

2017 年度集成电路行业研究

## IC 技术遇瓶颈，弯道超车需破冰

### 研究要点

- 半导体可以通过改变其局部杂质浓度，形成对电路具有一定控制能力的器件结构，这是导体和绝缘体所不能做到的。集成电路则是通过对半导体材料进行雕琢、加工，形成具有一定功能的电子器件，构成了如今信息化社会基础中的基础。如果说半导体是大自然给予人类的瑰宝，那么集成电路则代表了人类自身的智慧精华；
- 集成电路产业链构成主要由半导体材料和设备、IC 设计、IC 制造、IC 封测，以及下游应用；
- 2015 年，我国集成电路市场达到 1760 亿美元，涨幅达 3.7%（60 亿美元）；同时，全球集成电路市场经历了 0.9%（20 亿美元）的下滑。此起彼伏致使我国 2015 年集成电路市场占据全球市场的 64%。在过去十年中，我国 IC 需求总共增长了 1290 亿美元，而全球市场仅仅增长了 830 亿美元；
- 当晶体管小到一定程度之后，有三个原因导致晶体管尺寸跟不上技术节点的降低速度。首先是因为短沟道效应，栅极关闭的时候也会有漏电流，造成巨大的能耗浪费；其次，决定制造工艺的关键是光刻机，而复杂的反射光路是世界性难题；最后，短波光源，如 EUV 的光源，强度远低于工业生产的需求，无法满足工业量产需要；
- 在摩尔定律放缓的前提条件下，行业进入成熟期，半导体企业通过技术迭代所获得的优势将越来越小；同时，摩尔定律所带来的经济效益也逐渐显露瓶颈，比如制程缩小所带来的经济效益不一定会大于研发技术成本。从 130nm-28nm 时期，每个晶体管的单位成本相对于上一代都会有所下降；而到了 20nm 以后，每个晶体管的制造成本开始逐渐提高。也就是说，发展先进制程并不会再带来成本优势。再加上资金成本普遍降低，因此，如今半导体企业更倾向于通过横向整合来扩张自己的经营版图；
- 摩尔定律的失效以及诸如物联网等行业的蓄势待发，使得目前全球半导体领域正在逐步进入一个拐点。或许我国能够在这次洗牌中找到自己的定位，在如第三代半导体材料这样的新领域里，与海外竞争对手并线起跑，争取在半导体-集成电路产业链的局部环节做到世界领先，成为行业新时代不可或缺的关键供应者。



基石基金投资部

鲁翰

电话：18515474546

电子邮件：lh@bjjsfund.com.cn

### 相关研究

1. 《普华永道-中国对半导体行业的影响》
2. 互联网公开信息整理



## 目录

一、市场分析 .....	6
1.1 高速增长的半导体原材料市场 .....	6
1.2 集成电路需求节节攀升 .....	6
1.3 半导体市场进入上升周期 .....	7
二、半导体与集成电路产业链概况 .....	7
2.1 半导体产业链趋势 .....	8
2.2 集成电路产业链趋势 .....	8
三、行业技术介绍 .....	9
3.1 半导体材料 .....	9
3.2 集成电路制备流程简介 .....	9
3.3 集成电路技术节点 .....	11
3.4 技术困境 .....	12
四、我国集成电路产业发展状况 .....	12
五、世界格局 .....	14
5.1 集成电路的发明 .....	14
5.2 集成电路板块世界主要模式及玩家 .....	15
5.2.1 IDM 企业 .....	16
5.2.2 垂直分工模式 .....	16
5.3 2017 年全球主要 IC 企业形势 .....	18

5.3.1 IDM 与 Fabless 形势 .....	18
5.3.2 Foundry 形势 .....	19
5.4 并购事件 .....	19
5.4.1 国际并购大事件 .....	19
5.4.2 国内并购情况 .....	21
结束语: .....	22

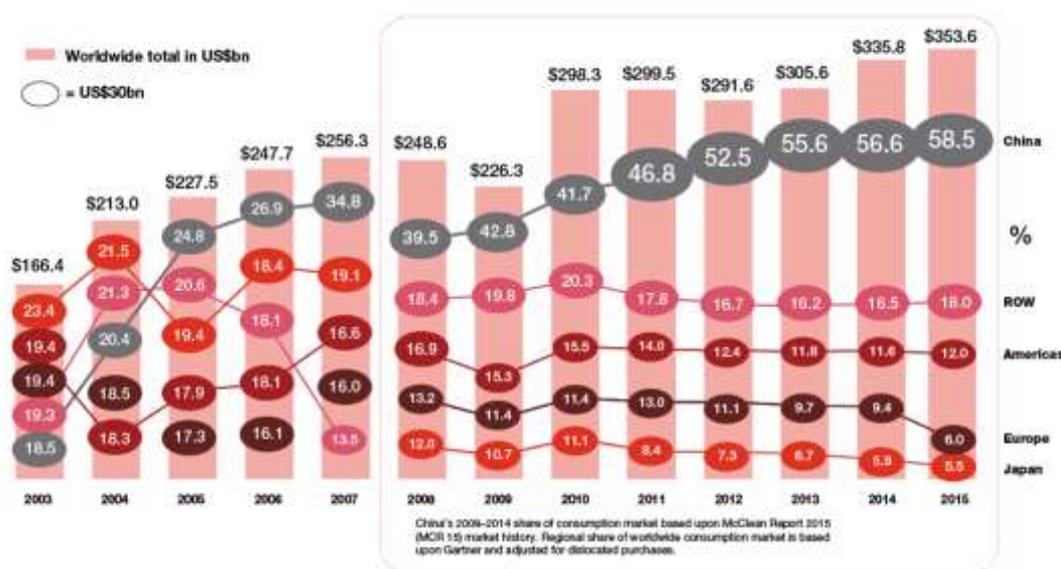
## 图表目录

图表 1 半导体需求市场 .....	6
图表 2 2000-2005 年我国集成电路与 O-S-D 市场状况 .....	7
图表 3 半导体自给能力低 .....	7
图表 4 半导体产业链 .....	8
图表 5 集成电路消费量与产量 .....	9
图表 6 利用籽晶熔炼 .....	10
图表 7 制备晶圆 .....	10
图表 8 漏电流-栅电压 .....	11
图表 9 十三五期间半导体产业政策相关法规架构 .....	13
图表 10 中微半导体的 Primo SSC AD-RIE 刻蚀机 .....	14
图表 11 热放射的作用 .....	15
图表 12 Jack Kilby 研制的人类首块集成电路 .....	15
图表 13 IDM 商业模式 .....	16
图表 14 IP 市场收费模式 .....	17
图表 15 IP 供应商与 Foundry 企业 .....	17
图表 16 2017 年半导体行业（不包括 Foundry）销售收入前十整理 .....	18
图表 17 2017 年 Foundry 排名 .....	19
图表 18 截至 2016 年全球半导体产业 M&A 事件排名 .....	19
图表 19 2015 年 ARM 半导体领域市场占有率 .....	20
图表 20 每代工艺成本比较，来源：GSA，天风证券研究所 .....	21
图表 21 中国半导体 M&A 案例 来源 wind，天风证券研究所 .....	21
图表 22 近 3 年美国限制我国半导体企业并购事件 .....	22

## 一、市场分析

### 1.1 高速增长的半导体原材料市场

截止到 2015 年，我国半导体年需求量已经连续 15 年保持高速增长，大幅超越世界其他地区增长速度。2015 年，在国际半导体市场轻度缩水的大环境下，我国半导体市场增量 5.9%，占全球半导体市场的 58.5%。这一数字在 2016 年更是达到了 59.3%。在过去 10 年中，我国半导体市场每年以 14.3% CAGR 快速发展；与此同时，世界其他国家速率仅为 4.0% CAGR。据 WSTS 和 CSIA 统计，2005 年-2015 年期间，全球半导体市场扩容 1090 亿美元、我国半导体市场增量 1590 亿美元。

