

科技基建，自主创芯 ——详解全球半导体制造行业格局

www.swsc.com.cn

西南证券研究发展中心
电子行业研究团队 刘言（S1250515070002），陈杭
2019年2月18日

一、全球半导体制造市场规模及竞争格局

- 全球半导体制造市场及行业格局
- 中国半导体制造行业情况

二、半导体制造制程技术分析

- 28纳米是生命周期相当长的节点
- 先进制程技术之FinFET与GAA
- 先进制程技术之FD-SOI

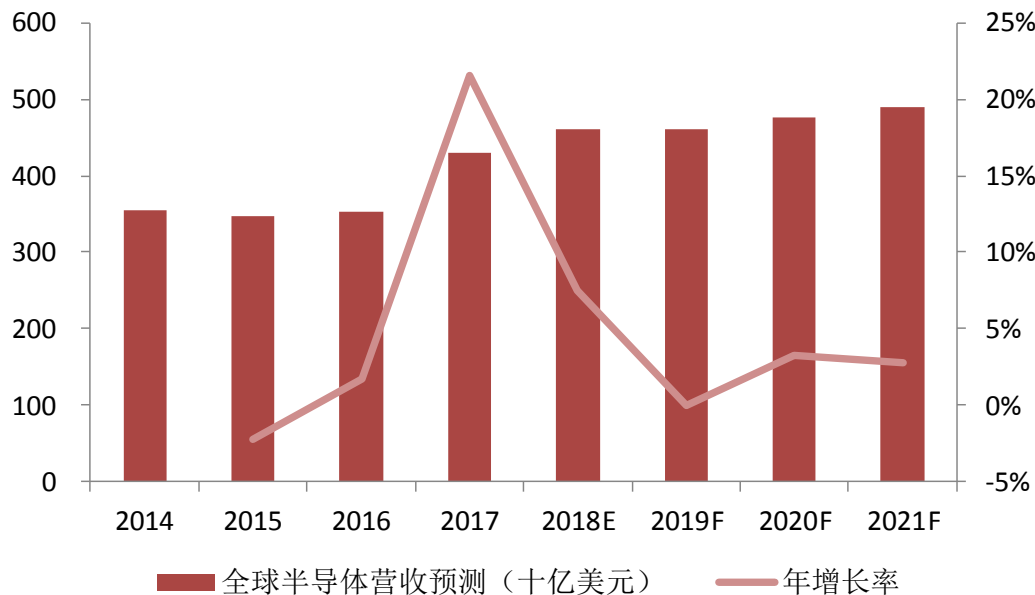
三、半导体制造全球巨头

- 代工第一梯队台积电和三星以及IDM第一梯队英特尔
- 代工第二梯队：联华电子、格罗方德、中芯国际、Towerjazz
- 化合物半导体代工巨头之稳懋半导体和三安光电

半导体受全球经济影响波动较大，且相关性越来越强

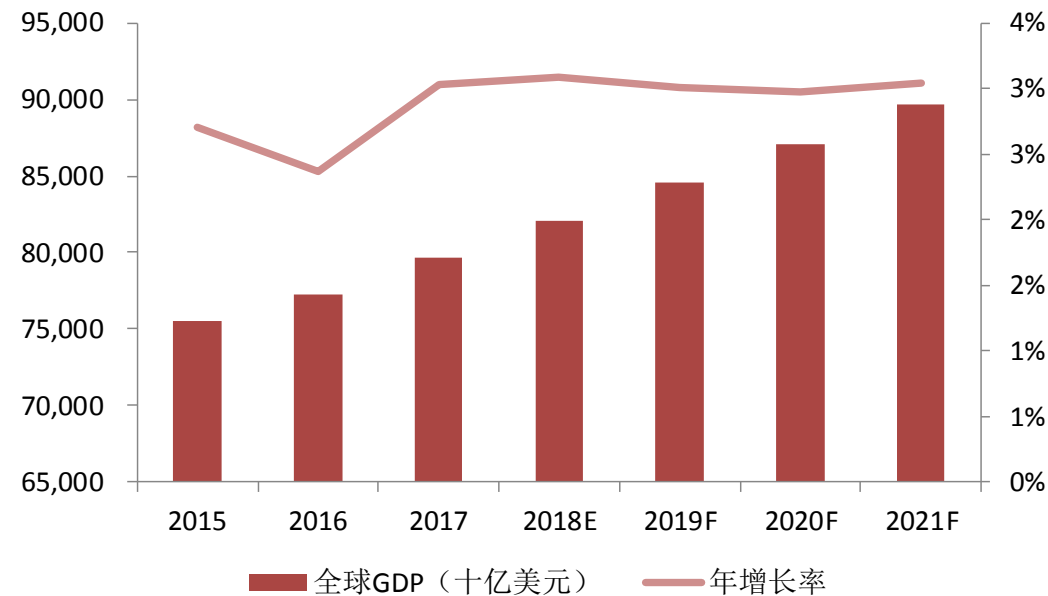
- 根据IHS Markit的统计，2017年，全球半导体市场的营收规模为4290亿美元，较上年增长21.6%。成长主要是由于存储器市场的供不应求导致价格上涨，仅存储器部分的年增长率高达58.8%，非存储器部分年增长率为10.3%；
- 作为资金与技术高度密集行业，半导体目前形成深化的专业分工、细分领域高度集中的特点，因此半导体受全球经济影响波动较大，且相关性越来越强。预计未来几年，全球经济仍将保持稳定增长，年增长率维持在3%左右，因此预计半导体市场的景气度也如以前一样，维持3%左右的增长率。

全球半导体营收预测及年增长率



数据来源：IHS Markit, AMFT, 4Q17, 西南证券整理

全球GDP及年增长率

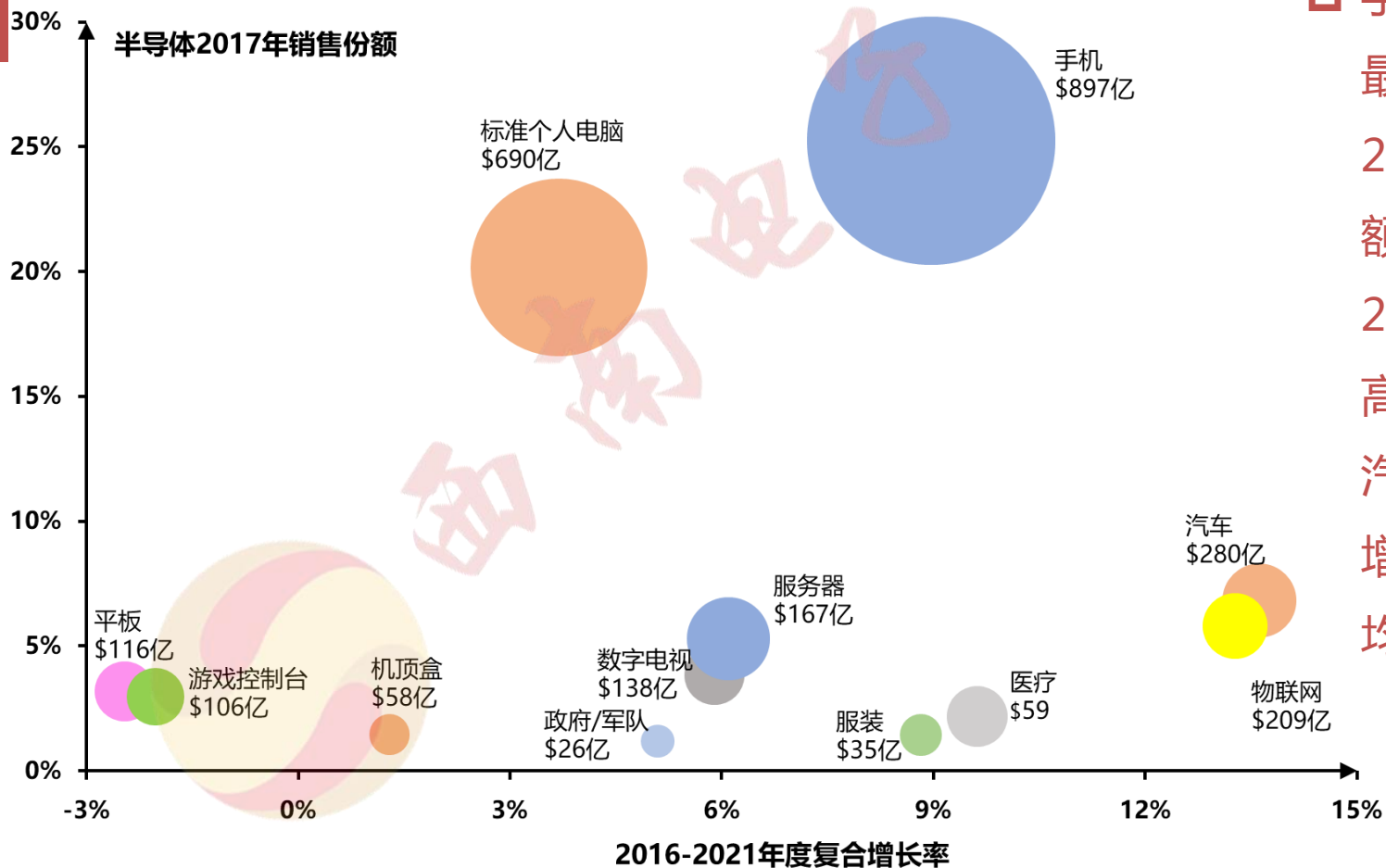


数据来源：Gartner, 西南证券整理

半导体下游应用市场情况——手机和PC市场最大，汽车与IoT增速最高

2017年全球半导体收入增长是由于DRAM平均销售价格的上涨，以及对于模拟，闪存和逻辑的强劲需求。WSTS预计2018年IC产业市场将达到4370亿美元，比2017年增长7%。

IC领域的市场增长情况（以亿美元计）

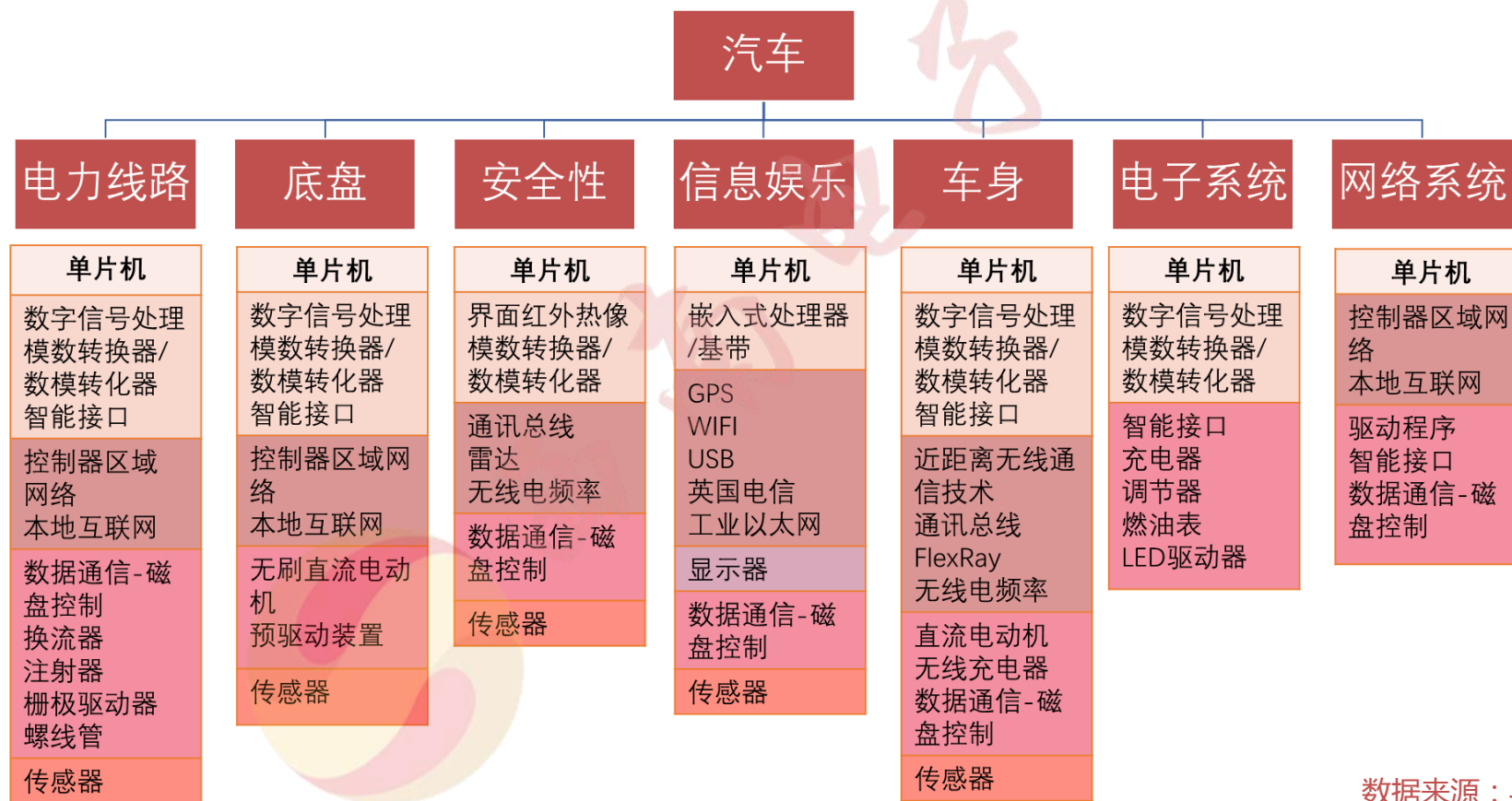


手机和个人电脑目前仍是芯片业的最大市场。根据IC Insights的数据，2017年全球手机和个人电脑IC销售额占IC市场总收入的45%，但是2016-2021年均复合增长率分别为高个位数和低个位数。相较之下，汽车和物联网市场规模虽小，但是增长势头强劲，预计2016-2021年均复合增长率将超过13%。

数据来源：IC Insights，西南证券整理

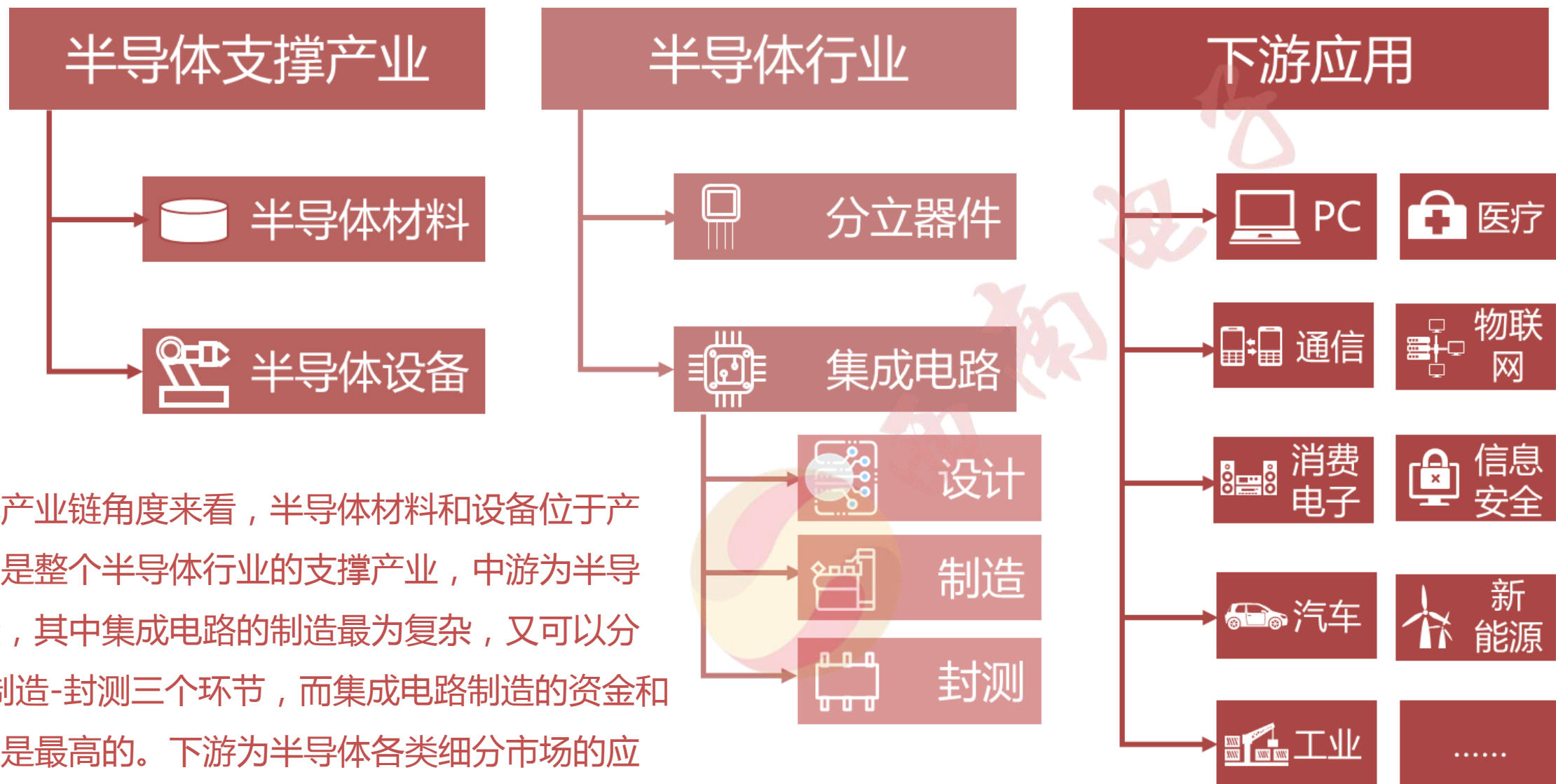
汽车半导体器件正侵占晶圆代工厂的产能

根据德州仪器、IHS等公司的数据显示，每辆汽车的半导体产品平均含量从1990年的62美元增长到2013年的312美元，到2018年增长至350美元。IHS预计到2022年该数字预计将达到460美元。多年来，博世、恩智浦、安森美半导体、瑞萨、意法半导体、德州仪器和其它有自家晶圆厂 IDM 厂商主导着汽车行业。通常，汽车芯片都是在200mm和300mm晶圆上制造的。



数据来源：与非网，西南证券整理

半导体制造位于半导体产业链中游

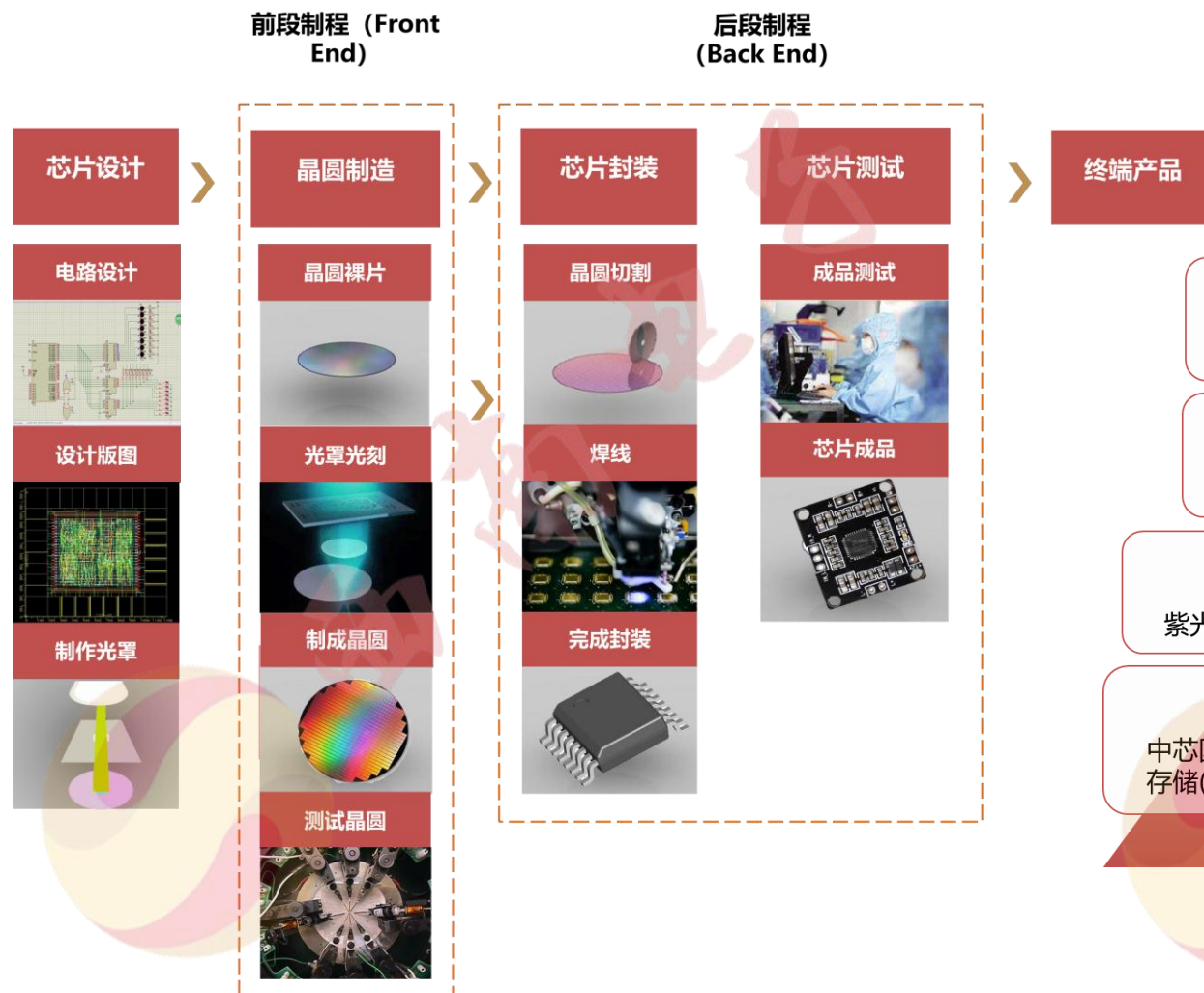


从半导体产业链角度来看，半导体材料和设备位于产业上游，是整个半导体行业的支撑产业，中游为半导体的制造，其中集成电路的制造最为复杂，又可以分为设计-制造-封测三个环节，而集成电路制造的资金和技术壁垒是最高的。下游为半导体各类细分市场的应用，比如PC、通信、消费电子、汽车、工业应用等。

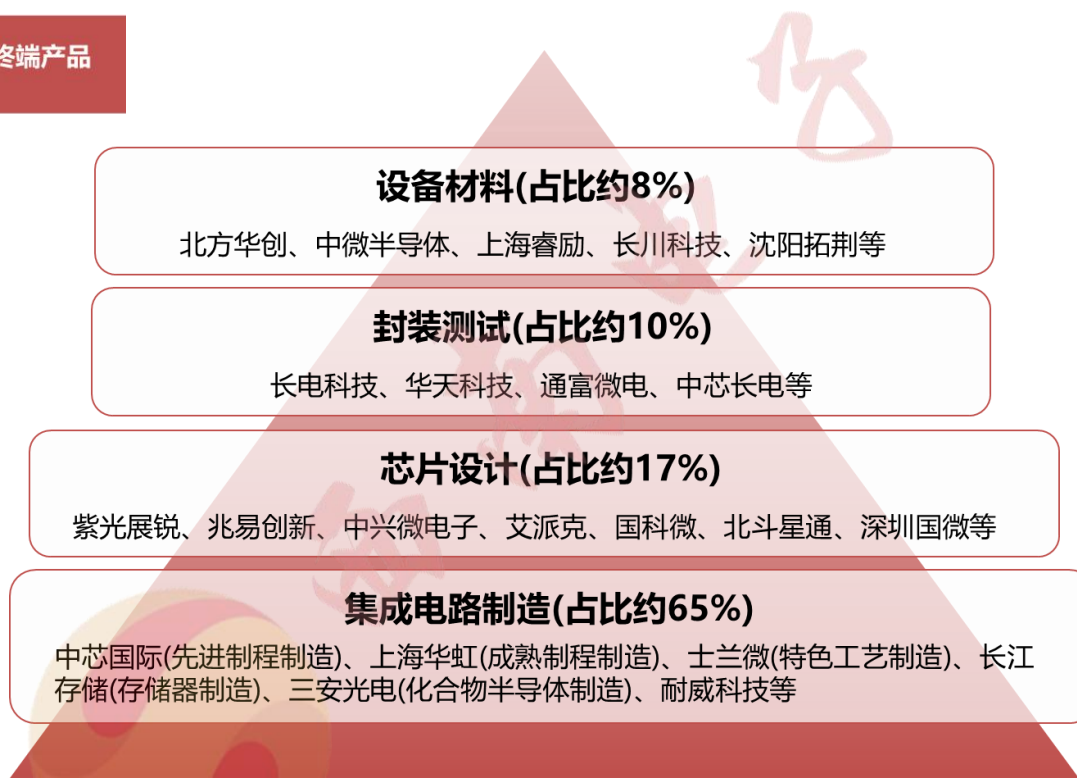
数据来源：wind，西南证券整理

芯片制造整个产业链：设计-制造-封测

芯片制造全产业链示意图



国家产业基金承诺投资产业链占比



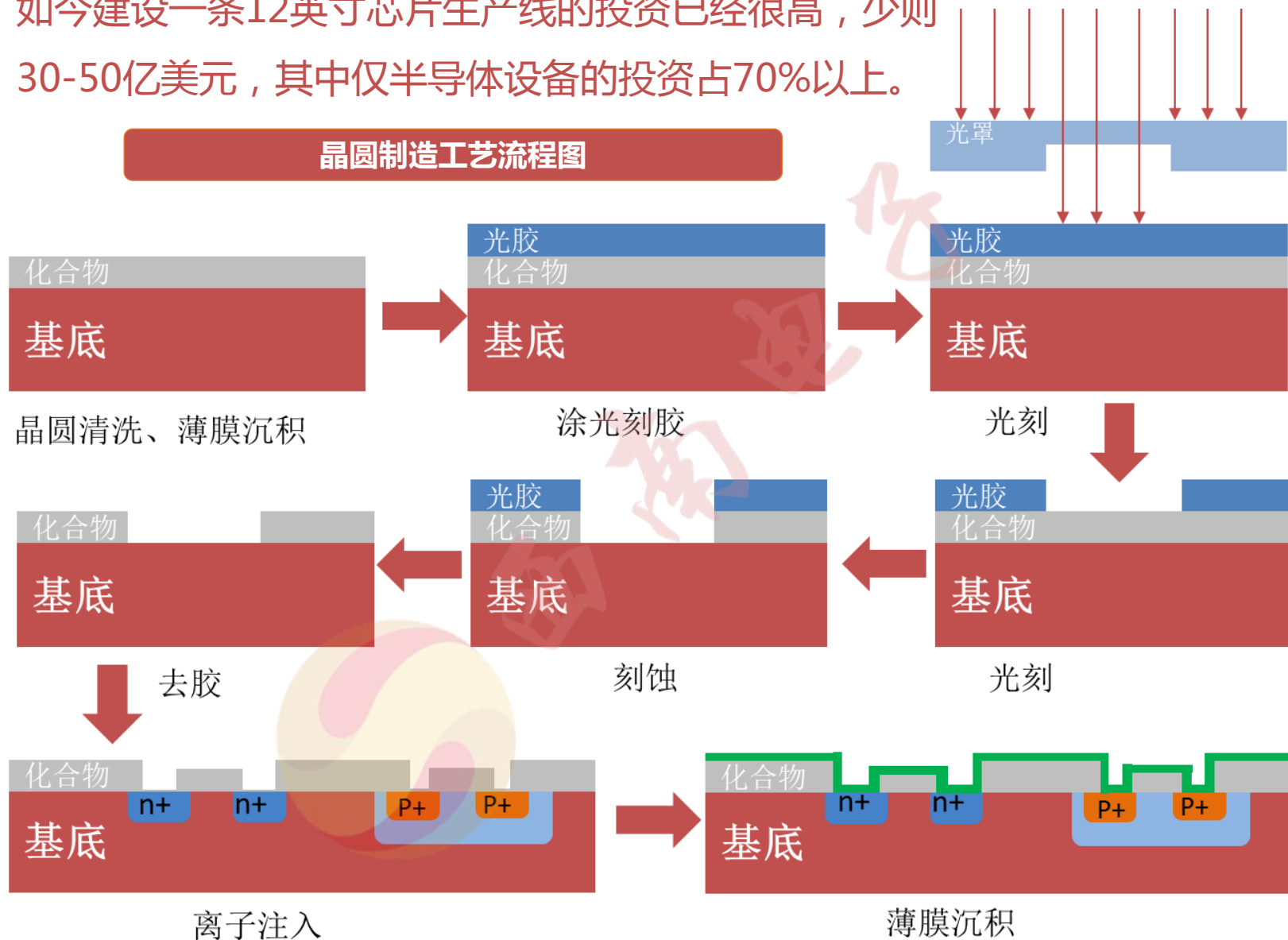
数据来源：西南证券

数据来源：华芯投资，西南证券整理

集成电路制造工艺流程

- 如今建设一条12英寸芯片生产线的投资已经很高，少则30-50亿美元，其中仅半导体设备的投资占70%以上。

- 根据2017年美国加州UC Berkeley大学的理论数据，一条月产12英寸硅片，5万片的生产线，需要50台光刻机，10台大束流离子注入机，8台中束流离子注入机，40台刻蚀机以及30台薄膜淀积设备等，估计各类设备的总计台(套)要超过500个。



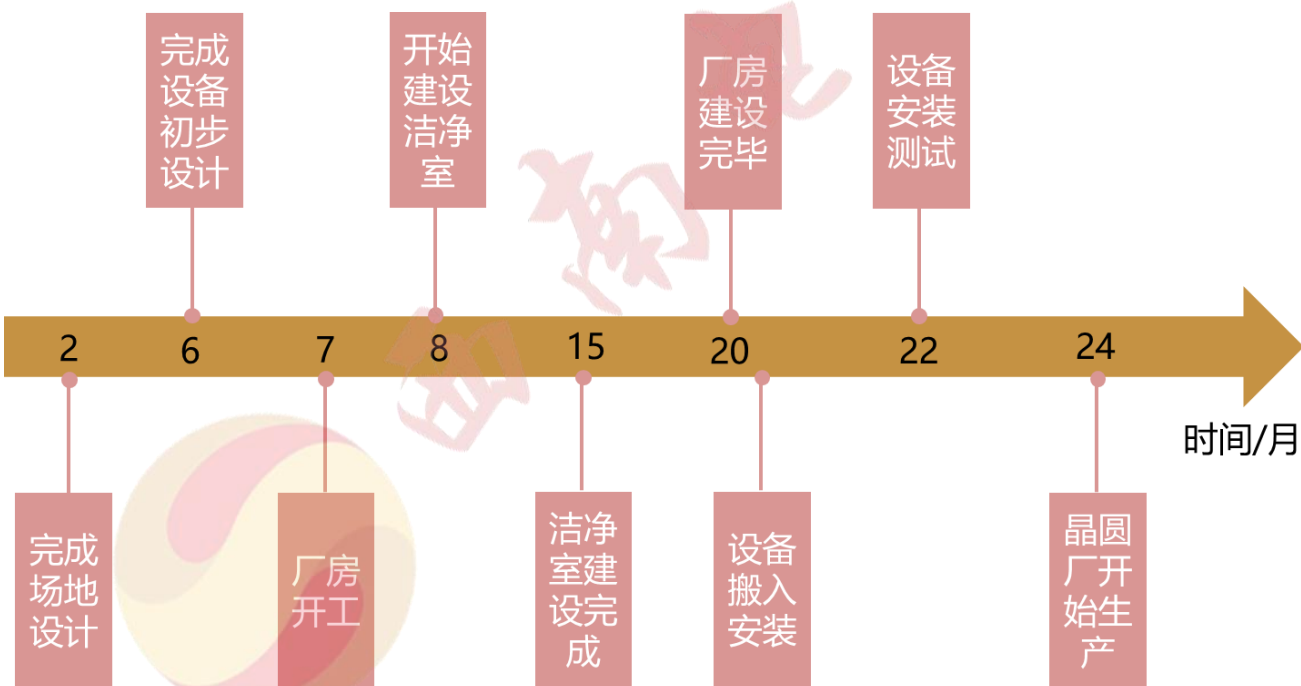
新建 产线

制造 资本支出

新建产线资本支出中半导体设备支出占比高达80%

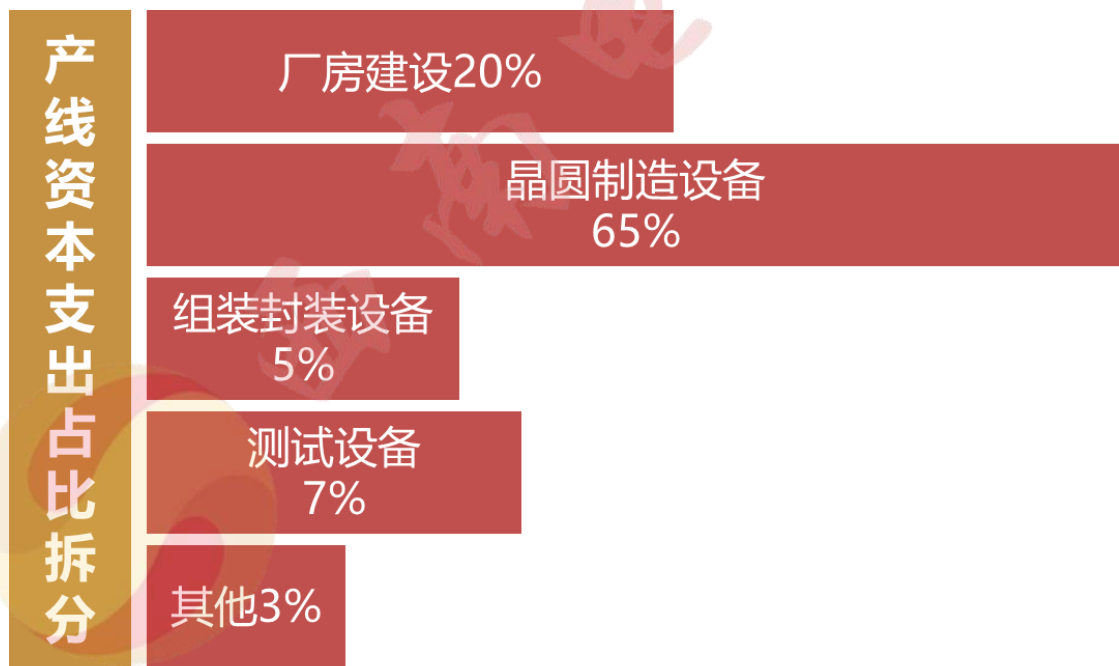
- ❑ 新晶圆制造厂从建立到生产的周期大概为2年；
- ❑ 一般在第20个月的时候开始进行设备搬入安装、测试、试生产；
- ❑ 一条新建产线最大的资本支出来自于半导体设备，资本支出占比高达80%，厂房建设占比仅20%。

新建产线各项目时间节点规划



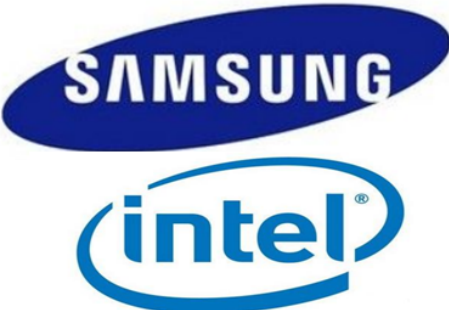


数据来源：中国产业信息网，西南证券整理

新建产线资本支出占比拆分



数据来源：中国报告网，西南证券整理

半导体芯片行业的三种运作模式：IDM、Fabless和Foundry

IDM模式	Fabless模式	Foundry模式	典型厂商
			
<p>集芯片设计、制造、封测于一身。早期多数集成电路企业采用的模式，目前仅有极少数企业能够维持</p>	<p>只负责芯片的电路设计与销售；将生产、测试、封装等环节外包</p>	<p>不负责芯片设计，只负责制造或封测；可以同时为多家设计公司提供服务，但受制于公司间的竞争关系</p>	<h3>基本特点</h3>
<p>设计、制造等环节协同优化，有助于充分发掘技术潜力；能有条件率先实验并推行新的半导体技术</p>	<p>资产较轻，初始投资规模小，创业难度相对较小；企业运行费用较低，转型相对灵活</p>	<p>不承担由于市场调研不准、产品设计缺陷等决策风险。</p>	<h3>主要优势</h3>
<p>公司规模庞大，管理成本较高；运营费用较高，资本回报率偏低</p>	<p>与IDM相比无法与工艺协同优化，因此难以完成指标严苛的设计；与Foundry相比需要承担各种市场风险</p>	<p>投资规模较大，维持生产线正常运作费用较高；需要持续投入维持工艺水平，一旦落后追赶难度较大。</p>	<h3>主要劣势</h3>

半导体产业链垂直分工模式日趋成熟，产业链更加细化

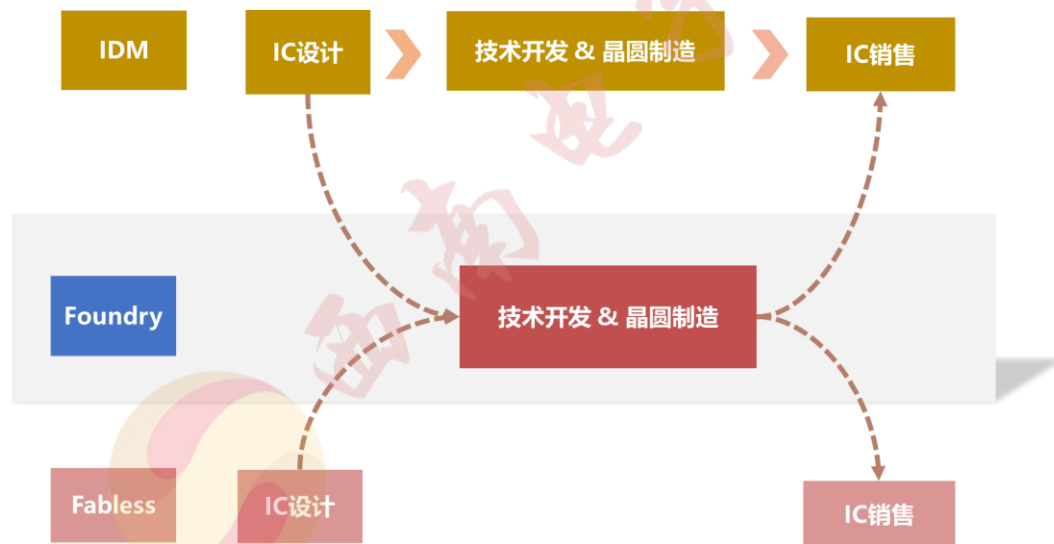
- 上世纪60年代，早期企业都是IDM运营模式（垂直整合），这种模式涵盖设计、制造、封测等整个芯片生产流程，这类企业一般具有规模庞大、技术全面、积累深厚的特点，如Intel、三星等。
- 随着技术升级的成本越来越高以及对IC产业生产效率的要求提升，促使整个产业逐渐向设计、制造、封装、测试分离的垂直分工模式发展。这种垂直分工的模式首先大大提升了整个产业的运作效率；其次，将相对轻资产的设计和重资产的制造及封测分离有利于各个环节集中研发投入，加速技术发展，给新玩家一个进入行业的切入点，例如技术水平较低的封装检测、设计突出的Fabless等。

半导体产业链垂直模式日趋成熟

1950s	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s	2010s
						软件
				IP提供	IP提供	IP提供
			Fabless	Fabless	Fabless	Fabless
	制造器材	制造器材	制造器材	制造器材	制造器材	制造器材
IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM
		EDA tools	EDA tools	EDA tools	EDA tools	EDA tools
			Foundry	Foundry	Foundry	Foundry
				封装检验	封装检验	封装检验

数据来源：与非网，西南证券整理

晶圆代工的出现降低了芯片行业准入门槛



数据来源：台积电，西南证券整理

纵观前十大半导体企业变化，IDM仍有强劲的生命力

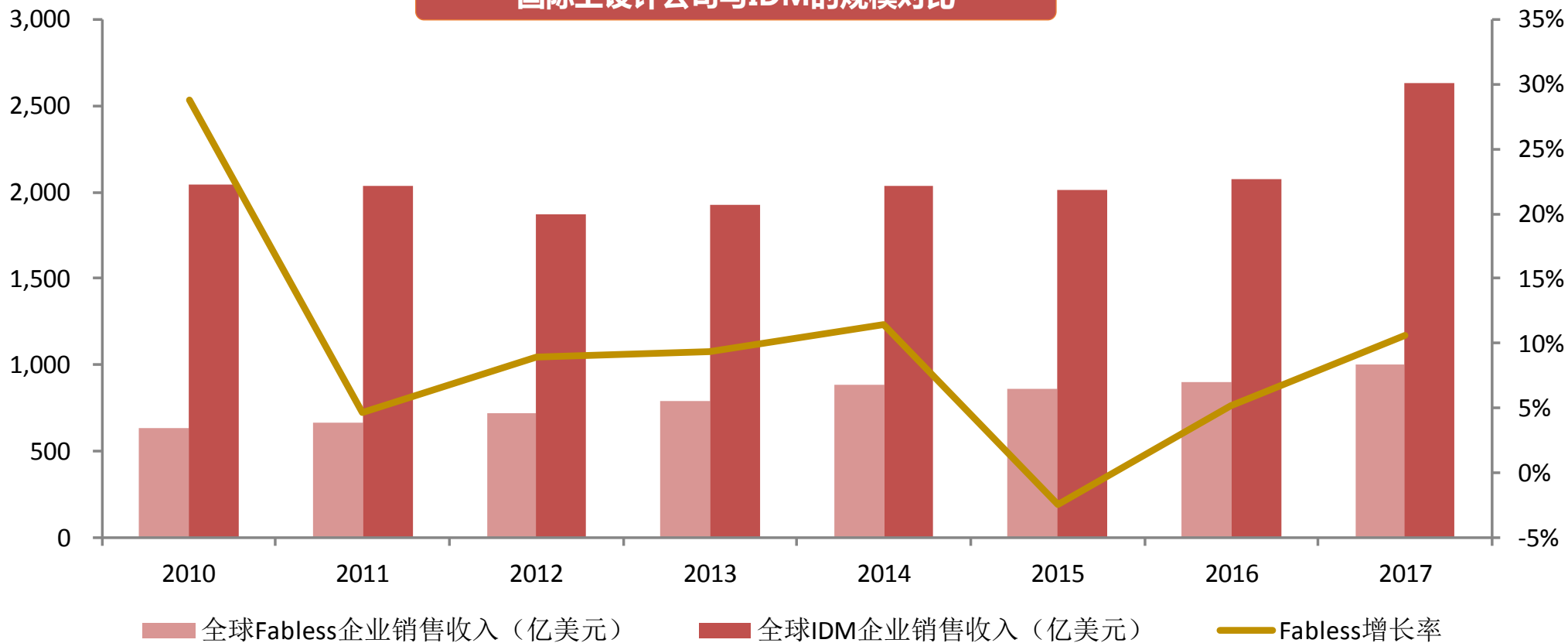
- 在上世纪90年代，全球半导体公司大多是日本公司，前十名企业中占据50%，而且全是IDM公司；2016年，前十大半导体企业中出现了高通、博通等设计公司，表明晶圆代工+设计公司的发展模式在数字逻辑集成电路领域中取得了巨大的成功；
- 在2016年设计公司取得巨大成功的背景下，前十大半导体公司中有7家是IDM公司，占比前十大收入的80%。

全球前十大半导体公司演变情况

排名	1990		1995		2000		2006		2016	
1	NEC	48	英特尔	136	英特尔	29.7	英特尔	316	英特尔	563
2	东芝	48	NEC	122	东芝	110	三星	197	三星	435
3	日立	39	东芝	106	NEC	109	德州仪器	137	高通	154
4	英特尔	37	日立	98	三星	106	东芝	100	博通	152
5	摩托罗拉	30	摩托罗拉	86	德州仪器	96	ST	99	SK 海力士	143
6	富士通	28	三星	84	摩托罗拉	79	瑞萨	82	美光	135
7	三菱	26	德州仪器	79	ST	79	海力士	74	德州仪器	123
8	德州仪器	25	IBM	57	日立	74	飞思卡尔	61	东芝	108
9	飞利浦	19	三菱	51	英飞凌	68	恩智浦	59	恩智浦	95
10	松下电器	18	现代	44	飞利浦	63	NEC	57	联发科	88
前十名总市场规模		318	863		1081		1182		1997	
半导体市场总规模		543	1540		2186		2655		3649	
前十名厂商占比		59%	56%		49%		45%		55%	

- 全球设计公司2010年销售收入为635亿美元，2017年增长至1000亿美元，年均复合增长率高达6.7%；
- 全球IDM公司2010年2043亿美元，2017年达到2636亿美元，年均复合增长率高达为3.7%；
- 不同的是设计公司7年来持续增长，而IDM公司是有降有增，这里面增长包含存储器产品的涨价。

国际上设计与IDM的规模对比



晶圆制造行业特点：先进技术节点工艺制程掌握在少数几个公司手中

晶圆制造行业特点

行业特点：只有少数公司能够提供先进技术节点工艺制程

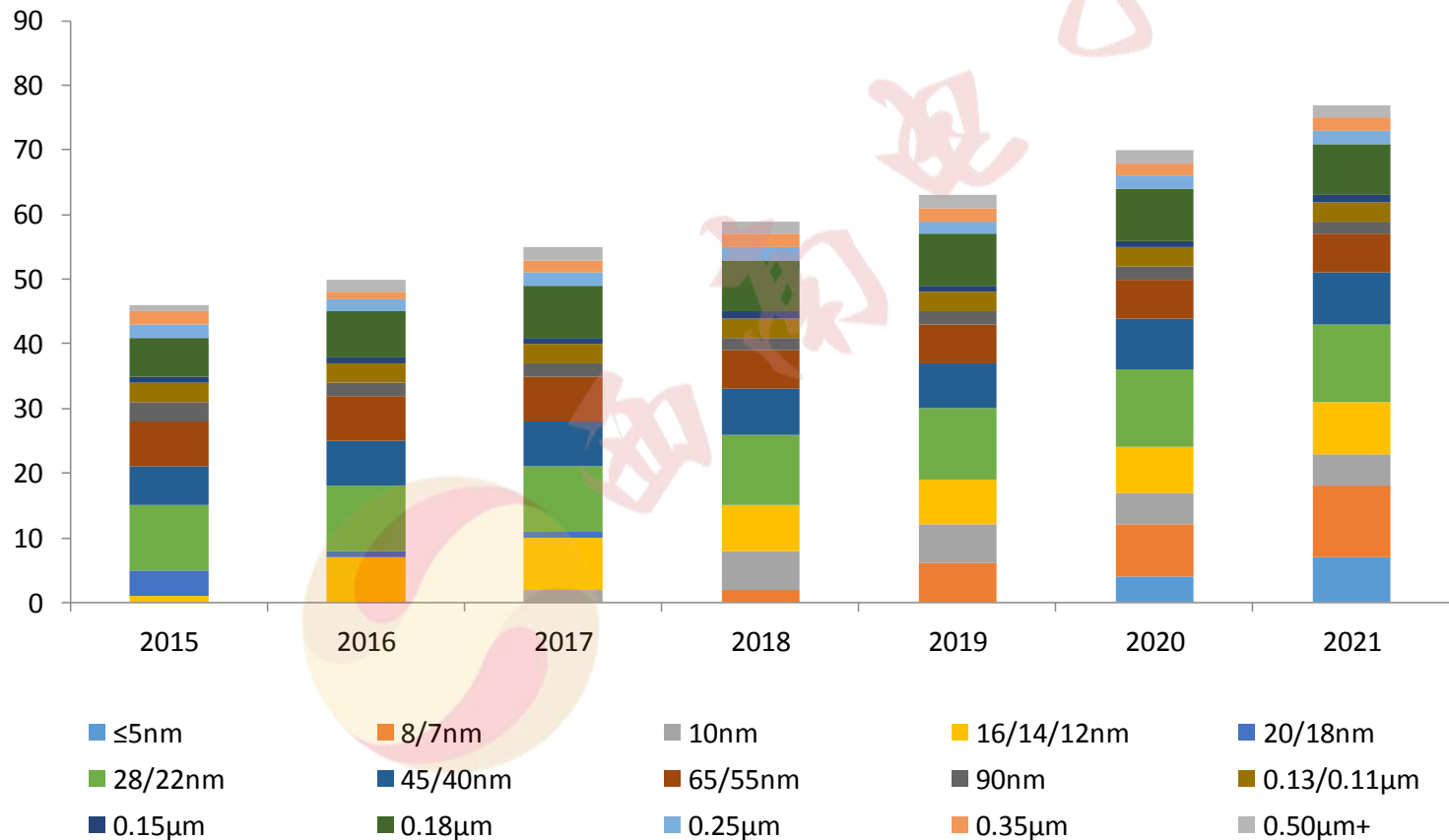
其他		其他		纯代工		IDM			
华润微电子	武汉新芯								
Xfab	华润微电子								
先进半导体	三重富士通								
阿尔蒂斯半导体	阿尔蒂斯半导体								
世界先进	世界先进								
东部高科	东部高科	其他							
华虹宏力	华虹宏力	武汉新芯							
TowerJazz	TowerJazz	华润微电子							
力晶	力晶	三重富士通							
中芯国际	中芯国际	力晶	其他						
联华电子	联华电子	中芯国际	武汉新芯						
格罗方德	格罗方德	联华电子	华力微电子						
台积电	台积电	格罗方德	三重富士通						
精工爱普生	精工爱普生	台积电	力晶						
英飞凌	英飞凌	英飞凌	中芯国际						
德州仪器	德州仪器	德州仪器	联华电子	华力微电子					
索尼	索尼	索尼	格罗方德	中芯国际					
恩智浦	恩智浦	恩智浦	台积电	联华电子					
瑞萨	瑞萨	瑞萨	瑞萨	格罗方德					
富士通	富士通	富士通	富士通	台积电	中芯国际				
IBM	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	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	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	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	英特尔
130纳米	90纳米	65/55纳米	45/40纳米	32/28纳米	22/20纳米	16/14纳米FinFET	10纳米FinFET	7纳米FinFET	5纳米FinFET

- 晶圆制造行业一个典型的特点就是先进技术节点工艺制程掌握在少数几个公司手中，130纳米技术全球有近30个公司可以量产，但是到了14纳米技术仅掌握在6个公司手上，未来5纳米技术水平预计只有三星、台积电、英特尔三家有能力实现量产；
- 中芯国际是世界上为数不多的几个可以提供完整的从成熟制程到先进制程的晶圆制造解决方案的纯晶圆代工厂之一。中芯国际0.35微米到28纳米工艺制程都已进入量产，14纳米FinFET工艺正在研发中。

全球纯晶圆代工营收预测

- 据IHS Markit统计，2017年全球纯晶圆代工市场营收为530亿美元，同比增长7.1%。预计到2021年，纯晶圆代工市场营收将达到754亿美元，2016年到2021年的年复合增长率为9.1%，超过同期全球半导体市场的2.8%。

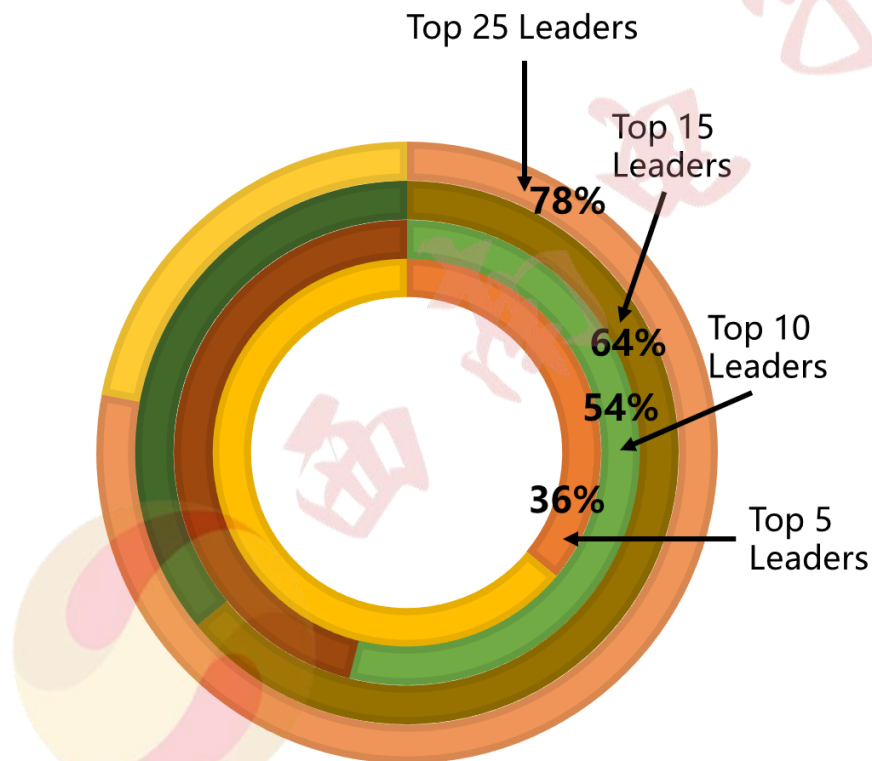
全球纯晶圆代工营收预测（单位：十亿美元/年）



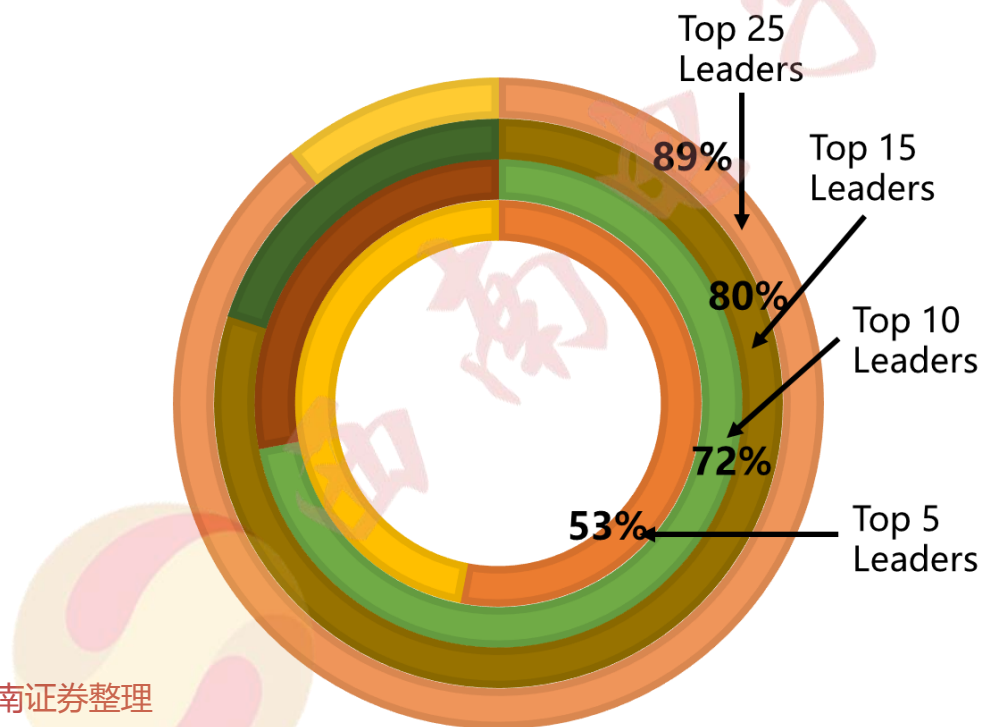
- 从技术节点演变角度来看，28/22纳米及以上相对成熟制程凭借高性价比依然拥有较大的市场规模，存量上基本保持不变或轻微下降，但是由于28/22纳米以下先进制程的市场规模逐渐扩大，成熟制程的市场占比会不断下降。总的来说，目前代工市场还是主要以成熟制程为主，先进制程占比不断提高，2017年28/22纳米及以下先进制程市场占比仅38%，预计到2021年可以达到56%。

- 全球晶圆厂产能集中度不断提高。2009年全球前五名晶圆厂总产能占全球总产能比例仅36%，2017年这一比例上升至53%；2009年全球前十名晶圆厂总产能占全球总产能比例仅54%，2017年这一比例上升至72%；同样，前十五名晶圆厂总产能占比从2009年的64%上升至2017年的80%，前二十五名晶圆厂总产能占比从2009年的78%上升至2017年的89%。

2009年全球集成电路晶圆厂集中度



2017年全球集成电路晶圆厂集中度

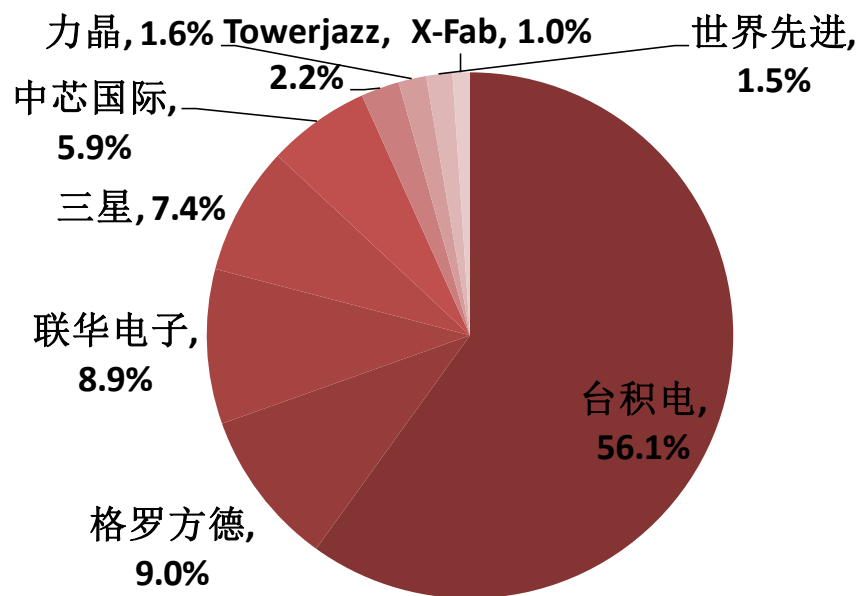


数据来源：IC Insights，西南证券整理

台湾贡献了全球最大的代工产能

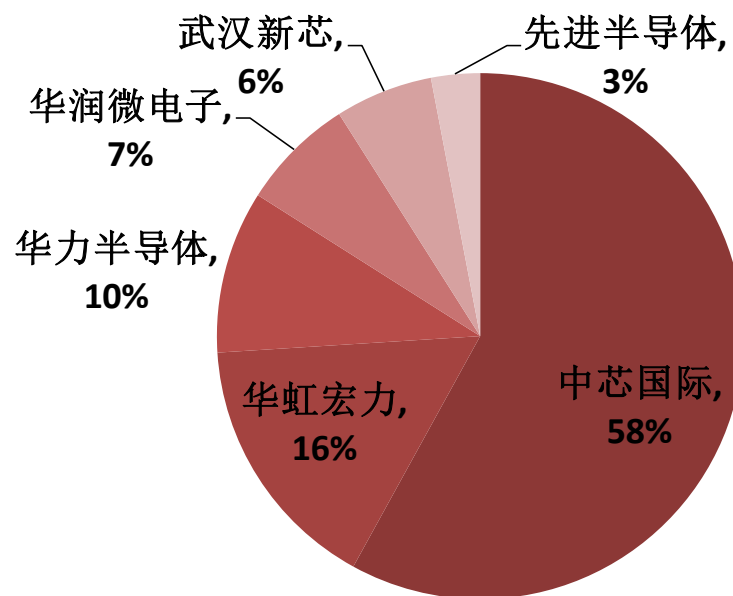
- 台湾贡献了全球最大的代工产能，仅台积电一家在2018年上半年就占据了全球晶圆代工市场的56.1%，联华电子市占率为8.9%，两者加起来总共占据了65%的市场规模；
- 中芯国际是我国最大的晶圆代工厂，占据了我国超过晶圆代工市场的58%。华虹半导体是全球领先的200mm纯晶圆代工厂，主要面向1微米到90纳米的可定制服务，根据IHS的数据，按2016年销售收入总额计算，华虹半导体是全球第二大200mm纯晶圆代工厂。

2018年上半年全球晶圆代工市场格局



数据来源：中芯国际，西南证券整理

2017年中国晶圆代工市场格局



数据来源：中芯国际，西南证券整理

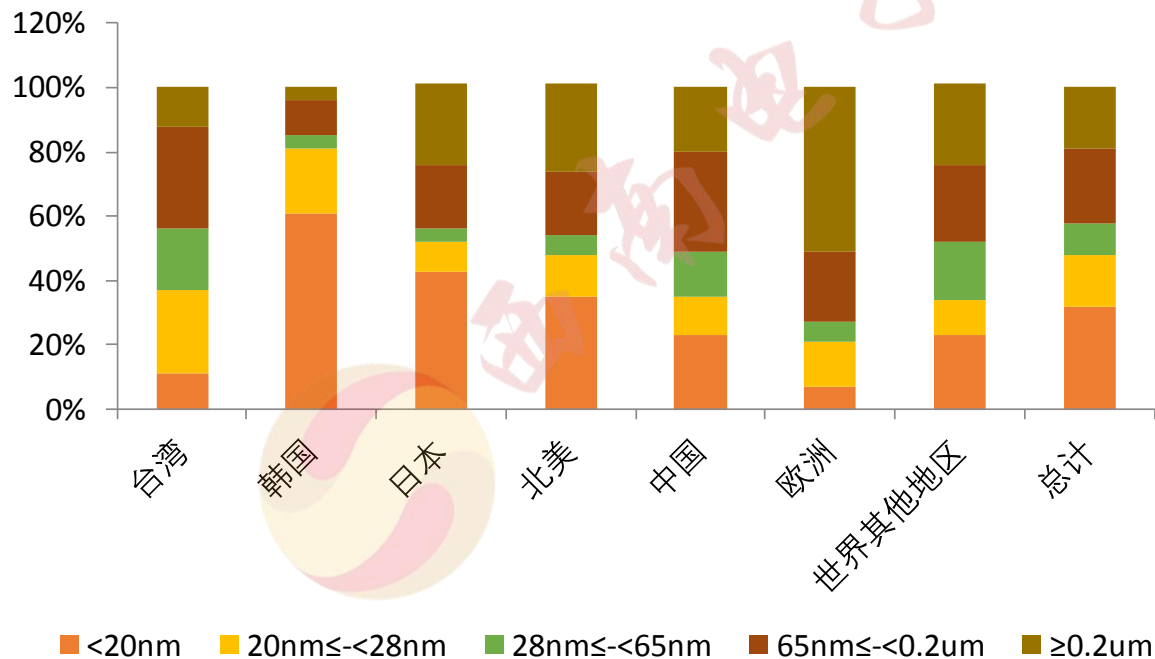
制程分布

产能分布

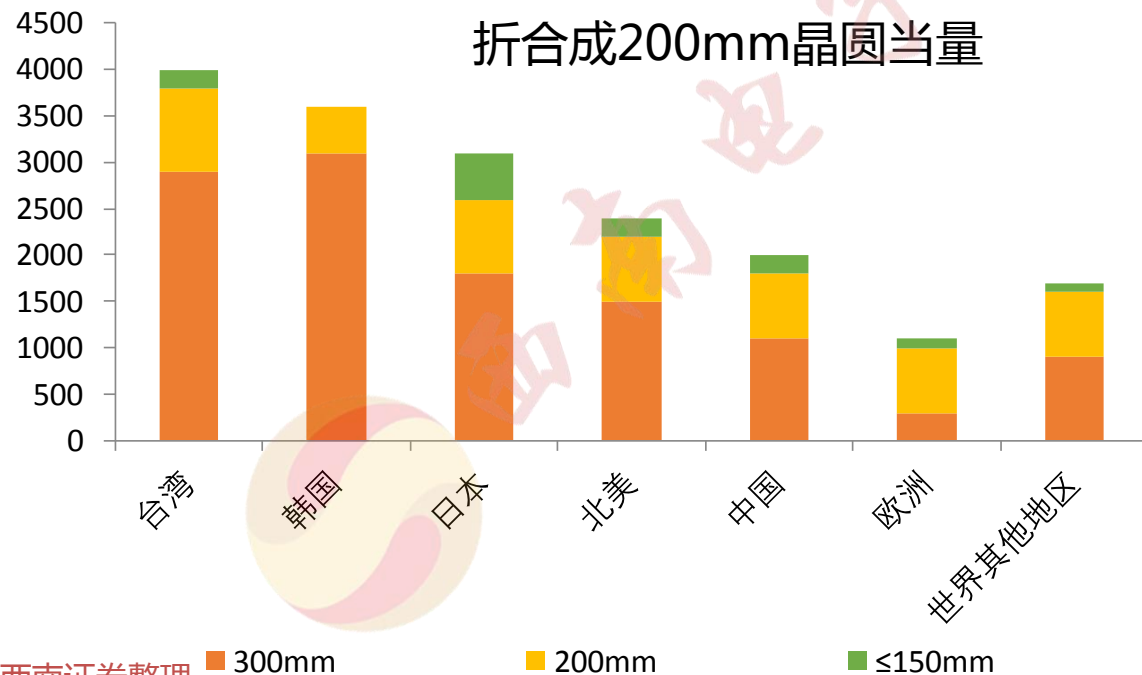
全球各地区产能分布情况

- 2017年全球已经安装运行的晶圆厂总产能为17900千片/月（折合成200mm晶圆当量），其中300mm产能为11600千片/月，占比64.8%，200mm产能为5000千片/月，占比27.9%。
- 从各地区分布来看，台湾排名第一，总产能为4000千片/月，其中300mm晶圆产能占比高达73%，28纳米及以下制程占比为37%；韩国排名第二，总产能为3600千片/月，其中300mm晶圆产能占比高达86%，28纳米及以下制程占比为37%；中国产能位居全球第五，总产能为2000千片/月，其中300mm晶圆产能占比高达47%，28纳米及以下制程占比为35%。

2017年各地区晶圆厂不同制程产能分布情况



2017年全球各地区全球晶圆产能情况（千片/月）

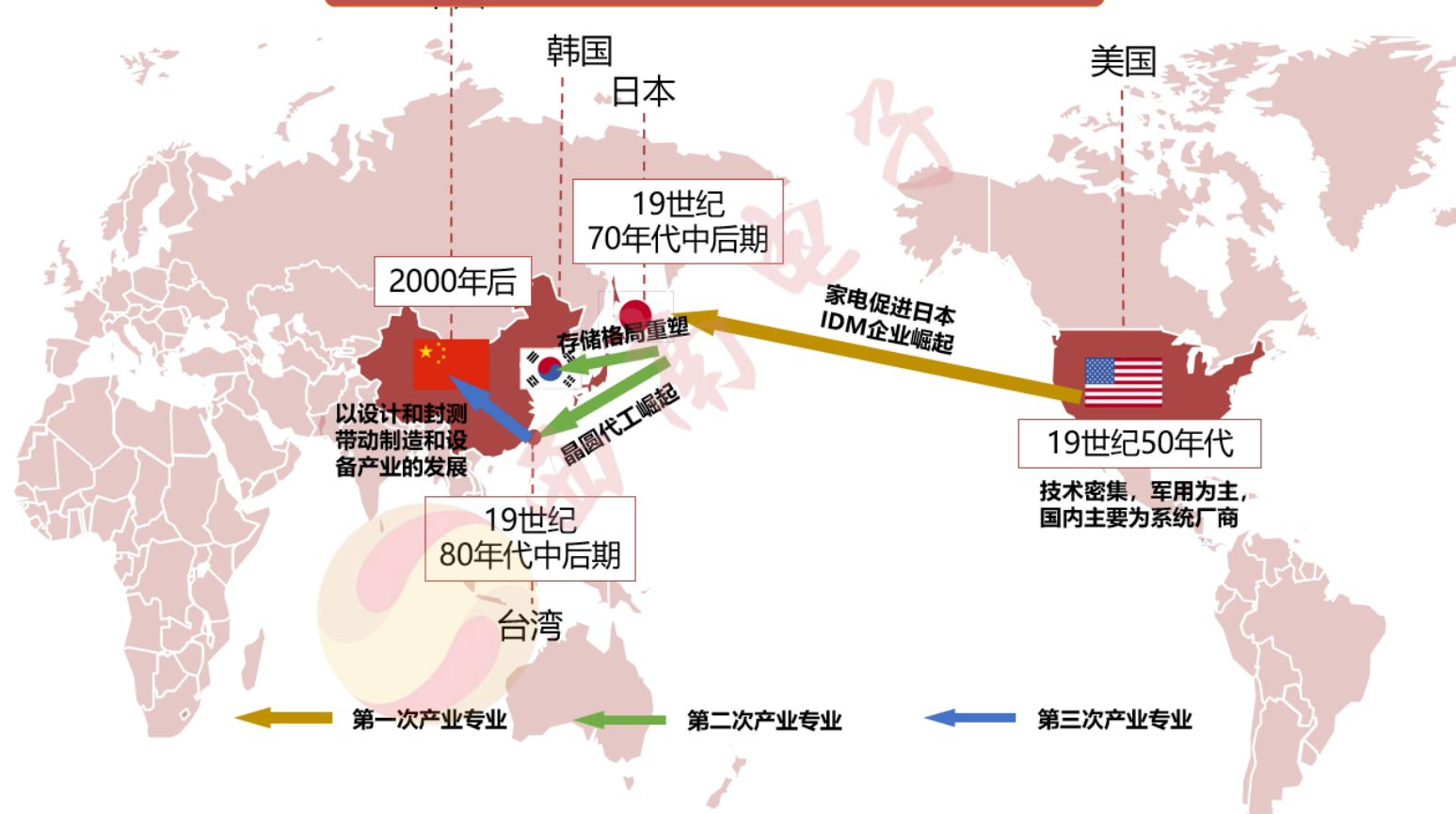


数据来源：IC Insights，西南证券整理

台湾代工的崛起受益于第二次半导体产业转移

- 当今半导体产业格局的形成主要是由于半导体历史上的两次产业转移。第一次转移是从上世纪70年代开始，由美国本土向日本转移，成就了东芝、松下、日立等知名品牌；第二次转移是在20世纪90年代末期到21世纪初，由美国、日本向韩国以及台湾转移，造就了三星、海力士、台积电、日月光等大型厂商。半导体产业每一次转移的过程都带动了当地科技与经济飞速的发展。

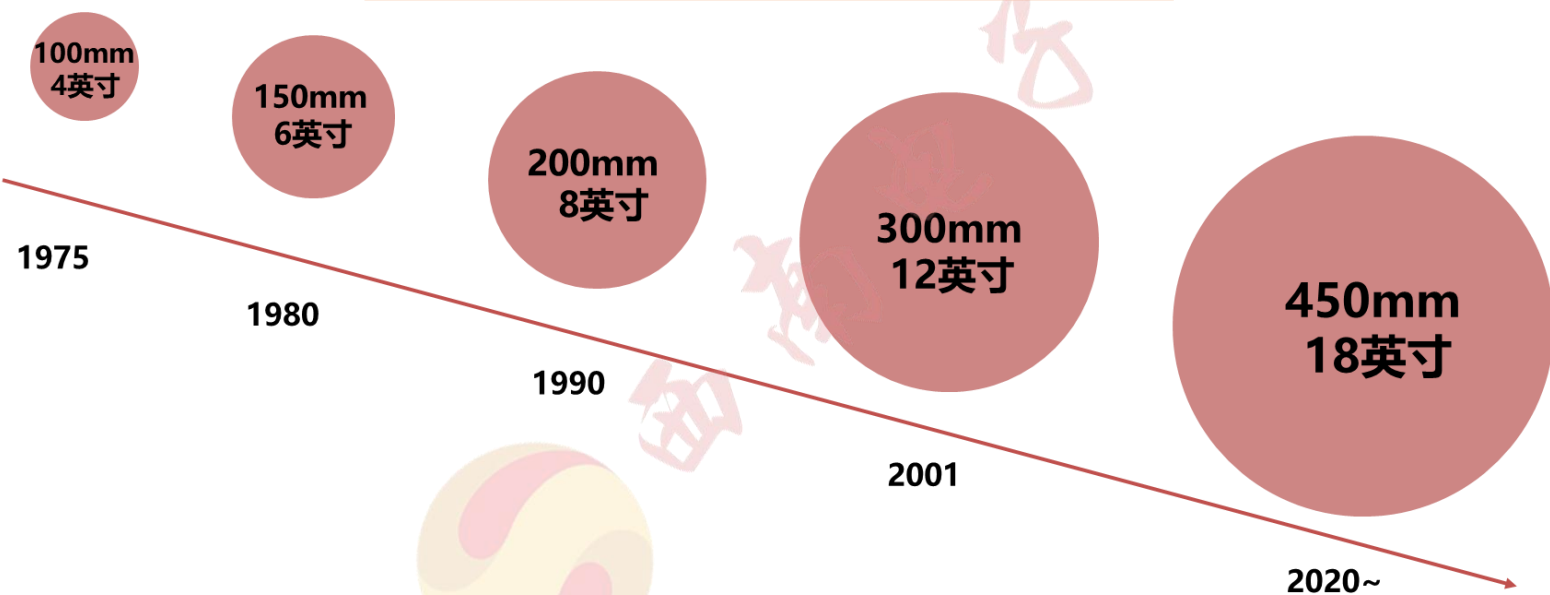
全球半导体产业转移示意图



晶圆尺寸越大，可利用效率越高

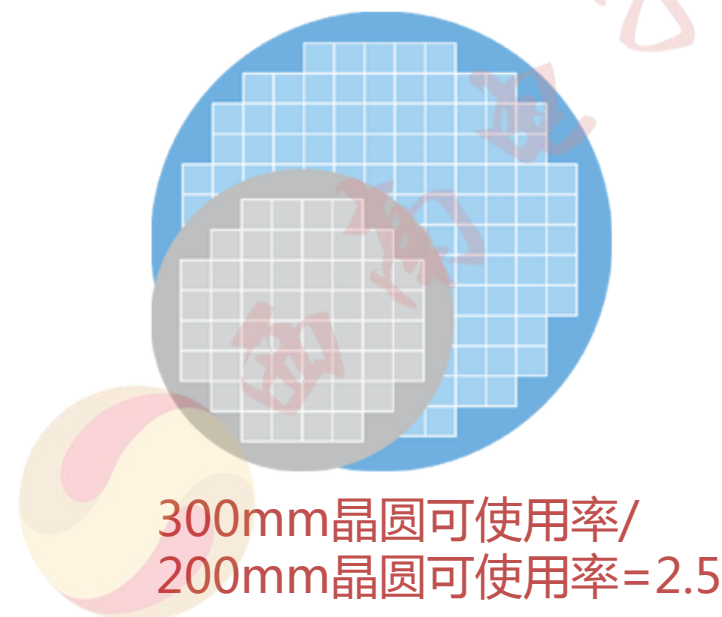
- 12英寸晶圆拥有较大的晶方使用面积，得以达到效率最佳化，12英寸晶圆相对于8英寸晶圆的可使用面积超过两倍以上；每片晶圆可使用率是前期晶圆的2.5倍。
- 由于18英寸晶圆的前景褪色，2016年至2021年期间，预计将有25家12英寸晶圆厂重出江湖，而晶圆厂越来越多地投入使用12英寸和8英寸直径的硅基板。2016年全球范围内有98家12英寸晶圆厂，预计将在2017年后每年有一定数量增加，到2021年可达到123家。截至2016年底，12英寸晶圆占全球晶圆厂产能的63.6%，预计到2021年底将达到71.2%，其年均复合增长率为8.1%。

