2019 年中国 MOSFET 行业概览

分析师：苏素

2019 年 11 月

概览标签：半导体、硅、MOSFET、宽禁带半导体

概览摘要：MOSFET，又称 MOS、MOS 管，全称为 Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor，金属-氧化物半导体场效应晶体管，即以金属层（M）的栅极隔着氧化层（O）利用电场的效应来控制半导体（S）的场效应晶体管。当前 5G 商用进展如火如荼，相关终端产品将在未来 3-5 年内实现量产，整个 5G 产业链将带来成倍数 MOSFET 需求上涨，叠加清洁能源、电动汽车等领域的发展，未来 MOSFET 市场份额将迎来爆发式增长。预计未来五年，中国 MOSFET 行业市场规模（以销量计）将以 24.9%的年复合增长率增长至 2,858.6 亿只。

- 宏观环境助推国产品牌崛起

中国是世界上最大的 MOSFET 市场，对 MOSFET 有巨大的市场需求，受制于国产产品性能不佳，大部分高端应用领域在原材料采购进程中不会将国产 MOSFET 纳入选择范围。2018 年的“中兴事件”加速了国内各行业对于半导体器件的国产化替代进程，部分下游企业开始尝试使用国产分立器件产品替代进口产品，为中国 MOSFET 厂商提供了难得的市场机遇。

- 下游行业市场需求不断扩张

随着电子整机、消费类电子产品等产业链下游行业市场份额的扩张，MOSFET 市场规模仍有可观的发展空间。汽车电气化刺激 MOSFET 带来巨大的增量，下游电子整机对节能环保的需求在拉动分立器件产品需求量增长的同时，也带动了产品结构的快速升级。随着 5G 商用化进程的开始以及 TypeC 在移动端的进一步覆盖，宽禁带 MOSFET 的需求量将成倍增长。

企业推荐：

- 新洁能
- 深爱半导体
- 燕东微电子

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动

目录

1 方法论 5

1.1 研究方法 5

1.2 名词解释 6

2 中国 MOSFET 行业市场综述 8

2.1 中国 MOSFET 行业定义及分类 8

2.2 全球 MOSFET 行业技术发展历程 9

2.3 中国 MOSFET 行业产业链 11

2.3.1 上游分析 11

2.3.2 中游分析 13

2.3.3 下游分析 14

2.4 中国 MOSFET 行业市场规模 16

3 中国 MOSFET 行业驱动因素分析 18

3.1 宏观环境助推国产品牌崛起 18

3.2 下游市场需求不断扩张 18

4 中国 MOSFET 行业政策分析 20

5 中国 MOSFET 行业风险分析 21

6 中国 MOSFET 行业市场趋势 22

6.1 大尺寸晶圆片将成为主要原材料 22

6.2 行业洗牌，集中度不断提高 23

7 中国 MOSFET 行业竞争格局分析 24

7.1 中国 MOSFET 行业竞争格局概述 24

7.2 中国 MOSFET 行业投资企业推荐 25
7.2.1 无锡新洁能股份有限公司 25
7.2.2 深圳深爱半导体股份有限公司 28
7.2.3 北京燕东微电子有限公司 30

图表目录

图 2-1 中国 MOSFET 主要分类.....8
图 2-2 全球 MOSFET 行业技术发展历程.....9
图 2-3 中国 MOSFET 行业产业链分析.....11
图 2-4 中国晶圆生产线建设投产情况，2018 年.....12
图 2-5 中国 MOSFET 产业链下游分析.....15
图 2-6 NVIDIA TITAN RTX 产品电源模块展示.....16
图 2-7 中国 MOSFET 行业市场规模（以销量计），2014-2023 年预测.....17
图 3-1 宽禁带 MOSTET 应用场景及性能分析.....19
图 4-1 中国 MOSFET 行业相关政策分析.....21
图 6-1 MOSFET 产品制程发展.....23
图 6-2 MOSFET 生产流程及市场分布.....24
图 7-1 新洁能主要产品线.....26
图 7-2 深爱半导体产品优势.....28
图 7-3 燕东微电子产品线.....30

1 方法论

1.1 研究方法

头豹研究院布局中国市场，深入研究 10 大行业，54 个垂直行业的市场变化，已经积累了近 50 万行业研究样本，完成近 10,000 多个独立的研究咨询项目。

- ✓ 研究院依托中国活跃的经济环境，从半导体、分立器件、制造业等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。

- ✓ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后 f 的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。

- ✓ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。

- ✓ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

- ✓ 头豹研究院本次研究于 2019 年 10 月完成。

1.2 名词解释

- **导体**：电阻率极小且易于传导电流的物质。
- **绝缘体**：又称电介质，一种阻碍电荷流动的材料。
- **LED:** Light Emitting Diode，发光二极管，由含镓(Ga)、砷(As)、磷(P)、氮(N)等的化合物制成。
- **消费类电子产品**：个人和家庭使用的、与广播、电视有关的音频和视频产品。
- **光伏**：太阳能光伏发电系统的简称，一种利用太阳电池半导体材料的光伏效应，将太阳光辐射能直接转换为电能的一种新型发电系统，有独立运行和并网运行两种方式。
- **元件**：小型的机器、仪器的组成部分，其本身常由若干零件构成，可在同类产品中通用。
- **短通道效应**：当金属氧化物半导体场效应管的导电沟道长度降低到十几纳米、甚至几纳米量级时，晶体管出现的一些效应。这些效应主要包括阈值电压随着沟道长度降低而降低、漏致势垒降低、载流子表面散射、速度饱和、离子化和热电子效应。
- **双栅 CMOS 工艺**：在 CMOS 工艺上发展出的 MOSFET 集成工艺，n^+多晶硅栅极电极与 p^+多晶硅栅极电极分别应用于 NMOS 与 PMOS 中。
- **硼渗透**：为抑制短通道效应，减少了栅极氧化物厚度，P+多晶硅中的硼掺杂剂在高温退火过程中可跨过栅极氧化物扩散到通道中，这被称为硼渗透。
- **隧穿现象**：像电子等微观粒子能够穿入或穿越位势垒的量子行为。
- **LSI**：Large-scale Integrated Circuit，大规模集成电路，通常指含逻辑门数为 100 门-9,999 门（或含元件数 1,000-99,999 个），在一个芯片上集合有 1,000 个以上电子元件的集成电路。
- **功率半导体器件**：具有处理高电压、大电流能力的半导体器件，也称电力电子器件。
- **COP**：Crystal Originated Particle，晶体原生颗粒，单晶育成时在结晶内引入的微细

缺陷。该缺陷与单晶育成时的拉提速度和凝固后的单晶内温度分布相关。

- **UPS**：Uninterrupted Power Supply，不间断电源，将蓄电池与主机相连，并通过主机逆变器等模块电路将直流电转换成市电的系统设备。
- **Wafer**：晶圆，半导体集成电路制作所用的硅晶片，由于其形状为圆形，故称为晶圆。
- **Die**：裸片，是硅片中一个很小的单位，包括了设计完整的单个芯片以及芯片邻近水平和垂直方向上的部分划片槽区域。
- **GPU**：Graphics Processing Unit，又称显示核心、视觉处理器、显示芯片，是一种专门在个人电脑、工作站、游戏机和一些移动设备（如平板电脑、智能手机等）上做图像和图形相关运算工作的微处理器。
- **CPU**：Central Processing Unit，中央处理器，计算机系统的运算和控制核心，是信息处理、程序运行的最终执行单元。
- **宽禁带半导体材料**：又被称为第三代半导体材料，指禁带宽度在 2.3eV 及以上的半导体材料，典型的是碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)、金刚石等材料。
- **中兴事件**：2018 年 4 月 16 日，美国商务部单方面激活美国企业禁止向中兴通讯销售元器件的禁令，为期 7 年。6 月 7 日，美国商务部正式宣布与中国中兴通讯公司达成新和解协议，但中兴公司需要支付 10 亿美元罚款，另准备 4 亿美元交由第三方保管。此外美国选择合规团队进驻中兴，并要求中兴在 30 天内更换董事会和高管团队，中兴事件正式尘埃落定。

