



# 華辰資本

CELESTIAL CAPITAL

**专注中国产业结构升级与创新，  
聚焦新一代信息技术产业发展。**

2018年，在中国经济周期、产业周期、资本周期与政治周期四重叠加的特殊时期，本着“深耕产业、协同发展、价值驱动、重度赋能”的愿景，华辰资本（“华辰”）应运而生，致力成为中国最专业的创新型投资机构。

华辰资本总部位于中国最具发展活力与科技创新的深圳，专注于包括云计算、大数据、人工智能、边缘计算、工业互联网、5G等新一代信息技术领域，通过扎实的体系化产业研究与理解能力，以产业研究、投资银行、战略咨询、产业基金等模式，为新一代信息技术企业提供企业融资、战略视野、市场协同，价值管理、供应链管理、资源整合等产业赋能。

# 目录

---

<b>一、产业分析</b> .....	<b>3</b>
▪ 基础概念	
▪ 产业链结构	
▪ 芯片的设计、制造与封装	
▪ 产业价值链	
▪ 历史沿革	
▪ 发展趋势	
▪ 集成电路应用	
▪ 微电子元件的应用比较	
▪ 商业演变	
<b>二、市场分析</b> .....	<b>18</b>
▪ 全球市场规模	
▪ 中国市场规模	
▪ 特殊芯片市场规模	
▪ 竞争环境	
▪ 工艺制程市场特征	
<b>三、企业分析</b> .....	<b>27</b>
▪ 英特尔	
▪ 高通公司	
▪ 台积电	
▪ 应用材料公司	
▪ ARM公司	

# 一、产业分析



图1 芯片内部虚拟结构

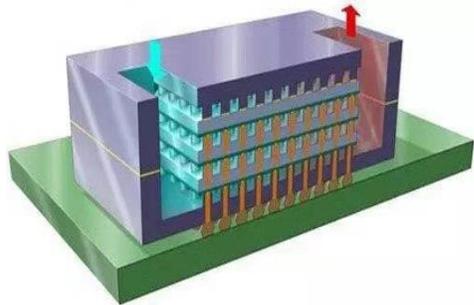


图2 封装完毕的芯片外观图



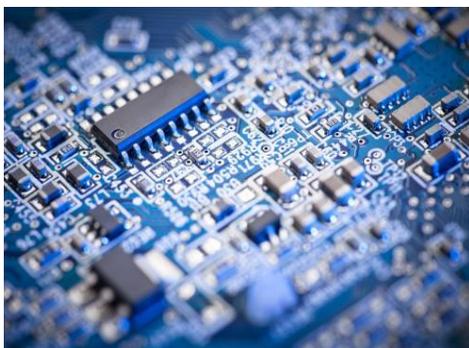
### 基础概念

- **半导体概念：** 半导体是指一种导电性可受控制，范围可从绝缘体至导体之间的材料。在应用上分为集成电路、分立器件、传感器和光电子。其中90%的半导体均是集成电路的应用。
- **集成电路：**（integrated circuit，简称IC），微电路（microcircuit）、微芯片（microchip）、晶片/芯片（chip）；
- 芯片由集成电路经过设计、制造、封装等一系列操作后形成，一般来说，**集成电路更着重电路的设计和布局布线**，而**芯片更看重电路的集成、生产和封装这三大环节**。平时“集成电路”和“芯片”两者常被当作同一概念使用；

图3 电子元件



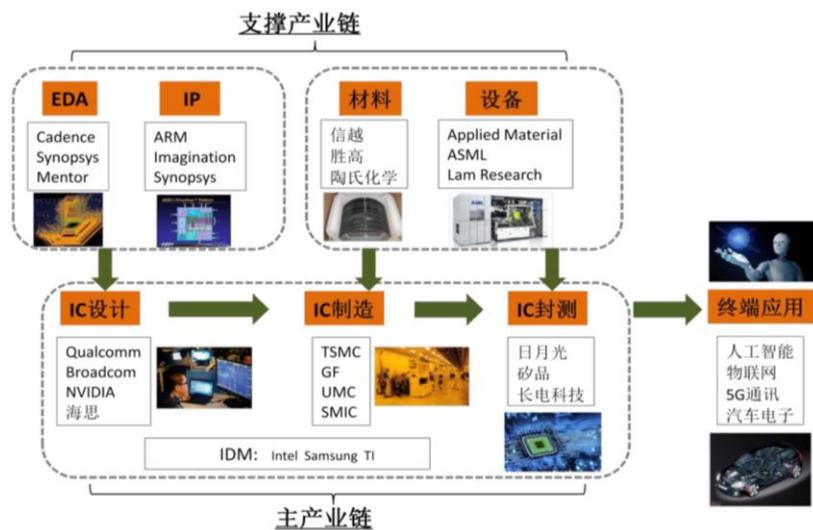
图4 元件互联的集成电路板



### 工作逻辑

- 晶体管构建与或非逻辑门，形成计算机的0/1运算：把电路中所需晶体管、电阻、电容和电感等元件及布线互连一起，使用三极管组成与或非等逻辑门，逻辑门和寄存器组合就可以形成各种各样加法器，触发器，从而形成各种基本电路，进而再组合就可以形成专用电路。

图5 芯片的产业链条

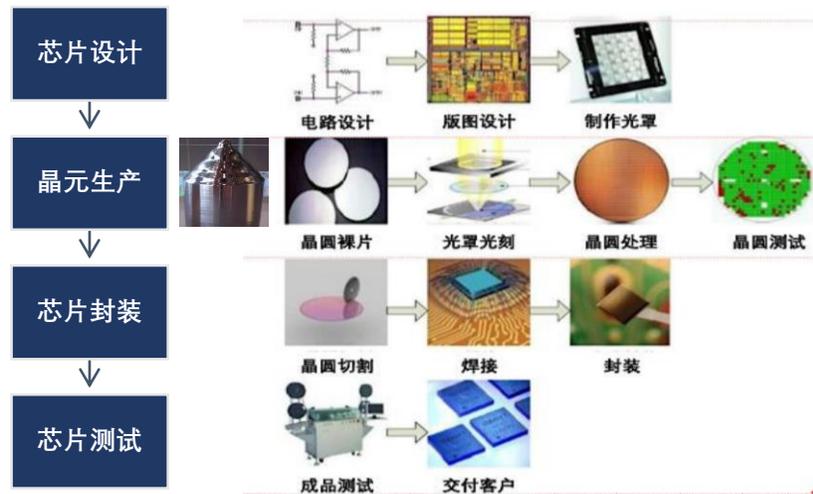


资料来源: wind、华辰资本整理

## 芯片产业链结构

- 产业链在围绕IC设计上有EDA和IP，在IC制造上有材料产业和芯片设备产业链，最终在终端应用方面不同领域有不同的芯片功能要求。
- **EDA**：电子设计自动化（Electronics Design Automation），作为计算机辅助工具，EDA工具软件可大致分为芯片设计辅助软件、可编程芯片辅助设计软件、系统设计辅助软件等三类。
- **IP**：又称IP核，调用IP核能避免重复劳动，大大减轻工程师的负担。
- **材料**：包括了高纯硅材料、金属靶材。
- **设备**：包括提纯硅的设备，芯片制程设备、切割设备、封测设备等。

图6 芯片的制作流程



资料来源: wind、华辰资本整理

## 芯片的形成流程

- **芯片设计**：芯片设计是行业的顶端，包含**电路设计、版图设计和光罩制作**，主要环节是电路设计，涉及多元知识结构。**芯片设计门槛高。**
- **晶元生产**：难度在光罩光刻环节，随着芯片越来越小（10nm），结构越来越复杂（60-80层刻蚀），刻蚀要求越来越高。高纯度硅晶片的提纯和切割同样依赖于工艺技术。
- **芯片封装**：芯片封装是对生产完毕的IC晶圆片进行切割和接线焊接以及装测，整体工艺和技术难度不高。
- **芯片测试**：是对成品芯片进行检测，属于质量控制环节

图7 芯片的制作流程

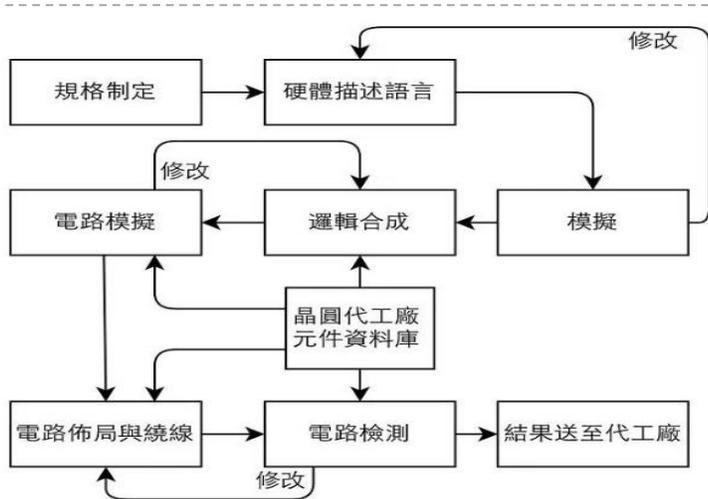


图8 合成电路图

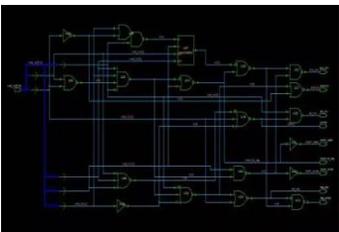
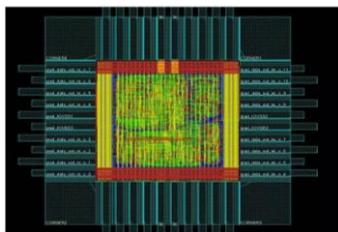


