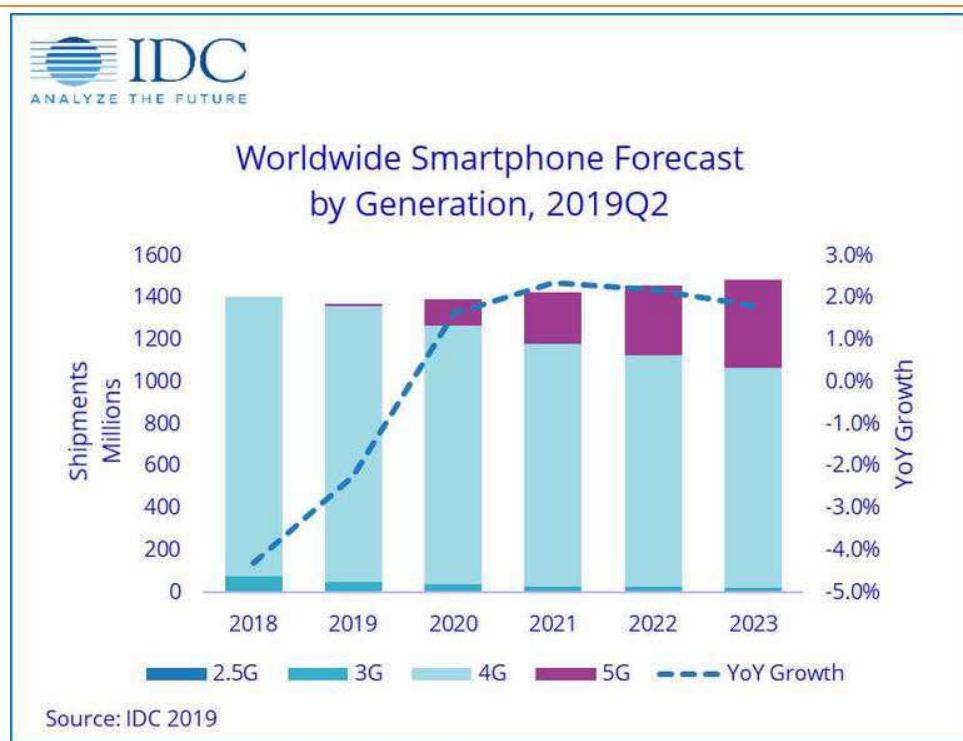
图 37：半导体终端应用市场



资料来源：Gartner、硅产业招股说明书、天风证券研究所

智能手机的成长动力主要源自 5G 的出现。2020 年是 5G 开始兴起的一年，IDC 预计 2020 年将出货 1.9 亿部 5G 智能手机，占智能手机总出货量的 14%，预计到 2023 年，这一数字将增长到全球智能手机出货量的 28.1%。

图 38：全球智能手机出货量



资料来源：IDC、天风证券研究所

2019 年全球 PC 出货量同比增长 2.7%，这是自 2011 年市场增长 1.7% 以来，PC 首次实现全

年增长，这也是 PC 市场进入回暖的明显迹象。尽管市场面临挑战，PC 市场一直被看衰，但是可以看到 PC 需求仍然一直存在。从 PC 的设计上看，全面屏和轻薄化是趋势，性能、续航、散热需求也逐渐增加，这些需求对电脑 CPU 的要求更高。

表 6：PC 出货量

Company	2019 Shipments	2019 Market Share	2018 Shipments	2018 Market Share	2019/2018 Growth
1. Lenovo	64,768	24.30%	59,857	23.10%	8.20%
2. HP Inc.	62,908	23.60%	60,000	23.10%	4.80%
3. Dell Technologies	46,545	17.50%	44,170	17.00%	5.40%
4. Apple	17,684	6.60%	18,083	7.00%	-2.20%
5. Acer Group	17,029	6.40%	17,853	6.90%	-4.60%
Others	57,756	21.70%	59,620	23.00%	-3.10%
Total	266,690	100.00%	259,583	100.00%	2.70%

资料来源：IDC、天风证券研究所

数据的高速增长带动了数据中心业务急速增长。 MarketsandMarkets 估计，到 2024 年，全球数据中心机架服务器市场将从 2019 年的 521 亿美元增长到 1025 亿美元，在预测期内复合年增长率（CAGR）为 14.5%。推动市场增长的因素是对可扩展数据中心和高密度计算的需求。此外，边缘计算、物联网和云计算等新兴技术的进步有望为数据中心机架式服务器供应商创造充足的机会。

图 39：全球数据中心服务器市场 单位：亿美元



资料来源：marketsandmarkets、天风证券研究所

而数据中心的增长带动了 CPU、GPU 处理器的发展，数据的增长带动了 DRAM 和 NAND 的发展。

表 7：半导体下游市场增长

数据中心的需求	高性能计算	存储优化	内存优化	GPU 驱动
基础设施	高性能 CPU	中等功率 CPU	高功率 CPU	最高性能 CPU 和 GPU
	大内存	高动态内存	最大内存	最大动态内存
	定制化集成电路	快慢存储结合	高性能存储	高性能硬盘内存
对功率和冷却速度的要求	高	低	中等	非常高
对网络容量需求	低	高	高	高

资料来源：McKinsey、天风证券研究所

从逻辑芯片的营收变化看，逻辑芯片营收占比一直处于 25%左右，多年占比稳定，据 WSTS 估计，19 年营收 1046 亿美元，较 18 年有下降，但是占比提升，因此营收主要受半导体整体行业景气度的影响，而 20 年营收会有所上升，占比也有提升。

图 40：逻辑器件营收变化及占比



资料来源：WSTS、Statista、天风证券研究所

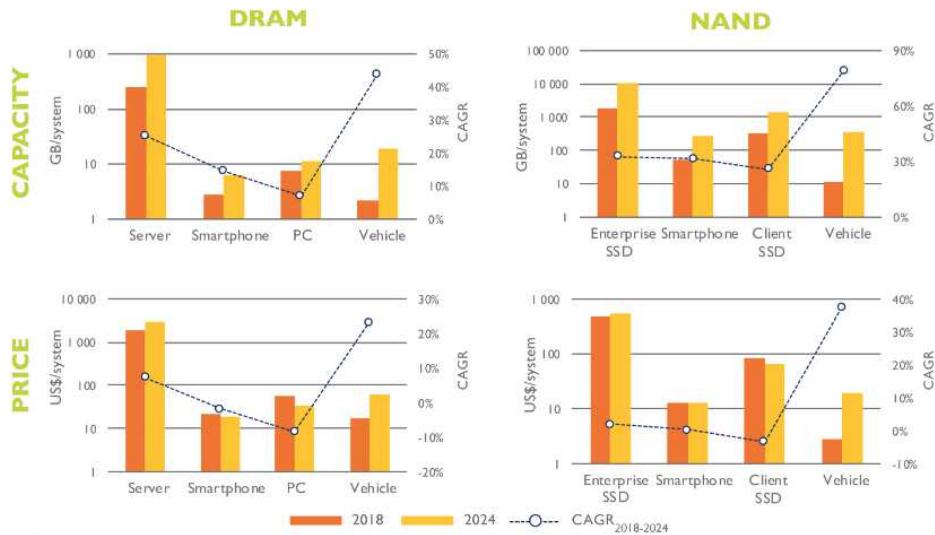
在半导体各类芯片中，存储芯片在营收中占比最大。存储芯片市场 2018 年营收 1579.67 亿美元，占比 33.70%，在整个半导体市场的份额已超过 1/3。根据 WSTS 19 年 11 月公布的预测，2019 年占比有所下降，约为 25.89%，但仍然是占比最大的板块。从增长率看，NAND 产能和价格的增长会高于 DRAM。

图 41：存储器件营收变化及占比



资料来源：WSTS、Statista、天风证券研究所

图 42：存储市场细分营收变化 单位：亿美元



资料来源：Yole、天风证券研究所

长远来看，逻辑芯片和存储芯片的增量市场来自于 5G、云计算、AI 和物联网，数据种类、数量高速的增长，对处理器的要求越来越高，对存储的需求也在增大，因此摩尔定律的主导市场发展空间大，利润率高，依旧是各大厂商竞相追逐的领域。

对于半导体制造厂商而言，目前 CPU 和存储领域是制造龙头蚕食的区域，拥有先进制程的制造公司才有能力加入这个市场。且手机、PC 经过多年的发展基本上属于稳定的存量市场，因此为了争夺市场份额，各大厂商在制程上追逐。除此之外，制造厂商迅速布局 5G、云计算、AI 和物联网提供的新的增量市场。由于先进制程研发的稳步推进，台积电一直是苹果的代工，而高通的订单则一直被三星和台积电争夺，技术是设计厂商选择代工的影响因素，因此想要在摩尔定律主导的市场获取市场份额，持续实现成长，制造厂商第一要务是推动自身先进制程的发展。

➤ 超越摩尔定律应用领域

摩尔定律的推进降低了 CPU、存储、逻辑芯片的成本，但是不能给模拟芯片、传感器芯片、射频芯片等带来理想的成本效益。RF、电源管理、MEMS、CMOS 传感器等芯片需要更专业化，需要通过集成增加更多功能。虽然这些专用芯片的制造商仍然关注尺寸、速度和功率，但是不一定需要在最先进的节点上进行功能集成，它们需要综合考虑性能、集成度和成本。这类应用统称为超越摩尔定律的应用领域。摩尔制程主导的领域追求的是制程的发展，而超越摩尔定律的应用领域朝着多样化发展。

物联网应用就是一个很好的例子。典型的物联网设备可能包括具有模拟接口的传感器、用于编码和数据存储的存储器、用于数据通信的射频功能、用于控制设备和处理数据的处理器，另外可能还有电池和电池接口。大多数情况下，这些设备可能处于休眠模式，所以超低漏电是一个关键要求。然而，一旦被信号唤醒，设备必须立即切换到高性能模式，以便在存储器中获取或存储数据，处理数据，然后传输或接收数据。7nm 逻辑芯片在处理这些不同功能方面没有任何实际优势。还有云计算和数据中心的人工智能推理/训练应用与芯片制程关系不大，其最大的问题是功耗。

根据 Yole 统计，2017 年超越摩尔的应用领域对晶圆需求为 4500 万片（8 英寸当量），预计到 2023 年需求会增长到 6600 万片，CAGR 10%。

图 43：超越摩尔定律的器件对晶圆的需求量

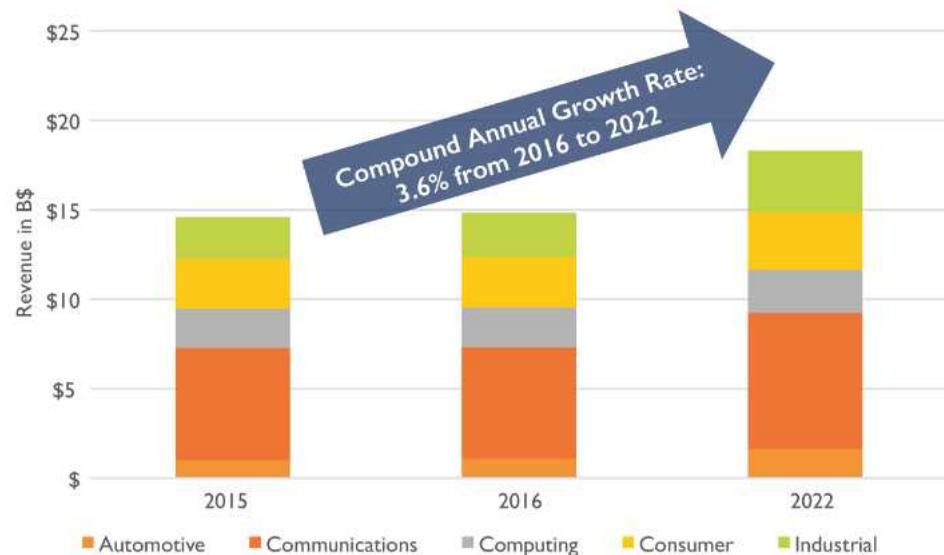


资料来源：Yole、天风证券研究所

1. 电源管理芯片

Yole 预测电源 IC 将受益于多个主要终端市场的扩张而在 2016~2022 年期间获得 3.6% 的复合年增长率，与半导体整体产业的增长趋势保持一致。2016 年，电源 IC 市场的规模预计为 145 亿美元，到 2022 年预计将增长至 180 亿美元。

图 44：电源管理芯片营收按应用划分 单位：百亿美元



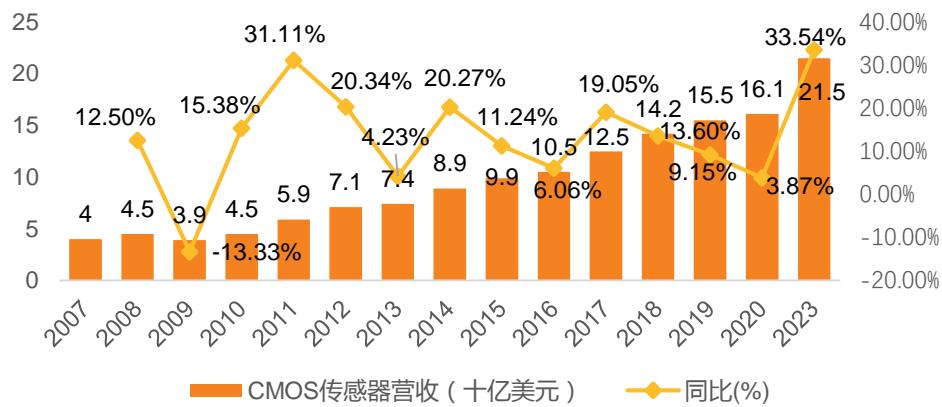
资料来源：Yole、天风证券研究所

电源管理芯片在电子产品市场举足轻重，几乎所有的电子产品和设备都需要电源管理芯片。通信是最主要的电源管理芯片市场，主要包括智能手机市场和通信基站市场，而这两部分市场都受益于 5G 的发展，智能手机出货量及单部手机电源管理芯片数量或有增长，5G 基站建设量大幅增长，单个基站通道数增加，这些都让通信市场成为当下有潜力的增量市场。汽车电源管理芯片受益于新能源汽车的驱动；消费电子市场受到物联网发展的驱动，下游应用持续分散化，不同应用对电源管理的要求也不同，TWS 耳机的发展是目前电源管理芯片最明显的消费电子增长点，由于 TWS 耳机体积小需要集成度更高的电源管理芯片，且其充电盒也拉动了电源管理芯片的需求。随着工业从规模化走向自动化、智能化，工业与信息化的深度融合、智能制造转型升级将带动工业电子电源管理芯片需求的增长。

2. 传感器芯片

传感器领域，手机摄像头的需求带动 CMOS 图像传感器增长迅速；自动驾驶技术的快速发展，增加了对图像传感器、MEMS 传感器、激光雷达、超声波传感器多种类型传感器的需求。VR/AR 带动 MEMS 传感器需求增长。

图 45：CMOS 传感器营收及增长



资料来源：Statista、天风证券研究所

图 46：MEMS 传感器营收及增长



资料来源：Statista、天风证券研究所

电源管理芯片、传感器芯片等对芯片制程要求没有那么苛刻，因此除了龙头厂商外，其他半导体制造厂商也能分一杯羹，格芯、联电、中芯国际、华虹半导体等在这些细分领域都能拥有一定市场。之前格芯和联电都宣布了放弃研发 7nm 工艺，把更多的精力放在了专用芯片的制造商。因此，各大厂商如果在制程竞争上没有优势，可以抓住这类市场的机会，进行专用芯片的研发。