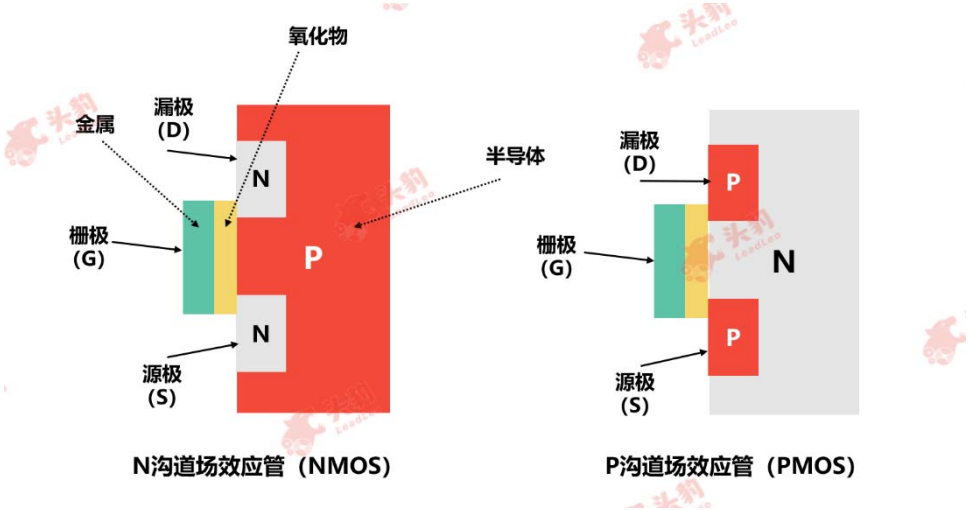
2 中国 MOSFET 行业市场综述

2.1 中国 MOSFET 行业定义及分类

MOSFET，又称 MOS、MOS 管，全称为 Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor，金属-氧化物半导体场效应晶体管，即以金属层（M）的栅极隔着氧化层（O）利用电场的效应来控制半导体（S）的场效应晶体管。根据工作载流子的极性不同，功率 MOSFET 可进一步分为 N 沟道型（NMOS）与 P 沟道型（PMOS），两者极性不同但工作原理类似，在实际电路中采用导通电阻小、制造较容易的 N 沟道型 MOSFET。

MOSFET 具有三个电极，分为源极（Source）、漏极（Drain）以及栅极（Gate），通过控制栅极所加电压可控制源极与漏极之间的导通与关闭。以 N 沟道 MOSFET 为例，当 G、S 极之间的电压为零时，D、S 之间不导通，相当于开路，而当 G、S 极之间的电压为正且超过一定界限时，D、S 极之间则可通过电流，因此功率 MOSFET 在电路中起到的作用近似于开关（见图 2-1）。

图 2-1 中国 MOSFET 主要分类



来源：头豹研究院编辑整理

作为最基础的电子器件，MOSFET 具有高频、电压驱动、抗击穿性好等特点，应用范

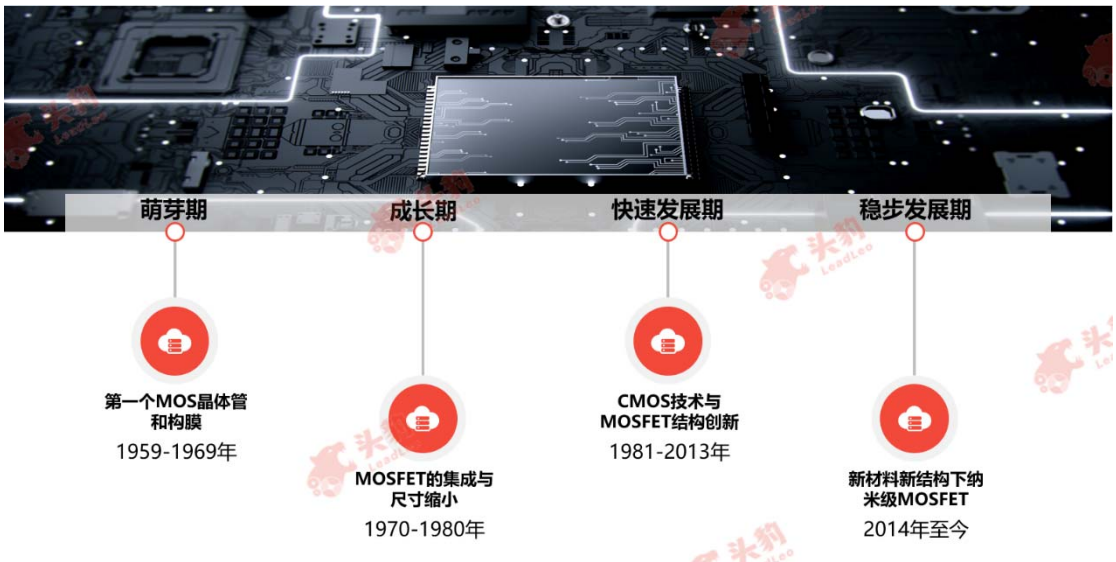
围覆盖电源、变频器、CPU 及显卡、通讯、消费电子、汽车电子、工业等多领域。在一般电子电路中，MOSFET 通常被用于放大电路或开关电路，其可作为逻辑电路和易失性电路内存电路的开关，也可作为放大信号元器件使用。20 世纪 70 年代，CMOS 技术在 NMOS 与 PMOS 工艺基础上逐渐发展起来，CMOS 的 C 表示互补，即将 NMOS 器件与 PMOS 器件同时制作在同一硅衬底下，制作 CMOS 集成电路。CMOS 集成电路具有功耗低、速度快、抗干扰能力强、集成度高等众多优点，是当前集成电路的主流工艺技术，MOSFET 也因此成为当前集成电路的重要元器件之一。

目前市面上主流的 MOSFET 生产商主要有 ST、ON、Infineon、Fairchild Semi、台湾富鼎先进、台湾茂达、AOSMD 等。

2.2 全球 MOSFET 行业技术发展历程

自 20 世纪 50 年代末第一只 MOSFET 诞生以来，经过 60 年的技术更迭，MOSFET 的产品性能趋于稳定。全球 MOSFET 技术发展历程可分为以下四个阶段：萌芽期、成长期、快速发展期、稳步发展期（见图 2-2）。

图 2-2 全球 MOSFET 行业技术发展历程



来源：头豹研究院编辑整理

（1）萌芽期（1959-1969 年）

1959 年，全球首款功能性 MOSFET 问世，这款产品使用了硅低衬、二氧化硅栅极电介质和 AI 栅极电极。此后，通过引入杂质吸附的方法以及提高对环境清洁度的控制，MOSFET 栅极不稳定的问题得到了解决。这一时期，功率器件领域内成功建立起 MOSFET 的漏极电流 I_d 和漏极电压 V_d 以及栅极电压之间的关系模型，**但由于 MOSFET 驱动电流低于双极结晶体管，且阈值电压不稳定，尚未成为主流双极技术的竞争者。**

（2）成长期（1970-1980 年）

20 世纪 60 年代后期，MOSFET 开始采用多晶硅栅极电极。70 年代初，多晶硅栅极在高温掺杂扩散时形成源-漏极区域的标志，从而让源极/漏极和栅极电极自行对齐，使 MOSFET 尺寸不断缩小成为了可能。**在此背景下，MOSFET 开始被用于 LSI 电路的制造，如内存和微处理器，但高性能大型计算机主要还是使用双极结晶体管。**

