



CASA

第三代半导体产业技术创新战略联盟
China advanced semiconductor industry
innovation alliance

2018

第三代半导体产业发展报告

2019年1月



CASA

第三代半导体产业技术创新战略联盟
China advanced semiconductor industry
innovation alliance

目 录

前言.....	1
一、贸易摩擦加剧，自主发展迫切.....	5
（一）中美贸易摩擦影响，国内急须摆脱依赖	5
（二）国内各级政策频出，旨在实现自主可控.....	12
二、技术稳步提升，商业进程加快.....	17
（一）国际技术日渐成熟，产品性能不断提升.....	17
（二）国内技术稳步提升，商用产品陆续推出.....	28
三、产业持续整合，生态不断完善.....	30
（一）国际企业积极扩产，产品后续降价可期.....	30
（二）国内产业积极推进，分工体系逐渐形成	40
四、应用规模扩大，市场渗透加快.....	49
（一）SiC应用领域拓展，射频市场渗透加快.....	49
（二）国内市场需求庞大，国产器件渗透较低.....	52
展 望.....	58

前言

半导体产业是现代信息社会的基石，是支撑当前经济社会发展和保障国家安全的战略性、基础性和先导性产业。第三代半导体作为半导体产业的重要组成部分，其发展壮大对国民经济、国防安全、国际竞争、社会民生等领域均具有重要战略意义，是当前世界各国科技竞争的焦点之一。

中国迎接第三次半导体产业转移浪潮。从历史进程看，全球范围完成两次明显的半导体产业转移：第一次为 19 世纪 70 年代从美国转向日本，第二次则从 80 年代转向韩国与中国台湾地区，而目前，中国大陆则日渐成为半导体产业第三次转移的核心地。尽管大陆半导体产业起步较晚，但凭借着巨大的市场容量和生产群体，中国已成为全球最大的半导体消费国。加上政策大力支持、资本源源汇集、产业链初步形成、技术进步加速、劳动力资源丰富，中国大陆吸引了全球优秀半导体企业纷纷投资布局。半导体产业向中国大陆转移的浪潮已开启。

国际贸易争端加大国内自主创新决心。2018 年，世界经济领域最具关注度和影响力的事件之一，无疑是贸易保护主义的抬头，具体表现为美国威胁退出 WTO，以及发起中美贸易摩擦。美国为维持其全球领先地位，对中国悍然发动有史以来最大规模贸易战，并主要针对《中国制造 2025》中包含的高科技领域，以获取更多经济利益，遏制中国技术进步，防范中国发展壮大。在妥善应对中美贸易摩擦的

同时，我们更意识到，中国面临的不是简单的贸易战，而是影响长期发展的技术战。因此，把握新一轮技术革命战略机遇，全国上下团结一致、戮力同心，化压力为动力，充分发挥我国制度、产业、市场优势，加速技术追赶，提升科技水平、提高自主创新能力，不断扩大对外开放，对接高标准国际经贸规则，提升产业国际竞争力，才是根本战略。

第三代半导体国际竞争日趋激烈，我国迫切需要加快发展步伐。

2018年，美国、欧盟等继续加大第三代半导体领域的研发支持力度，国际厂商积极、务实推进，商业化的SiC、GaN电力电子器件新品不断推出，性能日益提升，应用逐渐广泛。**2018年，国际技术层面，SiC同质外延和Si基GaN异质外延片商业化最大尺寸为6英寸，8英寸产品也已开发出。**据CASA统计Mouser数据，商业化SiC肖特基二极管最高耐压达3300V，最高工作温度下的电流小于60A；SiC MOSFET目前最高耐压为1700V，最高工作温度下电流在65A以下；全SiC功率模块耐压达到3300V，最高电流达到800A，并已开发出6500V样品；Si基GaN HEMT朝集成化方向发展，最高电压为650V，室温下（25℃）最大电流为120A，创下新高。商业化RF GaN HEMT工作频率达到25GHz，最大功率实现1800W，此外，2018年，众多企业也推出GaN MMIC产品。**产业层面，2018年，**因应电动汽车、光伏等市场拉动，第三代半导体电力电子器件供不应求，国际电力电子器件厂商纷纷启动扩产，如美国II-VI、日本昭和电工、日本罗姆、美国X-Fab和中国台湾的汉磊科技等均已发布扩产计划。此外，2018

年，国际第三代半导体 SiC 和 GaN 领域（除 LED 外）企业间并购活动也相对活跃，共有 6 起并购案例，披露交易金额接近 100 亿美元。不过，目前来看，虽然 GaN 射频器件价格基本达到用户可接受范围，但 SiC、GaN 电力电子器件价格仍然较高，后续降低成本，提高产品可靠性，加快市场渗透，仍是行业努力的重点方向。市场层面，综合 Yole 和 IHS Markit 的数据，2018 年 SiC 电力电子器件市场规模约 3.9 亿美元，GaN 电力电子器件市场规模约 0.5 亿美元，两者合计市场规模在 4.4 亿美元左右，占整体电力电子器件市场规模的比例达到 3.4% 左右。IHS Markit 预计，SiC 和 GaN 电力电子器件预计将在 2020 年达到近 10 亿美元。Yole 统计，2018 年全球 3W 以上 GaN 射频器件（不含手机 PA）市场规模达到 4.57 亿美元，预计到 2023 年市场规模将达到 13.24 亿美元，年复合增长率超过 23%。

国内方面，受益于整个半导体行业宏观政策利好、资本市场追捧、地方积极推进、企业广泛进入等因素，第三代半导体产业稳步发展。技术层面，SiC 衬底和外延方面，国内仍然是 4 英寸为主，已开发出 6 英寸产品并实现小批量供货；国内批量生产的 GaN 衬底仍以 2 英寸为主。国内 600-3300V SiC 肖特基二极管技术较为成熟，产业化程度继续提升，目前也已研制出 1200-1700V SiC MOSFET 器件，但可靠性较低，目前处于小批量生产阶段；国内全 SiC 功率模块，主要指标为 1200V/50-600A、650V/900A。GaN HEMT 方面，国内 2018 年推出了 650V/10-30A 的 GaN 晶体管产品；GaN 微波射频器件方面，国产 GaN 射频放大器已成功应用于基站，Sub 6 GHz 和毫米波 GaN 射

频功率放大器也已实现量产。**产业方面**，在半导体对外投资受阻情况下，国内自主创新发展是必由之路。2018年，在政策和资金的双重支持下，国内第三代半导体领域新增3条SiC产线。投资方面GaN热度更高，据CASA不完全统计，2018年国内第三代半导体相关领域共有8起大的投资扩产项目，其中4起与GaN材料相关，涉及金额220亿元。此外，与国际企业并购热潮对比，国内2018年仅有2起。生产模式上，大陆在第三代半导体电力电子器件领域形成了从衬底到模组完整的产业链体系，器件制造方面以IDM模式为主，且正在形成“设计-制造-封测”的分工体系；大陆代工产线总体尚在建设中，尚未形成稳定批量生产。**市场方面**，根据CASA统计，2018年国内市场SiC和GaN电力电子器件的规模约为28亿元，同比增长56%，预计未来五年复合增速为38%。GaN微波射频应用市场规模约为24.49亿元，未来5年复合增速有望达60%。**区域方面**，我国第三代半导体产业发展初步形成了京津冀、长三角、珠三角、闽三角、中西部五大重点发展区域，其中，长三角集聚效应凸显，占从2015年下半年至2018年底投资总额的64%。此外，北京、深圳、厦门、泉州、苏州等代表性城市正在加紧部署、多措并举、有序推进。

总体而言，我国第三代半导体技术和产业都取得较好进展，但在材料指标、器件性能等方面与国外先进水平仍存在一定差距，市场继续被国际巨头占据，国产化需求迫切。

一、贸易环境多变，自主发展迫切

（一）中美贸易摩擦影响，国内急须摆脱依赖

1. 中美关系复杂，自主发展迫切

2018 年，为阻止未来中国在关键战略技术领域取得领先地位，美国对中国频频出手，根据 301 调查，对中国输美商品加征关税、限制美国关键技术和产品出口，并限制中国企业在关键技术领域对美投资，企图阻止“中国制造 2025”等战略的实施。

（1）针对重点领域，对中国进口产品加征关税

美国 3 次公布累计 2500 亿美元加征关税清单。2018 年 3 月至 12 月，中美贸易摩擦不断升级。美国根据 301 调查，公布了累计 2500 亿美元的加征关税清单，清单涵盖了半导体产品在内的众多“中国制造 2025”惠及的高技术领域。

经过近 1 年的贸易对抗，中美贸易摩擦短期内或迎来转机。2018 年 12 月，中美达成共识，双方决定暂缓加征关税。美国同意在 2019 年 1 月 1 日暂缓对 2000 亿美元中国商品的关税从 10% 提升至 25%。中国同意从美国进口大量（数额待定）农产品、能源、工业及其他产品。农产品的进口立即进行。双方一致同意立即就关税之外的一系列问题包括强制技术转让、非关税贸易障碍、农业服务业等进行磋商，并在 90 天内达成一致，如不能达成一致，关税将由 10% 提升至 25%。目前贸易谈判尚在有序进行中。

表 1-1 2018 年中美互加关税统计

时间	美国加征关税动作	时间	中国加征关税回应措施
6 月 15 日	美国发布加征关税的商品清单，将对从中国进口的约 500 亿美元商品加征 25% 的关税，其中对 818 个类别约 340 亿美元商品自 7 月 6 日起实施加征关税。	6 月 16 日	中国决定对原产于美国约 500 亿美元进口商品加征 25% 的关税，其中 545 项约 340 亿美元商品自 7 月 6 日起实施加征关税，对其余商品加征关税的实施时间另行公布。
8 月 8 日	美国公布了对 279 个类别价值约 160 亿美元的中国产品加征 25% 关税的清单，从 8 月 23 日起正式实施，清单中多为半导体及相关产品。	8 月 9 日	中国决定对原产于美国的 333 项约 160 亿美元进口商品加征 25% 的关税，各类机动车及车类用品占了整个清单的一半以上。
9 月 17 日	美国对华 2000 亿美元输美产品加征 10% 关税的措施最终落定，该措施将于 9 月 24 日起实施，而至 2019 年 1 月 1 日，相关产品税率将上调至 25%。	9 月 18 日	中国决定对原产于美国的 5207 个税目共约 600 亿美元商品，加征 10% 或 5% 的关税，自 9 月 24 日起实施。并强调如果美方执意进一步提高加征关税税率，中国将给予相应回应。

资料来源：CASA 整理

表 1-2 美国对我国加征关税重点产品类别规模分布

HS 二级分类下加征关税规模分布（占比靠前的主要项目，亿美元）					
HS 二级分类	占比	HS 三级分类	占比	可关注的四级分类	占比
84 章 核反应堆、锅炉、机械器具及零件	23.1%	8473 计算机、自动数据处理设备等机器的零附件	6.3%	8473.30.11 印刷电路组件	4.70%
		8471 自动数据处理设备、磁性光学阅读机、数据记录媒体机器	3.8%	-	-
85 章 电机、电气、音像设备及其零附件	27.1%	8517 电话通信设备	9.8%	-	-
		8504 变压器、静止式变流器及电感器	2.3%	-	-
94 章 家具；寝具等；灯具；活动房	12.0%	9401 坐具及其零件	4.0%	-	-
		9403 家具及零件	4.3%	-	-
		9405 灯具照明装置等	2.9%	-	-

资料来源：United States Census Bureau，平安证券研究所

@格隆汇

资料来源：平安证券

通信、电子、机械设备、汽车、家具等是征税焦点。美方公布的 2500 亿美元商品最主要分布于：电话通信设备（9.8%）、计算机自动数据处理等设备零部件（6.3%）、车辆及零部件（5.7%）、家具（4.3%）、

坐具及零件（4.0%）、自动数据处理设备、数据记录机器等（3.8%）、塑料及制品（3.5%）、钢铁制品（3.5%）、皮革制品等（3.0%）。可以看出，通信、电子、机械设备、汽车、家具等产品是最为突出的征税领域，也是美国方面的关注焦点，其指向性非常明显，主要针对中国产业振兴政策，如“国务院关于加快发展战略性新兴产业的决定”、“关于发布‘十三五’国家战略性新兴产业发展规划的通知”、“中国制造2025”、“集成电路产业‘十二五’发展规划”等国家重点扶持的战略性新兴产业领域。

（2）限制中国获得关键技术和产品

为防止中国获得关键技术和产品，美国一方面限制关键技术和产品对中国出口，另一方面，限制中国企业在关键技术领域对美投资。

限制关键技术和产品出口。2018年以来，美国多次以国家安全和外交利益为由限制向中国等国家输出高端技术和产品，而且呈愈演愈烈之势。美国通过多种方式限制对华出口高科技产品。**其一，通过制定出口管制实体清单，定点限制出口对象（企业）。**2018年，中电科13所、中科电55所、中兴通讯、福建晋华及44家其他实体企业（包括8家大型中国国有企业和其下属36家附属企业）被列入出口管制清单，禁止美国公司向上述企业销售零部件、软件及科技产品。中兴通讯在缴纳罚款和保证金后，出口禁令已经解除。**其二，通过立法，全面限制某些关键技术和产品出口。**2018年8月特朗普总统签署了《出口管制改革法案》，拟限制关键技术和相关产品的出口。随后，11月份，美国商务部工业与安全局提出了一份针对关键技术和

相关产品的出口管制框架方案，列出了 14 个考虑进行管制的领域，包括生物技术、人工智能（AI）、数据分析、量子计算、机器人、脑机接口等在内的前沿技术。

表 1-3 2018 年美国限制关键技术和产品出口列表

序号	时间	事项	内容
1	2018 年 4 月	禁止美国公司向中兴通讯销售核心零部件、软件及科技产品	美国政府在未来 7 年内禁止中兴通讯向美国企业购买敏感产品。2018 年 7 月，在中兴通讯缴纳 10 亿美元罚款和 4 亿美元保证金后，禁令解除。
2	2018 年 8 月	44 家中国企业被美国列入出口管制清单	44 家中国企业（8 个央企及其 36 个附属机构），包括：中国航天科工股份有限公司第二院以及下属研究所、中国电子科技集团公司第 13 研究所以及关联和下属单位、中国电子科技集团公司第 14 研究所以及关联和下属单位、中国电子科技集团公司第 38 研究所以及关联和下属单位、中国电子科技集团公司第 55 研究所以及关联和下属单位、中国技术进出口集团有限公司、中国华腾工业有限公司、河北远东通信。
3	2018 年 8 月	特朗普总统签署《出口管制改革法案》	要求识别并建立对“新兴和基础技术”的出口、再出口或国内转让适当的监管措施。
4	2018 年 10 月	福建晋华被美国列入出口管制实体清单	禁止晋华向美国公司采购零部件、软件及科技产品
5	2018 年 11 月	美国商务部提议技术出口管制方案	11 月 19 日，美国商务部工业与安全局提出了一份针对关键技术和相关产品的出口管制框架方案，并面向公众进行为期一个月的意见征询。该文件列出了 14 个考虑进行管制的领域，包括生物技术、人工智能（AI）、定位导航和定时（PNT）技术、微处理器技术、先进的计算技术、数据分析技术、量子信息和传感技术、物流技术、增材制造、机器人、脑机接口、高超音速空气动力学、先进材料和先进的监控技术。

资料来源：CASA 整理

限制中国企业在关键技术领域对美投资。中国在关键技术领域面临对美投资环境不断恶化。2018 年 3 月，在美国宣布对中国输美产品加征关税的同时，限制中国企业对美投资。美国《301 调查报告》

重点关注了七个领域的中国对美投资和并购活动，包括汽车、航空、电子、能源、健康和生物技术、工业机械（包括机器人）以及信息和通信技术（ICT）等七个领域。2000-2017年，这七大领域占中国对美投资的比重为34.8%。这些领域的对美投资，将受到美国外国投资委员会（CFIUS）的严厉审查。

2. 政产学研联合，研发持续加强

美欧等发达经济体持续加大在SiC、GaN等第三代半导体领域的研发投入。据CASA不完全统计，2018年，美国、欧盟等国家和组织启动了超过15个研发项目。其中，美国的研发支持力度最大。2018年美国能源部（DOE）、国防先期研究计划局（DARPA）、和国家航空航天局（NASA）和电力美国(Power America)等机构纷纷制定第三代半导体相关的研究项目，支持总资金超过4亿美元，涉及光电子、射频和电力电子等方向，以期保持美国在第三代半导体领域全球领先的地位。此外，欧盟先后启动了“硅基高效毫米波欧洲系统集成平台（SERENA）”项目和“5G GaN2”项目，以抢占5G发展先机。