图9 电路布局与绕线设计



## 芯片设计

### ■ 1. 规格制定：在 IC 设计中，规格制定是最重要的步骤，规格制定分三个步骤。

第一步：确定 IC 的目的、效能为何，对大方向做设定。

第二步：察看需要何种协议，否则芯片将无法和市面上的产品相容。

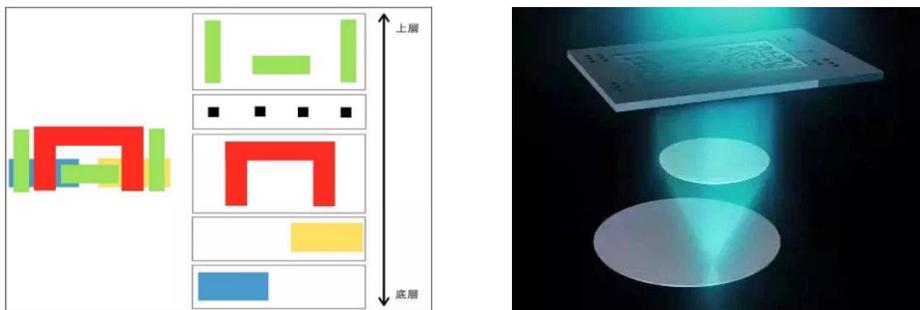
第三步：确立 IC 的实作方法，将不同功能分配成不同的单元，并确立不同单元间连结的方法，如此便完成规格的制定。

### ■ 2. 硬体描述语言 (HDL)：使用硬体描述语言 (HDL) 将电路描写出来。常语言有 Verilog、VHDL 等，藉由程式码便可轻易地将一颗 IC 地功能表达出来。接着就是检查程式功能的正确性并持续修改直到期望功能完成。

### ■ 3. 模拟与逻辑合成：将确定无误的 HDL code，放入电子设计自动化工具 (EDA tool)，让电脑将 HDL code 转换成逻辑电路，产生图7的控制单元合成电路图。之后，反覆的确定此逻辑闸设计图是否符合规格并修改，直到功能正确为止。

### ■ 4. 电路布局与绕线：合成完的程式码再放入另一套 EDA tool，进行电路布局与绕线 (Place And Route)。在经过不断的检测后，便会形成图8的电路图。图中可以看到蓝、红、绿、黄等不同颜色，每种不同的颜色就代表着一张光罩。

图10 芯片光罩立体图与光刻



## 芯片制程：光刻与刻蚀，PN结

- **PN结**：PN结构成晶体管，形成单向电子运动构成半导体运行01逻辑。
- **光刻工艺**：集成电路的最小线宽取决于光刻设备的分辨率，它定义了半导体器件尺寸。光刻的工艺水平直接决定芯片的制程水平和性能水平。
- **刻蚀工艺**：将没有受光阻保护的硅晶圆，以离子束蚀刻。刻蚀工艺的提高在于不断缩小PN间的闸极；
- **沉积工艺**：包括化学沉积和物理沉积，形成多层的光刻和刻蚀立体结构，构成绝缘层或金属导电层；
- **离子注入工艺**：对硅基材料进行掺杂，形成P,N区，构成晶体管。
- **抛光与测试**：CMP工艺技术，通过将硅片表面突出部分减薄到一定高度来实现硅片表面的抛光处理。
- **光罩层增加，刻蚀成本递增**：在45nm和40nm的时候，设计的时候需要用到40层光罩，而到了14nm和10nm，光罩的需求量则上升到60层，刻蚀成本越来越高。

图11 光刻、刻蚀、离子注入形成PN结

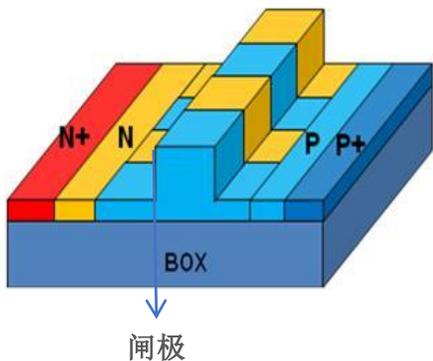


图12 金属沉积于抛光

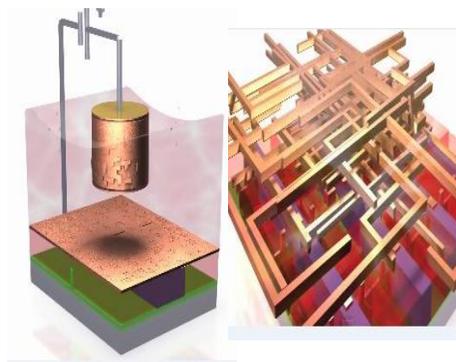


图13 DIP封装和BGA封装

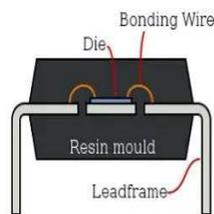


图14 SiP封装

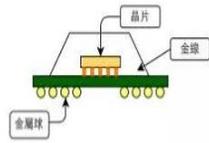
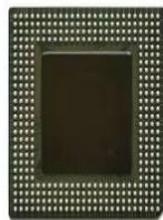
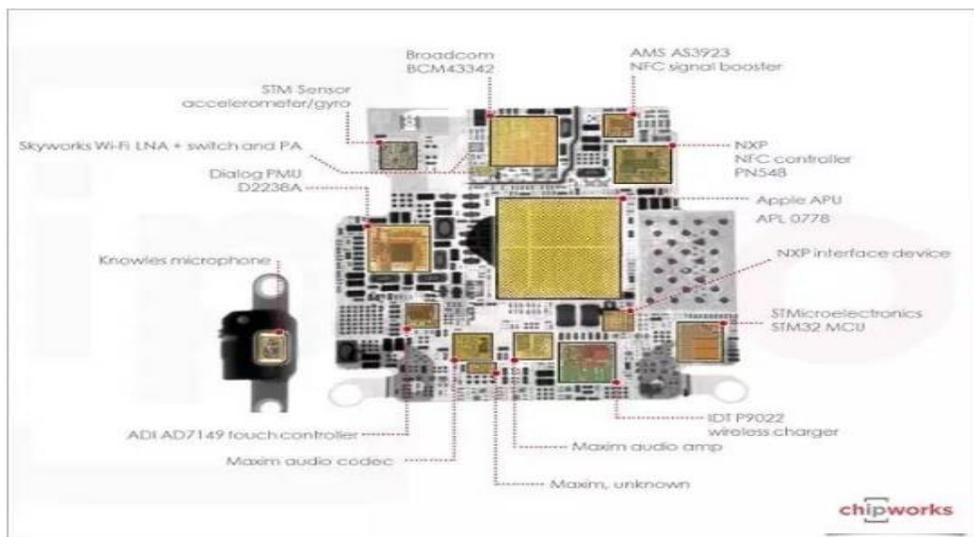


图15 SiP封装 (apple watch)



## 芯片封装

### 一、传统封装-占用较大的体积

- 双排直立式封装 (Dual In-line Package, DIP) : 传统便宜的封装法。
- 球格阵列封装 (Ball Grid Array, BGA) : 适合需要较多接点的芯片, 成本较高且连接的方法较复杂, 用在高单价的产品上。