（3）快速发展期（1981-2013 年）

随着技术的进步，MOSFET 的特征尺寸不断减小。为解决短通道效应，业界提出了轻掺杂漏极结构。自 6μm 代 MOSFET 以来，电源电压二十多年保持在 5V，最终在 0.5μm 代技术产生时，电源电压下降至 3.3V，电源电压的下降有效缓解了漏极附近横向电场的压力。

20 世纪 80 年代中期，双栅 COMS 工艺出现，CMOS LSI 逐渐替代 NMOS LSI。COMS 集成电路被广泛应用于数字电路与模拟电路中，MOSFET 成为现代电子信息产业的重要基础器件之一。

对于 MOSFET 的数字应用，速度与功耗是关键因素，为获得更高的速度和更低的功耗，这一时期的研发重点始终在缩小 MOSFET 的尺寸。缩小晶体管尺寸，即缩短栅长，可实现 LSI 性能的提升，以及工作速度的提高，同时还能够削减生产成本，降低开/关切换时的耗电量。

（4）高速发展期（2014 年至今）

关于栅极氧化物的厚度，当时业界普遍认为 3nm 是极限，低于该数值时则出现隧穿现象。2016 年，IBM 利用强度更大的背光注入技术成功地制造出了厚度 4nm、栅长 6nm 的 MOSFET，是目前世界上能够实际运行的“最小”的 MOSFET。

为实现器件进一步的缩小与集成，MOSFET 在纳米级别还在现基础上进一步向更小尺寸发展。为突破物理极限，当前国际各科研团队在新材料特殊属性基础上研发，试图制造出更高性能更低功率更小尺寸的 MOSFET。

2.3 中国 MOSFET 行业产业链

中国 MOSFET 产业链上游市场参与者有晶圆、封装材料等原材料供应商及生产设备供应商，产业链中游为中国 MOSFET 制造企业，产业链下游应用领域涵盖消费电子、通讯、汽车电子、CPU/GPU、工业及电子照明等多领域（见图 2-3）。

图 2-3 中国 MOSFET 行业产业链分析



来源：头豹研究院编辑整理

2.3.1 上游分析

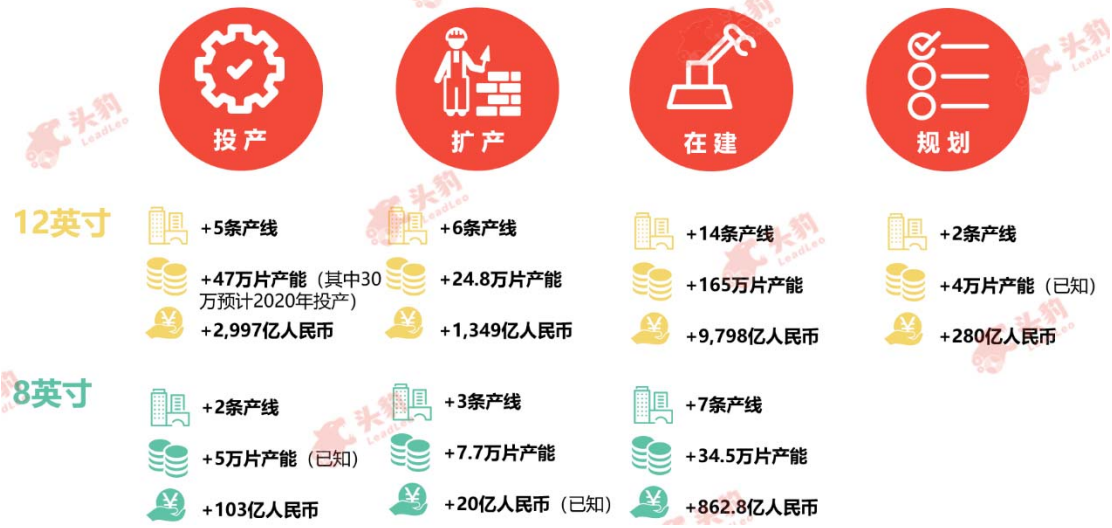
中国 MOSFET 产业链上游市场参与者有晶圆、封装材料等原材料供应商及生产设备供

应商。

晶圆采购成本约占 MOSFET 成本的 30%-40%，当前全球晶圆供给紧张局面促使晶圆价格持续上涨。12 英寸晶圆在 2017 年起逐季上涨，全年价格涨幅约为 20%-30%，受晶圆产能不足的影响，8 英寸晶圆价格随之跟涨。当前中国 MOSFET 芯片良率已达 95%以上，已基本追平 98%-99%的国际水平，在中低端领域凭借性价比已基本实现进口替代，但制程多集中 6 英寸，落后于国际市场中功率器件商普遍使用的 8 英寸晶圆制造技术。在 12 英寸晶圆片领域，当前国际功率器件厂商仅有英飞凌具备相关制造技术。

自 2000 年以来，全球领先晶圆厂产能逐渐从 6 英寸晶圆产线迁移到更高阶的 12 英寸晶圆产线，8 英寸晶圆生产线数量停滞不前，甚至在 2015 年生产线数量处于逐渐下滑的状态，2016-2017 年市场随之出现供应紧张状态。相对于刚刚起步的 12 英寸产线，8 英寸制程可推动中国半导体产业推动设备及材料的联动。目前中国有中芯国际、华虹宏力、上海先进、华润微电子等多家集成电路制造厂商已建成多条 8 英寸生产线。在功率器件 12 英寸的技术节点上，政府高度重视晶圆厂的技术发展，近两年来投入巨额资金支持 12 英寸及 8 英寸先进晶圆产线发展（见图 2-4），随着新晶圆产线逐渐建成投产，将为中国半导体产业提供坚实的发展基础。

图 2-4 中国晶圆生产线建设投产情况，2018 年



封装作为 MOSFET 器件制作的重要环节，其成本占总成本 40%-60%。具体封装费用根据封装技术、使用胶量以及金丝、铜丝等金属材料的价格波动。封装好的 MOSFET 经过测试剔除不良产品，经过编带后逐个放入 MOSFET 载带，形成 2,000-3,000 个/盘的最终产品。MOSFET 测试费用按照颗粒计费，通常一个 Die 价格在几厘到几分不等。编带过程的外包价格则通常按小时收费，平均一台机器计费价格约为 50-100 元/小时。

目前大多数 MOSFET 厂商采用 Fabless 模式，除设计环节外大多外包给晶圆厂、封测厂生产，故而生产设备在成本核算中应具体情况具体分析。

2.3.2 中游分析

按生产模式来分，MOSFET 厂商可分为 IDM（Integrated Design and Manufacture，垂直整合制造）模式、Fabless（无工厂芯片供应商）模式及 Foundry（代工厂）模式。

IDM 模式：集 MOSFET 设计、制造、封测，甚至是下游电子终端产品生产于一体的模式。中国 MOSFET IDM 厂商主要有新洁能、扬杰、深爱半导体等，企业可在设计、制造等环节协同优化，充分发掘技术潜力，可率先实现领先技术的实验并推行新的半导体技术。但 IDM 模式资金壁垒较高，通常 IDM 厂商规模庞大，管理成本高，资本回报率较低。

Fabless 模式：指仅负责 MOSFET 芯片设计，将生产、测试、封装等环节外包的模式。Fabless 模式下，厂商直接面对用户，根据用户需求进行个性化定制，企业资产轻，初始投资规模小，创业难度低，运营费用低，转型灵活。中国华南地区以及江浙沪地区有众多中小型 MOSFET 厂商，其地理位置多贴近下游消费电子整机厂厂址。这些中小型 MOSFET 厂商多使用 Fabless 模式，从晶圆厂购买芯片直接售卖，或者将封装、测试环节外包，出售 MOSFET 成品。部分小厂商的主要客户为中低端消费电子整机厂，产品利润水平低，客户对产品质量要求低，厂商为压缩成本甚至不进行测试环节。

