

半导体系列报告（三）：晶圆代工篇
台积电领先，国内先进制程稳步前行

平安证券研究所电子团队

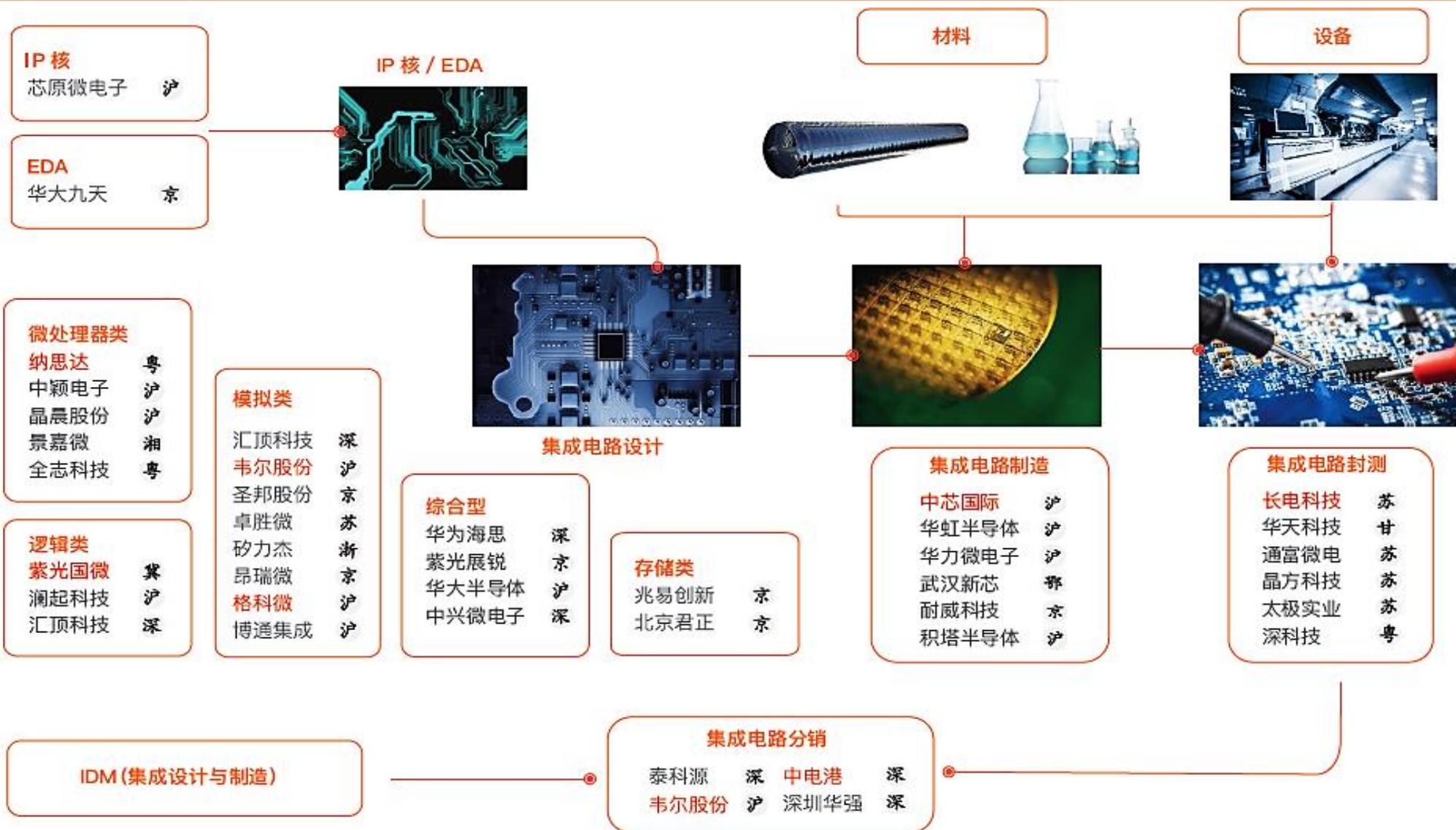
徐勇 S1060519090004（证券投资咨询）邮箱（xuyong318@pingan.com.cn）

2021年5月30日

投资要点

- **晶圆代工维持高景气，台积电领先，大陆厂商先进制程稳步前行：**在芯片市场景气周期的背景下，2021年全球芯片代工产业市场规模有望达到945亿美金，同比增长11%。短期在PMIC、驱动IC和功率器件等需求刺激下，主要晶圆代工产能利用率均超过95%，维持较高位置。市场竞争格局上晶圆代工马太效应明显。从企业来看，2020年台积电以56%的市场占有率处于绝对领先的地位，三星和联电分列第二、第三，大陆厂商中芯国际暂列第五。领先厂商通过提前量产获取订单，分摊工厂折旧，进而继续研发下一代工艺，使得后进厂商在先进制程工艺上的投资低于预期回报而放弃竞争，以此扩大市场份额、形成壁垒。中国大陆厂商先进制程稳步前行。2021第一季度中芯国际第一代FinFET进入成熟量产阶段，产品良率达到业界标准，稳步导入N70，正在实现产品的多样化目标，未来竞争实力有望进一步提升（格罗方德和联华电子均已宣布暂缓10nm以下制程的研发），同时华虹坚持走特色工艺，并稳步推进先进制程。特色工艺定制化高。建议关注中芯国际（港股）、华虹半导体（港股）。
- **国产设备、材料、制造等验证及导入全面提速。**随着台积电等晶圆厂龙头开启新一轮扩产周期、技术升级、晶圆产能向大陆转移以及国内政策的大力支持，我国半导体设备市场迎来新一轮上升周期。长期来看半导体等核心技术的国产化需求凸显，国内产业链企业有意调整供应链以分散风险，给国内半导体企业更多机会，同时中芯北方/南方与长江储存二期的扩产也加速了国产化设备的导入进程。可积极关注产业链公司国产化和资本开支带来的客户导入和业绩增量，建议关注北方华创、芯源微、中微公司等。
- **风险提示：**1) 宏观经济波动风险；2) 产品技术更新风险；3) 中美贸易摩擦走势不确定的风险；4) 国内晶圆厂投资不及预期。

半导体产业链及主要代表企业



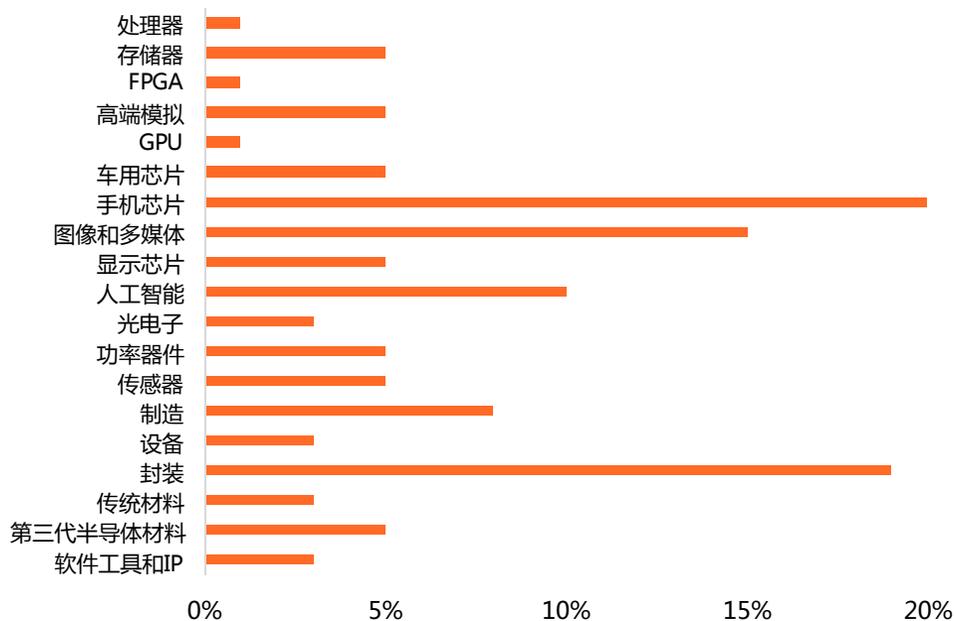
目录 CONTENTS

- 背景及政策：外部环境不确定下，国产化迫在眉睫
- 市场：景气度上行，资本开支提升明显
- 竞争格局：台积电领先，大陆先进制程稳步前行
- 技术演进：FinFET成主流工艺，EUV崭露头角
- 投资建议：关注制造及设备

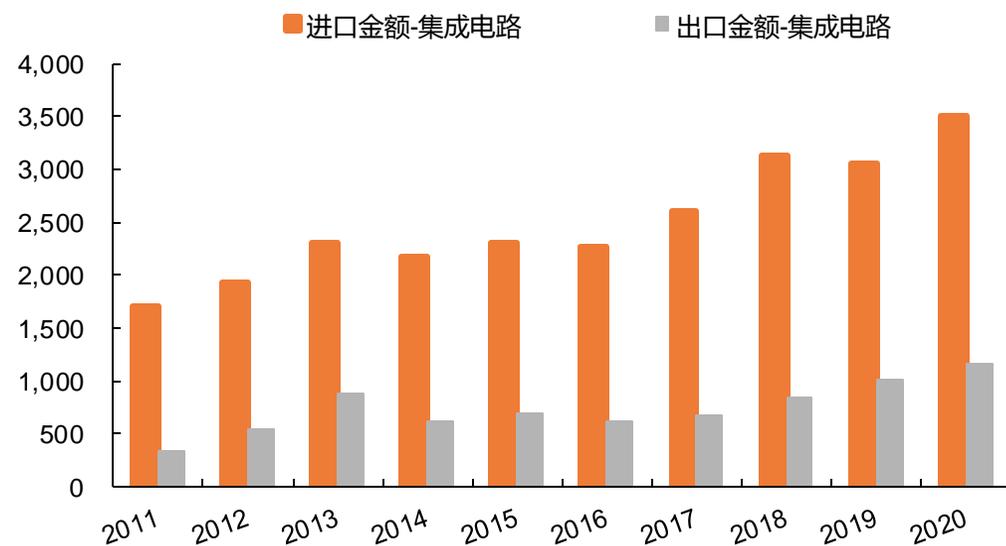
背景及政策 | 外部环境不确定下，国产化迫在眉睫

- **以半导体为代表的科技产业领域是中美角力关键焦点：**2018年4月，中兴通讯遭遇美国“禁售令”；2019年5月15日，美国商务部表示，将把华为及70家关联企业列入“实体清单”；2020年10月4日晚，中芯国际在港交所公告，其部分供应商收到美国出口管制规定的进一步限制。
- **目前国内半导体需求旺盛，国内供给能力不足：**国内半导体行业市场规模快速增长，但需求供给严重不平衡，高度依赖进口，国产核心芯片自给率不足10%。在集成电路领域，进口替代空间广阔。2020年我国集成电路出口金额为1016亿美元，进口金额为3055亿美元。2015年起集成电路的进口金额连续4年超过原油，成为我国第一大进口商品，从供应链安全和信息安全考虑，芯片国产化迫在眉睫。

中国半导体产业链国产化程度



我国集成电路逆差逐年扩大 (亿美元)



背景及政策 | 减税是主旋律，向先进制程倾斜

➤ **国发8号文向先进制程倾斜：**国发8号文提出，国家鼓励的集成电路线宽小于28纳米（含），且经营期在15年以上的集成电路生产企业或项目，第一年至第十年免征企业所得税。而在国发4号文中，是对线宽小于0.25微米或投资额超过80亿元且经营15年以上的集成电路生产企业，采取从盈利之日起“五免五减半”的政策，对于国内高端制程企业来说，优惠的力度明显加大。国发8号文还指出，对65nm以下（含）经营15年以上的生产企业采取企业所得税“五免五减半”的政策，对130nm以下（含）经营10年以上的企业采取“两免三减半”的政策。对比2018年减税政策，明显鼓励先进制程并向先进制程倾斜。一方面先进制程及芯片国产化在国家战略地位意义非凡；另一方面，集成电路也是国家高新技术的集中体现。

2012年以来集成电路产业政策

时间	部门	政策
2012.02	工信部	《集成电路产业“十二五”发展规划》
2012.07	国务院	《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》
2014.06	国务院	《国家集成电路产业发展推进纲要》
2015.05	国务院	《中国制造2025》
2016.11	国务院	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知》
2018.3	财政部、发改委、工信部、税务总局	《关于集成电路生产企业有关企业所得税政策问题的通知》
2020.8	国务院	《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》

政策减税对比（2020年VS2018年）

条件	《关于集成电路生产企业有关企业所得税政策问题的通知》（2018.3）				《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》（2020.8）		
	2018年1月1日后		2017年12月31日前		--	--	--
设立时间	2018年1月1日后		2017年12月31日前		--	--	--
线宽要求	小于65纳米	小于130纳米	小于0.25微米	小于0.8微米（含）	小于28纳米（含）	小于65纳米（含）	线宽小于130纳米（含）
投资额	超过150亿元	--	超过80亿元	--	--	--	--
经营期	15年以上	10年以上	15年以上	--	15年以上	15年以上	10年以上
优惠政策	1-5年免征企业所得税，6-10年按照25%的法定税率减半征收企业所得税	1-2年免征企业所得税，3-5年按照25%的法定税率减半征收企业所得税	获利年度起1-5年免征企业所得税，6-10年按照25%的法定税率减半征收企业所得税	获利年度起1-2年免征企业所得税，3-5年按照25%的法定税率减半征收企业所得税	第一年至第十年免征企业所得税		
						第一年至第五年免征企业所得税，第六年至第十年按照25%的法定税率减半征收企业所得税	第一年至第二年免征企业所得税，第三年至第五年按照25%的法定税率减半征收企业所得税

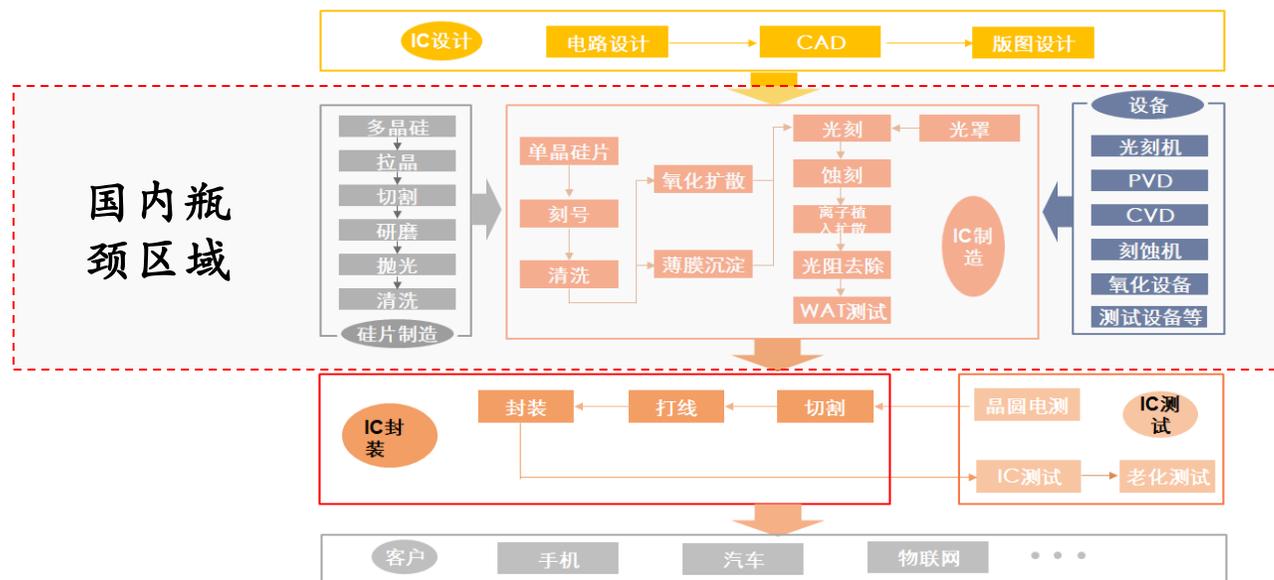
背景及政策 | 晶圆制造是重要短板

- ▶ **半导体行业目前主流商业模式有两种：**一是集成器件制造模式（IDM模式）。以英特尔、三星、SK海力士为代表，从设计到制造、封测直至进入市场全部覆盖；另一种是垂直分工模式，上游的芯片设计公司（Fabless）负责芯片的设计，设计好的芯片掩膜版图交由中游的晶圆厂（Foundry）进行制造，加工完成的晶圆交由下游的封装测试公司进行切割、封装和测试，每一个环节由专门的公司负责。
- ▶ **生产制造是制约国内集成电路产业发展的最大短板，国产半导体振兴之路道阻且长：**国内IC设计能力近十年来有了较大进步，华为海思在通信、安防芯片领域已经达到全球领先水平；IC封测领域国产化最为成功，诞生了长电科技、通富微电等一批领先的封测厂，位列全球第一梯队；但是材料、设备及制造环节与国外领先企业仍然存在不少的差距。