晶圆尺寸变化示意图



数据来源：中国产业信息网，西南证券整理

12英寸和8英寸晶圆面积比



数据来源：联华电子，西南证券整理

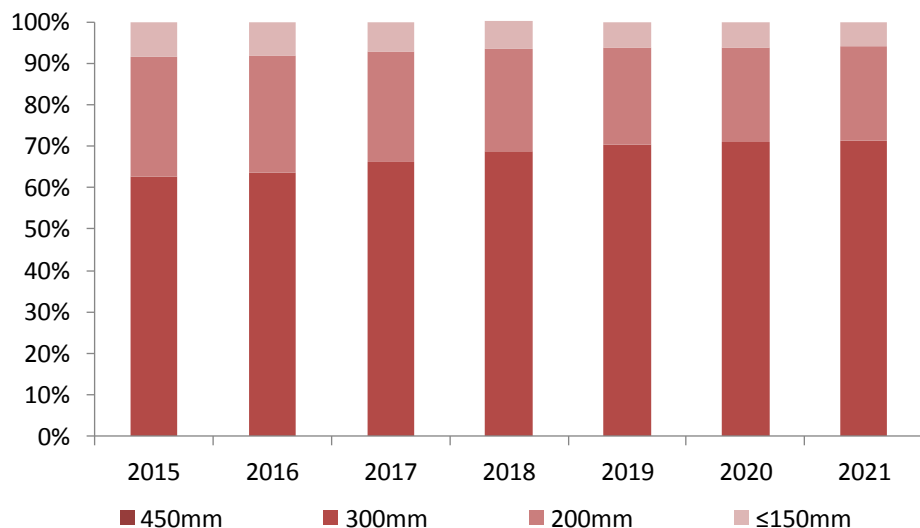
主流尺寸

300mm晶圆

300mm晶圆是目前使用的主流晶圆尺寸

- 根据IC Insights预测，2018-2021年间，全球范围内可量产级别的300mm晶圆厂每年都会增加，到2021年时，300mm晶圆厂将达到123家，而这一数字在2016年为98家，基本上所有新开晶圆厂都将用来生产目前急缺的DRAM、闪存，或者增强现有的代工能力。截至2016年底，300mm晶圆贡献了全球IC晶圆厂产能的63.6%，预计到2021年底这一数字将达到71.2%，在这五年内，以硅片面积计算的年复合平均增长率将达到8.1%。

全球各尺寸晶圆在全球半导体产能占据之比例



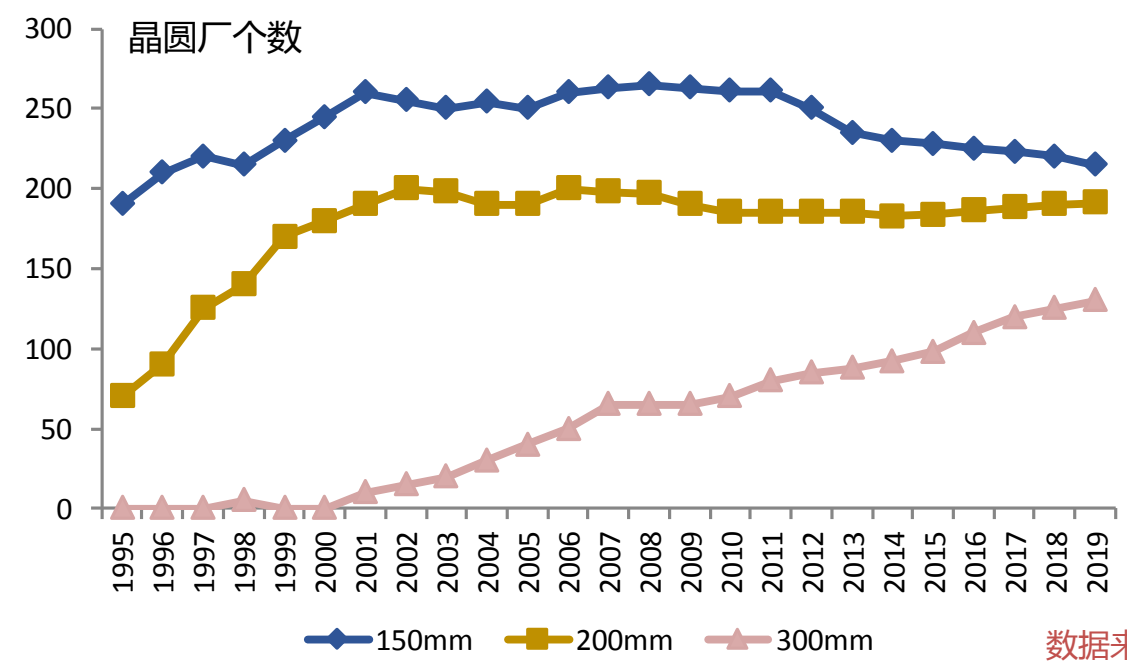
- 无论从总体表面面积还是实际晶圆出货量来看，300mm晶圆都是现在在使用的主力晶圆尺寸。尽管如此，200mm晶圆厂仍然具备相当长的生命力。从现在起到2021年，200mm晶圆的IC生产能力预计仍将保持增长态势，以可用硅片总面积计算，年均复合增长率预计为1.1%。不过，200mm晶圆占全球晶圆产能的份额预计将从2016年的28.4%下降至2021年的22.8%。

全球晶圆厂数目变化

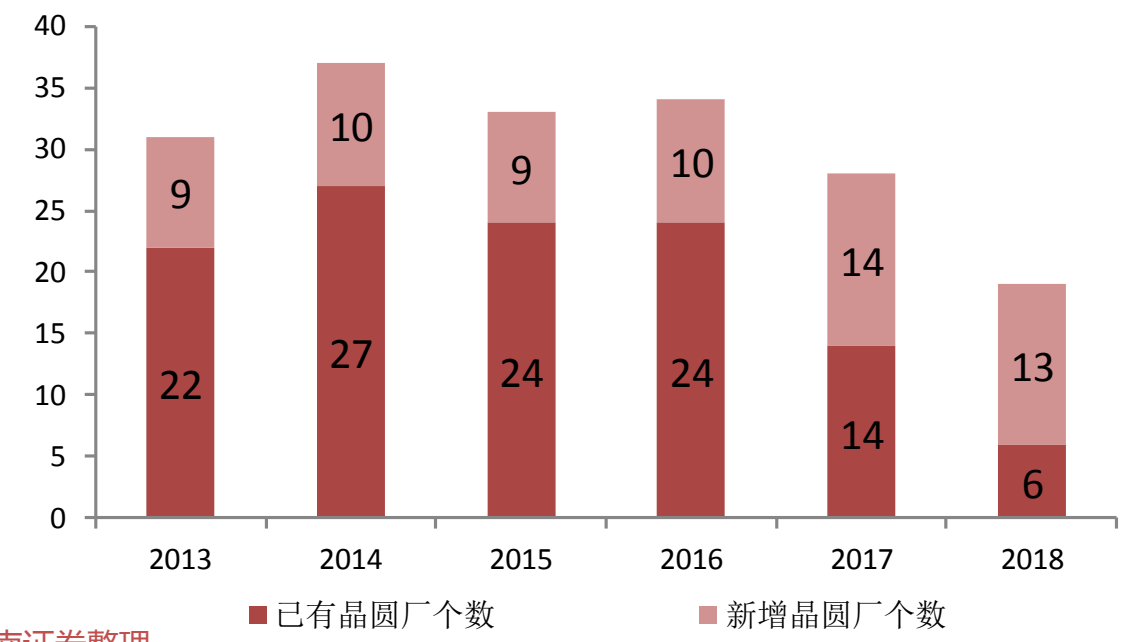
全球300mm晶圆厂数目不断增加，200mm晶圆厂数目趋于稳定

- 150mm晶圆厂于1980年开始生产 (Intel)，200mm晶圆厂在1990年开始快速增长 (IBM Fishkill 与西门子合作生产64位DRAM)，300mm晶圆厂从2000年后开始稳定增长；
- 200mm晶圆厂数量在1995年的时候为70个，到2007年达到历史最高峰200个，到2015年底又降至180个。在2008-2009年金融危机期间，多数200mm晶圆厂关闭或转型到300mm晶圆厂。在2015-2016年期间，多数200mm晶圆厂主要面向逻辑器件、模拟/混合信号以及功率器件。

1995年至2019年150mm、200mm和300mm晶圆厂个数情况



1995年至2019年150mm、200mm和300mm晶圆厂个数情况



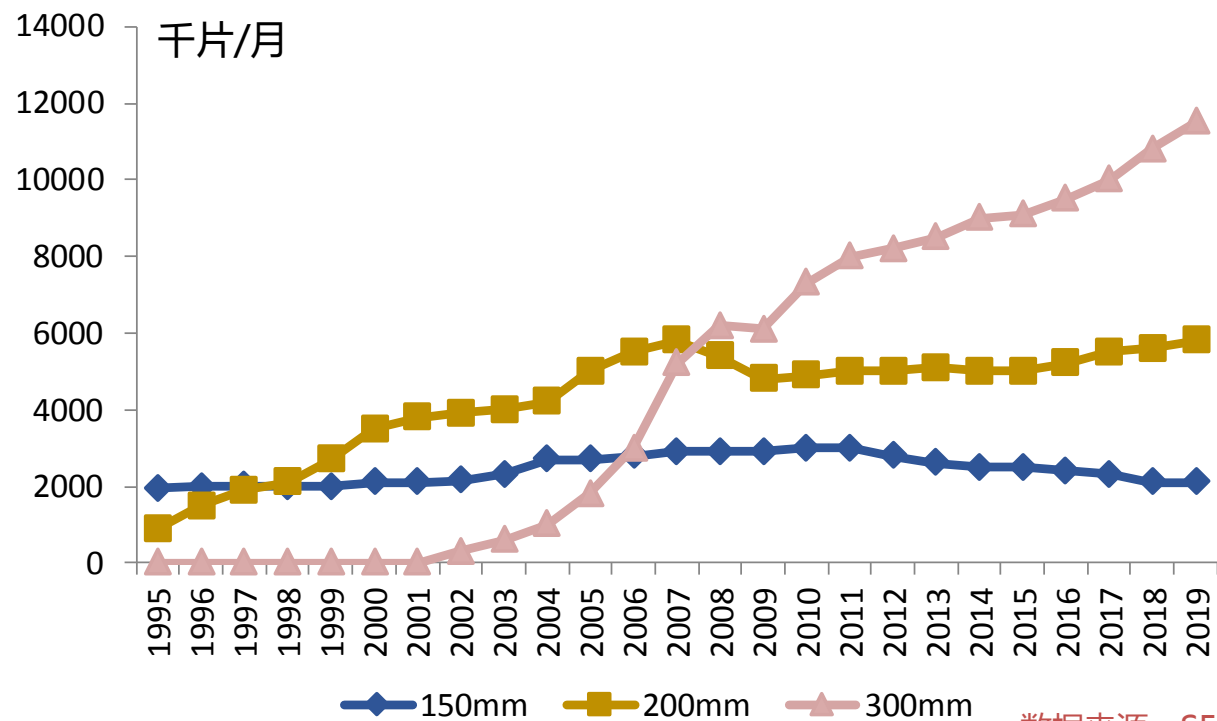
数据来源：SEMI，西南证券整理

全球晶圆厂 产能变化

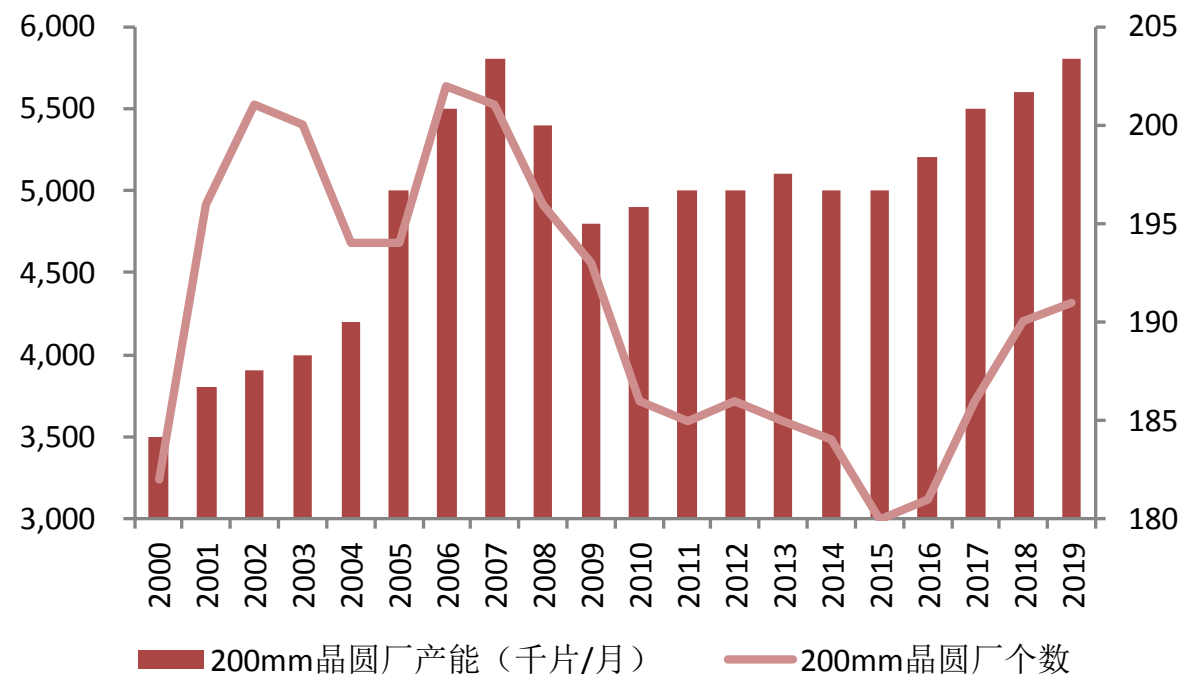
全球300mm晶圆厂产能不断增加，200mm晶圆厂产能小幅上升

从产能角度来看，200mm晶圆产能在1998年超过150mm晶圆产能并在2007年达到顶峰；2008年300mm晶圆产能超过200mm产能；200mm晶圆产能在2008年到2009年间下降，但仍为增长趋势；估计2018年到2019年间200mm产能近似于2006年的水平。

1995至2019年150mm,200mm和300mm晶圆尺寸产能



1995至2019年150mm,200mm和300mm晶圆尺寸产能



数据来源：SEMI,西南证券整理

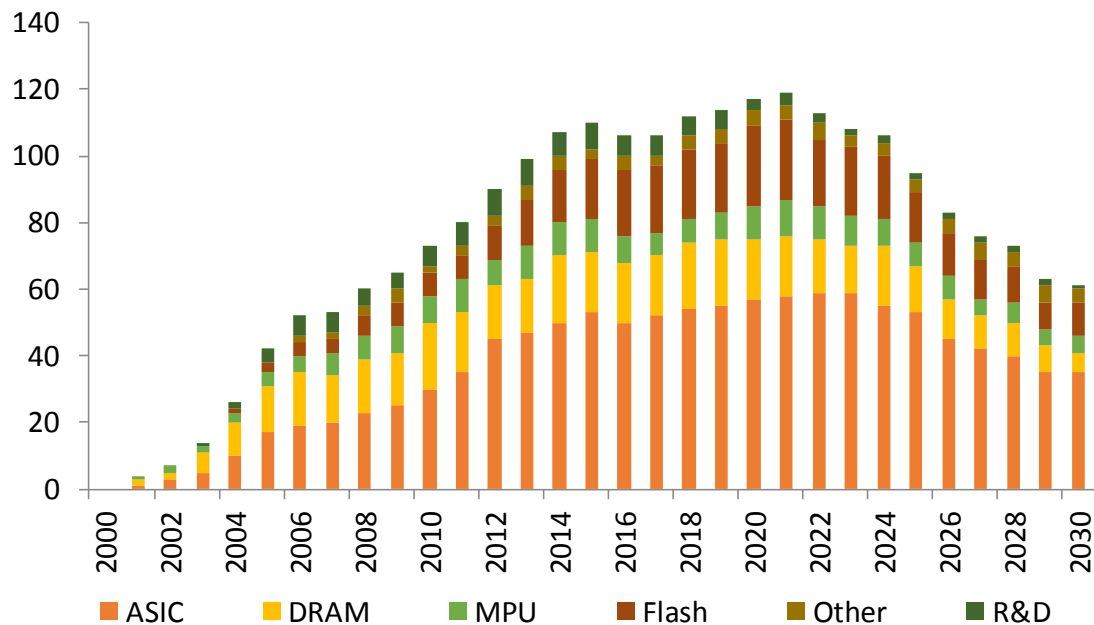
300mm 晶圆厂

主流 地位

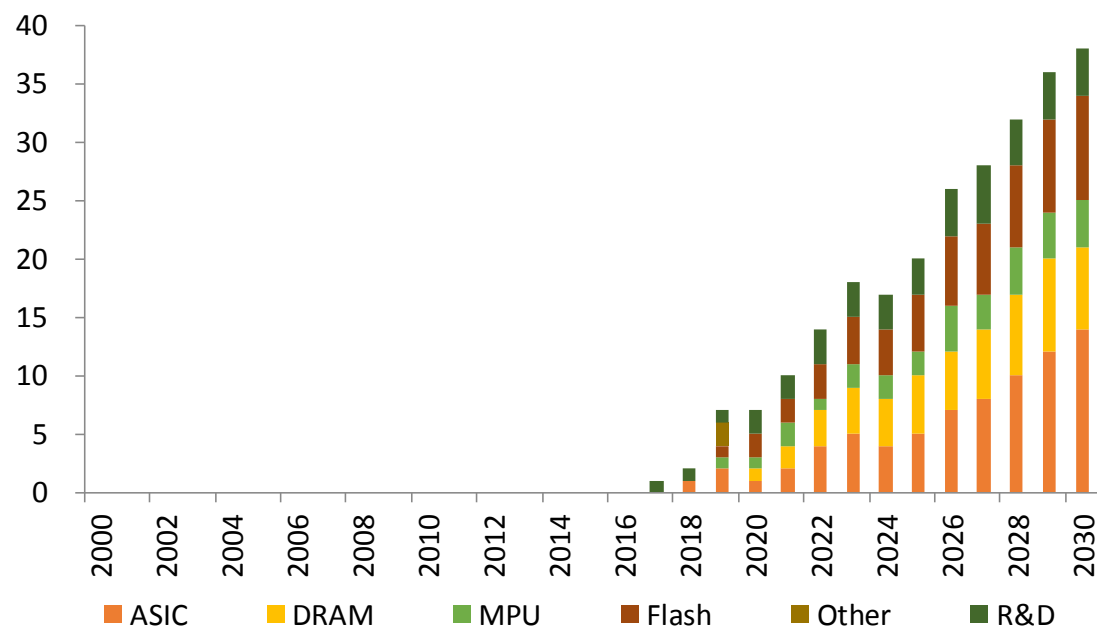
300mm晶圆厂将在未来相当长的时间内保持主流地位

- 在未来15-20年内，300mm晶圆厂在半导体制造业内保持主流地位，因此，300mm硅片在未来至少25年内将保持发展的态势，相对来说，450mm晶圆厂数目在未来15年内将有小幅上涨，预计到2030年将会有超过35座450mm晶圆厂。从下游应用端来看，300mm和450mm晶圆主要用来制造ASIC和存储芯片。

300mm晶圆厂数目情况（按下游应用分类）



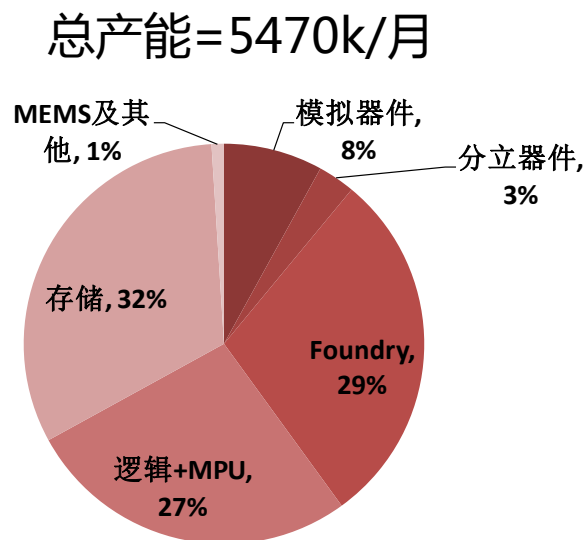
450mm晶圆厂数目情况（按下游应用分类）



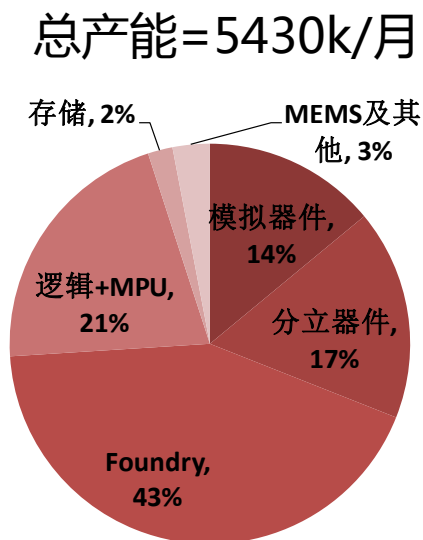
200mm晶圆厂具有相当长的生命周期

- 在2006年与2018年的比较中，由于大多数内存产量已迁移至300mm晶圆厂，因此200mm的内存容量份额已降至约2%。逻辑和MPU器件生产中也出现了类似的300mm过渡。分立器件、MEMS和模拟芯片的200mm容量增长强劲，部分原因是从150mm生产到200mm生产的过渡。
- 由于对PMIC，显示驱动器IC，CMOS图像传感器，MCU，MEMS和其他需要>90nm工艺技术的设备的强劲需求，Foundry也获得了份额。这些设备是许多物联网应用的关键组件。由于物联网浪潮为200毫米晶圆厂注入了新的活力，因此在物联网运动开始之前，2012年的数据显示200毫米晶圆厂的数量有所下降。预计到2018年将恢复到2006年的水平。

2006年全球200mm晶圆产能分布

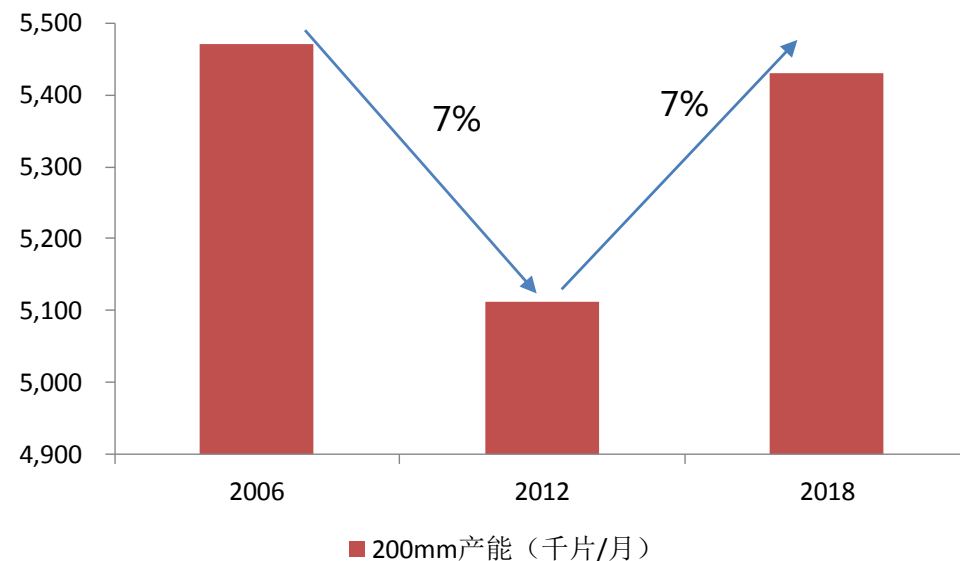


2018年全球200mm晶圆产能分布



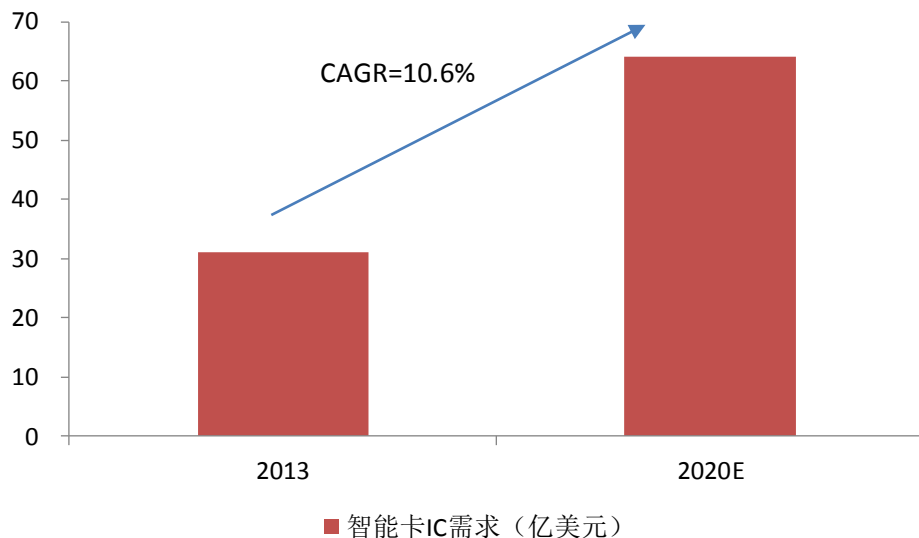
数据来源：SEMI，西南证券整理

全球200mm晶圆产能变化情况

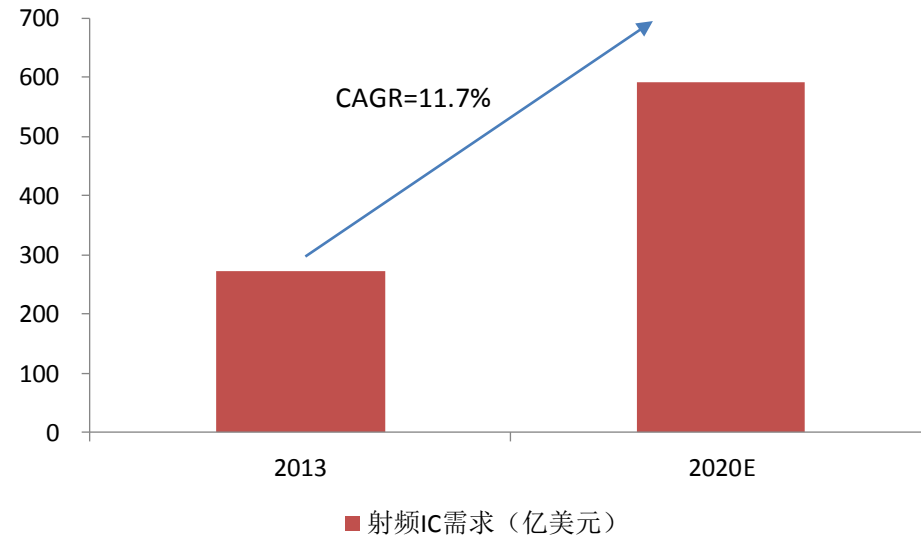


200mm晶圆厂强劲驱动力

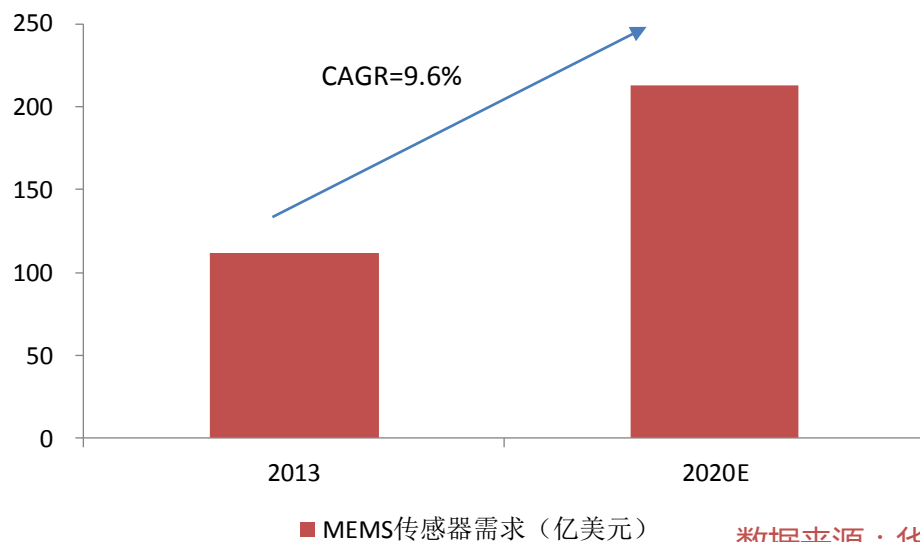
智能卡IC 2013-2020年需求增长情况



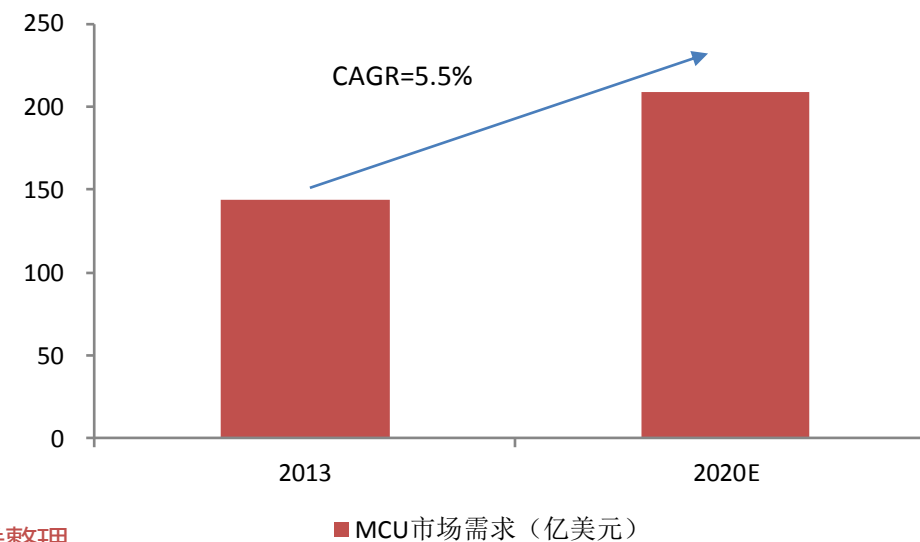
射频IC 2013-2020年需求增长情况



MEMS传感器需求 (亿美元)



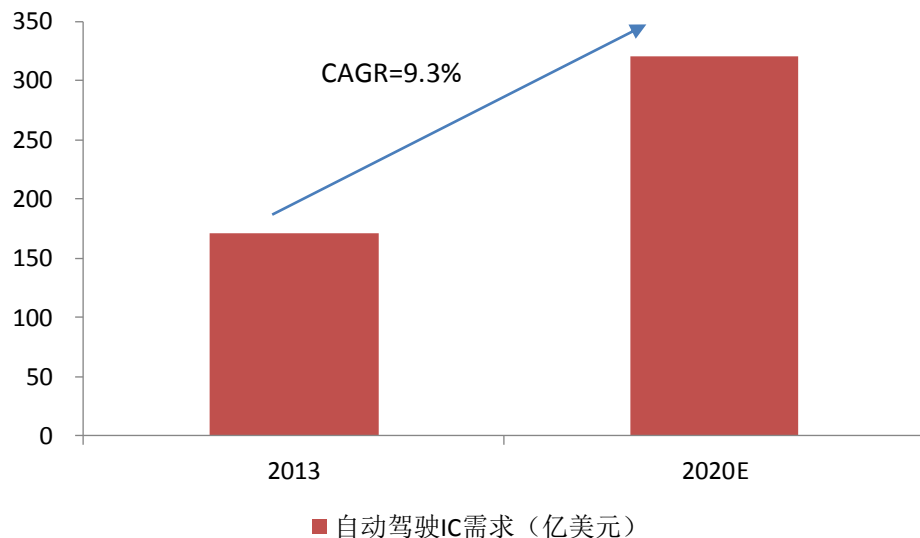
MCU市场需求 (亿美元)



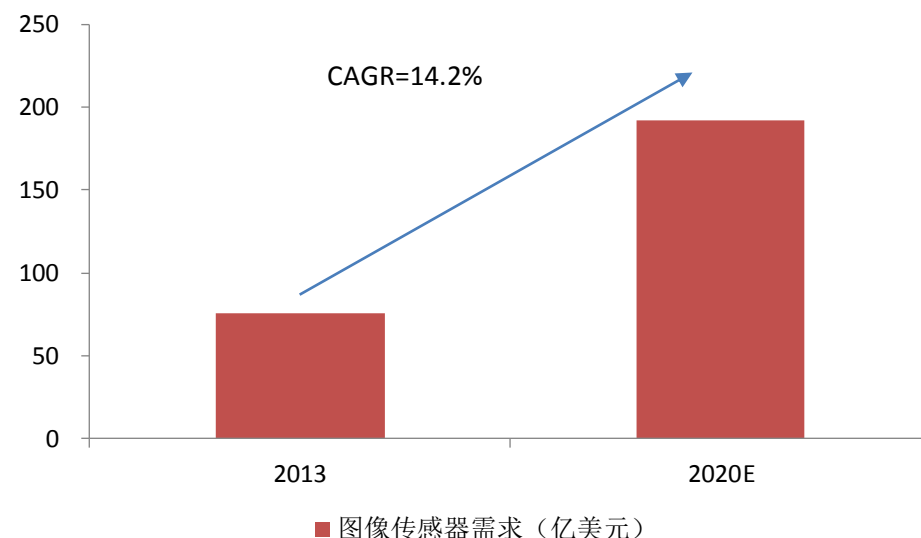
数据来源：华虹半导体，西南证券整理

200mm晶圆厂强劲驱动力

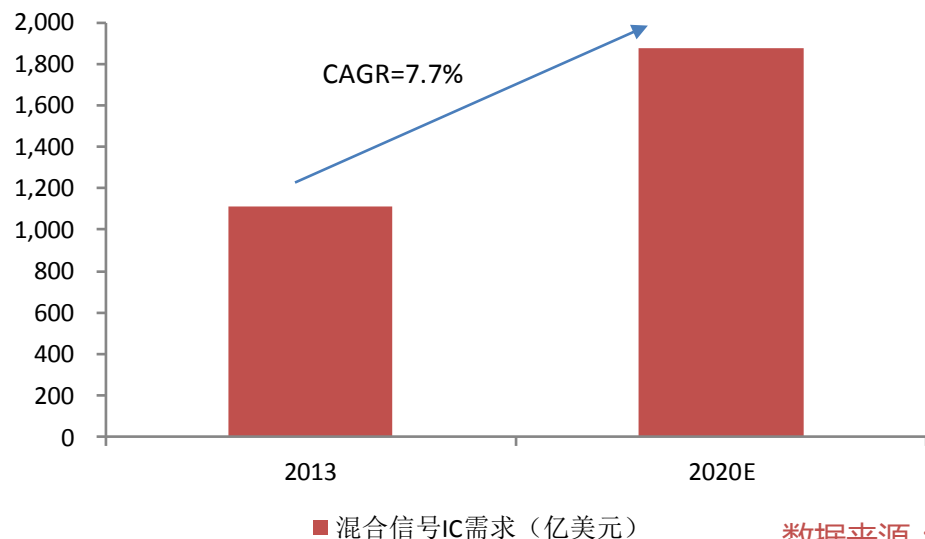
自动驾驶IC 2013-2020年需求增长情况



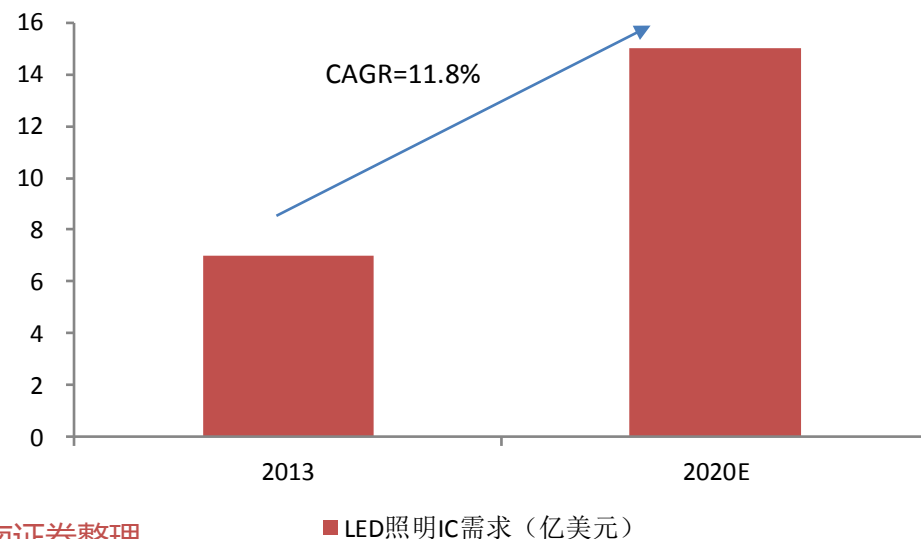
图像传感器IC 2013-2020年需求增长情况



混合信号IC需求 (亿美元)

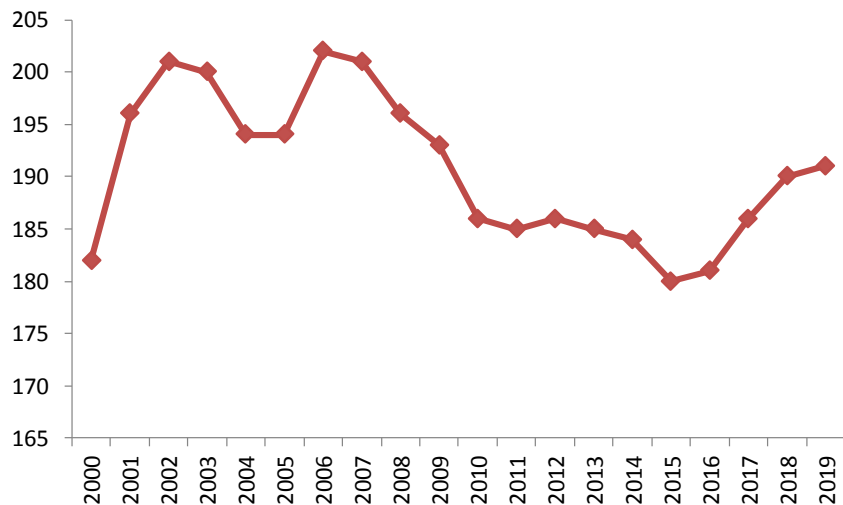


LED照明IC需求 (亿美元)



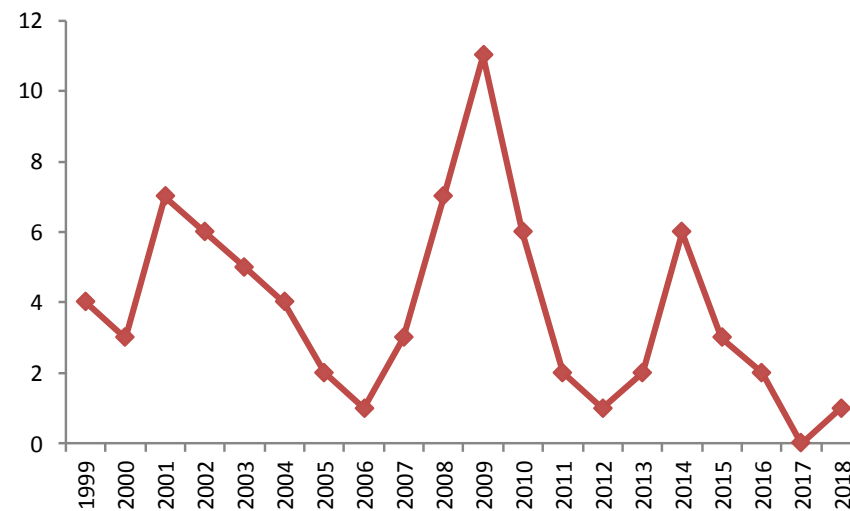
200mm晶圆厂关闭及其向300mm晶圆厂转移情况

2000-2019年200mm晶圆厂个数变化情况

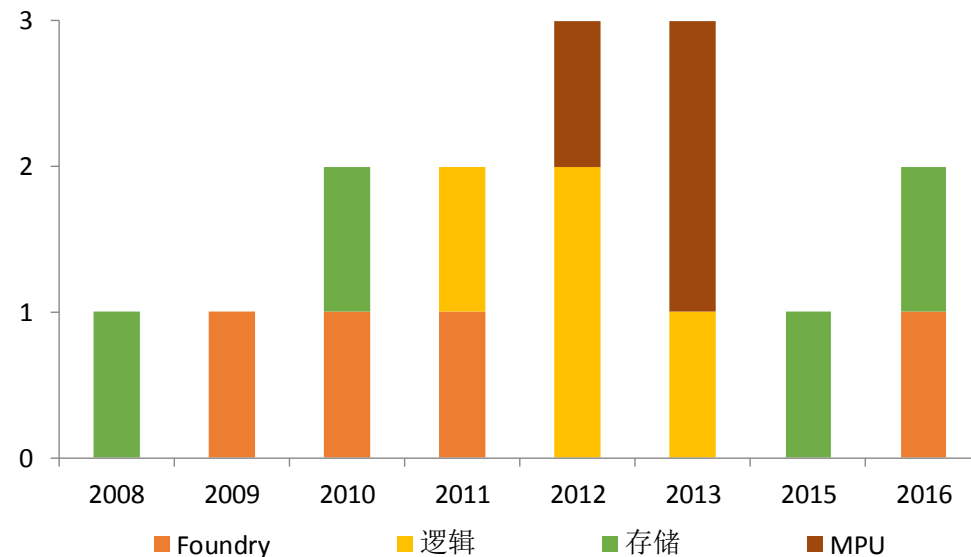


数据来源：SEMI，西南证券整理

1999年到2018年间200mm晶圆厂关闭数目



2008-2016年间200mm晶圆厂转型至300mm晶圆厂数目

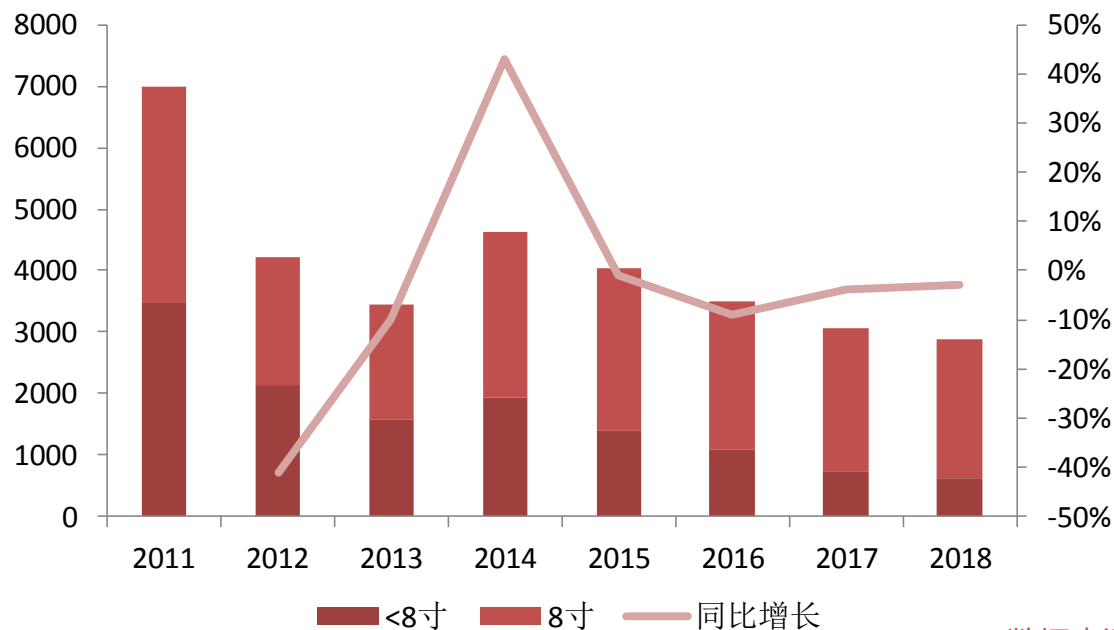


- 1999年到2018年间200mm晶圆厂总共关闭了76家，2008-2009年金融危机期间关闭的大多数晶圆厂主要分布在美国、日本、欧洲以及中东。从2016年开始，200mm晶圆厂关闭速度开始减缓。
- 2008年到2016年期间，总共有15座晶圆厂从200mm转型至300mm，逻辑、存储、Foundry总共有3个200mm晶圆厂转型至300mm，而MPU只有三个。

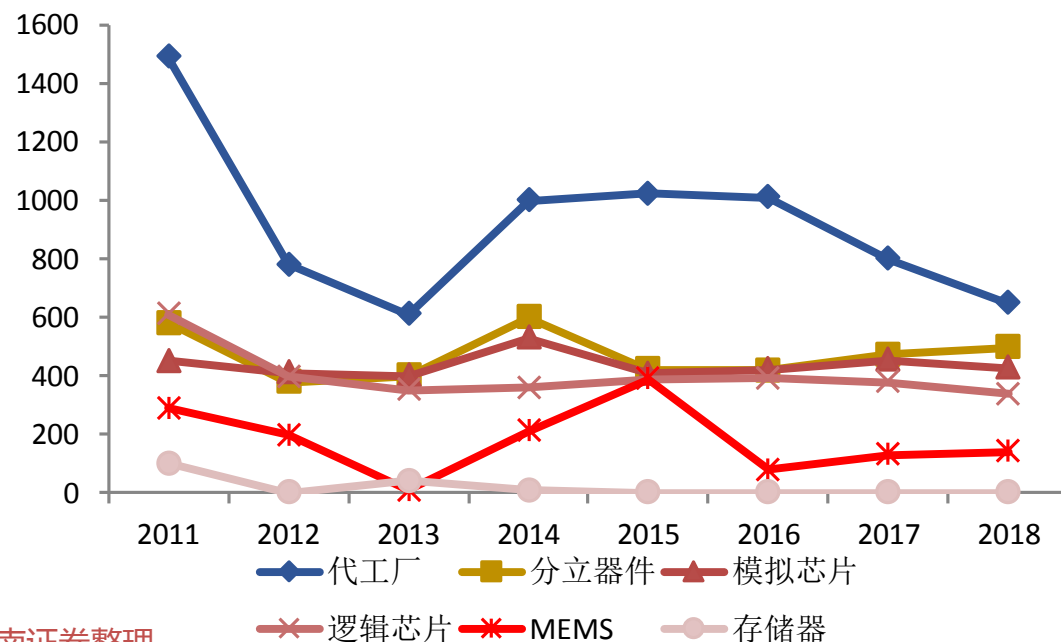
200mm晶圆厂设备支出情况趋于滞缓

- 从设备支出角度来看，从2011年开始，8英寸以及小于8英寸晶圆厂设备支出基本呈现负增长，说明8英寸以及小于8英寸晶圆市场基本已经迈入成熟期，晶圆厂扩建幅度有限；
- 从200mm晶圆厂产品类型角度来看，代工厂的设备支出日益下滑，存储器几乎不再有设备支出，主要由于存储器的加工基本转移至300mm晶圆厂，分立器件、模拟芯片等应用未来将保持较为稳定的设备支出，因此未来将成为200mm代工厂的主要营收来源。

8英寸以及小于8英寸晶圆厂设备支出情况（百万美元）



200mm晶圆厂设备支出按产品类型划分情况（百万美元）

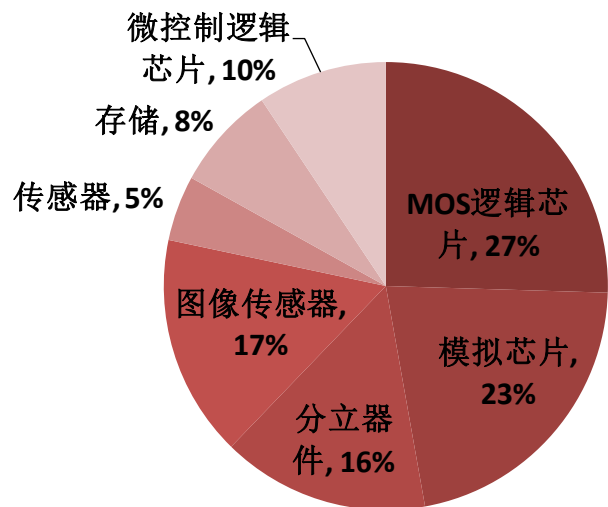


数据来源：SEMI，西南证券整理

八英寸晶圆面向成熟的特种工艺，设备折旧完毕带来固定成本低

- 在应用端，对8英寸晶圆代工的强劲需求主要来源于功率器件、电源管理IC、影像传感器、指纹识别芯片和显示驱动IC等。由于模拟/分立器件拥有成熟制程+特种工艺的特性，因此，这些产品绝大多数会采用8英寸或6英寸线生产；
- 而相较于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。

2018年按产品类别划分的200mm晶圆需求



数据来源：SEMI，西南证券整理

8英寸晶圆主要优势



8寸晶圆的优势

具备成熟的特种工艺

- 使尺寸较小的颗粒包含较多的模拟内容或支持高电压
- 对晶圆代工厂的工艺参数有较为严格的容差限制



设备折旧完毕，固定成本低

- 设备供应商与8英寸晶圆厂进一步合作，以极具成本效益的方式，使旧设备寿命延长10~15年



数据来源：搜狐科技，西南证券整理

8英寸 晶圆

供不 应求

八英寸晶圆供不应求，世界先进和联电同时爆出产能全满

- 随着个人电脑及智慧型手机市场进入旺季，加上先进驾驶辅助系统（ADAS）及自驾车、物联网及工业4.0等新蓝海市场进入成长爆发期，带动面板驱动IC、微控制器（MCU）、电源管理IC（PMIC）、金氧半场效电晶体（MOSFET）等强劲需求，也让台积电、联电、世界先进的8吋晶圆代工产能满载到2018年年底，且订单能见度更已看到2019年上半年。

8英寸晶圆代工厂供不应求的主要原因

供给侧

- 部分8英寸晶圆厂关键设备停产
- 关键8英寸晶圆厂设备交付期拉长至6-9个月
- 二手8英寸晶圆厂设备无法建设出具有经济规模的生产线

需求侧

- 手机面板驱动IC及eFlash MCU转向12英寸厂投片
- 车用及物联网相关MCU及PMIC大量在8英寸厂投片
- 指纹识别IC需求强劲且吃掉多数8英寸厂产能
- MOSFET由5/6英寸厂转至8英寸厂投片

受惠厂商

台积电、联电、世界先进

- 2018年底前产能全球满载
- 订单能见度看到2019年上半年

目录

一、全球半导体制造市场规模及竞争格局

- 全球半导体制造市场及行业格局
- 中国半导体制造行业情况

二、半导体制造制程技术分析

- 28纳米是生命周期相当长的节点
- 先进制程技术之FinFET与GAA
- 先进制程技术之FD-SOI

三、半导体制造全球巨头

- 代工第一梯队台积电和三星以及IDM第一梯队英特尔
- 代工第二梯队：联华电子、格罗方德、中芯国际、Towerjazz
- 化合物半导体代工巨头之稳懋半导体和三安光电

中国

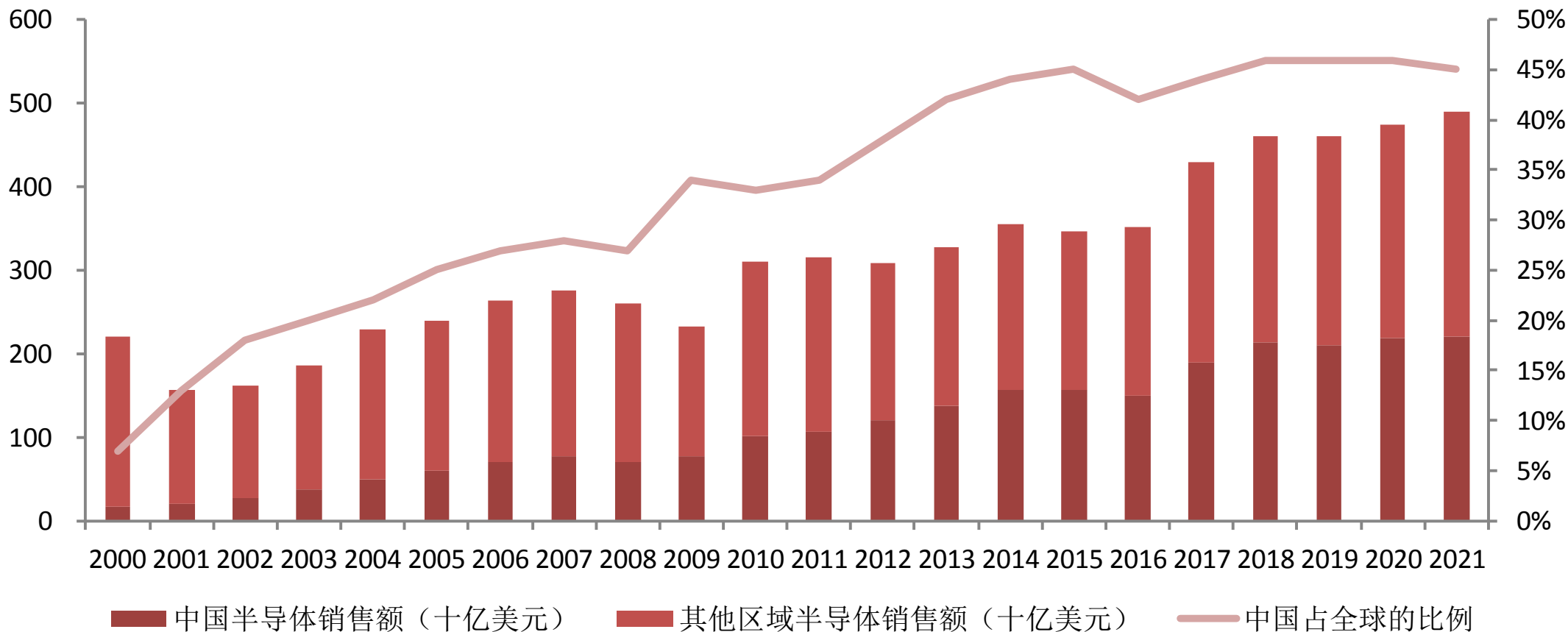
集成电路

市场结构

中国将承接第三次全球半导体产业转移

□ 长期以来，中国一直是电子产品生产的集中地，因而也是全世界最大的半导体产品消费国家。2017年，中国对半导体的需求约为1892亿美元，占全球半导体市场的44.1%。中国集成电路市场近年来一直在快速增长，且随着国内5G通信、物联网等前沿应用领域快速成熟，国内集成电路市场需求将进一步提升。

2010-2025中国集成电路市场结构

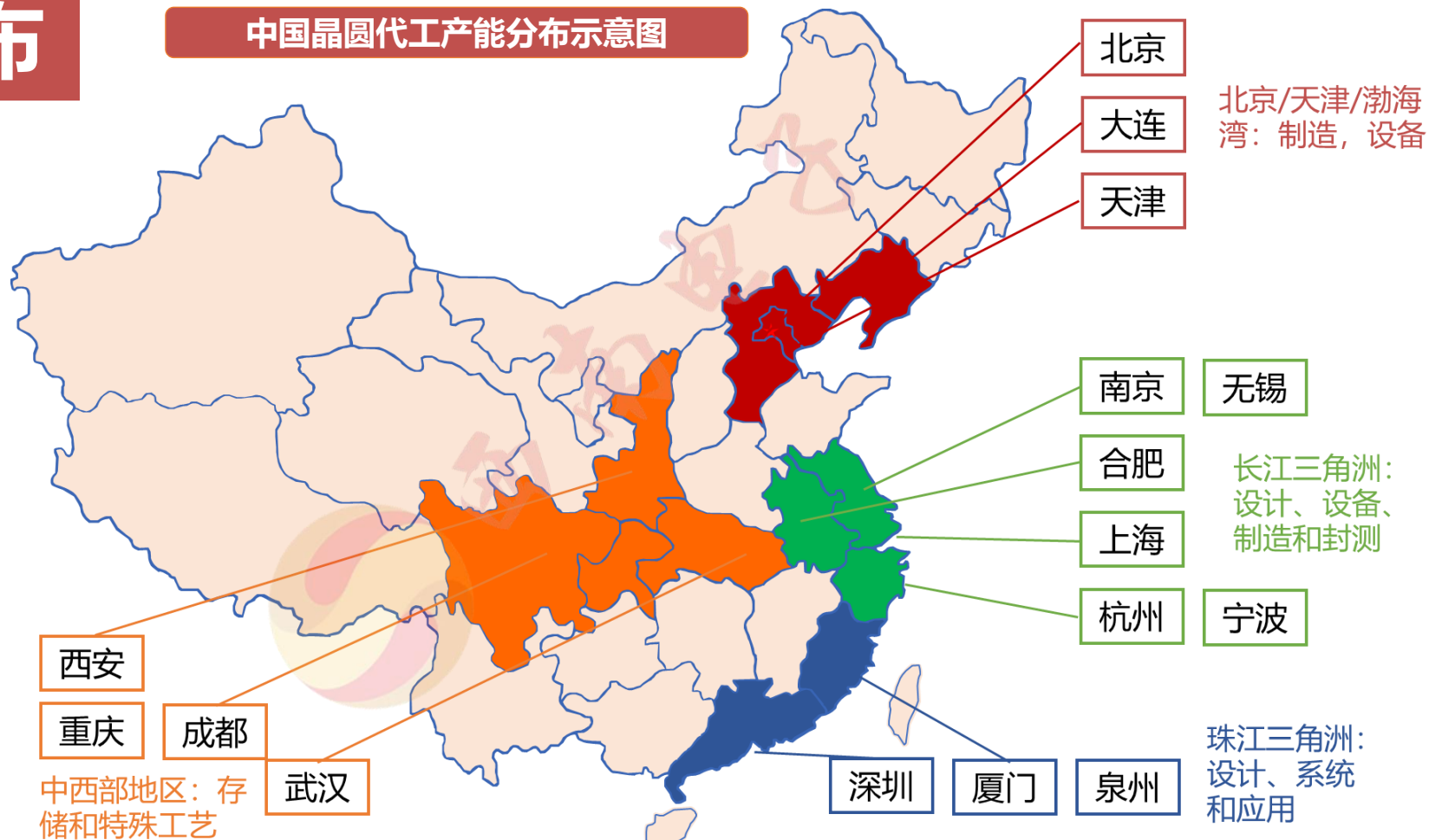


数据来源：HIS，西南证券整理

中国晶圆代工产能分布

- 根据SEMI数据显示，中国前端晶圆厂产能今年将增长至全球半导体晶圆厂产能的16%，到2020年，这一份额将增加到20%。受跨国公司和国内公司存储和代工项目的推动，中国将在2020年的晶圆厂投资将以超过200亿美元的支出，超越世界其他地区，占据首位。

中国晶圆代工产能分布示意图

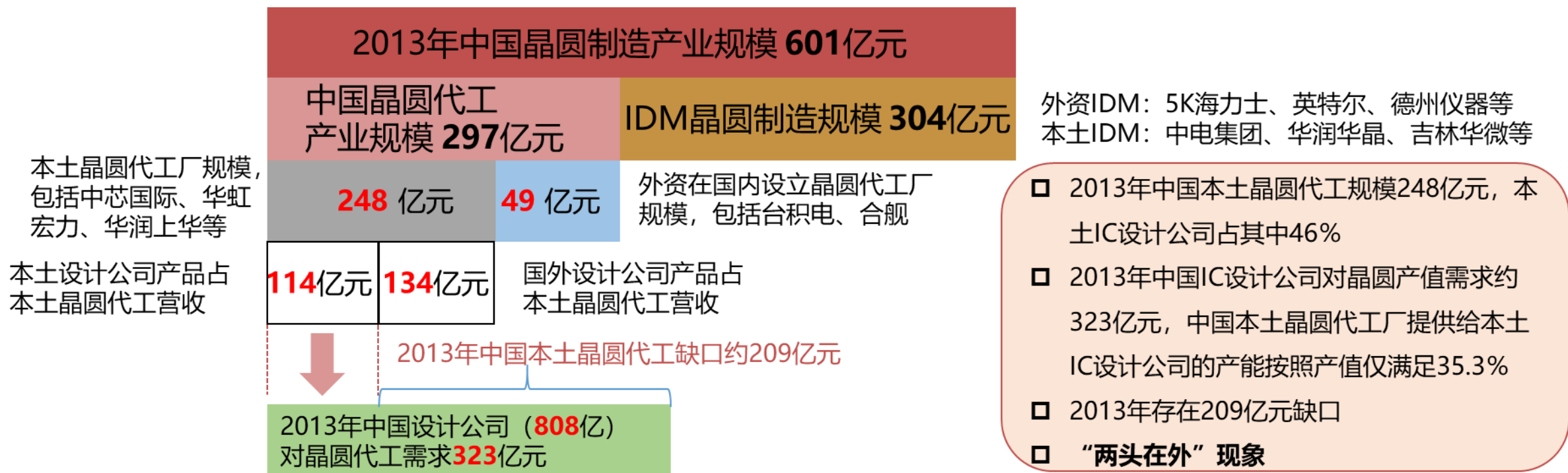


- 2014年中国成立大基金以来，促进了中国集成电路供应链的迅速增长，目前已成为全球半导体进口最大的国家市场。SEMI指出，目前中国正在进行或计划开展25个新的晶圆厂建设项目，代工厂、DRAM和3D NAND是中国晶圆厂投资和新产能的首要部分。

数据来源：SEMI，西南证券整理

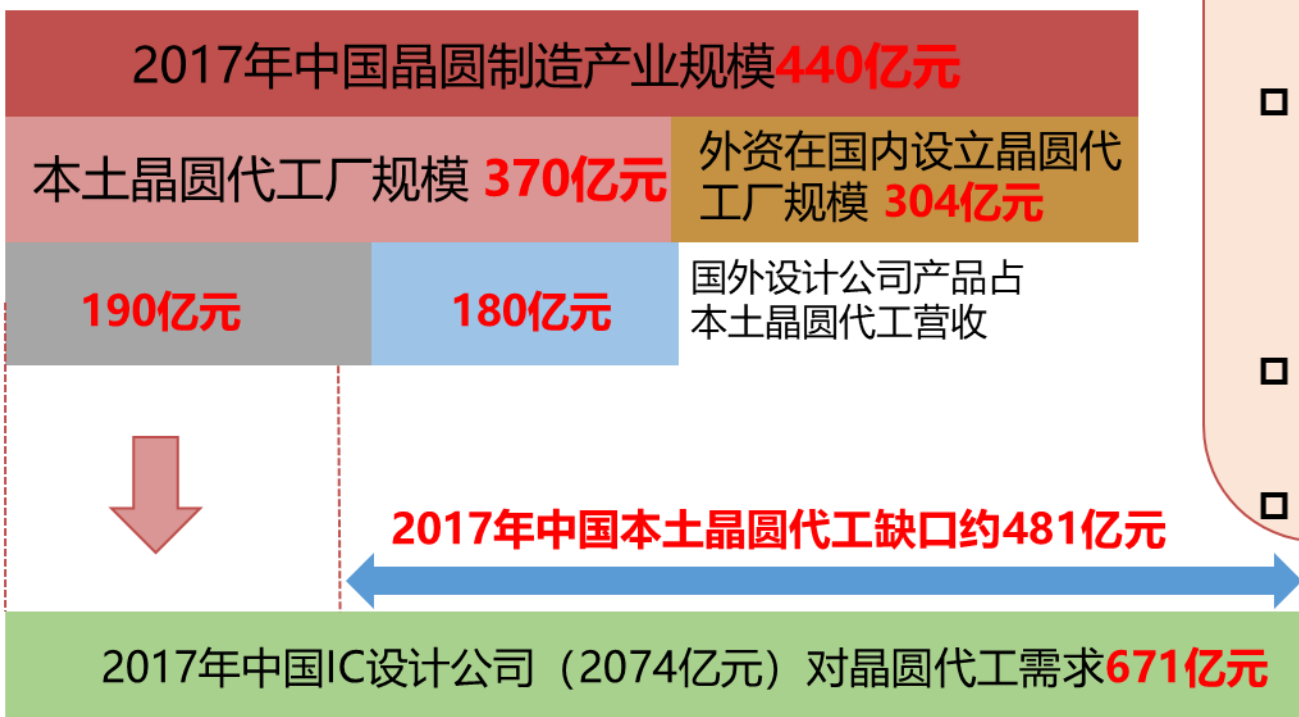
2013年中国晶圆制造产业：出现“两头在外”现象

- 2013年中国晶圆制造产业规模601亿元，其中Foundry和IDM比例接近1:1，各为300亿元左右。其中Foundry公司中，本土晶圆代工规模近250亿元，另外外资晶圆厂近50亿元。进一步国内晶圆Foundry公司设计公司来源：114亿国内本土设计公司，134亿元国外设计公司。而2013年本土设计公司对晶圆代工需求323亿元，满足率为35%。
- 华润微电子认为我国半导体制造出现“两头在外”的现象：2013年中国本土晶圆代工缺口为209亿元，这部分是依靠海外代工。一方面：晶圆制造代工厂给国外做代工，同时国内设计公司也在依靠国外代工厂去生产。



2017年中国晶圆制造产业：“两头在外”现象更显著

- 2017年：晶圆代工的规模440亿元，其中本土代工规模370亿元（比2013年增加49%），外资晶圆代工规模70亿元。占比国内代工产能53%，提高15个pct。2017年本土设计公司产品对晶圆产值需求671亿元，实际本土晶圆代工营收190亿元，满足率28.3%，比2013年下降了20%。2017年国内10大设计公司中，除了智芯微电子和士兰微用国内代工，其他8家都在使用海外代工。
- 出现的矛盾：“两头在外”现象更加显著。2017年本土晶圆代工缺口约481亿元，比2013年增加了130%。



- 2017年中国本土晶圆代工规模370亿元(比2013年**成长49%**)，本土IC设计公司占其中53%（比2013年占比**增加了15%**）。
- 2017年中国IC设计公司对晶圆产值需求约671亿元，中国本土晶圆代工厂提供给本土IC设计公司的产能按照产值仅满足28.3%（比2013年**下降了19.8%**）。
- 2017年存在481亿元缺口（比2013年**增加了130%**）
- “两头在外”现象更加显著

在2017年10大设计公司中，除智芯微电子以及士兰微电子外，其余8家均在使用海外代工

中芯国际、华虹宏力、
华润上华、华力微电子、
武汉新芯、上海先进等

本土设计公司产品占
本土晶圆代工营收

中国功率器件前10大企业收入之和不及一家单设计公司

- 功率半导体行业，容易出现IDM公司，都是以IDM公司在运作。功率器件前10大企业收入之和不足82亿元，不及一家单设计公司。
- 2017年中国功率器件半导体公司前十大的总规模（82亿）不及设计公司第二大企业（110亿）。
- 2017年中国功率器件市场需求超过1000亿。

2017年中国十大集成电路设计企业

排名	企业名称	销售额（亿元）
1	深圳市海思半导体有限公司	361
2	清华紫光展锐	110
3	深圳市中兴微电子技术有限公司	76
4	华大半导体有限公司	52.1
5	北京智芯电子科技有限公司	44.9
6	深圳市汇顶科技股份有限公司	38.7
7	杭州士兰微电子股份有限公司	31.8
8	敦泰科技（深圳）有限公司	28
9	格科微电子（上海）有限公司	25.2
10	北京中星微电子有限公司	20.5

2017年中国半导体行业功率器件十强企业

排名	企业名称	销售额（亿元）
1	吉林华微电子股份有限公司	16.3
2	扬州扬杰电子科技股份有限公司	14.6
3	苏州固锟电子股份有限公司	10.1
4	无锡华润华晶微电子有限公司	9.4
5	瑞能半导体有限公司	6.9
6	常州银河世纪微电子股份有限公司	6.1
7	无锡新洁能股份有限公司	5
8	杭州立昂微电子股份有限公司	4.61
9	北京燕东微电子有限公司	4.56
10	深圳深爱半导体股份有限公司	4.4

中国市场需要强大的产品公司（设计公司+IDM）

- 中国集成电路自给率持续提高：2017年为10%，预测2025年有望提升至18.8%。意味着中国集成电路规模要从190亿美元提高到675亿美元。

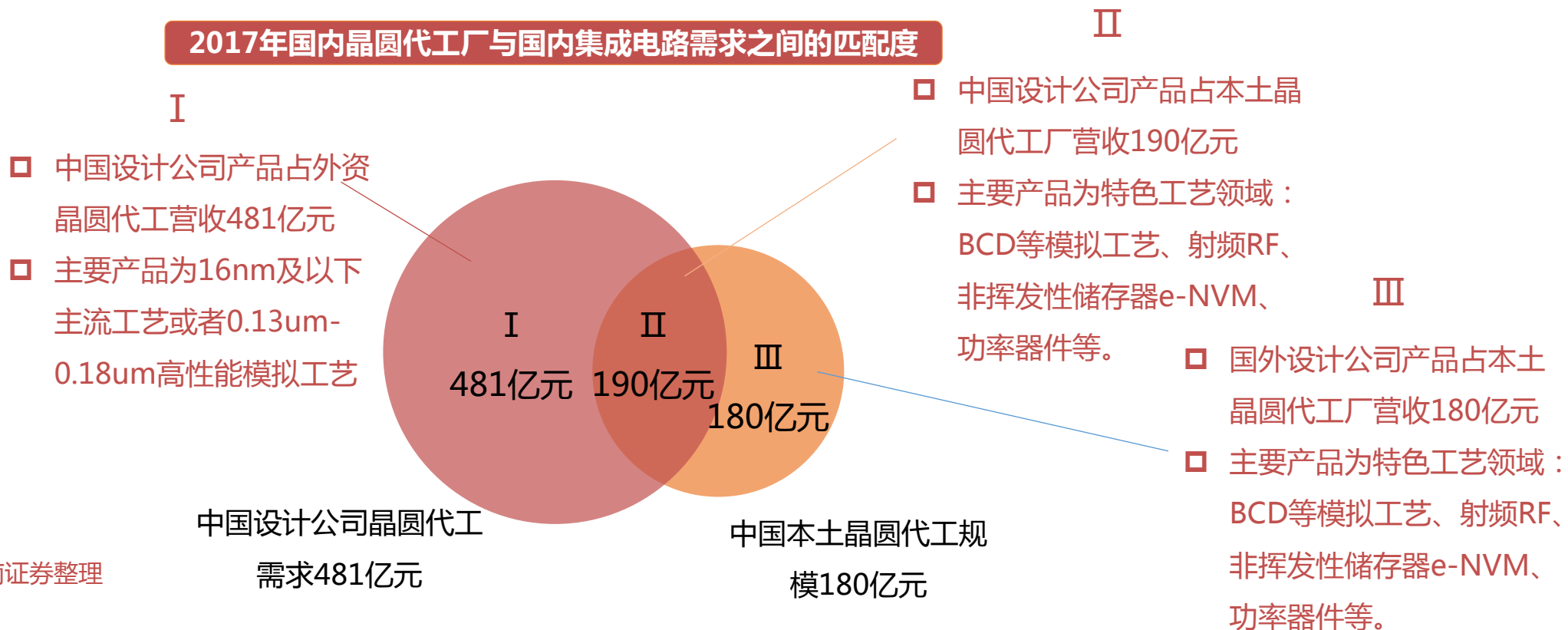
2010-2025中国集成电路市场结构



国内晶圆代工厂产能与国内集成电路需求之间的匹配度

- 华润微电子认为，国内集成电路制造产能（370亿元）和国内设计公司需求代工规模（670亿元）不匹配，其中国内设计公司在国内晶圆厂代工190亿元，差距仍大。

2017年国内晶圆代工厂与国内集成电路需求之间的匹配度



数据来源：华润微电子，西南证券整理

- 目前国内晶圆代工厂的特色工艺同国外晶圆代工厂差别不大，基本能满足国内设计公司要求，同时也承接了大规模海外设计公司的需求。
- 国内晶圆代工厂难以满足国内设计公司对主流工艺（16nm及以下）和高性能模拟工艺的需求，2017年国内设计公司到外资晶圆代工厂代工规模达481亿元。

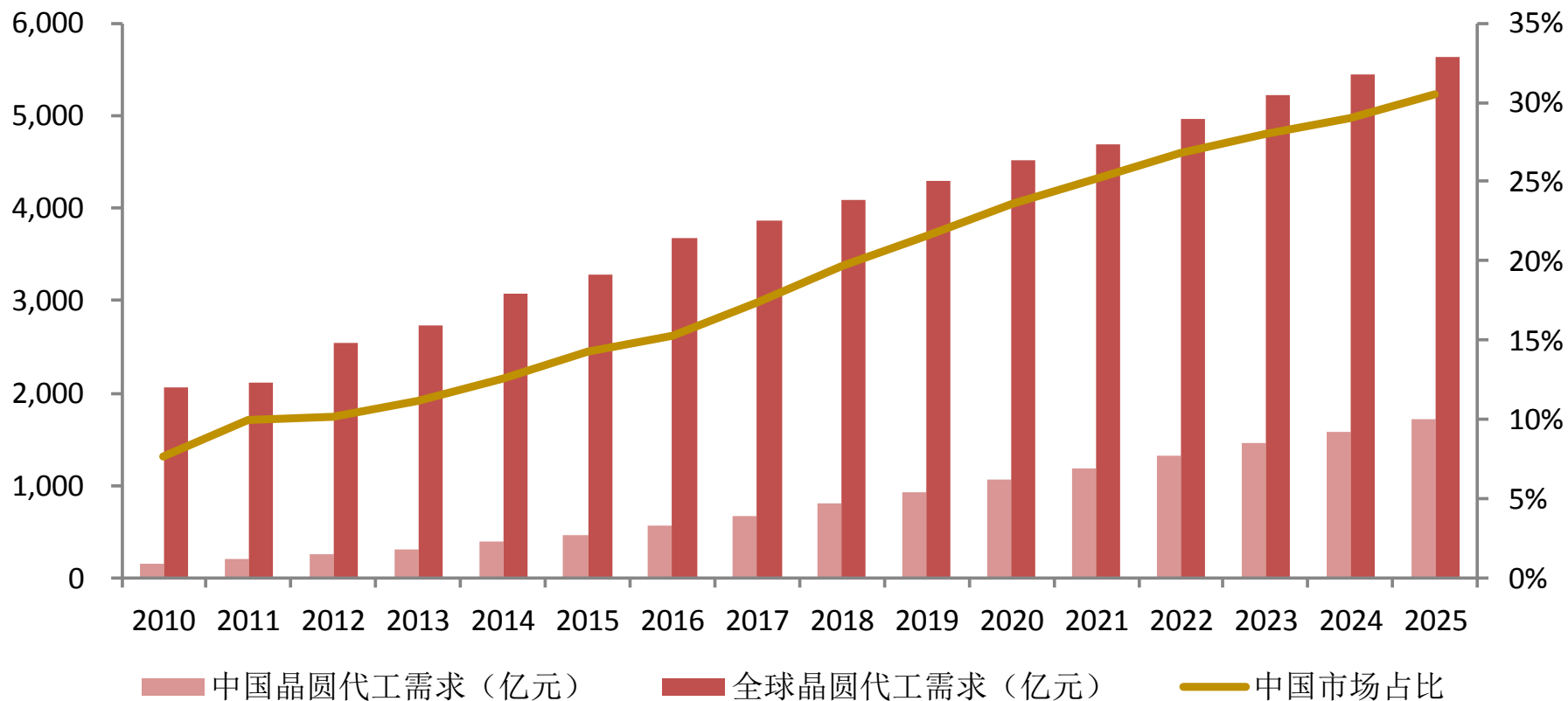
国内需求

日益提升

中国晶圆代工需求占全球代工总需求比重日益提升

- 2017年中国IC设计公司对晶圆制造需求671亿元，占全球代工规模3865亿元的17.4%，预测到2025年增长到30.5%。
- 根据IBS显示，2017年中国IC设计公司对晶圆制造需求约671亿元，占全球晶圆代工规模3865亿元的17.4%，到2025年时需求上升至30.5%。