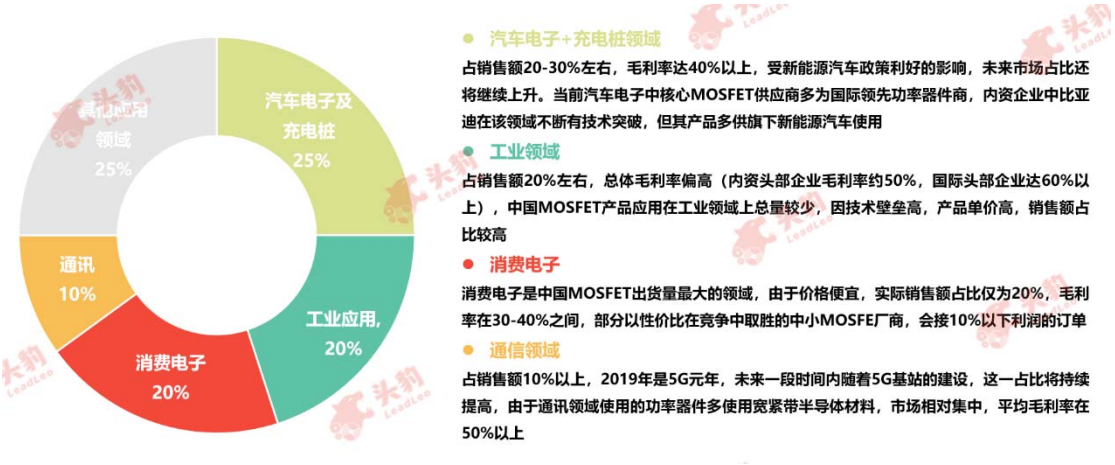
Foundry 模式：只负责代工制造、封装或测试的其中一环，不负责 MOSFET 产品设计的模式，如苏州固锝，其不仅生产自身产品，还为其他设计公司提供芯片代工服务。一般代工厂模式下，厂商可同时为多家设计公司提供服务。代工厂不存在因市场调研不准与产品设计缺陷等问题带来的决策风险，但是批量化的生产需要较大投资规模，高昂的生产线运维费用导致该行业资金壁垒远高于 Fabless 模式厂商。由于半导体生产工艺水平直接影响产品质量与产品良率，高工艺水平的芯片代工厂在产业链中具有较高话语权。在行业内出现周期性产能紧张的时候，知名芯片代工厂，如华虹电子订单交付周期将从淡季的 1-2 个月延长至 6 个月以上。大部分设计公司为了囤货应对市场需求，会采用竞价的方式高价购买代工厂提前交付的产品。

2.3.3 下游分析

产业链直接下游企业涵盖消费电子、工业、通讯、汽车电子、CPU/GPU 及电子照明等多领域，并通过直接客户与汽车、计算机、家用电器等众多最终消费品配套。

据在 MOSFET 行业从业超过十年的专家表示，中国 MOSFET 应用分布中，汽车电子及充电桩占比达 20-30%，消费电子占比在 20%以上，工业领域应用约占 20%，通讯设备占比自 2019 年 3 月份起呈持续上升态势（见图 2-5）。近三年来，受益于国家经济刺激政策的实施以及新能源、新技术的应用，下游最终产品的市场需求保持着良好的增长态势，从而为 MOSFET 行业的发展提供了广阔的市场空间。

图 2-5 中国 MOSFET 产业链下游分析



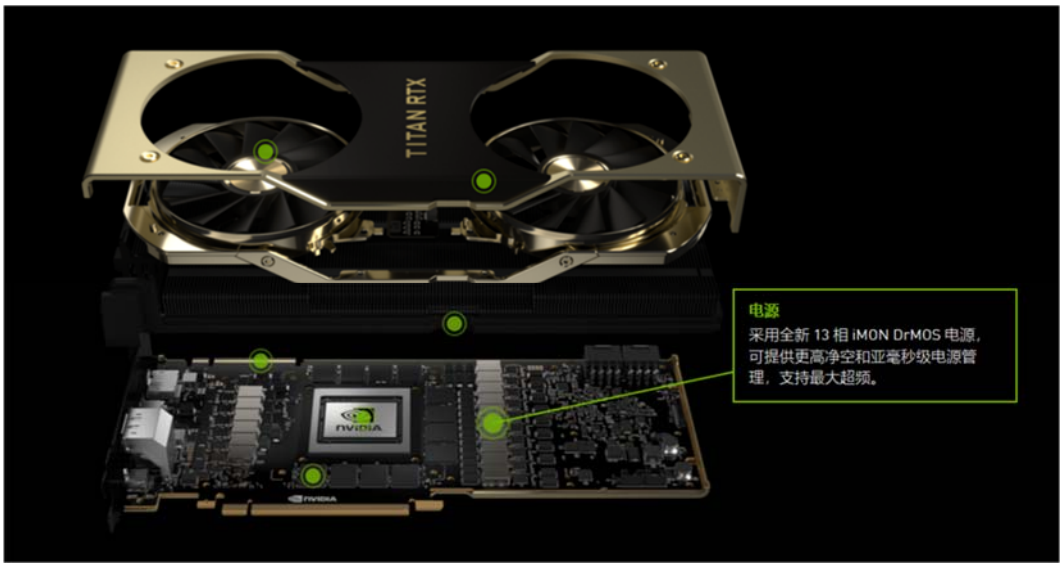
来源：头豹研究院编辑整理

汽车电气化为 MOSFET 带来巨大的增量空间。2017 年 2 月，国务院发布的《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》中提出，到 2020 年中国新能源汽车年产销 200 万辆以上，累计产销超过 500 万辆，整体技术水平保持与国际同步，形成一批具有国际竞争力的新能源汽车整车和关键零部件企业。2015 年 11 月，国家发改委印发的《电动汽车充电基础设施发展指南（2015-2020)》提出，到 2020 年中国充换电站数量达到 1.2 万个，分散式充电桩超过 480 万个。传统汽车中，MOSFET 主要用于辅助驱动各种电动马达，包括通风系统、雨刮器、电动车窗等。电动汽车中大量电气控制装置将促使 MOSFET 的用量大幅上升。根据英飞凌测算，电动汽车中半导体价值量接近传统汽车的两倍，MOSFET 与 IGBT 等功率器件是电动车电机控制器实现功率变换的核心部件，高端电动汽车中，MOSFET 器件用量可达 250 只。同时新能源汽车的普及也将进一步带动充电桩的需求，MOSFET 作为充电桩的核心功率器件，其销量将随着充电桩分布密度的提高不断上升。

在低压 MOSFET 市场中，PC 占据了 40%以上的市场份额，**每一代 CPU（又称“主板”）、GPU（又称“显卡”）的更迭都会带动一波 MOSFET 的市场需求。**随着 CPU、GPU 运算能力的上升，所需供电电流愈高，当电流超过电子元件的承受能力后，多相供电就成为了必要。多相供电电路中每一项供电都至少需要上下桥两个 MOSFET。电竞的蓬勃发展促

使 PC 硬件最高配置逐年升级，当前英伟达领先产品 NVIDIA TITAN RTX 中搭载的 iMOS Dr MOS 电源高达 13 相（见图 2-6），远高于五年前主流的 4-6 相供电，CPU 与 GPU 的算力提高使 MOSFET 用量大幅增加。

图 2-6 NVIDIA TITAN RTX 产品电源模块展示



来源：NVIDA 官网，头豹研究院编辑整理

2.4 中国 MOSFET 行业市场规模

中国 MOSFET 行业整体不断发展，市场规模（以销量计）从 2014 年的 2.8 亿只增长至 2018 的年 939.8 亿只，年复合增长率高达 326.5%。2016 年，中国 MOSFET 行业结束了自 2012 年起市场份额逐年增长的态势，其主要原因如下：