◎ 半导体主要产品分类



◎ 半导体产业链结构及主要工艺流程



目录 CONTENTS

● 背景及政策：外部环境不确定下，国产化迫在眉睫

● 市场：景气度上行，资本开支提升明显

● 竞争格局：台积电领先，大陆先进制程稳步前行

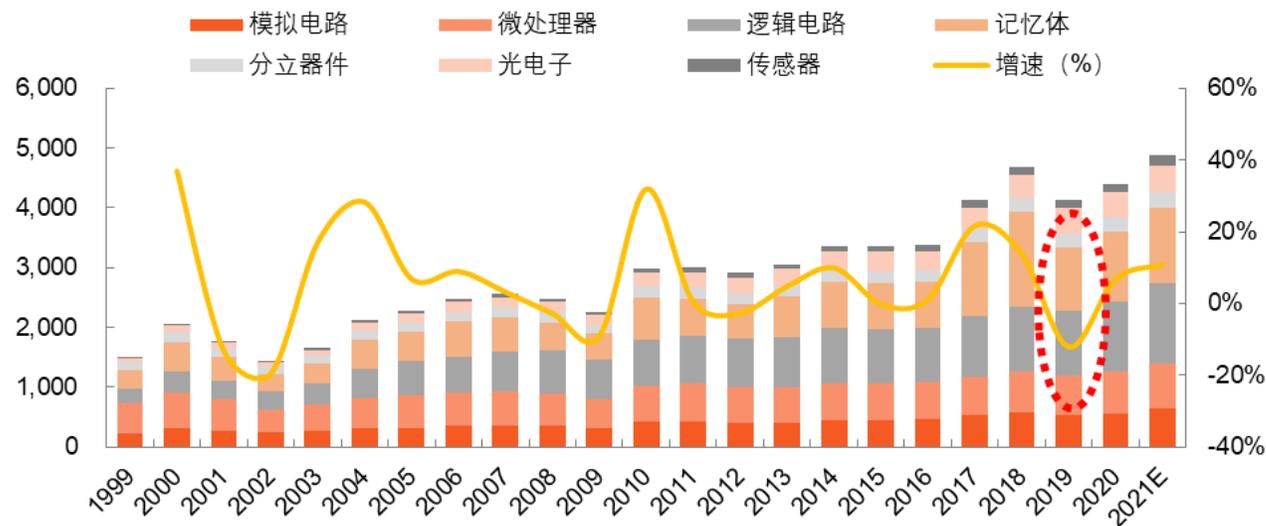
● 技术演进：FinFET成主流工艺，EUV崭露头角

● 投资建议：关注制造及设备

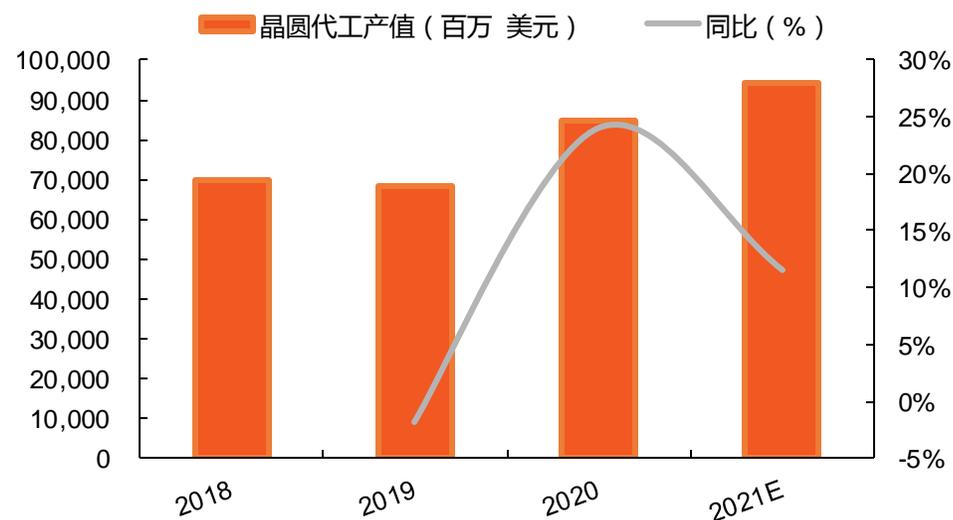
市场 | 2021年全球晶圆代工产值有望达到945亿美金

- 全球半导体市场规模：**2020年全球半导体销售额为4404亿美元，同比增长6.8%。其中，集成电路产品市场销售额为3612亿美元，同比增长8.4%。集成电路市场销售额占到全球半导体市场总值82%的份额。存储器件产品市场销售额为1175亿美元，同比增长10%，占到全球半导体市场总值的27%；逻辑和模拟产品市场销售额为分别为1339亿美元和641亿美元，占到全球半导体市场总值的30%和15%。
- 2021年全球晶圆代工产值有望达到945亿美金：**根据Trendforce的预测，在芯片市场景气周期的背景下，2021年全球芯片代工产业市场规模有望达到945亿美金，同比增长11%。

全球半导体市场规模 (亿美元)



晶圆代工产值及增速 (百万美元)

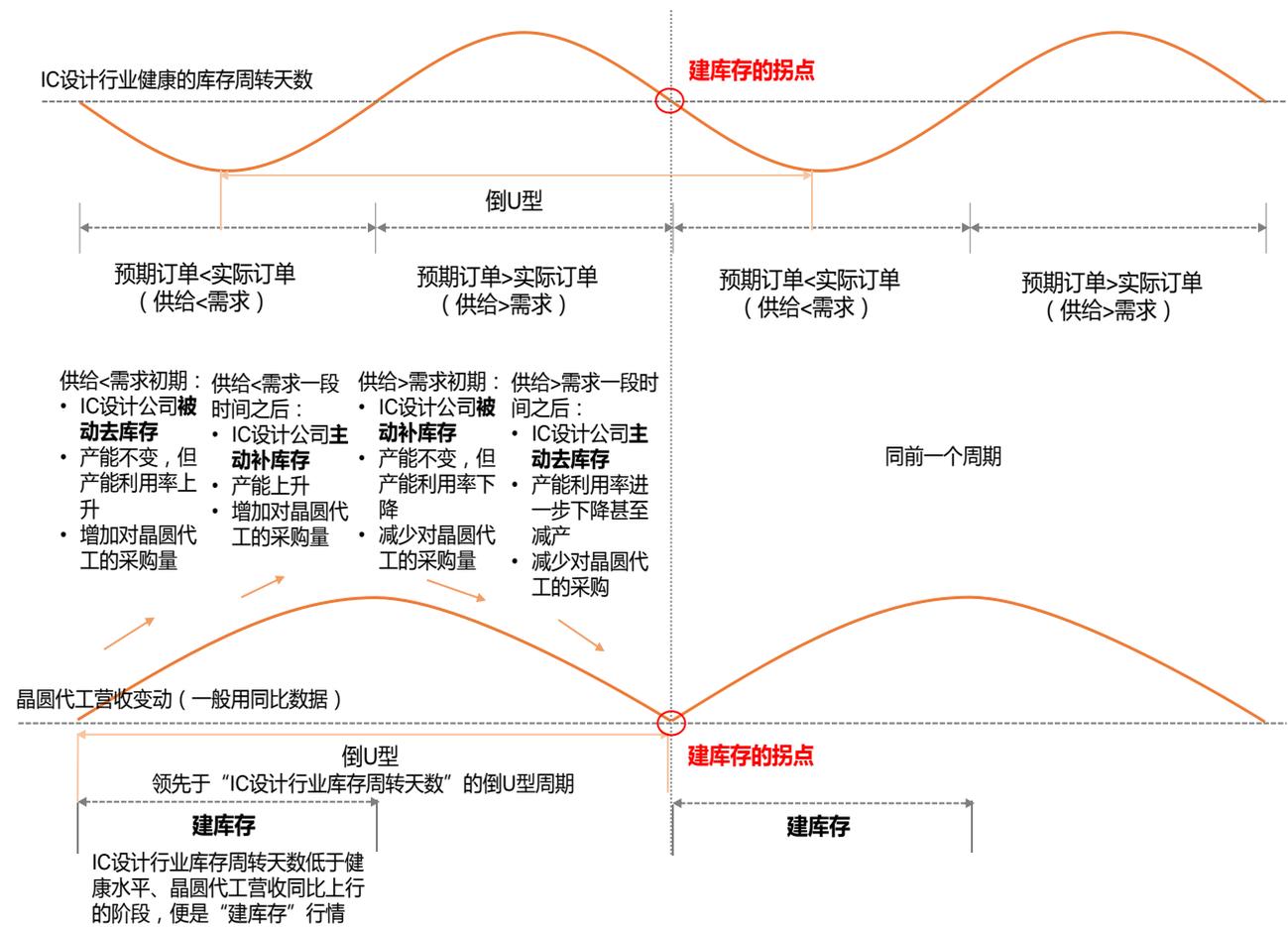


市场 | 分工模式下库存周期的形成

➤ **库存周期的形成：**在分工模式下，晶圆代工厂商接到订单才会进行生产，严格控制自己的库存，而很好地将库存留在了IC设计公司以及渠道。晶圆代工厂商从接到订单到产品出货，合计需要1个季度的生产时间，所以IC设计厂商一般要提前1个季度下单。IC设计厂商下单时的“预期订单”与1个季度之后的“实际订单”之间的失衡就会造成库存周期。

➤ **库存周期对投资的指导意义：**在半导体非存储行业的投资中，最理想的投资良机便是寻找“IC设计行业库存周转天数低于健康水平、晶圆代工营收上行”的这一阶段，我们用“建库存”来概括这一阶段，以与常说的“补库存”形成区别。

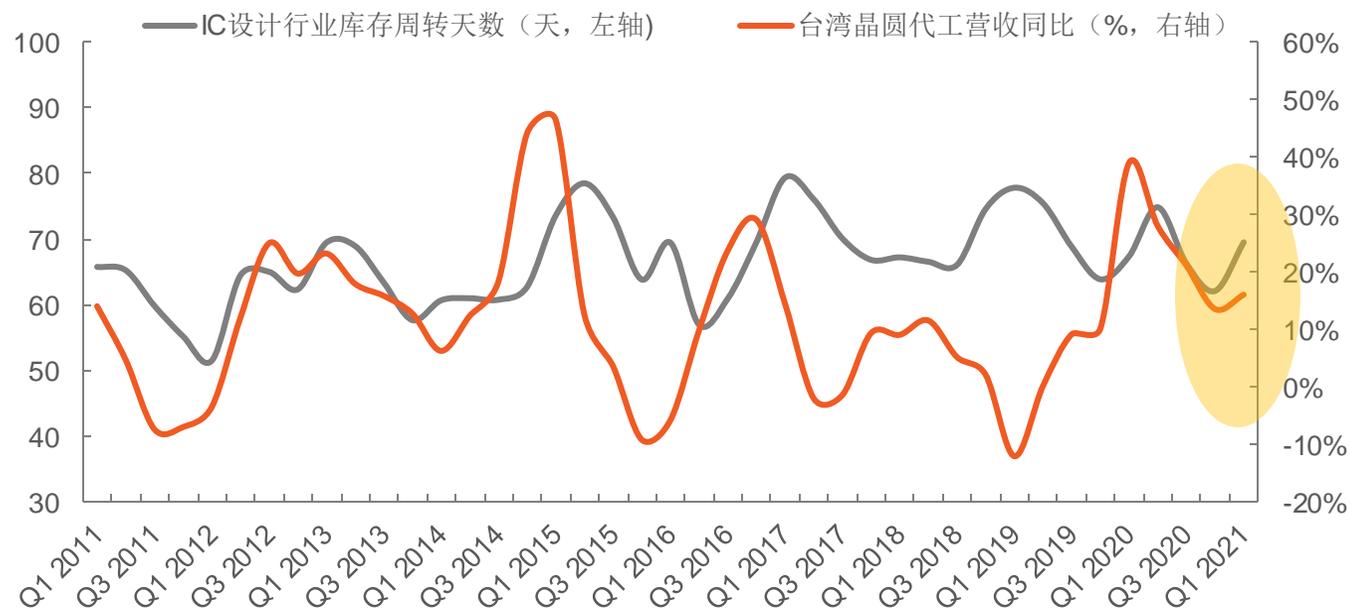
● 非存储库存周期的形成与订单和需求之间的“时滞”有关



供给端 | IC设计行业进入“建库存”行情

- **晶圆代工营收同比领先IC设计库存1个季度同向变动：** IC设计行业和晶圆代工营收同比，均存在倒U型周期波动，且在IC设计行业库存周转天数上升或下降的前1个季度，晶圆代工营收同比就会呈现同向变动。
- **IC设计行业进入“建库存”行情：** 我们对全球前15大IC设计公司的数据进行综合分析，观察2020Q3 IC设计行业的库存周转天数已经下降到接近健康水平的位置，自2020Q4开始，IC设计行业进入“建库存”行情。

IC设计行业库存周期与晶圆制造营收规律分析



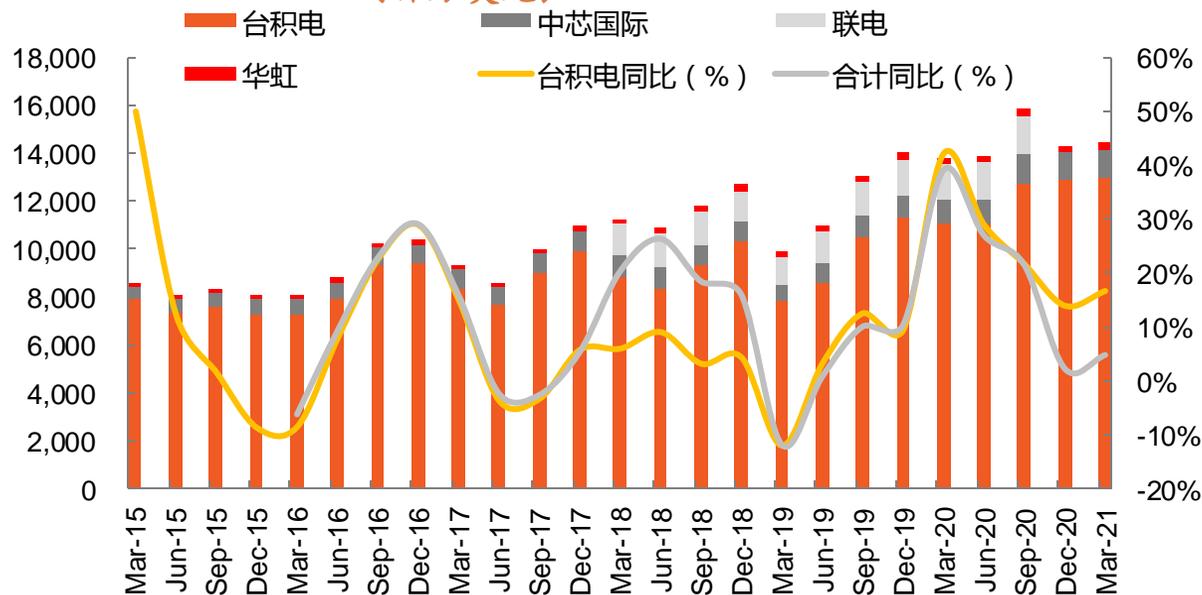
半导体三大周期对比

	产品周期	产能周期	库存周期
驱动因素	下游产品生命周期	竞争性投资、信息不对称	信息不对称、overbooking
周期长度	长周期	中周期	短周期
观察指标	下游产品的更迭和生命周期	资本开支和需求	库存周转天数
适用范围	半导体全行业	资本开支重、标准化程度高的存储行业存在明显的资本开支/产能周期	定制化程度高的非存储行业存在明显的库存周期