表 1-4 2018 年各国/组织第三代半导体领域研发项目

地区/组织	主体(资金支持方)	项目	金额	简介
美国	美国能源部 (DOE)	固态照明 (SSL) 技术早期研究	1500 万美元	该项目旨在加速高质量发光二极管 (LED) 和有机发光二极管 (OLED) 产品的开发，以降低美国家庭和企业的照明能源成本，并提高美国的全球竞争力。

地区/组织	主体(资金支持方)	项目	金额	简介
美国	美国能源部 (DOE)	极速 EV 充电器 (XFC) 的 固态变压器 (SST)	700 万美元	该项目为期三年, 总经费 700 万美元, 其中 DOE 提供 50% 的资金。项目将结合新的 SiC MOSFET 器件。
美国	美国国防先期研究计划局 (DARPA)	联合大学微电子计划 (JUMP)	2 亿美元	DARPA 与美国 30 余所高校合作创建 6 个研究中心, 为 2025 年及更远时间的微系统发展开展探索性研究。合作为期 5 年。6 个中心的研究方向分别为深入认知计算、智能存储和内存处理、分布式计算和网络、射频到大赫兹传感器和通信系统、先进的算法架构以及先进器件、封装和材料。
美国	美国国防先期研究计划局 (DARPA)	电子设计自动化 (EDA) 项目	1 亿美元	DARPA 将在未来四年内投入 1 亿美元开展“电子设备智能设计” (IDEA) 和“高端开源硬件” (POSH) 两个研究项目, 以创建一个类似硅编译器的通用硬件编译器, 旨在显著降低设计芯片的障碍。两个项目涉及 15 家公司和 200 多名研究人员。
美国	美国国家航空航天局	“热工作温度技术” (HOTTech) 项目	75 万美元	美国国家航空航天局 (NASA) “热工作温度技术” (HOTTech) 项目授予美国亚利桑那州立大学电子和计算机工程专家 Yuji Zhao 一份为期三年、价值 75 万美元的合同, 将开发首个基于氮化镓 (GaN) 的可工作于高温环境的微处理器, 对未来空间探索任务带来变革。
美国	电力美国 (PowerAmerica)	项目一: 先进可靠的 WBG 功率模块的设计和制造 项目二: 用于直接 48V 至低于 1V PoL DC-DC 模块的双电感混合转换器 项目三: 用于中压级固态电路断路的 WBG 器件	-	美国通用电气(GE)航空系统公司和美国能源部国家可再生能源实验室(NREL)将共同设计和生产由碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)制成的先进宽禁带功率模块。 科罗拉多大学博尔德分校的一个团队将设计并实施一种基于 GaN 的新型转换器, 其密度是目前市场上转换器密度的 10 倍, 功率损耗最多可降低 3 倍。 北卡罗莱纳大学夏洛特分校(UNCC)的一个团队将测试中压(3.3kV)SiC 固态断路器的功能原型。

地区/组织	主体(资金支持方)	项目	金额	简介
		项目四: 600V GaN 双栅极双向开关		英飞凌公司将开发基于其 CoolGaN 高电子迁移率晶体管(HEMT)技术的低成本 600V 双向 70mOhm 开关, 充分利用 GaN HEMT 的独特双向特性。
		项目五: 研究生宽禁带半导体电力电子器件实验室		北卡罗来纳州立大学(NCSU)的一个团队将建立一个完全专注于宽禁带电力电子器件的设计、制造和表征的研究生实验室课程, 并向 PowerAmerica 成员传播课程以加速新工程师的教育。
		项目六: 加入 WBG 半导体开关和电路的电力电子教学实验室		北卡罗来纳大学夏洛特分校(UNCC)的研究人员将开发具有即插即用功能的模块化、多功能、教育性高频功率电子板。
美国	美国陆军研究实验室(ARL)	“超高压碳化硅器件制造”(MUSIC)项目	207.8 万美元	项目由美国纽约州立大学理工学院(SUNY Poly)纳米工程副教授 Woongje Sung 博士主持, 该研究旨在建立一种领先的工艺, 用于创建具有诸如从太阳能、电动汽车到电网等一系列军事和商业用途的功率电子芯片。
欧盟	欧盟	“硅基高效毫米波欧洲系统集成平台”项目 (SERENA)	-	SERENA 项目于 2018 年 1 月份启动, 为期 36 个月。SERENA 项目旨在为毫米波多天线阵列开发波束形成系统平台, 并实现超越主流 CMOS 集成的混合模拟/数字信号处理架构的功能性能。
欧盟	欧盟	“5G GaN2”项目	超过 2000 万欧元	来自 8 个国家的 17 个研究和工业界的合作伙伴参与该项目。项目于 2018 年 6 月份启动, 为期 36 个月。该项目的目标是实现 28GHz、38GHz 和 80GHz 的演示样品, 作为开发基于 GaN 的功能强大且节能的 5G 蜂窝网络的关键技术。
英国	英国政府	化合物半导体应用创新中心	5100 万英镑	创新中心将加速化合物半导体的应用, 并将化合物半导体应用带入生活。该笔经费将用于支持创新中心建设化合物半导体实验室, 测试设施和设计工作室, 以及提升其建模和仿真工具等能力。

资料来源: CASA 整理

(二) 国内各级政策频出，旨在实现自主可控

1. 科技计划实施，阶段成果喜人

2016 年至今，国家科技部先后支持第三代半导体和半导体照明相关研发项目 32 项，其中，2018 年启动 7 项，包括“新能源汽车”、“战略性先进电子材料”以及“智能电网技术与装备”三个重点专项。且上述专项都结合了具体应用需求，对第三代半导体材料、器件研发和应用给予全面支持。

表 1-5 2018 年度国家重点研发计划重点专项

序号	项目名称	牵头单位
2018 国家重点研发计划“新能源汽车”重点专项（第三代半导体相关项目）		
1	基于碳化硅技术的车用电机驱动系统技术开发	上海电驱动股份有限公司
2	基于新型电力电子器件的高性能充电系统关键技术	许继电源有限公司
2018 国家重点研发计划“战略性先进电子材料”重点专项（第三代半导体相关项目）		
1	超宽禁带半导体材料与器件研究	西安电子科技大学
2	氮化物半导体新结构材料和新功能器件研究	北京大学
3	第三代半导体新型照明材料与器件研究	中国科学院半导体研究所
4	三基色激光二极管（LD）材料与器件生产示范线	杭州增益光电技术有限公司
2018 国家重点研发计划“智能电网技术与装备”重点专项（第三代半导体相关项目）		
1	碳化硅大功率电力电子器件及应用基础理论	全球能源互联网研究院有限公司

资料来源：CASA 整理

截止目前，部分前期部署的项目已获得阶段研发成果。具体如下：制备出低缺陷 6 英寸 N 型 SiC 单晶衬底样品，微管密度 ≤ 1 个/cm²，电阻率 $\leq 30\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$ ，已达到“开盒即用”要求；解决了大尺寸晶体单一

晶型控制技术，获得低应力 4H-SiC 晶型，电阻率 $\leq 30\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$ ，电阻率不均匀性小于 10%。Si 基 GaN 材料外延生长与器件研制取得重要突破，通过调控应力与抑制缺陷，在 Si 衬底上外延生长出无裂纹的 GaN 材料，晶体质量达到国际领先水平，并在国际上首次澄清了 C 杂质在 GaN 中替代 N 位，成功研制了国际首支 Si 衬底 GaN 基激光器，并实现了室温连续电注入激射，采用 p-GaN 栅极结构研制出常关型 GaN 基 HEMT 器件，器件阈值电压+2.0V 和沟道迁移率 $1500\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，达到国际先进水平。实现国产射频芯片批量商用，成功研制了 10W 的毫米波 GaN 功率 MMIC，器件效率超过 67%，宽带器件效率超过 61.5%，线性增益 15dB；MTTF@225°C 超过 100 万小时，器件可靠性达到国际领先水平；已在 5000 余台商用基站中使用了 4 万多只国产 GaN 器件。研制出 GaN 基高效黄光 LED（电光转换效率从 2016 年初的 15% 提升至目前的 26.52%， $565\text{nm}@20\text{A}/\text{cm}^2$ ），并基于这一成果，研发了五基色 LED 光源，色温 2941K，显指高达 97.5，效率 121.3 lm/W，达到了实用化水平。

2. 各级政策频出，精准支持强化

2018 年以来，从中央到地方政府对集成电路、第三代半导体均给予了高度重视，纷纷出台相关产业发展扶持政策。从政策的出台部门和发布时间密度可以看出，国家正在大力发展半导体产业，且集成电路是各级政策的支持重点。

(1) 中央部委全方位支持集成电路产业发展

2018年，国务院、工信部、发改委、财政部、税务总局、证监会等国家部委先后从产业发展、科研管理、税收政策、知识产权转移、资产证券化、对台合作等多方面出台政策，全方位支持集成电路及相关产业发展。

表 1-6 2018 年国家部委关于集成电路产业的扶持政策汇总

政策名称	发布时间	部门	主要内容
关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见	2018/1/2	国务院	落实相关 税收优惠政策 ，推动固定资产加速折旧、企业研发费用加计扣除、软件和集成电路产业企业所得税优惠、小微企业税收优惠等政策落实，鼓励相关企业加快工业互联网发展和应用。
关于集成电路生产企业有关企业所得税政策问题的通知	2018/3/28	财政部、税务总局、发改委、工信部	该文件涉及的 优惠政策 有： 1、两免三减半。 适用范围：2018年1月1日后投资新设的集成电路线宽小于130纳米，且经营期在10年以上的集成电路生产企业或项目。政策：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。 2、五免五减半。 适用范围：2018年1月1日后投资新设的集成电路线宽小于65纳米或投资额超过150亿元，且经营期在15年以上的集成电路生产企业或项目。政策：第一年至第五年免征企业所得税，第六年至第十年按照25%的法定税率减半征收企业所得税，并享受至期满为止。
《知识产权对外转让有关工作办法(试行)》	2018/3/29	国务院	技术出口、外国投资者并购境内企业等活动中涉及本办法规定的专利权、集成电路布图设计专有权、计算机软件著作权、植物新品种权等知识产权对外转让的，需要按照本办法进行审查。
开展创新企业境内发行股票或存托凭证试点若干意见	2018/3/30	证监会	试点企业应当是符合国家战略、掌握核心技术、市场认可度高、属于互联网、大数据、云计算、人工智能、软件和集成电路、高端装备制造、生物医药等高新技术产业和战略性新兴产业，且达到相当规模的创新企业。
《2018年工业通信业标准化工作要点》	2018/4/2	工信部	深入推进军民通用标准试点工作，加强集成电路军民通用标准的推广应用，开展军民通用标准研制模式和工作机制总结。
关于落实《政府工作报告	2018/4/12	国务院	推动集成电路、第五代移动通信、飞机发动机、

政策名称	发布时间	部门	主要内容
《告》重点工作部门分工的意见			新能源汽车、新材料等产业发展，实施重大短板装备专项工程，推进智能制造，发展工业互联网平台等。
《进一步深化中国(福建)自由贸易试验区改革方案》	2018/5/24	国务院	深化集成电路、光学仪器、精密机械等先进制造业和冷链物流、文化创意、健康养老、中医药等现代服务业对台合作。
《智能传感器产业三年行动指南(2017-2019年)》	2018/6/25	工信部	总目标提出:涵盖智能传感器模拟与数字/数字与模拟转换(AD/DA)、专用集成电路(ASIC)、软件算法等的软硬件集成能力大幅攀升。在智能传感器创新中心的主要任务中提出,研发高深宽比干法体硅加工技术,晶圆级键合技术,集成电路与传感器的系统级封装技术、系统级芯片(SoC)技术,通信传输技术等共性技术。
关于优化科研管理提升科研绩效若干措施的通知	2018/7/24	国务院	对试验设备依赖程度低和实验材料耗费少的基础研究、软件开发、集成电路设计等智力密集型项目,提高间接经费比例,500万元以下的部分为不超过30%,500万元至1000万元的部分为不超过25%,1000万元以上的部分为不超过20%。
《扩大和升级信息消费三年行动计划(2018-2020年)》	2018/7/27	工信部、发改委	加大资金支持力度,支持信息消费前沿技术研发,拓展各类新型产品和融合应用。各地工业和信息化、发展改革主管部门要进一步落实鼓励软件和集成电路产业发展的若干政策,加大现有支持中小微企业税收政策落实力度。

资料来源: CASA 整理

(2) 地方政府积极出台半导体产业扶持政策

据不完全统计,2018年,包括北京、上海、深圳等超过13个地方政府出台了支持半导体,特别是集成电路产业发展的产业政策,以培育经济增长新动能,抢占半导体产业新一轮发展先机。

表 1-7 2018 年各地半导体产业支持政策汇总

地区	政策名称
安徽	《安徽省半导体产业发展规划(2018-2021年)》
上海	《上海市软件和集成电路企业设计人员、核心团队专项奖励办法》
重庆	《重庆市加快集成电路产业发展若干政策》
厦门	《厦门市加快发展集成电路产业实施细则》
	《海沧区扶持集成电路产业发展办法》

成都	《进一步支持集成电路产业项目加快发展若干政策措施》
	《支持集成电路设计业加快发展的若干政策》
杭州	《进一步鼓励集成电路产业加快发展专项政策》
合肥	《合肥市加快推进软件产业和集成电路产业发展的若干政策》
	《合肥高新区促进集成电路产业发展政策》
长沙	《长沙经济技术开发区促进集成电路产业发展实施办法》
珠海	《珠海市促进新一代信息技术产业发展的若干政策》
无锡	《关于进一步支持集成电路产业发展的政策意见》
芜湖	《芜湖市加快微电子产业发展政策规定（试行）》
深圳	《深圳市坪山区人民政府关于促进集成电路第三代半导体产业发展若干措施（征求意见稿）》
北京	《顺义区促进高精尖产业发展实施意见》

资料来源：CASA 整理

其中，2018年8月，深圳坪山区发布《深圳市坪山区人民政府关于促进集成电路第三代半导体产业发展若干措施(征求意见稿)》，该《措施》从产业资金、发展空间、企业落地、人才队伍、核心技术攻关、产业链构建等方面对第三代半导体产业进行全方位支持。

为深入实施《北京市加快科技创新发展新一代信息技术等十个高精尖产业的指导意见》，2018年11月，北京顺义区出台了《顺义区促进高精尖产业发展实施意见》，该《实施意见》涵盖5大方面18项支持政策，全力吸引高端人才入区，加速科技成果转化，实现包括第三代半导体在内的高精尖产业快速健康发展。另据消息称，中关村国家自主创新示范区管委会与北京市顺义区政府正在联合制定促进第三代等先进半导体产业发展的相关政策，上述文件若出台，将对第三代半导体产业在北京顺义实现快速集聚发展提供有力条件保障。

此外，2018年12月，江苏张家港市召开《张家港市化合物半导

体产业发展规划》发布会，该规划结合国内外化合物半导体产业发展现状和趋势，明确了张家港未来 5 年化合物半导体产业发展战略定位、发展目标、发展原则、空间承载和重点任务，并提出了张家港在半导体照明、化合物功率半导体、集成光电等方向的发展重点和差异化实施路径，并从组织保障、资金支持、人才支撑、创新生态等方面提出了保障措施。

二、技术稳步提升，商业进程加快

（一）国际技术日渐成熟，产品性能不断提升

1. 材料尺寸扩大，缺陷持续降低

SiC 同质外延和 Si 基 GaN 异质外延片方面，作为应用最广泛的两种第三代半导体材料，目前商业化的最大尺寸为 6 英寸，为进一步降低器件成本，业界已经研发出 8 英寸产品。其中，8 英寸 Si 基 GaN 外延片的研发尤为活跃，2017 年以来，业内企业成功研发出 8 英寸 Si 基 GaN 外延片，并在 8 英寸晶圆上成功开发出 GaN 电力电子器件。