2010-2025全球晶圆代工厂规模和中国晶圆代工需求

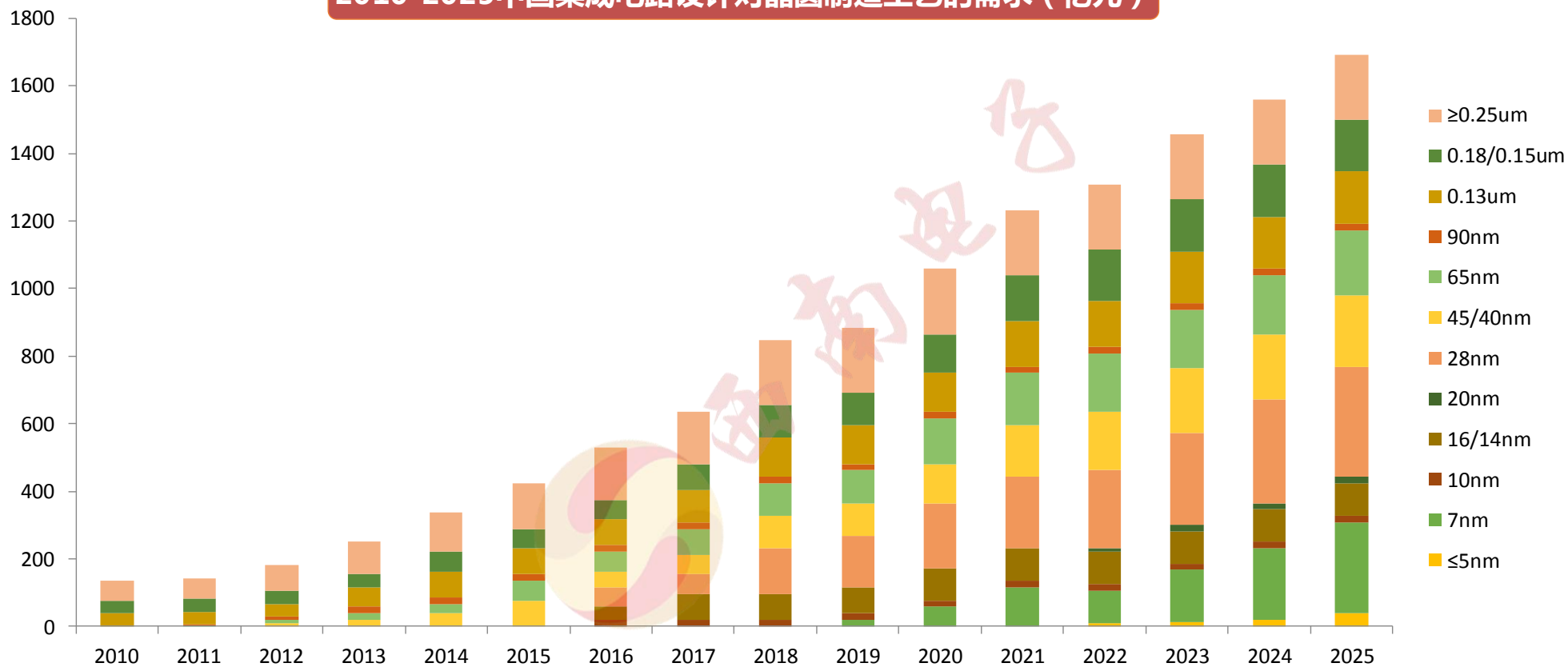


- 2017-2025年全球晶圆代工市场规模年均复合增长率为5%，中国晶圆代工需求年均复合增长率为12%。

中国IC设计公司对晶圆代工的要求逐渐向90nm以内节点发展

- 中国IC设计公司对晶圆代工的要求逐渐向90nm以内节点发展。2017年，设计公司采用0.13um节点占比53%，2018年90nm及以下节点制程的需求将超过0.13um以上，至2025年中国设计公司70%会用到90nm以内。

2010-2025中国集成电路设计对晶圆制造工艺的需求（亿元）



数据来源：IBS，西南证券整理

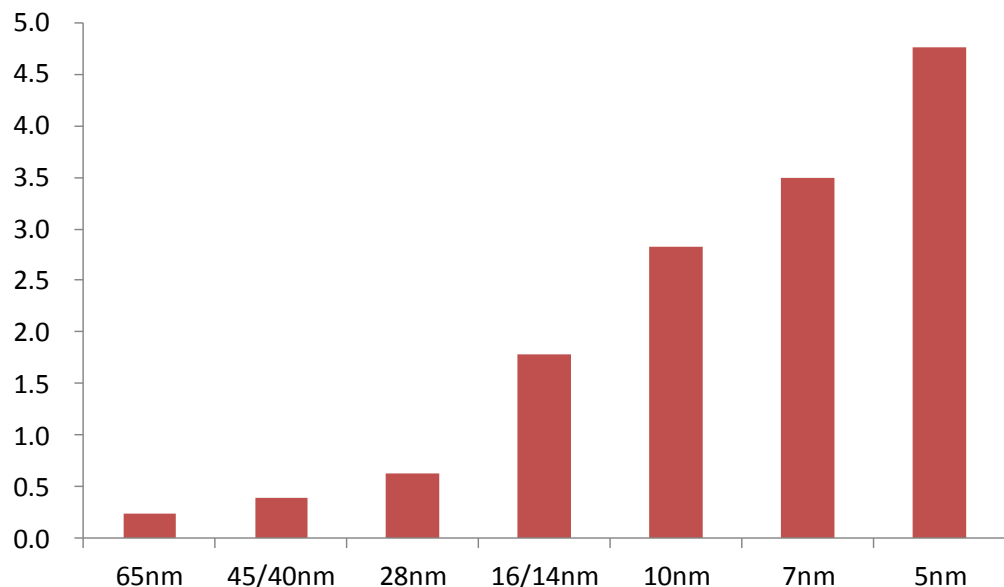
制程 缩小

成本 增加

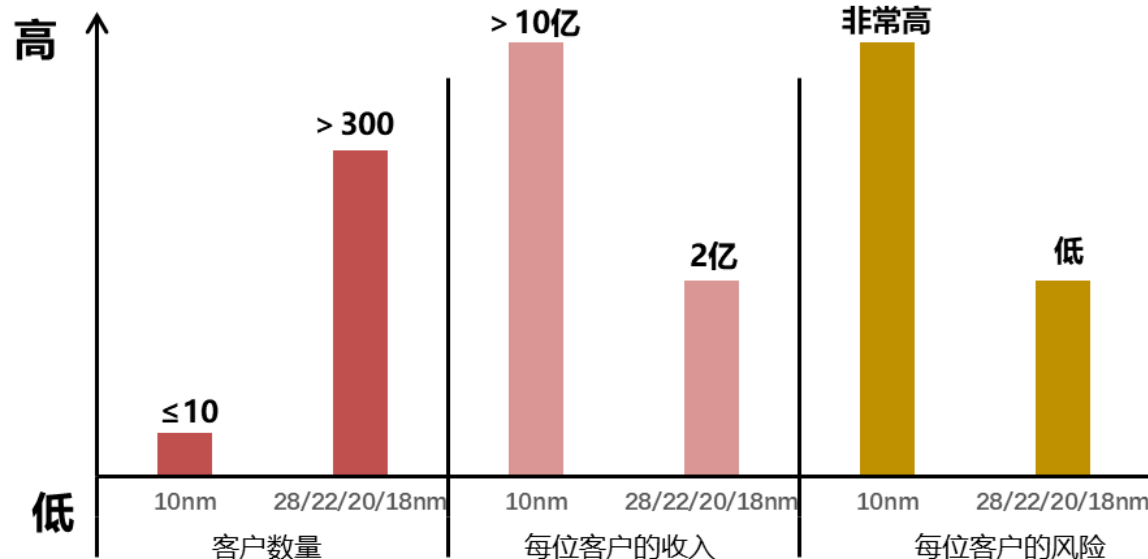
中国半导体产业面临的挑战与机遇

- 随着制程节点的缩小和工艺精度的提高，集成电路设计产品的设计成本迅速增加，10nm的设计成本约为28nm的4.5倍，并且对产品销售规模的要求也同步提升（销售规模需要超过设计成本的10倍），同时开发风险也随之增加。
- 以28nm长寿命周期的技术节点来评测，逻辑集成电路设计企业的规模至少要在6.3亿美金（43.2亿人民币以上），相当于2017年中国涉及企业的第六大。

各技术节点的设计成本（亿美元）



各技术节点的客户Profile对比（美元）



做大做强中国集成电路产业链

- 2014年6月24日，国家集成电路推进纲要发布；2014年9月24日，国家集成电路产业投资基金正式设立。到2020年，集成电路产业与国际先进水平的差距逐步缩小，全行业销售收入年均增速超过20%，企业可持续发展能力大幅增强。移动智能终端、网络通信、云计算、物联网、大数据等重点领域集成电路设计技术达到国际领先水平，产业生态体系初步形成。16/14nm制造工艺实现规模量产，封装测试技术达到国际领先水平，关键装备和材料进入国际采购体系，基本建成技术先进、安全可靠的集成电路产业体系。

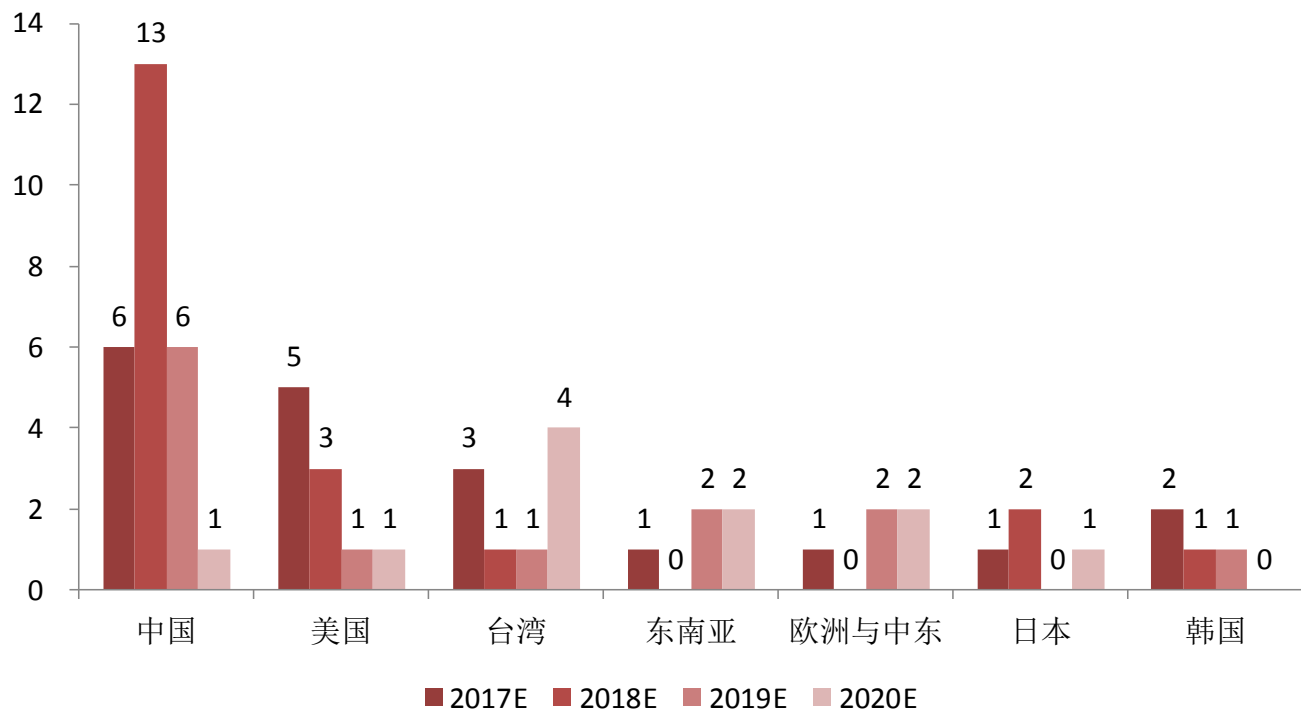
《国家集成电路产业发展推进纲要》规划目标

	2015年	2020年
销售总收入	>3500亿元	>8700亿元(年均增速超过20%)
制造	32/28纳米 (nm) 规模量产	16/14nm规模量产
设计	部分重点领域技术接近国际一流水平 (移动智能终端、网络通信等)	重点领域技术达到国际领先水平 (移动智能终端、网络通信、云计算、物联网、大数据等)
封装测试	中高端销售收入占比30%以上	技术达到国际领先水平
材料	12英寸硅片产线应用	进入国际采购体系
设备	65-45nm关键设备产线应用	进入国际采购体系

中国大陆将成为全球新建晶圆厂最积极的地区

□ 中国大陆晶圆建厂高峰到来。根据国际半导体协会（SEMI）所发布的近两年全球晶圆厂预测报告显示，2016至2017年间，综合8英寸、12英寸厂来看，确定新建的晶圆厂就有19座，其中大陆就占了10座。SEMI更预估2017年到2020年的四年间，全球预计新建62条晶圆加工产线，其中中国大陆将新建26座新晶圆厂，成为全球新建晶圆厂最积极的地区，整个投资计划占全球新建晶圆厂的42%，成为全球新建投资最大的地区。

2017-2020全球规划建设晶圆厂数量



国内在建晶圆产线

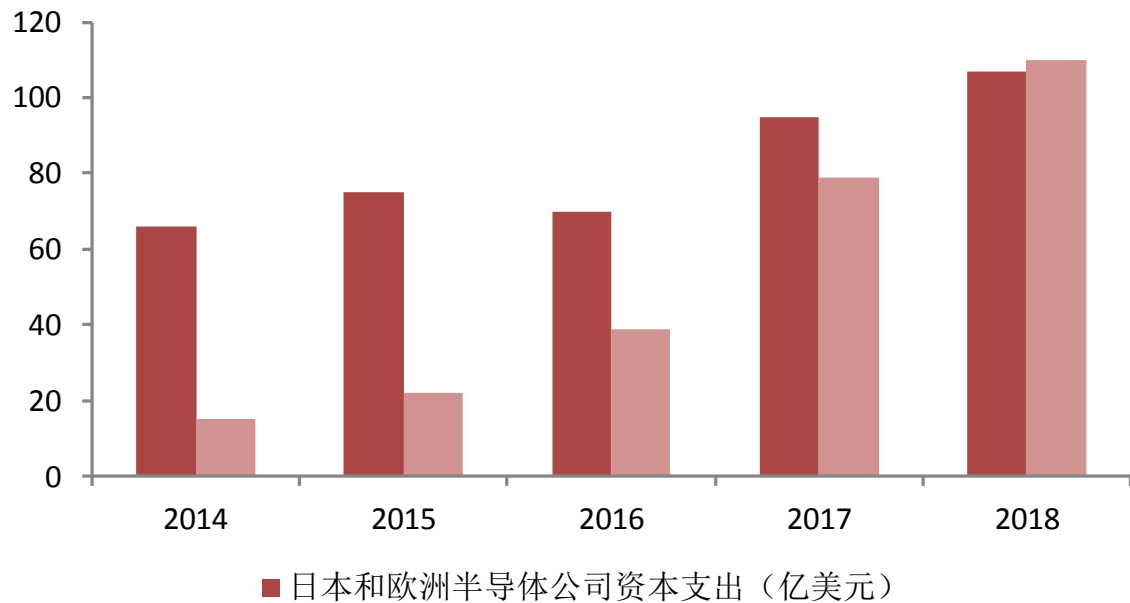
厂商	地点	产能 (千片/月)	预计投产时间
格罗方德	成都	未披露	2017年
晶合	合肥	40	2017年下半年
武汉新芯	武汉	200	2018年初
中芯国际	上海	70	2018年初
中芯国际	深圳	40	2017年底
晋华集成	泉州	60	2018年下半年
台积电	南京	20	2018年下半年
华力微	上海	40	2018年完工
紫光	深圳	40	2018年底
兆基科技	合肥	未披露	2018年
德科玛	南京	20	未披露
士兰微	杭州	50	2018年

数据来源：中国产业信息网，西南证券整理

2018年中国半导体企业资本支出预计将超越欧洲和日本

- IC Insights预测，2018年总部位于中国的半导体公司资本支出将达到110亿美元，占全球半导体总资本支出1035亿美元的10.6%，这一数字将超过总部在日本和欧洲的半导体公司的资本支出。
- 自采用fab-lite商业模式以来，欧洲产商在半导体行业的资本支出中所占的比例非常小。2005年全球半导体资本支出占比为8%，预计在2018年仅占全球支出的4%，到2022年这一数字降为3%。日本一些半导体公司也已经转型为fab-lite商业模式，因此大大降低了在新晶圆厂和设备上的投资。预计日本半导体公司在2018年占半导体行业资本支出总额的6%，比2005年的22%的大幅下降。

中国半导体公司资本支出与日本&欧洲半导体公司比较



■ 日本和欧洲半导体公司资本支出 (亿美元)

■ 中国半导体公司资本支出 (亿美元)

数据来源：IC Insights，西南证券整理

- 总部位于中国的纯晶圆代工厂中芯国际已经在相当长时间内成为主要半导体行业资本支出者之一，另外还有四家中国公司预计将成为今年重要的半导体行业资本支出者，包括下一代存储器供应商将在2018年和2019年花费大量资金购买设备并扩建新的晶圆厂。IC Insights认为，至少在未来几年内，中国在亚太半导体行业的资本支出份额将保持在60%以上。

目录

一、全球半导体制造市场规模及竞争格局

- 全球半导体制造市场及行业格局
- 中国半导体制造行业情况

二、半导体制造制程技术分析

- 28纳米是生命周期相当长的节点
- 先进制程技术之FinFET与GAA
- 先进制程技术之FD-SOI

三、半导体制造全球巨头

- 代工第一梯队台积电和三星以及IDM第一梯队英特尔
- 代工第二梯队：联华电子、格罗方德、中芯国际、Towerjazz
- 化合物半导体代工巨头之稳懋半导体和三安光电

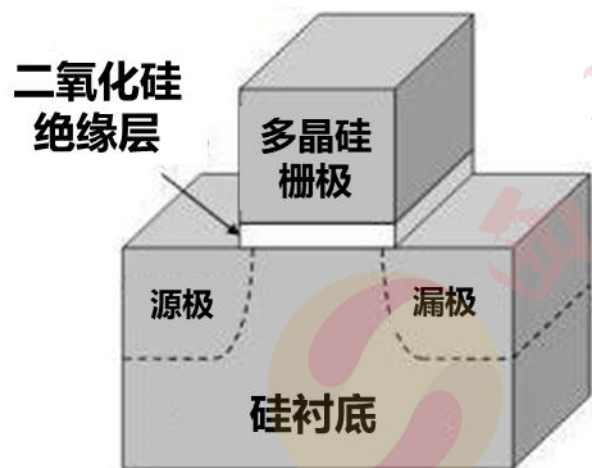
28 纳米 两大 技术

28纳米制程两大技术工艺：PolySiON和HKMG

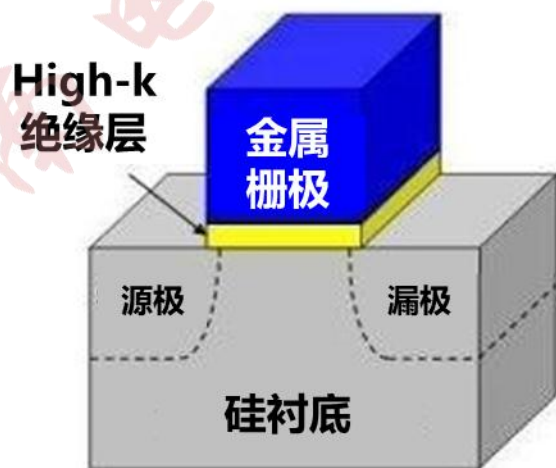
- 28纳米制程工艺主要分为多晶硅栅+氮氧化硅绝缘层栅极结构工艺（Poly/SiON 工艺）和金属栅极+高介电常数绝缘层（High-k）栅结构工艺（HKMG 工艺）。Poly/SiON 工艺的优点是成本低，工艺简单，适合对性能要求不高的手机和移动设备。HKMG工艺的优点是大幅减小漏电量，降低晶体管的关键尺寸从而提升性能，但是工艺相对复杂，成本与Poly/SiON工艺相比较高。
- 中芯国际自身的28nm产品规格目前处在Poly/SiON的较低端技术，相当于台积电的28LP技术，已投入量产；高端的28nm HKMG制程良率之前则不达预期，目前正在加速研发中，不久之后将实现量产。

28纳米两大技术工艺：PolySiON和HKMG

Poly/SiON工艺



HKMG工艺



数据来源：中国市场情报中心，西南证券整理

28纳米Poly/SiON 和HKMG性能与成本对比



数据来源：拓璞产业研究所，西南证券整理

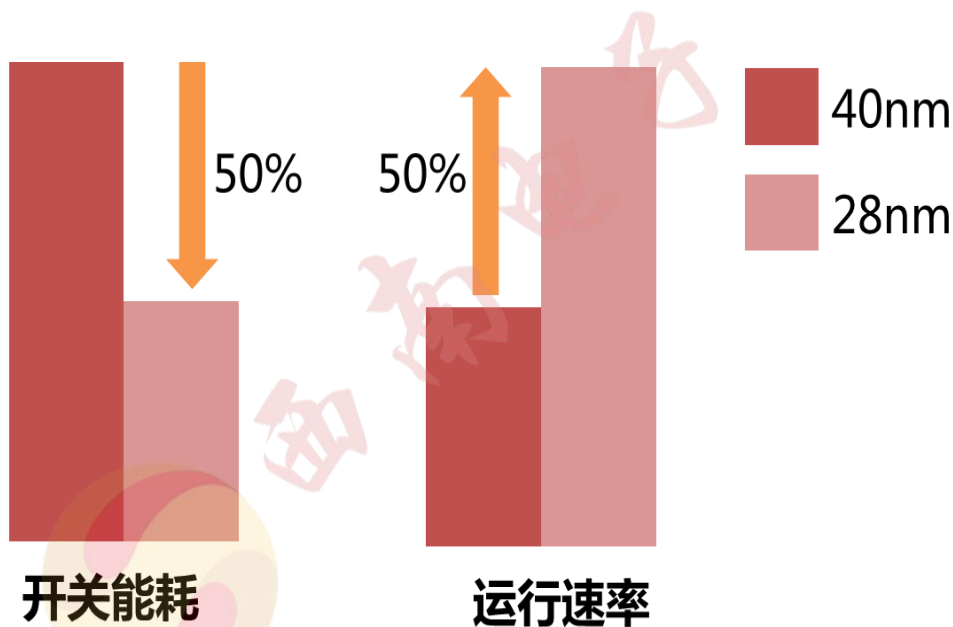
28 纳米

性能 优势

28纳米工艺生命周期较长，市场空间较大

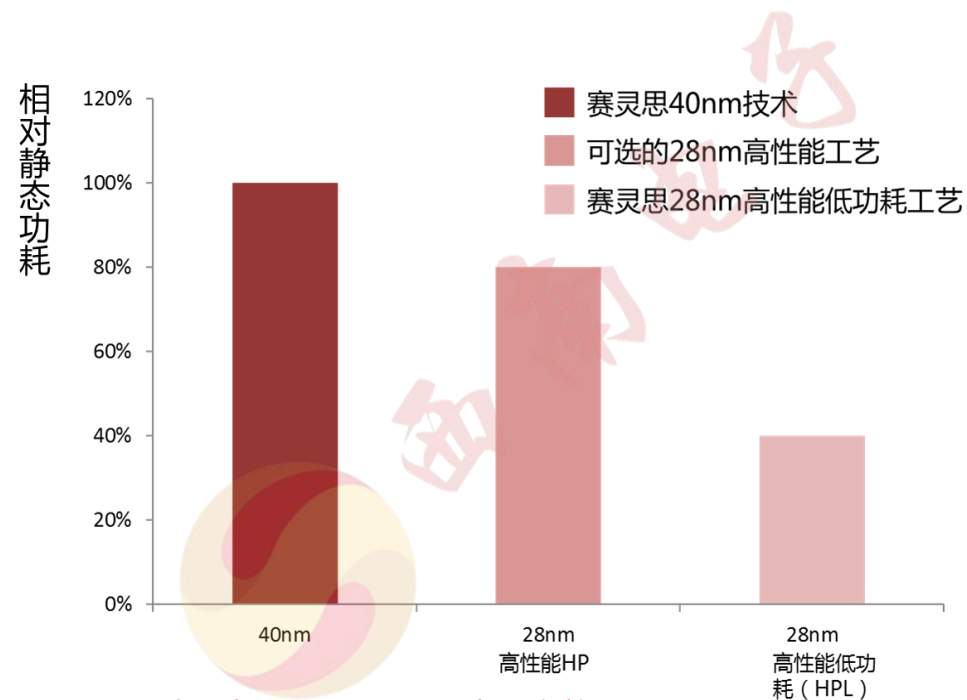
- 在成本几乎相同的情况下，使用28纳米工艺制程可以给产品带来更加良好的性能优势。例如与40纳米工艺相比，28纳米栅密度更高、晶体管的速度提升了约50%，每次开关时的能耗则减小了50%。而从技术可控方面，由于20/22纳米一直无法实现很好的控制。因此，综合技术和性能等各方面因素，28纳米都将成为未来很长一段时间内的关键工艺节点。

28纳米性能优势



数据来源：赛迪顾问，西南证券整理

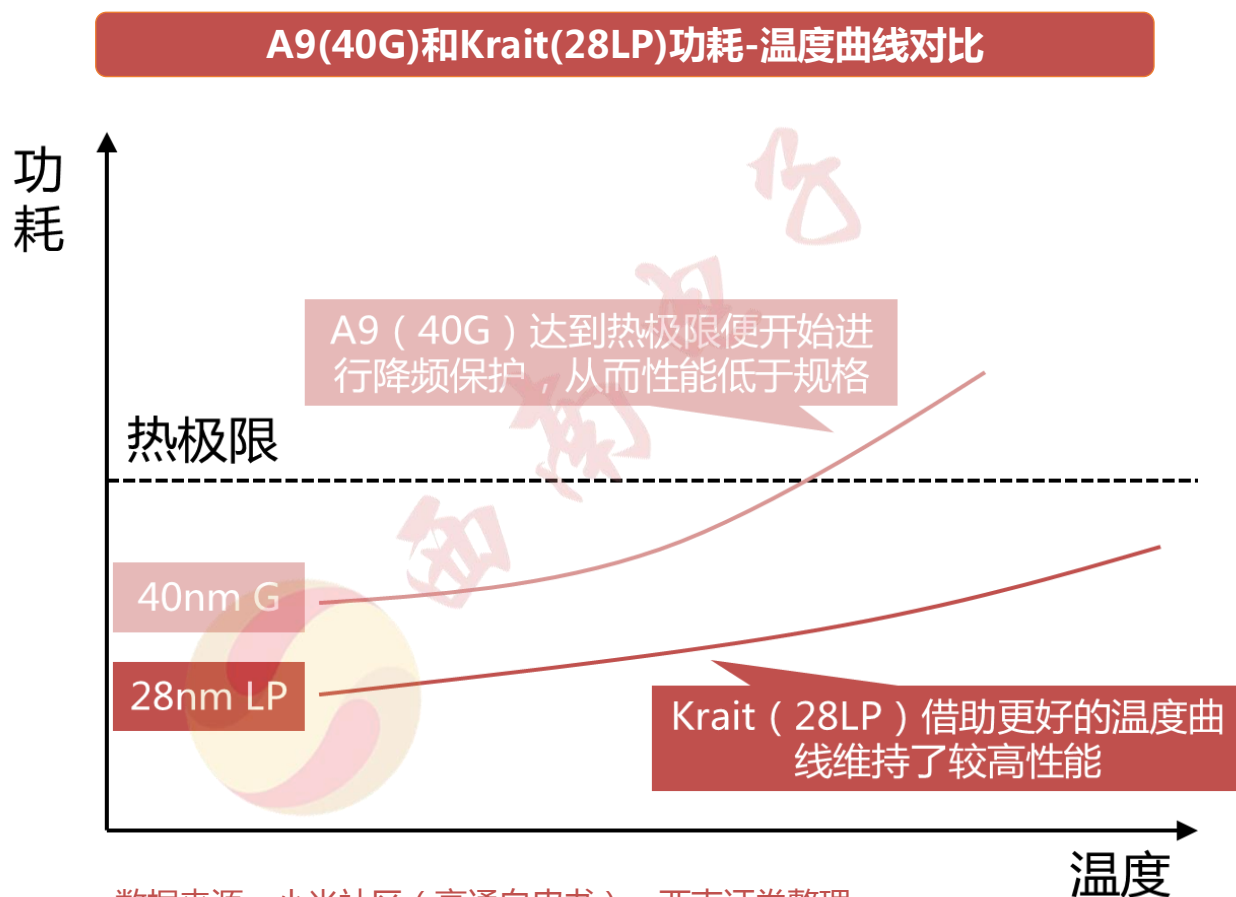
40nm和28nm工艺技术实现同样性能的静态功耗比较



数据来源：Xilinx，西南证券整理

28纳米工艺生命周期较长，市场空间较大

- 高通APQ8064是世界首个采用28nm制程的智能手机处理器，在高通白皮书中给出的对比图中，Krait对比NVIDIA采用40nmLPG混合工艺的Kal-EI，Krait架构处理器可以借助更好的温度曲线维持更高的性能。高通对于制造工艺的态度是，40nm G晶体管只有在全程高频时才有意义，其余多余情况下纯LP工艺晶体管三个更有优势。

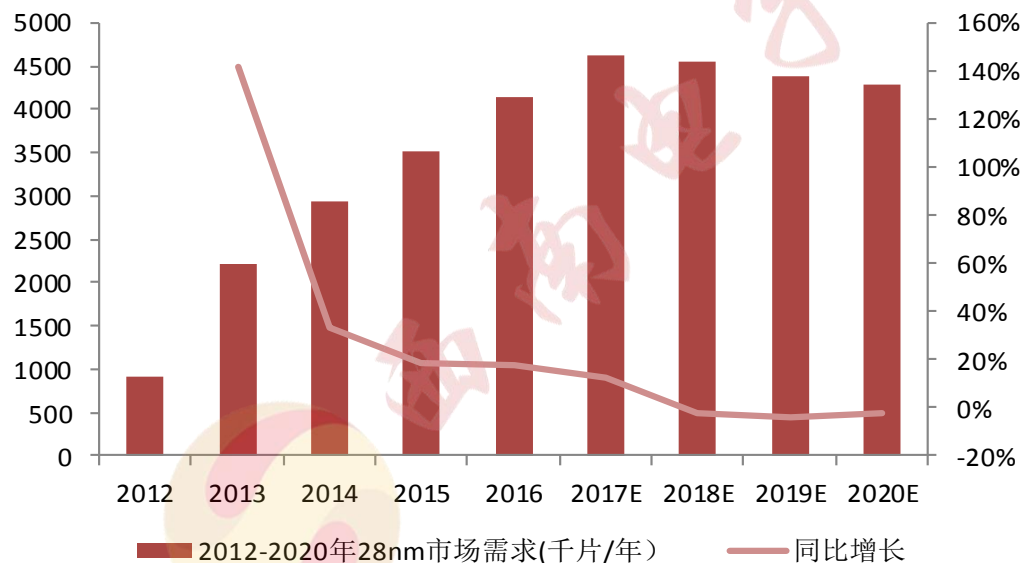


数据来源：小米社区（高通白皮书），西南证券整理

28纳米市场需求及下游应用情况

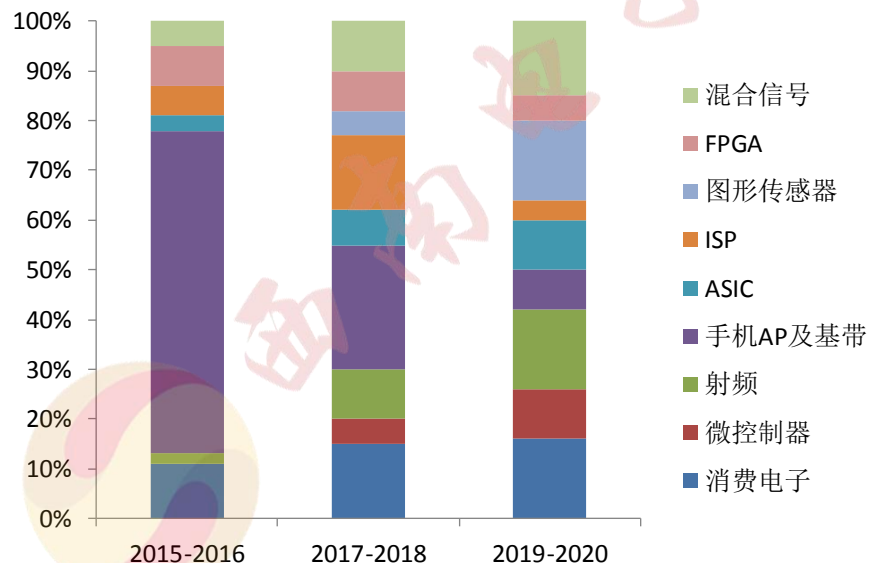
- 从需求端来看，随着28nm工艺的成熟，市场需求呈现快速增长的态势。从2012年的913万片/年到2014年的2945万片/年，年CAGR达79.6%，并且将延续到2017年。随着14纳米及以下制程的成熟，2018-2020年28纳米市场规模将出现小幅下滑，但需求量依然保持在400万片/年以上的规模；
- 28nm工艺目前主要应用于手机应用处理器和基带，未来应用方向呈多元化分散的趋势。28nm制程广泛应用于手机应用处理器和基带，消费电子（DTV、OTT等），FPGA，GIS等。据赛迪顾问统计，2015-2016年手机应用处理器和基带应用占比达65%，而预计未来四年该领域应用将迅速降低至8%，消费电子、RF、GIS、混合信号等领域则各自占据16%左右，应用领域呈分散化现象。

2012-2020年28nm市场需求



数据来源：赛迪顾问，西南证券整理

28nm制程技术下游应用市场变化



数据来源：赛迪顾问，西南证券整理

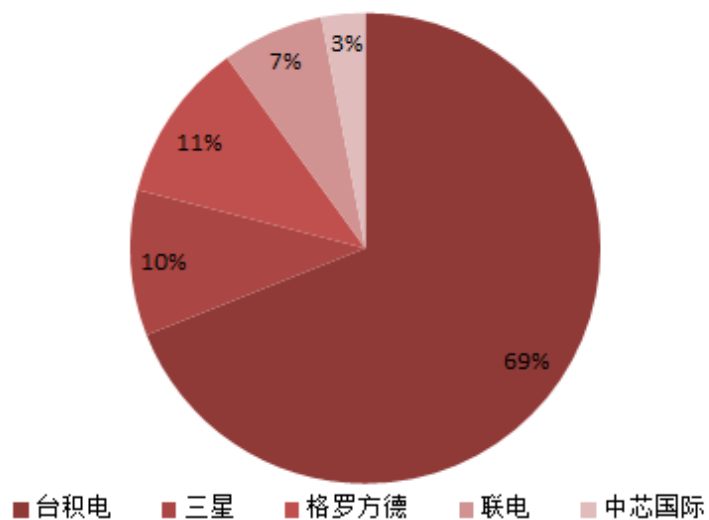
28 纳米

产品 单价

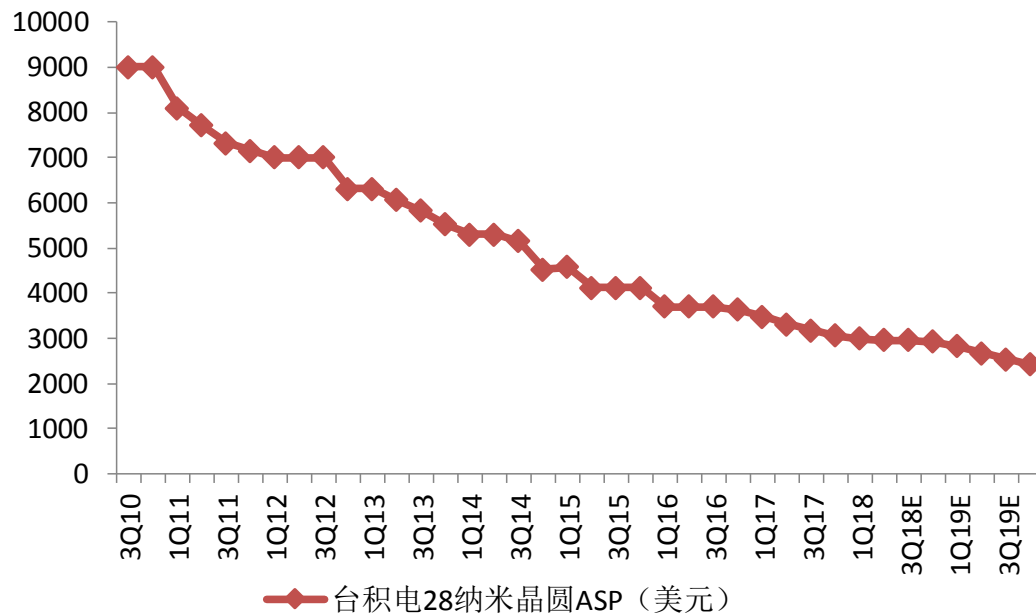
28纳米市场需求及ASP情况

- 根据拓璞产业研究院统计，2017年全球28nm产值达到110亿美元，占全球先进制程代工(包含28nm以下)的40%。2017年台积电稳居28nm制程龙头地位，市占率高达69%，市场集中度高。
- 台积电28nm制程量产至今已经7年，过程中累积了丰富的制程经验及客户关系，加上设备的折旧已接近完毕，台积电28nm晶圆的ASP不断下降，形成强大的成本优势来维护行业地位，2010年Q3时28纳米硅片ASP为9000美元，到2017Q2已降为3300美元，下降幅度超63%，预计到2019年底将进一步降至2400美元。

2017年全球28nm制程产值占比（按企业划分）



台积电28纳米晶圆的ASP变化情况



数据来源：拓璞产业研究院，西南证券整理

28 纳米

中芯 国际

中芯国际28纳米技术三种制程

中芯国际28纳米标准工艺组件选择

Standard Offering		PS	HK	HKC+*
Core Vcc (V)		1.05	0.9	0.9
VT	Ultra-Low	√		√
	Low	√	√	√
	Standard	√	√	√
	High		√	√
1.8V I/O	1.8V UD 1.2V		√	√
	1.8V UD 1.5V	√	√	√
	1.8V	√	√	√
2.5V I/O	2.5V UD 1.8V	√	√	√
	2.5V	√	√	√
	2.5V OD 3.3V	√	√	√

* Developing

数据来源：中芯国际，西南证券整理

- 中芯国际28纳米有3种制程，分别是PolySiON，HKMG和HKC，该公司的28 纳米技术现已成功进入多项目晶圆 (MPW)和量产阶段，并提出发展三阶段，第一阶段的polySion制程已经量产，第二阶段HKMG制程已经在2017年第2季开始产出，而第三阶段是第二代的HKC制程，预计在2018年底量产。

中芯国际28纳米不同制程单价提升情况



数据来源：西南证券

28 纳米

中芯 国际

中芯国际28纳米工艺核心生产线：中芯北方

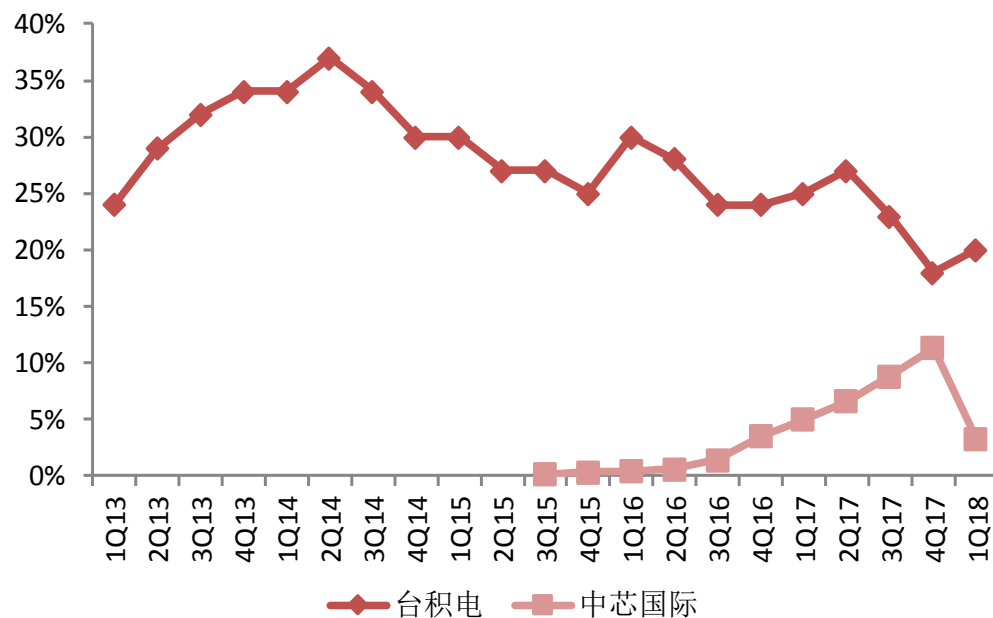
- 中芯北方成立于2013年7月，是中芯国际与北京市政府共同投资设立的12英寸先进制程集成电路制造厂。中芯北方具备两条月产3.5万片的300mm生产线。第一条生产线主要生产40纳米和28纳米Polysion工艺产品；第二条生产线具备28纳米HKMG工艺及更高技术水平。
- 2017年9月30号，第一条产线月产能达3万片；2018年3月30号，第二条产线厂房洁净室交付使用。

中芯北方厂房概念图



数据来源：中芯国际，西南证券整理

台积电和中芯国际28纳米营收占比



数据来源：各公司官网，西南证券整理

28 纳米

竞争 格局

28纳米竞争格局：一超四强一崛起

- ❑ 台积电2011年第四季度率先进行28纳米的量产，长期霸占28纳米市场占有率的第一名。高通骁龙800采用台积电的28nm HPM HKMG标准，高通MSM8960和联发科四核芯片MT6589T芯片使用的是相对较差的28nm LP工艺；
- ❑ 英特尔以技术领先为导向，最先使用HKMG+Gate-Last工艺，最先量产3D晶体管，其制程领先对手可以按代来计算。但是英特尔并不是专做晶圆代工的企业，所以在产能和市场占有率方面比较低；
- ❑ 三星较早采用HKMG工艺，在业界进入HKMG时代之初，又秘密研发后栅极工艺。三星目前的28nm级别制程使用的是HKMG栅极和前栅极工艺。三星自家的Exyons5系列芯片和苹果的A7都是采用的此种工艺；
- ❑ 格罗方德于2013年第四季度实现28纳米工艺的量产，2014年成为继台积电之后28纳米工艺产能最大的晶圆代工厂，产能达到40000片/月；
- ❑ 联电在2014年进行量产28纳米，目前牢牢占据超过8%的市场份额。

一超

四强

一崛起



GLOBAL
FOUNDRIES



中芯国际与其他代工厂在28纳米节点量产时间差距

- 28nm制程技术是台积电历史上的一个转折点，当时三星与格罗方德同时选择了先闸极(Gate-first)方案，而台积电独自选择了后闸极 (Gate-last) 方案，2011年第四季度，台积电首先实现了28纳米全世代制程工艺的量产；
- 格罗方德成立于2009年3月，是从AMD公司亏损后拆分出来的晶圆厂与阿布达比创投基金 (A德州仪器C) 合资成立，A德州仪器C持续投入高额资本在先进制程的研发上，但是进度仍落后于台积电，直到2012年下半年才正式量产28纳米；
- 2013年，联电成功开发28纳米PolySiON制程技术，并通过客户产品验证逐步导入量产。2014年，成功开发28纳米HKMG制程技术，并通过先期客户产品验证逐步导入量产。2015年，成功开发28纳米高效能精简型 (HPC+) 制程技术，提供更低的漏电流及耗电，并导入客户产品试产。

全球四大晶圆厂28纳米量产时间



目录

一、全球半导体制造市场规模及竞争格局

- 全球半导体制造市场及行业格局
- 中国半导体制造行业情况

二、半导体制造制程技术分析

- 28纳米是生命周期相当长的节点
- 先进制程技术之FinFET与GAA
- 先进制程技术之FD-SOI

三、半导体制造全球巨头

- 代工第一梯队台积电和三星以及IDM第一梯队英特尔
- 代工第二梯队：联华电子、格罗方德、中芯国际、Towerjazz
- 化合物半导体代工巨头之稳懋半导体和三安光电

集成电路

制程推进

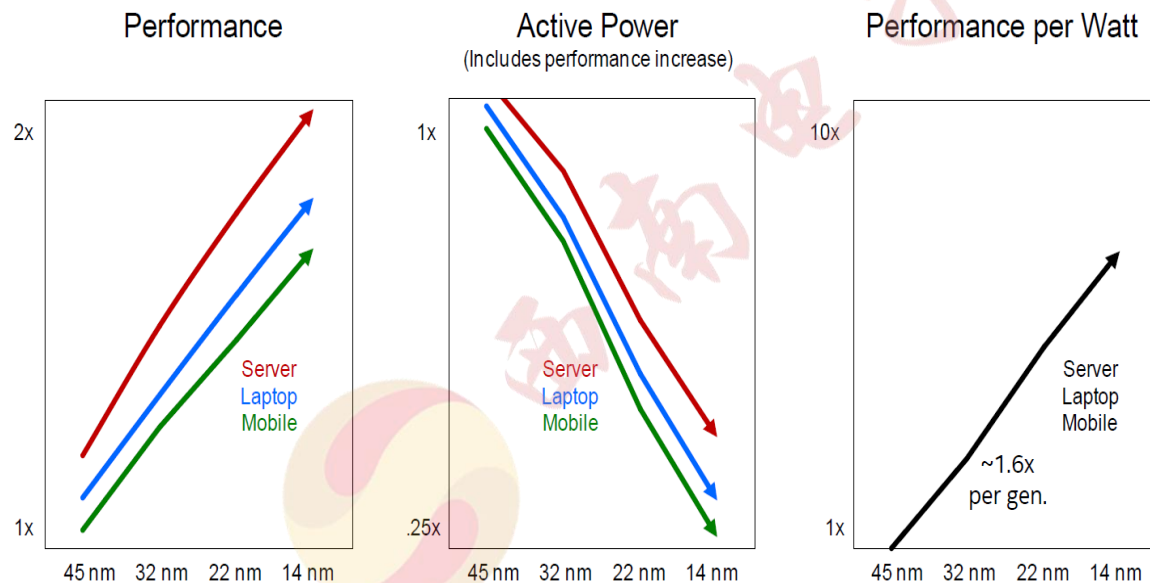
逻辑器件、存储芯片的制程推进情况



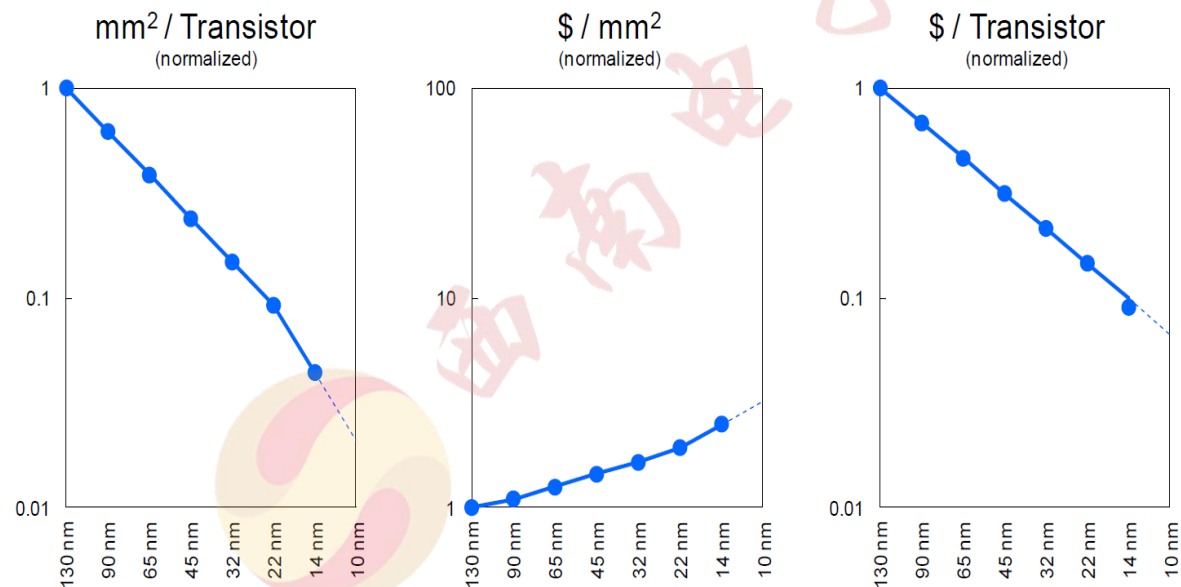
不同制程技术性能功耗和成本优势比较

- 由于制程的减小，单位面积容纳的晶体管数目越多，因此运算速度大大提高，同样，缩减晶体管之间的距离之后，晶体管之间的电容也会更低，由于晶体管在切换电子信号时的动态功率消耗与电容成正比，因此，制程越低功耗越低。制程推进带来的功耗降低和性能提升，也就是性能功耗比会越来越大。
- 制程越低，每个晶体管所占面积也越小，晶体管集成度也越高，当制程从22纳米推进至14纳米时，由于利用了先进的双重图案工艺，每个晶体管所占面积得到了超线性递减。但是14纳米及以下制程由于掩模次数较多会带来成本上的提升，但是从性价比角度上看，制程的缩减还是值得的。

不同制程技术性能功耗比较



不同制程技术成本优势比较



数据来源：英特尔，西南证券整理

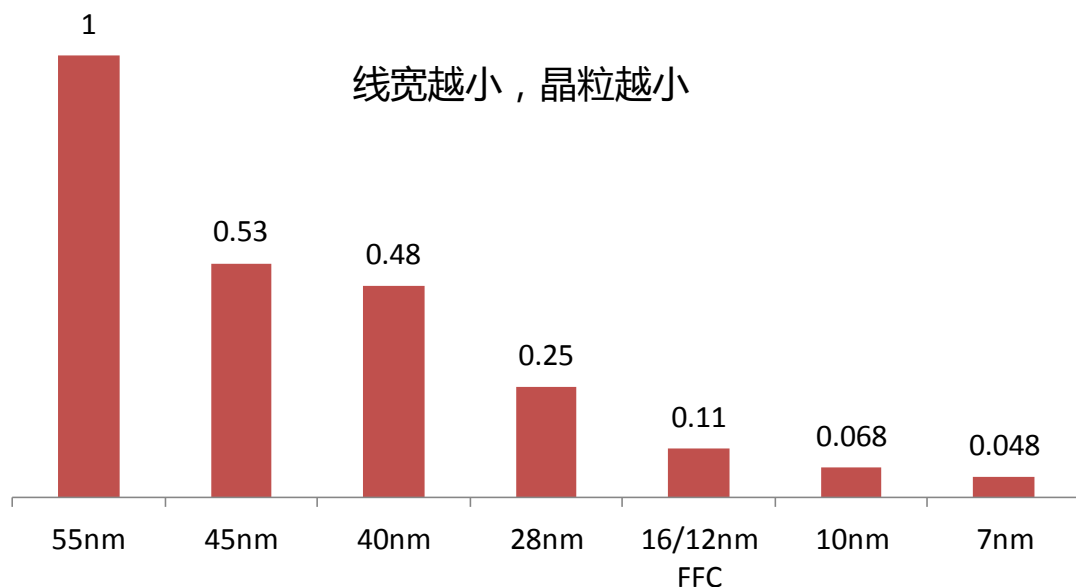
制程
推进

独特
优势

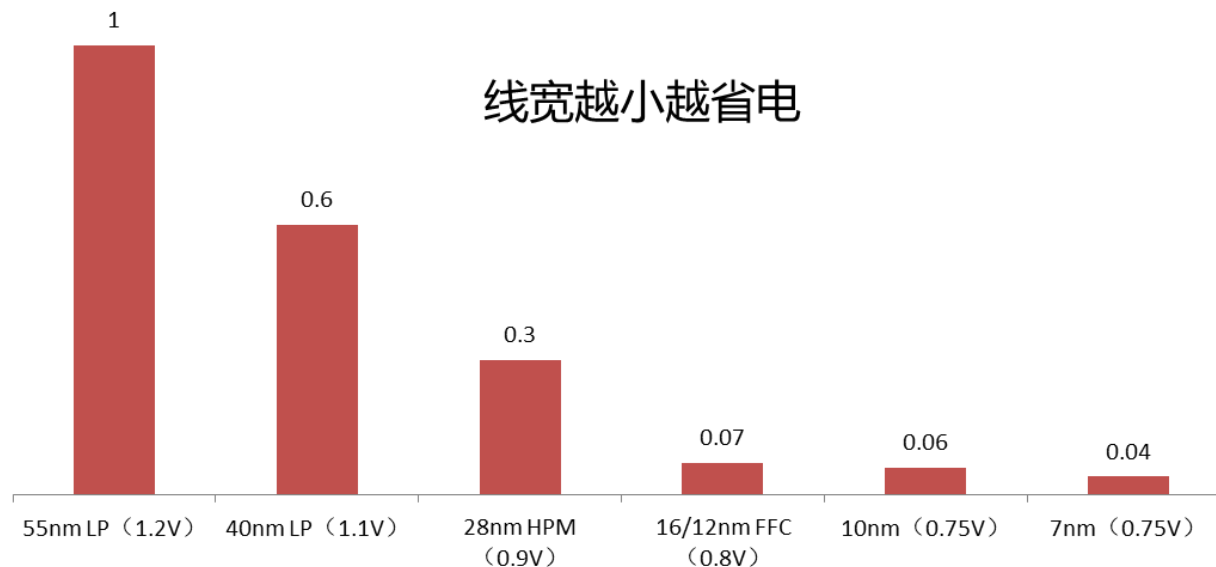
晶圆制程推进带来晶粒尺寸和耗电量的大幅减小

- 根据台积电产品数据，7nm产品的晶粒大小只有28纳米晶粒的五分之一，只有40nm晶粒的十分之一，因此，制程的推进大大减小了晶粒尺寸大小，进一步提高集成度；
- 由于晶粒减小带来的另一大优势是耗电量的减小，7nm芯片的耗电量只有55nm低功耗产品的二十五分之一，只有16/12nm FFC耗电量的一半，大大提高了手机等电子产品的续航能力。

不同技术的产品晶粒大小比较



不同技术的产品使用耗电比较

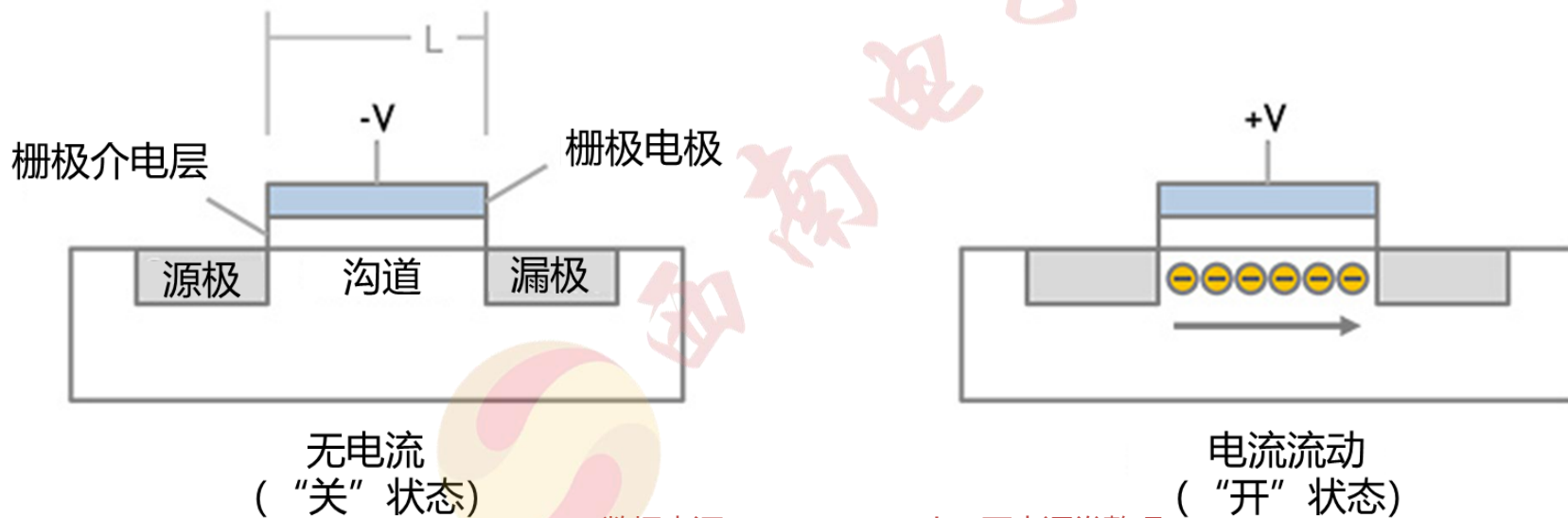


数据来源：台积电，西南证券整理

平面型栅极晶体管基本结构

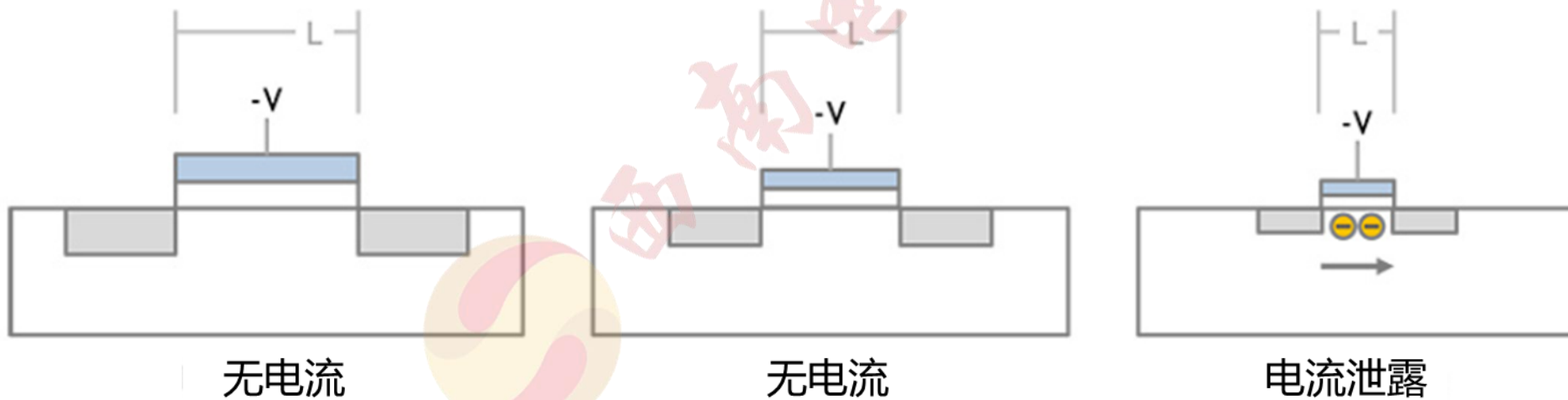
- 晶体管本质上是开关，有两个基本状态：开和关。场效应管使用电场控制沟道中的电导率。与栅栏门允许或限制通行一样，FET栅极可允许或限制源与漏之间的电子流动。在一种常见晶体管（n沟道晶体管）中，对栅极施加正电压时，电子可轻松地由源极流至漏极。如果栅极至源电压为负，则导电沟道堵塞，晶体管中的电子流被切断。通常将FET直接装配在硅片上。绝缘介电层覆盖在硅片表面上，并将成为栅极介电层。导电层（如多晶硅或某种金属）被沉积在介电层上，最终成为栅极电极。使用光刻技术将所需图案转印硅片之上，然后刻蚀该图案部分以界定栅极，并暴露源和漏所在位置。接下来，将离子（如硼或磷离子）注入源和漏区域。该器件结构又名“平面型栅极”。

平面型场效应晶体管中的栅极限制或允许电流流动



- 经过多代产品的发展，如今可以通过缩小栅极长度(L)和施加应力来提高沟道迁移率，从而提高开关速度和晶体管性能。栅极的宽度决定了电流通过时的损耗，宽度越窄，功耗越低。当制程逼近20nm时，栅极对电流控制能力急剧下降，会出现“电流泄露”问题。当晶体管的尺寸缩小到小于10nm时会产生量子效应，这时晶体管的特性将很难控制，即使关闭电流，源和漏之间仍可能出现电流泄漏。这一问题和其他技术挑战使得芯片的生产难度就会成倍增长，因此工程师们开始考虑替代性晶体管设计。

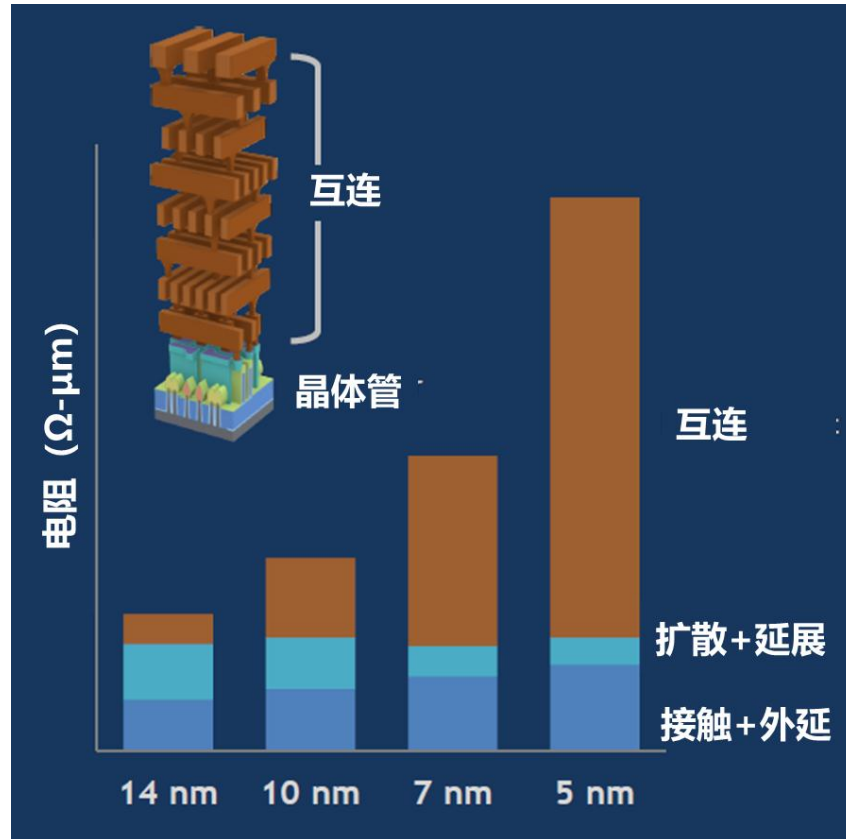
当栅极长度过短时，就会出现短沟道效应（如漏电流）



RC延迟——制程向下扩展的主要瓶颈

- R=电阻，即电流通过导电材料时的难度；C=电容，即绝缘材料保持电荷的程度。RC延迟即由于这两种效应导致的电路布线信号速度延迟。

集成电路互连电阻随制程推进大幅增加



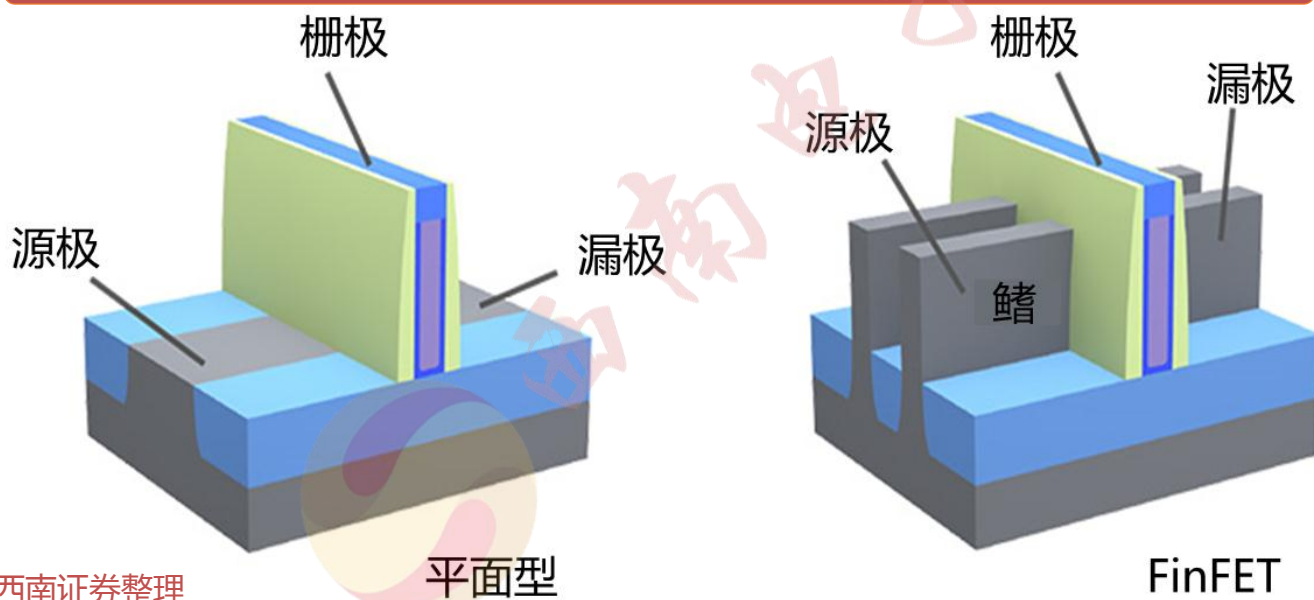
数据来源：Lam Research，西南证券整理

- 逻辑和存储器芯片中的晶体管通过金属布线彼此电连接并与芯片的其他区域电连接。使用非导电（绝缘）介电层将这些导线彼此分开。在逻辑和存储器中，互连的作用是将信号从芯片的一个区域传输到另一个区域。能够尽可能快地完成此任务，同时最大限度地减少信号损失，这对于器件缩放至关重要。
- 在逻辑上，缩放意味着区域缩放，即通过材料 and 设计创新将越来越多的电路封装到更小的区域中。在对价格敏感的DRAM制造中，必须积极地控制成本，因此缩放的重点是从现有材料 and 设计中逐渐获得更好的性能。
- 导线电阻和电容在确定信号在逻辑或存储电路中传输的速度方面起着重要作用。

FinFET是解决20纳米及以下制程电流泄露问题的核心技术

- 重新控制沟道电流的一种方法就是将沟道提升到硅平面以上，从而形成“鳍”，也就是FinFET的设计特征。栅极从鳍状凸起的三面包覆着沟道，而不是仅覆盖沟道。栅极与沟道之间的表面区域越大，电场控制可控性越佳，从而减少“关”状态下的电流泄漏。另一个优势是操作晶体管所需的栅极电压更低，晶体管性能提升，功耗减少。
- FinFET三维几何形状是一个关键技术拐点，也为进一步缩放提供了可能性。通过纵向构建晶体管，芯片制造商能够继续缩小尺寸，在芯片上集成更多的组件。设计师还可选择增加鳍的高度，在不占用更多芯片空间的条件下，允许更多电流通过沟道。

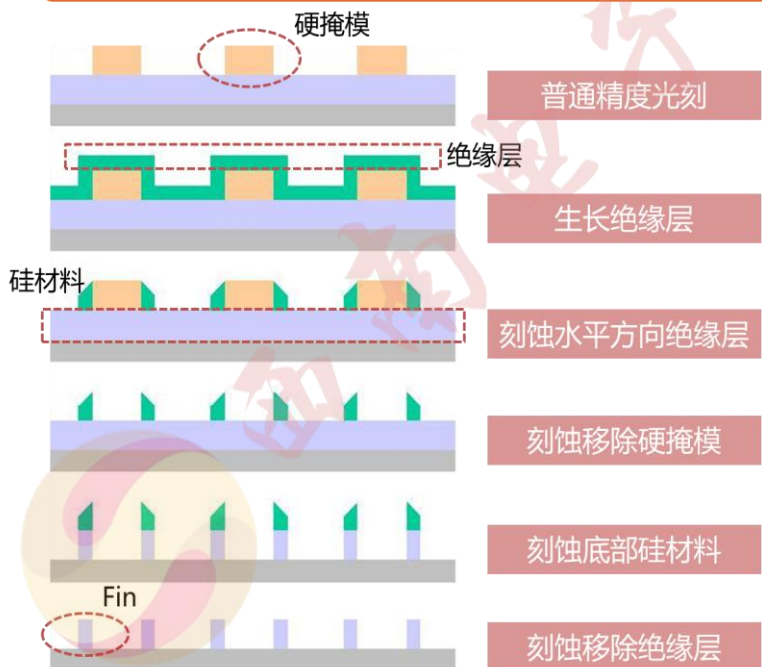
平面结构FET和3D FinFET对比示意图



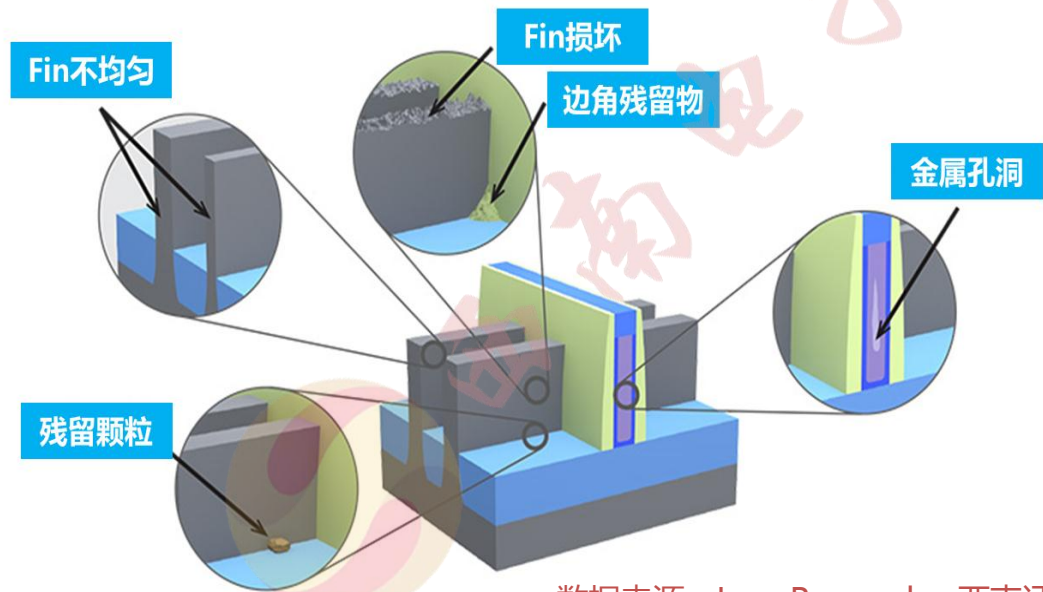
FINFET加工工艺及关键工艺挑战

- 目前尖端的技术使用自对准二重图案成形技术(SADP) 和自对准四重图案成形技术 (SAQP) 创建鳍结构。在这些方法中，间隔层被沉积在牺牲结构的侧壁上，牺牲结构随后通过刻蚀技术去除。最后，间隔层被去除，留下所需的鳍。在整个工艺过程中，必须严格控制每片鳍的高度和宽度，因为这些关键尺寸左右器件性能。
- 去除鳍和栅极边角的残留物需要良好的刻蚀选择性。如果不能有效控制，用于去除边角残留物的高能离子可能损坏暴露的表面。薄而易碎的鳍和栅极结构对湿法清洗工艺也是一个挑战。
- 栅极成型也增加了困难，栅极的各方面必须符合严格要求，晶体管才能正常运行。一个关键的步骤就是用低电阻率的导电材料（如钨）填充栅极，随着结构越来越窄，钨金属的沉积容易留下孔洞。

Double Patterning光刻工艺流程



FinFET结构的一些关键工艺挑战



22nm
VS
14nm

结构
对比

22纳米和14纳米FINFET结构对比

- 14纳米技术在维度标度方面比22纳米更出色。晶体管沟道更深、更薄、彼此之间距离更近，所以可以提高密度，降低电容。改进的晶体管所需沟道更少，所以可以进一步提高密度，而SRAM单元大小几乎只有22纳米晶体管中的一半面积。随着制程的不断减小，FinFET结构也变得越来越精细。根据英特尔数据，22纳米工艺的Fin的高度为34纳米，Fin之间的间距pitch为60纳米。当制程缩减为14纳米时，Fin的高度提升至42纳米，pitch缩减为42纳米，这对工艺要求带来了更高的要求。

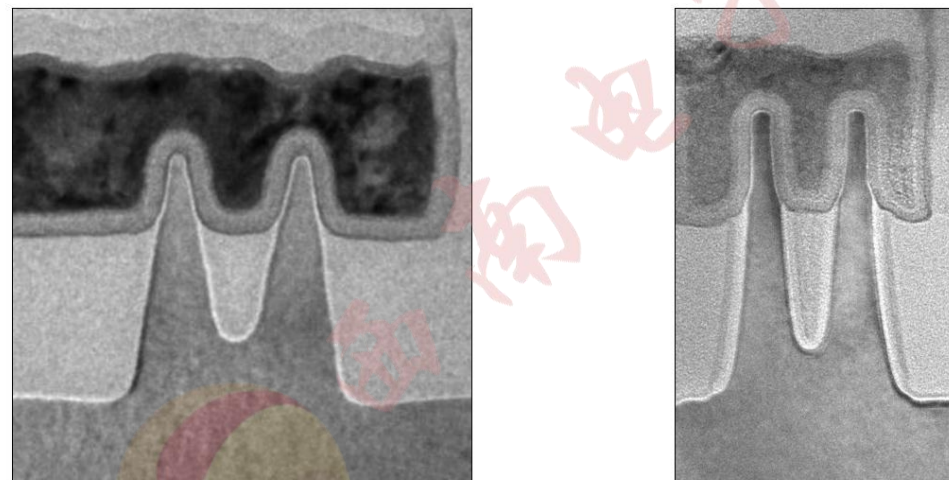
22纳米和14纳米Fin的尺寸比较示意图



22 nm Process

14 nm Process

22纳米和14纳米Fin的实物示意图



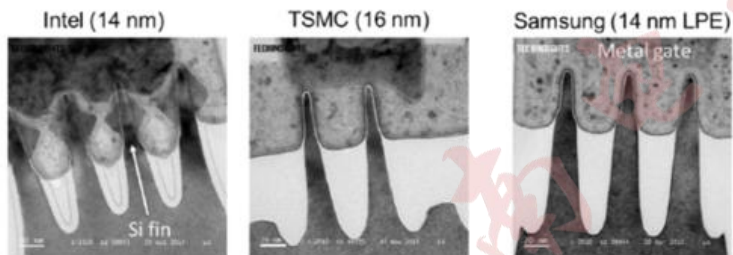
22 nm 1st Generation
Tri-gate Transistor