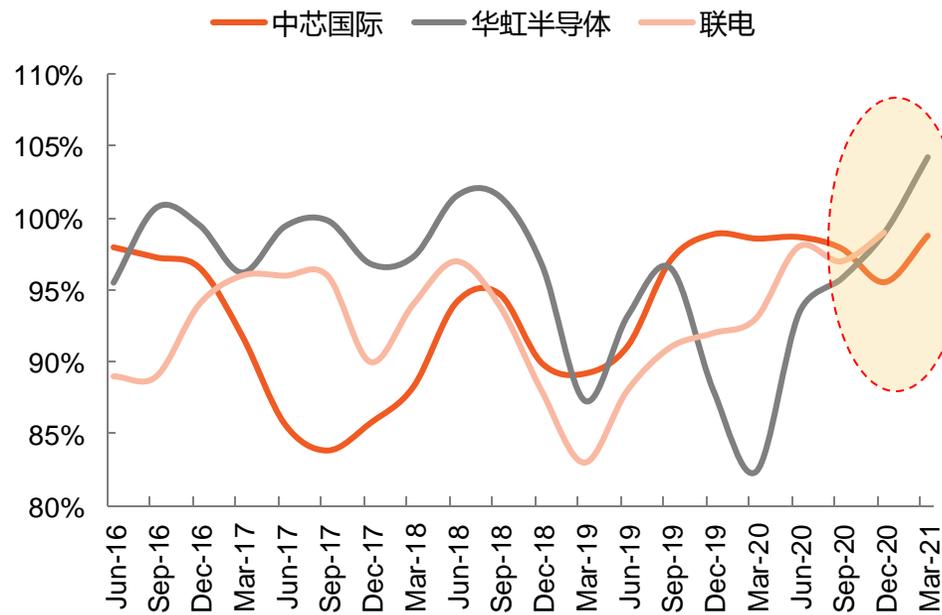
市场 | 景气度高企，产能利用率维持高位

- 晶圆代工行业上行趋势确立：**从晶圆代工厂商业绩来看，台积电2020Q1营收为3624.1亿新台币（约832.5亿元人民币），同比增长16.7%；净利润为1396.9亿新台币（约320.9亿元人民币），同比增长19.4%；预计21Q2营收129~132亿美金，毛利率49.5%~51.5%。公司预计全年营收增速约为20%，预计2020至2025年营收复合增速为10~15%。同时公司预期2021年全行业半导体产值（不含存储）同比增速约12%，而其自身营收增速有望超出行业几个百分点，晶圆代工行业景气度高企。
- 产能利用率维持高位：**短期来看，在PMIC、驱动IC等需求下，圆代工产能供不应求，主要晶圆代工产能利用率均超过95%，维持较高位置。

主要晶圆代工厂商单季度营收及增速
(百万美元)



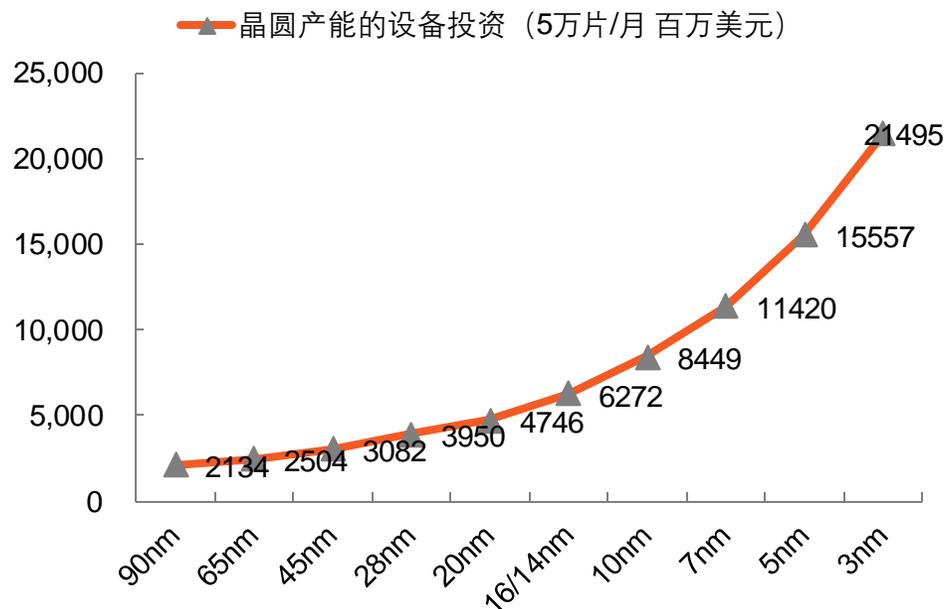
主要晶圆代工厂商产能利用率



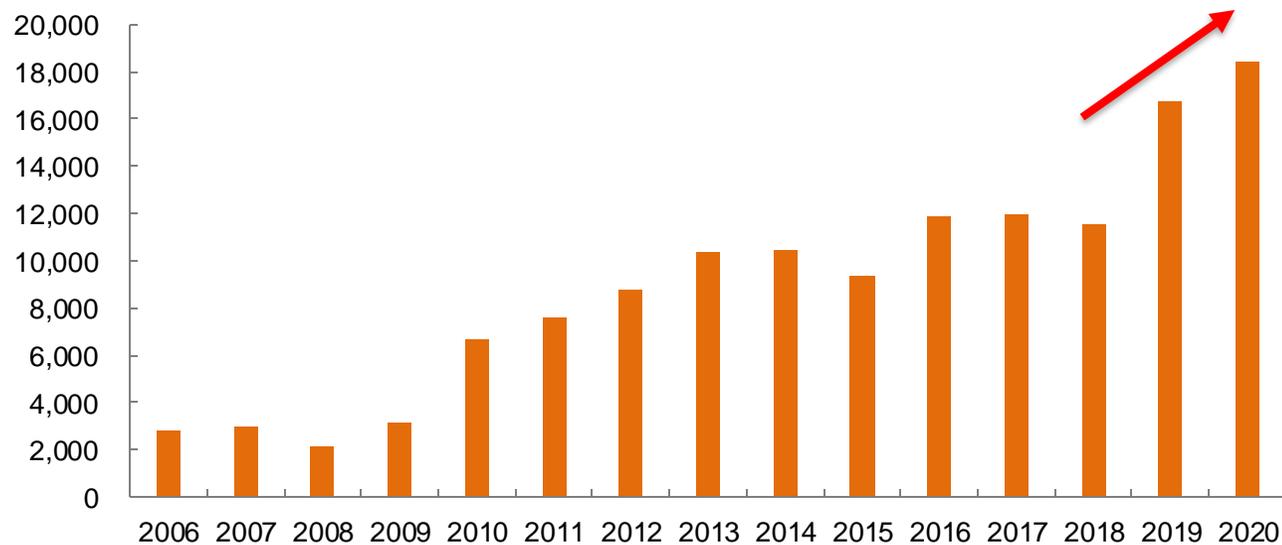
资本开支 | 先进制程资本性支出会显著提升

- ▶ 根据 IBS 的统计，先进制程资本性支出会显著提升。以 5nm 节点为例，其投资成本高达数150亿美金，是14nm的3倍，是28nm的5倍。为了建设 5nm 产线，2020 年台积电计划全年资本性支出高达184亿美元。先进制程不仅需要巨额的建设成本，而且也提高了设计企业的门槛，根据 IBS 的预测，3nm 设计成本将会高达 5-15 亿美元。
- ▶ 台积电持续上调资本开支：台积电上调2021年资本开至300亿美金（2020年Q4指引是250~280亿美金），80%投在3nm/5nm/7nm等先进制程，10%投在先进封装，10%投在成熟制程，未来三年资本开支1000亿美金。

不同制程下晶圆厂的设备投资额（百万美元）



台积电资本开支（百万美元）

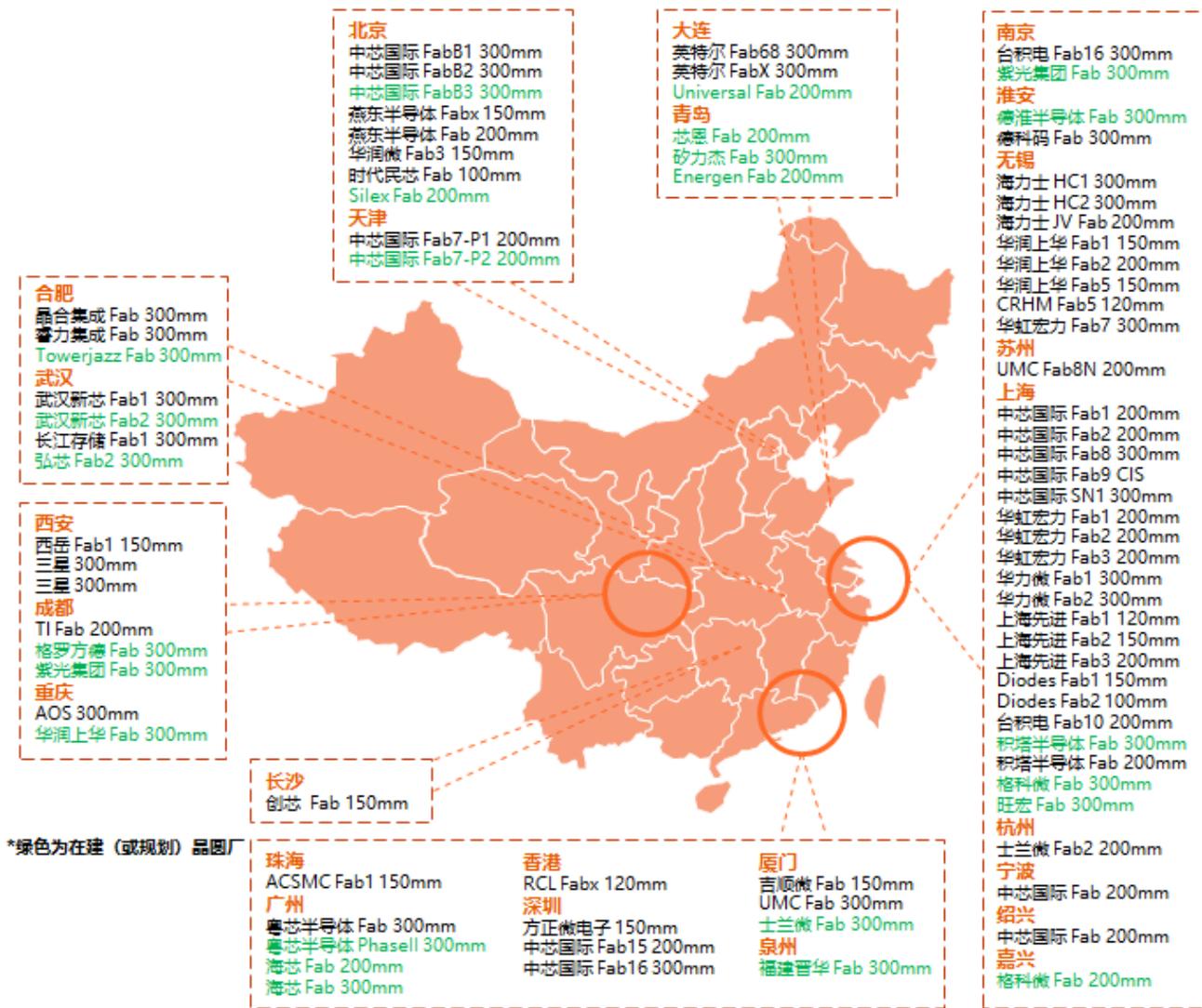


产能 | 8英寸用于成熟制程，12英寸是国内扩产主力

◎ 中国大陆区域主要晶圆厂统计

➤ 目前8英寸和12英寸晶圆是主流配置，8英寸主要用于成熟制程及特种制程。随着存储计算、边缘计算、物联网等新应用的兴起带动了NOR Flash、指纹识别芯片、电源芯片等产品对8寸晶圆的需求，汽车电子兴起带动功率器件需求，市场随之出现供应紧张状态。我们统计国内的主要8寸厂，合计产能为95万片/月。相较于12英寸产品，8英寸晶圆主要有两大优势，第一，8英寸晶圆已具备了成熟的特种工艺；第二，大部分8英寸晶圆厂设备已折旧完毕，固定成本较低。8英寸晶圆厂的产能在上世纪90年代末期开始提升，大部分晶圆厂现已完全折旧完毕。

➤ 国内12英寸晶圆制造厂产品主要包括两大方向，一方面为攻克先进制程代工和特色工艺的晶圆厂，包括中芯国际、华虹、粤芯等；另一方面主要是以存储晶圆制造为主攻方向的晶圆厂，包括长江存储、合肥长鑫、福建晋华、武汉新芯等。



产能 | 全球晶圆厂持续扩产，设备受益

- ▶ 芯片品类和需求量持续增加的浪潮下，全球晶圆厂数量持续扩张。SEMI的数据显示，2017-2020年间全球投产的半导体晶圆厂为62座，其中有26座设于中国大陆，占全球总数的42%。并预计从2020年到2024年至少新增38个12英寸晶圆厂。
- ▶ **大陆代工厂积极扩产：**根据计划，中芯深圳将负责项目的发展和营运，重点生产28纳米及以上的集成电路和提供技术服务，旨在实现最终每月约4万片12寸晶圆的产能，预期将于2022年开始生产。待最终协议签订后，项目的新投资额估计为23.5亿美元，约合153亿元。此前中芯国际公告，中芯控股、国家集成电路基金二期和亦庄国投订立合资合同以共同成立合资企业，总投资额为76亿美元（约合人民币500亿元）一期项目计划于2024年完工，建成后将达成每月约10万片12英寸晶圆产能；华虹半导体则计划扩产无锡12英寸晶圆厂，同时考虑在无锡建设二期项目。

全球晶圆厂持续扩产

公司	扩产地点	投资金额	扩产情况（月增产能）	预估产能释放时间
士兰微	厦门	50亿元	扩增至3万片12英寸90-65纳米	2021-2022
	杭州	21亿元	扩增至8万片8英寸	2021-2022
华润微	重庆		新建3万片12英寸	2022
闻泰科技	上海	120亿元	新建3-4万片12英寸	2022-2023
博世	德国	10亿欧元	新建2万12英寸	2021
德州仪器	美国		扩建12英寸	2023-2025
华虹集团	无锡	52亿元	扩增至6.5万片12英寸90-65/55纳米	2021-2022
中芯国际	天津	未知	扩增至4.5万片8英寸	2021-2022
	北京	未知	扩增产1万片12英寸28纳米及以上	2021-2022
	深圳	23.5亿美元	新建4万12英寸28纳米及以上	2022-2023
	北京	76亿美元	新建10万12英寸28纳米及以上	2024-2025
晶合集成	合肥	未知	新增N2厂4万片12英寸55-40纳米	2022-2023
	合肥	未知	新建N3厂16万片12英寸	未知
粤芯半导体	广州	65亿元	二期扩增产2万片12英寸	2021-2022
绍兴中芯	绍兴		扩增至9万片上英寸	2021-2022
宁波中芯	宁波		新增3万片8英寸	2022-2023
海辰半导体	无锡	14亿美元	释放约5万片8英寸	2021
	无锡		轻放约6.5万片8英寸	2022
台积电	南京	28.87亿美元	新建2万片12英寸28纳米及以上	2023
	美国	120亿美元	新建2万片12英寸5纳米	2024-2029
	台湾	270亿美元	扩增产3纳米、5纳米和7纳米等先进工艺	2023
联电	台南	15亿美元	12英寸1万片28纳米及以上	2021-2022
	台南	30亿美元	12英寸3万片28纳米	2023-3024
	厦门	4亿美元	12英寸5000片28纳米	2021-2022
力积电	铜锣	2780亿新台币	12英寸10万片1x-50nm	2023
世界先进	新竹	未知	新建4万片8英寸	2023-2024
格芯	美国	未知	扩建FAB8	2023-2024
	新加坡、德国、美国	14亿美元	扩增产12纳米至90纳米	2021-2022
三星	美国	170亿美元	扩增产3万片12英寸7-5纳米	2023-2024
英特尔	美国	200亿美元	扩建12英寸产能，部分代工	