表 2-1 2018 年 8 英寸 Si 基 GaN 外延片及器件研发进展

序号	时间	内容
1	2018 年 4 月	无晶圆厂公司 Qromis 与比利时微电子中心 IMEC 宣布，Qromis 在 IMEC 的 Si 晶圆先导工艺线上，基于 200mm 热膨胀系数（CTE）匹配衬底开发出高性能增强型 p-GaN 电力电子器件。衬底由 Qromis 公司提供，其 200mm QST 衬底是公司专利产品。IMEC 率先开发了 8 英寸（200mm）晶圆的硅基 GaN 技术，以及用于 100V、200V 和 650V 工作电压的增强型高电子迁移率器件（HEMT）和肖特基二极管电力电子器件，为实现更高量产规模铺平道路。
2	2018 年 9 月	意法半导体和 CEA Tech 下属的研究所 Leti 宣布合作研制 Si 基 GaN 功率开关器件制造技术。本合作项目的重点是开发和检测在 200mm 晶片上制造的先进的硅基氮化镓功率二极管和晶体管架构。意法半导体和 Leti 利用 IRT 纳电子研究所的框架计划，在 Leti 的 200mm 研发线上开发工艺技术，预计在 2019 年完成工程样品的验证，然后转到意法半导体的 200mm 晶圆试产线。意法半导体还将建立一条高品质生产线，包括 GaN/Si 异质外延工序，计划 2020 年前在意法半导体位于法国图尔前工序晶圆厂进行首次生产。
3	2018 年 9 月	EpiGaN 宣称可以提供 8 英寸 GaN-on-Si 和 6 英寸 GaN-on-SiC 外延片。

资料来源：CASA 整理

金刚石衬底方面，同质外延单晶金刚石衬底的尺寸实现 2 英寸，位错密度小于 10^3cm^{-2} ；Si 基异质外延金刚石衬底的主流尺寸为 3 英

数据来源: Mouser, CASA

国际主要企业最新推出的 SiC 肖特基二极管产品电压集中在 650V、1200V，以 MPS、JBS 结构为主。MPS 与 JBS 器件结构类似，但工作原理不同。JBS 二极管有源区中的 p-n 结结构是用来防止反向阻断时其肖特基势垒的降低，以获得减小其漏电流的作用；而 MPS 二极管中的 p-i-n 结结构则是为获得高击穿电压而设置。

表 2-2 2018 年国际企业最新推出的 SiC 二极管产品

序号	时间	厂商	产品	参数	特点
1	2018 年 1 月	Littelfuse	SiC MPS	1200V/8A、15A、20A	GEN2 系列 MPS 器件结构可确保提升抗浪涌能力并降低泄漏电流。采用主流的 TO-220-2L 封装和采用 TO-252-2L 封装。
2	2018 年 2 月	安森美	SiC SBD	650 V/6-50A	采用表面贴装和穿孔封装。提供零反向恢复、低正向压、不受温度影响的电流稳定性、高浪涌容量和正温度系数。
3	2018 年 4 月	Microsemi	SiC SBD	1200V	该公司的 SiC SBD 在低反向电流下具有折衷的浪涌电流、正向电压、热阻和热容额定值。
4	2018 年 6 月	Littelfuse	SiC MPS	1200V/10-40A	GEN2 系列 MPS 器件结构可确保提升抗浪涌能力并降低泄漏电流。
5	2018 年 8 月	Cree	SiC MPS	1200V/20A	Wolfspeed E-系列是该公司首个实现商业化量产且通过 AEC-Q101 认证和符合生产件批准程序 (PPAP) 要求的二极管产品，满足高湿度环境和汽车认证要求。

资料来源: CASA 整理

商业化的 SiC MOSFET 目前最高耐压为 1700V，最高工作温度 (100-160℃) 下电流在 65A 以下。目前，国际上商业化的 SiC MOSFET 耐压在 1700V 以下，主要有 650V、900V、1200V 和 1700V 四个电压层次；最高工作温度 (100-160℃) 下 SiC MOSFET 的最大电流为 65A (罗姆，650V/65A@100℃)，阈值电压 $V_{gs(th)}$ 最高达到

5.6V。业内生产 SiC JFET 的企业较少，Mouser 上只有 UnitedSiC 在销售 SiC JFET 产品，耐压在 650V、1200V，最高工作温度下的最大电流为 62A（650V/62A @100℃）。

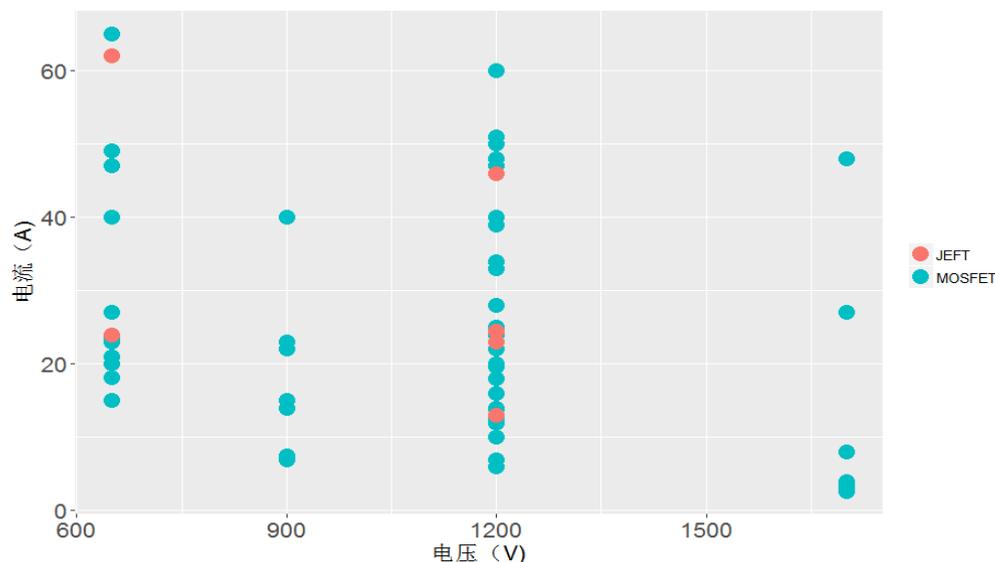


图 2-2 国际上已经商业化的 SiC 晶体管的器件性能

注：图中电流为各企业产品在最高工作温度下的数值。

数据来源：Mouser, CASA

表 2-3 2018 年国际企业最新推出的 SiC 晶体管产品

序号	时间	厂商	产品	参数	特点
1	2018 年 3 月	UnitedSiC	SiC Cascade FETs	650V/31-85A, 27mΩ	UJ3C 系列产品，将 SiC JFETs 器件与定制设计的经 ESD 保护的低压 Si MOSFET 级联并封装在一起。通过标准的 TO-220、TO-247 和 D2PAK-3L 封装，使用标准的 Si-MOSFET 栅极驱动电路驱动，无需重新设计驱动电路，同时提供低导通电阻和低栅极电荷以降低系统损耗。
2	2018 年 3 月	Littelfuse	SiC MOSFET	1200V/18A/120mΩ 1200V/14A/160mΩ	具有超低导通电阻。
3	2018 年 4 月	Microsemi	SiC MOSFET	1200V	新一代的 SiC MOSFET 产品系列具有高雪崩特性，

序号	时间	厂商	产品	参数	特点
					在工业、汽车和民用航空领域的电源应用方面具有很好的耐用性。
4	2018年5月	UnitedSiC	SiC Cascade FETs	1200V, 40 和 80mΩ	UJ3C 系列产品。
5	2018年6月	Cree	SiC MOSFET	1200V	第三代的 C3M™ 1200V SiC MOSFET, 适用于电动汽车功率变换系统。
6	2018年8月	Cree	SiC MOSFET	900V	新型 E-系列 SiC MOSFET 是目前业界唯一通过汽车 AEC-Q101 认证、符合 PPAP 要求、能够耐受高湿度环境的 MOSFET。它采用 Wolfspeed 第三代坚固的平面技术, 累计现场实际工作时间超过 100 亿小时。
7	2018年9月	Littelfuse	SiC MOSFET	1700V, 1Ω	Littelfuse 首款 1700V SiC MOSFET, 支持电动和混合动力汽车、数据中心和辅助电源等高频、高效电源控制应用。

资料来源: CASA 整理

(2) GaN 电力电子器件

商业化的 Si 基 GaN HEMT 最高电压为 650V, 室温下 (25°C) 最大电流为 120A, 创下新高。Si 基 GaN HEMT 的耐压在 650V 以下, 其中, GaN Systems 的产品耐压为 650V 和 100V, 而 EPC 的产品耐压集中在 200V 以下。室温下 Si 基 GaN HEMT 的最大电流为 120A@650V, 由 GaN Systems 生产。

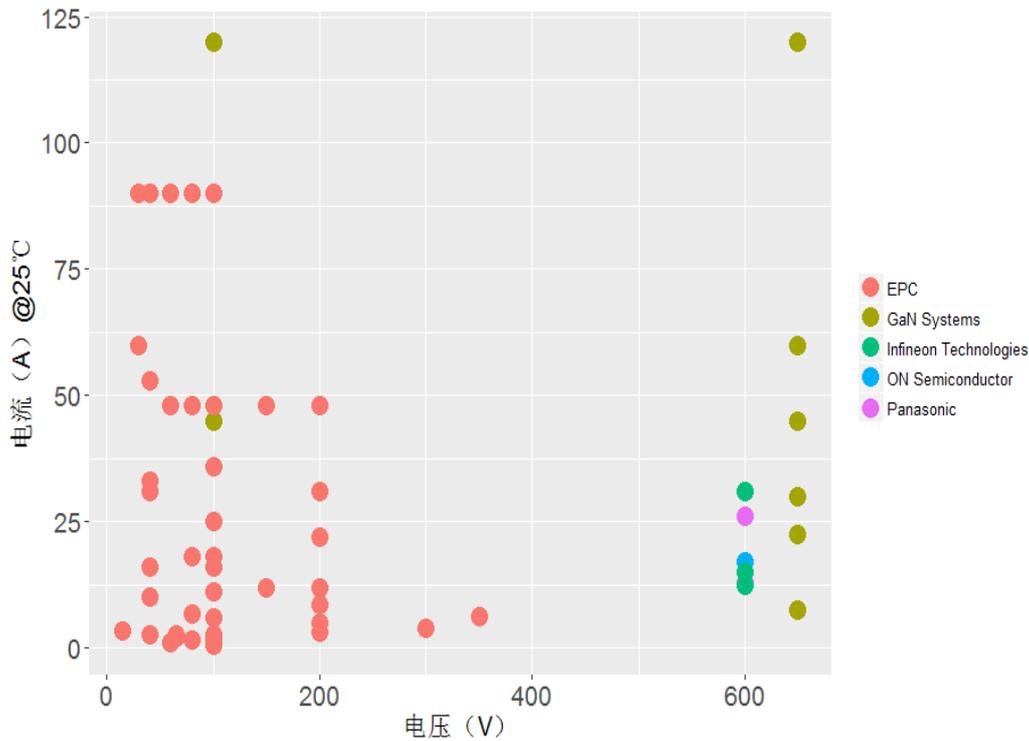


图 2-3 国际上已经商业化的 Si 基 GaN HEMT 电力电子器件性能

数据来源: Mouser, Digi-key, CASA

GaN 电力电子器件朝着集成化方向发展，解决方案不断完善。

目前，市场上 GaN 电力电子器件解决方案分为三种：1) 分立式，开关器件+外部驱动器；2) 多片集成，将开关器件和驱动器封装在一起；3) 单片集成，将栅极驱动集成到开关器件，可以消除高频工作时的互连电感，提升效率，并节省空间。GaN 电力电子器件适用于中低功率（目前功率大约在 kW 级以下水平），分立式方案是目前最成熟的一种解决方案，但集成度的提高是未来的发展趋势。2018 年以英飞凌、Exagan 和 EPC 为代表的企业分别推出了分立式、多片集成和单片集成 GaN 电力电子器件解决方案。

表 2-4 2018 年国际企业最新推出 GaN 电力电子器件产品

序号	时间	厂商	产品	参数	特点
1	2018 年 2 月	GaN systems	GaN E-HEMT	650V/120A	业内最高电流等级，将功率转换系统的功率密度从 20kW 提高到 500kW。

序号	时间	厂商	产品	参数	特点
2	2018年3月	GaN systems	GaN E-HEMT	100V/120A/5mΩ	业内最高电流等级。
3	2018年3月	EPC	GaN 解决方案	150V/70mΩ/7MHz	单片集成 IC，可以消除高频工作时的互连电感，提升效率，并节省空间。
4	2018年3月	德州仪器	GaN 驱动器	50 MHz	宣称是业内最小、最快的 GaN 驱动器。可在提供 50 MHz 的开关频率的同时提高效率，晶圆级芯片封装尺寸仅为 0.8mmx1.2mm。
5	2018年5月	EPC	GaN HEMT	80V/脉冲电流 75A/16mΩ, 80V/脉冲电流 18A/73mΩ	EPC 首次获得汽车 AEC-Q101 认证的 GaN 电力电子器件产品。这 2 款产品的体积远小于传统的 Si MOSFET，且开关速度是 Si MOSFET 的 10-100 倍。
6	2018年6月	Transphorm	GaN FET	650V/35、50 mΩ	Transphorm 第三代 (Gen III) 产品，采用标准 TO-247 封装。将 Gen II 的栅极门坎电压（噪声抗扰性）从 2.1 V 提高到 4 V，无需使用负压栅极驱动。栅极可靠性额定值为 ±20 V，比第二代增加 11%。
7	2018年6月	英飞凌	GaN HEMT	400V、600V	CoolGaN 系列，将于 2018 年底量产。
8	2018年6月	Exagan	GaN 解决方案	30-65 mΩ	Exagan 在 PCIM Europe 展示了 GaN/Si G-FET™ 晶体管 and G-DRIVE™ 智能快速开关解决方案，将晶体管与驱动封装在一起。
9	2018年9月	EPC	GaN HEMT	100V/脉冲电流 37A/25mΩ	尺寸比等效硅器件小 30 倍，500 kHz 下效率达 97%
10	2018年11月	英飞凌	GaN 解决方案	CoolGaN 600 V E-HEMT+驱动 IC	GaN 解决方案

资料来源：CASA 整理

多家企业发布图腾柱（Totem）功率因数校正(PFC)参考设计，最大程度发挥 GaN 电力电子器件优势。基于图腾柱拓扑，GaN 可以实现更高的性能、更高的功率密度、更小的尺寸和更低的整体系统成

年6月，在收购英飞凌的LDMOS和GaN射频业务后，Cree也推出L波段1.2kW GaN HEMT，这些器件均可用于L波段航空电子设备和敌我识别(IFF)应用领域。

表 2-5 2018 年国际企业最新推出 GaN 射频晶体管产品

序号	时间	厂商	产品	参数	特点
1	2018 年 6 月	Cree	GaN HEMT	L 波段、1200W	可用于 L 波段航空电子设备和敌我识别(IFF)应用领域。
2	2018 年 3 月	Qorvo	GaN HEMT	65V、1.0-1.1GHz、1.8kW	GaN-on-SiC 射频晶体管，可用于 L 波段航空电子设备和敌我识别(IFF)应用领域。

资料来源：CASA 整理

3. 模块产品渐多，凸显材料优势

(1) SiC 功率模块

商业化的全 SiC 功率模块耐压达到 3300V，最高电流达到 800A，已开发出 6500V 样品。2018 年 1 月，三菱电机宣布已成功开发出 6.5kV 耐压等级全 SiC 功率模块，该模块采用单芯片构造和新封装（HV100 封装），在 1.7kV 到 6.5kV 同类功率模块中实现了世界最高等级的功率密度（9.3kVA/cm³）。与 Si IGBT 模块相比，全 SiC 功率模块具有高效、节能及小型化等突出优势。业内企业一直致力于用全 SiC 功率模块逐步取代传统的 Si 功率模块。

表 2-6 2018 年国际企业最新推出全 SiC 功率模块产品

序号	时间	厂商	产品	参数	特点
1	2018 年 1 月	三菱电机	全 SiC 功率模块	6500V	采用 SiC SBD 和 SiC MOSFET 一体化芯片设计，减小了模块体积，实现了 6.5kV 业界最高的功

序号	时间	厂商	产品	参数	特点
					率密度 (9.3kVA/cm ³)。
2	2018年6月	罗姆	全 SiC 功率模块	1200V /400、600A	面向工业设备用电源、太阳能发电功率调节器及 UPS 等的逆变器、转换器
3	2018年10月	罗姆	全 SiC 功率模块	1700V/250A	采用新涂覆材料和新工艺方法，成功地预防了绝缘击穿，并抑制了漏电流的增加。已于 2018 年 10 月开始投入量产。

资料来源：CASA 整理

(2) GaN 射频模块

商业化的 GaN 功率放大器工作频率高达 31GHz。对应到我国公布的 5G 频段，3.3-3.6GHz 频率范围内射频功率放大器的最高功率达到 100W，4.8-5GHz 频率内最高功率达到 50W。