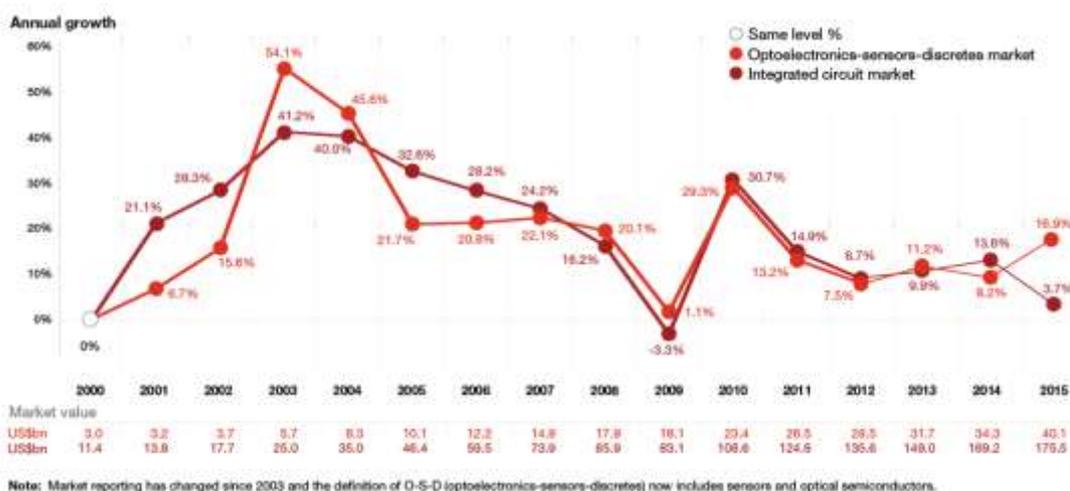


图表 1 半导体需求市场

我国半导体需求市场保持如此高速增长的原因主要为：全球电子产品生产重心的转移和我国半导体材料在电子产品的比重较高。根据 Gartner 预测，2017 年我国电子产品生产总量占全球比将攀升至 38% 以上，其中的半导体材料使用率将达到 35%，远远高于其他国家 25% 的使用率。相关行业分析师预测，我国电子产品生产总量占全球比将在未来几年继续保持稳定增长。

### 1.2 集成电路需求节节攀升

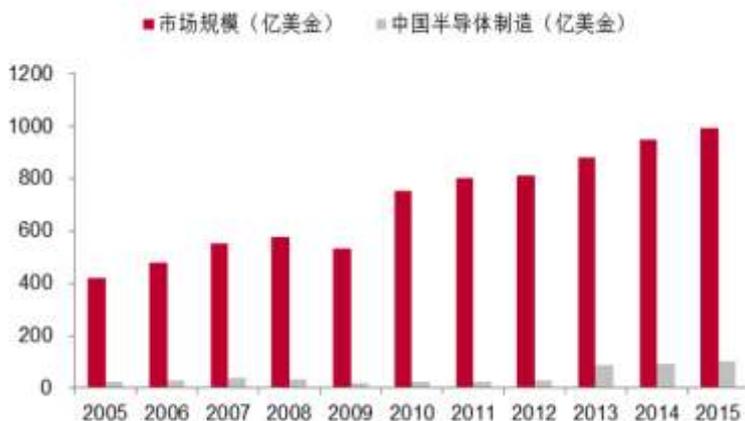
2015 年，我国集成电路市场达到 1760 亿美元，涨幅达 3.7%（60 亿美元）；同时，全球集成电路市场经历了 0.9%（20 亿美元）的下滑。此起彼伏致使我国 2015 年集成电路市场占据全球市场的 64%。在过去十年中，我国 IC 需求总共增长了 1290 亿美元，而全球市场仅仅增长了 830 亿美元。2015 年我国 O-S-D 需求市场达到 401 亿美元，增长幅度为 17.1%，在五年内第四次增速超过全球 O-S-D 市场。



图表 2 2000-2005 年我国集成电路与 O-S-D 市场状况

### 1.3 半导体市场进入上升周期

作为全球半导体第一大市场，2015 年我国集成电路进口额达到 2307 亿美元，而出口额为 693 亿美元，贸易逆差 1613 亿美元，自给率仅为 27%。我国集成电路供求不平衡，严重依赖进口的局面需要急需改善。我国提出的十三五规划、《中国制造 2025》中明确指出，在 2020 年我国晶圆自给率将达到 40%，2025 年需要达到 50%。



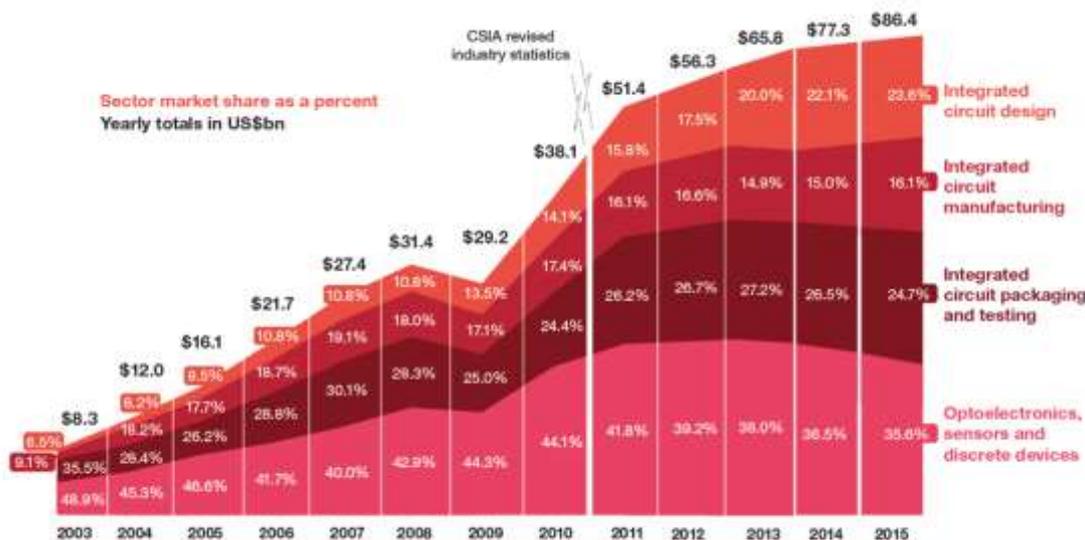
图表 3 半导体自给能力低

在政府战略的大力推动、专项产业基金的设立、高端人才的行业聚集，以及持续稳定的下游产业支持下，半导体产业将会迎来攀升阶段。

## 二、半导体与集成电路产业链概况

集成电路产业链构成主要由半导体材料和设备、IC 设计、IC 制造、IC 封测，以及下游应用。半导体产业链与集成电路产业链类似，但是所涉及范围更广，其下游应用范围除了集成电路，还包括光伏、发光 LED 等 O-S-D。

## 2.1 半导体产业链趋势

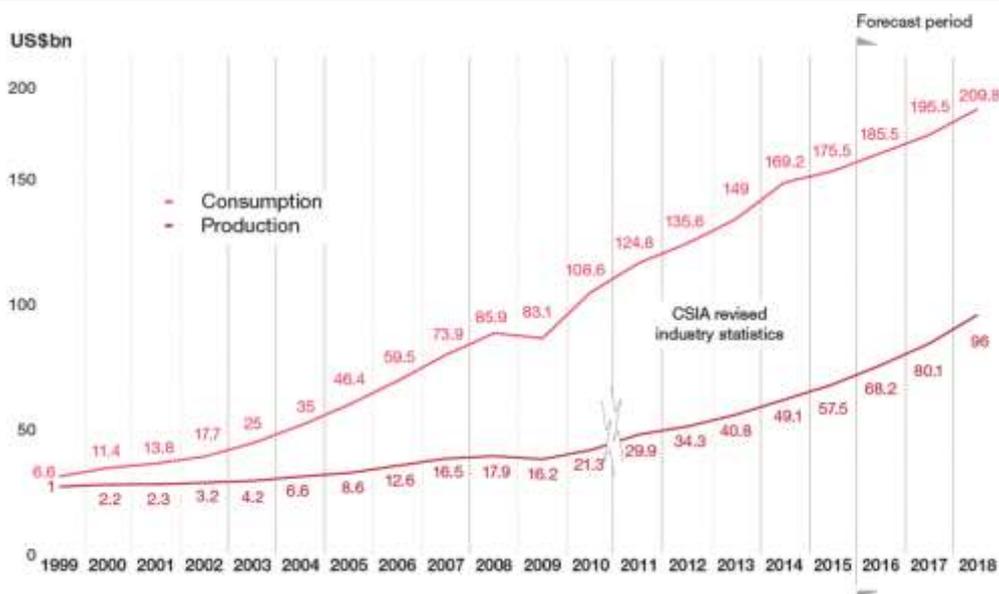


图表 4 半导体产业链

2005-2015 年中，原先体量极小的 IC 设计产业以 30% CAGR 增长；IC 封装和测试产业 CAGR 为 18%；起步较早的 IC 制造产业 CAGR 为 17.6%；基数最大的 O-S-D 领域 CAGR 仅为 15.6%。因此，在 IC 设计、制造、封测这三个产业的在半导体行业的占比由 53.4% 增长到 64.4%。IC 设计、制造、封测占比的扩张，体现了我国在核心领域的技术积累和实现。