14 nm 2nd Generation
Tri-gate Transistor

英特尔、台积电、三星14/16纳米的区别

- 从半导体分析厂商Linley Group 与系统还原工程与分析厂商Techinsights 实际分析的结果，包含英特尔、台积电与三星在14/16 纳米实际线宽其实都没达到其所称的制程数字，台积电16 纳米制程实际测量最小线宽是33 纳米，16 纳米FinFET Plus 线宽则为30 纳米，三星第一代14 纳米是30 纳米，14 纳米FinFET 是20 纳米，英特尔14 纳米制程在两家机构测量结果分别为20 纳米跟24 纳米；
- 而三星14 纳米制程电子显微镜图相比较起来，和英特尔14 纳米制程还比较相近，加以Ashraf Eassa 用台积电宣称16 纳米FinFET Plus 能比三星最佳的14 纳米技术在相同功率下，效能比三星提升10% 来推测，台积电16 纳米FinFET Plus 的晶体管结构应与三星相差不远，甚至鳍片(fin)会更加细长。

英特尔、台积电、三星16/14nm FinFET比较

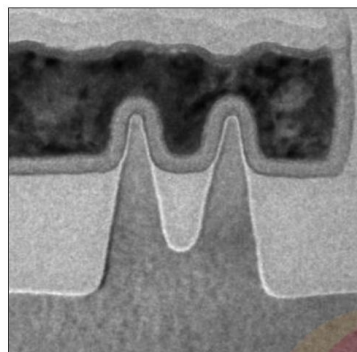


Feature	Intel	TSMC	Samsung
Gate length (nm)	24	33	30
Min contacted gate pitch (nm)	70	90	78
Fin height under gate (nm)	42	37	37
Fin pitch (nm)	43	45	49
Min metal pitch (nm)	52	70	67

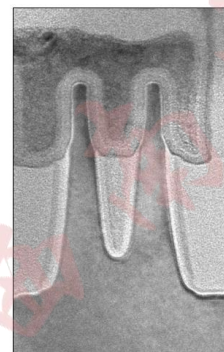
英特尔晶体管尺寸
小于台积电和三星

数据来源：Techinsights，西南证券整理

英特尔22nm和14nm FinFET实物图



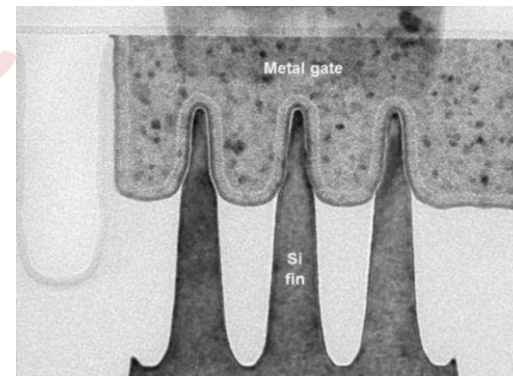
22 nm 1st Generation
Tri-gate Transistor



14 nm 2nd Generation
Tri-gate Transistor

数据来源：英特尔，西南证券整理

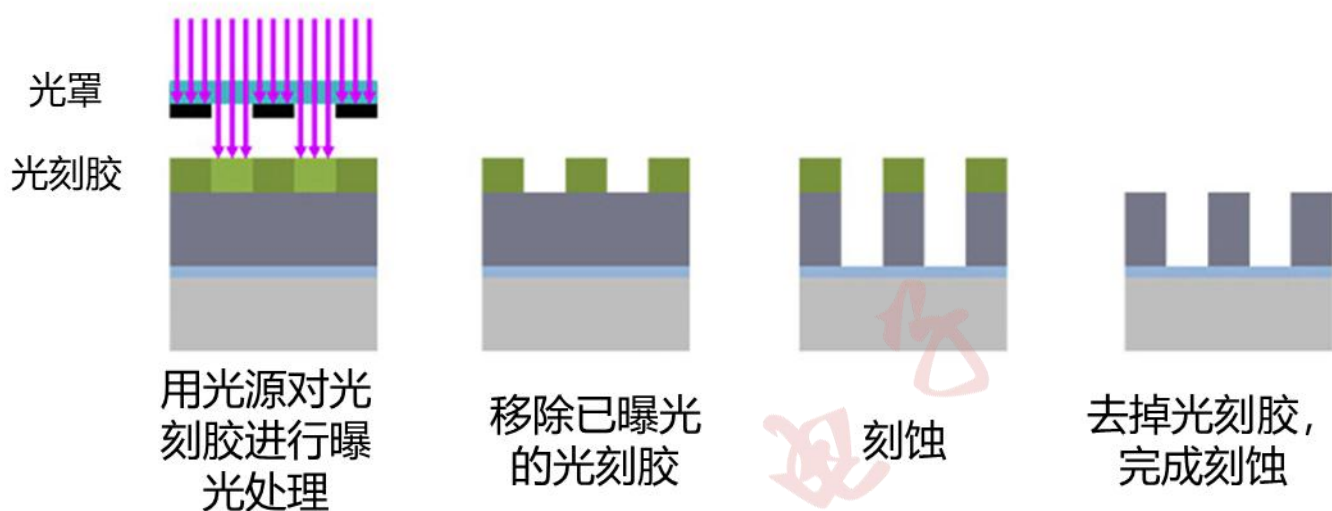
三星14 纳米制程电子显微镜图相



数据来源：The Motley Fool，西南证券整理

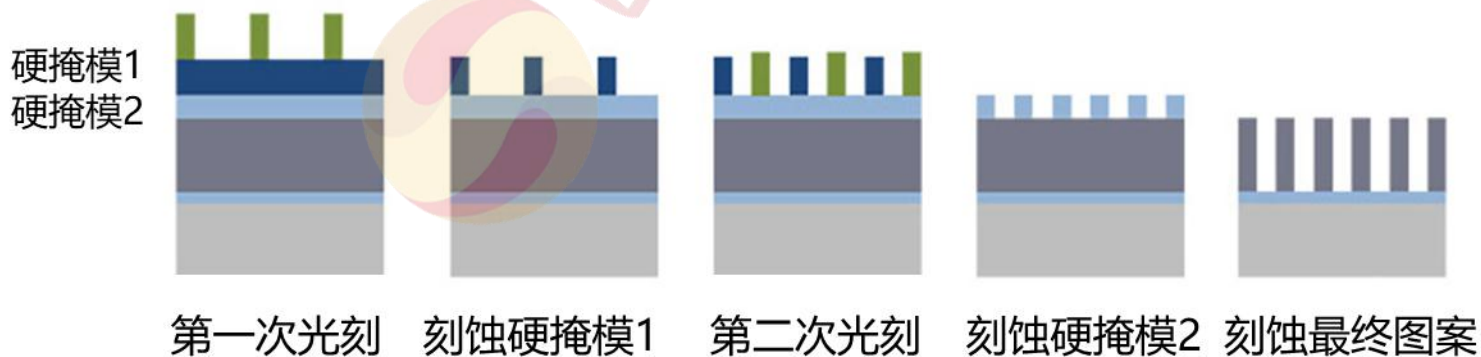
双重图案技术用来增加一倍图案密度

普通光刻技术



数据来源：Lam Research，西南证券整理

双重图案技术

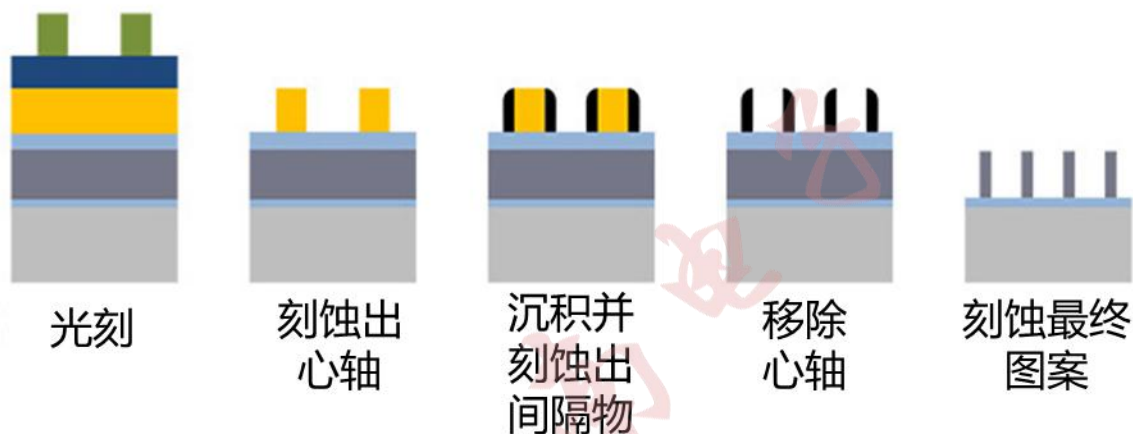


数据来源：Lam Research，西南证券整理

- 最简单的多重图案工艺是双重图案，它将特征密度提高了两倍。最广泛采用的双图案化方案之一是双曝光/双蚀刻（LELE）。该技术将给定的图案分成两个密度较小的部分。通过在光刻工艺中曝光光刻胶，然后蚀刻硬掩模，将第一层图案转移到下面的硬掩模上。然后将第二层图案与第一层图案对准并通过第二次光刻曝光和刻蚀转移到硬掩模上。最终在衬底上进行刻蚀，得到的图案密度是原始图案的两倍。

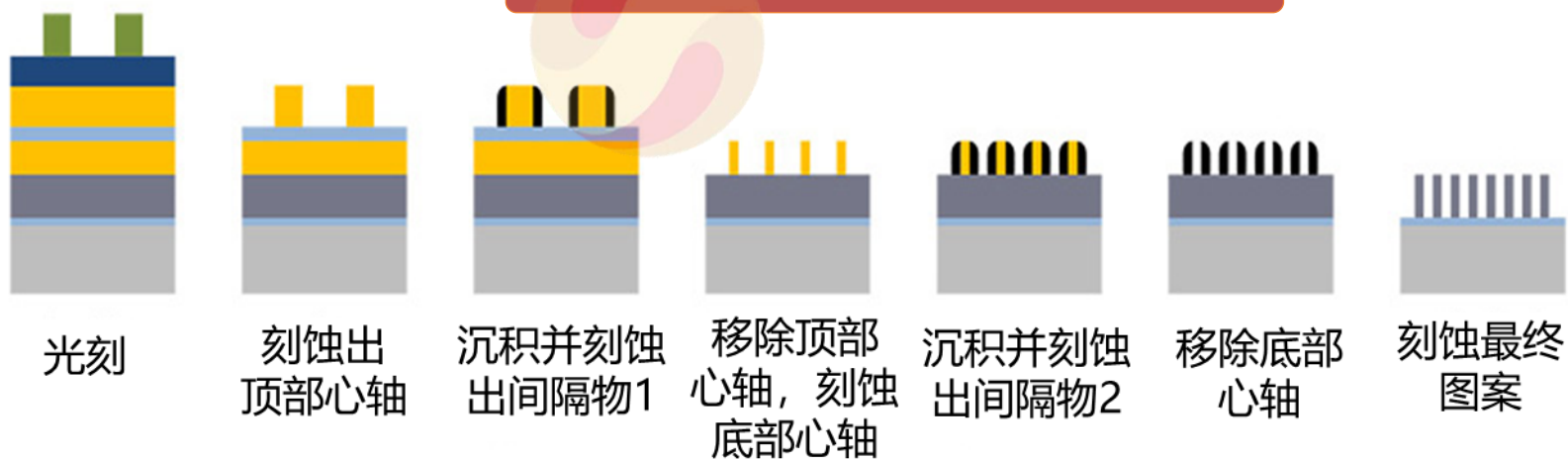
自对准的双重图案技术

双重图案技术中的自对准间隔技术



数据来源：Lam Research，西南证券整理

双重图案技术中的自对准间隔技术



数据来源：Lam Research，西南证券整理

- 自对准双重图案(SADP)技术是通过沉积和刻蚀工艺在心轴侧壁上形成的间隔物。然后通过一个额外的刻蚀步骤移除心轴，使用间隔物来定义所需的最终结构，因此特征密度增加了一倍。SADP技术主要用于FinFET技术中的鳍片形成、线的互连以及存储设备中的位线/字线的形成，其关键的优点在于避免了在LELE期间时可能发生的掩模不对齐。

- 将SADP加倍可以得到四重图案化工艺 (SAQP)。193nm浸没式光刻的SADP可以实现~20nm的半间距分辨率，但是SAQP可以实现~10nm的半间距分辨率。

光刻机技术变迁

- 芯片追求更快的处理速度，需要缩短晶体管内部导电沟道的长度，而**光刻设备的分辨率决定了IC的最小线宽**。因而，光刻机产品的升级就势必要往更小分辨率水平上发展,光刻机演进过程是随着**光源改进和工艺创新**而不断发展的。
- 根据所用光源改进和工艺创新，光刻机经历了**5代产品**发展，每次光源的改进都显著提升了光刻机所能实现的**最小工艺节点**。

	光源		波长 (nm)	对应设备	最小工艺节点 (nm)	说明
第一代	DUV	g-line	436	接触式光刻机	800-250	易受污染，掩膜板寿命短
				接近式光刻机	800-250	成像精度不高
第二代	DUV	i-line	365	接触式光刻机	800-250	易受污染，掩膜板寿命短
				接近式光刻机	800-250	成像精度不高
第三代	DUV	KrF	248	扫描投影式光刻机	180-130	采用投影式光刻机，大大增加掩膜板寿命
第四代		ArF	193	步进扫描投影光刻机	130-65	最具代表性的一代光刻机，但仍面临45nm制程下的分辨率问题
	浸没式步进扫描投影光刻机			45-22		
第五代	EUV		13.5	极紫外光刻机	22-7	成本过高，技术突破困难

光刻机技术变迁

- 1970s中期以前主要采用的是接触式光刻机，分辨率在**微米级**。之后发展到接近式光刻机，实现了超过**3 μm 分辨率**。1986年ASML首先推出步进式扫描投影光刻机，实现了光刻过程中掩模和硅片的同步移动，突破了以往硅片的静止状态，将芯片的制程和生产效率提升一个台阶。
- 双工作台、沉浸式光刻等新型光刻技术的创新与发展也在不断提升光刻机的工艺制程水平，双工作台使得光刻机的生产效率提升**大约35%**。ASML于2007年成功推出第一台浸没式光刻机，这也成为ASML全面超越尼康、佳能的关键转折点。

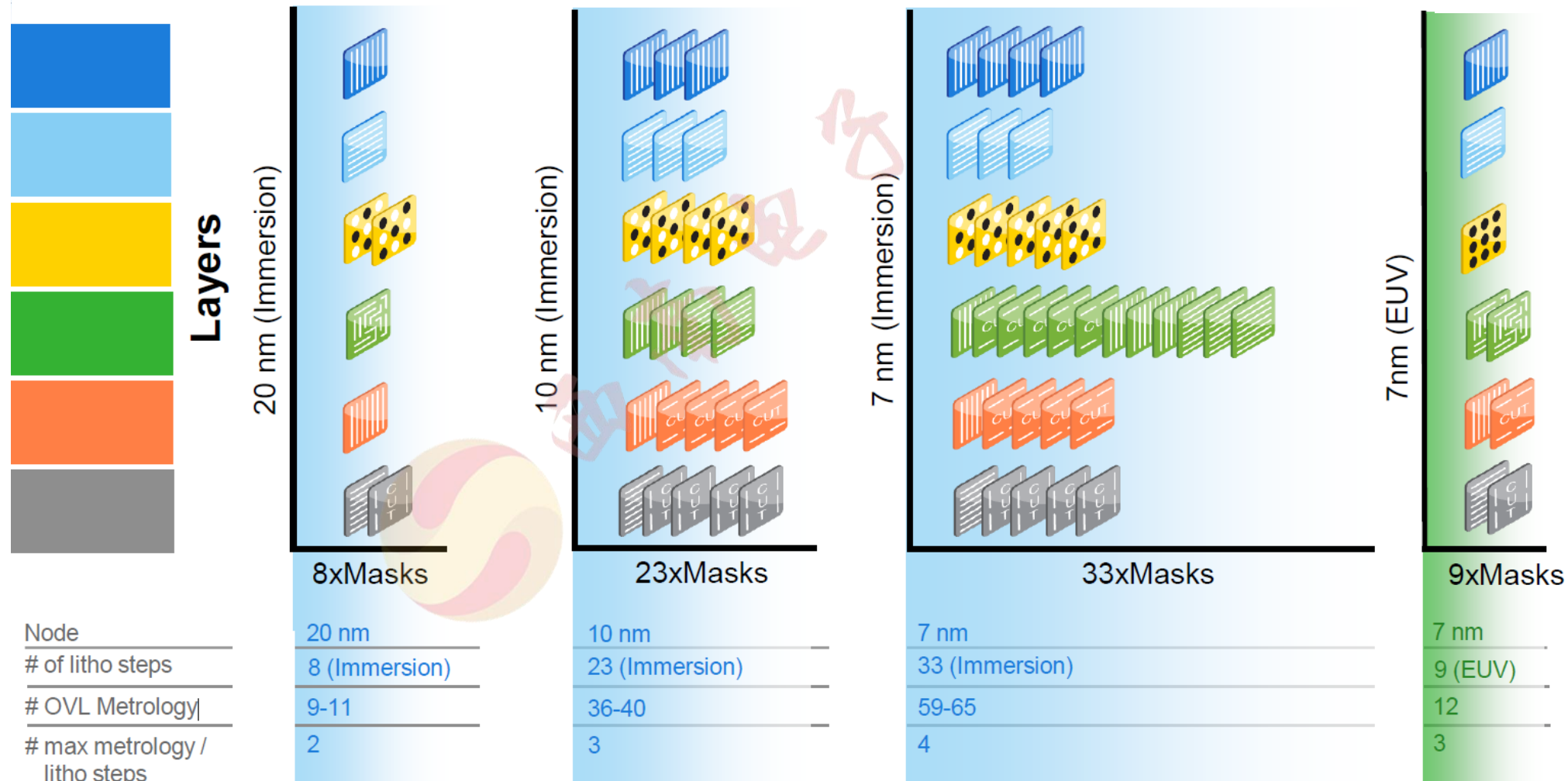


7纳米制程

EUV技术

EUV是解决7纳米及以下制程的关键光刻工艺

□ EUV光刻机可以极大地提高了光刻工艺的效率，同样在7纳米工艺环节下，使用浸没式光刻机需要33个掩膜版，进行33次光刻步骤，59-65次覆盖度量工艺，但是使用EUV光刻技术，只需要9个掩膜版，进行9次光刻步骤，12次覆盖度量工艺。



数据来源：ASML，西南证券整理

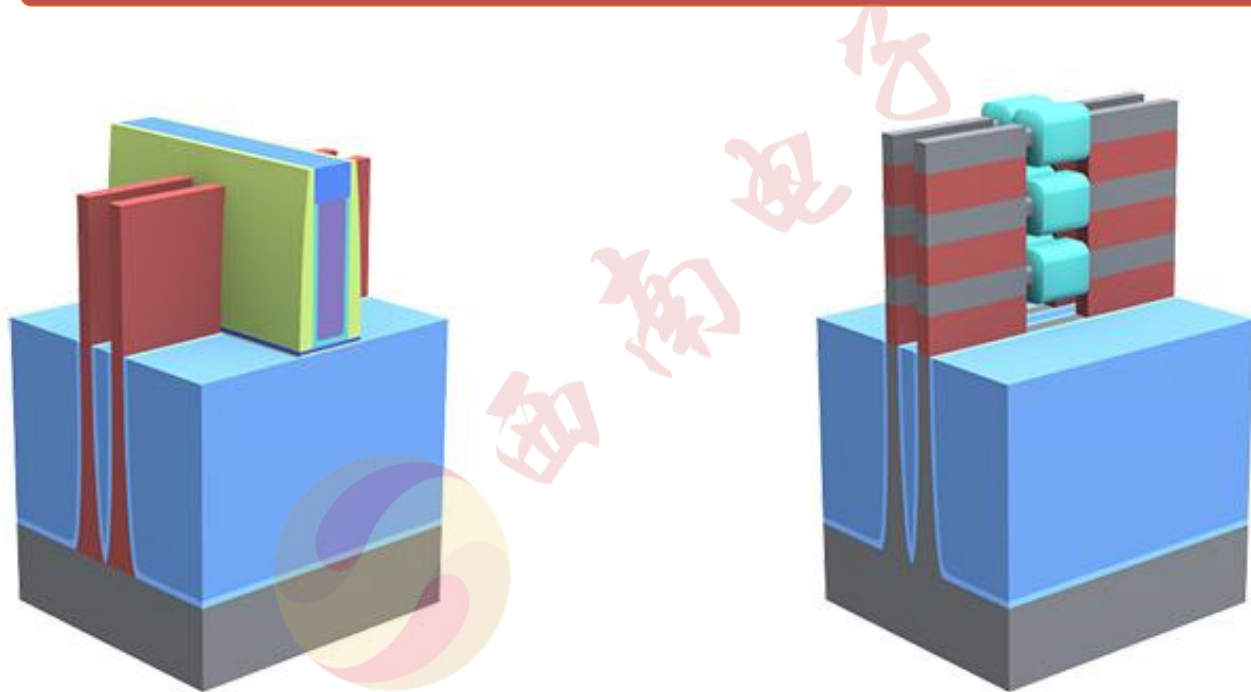
7纳米
以下

全包覆
栅极

GAA晶体管将是未来最有可能突破7nm以下FinFET工艺的候选技术

- FinFET架构延续了摩尔定律，目前的设计已经扩展到10nm技术节点。尽管这一成就令人瞩目，但业界已经着手研究如何继续缩放晶体管。
- 为提高沟道迁移率，从而提高晶体管速度，制造鳍的新材料（如锗）正在酝酿。还有组织正在尝试从四面包覆沟道的FET栅极。“全包覆栅极”或“纳米丝”方法是应7nm或5nm 节点而生的概念。此外，单原子晶体管也在人们的考虑之中。

未来的晶体管结构可能采用新的鳍材料或“全包覆栅极”设计



数据来源：Lam Research，西南证券整理

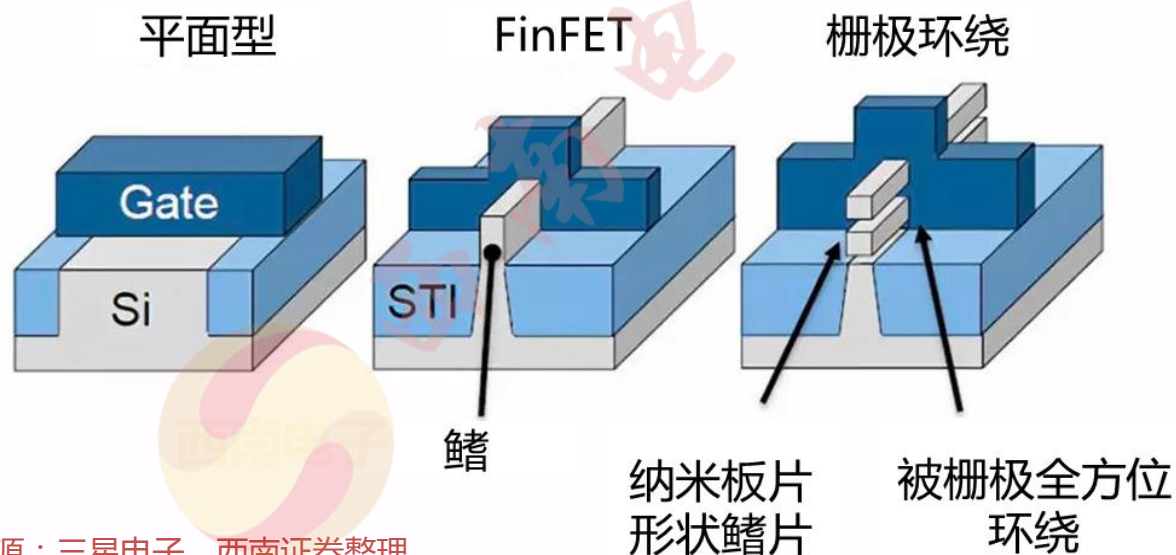
7纳米
以下

GAA
晶体管

GAA晶体管将是未来最有可能突破7nm以下FinFET工艺的候选技术

- GAA（环绕栅极）相比FinFET三栅极设计，将重新设计晶体管底层结构，克服当前技术的物理、性能极限，增强栅极控制，性能大大提升。自二十一世纪初以来，三星和其他公司一直在开发GAA技术。GAA晶体管在通道的所有四个侧面都有一个栅极，用于克服FinFET的物理缩放比例和性能限制，包括电源电压。自2002年以来，三星专有的GAA技术被称为多通道FET（MBCFET），使用纳米片器件来增强栅极控制，显着提高晶体管的性能。
- MBCFET属于水平沟道栅极环绕技术(Horizontal gate-all-around, 简称水平GAA)的一种，三星是采用纳米板片形状的鳍片，有些厂商则倾向横截面为圆形纳米线形状的鳍片，均属于水平GAA，其它的变体还包括六角形鳍片，纳米环形鳍片等。三星规划是在2020年开始在3nm节点量产GAA即MBCFET技术，但Gartner代工厂研究副总裁Samuel Wang预计，三星将在2022年左右正式量产GAA晶体管，不过看起来进展速度比预期更快。

三种类型的场效应管结构对比



数据来源：三星电子，西南证券整理

目录

一、全球半导体制造市场规模及竞争格局

- 全球半导体制造市场及行业格局
- 中国半导体制造行业情况

二、半导体制造制程技术分析

- 28纳米是生命周期相当长的节点
- 先进制程技术之FinFET与GAA
- 先进制程技术之FD-SOI

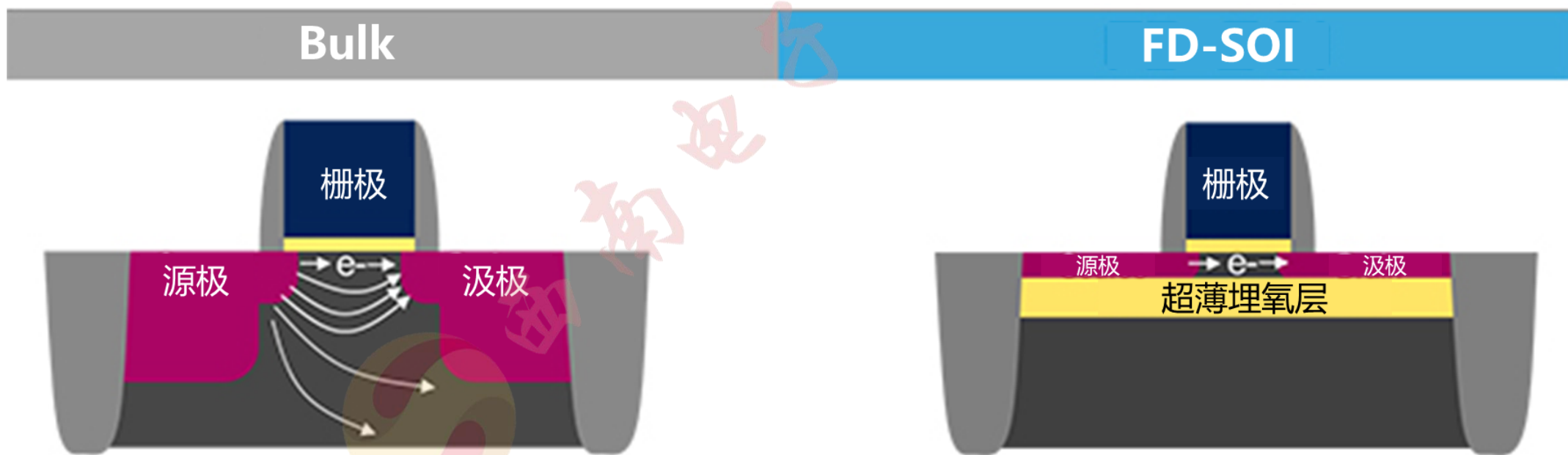
三、半导体制造全球巨头

- 代工第一梯队台积电和三星以及IDM第一梯队英特尔
- 代工第二梯队：联华电子、格罗方德、中芯国际、Towerjazz
- 化合物半导体代工巨头之稳懋半导体和三安光电

FD-SOI-利用埋氧层降低泄漏电流

- 2010年后，持续数十年的Bulk CMOS工艺技术在20nm走到尽头。早在1999年，胡正明教授提出两种可行方案：一是立体型结构的FinFET晶体管，另外一种是基于SOI的超薄绝缘层上硅体技术(UTB-SOI，FD-SOI晶体管技术)；
- SOI特点是特殊材料、普通工艺。而FinFET的特点是普通材料，特殊工艺。FD-SOI是一种平面工艺技术，相对于Bulk CMOS主要多了一层叫做埋氧层的超薄绝缘层位于基硅顶部，用于形成一个超薄的晶体管通道，由于通道非常薄，所以没有必要掺杂通道，从而使晶体管完全耗尽。

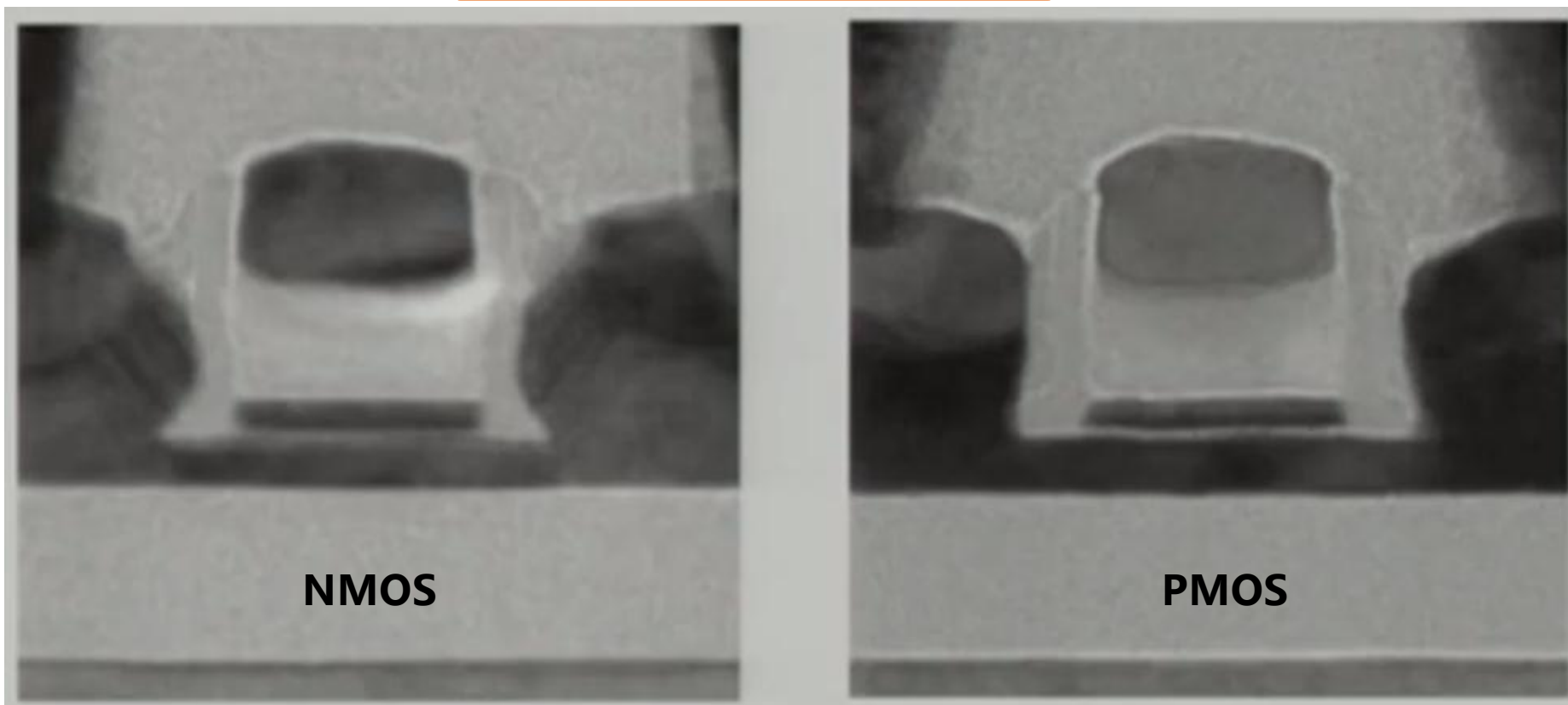
局部浸没法示意图



FD-SOI-利用埋氧层降低泄漏电流

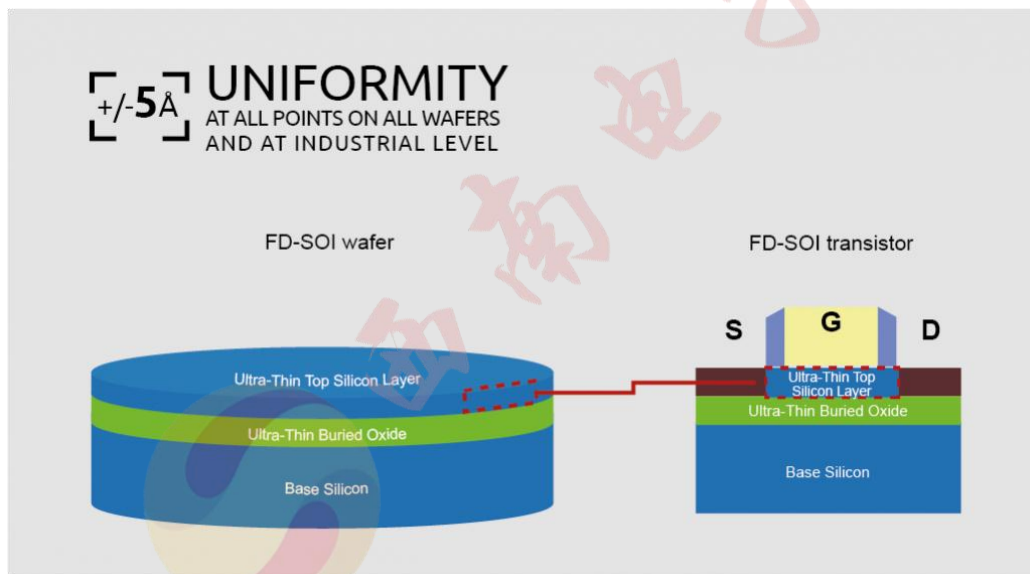
- 有一个前栅极整合工艺，在N型金属氧化物半导体和P型金属氧化物半导体区域各有一个双凸源极/汲极。栅极下有一个完全耗尽通道区域，并由绝缘氧化层与体分隔开来，是全耗尽绝缘硅中电流容量及功耗大量降低的原因。氧化层隔离了基体，也就是全耗尽绝缘硅晶体管的背栅极，这个背栅极可以发挥潜在性能，动态地控制N型金属氧化物半导体及P型金属氧化物半导体晶体管的阈值电压。

格罗方德FD-SOI投射电子显微镜图像

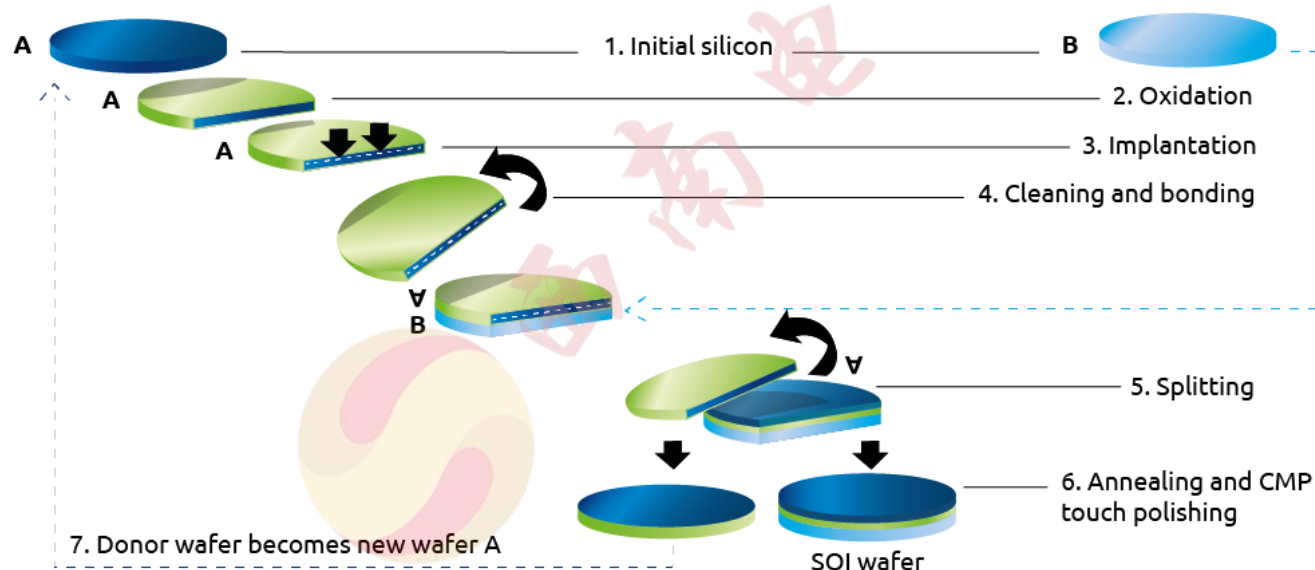


- FD-SOI使晶体管能够以完全耗尽模式工作，与部分耗尽模式（部分耗尽SOI，PD-SOI）或批量技术相比，这具有许多优势。为了实现这一点，FD-SOI晶片对于顶层和BOx层需要非常薄且非常均匀。BOx的功能类似于真正的第二栅极，并允许芯片制造商轻松调整晶体管的阈值电压。
- 要在300mm直径的晶圆面积上制作厚度规格只有 11 ± 1 个原子层的单晶硅层将会是一件十分困难事情，目前制造FD-SOI晶圆主流工艺是著名的Smart CutTM工艺，晶圆A首先要经过一次氧化步骤，接着是高剂量的离子注入，在经过一个仔细的清洗步骤后，晶圆A通过分子键合工艺与晶圆B实现结合。之后，在晶圆A的“薄弱”层上实现与晶圆B的精确剥离，而形成具有SOI结构的新晶圆，最后经过其他抛光工艺步骤后使其顶部硅薄层达到所需的规格厚度。

FD-SOI硅片基本结构



适用于FD-SOI应用的Smart Cut工艺



FD-SOI的应用级优势

数字表现



- FD-SOI在性能方面超越了批量技术，运行速度提高了50%以上，功耗降低了18%，并且能够实现非常接近FinFET器件的频率。

混合信号性能



- FD-SOI具有独特的模拟性能，这得益于其低可变性特性，其体偏置特性以及2D器件架构，与3D器件相比，它具有更少的寄生电容。

可靠性



- FD-SOI提供比标准批量处理技术更好的可靠性，软错误率(SER)提高了100倍至1000倍。

超低功耗



- FD-SOI是一种低功耗技术，允许工作电压低至0.4V，适用于每次操作能耗最低的应用。

可调功率/性能点

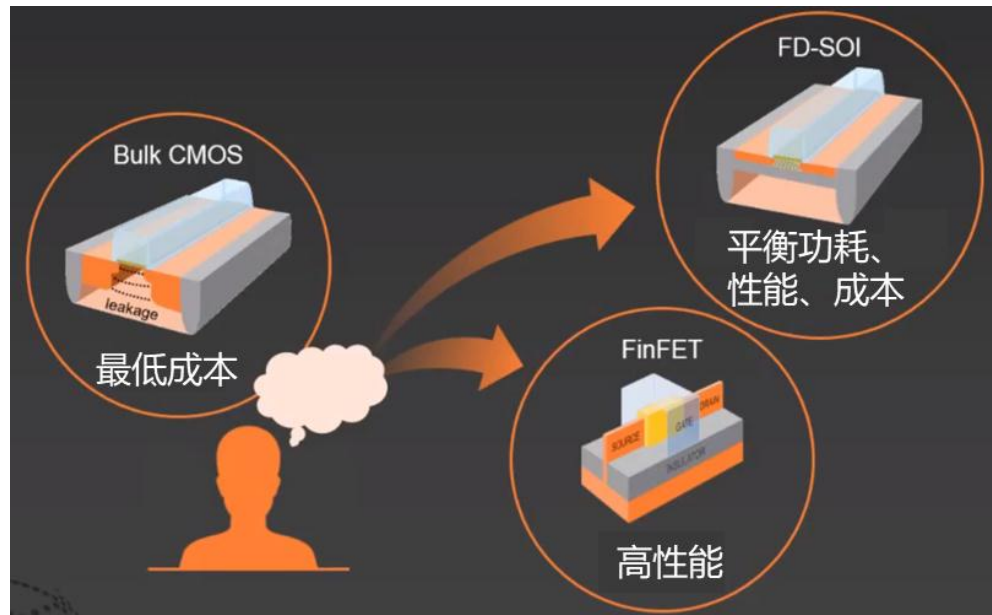


- 由于其薄型BOX，FD-SOI受益于广泛的反向偏置能力，可根据应用轻松调整功率/性能权衡。

FD-SOI适用于那些需要在功耗、性能和成本中进行更加平衡考虑的应用

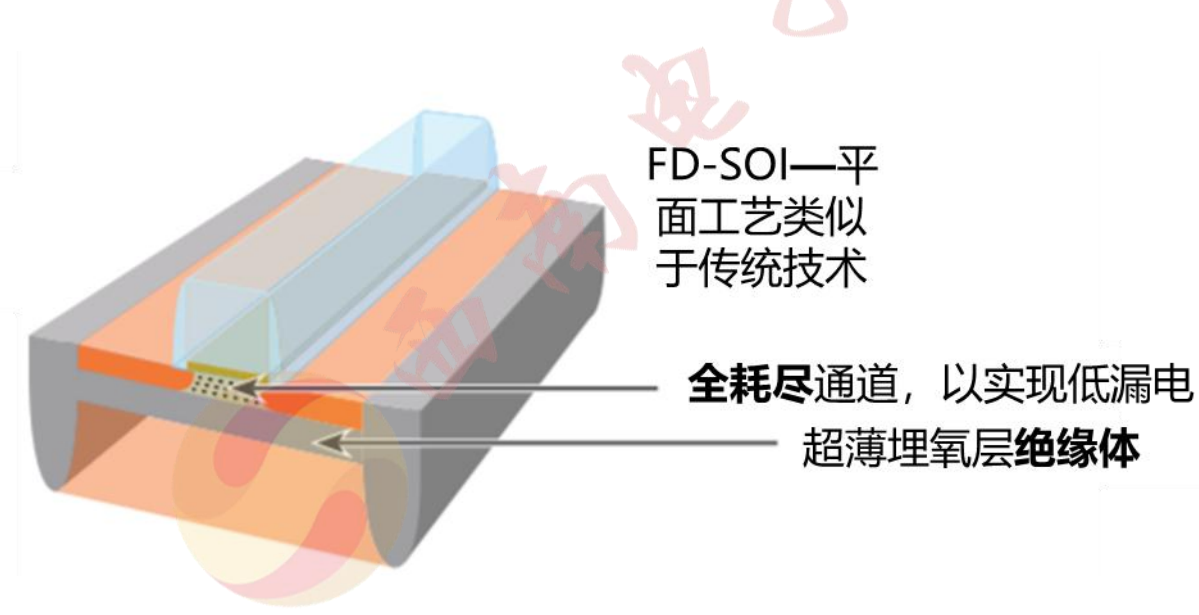
- FinFET是包含重要数字内容的超高性能应用的最佳选择，比如高性能计算，服务器或高端智能手机应用处理器；FD-SOI适用于那些需要在功耗、性能和成本中进行更加平衡考虑的应用。
- 2015年7月23日，格罗方德推出22FDX技术平台，这是业界第一个22纳米FD-SOI平台。相对于28纳米节点工艺，它的裸晶尺寸缩小了近20%。22nm FD-SOI晶体管技术能够以28nm平面技术的成本，提供与FinFET类似的性能和能效，并且相比28nm可降低功耗最高达70%。22FDX同时兼具高频率、高自增益和高电流效率性能，可实现高效、超低功耗的射频/模拟设计。

Bulk CMOS、FinFET和FD-SOI应用场景



数据来源：格罗方德，西南证券整理

格芯22FDX® 22nm FD-SOI 工艺技术平台



数据来源：格罗方德，西南证券整理

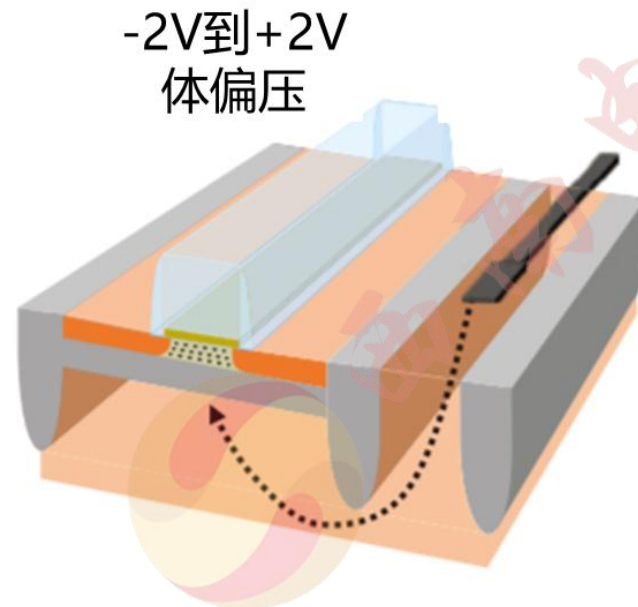
- FinFET为高度数字化的最高性能设计提供了优势。这些设计经常出现在高性能计算、服务器或高端智能手机的应用中。在其他设计中，性能和功耗都很重要，整体处理效率和电池寿命则尤为关键。全耗尽绝缘体上硅（FD-SOI）为这些设计提供显著的低功耗、低成本和处理效率的优势，用于主流移动应用处理器、无线网络、物联网（IoT）、可穿戴设备和智能传感器。
- 22FDX™平台最显著的特征之一，在于它是为有效的体偏压而架构。体偏压在晶体管的背栅极添加正电压或负电压。这使得晶体管Vt可控，并且可在软件控制下通过静态或动态方式实现。

22FDX和FinFET产品之间互相补充



数据来源：格罗方德，西南证券整理

正向和反向体偏压动态调整



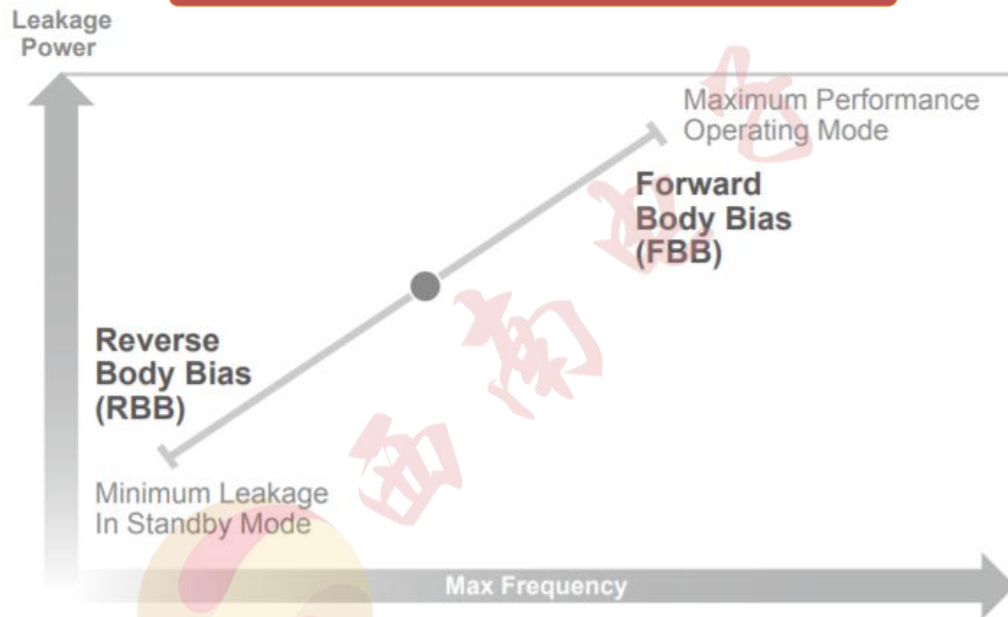
- 正向体偏压（FBB）可实现低至0.4V电压下的操作，且无速度损失
- 反向体偏压（RBB）可实现低至每微米1皮安的低漏电
- 动态体偏压可实现运行时性能与功耗之间的权衡调整
- 可用于减少裸晶和/或裸晶间的不确定因素

数据来源：格罗方德，西南证券整理

动态体偏压提供了最佳性能和功耗的权衡

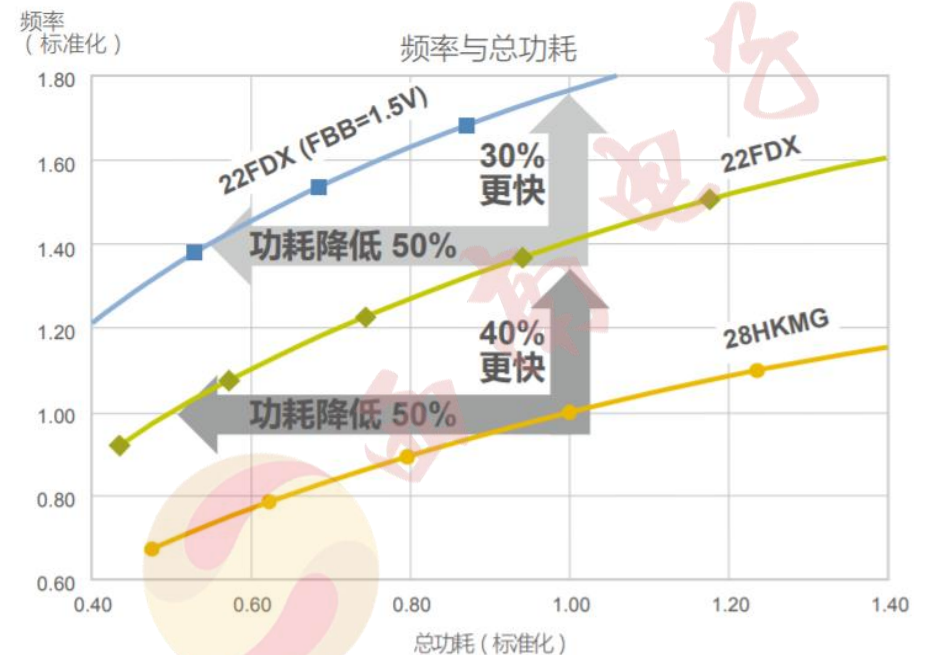
□ 22FDX™技术的设计重点是超过现有28nm工艺的性能和功耗目标。相较于28nm HKMG，基础22FDX™制程可在相同频率下降低高达50%的功耗，或是在相同的总功耗下增快40%的性能。此外，22FDX还可利用正向体偏压进一步优化，它可进一步降低功耗，或在加速运行模式下进一步提高速度。这项独特的能力提供了与FinFET相当的性能以及可降至0.4伏特的低Vdd运行22FDX™平台最显著的特征之一，在于它是为有效的体偏压而架构。体偏压在晶体管的背栅极添加正电压或负电压。这使得晶体管Vt可控，并且可在软件控制下通过静态或动态方式实现。

动态体偏压优化功耗与性能



数据来源：格罗方德，西南证券整理

相较于28nm HKMG，22FDX功耗更低、性能更高



数据来源：格罗方德，西南证券整理

FD-SOI制程：西方冷，东方热

- 不过尽管FD-SOI号称有上述诸多优势，对于该制程的生产良率、专用晶圆片价格与供应来源稳定性，还有大量生产确切时程、整体技术支援生态系统完整性，产业界仍有诸多疑虑；因此虽然FD-SOI在欧洲有ST、恩智浦(NXP)等支持者，三星、GlobalFoundries等也分别积极推广自家FD-SOI代工业务，该技术在市场的讨论热度与能见度一直偏低，特别是在西方；
- 2017年2月，GlobalFoundries宣布投资100亿美元在中国大陆成都高新西区建立12吋晶圆厂(图2)，2018年开始营运的第一期生产线会是转移自该公司新加坡厂之为较成熟的180/130纳米制程，第二期为转移自其德国Dresden厂的22FDX FD-SOI制程生产线，预计2019年开始营运。

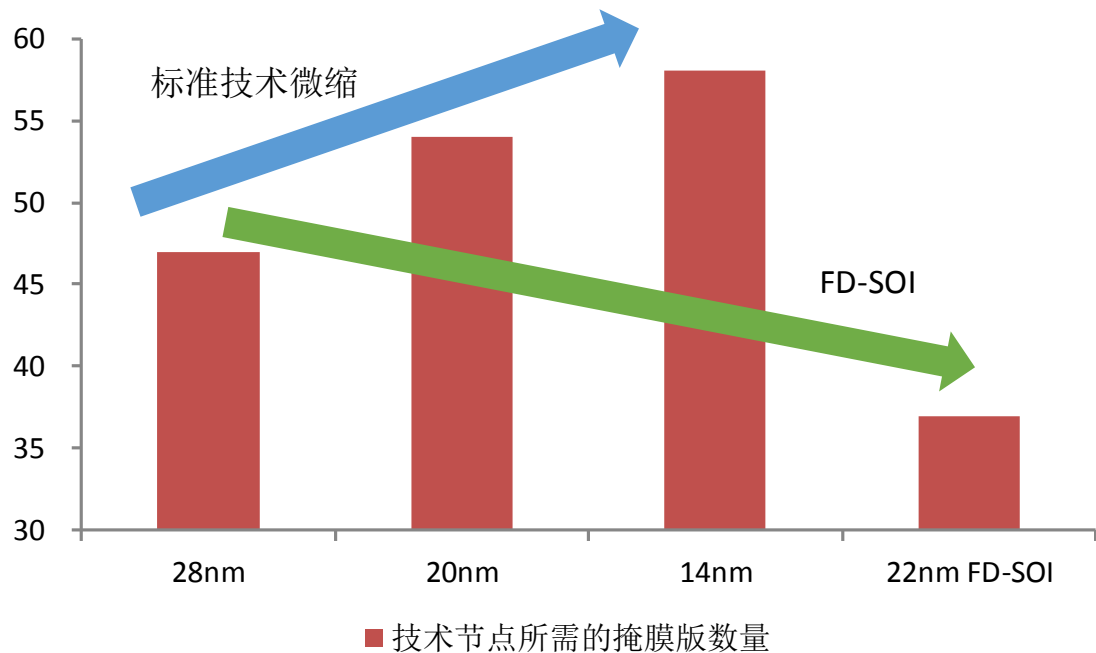
格罗方德在中国成都兴建12英寸厂Fab 11，预计2019年量产的第二阶段生产线为22FDX



FD-SOI成本分析及潜在市场规模

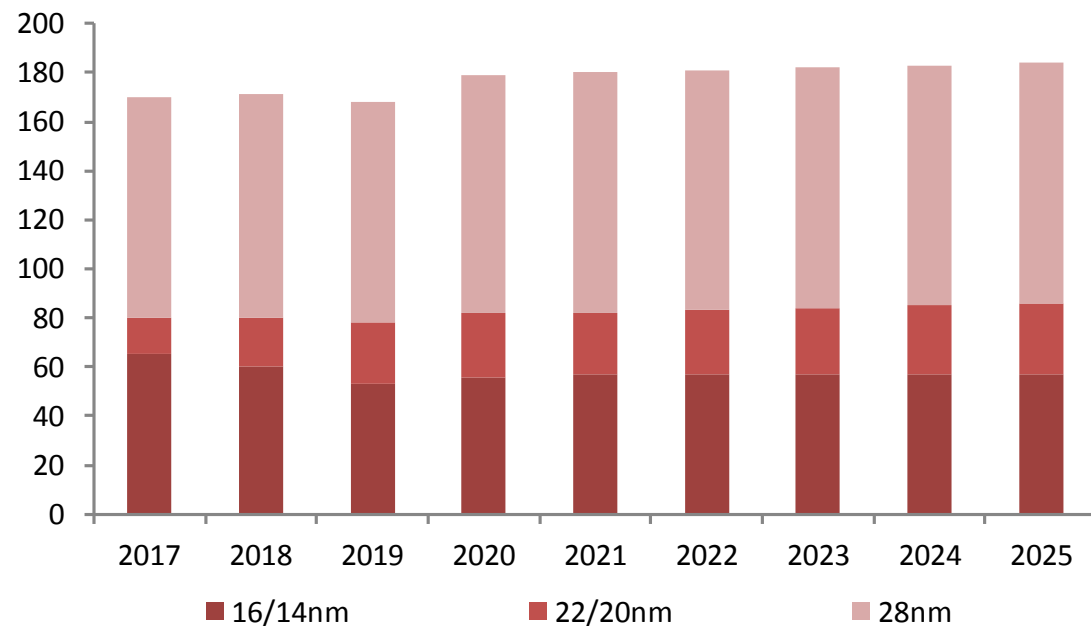
- IBS执行长Jones指出28纳米FD-SOI制程与28纳米高介电金属闸极(HKMG)块状CMOS的闸极成本相当，22纳米FD-SOI的闸极成本也仍具竞争力；而到了下一代的12纳米FD-SOI，因为所需光罩层数较少，闸极成本会比16纳米FinFET制程低22.4%，比10纳米FinFET低23.4%，比7纳米FinFET低27%，而FD-SOI的低耗电表现当然也优于FinFET。
- Jones则认为，现有28纳米制程元件中，有九成都适合转向FD-SOI制程，其TAM规模在2018年估计达到171亿美元，到2025年甚至可达184亿美元。

每一技术节点所需的掩膜版数量



数据来源：半导体科技，西南证券整理

22nm FD-SOI制程潜在市场规模预测 (亿美元)



数据来源：IBS，西南证券整理

14纳米FD-SOI晶圆成本比16/14纳米FinFET低了7.3%

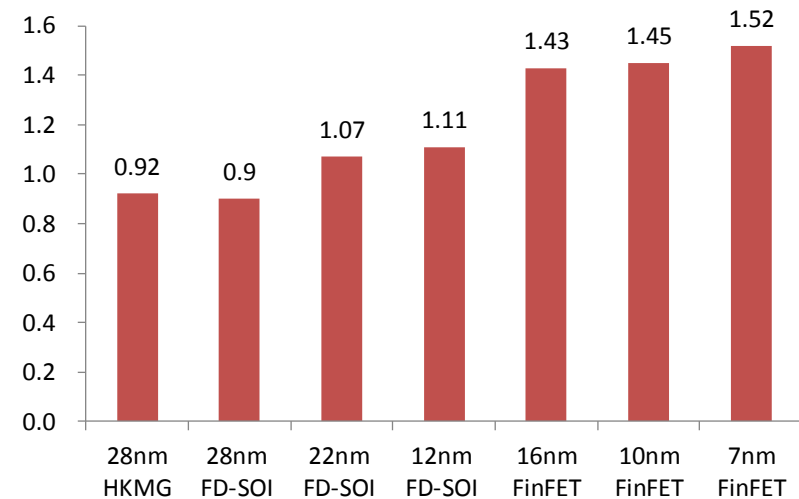
- 14纳米FD-SOI晶圆成本比16/14纳米FinFET低了7.3%，最重要的原因是前者光罩步骤数较少，因此也缩短了晶圆厂生产FD-SOI晶圆的周期。
- 栅极成本是基于晶圆成本、晶片尺寸、产品良率的组合，假设 FinFET与FD-SOI两种制程技术生产的晶片尺寸相当，14纳米FD-SOI的栅极成本比16/14纳米FinFET低了16.6%，而晶圆厂指标也相当。

16/14纳米FinFET与14纳米FD-SOI晶圆制造成本比较

	16/14nm FinFET		14nm FD-SOI	
	美元	占总成本百分比 (%)	美元	占总成本百分比 (%)
折旧	2303.94	58.79	1972.26	53.24
设备维修	581.42	14.84	445.32	12.02
直接劳动费用	64.78	1.65	45.52	1.23
间接劳动费用	238.76	6.09	208.36	5.62
设备	232.47	5.93	189.37	5.11
硅片价格	99.93	2.55	475.00	12.82
消费品	359.28	9.17	331.47	8.95
晶圆监控	38.62	0.99	37.24	1.01
不含良率晶圆价格	3919.20	100.00	3704.54	100.00
生产线良率 (%)	96.03	—	97.96	—
包含良率晶圆价格	4081.22	—	3781.69	—

数据来源：集微网，西南证券

FD-SOI与FinFET制程栅极成本比较



■ 每100M栅极成本 (美元) 数据来源：IBS，西南证券整理

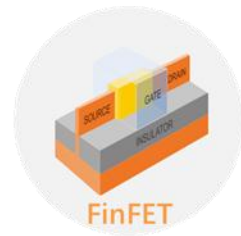
16/14纳米FinFET与14纳米FD-SOI栅极成本比较

	晶圆成本 (美元)	栅极成本 (100M)
16/14nm FinFET	4081.22	1.43
14nm FD-SOI	3781.69	1.19

FinFET与FD-SOI对比

□ 由于SOI硅片的成本太高，目前8英寸的SOI硅片每片要300-400美元，而通常的体硅片每片才30-40美元，相差十倍。因此估计SOI代工硅片价格应该在每片1000美元左右，而统计中国的代工厂，它们的8英寸硅片平均代工价格在每片约400美元。因此，只有如RFIC等特定用途才会采用SOI代工。另一方面是代工硅片的数量越多，价格才能降下来，再有由于finFET技术广泛被采用，它的产业链完善，如IP，第三方IP技术等，而相对SOI的产业链尚在逐步完善之中，被fabless采用，它的使用不如finFET方便。

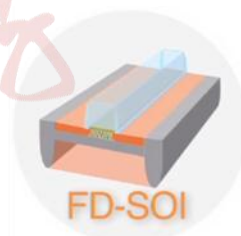
FinFET与FD-SOI优缺点对比



FinFET

- 具有更高的驱动电流
- 超高性能

- 制造工艺复杂
- 制造成本较高



FD-SOI

- 制造工艺简单
- SOI技术库与现有的Bulk技术库兼容性好
- 具有良好的背栅极偏置选项

- 硅片成本高于Bulk硅片
- SOI硅片供应商数量有限

优点

缺点

目录

一、全球半导体制造市场规模及竞争格局

- 全球半导体制造市场及行业格局
- 中国半导体制造行业情况

二、半导体制造制程技术分析

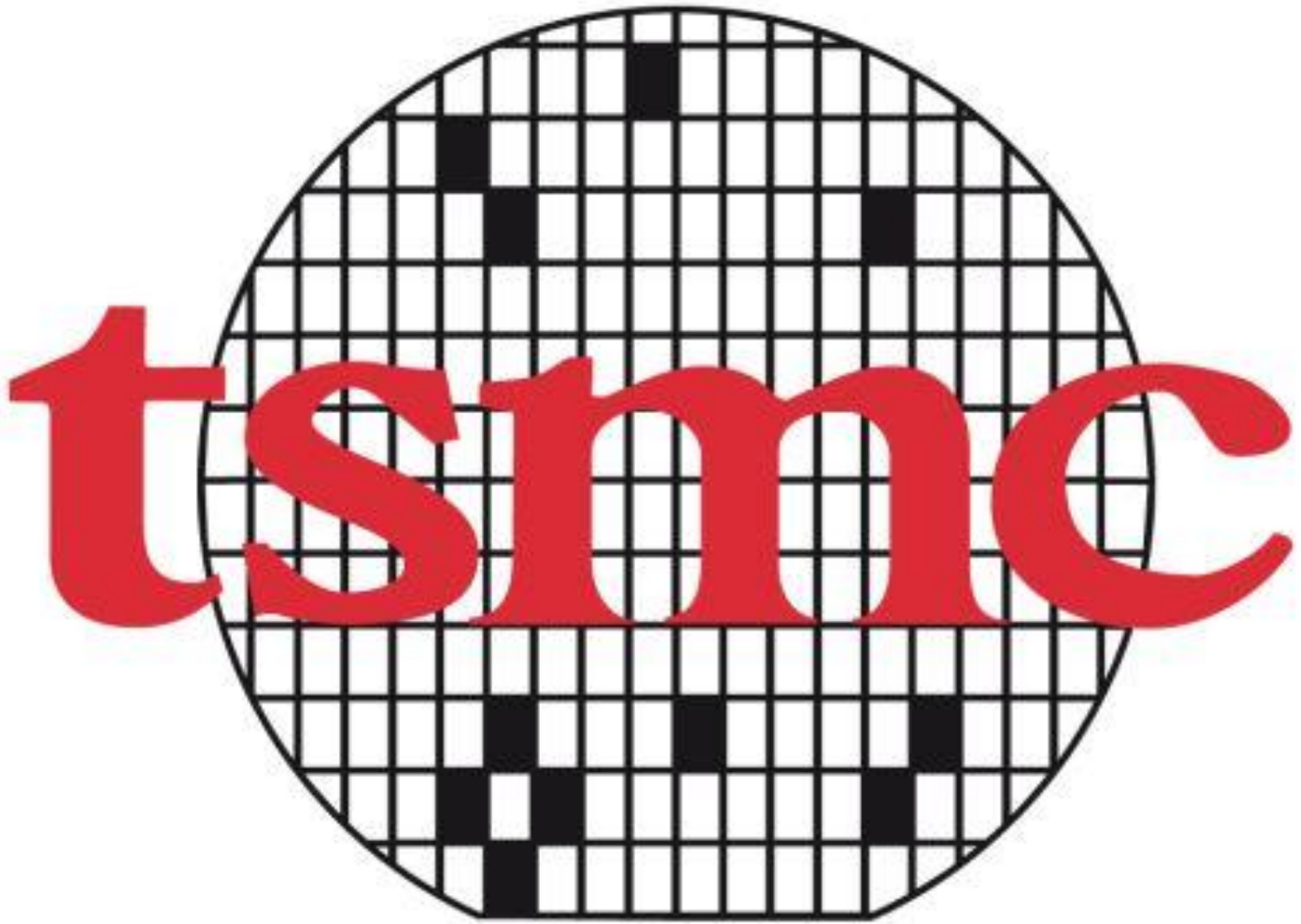
- 28纳米是生命周期相当长的节点
- 先进制程技术之FinFET与GAA
- 先进制程技术之FD-SOI

三、半导体制造全球巨头

- 代工第一梯队台积电和三星以及IDM第一梯队英特尔
- 代工第二梯队：联华电子、格罗方德、中芯国际、Towerjazz
- 化合物半导体代工巨头之稳懋半导体和三安光电

半导体
制造

台积电
TSMC



台积电：全球最大的晶圆代工企业

- 1987年，台积电成立于台湾新竹科学工业园区，开创了专业积体电路制造服务商业模式。台积电公司专注生产由客户所设计的晶片，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。时至今日，台积电公司已经是全世界最大的专业积体电路制造服务公司，**单单在2017年，台积电公司就以258种制程技术，为465个客户生产9920种不同产品。**
- 台积电公司在**北美、欧洲、日本、中国大陆，以及南韩等地均设有子公司或办事处**，提供全球客户即时的业务与技术服务。至2017年年底，台积公司员工总数超过4.8万人。

台积电全球据点与分支机构



台积电晶圆厂区

- 台积电透过遍及全球的营运据点服务全世界半导体市场。台积电立基台湾，目前拥有三座十二寸超大晶圆厂、四座八寸晶圆厂和一座六寸晶圆厂，并拥有三家海外子公司—台积电（南京）、WaferTech美国子公司、以及台积电（中国）。其中于2016年成立的台积电（南京）有限公司，下设有一座十二寸晶圆厂以及一个设计服务中心，台积电（中国）有限公司下设一座8寸晶圆厂。
- 台积电公司目前拥有三座十二寸超大晶圆厂—晶圆十二厂、晶圆十四厂及晶圆十五厂。2017年，这三座超大晶圆厂的总产能已超过700万片十二寸晶圆，约占总产能1100万片的63.6%。

台积电12寸晶圆厂外景



数据来源：台积电，西南证券整理

台积电12寸晶圆厂内景

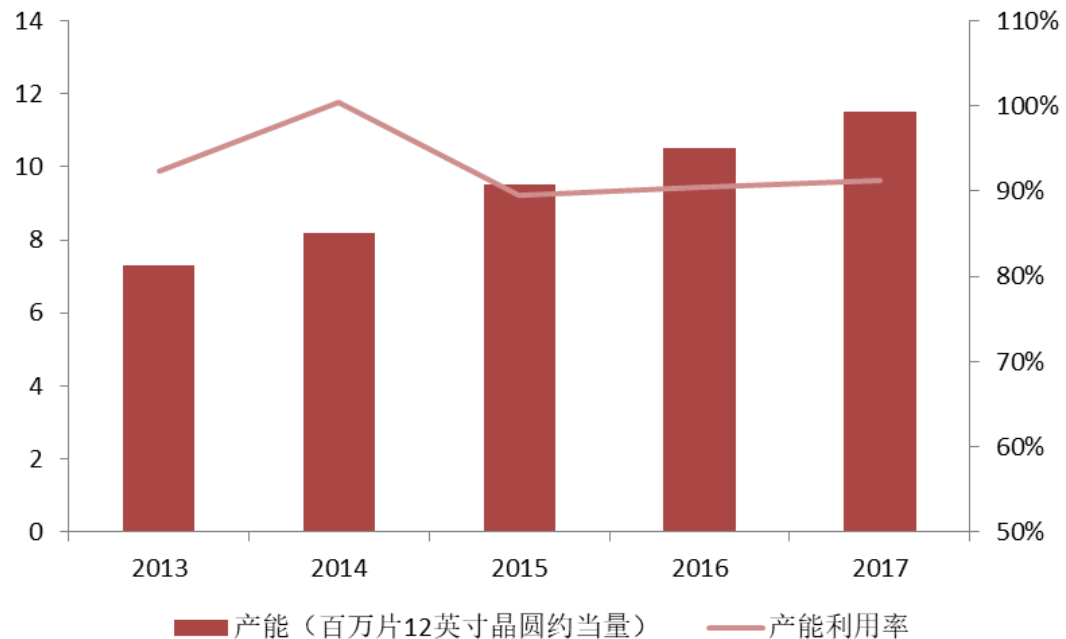


数据来源：台积电，西南证券整理

台积电产能实现10%稳步增长，产能利用率超90%

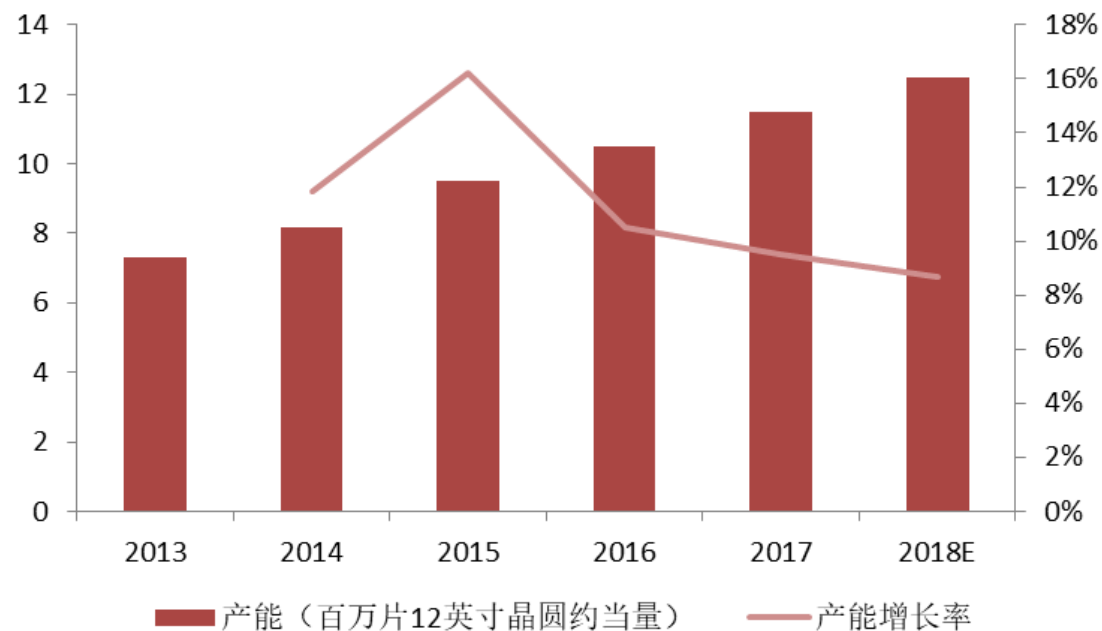
- 台积电公司的众多客户遍布全球，为客户生产的晶片被广泛地运用在电脑产品、通讯产品、消费性、工业用及标准类半导体等多样电子产品应用领域。如此多样化的晶片生产有助于缓和需求的波动性，使公司得以维持较高的产能利用率及稳定的产能增长；
- 2013-2017年，台积电产能实现10%以上的稳定增长，2018年预计产能为12-13百万片，近五年产能利用率均在90%以上，2017年产能利用率为91%。