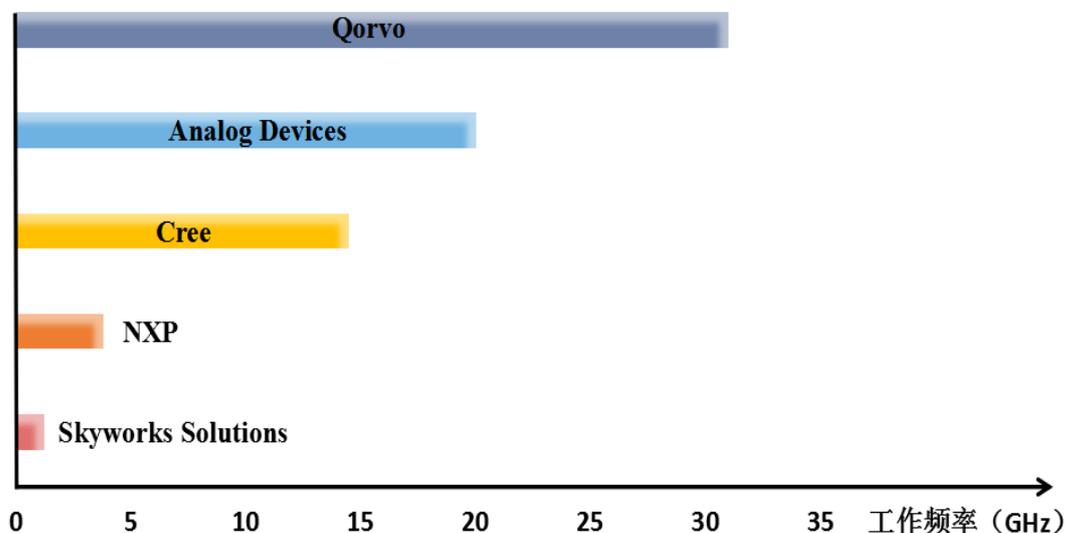


图 2-5 国际上已经商业化的 RF GaN 功率放大器性能

数据来源：Mouser, CASA

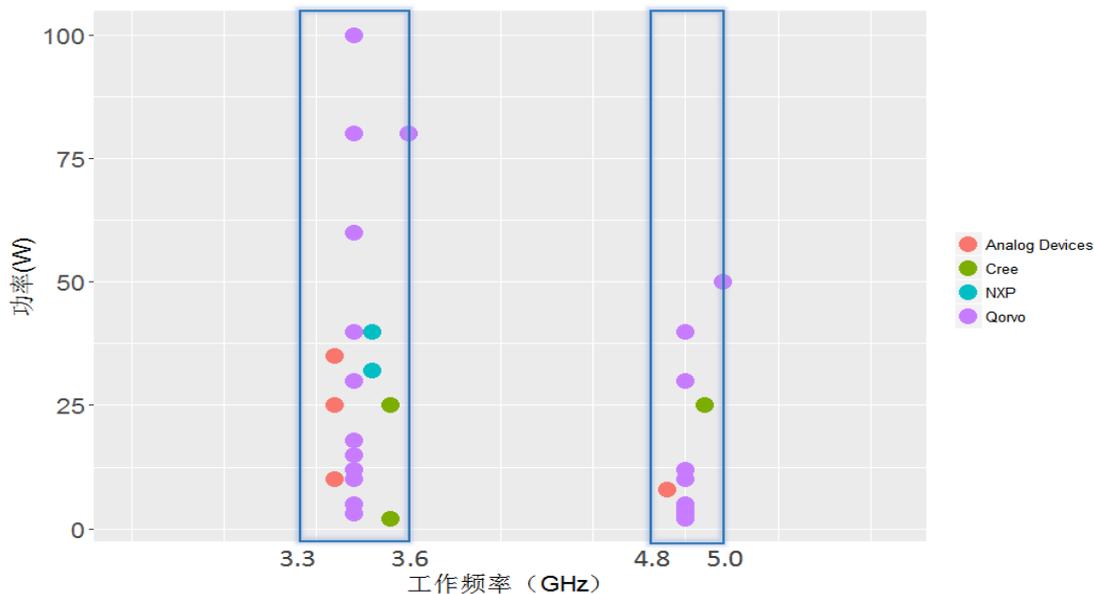


图 2-6 国际主流厂商商业化 RF GaN 功率放大器性能 (@中国 5G 频段)

数据来源: Mouser, CASA

除分立的功率模块外，GaN 也已经应用于单片微波集成电路 (MMIC)。2018 年，MACOM、Custom MMIC 和 Cree 等企业纷纷推出新的 GaN MMIC 模块产品。

表 2-7 2018 年国际企业最新推出 GaN 射频模块产品

序号	时间	厂商	产品	参数	特点
1	2018 年 2 月	MACOM	GaN MMIC PA	同时覆盖 Band 42 (3.4-3.6GHz) 和 Band 43 频带 (3.6-3.8GHz)。	MACOM 的新 MAGM 系列 PAs 将 GaN-on -Si 技术固有的独特性能和成本优势与 MMIC 封装效率相结合，提供了宽带性能，具有平坦的功率和卓越的功率效率，满足商用批量 5G 基站制造和部署的需求。
2	2018 年 3 月	Custom MMIC	GaN MMIC LNA	2.6 to 4 GHz/ 14 dB, 5 to 7 GHz/ 20 dB, 8-12 GHz/ 15 dB	无铅 4x4 毫米 QFN 封装，适合要求高性能和高输入功率生存性的雷达和电子战(EW)应用。
3	2018 年 4 月	Diamond Microwave	GaN SSPA	X 波段，200W、400W，饱和增益 55dB	GaN 基微波脉冲固态功率放大器 (SSPA)，尺寸仅为 150mm x 197 mm x 30 mm，是要求苛刻的国防、航空航天和通信应用中真空管放大器(TWT)的一种紧凑替代品。

序号	时间	厂商	产品	参数	特点
4	2018年 6月	稳懋	GaN PA	0.45μm 加工工艺, 100MHz-6GHz, 50V	可以用于 Massive MIMO 无线天线系统等 5G 应用。
5	2018年 6月	Qorvo	GaN FEM	X 波段	GaN 射频前端模块产品在 单个紧凑封装中提供四种 功能,包括 RF 开关、功 率放大器、低噪声放大器 和限幅器。设计用于下一 代有源电子扫描阵列 (AESA) 雷达。
6	2018年 9月	Cree	GaN MMIC PA	C 波段, 25 W、50 W, 28 V	用于雷达。

资料来源: CASA 整理

(二) 国内技术稳步提升, 商用产品陆续推出

1. 材料品质提升, 支持国产应用

SiC 衬底方面, 国内仍然是 4 英寸为主, 6 英寸衬底已开始小批量供货, 6 英寸衬底的微管密度控制在 5 个/cm² 以下。目前已经开发出低缺陷密度 6 英寸碳化硅 (SiC) N 型衬底, SiC 衬底材料的微管密度 (MPD) 低于 1 个/cm²。**SiC 外延片方面**, 实际用于器件生产的 4 英寸外延片最大厚度约 50μm, 国内已开始小批量生产 6 英寸 SiC 外延片。

GaN 衬底方面, 国内批量生产的衬底以 2 英寸为主, 位错密度已经降到 10⁵/cm², 实验室里可以降到 10⁴/cm²。已开发出自支撑 4 英寸衬底, 缺陷密度降到 10⁶/cm²。**GaN 异质外延方面**, 国内多家企业研制出 8 英寸 Si 基 GaN 外延片, 耐压在 650V/700V 左右, SiC 和蓝宝石衬底的 GaN 外延片的尺寸可达 6 英寸。

Ga₂O₃ 衬底方面, 国内仍处于研究阶段。山东大学晶体材料国家

重点实验室首次获得了机械剥离技术，一步法获得高质量单晶衬底，但对于大尺寸衬底的 CMP 加工技术仍处于研究阶段。**Ga₂O₃**外延方面，目前受限于 β -Ga₂O₃ 单晶衬底的尺寸，同质外延片的尺寸在 2 英寸以内，主要采用 MBE 的方式进行，但 MOCVD 已开始被用于 MOSFET 器件结构的同质外延；异质外延主要采用蓝宝石衬底，有利于实现 Ga₂O₃ 薄膜的大尺寸、低成本制备。

2. 器件成熟不同，产品陆续推出

SiC 器件方面，国内 600-3300V SiC 肖特基二极管技术较为成熟，产业化程度继续提升。目前已研制出了 1200-1700V SiC MOSFET 器件，因可靠性问题尚未完全解决，目前处于小批量生产阶段。**SiC 模块方面**，国内 2018 年推出 1200V/50-600A、650V/900A 全 SiC 功率模块。

GaN 电力电子器件方面，国内推出了 650V/10-30A 的 GaN 晶体管产品。国内某知名化合物半导体代工企业在 2018 年四季度完成 650V GaN 电力电子器件生产工艺。

GaN 微波射频器件方面，国产 GaN 射频放大器已成功应用于基站，Sub6 GHz 和毫米波 GaN 射频功率放大器也已实现量产，工艺节点涵盖 0.5-0.15 μ m，并在研发 0.09 μ m 工艺。

GaN 光电器件方面，2018 年，我国半导体照明产业技术实现稳步提升，部分技术国际领先。功率型白光 LED 产业化光效达到 180 lm/W，与国际先进水平基本持平；LED 室内灯具光效超过 100 lm/W，

室外灯具光效超过 130 lm/W。功率型 Si 基 LED 芯片产业化光效达到 170 lm/W；白光 OLED（面积 < 10 mm×10 mm）产业化光效达到 150 lm/W，白光 OLED（面积 > 80 mm×80 mm）产业化光效达到 100 lm/W。

三、产业持续整合，生态不断完善

（一）国际企业积极扩产，产品后续降价可期

1. 产品供不应求，企业积极扩产

电动汽车销量快速增长拉动电力电子器件市场需求。据国际能源署(IEA)预测，到 2030 年，在全球销售的纯电动汽车台数将达到 2017 年的 15 倍，增至 2150 万辆。随着纯电动汽车销量的成倍增加，车用电力电子器件的市场规模也将快速扩大。以 SiC 和 GaN 为代表的第三代半导体电力电子器件具有高效节能、小型化等诸多优点成为关注焦点。

国际传统电力电子器件大厂纷纷发力汽车市场。2018 年 3 月，世界最大的电力电子器件生产企业德国英飞凌与上海汽车宣布成立合资企业，为中国市场生产汽车级框架式 IGBT 模块。排名第 2 的美国安森美半导体公司也将以车载半导体为中心，扩充电力电子器件产品。此外，日本电力电子器件生产企业东芝、三菱电机和富士电机也纷纷投资百亿日元规模资金用于扩产纯电动汽车用半导体电力电子器件。

市场需求增长，第三代半导体尤其是 SiC 生产企业积极扩产。随着已经广泛应用的开关电源、光伏逆变和刚开启应用的新能源汽车功率变换等下游需求的快速增长，2017 年以来 SiC 电力电子器件处于供不应求的状态。为了应对日益增长的需求，SiC 产业链上下游企业

纷纷开始扩产。2018年，SiC外延片生产企业美国II-VI和日本昭和电工、电力电子器件IDM制造企业日本罗姆、电力电子器件代工企业美国X-Fab和中国台湾的汉磊科技均已发布扩产计划。

表 3-1 2018 年上半年国际第三代半导体企业扩产情况

时间	企业	投资金额	明细
2018年5月	日本罗姆	600亿日元	2018年5月8日，ROHM为加强需求日益扩大的SiC功率元器件的生产能力，决定在ROHM Apollo Co., Ltd.(日本福冈县)的筑后工厂投建新厂房，新建一栋6英寸SiC的新大楼。预计将于2019年动工，于2020年竣工。生产能力为6英寸SiC月产5000片，生产设备可以同时应对6英寸与8英寸产品。罗姆目标2025年在SiC电力电子器件市场能获得30%左右的市场份额，成为行业领先者。为了实现这一目标，罗姆计划截至2024财年累计将进行约600亿日元的设备投资，SiC电力电子器件产能较2016年预计增加约16倍。
2018年5月	美国II-VI	-	2018年5月14日，II-VI子公司II-VI EpiWorks宣布将位于美国伊利诺斯州的化合物半导体外延制造中心的产能扩充为原来的4倍。II-VI EpiWorks是II-VI公司的子公司，由伊利诺伊大学香槟分校微纳米技术实验室(MNTL)的教师和研究生创建。II-VI EpiWorks致力于将该公司保留在伊利诺伊州，并帮助该大学成为半导体研究、商业化和制造中心。
2018年8月	美国X-Fab	-	2018年8月30日，X-Fab宣布计划将位于得克萨斯州的6英寸SiC代工厂的加工能力增加一倍，以应对客户对高效率电力电子器件的需求。为了准备双倍产能，德州X-FAB购买了第二台加热离子注入机，用于制造6英寸SiC晶片。预计这种加热离子注入机将于2018年底交付，产能将于2019年第一季度释放。
2018年	日本昭和电工	-	昭和电工表示，该公司之前分别于2017年9月、2018年1月宣布增产SiC晶圆，不过因SiC制电源控制晶片市场急速成长、为了因应来自顾客端旺盛的需求，因此决定对SiC晶圆进行第3度的增产投资。昭和电工SiC晶圆月产能甫于今年(2018年)4月从3,000片提高至5000片(第1次增产)，且将在今年9月进一步提高至7000片(第2次增产)，而进行第3度增产投资后，将在2019年2月扩增至9,000片的水准、达现行(5000片)的1.8倍。

时间	企业	投资金额	明细
2018 年	中国台湾 汉磊科技	-	2018 年 8 月宣布，汉磊科技决定扩大 SiC 产能，董事会决议斥资 3.4 亿元新建置 6 吋 SiC 生产线，为台湾地区第一家率先扩增 SiC 产能的代工厂，预计明年下半年可以展开试产。汉磊目前已建立 4 吋 SiC 制程月产能约 1500 片，预计将现有 6 寸晶圆厂部分生产线改为 SiC 制程生产线，先把制程建立起来，以满足车载、工控产品等客户强劲需求。

资料来源：CASA 整理

2. 企业并购活跃，产业持续整合

据 CASA 不完全统计，2018 年，国际第三代半导体行业 SiC 和 GaN 领域有 6 起并购案例，披露的交易金额接近 100 亿美元。其中，美国 Microchip 收购 Microsemi 的交易对价就达到了 83.5 亿美元，是 2018 年国际第三代半导体领域最大的并购交易。但实际上，Microsemi 的业务以 Si 集成电路为主，其第三代半导体业务（SiC SBD 和 MOSFET）占比很小。从被收购企业所在产业链环节来看，2018 年的并购交易以器件环节为主，其次是材料生长和加工环节。从并购类型来看，以产业链横向并购为主，此外，部分电路保护企业通过跨界收购的方式切入 SiC 电力电子器件领域。

产业链横向并购方面，美国 Cree 以 3.45 亿欧元收购德国英飞凌射频业务，增强 Cree 在射频封装方面的技术实力；英国 IQE 花费 500 万美元收购澳大利亚 Silex Systems 旗下子公司 Translucent 公司拥有的 cREO (TM) 技术和 IP 组合，进一步增强 IQE 的 Si 基化合物半导

体外延生长能力；整合单片机、混合信号、模拟器件和闪存专利解决方案的供应商美国 Microchip 斥资 83.5 亿美元收购美国半导体企业 Microsemi，扩展 Microchip 在通信、航空和国防等多个终端市场的市场占有率。英飞凌以 1.39 亿美元收购初创企业 Siltectura，将一种高效的晶体材料加工工艺“冷切割”技术收入囊中。

跨界并购方面，电路保护企业美国 Littelfuse 以 6.55 亿美元收购功率半导体企业美国 IXYS，完善公司在功率控制领域的产品组合；电气保护与控制、先进材料供应商法国美尔森（Mersen）收购法国 CALY Technologies 49% 的股份，这项投资将巩固 CALY 的 SiC 电流限制器件（Current Limiting Devices）和肖特基二极管器件等产品组合，为电气保护和电力转换应用提供突破性的创新产品。