（1） 宏观上，由于全球经济整体复苏乏力，且 PC 市场衰退，移动通信终端市场增速减缓及平板等主要电子产品市场发展放缓；

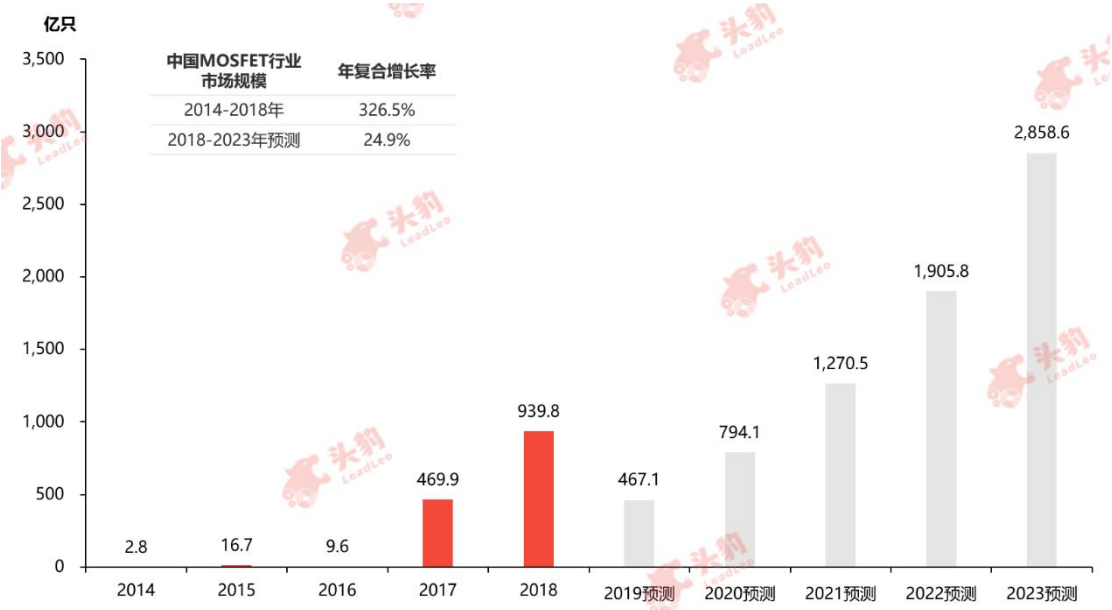
（2） 2014-2015 年积累的大批产能在 2016 年电子产品市场结构调整中爆发，叠加下游端的需求压缩，行业内产能过剩的情况大量存在。

但受物联网、云计算、大数据、智能制造、智能交通、医疗电子等新兴应用领域市场拓展的影响，自 2016 年起，中国 MOSFET 行业市场规模再次恢复了逐年增长的发展趋势。

2019 年起，受 2018 年中美贸易战影响，中美汇率上涨，下游整机出口受限，消费电子整体市场需求降低。同时 2017-2018 年积累的产能在 2019 年陆续投产，供应端迎来产能过剩的局面。供大于需的现状导致自 3 月份起，MOSFET 价格逐渐走低，销量整体下滑，大量库存累计在分销商手中。

但自第三季度起，5G 商用进展如火如荼，相关终端产品将在未来 3-5 年内实现量产，整个 5G 产业链将带来倍数的 MOSFET 需求上涨，叠加清洁能源、电动汽车等领域的发展，未来 MOSFET 市场份额将迎来爆发式增长。预计未来五年，中国 MOSFET 行业市场规模（以销量计）将以 24.9%的年复合增长率增长至 2,858.6 亿只（见图 2-7）。

图 2-7 中国 MOSFET 行业市场规模（以销量计），2014-2023 年预测



来源：中国电子信息产业统计年鉴，头豹研究院编辑整理

3 中国 MOSFET 行业驱动因素分析

3.1 宏观环境助推国产品牌崛起

早在 2010 年，国家发改委《关于组织实施 2010 年新型电力电子器件产业化专项的通知》中，确立了功率器件产业化专项重点，支持 MOSFET、IGCT、IGBT、FRO 等量大面广的新型电力电子芯片和器件的研发与产业化。**近五年来，国家出台了一系列政策扶持民族半导体制造行业，培养了一批专业人才，行业内整体科研水平迅速提升，大批分立器件制造企业在短时间内迅速壮大。**

地缘政治因素也为内资产品提供了更大的市场空间。中国是世界上最大的 MOSFET 市场，对 MOSFET 有巨大的市场需求，受制于国产产品性能，大部分高端应用领域在原材料采购进程中不会将国产 MOSFET 纳入选择范围。2018 年的“中兴事件”加速了国内各行业对于半导体器件的国产化替代进程，部分下游企业开始尝试使用国产分立器件产品替代进口产品，为中国功率器件厂商提供了难得的市场机遇。

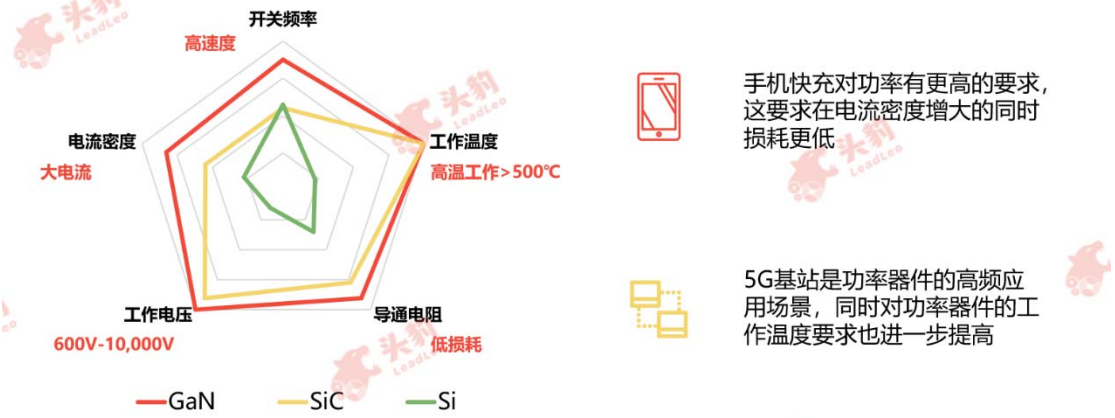
3.2 下游市场需求不断扩张

随着电子整机、消费类电子产品等产业链下游行业市场份额的扩张，MOSFET 市场规模仍有可观的发展空间。**汽车电气化刺激 MOSFET 带来巨大的增量，下游电子整机对节能环保的需求在拉动分立器件产品需求量增长的同时，同时带动产品结构的快速升级。**

随着 5G 商用化进程的开始以及 TypeC 在移动端的进一步覆盖，宽禁带 MOSFET 的需求量将成倍增长。同时有关 SiC 基、GsN 基及封装等新技术新工艺的发展使新型 MOSFET 产品展现出良好的性能，工作温度、电阻、功率、电压、频率等属性的优化促使 MOSFET 可适用于更多应用场景（见图 3-1）。宽禁带 MOSFET 芯片的售价与利润率远高于硅基

MOSFET 芯片，随着新材料分立器件的应用普及，未来 MOSFET 的整体市场规模将在现有基础上进一步扩大。

图 3-1 宽禁带 MOSTET 应用场景及性能分析



来源：头豹研究院编辑整理

4 中国 MOSFET 行业政策分析

2016 年 7 月，中央办公厅、国务院办公厅在《国家信息化发展战略纲要》中强调制定国家信息领域核心技术设备发展战略纲要的重要性，以体系化思维弥补单点弱势，打造国际先进、安全可控的核心技术体系，带动集成电路、基础软件、核心元器件等薄弱环节实现根本性突破。2016 年 11 月，国务院发布《“十三五”国家战略性新型发展产业发展规划》，指出加快制定宽禁带半导体标准，推动电子器件变革性升级换代。在科研领域加强低功耗高性能新原理硅基器件、硅基光电子、混合光电子、微波光电子等领域前沿技术和器件研发，形成一批专用关键制造设备，提升光网络通信元器件支撑能力。在《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》、《国家信息化发展战略纲要》等产业政策支持和国民经济发展的推动作用下，中国功率 MOSFET 行业整体的技术水平、生产工艺、自主创新能力和技术成果转化率有了较大的提升。

