



CASA

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

2019

第三代半导体产业发展报告

2019年12月

目 录

前言	I
一、国外第三代半导体产业进展	1
1. 技术稳定提升，应用级产品受关注	1
2. 价差持续缩小，部分触及甜蜜点	9
3. 汽车电子+5G，加速市场增长	13
4. 资本加速进入，SiC 投资热度高企	20
5. 巨头加速布局，竞争格局初现	23
二、国内第三代半导体产业进展	27
1. 国内高度重视，各级政策持续跟进	27
2. 量产技术渐稳定，商业化进程加速	31
3. 国产替代加速，市场快速增长	35
4. 扩产热度不减，投资方向明确	42
5. 产值超过 60 亿，企业开始盈利	45
三、展望及建议	52
1. 展望：乐观向好，关注变化	52
2. 建议：加强布局，完善生态	54

前言

第三代半导体具备高频、高效、高功率、耐高压、耐高温、抗辐射能力强等优越性能，契合节能减排、智能制造、信息安全等国家重大战略需求，是支撑新一代移动通信、新能源汽车、高速轨道列车、能源互联网等产业自主创新发展和转型升级的重点核心材料和电子元器件，已成为全球半导体技术和产业新的竞争焦点。

全球经济贸易格局处于重塑期。2019 年，全球贸易摩擦加剧，传统贸易规则受到挑战，制造业生产和国际投资呈收缩态势，商业信心受到冲击，全球经济增长趋缓，经济多极化格局更加明显。同时，绿色发展成为重要取向，能源供需结构发生深刻变化，以信息技术和数字技术为代表的新一轮技术革命将重塑产业格局。科技竞争将成为引领和改变国际政经格局的重要因素。

中国经济内外部环境更加复杂严峻。外部需求放缓叠加国内需求疲弱，中国经济下行压力继续增大，供给和需求同步放缓，出口、投资和消费增速均呈现下滑。但随着中美贸易谈判的再度重启以及“六稳”政策的落地和显效，中国经济平稳运行的积极因素增多，中国经济将逐步企稳。

第三代半导体产业步入发展快车道。2019 年全球泛半导体产业仍处于低迷期，但第三代半导体技术、产品、市场、投资均呈现较高增长态势。**技术产品方面**，产品性能、可靠性趋于稳定，客户接受度提高。SiC 高品质 4 英寸衬底全面商业化，6 英寸衬底的商业化也在持续推进。4 英寸高纯半绝缘 SiC 基 GaN 外延材料为市场主流，6 英

寸进入试用阶段；Si 基 GaN 外延材料方面，6 英寸和 8 英寸均已量产，8 英寸是业界发展方向。SiC 功率模块化产品推出速度加快，多款车规级产品值得关注。商业化 GaN 射频器件供应上量，性能可靠性逐步得到应用端认可。**产业方面**，企业纷纷通过调整业务领域，扩大产能供给，整合并购等方式，强化在第三代半导体领域的布局。全球迎来扩产热潮，SiC 成为巨头布局热点，产能大幅增加。中游企业开始提前锁定上游材料货源。车企牵头，第三代半导体产品逐渐进入各汽车集团的主流供应链。产品供应上量，与 Si 基 IGBT 的价差持续缩小，SiC、GaN 产品应用系统的性价比开始凸显，部分产品与 Si 产品的价差已经缩小到触及“甜蜜点”。**市场方面**，第三代半导体产品渗透速度加快，应用领域不断扩张，汽车电子、5G 通信、快充电源及军事应用等几大动力带领市场快速增长。**资本方面**，整合并购频发，资金加速进入，涉及金额超过 100 亿美元。