## 2.2 集成电路产业链趋势

2015 年，我国集成电路消费量和集成电路生产量的差距缩小，这是自 2009 年来的首次，也是自 1999 年来的第二次，并且有关专家认为未来三年内该差距还将继续缩小。根据 CSIA 行业数据，2015 年该差额降低了 21 亿美元（1.7%）。尽管集成电路市场上目前还处于供不应求的状态，但是集成电路产量逐渐在追赶其消费量。集成电路消费量/生产量的比值从 2001 年的 17% 增长到 2015 年的 33%。CSIA 预测在 2018 年，该比值将会达到 38%。



图表 5 集成电路消费量与产量

## 三、行业技术介绍

### 3.1 半导体材料

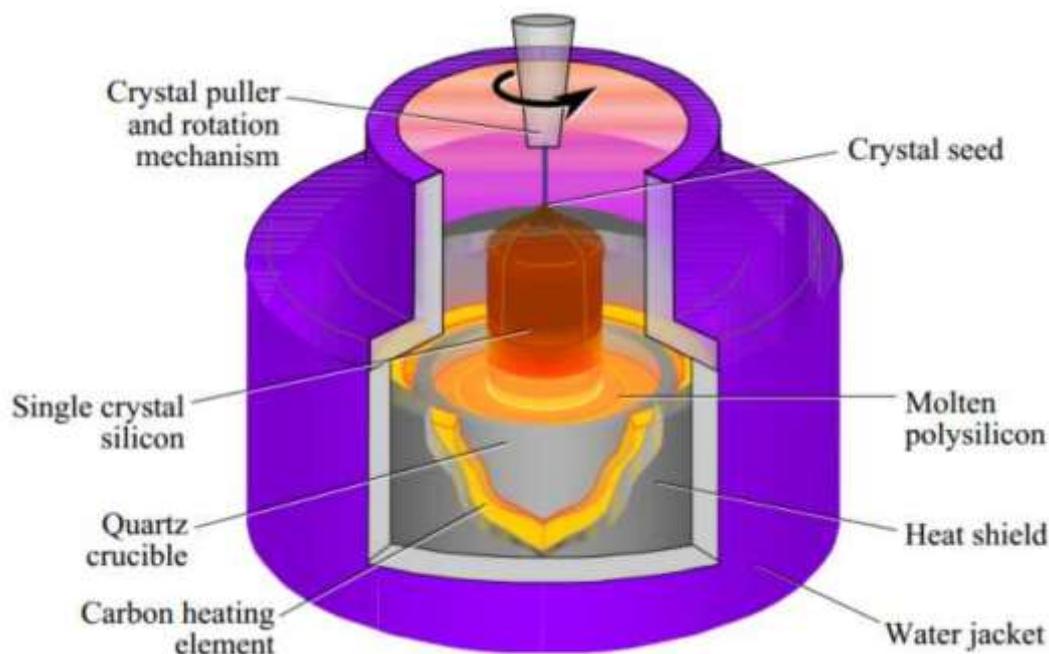
常用的半导体材料是第一代半导体材料硅 Si 和锗 Ge；以及第二代半导体材料砷化镓 GaAs 等化合物半导体。其中，由于硅具有相当完美的电气学属性，且在地球上随处可见，取之不尽用之不竭，成为了现代电子原器件最为重要的材料。

第三代半导体材料，诸如碳化硅 SiC、氮化镓 GaN、氧化锌 ZnO、金刚石、氮化铝等，具有宽禁带宽度、高击穿电场、高导热率、高电子饱和速率及更高的抗辐射能力等特性。其中，碳化硅是目前发展最为成熟的宽禁带半导体材料，美国、欧洲、日本等国家将碳化硅放入国家层面，制定相关研究计划；一些国际巨头也开始巨资研究发展碳化硅半导体器件。

### 3.2 IC 晶圆制备流程简介

目前市面上绝大多数具有集成电路的芯片都是由硅基晶圆制成。以计算机 CPU 为例，以下简单介绍芯片的制备过程。

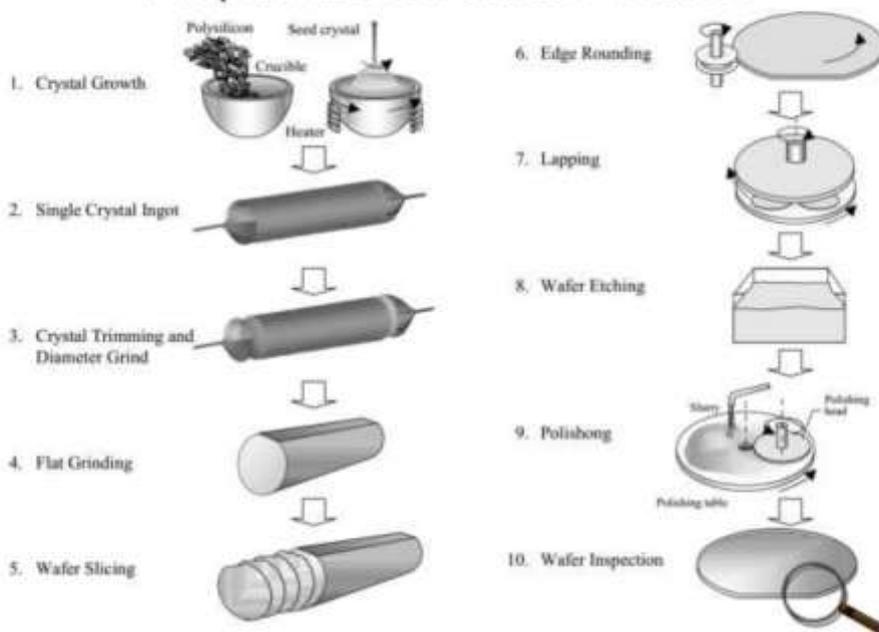
- 电子级硅 (EGS)：通过多步提炼净化沙子得到。平均每 100 万个硅原子中最多有一个杂质原子。
- 硅晶棒 (硅锭)：第一步得到是硅单质。硅单质分为两种形态：单晶硅和多晶硅。用籽晶硅作为引子熔炼硅单质，使其变为单晶硅，这样才能具备良好的电气属性。拉出熔炉形成硅锭。



图表 6 利用籽晶熔炼

d. 晶圆：通过对硅锭切边、切片、打磨、抛光、检查等处理程序后，得到晶圆（Wafer）。目前比较主流的晶圆直径为 300mm。一块晶圆可以制出许多芯片，数量根据上面 die 的面积和晶圆面积决定。