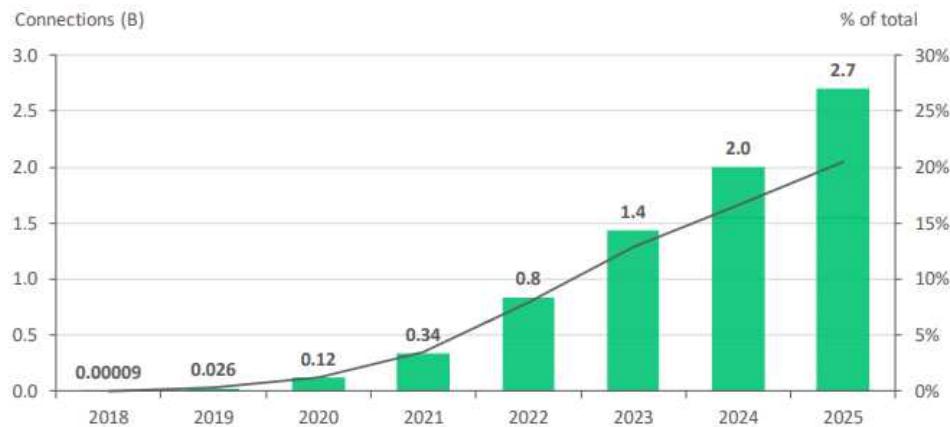
4.2. 近年来的主线，5G、IoT、车用半导体、AI 提供大增量

前面介绍制造厂商的两个市场时，提到 5G、IoT、车用半导体、AI 等新兴领域给这些市场注入了新的发展动力，这也是近年来半导体领域应用的主线。

➤ 5G

5G 连接的数量将在 2023 年达到 10 亿，到 2024 年底将翻一番，达到 20 亿，到 2025 年，全球 21% 的蜂窝连接，包括物联网，将是 5G 连接，在 27 亿连接中有 98% 是使用手机或移动数据设备，1% 是 IoT 接入。

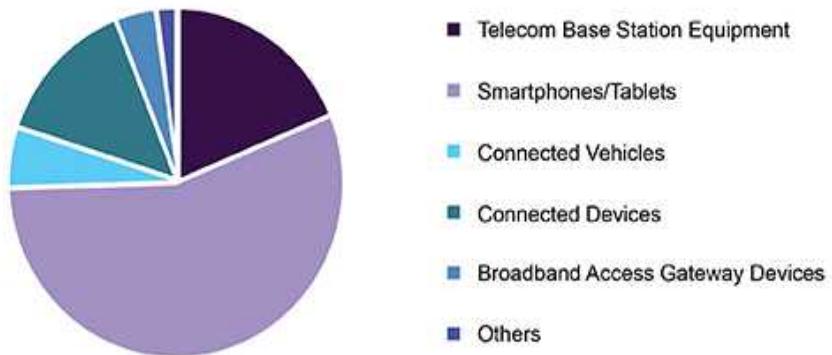
图 47：全球 5G 连接及占总蜂窝连接份额



资料来源：CCS Insight、天风证券研究所

5G 辐射领域可进一步细分为电信基站设备，智能手机/平板电脑，联网车辆，联网设备，宽带接入网关设备等。据 Grand View Research 预测，到 2019 年，智能手机/平板电脑细分市场估计将达到 6.2707 亿美元。游戏、超高清视频及视频通话推动 5G 智能手机需求。此外，在部署 5G 电信网络基础设施方面的持续投资也增加了对 5G 芯片组组件的总体需求。全球 5G 芯片组市场估计将从 2020 年到 2025 年的复合年增长率为 69.7%。

图 48：2019 年全球 5G 芯片组应用市场



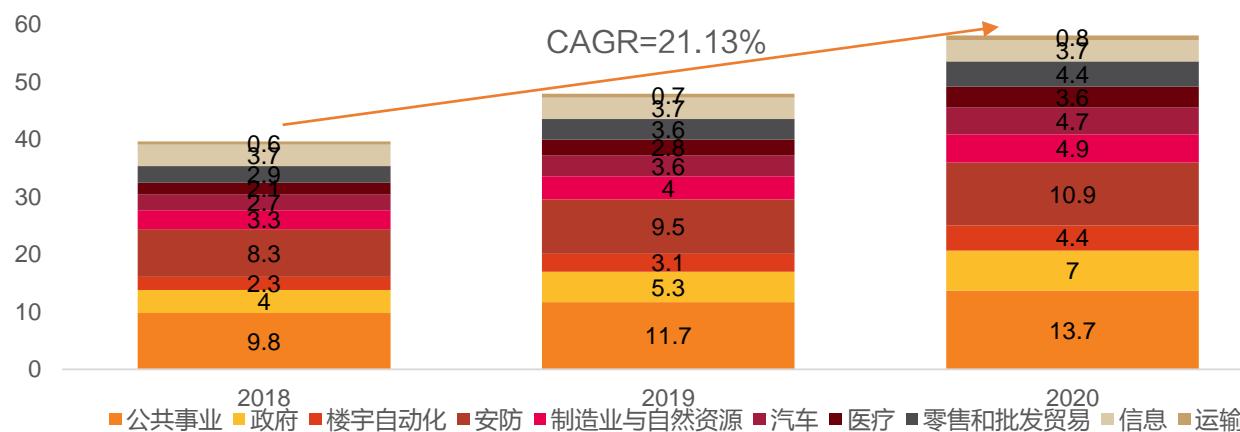
资料来源：Grandviewresearch、天风证券研究所

在芯片制程方面，5G 芯片主要采用的 7nm 和 10nm 芯片，且 7nm 占据更大市场份额。由于通信网络必须同时满足多种应用，因此它们需要承受更大的负载。就需要开发具有更高处理速度的 5G 芯片组组件，因此对更先进制程节点有更大需求。

➤ IoT

Gartner 预测，企业和汽车物联网市场到 2019 年底，预计将有 48 亿个端点投入使用，较 2018 年增长 21.5%。到 2020 年将增长到 58 亿个终端，较 2019 年增长 21%。

图 49：全球 IoT 各细分市场终端连接点数量 单位：亿个



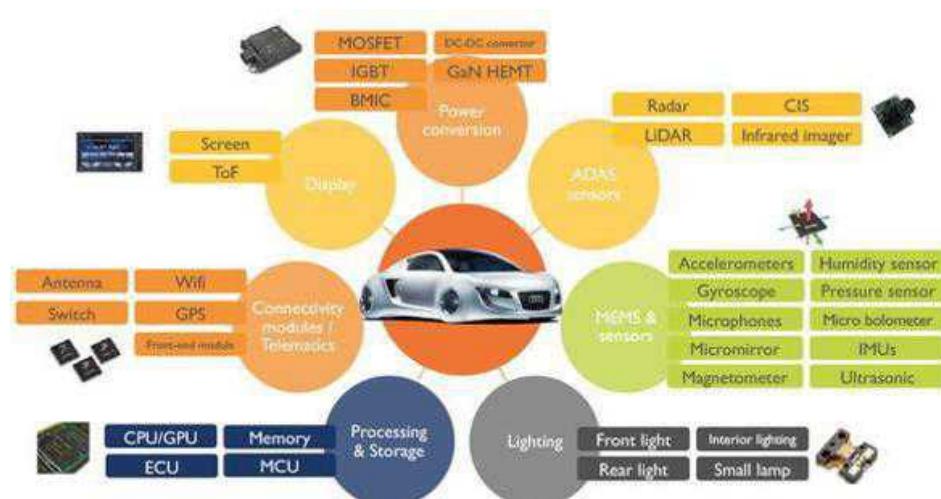
资料来源：Gartner、天风证券研究所

物联网芯片与传统芯片有所区别。传统芯片更具有通用性，可以用在需要计算处理的地方，而物联网芯片更有针对性，对于不同的应用场景需要设计不同的解决方案，对芯片的要求也各有不同，这给专用芯片带来了机会。

➤ 车用半导体

目前面向汽车应用的半导体行业正在蓬勃发展，汽车中电子元件数量逐渐增加。汽车各部分半导体收入都在稳步增长。

图 50：汽车电子元件分布



资料来源：Yole、天风证券研究所

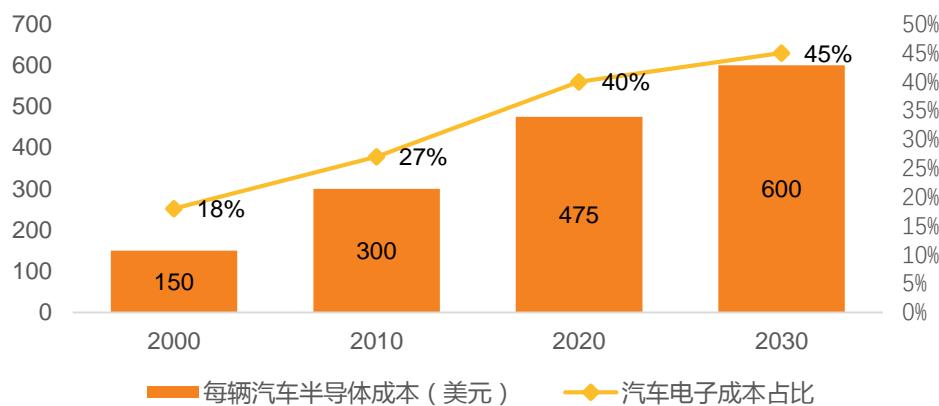
图 51：汽车各部分半导体收入



资料来源：德勤、天风证券研究所

汽车半导体的成本已从 2013 年的每辆车 312 美元增长到如今的 400 美元左右，预计到 2022 年，这一数字将接近每辆车 600 美元。汽车半导体供应商如 MCU、传感器、存储器等正受益于汽车中各种半导体设备需求的激增。

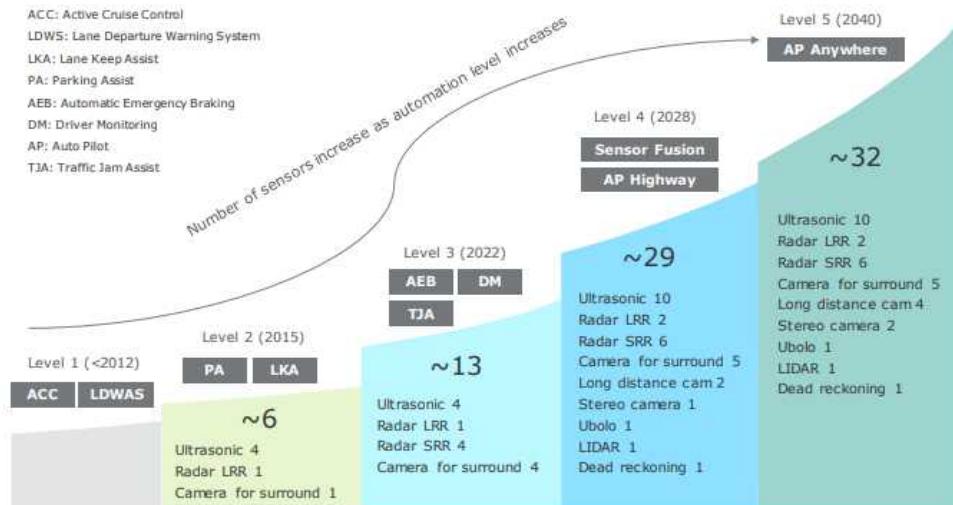
图 52：汽车电子成本贡献及每辆车半导体用量



资料来源：德勤、天风证券研究所

自动驾驶是汽车的风口浪尖。要实现 5 级完全自动，需要 ADAS 安全系统，包括电子稳定控制、车道偏离警告、防抱死制动、自适应巡航控制和牵引力控制。这些的实现需要复杂的电子部件，包括高速处理器、存储器、控制器、传感器和数据链路，以确保车辆的可靠性和安全性。以传感器为例，随着自主水平的提高，车辆中使用的传感器数量将增加，4 级自动驾驶传感器的数量可以达到 29 个。

图 53：不同级别自动驾驶的传感器数量



资料来源：德勤、天风证券研究所

除了自动驾驶外，新能源汽车也是汽车的另一新兴市场。中国的目标是提高汽车制造商的电动汽车产量（从 2019 年起占总产量的 10%）。许多全球汽车制造商也制定了目标，即在 10 年内使电动汽车占其销量的 15%-25%，从而将电动汽车推向大众。在各方的推动下，新能源汽车半导体需求上升，传感器和控制装置等可以有效控制汽车碳排放。

汽车也是物联网的一部分，车辆与车辆、车辆与基础设施，车辆与行人的连接已经是必然趋势。从安全角度，车与车的通信是实现无人驾驶技术、避免事故发生的关键。而车内数字连接，丰富汽车的娱乐功能，实现汽车与移动设备完美结合是汽车市场的另一卖点。预计到 2023 年，90%以上的生产车辆将实现联网。这个汽车存储芯片、数据传输芯片提供了机会。

➤ AI

AI 正在兴起，而 AI 芯片是 AI 技术链的核心，是 AI 算法处理的核心。预计到 2022 年，人工智能芯片市场将占整个人工智能市场的 12%以上，复合年增长率为 54%。

图 54：全球 AI 芯片市场规模及增速



资料来源：德勤、天风证券研究所

AI 芯片的部署不仅限于云计算，还可以应用在智能手机、自主车辆和安全摄像头中。大多数处于边缘的 AI 芯片都是推理芯片，AI 推理芯片市场预计将以 40% 的复合年增长率增长，到 2022 年将达到 20 亿美元。智能手机中的 AI 芯片现在是苹果、三星和华为等智能手机制造商、高通和联发科等独立芯片提供商以及 ARM 和 Synopsys 等 IP 许可证提供商之间三方竞争的一部分。自动驾驶有望成为 AI 推理芯片的主要驱动力。传感、建模和决策是自动驾驶通常需要的三步过程，推理芯片是其中的每一步。无论是用于环境感知还是避障，自动驾驶对 AI 芯片的计算能力都有很高的要求。

AI 芯片需要使用并行处理，因此设计时不需要使用最新的工艺制程 CPU 芯片。40nm 和 28nm 的处理就足以提供 1 个最高的计算能力。且 AI 芯片专业化程度越来越高，因此 AI 芯片供应商需要根据计算能力、功耗及尺寸来选择合适的制程。据麦肯锡预测，未来 10 年，人工智能和深度学习将成为提升硅片需求的主要因素，2025 年，在 AI 的推动下，全球硅片营收将超过 600 亿美元，接近全球半导体销售额的 20%。