产能 | 全球晶圆厂数量持续扩张，设备受益

- ▶ 半导体设备主要用于半导体制造和封测环节，分为晶圆加工设备、封装设备和检测设备。晶圆制造设备中，光刻机、刻蚀机和薄膜沉积设备为核心设备，分别占晶圆制造环节的比例约30%、15%和25%。
- ▶ **设备厂商有望受益扩产浪潮。**随着台积电等晶圆厂龙头开启新一轮扩产周期、技术升级、晶圆产能向大陆转移以及国内政策的大力支持，我国半导体设备市场迎来新一轮上升周期。2020年全球半导体设备市场达到712亿美元，其中大陆市场为187亿美元，占比达26%，成为全球第一大市场。2020年大陆半导体设备增速为39%，远高于全球的19%，是全球市场增长的主要动力。
- ▶ 国产设备导入有望加速。半导体设备高门槛导致竞争格局高度集中。目前全球半导体设备市场主要被美国、日本、荷兰企业所垄断，2020年行业CR5占比66%，CR10占比77%。长期来看半导体等核心技术的国产化需求凸显，同时中芯等积极扩产也加速了国产化设备的导入进程。

◎ 晶圆制造环节主要设备及材料使用统计

环节	工艺	设备	所需材料
扩散	氧化	氧化炉	硅片、特种气体
	RTP	RTP设备	特种气体
	激光退火	激光退火设备	特种气体
光刻	涂胶	涂胶/显影设备	光刻胶
	测量	CD SEM等	
	光刻	光刻机	掩模版、特种气体
	显影	涂胶/显影设备	显影液
刻蚀	干刻	等离子体刻蚀机	特种气体
	湿刻	湿法刻蚀设备	刻蚀液
	去胶	等离子去胶机	特种气体
	清洗	清洗设备	清洗液
离子注入	离子注入	离子注入机	特种气体
	去胶	等离子去胶机	特种气体
	清洗	清洗设备	清洗液
薄膜生长	CVD	CVD设备	特种气体
	PVD	PVD设备	靶材
	RTP	RTP设备	特种气体
	ALD	ALD设备	特种气体
	清洗	清洗设备	清洗液、特种气体
抛光	CMP	CMP设备	抛光液、特种气体
	刷片	刷片机	
	清洗	清洗设备	清洗液、特种气体
	测量	测量设备	
金属化	PVD	PVD设备	靶材
	CVD	CVD设备	特种气体
	电镀	电镀设备	电镀液
	清洗	清洗设备	清洗液

目录 CONTENTS

- 背景及政策：外部环境不确定下，国产化迫在眉睫
- 市场：景气度上行，资本开支提升明显
- 竞争格局：一超多强，大陆先进制程待突破
- 技术演进：FinFET成主流工艺，EUV崭露头角
- 投资建议：关注制造及设备

竞争格局 | 台积电领先，大陆先进制程稳步前行

- 台积电2020年5nm量产，预计在2022年3nm进行规模化量产：**此前代工厂商格罗方德和联华电子均已宣布暂缓10nm以下制程的研发。目前芯片制造的先进制程竞争主要剩下台积电和三星两家。领先厂商通过提前量产获取订单，分摊工厂折旧，进而继续研发下一代工艺，使得后进厂商在先进制程工艺上的投资低于预期回报而放弃竞争，以此扩大市场份额、形成壁垒。未来芯片代工领域马太效应会愈加明显，大陆厂商有望在政策和资金的加持下竞争实力进一步增强。
- 大陆先进制程稳步前行：**2021第一季度芯国际第一代FinFET进入成熟量产阶段，产品良率达到业界标准，稳步导入NTO，正在实现产品的多样化目标。第二代FinFET项目相比第一代单位面积晶体管密度大幅提高，低电压工艺开发进入风险量产。

不同晶圆厂的制程演进时间表

制程演进	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021E
台积电	28nm			20nm	16nm		10nm	7nm		5nm	5nm+
英特尔	22nm			14nm					10nm*		
三星		28nm		20nm			10nm		7nm		5nm
格罗方德			28nm	20nm	14nm		10nm	**			
联华电子		28nm					14nm	***			
中芯国际					28nm				14nm	12nm	N+1

*：英特尔10nm技术在晶体管密度方面与台积电、三星7nm工艺相当，同属一代技术
 **：格罗方德2018年8月宣布搁置7nm FinFET制程的研发，专注14nm/21nm产品
 ***：联华电子2017年宣布暂缓跟进10nm和7nm制程的研发

下游产品的制程演进时间表

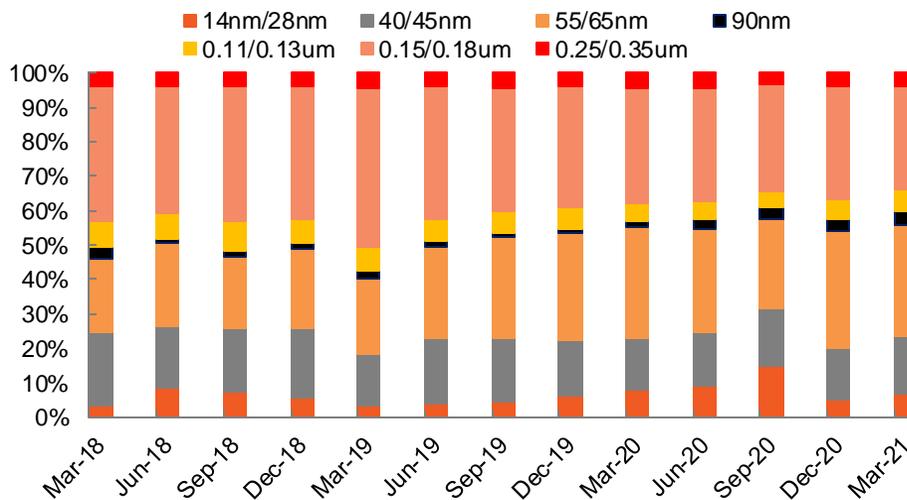


竞争格局 | 大陆先进制程营收（28nm及以下）占比有望提升

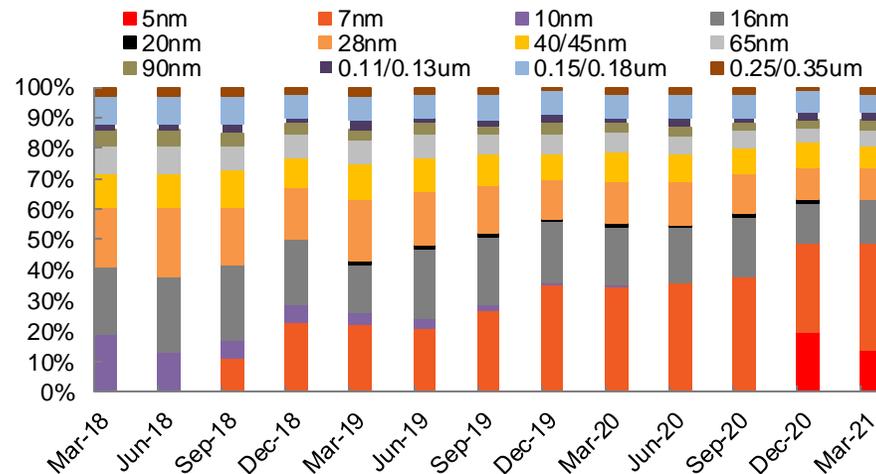
从各制程营收占比来看：
2020Q1台积电5nm/7nm营收占比达到49%，28nm及以下制程营收占比达到74%；联电28nm及以下制程营收占比达到20%，中国大陆厂商中芯国际和华虹半导体28nm及以下制程营收占比均不到10%。

从制程端来看，大陆企业与台积电等有2~3技术代的差距。本土IC设计公司近年来设计工艺逐渐向90nm以内节点发展。预计国内厂商28nm及以下制程营收占比会稳步提升。

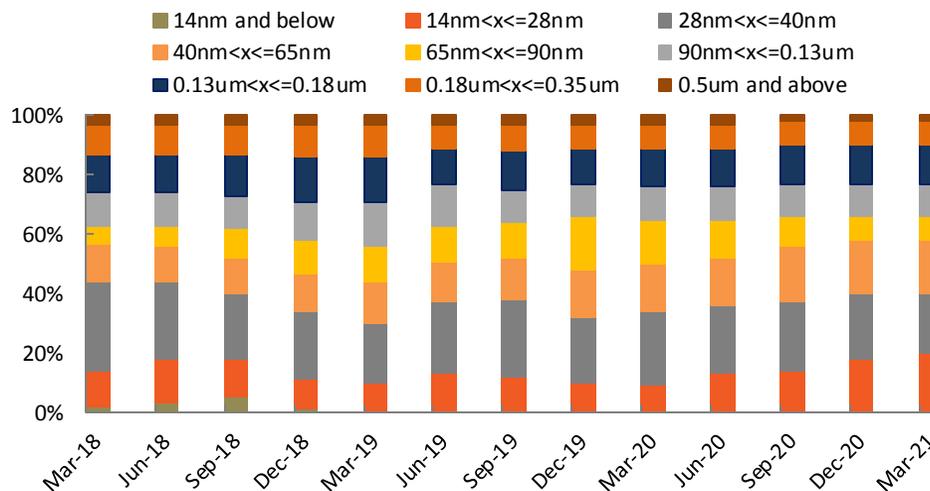
不同制程单季度营收占比（中芯国际）



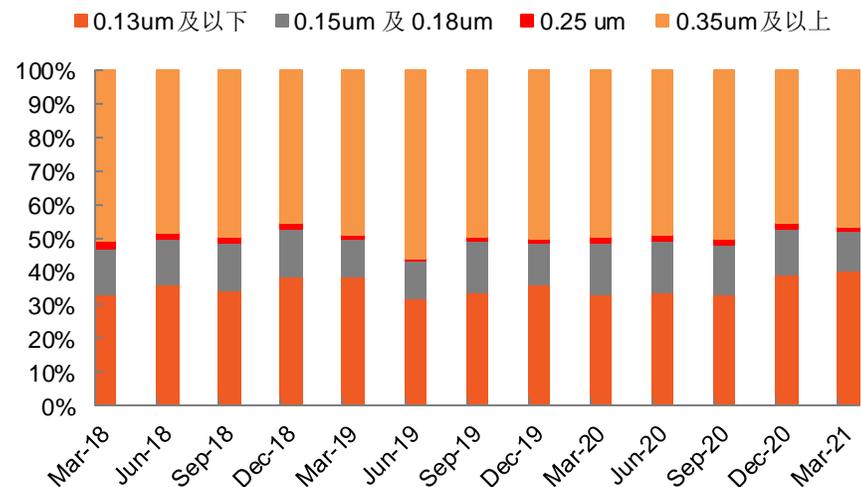
不同制程单季度营收占比（台积电）



不同制程单季度营收占比（联电）



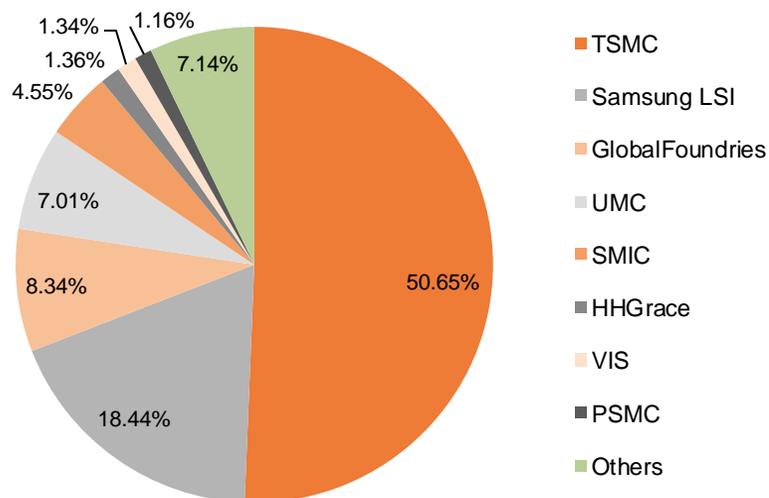
不同制程单季度营收占比（华虹）



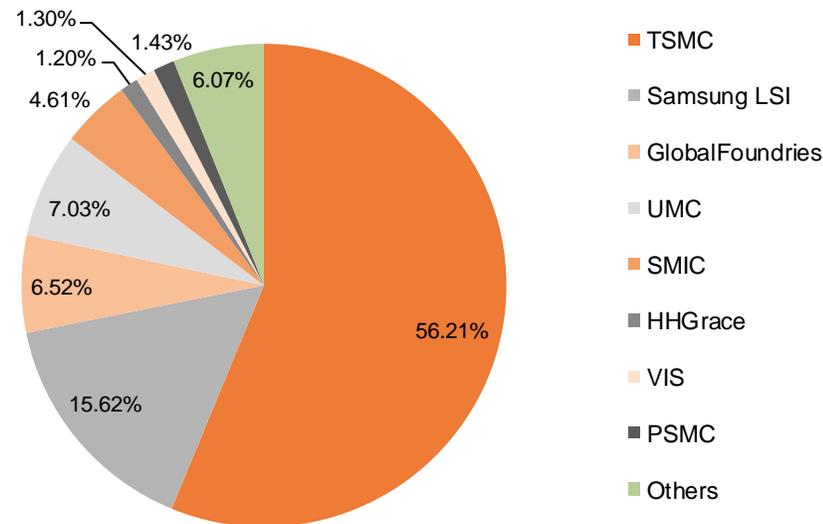
竞争格局 | 晶圆代工市场一超多强

- ▶ 晶圆代工是典型的寡头垄断型行业，技术、人才、资本缺一不可。2020年全球市场前五的晶圆代工市占率达90%，全球晶圆代工市场份额绝大部分被我国台湾地区企业台积电所占据，中芯国际中国大陆领先。
- ▶ **晶圆代工技术迭代快，马太效应明显：**从企业来看，2020年台积电以56%的市场占有率处于绝对领先的地位，三星和联电分列第二、第三，大陆厂商中芯国际暂列第五。从制程工艺来看，领先工艺（5nm+7nm）目前占据25%左右的市场份额，主要用于CPU、GPU等超大规模逻辑集成电路的制造。