总体而言，尽管 2019 年外部宏观环境不利，半导体产业整体处于低谷期，但国内外第三代半导体产业均步入发展快车道，实现逆势增长。

一、国外第三代半导体产业进展

1. 技术稳定提升，应用级产品受关注

(1) 商业化材料供应稳定，性能持续提升

2019 年，SiC、GaN 衬底、外延质量持续提升，尺寸不断扩大，缺陷密度持续降低，性价比进一步获得下游认可。

SiC 衬底及同质外延方面，高品质 6 英寸材料商业化已经普及。科锐全面转向 6 英寸 SiC 产品，首批 8 英寸 SiC 衬底制样完成，预计 2022 年实现量产。**GaN 材料方面**，目前 SiC 基 GaN 外延材料实现 4 英寸与 6 英寸共存，并逐步向 6 英寸过渡。Si 基 GaN 外延主流尺寸为 6 英寸。Si 基 GaN 外延材料缺陷和位错密度较高，现有 Si 基 GaN 外延材料的缺陷密度普遍在 10^9 量级，而 SiC 基 GaN 外延材料的缺陷密度大约低 1-2 个量级。但由于 Si 衬底成本低廉，随着 Si 基 GaN 外延材料和工艺技术的不断进步，Si 基 GaN 射频器件有望在 5G 微站和移动终端占领市场，650V 功率器件在快充、白色家电等消费类市场具有吸引力。可以预计，8 英寸 Si 基 GaN 材料外延技术将成为主要发展趋势。

目前，量产的 GaN 射频器件主要基于 4-6 英寸 SiC 基 GaN 外延，少部分为 4-6 英寸的 Si 基 GaN。正在开发的衬底包括 8 英寸 Si 基，以及金刚石基的 GaN 射频器件、Si CMOS、InP、GaAs 的异质集成芯片等。预计在未来三年内，6 英寸的 SiC 基 GaN 和 8 英寸的 Si 基 GaN 技术将趋向成熟和实现量产。五年后随着市场对 GaN 射频器件低成本要求越来越高，8 英寸 SiC 基 GaN 技术、GaN 射频与多种半

导体材料器件的异质异构集成技术也将逐步走向成熟。金刚石基 GaN 的技术由于在超大功率器件方面的散热优势，未来几年内有望推出相关产品。

(2) 多款器件新品推出，应用级产品受瞩目

器件供应迅速上量。据 Mouser 数据显示，2019 年各厂家在售的各类 SiC、GaN 产品（含功率电子和微波射频，不含 LED）已经接近 1300 款，较 2017 年增加了 6 成，仅 2019 年就新增了 321 款新品。

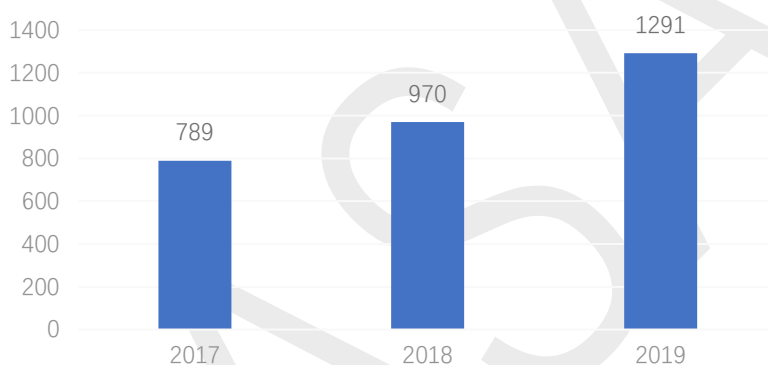


图 1 近三年 Mouser 在售的 SiC、GaN 器件及模块产品数量（款）

数据来源：CASA Research, Mouser

1) SiC 电力电子器件及模块

2019 年 SiC 功率模块化产品推出速度明显加快，多款车规级产品值得关注。

SiC 电力电子器件（包括 SBD 和 MOSFET）耐压水平和电流极值水平基本与 2018 年持平。商业化的 SiC SBD 最高耐压水平为 3300V，但 90% 以上的产品耐压范围仍然集中在 650V 和 1200V，工作电流集中在 60A 以下，1700V 和 3300V 产品较少。商业化的 SiC MOSFET 产品指标与去年基本一致，目前最高耐压为 1700V，工作电流在 65A 以下，主要有 650V、900V、1200V 以及 1700V 四个电压等级。随着