近五年来，国家对半导体产业支持力度持续加码，十三届全国人大一次会议政府工作报告中将“推动集成电路、第五代移动通信、飞机发动机、新能源汽车、新材料等产业发展”列在实体经济发展部分首位，凸显半导体产业在国家战略中的重要地位。2017 年 2 月，国家发改委下发《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016 版）》，重点支持电力电子功率器件核心产业，其中包括金属氧化物半导体场效应管（MOSFET）、绝缘栅双极晶体管芯片（IGBT）及模块、快恢复二极管（FRD）、垂直双扩散金属-氧化物场效应晶体管（VDMOS）、可控硅（SCR）、5 英寸以上大功率晶闸管（GTO）、集成门极换流晶闸管（IGCT）、中小功率智能模块。

2019 年 10 月 8 日，国家工信部在回复政协《关于加快支持工业半导体芯片技术研发及产业化自主发展的提案》时指出，未来工信部及相关部门将持续推进工业半导体材料、芯

片、器件及 IGBT 模块产业发展，根据产业发展形势，调整完善政策实施细则，更好地支持产业发展。通过行业协会等加大产业链合作力度，深入推进产学研用协同，促进中国工业半导体材料、芯片、器件及 IGBT 模块产业的技术迭代和应用推广（见图 4-1）。

图 4-1 中国 MOSFET 行业相关政策分析

政策名称	颁布日期	颁布主体	主要内容及影响
《关于政协十三届全国委员会第二次会议第2282号(公交邮电类256号)提案答复的函》	2019-10	国家工信部	工信部就加快支持工业半导体芯片技术研发及产业化自主发展的政策扶持、开放合作、关键技术突破、以及人才培养等四个方面做出了答复，工信部将继续支持中国工业半导体领域成熟技术发展，推动中国芯片制造领域良率、产量的提升。积极部署新材料及新一代产品技术的研发，推动中国工业半导体材料、芯片、器件、IGBT模块产业的发展
《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016版）》	2017-02	国家发改委	重点支持电力电子功率器件核心产业，其中包括金属氧化物半导体场效应管（MOSFET）、绝缘栅双极晶体管芯片（IGBT）及模块、快恢复二极管（FRD）、垂直双扩散金属-氧化物场效应晶体管（VDMOS）、可控硅（SCR）、5英寸以上大功率晶闸管（GTO）、集成门极换流晶闸管（IGCT）、中小功率智能模块
《“十三五”国家战略性新兴发展产业发展规划》	2016-11	国务院	加快制定宽禁带半导体标准，推动电子器件变革性升级换代。加强低功耗高性能新原理硅基器件、硅基光电子、混合光电子、微波光电子等领域前沿技术和器件研发，形成一批专用关键制造设备，提升光网络通信元器件支撑能力
《国家信息化发展战略纲要》	2016-07	中央办公厅、国务院办公厅	制定国家信息领域核心技术设备发展战略纲要，以体系化思维弥补单点弱势，打造国际先进、安全可控的核心技术体系，带动集成电路、基础软件、核心元器件等薄弱环节实现根本性突破
《中国制造2025》	2015-05	国务院	到2020年，40%的核心基础零部件、关键基础材料实现自主保障，受制于人的局面逐步缓解，航天装备、通信装备、发电与输变电设备、工程机械、轨道交通装备、家用电器等产业急需的核心基础零部件（元器件）和关键基础材料的先进制造工艺得到推广应用

来源：头豹研究院编辑整理

5 中国 MOSFET 行业风险分析

中国 MOSFET 行业长期受到周期性价格波动的风险，而市场供需情况是直接影响 MOSFET 价格波动的主要原因。

2017-2018 年期间，受利好政策影响中国新能源汽车保有量高速增长，同时主板和显卡对低压 MOS 的需求提升，以及 Type-C 产品的持续升级，MOSFET 整体需求爆发增长。供给层面，上游晶圆呈现供不应求的状态。2016 年起市面上所有手机机型在摄像头的配置上都增加了数量，从单摄到双摄、三摄及多摄的配置，摄像头传感器芯片的市场需求量成倍数增长。功率器件厂商对高压高毛利产品的倾斜进一步挤压 MOSFET 的产能，MOSFET 供需端出现结构性紧缺。消费电子在 MOSFET 的大量需求缺口促使大量供应商囤积晶圆应对“旺季”需求，大晶圆厂的订单交付周期延长到 6 个月以上，2018 年一片 6 英寸 Wafer 现

货价格曾一度被炒至 1,600 元。

2017-2018 年间全球 MOSFET 供需不平衡使大量晶圆产线在这一期间开始建设，积累的产能在 2019 年陆续投产。2019 年 3 月份起，MOSFET 现货与期货价格开始大幅下降。2018 年价值约 1,350 元人民币的 6 英寸硅基 Wafer 价格已下滑至 1,200 元人民币，累积降幅约 10%。中国 MOSFET 集中于中低端市场，其市场与产能有直接关系，产能利用率的高低直接影响产品价格，进而直接影响行业发展。受中美贸易战影响，中美汇率上涨，MOSFET 出口受到制约，在下游需求锐减的影响下 MOSFET 产能出现大量剩余，部分 MOSFET 滞销变为库存。

由于产能调整需要 1-2 年时间，MOSFET 领域存在 2-3 年的周期性价格波动。掌握高端 MOSFET 产品的国际大厂在产业链中具有较高话语权，受到价格波动的影响极小。但中国 MOSFET 厂商集中于中低端市场，周期性的价格波动将带来关乎企业存亡经营风险。

6 中国 MOSFET 行业市场趋势

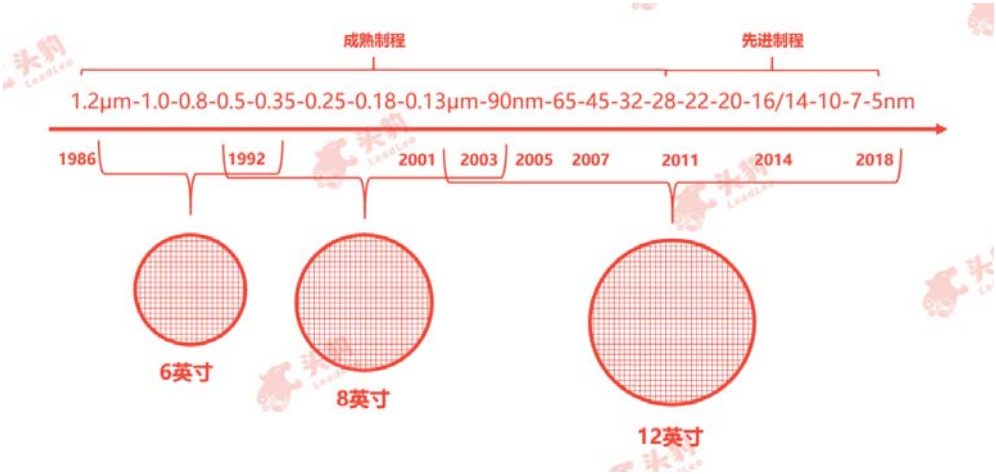
6.1 大尺寸晶圆片将成为主要原材料

半导体材料成本占 MOSFET 的 30%-40%，宽禁带材料 MOSFET 甚至在 60%以上，是至关重要的一环。在国际市场中，MOSFET 多使用 8 英寸基片制造半导体二极管，加工技术成熟，产品性能稳定。在 12 英寸晶圆片领域，当前国际功率器件厂商只有英飞凌有相关技术，日本东芝、三菱以及台湾地区的功率半导体厂商主要产品集中于 8 英寸领域。