◎ 晶圆代工市场份额（2019）



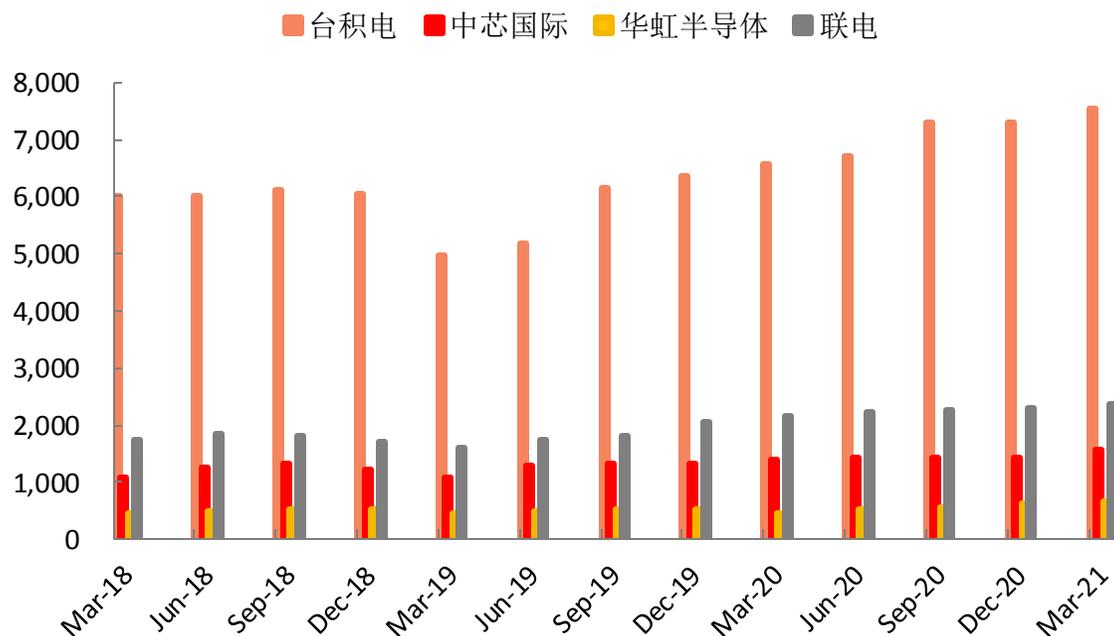
◎ 晶圆代工市场份额（2020）



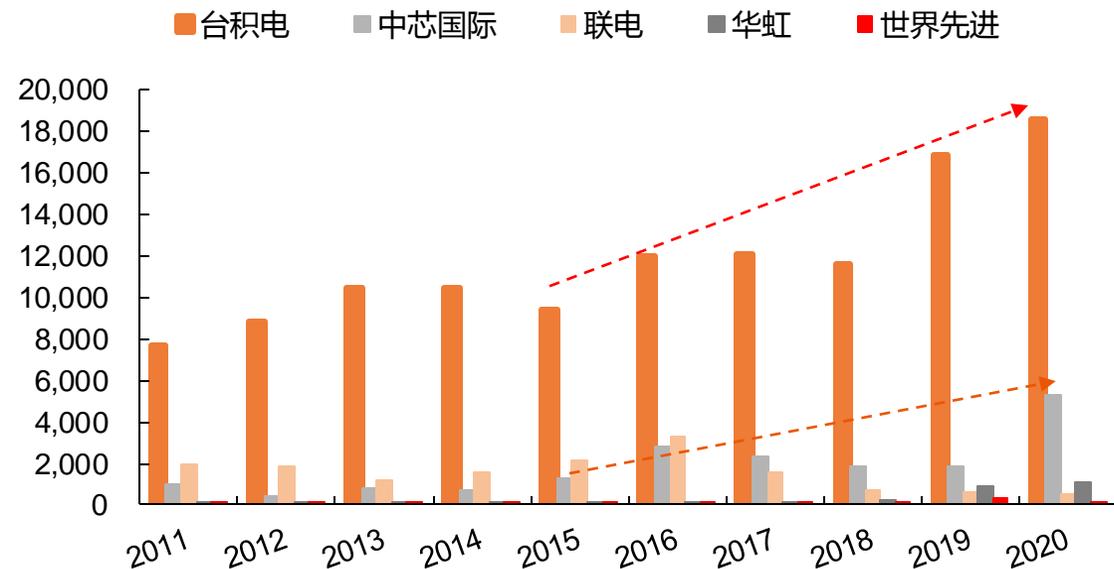
竞争格局 | 大陆晶圆厂的资本开支存在明显差距

- 对比台积电，大陆晶圆厂的资本开支存在明显差距：2020年台积电资本开支为186亿美元，预计2021年将达到300亿美元。而大陆领先的晶圆代工厂商中芯国际2020年资本开支为53亿美元，在IC国产化提速的背景下预计2020年资本开支有望达到43亿美元，相比国际领先厂商仍然存在不少的差距，在政策和资金扶持下，预计中芯未来的研发和扩产能得到有力支撑。
- 从季度出货片数来看：台积电单季度出货片数在700万片以上（折合成8寸片），中芯国际季度出货片数只有台积电的20%左右，存在较大的产能提升空间。

晶圆代工厂商季度出货片数（折合成8寸片，千片/单季度）



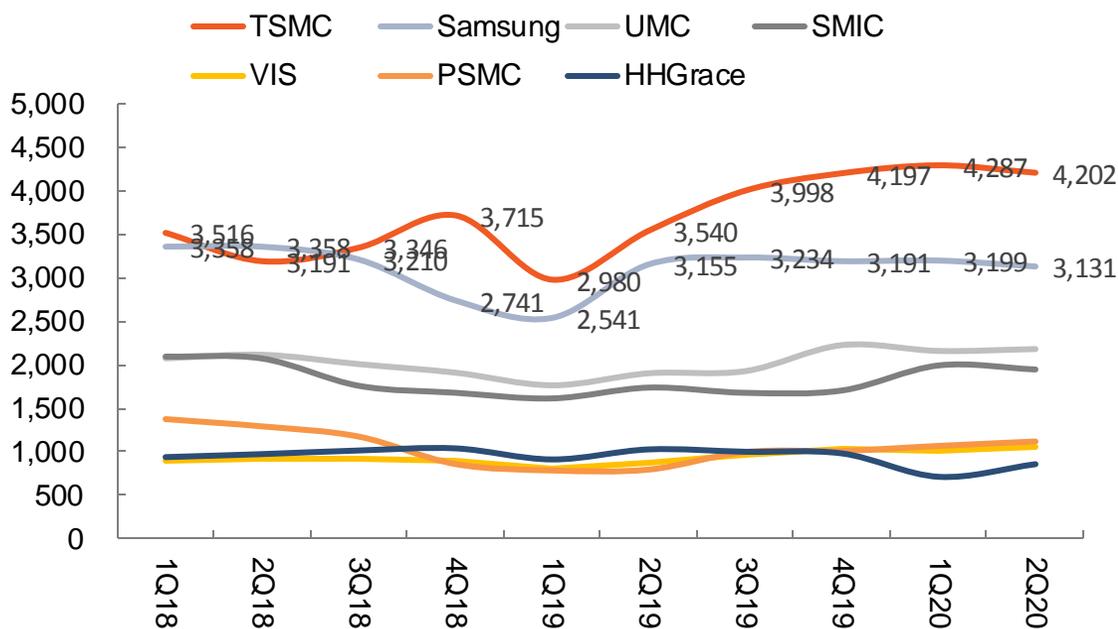
晶圆代工厂商资本开支对比（百万美元）



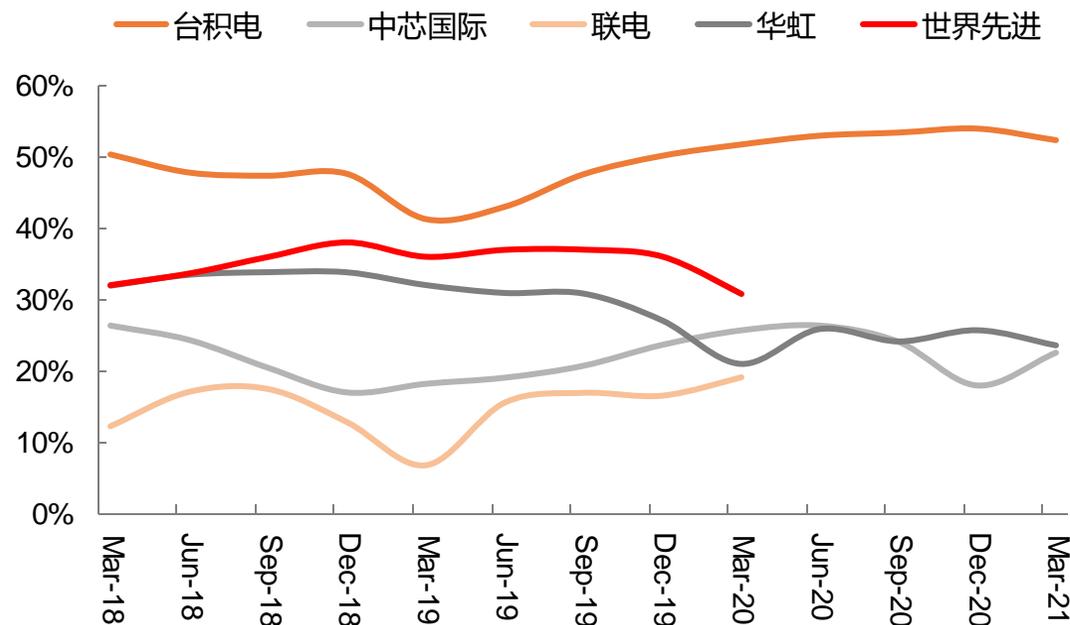
竞争格局 | 头部厂商具有较高的ASP

- ▶ **头部厂商具有较高的ASP：**对比台积电和其他厂商的单片晶圆的ASP（折合成12寸），台积电的ASP达到4000美金/片，高于三星的3100-3200美金/片，远高于联电、中芯国际、华虹等厂商1000-2500美金/片的水平，主要是台积电这样的头部厂商不断研发和量产新一代的工艺制程并贡献收入。
- ▶ 通过分析晶圆代工行业主要经营情况，我们能发现台积电的毛利率在50%左右，毛利率高于其他晶圆代工企业，这进一步说明在晶圆代工行业，台积电作为绝对龙头消化了行业的大部分红利。华虹、世界先进等坚持走特色工艺，特色工艺定制化高，且设备更新慢，折旧压力小，因此公司毛利率高，稳定在 20%以上。

不同晶圆代工厂ASP(美元/片)



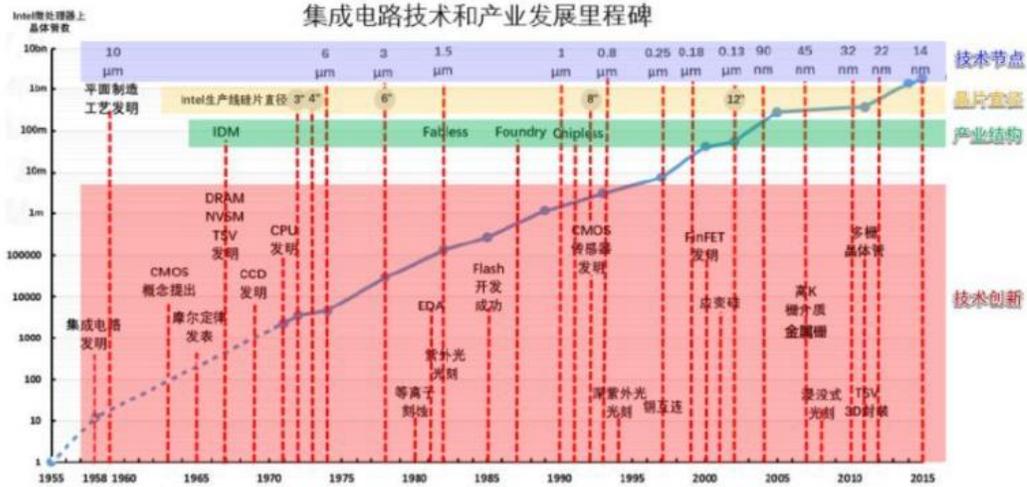
不同晶圆代工厂净利率



竞争格局 | 大陆厂商维持高研发投入比例

- 随着先进制程的不断推进，研发投入和投资成本呈现指数级增长，技术风险及投资风险均显著加大。中芯国际在持续追赶，而像联电、格罗方德等晶圆代工厂商已经放弃了 10nm 及以下制程工艺的研发，全面转向特色工艺的研究与开发。
- 晶圆制造行业具有资本密集和技术密集型特征。统计台积电、联电、华虹半导体及高塔半导体等厂商的情况，近三年来，它们的研发费用占收入比维持在高个位数，充分说明研发在代工行业中的重要地位。由于先进制程每迁移一次技术节点都伴随着比成熟制程高数倍的投入，中国大陆的中芯国际为追赶台积电等行业龙头近年来一直在大力投入研发先进制程工艺，研发费用占营业收入比高达10%以上。

集成电路技术和产业发展里程碑



不同晶圆厂研发投入及占营收比重 (亿元)

公司名称	2017年度		2018年度		2019年度		2020年度	
	研发费用	占营业收入比例	研发费用	占营业收入比例	研发费用	占营业收入比例	研发费用	占营业收入比例
台积电	184	8%	186	8%	211	9%	254	8%
中芯国际	36	17%	45	19%	47	22%	47	17%
联华电子	31	9%	28	9%	27	8%	29	7%
华虹半导体	3	6%	3	5%	4	7%	7	11%
高塔半导体	5	5%	5	6%	5	6%	5	6%
华润微电子	4	8%	4	7%	5	8%	6	8%

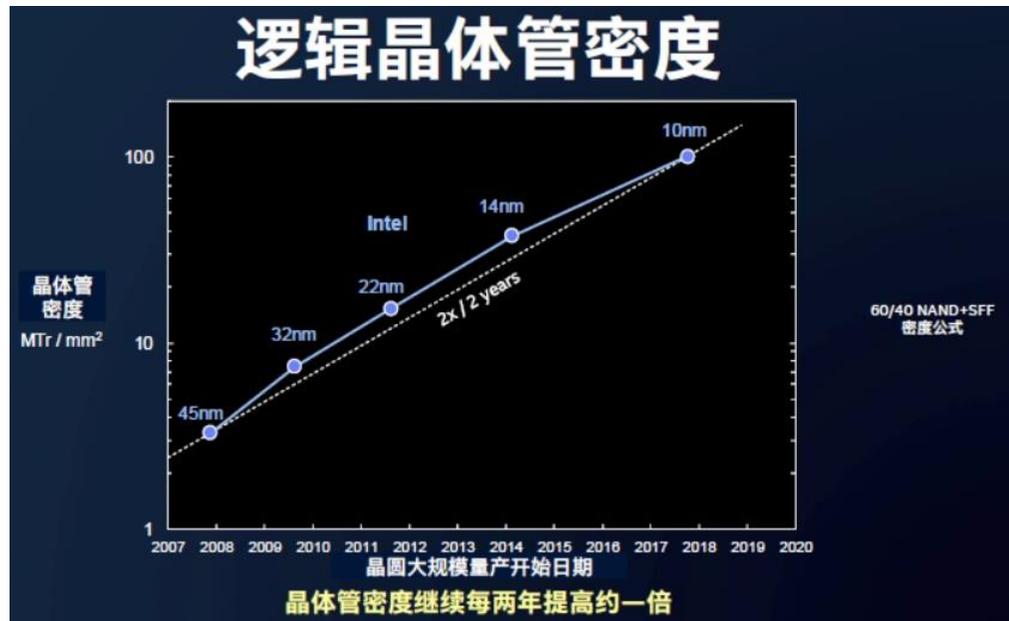
目录 CONTENTS

- 背景及政策：外部环境不确定下，国产化迫在眉睫
- 市场：景气度上行，资本开支提升明显
- 竞争格局：台积电领先，大陆先进制程稳步前行
- 技术演进：FinFET成主流工艺，EUV崭露头角
- 投资建议：关注制造及设备