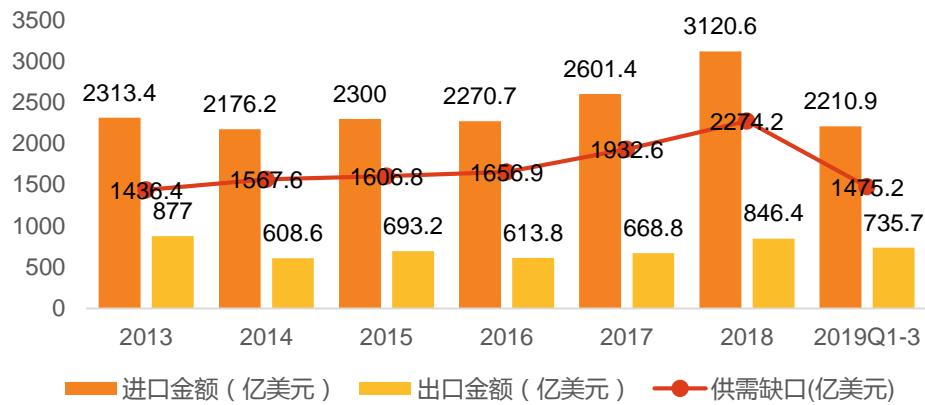
5. 中国半导体制造业的机会在哪里？

目前，中国半导体行业还处在初期发展阶段，国内企业长期研发投入和积累不足，使我国半导体行业在国际分工中多处于中低端领域，高端产品市场被欧美日韩台等少数国际大公司垄断。我国半导体产业亟待解决的两个问题是：供需失衡和结构失衡。

➤ 供需失衡

中国是全球最大的半导体消费市场，也是全球工业制造中心，人口基数决定了半导体终端产品的消耗量。尽管中国半导体产业销售规模持续扩张，但本地制造商只能满足该国约 30% 的需求，因此只能长期依赖于进口。根据中国半导体行业协会统计，2018 年，中国集成电路进口金额达 3120.6 亿美元。中国半导体产业国产化进程严重滞后于国内快速增长的市场需求，中国半导体供需失衡严重，国内企业进口替代空间非常可观。

图 55：国内半导体供需情况

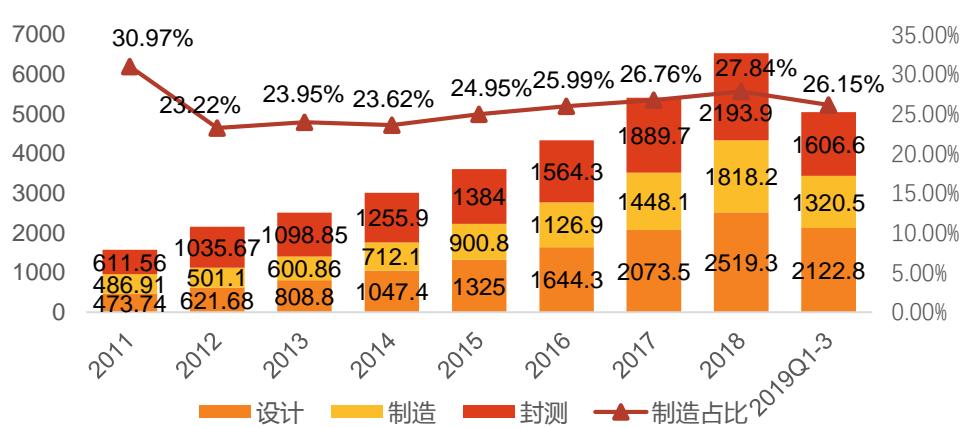


资料来源：中国半导体协会、天风证券研究所

➤ 结构失衡

国内半导体行业结构失衡。大多数半导体公司都是定位于中低端市场的中小半导体设计公司，大规模、技术壁垒高的制造公司比较少。从国内半导体设计制造封测销售额看，**半导体制造销售量在三者一直是最低者，12年来制造占比虽然有所提高，但依旧在30%以下。**

图 56：中国半导体营收结构 单位：亿元



资料来源：中国半导体协会、天风证券研究所

当前，中国半导体产业正处于产业升级的关键阶段，掌握核心技术是中国半导体产业现阶段最重要的目标，国内半导体制造公司崛起迎来机遇。

1. 摩尔定律放缓为国内制造企业提供机会

上文我们介绍过摩尔定律的发展，先进制程工艺由于需要大量的工艺研发和资本投入，能负担大额成本投入的晶圆厂越来越少，摩尔定律放缓。除了英特尔、台积电、三星以外，联电和格芯都宣布了放弃对7nm制程的研发。这给国内制造企业提供了赶超的机会，目前中芯国际正在研发N+1代制程，华虹半导体也在追赶14nm制程，以长江存储、合肥长鑫等企业深耕存储领域。

2. 产业链转移，下游应用细分化也是国内半导体制造企业的一大机会

伴随着下游PC、智能手机市场的逐渐成熟和饱和，半导体行业的系统性创业机会也从PC、智能手机、服务器三大集中性市场往物联网、下一代智能终端等碎片化、新兴化市场转移，物联网、新能源汽车等新兴市场带来向上重构供应链的系统性机会。在应用场景方面，采用先进工艺的芯片种类主要是基带、CPU、存储等大型逻辑芯片，主要用于手机和笔记本电脑，而其他低功耗领域需要一些专用芯片。对于中低端MCU、电源管理芯片等技术壁垒不高的细分市场，芯片专用化、性价比是重点。以功率半导体为代表的模拟细分市场中，传统汽车电子、工业级芯片等市场对品控、功耗、性价比的要求很高。因此在这些市场，国内企业可以找到突破口，积极布局渗透市场。例如，三安光电在第三代半导体材料GaN崛起中受益，耐威科技在MEMS传感器研发中持续发展。

3. 终端品牌效应

终端品牌的国产化给上游供应链带来发展机会，终端需求向上传导可以带动整个供应链的国产化。例如，“苹果产业链”带动了台积电、环旭电子和长电科技等企业的发展。目前，

5G 带动了“华为产业链”的发展，进入华为产业链的中芯国际也将在产业链的影响下也会有所收益。

4. 政策扶持

根据“中国制造 2025”重点领域技术路线图对 IC 制造产业的规划，国产半导体制造产业的发展将围绕产能扩充与先进制程同步推进。国家集成电路大基金的投资扶持了半导体制造企业的发展。

6. 半导体制造厂商

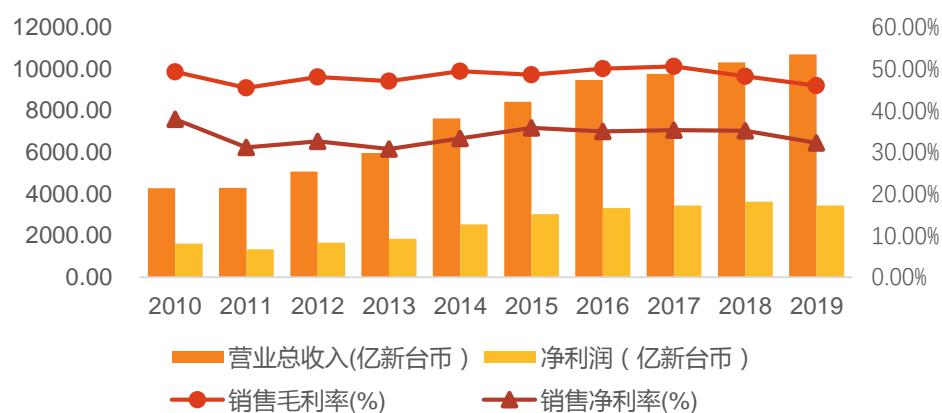
半导体制造厂商主要有台积电、三星、英特尔、联电、格芯、中芯国际和华虹半导体。

6.1. 台积电

1987 年，台积电成立于中国台湾新竹科学园区。台积电专注生产由客户所设计的芯片，本身并不设计、生产或销售自有品牌产品，确保不与客户直接竞争。经过 30 多年的发展，台积电成为了全球最大的晶圆代工企业，2018 年台积电在晶圆代工行业占领了 56% 份额，占领了行业绝对领先地位。

台积电营收及净利润逐年增长，根据 ICinsight 预测，2019 年台积电营收在半导体行业中排名第三，是唯一一家进入全球前五的纯晶圆代工厂。台积电毛利率接近 50%，显示了公司较高的产能利用率，盈利能力强劲。

图 57：台积电历年营收及变化



资料来源：wind、天风证券研究所

目前台积电在中国台湾有四座 300mm 晶圆厂，四座 200mm 晶圆厂，一座 150mm 晶圆厂，在南京有一座 300mm 晶圆厂，及其他地区两座 200mm 晶圆厂。其中晶圆十二厂、十四厂和十五厂是 300mm 超大晶圆厂，三座晶圆厂总产能超过了 800 万片 300mm 当量晶圆。台积电一直在其位于中国台湾台中的 Fab15 工厂（第 9 期/第 10 期大楼）中增加一个新工厂，并在其位于中国台湾台南的 Fab 14 工厂附近建造一个新工厂（Fab18）。

图 58：台积电晶圆厂区



资料来源：台积电官网、天风证券研究所

图 59：台积电晶圆 14 厂外观



资料来源：台积电官网、天风证券研究所

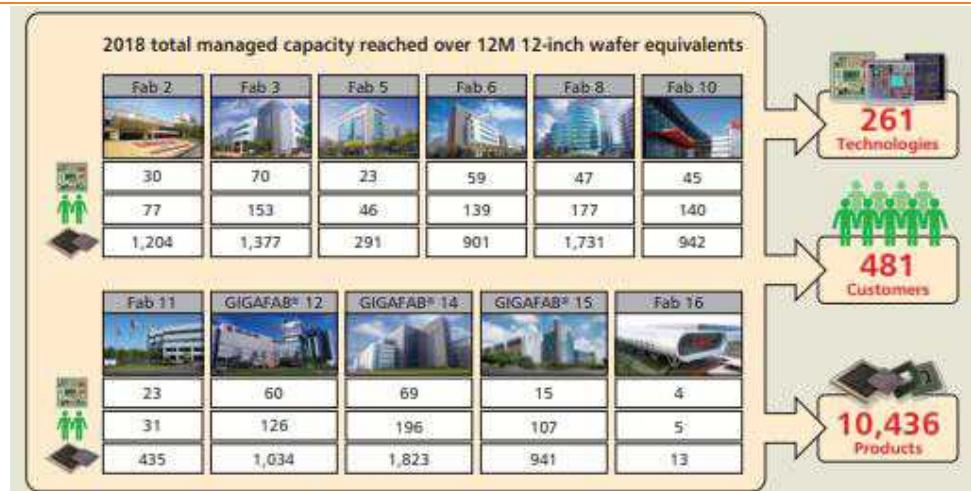
图 60：台积电 12 寸厂内观



资料来源：台积电官网、天风证券研究所

台积电客户基础广泛，且产品种类多。台积电在全球客户包括半导体设计公司和 IDM，有苹果、AMD、博通、海思、英特尔、TI、联发科、英伟达、高通等。2018 年台积电在为 481 个活跃客户提供服务，并使用 261 种不同的技术制造了 10436 种不同的产品，使其成为全球最多元化、最大的逻辑 IC 产能供应商。

图 61：2018 年台积电各晶圆厂客户及技术种类

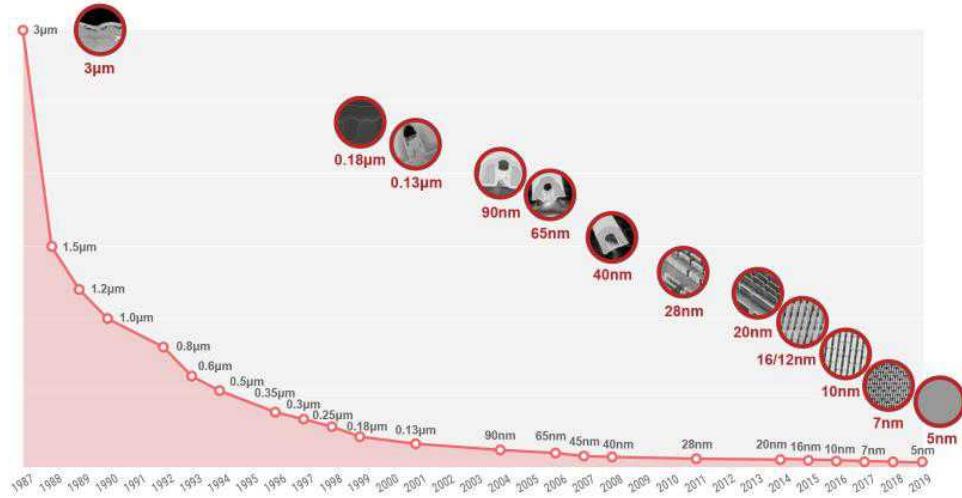


资料来源：台积电 2018 年年报、天风证券研究所

在制程方面，台积电先进制程的发展领先于其他企业。台积电目前提供了从 0.13um-7nm

全世界工艺的生产，目前正在积极量产 5nm 工艺，预计 5nm 工艺将在 2020 年上半年实现大规模量产，在先进制程量产的同时，台积电保留部分产能用作研发用途，以支持 3nm 及更先进制程的技术发展。

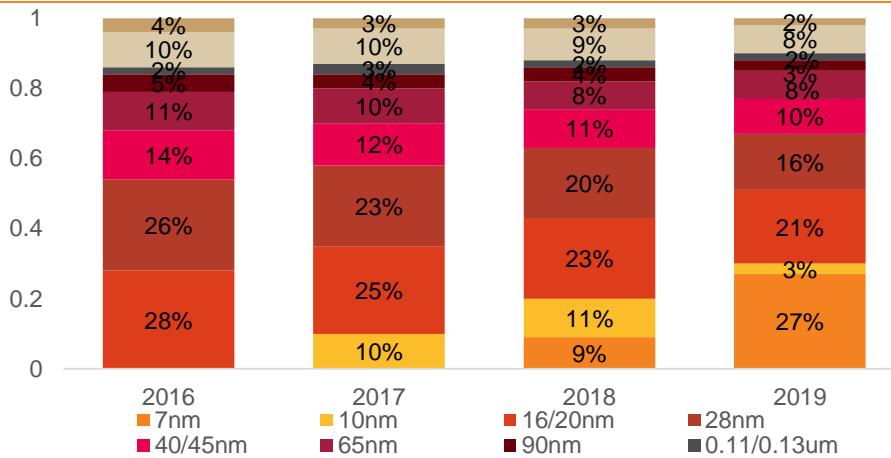
图 62：台积电制程发展



资料来源：台积电官网、天风证券研究所

随着台积电制程和技术的进一步提升，台积电产品结构逐渐丰富，且先进制程占比逐渐提高，2019 年 7nm 制程营收占比最高，达到 27%。目前台积电 7nm 的前五大客户是：苹果、华为海思、高通、Supermicro 和联发科。台积电供应链负责人表示 AMD 会成为台积电最大的 7nm 客户，因此预计 20H2 的 7nm 前五名会有大重组，2020 年 H2 台积电 7nm 生产线产能会从 110k 片/月增长到 140k 片/月。影响 7nm 客户结构的原因：1. 苹果业务从 7nm 转移到 5nm，苹果 A14 Soc 采用的 5nm 制程，2020 年款 iPhone 采用的是 5nm 工艺，比特曼和迦南也会随着苹果转移到 5nm 制程。2. AMD 2020H2 台积电 7nm 订单会翻倍。