在大尺寸硅片领域，中国半导体二极管企业具备 8 英寸晶圆片、12 英寸晶圆片加工制作的能力，但受硅片表面 COP 等缺陷控制水平低，产品成品率低，良品率低的制约，中国 MOSFET 产品多是以 6 英寸硅片为基础进行加工制作，其产品无论是在工作效率还是单位

成本都落后于 12 英寸半导体二极管（见图 6-1）。近三年来，中国大陆不断有 8 寸、12 寸先进制程的晶圆厂建成并投产，**预计未来 8 英寸、12 英寸大尺寸晶圆片将成为 MOSFET 的主要原材料。**

图 6-1 MOSFET 产品制程发展



来源：头豹研究院编辑整理

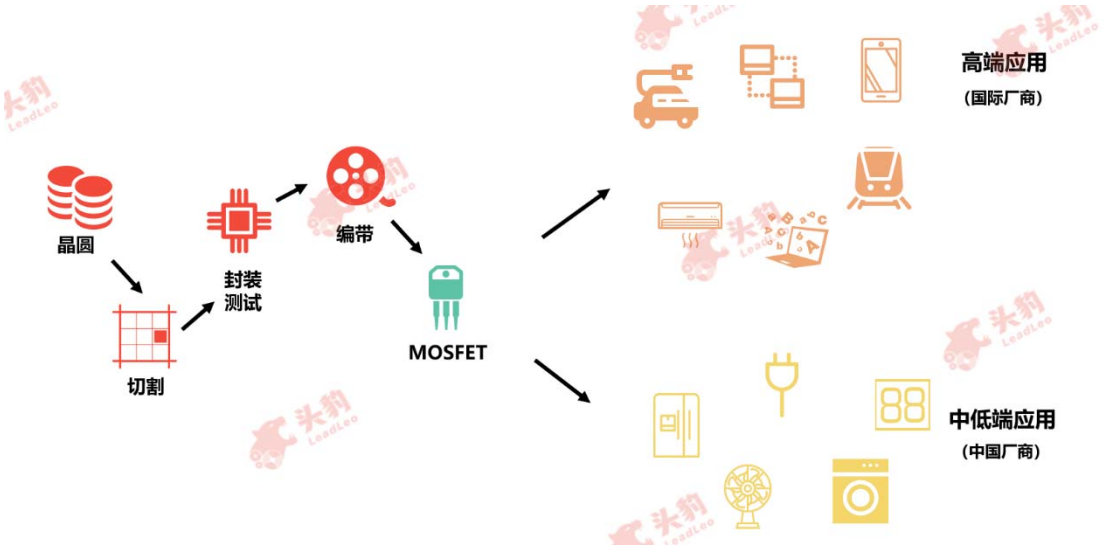
6.2 行业洗牌，集中度不断提高

在上游晶圆厂产能持续紧张的情况下，以英飞凌为代表的国际功率器件大厂转向新能源领域高级产品市场，中低端功率器件的市场空白是长期存在的，这为当前在中低端领域实现进口替代的中国 MOSFET 厂商带来了机会，另一方面也加速了行业洗牌。

2019 年 3 月起，MOSFET 的价格从高点下跌，消费电子整机出口量的下降直接压缩了中小厂商的生存空间。虽然上游晶圆供应情况逐渐缓解，价格出现了 10%左右的降幅，但中国中小 MOSFET 下游市场需求主要集中于消费电子领域（见图 6-2），随着下游需求的锐减，竞争加剧，利率空间直接被压缩。而华南等地小厂将面临供应链不全的压力，中小型 MOSFET 厂商难以低价获得晶圆，低端客户又难以承受 MOSFET 整体价格上涨带来的成本压力，部分中小厂商开始接低于 10%利润率的订单。在中国长三角及华南地区有大量中小 MOSFET 厂商，这些厂商多为 Fabless 模式，芯片制造与封装环节外包，甚至不进行测试

直接售卖。**在产能调整时期，MOSFET 市场集中度将逐渐提升，落后产能将被市场逐渐淘汰，整体产品质量逐渐提高。**

图 6-2 MOSFET 生产流程及市场分布



来源：头豹研究院编辑整理

7 中国 MOSFET 行业竞争格局分析

7.1 中国 MOSFET 行业竞争格局概述

2018 年，全球 MOSFET 出货量高达 80 亿美元，其中中国占据 40%-50%的市场份额。政策与成本因素使众多国际知名 MOSFET 厂商纷纷选择在华设厂，同时政府高度重视中国半导体相关产业的发展。自“十一五”起，政府出台多项鼓励政策大力扶持包括分立器件在内的民族半导体产业。十几年技术积累使国产 MOSFET 产品性能趋于稳定，下游电子、通讯、新能源、汽车等行业的技术更迭反向驱动上游 MOSFET 行业产品发展。

中国的 MOSFET 行业已经在国际市场占有重要地位并保持着持续、快速、稳定的发展。在中国 MOSFET 市场下游需求迅速扩大的大环境下，中国 MOSFET 行业的产销规模在不断扩大，对国外产品的进口替代效应不断凸显。中国对 MOSFET 的进口数量和进口金额均

呈现逐年下降的趋势。**未来，随着中国 MOSFET 行业逐步突破高端产品的技术瓶颈，中国 MOSFET 对进口的依赖将会进一步减弱，进口替代效应将显著增加。**

7.2 中国 MOSFET 行业投资企业推荐

7.2.1 无锡新洁能股份有限公司

7.2.1.1 公司简介

无锡新洁能股份有限公司（以下简称“新洁能”），是一家专业从事半导体功率器件的研发与销售的功率器械厂商。新洁能拥有 MOSFET、IGBT 等全系列型号的细分产品，产品广泛应用于消费电子、汽车电子、工业电子、新能源汽车/充电桩、智能装备制造、物联网、光伏新能源等领域。2018 年上半年，新洁能实现 3.6 亿人民币营业收入，净利润达 8,193.6 万元，较去年同期分别增长 67.3%和 206.4%，2018 年 11 月，新洁能（838147）从新三板摘牌。

7.2.1.2 主要产品

目前新洁能主要产品包括：12V-200V 沟槽型功率 MOSFET（N 沟道和 P 沟道）、30V-300V 屏蔽栅功率 MOSFET（N 沟道和 P 沟道）、500V-900V 超结功率 MOSFET、600V-1350V 沟槽栅场截止型 IGBT，相关核心技术已获得多项专利授权，四大系列产品均获得江苏省高新技术产品认定（见图 7-1）。

图 7-1 新洁能主要产品线

产品分类	技术优势	
MOSFET	N沟道MOSFET	通过采用最先进的沟槽栅工艺技术和电流通路布局结构，新洁能MOSFET实现了功率密度最大化，从而大幅度降低电流传导过程中的导通损耗
	P沟道MOSFET	
	N+P沟道MOSFET	
Super Trench MOSFET	全面提升器件的开关特性和导通特性，同时降低了器件的特征导通电阻（Rsp）和栅极电荷（Qg），FOM(品质因数(Rdson*Qg))比传统沟槽型功率MOSFET降低了45%	
Super Junction MOSFET	在第二代超结MOSFET产品的基础上大幅度提高了单位面积内的电流密度，同时改善了器件在系统中的EMI特性，产品特征导通电阻（Rdson*A）降低27%，开关损耗降低13%，总能效提升1.5%	
IGBT	针对不同的应用需求，新洁能推出了完善的IGBT产品系列，确保在特定应用中，器件保持最佳工作状态，实现理想的整机效率	