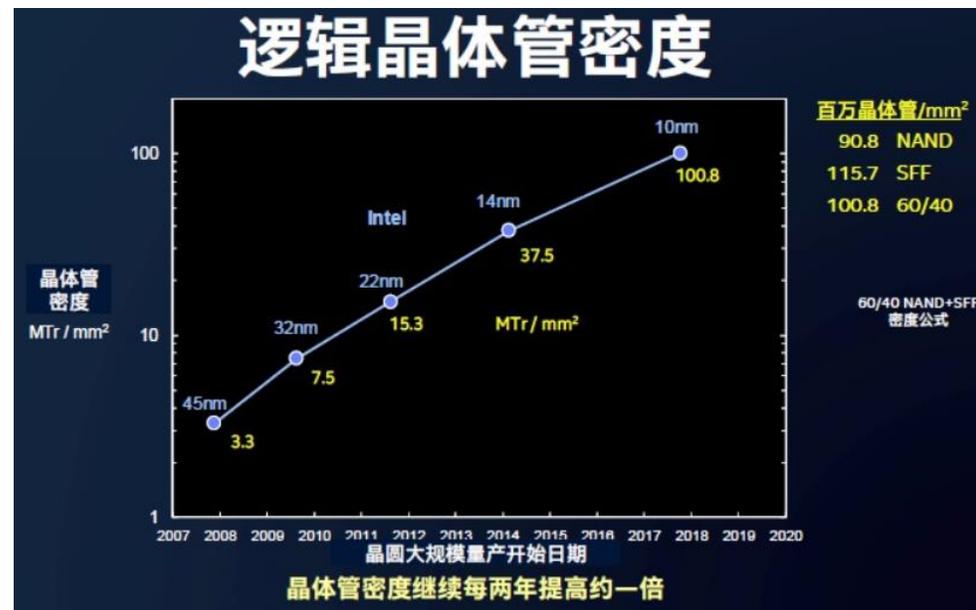
技术趋势 | 摩尔定律是重要的经验规律

➤ **摩尔定律是重要的经验规律：**1965年英特尔（Intel）创始人之一戈登·摩尔提出，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（据Intel公司公布的统计结果，单个芯片上的晶体管数目，从1971年4004处理器上的2300个，增长到1997年Pentium II处理器上的7.5亿个，26年内增加了3200倍。如果按“每两年翻一番”的预测，26年中应包括13个翻番周期，每经过一个周期，芯片上集成的元件数应提高 2^n 倍（ $0 \leq n \leq 12$ ），因此到第13个周期即26年后元件数这与实际的增长倍数3200倍可以算是相当接近了），性能也将提升一倍，摩尔定律是一种经验规律，但并非自然科学定律，它一定程度揭示了信息技术进步的速度。推动摩尔定律的核心内容是发展更先进的制程，而晶圆代工是其中最重要的环节。

◎ 集成电路的晶体管数目演技表



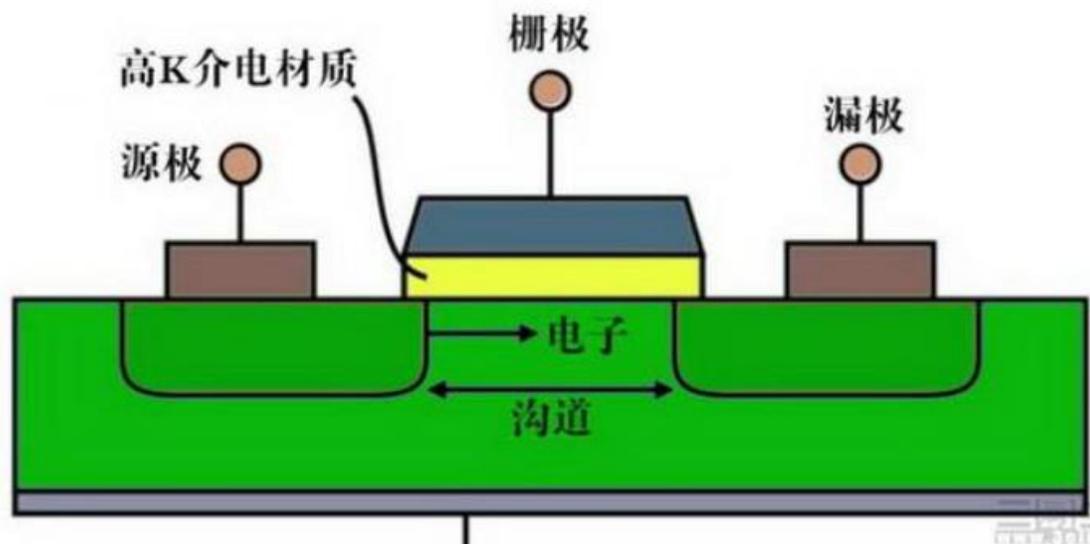
◎ 主要晶圆制造逻辑晶体管密度对比



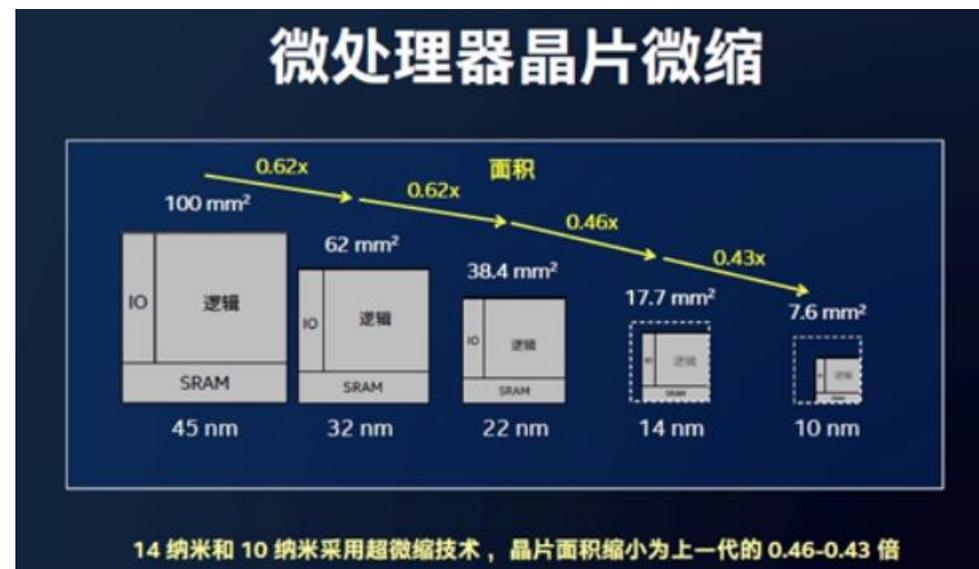
技术趋势 | 制程是晶体管中源极和漏极之间的距离

- **制程是晶体管中源极和漏极之间的距离**：学术意义上的“制程”，指的是晶体管沟道的宽度（源极和漏极之间的距离），当一个半导体晶体管工作时，通过给栅极通电，原本处于绝缘状态的硅会变得可导通。
- **制程越先进，晶体管的整体体积也越小**：电流（电子）单向地从源极流向漏极，而两者之间的距离（沟道长度）就是我们平时所说的“制程数字”。制程越先进，电子从一极到另一极所流经的距离就越短，晶体管反应就越迅速；同时，晶体管的整体体积也越小，意味着在同样大小的面积内可以集成更多电路。

源极和漏极的示意图



英特尔微处理器微缩示意图



技术趋势 | 先进制程的厂商越来越少

制程的进步使得集成电路上的单个晶体管体积更小，能耗更低。单位面积的硅晶圆上能够容纳更多晶体管，提升了芯片性能。目前半导体制程工艺的进步已经越来越困难，具体原因有以下三点：

- **良品率的限制：**每个硅原子直径大约0.1nm，在10nm制程下，每个间隔之间只有不到100颗原子。一个原子的缺陷就会严重影响到产品的良率。
- **短沟道效应：**晶体管阈值电压随着晶体管尺寸的缩小而降低，导致沟道无法完全关闭造成漏电，提高了芯片功耗。
- **光刻机技术限制：**目前7nm工艺用到的极紫外光刻机需要设计出复杂的反射光路，经过多次镜面反射后，光源强度大大衰减，造成光刻胶曝光强度不足。

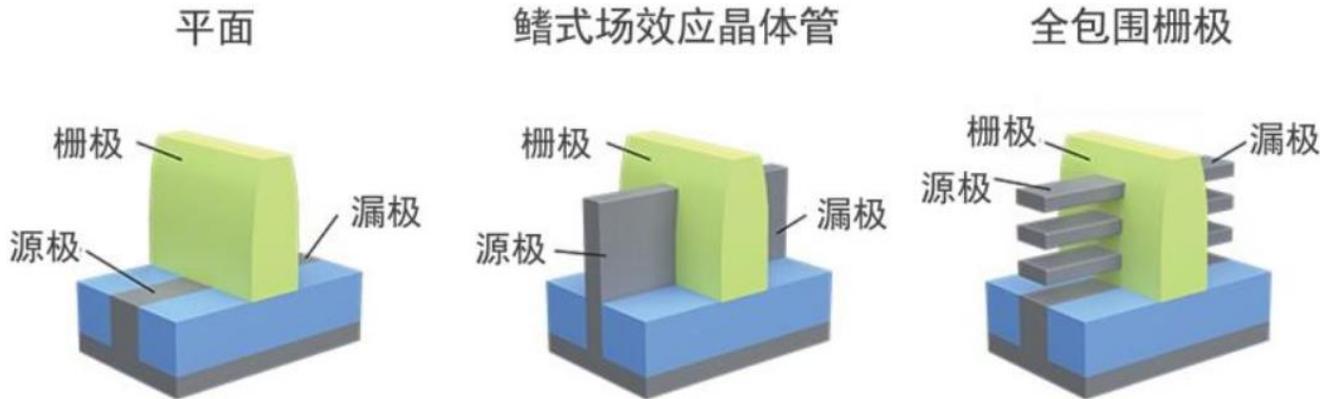
先进制程的厂商越来越少

		代工		IDM				
武汉新芯								
华润微电子								
阿尔塔斯								
世界先进								
东部高科	武汉新芯							
华虹宏力	华润微电子							
TowerJazz	武汉新芯							
力晶	力晶							
中芯国际	中芯国际	武汉新芯						
联华电子	联华电子	华力微电子						
格罗方德	格罗方德	力晶						
台积电	台积电	中芯国际						
英飞凌	英飞凌	联华电子						
德州仪器	德州仪器	格罗方德	华力微电子					
索尼	索尼	台积电	中芯国际					
恩智浦	恩智浦	恩智浦	联华电子					
瑞萨	瑞萨	瑞萨	格罗方德					
富士通	富士通	富士通	台积电		中芯国际			
IBM	IBM	IBM	IBM	格罗方德	联华电子			
东芝电子	东芝电子	东芝电子	东芝电子	台积电	格罗方德	中芯国际		
意法	意法	意法	意法	意法	台积电	台积电	台积电	台积电
三星	三星	三星	三星	三星	三星	三星	三星	三星
英特尔	英特尔	英特尔	英特尔	英特尔	英特尔	英特尔	英特尔	英特尔
90nm	65/55nm	45/40nm	32/28nm	22/20nm	16/14nm FinFET	10nm FinFET	7nm FinFET	5nm FinFET

技术趋势 | FinFET工艺是当前市场的主流选择

- 先进的制程，带来两个好处：1) 缩小线宽意味着晶体管可以做得更小、更密集，而且在相同的芯片复杂程度下可使用更小的晶圆，于是成本降低了；2) 缩小线宽可以提升工作频率，缩减元件之间的间距之后，晶体管之间的电容也会降低，晶体管的开关频率也得以提升，从而整个芯片的工作频率就上去了。
- FinFET成为了半导体器件的主流选择：**随着特征尺寸的不断缩小，栅极对于沟道的控制能力减弱，尤其是亚阈值区的漏电流随着栅长（gate length）减小而快速减小，漏电流成了一个很大的问题。FinFET称为鳍式场效应晶体管（Fin Field-Effect Transistor），是由美籍华人科学家胡正明教授在1999年提出来的。其中的Fin在构造上与鱼鳍非常相似，所以称为“鳍式”。在FinFET中沟道不再是二维的而是三维的“鳍”（Fin）形状，而栅极则是三维围绕着Fin，这样就大大增加了栅极对于沟道的控制能力，从而解决了漏电流的问题。而TSMC正式在16nm工艺中使用FinFET。从16 / 14nm开始，FinFET成为了半导体器件的主流选择。

不同晶圆制造工艺示意图



FinFET工艺七大玩家进展

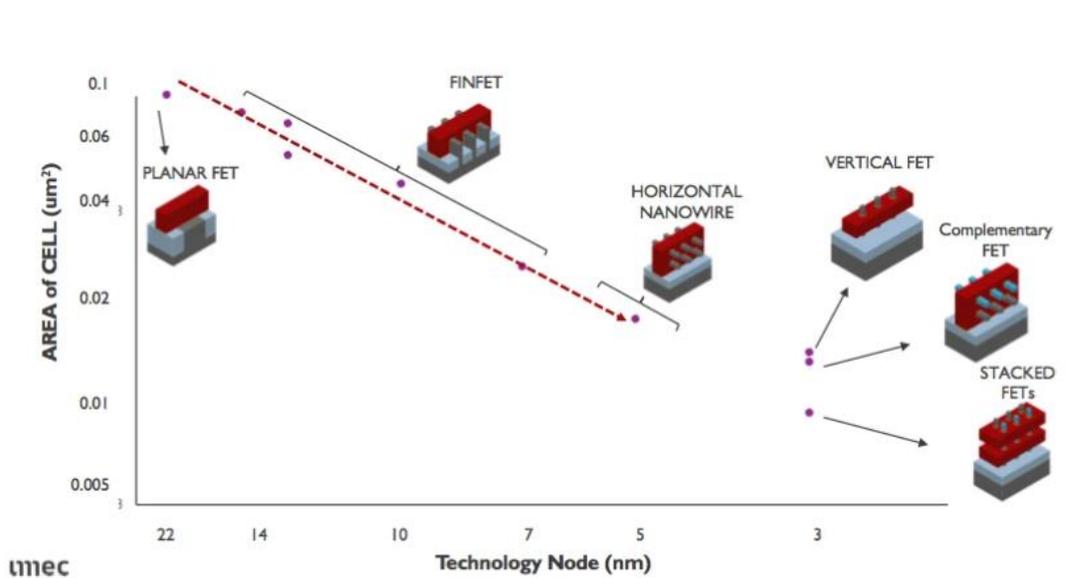
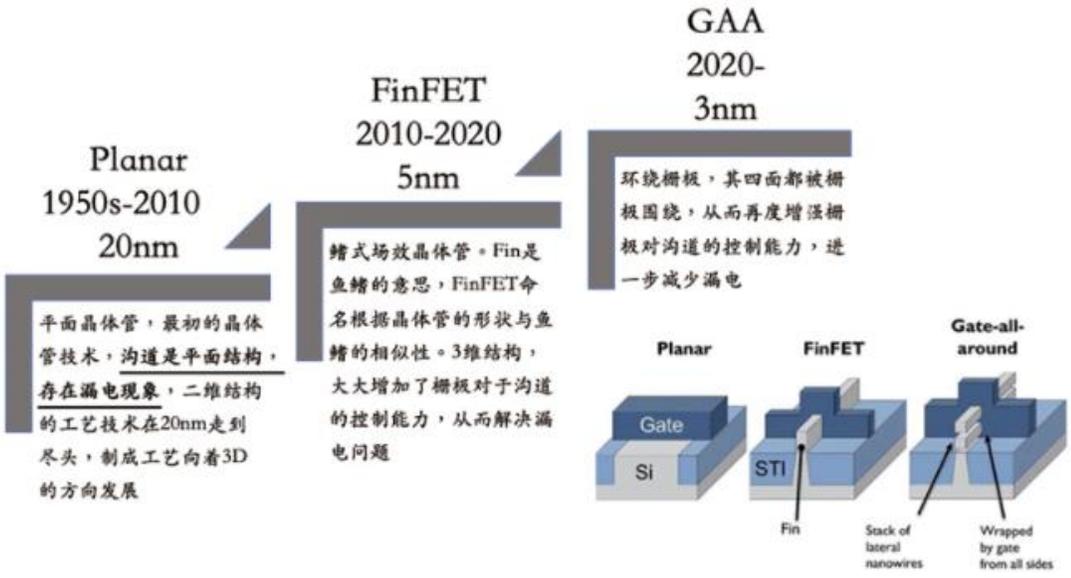
	英特尔	台积电	三星	格芯	联电	中芯国际	华虹集团
22NM	Y(2011)						
16NM		Y(2014)					
14NM	Y(2014)		Y(2015)	Y(2015)	Y(2017)	Y(2019)	Y
12NM		Y(2017)		Y(2019)		Y	
11NM			Y(2018)				
10NM	Y(2019)	Y(2016)	Y(2016)				
8NM			Y(2018)			?(未知)	
7NM	Y(2021)	Y(2018)	Y(2019)	Y(搁置)		?(未知)	
6NM		Y(2020)					
5NM		Y(2020)	Y(2020)				
4NM		Y					