表 3-2 2018 年国际第三代半导体行业 SiC 和 GaN 领域并购情况

时间	收购方	被收购方	交易金额	影响
2018 年 1 月	美国 Littelfuse	美国 IXYS	6.55 亿美元	IXYS 是电力电子器件和集成电路市场的全球领导者之一，专注于工业、通信、消费和医疗市场的中高压功率控制半导体。两家公司的结合带来了广泛的电力电子器件产品系列、互补的技术专长和强大的人才队伍，符合 Littelfuse 在功率控制和工业 OEM 市场加速增长的公司战略。
2018 年 3 月	美国科锐	德国英飞凌射频业务	3.45 亿欧元	此次收购强化了 wolfspeed 在 RF GaN-on-SiC 技术领域的领导地位，并提供了进入更多市场、客户和包装专业知识的机会。
2018 年 3 月	英国 IQE	收购澳大利亚 Silex Systems 旗下 Translucent 拥有的 cREO (TM) 技术和 IP 组合	500 万美元	cREO (TM) 技术提供了一种独特的方法来制造各种 Si 基化合物半导体产品，包括用于新兴功率开关和 RF 技术市场的 Si 基 GaN。收购 cREO (TM) 技术将进一步增强 IQE 的 Si 基化合物半导体外延生长能力。
2018 年 4 月	法国 Mersen	法国 CALY Technologies 49% 股份	-	这项投资将巩固 CALY 的 SiC 电流限制器件和肖特基二极管器件等产品组合，为电气保护和电力转换应用提供突破性的创新产品。

时间	收购方	被收购方	交易金额	影响
2018年5月	美国 Microchip	美国 Microsemi	83.5 亿美元	这笔交易将扩展 Microchip 在多个终端市场的市占率，包括通信、航空和国防等市场。这些市场领域占 Microsemi 销售额的 60% 左右，此次收购将使其服务的市场规模从 180 亿美元扩大至 500 亿美元以上。
2018年11月	美国 英飞凌	德国 Siltrectra	1.39 亿美元	与普通锯切割技术相比，Siltrectra 开发出了一种分解晶体材料的新技术--冷切割。“冷切割”是一种高效的晶体材料加工工艺，能够将材料损失降到最低。

资料来源：CASA 整理

3. 产品价格仍高，后续降价可期

目前，SiC、GaN 电力电子的价格仍然较高，GaN 射频器件价格基本达到用户可接受范围。2018 年由于产品供不应求，SiC 电力电子器件的价格较年初有所上涨。SiC 电力电子器件的价格是同规格 Si 器件的 5-10 倍左右，而 Si 基 GaN HEMT 电力电子器件（600-650V）的价格比 SiC 器件高 50% 以上。整体而言，SiC、GaN 电力电子器件的价格离业界可普遍接受的价格（约是 Si 产品价格的 2-3 倍）还有较大距离，产品的快速渗透有赖于后续生产成本的降低。射频器件方面，RF GaN HEMT 的价格较年初有所下降，已经降到 Si LDMOS 价格的 3 倍以内，在系统层面已经达到用户可接受的范围，随着技术的不断成熟，后续仍有较大降价空间。

（1）电力电子器件

据 CASA 对 Mouser 和 Digi-key 数据统计分析，截至 2018 年 12 月，业内累计推出了超过 790 个品类 SiC 器件，较 1 月增加 19.3%，其中二极管 600 个，分立半导体模块 81 个，晶体管 113 个；以及 207

个电力电子 GaN HEMT，1 月份时该数量只有 15 个，产品类型实现大幅增长。从供应厂家来看，有 21 家企业提供 SiC 电力电子产品，5 家企业提供 GaN 电力电子产品。

目前有包括 Infineon、Rohm、Cree、STM 等 20 家企业提供 SiC 肖特基二极管产品。截至 12 月，产品类型最多的企业分别为 ROHM、Infineon、Cree 和 STM，其提供的产品占比达 53.2%。从上述 4 家产品对比来看，ROHM 和 Cree 产品价格较高，STM 产品价格最低。

表 3-3 不同制造商 SiC 肖特基二极管产品平均价格对比 单位（元/A）

耐压（V）	Cree	Infineon	ROHM	STM
600	4.13	3.42	4.73	2.19
650	4.06	2.56	3.37	2.20
1200	9.46	6.84	10.39	4.03

数据来源：Mouser, CASA

表 3-4 不同制造商 SiC SBD 产品价格中位数对比 单位（元/A）

耐压（V）	Cree	Infineon	ROHM	STM
600	3.81	2.86	4.36	2.01
650	4.07	2.47	2.90	1.91
1200	8.87	5.64	9.31	3.47

数据来源：Mouser, CASA

SiC 肖特基二极管价格是同规格 Si 快恢复二极管（FRD）的 5 倍左右。最高工作温度下，耐压 600V SiC 肖特基二极管的平均价格为 4.80 元/A，是 600V Si FRD 的平均价格（1.02 元/A）的 4.7 倍；1200V SiC 肖特基二极管产品的平均价格为 7.54 元/A，约是 1200V Si FRD 的平均价格（1.32 元/A）的 5.7 倍；650V 和 1700V SiC 肖特基二极管平均价格分别 2.84 元/A 和 24.41 元/A。中位数价格对比参照下文表格数据（下同）。

表 3-5 SiC 肖特基二极管与 Si FRD 平均价格对比

耐压 (V)	SiC 肖特基二极管平均价格 (元/A)	Si FRD 平均价格 (元/A)	价格之比
600	4.80	1.02	4.7X
650	2.84	-	-
1200	7.54	1.32	5.7X
1700	24.41	-	-

数据来源: Mouser, CASA

表 3-6 SiC 肖特基二极管与 Si FRD 价格中位数对比

耐压 (V)	SiC 肖特基二极管价格中位数(元/A)	Si FRD 价格中位数 (元/A)	价格之比
600	3.32	0.54	6.1X
650	2.47	-	-
1200	6.08	0.94	6.5X
1700	20.00	-	-

数据来源: Mouser, CASA

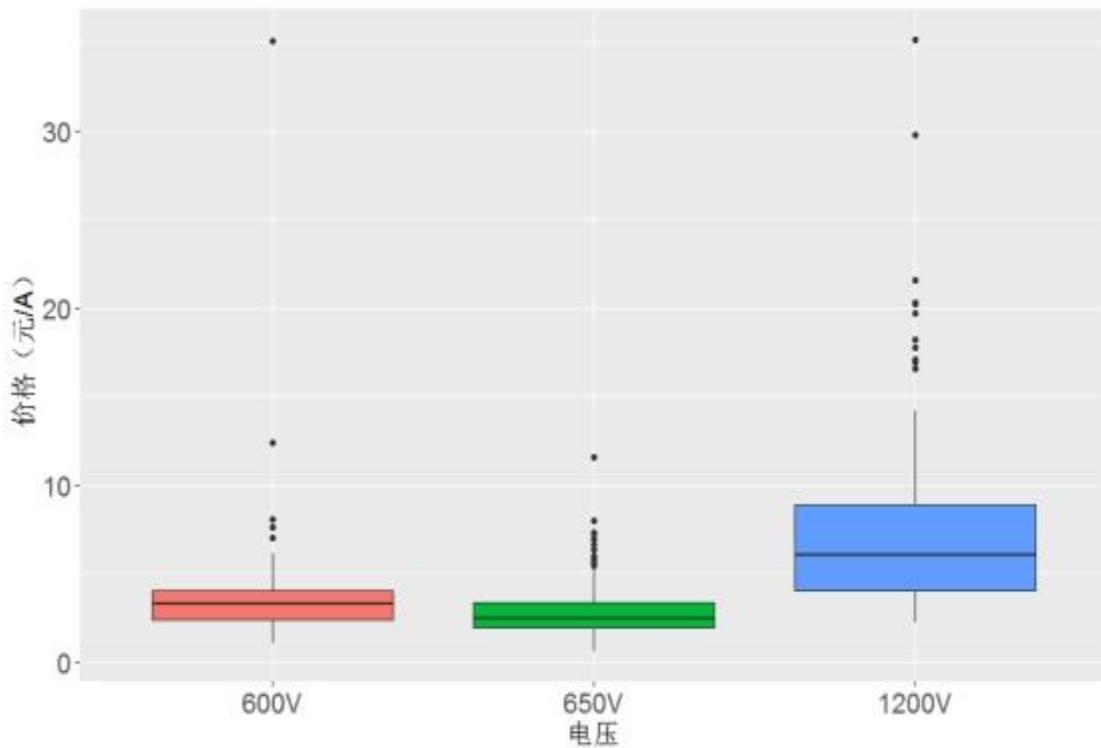


图 3-1 SiC 肖特基二极管价格分布图 (截至 2018 年 12 月)

数据来源: Mouser, CASA

SiC MOSFET 价格约是同规格 Si IGBT 的 8-13 倍。目前有包括 Cree 和美高森美等 8 家企业提供 SiC 晶体管产品。最高工作温度

下，耐压 650V SiC MOSFET 的平均价格为 4.18 元/A，是 650V Si IGBT 的平均价格（0.35 元/A）的 11.9 倍；1200V SiC MOSFET 产品的平均价格为 7.05 元/A，约是 1200V Si IGBT 的平均价格（0.87 元/A）的 8.1 倍；900V 和 1700V SiC MOSFET 平均价格分别 3.78 元/A 和 11.31 元/A，分别为 Si IGBT 的平均价格的 3.4 倍和 3.3 倍。

表 3-7 SiC MOSFET 与 Si IGBT 平均价格对比

耐压 (V)	SiC MOSFET 平均价格 (元/A)	Si IGBT 平均价格 (元/A)	价格之比
650	4.18	0.35	11.9X
900	3.78	-	-
1200	7.05	0.87	8.1X
1700	11.31	-	-

数据来源: Mouser, CASA

表 3-8 SiC MOSFET 与 Si IGBT 价格中位数对比

耐压 (V)	SiC MOSFET 价格中位数 (元/A)	Si IGBT 价格中位数 (元/A)	价格之比
650	4.05	0.31	13.1X
900	3.70	-	-
1200	6.34	0.79	8.0X
1700	11.72	-	-

数据来源: Mouser, CASA

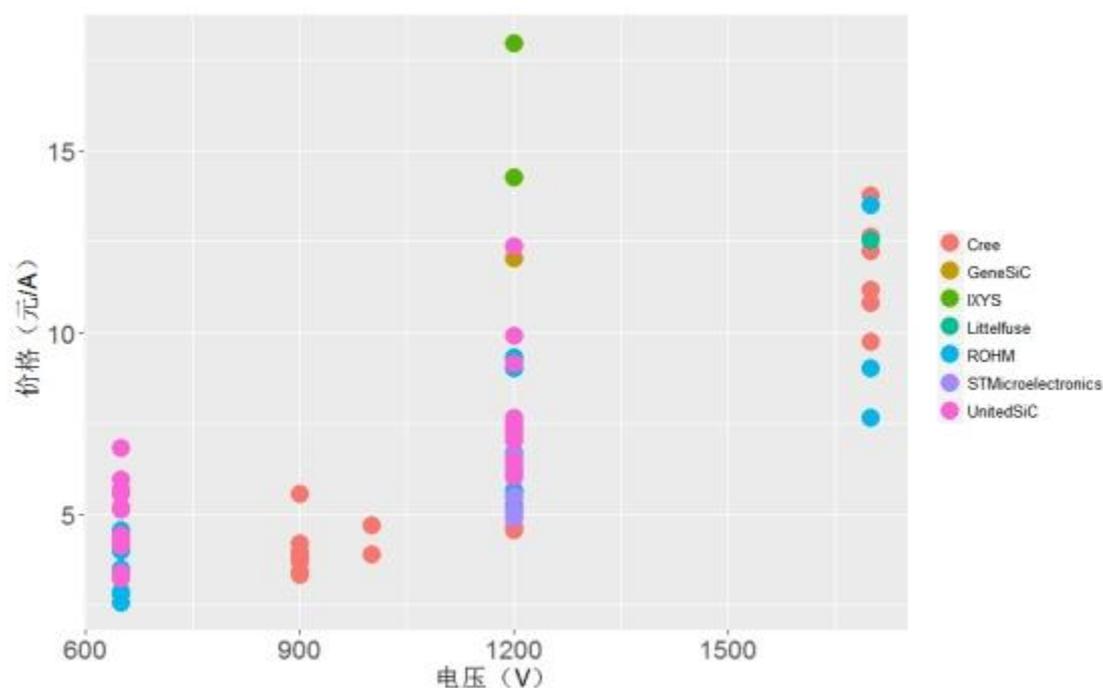


图 3-2 国外已经商业化的 SiC 晶体管价格

数据来源: Mouser, CASA

电力电子 Si 基 GaN HEMT 产品品类大幅增加, 但价格较高。目前有包括 EPC、GaN Systems 等 5 家企业对外销售电力电子 Si 基 GaN HEMT 器件。EPC 产品耐压全部位于 350V 及以下, 除 GaN Systems 有 5 款产品的耐压为 100V 外, 其他产品耐压均在 600V-650V。室温 (25°C) 下, 600V-650V 产品的平均价格为 6.39 元/A, 价格高于以最高工作温度下电流计量的 SiC MOSFET 产品, 而 350V 及以下产品价格的平均值为 2.30 元/A。

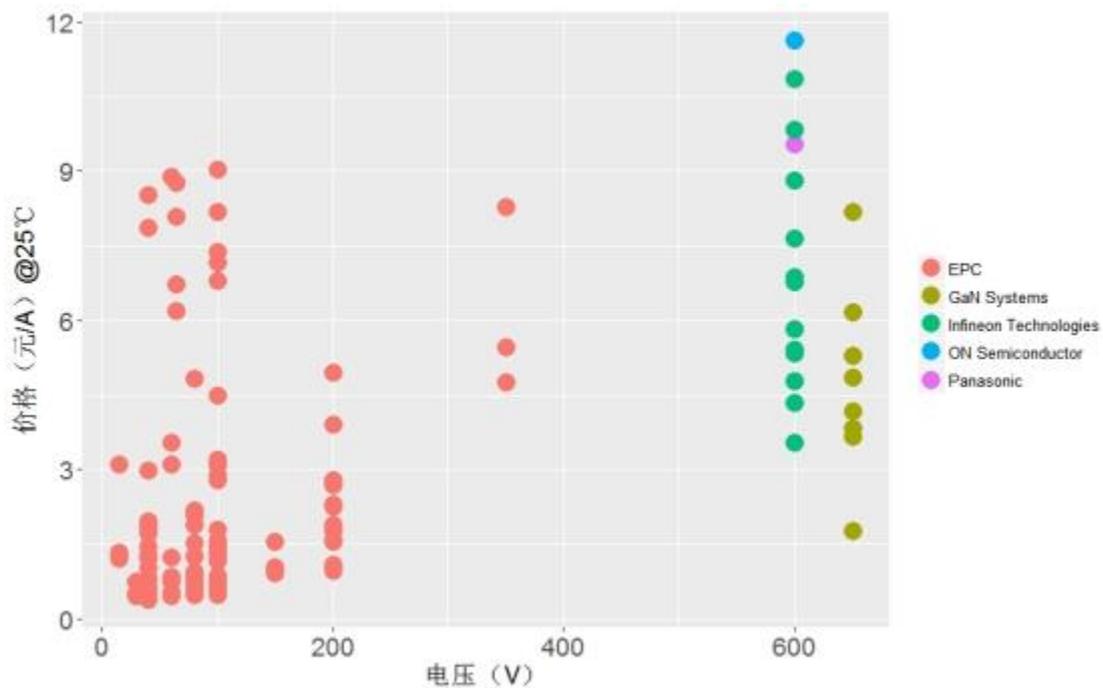


图 3-3 国外已经商业化的电力电子 Si 基 GaN HEMT 价格

数据来源: Mouser, CASA

(2) 射频器件

RF GaN HEMT 价格跨度较大, 价格略有下降。目前有包括 Qorvo、Cree、NXP 和 MACOM 等 4 家企业对外销售 170 个类型的 RF GaN HEMT 器件, 产品报价范围为 90-9000 元/只。平均价格为

23.78 元/W，较年初下降约 7.65%，已经降到 Si LDMOS 平均价格（8.50 元/W）的 3 倍以内。4 家企业中 MACOM 主要产品为 Si 基 GaN 射频器件，Qorvo、Cree 和 NXP 主要生产 SiC 基 GaN 射频器件。其中，MACOM 的 Si 基 GaN 射频器件的频率在 6GHz 以下，产品价格与 SiC 基 GaN 射频器件相当。