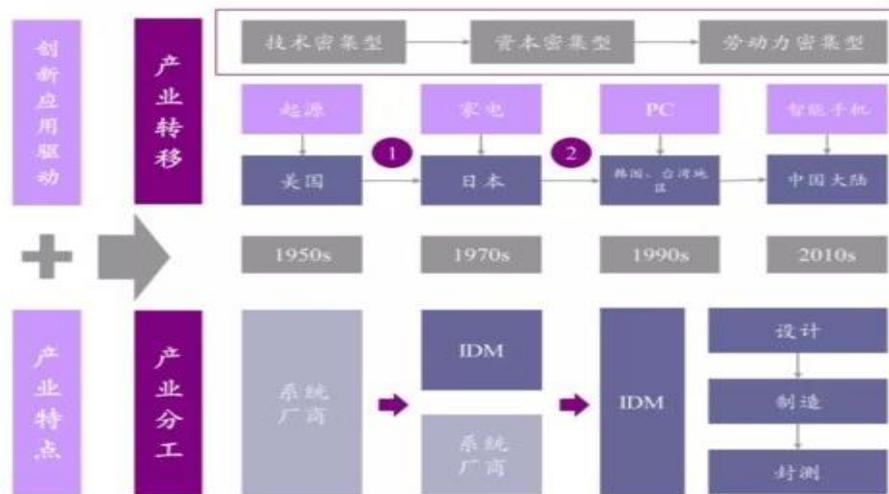
### 二、便携式设备采用的封装技术-占用空间小

- SoC (System On Chip) : 在 IC 设计阶段时, 将各个不同的 IC 放在一起制成一张光罩, 整合在一颗芯片中。体积小、功耗低, 计算速度提高, 但要求IC设计了解并整合各个功能的IC, SoC 的设计成本提高。芯片距离接近也会影响各自信号传输, 同时面临其他芯片专利及IP授权。
- SiP (System In Package) : 它是购买各家的IC在封装流程封装在同一个IC中, 无IP 授权这一步, 大幅减少设计成本。**应用:** 采用 SiP 技术的产品, 如 Apple Watch。

图16 IC产业价值链

价值链	IC设计	IC制造	IC封测
增加值	高	较高	低
要素特征	知识密集型	技术和资金密集型	劳动密集型
技术形态	编码知识 缄默知识	物化技术 技术诀窍（如工艺）	物化技术
产业转移状况		转移 保持1-2代技术差距	最先转移 技术差距小

图17 IC产业转移趋势



资料来源：光大证券、华辰资本整理

## 产业价值链

- IC设计处于产业价值链最高端（最主要的价值为知识产权费用），IC制造次之，价值链最低端是封测。国际上通用的芯片定价策略是8（硬件）：20（市价）定价法。在规模量产下，越新的工艺能够带来越低的芯片价格，从而带来越强的市场竞争力。
- 劳动力密集型的IC封测业最先转移：技术和资金密集型的IC制造业次之，转移后会相差1-2代技术（1代时间为10-20年）；知识密集型的IC设计一般很难转移，技术差距显著，需要靠自主发展。我国处于价值链的封测端，但是随着智能手机出货量巨大带来消费级芯片的技术提高。

图18 IC的发展历程

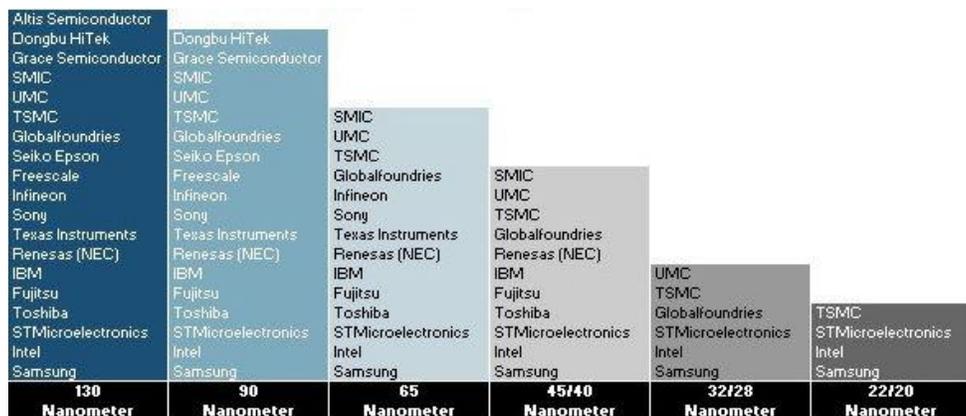
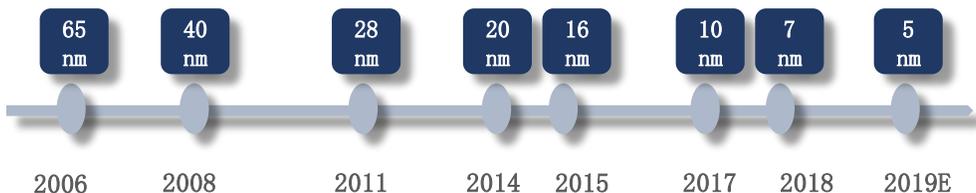


图19 台积电半导体制程工艺发展



资料来源: wind、光大证券、台积电官网、华辰资本整理

## 历史沿革

- **1947年:** 贝尔实验室肖特莱等人发明了晶体管，这是微电子技术发展中第一个里程碑：集成电路。
- **1963年:** F.M.Wanlass和C.T.Sah首次提出CMOS技术，今天，95%以上的集成电路芯片都是基于CMOS工艺（互补式金属氧化物半导体（Complementary metal-oxide-semiconductor））。
- **1964年:** Intel摩尔预测晶体管集成度将会每18个月增加1倍。

## 芯片尺寸发展趋势

- **指标改善:** 单位成本和开关功率消耗下降，速度提高。
- **电源泄露:** 集成纳纳米级别设备的IC泄露电源成为主要问题。因此，对于最终用户的速度和功率消耗增加非常明显，**制造商面临几何学的尖锐挑战。**
- **行业集中:** **制程越来越小，投资额越来越高。**未来一条16nm先进制程的半导体代工厂投资额高达120-150亿美元，全球将只有Intel、台积电、三星这三家企业可以承担如此巨大的资本开支，其他企业已无力跟进，先进制造产能将快速集中。

图20 半导体制程趋势

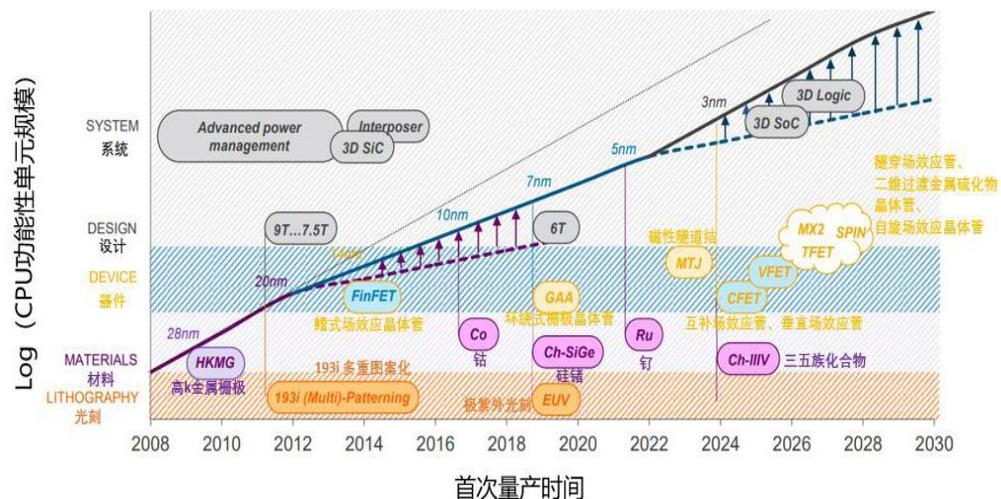
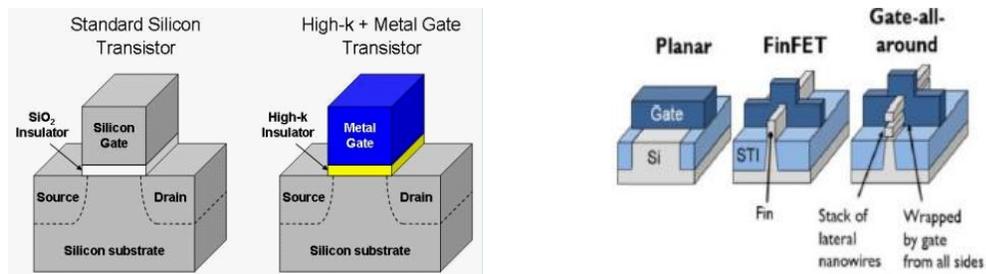


图21 制程工艺发展（二氧化硅栅极，HK金属栅极，FINFET,GAA）



## 现有技术

- 65nm引入Ge strained沟道；
- 45nm引入high-k值绝缘层/金属栅极（HKMG）；
- 32nm第二代high-k绝缘层/金属栅工艺等；
- 22nm开始采用FinFET（鳍式场效应晶体管）。

## 未来新技术导入

- 7nm节点开始EUV全面取代DUV光刻；
- 5nm节点GAA结构或成为主流，同时Co、SiGe、Ru、III-V族等新材料开始引入；
- 3nm节点后引入立体结构设计等新变化；
- 由此可预见未来研发投入及资本开支不断高涨，先进制程成为强者游戏。

资料来源：中信证券、华辰资本整理

## 集成电路分类与应用领域：根据处理信号不同分类

- 而根据处理信号的不同，可以分为模拟集成电路、数字集成电路、和兼具模拟与数字的混合信号集成电路。
- **模拟集成电路**：处理模拟信号，种类细且繁，不要求先进工艺，目前仍使用0.18um/0.13um，设计上：功能电路的搭建和仿真。应用于图像，声音，触感，温度，湿度，微波，电信号处理等方面。
- **数字集成电路**：进行逻辑运算，按照摩尔定律发展，使用最先进的制程工艺，现阶段是16/14nm，设计上：数字前段，多重验证与综合测试。应用于计算机、电子通信、存储器以及显示等系统领域。