来源：新洁能官网，头豹研究院编辑整理

7.2.1.3 投资亮点

（1）下游市场需求带动业绩增长

新洁能产品广泛应用于多领域，行业下游市场需求急剧增长的影响，新洁能主要产品供不应求，部分产品销售价格在近一年有不同程度的提升。新洁能自成立以来致力于 MOSFET、IGBT 等半导体功率器件产品的性能提升。中高端产品线或是新兴行业产生的新型二极管，如芯片制造、光伏二极管等，受到技术壁垒、资金投入、进入先后等影响，行业内进入者相对较少，利润率水平能在较长的一段时期内保持稳定，甚至随新兴市场需求的增长而有所上升。

（2）技术研发优势

新洁能是中国 MOSFET 行业在品种系列（12V-1350V 全电压、全电流系列）、技术平台具备领先优势的设计龙头企业之一，也是中国在 8 英寸平台投片量最大的半导体功率器件设计公司之一，具备一支高素质的专业研究团队。2016 年、2017 年，新洁能连续荣获“中国半导体功率器件十强企业”。目前新洁能已经掌握了 SGT-MOSFET、SJ-MOSFET、

IGBT 三大特色工艺技术，并形成了具有自主知识产权的核心技术体系，截至 2018 年 6 月 30 日，公司拥有相关专利 76 项，其中发明专利 30 项。

新洁能作为高新技术企业，其生产的“沟槽型功率 MOSFET”、“超结功率 MOSFET”、“屏蔽栅沟槽型功率 MOSFET”、“绝缘栅双极型晶体管（IGBT）”均被江苏省科学技术厅认定为高新技术产品。此外，新洁能与科研院所在功率器件设计领域开展长期合作，针对重点项目成立了技术攻关小组，以全力推进高端功率 MOSFET 和 IGBT 芯片及模块的研发与产业化，并且持续布局半导体功率器件的前沿领域，紧跟最先进的技术梯队，提升新洁能核心产品竞争力。

（3）专业化垂直分工

新洁能是专业化垂直分工厂商，以产品性能可靠、系列齐全、产品可定制化等优势获得客户认可。目前新洁能主要采用“自主研发+委外加工”的运营模式，专注于半导体功率器件的研发设计和销售，芯片由公司设计方案后交由芯片代工企业进行生产，封装成品则委托封装测试企业对芯片进行封装测试而成，公司以此模式形成销售收入和利润来源。

新洁能芯片代工及封测服务环节主要通过向供应商采购。新洁能目前已与多家芯片代工厂及封装测试供应商展开合作，并积极寻求其他供应商，以扩展采购渠道。新洁能芯片代工供应商涵盖了华虹宏力、华润上华等中国少数几家具备 MOSFET、IGBT 等半导体功率芯片代工能力的供应商。在封装测试环节，新洁能主要与长电科技、安靠技术（Amkor）等全球领先的封装测试企业合作，一定程度上也保证了公司产品的领先性。**新洁能与重要供应商签订了框架合作协议，建立了长期合作关系，积极与重要供应商展开业务对接有效保证公司的订单进度。**

7.2.2 深圳深爱半导体股份有限公司

7.2.2.1 公司简介

深圳深爱半导体股份有限公司（以下简称“深爱半导体”）成立于 1988 年，是由深圳市赛格集团有限公司及赛格（香港）有限公司投资兴建的专业半导体功率器件芯片及产品的生产企业，是深圳市的"先进技术企业"、"高新技术企业"。

7.2.2.2 主要产品

深爱半导体主要生产 BUL6800 系列及 MJE13000 系列功率晶体管（应用于绿色节能照明设备、开关电源等领域）、肖特基二极管、可控硅、变容二极管和 MOSFET 系列功率晶体管等半导体功率器件产品。

图 7-2 深爱半导体产品优势



来源：头豹研究院编辑整理

7.2.2.3 投资亮点

（1）深耕于照明领域，产品技术领先

深爱半导体是中国知名半导体分立器件厂商，1997 年，深爱半导体全面实施国家经贸委重点项目——大功率晶体管生产线技术改造（双加工程）工程，全线开通大功率晶体管生

产线。目前深爱半导体具有功率半导体芯片规模生产线，具备 TO-92、TO-126、TO-220 等封装形式的各类功率半导体器件的生产规模。目前深爱半导体用于节能灯、电子镇流器、电子变压器等领域的大功率晶体管产销量在中国占据了可观的市场份额并逐步进入国际市场。深爱半导体致力研制的 D 系列抗饱和节能灯用功率晶体管推动中国的节能灯产业的发展，其自主研发的 SIF 系列 MOSFET 功率晶体管产品填补了中国的 MOSFET 产品在照明领域的技术空白。

（2）技术研发能力强

深爱半导体在吸收、消化引进技术的基础上不断创新，通过采用三重扩散 SIPOS 钝化高压平面工艺稳定进行高压双极型器件的规模化生产，并荣获深圳市科技进步奖。深爱半导体严格按照国际标准生产，产品经深圳市电子检测中心等权威单位检测，各项参数指标均达到国内外同类产品的先进水平，曾获"广东省优秀新产品"奖。近二十年，公司依次通过 ISO9000 质量体系、ISO14001 环境管理体系、深圳市企业技术中心、“高新技术企业”认定。

（3）政策利好公司发展

民族半导体产业是中国大力发展半导体产业的宗旨，深爱半导体在近二十年里不断吸收消化国际领先半导体技术，自主研发生产具有独立知识产权的产品同进口产品竞争，在中国半导体分立器件市场中具有较高知名度，其产品在中国绿色照明领域具有较高品牌效应。近年来，深爱半导体抓住中国大力发展半导体产业的机遇，在自身技术基础及行业品牌效应的优势下，进行 POWERMOS 芯片制造生产线的建设，在深圳高新技术产业带宝龙工业城，建成占地 10 万平方米的深爱半导体生产园区，已经形成了 CMOS-IC 芯片制造工艺平台与 MOSFET 功率器件制造线，是深圳市半导体芯片研试、制造生产基地。

7.2.3 北京燕东微电子有限公司

7.2.3.1 公司简介

北京燕东微电子有限公司（以下简称“燕东微电子”）成立于 1987 年，隶属于北京电子控股有限责任公司，是一家专业化的半导体器件芯片设计、制造、销售的国有高科技企业，其具备自主开发、制造集成电路及分立器件芯片的能力，并且提供芯片代加工服务。

7.2.3.2 主要产品

燕东微电子现有 10 大门类近 200 个品种的产品，主要包括：模拟 IC 系列、VDMOS 系列、功率三极管系列、小信号三极管系列、二极管系列、单双向可控硅系列、过流过压保护器件系列、结型场效应器件系列、双极型静电感应三极管系列产品和光电二、三极管系列等。

图 7-3 燕东微电子产品线



来源：燕东微电子官网，头豹研究院编辑整理

7.2.3.3 投资亮点

（1）规模化经营布局全产业链

燕东微电子总部位于北京中关村电子城科技园区，占地面积 50,000 平方米，拥有高标准的净化厂房 3,000 平方米，并配套设有超纯气体净化系统等完善的基础设施。公司旗下拥有设计、封测等八家子公司，分别位于北京酒仙桥、北京经济技术开发区、密云开发区以及上海等地。

（2）产品质量水平高

燕东微电子拥有北京市级技术创新中心。燕东微电子拥有一条月产能 3 万片 6 英寸晶圆的 BCD 柔性兼容工艺生产线，完备的工艺生产设备及不断的技术投入为产品的品质提供了强有力的保障。同时燕东微电子还拥有一条月产 7 亿只的小型塑封器件封装线，技术水平已达到国际领先水平。其产品以体积小、可靠性高等特点，在移动终端、智能设备及穿戴电子等高增长性应用领域具备广阔空间。公司客户涵盖了国内外高端用户群体，品牌认可度和行业影响力在近两年内不断提高。目前燕东微电子正在筹建中的 8 英寸生产线已列入北京市重点工程，成为构建首都高精尖产业结构的重要载体。