### Preparation of Silicon Wafers



图表 7 制备晶圆

d. 湿洗：用各种试剂来确保晶圆表面没有杂质。

e. 光刻：在晶圆上涂一层光刻胶，再利用紫外线透过掩膜照射晶圆，使被照射到的部分容易被试剂冲洗掉；冲洗后得到 pattern 所设计的电路图案。以上过程按需要重复多次才能达到最终设计效果。

f. 离子注入：在硅晶圆不同位置注入不同杂质，形成 PN 结，构成场效应管。

g. 干蚀刻、湿蚀刻：分别用等离子体、化学试剂洗掉不需要的结构。

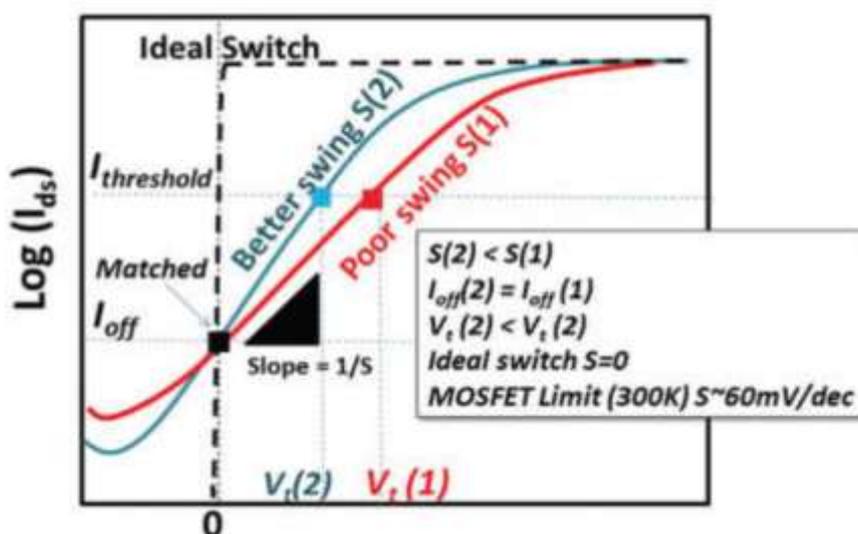
h. 等离子冲洗：用弱等离子束轰击整个芯片。

- i. 热处理：分为快速热退火、退火以及热氧化三个程序。
- j. 化学气相淀积（CVD）：精细处理晶圆表面各种杂质。
- k. 物理气相淀积（PVD）：与 CVD 类似，并且可以给敏感部件包衣。
- l. 分子束外延（MBE）
- m. 电镀处理
- n. 化学/机械表面处理
- o. 晶圆测试、打磨
- p. 封装、测试

实际上，从一片晶圆到最后形成最终成品芯片中间要经历数千个步骤，涉及到数十台先进机器。英特尔公司在美国的技术研发部门一共有约 10000 人，其中 8000 多位博士。如此庞大的脑力资源在支撑着小小的芯片，是人类智慧结晶的凝结。

### 3.3 集成电路技术节点

整个集成电路的发展史可以用半导体制程技术节点描述。22nm 之前，半导体制程越小，晶体管就可以做得越小，相对应的沟道长度也越小。晶体管中电子的速度基本是以饱和速度迁移，所以沟道长度的变小就意味着芯片运行的速度更快、效率更高。



图表 8 漏电流-栅电压

晶体管的设计思路与目标有两个：提升开关响应度和降低漏电流。以漏电流-栅电压关系图说明，横轴代表栅电压，纵轴代表漏电流，且纵轴通常为对数坐标。假设有一种晶体管，在栅电压变化很小的时候就能够从完全关闭（漏电流为 0）变为完全打开（漏电流饱和），即虚线表示的状态。然而根据经典晶体管物理理论，这样的晶体管不存在，因为衡量开关响应能力的标准 Subthreshold Swing 的极限值约为 60，而不是 0。英特尔最新的 14nm 晶体管的 SS 值约为 70。SS 值的降低等同于降低漏电流、功耗和提高工作电流，所以基本上晶体管技术的进步都是围绕 SS 指标而来。

表格展示了近十年主要技术节点：

65nm	引入 Ge Strained 的沟道。
45nm	引入 High-k 绝缘层/金属栅极。
32nm	第二代 High-k 绝缘层/金属栅工艺。
22nm	英特尔 Finfet-晶体管架构的变革/IBM 的 SOI 绝缘层上硅。
14nm	Self-aligned double patterning。
10nm	英特尔推迟了 10nm 的发布。

7nm	三星 Self-aligned quadruple patterning。
-----	---------------------------------------

### 3.4 技术困境

当晶体管小到一定程度之后，有三个原因导致晶体管尺寸跟不上技术节点的降低速度。首先是因为短沟道效应，栅极关闭的时候也会有漏电流，造成巨大的能耗浪费；其次，决定制造工艺的关键是光刻机。采用波长越小的光源，衍射才能越小，满足工业需求。目前主流的光刻机是荷兰艾斯摩尔生产的步进式光刻机，使用的是 193nm 的氟化氩（ArF）分子振荡器生成的光源，与量产的 20nm 晶体管已经有了 10 倍的差距。而虽然下一代极紫外（EUV）将光源波长降到了 13nm，但是这个大小的波长已经没有介质可以折射光线，因此需要采用反射来进行光学设计。在如此高的精度下设计如此复杂的反射光路，是世界级的技术难题；最后，短波光源，如 EUV 的光源，强度远低于工业生产的需求，无法满足工业量产需要。2016 年，ITRS 宣布不再制定新的技术路线图，换句话说，权威的国际半导体机构已经不再认为摩尔定律可以继续下去。

## 四、我国集成电路产业发展状况

十二五期间，国家对于集成电路产业支持政策主要体现在国发（2011）4 号与财税（2012）27 号文。

《进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》国发〔2011〕4 号	在集成电路产业的财税政策、投融资政策、研究开发政策、进出口政策、人才政策、知识产权政策、市场政策等在《国务院关于印发鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》〔国发（2000）18 号〕的基础上，进一步指导和推动集成电路产业的相关扶持措施。
《关于进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展企业所得税政策的通知》财税〔2012〕27 号	对符合条件条件的国内集成电路生产企业，实施减免税收政策；允许其进行一定的对企业发展有利的会计政策设计和实施。

2014 年至 2015 年期间，国家先后发出三项优惠政策推动半导体设备发展。

《关于调整重大技术装备进口税收政策有关目录及规定的通知》财关税〔2015〕51 号	对符合条件条件的国内企业为生产国家支持发展的重大技术装备而有必要进口部分关键零部件免征关税和进口环节增值税。 <b>集成电路</b> 、LED、太阳能电池生产设备中的 16 项关键设备被列入其中。
《关于进一步鼓励集成电路产业发展企业所得税政策的通知》财税〔2015〕6 号	符合条件的集成电路封装、测试企业以及集成电路关键专用材料生产企业、集成电路专用设备生产企业，在 2017 年（含 2017 年）前实现获利的，自获利年度起，第一年至第二年免征企业所得税，第三年至第五年按照 25% 的法定税率减半征收企

	业所得税，并享受至期满为止；2017 年前未实现获利的，自 2017 年起计算优惠期，享受至期满为止。
《关于开展首台(套)重大技术装备保险补偿机制试点工作的通知》财建〔2015〕19 号	对于制造《目录》内装备，且投保“综合险”或选择国际通行保险条款（需为本通知第五条列明的装备）投保的企业，中央财政给予保费补贴。实际投保费率按 3% 的费率上限及实际投保年度保费的 80% 给予补贴，补贴时间按保险期限据实核算，原则上不超过 3 年。目前共有 13 项半导体装备列入目录。

十三五规划期间中央政府半导体产业政策相关法规架构



图表 9 十三五期间半导体产业政策相关法规架构

十三五规划期间，政府在集成电路企业资格的认定与支持范围相比于十二五期间缩小。这主要体现在投资机制的改变：即由之前的计划经济审批项目市场化，变为由社会资本选择项目。国家集成电路产业投资基金（即大基金）通过直接入股国内半导体企业，为其财政提供支持，帮助企业能够继续研发或者并购国际大厂。基金由中国烟草、中国移动、中国电科、国开金融、亦庄国投、华芯国投等企业发起，基金初期规模达到 1200 亿元，截止到 2017 年 6 月，基金规模已经达到 1387 亿元。大基金成立和《国家集成电路产业推进纲要》的发布已有三年多时间，基金基本实现了对芯片制造、芯片设计、封装测试、装备、材料以及生态环境等方面的全覆盖。大基金承诺投资额已经达到基金总量的 72% 以上，达到 1003 亿元，实际出资为 653 亿元，达到首期募资的一半。