技术趋势 | GAA工艺有望进入市场

- 随着特征尺寸的不断缩小，栅极对于沟道的控制能力减弱，因此必须引入新的器件结构以满足晶体管的要求。从时间上可以看到这种明显的趋势：平面工艺晶体管的特征尺寸缩小过程持续了数十年，之后到了2013年下半年16/14nm节点正式引入FinFET，然而FinFET仅仅维持了10年不到，2020年左右的3-5nm节点就必须转入GAA。
- 全环绕栅极晶体管（Gate-All-Around FET）被广泛认为是鳍式结构的下一代接任者。在2019年的三星晶圆制造论坛（Samsung Foundry Forum）上，三星明确表示将会在3纳米节点放弃鳍式结构，转向全环绕栅极技术。在刚刚过去的台积电第26届技术研讨会上，台积电也正式宣布将在2纳米节点引入全环绕栅极技术。

不同晶圆厂的制程演进时间表

不同晶圆厂的制程演进时间表



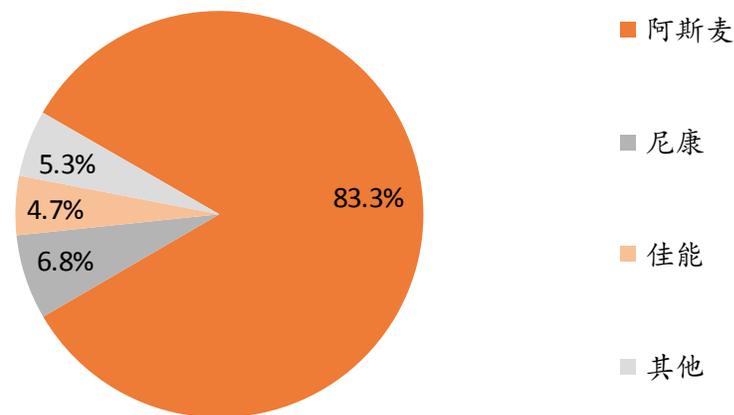
技术趋势 | 光学光刻技术经历了五代变革

- 光刻的本质是把电路结构图复制到硅片上的光刻胶上，方便之后进行刻蚀和离子注入，在摩尔定律的驱动下，光学光刻技术经历了五代变革。
- 20世纪70—80年代，光刻设备主要采用普通光源和汞灯作为曝光光源，其特征尺寸在微米级以上。曝光波长最早从436nm的g线；
- 90年代前半期光刻技术开始使用波长365nm的i线，后半期开始使用248nm的KrF激光；
- 进入21世纪后，光刻技术开始使用193nm波长的DUV激光，这就是著名的ArF准分子激光，技术上跨越了1μm、0.5μm、0.35μm、0.1μm、90nm、65nm、45nm等节点；
- 目前最新的光刻技术是EUV（极紫外光刻机）波长也缩短至13.5nm，制程节点也提高到7-3nm。目前光学光刻技术正朝着缩短曝光光源波长、提高数值孔径和改进曝光方式的方向前进。

◎ 光学光刻技术的迭代

	光源	波长	最小工艺节点	对应设备
第一代	可见光	436nm	800nm-250nm	接触式光刻机
	g-line		800nm-250nm	接近式光刻机
第二代	紫外光(UV)	365nm	800nm-250nm	接触式光刻机
	i-line		800nm-250nm	接近式光刻机
第三代	深紫外光(DUV) KrF	248nm	180nm-130nm	扫描投影式光刻机
	深紫外光(DUV)	193nm	130nm-65nm	步进扫描投影光刻机
第四代	ArF		45nm-22nm	浸没式步进扫描投影光刻机
第五代	极紫外光(EUV)	13.5nm	14nm及以下	极紫外光刻机

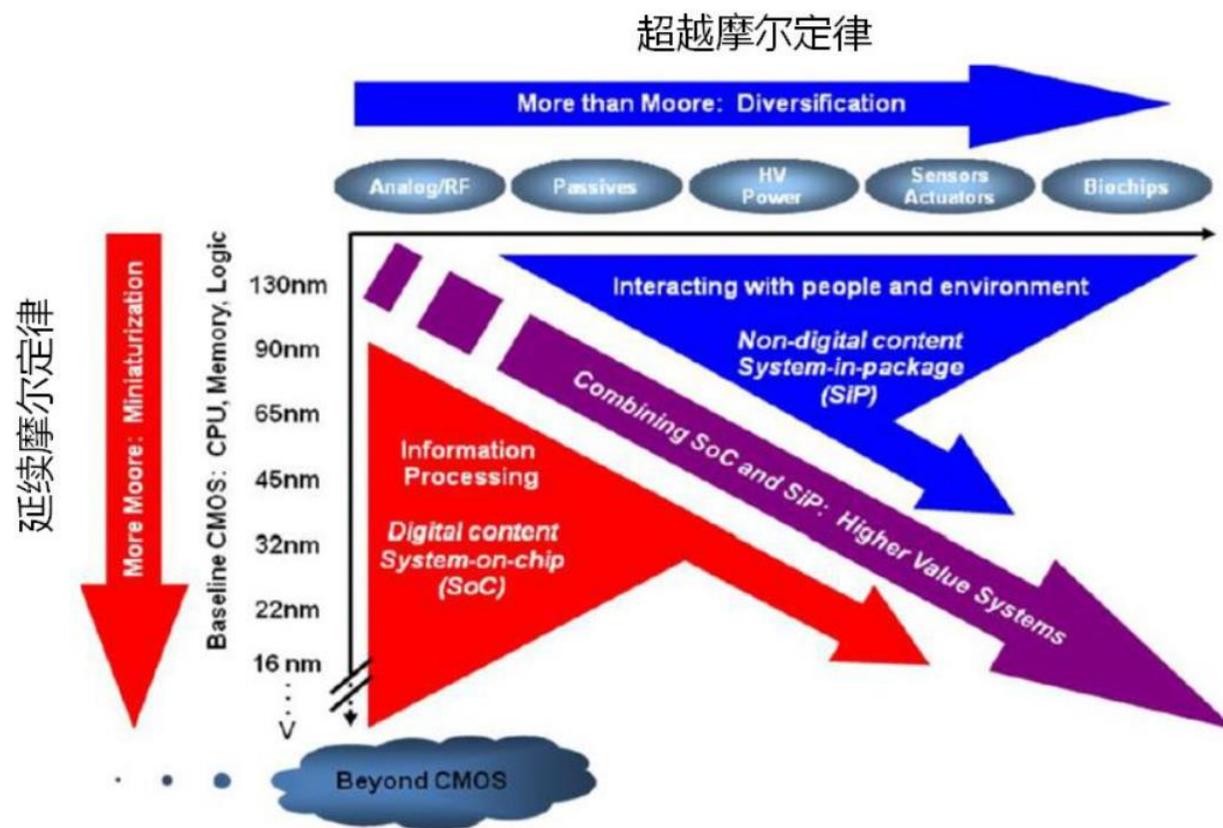
◎ 2019年全球光刻机市场竞争格局



技术趋势 | 后摩尔时代，关注架构、材料和封测工艺

- 国家科技体制改革和创新体系建设领导小组第十八次会议5月14日在北京召开。会议要求，要高质量做好“十四五”国家科技创新规划编制工作，聚焦“四个面向”，坚持问题导向，着力补齐短板，注重夯实基础，做好战略布局，强化落实举措。会议还专题讨论了面向后摩尔时代的集成电路潜在颠覆性技术。
- 摩尔定律仍然在支撑着5G、人工智能等新技术的发展，但事物发展终有极限。随着工艺从微米级到纳米级，晶体管中原子数量越来越少，种种物理极限制约着摩尔定律的进一步发展，因此后摩尔时代概念随之而出。其主要发展方向是：1) 沿着继续缩小加工尺寸的方向迈进 (More Moore, 延续摩尔)；2) 将模拟电路、射频电路等与逻辑电路通过封装形式完成集成，使集成电路具备更多、更广的功能 (More than Moore, 拓展摩尔)；3) 以全新架构、材料、工艺制作的集成电路 (Beyond Moore, 超越摩尔)。

后摩尔时代发展路径





目录CONTENTS

- 背景及政策：外部环境不确定下，国产化迫在眉睫
- 市场：景气度上行，资本开支提升明显
- 竞争格局：台积电领先，大陆先进制程稳步前行
- 技术演进：FinFET成主流工艺，EUV崭露头角
- 投资建议：关注制造及设备

投资建议 | 关注制造及设备

- **晶圆代工维持高景气，台积电领先，大陆先进制程稳步前行：**在芯片市场景气周期的背景下，2021年全球芯片代工产业市场规模有望达到945亿美金，同比增长11%。短期在PMIC、驱动IC和功率器件等需求刺激下，主要晶圆代工产能利用率均超过95%，维持较高位置。市场竞争格局上晶圆代工马太效应明显。从企业来看，2020年台积电以56%的市场占有率处于绝对领先的地位，三星和联电分列第二、第三，大陆厂商中芯国际暂列第五。领先厂商通过提前量产获取订单，分摊工厂折旧，进而继续研发下一代工艺，使得后进厂商在先进制程工艺上的投资低于预期回报而放弃竞争，以此扩大市场份额、形成壁垒。中国大陆厂商国内先进制程稳步前行。2021第一季度中芯国际第一代FinFET进入成熟量产阶段，产品良率达到业界标准，稳步导入N70，正在实现产品的多样化目标，未来竞争实力有望进一步提升（格罗方德和联华电子均已宣布暂缓10nm以下制程的研发），同时华虹坚持走特色工艺，并稳步推进先进制程。特色工艺定制化高。建议关注中芯国际（港股）、华虹半导体（港股）。
- **国产设备、材料、制造等验证及导入全面提速。**随着台积电等晶圆厂龙头开启新一轮扩产周期、技术升级、晶圆产能向大陆转移以及国内政策的大力支持，我国半导体设备市场迎来新一轮上升周期。长期来看半导体等核心技术的国产化需求凸显，国内产业链企业有意调整供应链以分散风险，给国内半导体企业更多机会，同时中芯北方/南方与长江存储二期的扩产也加速了国产化设备的导入进程。可积极关注产业链公司国产化和资本开支带来的客户导入和业绩增量，建议关注北方华创、芯源微、中微公司等。

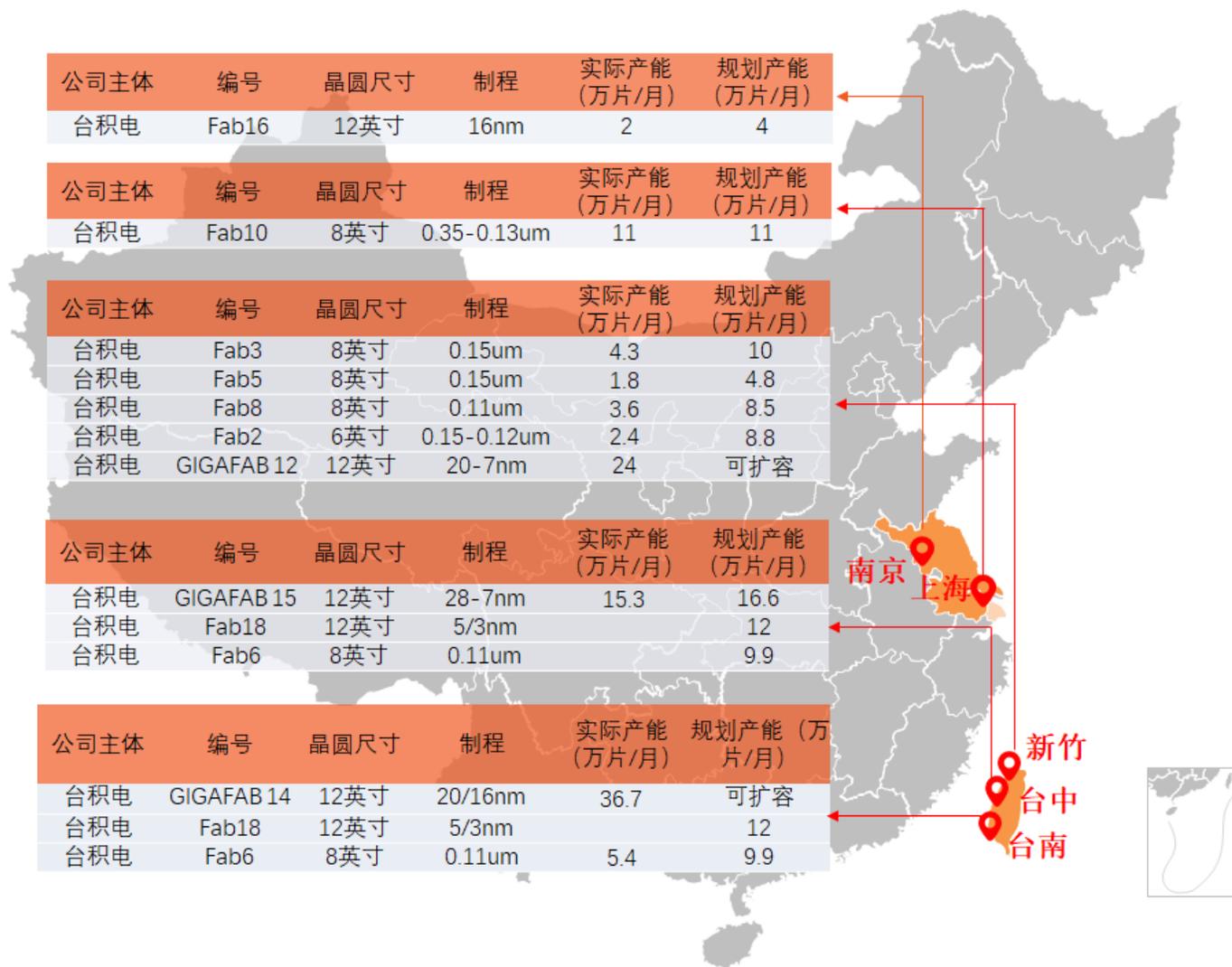
风险提示

- 1) 宏观经济波动风险：受到美国经济下行和中国经济增速放缓的影响，预计全球GDP增速将继续下降。在宏观经济下行背景下，全球消费电子需求预将下降；
- 2) 产品技术更新风险：产业链公司属于移动通信行业，产品技术升级快、新技术与新工艺层出不穷。如果公司不能持续更新具有市场竞争力的产品，将会削弱公司的竞争优势；
- 3) 中美贸易摩擦走势不确定的风险：未来如果中美之间的贸易摩擦进一步恶化，限制高端设备出口到中国或者对相关产品征收高额关税，会对产业链公司产生一定影响；
- 4) 国内晶圆厂投资不及预期。近几年，大陆开启晶圆厂投资热潮，将带动半导体设备需求增长。如果晶圆厂投资落地数量或进度不及预期，则设备需求增速放缓，半导体设备公司业绩增长可能不达预期。

附录 | 主要晶圆厂介绍及产能-台积电

- 台湾积体电路制造股份有限公司成立于1987年，是全球第一家专业积体电路制造服务（晶圆代工foundry）企业，总部与主要工厂位于中国台湾的新竹市科学园区。
- 台积电拥有着世界最庞大的晶圆制造产能，公司及其子公司所拥有及管理的年产能超过 1200 万片 12 英寸等效晶圆，台积电在中国台湾设有三座 12 英寸超大晶圆厂（GIGAFABR Facilities）、四座 8 英寸晶圆厂和一座 6 英寸晶圆厂，并拥有南京公司 12 英寸晶圆厂、WaferTech 美国子公司的一座 12 英寸晶圆厂、中国大陆公司松江 8 英寸晶圆厂产能。台积电拥有五座 12 寸晶圆厂（Fab 12, 14, 15, 16, 18）、七座 8 寸晶圆厂（Fab3, 5, 6, 8, 10 及 SSMC）、一座6寸晶圆厂（Fab2）。规划中的3nm新厂，预计于2022年实现量产。