图22 集成电路类别及应用领域

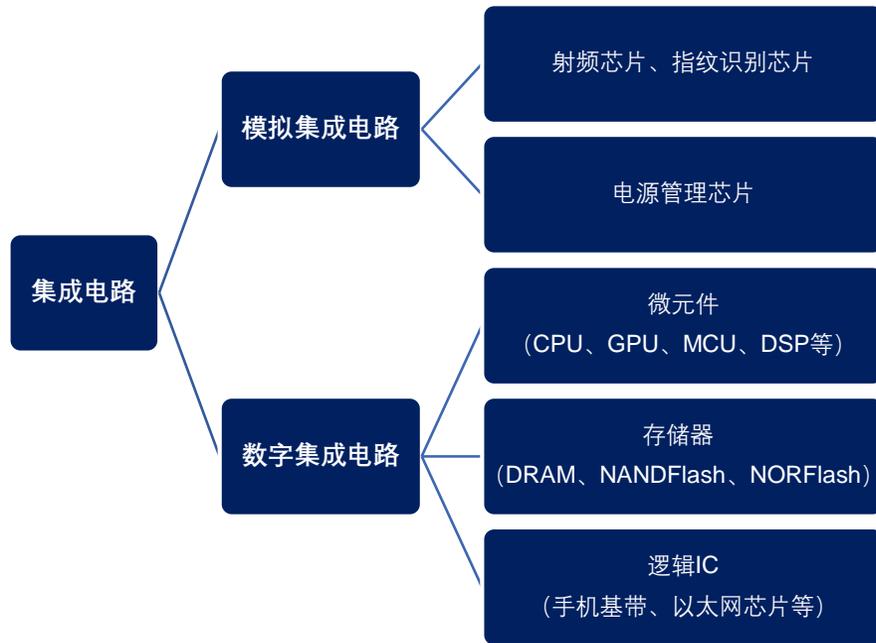


图23 数字集成电路的应用方向

系统	设备	核心IC
计算机系统	服务器	MPU
	个人电脑	MPU
	工业应用	MCU
通用电子系统	可编程逻辑设备	FPGA/EPLD
	数字信号处理设备	DSP
通信设备	移动通信终端	Application Processor Communication Processor Embedded MPU Embedded DSP
	核心网络设备	NPU
内存设备	半导体存储器	DRAM NAND FLASH NOR FLASH Image Processor
显示及视频系统	高清电视/智能电视	Display Processor
		Display Driver

资料来源：公开材料、光大证券、华辰资本整理

### 集成电路分类与应用领域：技术复杂度和应用广度分类

- 从技术复杂度和应用广度来看，集成电路主要可以分为**高端通用**和**专用集成电路**两大类。
- **高端通用集成电路**的技术复杂度高、标准统一、通用性强，具有量大面广的特征。它主要包括处理器、存储器，以及FPGA(现场可编程门阵列)、AD/DA(模数/数模转换)等。
- **专用集成电路**是针对特定系统需求设计的集成电路，通用性不强。每种专用集成电路都属于一类细分市场，例如，通信设备需要高频大容量数据交换芯片等专用芯片；汽车电子需要辅助驾驶系统芯片、视觉传感和图像处理芯片，以及未来的无人驾驶芯片等。

图24 通用集成电路应用领域

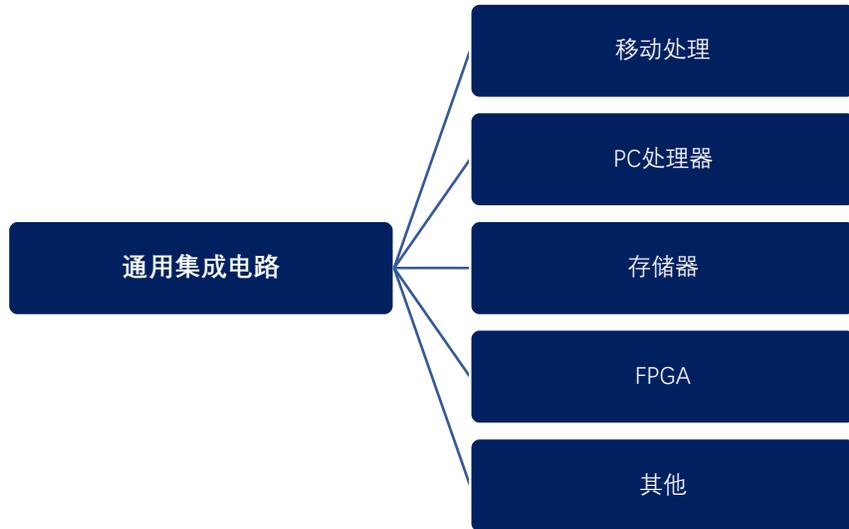
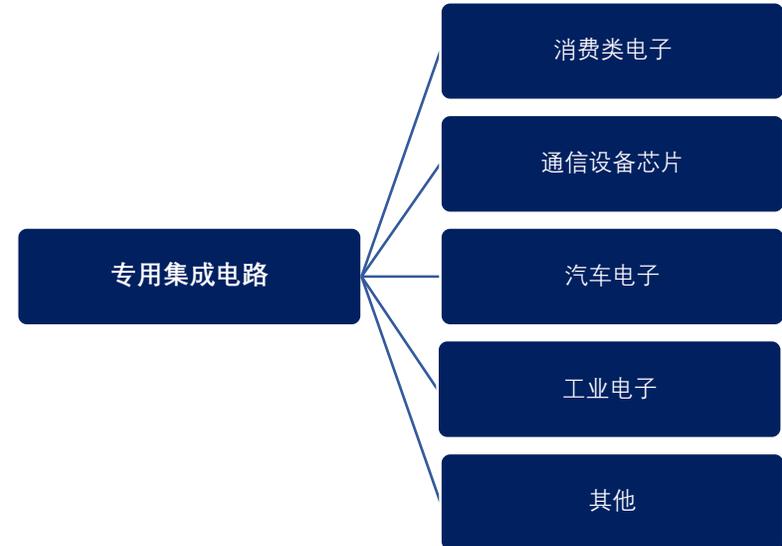


图25 专用集成电路的应用领域



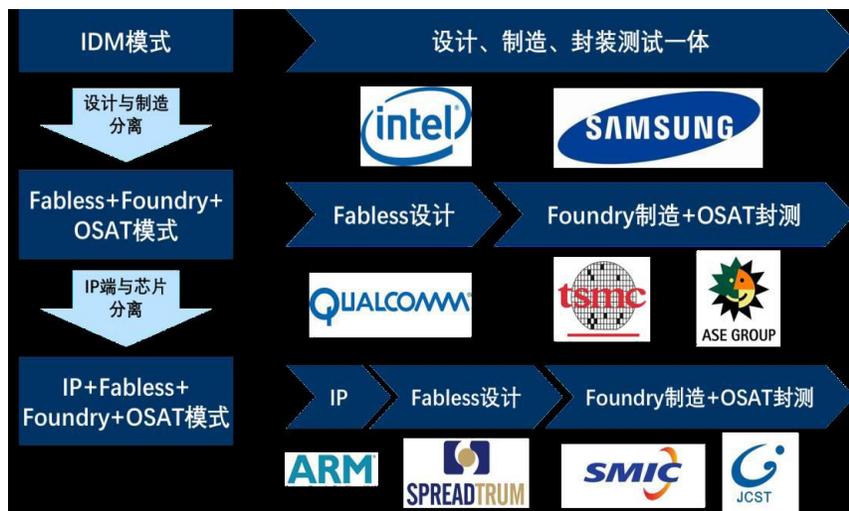
资料来源：公开材料、光大证券、华辰资本整理

# 产业分析 | 微电子元件的应用比较

芯片类型	工作逻辑	优缺点	代表公司/产品
<b>CPU</b> (Central Processing Unit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>存储器中读取数据，根据指令对数据进行操作</li> <li>数据运算需执行存储读取、指令分析、分支跳转</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>因可以对数据调取和存储，可以独立工作；</li> <li>频率、内存的带宽等无法无限提高，无法处理海量数据</li> </ul>	INTEL ARM
<b>GPU</b> (Graphics Processing Unit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>晶体管可以组成各类专用电路、多条流水线。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>强大的浮点运算能力，处理海量数据进行深度学习</li> <li>无法单独工作，必须由CPU 进行控制调用，功耗比较高</li> </ul>	NAVIDIA AMD
<b>FPGA</b> (Field Programmable Gate Array)	<ul style="list-style-type: none"> <li>集成大量的基本门电路以及存储器，可调整基本门电路以及存储器之间的连线。</li> <li>拥有硬件流水线并行和数据并行处理能力</li> <li>适用于以硬件流水线方式处理一条数据，</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>没有内存和控制所带来的存储和读取部分，速度更快</li> <li>没有读取指令操作，功耗更低,且整数运算性能更高</li> <li>常用于深度学习算法中的推断阶段</li> <li>价格比较高、编程复杂、实现复杂算法方面有一定难度</li> </ul>	XILINX/ALTERA/深鉴科技
<b>ASIC</b> (Application-Specific Integrated Circuit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>用集成电路，是专用定制芯片</li> <li>即为实现特定要求而定制的芯片</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在功耗、可靠性、集成度等方面都有优势</li> <li>在高性能、低功耗的移动应用端体现明显</li> <li>电路设计需要定制，相对开发周期长，功能难以扩展</li> </ul>	谷歌TPU/寒武纪GPU/地平线的BPU /intel VPU/比特大陆BM1680
神经元芯片	<ul style="list-style-type: none"> <li>从结构层面去逼近大脑:</li> <li>把定制化的数字处理内核当作神经元，把内存作为突触</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内存、CPU 和通信部件完全集成在一起，信息处理在本地进行，信息处理初度更高</li> <li>接收到其他神经元发过来的脉冲(动作电位)，神经元就会同时做动作，信息传播速度快</li> </ul>	IBM 的TrueNorth 芯片 IBM 苏黎世研究中心，人造纳米尺度随机相变神经元