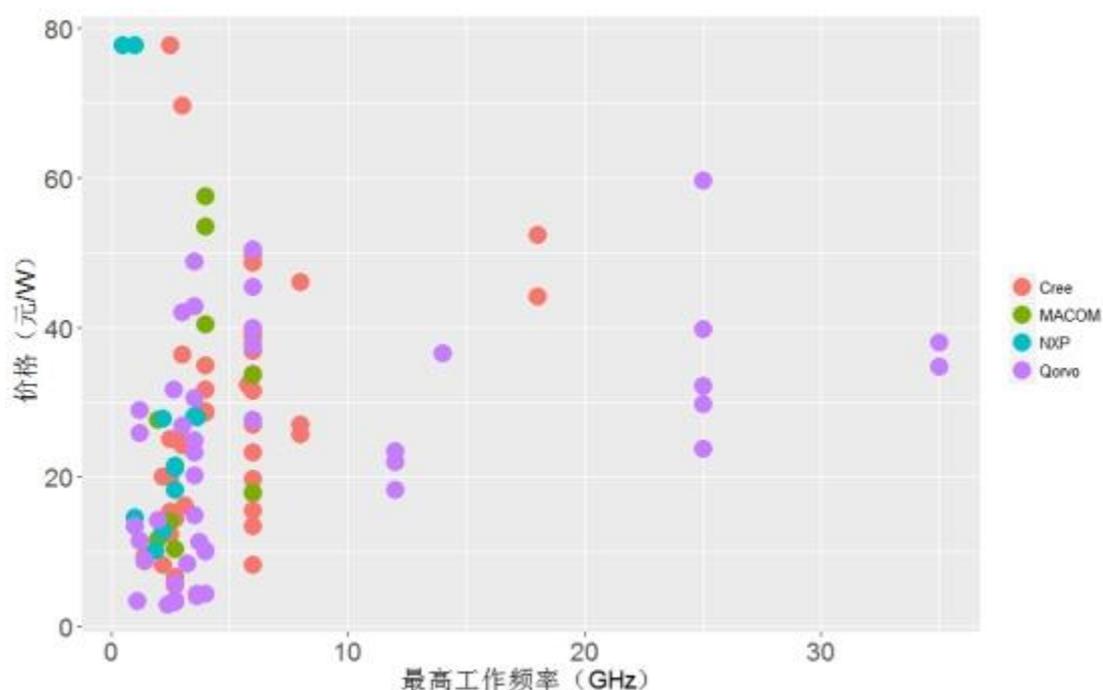


图 3-4 国外已经商业化的 RF GaN HEMT 价格

数据来源: Mouser, CASA

(二) 国内产业积极推进，分工体系逐渐形成

1. 总产值超 7400 亿，同比增长 13%

2018 年，在国内市场环境偏紧和国际形势紧张的大背景下，我国第三代半导体产业继续向前推进。据初步统计，2018 年我国第三代半导体整体产值约为 7423 亿元（包括半导体照明），较 2017 年同比增长近 13%。其中电力电子产值规模近 12.3 亿元，较上年增长 23%

以上；微波射频产值规模 36.7 亿元，较上年增长了 20%；光电（主要为半导体照明）产业规模为 7374 亿元，较上年增长近 13%。

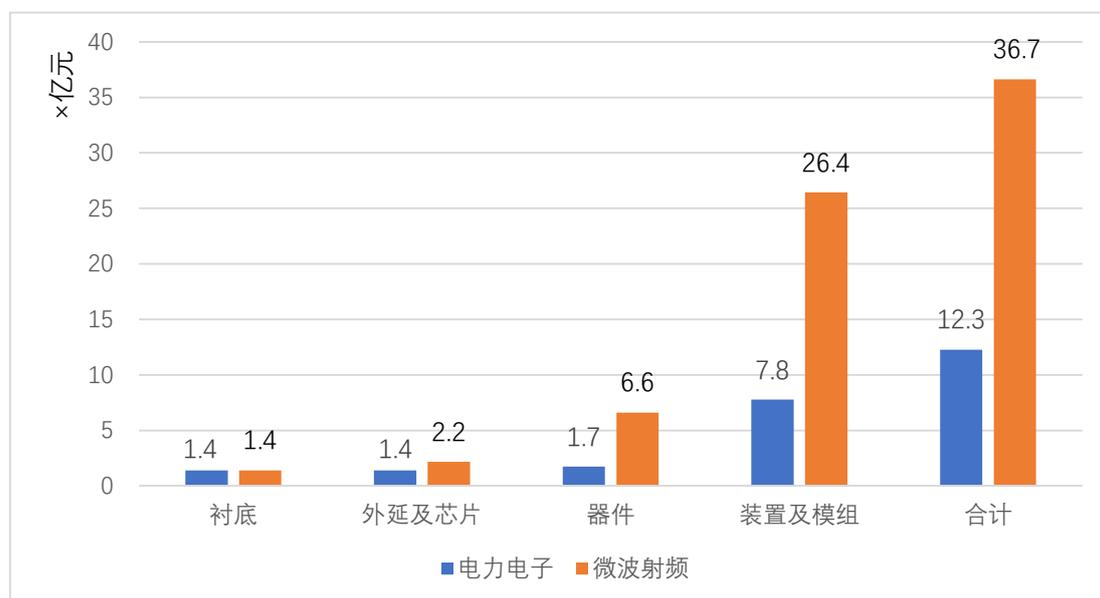


图 3-5 2018 年我国 SiC、GaN 电力电子产业和微波射频产业产值

数据来源：CASA, CSA Research

2. 企业稳步扩产，内生发展为本

美国以国家安全为由，联合欧美、日本等发达国家，实施对中国等发展中国家的高端技术封锁，我国半导体领域的海外并购之路艰难。此外，“中兴事件”更揭露了我国在半导体等核心技术方面的缺失，为摆脱受制于人的卡脖子局面，真正实现信息安全领域的自主可控，国内半导体自主创新发展需求迫切。在政策和资金的大力支持下，2018 年，国内第三代半导体产业化进程不断深入，企业积极扩产，多条产线（中试线）获得启用。

(1) 产线陆续开通，产能不断提升

据 CASA 不完全统计，2018 年国内第三代半导体领域新增 3 条 6 英寸 SiC 产线。2018 年国内 SiC 产线建设顺利，新增 3 条 6 英寸（兼

容 4 英寸) SiC 产线 (中试线), 分别是株洲中车时代、三安集成和国家电网全球能源互联网研究院 (中试线) 的 6 寸线, 均已完成调试开始流片。除上述 3 条线外, 国内泰科天润和中电科 55 所已有 SiC 产线, 至此, 国内目前至少已有 5 条 SiC 产线 (包括中试线)。

(2) 氮化镓投资升温, 碳化硅热度持平

2018 年国内第三代半导体投资扩产热度不减, 但重点投资方向略有变化。据 CASA 不完全统计, 目前国内第三代半导体相关领域共有 8 起大的投资扩产项目, 已披露的总投资额至少达到 639 亿元。从扩产的方向上看, 有 4 起与氮化镓 (GaN) 材料相关, 包括外延及芯片、电力电子及射频器件等, 投资扩产项目总额为 220 亿元 (与 2017 年的 19 亿元相比, 增加了近 11 倍), 投资企业包括华灿光电、英诺赛科、聚能晶源以及聚力成半导体; 碳化硅 (SiC) 材料相关的衬底、外延及芯片、封装测试、电力电子器件等项目的投资扩产总共 4 起, 已披露的总额约为 60 亿元 (与 2017 年的 65 亿元基本持平), 投资企业包括中科院微电子研究所、台湾强茂集团、北京天科合达以及山东天岳。其他以先进半导体集成电路为名义的投资 1 起, 投资金额近 359 亿元, 其中涉及建设一条 SiC 电力电子器件生产线。

表 3-9 2018 年国内第三代半导体领域投资扩产详情

时间	企业	地区	金额	详情
2018 年 2 月	华灿光电	浙江义乌	108 亿	华灿光电与义乌信息光电高新技术产业园区管理委员会签署合作协议, 拟投资 108 亿元建设先进半导体与器件项目, 建设周期 7 年。项目包括 LED 外延及芯片; 蓝宝石衬底; 紫外 LED; 红外 LED; microLED; MEMS 传感器; 垂直腔面发射激光器 (VCSEL) 氮化镓 (GaN) 基激光器; 氮化镓 (GaN) 基电力电子器件等先进半导体与

时间	企业	地区	金额	详情
				器件项目。
2018年6月	英诺赛科	江苏苏州	60亿	2018年6月23日，英诺赛科宽禁带半导体项目在苏州市吴江区举行开工仪式。该项目占地368亩，建成后将成为世界一流的集研发、设计、外延生产、芯片制造、分装测试等于一体的第三代半导体全产业链研发生产平台，填补我国在氮化镓的电子电力器件及射频器件，尤其是硅基氮化镓领域的产业空白，该项目也是该领域全球首个大型量产基地，单月满产可达6-8万片，为5G移动通信、新能源汽车、高速列车、电子信息、航空航天、能源互联网等产业的自主创新发展和其他转型升级行业提供先进、高效、节能和低成本的核心电子元器件。
2018年7月	聚能晶源	山东青岛	2亿	为帮助和尽快形成产能，占领国内第三代半导体材料市场份额，青岛即墨同意与聚能晶源另行签署正式项目合作协议，为聚能晶源提供一系列项目支持；聚能晶源预计本项目投资总额不少于约2亿元人民币；2018年年底前投资总额不低于5000万元人民币，2020年年底前投资总额不低于1.5亿元人民币；聚能晶源未来产品线将覆盖功率与微波器件应用，打造世界级氮化镓（GaN）材料公司，项目主要产品有面向电力电子器件应用的氮化镓（GaN）外延片，以及面向微波器件应用的氮化镓（GaN）外延片等。
2018年11月	聚力成半导体	重庆	50亿	聚力成半导体项目占地500亩，拟投资50亿元，将在重庆大足打造集GaN外延片制造、晶圆制造、芯片设计、封装、测试、产品应用设计于一体的全产业链基地。项目建成达产后可实现年产值100亿元以上，有望突破我国第三代半导体器件在关键材料和制作技术方面的瓶颈，形成自主制造能力。
2018年9月	中科院微电子所	江苏徐州	20亿	总投资20亿元，主要产品为碳化硅（SiC）肖特基二极管、碳化硅（SiC）MOS晶体管等电力电子器件。

时间	企业	地区	金额	详情
	台湾强茂集团	江苏徐州	10 亿	主营二极管、三极管封装、IGBT 封装、集成电路封装、碳化硅封装、高压贴片电容器等，总投资 10 亿元，打造半导体封装测试生产基地。
2018 年 10 月	北京天科合达	江苏徐州	未披露	投资 SiC 晶片项目。
2018 年 11 月	山东天岳	湖南长沙	30 亿元	11 月 13 日，浏阳高新区举行天岳 SiC 材料项目开工活动，标志着国内最大的第三代半导体碳化硅材料项目及成套工艺生产线正式开建，也为长沙碳基材料产业发展增添“新引擎”。总投资 30 亿元，分为两期建设，一期占地 156 亩，主要生产 SiC 导电衬底，预计年产值可达 13 亿元；二期主要生产功能器件，包括电力器件封装、模块及装置，新能源汽车及充电站装置、轨道交通牵引变流器、太阳光伏逆变器等，预计年产值可达 50~60 亿元，税收可达 5~7 亿元。
2018 年 8 月	上海积塔半导体	上海	359 亿元	该项目为上海市重大产业项目，位于浦东新区临港重装备产业区，占地面积 23 万平方米，总建筑面积 31 万平米，共由 21 个单体组成，总投资额约 359 亿元，产品重点面向工控、汽车、电力、能源等领域。项目建设分为两个阶段：一阶段建设一条 8 英寸 0.11um 60000 片/月的生产线，一条 12 英寸 65nm 3000 片/月先进模拟电路先导生产线，一条 6 英寸 5000 片/月 SiC 宽禁带半导体电力电子器件先导生产线。二阶段再建一条 12 英寸 65nm 先进模拟电路生产线，生产能力 47000 片/月，优化 8 英寸生产线的产品结构，扩充 SiC、GaN 电力电子器件的产能。

资料来源：CASA 整理

(3) 并购案例虽少，交易金额可观

国外企业并购热潮形成鲜明对比的是，国内企业并购交易量仅有两例，但并购金额可观。

其中闻泰科技拟收购安世半导体成为国内半导体历史上最大并购案。而根据闻泰科技最新公告显示，公司共需支付交易对价 201.49 亿元。根据前期披露的现金购买方案，第一步为 114.35 亿元现金收购，2018 年 5 月已经支付其第一批款 57.175 亿元。目前并购仍在进行中，若此次收购完成后，闻泰科技与安世半导体将形成优势互补，进一步打开下游消费电子与汽车市场。安世半导体主要生产 Si 分立器件、逻辑芯片和 PowerMos 芯片等产品，此外也开始布局第三代半导体电力电子器件产品。2018 年 4 月 19 日，Cree 宣布与安世半导体签署非排他性、全球性的付费专利许可协议。通过这一协议，安世半导体将有权使用 Cree 的 GaN 电力电子器件专利组合，包括了超过 300 项已授权美国和国外专利，涵盖了 HEMT(高电子迁移率场效晶体管)和 GaN 氮化镓肖特基二极管的诸多创新。

2018 年 10 月 30 日，上海积塔半导体有限公司与先进半导体订立合并协议，积塔半导体吸收合并先进半导体。先进半导体是国内大型集成电路芯片制造商，主营业务为制造及销售 5、6 及 8 寸半导体晶圆。先进半导体还是国内最早从事汽车电子芯片、IGBT 芯片制造的企业。积塔半导体成立于 2017 年，是华大半导体旗下全资子公司，主要从事半导体技术领域内的技术开发、技术咨询、技术服务、技术转让，电子元器件、电子产品、计算机软件及辅助设备的销售，计算机系统集成，货物及技术的进出口业务。这次成功合并，可使积塔半导体和先进半导体在人力资源、质量监控、工艺技术等方面充分整合，为先进半导体提供资金支援和其他行业资源，还将减少土地与厂址选

择的限制和降低潜在关联交易的风险。

3. 分工体系渐成，生态不断完善

整体而言，大陆在第三代半导体电力电子和射频领域形成了从衬底到模组完整的产业链体系。

器件生产方面以 IDM 模式为主，且正在形成“设计-制造-封测”的分工体系。类似于国际企业，国内在第三代半导体电力电子和射频领域以 IDM 模式为主，但不同的是，国内的代表企业多是初创企业，而国际企业以传统的 Si、GaAs 器件企业为主。在分工体系方面，由于国内第三代半导体在电力电子和射频产业尚处于产业化初期，产业规模相对较小，无法单独支撑企业的生产经营活动，因而参与分工的企业通常以传统的 Si、GaAs 或 LED 芯片业务为主。芯片设计方面，参与企业在增多，但数量仍然较少；代工环节，大陆产线尚在建设中，无法保障稳定批量生产，目前主要依赖台湾企业进行代工。封测方面，传统的封装材料无法充分发挥第三代半导体的性能，尤其是耐高温的优势，参与企业均在积极开发适合于第三代半导体材料的封装材料和结构。

4. 地方积极部署，区域有序推进

在 5G、新能源汽车、能源互联网、轨道交通、国防军备等下游应用领域快速发展带动下，第三代半导体产业将成为未来半导体产业发展的重要引擎。2018 年是第三代半导体产业发展重要窗口期，创

新发展时机日趋成熟，众多企业积极布局，产业链条已经形成。当前，我国第三代半导体产业发展初步形成了京津冀、长三角、珠三角、闽三角、中西部等五大重点发展区域。从 2015 年下半年至 2018 年底，已披露的第三代半导体项目投资总额来看，五大地区的投资额占比分别为长三角区域（63%）、中西部区域（14%）、京津冀区域（6%）、闽三角区域（5%）、珠三角区域（2%）。长三角地区第三代半导体产业集聚能力凸显，投资总额 607 亿元，其中，2018 年投资总额超过 550 亿元（其中积塔半导体的 359 亿元投资以 Si 电力电子器件产线为主）。北京、深圳、厦门、泉州、苏州等代表性城市在 2018 年深入部署、多措并举，有序推动第三代半导体产业发展。