2013-2017年台积电产能及产能利用率



数据来源：台积电，西南证券整理

2013-2018年台积电产能规划及增长率

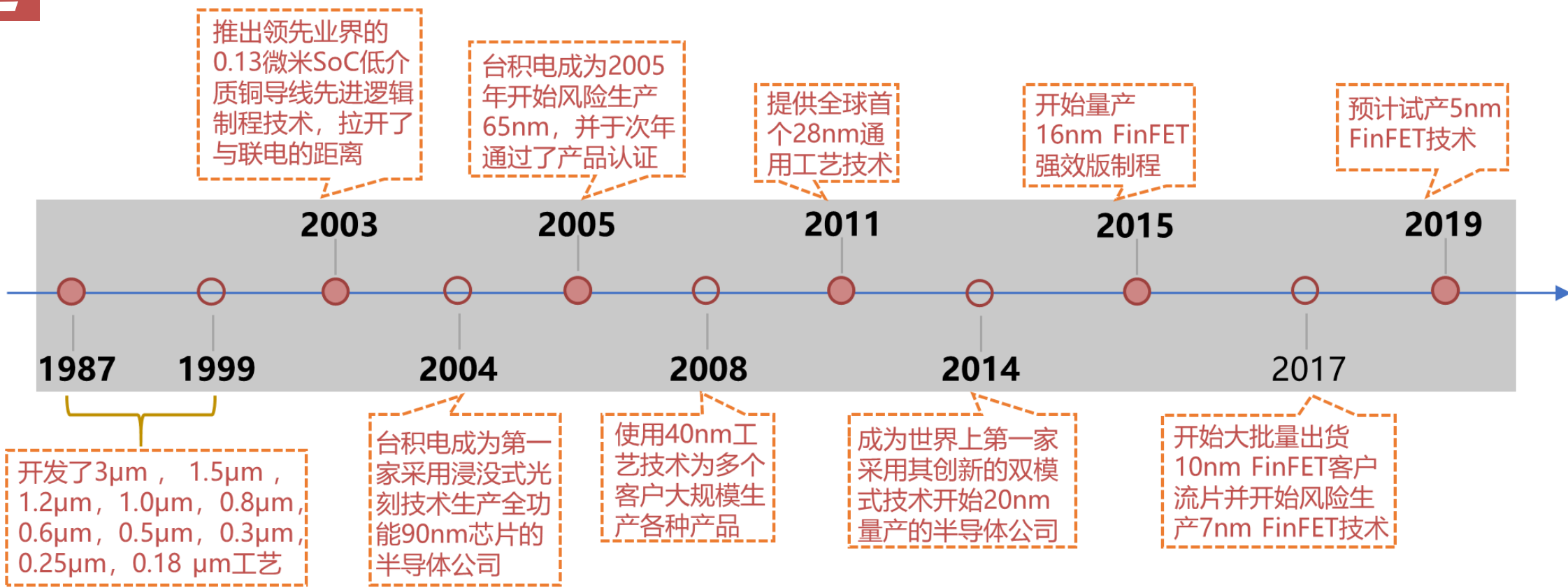


数据来源：台积电，西南证券整理

台积电逻辑制程技术推进历程

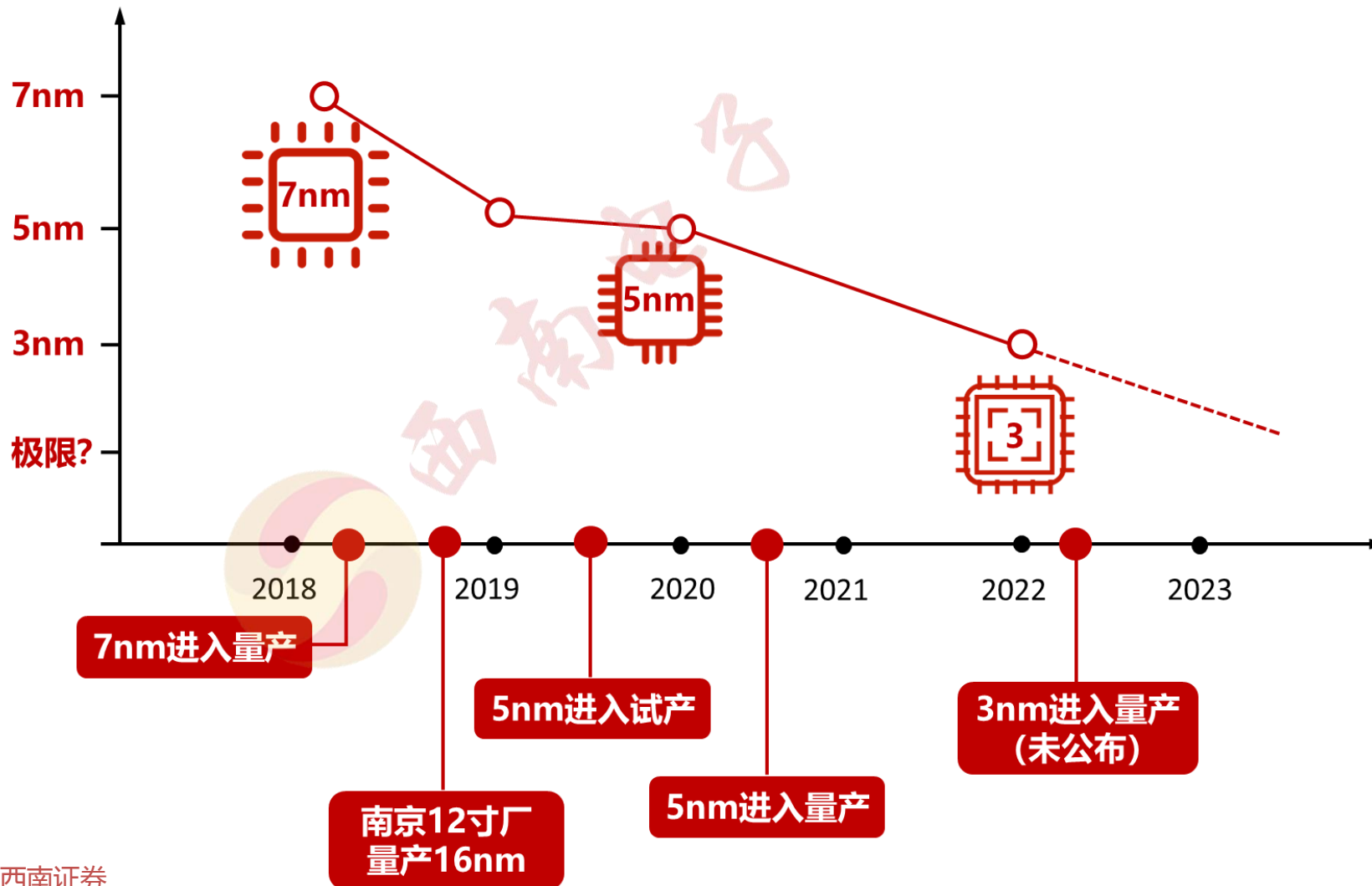
- 台积电提供客户专业积体电路制造服务领域中最全面的制程技术，并且持续投资先进及特殊制程技术，这是台积电得以为客户创造更多附加价值并有别于竞争对手的主要关键。

台积电逻辑制程技术沿革示意图



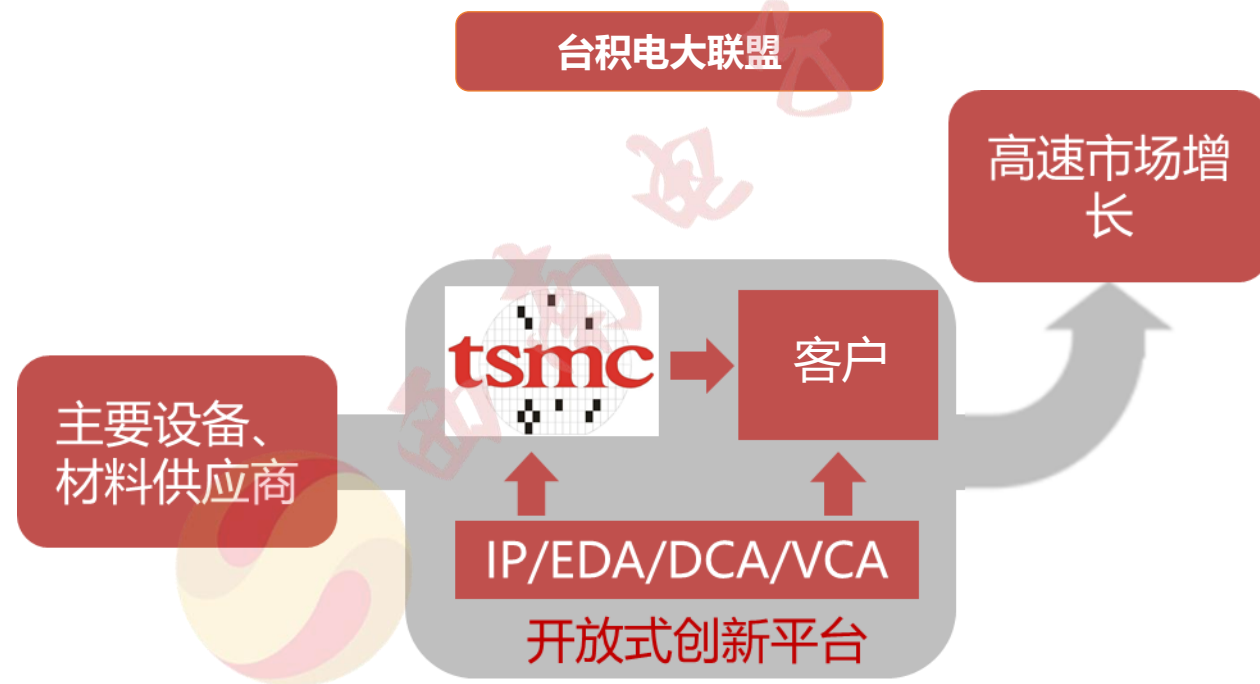
台积电逻辑制程技术推进展望

- 台积电创始人兼董事长张忠谋在近日的一次公司会议上披露，台积电将在2020年开工建设3nm工艺晶圆厂，受益于制程技术的大幅领先，台积电未来三年的收入增幅都会有5-10%。



台积电大联盟赋能开放式创新平台

- 台积电大联盟是半导体行业最强大的创新力量之一，将客户，EDA合作伙伴，知识产权合作伙伴以及关键设备和材料供应商聚集在一起，进行新的更高层次的合作。
- 通过联盟的协同合作，客户和生态系统成员通过开放式创新平台取得的巨大进步，帮助客户，联盟成员台积电和赢得业务并保持竞争力。
- 目前，开放式创新平台是一个无与伦比的设计生态系统，也是大联盟的关键部分。仅考虑研发投入，台积电和其十大客户在研发方面的投入超过了前两个半导体IDM的总和。



台积电原材料供应情况

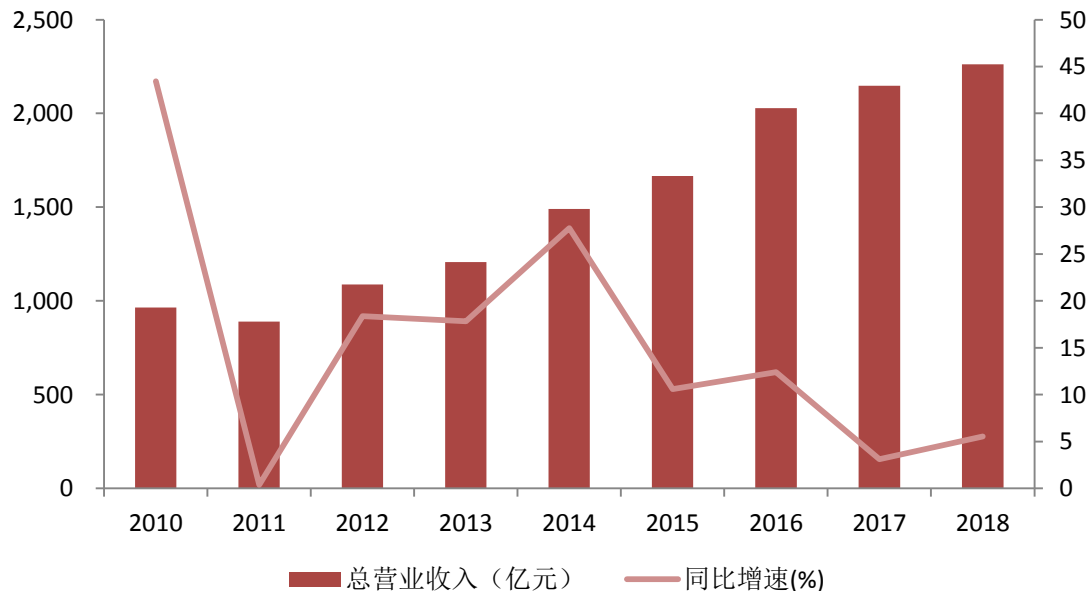
原材料
供应

主要原材料名称	供应商	市场状况
硅晶圆	F.S.T.、GlobalWafers、S.E.H.、Siltronic、SUMCO	这5家供应商之硅晶圆产能合计占全球供应量的90%以上。为应客户需求，这5家供应商分别在北美、亚洲及欧洲皆有工厂。2017年全球对硅晶圆的需求仍然强劲，预计2018年将持续。
制程用化学原料	Air Liquide、Avantor、BASF、Entegris、Fujifilm Electronic Materials、Kanto PPC、Kuang Ming Merck、RASA、Tokuyama、Versum、Wah Lee	这12家厂商为全球主要的制程用化学原料供应商。
黄光制程材料	3M、Asahi Kasei、Dow Chemical、Fujifilm Electronic Materials、JSR、Merck、Nissan Shin-Etsu Chemical、Sumitomo、T.O.K.	这10家厂商为全球主要的黄光制程材料供应商。
气体	Air Liquide、Air Products、Central Glass、Entegris、Linde LienHwa、Praxair、SK Materials Taiwan Material Technology、Taiyo Nippon Sanso、Versum	这10家厂商为全球主要的特殊气体供应商。
研磨液、研磨垫、钻石碟	3M、Cabot Microelectronics、Dow Chemical Fujibo、Fujifilm Electronic Materials、Fujimi JSR、Kinik、Versum	这9家厂商为全球主要的化学机械研磨材料供应商。

台积电2010-2017年间营收和归母净利润CAGR均高于10%

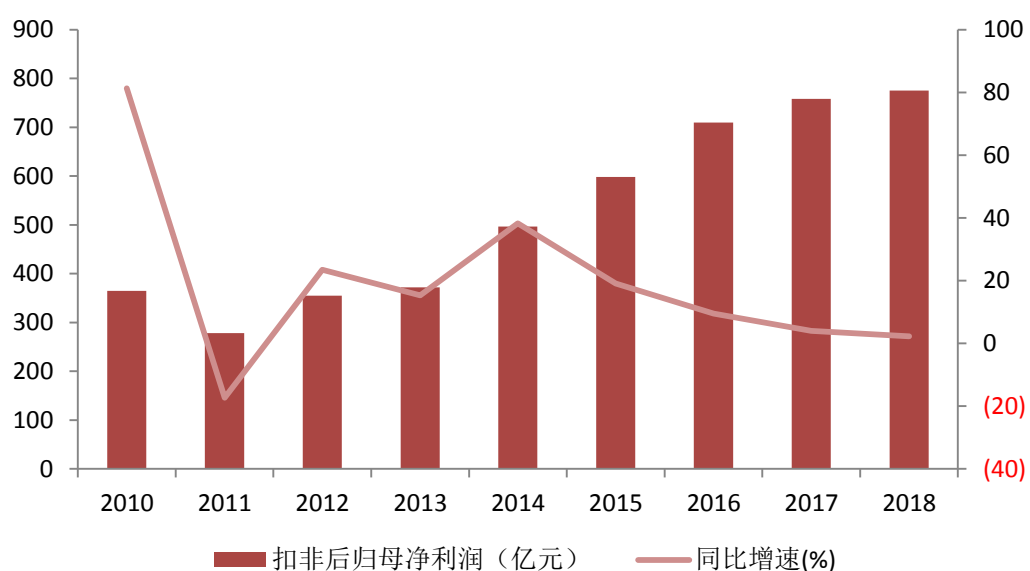
- 2010年以来，台积电营业收入保持稳定增长，2010年至2017年复合增长率高达12%，近几年增长率略有下滑，从2014年28%一路降至2017年3%，受益于10nm工艺的增长红利，2018实现营业收入2085亿元，同比增长5.5%。
- 台积电归母净利润增长趋势与营业收入相似，7年间保持11%复合增长，近几年增速放缓，2018实现扣非归母净利润775亿元，同比增长2.3%。

2010年以来台积电营收及增长情况



数据来源：台积电，西南证券整理

2010年以来归母净利及增长情况

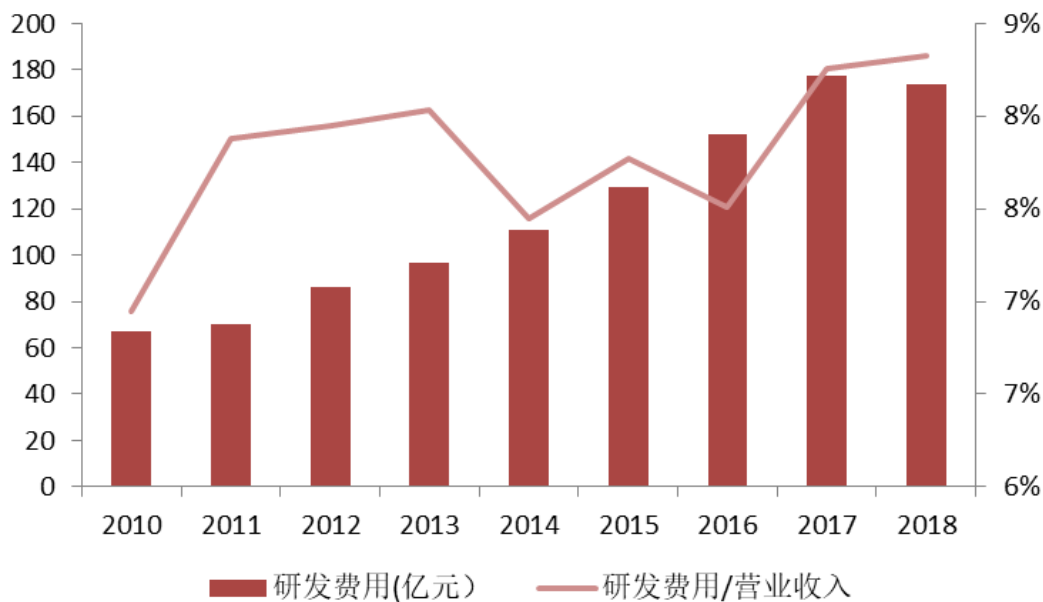


数据来源：台积电，西南证券整理

台积电研发支出常年维持8%左右，毛利率接近50%

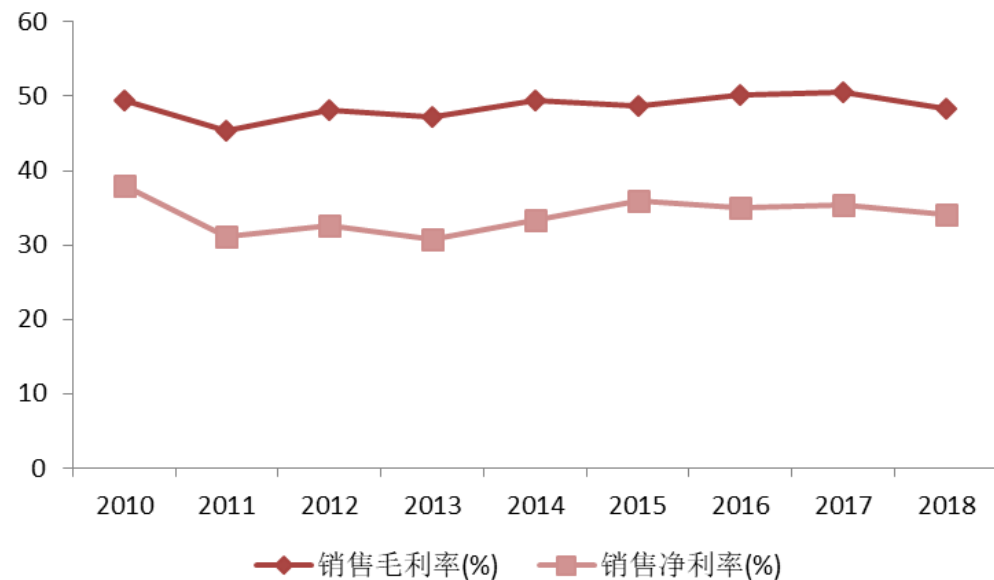
- 台积电极度重视产品研发，自2010年以来研发支出不断增加，2018年研发支出高达173亿元，研发支出占比稳中有升，2018年研发支出占比为8%。
- 2010年-2018年，台积电毛利率与净利率水平保持相对稳定，波动较小，2018毛利率为48%，净利率为34%，远高于三星、联华电子，显示出台积电极强的盈利创造能力。

2010年以来台积电研发支出及占比



数据来源：台积电，西南证券整理

2010年以来台积电毛利率与净利率



数据来源：台积电，西南证券整理

台积电未来研发计划

- 为了保持并强化公司的技术领先地位，台积电将持续加重研发投入。针对先进CMOS逻辑技术，台积电公司的7纳米及5纳米CMOS技术持续进行，此外，台积电强化5纳米以下前瞻性技术研究和开发亦符合进度，聚焦于三维电晶体、前瞻记忆体以及低电阻导线各领域，以期建立稳固的基础来支援5纳米以下制程的技术平台。在三维积体电路先进封装技术方面，具有节能效益的子系统整合及微缩的创新，扩大了CMOS逻辑应用。在特殊制程技术方面，台积电也加强著重于新的特殊技术，例如针对5G及智能物联网应用的射频及三维智能感测器。2017年，台积电建立新的技术研究组织，聚焦创新材料、制程、元件、纳米线、记忆体等未来八至十年之后的前瞻科技。

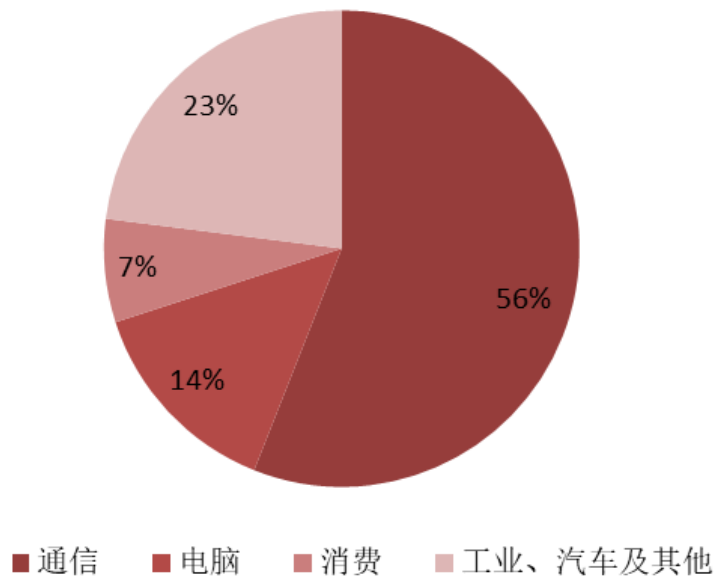
台积电未来研发计划

项目名称	描述	风险生产（预计目标时间表）
5nm逻辑技术平台应用	用于SoC的第5代FinFET CMOS平台技术	2019年
5nm以下逻辑技术平台应用	用于SoC的第6代FinFET CMOS平台技术	2021年
三维积体电路	因应系统级封装技术（SiP），开发更具成本效益及更具尺寸、效能优势的解决方案	2018~2020
下一世代的微影技术	发展极紫外光及相关曝光技术以延伸摩尔定律	2018~2020
长期研发	特殊系统单晶片技术（包括新型非挥发性记忆体、微机电、射频、类比晶片）及未来8-10年的电晶体技术	2018~2025

通信是台积电营业的主要来源

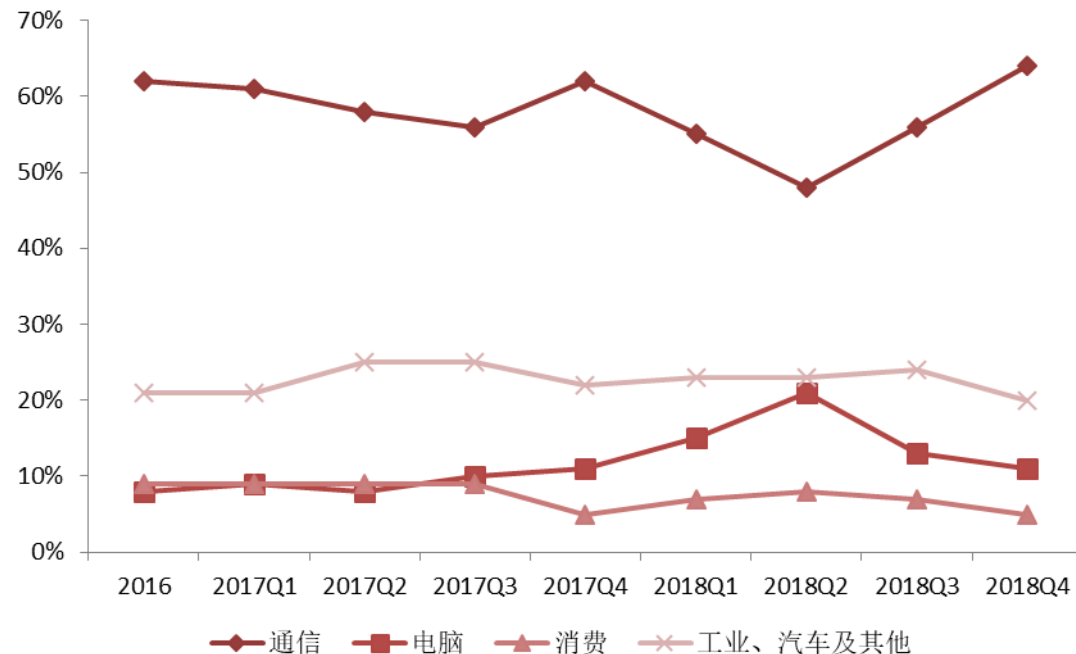
- 2018年，在台积电按下游市场拆分的营收结构中，**通信作为营收的主要来源，占比高达56%，环比下降14%**，其次分别为消费（14%）、电脑（7%）。
- 从2016年以来台积电按下游市场拆分的变化曲线可以看出：**消费和工业、汽车及其他保持相对稳定，通信占比逐季下降后，在2018年下半年显著回调，2018Q4创历史高度来到64%**。

2018台积电营收按下游市场拆分



数据来源：台积电，西南证券整理

台积电营收按下游市场拆分变化

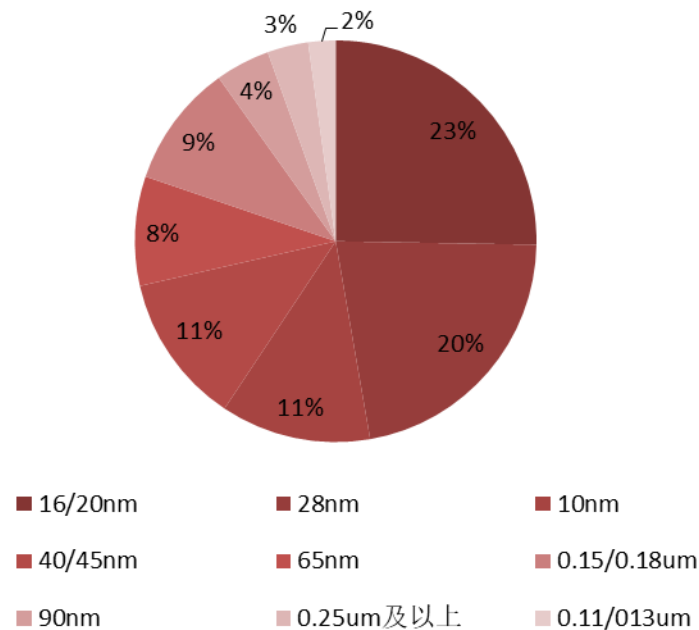


数据来源：台积电，西南证券整理

28纳米及以下先进制程占台积电营收比重高达54%

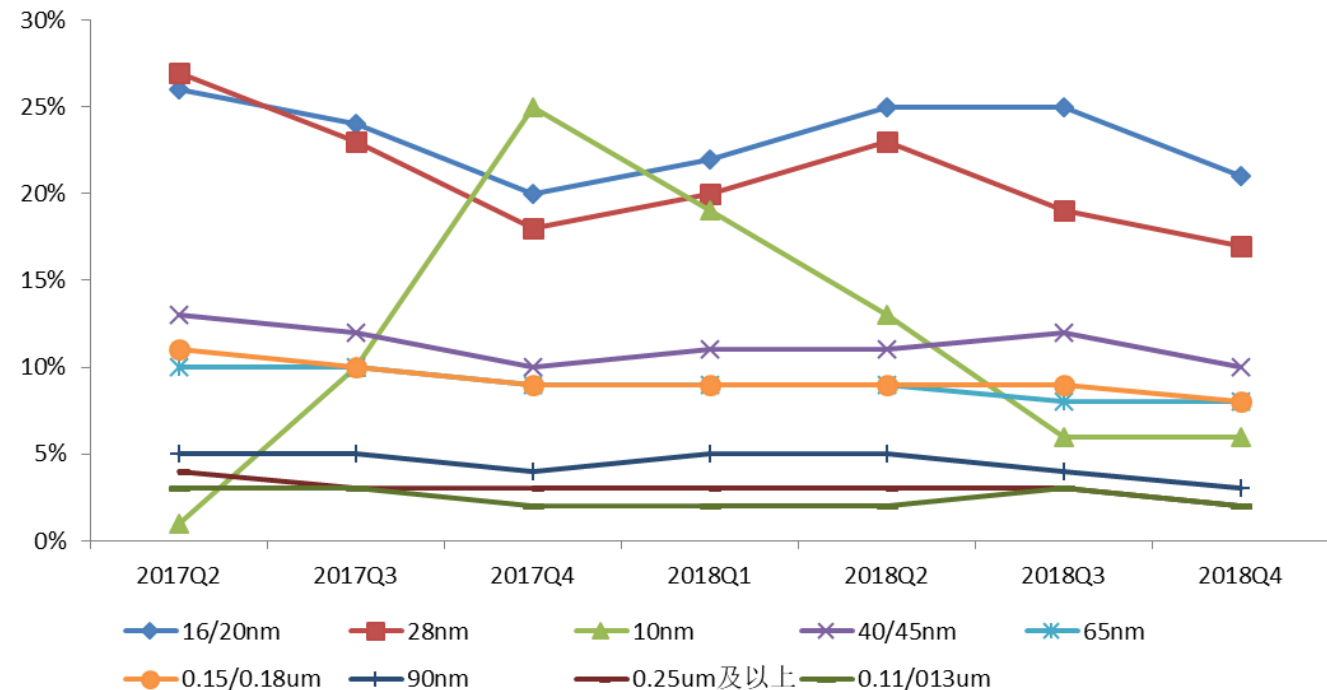
- 2018年，在台积电按工艺拆分的营收结构中，16/20nm占比最高，贡献23%，28nm及以下工艺占比高达54%，是营业收入的主要来源。
- 从2016年以来台积电按工艺拆分的变化曲线可以看出：10nm工艺异军突起，在17年前两个季度以内实现了从0到25%巨大飞跃，28nm以下工艺营收占在2018H2略有下滑。

2018台积电营收按工艺拆分



数据来源：台积电，西南证券整理

台积电营收按工艺拆分变化



数据来源：台积电，西南证券整理

半导体
制造

三星
Samsung

SAMSUNG

三星晶圆代工自立门户，剑指台积电

- 三星电子成立于 1969 年，是三星集团旗下最大子公司，分为三大部门：一是信息科技和移动通信部门；二是消费电子部门；三是设备解决方案，掌管半导体零组件。其设备解决方案部又分成三大事业部：存储器业务事业部、系统LSI业务事业部和LED业务事业部；**晶圆代工事业属于系统LSI业务部门旗下。**
- 2005 年，三星电子做出了进入已经建立的逻辑合约制造市场的战略决策。通过专注于先进的工艺节点，在短短的十年时间里，三星的代工业务已经成长为面向 Fabless 半导体产业的低功耗、高性能 SoC 的主要制造商之一。自 2005 年成立以来，三星的代工业务部一直为客户提供最优化的产品和服务。随着研发和产能的大量投入，三星铸造有望在未来继续保持领先地位。



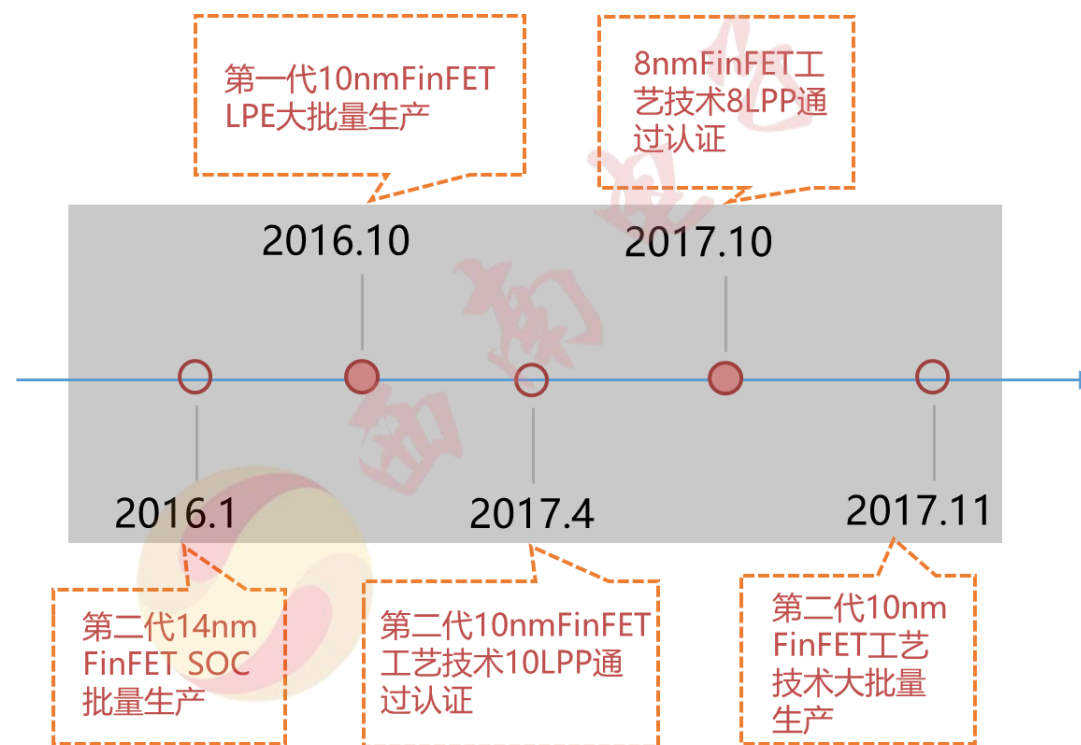
三星与台积电晶圆代工竞争格局分析

□ 2017年5月12日，三星电子宣布调整公司业务部门，将晶圆代工业务部门从系统LSI业务部门中独立出来，成立三星电子晶圆代工，新部门将由三星半导体业务现任总裁金奇南(Kim Ki-nam)领导。三星电子称，新部门主要负责为高通和英伟达(Nvidia)等客户生产移动处理器和其他非存储芯片，从而与以台积电为首的纯晶圆代工公司竞争。

三星与台积电的竞争格局



三星晶圆代工先进制程的技术推进路线



数据来源：西南证券

数据来源：三星，西南证券整理

三星晶圆代工自立门户，剑指台积电

- 客户关系方面：三星电子的企业版图过于庞大，既有晶圆代工业务，也有自有逻辑产品，和台积电等纯晶圆代工公司不同，三星一边帮无晶圆厂业者生产晶片，一边又和客户抢生意。如此一来，和代工客户关系非常微妙，不利于争取代工订单。三星电子与苹果在智能型手机市场竞争激烈，第一与第二的竞争关系影响着苹果请三星代工的意愿；同理，高通在AP领域与三星也是竞争对手。三星电子通过将晶圆代工业务独立来获得苹果和高通等高阶客户订单，但收效甚微。
- 产能方面，三星在产能方面也 and 台积电有着明显差距。目前三星目前三条12寸和一条8寸专属代工线，合计年产能不足300万片12寸晶圆，而台积电2017年拥有年产能超过1100万片，三星产能不足台积电的三分之一。



三星和台积电iPhone处理器代工之争

2014年之前，苹果与三星维持了多年合作关系。从2007年乔布斯发布第一款iPhone开始，苹果的第一代、第二代和第三代都是向三星采购的ARM架构芯片，接下来的A4、A5、A6和A7也是由三星代工；

苹果手机型号	发布时间	处理器	代工（供应商）
iPhone 1代	2007年	ARM架构芯片	三星
iPhone 2代	2008年7月11日	ARM架构芯片	三星
iPhone 3代	2009年6月9日	ARM架构芯片	三星
iPhone 4	2010年6月8日	A4处理器	三星45nm制程
iPhone 4S	2011年10月4日	A5双核处理器	三星45nm制程
iPhone 5	2012年9月	A6处理器	三星28nm制程
iPhone 5S/5C	2013年9月10日	A7处理器	三星28nm HKMG工艺制程
iPhone 6/iPhone 6 plus	2014年9月10日	A8处理器	台积电20nm工艺
iPhone 6S/iPhone 6S plus	2015年9月10日	A9处理器	三星14nm制程工艺；台积电16nm FinFET工艺
iPhone SE	2016年3月21日	A9芯片+嵌入式M9运动协处理器	——
iPhone 7/iPhone 7 plus	2016年9月8日	A10 Fusion处理器	台积电16nm FinFET+工艺
iPhone 8/iPhone 8 plus/iPhone X	2017年9月13日	A11处理器	台积电10nm工艺
——	——	A12处理器	台积电7nm工艺

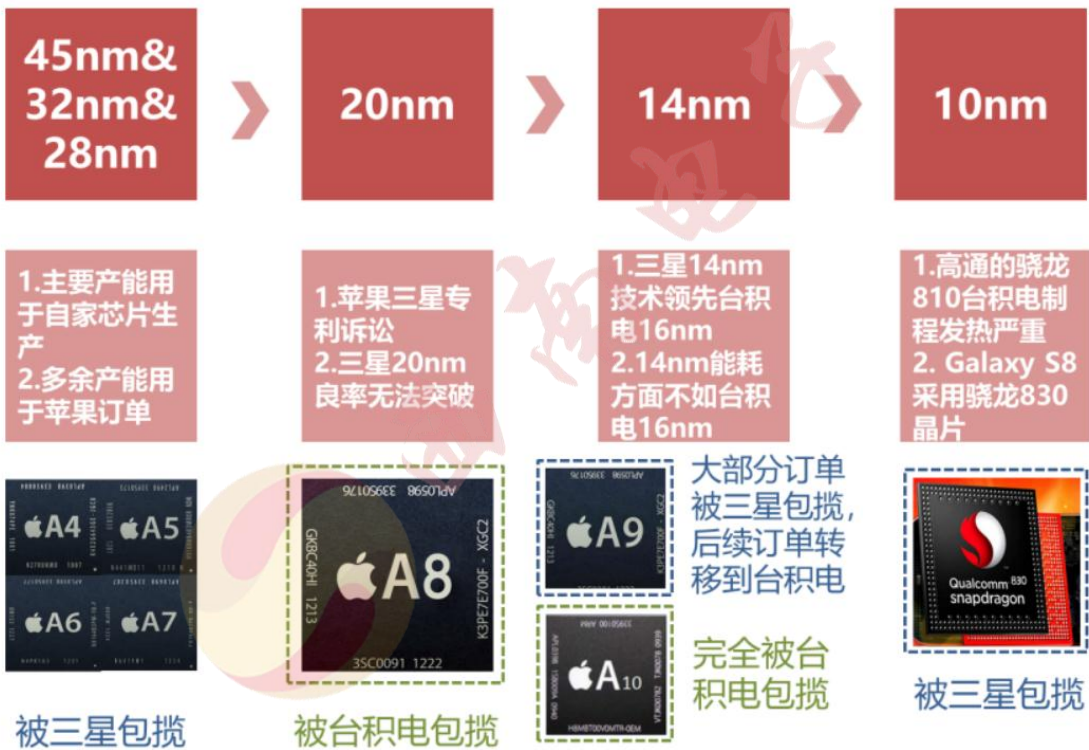
除了在代工上的合作关系外，三星与苹果还存在智能手机市场上的竞争关系，2011年苹果在美国对三星提起诉讼，称三星侵犯了苹果的专利权，此时苹果就开始了去三星化进程；

由于台积电在良率上未能赶超三星，2012年发布的iPhone 5搭载的A6处理器，仍然由三星代工。2013年发布的iPhone 5S/5C上搭载的A7处理器，也同样由三星代工。直到2014年，iPhone 6/iPhone 6 Plus上搭载的A8处理器全部由台积电代工。

三星与台积电苹果芯片之争

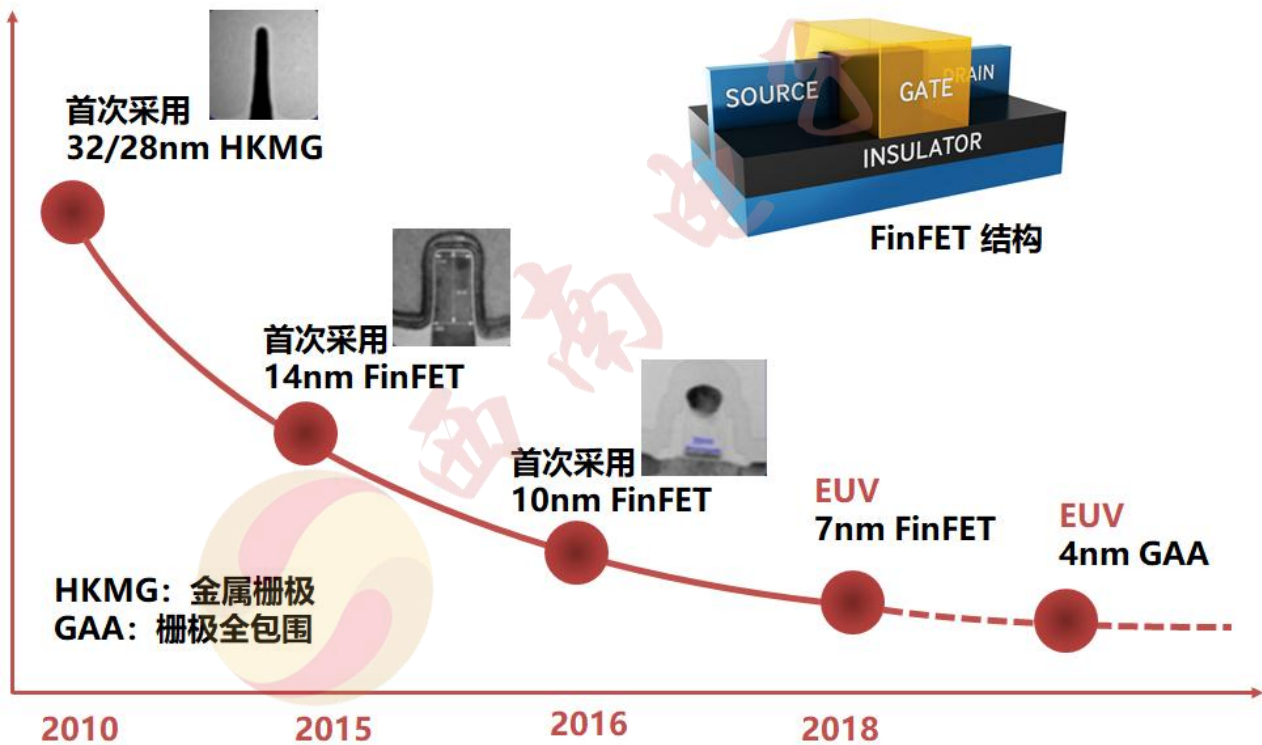
制程方面，三星与台积电在10nm工艺竞争较为激烈。台积电在2017Q2开始为苹果量产10nm的A11处理器，并宣布2018年开始量产7nm制程，三星也开始进行10纳米投片，但将跳过采用浸润式微影技术的7纳米，直接推出采用EUV微影技术的7nm。总体而言，台积电在10纳米制程上仍有领先优势。

三星与台积电苹果芯片之争



数据来源：芯域，西南证券整理

三星晶圆代工技术创新进程

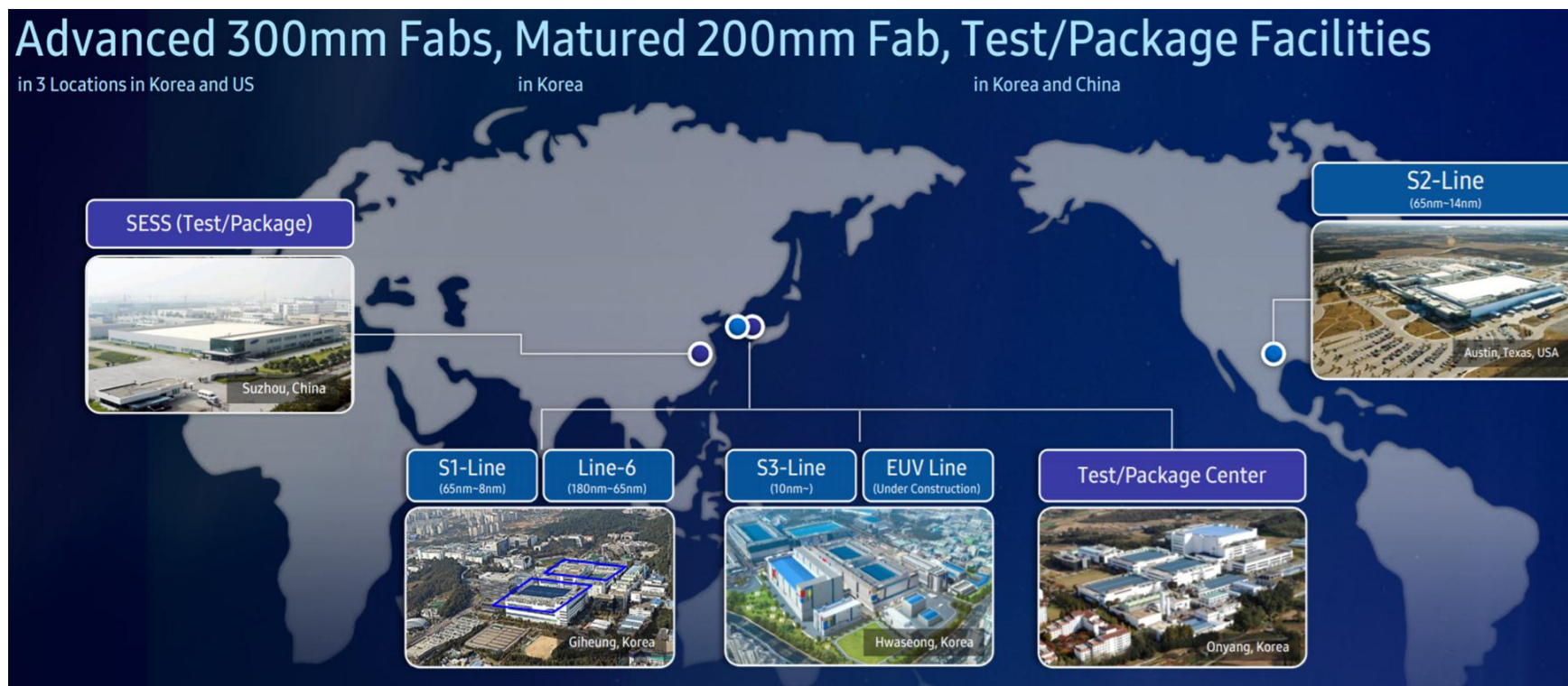


数据来源：三星，西南证券整理

三星拥有四条晶圆代工专属线

- 三星电子从2005年开始进入12寸晶圆代工领域，已经整整12年了。目前三星的晶圆代工专属线有四条，三条12寸和一条8寸。12寸晶圆代工线分布在韩国和美国，主要针对高端工艺，包括65nm、45nm、32/28nm HKMG、14nm FinFET工艺，客户包括苹果、高通、AMD、XILINX、NVIDIA等；8寸晶圆代工线于2016年开放，从180纳米到65纳米节点都可涵盖，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，主要针对韩国本土的FABLESS。

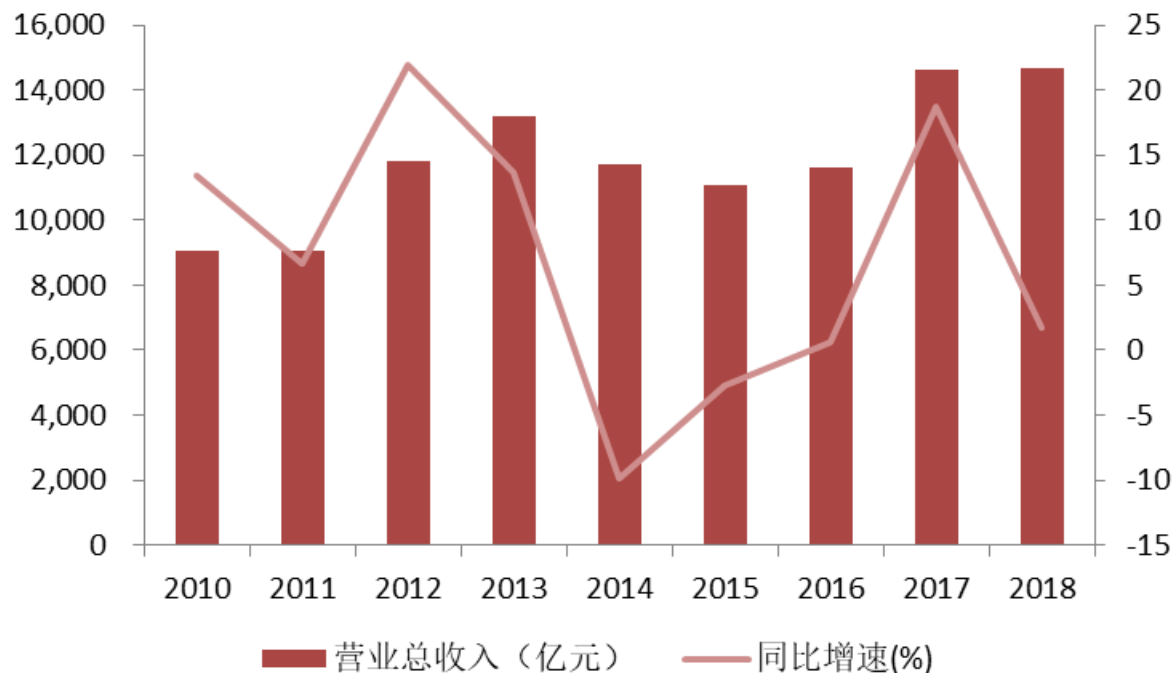
三星晶圆厂区分布



三星电子从2012年开始营收超万亿

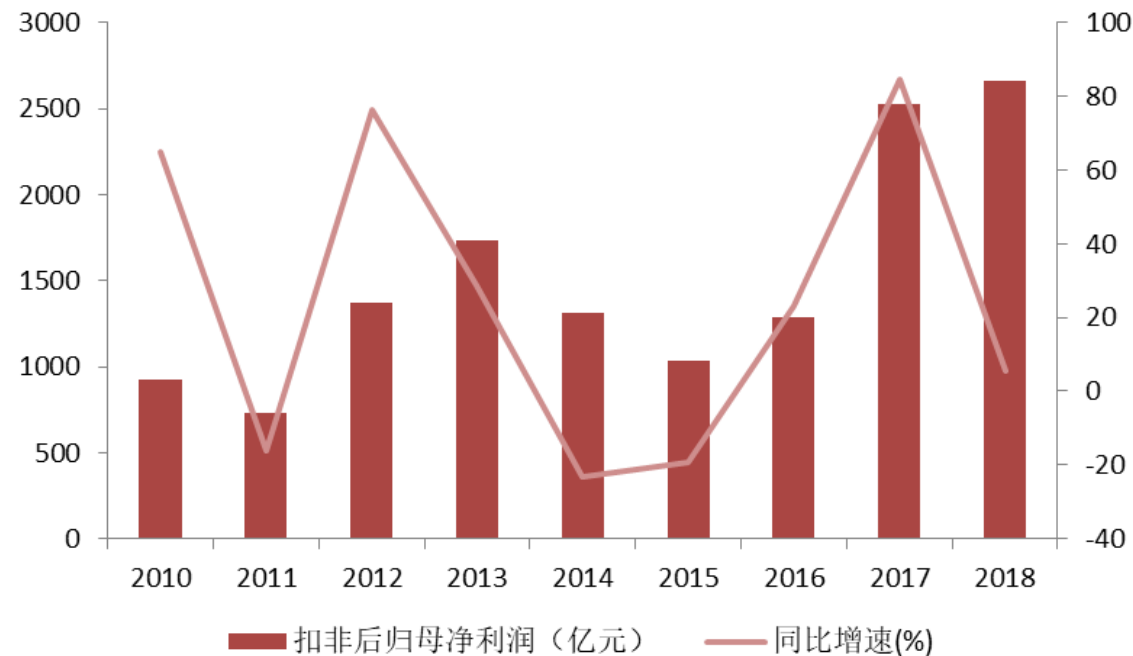
- 三星电子业务覆盖全面，市场面向全球各地，因此每年都会产生巨额的营业收入和净利润。从2012年开始，三星电子的营业收入一直保持在1万亿元以上，净利润也基本保持在700亿元以上。随后2014-2016年三年营收和净利润有小幅下降，主要是由于全球平板市场和手机市场有小幅下滑导致。2017年营收和净利润又创新高，营收达到1.46万亿元，净利润达到2665亿元。

2010年以来三星营业收入及增速



数据来源：wind，西南证券整理

2010年以来三星归母净利润及增速

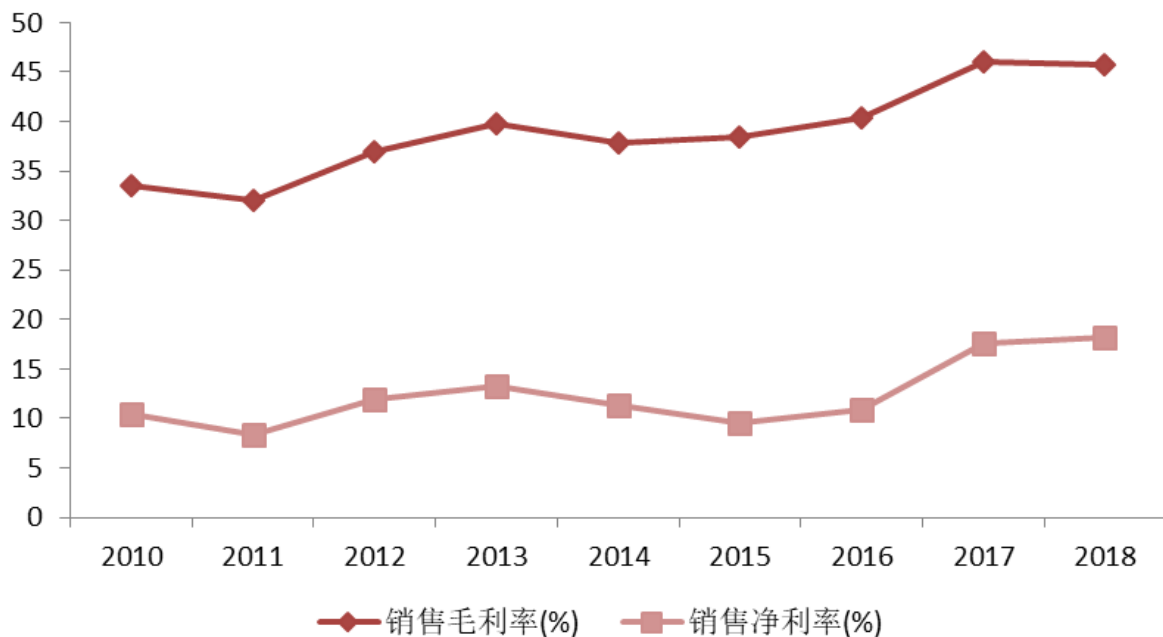


数据来源：wind，西南证券整理

三星电子近年来毛利率和净利率稳步提升

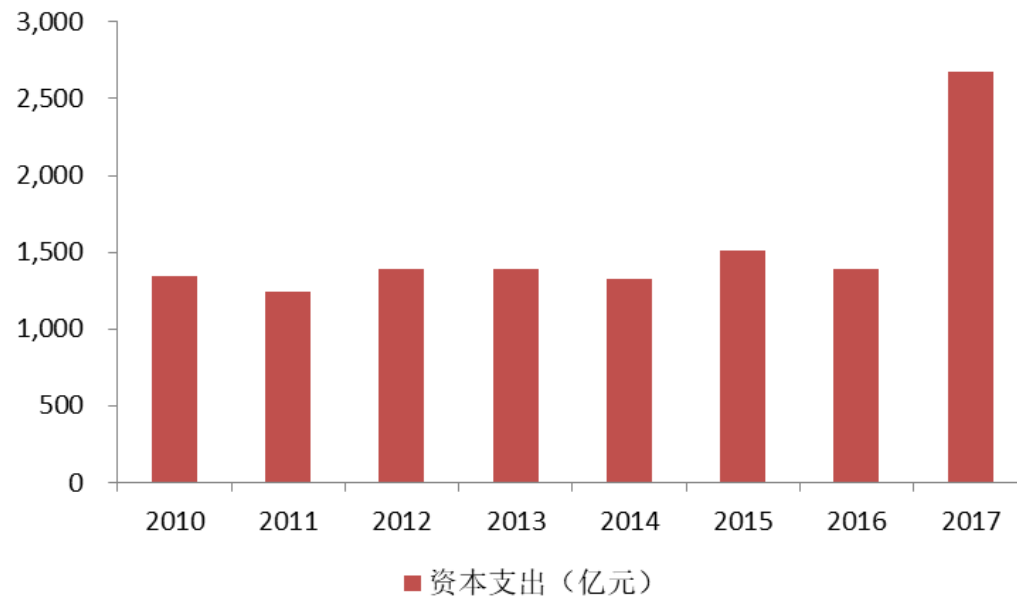
- 三星电子一直保持较高的毛利率和净利率。毛利率从2011年的33.6%开始基本保持不断上升趋势，到2018年达到45.7%，这一数字在整个电子制造行业处于领先地位，体现了三星电子极强的盈利能力。同样，三星电子净利率水平也一直保持较高水平，2011年净利率为10.4%，随后逐渐增加至2014年的13.3%，2014-2016年略微下降后，2018年再创新高达到18.2%。

2010年以来三星毛利率及净利率变化



数据来源：wind，西南证券整理

2010年以来三星资本支出情况

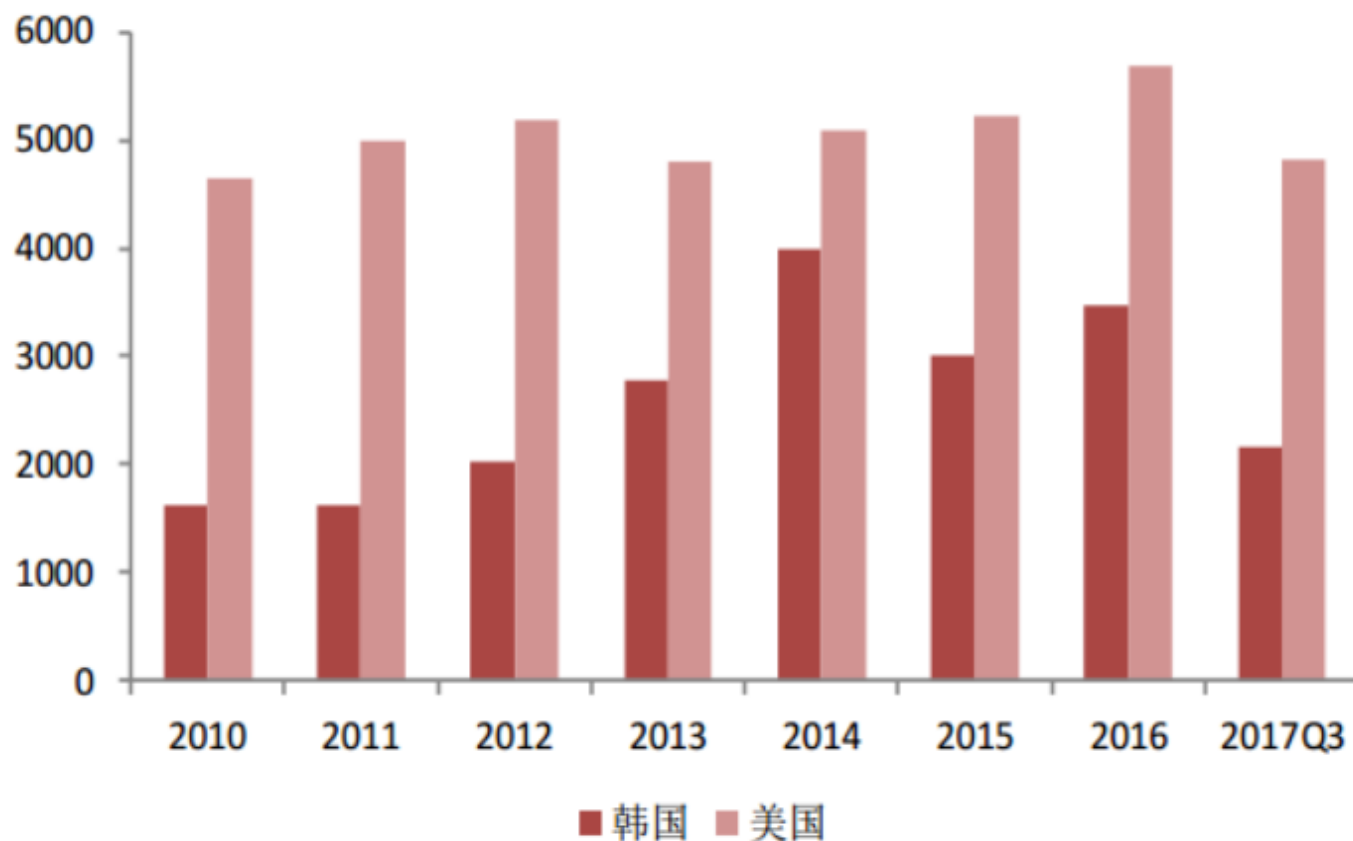


数据来源：wind，西南证券整理

三星研发实力雄厚，专利数目众多

- 三星电子盈利体量如此巨大，背后依靠其极强的研发实力。三星研发投入规模巨大，每年都新增众多核心技术专利。2016年，三星投资139亿美元用于研发，同年在韩国注册了3629项专利，在海外注册了15193项专利，其中在美国注册专利5683项。在2017年第三季度，公司又在美国注册了4824项专利，研发费用达114亿美元。

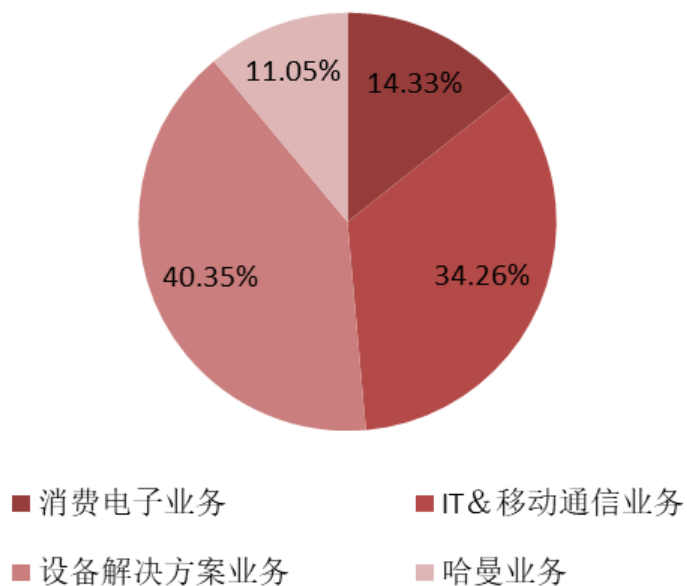
三星电子专利数目



三星营收业务拆分

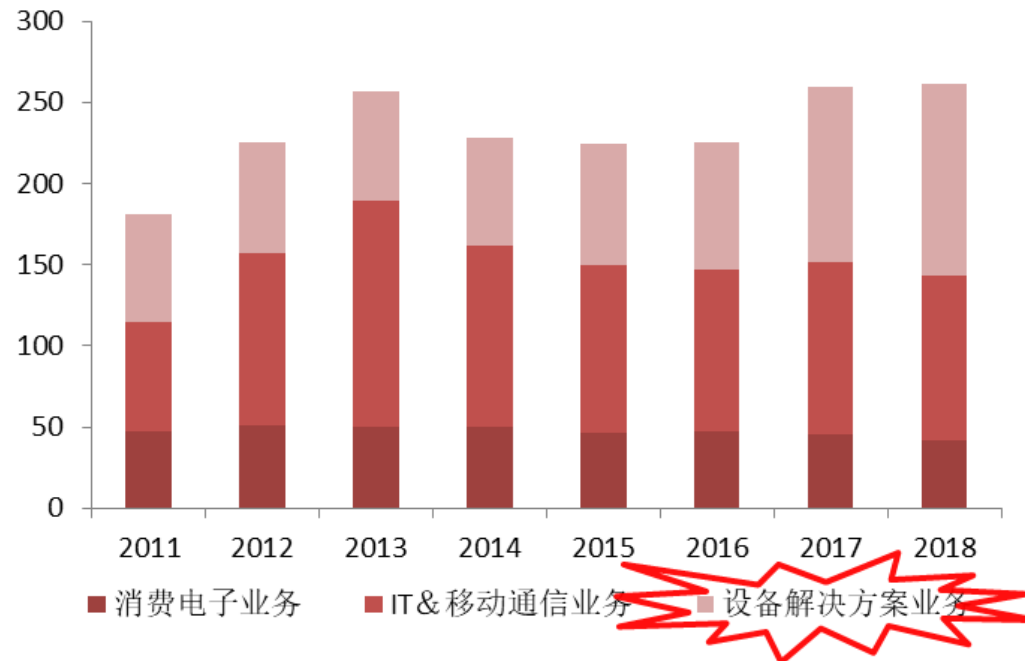
□ 从业务细分角度来看，2018 财年设备解决方案部门贡献了 118 万亿韩元的营业收入。设备解决方案业务里面半导体业务营收 74 万亿韩元，占比 69%，面板业务营收 34 万亿韩元，占比 31%。半导体业务中存储业务占有主要地位，营收达 60 万亿韩元，占半导体业务营收 81%。哈曼部门 2018 年营业收入为 32 万亿韩元，占比 11% 左右。

2018年三星电子营收结构情况



数据来源：wind，西南证券整理

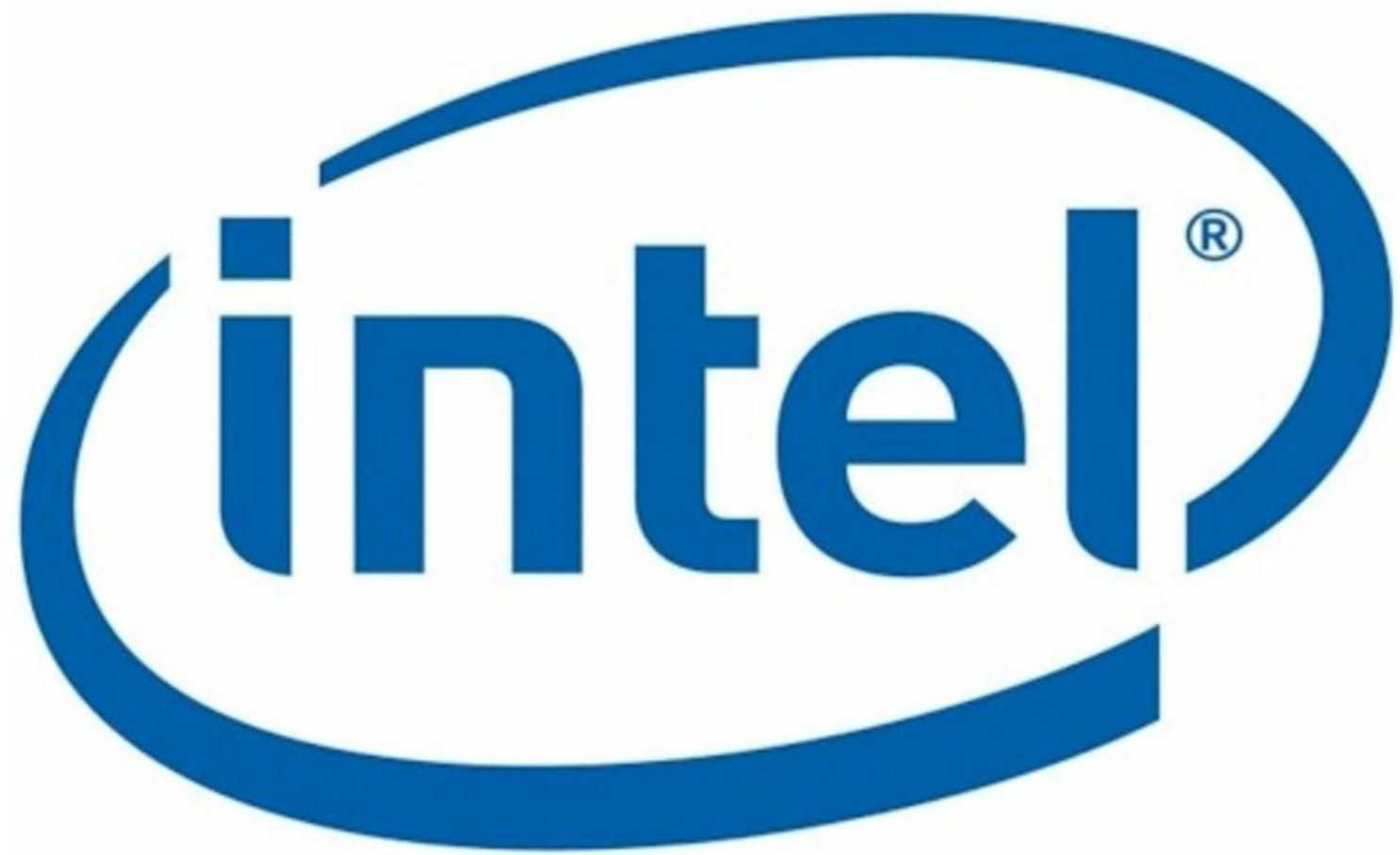
三星电子分业务营收（万亿韩元）



数据来源：wind，西南证券整理

半导体
制造

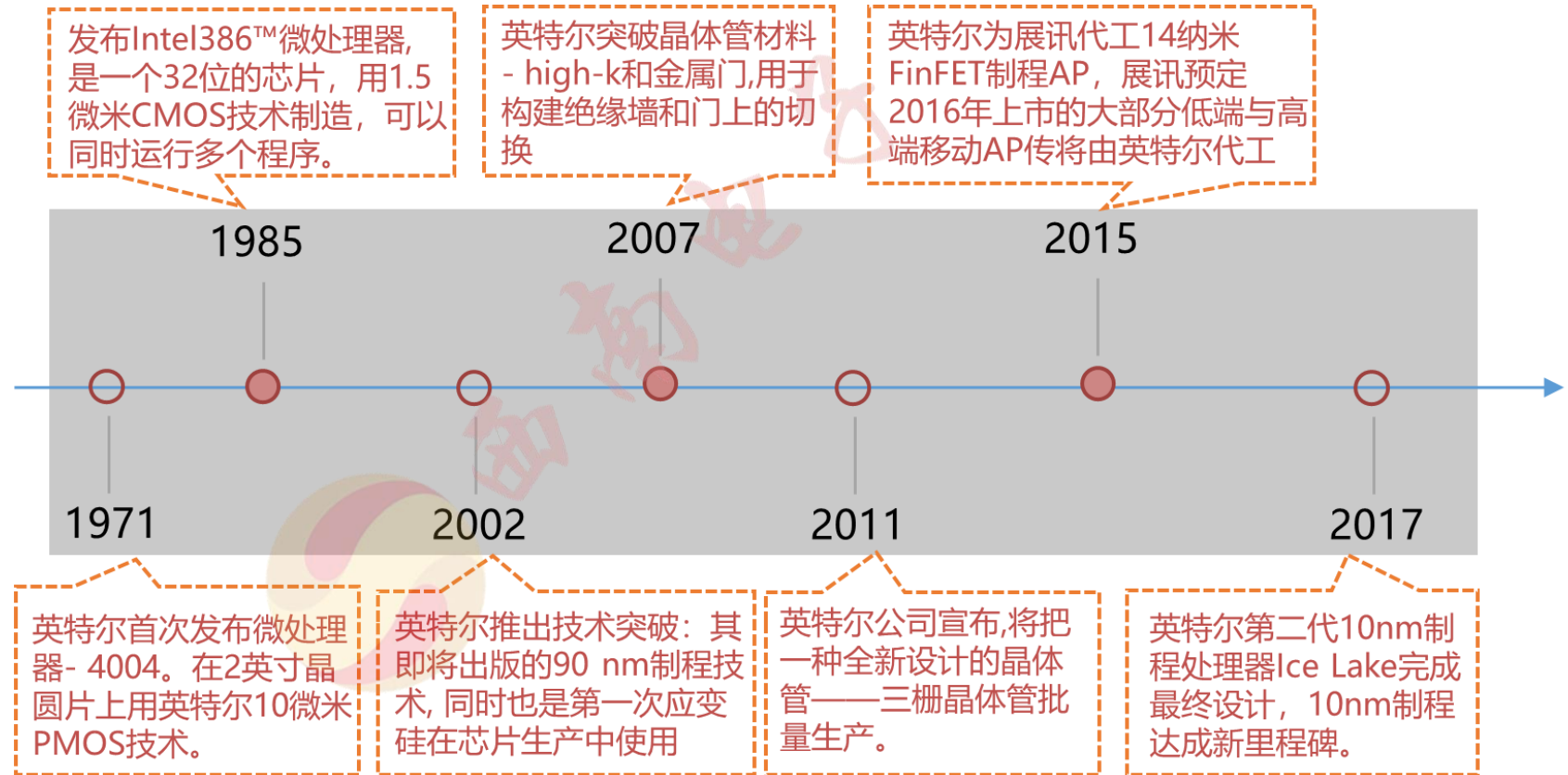
英特尔
Intel



英特尔发展概况

英特尔公司是美国一家研制CPU处理器的公司，是全球最大的个人计算机零件和CPU制造商。该公司为计算机工业提供关键元件，包括：微处理器、芯片组、板卡、系统及软件等，这些产品是标准计算机架构的重要组成部分。公司微处理器包括Itanium, Xeron, Pentium III及Celeron等著名的品牌。英特尔公司设有多个运营部门：数字企业事业部、移动事业部、数字家庭事业部、数字医疗事业部和渠道平台事业部。