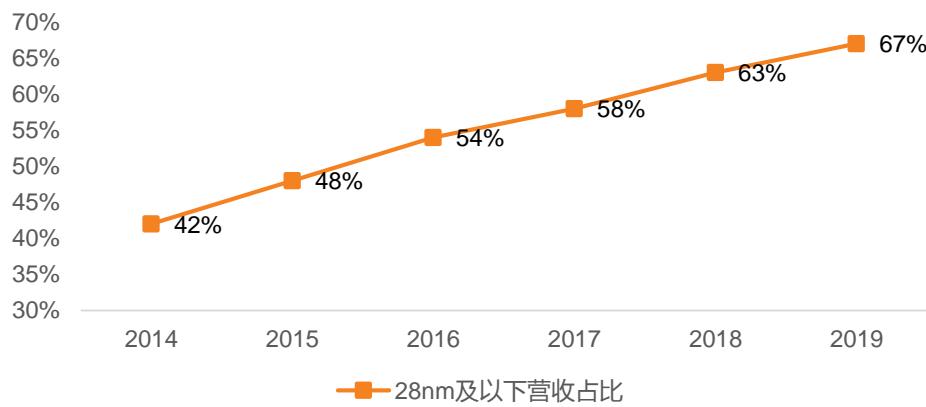
图 63：台积电各制程营收占比



资料来源：台积电 18 年年报及 19Q4 法说会、天风证券研究所

台积电 28nm 及以下制程晶圆总收入贡献率从 2012 年的 12% 大幅增长至 2018 年的 63%。2020 年由于新的 5nm 工艺节点和 5G 设备的大规模采用，台积电预计收入将增长 15-20%。随着 5nm 制程的量产，3nm 制程的研发投入，先进制程的营收会进一步提升，在成熟制程和先进制程共同作用下，公司实现盈利增长。

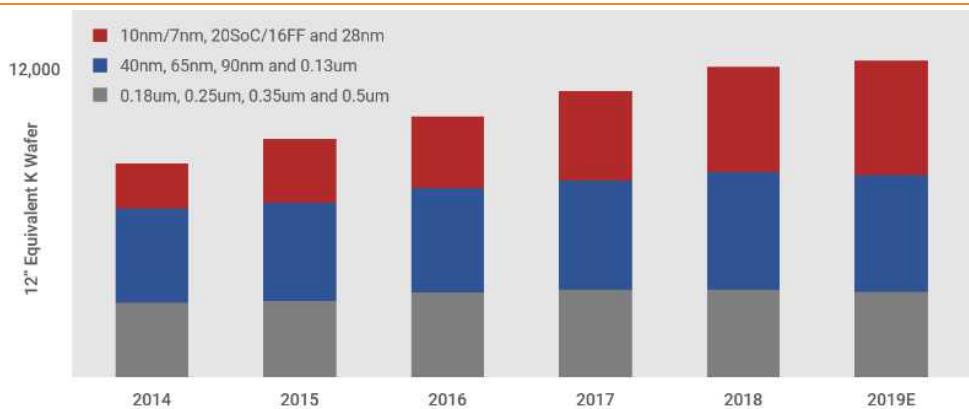
图 64：28nm 及以下营收占比



资料来源：台积电 18 年年报及 19Q4 法说会、天风证券研究所

在各制程的晶圆产能方面，总体产能逐年提升，其中先进制程晶圆产能增幅最大。2019 年每月产能约为 2505 千片 200mm 当量晶圆，占全球总产能的 12.8%，同比上升 3%（2018 年月产能为 2439 千片/月）。

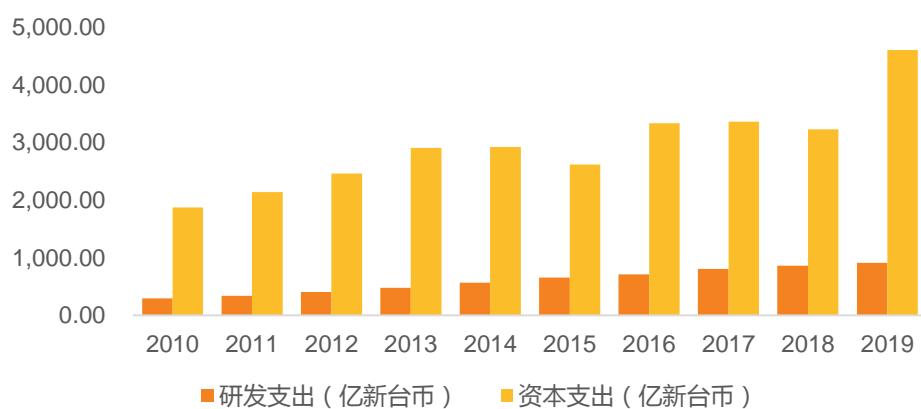
图 65：台积电晶圆产能 12 寸当量



资料来源：台积电官网、天风证券研究所

为了满足 5G 和高性能计算机应用的增长对先进技术的强劲需求，台积电 2019 年资本支出 4604 亿新台币，同比增长 42.69%。2020 年资本预算预计在 150-160 亿美元之间，约 80% 的资本预算将用于先进工艺技术，包括 3、5 和 7 纳米。同样，台积电的研发支出也持续增长，主要用于先进制程的一些研发项目。

图 66：台积电研发支出及资本支出



资料来源：Wind、天风证券研究所

从台积电的行情来看，台积电股价波动上升，与 SOX 指数走势相似，上升趋势（上升的斜率）高于整体行业，因此台积电股价受到半导体行业景气度的上升和自身改善的影响。

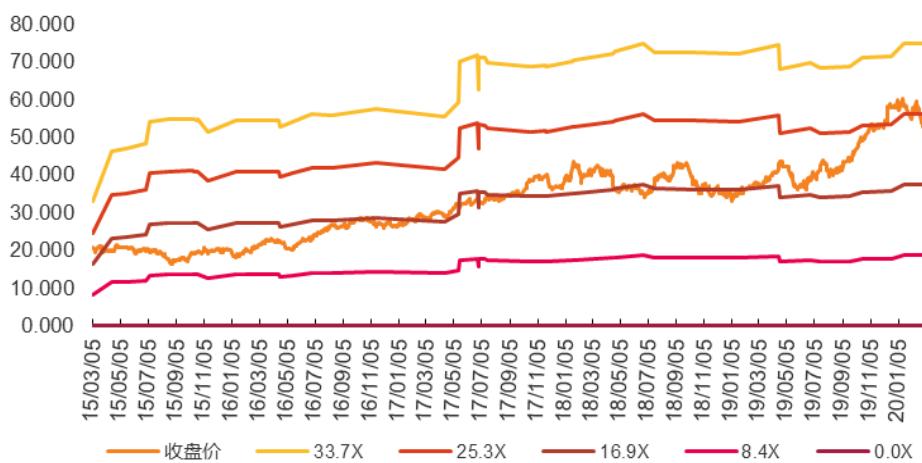
图 67：台积电股价变化 单位：美元



资料来源：Wind、天风证券研究所

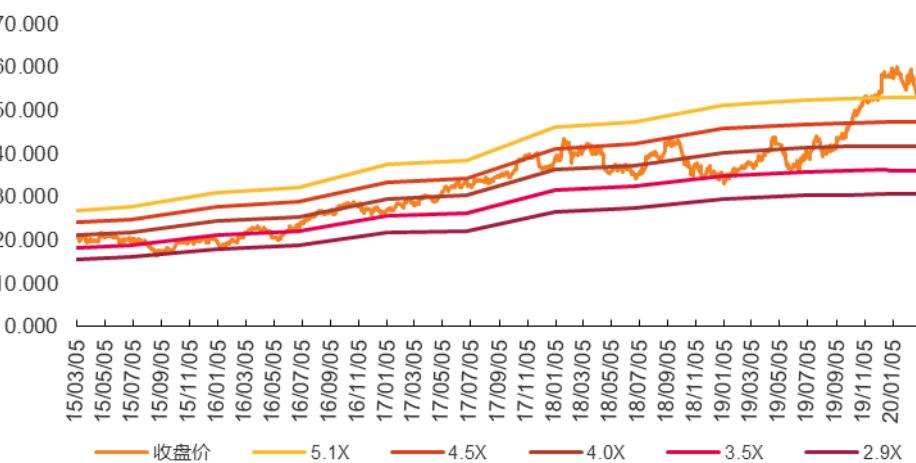
在估值上，台积电 PE 和 PB 估值都在不断上涨，其 PE 均值在 25 倍左右。

图 68：台积电 PE-Band



资料来源：Wind、天风证券研究所

图 69：台积电 PB-Band



资料来源：Wind、天风证券研究所

6.2. 三星

三星电子晶圆制造业务成立于 2005 年，该年建立了第一条晶圆生产线，在 2011 年三星实

现了HKMG技术的量产，2015年实现FinFET技术量产，2016年实现10nm技术量产，2017年三星代工独立于公司的产品部门运营，2019年实现了7nm EUV量产。

图 70：三星晶圆制造业务发展史



资料来源：三星官网、天风证券研究所

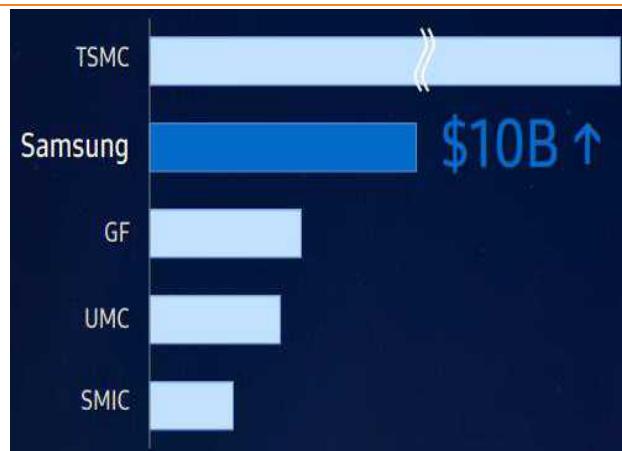
三星晶圆制造业务持续增长，2018年实现超过100亿美元的营收。与其他晶圆厂对比，三星晶圆制造厂营收排名第二。

图 71：晶圆制造业务营收



资料来源：三星官网、天风证券研究所

图 72：2018年三星晶圆制造营收与其他晶圆厂对比



资料来源：三星官网、天风证券研究所

目前三星晶圆产线有六条，一条8寸线位于韩国，主要生产180nm-70nm制程的产品，工艺技术包括嵌入式快闪记忆体（eFlash）、功率元件、影像感测器CIS，以及高电压制程的生产，主要服务于韩国本土的芯片设计商。剩下五条为12英寸产线，S2位于美国，其余都位于韩国。S1线生产65nm-8nm制程低功耗芯片，建成于2005年，是三星首条12英寸逻辑代工生产线，产品主要用于计算机网络、智能手机、汽车、以及日益成长的物联网市场等。S2主要生产65nm-14nm制程的产品。S3线生产10nm以下产品，将是三星7纳米产品的主力生产厂。S4专用于生产65nm制程CIS产品，目前CIS产能约8万片。除此之外，三星2月在韩国新开一条EUV产线，该产线主要生产7nm以下先进工艺芯片，预计到2020年底，该产线总投资达60亿美元，并将根据市场情况确定额外投资，预计在该产线的助力下，三星7nm及以下工艺节点的总产能将比19年增长三倍。

图 73：三星电子晶圆厂分布



资料来源：三星官网、天风证券研究所

300mm 晶圆主要用于 45nm 以下制程，主要用于 RF、eFlash、Emram。200mm 晶圆主要用于 65-180nm 制程，该部分制程应用更为广泛，有 RF、eFlash、HV(Display)、BCD、Image Sensor、Finger Print Sensor。

三星同时发展 FD-SOI 和 FinFET 技术，其中 FD-SOI 制程有 18nm 和 28nm，FinFET 技术主要用于 14nm 以下制程。7nm 以下制程需要用到 EUV 技术。

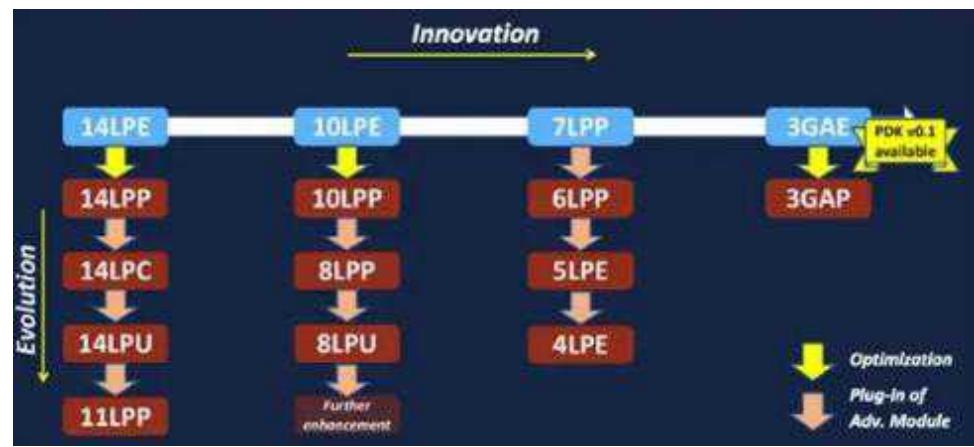
图 74：三星制程发展的技术支持



资料来源：三星官网、天风证券研究所

三星目前关注的四个主要节点是 14nm、10nm、7nm 以及 3nm。其中 14/11nm 自 2015 年第一季度以来累计出货超过 200 万片晶圆，10/8nm 自 2016 年第 4 季度以来累计出货量超过 80 万片晶圆。在制程图上看，6LPP 是三星 7LPP 的改进版，具有更高的晶体管密度，更低的功率，但可以重新使用最初为 7LPP 设计的 IP，再下一代是 5LPE，三星计划将 5nm 作为第二代 EUV 工艺。从 3nm 开始三星将放弃 FinFET 转向 GAA 晶体管，第一代是 3GAE 工艺，还有优化版 3GAP 工艺，后续还在继续优化改良中。三星预计在 2020 年上半年量产 5nm，预计前期产能大概在 1 万片/月，潜在客户主要是三星本身以及高通。三星的 3nm 预计 2021 年底量产。

图 75：三星制程发展路线图



资料来源：Anandtech、天风证券研究所

根据拓墣产业研究院数据，2019年台积电7nm及7nmEUV的产能为100-110K片/月，而三星只有10K片/月，是台积电的1/10，因此在客户上台积电的客户量明显多于三星。在5nm以下工艺，台积电预计5nm在2020年上半年量产，月产能规划是在2020年底前达到60-70千片晶圆，3nm预计在2021年风险试产，2022年-2023年之间量产。三星方面，预计在2020年上半年量产5nm，预计前期产能大概在5-10千片/月，3nm预计2021年底量产。

表8：台积电与三星在7nm上的区别

公司	分类	2019年产能	主要客户
台积电	7nm/7nm EUV	100-110K片/月	海思、苹果、高通、AMD、赛灵思、英伟达
三星	7LPP EUV	10K片/月	三星、高通、IBM

资料来源：拓墣产业研究院、天风证券研究所

表9：台积电与三星在其他先进节点上的对比

公司	节点	量产时间	备注
台积电	5nm	1H20	月总产能规划至2020年底前60-70K 客户掌握程度高
	3nm	2022-2023	依据量产厂房建置估算时间 风险试产预计为2021
三星	5nm	1H20	预估会先建置产能5-10K/月 潜在客户以三星和高通为主
	3nm	2021	2020年提供产品时程 产能根据客户接单状况而定

资料来源：拓墣产业研究院、天风证券研究所

6.3. 英特尔

英特尔是10nm以下先进制程企业之一，晶圆制造也是其产业的一部分，其晶圆厂共15家，分布在全球不同的地区。其中，美国本土分布有4处晶圆制造厂，一处测试厂和一处封装厂，爱尔兰有1处制造厂，以色列有2处制造厂，以及中国大连有1处制造厂。其余还有封测地点分布于中国，哥斯达黎加，马来西亚，菲律宾以及越南。

