

叶甜春对中国集成电路现状及未来发展思考

来源：《半导体行业观察》，节选

集成电路产业发展已成成为国家重点战略

- 1、集成电路已成为支撑中国发展的战略物资
- 2、集成电路技术是国家实力竞争的战略制高点
- 3、市场需求提供了历史性的产业发展机遇与空间

“十一五”：突破产品核心技术；开发关键产品；构建创新体系；培育产业基础。

“十二五”：掌握核心技术；开发优势产品；形成创新特色；提高产业实力。

“十三五”：开发创新技术；确立优势地位；进入世界前列；实现同步发展。

国家科技重大专项和产业投资基金引领我国集成电路产业发展到了一个新的高度。

国家科技重大专项实施进展

- 1、中国集成电路形成了技术体系，建立了产业链，产业生态和竞争力得到了完善和提升。
- 2、高端芯片设计能力大幅提高。
- 3、制造工艺取得长足进步，65、40、28 纳米工艺量产，14 纳米技术研发突破，特色工艺竞争力提高。
- 4、集成电路封装从中低端进入高端，竞争力大幅提升。
- 5、关键装备和材料实现从无到有，整体水平达到 28 纳米，部分产品进入 14-7 纳米，被国内外生产线采用。
- 6、培养了一批富有创新活力，具备一定国际竞争力的骨干企业。

自主知识产权大幅提升，处处受制于人局面得到改变

- 1、集成电路制造、封测、材料、设备等产业专利申请数量快速增长，专项支持比例占企业新增专利量的 50%；
- 2、专项实施期间企业累计申请发明专利 43292 项，其中依托专项申请发明专利 25138 项。

制造工艺发展自主权提高：从“引进消化吸收再创新”转为“自主研发加国际合作”

3D NAND 技术研发取得重大进展和创新。

以自主知识产权为基础开展研发，提出新构架 XTacking。这是一个里程碑：中国企业首次在集成电路领域提出重要的新构架和技术路径。

- 1、国内大容量高密度 NAND 型存储器零的突破。
- 2、实现 NOR 到 NAND、2D 到 3D、SLC 到 TLC 三方面的技术跨越。

中国封测产业技术进步，技术覆盖率达到 90%。

中国封测产业变化，封测销售产品中先进封装技术占比由 2008 年不足 5% 到 2017 年超过。

封测发展的机遇

1、上下游产业相互渗透与融合

- (1) 芯片代工厂向封装延伸，如 TSMC 的 INFO 技术；
- (2) 封装业借助芯片制造工艺，如 Middle-end 工艺（晶圆级封装、3D TSV 等）；
- (3) 基板制造业向封装渗透，如嵌入式基板。

2、应用/终端驱动

- (1) 产品多元化：从智能手机到物联网、5G 通讯、人工智能、无人驾驶、虚拟现实等；
- (2) 针对性的封装技术开发。

未来发展的思考

- 原创性的封装技术来源于 IDM，芯片设计公司以及不具有封测能力的终端厂商必然寻求与高水平的封装代工厂的战略合作——虚拟 IDM 模式。
- 封装代工厂需要紧跟先进的制造工艺和设计公司的新产品。
- 通过对所使用材料、设备的大规模量产实现成本的优化，完成封装技术和工艺的创新。
- 满足终端厂商和设计公司的根本需求，实现从第二供应商到第一供应商的转变。

行业创新合作平台开始发挥作用

- 华进研发中心：通过多家国内外知名企业及供应商资质审核并建立长期合作关系，包括 Intel、微软、ADM、Synaptic、LittleFuse、TDK-EPCOS、华为、美新、德毫光电等，已启动 ISO17025 资质认证；
- 与航天科技、中电科技、中国科学院等集团下属研究院（所）保持稳定的合作关系，支持多项国家重大工程；
- 新技术产品包括射频通讯系统集成、MEMS 加速度计封装、指纹传感器封装、TSV-CIS 封装、77G 汽车雷达封装、硅基 MEMS 滤波器、高速传输光引擎、无中微子双贝塔衰变探测器等。

装备和材料是产业的基石，是推动集成电路技术创新的引擎

- 一代技术依赖于二代工艺，二代工艺依赖一代设备和材料来实现
- 国际上集成电路装备垄断趋势加剧。

任务部署——装备整机

- 国内集成电路装备已进行了系统部署，主要种类已涵盖。
- 高端关键装备和材料从无到有，形成一定支撑能力
 - i. 20 种芯片制造关键装备、17 种先进封装设备和 103 种关键材料产品通过大生产线验证进入海内外销售；
 - ii. 芯片制造关键装备品种覆盖率达到 31.1%，新建生产线国产化率达到 13%；先进封装关键装备品种覆盖率和国产化率均达到 80%；