大基金重点投资产业链各环节中的骨干企业，基本都为行业前三；同时，大基金对于在 IC 领域颇有特色的企业也青睐有加。一期基金主要围绕产业链中的制造环节，投资额占比达到 65% 左右；设计占 17%、封测占 10%、装备材料占 8%。主要投资公司如下：

产业链环节	被投资企业	产业链环节	被投资企业
IC 设备	中微半导体	IC 材料	上海硅产业集团
	北方华创		江苏鑫华
	长川科技		安集微电子

IC 设计	紫光展锐	IC 封测	长电科技
	中星微电子		华天科技
	兆易创新		通富微电
	国科微	特色工艺	士兰微
	北斗星通		三安光电
	景嘉微		耐威科
IC 制造	中芯国际		
	上海华虹		
	长江存储		

截止至 2017 年 9 月，大基金共决策投资 55 个项目，其中 40 家为集成电路企业。大基金持股市值 200 亿元以上，涉及 13 家半导体领域上市公司。



图表 10 中微半导体的 Primo SSC AD-RIE 刻蚀机

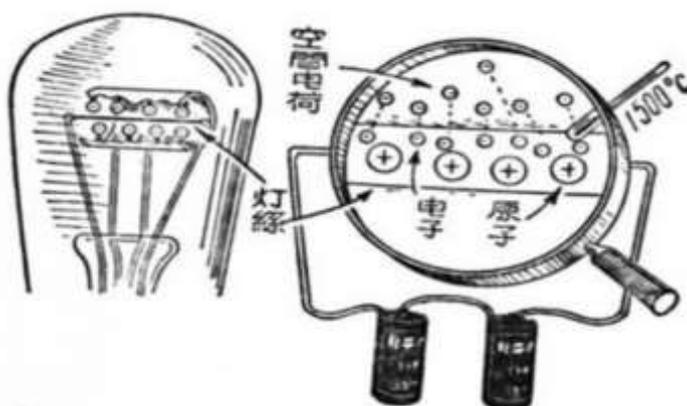
“中国制造 2025”的核心政策目标为 2020 年我国核心基础零部件与关键基础材料自给率达 40%，2025 年进一步提升至 70%。十三五规划期间，除晶圆代工与封装测试产能必须大幅扩充外，IC 关键核心设计的投资将会适当加大。同时，大基金将会围绕国家战略和新兴行业进行新的投资规划，比如智能汽车、人工智能、物联网、5G 等领域。预计到 2018 年中旬，首期资金将投资完毕。大基金“二期”已在筹划当中，预计规模不会低于千亿。除了大基金，各地方产业投资基金的设立和推进也开展的如火如荼。截至 2017 年 6 月，大基金撬动的地方基金和社会资本累计达到 5145 亿元。可以预期的是，随着二期大基金的启动与运转，我国对集成电路产业投资规模将超过万亿。

## 五、世界格局

### 5.1 集成电路的发明

英国电器工程师 J. Fleming 于 1904 年研制出“热离子阀”，从而催生出世界上首支真空二极管。然而，由于真空二极管并不具备信号放大的作用，电子管此时还未能成为实用器件。1906 年，美国工程师 D. Forest 通过在 J. Fleming 制真空二极管内增加栅栏式金属网等一系列改进与发明，研制出真空三极管。真空三极管解决了电路中的电阻、电容、电感等二端器件无法放大信号的问题。弱电流通过栅极放大，可在屏极产生更强的电流，且波形与栅极电流保持一致。真空三极管除了信号放大功能以外，还可以作为开关器件，速度比继电器快成千上万倍。真空三极管的出现，为远距离无线通讯、无线电话、收音机、广

播、电视、高频加热炉等新兴电子工业奠定了基础。



图表 11 热放射的作用

电路领域大致可以分为两个部分：通讯与计算。在二战期间，电子管基本上已经可以满足当时的通讯需求，却对于计算需求捉襟见肘。急剧增加的计算量使当时传统机械计算器不堪重负。美国研发的第一台图灵完全的计算机 ENIAC 使用了 17000 以上个电子管，整机重量达到 30 吨，并且每天都需要更换损坏的电子管。科学家们意识到电子管计算机庞大的体积和巨大的耗电量这两个难以逾越的局限后，开始研究更加轻量的电子器件。

1947 年，贝尔实验室的 W. B. Shockley、J. Bardeen 和 W. H. Brattain 发明由锗材料制程的电子放大器件。该器件具有体积小、质量轻、能耗低、寿命长的性能，三人将其命名为晶体管。晶体管的出现，标志着电子技术史翻开了新的篇章，是现代历史最为伟大的发明之一。三人也因此于 1956 年共同获得诺贝尔物理学奖。

1958 年，在德州仪器就职的 Jack Kilby 研制出基于锗材料的相位振荡器。作为世界上首个集成电路，此集成电路相对来说比较简陋，只由一个晶体管、一个电容和三个电阻构成，是通过人手涂抹黑蜡来制作的。次年，美国仙童公司与英特尔公司的创始人之一，Robert Noyce 发明了基于硅的集成电路。此芯片由四个晶体管和六个电阻构成，组成了一个环形振荡器。硅材料的集成电路更早的投入商业使用，直到目前仍主导了集成电路的基本设计。尽管两人发明时间有先后，但因为种种原因，集成电路被法院裁决为一项同时发明。集成电路的发明正式开启了微电子时代，是人类文明的重要拐点之一。



图表 12 Jack Kilby 研制的人类首块集成电路

## 5.2 集成电路板块世界主要模式及玩家

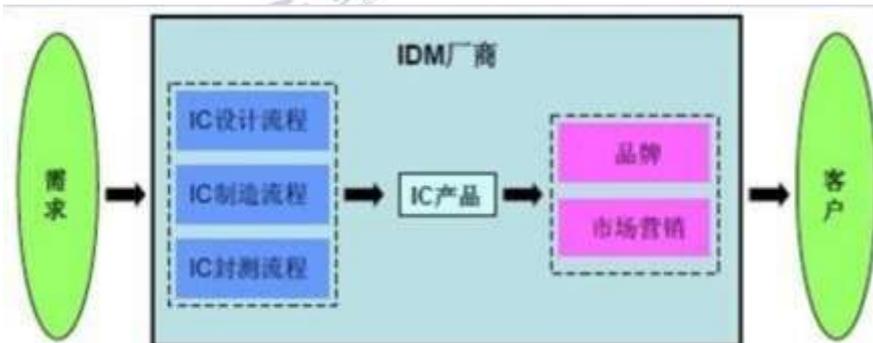
集成电路产业链中，涉及到设计和制造环节的企业可以分为三类：IDM、Fabless 和 Foundry。IDM 即 Integrated Design and Manufacture，指以英特尔为代表的集芯片设计、制造、封测、销售为一身的企业。Fabless 是指没有制造工厂，只负责集成电路设计的一类企业，以 ARM、AMD、高通和博通为代表。Foundry

## 2017 年度信息技术行业研究

是指代工工厂，本身不负责芯片设计，根据从 Fabless 企业的委托拿到图纸，然后开始芯片代工制造，主要以台积电代表。除 IDM 模式的企业自己有能力独自从研发到销售一条龙自主完成外，其余的 IP 核厂商、Fabless、Foundry 以及封测厂商为垂直分工商业模式。

### 5.2.1 IDM 企业

IDM 厂商拥有自己的晶圆厂，能够包办产业链各环节：IC 设计、芯片制造、封测以及销售。IDM 的资金壁垒最高，因为这种模式的企业的研发支出远高于 Foundry，制造方面支出远高于 Fabless。