英特尔公司发展里程碑

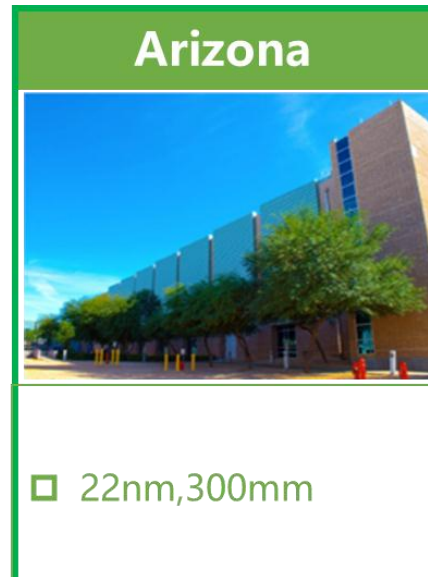
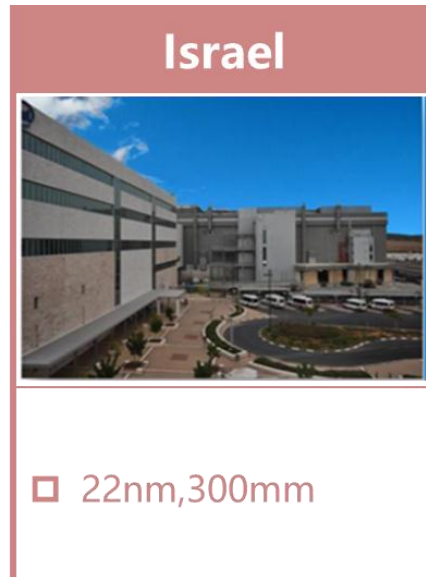
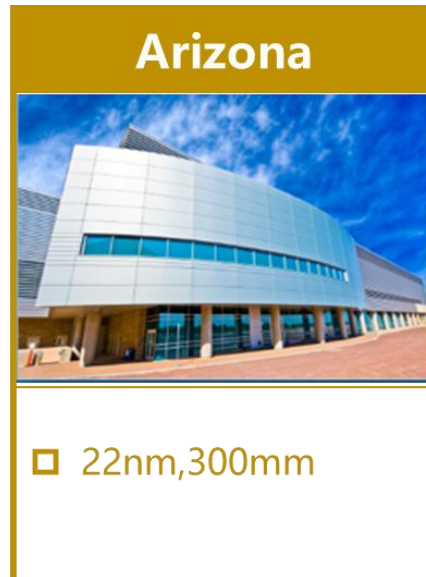
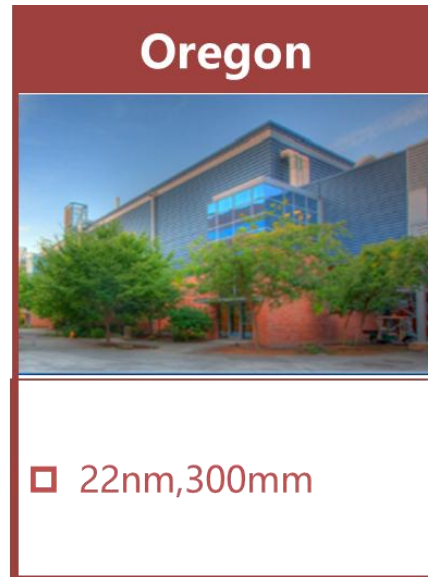
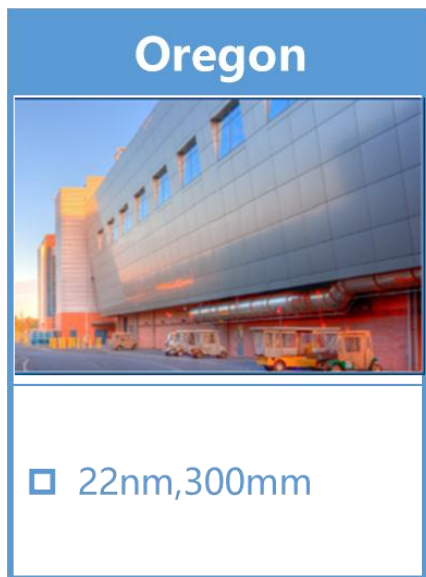


数据来源：英特尔，西南证券整理

英特尔晶圆厂房

- Intel拥有地球上最先进的半导体工艺，旗下的晶圆厂也非常多，2014年70%的处理器及芯片组晶圆都产自美国的晶圆厂，包括亚利桑那州、俄勒冈州、新墨西哥州、马萨诸州，其中马萨诸州是Intel最后一座200mm晶圆厂了，14nm工艺主要在美国亚利桑那州及俄勒冈的D1X晶圆厂生产，海外14nm晶圆厂主要是爱尔兰的Fab 24，目前还在升级14nm工艺中。
- Intel在中国大连、成都还有两座晶圆厂，不过制程工艺还是90nm和65nm的。在晶圆代工的部分，英特尔有可能会引入策略投资者。在未来的7纳米及5纳米、3纳米等技术的投资越来越大，引入策略投资者有助于分担风险。

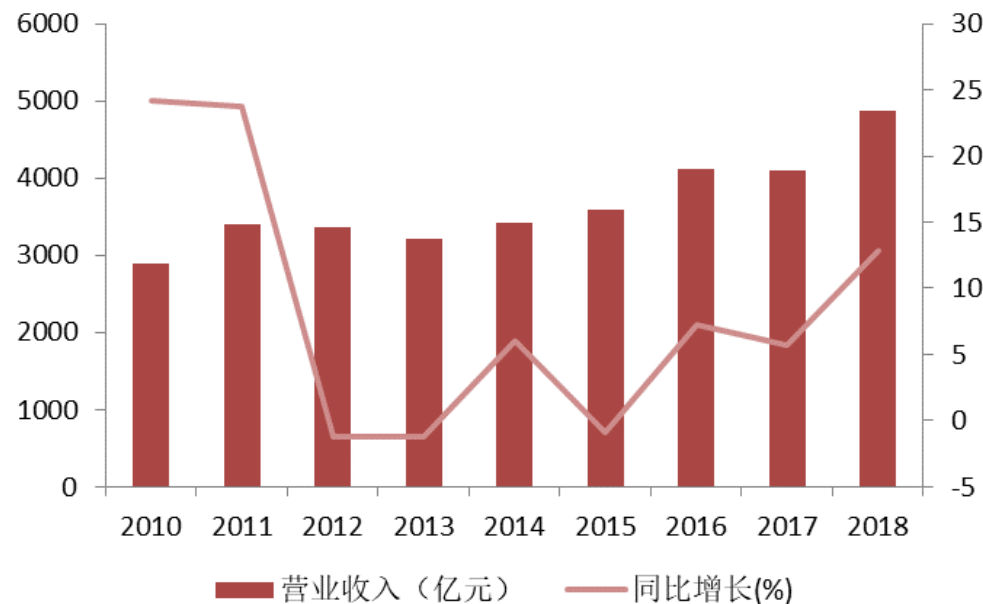
英特尔晶圆厂房



英特尔营收规模高达4000亿，营收增速略有回调

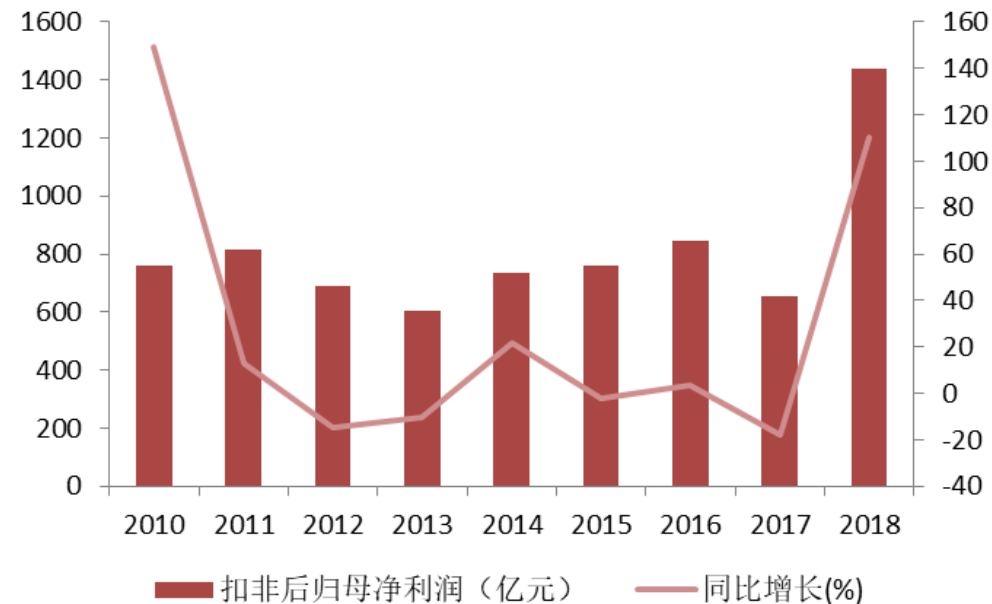
- 英特尔2010年以来营收增长不断放缓，近几年，由于客户对性能领先的英特尔平台需求，营收增长扭转颓势，**2018年实现营收4862亿元，创历史新高，同比增长12.7%。**
- 归母净利润方面，其增长趋势走势与营收类似，由于营收增长放缓与研发支出不断增加，2010年以来不断降低，近几年略有回调，**2018年再创新高，实现归母净利润1439亿元，同比增长110%。**

2010年以来英特尔营业收入及增速



数据来源：wind，西南证券整理

2010年以来英特尔归母净利润及增速

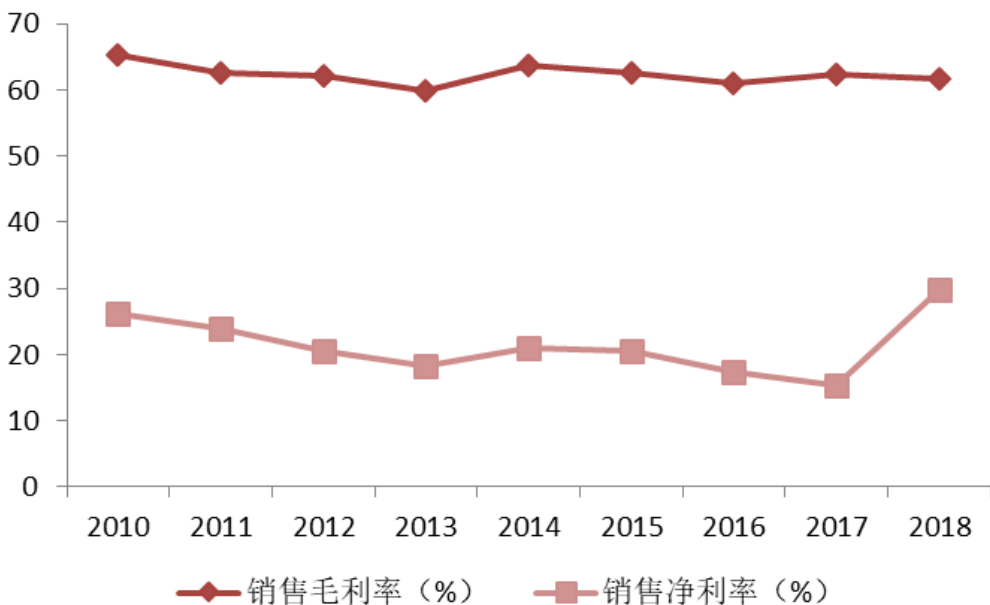


数据来源：wind，西南证券整理

英特尔毛利率水平高达60%以上

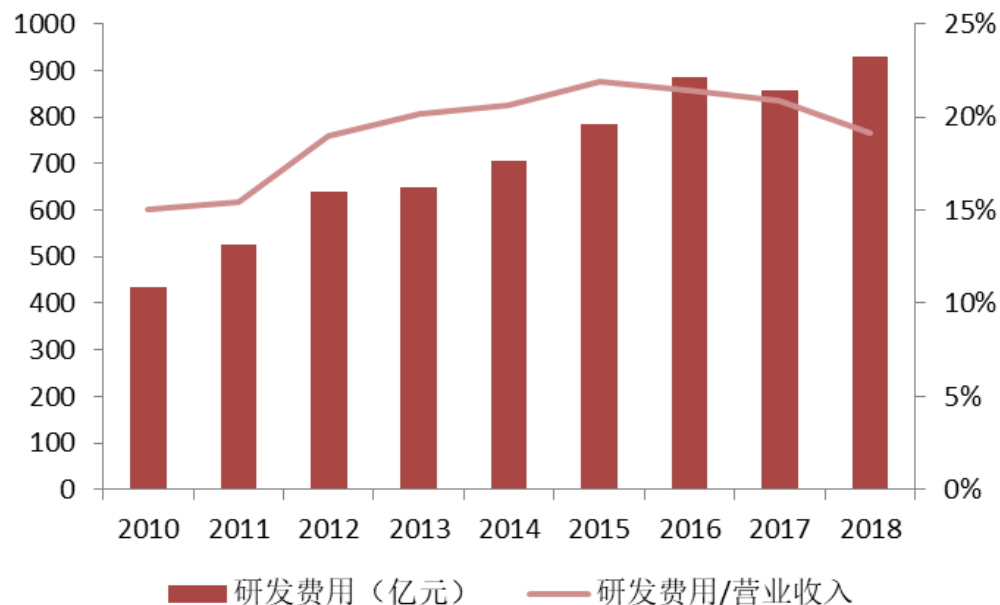
- 英特尔一直保持较高的毛利率和净利率。毛利率从 2011 年的 65%开始基本保持相对稳定，到 2018 年达到61%，这一水平在整个半导体制造行业处于绝对领先地位，体现了英特尔超强的盈利能力。英特尔净利率水平也一直保持较高水平，2010年净利率为 26%，随后略有起伏，到2018年达到历史新高29%。
- 英特尔研发支出保持稳定增长，从2010年456亿元不断增长至2017年的929亿元，营收占比达19%。

2010年以来英特尔毛利率及净利率变化



数据来源：wind，西南证券整理

2010年以来英特尔研发支出及营收占比



数据来源：wind，西南证券整理

目录

一、全球半导体制造市场规模及竞争格局

- 全球半导体制造市场及行业格局
- 中国半导体制造行业情况

二、半导体制造制程技术分析

- 28纳米是生命周期相当长的节点
- 先进制程技术之FinFET与GAA
- 先进制程技术之FD-SOI

三、半导体制造全球巨头

- 代工第一梯队台积电和三星以及IDM第一梯队英特尔
- 代工第二梯队：联华电子、格罗方德、中芯国际、Towerjazz
- 化合物半导体代工巨头之稳懋半导体和三安光电

半导体
制造

联华
电子

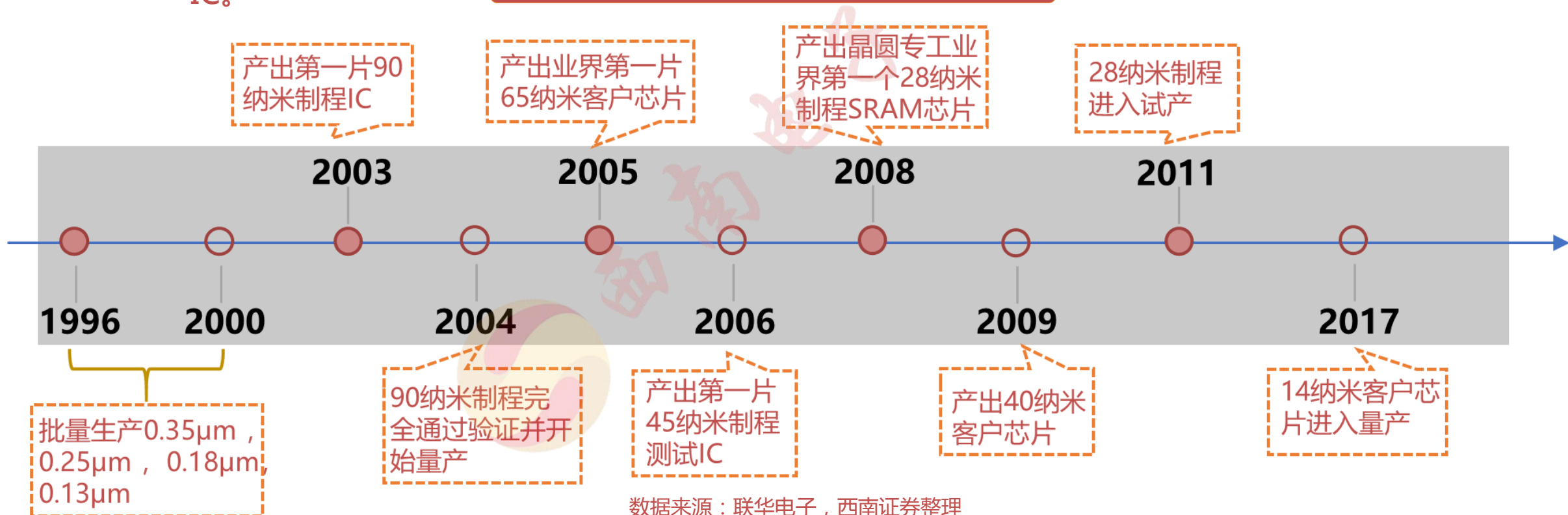
U N M C

联 华 电 子

联华电子：第二梯队的领军者

- 联电成立于1980年，是台湾第一家提供晶圆制造服务的公司，也是台湾第一家上市的半导体公司（1985年）。联华电子身为半导体晶圆专工业界的领导者，提供先进制程与晶圆制造服务，为IC产业各项主要应用产品生产芯片。联电完整的解决方案能让芯片设计公司利用尖端制程的优势，包括28纳米Poly-SiON技术、High-K/Metal Gate后闸极技术、14纳米量产、超低功耗且专为物联网（IoT）应用设计的制程平台以及具汽车行业最高评级的AEC-Q100 Grade-0制造能力，用于生产汽车中的IC。

联华电子逻辑制程技术沿革示意图



数据来源：联华电子，西南证券整理

联华电子：世界级制造能力

□ 联华电子是全球晶圆制造的领导者，拥有数座营运中的先进12寸晶圆厂。位于台南的Fab12A于2002年进入量产，目前已运用先进14nm制程为生产客户产品，**产能目前为超过7.5万片/月**。第二座12寸厂Fab12i为联电特殊技术中心，提供客户多样化的应用产品所需IC。厂址位于新加坡白沙晶圆科技园区，**目前产能达5万片/月的水平**。最新的12寸晶圆厂是位于中国大陆厦门的Fab12X，已于2016年第四季度开始量产。**其总设计产能为5万片/月**。联华电子在亚洲地理区域多元选择的制造服务，客户可以分散其制造风险，同时仍在同一区域内的生产，更能确保联电台湾总部最及时的工程支援。

Fab12i



数据来源：联华电子，西南证券整理

Fab12i

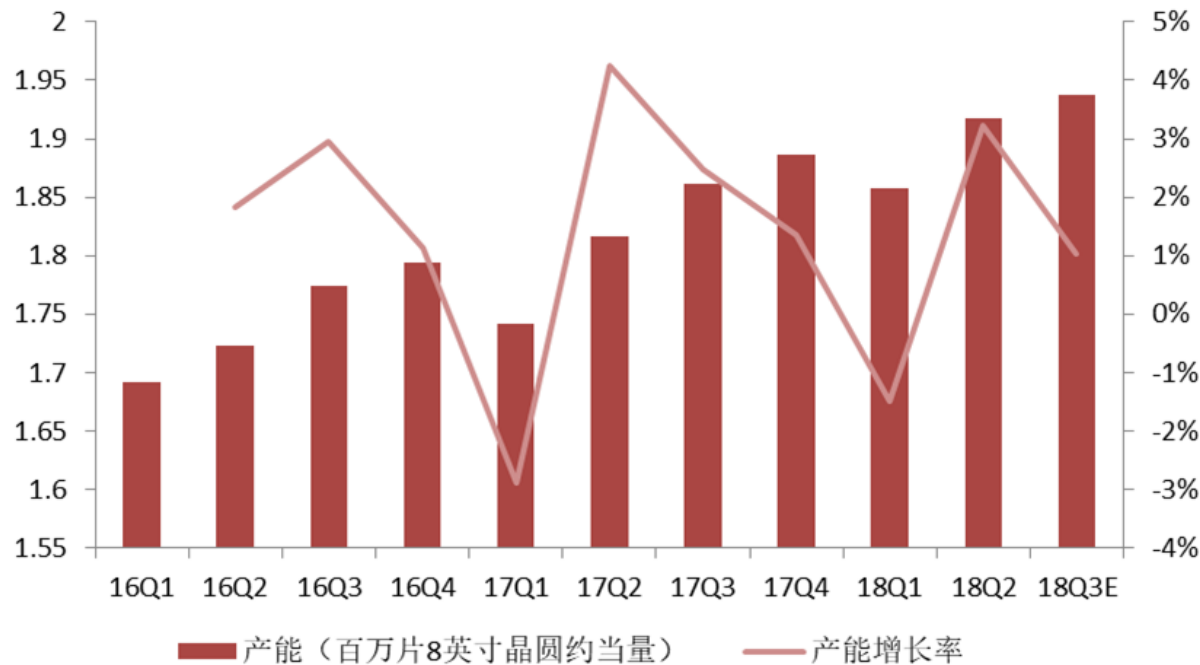


数据来源：联华电子，西南证券整理

联电产能利用率稳步攀升

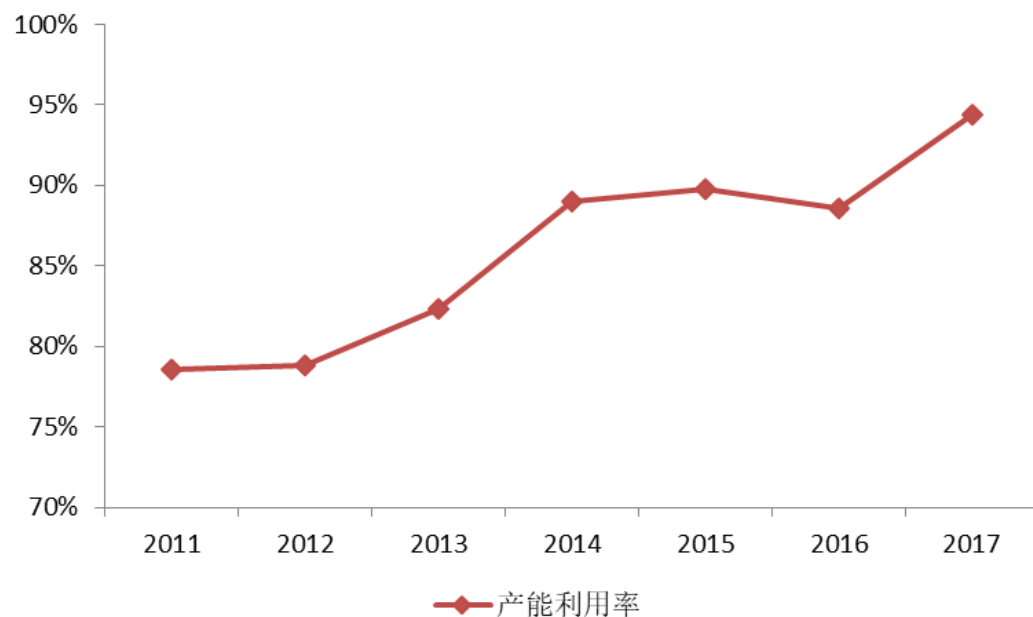
- 联电客户遍布全球，虽然其先进制程与台积电差距较大，但收益于需求的多样化，产能也是保持了缓慢增长，2018Q2，产能为1.9百万片，同比增长3%。
- 2011-2017年，制程工艺的不断提升推动了联华电子产能利用率显著增长，从78%一路攀升至2017年的95%，产能利用率的提高带来的是联电竞争力的不断增强。

2016-2018年联电产能及增长率



数据来源：联华电子，西南证券整理

2011-2017年联电产能利用率

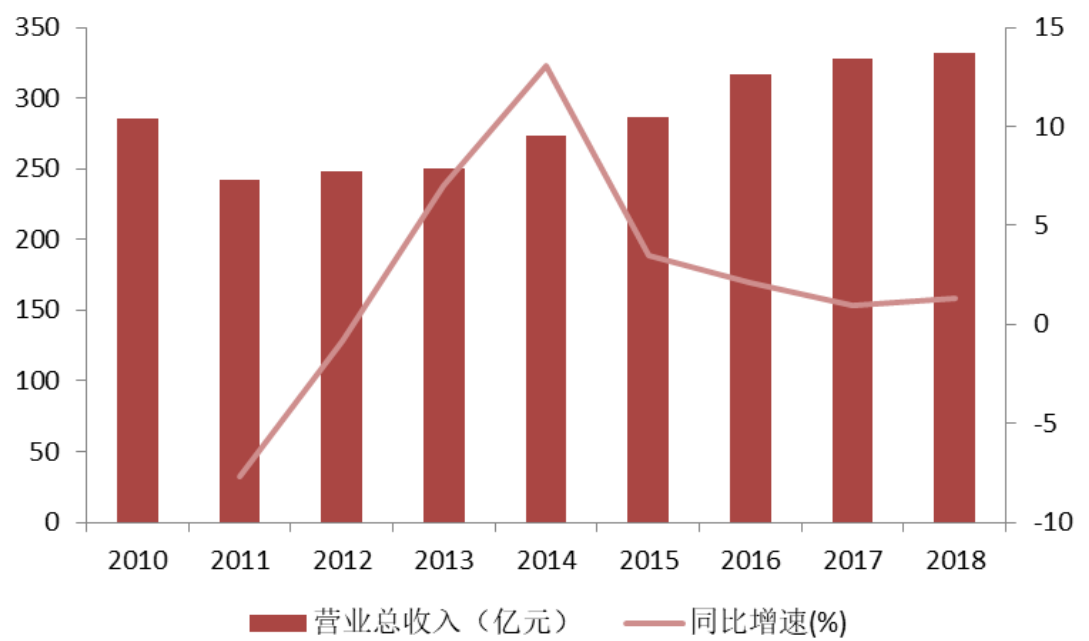


数据来源：联华电子，西南证券整理

联华电子7年间复合增长率仅为2%

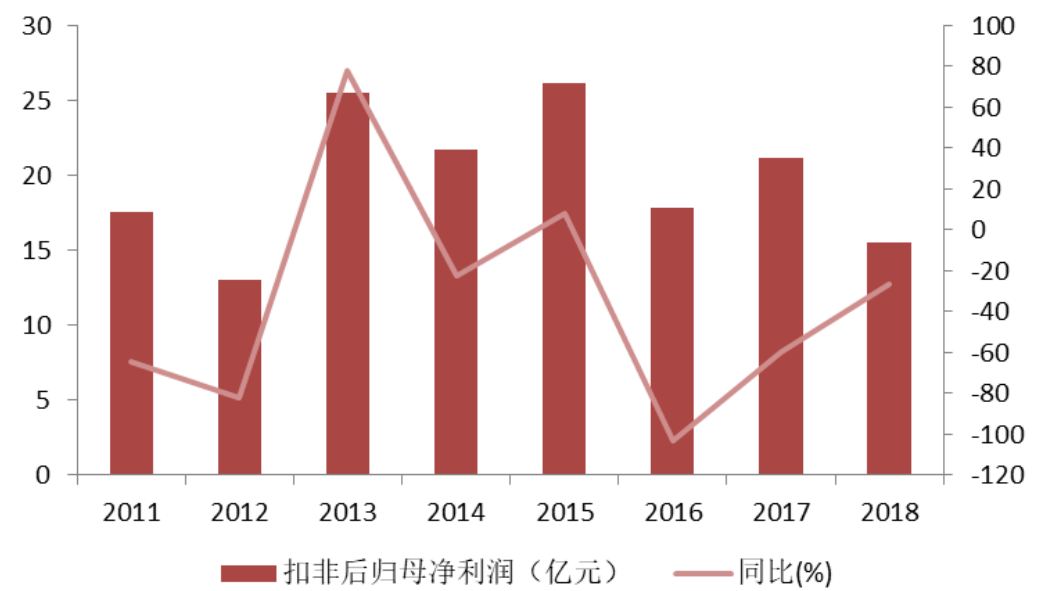
- 由于先进制程始终落后于第一梯队，联电营运状况在过去7年间并未见明显成长，7年间复合增长率仅为2%，2018年实现营业收入331亿元，同比仅增长1.32%。
- 归母净利润方面，相对营收显得庞大研发支出，以及庞大的设备折旧导致获利始终不见起色，7年间复合增长率为-12%，2018年实现归母净利润15亿元，同比增长-26%。

2010年以来联电营业收入及增速



数据来源：wind，西南证券整理

2010年以来联电归母净利润及增速

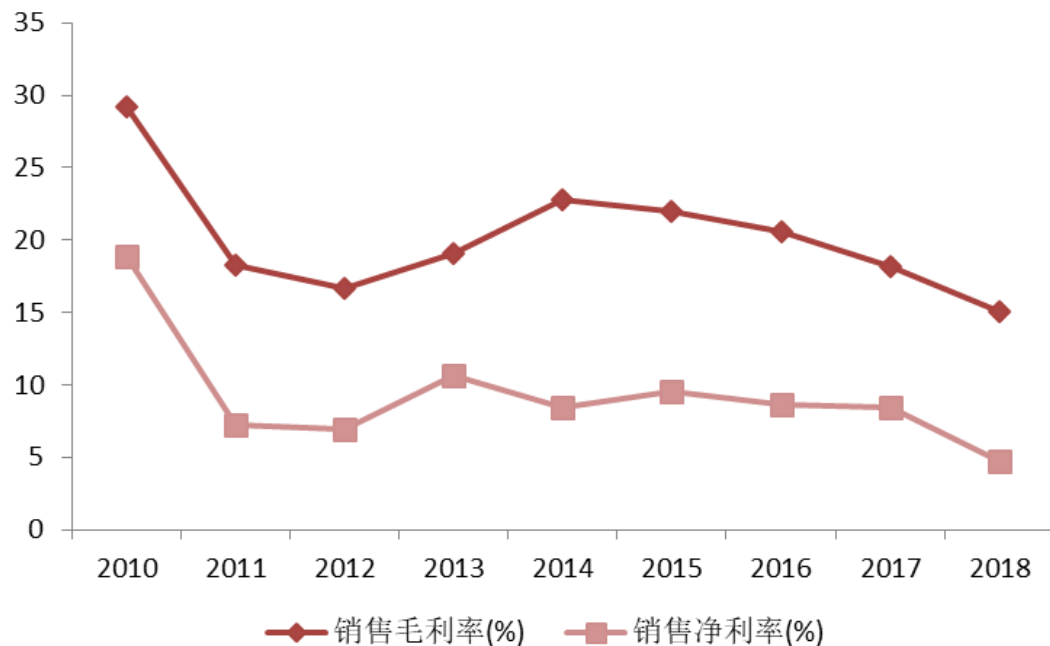


数据来源：wind，西南证券整理

受研发支出以及设备折旧拖累，联华电子毛利率和净利率水平较低

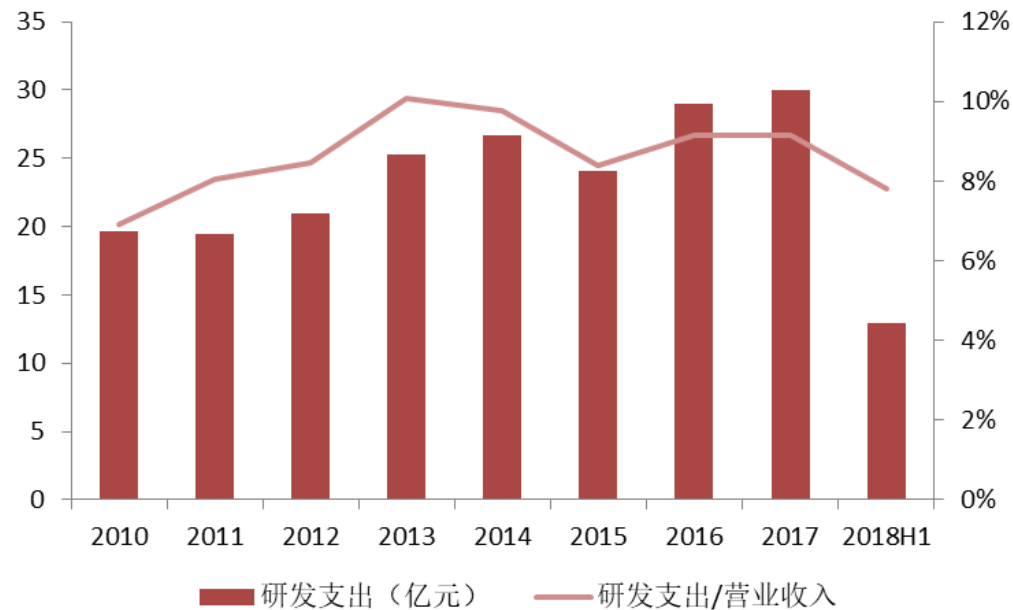
- 虽然联电营运状况在过去7年间并未改善，但其高度重视研发，研发支出仍保持小幅增长，2018年H1研发支出13亿元，营收占比7.8%。
- 受研发支出，以及庞大的设备折旧拖累，联华电子销售毛利率及净利率不断下滑，毛利率从29%一路下降至2018年的15%，净利率从18%降至2018年的5%，盈利能力显著下降。

2010年以来联电毛利率及净利率



数据来源：wind，西南证券整理

2010年以来联电研发支出及营收占比

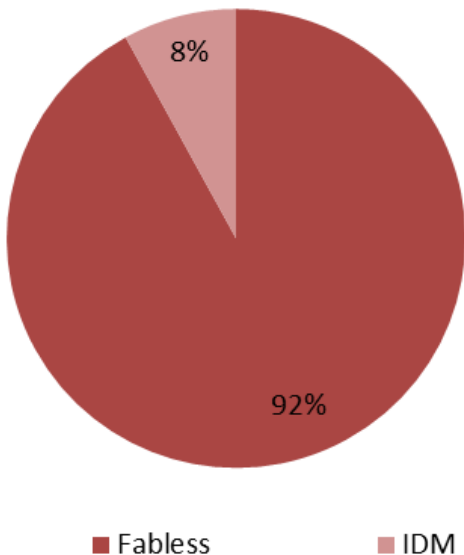


数据来源：wind，西南证券整理

联华电子营收按客户类型拆分

- 2018年Q2，在联华电子按客户类型拆分的营收结构中，Fabless占比高达92%，相比较之下，IDM占比只有8%，Fabless客户成为营收主要来源。
- 联电加速布局12寸晶圆厂，12寸晶圆资本支出占比巨大。依照联电规划，预计5年内投资13.5亿美元，参股厦门联芯12寸厂建设，该厂总投资额高达62亿美元，**2017年联电12寸晶圆厂资本支出高达91%。**

2018年Q2联电营收按客户类型拆分



数据来源：联华电子，西南证券整理

近两年联电代工资本支出计划

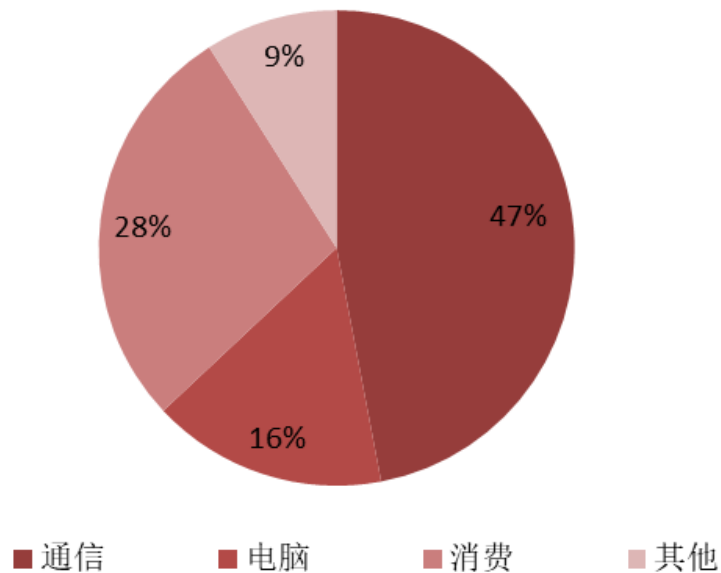
	8英寸	12英寸	总计
2018	33%	67%	11亿美元
2017	9%	91%	20亿美元

数据来源：联华电子，西南证券整理

电信业务贡献了联华电子近50%的营收

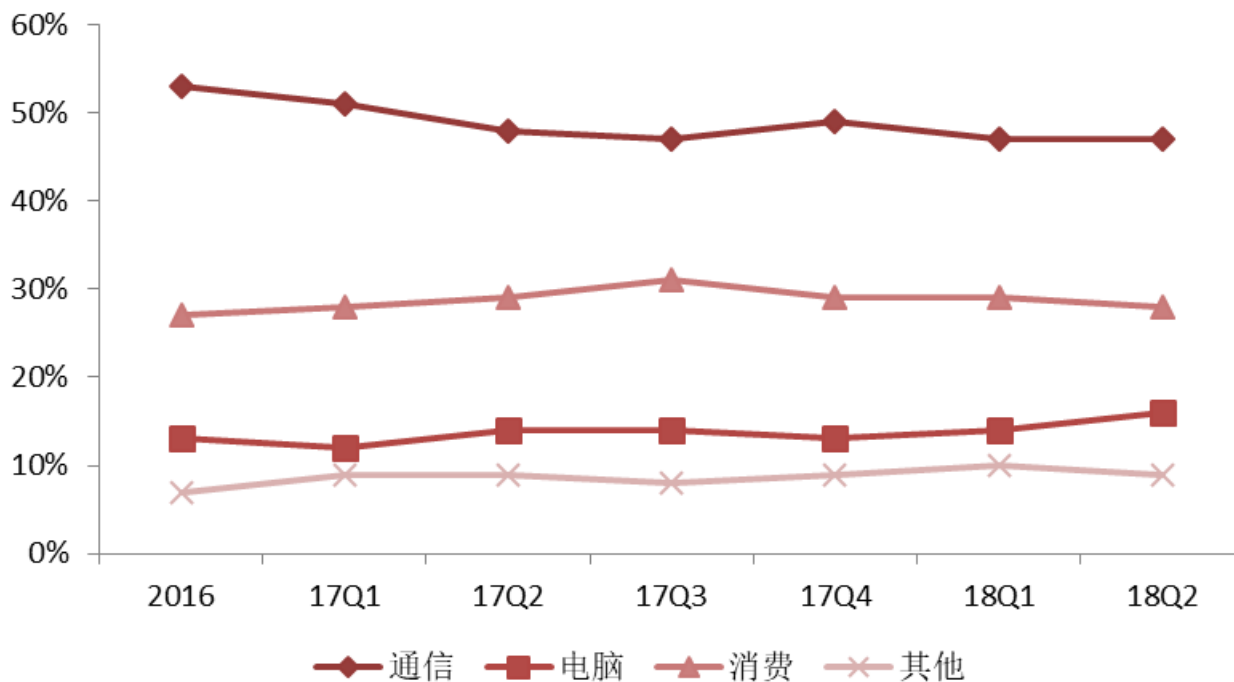
- 2018年Q2，在联华电子按下游市场拆分的营收结构中，**通信占比高达47%，成为营业利润的主要来源**，其次分别为消费（28%）、电脑（16%）。
- 从2016年以来联电按下游市场拆分的变化曲线可以看出：**联电下游市场营收结构相对稳定，近几年波动极小，通信贡献营收一直维持在50%左右，是营收的稳定核心来源。**

2018年Q2联电营收按下游市场拆分



数据来源：联华电子，西南证券整理

2016年以来联电营收按下游市场拆分变化

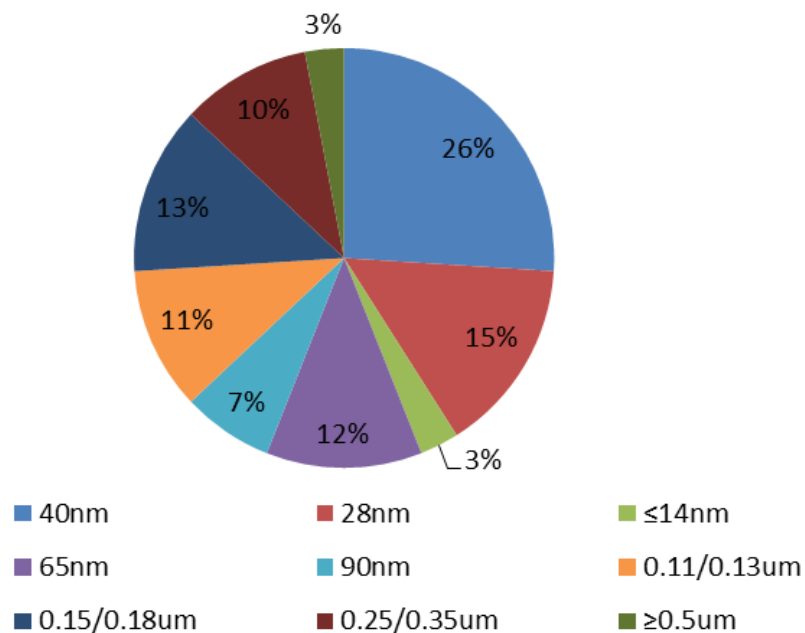


数据来源：联华电子，西南证券整理

联电在先进制程营收方面与台积电差距甚大

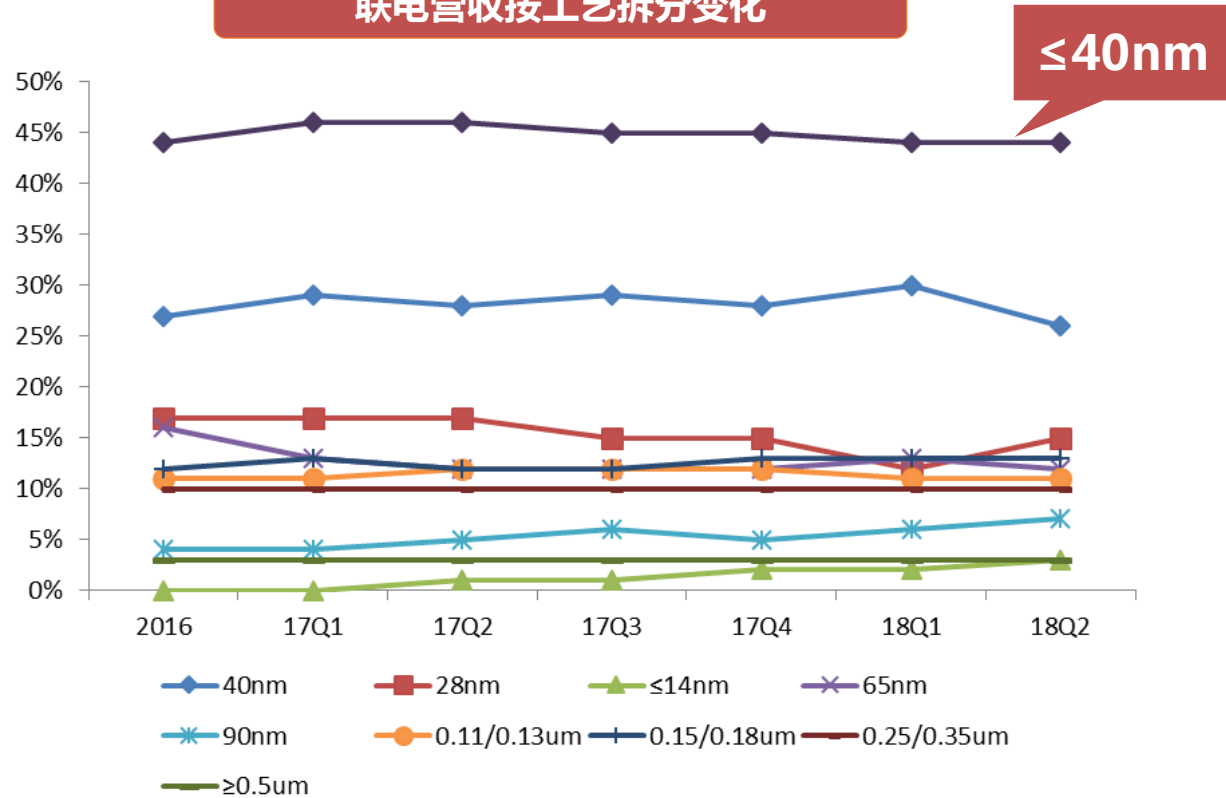
- 2018年Q2，在联电按工艺拆分的营收结构中，40nm占比最高，贡献26%，相比较台积电近30%，14nm及以下占比只有3%，联电在先进制程方面差距仍较大。
- 从2016年以来联电按工艺拆分的变化曲线可以看出：联电按工艺拆分营收结构相对稳定，各工艺营收占比变化不大，其中40nm以下制程总营收占比一直在45%上下浮动。

2018Q2联电营收按工艺拆分



数据来源：联华电子，西南证券整理

联电营收按工艺拆分变化

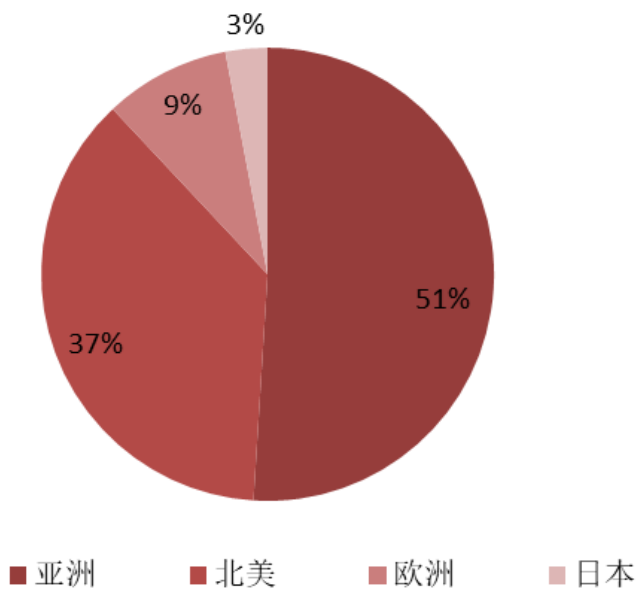


数据来源：联华电子，西南证券整理

联华电子营收按地区拆分

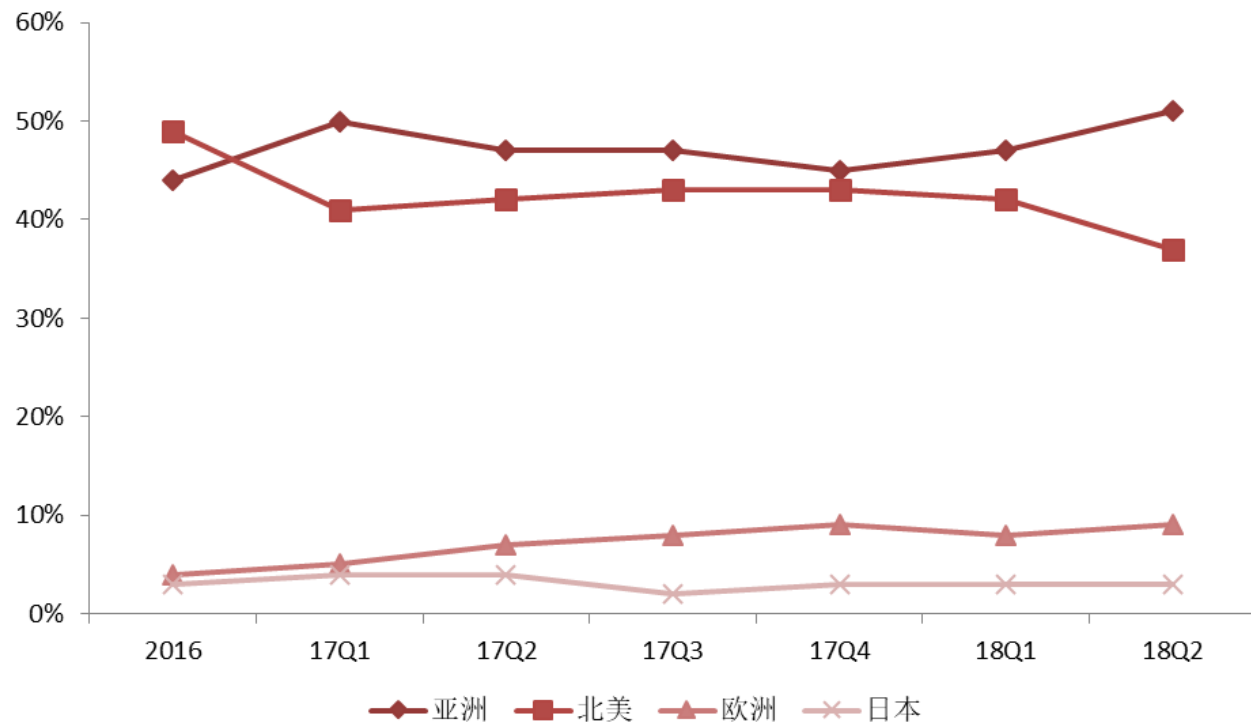
- 2018年Q2，在联华电子按地区拆分的营收结构中，**亚洲地区占比高达51%，北美占比高达37%，二者占比88%，是营业收入的主要来源。**
- 从2016年以来联电按地区拆分的变化曲线可以看出：**北美地区营收占比不断下滑，从50%一路走低至39%，亚洲和欧洲地区营收占比不断上升，显示出联电的经营中心由北美转移到了亚洲。**

2018年Q2联电营收按地区拆分



数据来源：联华电子，西南证券整理

2016年以来联电营收按地区拆分变化



数据来源：联华电子，西南证券整理

半导体
制造

高塔
半导体

TOWERJAZZ

高

塔

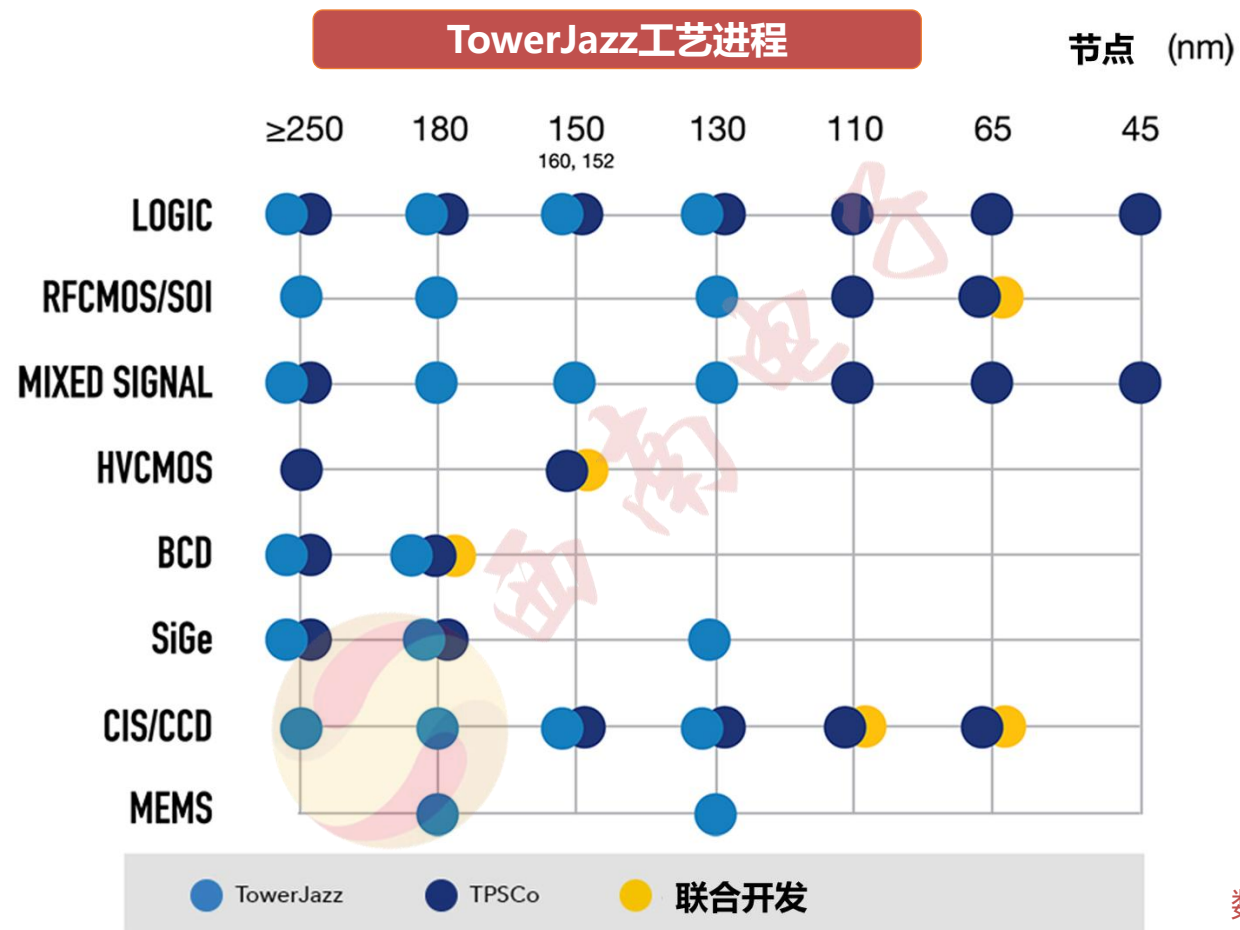
半

导

体

高塔半导体 (TowerJazz) 概况分析

- TowerJazz是全球专业代工厂的领导者，专门为全球300多家客户制造模拟集成电路，这些客户遍及汽车，医疗，工业，消费品，航空航天和国防等不断发展的市场。
- TowerJazz提供广泛的可定制工艺技术，随着TowerJazz扩展其能力，制造能力和全球影响力，该公司继续巩固其市场和技术领先地位，以保持其在全球的领导地位。



数据来源：TowerJazz，西南证券整理

TowerJazz拥有七个制造工厂，总产能达到230万片/年

- 对于全球容量保证，TowerJazz在三个地理位置运营七个制造工厂，为其多元化客户群提供每年超过230万个晶圆，产能利用率超过85%：位于以色列Migdal Haemek的两个晶圆厂（150毫米和200毫米），位于纽波特的一个晶圆厂（200毫米）美国加利福尼亚州海滩，位于美国德克萨斯州圣安东尼奥的一家工厂和位于日本北陆地区的TowerJazz Panasonic半导体有限公司（TPSCo）的另外三家工厂（两个200mm和一个300mm）。

高塔晶圆厂房

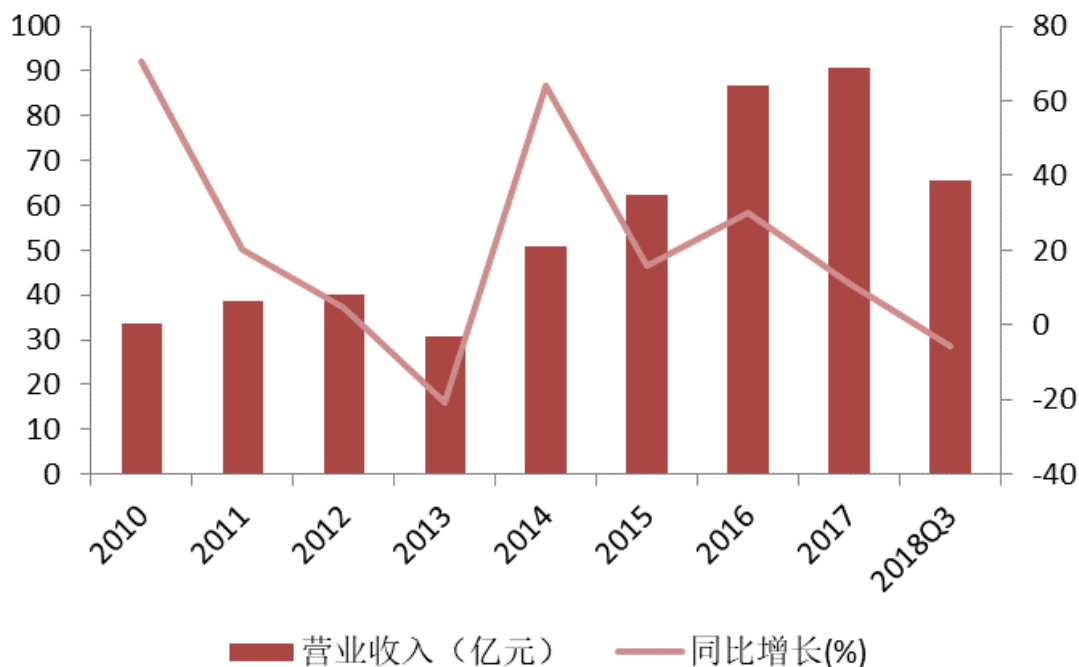


共计产能230万片/年（200mm约当量）

TowerJazz 7年间复合增长率高达15%

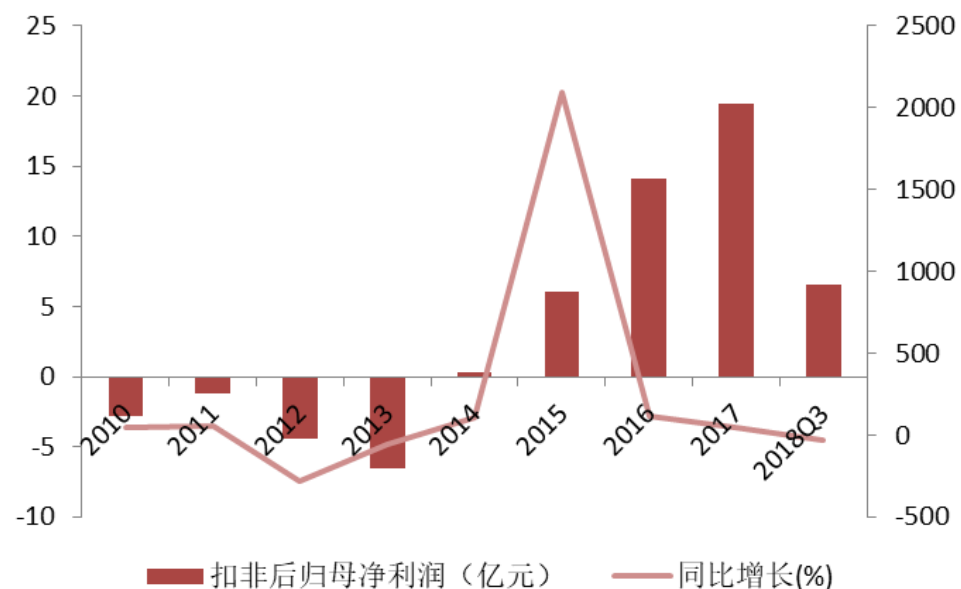
- 受益于不断增长的多样化客户需求以及300mm的产量爬升和SiGe产能的增加，近几年高塔实现了营业收入的快速增长，**2018年遭遇下行周期，前三季度实现营业收入65.6亿元，同比增长-5.8%。**
- 在营业收入大幅下滑的同时，高塔2018年归母净利润再次出现负增长，**2018年前三季度实现归母净利润为6.59亿元，同比增长-35%。**

2010年以来高塔营业收入及增速



数据来源：wind，西南证券整理

2010年以来高塔归母净利润及增速

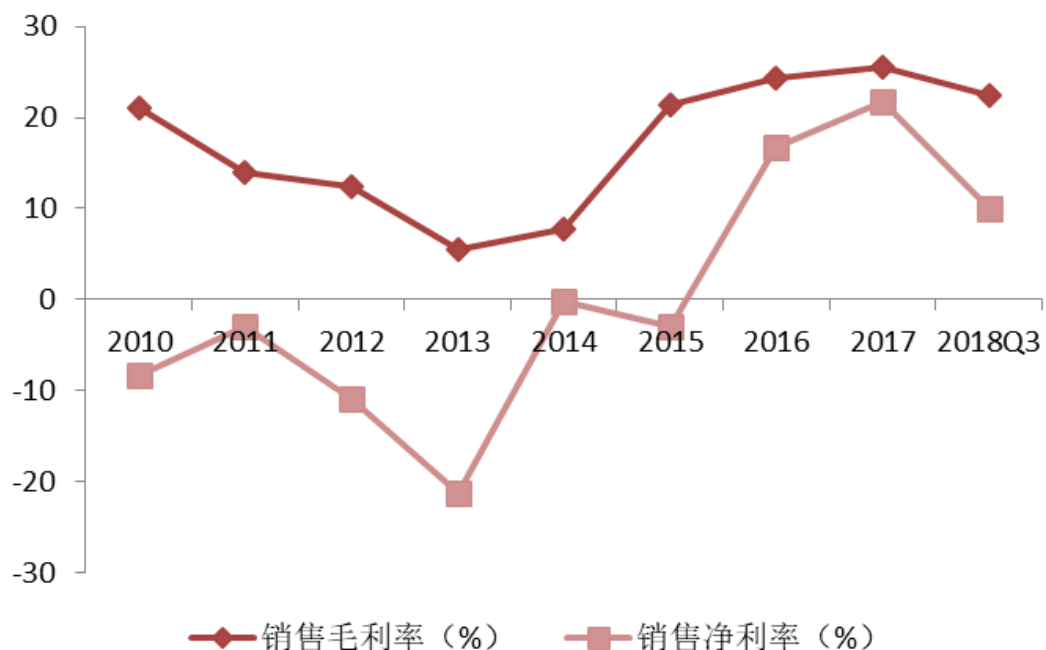


数据来源：wind，西南证券整理

TowerJazz毛利率和净利率水平近年来稳步提升

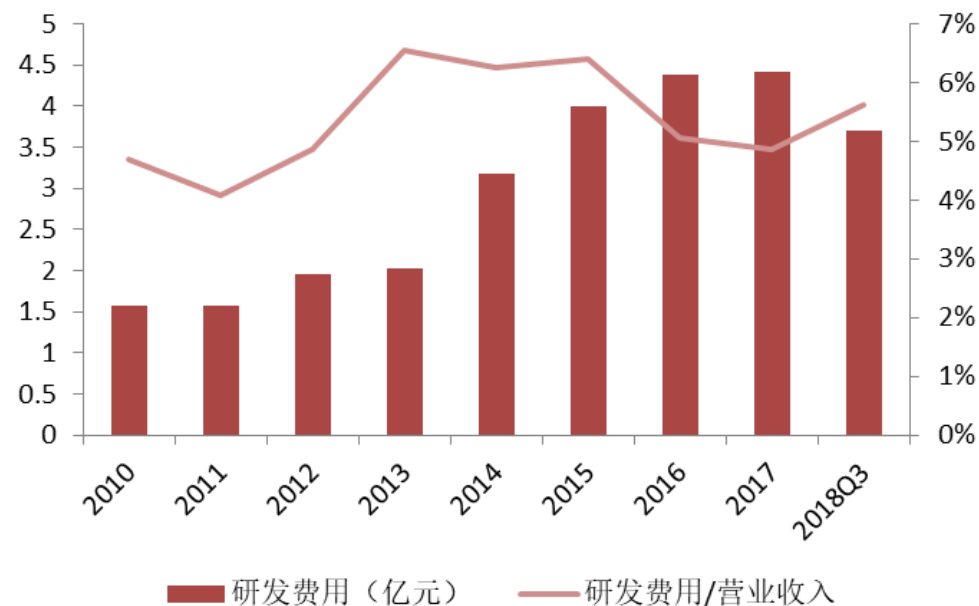
- 由于产能的扩张，高塔销售毛利率及净利率在不断下滑之后，扭转颓势，实现迅速增长，2018年前三季度实现毛利率22%，处于行业领先水平，净利率则为10%，出现大幅下滑。
- 伴随着高塔经营业绩的不断改善，高塔研发费用保持稳定增长，2018年前三季度研发支出3.7亿元，营收占比5.6%。

2010年以来高塔毛利率及净利率



数据来源：wind，西南证券整理

2010年以来高塔研发支出及营收占比



数据来源：wind，西南证券整理

半导体
制造

格罗
方德



GLOBAL
FOUNDRIES

格 罗 方 德

格罗方德在全球拥有五个生产基地，总产能达770万片/年

格罗方德 (Global Foundries) 是一家总部位于美国加州硅谷桑尼维尔市的半导体晶圆代工厂商, 成立于2009年3月。格罗方德最初是由AMD拆分而来、与阿联酋阿布扎比先进技术投资公司(ATIC)和穆巴达拉发展公司(Mubadala)联合投资成立的半导体制造企业。目前格罗方德在全球拥有五个生产基地, 总产能达770万片/年。

格罗方德各晶圆厂产能情况

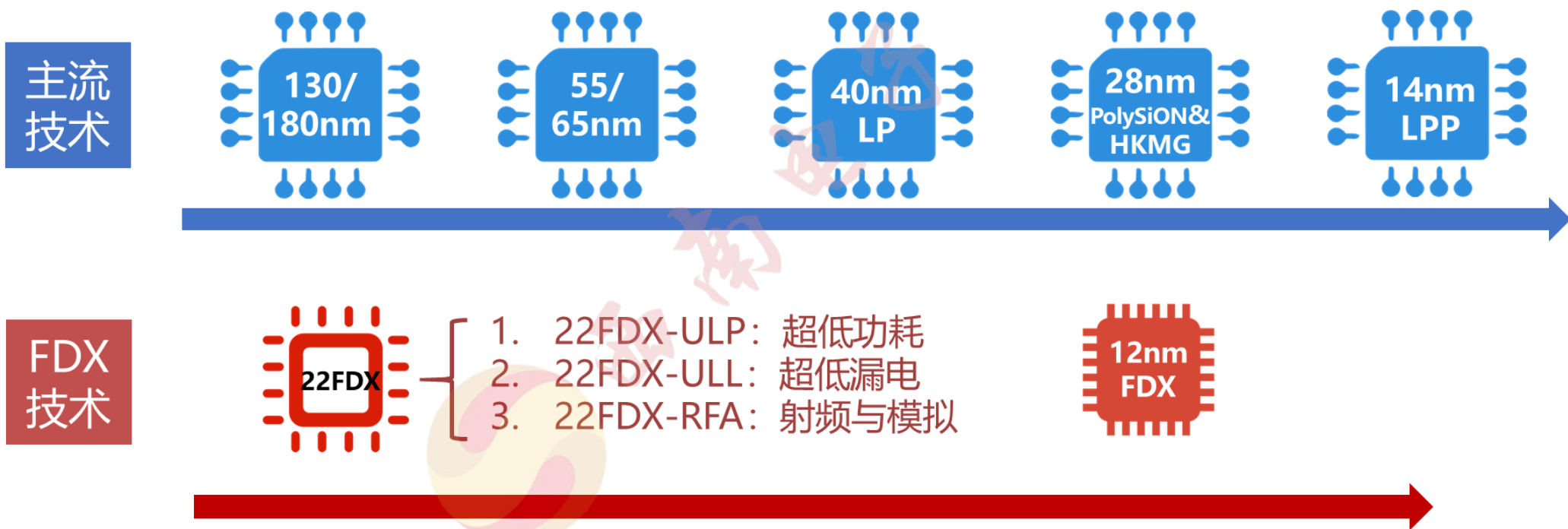


总产能770万片

格罗方德——保持FinFET和FD-SOI双工艺路线

格罗方德制定了两条工艺路线图。对于FinFET，格罗方德有14LPP和新的12LPP（14LPP到7LP的中间过渡版本），7LP将在今年早些时候爬产上量。对于FDSOI，格罗方德目前在产的是22FDX，当客户需要时，还会发布12FDX。2018年7月10日，格罗方德宣布，其22nm FD-SOI (22FDX®) 技术的客户端设计中标收入已逾20亿美元。

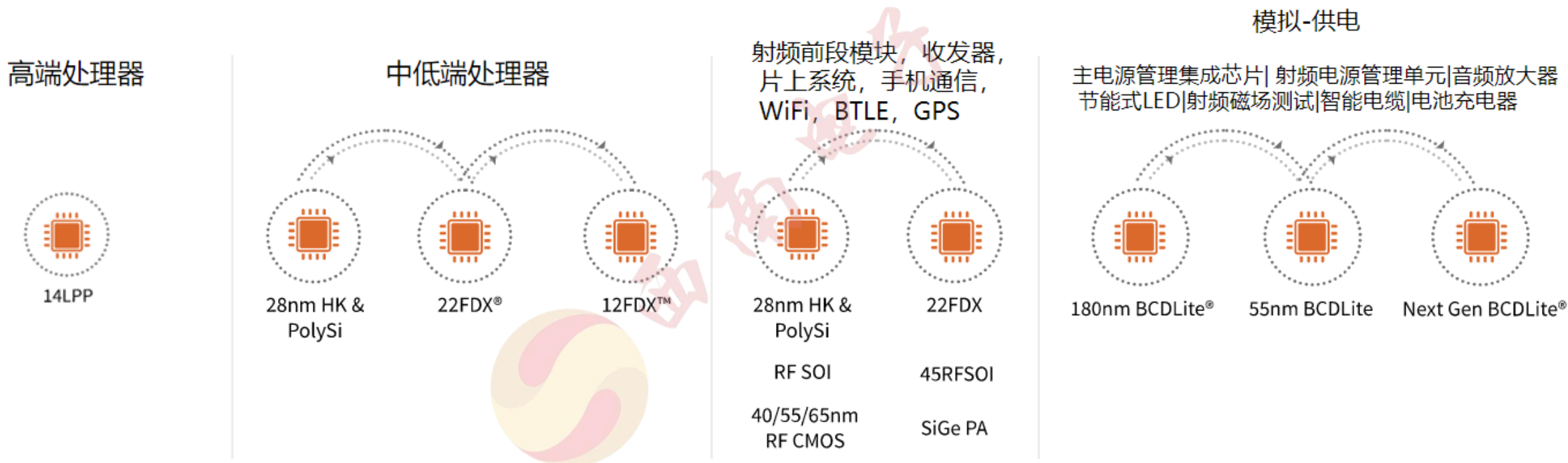
格罗方德双工艺路线图



格罗方德双工艺路线下游应用市场情况

- 格芯最先进代工技术，适用于14LPP (14nm FinFET技术) 批量制造，是计算、互联网、移动、服务器市场的低功耗SoC设计的完美选择；
- 28nm及FDX系列产品主要应用于中低端处理器，22FDX-RFA以及28nm技术主要应用于射频领域，180nm和55nm等成熟工艺主要应用于模拟芯片以及电源管理芯片等领域。

格罗方德不同工艺下游应用情况



半导体
制造

中芯
国际



中 芯 国 际

中芯国际是中国大陆技术最全面、规模最大的晶圆代工厂

- 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全面、规模最大的集成电路制造企业,提供0.35微米到28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。在上海建有一座300mm晶圆厂和一座200mm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;在意大利有一座控股的200mm晶圆厂。



意大利 LF 8" 厂



北京12" 厂
北京合资 12" 厂



天津 8" 厂

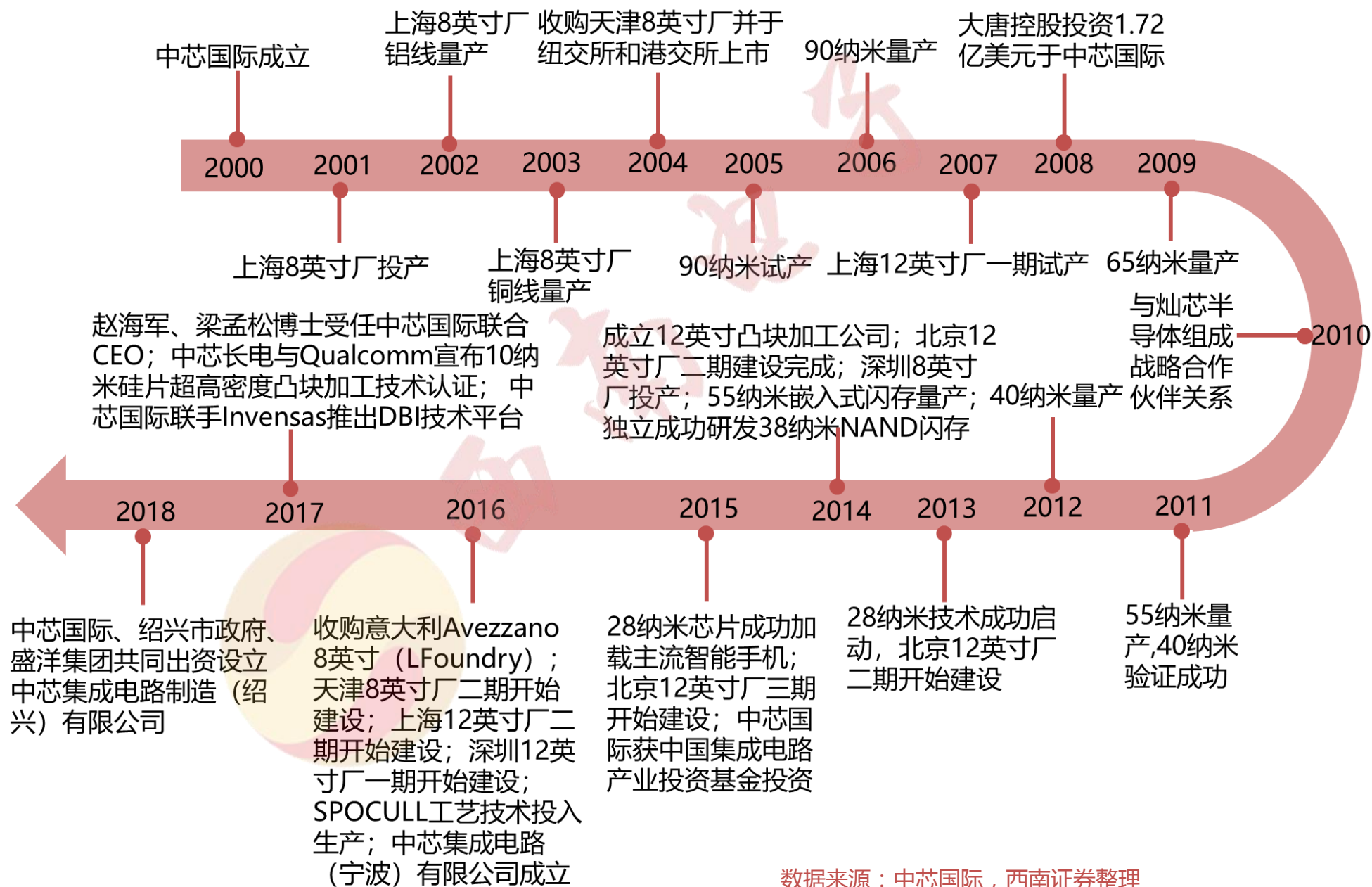


上海 8" 厂
上海 12" 厂



深圳 8" 厂
深圳 12" 厂

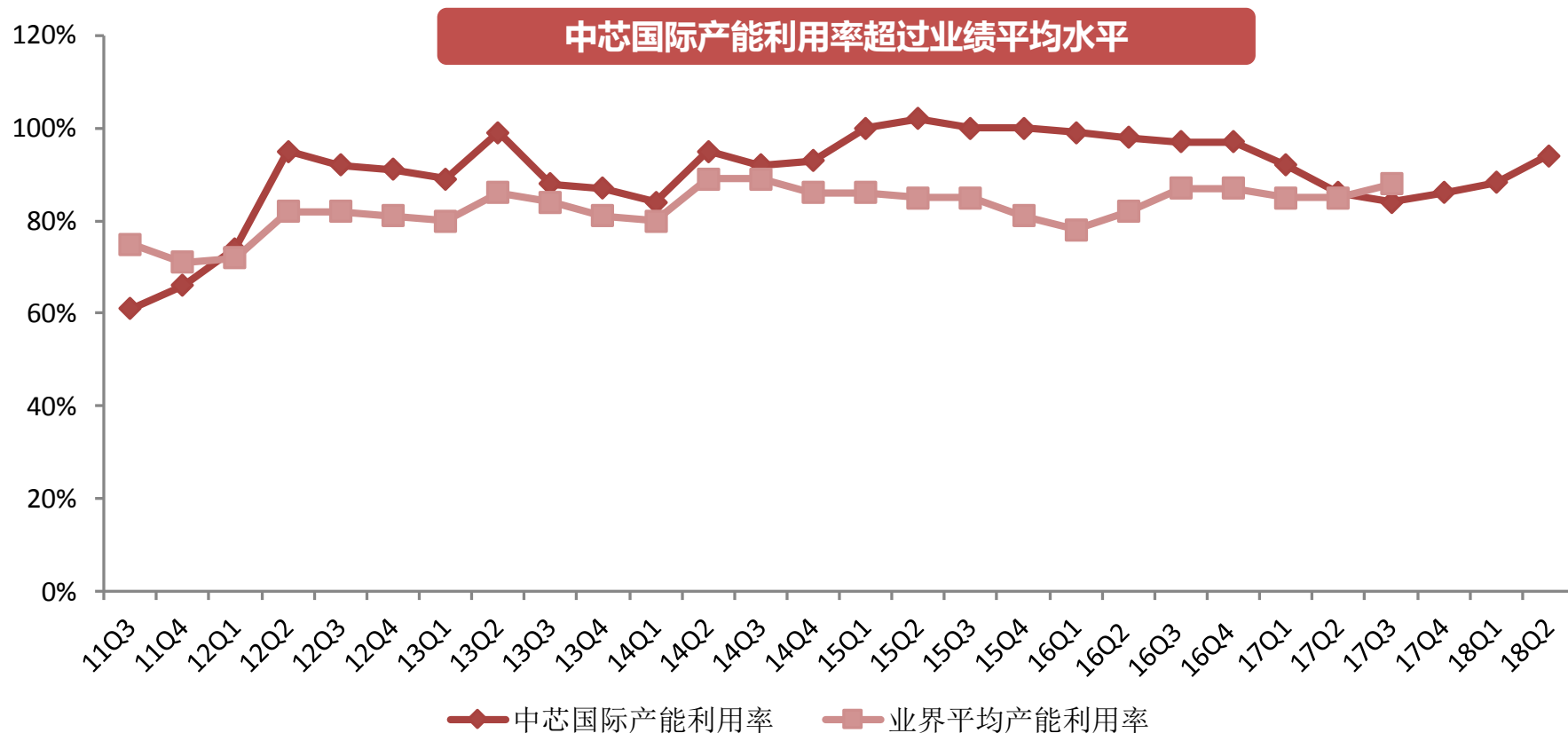
中芯国际发展历程



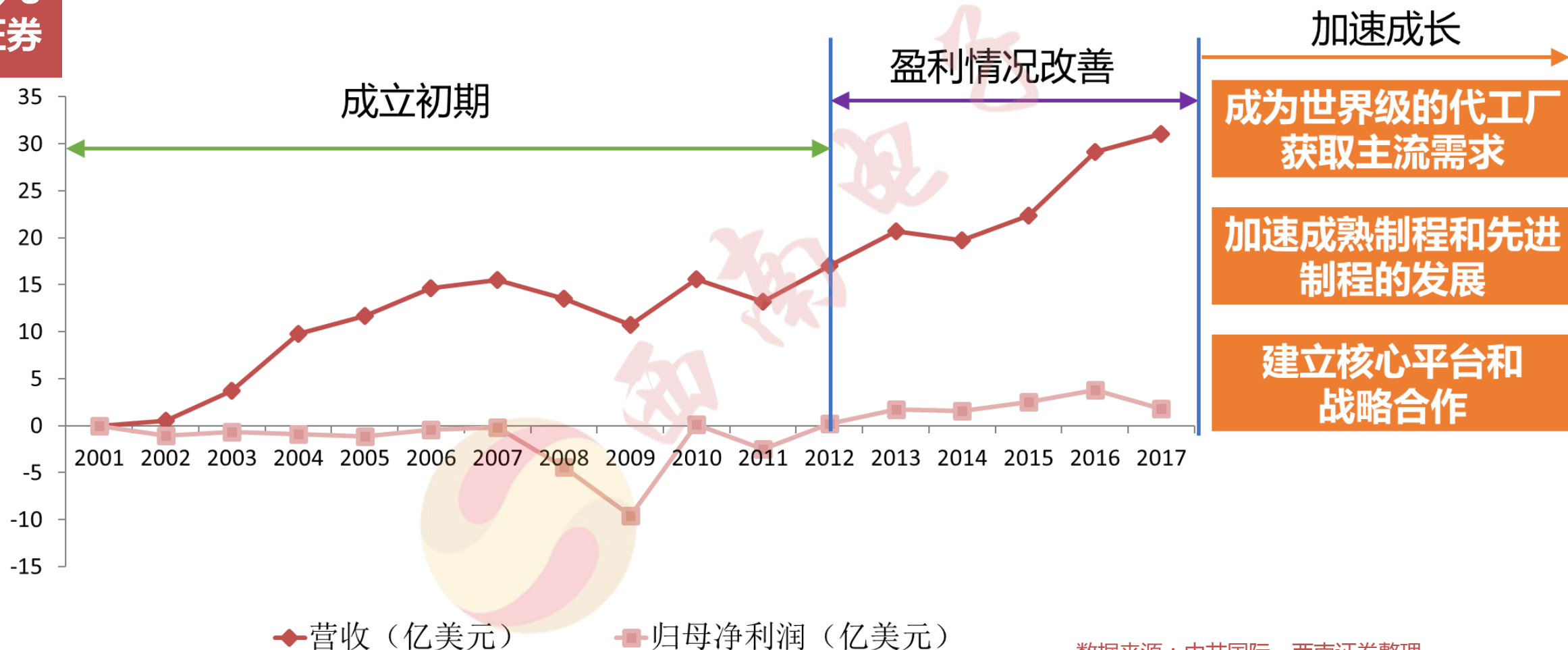
数据来源：中芯国际，西南证券整理

中芯国际发展历程

- 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。充分显示了在兼顾先进工艺和成熟特殊工艺时仍能保持工厂满载的战略规划。2017年第三季度产能利用率达到83.9%，由于扩产的原因略有下降但仍处于高位，产能从2017年初的每月40.6万片提高至2017第三季度的每月44.8万片。公司第三季度产能利用率83.9%，环比下降2.1%，同比下降13.7%，相比前三年的高产能利用率公司进入了过渡期，为下一阶段成长准备好技术和工厂。2018年第二季度产能利用率已经回升至94%。