装备及材料主要进展情况

- 产品细分系列不断丰富，工艺覆盖率持续提升。
- 1、逻辑产品国产装备工艺覆盖率持续提升；
 - 2、PVD、介质刻蚀机、LPCVD 等 6 种装备进入 14nm 线验证，进展顺利，介质刻蚀等部分产品通过 7nm 验证；
 - 3、存储器产品，国产装备工艺覆盖率约 15-25%。
- 核心零部件在泛半导体大批量使用，在 IC 装备的应用逐步提高。
 - 反应腔室及金属零部件等大批量供应国内外市场；
 - 2018 年预计实现 1 亿美元销售；
 - 干泵批量进入装备及国内主要 FAB 线，成为主要供应商之一；
 - 流量计、机械手、陶瓷部件等在泛半导体产业大批量使用，逐步提升 IC 领域的市场比例；
 - 分子泵、静电卡盘、射频电源、压力计等零部件验证中。

- IC 装备销售额持续增长，企业规模和竞争能力逐步提升。
- 国产装备和材料对泛半导体产业起到了显著的辐射带动作用。

光伏、LED 等产业关键设备大批量国产化，推动了产业整体竞争力的大幅提升，在这些产业规模跃居世界第一的过程中发挥了显著作用。

LED：LED 生产线国内具备整线配套能力。刻蚀机、PVD 等装备市占率达到 80%左右，中微 MOCVD 实现大批量供货，成为国内市场主流，打破该设备长期依赖进口的局面。

光伏：国产装备成为国际市场主流，具备整线配套能力。

先进封装：国产装备采购比例达到 79%，节约设备采购资金 30%以上。

微显示：具备成套供货能力，国产设备有望支撑微显示器件行业，形成国际竞争力的中国系统解决方案。

晶圆制造材料领域专项布局

2008 年之前，8-12 英寸晶圆制造材料几乎 100%依赖进口，目前关键材料品种覆盖率达到 25%，国产化率达到 20%。

在专项实施及带动下，攻克了一批制约材料产业发展的成套技术，开发了一批高端集成电路制造用关键产品，填补了国内空白，一些材料成为国内制造企业的基线产品，部分企业步入快速发展通道，初步形成了我国集成电路制造用材料供应链雏形。

“中兴事件”只是最新的一个案例。

2015 年 4 月，美国商务决定对中国四家国家超级计算机中心禁售至强 PHI 计算卡；

2016 年 1 月，美国外商投资委员会（CFIUS）否决了中国投资者收购飞利浦旗下子公司的照明业务；

2016 年 2 月，紫光股份因 CFIUS 审查而放弃收购西部数据；

2016 年 3 月，美国商务部宣布对中兴通信实施制裁；

2016 年 10 月，德国政府撤回对中资企业收购 Aixtron 的批准；

2016 年 11 月，美国商务部长珮尼·普利兹克警告，中国政府主导在半导体领域大规模投资扭曲全球集成电路市场，破坏行业创新生态系统；

2017 年 1 月，美国总统科学技术咨询委员会向美国新政府提交的最新报告建议对中国集成电路产业进行限制；

2018 年 4 月，美国政府宣布启动对中兴通讯制裁，断绝其美国供应链。

从自身发展到全球格局，中国 IC 产业都需要再定位。

1、“从无到有”进行产业链布局后，中国需要“升级版的发展战略”，不能再一味追求建厂扩产了；

2、下阶段战略是“以产品为中心，以行业解决方案为突破口”。系统应用、设计、制造和装备材料必须更有力的措施，实现融合发展；

3、从“追赶战略”转向“创新战略”，在全球产业创新链中形成自己的特色。以中国市场引领全球市场，重塑全球产业链。

- 立足中国市场实现世界水平创新，在若干核心技术领域形成具有特色的创新技术和新产品。

- 通过产业链协同，技术创新与商业模式创新并行。

亟待解决的几个问题

1、产业模式单一，需要在无晶圆设计和芯片代工制造基础上，根据产品特点发展多元的模式，尤其是 IDM。

2、装备和材料仍然是短板；28nm 以上的产品工艺和特色工艺种类覆盖仍然不够；尖端工艺的追赶难度变大。

3、协同发展的产业生态需要近快形成，“系统—芯片—工艺—装备—材料”紧密协同对整个产业发展至关重要。

4、产业布局的无序竞争、碎片化与同质化倾向，与国际整合趋势背道而驰。

5、随着技术差距的缩短，“短兵相接”的企业研发压力和投入成倍增长，倍感吃力。长远看，基础研究和前瞻技术布局不足，创新跨越缺乏支撑。

6、产业政策仍有缺失；已有政策落实也未到位；对竞争对手的非正当竞争缺乏制止手段。