图表 13 IDM 商业模式

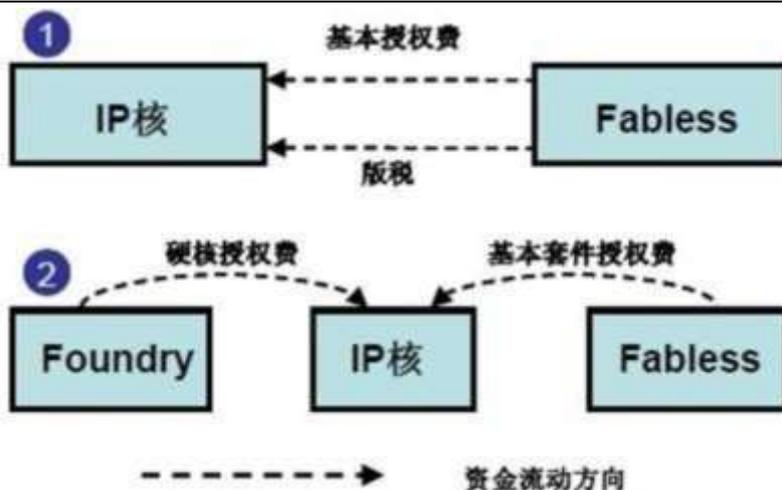
IDM 目前依旧是市场的中坚力量。首先，IDM 企业有内部整合优势，不需要进行 Silicon Proven（硅验证），也不存在工艺对接问题，产品从设计制造到产品面市周期短。其次，IDM 利润率较高。美国上市 IDMs 平均毛利率为 44%，净利率达到 9.3%，远远高于 Foundry 的 15% 和 0.3% 以及封测企业的 22.6% 和 1.9%。IDM 企业经过多年的积淀，拥有极强的技术积累，大多数都拥有 IP 开发部门。

然而，IDM 极高的资金壁垒将许多创业者拒之门外。在台湾半导体教父张忠谋离开德州仪器建立台积电之前，市场只有 IDM 一种模式。台积电的出现，才使得众多 IC 设计公司如雨后春笋般涌现。另外，目前 IDM 企业因为其工厂建设和维护成本太高，也逐渐有为其他 Fabless 代工的趋势，比如三星公司就为苹果公司 iPhone 和 iPad 的处理器提供代工服务。

目前国外主要 IDM 厂商有：英特尔（Intel）、SK 海力士、美光、NXP、英飞凌、索尼、德州仪器（TI）、三星（Samsung）、东芝（Toshiba）、意法半导体（ST）等。  
 大陆 IDM 主要厂商有：华润微电子、士兰微、扬杰科技、苏州固锴、上海贝岭等。  
 台湾 IDM 主要厂商有：旺宏、华邦等。

### 5.2.2 垂直分工模式

**IP 核厂商：**IP 核供应商处于产业链最上游。IP 核公司主要提供数字电路中常用但非常复杂的功能块提供给下游 Fabless 企业，这些模块能够被重复利用，提高 Fabless 的效率。由于设计成本日益增高，IP 核公司也授权 GDSII 部分给 Foundry 企业用来降低 Fabless 企业的设计成本。SoC（系统级芯片）的发展和大规模应用使得 IP 核企业有较大成长，不过规模超过 1000 万美金的企业数量不多，因为往往优秀的 IP 厂商会被系统厂商或者比自己更具规模的 IP 公司收购。



图表 14 IP 市场收费模式

目前国外顶尖 IP 供应商：ARM、Synopsys、Imagination Technologies、Cadence、Silicon Image、Ceva、Sonic、Rambus、eMemory、Vivante Corporation 等。

**Fabless**：即 IC 设计公司，不具备 IC 制造能力。Fabless 依靠产业上游 IP 核厂商的授权，以及下游 Foundry 厂商的生产和封测厂商的配合，制成成品后再自主销售。部分 Fabless 具有强大的研发能力，拥有顶尖 IP 核产品，所以其收入来源也包括 IP 核的授权和版税。Fabless 企业相较于 IDM 和 Foundry 企业更加轻量化，因为其主要支出“仅为”研发费用，没有工厂建设和维护等支出。

目前国外顶尖 Fabless 厂商有：高通、博通、英伟达、AMD、美满电子、赛灵思、Dialog、Altera 等。大陆实力较强的 Fabless 厂商有：海思、紫光展锐。

台湾顶尖 Fabless 厂商有：联发科、晨星半导体、联咏科技、瑞昱半导体等。

**Foundry**：即代工厂，本身没有设计能力，但是可以依靠 Fabless 提供的方案生产晶圆。Foundry 一般不涉及 IC 设计和封测环节，生产出的产品也不贴牌销售，而是服务于 Fabless 的订单（如高通、英伟达、Xilinx、AMD 等）和一部分 IDM 的委外订单（如英特尔、安森美半导体、意法半导体、德州仪器、东芝等），收取一定比例的代工费用。目前全球主要的 Foundry 大多集中在亚洲，以中国大陆、台湾、新加坡、日本和韩国为代表。

除了生产线的建设，Foundry 还需要不断对工厂进行维护和升级，所以此模式的资本投入巨大，进入门槛相对较高。不过 Foundry 厂商可以通过同时对多个 Fabless 和 IDM 的订单进行生产，所以获利相对稳定。由于需要对 IP 核企业的 IP 核进行硅验证，所以双方关系日益紧密：

IP 供应商与 Foundry 之间的关系日益紧密	
<p><b>对 IP 供应商而言：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、从室内设计（In-House Design）模式跨入到硅验证模式</li> <li>2、借助 Foundry 的检测措施来获得准确的 IP 使用报告</li> <li>3、利用 Foundry 的使用报告来核对客户申报的 IP 使用报告内容是否准确</li> <li>4、通过 Foundry 发运 Wafer（晶圆）及时收回客户应付的 IP 使用版税费</li> </ol>	<p><b>对 Foundry 而言：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、越多 IP 在 Foundry 通过验证，Foundry 就拥有越丰富的 IP 资源库</li> <li>2、IP 资源库的多少成为吸引 Fabless 前来投片的主要考虑因素之一</li> </ol>

图表 15 IP 供应商与 Foundry 企业

## 2017 年度信息技术行业研究

目前国外主要 Foundry：格罗方德、力晶、TowerJazz、Dongbu HiTek 等。

中国大陆 Foundry：中芯国际、华虹半导体等。

台湾 Foundry：台积电、联华电子等。

**封测：**封测厂处于 IC 制备产业链最下游，只专注于封装和测试，收费模式为收取加工费。与 IC 制造相比，封测业的投资较少，周期较短，技术相对简单，所以市场进入门槛较低。由于资产支出较低，所以封测厂往往会致力于降低人工成本。其中一个办法是将封测厂地址向上游 Foundry 密集地区迁移，而台湾是全球 Foundry 产能最为集中的地区。所以台湾封测厂独领风骚，无论是从技术上还是从规模上都属世界顶级。目前世界排名第一的封测厂是台湾的日月光，其他台湾封测厂也位于前列。

目前主流的 IC 封装技术包括芯片级封装（CSP）、倒装芯片封装、系统级封装（SiP）和 3D 组装技术，主流封装形式包括 BGA（球栅阵列结构）、CSP、MCM（多芯片组件）、MEMS 等。

全球主要封测厂：主要以台湾厂商为主，如日月光、矽品、力成、南茂、欣邦、京元电子等。

大陆主要封测厂：长电科技、华天科技、通富微电。

### 5.3 2017 年全球主要 IC 企业形势

#### 5.3.1 IDM 与 Fabless 形势

排名	公司	国家	2017年营收(亿美元)	2016年营收 (亿美元)	同比	占前十	占总量
1	三星	韩国	612.15	401.04	52.64%	24.95%	14.58%
2	英特尔	美国	577.12	540.91	6.69%	23.53%	13.75%
3	SK海力士	韩国	263.09	147.00	78.97%	10.73%	6.27%
4	美光	美国	230.62	129.50	78.08%	9.40%	5.49%
5	高通	美国	170.63	154.15	10.69%	6.96%	4.07%
6	博通	新加坡	154.90	132.23	17.14%	6.31%	3.69%
7	德州仪器	美国	138.06	119.01	16.01%	5.63%	3.29%
8	东芝	日本	128.13	99.18	29.19%	5.22%	3.05%
9	西部数据	美国	91.81	41.70	120.17%	3.74%	2.19%
10	恩智浦半导体	欧洲	86.51	93.05	-7.03%	3.53%	2.06%
前十合计			2,453.02	1,857.77	32.04%	100.00%	58.44%
其他半导体企业			1,744.18	1,577.37	10.58%		41.56%
总计			4,197.20	3,435.14	22.18%		100.00%