资料来源：清华大学人工智能芯片研究报告、华辰资本整理

图26 IC产业链变化与竞争格局



资料来源：中信证券、华辰资本整理

## 商业演变：半导体产业目前的两大商业模式

### 1. 整合器件制造模式（Integrated Device Manufacture，简称：IDM）

- 同时完成设计、制造、封测和销售四个环节。创自英特尔（1968）。目前英特尔和三星是行业龙头。
- 优点：**规模经济性以及对内部全流程的掌握和整合优化，开发时间短、厂商具备核心技术优势，适用于大型企业。
- 缺点：**投资规模巨大、沉没成本高，制程发展下需不断投入新产能，对中小型企业不太适用。

### 2. 垂直分工模式（Out Sourced Assembly and Test，简称：OSAT）

- 即半导体设计公司（Fabless）+ 晶圆厂代工（Foundry）+ 封测厂专业封装。
- 台积电于1987年开创晶圆代工的商业模式，推进制造与设计、封装相分离。
- 随着制程更细微的发展，资本支出急剧增长，推动IDM公司持续扩大委外释单，向Fab-lite（部分IDM+部分委外）、Fabless模式转移。独立IP核商出现，如ARM。

## 二、市场分析



图27 全球半导体销售额 (单位: 亿美元)



图28 半导体按照类别的销售额 (单位: 亿美元)



资料来源: wind、华辰资本整理

## 全球半导体及子类市场份额

- **半导体产业规模不断扩大，逐渐成为一个超级巨无霸的行业。**根据世界半导体贸易统计组织(WSTS)数据披露，全球半导体销售额于1994年突破1000亿美元，2000年突破2000亿美元，2010年将近3000亿美元，2017年已突破4000亿美元。
- **集成电路市场成为半导体市场的主要贡献者。**2017年集成电路达到3400亿美元以上（年复合增长5.5%），同比增长22.9%，占到全球半导体市场总值的83.2%的份额。传感器125亿美元（年复合增长23%），光电子达到348亿美元（年复合增长10.4%），分立器216亿美元（年复合增长2.8%）。

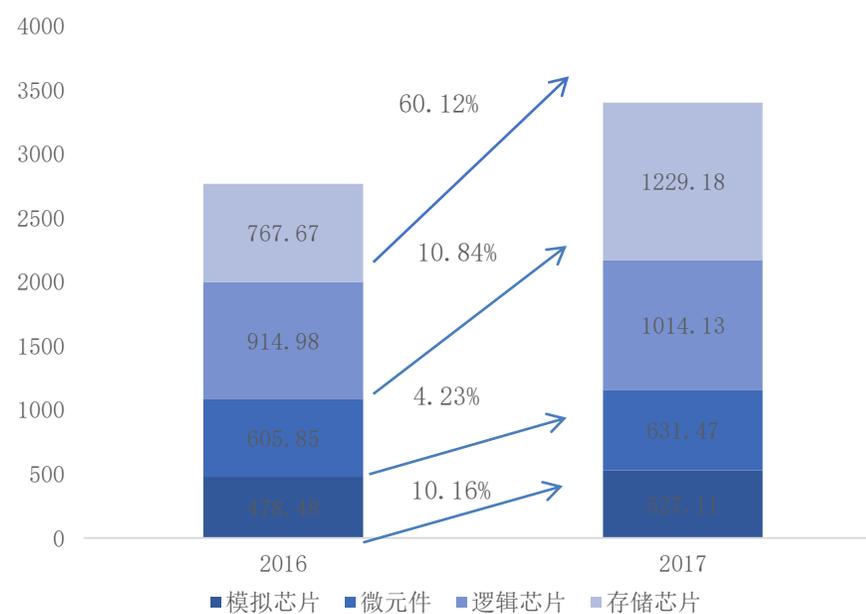
## 半导体市场驱动因素及主要品类贡献

- **半导体周期与驱动因素**：4-6年一个周期，景气周期与宏观经济、下游应用需求以及自身产能库存等因素密切相关。
- **需求标志**：PC消费需求、个人手机消费需求、消费类电子需求、笔记本和智能手机消费需求，物联网、VR智能设备、大数据以及AI发展需求为代表特征。其中2017年的**存储芯片**成为集成电路的最大贡献。
- 2017年存储器电路（Memory）产品市场销售额为1229.18亿美元，同比增长60.1%，占到全球半导体市场总值的30.1%，超越历年占比最大的逻辑电路（1014.13亿美元），**存储器成为集成电路产业的温度计和风向标。**

图29 1995-2017集成电路市场驱动因素（销售额单位：十亿美元）

年份	销售额	阶段	驱动因素
1995	144	0- >1	个人电脑商用
1998	126	1- >2	亚洲金融危机
2000	204	2- >3	手机大规模普及、通讯网络建设
2002	142	3- >4	互联网泡沫破灭
2004	213	4- >5	消费电子上市 (MP3,DSC)
2007	256	4- >5	笔记本替代台式机, 智能手机, 液晶电视
2008-2009	226	5- >6	金融危机, 需求下滑和去库存双重影响
2010	298	6- >7	需求复苏, 单机价值量提升, 存储芯片增长
2014	336	7- >8	存储芯片增长
2017	409	8- >9	存储芯片增长

图30 集成电路产品销售结构及增长率（销售额单位：亿美元）



资料来源：光大证券、华辰资本整理

图31 集成电路四大成品复合增长率 (2017-2022E)

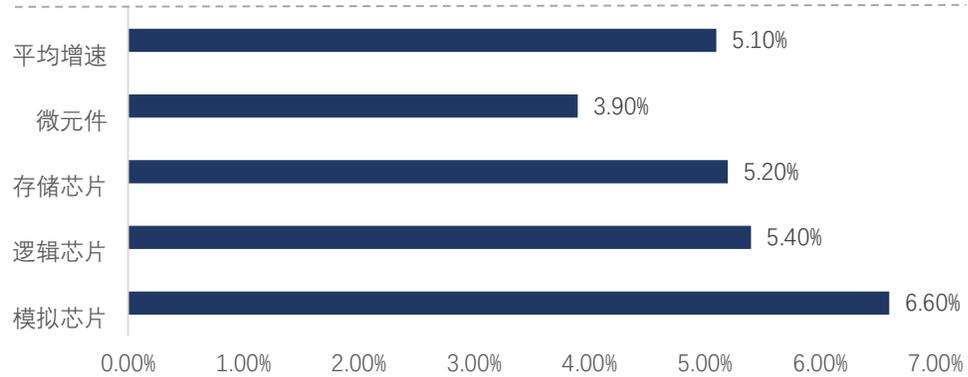
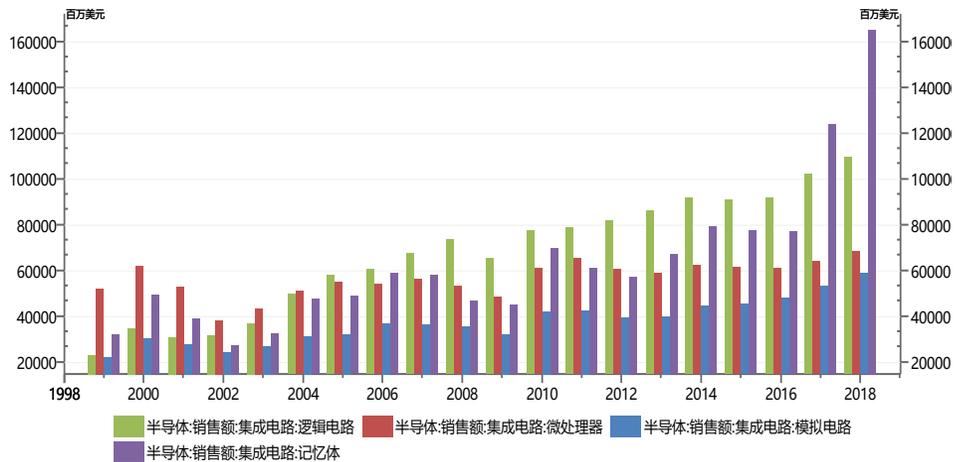