英特尔晶圆厂主要为自己的芯片生产服务，在工艺提升上没有那么紧迫，英特尔也严格按照摩尔定律进行研发。目前英特尔的10nm工艺已经量产。从晶体管密度上看，英特尔的10nm工艺甚至超过了台积电、三星的7nm工艺，在目前量产的工艺里排名第一。

表10：各厂商制程节点晶体管密度比较

制程技术	Intel	TSMC	Samsung	TSMC	Samsung	TSMC
	10nm	7nm EUV	7nm EUV	7nm	8nm	10nm
近似晶体管密度(MTr/mm ²)	100.8	96.5	95.3	66.7	61.2	60.3

资料来源：拓墣产业研究院、天风证券研究所

表11：各厂商制程节点晶体管密度比较(续表)

制程技术	Samsung	Intel	GF	TSMC	Samsung/GF	TSMC
	10nm	14nm	12nm	12nm	14nm	16nm

近似晶体管密度 (MTr/mm ²)	51.8	43.5	36.7	33.8	32.5	28.2
--------------------------------	------	------	------	------	------	------

资料来源：拓墣产业研究院、天风证券研究所

在工艺提升方面，英特尔 2021 年才会量产 7nm 工艺，同时会推出 10nm++ 工艺。2022 年会推出 7nm 工艺，2023 年会推出 7nm 工艺，5nm/3nm 还没有进一步的信息。

图 76：英特尔先进制程布局



资料来源：拓墣产业研究院、天风证券研究所

6.4. 格罗方德

格罗方德成立于 2009 年，由 AMD 拆分而来。格芯是全球领先的特殊工艺半导体代工厂。格芯目前拥有 5 家 200mm 晶圆厂和 5 家 300mm 晶圆厂，主要提供 12nm-0.35um 制程的产品。格芯的主要靠收购来发展壮大，2010 年格芯收购了新加坡的特许半导体晶圆厂，此次收购使 GF 在新加坡拥有了几座 200 和 300mm 晶圆厂，并拥有大约 200 个客户。此次收购开始了晶圆厂的转型，从而开始与许多客户开始打交道。2015 年又收购了 IBM 的技术开发部门和芯片制造部门。

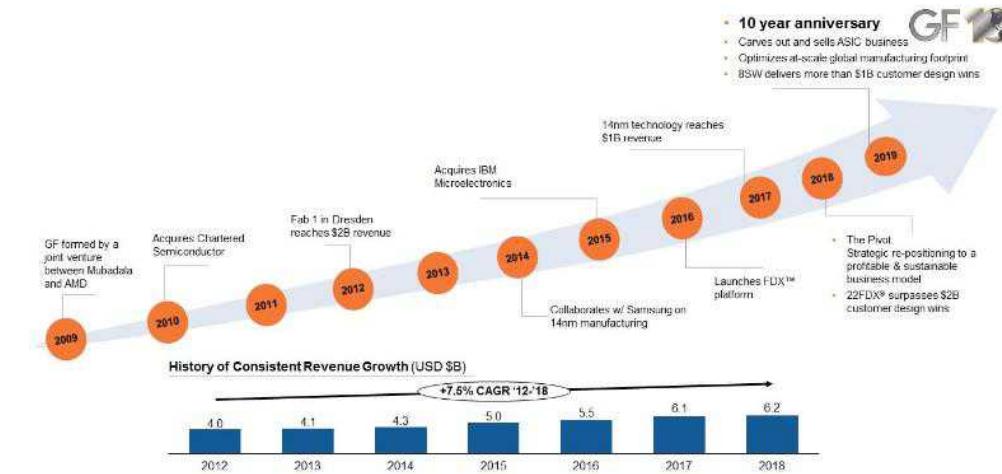
图 77：格罗方德发展历程



资料来源：格罗方德官网、天风证券研究所

格芯的营收持续增长，2012-2018 年营收年复合增长率为 7.5%。

图 78：格罗方德的营收变化



资料来源：格罗方德官网、天风证券研究所

格芯主要为 AMD、Broadcom、高通和 STMicroelectronics 等半导体公司大量进行晶圆代工。它在新加坡有四家 200mm 晶圆制造厂，在德国和新加坡各有一家 300mm 晶圆制造厂，在美国有三家：在佛蒙特州有一家 200mm 晶圆制造厂，在纽约有两家 300mm 晶圆制造厂。

图 79：晶圆厂分布



资料来源：Semi、GLOBALFOUNDRIES – Contributing to the Smart Systems Hub、天风证券研究所

表 12：格芯各晶圆厂详情

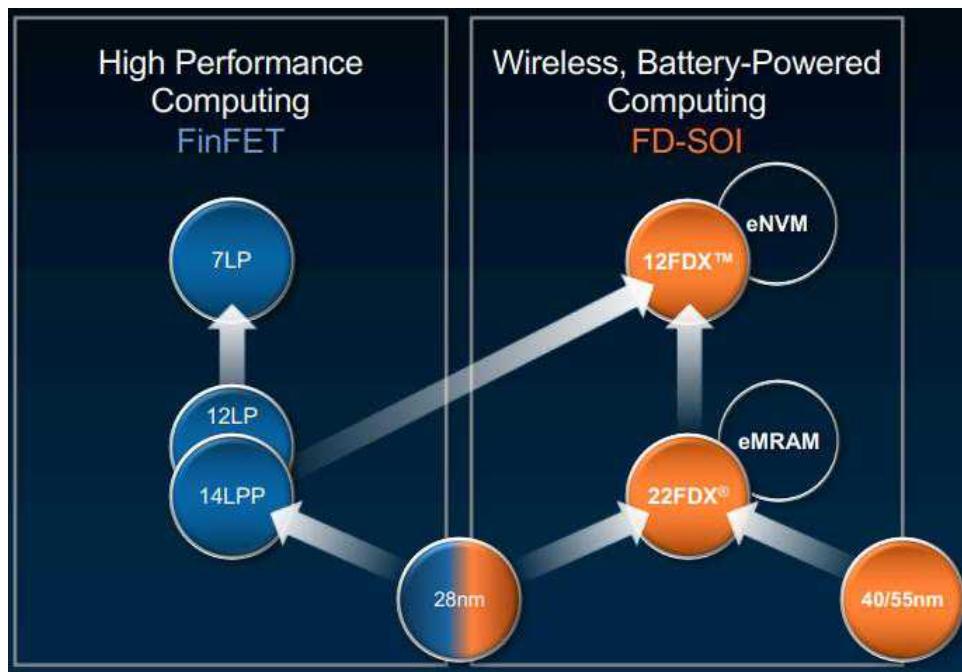
名称	硅片	位置	月产量（千片）	制程	备注
Fab 1	300 mm	德国	50	22/12nm	模块 1 是 300 mm 晶圆生产设备。它能够制造 40 nm, 28 nm BULK 和 22 nm FDSOI 的晶圆，模块 2 原本是 200mm 晶圆厂。2016 年格芯宣布将对 Fab 1 进行改造，以生产 12 nm (FDSOI) 产品。
Fab 2	200 mm	新加坡		600-350nm	汽车 IC 产品，高压电源管理 IC 和混合信号产品。
Fab 3/5	200 mm	新加坡		350-180nm	用于小型面板显示驱动器和移动电源管理模块的高压 IC。
Fab 3E	200 mm	新加坡		180nm	用于具有嵌入式非易失性存储技术的特定汽车 IC 产品，高压电源管理 IC 和混合信号产品。出售给 Vanguard International Semiconductor
Fab 6	200 mm	新加坡			已关闭
Fab 7	300 mm	新加坡	50	130-40nm	CMOS 和 SOI 工艺
Fab 8	300 mm	美国	60	28/14nm	
Fab 9	200 mm	美国		90nm	
Fab 10	300 mm	美国		14nm	以 4.3 亿元出售给安森美半导体

资料来源：格罗方德官网、天风证券研究所

28nm 以下制程节点，格罗方德有两条技术发展路线，一个是与大多数晶圆制造企业一致的 FinFET 技术，主要用于对性能要求较高的领域，主要用于 HPC、服务器等。2016 年，格芯从三星电子获得 14 纳米 14LPP FinFET 工艺许可。2018 年格芯开发了基于三星 14 纳米 14LPP 工艺的 12 纳米 12LP 节点。2018 年格芯宣布取消了 7LP 流程，进一步增强特色差异化产品的开发。此次转型将公司资源从 7nm 工艺开发转移到更全面、更集中的领域，将更多的创新技术融入现有的产品组合平台，使公司实现重新定位。通过这种方式，格芯能够帮助客户实现增值，而且无需引入成本高昂的制造工艺。

一个是 FD-SOI 技术，FD-SOI 技术适合低功耗场景，格罗方德在 2015 年发展 14nm FinFET 的同时大力发展 FD-SOI 技术，推出了 22FDX，即 22nm FD-SOI 技术。2017 年 22FDX 进入量产阶段，主要用于物联网、车用、5G、射频等场景。22FDX 制程功耗比 28nm HKMG 制程降低了近 70%，且芯片面积比 28 纳米制程缩小了 20%，光刻层比 FinFET 制程要减少接近 50%，芯片成本则是比 16/14 纳米制程减少了 20%，还整合了 RF 射频，使得功耗降低最多 50%。目前客户包括 ARM、Imagination、Synaptics、意法半导体、思科、飞思卡尔、SONY、瑞芯微等。目前，格芯已经与环球晶圆和 Soitec 签署了 300mm SOI 晶圆的供应协议。

图 80：格罗方德 FinFET 和 FD-SOI 两条技术路线



资料来源：Semi、GLOBALFOUNDRIES – Contributing to the Smart Systems Hub、天风证券研究所

格芯针对特定的高增长半导体市场创建了三个战略业务部门，即汽车、工业和多市场战略业务部(AIM)、移动和无线基础架构部(MWI)以及计算和有线基础架构部(CWI)。物联网(IoT)、云计算、人工智能/机器学习(AI/ML)、5G 通信以及汽车系统中使用更多电子产品等大趋势都在推动这些市场发展。格芯估计，在这些市场中，约有 470 亿美元的晶圆厂业务可以通过 12nm 或以上技术节点领域的解决方案来解决。其中，AIM 业务占 240 亿美元，MWI 和 CWI 分别占 150 亿美元和 80 亿美元。

图 81：格芯解决方案

		Auto, Industrial & Multi-market	Mobile & Wireless Infrastructure	Computing & Wired Infrastructure
Megatrend	Automotive • Driver assist	Mobility • 5G mmWave transition	Artificial intelligence	
Market driver	Safety, Utilization	Enormous data & higher bandwidth	Data analytics	
Application	ADAS	Smartphone	Data center processing	
Device type	Radar sensor	Front end module	AI processor	
GF specialized solution	22FDX-RF • mmWave • eNVM, LVSRAM • AutoPro™	45RFSOI • Switch & LNA • PA FET • mmWave	12LP+ • LVSRAM • eMRAM • Memory as an accelerator! • 2.5D/3D packaging	

资料来源：格罗方德官网、天风证券研究所

在物联网应用上，基于格芯 22FDX® FD-SOI 平台的片上系统(SoC)具有嵌入式 MRAM 内存和业界领先的射频功能。22FDX 平台的本地性能和能效可以通过格芯的自适应体偏置功能进一步提高，使系统能够根据需要进行动态调整，以获得更高的性能或更高的功效。因此，格芯能够帮助客户更轻松、更经济高效地开发新型物联网设备，这些设备可以在静态时降低能耗，需要时提供高性能功能，并集成其他必要特性。

在处理数据中心内存和处理器之间的数据传输时功率和延迟问题时，格芯开发了两种方案来解决。一种方案是通过增加极低电压(0.5V)和双功函数 SRAM 存储器等功能，来降低功耗需求，并提升格芯的 12LP FinFET 平台性能。另一种方案是在类似 SRAM 的工作模式下使用 MRAM，旨在以低功耗下三倍密度存储器取代 6T SRAM。

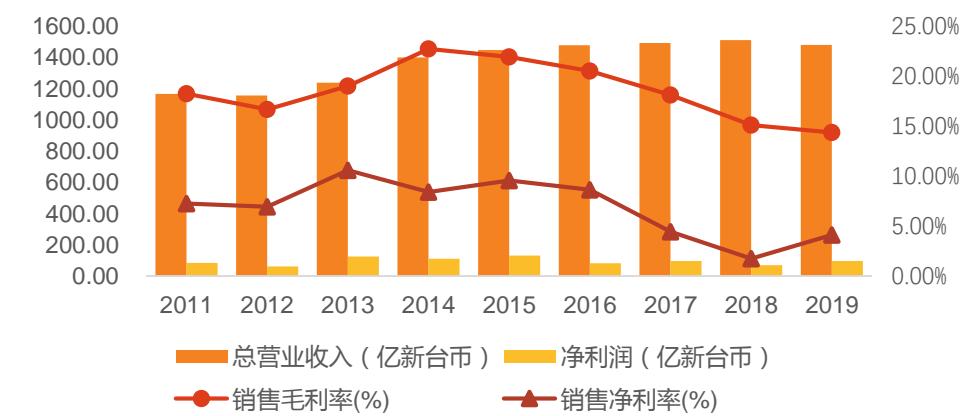
从长远来看，受益于下游应用的多样化发展，格芯的差异化解决方案可以给格芯带来持续营收来源。

6.5. 联电

联华电子成立于 1980 年，是中国台湾第一家半导体公司，也是中国台湾第一家提供晶圆制造服务的企业，它引领中国台湾半导体产业的发展。**在纯晶圆制造市场，2018 年联电市场排名第三，前两名是台积电和格芯。**

联电营收 2011-2018 年保持持续增长，2019 年略有下降，毛利率有所跌落，2019 年为 14.38%。

图 82：联电各项财务指标



资料来源：Wind、天风证券研究所

联电在全球有 12 家晶圆厂，分别分布在中国台湾、大陆和日本各地，涵盖了从 14nm 到 3.5um 的制程，合计 8 寸当量晶圆产能不断提升，2019 年较 2018 年增长 6.2%，单季度看也有明显上升趋势。

表 13：联电晶圆厂规划情况及实际产能 单位：千片

工厂	晶圆尺寸	地址	制程(um)	规划月产能	2016	2017	2018	2019	1Q20E
WTK	6 寸	中国台湾	3.5-0.45	50	423	422	396	370	92

Fab8A	8 寸	中国台湾	0.5-0.25	70	827	825	825	825	200
Fab8C	8 寸	中国台湾	0.35-0.11	29	348	357	383	436	112
Fab8D	8 寸	中国台湾	0.13-0.09	32	342	341	347	359	92
Fab8E	8 寸	中国台湾	0.5-0.18	35	419	418	418	426	112
Fab8F	8 寸	中国台湾	0.18-0.11	32	401	417	431	434	121
Fab8S	8 寸	中国台湾	0.18-0.11	25	336	347	372	372	93
Fab8N	8 寸	苏州	0.5-0.11	50	750	753	771	831	228
Fab 12A	12 寸	中国台湾	0.13-0.014	82	885	970	997	997	260
Fab 12i	12 寸	新加坡	0.13-0.040	45	584	537	555	595	154
Fab 12X	12 寸	厦门	0.040-0.028	50	9	97	183	203	52
Fab 12M	12 寸	日本	0.090-0.040	32				98	97
合计	8 寸当量				6983	7304	7673	8148	2278