表 3-10 2018 年国内第三代半导体集聚区建设进展

区域	建设进展
京津冀区域	<p>北京顺义致力于打造第三代半导体创新产业集聚区。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 目前，中关村顺义园已组织召开第三代半导体产业规划和专项扶持政策论证会，就产业规划、专项政策的编制完善提出了具体的指导意见。 ● 2018 年 11 月，“2018 产融合作峰会暨顺义高精尖产业政策发布会”在顺义举行，在本次峰会上顺义区成功签约 17 个高精尖项目，投资总额达 300 亿元，其中总部类项目 10 个，具有自主知识产权和前沿技术的领军企业 12 个，年产出预计达百亿元的项目 6 个。 ● 第三代半导体材料及应用联合创新基地已于 12 月竣工，总面积 7.1 万平方米。 ● 北京世纪金光、国家电网全球能源互联网研究院 SiC 生产线成功通电。
长三角区域	<p>江苏苏州、张家港等地重点部署第三代半导体产业、长三角区域协同作战能力加强。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 江苏张家港市编制化合物半导体产业发展规划，以半导体照明、功率半导体等为主攻方向，全面推进张家港化合物半导体产业战略崛起；张家港启动总规模近 150 亿元的“张家港基金”，在化合物半导体等新兴产业领域持续深耕，积极打造新的经济增长点。 ● 江苏苏州明确将吴江打造成国内乃至全球具有重要影响力的新型半导体特色产业基地，对符合条件的从事半导体设计、制造以及装备、材料等配套支撑的半导体企业和研发机构给予政策扶持。此外，汾湖高新区加快建设第三代新型半导体产业园区。新型半导体产业园规划面积约 3 平方公里，首期开发 1 平方公里。 ● 江苏如皋高新区把第三代半导体产业作为优先发展的战略性新兴产业。高新区规划建设占地 1500 亩的第三代半导体科技产业园。设立 5 亿元的第三代半导体产业发展母基金，由专业的基金管理团队运营，为创新创业者提供金融支持。构建以“平台公司+研究院+产业园区+产业基金”“四位一体”模式的全产业链生态创新体。 ● 华灿光电、英诺赛科、中科院微电子所、台湾强茂集团、天科合达等企业加大第三代半导

	体产业投资，根据已披露数据统计以上企业在该区域投资总额超过 550 亿元。
珠三角区域	<p>珠三角区域的广东、深圳等地积极谋划第三代半导体产业持续发展。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2018 年 3 月，深圳第三代半导体研究院成立，该研究院立足深圳地区，覆盖粤港澳大湾区，以创新的体制机制，致力于建设第三代半导体国家级公共研发和服务平台，围绕节能减排、智能制造、信息安全、产业升级等重大战略需求，突破第三代半导体核心材料、芯片、封装及应用集成技术开发。 ● 2018 年 6 月，广东省“宽禁带半导体材料、功率器件及应用技术创新中心”在松山湖成立，该创新中心由广东省科技厅、东莞市政府支持及引导，易事特、中镓半导体、天域半导体、松山湖控股集团、广东风华高科股份有限公司多家行业内知名企业共同出资发起设立。该创新中心努力建设成为广东省高水平的宽禁带半导体器件应用技术创新研发平台，进而发展成为国际一流电力电子技术研究开发中心。 ● 2018 年 8 月，深圳坪山区政府发布《深圳市坪山区人民政府关于促进集成电路第三代半导体产业发展若干措施（征求意见稿）》。其中，合作设立规模 30 亿元的集成电路基金。
闽三角区域	<p>闽三角区域的福建厦门、泉州等地大力扶持第三代半导体产业发展。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 泉州市政府发布《泉州市推进电子信息产业重大项目行动方案（2018—2020 年）》，未来三年，泉州电子信息产业主要依托半导体高新技术产业园区（泉州芯谷），围绕集成电路、化合物半导体、光电、智能终端等四大领域，新增投资 1200 亿元，新增产值 800 亿元；扶持形成 3 家主营收入超 100 亿元的龙头产业、15 家主营收入超 10 亿元的核心企业。 ● 厦门芯光润泽科技有限公司自主研发的国内首条碳化硅智能功率模块（SiC IPM）生产线正式投产。该生产线每月生产规模可达 30 万颗，每年可达 360 万颗。
中西部地区	<p>中西部地区以重庆、成都、西安为代表大力发展半导体产业。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 重庆、成都先后发布支持集成电路产业发展的政策措施。 ● 2018 年 11 月，聚力成半导体（重庆）有限公司落户大足高新区，拟投资 50 亿元，打造集氮化镓外延片制造、晶圆制造、芯片设计、封装、测试、产品应用设计于一体的全产业链基地。

资料来源：CASA 整理

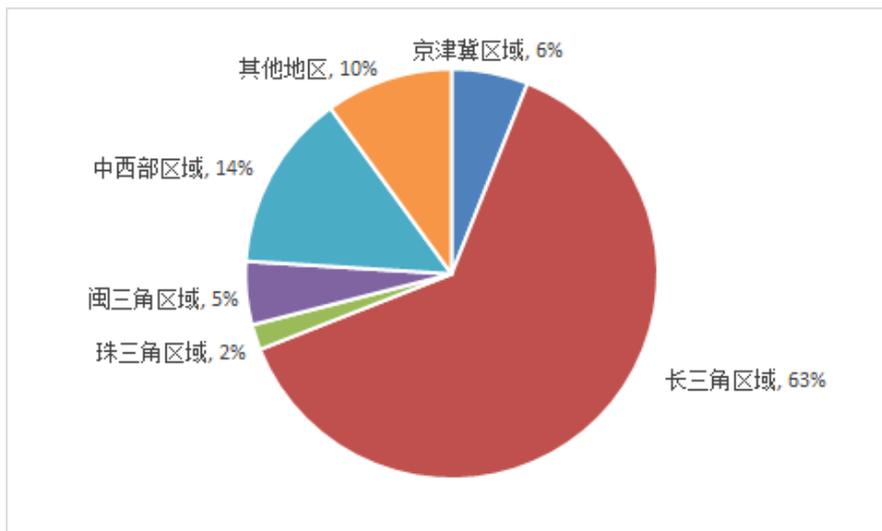


图 3-6 2015 年下半年-2018 年各区域项目投资分布情况

注：中西部地区以成都、重庆、西安为核心城市结点。

资料来源：CASA 整理

四、应用规模扩大，市场渗透加快

（一）SiC 应用领域拓展，射频市场渗透加快

1. 电力电子器件市场规模达 4.4 亿美元

（1）第三代半导体电力电子市场规模达 4.4 亿美元

据 Yole 和 IHS Markit 数据显示，2018 年全球半导体电力电子市场规模约 390 亿美元，其中，2018 年分立器件的市场规模约 130 亿美元左右，约占整体市场的三分之一。推动该市场增长的主要因素为电力基础设施的升级、便携式设备对高能电池的 demand 增长。其中，汽车应用市场增速最高，主要归因于混合动力汽车（HEV）和电动汽车（EV）的数量日益增长和全球对轿车和其他乘用车的需求不断增加。

综合参照 Yole 和 IHS Markit 的数据，2018 年 SiC 电力电子器件市场规模约 3.9 亿美元，GaN 电力电子器件市场规模约 0.5 亿美元，两者合计市场规模在 4.4 亿美元左右，占整体电力电子器件市场规模的比例达到 3.4% 左右。

第三代半导体电力电子市场成长空间广阔。据 IHS Markit 预计，SiC 和 GaN 电力电子器件预计将在 2020 年达到近 10 亿美元，受益于混合动力及电动汽车、电力和光伏（PV）逆变器等方面的需求增长，自 2017 起，由于 SiC 和 GaN 电力电子器件在混合动力和电动汽车的

主传动系逆变器中的应用开启, SiC 和 GaN 电力电子器件市场年复合增长率 (CAGR) 将超过 35%, 到 2027 年达到 100 亿美元。

据 Yole 预测, 在汽车等应用市场的带动下, 到 2023 年 SiC 电力电子器件市场规模将增长至 14 亿美元, 复合年增长率接近 30%。目前, SiC 电力电子器件市场的主要驱动因素是功率因数校正 (PFC) 和光伏应用中大规模采用的 SiC 二极管。然而, 得益于 SiC MOSFET 性能和可靠性的提高, 3-5 年内, SiC MOSFET 有望在电动汽车传动系统主逆变器中获得广泛应用, 未来 5 年内驱动 SiC 器件市场增长的主要因素将由 SiC 二极管转变为 SiC MOSFET。

据 IHS Markit 预测, 到 2020 年 GaN 电力电子晶体管在同等性能的情况下, 将会达到与 Si MOSFET 和 IGBT 持平的价格, 到 2024 年 GaN 电力电子器件市场预计将达到 6 亿美元。IHS Markit 认为, GaN 电力电子器件有可能凭借成本优势, 取代价格较高的 SiC MOSFET, 成为 2020 年代后期逆变器中的首选。

(2) 可靠性获认可, 开启汽车市场

第三代半导体电力电子器件加速开启汽车市场。据 Yole 统计, 2018 年, 国际上有 20 多家汽车厂商已经在车载充电机 (OBC) 中使用 SiC SBD 或 SiC MOSFET。此外, 特斯拉 Model 3 的逆变器采用了意法半导体生产的全 SiC 功率模块, 该功率模块包含两个采用创新芯片贴装解决方案的 SiC MOSFET, 并通过铜基板实现散热。目前几乎所有汽车制造商, 特别是中国企业, 都计划于未来几年在主逆变器中应用 SiC 电力电子器件。

截至 2018 年 3 月，GaN Systems 宣布其 GaN E-HEMT 器件的合格性测试时间已超过 1 万小时，10 倍于 JEDEC 资格要求的 1000 小时，增强了早期采用者对 GaN 晶体管的可靠性的信心。除获得 JEDEC 认证外，多家企业的 GaN HEMT 产品相继获得汽车级认证。2017 年 Transphorm 公司推出第一款同时通过 JEDEC 和 AEC-Q101 认证的 GaN 场效应晶体管（650V、49mΩ）。2018 年 5 月，EPC 的 2 款 GaN 电力电子器件产品 EPC2202（80V、脉冲电流 75A、16mΩ）、EPC2203（80V、脉冲电流 18A、73mΩ）首次获得汽车 AEC-Q101 认证。据 IHS Markit 分析，由于 GaN 晶体管可能率先突破大尺寸外延瓶颈从而降低价格，相较 SiC MOSFET，GaN 晶体管可能会成为 2020 年代后期逆变器中的首选。

2. GaN 射频器件市场渗透率超过 25%

(1) GaN 射频器件渗透率超过 25%

GaN 射频器件已成功应用于众多领域，以无线基础设施和国防应用为主，还包括卫星通信、民用雷达和航电、射频能量等领域。据 Yole 统计，2018 年全球 3W 以上 GaN 射频器件（不含手机 PA）市场规模达到 4.57 亿美元，在射频器件市场（包含 Si LDMOS、GaAs 和 GaN）的渗透率超过 25%。预计到 2023 年市场规模将达到 13.24 亿美元，年复合增长率超过 23%。

(2) 国防、基站双擎拉动，射频产业快速发展

国防是 GaN 射频器件最主要的应用领域。由于对高性能的需求

和对价格的不敏感，国防市场为 GaN 射频器件提供了广阔的发展空间。据 Yole 统计，2018 年国防领域 GaN 射频器件市场规模为 2.01 亿美元，占 GaN 射频器件市场的份额达到 44%，超过基站成为最大的应用市场。全球国防产业没有减缓的迹象，GaN 射频器件在国防领域的市场规模将随着渗透率的提高而继续增长，预计到 2023 年，市场规模将达到 4.54 亿美元，2018-2023 年均复合增速为 18%。

基站是 GaN 射频器件第二大应用市场。据 Yole 统计，2018 年基站领域 GaN 射频器件规模为 1.5 亿美元，占 GaN 射频器件市场的 33% 的份额。随着 5G 通信的实施，2019-2020 年市场规模会出现明显增长。预计到 2023 年，基站领域 GaN 射频器件的市场规模将达到 5.21 亿美元，2018-2023 年均复合增长率达到 28%。

(二) 国内市场需求庞大，国产器件渗透较低

1. 电力电子市场同比增长 56%

(1) SiC、GaN 电力电子器件市场规模约 28 亿元

受到经济形势的影响，2018 年我国半导体电力电子市场增速有所下滑。中国半导体协会数据显示，预计 2018 年中国半导体电力电子市场规模为 2,264 亿元，同比增长率为 4.3%。2018 年，SiC、GaN 器件在电力电子应用领域的渗透率持续加大。根据 CASA 统计，2018 年国内市场 SiC、GaN 电力电子器件的市场规模约为 28 亿元，同比增长 56%，预计未来五年复合增速为 38%，到 2023 年 SiC、GaN 电力电子器件的市场规模将达到 148 亿元。

现阶段我国第三代半导体电力电子器件的市场渗透率仍然较低。国内应用市场中，进口产品的占有率仍然超过 90%，市场继续被国际电力电子器件巨头公司 Cree、Rohm、Infeneon、Macom 等产品占有，进口替代问题仍然亟需突破。

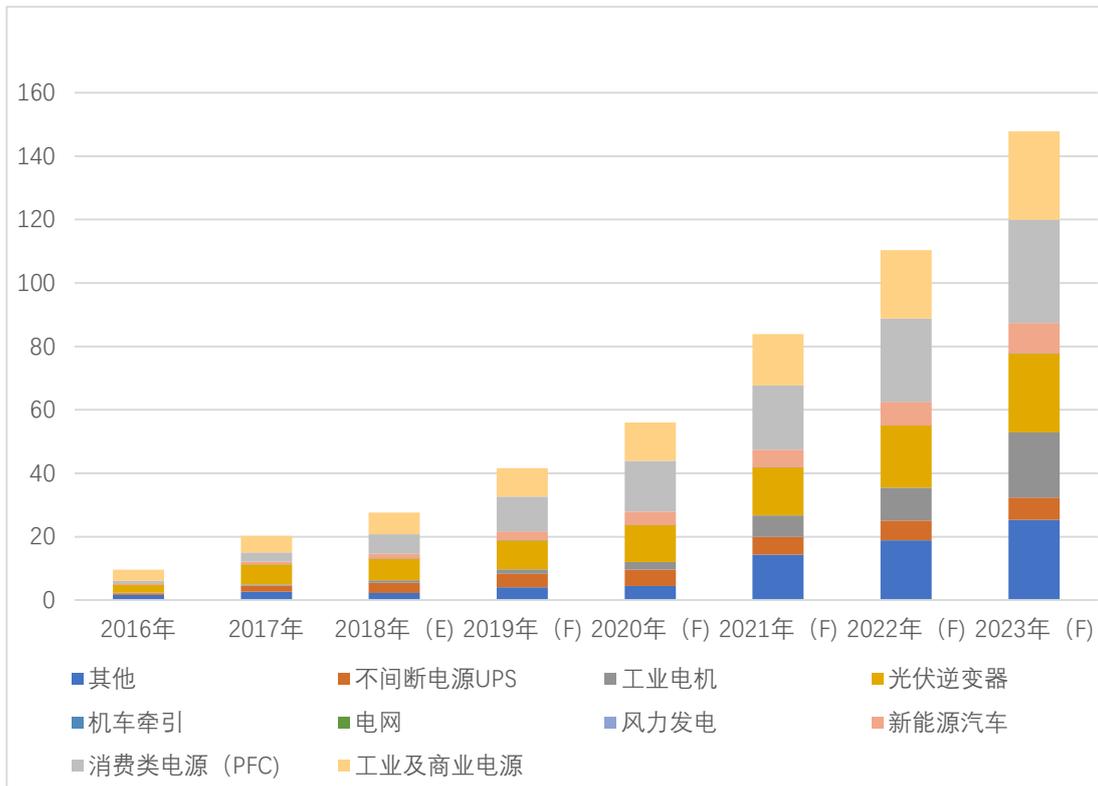


图 4-1 2016~2023 年我国 SiC、GaN 电力电子器件应用市场规模预估 (亿元)
数据来源: CASA

(2) 电源市场占据半壁江山，光伏逆变器紧随其后

从应用市场来看，第三代半导体器件在电源(包括不间断电源 UPS、消费类电源 PFC、工业及商业电源)、太阳能光伏逆变器领域取得了较大进展。

电源领域是第三代半导体电力电子器件领域最大的市场，规模约为 16.2 亿元，占到整个第三代半导体电力电子器件市场规模的近 58%。以工业及商业电源市场中的服务器电源为例，从 2017 年三季度开始受到挖矿机的影响，预计 2018 年国内服务器电源市场规模约为 960 亿元，