图30 1998-2018集成电路主要品类销售 (销售额单位: 百万美元)



## 集成电路主要品类市场规模及未来增长

- 存储芯片继续发力:** 在2018年1-11月累计销售达到1650亿美元, 超过2017年全年的1300亿美元。
- 模拟芯片和逻辑芯片处于稳定增长:** 逻辑芯片2018年1-11月累计销售达到1090亿美元 (2017年1020亿美元), 模拟芯片2018年1-11月累计销售达到588亿美元 (2017年530亿美元), 微处理器2018年1-11月累计销售达到680亿美元 (2017年640亿美元)。
- 增长幅度低:** 至2022年, 整个集成电路复合增长5.1%, 其中存储芯片增长幅度将会下降, 年复合增长5.2%。**模拟芯片和逻辑芯片年复合增长高于其他芯片。**

资料来源: wind、华辰资本整理

## 中国集成电路市场规模

- 从销售额上看，国内集成电路市场从2002年到当前经历了一轮周期，从2010年开始进入新一轮扩张期，销售额从2010年的1440亿元上升到2017年的5411亿元，年复合增长20.8%。
- 2010后，中国IC设计占市场比重已经开始提升，并在2017年达到近40%，同时封装产业和制造产业比重开始下降。反应中国集成电路产业已经形成了IC设计、制造、封装测试三业及支撑配套业共同发展的较为完善的产业链格局，随着IC设计和芯片制造行业的迅猛发展，国内集成电路价值链格局继续改变。
- 但是中国集成电路由于技术相对落后，高端芯片方面依然依赖进口，2015年开始，芯片的进口金额已经远远大于原油进口（每年近千亿美元），芯片成为国家战略十分迫切的资源。

图32 中国集成电路市场销售规模（单位：元）

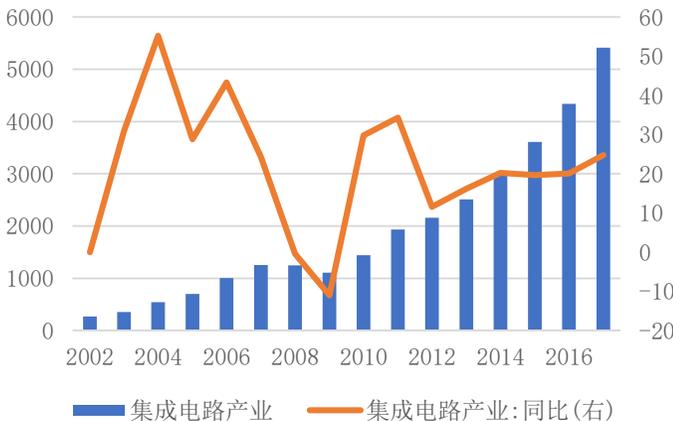


图33 中国集成电路产业链各环节占比

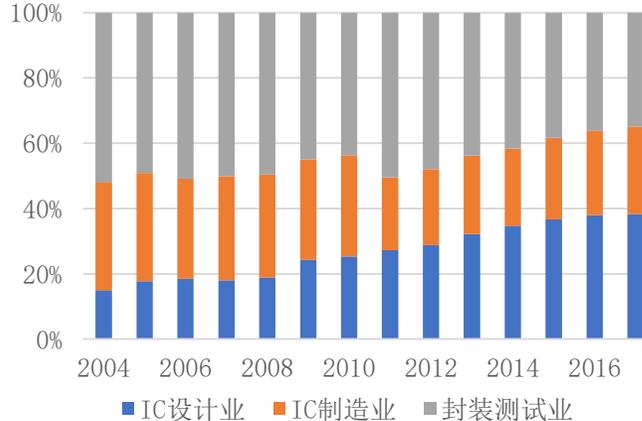
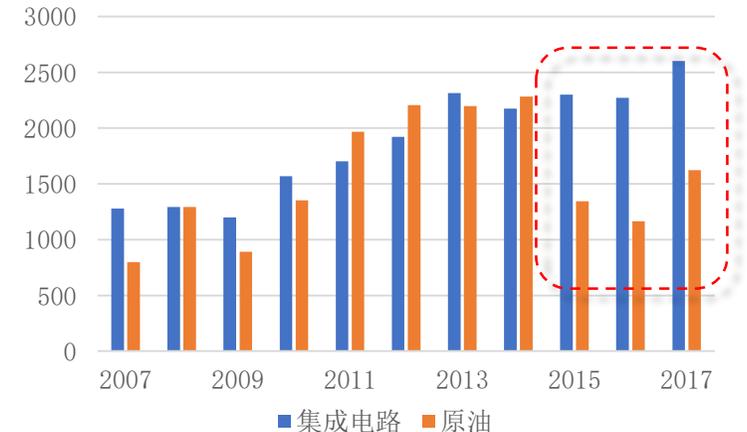


图34 中国集成电路和原油进口（单位：亿美元）



资料来源: wind、华辰资本整理

图35 中国芯片进口规模

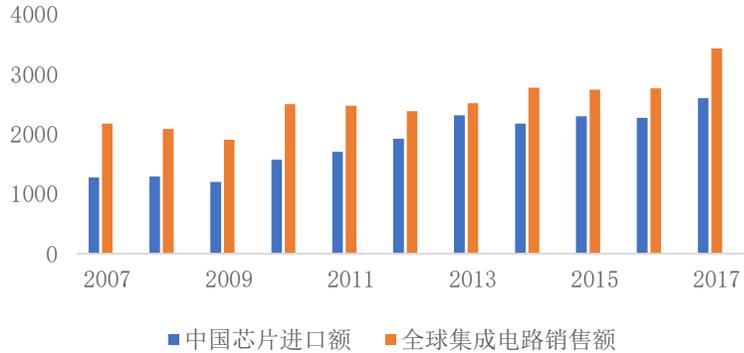
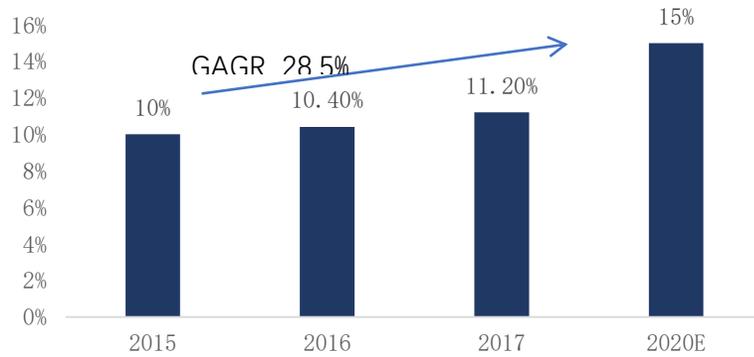


图36 中国芯片自给率

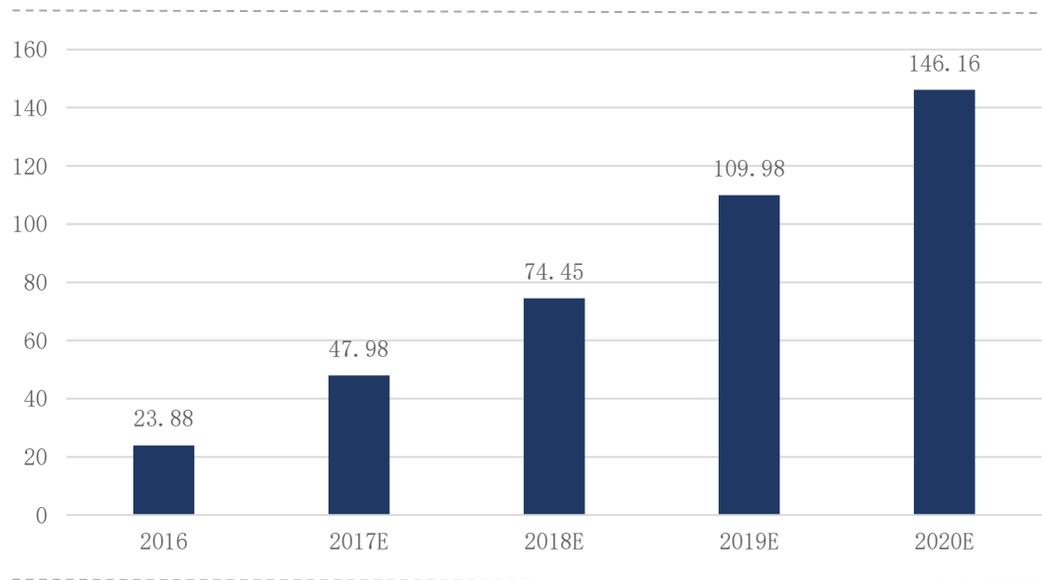


## 中国集成电路市场规模

- **占据全球绝大部分份额：**在2014及2015年的统计中芯片进口就超过了2000亿美元，超过了原油，成为中国进口量最大的商品。占据全球集成电路销售额的绝大部分。随着5G、消费电子、汽车电子等下游产业的进一步兴起，叠加全球半导体产业向大陆转移，预计中国半导体产业规模进一步增长。
- **自给率严重不足：**根据ICinsights数据，2015国内半导体自给率还没超过10%，16年自给率刚达到10.4%，2017年达到11.2%。预计15年到20年，国内的半导体自给产值CAGR能达到28.5%，从而达到2020年国产化比例15%的水平。
- **核心芯片自给率极低：**我国计算机系统CPU、MPU、通用电子统中FPGA/EPLD和DSP、通信装备中的嵌入式MPU和DSP、存储设备中的DRAM和NandFlash、显示及视频系统中的DisplayDriver，国产芯片占有率都几乎为零。