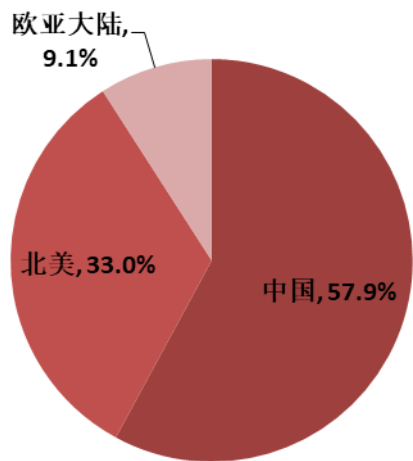
- 中芯国际成立初期，归母净利润经常性为负值，2009年更是亏损9.62亿美元；
- 2012年开始，中芯国际盈利情况出现好转，营收规模大幅增长，归母净利率也同步增长，2017年营收31亿美元，归母净利润1.8亿美元。



数据来源：中芯国际，西南证券整理

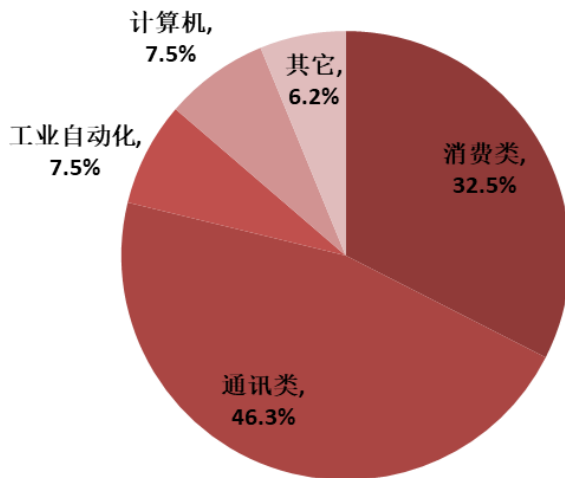
- 从地区端来看，中芯国际主要市场位于中国，2018Q3中国地区营收57.9%，北美地区营收33%；
- 从下游应用端来看，中芯国际主要营收来自于消费和通讯类产品，2018Q3营收占比分别为32.5%和46.3%，
- 从技术端来看，中芯国际营收主要来源于150/180nm和55/65nm节点，营收占比分别为39.5%和21.0%，2018Q3先进制程28纳米占比仅为7.1%，但是高端平台的28纳米 HKC+的研发即将进入节点里程碑状态，目标几年下半年开始量产，未来有更多应用迁移到28纳米，市场将继续增加。

营收按地区划分

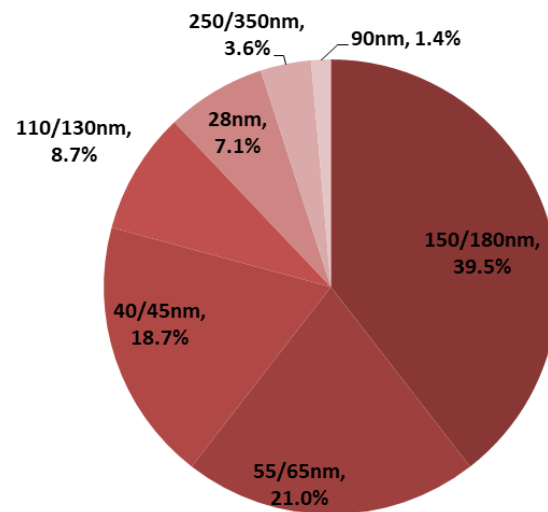


■ 中国 ■ 北美 ■ 欧亚大陆

营收按下游应用划分



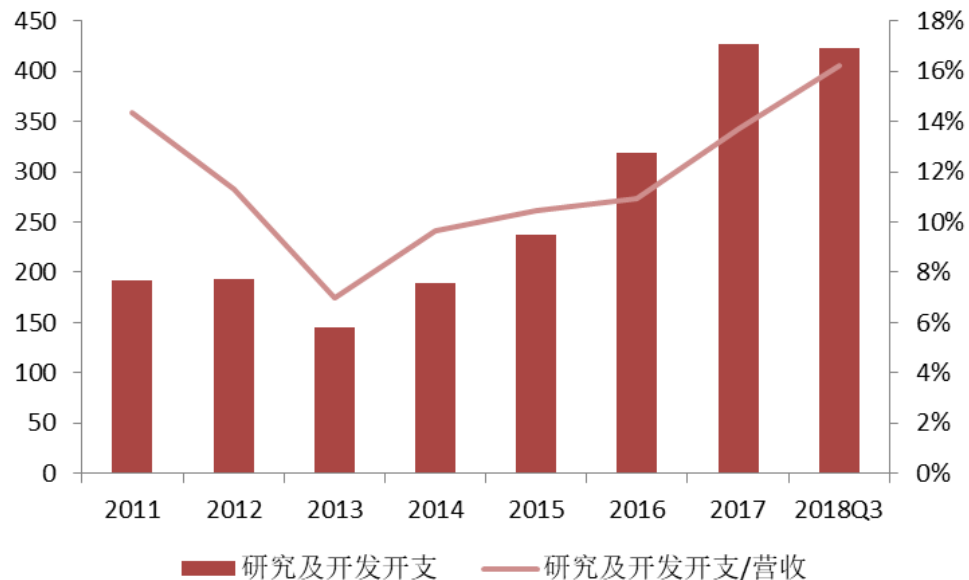
营收按工艺制程划分



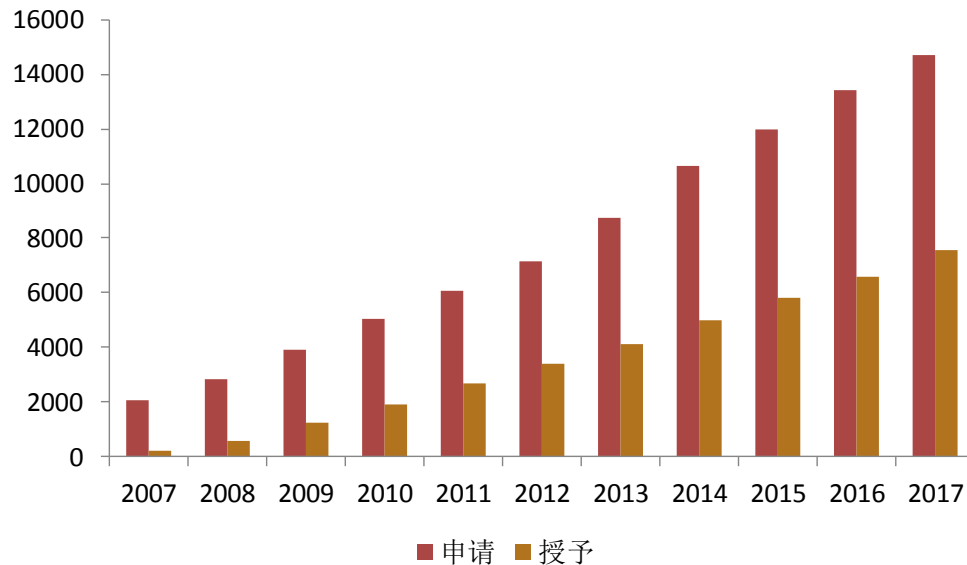
中芯国际研发实力雄厚，创新驱动发展

- 2016年，研发人员超过1000人，研发投入为3.18亿美元，占营业收入的10.9%；2018年前三季度研发投入为4.23亿美元，占营收收入的16%；
- 中芯国际每年新增1000+专利数，2017年累计专利数达7618件；
- 2017年上榜中国专利Top10以及Clarivate Analytics最新发布的2016年半导体领域全球排名前十位的创新机构。

中芯国际研发投入及其占营收比例情况



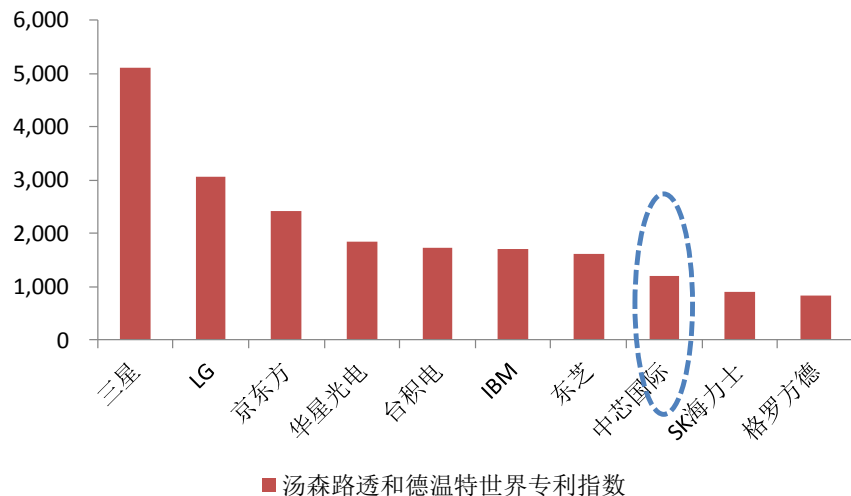
中芯国际累计授予专利数



数据来源：中芯国际，西南证券整理

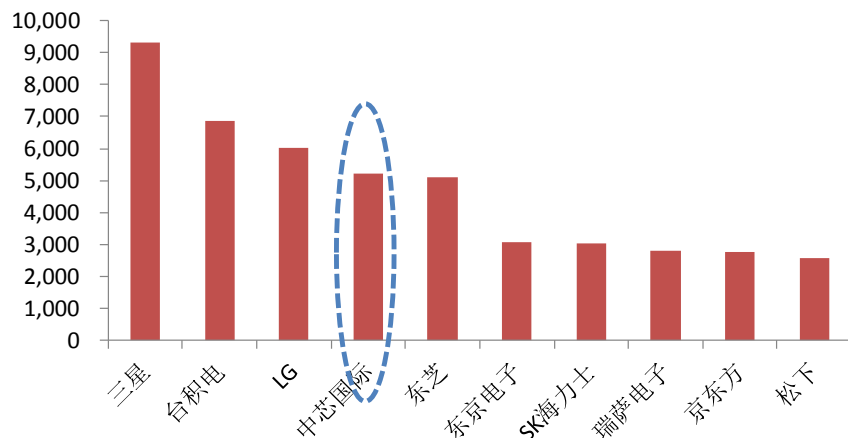
中芯国际研发实力雄厚，创新驱动发展

全球前十大创新半导体行业（世界专利指数排名）

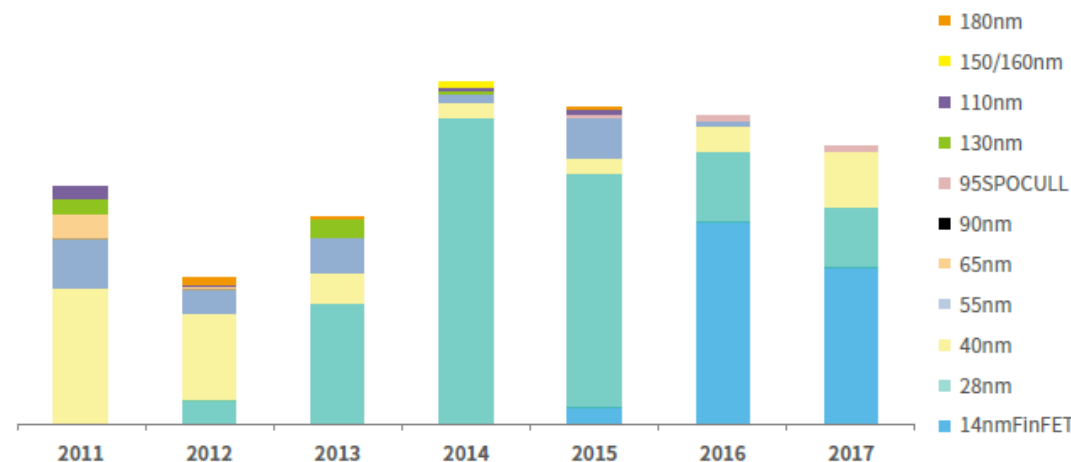


- 中芯国际在汤森路透（Thomson Reuter）和德温特（Derwent）世界专利指数中名列前十大全球创新半导体行业的第八名。中芯国际在亚洲半导体材料和工艺创新中排名第四（2012-2016年）；
- 2013-2015年间，中芯国际在先进节点上对第三方IP投资上来看，28纳米投资超50%，反映了中芯国际主攻28纳米的战略决策。从2016年开始，中芯国际在14纳米FinFET上对第三方IP的投资占比超过50%，说明28纳米技术日渐成熟，14纳米技术研发日程被中芯国际提到了相当重要的位置。

十大亚洲半导体材料和工艺创新（2012-2016）



中芯国际在先进节点上对第三方IP的投资



半导体
制造

华虹
半导体

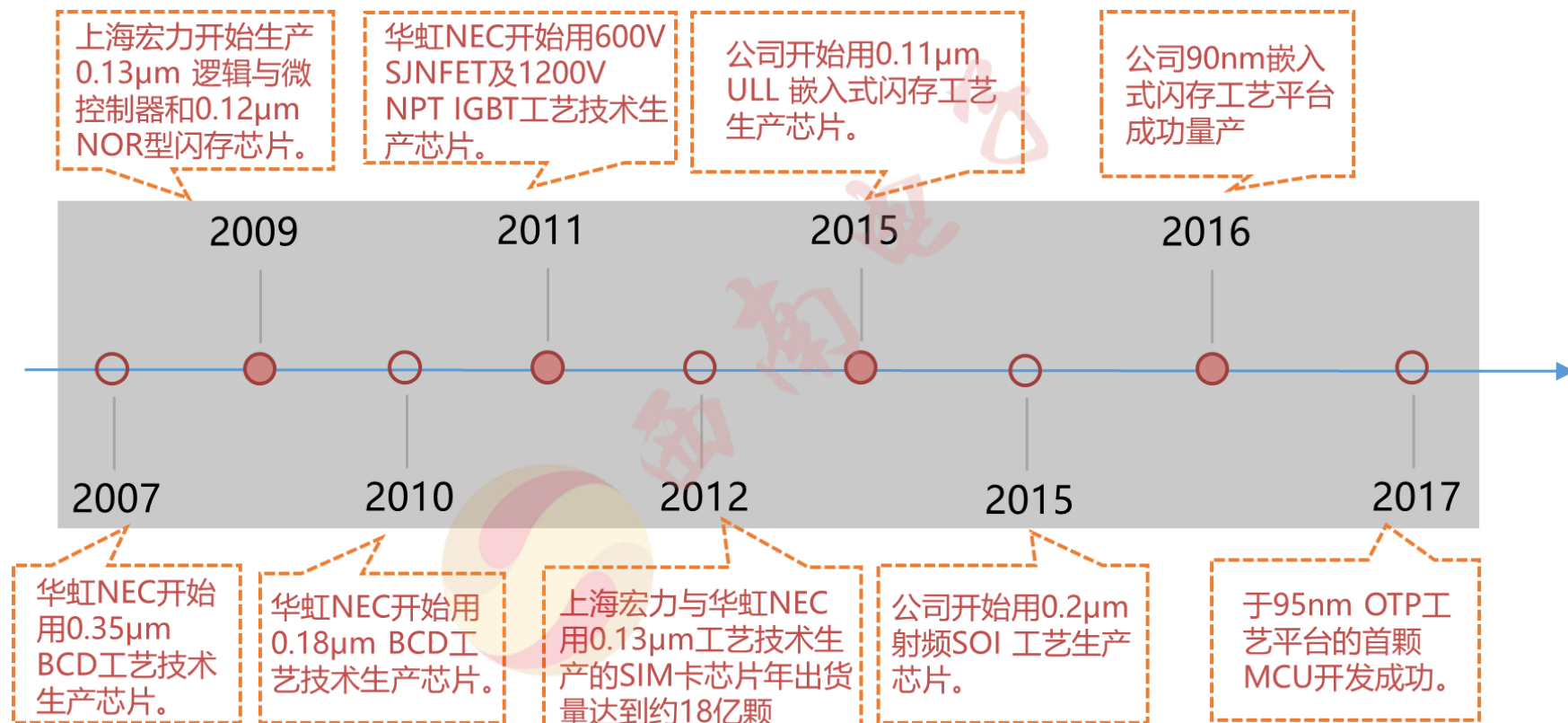
HuGraace | 華虹宏力

华虹半导体

华虹半导体：新时代，芯征程

华虹半导体是全球具领先地位的200mm纯晶圆代工厂，公司主要专注于研发及制造专业应用的200mm晶圆半导体。尤其是嵌入式非易失性存储器及功率器件。公司的技术组合还包括RFCMOS、模拟及混合信号、电源管理及MEMS等若干其他先进工艺技术。利用自身的专有工艺及技术，公司为多元化的客户制造其设计规格的半导体，客户包括集成器件制造商，及系统及无厂半导体公司。

华虹半导体公司发展里程碑



数据来源：先进半导体，西南证券整理

华虹半导体晶圆厂房

- 华虹宏力在上海张江和金桥共有3条200mm集成电路生产线，洁净室面积约41,500平方米，厂区面积约42万平方米，月产能约17万片，具备充足的发展空间。公司总部位于中国上海，在中国台湾地区、日本、北美和欧洲等地均提供销售与技术支持。

华虹半导体晶圆厂房

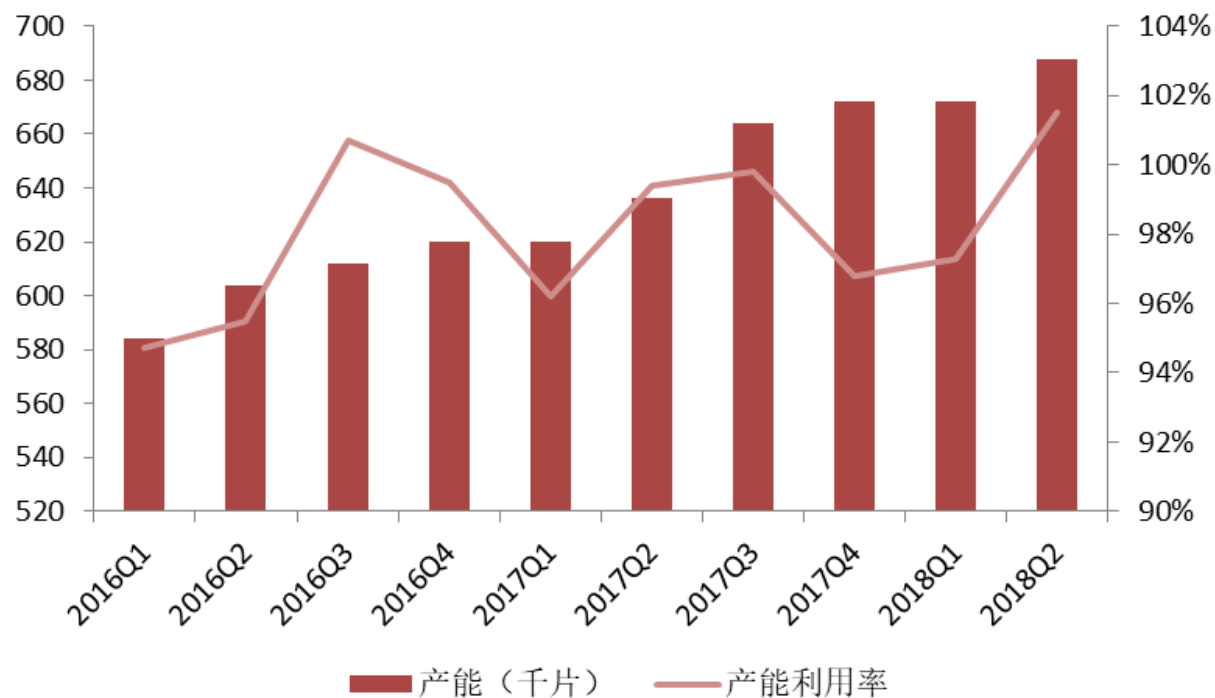


总产能168千片/月

华虹半导体产能及产能利用率

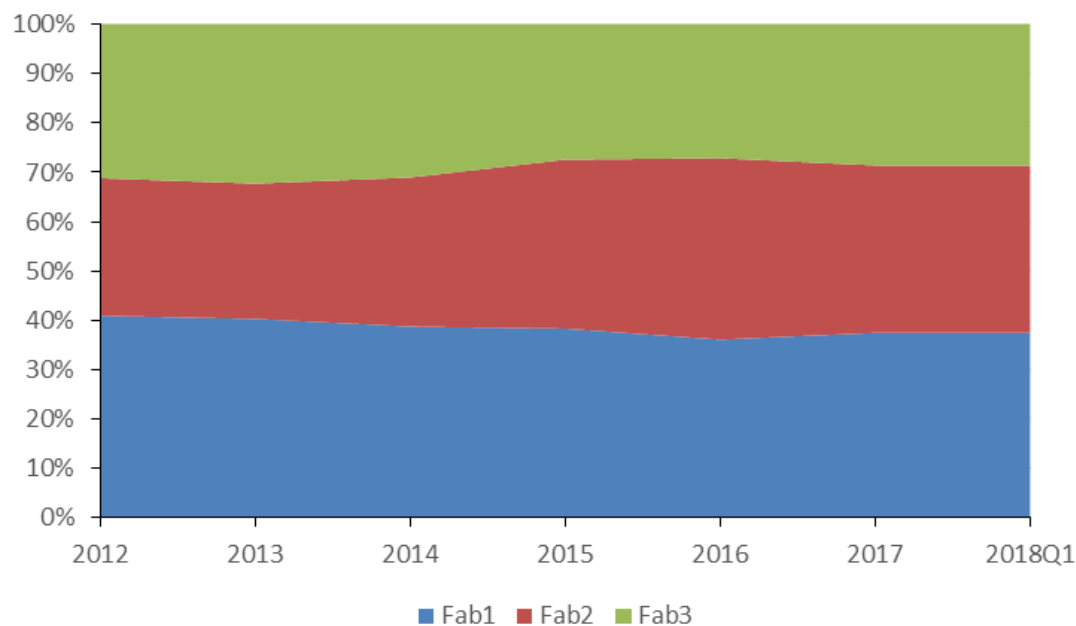
- 华虹半导体总体产能及产能利用率保持稳定增长，**2018Q2产能与产能利用率均创历史新高，产能为688千片，产能利用率为101%**；
- 华虹半导体产能分布较为均匀，且保持相对稳定，**2018Q2，Fab1，Fab2，Fab3产能占比分别为38%，34%，29%**。

2016-2018华虹半导体产能及利用率



数据来源：华虹半导体，西南证券整理

2012-2018华虹半导体产能分布

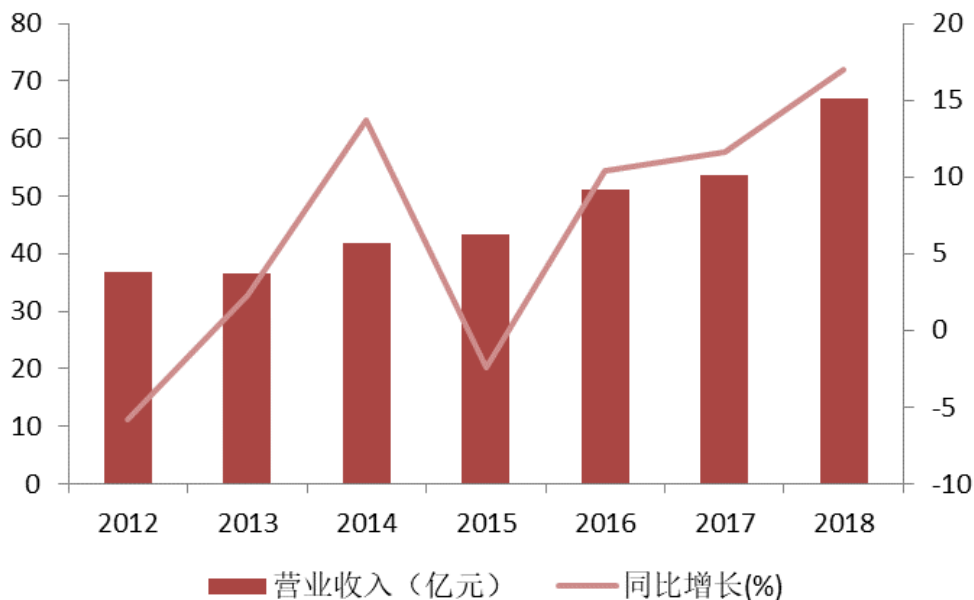


数据来源：华虹半导体，西南证券整理

华虹半导体近年来营收大幅提升，归母净利润稳定增长

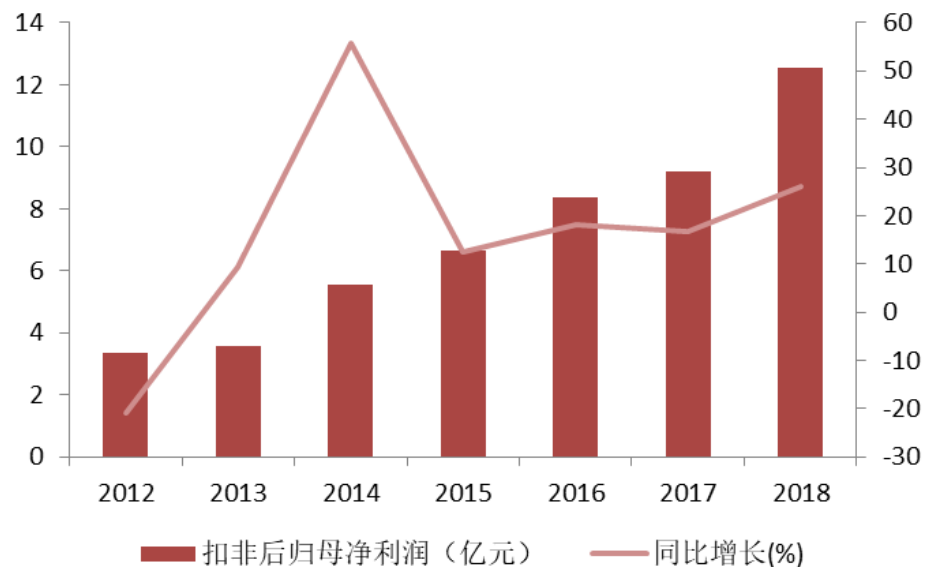
- 由于受不断增长的需求和不断优化的产品组合所驱动，华虹半导体近几年营收实现稳定增长，**2018年实现营业收入66.8亿元，同比增长17%，创历史新高。**
- 归母净利润方面，营业收入的稳定增长和各项费用的有效控制使盈利状况显著改善，**2018年实现归母净利润12.5亿元，同比增长26%。**

2010年以来华虹半导体营业收入及增速



数据来源：wind，西南证券整理

2010年以来华虹半导体归母净利润及增速

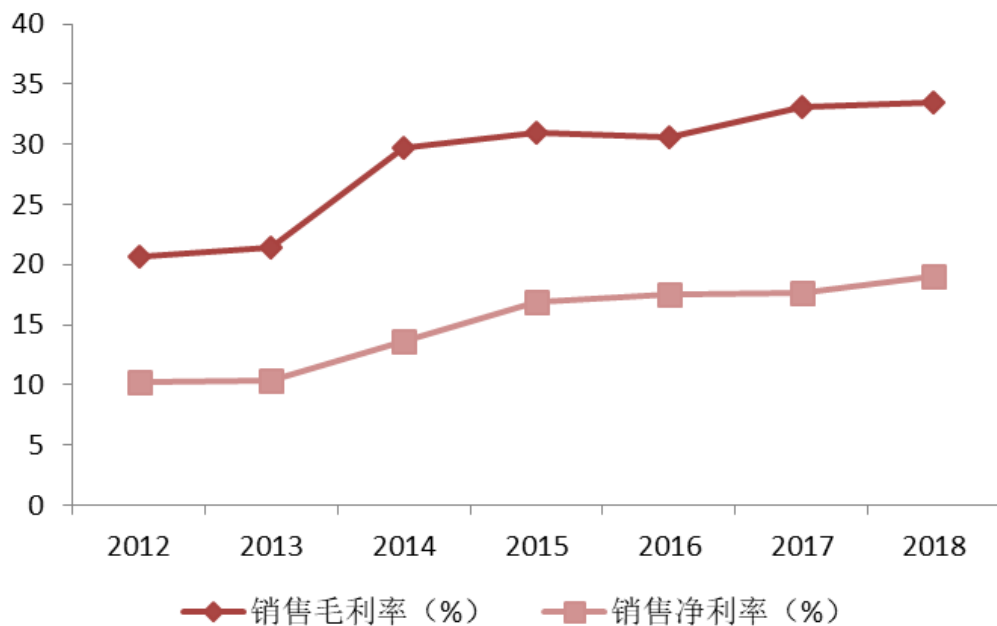


数据来源：wind，西南证券整理

华虹半导体连续第六年实现毛利率增长

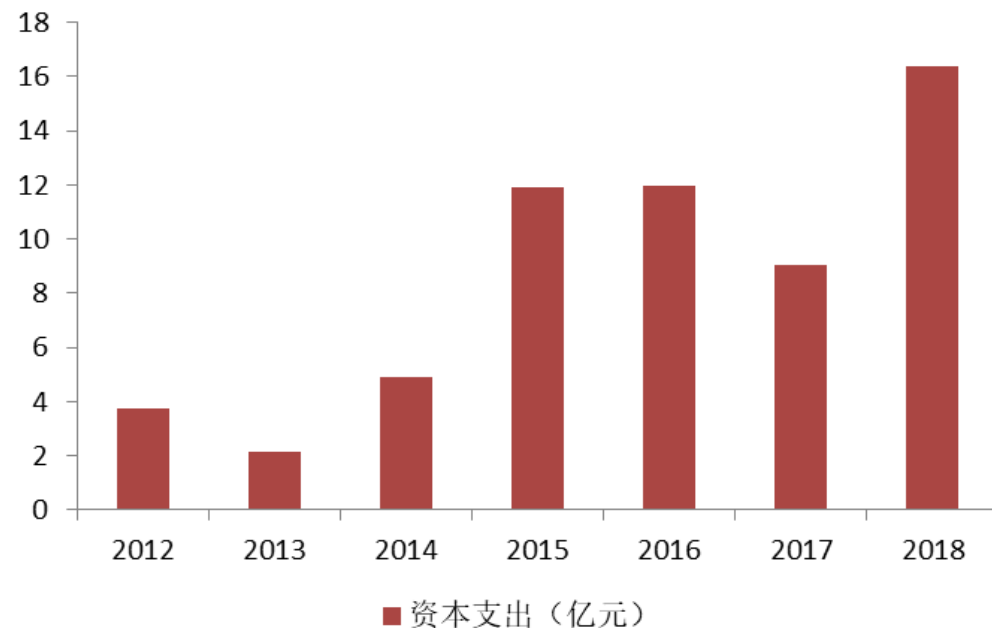
- 受益于消费电子、工业和汽车应用等市场的多样化需求，华虹半导体毛利率与净利率显著增长，2017年是连续第7年实现毛利率增长，连续第四年实现毛利率保持在较高水平30%，2018毛利率为33%，净利率为19%。
- 近几年，由于新技术研发以及新产线建设，华虹半导体资本支出增长迅速，2018资本支出达到16.4亿元。

2011年以来华虹半导体毛利率及净利率



数据来源：wind，西南证券整理

2011年以来华虹半导体资本支出

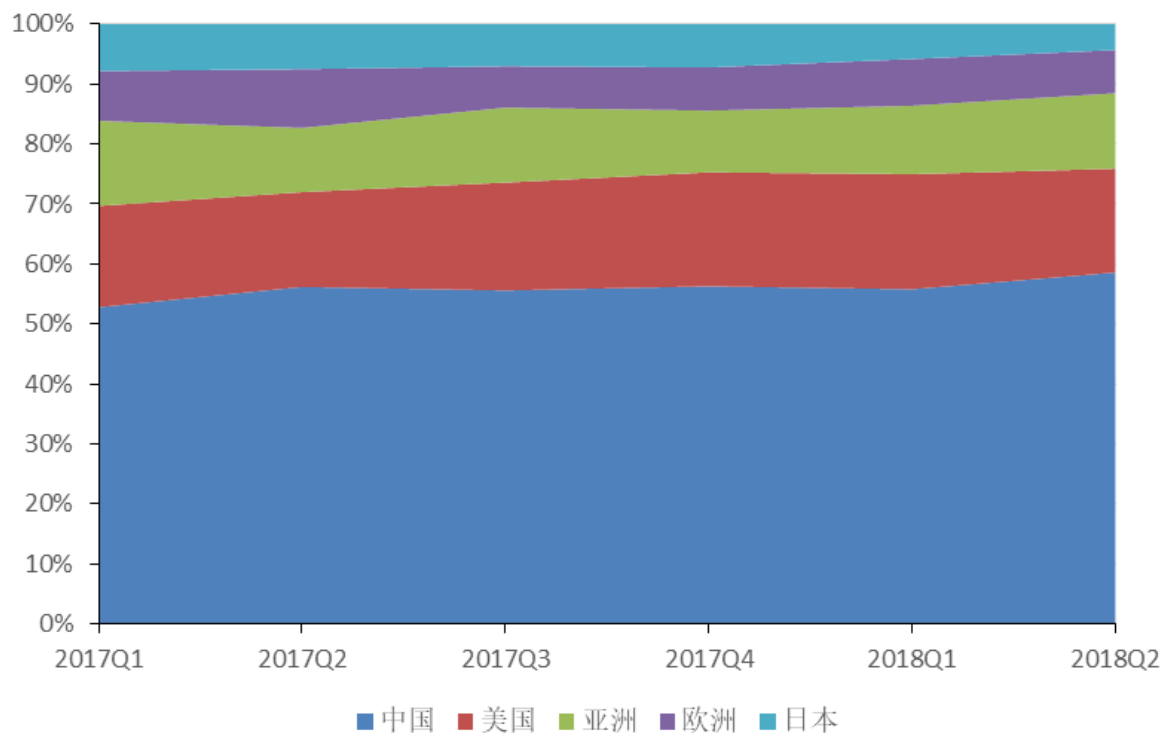


数据来源：wind，西南证券整理

华虹半导体营收拆分

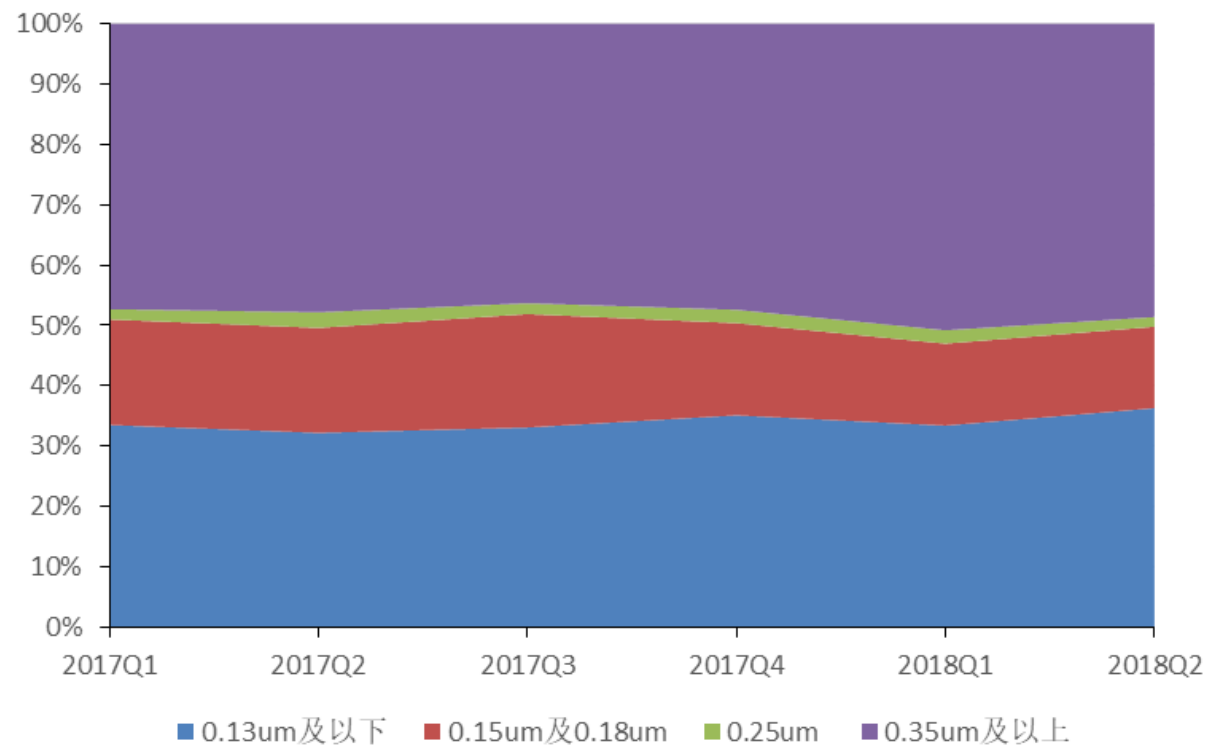
- 在华虹半导体按地区拆分的营收结构中，各地区占比保持相对稳定，占比最高为中国，常年占比在50%以上，2018Q2占比达到58%，成为营收主要来源，其次是美国，2018Q2营收占比17%。
- 在华虹半导体按工艺拆分的营收结构中，各工艺占比保持相对稳定，2018Q2，0.35um及以上占比达到48%，0.13um以上占比达到63%，显示出华虹半导体在先进制程较为落后，以低端制程为主。

华虹半导体营收按地区拆分



数据来源：华虹半导体，西南证券整理

华虹半导体营收按工艺拆分

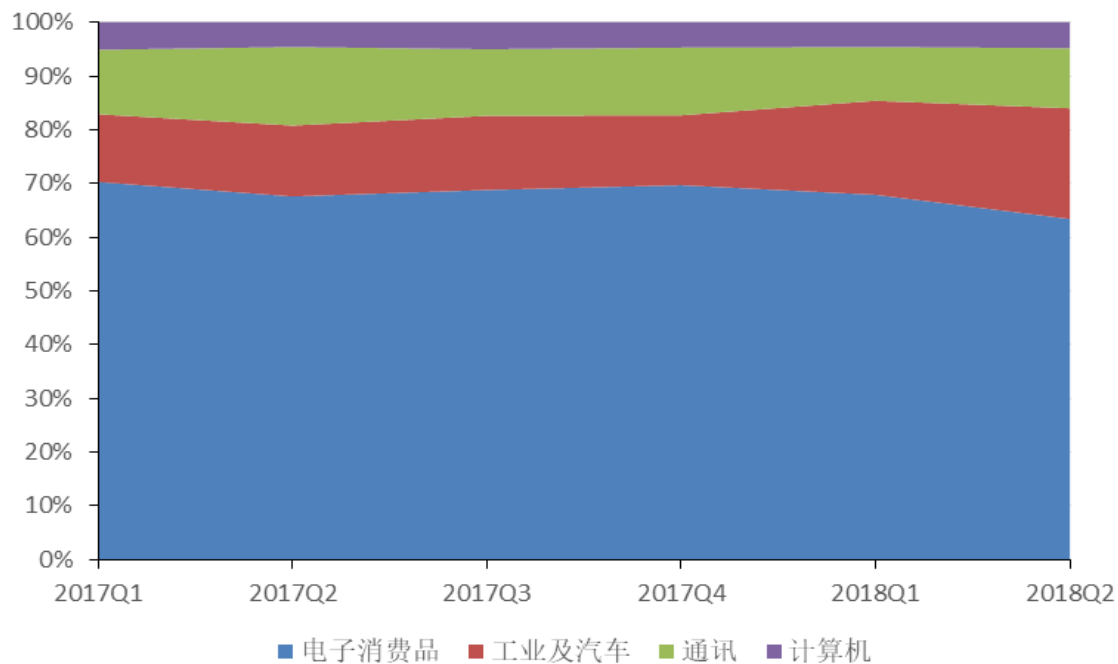


数据来源：华虹半导体，西南证券整理

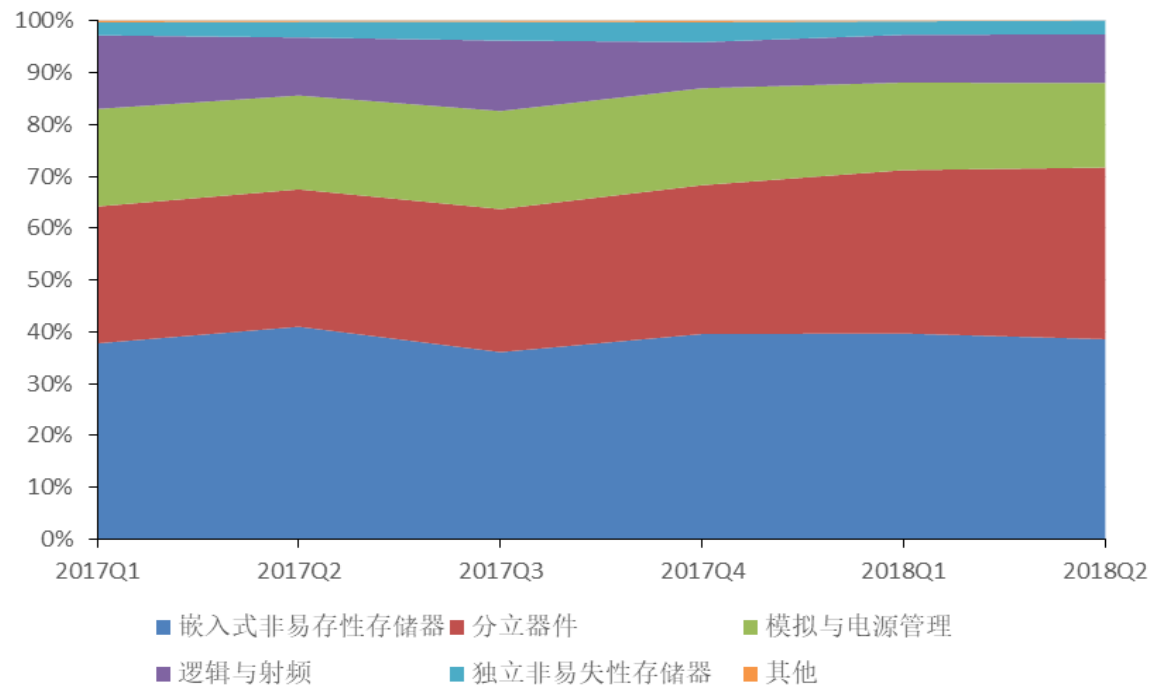
华虹半导体营收拆分

- 在华虹半导体按下游市场拆分的营收结构中，电子消费品占比维持在70%左右，近几年略有下降，但仍然是营收的主要来源，2018Q2电子消费品占比63.4%，其次为工业与汽车，2018Q2占比为20%。
- 按技术平台拆分的营收结构中，各技术平台占比保持相对稳定，2018Q2嵌入式非易存性存储器占比为38.6%，分立器件占比为33.1%，二者之和达到71.7%，支撑营收的主要增长。

华虹半导体营收按下游市场拆分



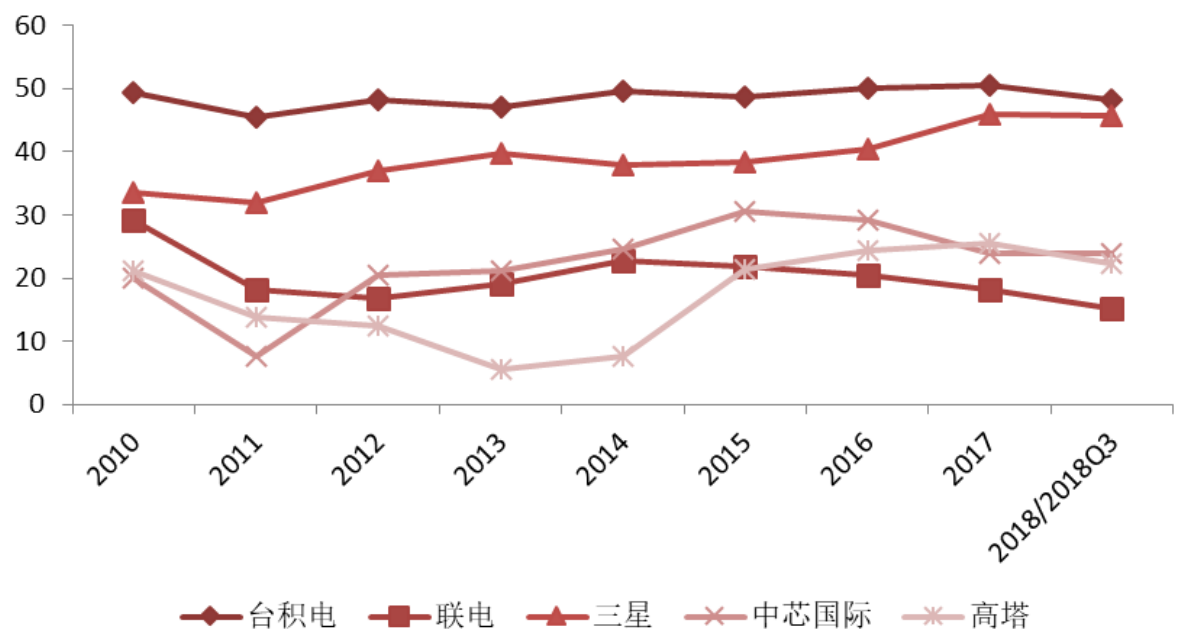
华虹半导体营收按技术平台拆分



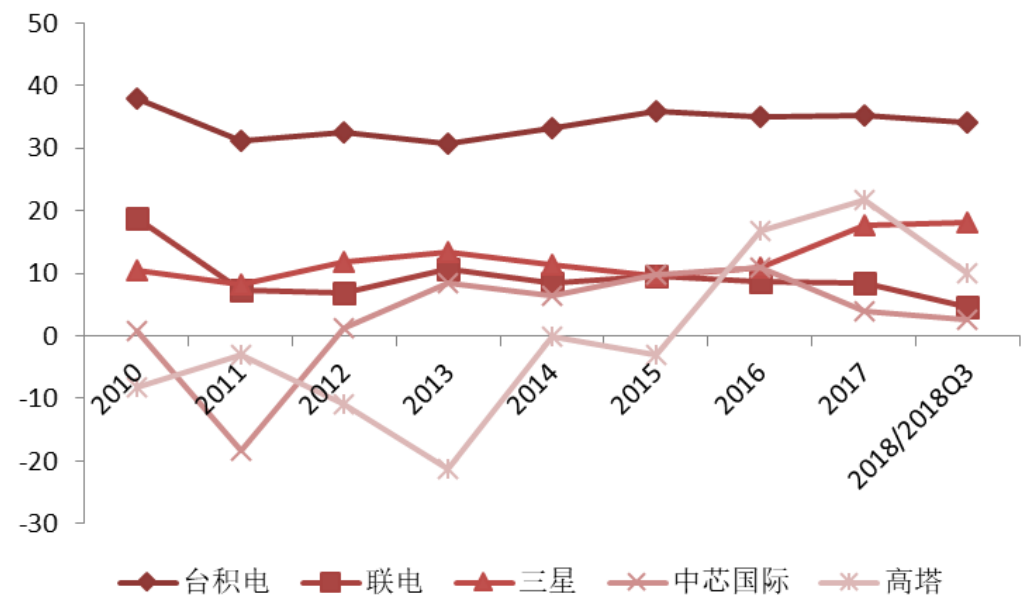
半导体制造行业巨头盈利能力对比

- 在毛利率对比中，台积电以50%左右的毛利率远超中芯国际、高塔20%左右，处于行业领先水平，三星以45%的毛利率处于二者之间。
- 在净利率对比中，台积电以35%的净利率远超其余制造巨头，显示出极强的盈利创造能力，高塔在经营状况改善后，盈利能力不断加强，以21%位居第二位。

毛利率对比 (%)



净利率对比 (%)



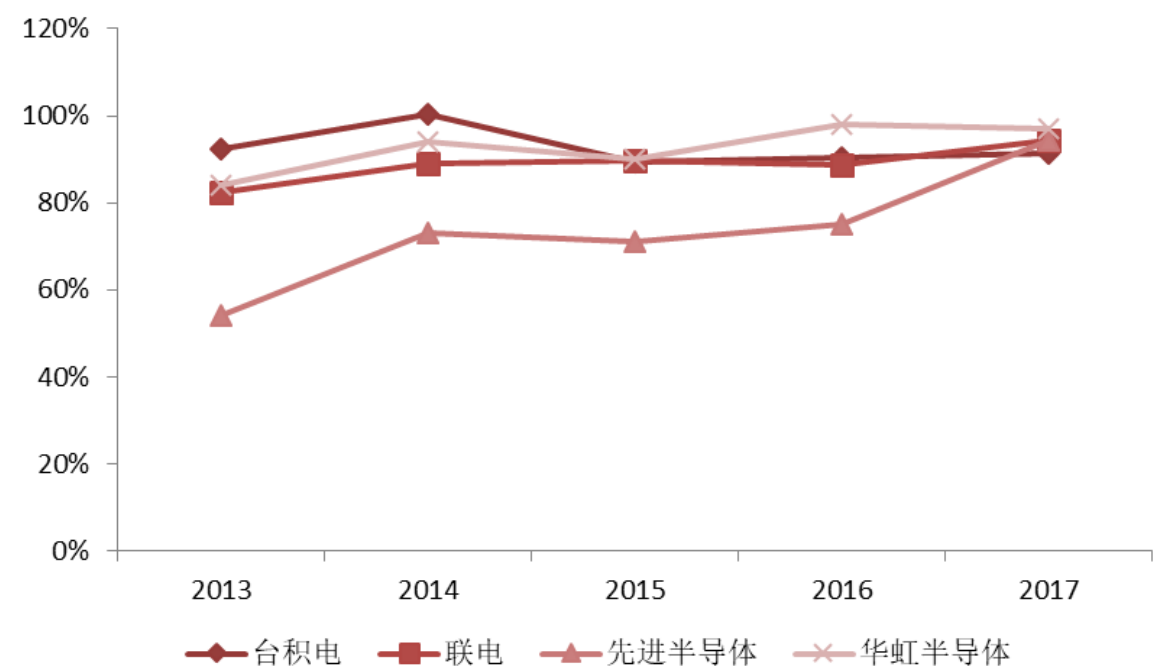
数据来源：wind，西南证券整理

数据来源：wind，西南证券整理

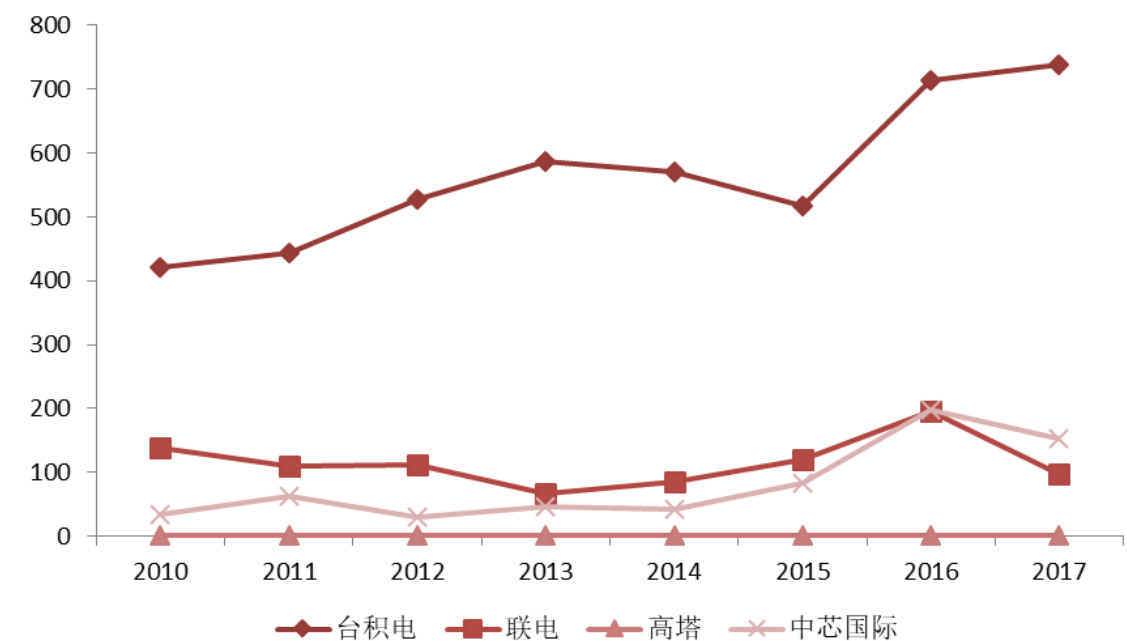
半导体制造行业巨头产能对比

- 在产能利用率对比中，在2017年以前还有明显差距，2017年各公司产能利用率基本趋向100%，差别较小。
- 在资本支出对比中，台积电大幅领先，且不同于其他公司保持相对平稳或者略有下降，台积电增长较快，体现出台积电极强的竞争能力。

产能利用率对比



资本支出对比 (亿元)



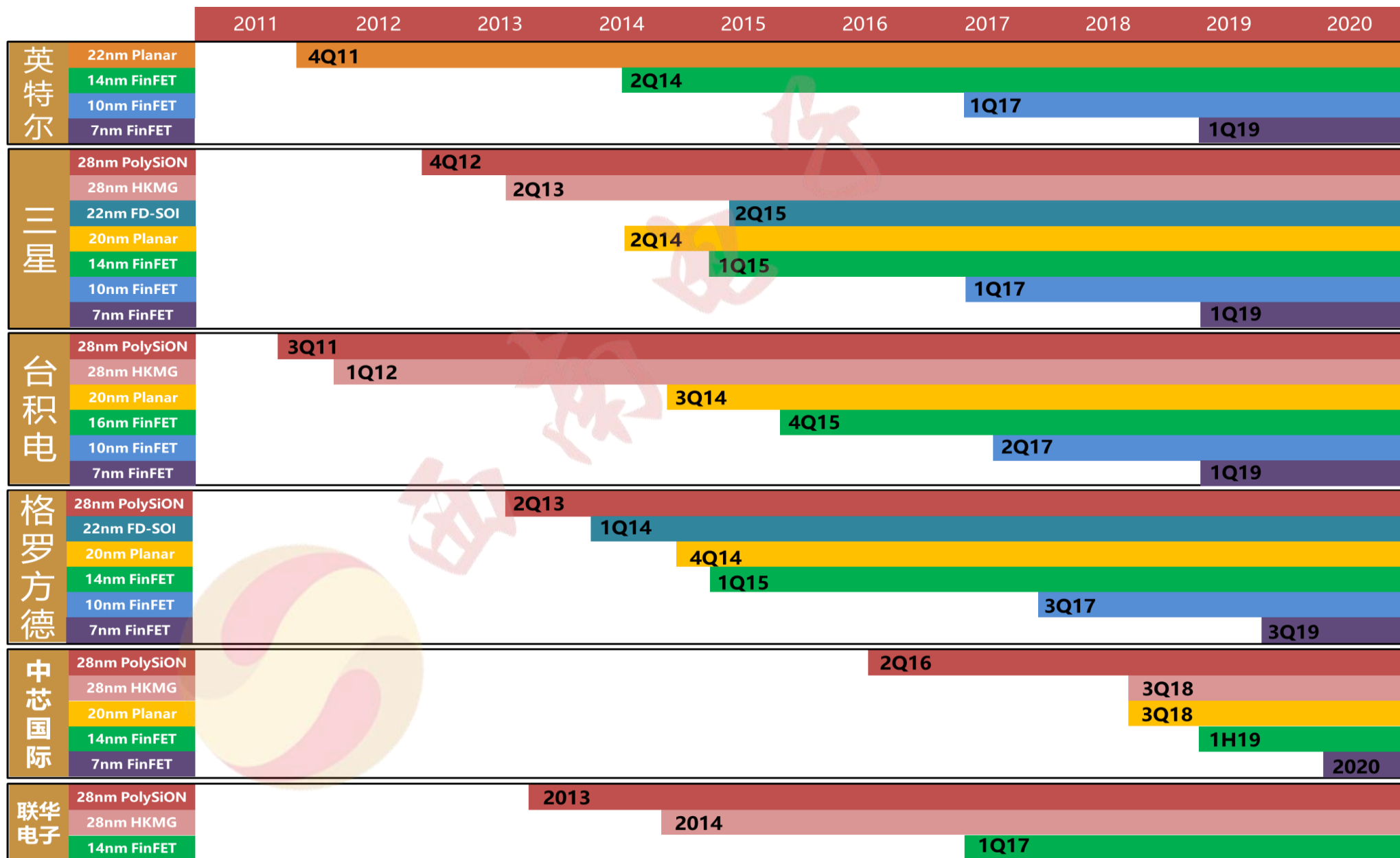
数据来源：各公司官网，西南证券整理

数据来源：wind，西南证券整理

半导体制造

全球格局

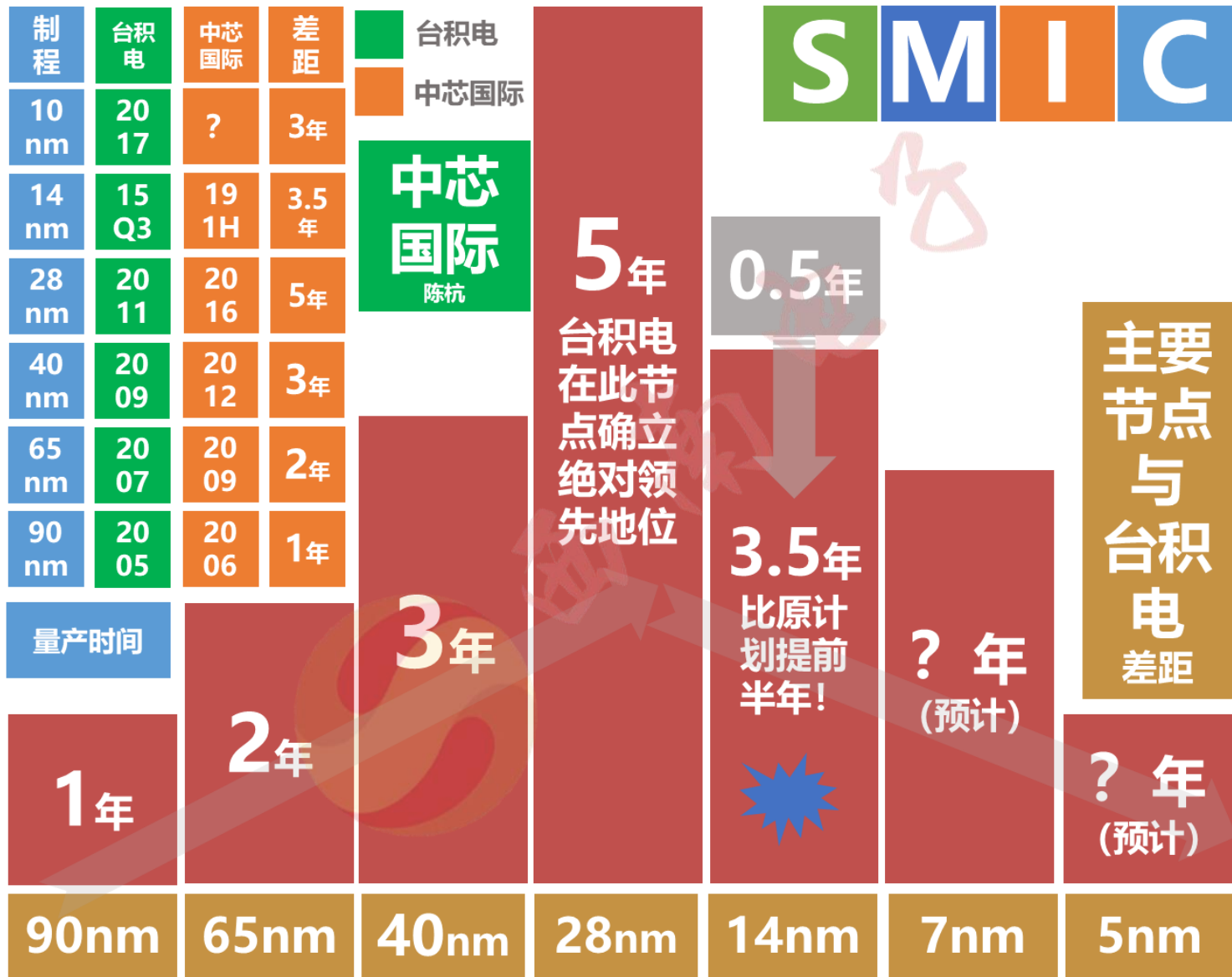
全球半导体巨头先进制程量产情况



中芯国际 VS 台积电

量产时间

中芯国际与台积电各制程量产时间对比

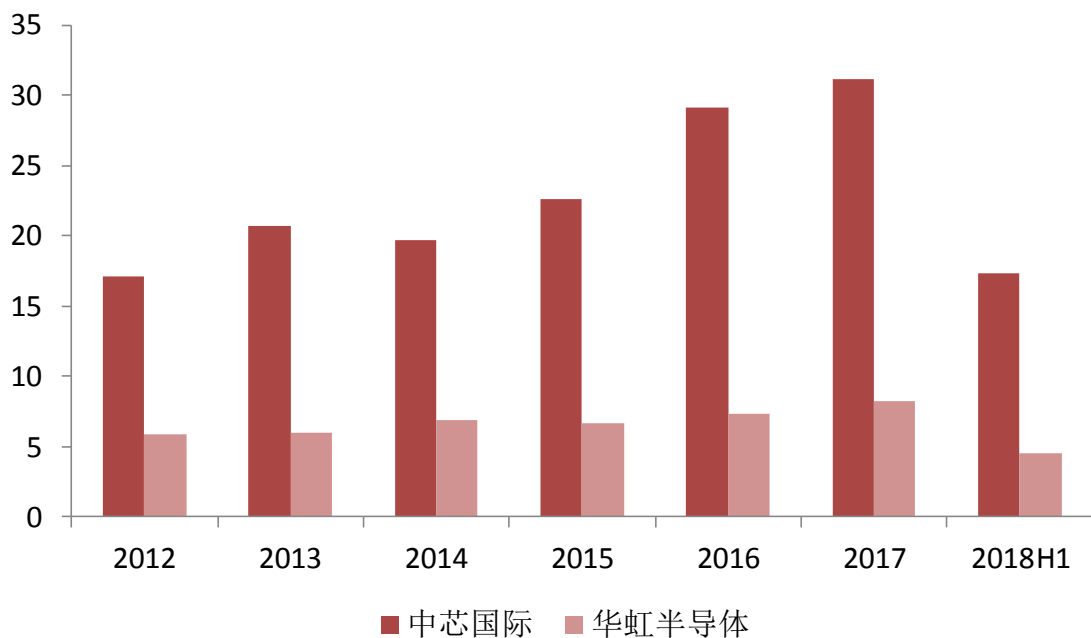


- 中芯国际与台积电在28纳米技术节点差距最大，为5年时间；
- 在14纳米技术节点上，预计中芯国际与台积电差距将缩短为3.5年；
- 随着摩尔定律的放缓，预计在7纳米、5纳米等更先进制程节点上与台积电差距进一步缩小

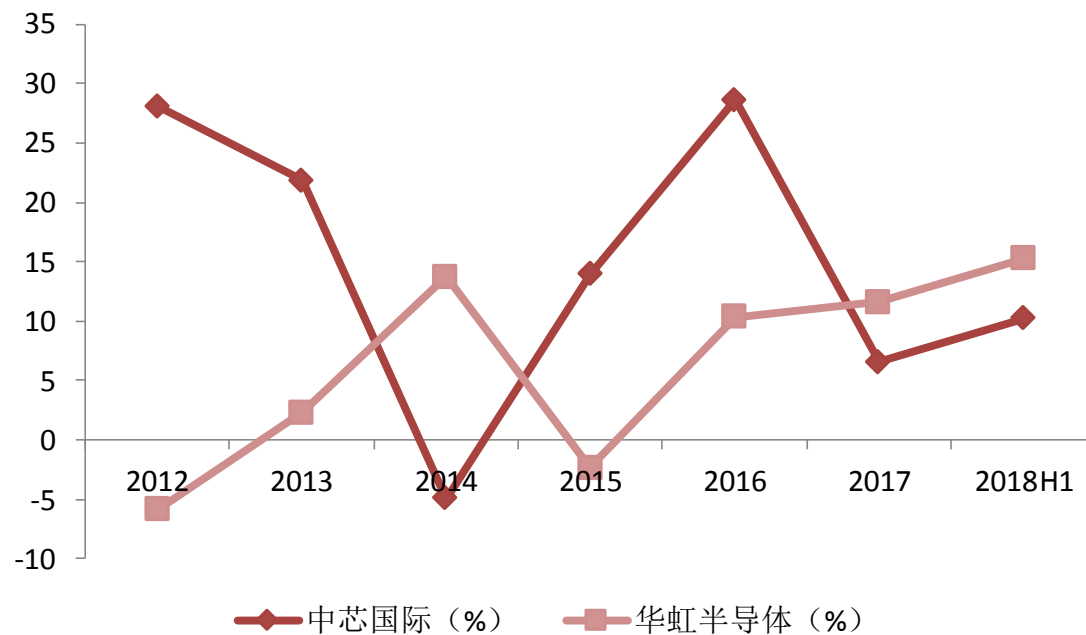
2017年中芯国际、华虹半导体营收对比：中芯国际体量大，华虹半导体增速快

- 从中芯国际和华虹半导体的营业收入来看，中芯国际要远高于华虹半导体，2017年的营业收入分别为31.1亿美元和8.2亿美元，中芯国际从体量上的竞争优势更为明显。
- 从两家公司的收入增速来看，2017年中芯国际明显下滑，且低于华虹半导体，主要是由于2017年智能手机市场出现疲软，以及某些产品制程转移；而华虹半导体收入增速持续增长，2017年为11.6%，主要得益于其产能的持续扩张，截至2017年底，其月总产能已经增至16.8万片。

2013-2017年中芯国际、华虹半导体收入（亿美元）



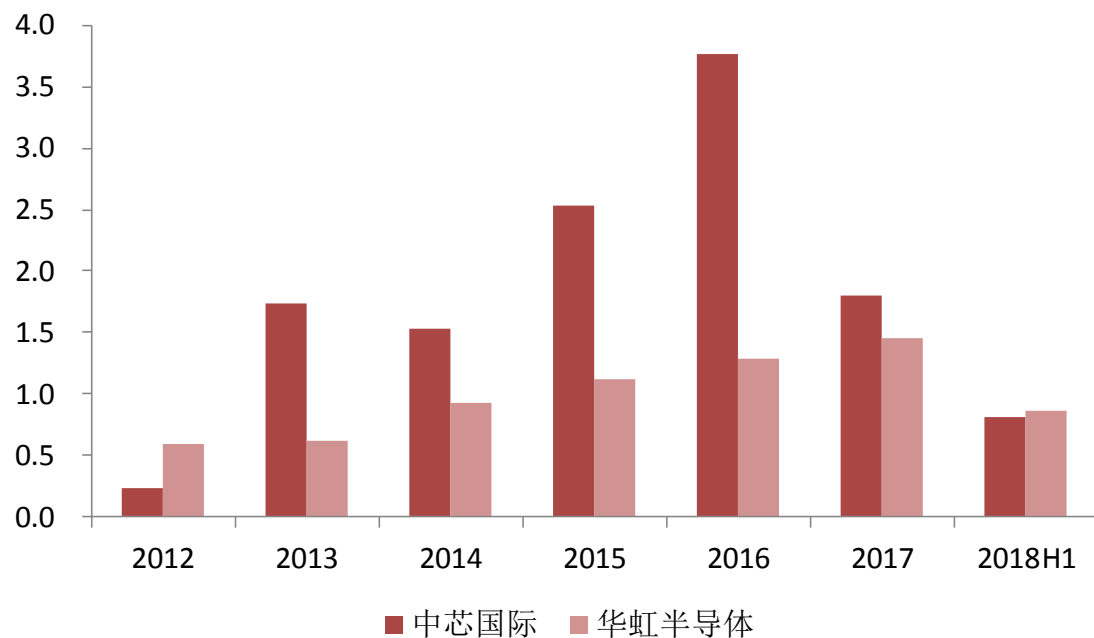
2013-2017年中芯国际、华虹半导体收入增速情况



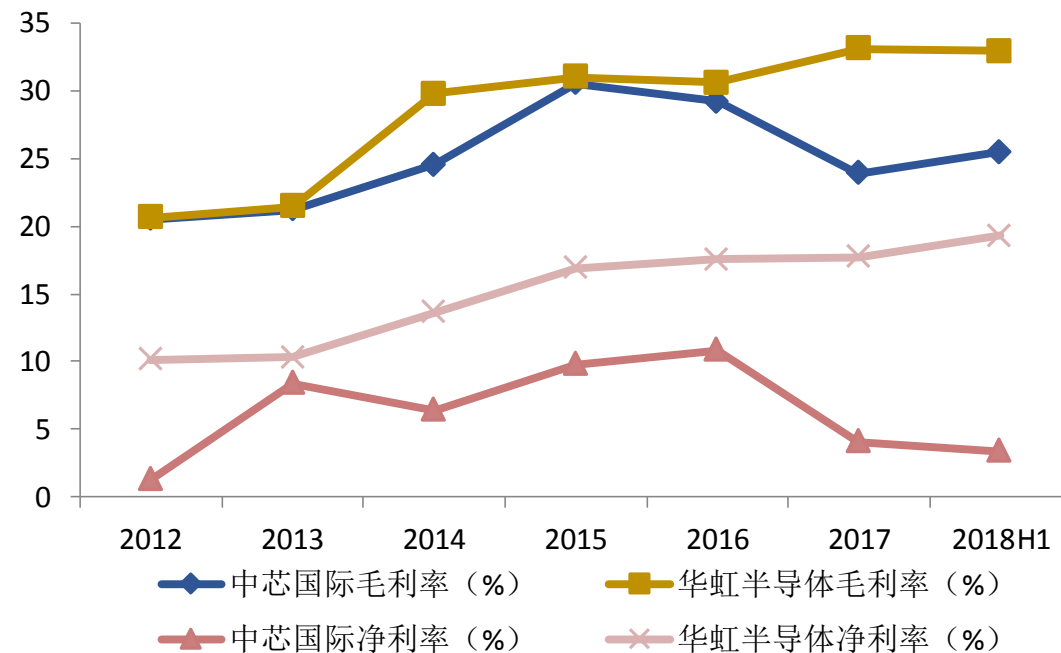
2017年中芯国际、华虹半导体盈利能力对比：华虹半导体更胜一筹

- 从两家晶圆代工企业的净利润来看，2017年以前中芯国际营收能力远高于华虹半导体，2017年两者基本持平，到2018年上半年，华虹半导体实现了反超，一方面是中芯国际折旧、研发费用的增加导致利润的减少，一方面是华虹半导体产能扩张带来的规模效应凸显。
- 从毛利率水平来看，2013年以来华虹半导体的毛利率均高于中芯国际，2017年更是进一步拉大了与中芯国际的差距，而且华虹半导体的归母净利率常年高于中芯国际。