技术的进步，产品也在不断升级换代。

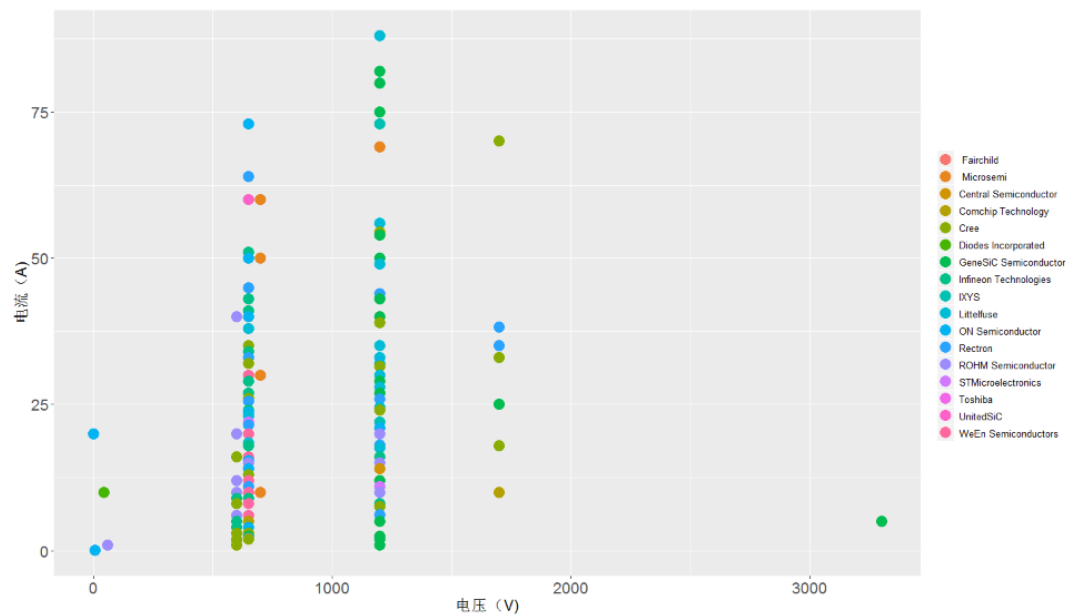


图2 国际商业化的 SiC SBD 的器件性能

资料来源: Mouser, CASA Research 整理

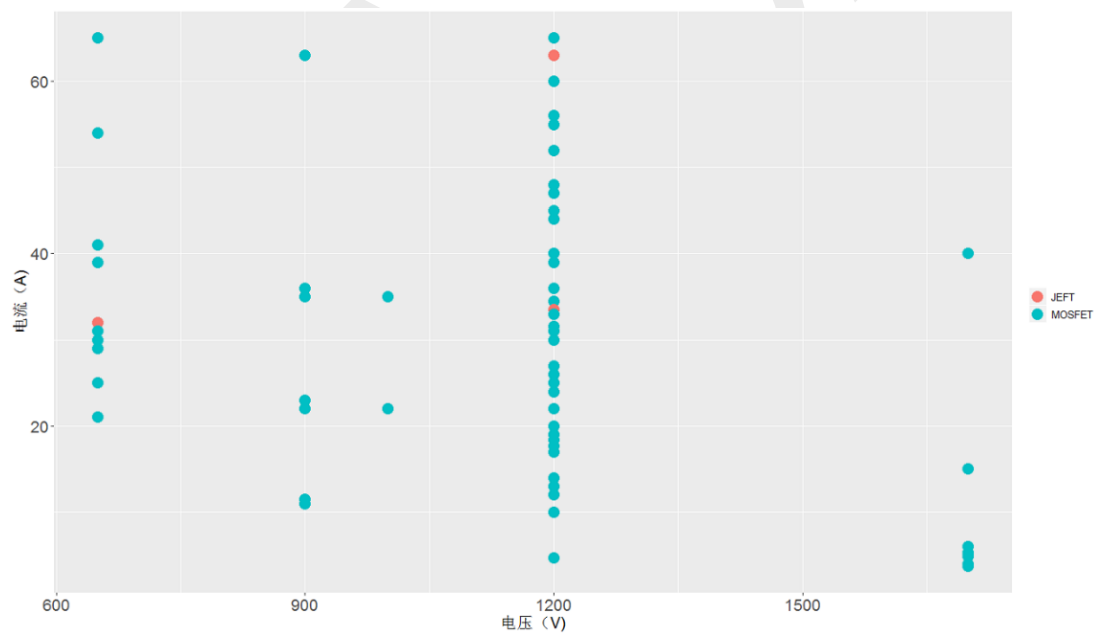


图3 国际商业化的 SiC MOSFET 的器件性能

资料来源: Mouser, CASA Research 整理

由于目前商业化的 SiC SBD/MOSFET 产品已经覆盖了大部分的应用需求,因此相较于 2018 年,2019 年推出的新产品数量有所减少。值得关注的是,2019 年推出的 4 款 SiC SBD 及 MOSFET 均符合车规