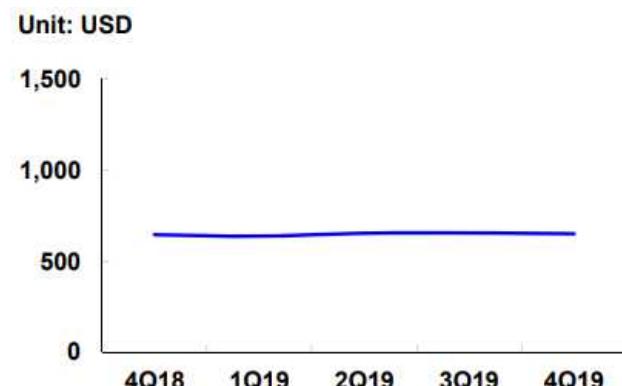
资料来源：联电 18 年年报及 19Q4 法说会、天风证券研究所

图 83：2Q19-1Q20 晶圆总产能变化 单位：千片



资料来源：联电 20Q1 季报、天风证券研究所

图 84：晶圆平均单价变化 (8 寸当量)



资料来源：联电 19Q4 季报、天风证券研究所

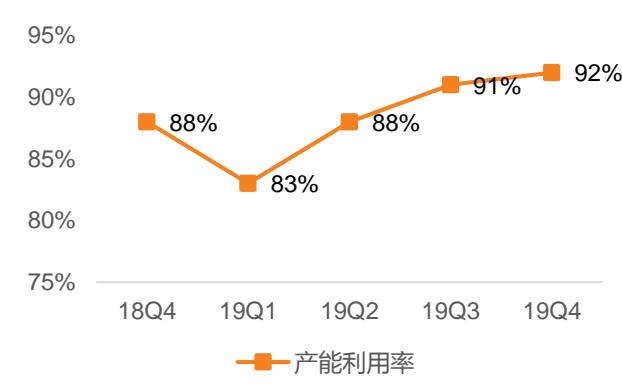
联电产能利用率在 90% 上下波动，但从 19 年看，因为市场需求的不断提升，且联电完场收购日本三重富士通半导体（即晶圆 12M 厂），联电的产能利用率在逐渐提升，从 Q1 到 Q4 产能利用率提升近 10%。2020 年随着市场景气度的回升，预计联电上半年 12 寸厂会持续维持满载状态，年度产能利用率会有所改善。

图 85：2014-2019 年联电产能利用率



资料来源：联电 2016, 2019 年报、天风证券研究所

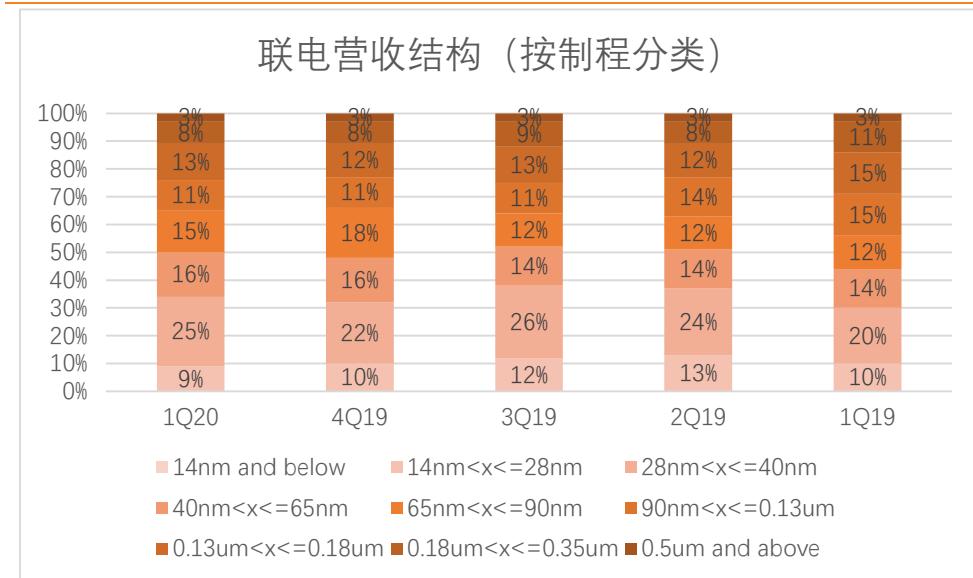
图 86：18Q4-19Q4 产能利用率



资料来源：联电 19Q4 季报、天风证券研究所

联电于 2018 年宣布放弃投资 12nm 以下的先进工艺，将重点放在成熟工艺的投资上，因此从营收结构看，28nm 以上成熟制程的占比较高，而 14nm 制程在 2019 年零占比。且可以看出各制程占比趋于均衡，联电寻求各成熟制程应用领域的扩张。未来，在晶圆产能紧张的情况下，联电在产品结构上也会进行调配以求最佳化，包括 28 纳米、40 纳米甚至是到 90 纳米都会进一步调整。

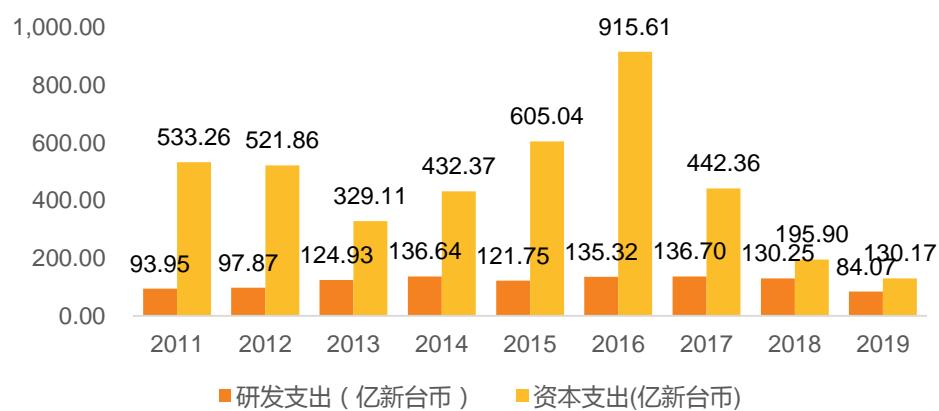
图 87：联电营收结构（按制程分类）



资料来源：联电 20Q1 季报、天风证券研究所

在资本支出和研发支出方面，联电资本支出在 2016 年达到最高，后期放弃先进制程研发后开始下降，研发支出一直较为稳定。根据联电预测，2020 年联电总资本支出为 10 亿美元，其中 85% 用于 12 寸厂，15% 用于 8 寸厂。

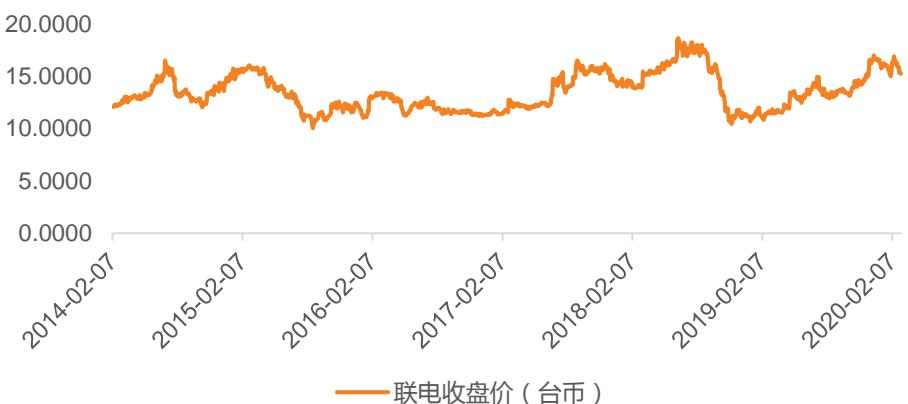
图 88：联电资本支出与研发支出



资料来源：Wind、天风证券研究所

从行情看，联电股价围绕均值上下波动，整体上升或下跌趋势不是很明显，2018 年 9 月有较大幅度下跌，在 18 年底又有回升，主要受到市场行情及公司自身战略调整的影响。

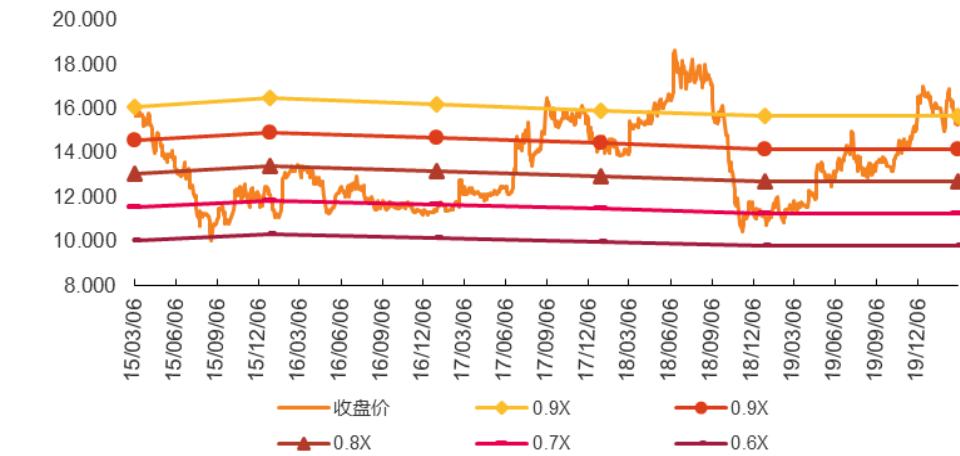
图 89：联电收盘价



资料来源：wind、天风证券研究所

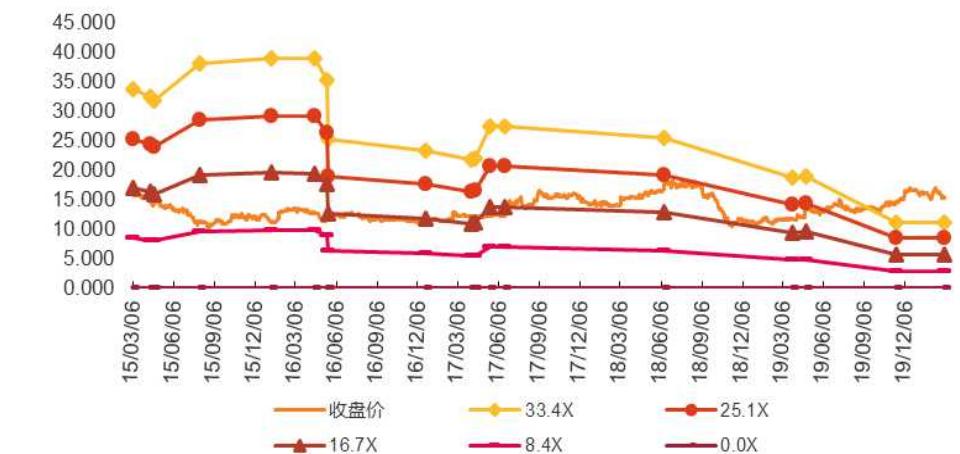
从估值看，联电 PB 较为稳定，PE 估值逐渐降低。

图 90：联电 PB-Band



资料来源：Wind、天风证券研究所

图 91：联电 PE-Band



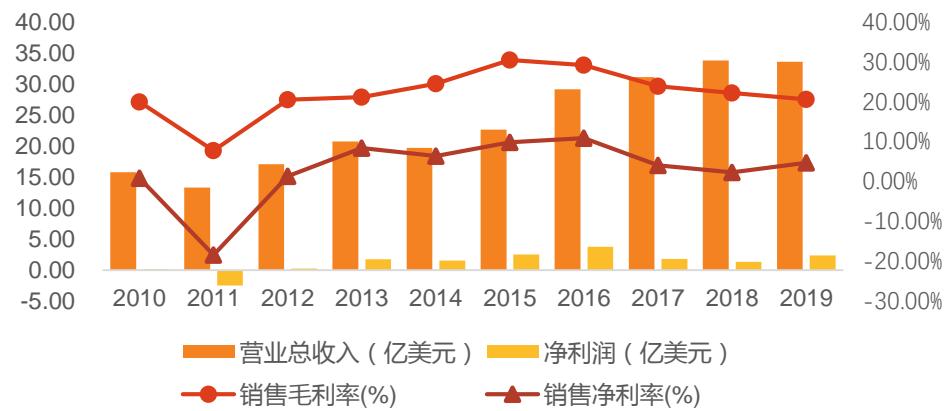
资料来源：Wind、天风证券研究所

6.6. 中芯国际

中芯国际及其控股子公司是世界领先的晶圆代工企业之一，也是中国内地技术最先进、配套最完善、规模最大、跨国经营的集成电路制造企业。**在纯晶圆代工厂市场，中芯国际市场份额多年排名第四，基本维持在 6%。**

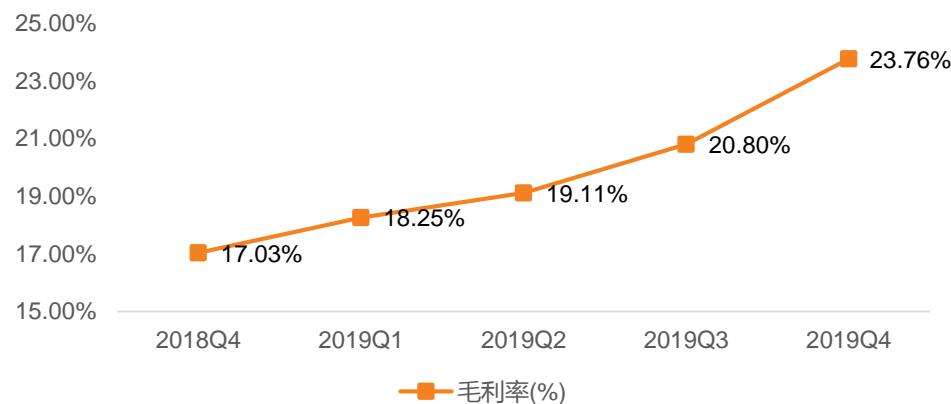
中芯国际营收波动上升，2019 阿韦扎诺晶圆厂被出售，营收有所下降。从增长率看，根据 IHS Markit，2018 年纯晶圆代工厂增长率为 4.55%，中芯国际的年收入增长率为 8.3%，远高于市场增长率。毛利率在 20%-30% 之间上下波动，2019 年以来毛利率持续提升，晶圆厂产能利用率逐渐提高，盈利能力在提升。

图 92：中芯国际各项财务指标



资料来源：Wind、天风证券研究所

图 93：中芯国际 2019 单季度毛利率变化



资料来源：Wind、天风证券研究所

中芯国际旗下有九座晶圆厂。其中在上海建有一座300mm晶圆厂和一座200mm晶圆厂，以及一座控股的300mm先进制程晶圆厂；在北京建有一座300mm晶圆厂和一座控股的300mm先进制程晶圆厂；在天津和深圳各建有一座200mm晶圆厂；在江阴有一座控股的300mm凸块加工合资厂。中芯国际还在美国、欧洲、日本和中国台湾设立营销办事处、提供客户服务，同时在中国香港设立了代表处。