资料来源: wind、光大证券, IC INSIGHTS, 华辰资本整理

图37 全球人工智能芯片市场规模（单位：亿美元）



资料来源：光大证券、华辰资本整理

### 特殊芯片市场规模

- **人工智能AI&区块链的发展带来特殊应用芯片高速成长：**人工智能芯片的发展路径经历了从通用走向专用，从CPU到GPU到FPGA再到ASIC。
- 根据《2016-2017中国物联网发展年度报告》显示2016年全球人工智能芯片市场规模达到23.88亿美金，预计到2020年将达到146亿美金，增长迅猛，发展空间巨大。
- **领域包括：**电动化+智能化+网联化推动的汽车电子、无人驾驶、物联网、机器人。

图39 IC产业链企业

IDM模式	国家/地区	IC设计	国家/地区	晶元代工	国家/地区	封装测试	国家/地区	高端设备	国家/地区
英特尔	美国	高通	美国	台积电	台湾	日月光	台湾	Applied Materials	美国
三星	韩国	博通	美国	格芯	美国	安索	美国	ASML	荷兰
SK海力士	韩国	联发科	台湾	联电	台湾	长电科技	中国	Lam Research	美国
美光	美国	英伟达	美国	中芯国际	中国	力威科技	台湾	东京电子	日本
德州仪器	美国	AMD	美国	力晶	台湾	华天科技	台湾	KLA-Tencor	美国
恩智浦&飞思卡尔	欧洲	海思	中国	TowerJazz	以色列	通富微电	中国	迪恩士	台湾
东芝	日本	苹果	美国	先进	台湾	京元电子	台湾	日立高新	日本

资料来源：光大证券、华辰资本整理

## 产业链上的寡头分工

- **IDM模式**综合商集中在美国、日本和韩国，其中以英特尔和三星规模最大。
- **IC设计**领域主要集中在美国，其中以博通和高通占据领先地位；中国有华为的海思半导体。
- **晶元代工**主要在中国台湾地区，以台积电为代表，中国有中芯国际。
- **OSAT封装测试**方面处于行业的下游，封测主要在台湾以及中国。行业领先的企业基本在台湾，以台湾日月光和中国的长电科技为代表。
- **高端装备**方面依然掌握在美日欧手中，以美国材料应用公司，荷兰的ASML(奥斯迈)以及日本东京电子为代表。高端装备方面，国内同样也是落后。

图40 IDM大厂的比较

	IRDS 基本路线图 16/14nm	英特尔 14nm	三星 14nm	TSMC 16nm	TSMC 10nm	三星 10nm	TSMC 7nm	TSMC 7nm+	三星 7nm	英特尔 10nm	IRDS 基本路线图 10nm
量产时间	2015	2014	2015	2015	2017	2017	2018Q2	~2019Q2	~2019	~2019H2	2017
晶体管结构	FinFET/FDSOI	FinFE T	FinFE T	FinFE T	FinFE T	FinFET	FinFE T	FinFE T	FinFE T	FinFE T	FinFET/FD SOI
鳍片间距 Fin pitch (nm)	42	43	49	45	36	42	N/A	N/A	~27	34	36
栅极间距 Gate pitch(nm)	70	70	78	88	66	68	~54	N/A	54	54	54
最小金属间距 Min Metal pitch (nm)	56	52	67	70	42	48	40	N/A	36	36	36
逻辑单元高度 (nm)	N/A	N/A	N/A	N/A	360	420	N/A	N/A	N/A	272	N/A
逻辑晶体管密度 (MTr/mm <sup>2</sup> )	N/A	37.5	~30.5	~29	48.1	51.6	~80	~100	101.2	100.8	N/A
鳍片高度 Fin height (nm)	42	42	37	37	~44	49	N/A	N/A	N/A	53	45
栅极长度 Gate length (nm)	24-26	24	30	33	N/A	~25	N/A	N/A	N/A	~18	20-22

资料来源：中信证券、华辰资本整理

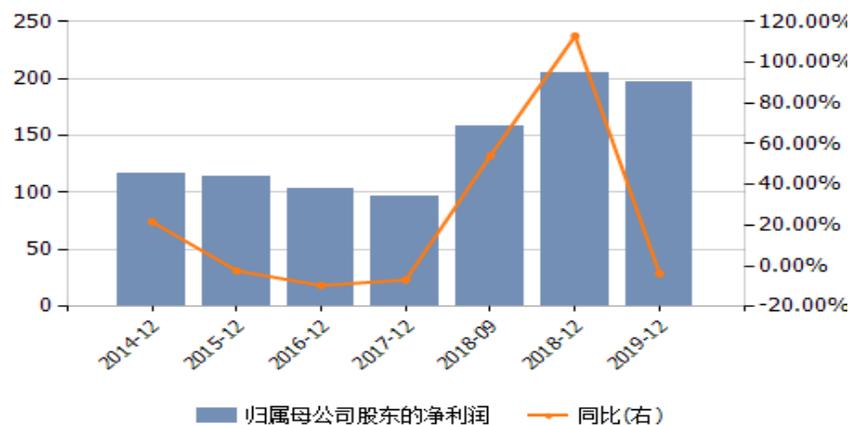
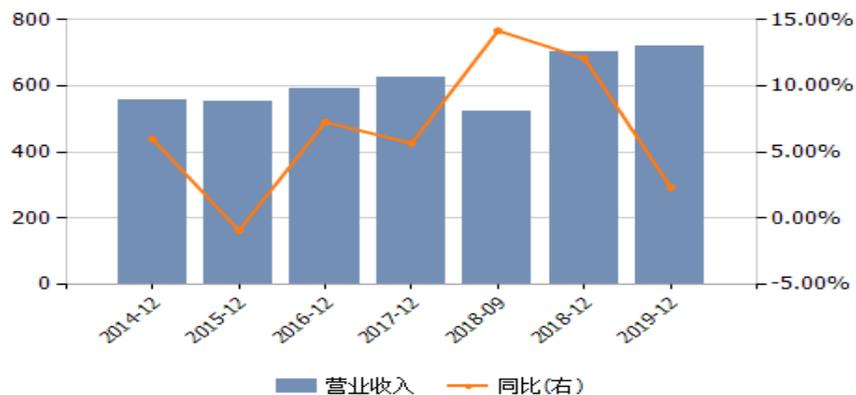
## 工艺制程市场特征

- 14nm、10nm节点，英特尔占优：**从晶体管密度、栅极间距、最小金属间距、鳍片高度、栅极长度等指标来看，英特尔优于台积电、三星同节点技术。
- 设备折旧年限拉低，先进制程设备折旧成本高昂：**以台积电及联电为例，其成本结构中折旧费用占比接近50%，设备折旧在成本中占比最大。越先进的制程其设备进行折旧的年限越少，且由于技术先进其资本支出的金额更大，反映到成本相对更高。
- 专利和成本因素：**更先进的制程涉及到专利使用费可能性更高（成本占比约30%），且采用的直接、间接材料成本更高（成本占比约7%）。
- 先进制程成本的提高成为IC成本的重要助推因素。**

# 三、企业分析



图41 英特尔经营收入与净利润概况（2018年，2019年为预测，单位：亿美元）



## 英特尔 (CPU)

- 全球最大的个人计算机零件和CPU制造商。主要产品包括：微处理器、芯片组、板卡、系统及软件等。公司微处理器包括Itanium, Xeron, Pentium III及Celeron等著名的品牌。截止2018年11月30日，市值2250亿美元，2018年三季度营收521亿美元，**毛利率62.29%**，净利润158亿美元，**净利率30.3%**。
- 2017年3月英特尔153亿美元收购Mobileye，“算法+芯片”整合成AI制胜关键。
- 2018年8月，收购开发人工智能模型组件的初创企业Vertex.ai，不断开拓智能算法芯片。