2013-2017年中芯国际、华虹半导体净利润（亿美元）



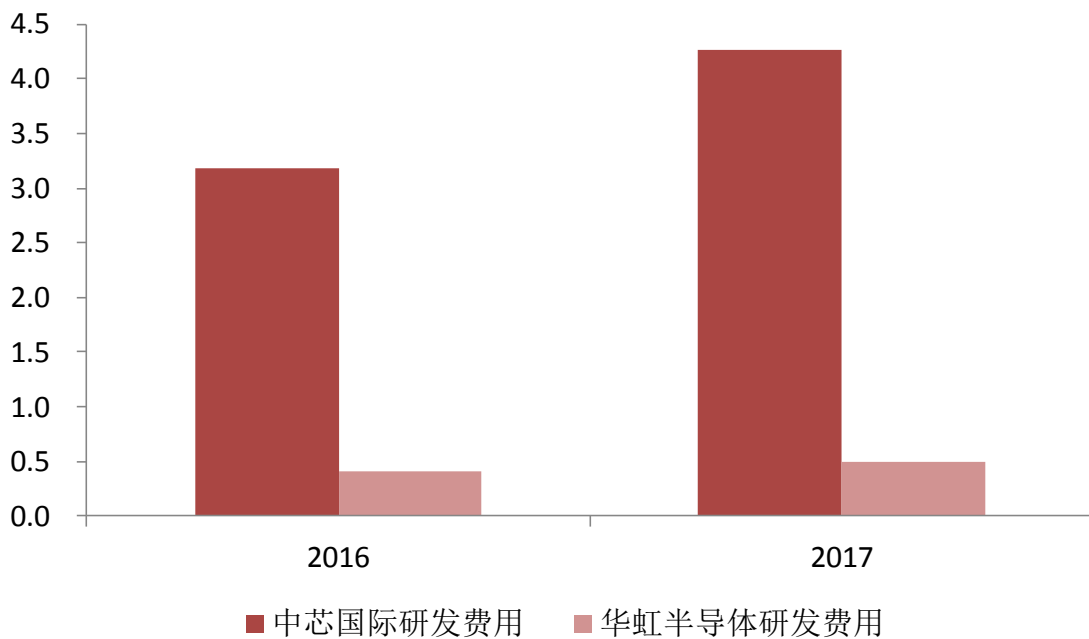
2013-2017年中芯国际、华虹半导体毛利率情况



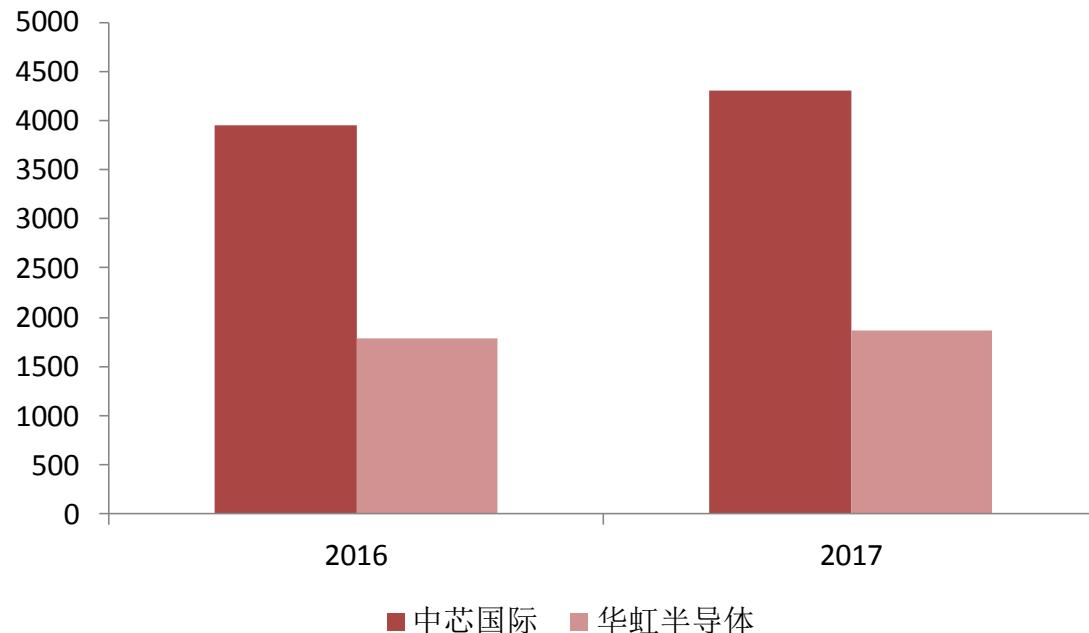
2017年中芯国际、华虹半导体研发投入对比：中芯国际研发投入高，增幅大

- 从两家公司的研发投入来看，从横向对比，中芯国际的研发投入要远高于华虹半导体；从纵向对比来看，2017年两家公司的研发投入均较2016年有所提升，分别为42711万美元和4959万美元，分别同比增长 34% 和 20%。
- 从两家公司的晶圆付运量来看。中芯国际明显高于华虹半导体，达到431.1万片，华虹半导体的晶圆付运量为186.9万片。两家公司在2017年付运量均较上年有所增长。

2016-2017年中芯国际、华虹半导体研发投入（亿美元）



2016-2017年中芯国际、华虹半导体晶圆付运量（千片）

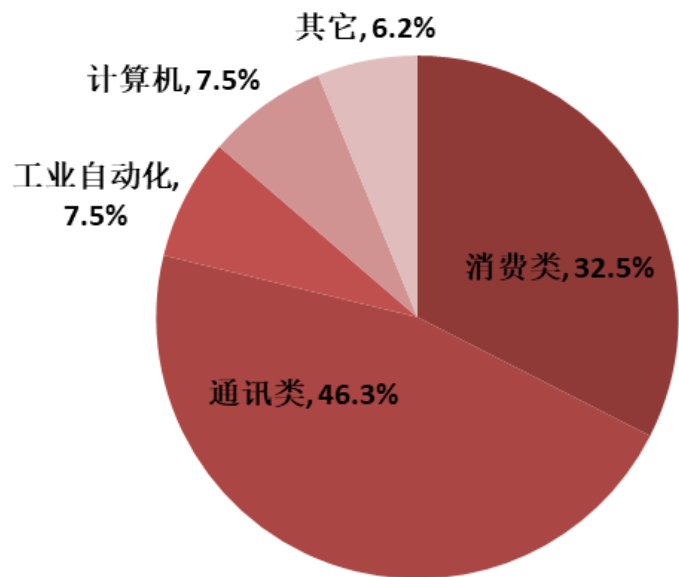


中芯国际主要面向通讯等高端应用市场，华虹主要面向消费类等市场

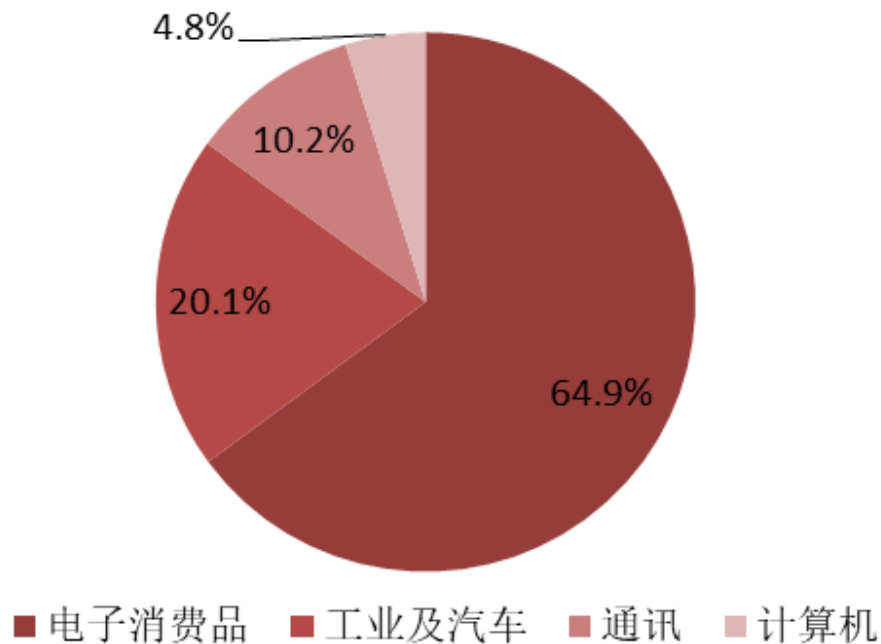
市场 对比

- 从两家公司的下游需求分布来看，中芯国际在高端应用领域占比较高，仅计算机和通讯产品业务占比高达50%，而华虹半导体下游需求明显更为集中，主要面向消费类、汽车/工业等相对较为低端的市
场，两者在2017年占比高达84%。

2018年Q3中芯国际下游业务分布



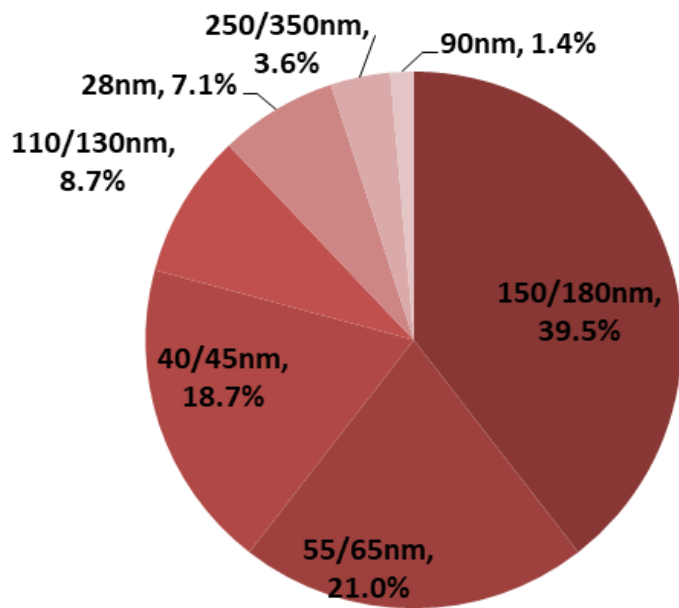
2018年Q华虹半导体下游业务分布



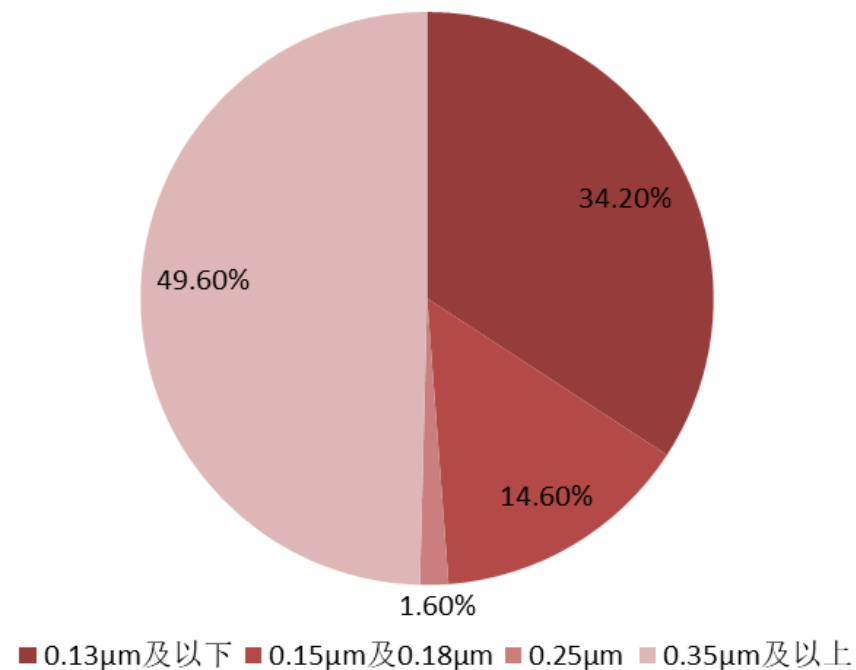
中芯国际主要面向纳米级先进制程，华虹主要面向微米级成熟制程

- 从制程角度来看，中芯国际主要面向较为先进的制程，2018年前三季度28纳米营收占比7.1%，90纳米以下营收占比超50%，华虹半导体主要面向微米级别的成熟制程，2017年0.35微米及以上的成熟制程占比高达49.6%。

2018年Q3中芯国际各制程营收占比情况



2018年Q3华虹半导体各制程营收占比情况



目录

一、全球半导体制造市场规模及竞争格局

- 全球半导体制造市场及行业格局
- 中国半导体制造行业情况

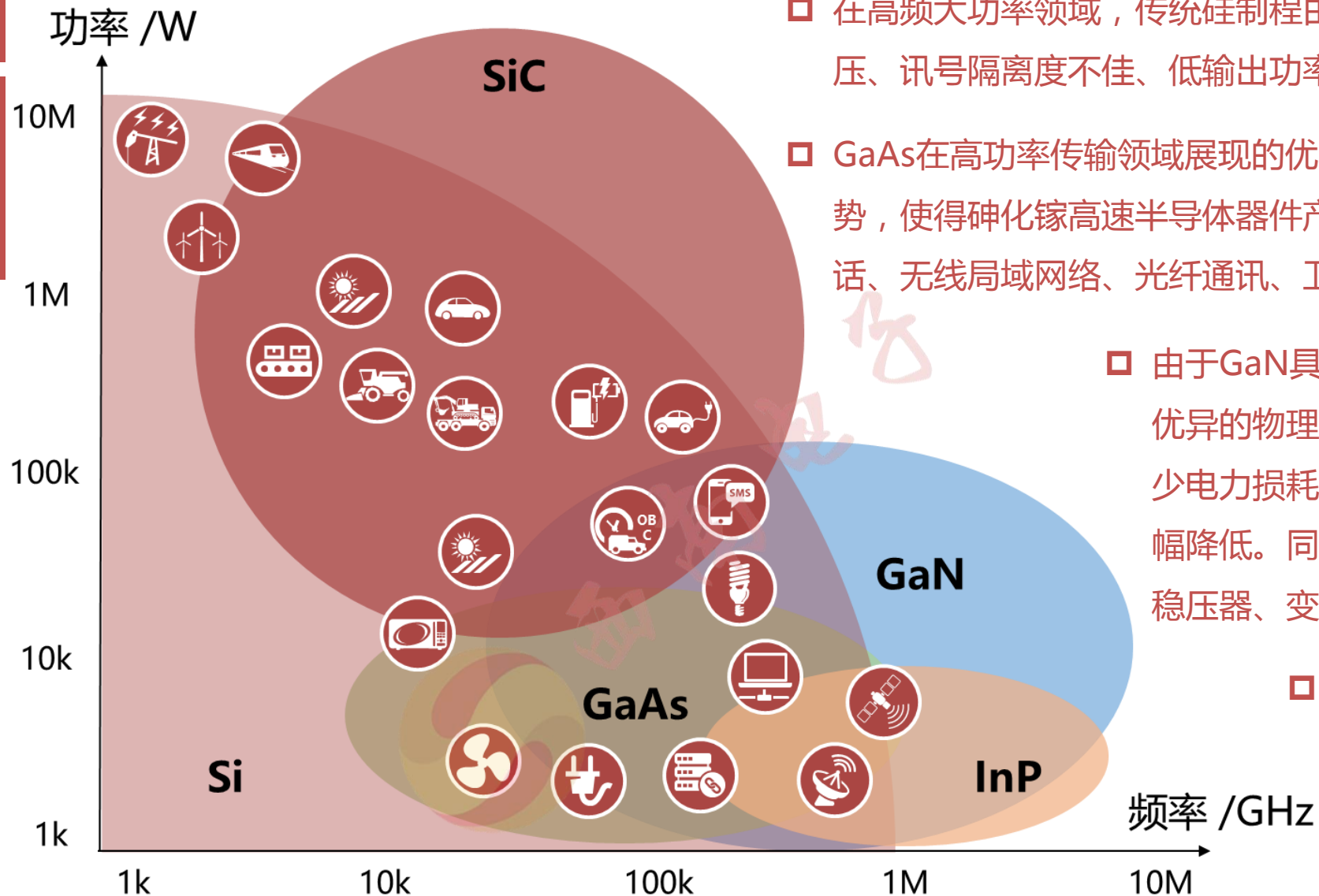
二、半导体制造制程技术分析

- 28纳米是生命周期相当长的节点
- 先进制程技术之FinFET与GAA
- 先进制程技术之FD-SOI

三、半导体制造全球巨头

- 代工第一梯队台积电和三星以及IDM第一梯队英特尔
- 代工第二梯队：联华电子、格罗方德、中芯国际、Towerjazz
- 化合物半导体代工巨头之稳懋半导体和三安光电

化合物半导体在高频高温大功率环境下表现出优异的物理特征



□ 在高频大功率领域，传统硅制程由于存在高频损耗、低崩溃电压、讯号隔离度不佳、低输出功率等物理特性；

□ GaAs在高功率传输领域展现的优异的、不可替代的物理性能优势，使得砷化镓高速半导体器件产品越来越广泛应用于手机电话、无线局域网、光纤通讯、卫星通讯、卫星定位等领域；

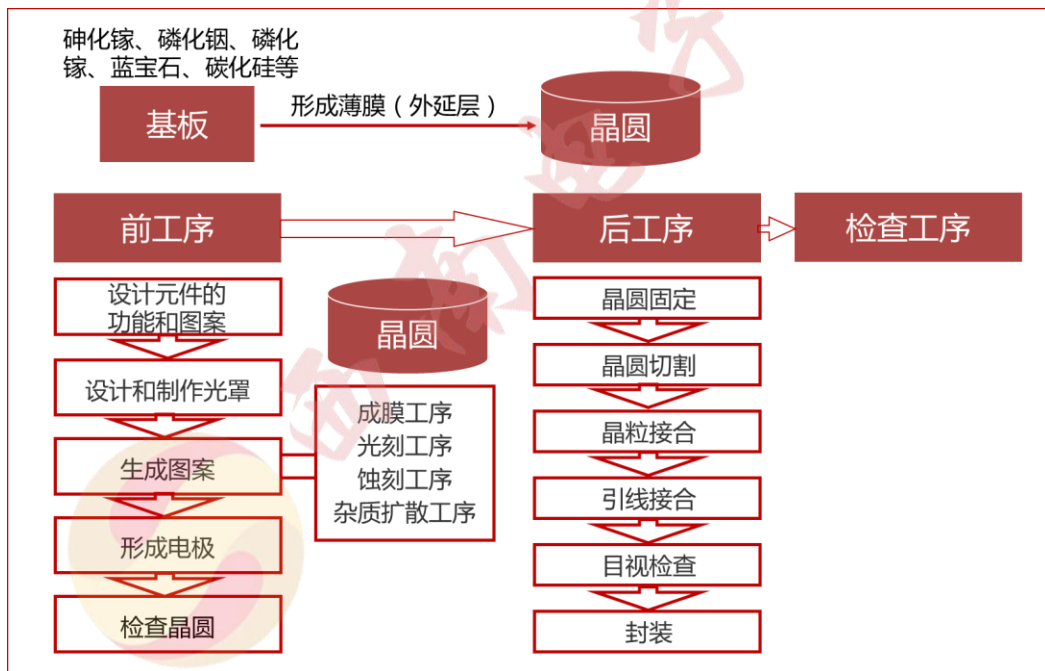
□ 由于GaN具有低导通损耗、高电流密度等优异的物理特性，使得通讯系统可显著减少电力损耗和散热负载，运作成本可以大幅降低。同时，GaN也开始应用于变频器、稳压器、变压器、无线充电等领域；

□ SiC因其在高温、高压、高频等条件下的优异性能表现，在交流-直流转换器等电源转换装置中得到大量应用，目前整个SiC行业仍处于发展初期。

化合物半导体上游衬底和外延工艺技术密集

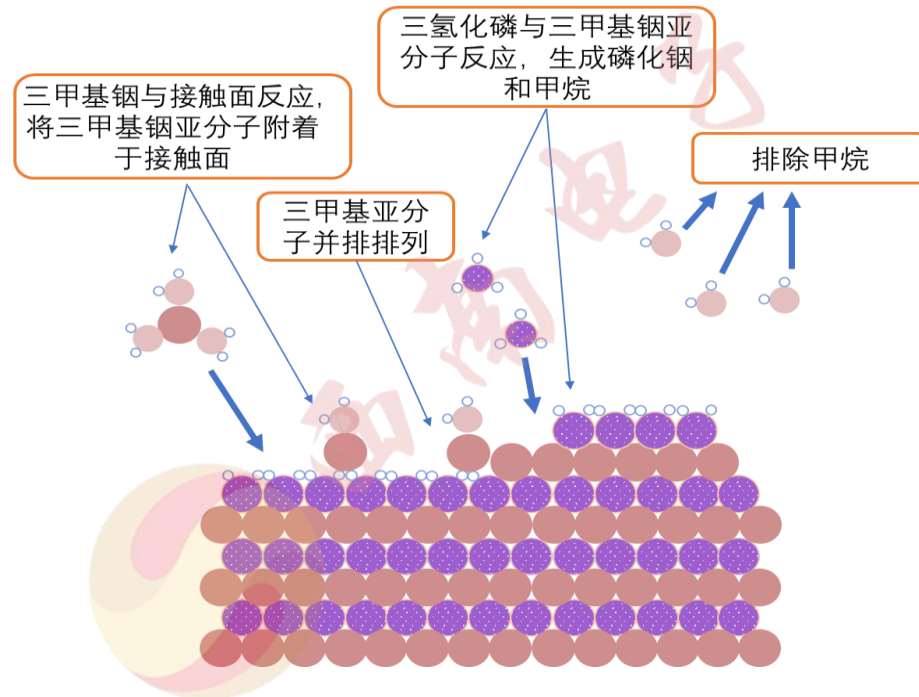
- ❑ 化合物半导体的制备与硅半导体的制备工艺类似，其主要不同体现在晶圆的制造上。硅半导体采用直拉法生长成单晶硅棒，对单晶硅棒进行切割制成晶圆；而化合物半导体则是在GaAs、InP、GaP、蓝宝石、SiC等化合物基板上形成厚度一般为0.05毫米至0.2毫米的薄膜（外延层），对其继续加工，便可实现特定的器件功能；
- ❑ 对于外延工艺，目前最常见的方法是金属有机化合物化学气相沉淀（MOCVD），MOCVD是以III族、II族元素的有机化合物和V、VI族元素的氢化物等作为晶体生长原材料，以热分解反应方式在衬底上进行气相外延，生长各种III-V主族、II-VI副族化合物半导体以及它们的多元固溶体的薄层单晶材料。

化合物半导体器件加工工艺



数据来源：京半导体，西南证券整理

磷化铟MOCVD工艺过程示意图

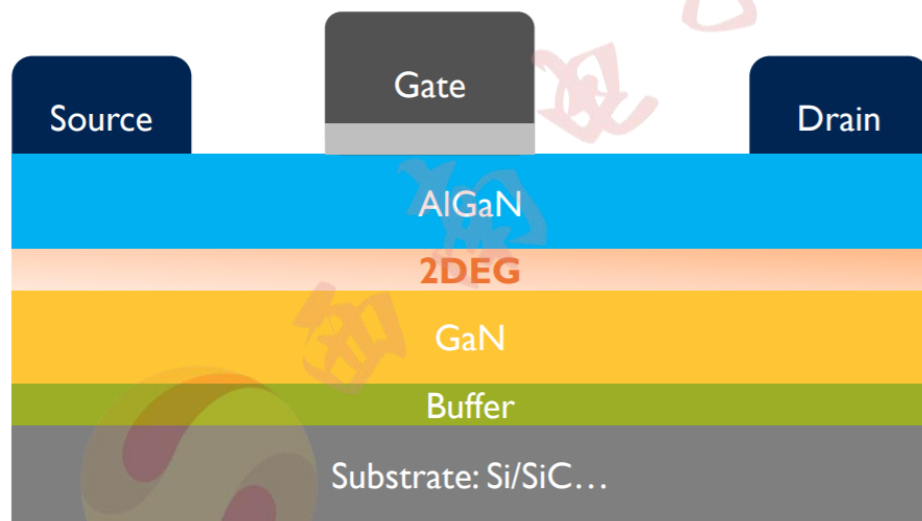


数据来源：bing，西南证券整理

氮化镓是未来最具增长潜质的化合物半导体

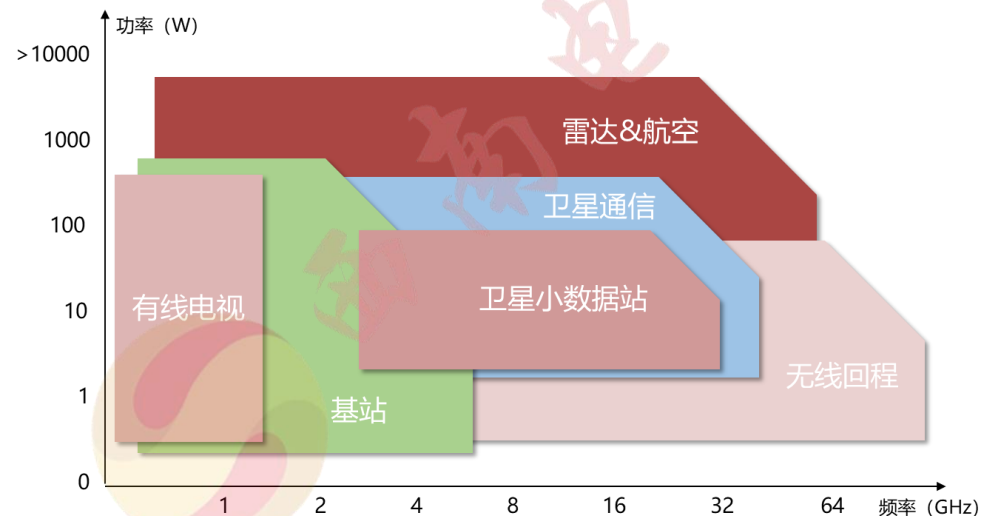
- 氮化镓 (GaN) 是未来最具增长潜质的化合物半导体，与GaAs和InP等高频工艺相比，氮化镓器件输出的功率更大；与LDCMOS和SiC等功率工艺相比，氮化镓的频率特性更好。由于二维电子气 (2DEG) 限制使得GaN HEMT漏极电流密度可以达到硅器件的10倍，因此GaN HEMT已经成为未来较大基站功率放大器的候选技术；
- 为了应对2.4GHz以上频段Si器件工作效率快速下降的问题，4G通信基站开始使用GaN功率放大器。目前约10%的基站采用GaN技术，占GaN射频器件市场的50%以上。未来5G通信频率最高可达85GHz，是GaN发挥优势的频段，使得GaN成为5G核心技术。全球每年新建约150万座基站，未来5G网络还将补充覆盖区域更小、分布更加密集的微基站，对GaN器件的需求量将大幅增加。

GaN HEMT器件结构



数据来源：Yole，西南证券整理

氮化镓下游应用市场情况



数据来源：中国产业信息网，西南证券整理

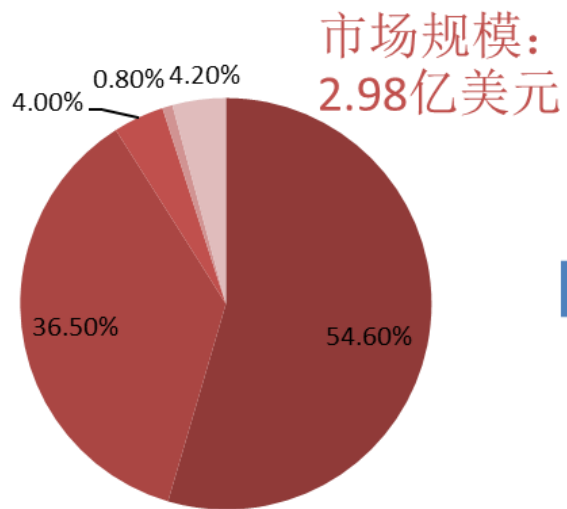
射频氮化镓 市场情况

射频氮化镓市场情况

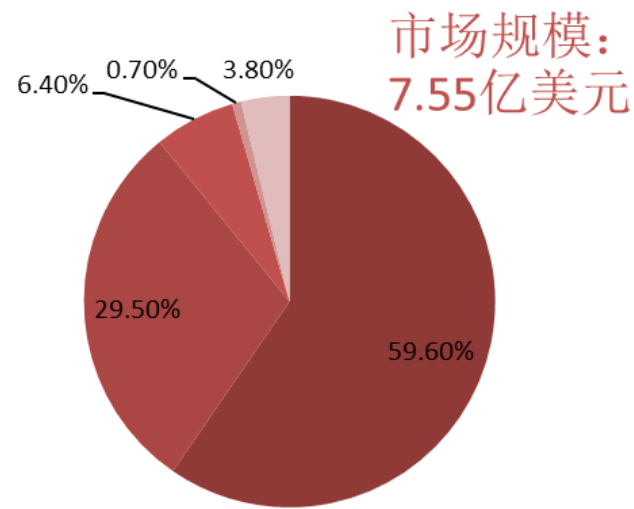
- RF GaN场在过去几年中经历了令人瞩目的增长，并已经改变了RF功率行业。根据Yole数据，2015年全球GaN市场规模为2.98亿美元，主要应用领域为无线基础设施、国防军工、有线电视系统等，其中无线基础设施和国防军工占去90%。截止2017年底，整个RF GaN市场规模接近3.8亿美元。预计到2022年RF GaN市场可达7.55亿美元，无线基础设施应用占比将进一步提高至近60%。

GaN下游市场及市场规模演变情况

2015年GaN射频器件市场细分



2022年GaN射频器件市场细分



CAGR+14%

■ 无线基础设施 ■ 国防军工 ■ 有线电视系统 ■ 卫星通讯 ■ 其他

■ 无线基础设施 ■ 国防军工 ■ 有线电视系统 ■ 卫星通讯 ■ 其他

数据来源：Yole，西南证券整理

氮化镓器件关键供应商情况

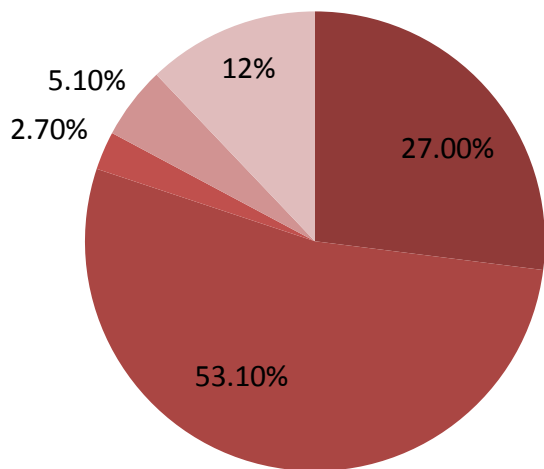
- 三安光电凭借技术与工艺，在GaN器件的关键供应商中占有一席之地。领先的公司包括住友电工（Sumitomo Electric），Wolfspeed（Cree），Qorvo以及其他美国，欧洲和亚洲的参与者。化合物半导体不同于传统的硅基半导体工业，外延工艺比传统的硅工艺更重要，因为它影响了化合物半导体质量，对器件的可靠性影响很大，于是工艺流程强大、拥有内部生产能力，且拥有技术壁垒的企业能够在行业中保持领先地位。三安光电与GCS合作，在GaAs与GaN射频器件的供应领域取得一定的行业地位。



砷化镓，市场规模最大的化合物半导体，手机PA的基石

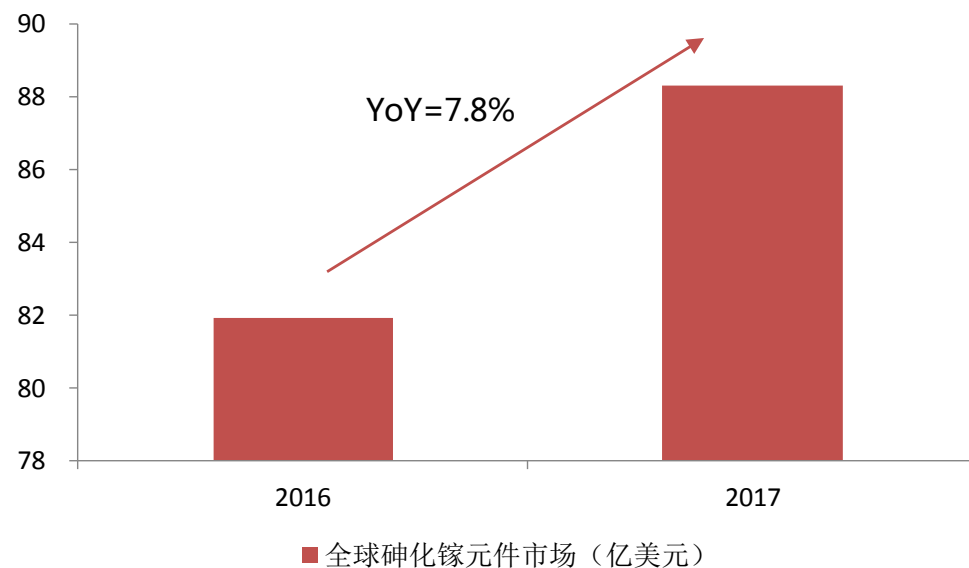
- GaAs作为最成熟的化合物半导体之一，是每部智能手机中功率放大器（PA）的基石。2018年，预计GaAs射频业务占据GaAs晶圆市场份额超过50%。随着通信技术从4G到5G的演变，由于GaAs具有载波聚合和多输入多输出技术所需的高功率和高线性度，GaAs仍将是6 GHz以下频段的主流技术。除此之外，GaAs在汽车电子、军事领域方面也有一定的应用。
- 根据Strategy Analytics数据，2017年全球砷化镓元件市场（含IDM厂之组件产值）总产值约为88.3亿美元，创历史新高，相较2016年的81.9亿美元同比增长7.8%。

砷化镓下游市场情况



■ 移动通信 ■ 移动电话 ■ 汽车电子 ■ 军事应用 ■ 其他

2016-2017年砷化镓晶圆代工市场



GaN SiC

应用 对比

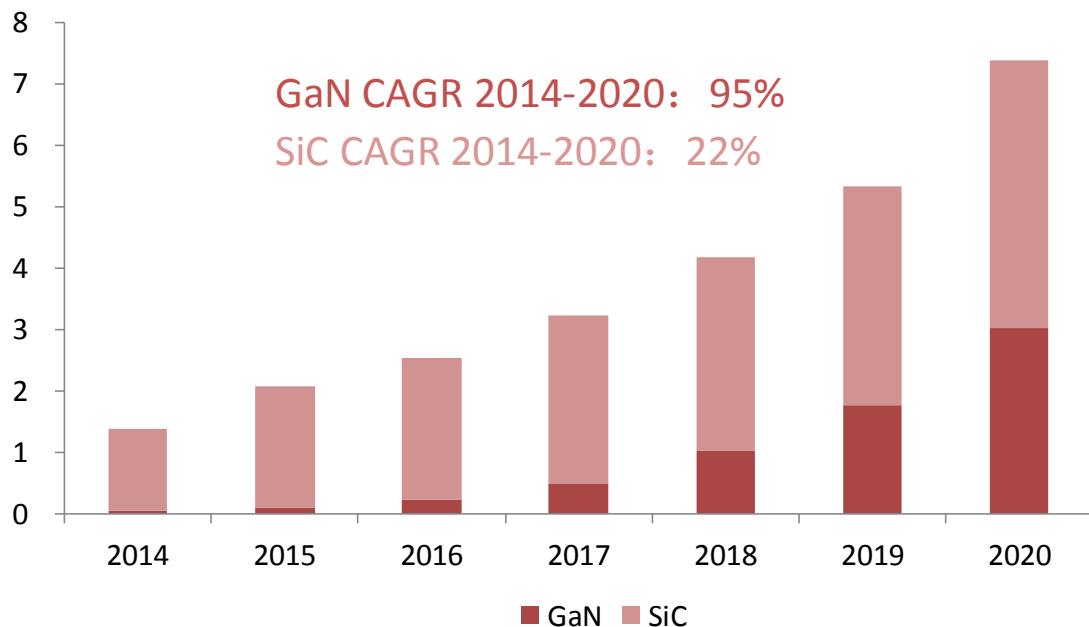
GaN功率半导体与SiC功率半导体应用领域对比

- 在功率器件方面，目前氮化镓器件市场最初集中在200V以下的市场，包括电源与音频放大器等，从2014年开始，600V市场占比迅速提升，目前氮化镓已经逐步往更高的电压渗透；根据Yole预测，未来在2020年左右600-900V的中低压领域GaN功率半导体与SiC功率半导体将会迎来应用上的竞争；
- 2014年，SiC功率半导体市场规模约为1.6亿美元，到2020年，其市场规模预计将超过4亿美元，这期间的复合年均增长率预计将达22%。氮化镓的增长更为明显，从2014-2020年年复合增长率高达95%，行业将会发生突飞猛进式的大跨越。

GaN功率半导体与SiC功率半导体应用领域对比



全球碳化硅功率半导体市场增长情况



数据来源：Yole，西南证券整理

稳懋半导体目前拥有全球最大砷化镓晶圆厂产能

- 稳懋半导体成立于1999年，位于林口华亚科技园区，是全球首座以六英寸晶圆生产砷化镓微波积体电路的专业晶圆代工服务公司。稳懋的客户群除了全球射频积体电路设计公司外，还包括全球整合元件制造（IDM）大厂。在制程技术发展方面，稳懋以多元化及领先为原则，期能提供客户最完整的服务。在无线宽频通讯的微波高科技领域中，稳懋目前提供两大类砷化镓电晶体制程技术：异质接面双极性电晶体(HBT)和应变式异质接面高迁移率电晶体(pHEMT)，二者均为最尖端的制程技术。稳懋目前已进入量产的产品，包含1微米 HBT、2微米 HBT、0.5微米 pHEMT Switch、0.5微米 power pHEMT和先进的高频0.15微米、0.1微米 pHEMT。**截至2017年底公司晶圆A、B、C厂合计月产能29,000片，此产能乃目前全球最大砷化镓晶圆厂产能。**

稳懋半导体目前已经量产的制程技术

HBT

PHEMT

BiHEMT

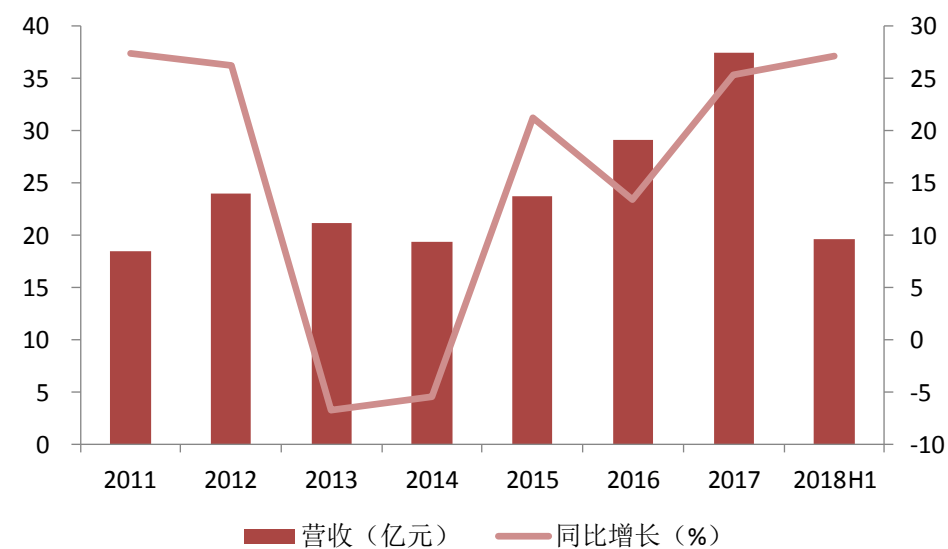
GaN

稳懋 半导体

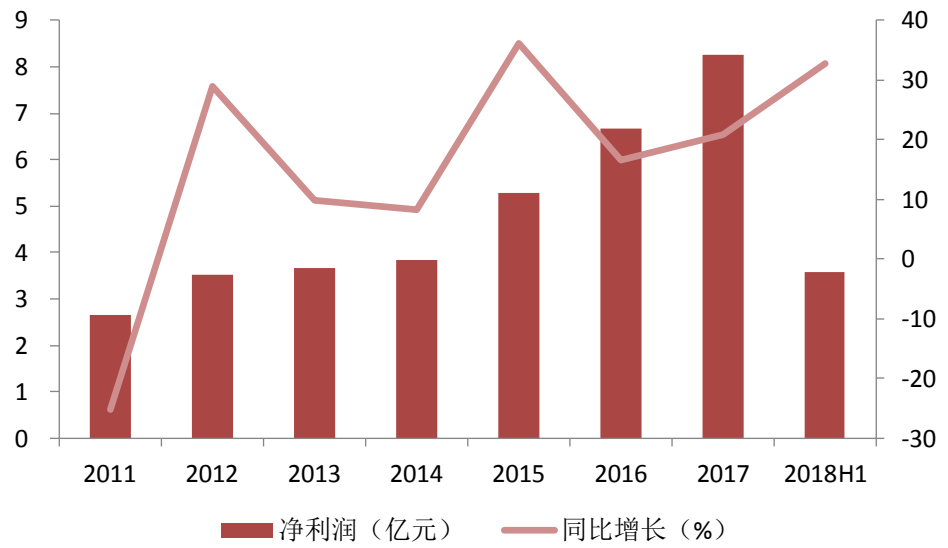
业绩 情况

稳懋半导体业绩情况

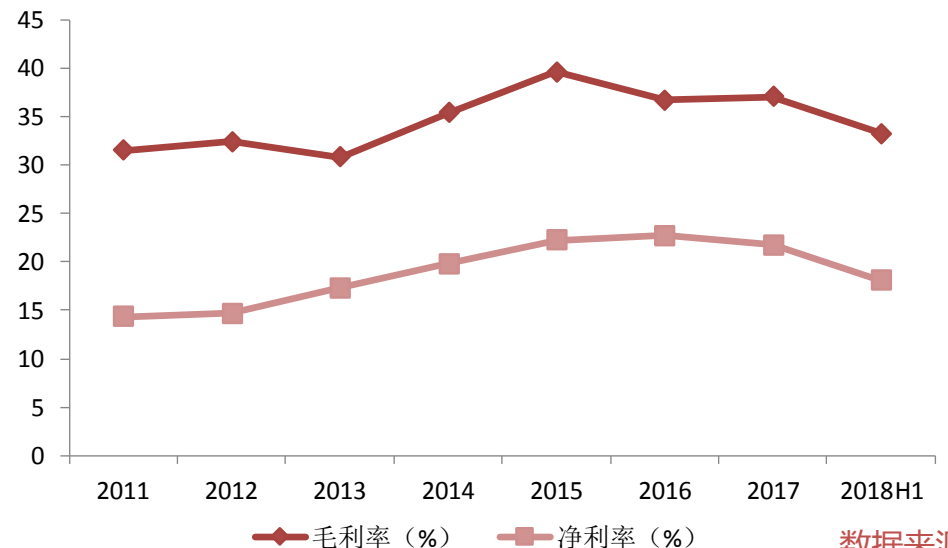
稳懋半导体2011-2018H1营收情况



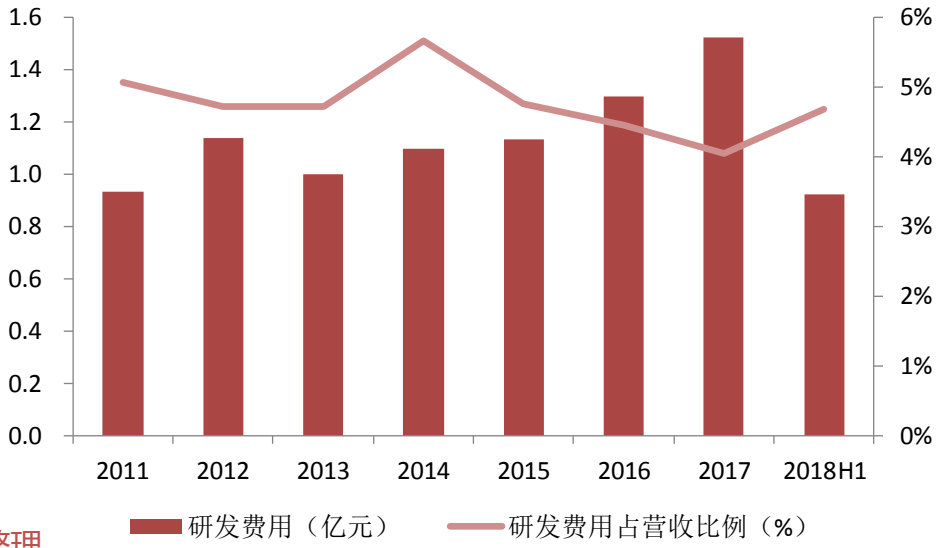
稳懋半导体2011-2018H1净利润情况



稳懋半导体2011-2018H1毛利率和净利率情况



稳懋半导体2011-2018H1研发投入情况

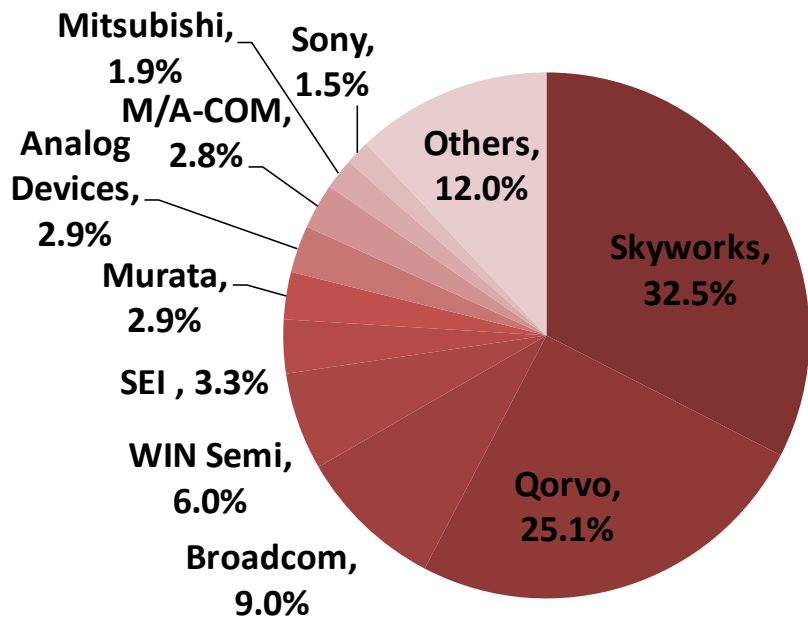


数据来源：wind，西南证券整理

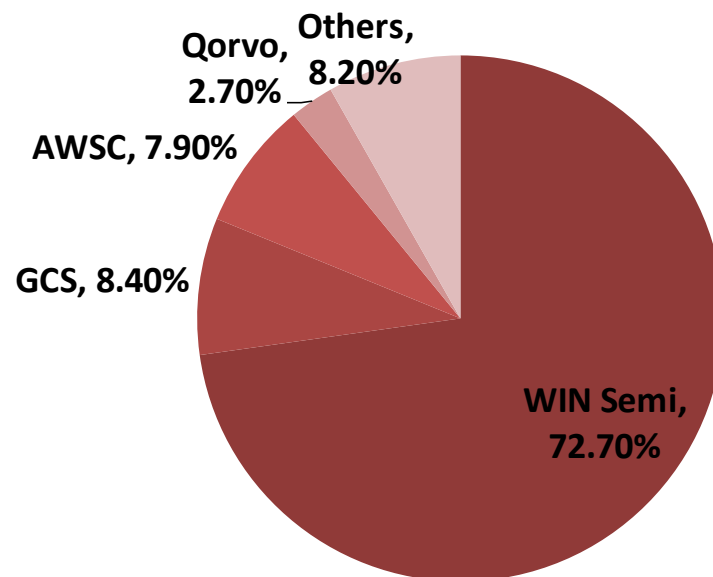
稳懋半导体为全球第一大砷化镓晶圆代工半导体厂商

- 根据Strategy Analytics数据，2017年全球砷化镓元件市场(含IDM厂之组件产值)总产值约为88.3亿美元，达到历史新高，并较2016年之81.9亿美元成长7.8%，其中稳懋半导体2017年市占率为6.0%，市占率排名为全球第四。
- 2017年砷化镓元件市占率最高的是Skyworks和Qorvo，两者总计占据了55%以上的市场规模。此外，若以砷化镓晶圆代工市场而言，2017年代工市场规模为7.3亿美元，其中稳懋半导体2017年年市占率为72.7%，为全球第一大砷化镓晶圆代工半导体厂商。

2017年世界砷化镓元件市场竞争格局（含IDM厂）



2017年砷化镓晶圆代工市场竞争格局



数据来源：稳懋半导体，西南证券整理

全球LED龙头，产业覆盖全面

- 三安光电是具有国际影响力的全色系超高亮度发光二极管外延及芯片生产厂商，总部坐落于厦门，产业化基地分布在厦门、天津、芜湖、泉州等多个地区。三安光电主要从事全色系超高亮度LED外延片、芯片、化合物太阳能电池及III-V族化合物半导体等的研发、生产与销售，产品性能指标居国际先进水平；
- 三安光电目前拥有10000级到100级的现代化洁净厂房，上万台国际最先进的外延生长和芯片制造等设备。公司凭借强大的企业实力，实现了年产外延片2400万片、芯片3000亿粒的生产规模，占到国内总产能的58%以上。2014年，公司进一步扩大和延伸LED产业链建设，在厦门投资新建的LED产业基地和通讯微电子器件项目，使公司的生产规模直接迈入国际顶尖行列，并成为国际上具备规模化生产、研发化合物半导体芯片能力的企业。

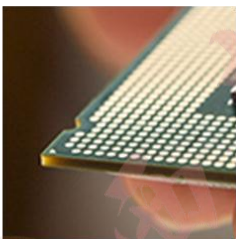
三安光电四大核心产业

LED芯片



中国领先的LED外延片、芯片生产企业，力争成为LED行业全球领先！

电力电子



提供国内第一条6寸氮化镓生产线；对未来能源产业节能之市场，有很大发展空间！

微波集成电路



立足于III-V族化合物半导体材料，打造具有国际竞争力的射频、滤波器集成电路厂商！

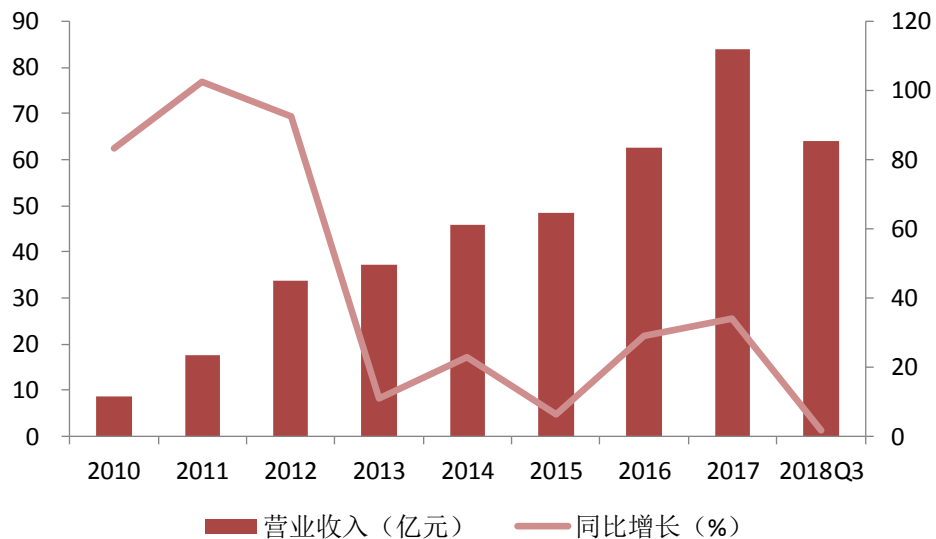
光通讯



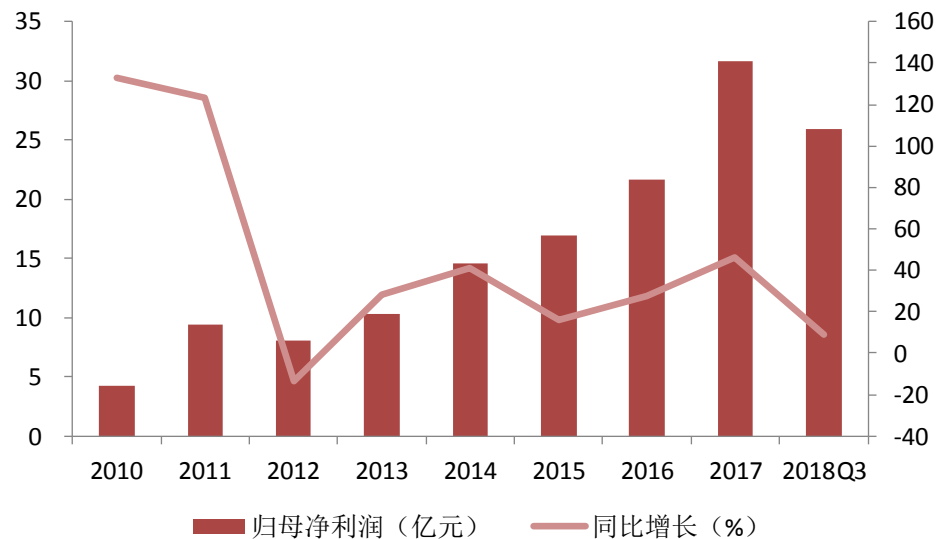
以“光通讯”应用为契机，大力推广LED智能照明通讯(LiFi)、车联网系统、光电智能监控产品！

营业收入高速增长，毛利水平稳步提升

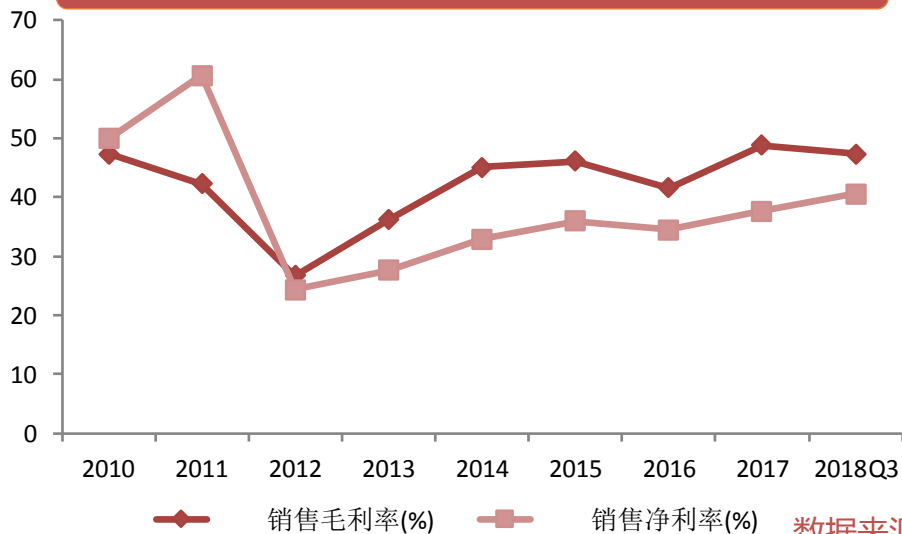
公司2010年以来营业收入及增速



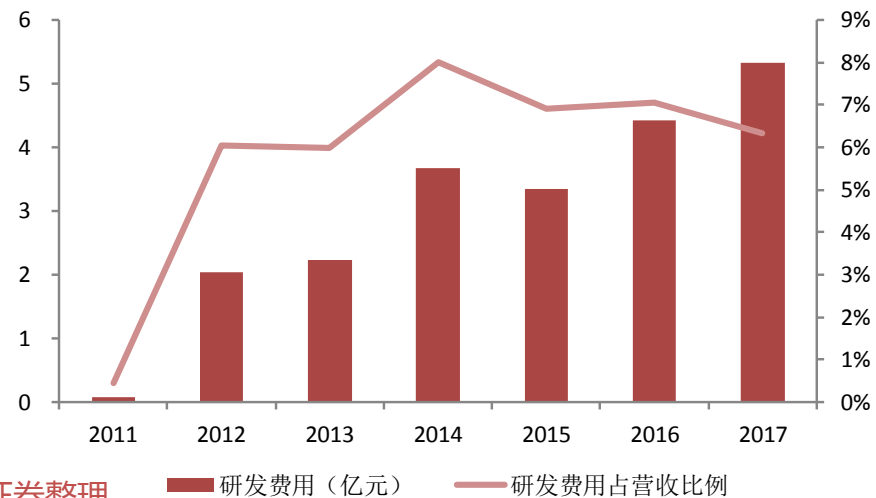
公司2010年以来归母净利润及增速



公司2010年以来毛利率和净利率情况



公司2010年以来研发投入及其占营收比重情况



数据来源：三安光电，西南证券整理

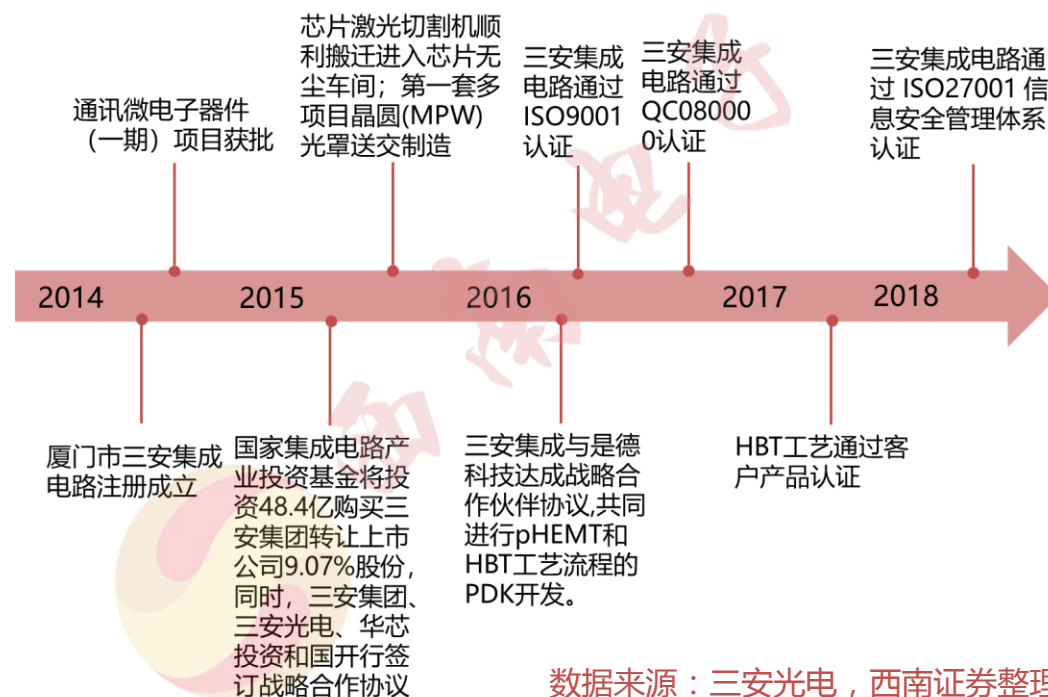
公司愿景：成为世界级化合物半导体研发、制造与服务公司

- 2014年5月26日厦门市三安集成电路有限公司注册成立，总投资额30亿元，为福建省2014-2018重大工业项目、厦门市2015年重点项目，属于国家扶持的战略性新兴产业；
- 三安集成主要从事化合物半导体集成电路业务，涵盖PA射频、电力电子、光通讯和滤波器等领域的芯片，已布局完成6寸的砷化镓和氮化镓部分产线；
- 三安集成于2015年10月开始进行试产，量产后将成为中国具备规模化研发、生产化合物半导体芯片能力的公司。

厦门三安集成电路有限公司鸟瞰图



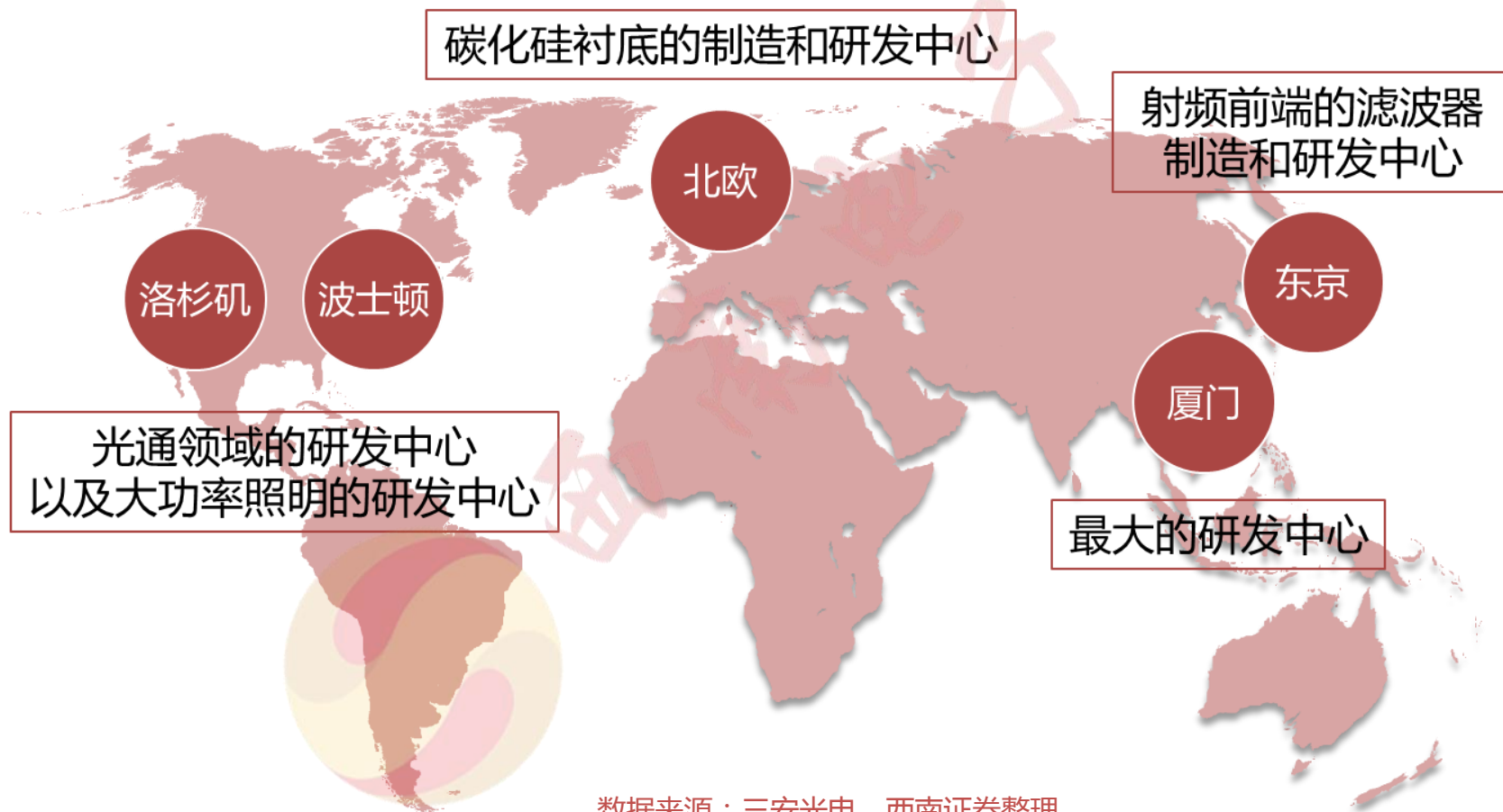
厦门三安集成历史沿革



数据来源：三安光电，西南证券整理

在全世界成立五大研发中心，提高公司技术水平

- 三安集成为迅速提高公司技术水平，拓展销售渠道，提升产品市场占有率，在全世界成立了五大研发中心，分别为美国洛杉矶和波士顿的光通领域研发中心以及大功率照明研发中心，北欧的碳化硅衬底制造和研发中心，日本东京的射频前端滤波器制造和研发中心，最大的研发中心位于厦门。日本东京滤波器研发中心未来会从Z和B的滤波器入手，给产业提供一站式射频服务，提供滤波器解决方案。



三安主流量产的工艺为HBT和PM的工艺，主要应用于终端小功率的器件应用

- 三安集成产品已获得部分客户认证通过，进入小量产阶段，产量已在逐月累加。三安集成主要从事化合物半导体集成电路项目的研发、生产、销售，已有多家客户参与试样验证，参与的客户设计案263个，有19个芯片已通过性能验证，部分客户已开始出货，由于该行业的特性，出货量将会逐步增长，后续市场空间广阔；
- 三安主流量产的工艺为HBT和PM的工艺，主要应用于终端小功率的器件应用，未来公司会持续往前演进，继续开发0.1微米的产品。另外，主要应用于大功率的基站部分的0.45微米的氮化镓以及0.25微米的氮化镓基础工艺目前已经接近量产。预计在2019年Q3完成基于磷化铟的射频功放的应用。

晶圆代工制程	制程系列	主要用途
HBT (砷化镓异质结双极型晶体管)	H20HL (高线性制程)	手机，无线宽带功率放大器； 手机，无线宽带低杂讯放大器增益器；
	H20HR (高韧性制程)	
pHEMT (砷化镓伪型态高电子迁移率晶体管)	P25ED (增强/耗尽混合型)	通讯信号切换器； 通讯微波器件； 增益器； 通讯信号切换器； 通讯微波器件。
	P25PA (功率型)	
	P25SW (低启动阻抗型)	
GaNSBD (氮化镓肖特基二极管)	快速回复肖特基二极管	绿能节能器件： 消费电子产品的电源转换/反向器；
GaN FET (氮化镓场效应晶体管)	耗尽型场效应三极管	汽车/交通工具使用电源转换/反向器； 工业用大功率电源转换/反向器。
	增强型场效应三极管	

三安光电化合物半导体投资情况

- 2015年，三安光电非公开发行不超过1.57亿股，募集资金总额不超过35.1亿元，非公开发行股票募集资金总额扣除发行费用后将依次用于通讯微电子器件（一期）项目和厦门光电产业化（二期）项目；
- 通讯微电子器件（一期）项目总投资30亿元，其中固定资产投资24.3亿元，流动资金5.7亿元，其中使用募集资金投入不超过16亿元，全部用于该项目固定资产投资。该项目由厦门市三安集成电路有限公司实施，项目建成后将形成通讯用外延片36万片/年（以6英寸计算）、通讯用芯片36万片/年（以6英寸计算）的产能；
- 2017年12月，公司在福建省泉州芯谷南安园区投资注册成立一个或若干项目公司，投资总额333亿元，全部项目五年内实现投产，七年内全部项目实现达产，经营期限不少于25年。该项目主要从事：高端氮化镓LED衬底、外延、芯片的研发与制造产业化项目；高端砷化镓LED外延、芯片的研发与制造产业化项目；大功率氮化镓激光器的研发与制造产业化项目；光通讯器件的研发与制造产业化项目；射频、滤波器的研发与制造产业化项目；功率型半导体（电力电子）的研发与制造产业化项目；特种衬底材料研发与制造、特种封装产品应用研发与制造产业化项目。

项目名称	投资总额（亿元）	募集资金投入总额（亿元）
厦门光电产业化（二期）项目	36.45	19.1
通讯微电子器件（一期）项目	30.05	16.0
合计	66.50	35.1

中芯国际：正在崛起的中国芯制造

□ 投资逻辑：

1) 28 纳米全平台如期完成，营收占比重回高位。公司第二季度28纳米营收占比高达8.6%，环比增加5.4pp，同比增加2.0pp，预计全年28纳米营收占比维持在中个位数水平。28纳米HKC持续上量，良率达到业界水平。除了28纳米PolySiON和HKC，28纳米HKC+技术也已开发完成，目标是在今年年底前试产。2) 研发投入大幅提升，14 纳米FinFET开始客户导入。公司第二季度研发投入1.47亿美元，环比增加19.7%，同比增加32.4%，资本开支为5.59 亿元，环比第一季度资本开支3.22亿元上涨73.6%。2018 下半年资本开支进一步提速，总额将达14.19亿元。14 纳米 FinFET 技术开发获得重大进展，第一代 FinFET 技术研发已进入客户导入阶段，公司目前正在对客户评估、IP 比对、可靠性验证以及全速扩大 FinFET 技术组合，预计明年上半年开始试产 14 纳米并于下半年开始获得收入。

□ 盈利预测及建议：

预计2018-2019年归母净利润分别为1.4亿美元、1.3亿美元，对应PB分别为0.96、0.94，维持“买入”评级。

□ 风险提示：

产能利用率或受终端产品需求减弱而下降的风险；28nm HKC+及14nm 量产不达预期的风险；晶圆平均价格或有波动的风险。

业绩预测和估值指标			
指标	2017A	2018E	2019E
营业收入（百万美元）	3101	3361	3626
营业收入增长率	6.4%	8.4%	7.9%
净利润（百万美元）	179	135	131
净利润增长率	-52.4%	-24.9%	-2.3%
P/B	0.96	0.96	0.94

三安光电：正在崛起的中国化合物半导体巨头

□ 投资逻辑：

1) 上半年LED业绩相对疲软，下半年及后续发展保持乐观。虽然芯片价格在第二季度跌幅较大，但是价格已经在6-7月跌幅收敛甚至止跌，再叠加最近有部分厂商的扩厂计划已经推迟和部分小厂产能有望在第三季度出清，LED短期的边际变化有望持续向好。2) 化合物半导体产能逐步释放，市场前景十分广阔。2018年上半年化合物半导体实现营收0.67亿元，相比较于2017年度全年实现的营收增幅超过1.5倍。目前，公司砷化镓射频已与103家客户有业务接触，出货客户累计58家，14家客户已量产；氮化镓射频已实现客户送样；电力电子产品已完成客户产品验证并进入量产阶段；光通讯芯片已累计送样26件，部分产品实现量产并已实现销售。3) Mini LED、Micro LED等新兴领域有望创造新的利润增长点。三星电子将支付厦门三安1683万美元预付款以换取生产一定数量的显示LED芯片。另外，三安和三星将持续讨论Micro LED战略合作，待达到大规模量产时，三星电子将考虑厦门三安作为首要供应方。

□ 盈利预测及建议：

预计2018-2019年归母净利润分别为35亿元、39亿元，对应PE分别为14倍、12倍，维持“买入”评级。

□ 风险提示：

LED下游产品降价和化合物半导体研发及量产不及预期的风险。

业绩预测和估值指标			
指标	2017A	2018E	2019E
营业收入（百万元）	8394	9385	11768
营业收入增长率	33.8%	11.8%	25.4%
净利润（百万元）	3164	3474	3921
净利润增长率	46.0%	9.8%	12.9%
P/E	15.4	14.0	12.4

数据来源：Wind，西南证券



半导体
设备

国产化
情况

灯·芯·屏·器

泛半导体研究

西南电子 刘言 陈杭

西南证券投资评级说明

公司评级	买入：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅在20%以上 增持：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于10%与20%之间 中性：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于-10%与10%之间 回避：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅在-10%以下
行业评级	强于大市：未来6个月内，行业整体回报高于沪深300指数5%以上 跟随大市：未来6个月内，行业整体回报介于沪深300指数-5%与5%之间 弱于大市：未来6个月内，行业整体回报低于沪深300指数-5%以下

分析师承诺

报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，报告所采用的数据均来自合法合规渠道，分析逻辑基于分析师的职业理解，通过合理判断得出结论，独立、客观地出具本报告。分析师承诺不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接获取任何形式的补偿。

重要声明

西南证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会核准的证券投资咨询业务资格。

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

《证券期货投资者适当性管理办法》于2017年7月1日起正式实施，本报告仅供本公司客户中的专业投资者使用，若您并非本公司客户中的专业投资者，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司也不会因接收人收到、阅读或关注自媒体推送本报告中的内容而视其为客户。本公司或关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行或财务顾问服务。

本报告中的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告，本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，本公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

本报告版权为西南证券所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为“西南证券”，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。



西南证券研究发展中心

西南证券研究发展中心

上海

地址：上海市浦东新区陆家嘴东路166号中国保险大厦20楼

邮编：200120

北京

地址：北京市西城区金融大街35号国际企业大厦B座16楼

邮编：100033

重庆

地址：重庆市江北区桥北苑8号西南证券大厦3楼

邮编：400023

深圳

地址：深圳市福田区深南大道6023号创建大厦4楼

邮编：518040

西南证券机构销售团队

区域	姓名	职务	座机	手机	邮箱
上海	蒋诗烽	地区销售总监	021-68415309	18621310081	jsf@swsc.com.cn
	黄丽娟	地区销售副总监	021-68411030	15900516330	hlj@swsc.com.cn
	张方毅	高级销售经理	021-68413959	15821376156	zfyi@swsc.com.cn
	汪文沁	高级销售经理	021-68415380	15201796002	wwq@swsc.com.cn
	王慧芳	高级销售经理	021-68415861	17321300873	whf@swsc.com.cn
	涂诗佳	销售经理	021-68415296	18221919508	tsj@swsc.com.cn
	杨博睿	销售经理	15558686883	15558686883	ybz@swsc.com.cn
	丁可莎	销售经理	021-68416017	13122661803	dks@swsc.com.cn
北京	蒋诗烽	地区销售总监	021-68415309	18621310081	jsf@swsc.com.cn
	路剑	高级销售经理	010-57758566	18500869149	lujian@swsc.com.cn
	张岚	高级销售经理	18601241803	18601241803	zhanglan@swsc.com.cn
	刘致莹	销售经理	010-57758619	17710335169	liuzy@swsc.com.cn
广深	王湘杰	销售经理	0755-26671517	13480920685	wxj@swsc.com.cn
	余燕伶	销售经理	0755-26820395	13510223581	yyf@swsc.com.cn
	花洁	销售经理	0755-26673231	18620838809	huaj@swsc.com.cn
	孙瑶瑶	销售经理	0755-26833581	13480870918	sunyaoyao@swsc.com.cn
	陈霄（广州）	销售经理	15521010968	15521010968	chenxiao@swsc.com.cn