图 94：中芯国际晶圆厂分布



资料来源：中芯国际官网、天风证券研究所

中芯国际各晶圆厂的设计产能和实际产能如下，从各厂的实际产能看，各厂产能都接近或者超过了设计产能。

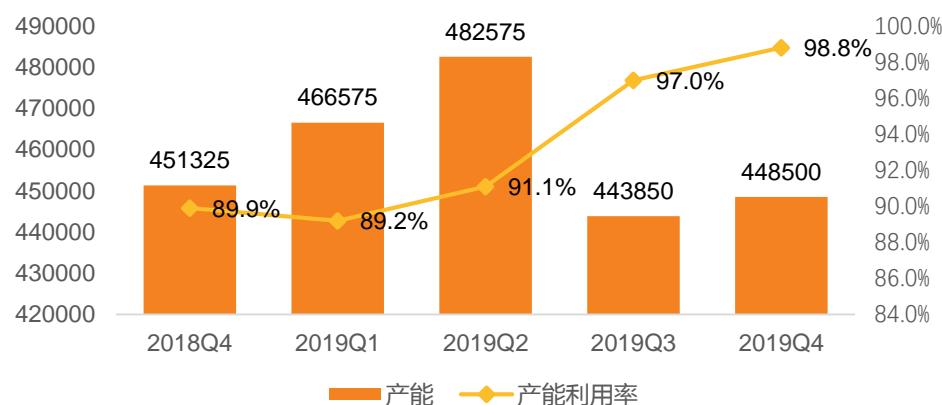
表 14：中芯国际晶圆厂设计情况及实际产能 单位：千片

	技术节点	设计产能	18Q4	19Q1	19Q2	19Q3	19Q4
Shanghai200mm	0.35μm~90nm	120K	109.0	112.0	115	112	115
Shanghai300mm	40nm~14nm	20K	10.0	10.0	8	8	2
Beijing300mm	0.18μm~55nm	50K	42.0	47.0	50	50	52
Tianjin200mm	0.35μm~0.15μm	50K	60.0	58.0	57	58	58
Shenzhen200mm	0.18μm~0.13μm	60K	42.0	45.0	50	52	55
Shenzhen300mm		30K	3.0	3.0	3	3	
控股 Beijing300mmFab	40nm~28nm	35K	33.0	33.0	36	37.6	41
控股 Shanghai300mmFab	14nm						3
控股 Avezzano200mmFab		35K	42.3	42.3	42.3		

资料来源：中芯国际 2019Q4 季报、天风证券研究所

中芯国际产能利用率高，在 19 年三四季度产能近乎满载，面临供不应求的局面，说明中芯国际下游需求强劲，行业景气度高。与同行相比，中芯国际通过提高工厂的产能利用率来改善生产运营状况，产能利用率超过业界平均水平，表现了其良好的运营能力。

图 95：中芯国际晶圆总产能及产能利用率 晶圆产能单位：片



资料来源：中芯国际 2019Q4 季报、天风证券研究所

图 96：中芯国际产能利用率与业界平均产能利用率对比

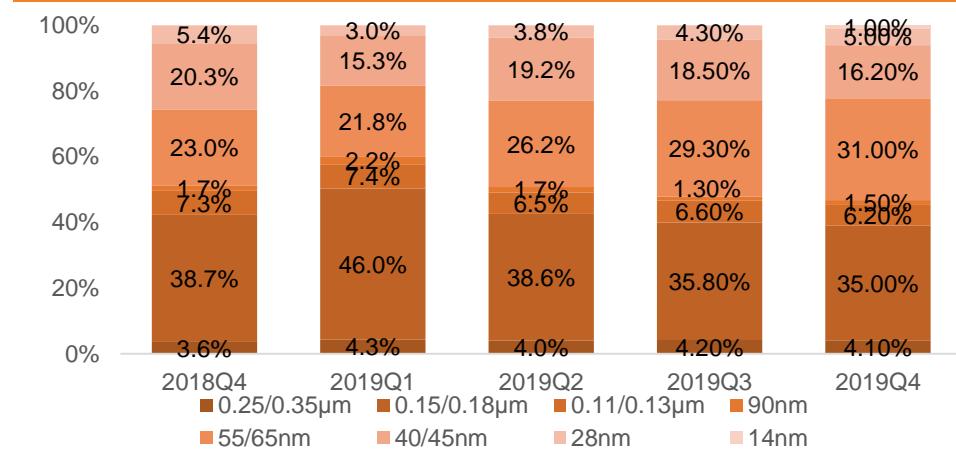


资料来源：IHS、2018 中芯国际企业社会责任报告、天风证券研究所

中芯国际提供 0.35um 到 14nm 不同技术节点的晶圆代工与技术服务。其中 14nm 工艺在 19Q4 量产，营收贡献 1%，在先进制程上逐步缩小与世界代工巨头的差距，预计未来产能提升后营收将显著提升，先进制程营收贡献率会进一步增大。根据中芯国际联席 CEO 梁孟松的说法，14nm(包含改进型的 12nm 工艺)月产能将在 20 年 3 月达到 4K，7 月达到 9K，

12月达到15K。下一代制程节点(N+1/N+2)对世界最先进的7nm技术的追赶正在加速。上海中芯南方FinFET工厂将技术开发转化为收入来源，第一代FinFET稳健上量，其中已经获得华为海思14nm订单，第二代FinFET持续客户导入。经营战略上，中芯国际在进行先进制程的研发，多元化开发客户转化技术的同时，将持续拓展成熟工艺，保持在各细分领域前列，尤其是摄像头晶片、电源管理晶片等需求依然强劲。

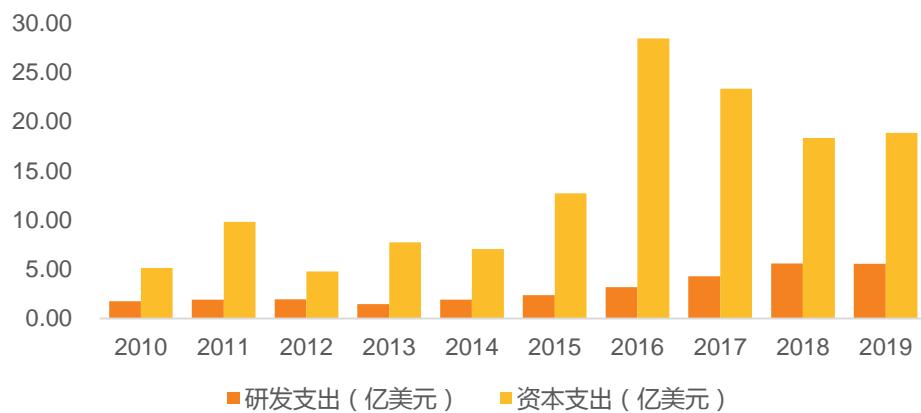
图 97：中芯国际营收结构按制程分类



资料来源：中芯国际 2019Q4 季报、天风证券研究所

在资本支出方面，近五年中芯国际资本支出都超过了总营收的50%。2019年晶圆厂运营资本支出20亿美元，其中14亿美元用于晶圆厂产能扩张（12亿用于先进制程）。为满足市场需求，新一轮资本支出将开启，中芯国际预计2020年资本支出31.6亿美元，其中25亿美元用于晶圆厂设备的支出（20亿用于先进制程），产能扩张将会逐步显现。台积电研发支出也持续增长，接近营收的20%，中芯国际FinFET技术，28nm的HKC+技术研发成果显著。

图 98：中芯国际资本支出和研发支出



资料来源：Wind、天风证券研究所

中芯国际18年股价波动下降，主要受到半导体总体周期回落以及自身产能处于爬坡期营收不稳定因素的影响。19年以来股价呈现攀升趋势，主要是因为中芯国际兼顾先进制程和传统制程的发展，在晶圆产能上持续扩张，随着14nm量产以及更先进制程的研发，预计市场走势会更佳。

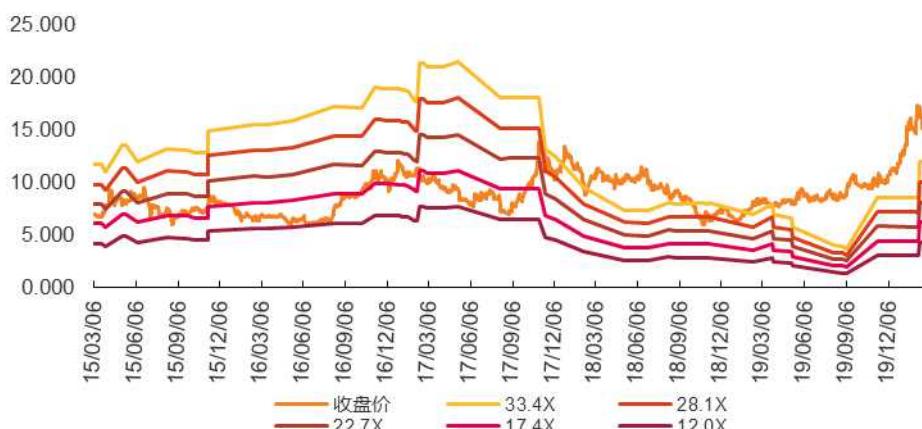
图 99：中芯国际收盘价



资料来源: Wind、天风证券研究所

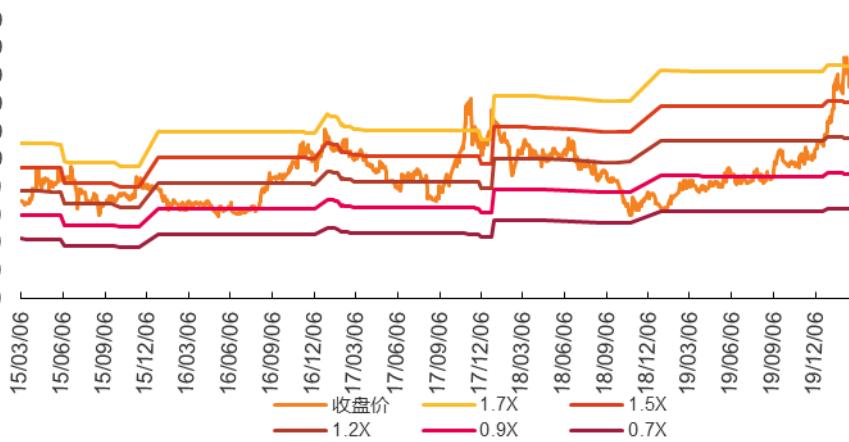
从估值看中芯国际 PE 也有走低趋势，PB 则有提升趋势。

图 100: 中芯国际 PE-Band



资料来源: Wind、天风证券研究所

图 101: 中芯国际 PB-Band



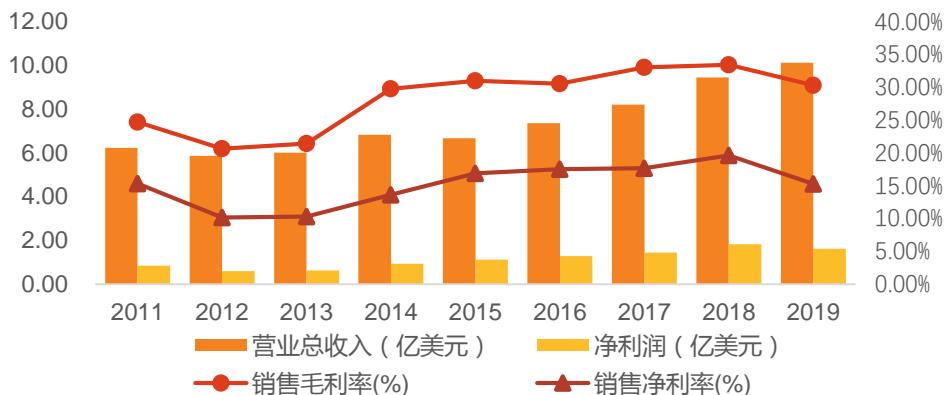
资料来源: Wind、天风证券研究所

6.7. 华虹半导体

华虹半导体是全球领先的特色工艺纯晶圆代工企业，是华虹集团的一员，而华虹集团是国家“909”工程的载体，是以集成电路制造为主业、面向全球市场、具有自主创新能力、市场竞争力的高科技产业集团。2017 年，华虹半导体在纯晶圆代工市场份额排名第六，市场份额总排名（包括 IDM 和纯晶圆代工厂）排名第七。

华虹半导体营收持续增长，主要得益于公司业务 MCU、IGBT、MOSFET 等产品的需求增加。根据 IHS 统计，前十名的晶圆代工厂中，华虹半导体是唯一一家从 2016-2018 年连续三年增长率保持 10% 以上的晶圆厂。公司在 2018 年之前毛利率连续六年保持增长，19 年略有下降，主要由于产能利用率下降所致，但依旧连续五年保持毛利率超过 30%。

图 102：华虹半导体各项指标



资料来源：Wind、天风证券研究所

华虹半导体在上海有三座 8 英寸（200mm）晶圆厂（华虹一厂、二厂及三厂），月产能约 18 万片；同时在无锡高新技术产业开发区内建设一条月产能 4 万片的 12 英寸（300mm）集成电路生产线（华虹七厂）。

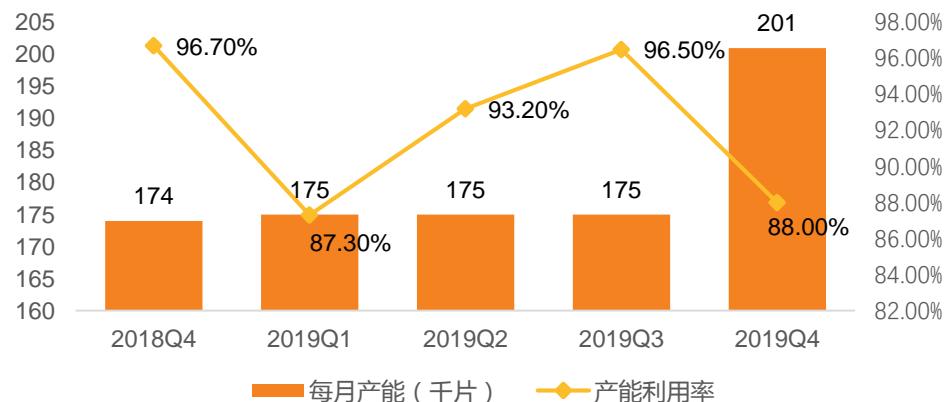
表 15：华虹半导体晶圆厂

千片晶圆/月	2018Q4	2019Q1	2019Q2	2019Q3	2019Q4
1号晶圆厂（200mm）	65	65	65	65	65
2号晶圆厂（200mm）	59	60	60	60	60
3号晶圆厂（200mm）	50	50	50	50	53
7号晶圆厂（300mm）	-	-	-	-	10
总估计月产能（折合 8 寸）	174	175	175	175	201
付运晶圆	531	446	489	524	515
产能利用率	96.7%	87.3%	93.20%	96.50%	88.00%