图表 16 2017 年半导体行业（不包括 Foundry）销售收入前十整理

根据 Gartner 发布的数据，2017 年半导体产业（不包括 Foundry）销售收入 2443.02 亿美元，同比增长 21.89%，其中存储器拉动作用占到增幅的三分之二。三星荣登 2017 年营收榜第一宝座，将之前蝉联首位长达 24 年的英特尔挤到了第二位。SK 海力士、美光表现强劲，其中 SK 海力士由 2016 年的第四位上升至第三位，美光由去年第六位上升到第四位。西部数据由 2016 年未入榜单杀入第九位置。英特尔、高通、博通、恩智浦保持稳定增长，但增幅显然不及存储器厂商，排名各下降一位。台湾的联发科因为中端芯片策略不及预期导致业绩下滑，跌出前十。

2017 年全球半导体产业的增长大部分是来自于存储器市场需求的强劲膨胀。北美数据中心的备货需求与手机芯片的持续放量是主要原因。存储器“三巨头”：三星、SK 海力士、美光占有了市场大部分产能，而在 2017 年产能已经完全释放且并未扩展，市场供不应求致使存储器价格一路狂飙。其中 NAND Flash 价格增长 17%，DRAM 增幅达 44%。这也让三星营收飙至 52.64%、SK 海力士 78.97%、美光 78.08%。同时，西部数据与东芝联手进入存储器芯片领域，并在 2017 年增长 120.17%，首次进入前十榜单。

榜单中 IDM 企业达到 8 家，Fabless 只有高通、博通两家。其中高通销售收入增幅 10.69%、博通收入增长 17.14%，意味着 Fabless 依旧表现强劲。值得一提的是，同为 Fabless 的英伟达 2017 年全年营收达到 92.28 亿美元，但却并没有进入榜单。

### 5.3.2 Foundry 形势

排名	公司	国家	2017年营收 (E.亿美元)	2016年营收	同比	2017年市占率	高于/低于平均增幅	备注
1	台积电	台湾	320.40	294.37	8.84%	55.9%	高	10nm制程技术先驱
2	格罗方德	美国	54.07	49.99	8.16%	9.4%	高	新产能开出, 产能利用率提高
3	联电	台湾	48.98	45.87	6.78%	8.5%	低	14nm制程量产, 产能提升, 产品组合转换
4	三星	韩国	43.98	42.84	2.66%	7.7%	低	10nm制程技术先驱, 但只为高通代工, 成长受限
5	中芯国际	中国大陆	30.99	29.14	6.35%	5.4%	低	实际产能有限, 28nm良率问题尚未解决
6	TowerJazz	以色列	13.88	12.49	11.13%	2.4%	高	产能扩增
7	力晶	台湾	10.35	8.70	18.97%	1.8%	高	调升代工业务比重
8	世界先进	台湾	8.17	8.01	2.00%	1.4%	低	
9	华虹宏力	中国大陆	8.07	7.21	11.93%	1.4%	高	产能扩增
10	Dongbu HiTek	韩国	6.76	6.66	1.50%	1.2%	低	

图表 17 2017 年 Foundry 排名

根据拓璞产业研究院数据, 2017 年全球前十大 Foundry (其中三星、力晶为 IDM 厂商, 数据表示其代工业务收入) 排名整体与 2016 年相同。受到高运算量终端和数据中心需求的影响, 2017 年全球代工总产值约为 573 亿美元, 同比增长 7.1%, 连续五年增长率超过 5%。2017 年 10nm 制程开始放量, 成长动能里的 95% 来自 10nm 制程的贡献, 占晶圆代工总量的 6.5%。台积电、格罗方德、联电分列前三位, 其中台积电在 Foundry 领域里呈现一家独大的形势, 市占率达到 55.9%, 超过了其他所有晶圆代工厂商之和, 持续拉开与其他厂商差距。

2017 年代工厂商积极投入到第三代半导体材料 GaN 和 SiC 的开发, 比如台积电开始提供 GaN 代工服务、X-Fab 提供 SiC 晶圆代工业务。2018 年, 除了 7nm 制程是行业新增长点外, 第三代半导体材料也会带来产业链变化, 值得关注。

### 5.4 并购事件

#### 5.4.1 国际并购大事件

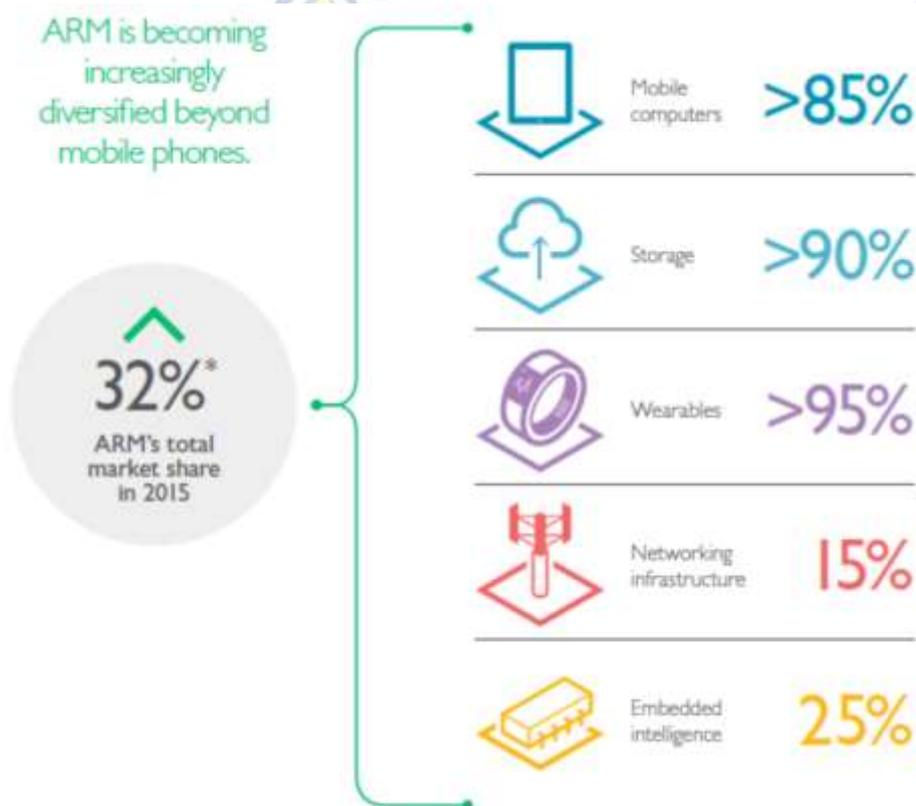
排名	收购方	被收购方	公布时间	价格 (亿美元)
1	高通	恩智浦	2016年10月	390
2	安华高	博通	2015年05月	370
3	软银	ARM	2016年07月	320
4	西部数据	闪迪	2015年10月	190
5	黑石集团	飞思卡尔	2006年09月	176
6	英特尔	Altera	2015年06月	167
7	ADI	凌力尔特	2016年07月	148
8	恩智浦	飞思卡尔	2015年03月	118
9	德州仪器	Burr Brown	2000年06月	76
10	安华高	LSI	2013年12月	66
11	德州仪器	国家半导体	2011年04月	65
12	AMD	ATI	2006年07月	54
13	Cypress	Spansion	2014年12月	50
14	LSI	Agere	2006年12月	40
15	格罗方德	Chattered	2009年11月	39