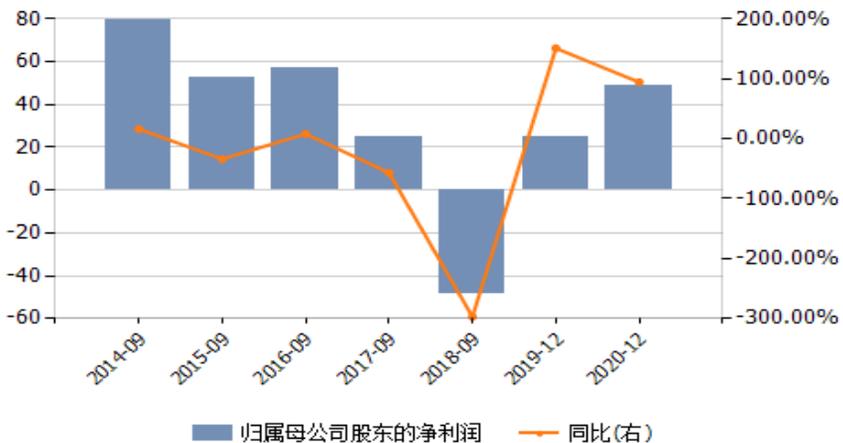
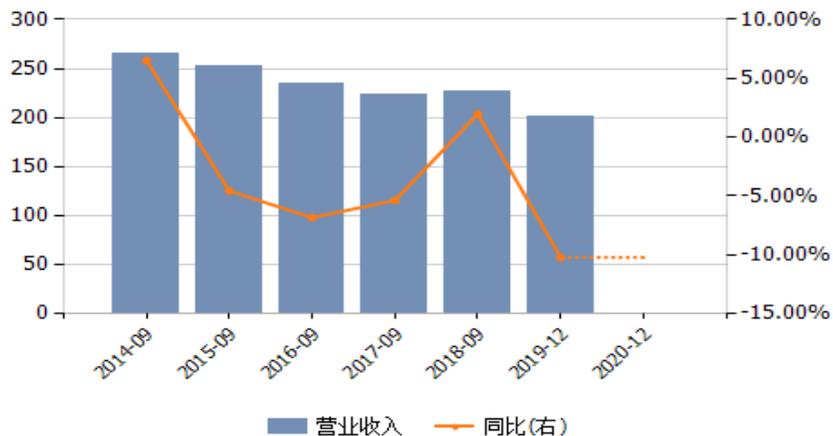
### 第九代智能英特尔® 酷睿™ i9 处理器

光刻	14 nm
建议的客户价格	\$488.00 - \$499.00
内核数	8
线程数	16
处理器基本频率	3.60 GHz
最大睿频频率	5.00 GHz



资料来源: intel官网、wind、华辰资本整理

图42 经营收入与净利润概况 (2018年, 2019年为预测, 单位: 亿美元)



资料来源: 高通官网、wind、华辰资本整理

## 高通公司 (通信移动芯片, 通信领域IP商)

- 公司以CDMA(码分多址)数字技术为基础, 开发并提供数字无线通信产品和服务。业务涵盖技术领先的3G、4G芯片组、系统软件以及开发工具和产品, 技术许可的授予。**高通是全球最大的无线半导体供应商, 其骁龙移动智能处理器是业界领先的全合一、全系列移动处理器, 具有高性能、低功耗、逼真的多媒体和全面的连接性。**
- 截止2018年11月30日, 市值706亿美元, 2018年营收227亿美元, **毛利54%**, 净利润-33亿美元, EBIT26.67亿美元。系受美国政策税法案导致计提60亿美元的巨额税收, 收购NXP失败, 支付20亿美元的分手费, 导致财务巨损。

### 高通骁龙845移动芯片

光刻	10 nm
峰值下载速度	每秒 1 千兆
CPU 时钟速度	2.45 GHz
内核数	8
GPU	显示色彩多 60 倍



图43 经营收入与净利润概况 (单位: 亿美元)



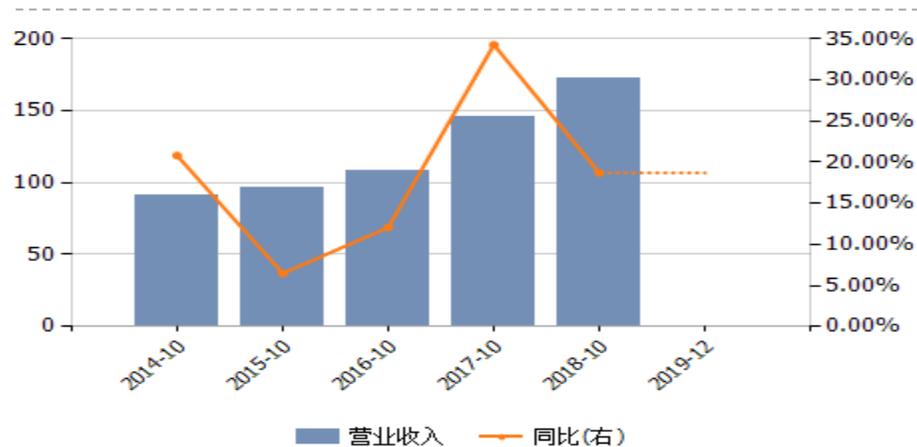
## 台积电 (全球最大FOUNDRY)

- 成立于1987年, 是全球第一家专业积体电路制造服务 (晶圆代工foundry) 企业, 集成电路(IC)、系统级芯片(SoC)的代工制造, 销售, 包装, 测试和集成电路等半导体器件的计算机辅助设计。2017年, 领域占有率56%。
- 截止2018年11月30日, 市值1950亿美元, 2018年三季度营收243亿美元, 毛利率48%, 净利润82.33亿美元, 净利率33.87%, EBIT 91.34亿美元。



资料来源: 公开信息、wind、华辰资本整理

图44 经营收入与净利润概况 (单位: 亿美元)



## 应用材料公司 ( Applied Materials)

- 应用材料是Fortune500公司之一及**全球最大的半导体生产器材制造商**。该公司为全球半导体、平板显示器、太阳能光伏发电及相关行业提供制造设备、服务以及软件产品。产品包括：半导体圆片的化学蒸气沉积(CVD)系统设备，半导体薄片装配，蚀刻及离子植入设备和Precision5000单芯片处理等。
- 截止2018年11月30日，市值366.46亿美元，2018年营收172亿美元，**毛利率45%**，净利润33.13亿美元，**净利率19.2%**，EBIT 49.16亿美元。



资料来源: 公开信息、wind、华辰资本整理

图45 ARM芯片



资料来源：公开信息、wind、华辰资本整理

### 英国ARM公司（半导体知识产权 (IP) 提供商）

- ARM公司是苹果、诺基亚、Acorn、VLSI、Technology等公司的合资企业。
- **ARM 的商业模式主要涉及 IP 的设计和许可，而非生产和销售实际的半导体芯片。**ARM向合作伙伴网络授予 IP 许可证。这些合作伙伴可利用 ARM 的 IP 设计创造和生产片上系统设计，但需要向 ARM 支付原始 IP 的许可费用并为每块生产的芯片或晶片交纳版税。
- 全球领先的原始设备制造商 (OEM) 都在广泛使用 ARM 技术，应用领域涉及手机、数字机顶盒以及汽车制动系统和网络路由器。当今，**全球 95% 以上的手机以及超过四分之一的电子设备都在使用 ARM 技术。**2014年基于ARM技术的全年全球出货量是120亿颗，从诞生到现在为止基于**ARM技术的芯片有600亿颗。**
- 2016年7月18日消息，日本软银已经同意以234亿英镑（约合310亿美元）的价格收购英国芯片设计公司ARM。
- 公司于2016年从纳斯达克退市。

## 研究报告总结

---

- 从芯片的制程来看，几何工艺越来越到极限，依赖于刻蚀技术的不断突破，新材料也将临近突破的节点；
- 制程工艺的不断提高，带来芯片的成本向中间归集，芯片设计将更加考虑制程工艺的受限因素；
- IC有着明显的经济周期，随着需求带动上游产能波动，人工智能领域发展将引领新一轮需求，从而带动智能芯片的发展；
- 国内芯片产业十分落后，但是在设计、制造和封装方面形成完整产业链，IC设计有较大幅度发展，随着智能设备的不断普及，有望通过市场形成较为快速的追赶；
- 商业格局上，价值链上游依然是欧美日等公司占据，并且形成巨大的垄断效应，依靠产业转移形成发展困难重重。

# 華辰資本

CELESTIAL CAPITAL

专注中国产业结构升级与创新，聚焦新一代信息技术产业发展。

联系人：王开华

电话/微信：18801621351

邮箱：[kaihua.wang@celestiacapital.com.cn](mailto:kaihua.wang@celestiacapital.com.cn)

网址：[www.celestiacapital.cn](http://www.celestiacapital.cn)

©2019華辰資本  
版权所有。

本刊物所载资料以概要方式呈现，旨在用做一般性指引，不能替代详细研究或做出专业判断。华辰资本概不对任何人士根据本刊物的任何资料采取或不采取行动而引致的损失承担任何责任。阅下应向顾问查询任何具体事宜。