资料来源：华虹半导体 2019Q4 业绩发布、天风证券研究所

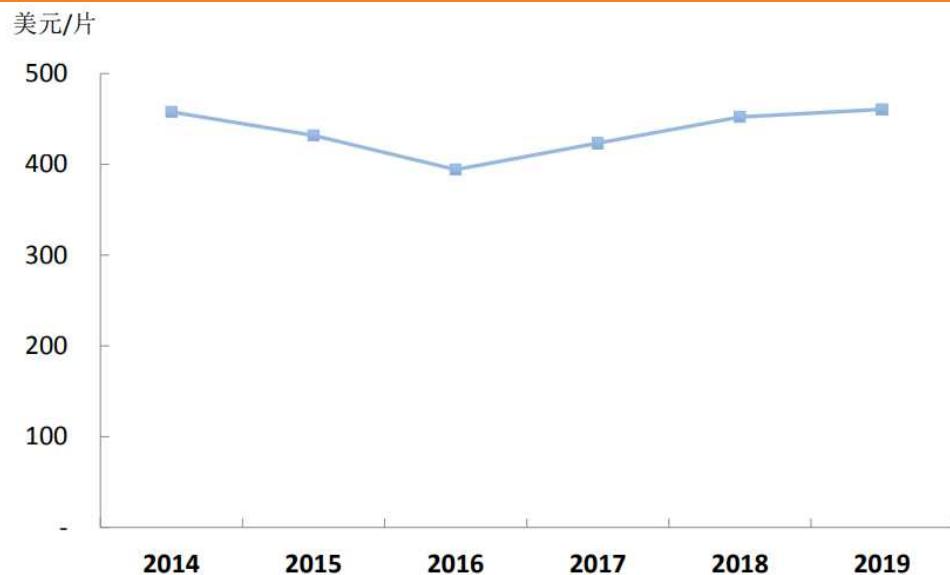
由于华虹 1、2、3 厂早已稳定投入生产，因此晶圆产能保持稳定，19Q4 在无锡厂开始生产后，产能提升较大。华虹产能利用率波动较大，19Q4 产能利用率下降主要是因为华虹目前处于产能扩张阶段，12 寸产线处于产能爬坡阶段，产能利用率低，部分产品由 8 寸转移到 12 寸，因此综合后总体产能利用率低。随着后续无锡厂产能逐步扩张，产能利用率会逐渐上升。在晶圆单价方面，公司晶圆单价逐年提升，反映了市场的供需情况，需求回升带动价格回升，行业景气度在上升。

图 103：华虹半导体每月产能及产能利用率



资料来源：华虹半导体 2019Q4 业绩发布、天风证券研究所

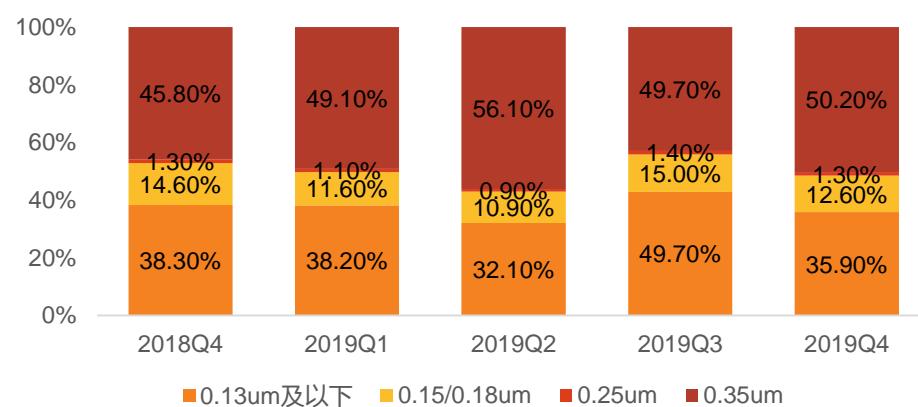
图 104：晶圆片单价变化



资料来源：华虹半导体 2019Q4 业绩发布、天风证券研究所

华虹半导体提供多种 $1.0 \mu m$ 至 $90nm$ 技术节点的可定制工艺选择，公司注重成熟制程上产品多样性的发展。

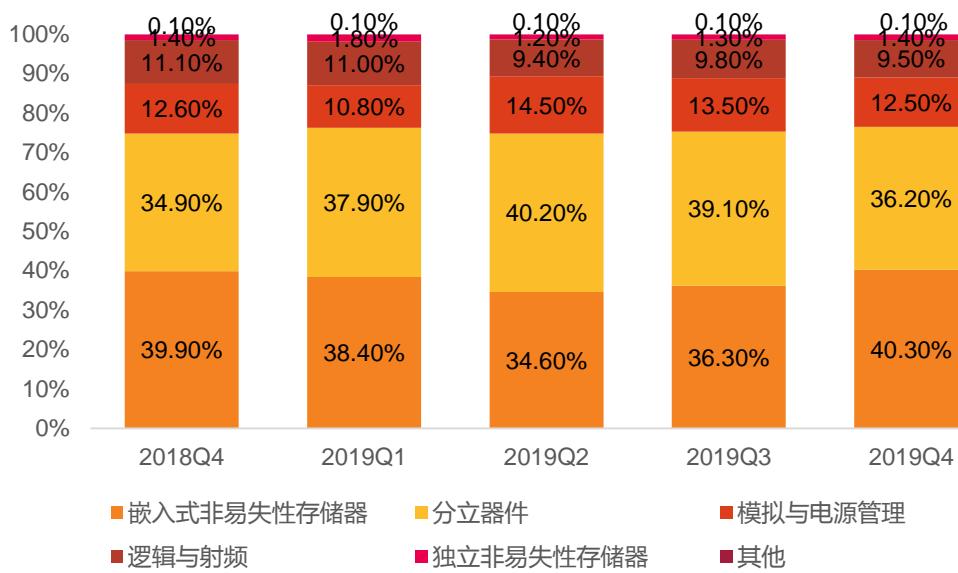
图 105：华虹半导体营收结构按制程划分



资料来源：华虹半导体 2019Q4 业绩发布、天风证券研究所

公司的嵌入式非易失性存储器技术具有高度的安全性、可靠性、成本效益及技术精细度，令华虹半导体成为智能卡及微控制器等多种快速发展的嵌入式非易失性存储器应用的首选晶圆代工企业之一。在功率器件技术方面公司亦拥有强大的能力和丰富的量产经验，拥有一座专门制造功率器件产品的晶圆厂。

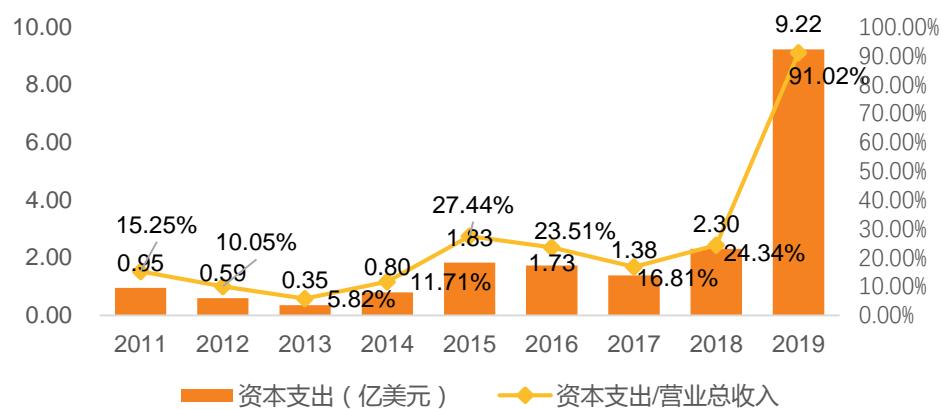
图 106：华虹半导体营收结构按产品分类



资料来源：华虹半导体 2019Q4 业绩发布、天风证券研究所

在资本支出方面，华虹半导体在 19 年资本支出激增，占总营收比例高达 91.02%。2019 年资本支出 9.22 亿美元，投入华虹无锡达 7.91 亿美元，占比达 85.8%。随着华虹无锡一期项目产能持续释放，以及二期项目开工，预计在该项目上将产生更多的资本支出，高投入意味着高产出，预计未来完全量产后对营收会有较大贡献。

图 107：华虹半导体的资本支出及资本与营收比



资料来源：Wind、天风证券研究所

从行情看，华虹半导体在 18 年股价波动较大，总体呈现波动上升趋势。

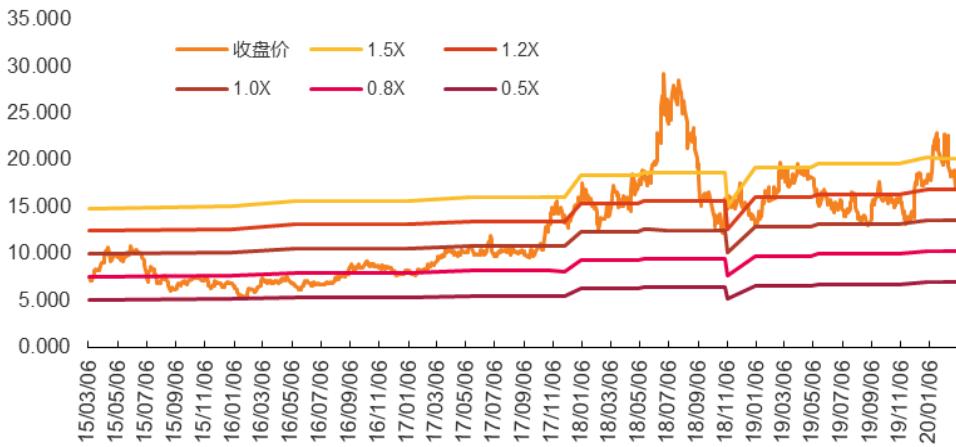
图 108：华虹半导体收盘价



资料来源：Wind、天风证券研究所

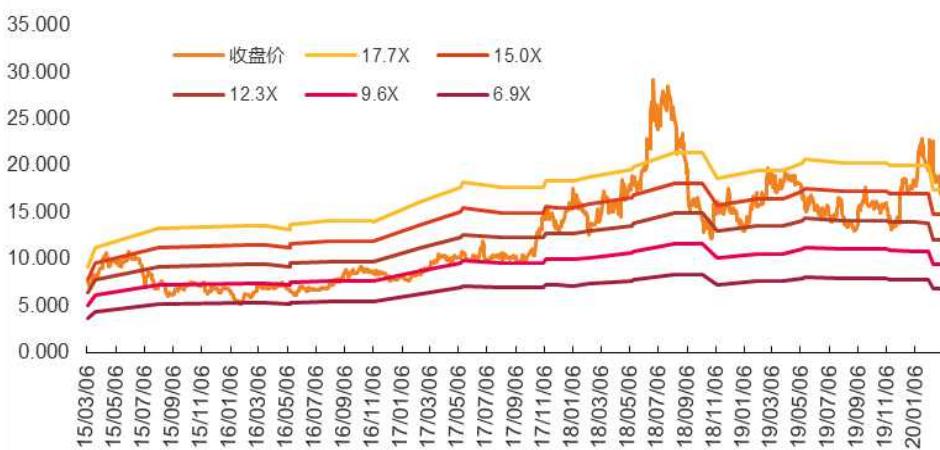
从估值上看，华虹半导体 PB 和 PE 估值均有上升趋势。

图 109：华虹半导体 PB-Band



资料来源：wind、天风证券研究所

图 110：华虹半导体 PE-Band

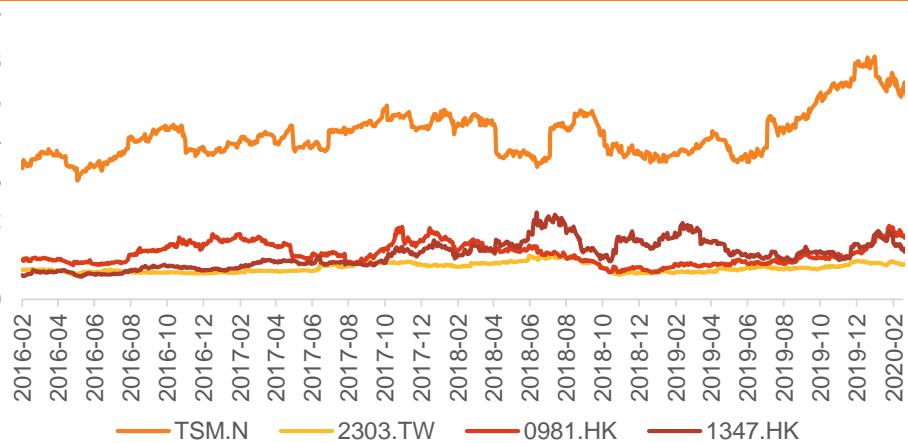


资料来源：Wind、天风证券研究所

6.8. 晶圆代工企业估值对比

晶圆代工属于资本密集、研发密集型行业，大部分企业处于产能建设和爬坡阶段，且折旧摊销成本较高，因此行业内通常采用 PB 估值，其中台积电的 PB 估值明显高于其他三家厂商。

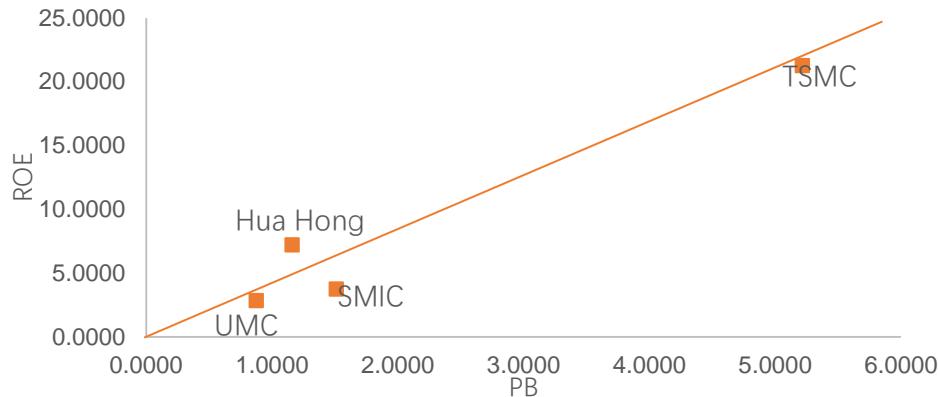
图 111：各晶圆制造厂 PB 对比



资料来源：Wind、天风证券研究所

台积电、联电、中芯国际、华虹半导体 PB vs ROE 水平基本位于相同趋势线上。

图 112：晶圆代工企业 PB vs ROE



资料来源：Wind、天风证券研究所

风险提示：因为疫情持续发展，全球未来具体复工情况以及消费情况非常不明朗，半导体产业供需两端都难以预测；中美贸易战持续升温，美国加大对华为的禁售，以及台积电近期取消华为的订单都加大了半导体产业链的不确定性；5G 的建设和商用也不如预期，导致半导体产业链中上游可能受影响；疫情过后，我国宏观经济依旧下行，下游需求疲软。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益 20%以上
		增持	预期股价相对收益 10%-20%
		持有	预期股价相对收益 -10%-10%
		卖出	预期股价相对收益 -10%以下
行业投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅 5%以上
		中性	预期行业指数涨幅 -5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅 -5%以下

天风证券研究

北京	武汉	上海	深圳
北京市西城区佟麟阁路 36 号 邮编：100031 邮箱：research@tfzq.com	湖北武汉市武昌区中南路 99 号保利广场 A 座 37 楼 邮编：430071 电话：(8627)-87618889 传真：(8627)-87618863 邮箱：research@tfzq.com	上海市浦东新区兰花路 333 号 333 世纪大厦 20 楼 邮编：201204 电话：(8621)-68815388 传真：(8621)-68812910 邮箱：research@tfzq.com	深圳市福田区益田路 5033 号 平安金融中心 71 楼 邮编：518000 电话：(86755)-23915663 传真：(86755)-82571995 邮箱：research@tfzq.com

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