图表 18 截至 2016 年全球半导体产业 M&A 事件排名

截至 2017 年 12 月, 全球半导体并购案达到 55 起, 在数量上超越了 2016 年。随着物联网、云计算、AI 等领域的潜能逐渐释放, 同时巨头成长天花板已现, 加上行业竞争加剧, 近年来国际上半导体产业波涛汹涌, 巨额并购不断。根据 IC Insights 整理的的数据, 尤其以 2015 年开始, 行业巨头纷纷开始并购行动。除了黑石集团于 2006 年 176 亿美元收购飞思卡尔以外, 其余半导体行业百亿美元以上的并购都发生在 2015 年后。2015 年 5 月, 新加坡安华高科技 (惠普拆分而来) 以 370 亿美元收购著名通讯半导体公司

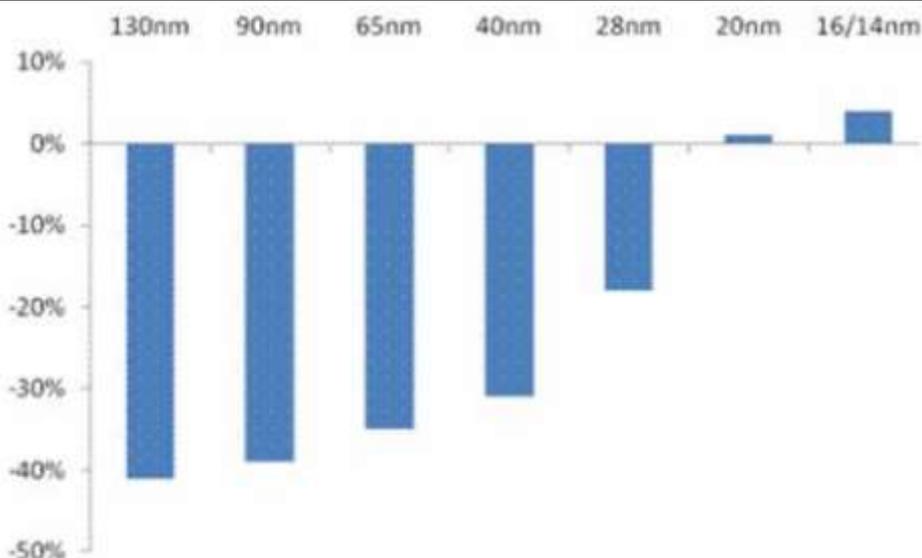
## 2017 年度信息技术行业研究

博通，交易完成后安华高更名为博通公司，新公司将以安华高所拥有的功率放大器（PA）、前端射频模组和光通讯方案与原博通所拥有的以太网路交换机、PHU Layer 等后端网路协定和终端网路 IC 为基础相互融合，为网络通讯客户提供一站式整合方案服务；2016 年 7 月，软银宣布以 320 亿美元的价格收购移动终端芯片巨头 ARM，意图利用 ARM 在移动端的世界级技术提前布局物联网等领域；2016 年 10 月高通与恩智浦达成一致，高通将以 390 亿美元价格收购全球最大的车用半导体制造商恩智浦，将手伸到了车用半导体解决方案与 MCU 的市场里；2017 年 11 月，博通对高通发出收购邀约，出价为 1300 亿美元，两家至今仍在博弈当中，同时英特尔似乎也有意搅局。该收购如果最终成功将创造半导体领域并购史上最大金额。届时，整合后的高通、博通、恩智浦三家的年销售收入将跃至第三，仅次于三星与英特尔。



图表 19 2015 年 ARM 半导体领域市场占有率

在摩尔定律放缓的前提条件下，行业进入成熟期，半导体企业通过技术迭代所获得的优势将越来越小；同时，摩尔定律所带来的经济效益也逐渐显露瓶颈，比如制程缩小所带来的经济效益不一定会大于研发技术成本。从 130nm-28nm 时期，每个晶体管的单位成本相对于上一代都会有所下降；而到了 20nm 以后，每个晶体管的制造成本开始逐渐提高。也就是说，发展先进制程并不会再带来成本优势。再加上资金成本普遍降低，因此，如今半导体企业更倾向于通过横向整合来扩张自己的经营版图。



图表 20 每代工艺成本比较, 来源: GSA, 天风证券研究所

#### 5.4.2 国内并购情况

产业链	收购方	被收购方	金额
封测	长电科技	星科金朋	7.8亿美元
	通富微电	AMD的两家封测厂	4.36亿美元
制造	中芯国际	Lfoundry	4900万欧元
设计	武汉峰岳资本	芯成半导体	7.3亿美元
	北京建厂资产	恩智浦RF Power业务	18亿美元
	清芯华创	豪威科技	16.7亿美元
	浦东科技	澜起	6.93亿美元

图表 21 中国半导体 M&A 案例 来源 wind, 天风证券研究所

国内并购可以从产业链的视角进行分析。在封测领域中, 最近两起并购案是以长电科技和通富微电两家上市公司为名义进行海外优质资产收购, 并直接装入上市公司体内。这种做法可以快速高效地提升市场占有率和规模。封测行业相对来说偏向重资产, 所以在国内通常是通过产业并购来完成, PE 不会介入。IC 制造业更加属于重资产型行业, 但是由于中国大陆制造业水平严重低于台湾及海外, 比如在制程研发投入巨资的中芯国际 28nm 制程良率尚且不达标而三星和台积电已具备 10nm 加工工艺, 所以仅仅通过并购并不能够迅速拉近与国际竞争者的差距。IC 设计业属于轻资产, 目前已交割的都是由 PE 股权收购的方式进行的。目前根据国家集成电路产业投资基金的动作来看, 一期基金主要专注于扶持 IC 制造, 力争在制程上缩小差距, 在产能上满足内地需求。但是由于集成电路产业链过于巨大, 且产业技术属于金字塔尖, 我国这方面的技术水平落后海外至少两个时代, 短期内通过自研达到世界水平可能性不大。并且, 通过收购海外企业实现快速跃进的道路频频受阻。

时间	事件	原因
2015. 7	外资投资委员会 (CFHJS) 阻止清华紫光收购美国存储芯片巨头美光的计划。	将对美国国家安全构成潜在危害
2016. 2	CFKJS 阻止清华紫光收购美国存储芯片公司西部数据的计划。	将对美国国家安全构成潜在危害
2016. 1 1	CFIUS 阻止宏芯投资基金收购爱思强的计划，美国总统奥巴马亲自否决了该交易。	将对美国国家安全构成潜在危害
2017. 9	CFHJS 阻止国有资本风险投资基金 Canyon Bridge 收购美国 FPGA 芯片厂商莱迪思半导体 (Lattice Semiconductor) 的计划。	将对美国国家安全构成潜在危害
2018. 1	CFHJS 阻止阿里巴巴旗下的支付企业蚂蚁金服收购美国支付企业速汇金的计划。	将对美国国家安全构成潜在危害

图表 22 近 3 年美国限制我国半导体企业并购事件

美国外资投资委员会 CFKJS 多次否决大陆企业对美国半导体企业的并购；威胁美国高校等研究机构停止与大陆企业展开半导体技术领域的一般性研发合作项目；限制美国本土半导体企业向大陆出口芯片时所需的出口许可申请。这些阻挠切实存在，干扰了我国在半导体技术领域的获取和突破。

## 结束语：

目前我国在实现中国芯的道路上还存在许多困难。首先，半导体产业位于高端制造业技术难度金子塔尖，技术绝非单纯收购就能掌握和驾驭，全产业链完全自主化可能性不大；其次，我国与国际半导体技术水平差距巨大，且基础学科也相对薄弱，自主研发道路困难；然后，国际巨头纷纷通过并购成熟企业加强自身实力，扩展业务板块，巩固自己在各自领域里的地位，持续拉开与我国的差距；最后国外政府，尤其以美国为代表，频繁阻挠我国对于技术的获取，使我国技术切入困难。

然而，摩尔定律的失效以及诸如物联网等行业的蓄势待发，使得目前全球半导体领域正在逐步进入一个拐点。或许我国能够在本次洗牌中找到自己的定位，在如第三代半导体材料这样的新领域里，与海外竞争对手并线起跑，争取在半导体-集成电路产业链的局部环节做到世界领先，成为行业新时代不可或缺的关键供应者。