该领域中 SiC 电力电子器件的市场规模可达 6.8 亿元。

太阳能光伏逆变器虽然在 2018 年第三代半导体电力电子器件领域仍然占据第二大的市场份额，但由于受到光伏“5·31”新政的影响，2018 年中国新增光伏装机量有所减缓，全年约 40GW，比 2017 年全年的新增量减少了 25%。据 CASA 测算，2018 年第三代半导体电力电子器件在光伏逆变器的市场规模约 6.8 亿元，相比 2017 年增速仅 7%。尽管如此，SiC 电力电子器件在光伏逆变器中渗透率却在逐年提升，国内几大太阳能光伏厂商从 2017 年均已开始采用 SiC 二极管，到 2019 年 SiC 电力电子器件的渗透率有望超过 20%。

(3) 新能源汽车市场规模 1.5 亿元，整车市场有待起航

新能源汽车市场包括新能源汽车整车和充电桩两个细分领域，近两年来一直是第三代半导体电力电子器件应用领域中备受瞩目的市场，而受到技术和成本等因素的制约，该市场的增长情况一直低于预期。2018 年新能源汽车领域第三代半导体电力电子器件市场规模仅有 1.5 亿元，虽然较 2017 年增长超过 87%，但 90% 的市场由充电桩市场占据，新能源整车市场仍未起航。

2018 年新能源汽车销售量累计值预计超过 100 万台，累计产销率比上年同期增加 0.8%。但是在新能源整车应用领域第三代半导体器件的渗透率有待进一步提升。据 CASA 测算，2018 年新能源汽车上功率电子器件的市场规模高达 6 亿元，而第三代半导体电力电子器件的市场规模仅 1700 万元。

新能源汽车市场另一细分领域——充电桩市场表现反而不俗。以

直流充电桩为例，据 CASA 测算，电动汽车充电桩中的 SiC 器件的平均渗透率达到 10%，2018 年整个直流充电桩 SiC 电力电子器件的市场规模约为 1.3 亿，较 2017 年增加了一倍多。

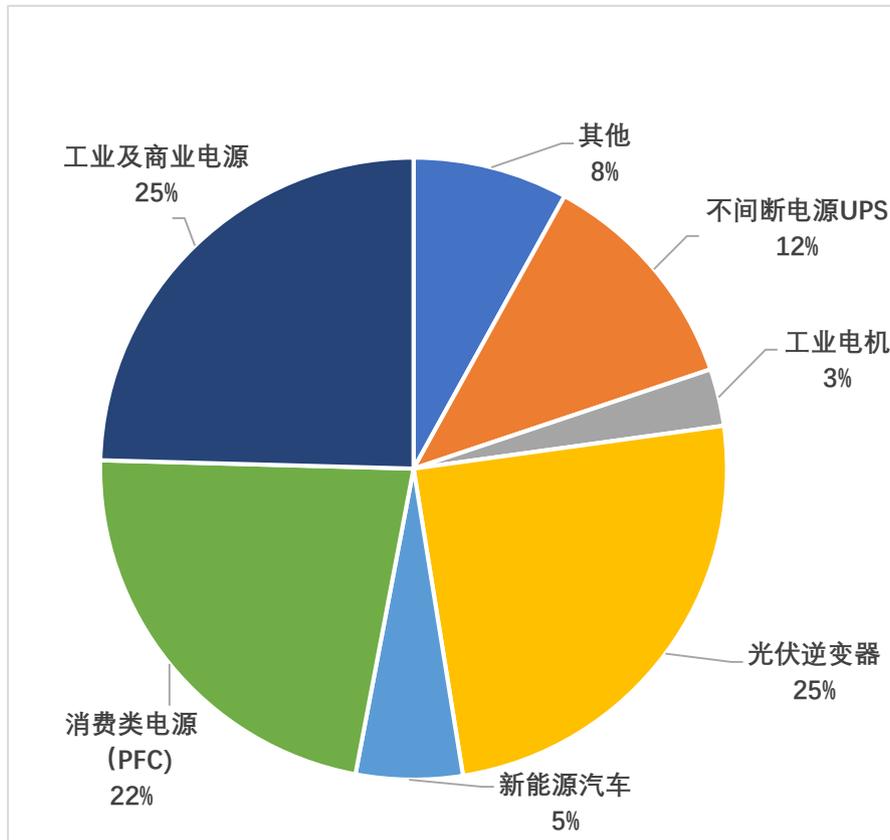


图 4-2 2018 年我国 SiC、GaN 电力电子器件应用市场分布

数据来源：CASA

2. 微波射频市场约 24.5 亿元

(1) GaN 射频器件市场规模约 24.5 亿元

2018 年，我国第三代半导体微波射频电子市场规模约为 24.5 亿元，较 2017 年同比增长 103%。国防应用和基站的持续增长将推动 GaN 射频市场规模不断放大。根据当前细分市场来看，国防、航天应用仍为驱动 GaN 市场的主力军，占 GaN 射频市场规模的 47%。受益于国防需求驱动，特别是机载和舰载军用装备现代化转变，我国军用

雷达系统更新换代， AESA（有源相控阵）雷达技术成为主流，这将推动对 GaN 射频市场需求不断增长。

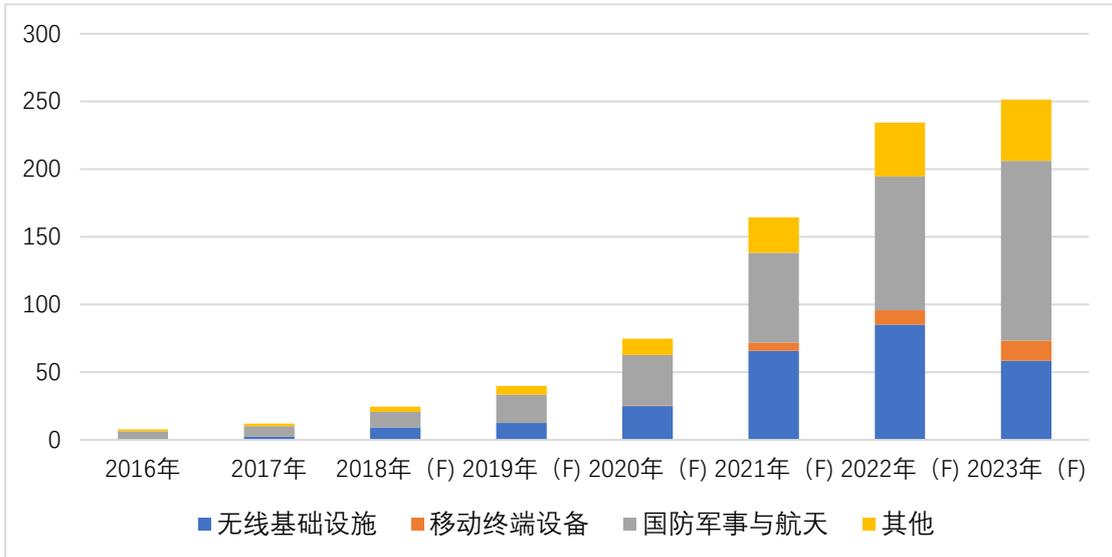


图 4-3 2016-2023 年我国 GaN 射频器件应用市场规模预估 (亿元)

数据来源: CASA

(2) 移动通信基站成为 GaN 射频器件最主要增长来源

移动通信市场是 GaN 射频器件市场增长的新动力。多频带载波聚合和大规模 MIMO 等新技术的出现，要求通信基站必须逐步采用性能更优异的功率放大器件。随着 5G 商业化渐行渐近，5G 基站的规模化铺设将进一步催生对射频微波射频器件的大量需求。移动通信基站应用方面，2018 年 GaN 射频市场需求达到 9 亿元，同比增长翻两番。2018 年我国两大设备商——中兴、华为在 5G 业务领域中砥砺前行。受中美贸易战影响，中兴通讯上半年受“禁运事件”影响测试进程，下半年加速追赶并持续保持在第一梯队。在美国、澳大利亚、意大利、加拿大等欧美国家阻挠声中，华为高歌猛进，11 月底 5G 基站发货量超过 1 万套，带动 GaN 射频器件需求规模超过 0.4 亿元。

(3) 未来 5 年复合增速有望达 60%

从市场前景来看，我国 5G 商业化渐行渐近，随着移动通信要求的工作频率和带宽日益增加，GaN 在基站和无线回传中的应用持续攀升，预计 2018-2023 年未来五年我国 GaN 射频器件市场年均增长率达到 60%，2023 年市场规模将有望达到 250 亿元。

3. LED 应用规模超 6000 亿元

通用照明为最大应用市场，新兴应用开始起量。半导体照明是目前光电子板块发展最快，体量最大的细分领域，我国目前是全球最大的半导体照明制造中心、销售市场和出口地。

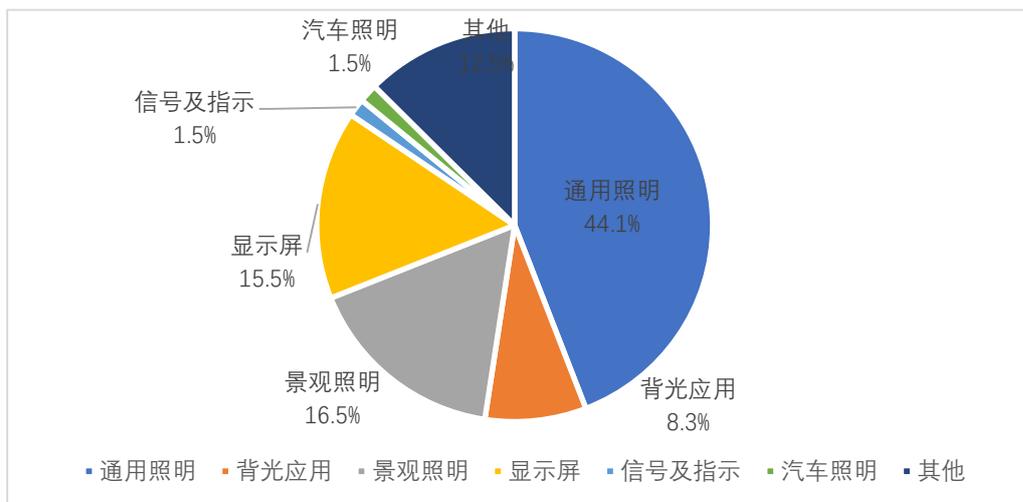


图 4-4 我国半导体照明应用域分布

数据来源: CSA Research

2018 年，在内忧外困背景下，LED 产业整体发展增速放缓，进入下降周期。其中应用环节约 6080 亿元，同比增长 13.8%。其中通用照明仍是最大的应用市场，占比达 44.1%，但增速放缓，2018 年约为 5.0%，产值达 2679 亿元。景观照明仅次于通用照明为第二大应用，

产值达 1007 亿元，同比增长 26%，占整体应用市场的 16.5%。显示应用中超小间距显示屏是市场主要驱动力，2018 年，LED 显示屏产值为 947 亿元，同比增长 30.2%。汽车照明作为 LED 应用新突破点，实现同比 20% 的高增长。农业光照、紫外 LED、红外 LED 等创新应用市场推进速度加快，新品不断推出，市场热度较高，逐步开始起量。

展 望

第三代半导体因其优越的性能和在国民经济、国防安全、社会民生等领域的广泛应用，成为国际社会科技竞争的焦点之一。当前，我国已开始全球最大、最复杂、发展最快的能源互联网建设，已建和在建全球最高运营速度、最长运营里程、最佳效益的高速轨道交通，并正在发展全球增长最快的新能源汽车，全球最大规模的 5G 移动通信，以及全球产能最大、市场最大的半导体照明产业。所有上述应用都需要第三代半导体材料和器件的支撑。未来，第三代半导体将与第一代、第二代半导体技术互补发展，对节能减排、产业转型升级、催生新的经济增长点发挥重要作用。

电力电子领域，SiC 和 GaN 电力电子器件将优先在对高效率、小型化有迫切需求的领域加快渗透。当下，经过长期的发展，Si 电力电子器件具有成本低、可靠性高和产业生态完善等优势，在电力电子器件领域占据主导地位。随着成本的降低和可靠性的提高，SiC 和 GaN 电力电子器件将优先在分布式光伏、新能源汽车和移动终端快充等领域渗透。受限于当前器件的水平结构，GaN 器件的耐压水平受到

限制，将主要应用于 900V 以下的市场，而 900V 以上的应用领域将由 SiC 主导。为突破现有的耐压水平，垂直型 GaN 晶体管是未来重点研发方向之一，成本和可靠性是其产业化面临的主要挑战。

在射频领域主要细分市场，GaN 渗透率将不断提高。由于具有工作频带宽、工作频率高、输出功率高、抗辐射能力强等优点，GaN 射频器件在军用和民用细分市场不断攻城略地。现阶段在整个射频市场（功率在 3W 以上），LDMOS、GaAs 和 GaN 几乎三分天下，但未来 LDMOS 的市场份额会逐渐缩小，被 GaN 所取代，而 GaAs 依赖日益增长的小基站带来的需求和较高的国防市场等需求，其市场份额整体相对稳定。长期来看，在宏基站和无线回传领域，GaN 将逐渐取代 LDMOS 和 GaAs 从而占据主导位置；在射频能量领域，LDMOS 有望占据主要市场份额；在其他领域，将形成 GaAs 和 GaN 共同主导的格局。

超宽禁带半导体材料和器件受到的关注度与日俱增。由第三代半导体产业技术创新战略联盟组织国内大学、科研院所和优势企业编写的《第三代半导体电力电子技术路线图 2018》中重点提及了金刚石和 Ga₂O₃ 材料及器件。金刚石电力电子器件方面，预计随着器件性能的不不断提高，将达到或超过现有 SiC 和 GaN 的器件水平，而且随着同质外延衬底技术的突破，成本随之降低，将实现一定的市场占有率。Ga₂O₃ 电力电子器件方面，目前 α -Ga₂O₃ 基 SBD 已于 2017 年推出了首款商用化产品，将适合于中低耐压、大电流的应用场合；现阶段的 Ga₂O₃ MOSFET 以常开型器件为主，未来垂直结构的常关型器件是重

点研发方向之一。

第三代半导体自主可控发展需求迫切。中国半导体产业该如何发展是一个复杂的问题，涉及到战略目标设定、产业定位、技术路线、发展路径、金融支持、人才培养与集聚等多方面。在当前国际国内新形势下，中国第三代半导体产业实现“自主可控”发展具有一定基础也具有可行性。一是当前是进入第三代半导体产业的最佳窗口期。这一时期相关的国际半导体产业和装备巨头还未形成专利、标准和规模的垄断，存在 2-3 年的窗口期。二是有一定的技术和产业积累。中国精密加工制造技术和配套能力在迅速提升，人才队伍基本形成，具备开发并主导这一产业的能力和条件。三是良好的国际合作氛围。越来越多的国外大学和研究机构愿意与中国进行合作研究，并转移成果。此外，每年大量在国外著名高校、科研机构和企业工作并掌握核心技术的专家学者和团队回国创业。四是市场需求的驱动。中国市场的多元性和需求梯度为未来市场提供了机会。五是中国的制度优势。具有中国特色的“政产学研用”协同创新模式，为新兴产业的发展提供了可借鉴的经验和成功的可能性。

当然，自主可控并非全靠自己解决，而是“有所为，有所不为”，在经济全球化常态下，半导体产业发展也要具有全球视野。首先，我们要有足够的信心，发展产业主要还是要依靠自身，对于“资产并购、合资”等方法，虽然可以努力争取，但不能依赖；其次，政府加强顶层设计，集中支持，重点突破；第三，着力推动骨干企业取得成功；第四，上下游通力合作，加强互相协调与配合，唯有此才有可能摆脱

生产线主要依赖于进口的被动局面；第五，各项政策能较好落实，切实降低企业运营成本。



CASA

第三代半导体产业技术创新战略联盟
China advanced semiconductor industry
innovation alliance

联盟简介

第三代半导体产业技术创新战略联盟（以下简称“联盟”）是在国家科技部、工信部、北京市政府的支持下，由第三代半导体相关科研、院校、行业优势企业等单位自愿发起，于2015年9月9日在北京正式成立，是第三代半导体及相关新兴产业提供全方位创新的新兴组织。

联盟通过构建以应用为牵引的产业创新体系，突破材料、工艺、器件、装备及应用全产业链核心技术，建设研发、产业、市场和资本深度融合的第三代半导体生态系统；构建创新链和产业链，抢占技术和产业制高点，引领全世界的跨学科、跨行业、跨区域的第三代半导体创新价值链，重塑全球半导体产业发展格局。

联盟研究咨询服务

集聚超过300人的国内外专家智库，超过10年专业化的半导体行业研究咨询团队，为企业解决发展中的难题，第三代半导体产业的科技研究型咨询服务平台。

- 1、细分领域产业研究报告
- 2、技术方案、产线方案的可行性研究报告