级（AEC-Q101）标准，应用于新能源汽车、光伏等领域的电力电子器件市场。

表 2 2019 年国际企业推出的部分 SiC 器件产品（SBD/MOSFET）

时间	厂商	产品	参数	特点
2019.2	Littelfuse	SiC SBD	650V/6A、8A、10A、16A、20A	符合汽车行业 AEC-Q101 标准，可为电力电子系统设计提供各种性能优势，包括可忽略不计的反向恢复电流、高浪涌保护能力以及 175°C 最高运行结温。
2019.3	罗姆	SiC MOSFET	650V 及 1200V	“SCT3xxxxxHR 系列”共 10 个型号，该系列产品支持汽车电子产品可靠性标准 AEC-Q101，而且产品阵容丰富，拥有 13 个机型。
2019.3	安森美	SiC MOSFET	1200 V /80mΩ	符合工业级和 AEC-Q101 的汽车级标准，终端应用领域如汽车 DC-DC、电动汽车车载充电机、太阳能、不间断电源及服务器电源。
2019.4	三菱	SiC、SBD	1200V	该产品有利于降低太阳能发电系统、EV 充电器等系统的损耗和体积。2019 年 6 月提供样品，2020 年 1 月开始发售。

资料来源：CASA Research 整理

SiC 功率模块推出加速。2019 年推出的 SiC 模块(包括全 SiC 及混合 SiC 模块)新品数量占到了新品总数的一半以上，其中全 SiC 模块最高工作电压为 3300V（三菱），这也意味着 SiC 器件应用迈入新的阶段。2019 年，罗姆研发的 1700V/250A 全 SiC 功率模块，其额定电压已高于新能源汽车选用 1200V 电压等级器件的要求，已可在光伏和风电等能源互联网、工业传动和高压电源等应用中发挥重要作用，采用新模块后的系统节能效果和可靠性提升显著，这意味着 1700V 全 SiC 模块在性能上已可以替代 1700V Si IGBT 模块。

企业着重推出 SiC 应用模块，并推出采用 SiC 器件的电路辅助元件。罗姆推出可独立保护系统的半导体保险丝，具备独立过电流保护功能。新能源汽车的发展对于驱动系统提出了更高的要求，例如小型化、高效化等。2019 年，国内外各大零部件供应商或整车企业都在

着手开发或量产 SiC 电驱动系统。

表 3 2019 年国际企业推出的部分 SiC 模块产品

时间	厂商	产品	参数	特点
2019.3	罗姆	SiC 模块	1700V /250A	全 SiC 模块，最新系统有望提供与 1200V 器件相同的节能和可靠性。
2019.5	安森美	SiC 模块 (混合)	650 V/100A	基于 SiC SBD 和 SiIGBT 的混合模块，隔离型大电流 IGBT 门极驱动器，能够处理高达 100A@25℃(50 A@100℃)的连续电流以及高达 200A 的脉冲电流。
2019.6	三菱	SiC 模块	3.3kV /750A	全 SiC 高压半桥模块，其内部包含 SiC MOSFET 及反并联 SiC SBD，模块采用全新 LV100 封装，采用交直流分开的主端子布局，利于并联应用并实现极低内部杂散电感。
2019.7	英飞凌	SiC 模块 (混合)	1200V	采用先进中性点钳位拓扑结构，将混合 SiC 和 IGBT 功率模块 Easy PACK 2B 提升到 1200V。该模块分别针对 Cool SiC MOSFET 和 TRENCHSTOP IGBT4 芯片组的最佳点损耗进行了优化，具有更高的功率密度和高达 48 kHz 的开关频率，适用于新一代 1500V 光伏和储能应用。
2019.10	Wolfspeed	SiC 模块	1200V /450A	全 SiC 半桥模块 CAB450M12XM3，该产品可最大限度地提高功率密度，其重量和体积仅为 62mm 标准模块的一半。同时最大限度地降低环路电感并实现简单的功率总线。该产品适用于电动车充电器，牵引驱动器和不间断电源（UPS）等应用。

资料来源：CASA Research 整理

2) GaN 电力电子器件及模块

GaN 功率器件应用产品加快推广。商业化的 Si 基 GaN 电力电子器件最高电压仍然是 650V，但室温下 (25℃) 电流达到了 150A (GaN Systems-下图未标出)，相比 2018 年提升了 25%。900V 的 GaNFET 目前已经开始提供试样。