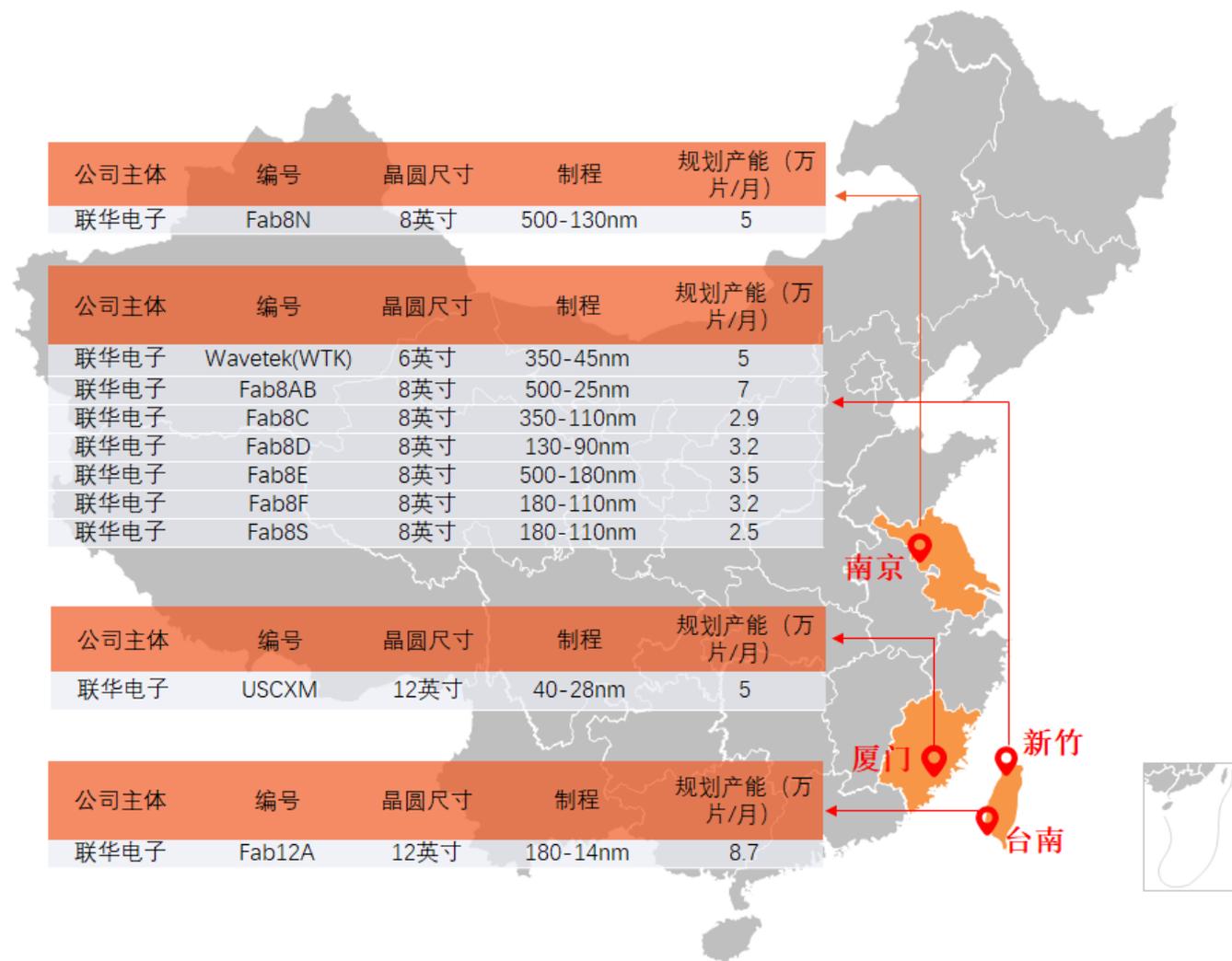
台积电在中国主要产能分布



附录 | 主要晶圆厂介绍及产能-联电

- 联华电子（UMC）是世界排名第三的纯晶圆代工厂，仅次于台积电和三星，主要在特殊技术上开展晶圆制造服务。 公司目前的最先进制程为 14nm，整体落后台积电 1-2 代，但公司专注特殊技术，在成熟制程上具备一定的竞争优势。
- 联华电子拥有 4 座先进 12 英寸晶圆厂：位于台南的 Fab12A 于 2002 年进入量产，目前主要生产先进 14nm 制程产品，P1 &2、P3&4 以及 P5&6 厂区组成超过 87,000 片/月的产能； Fab12i 为联华电子特殊技术中心，主要提供 12 英寸特殊制程产品以适应客户多样化的应用产品。最新的 12 英寸晶圆厂是位于中国厦门的联芯厂 USCXM，已于 2016 年 Q4 开始量产。联华电子在亚洲地理区域内多元化布局，提供制造服务，一方面确保了联华电子在中国台湾总部接收到最及时的工程支援，另一方面客户也可以享受到分散的制造风险。

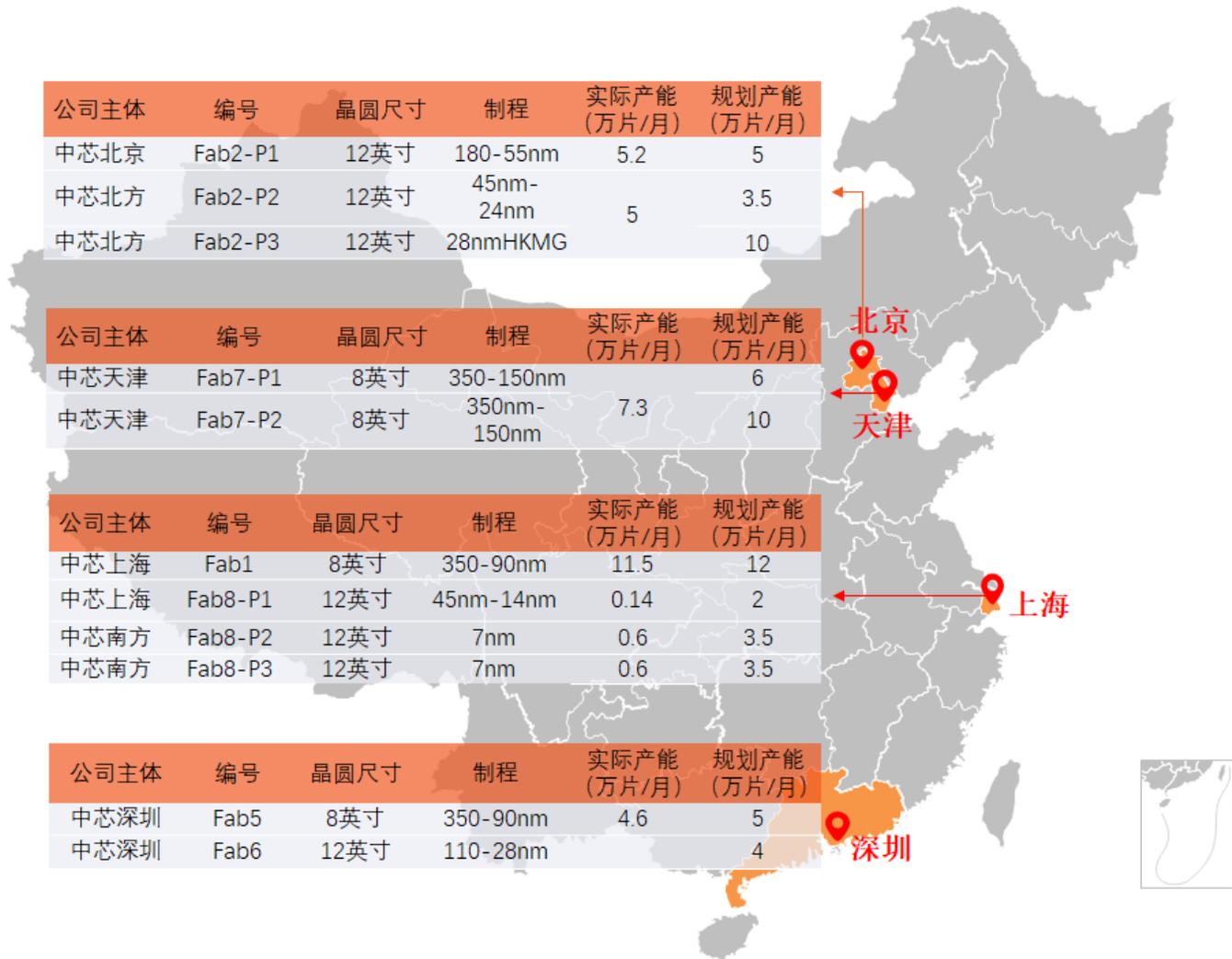
联电在中国主要产能分布



附录 | 主要晶圆厂介绍及产能-中芯国际

- 中芯国际是世界领先的集成电路晶圆代工企业之一，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集团，提供0.35微米到14纳米不同技术节点的晶圆代工与技术服务。中芯国际总部位于上海，拥有全球化的制造和服务基地。
- 中芯国际目前一共有7座晶圆厂，在上海建有一座12寸晶圆厂和一座8寸晶圆厂，以及一座拥有实际控制权的12寸先进制程合资晶圆厂；在北京建有一座12寸晶圆厂和一座控股的12寸合资晶圆厂；在天津和深圳各建有一座8寸晶圆厂。其中12寸晶圆月产能10.5万片，8寸晶圆月产能10.3万片。
- 先进制程方面，第一代FinFET进入成熟量产阶段，产品良率达到业界标准，稳步导入NTO，正在实现产品的多样化目标。第二代FinFET项目相比第一代单位面积晶体管密度大幅提高，低电压工艺开发进入风险量产。

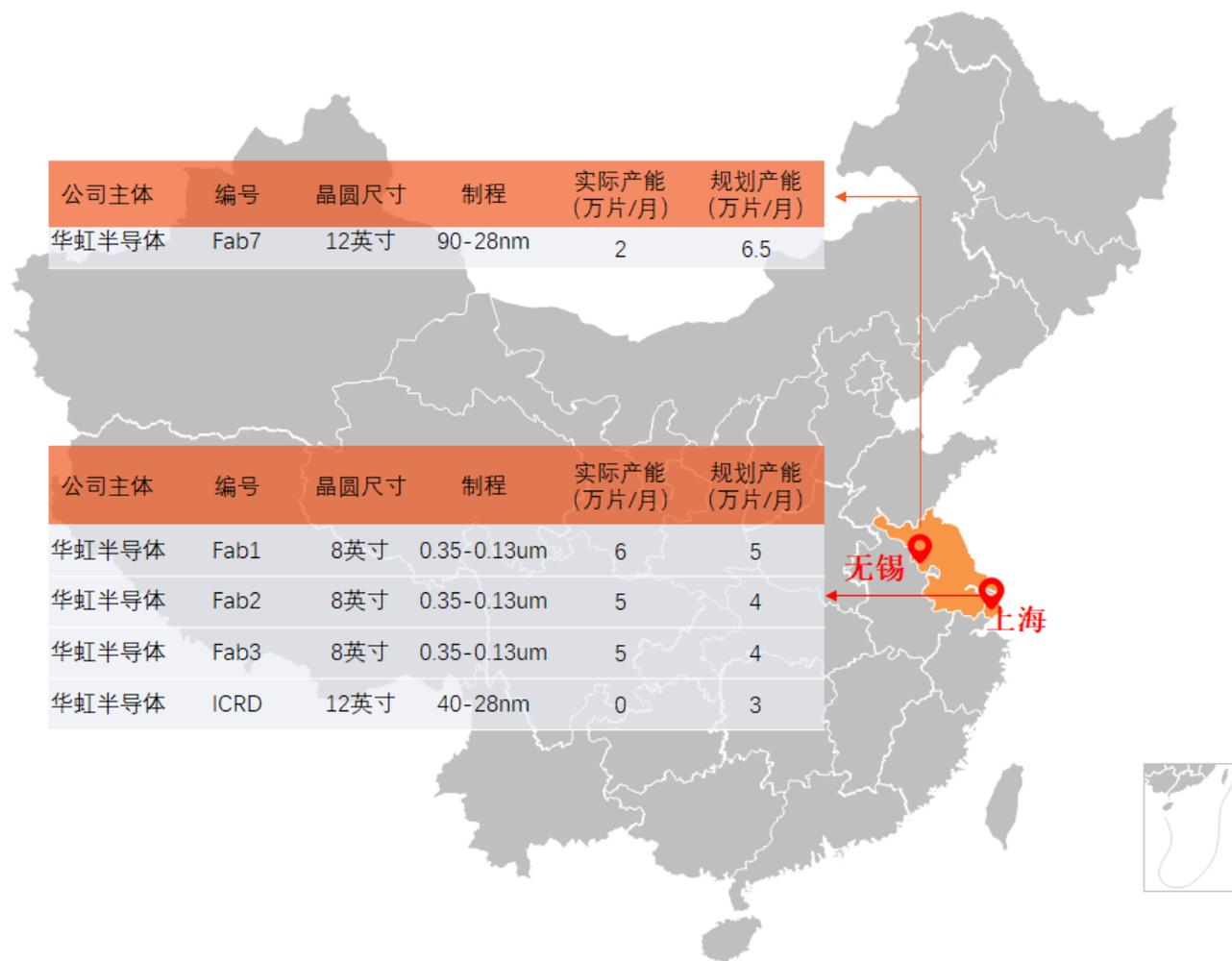
中芯国际在中国主要产能分布



附录 | 主要晶圆厂介绍及产能-华虹

- 华虹半导体有限公司是全球领先的特色工艺纯晶圆代工企业，华虹宏力工艺技术覆盖1um至90nm各节点，专注于嵌入式非易失性存储器、功率器件、模拟及电源管理、逻辑及射频等差异化工艺平台，基于高度的安全性、可靠性、成本效益及技术精细度享誉市场，并拥有多年成功量产汽车电子芯片的经验。华虹坚持走特色工艺，并稳步推进先进制程。特色工艺定制化高，且设备更新慢，折旧压力小，因此公司毛利率高，稳定在 20%以上。
- 华虹半导体有限公司由原上海华虹NEC 电子有限公司和上海宏力半导体制造有限公司新设合并而成，是中国大陆第二大晶圆代工厂。在“十三五”期间，华虹集团连续建设了华虹六厂和华虹七厂，实现了以8英寸为主转型为12英寸为主的跨越。2020年12英寸产能已经超越50%，营收占比首度超越8英寸业务。

华虹在中国主要产能分布



平安TMT团队

电子信息团队

行业	分析师	邮箱	资格类型	编号
智能制造	吴文成	wuwencheng128@pingan.com.cn	投资咨询	S1060519100002
通信	朱琨	zhukun368@pingan.com.cn	投资咨询	S1060518010003
电子	徐勇	xuyong318@pingan.com.cn	投资咨询	S1060519090004
计算机	付强	fuqiang021@pingan.com.cn	投资咨询	S1060520070001
	闫磊	yanlei511@pingan.com.cn	投资咨询	S1060517070006

股票投资评级：

- 强烈推荐（预计6个月内，股价表现强于沪深300指数20%以上）
- 推荐（预计6个月内，股价表现强于沪深300指数10%至20%之间）
- 中性（预计6个月内，股价表现相对沪深300指数在±10%之间）
- 回避（预计6个月内，股价表现弱于沪深300指数10%以上）

行业投资评级：

- 强于大市（预计6个月内，行业指数表现强于沪深300指数5%以上）
- 中性（预计6个月内，行业指数表现相对沪深300指数在±5%之间）
- 弱于大市（预计6个月内，行业指数表现弱于沪深300指数5%以上）

公司声明及风险提示：

负责撰写此报告的分析师（一人或多人）就本研究报告确认：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

本公司研究报告是针对与公司签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本公司研究报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的，本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识，认真考虑是否进行证券交易。市场有风险，投资需谨慎。

免责条款：

此报告旨在发给平安证券股份有限公司（以下简称“平安证券”）的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准，不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠，但平安证券不能担保其准确性或完整性，报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价，报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任，除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断，可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问，此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。

平安证券股份有限公司2021版权所有。保留一切权利。