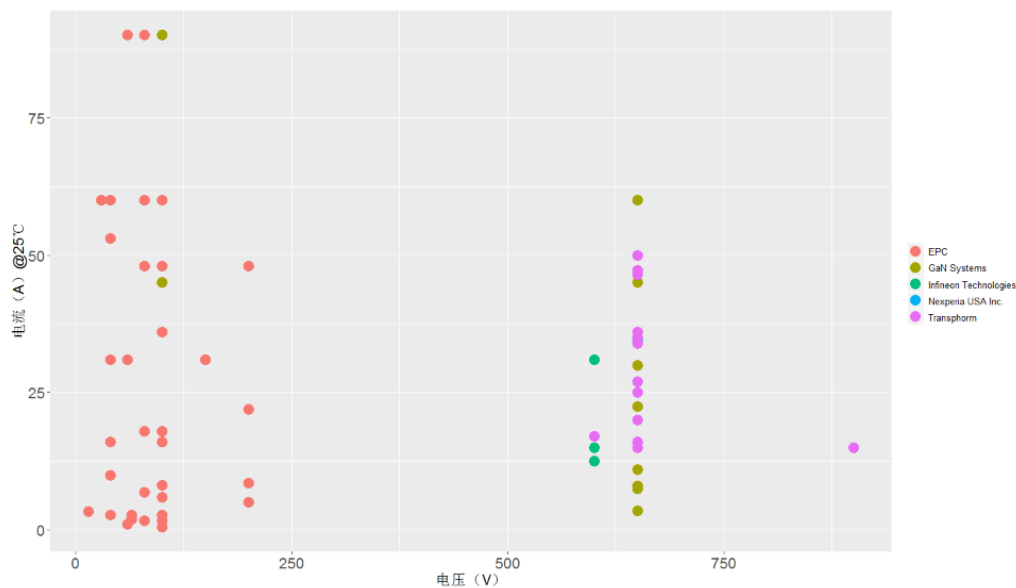


图 4 国际商业化的 GaN HEMT 电力电子器件性能

资料来源: Mouser, CASA Research 整理

30A 以上的 GaN HEMT 产品导通电阻和 Si 产品差不多,都在 0.1Ω 以下,在性能上已具备较大竞争力。

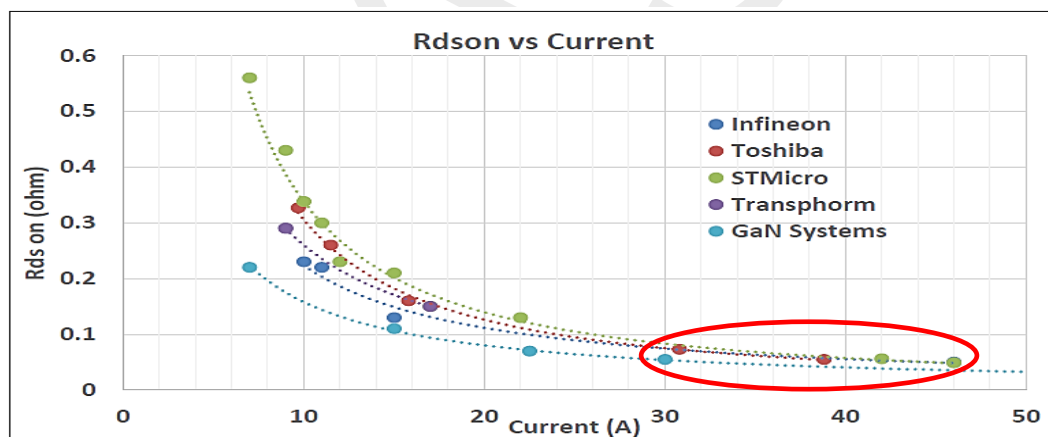


图 5 几款主流的 GaN HEMT 产品的导通电阻情况

资料来源: 汉磊, CASA Research 整理

预计未来 5-10 年, GaN HEMT 电力电子产品将由目前的 600/650 V 提升至 1200 V, 随后将处于平稳状态。目前, 垂直型 GaN SBD 电压达到 600V-1000V, 垂直型 GaN p-n 二极管达到 5kV, 预计 10 年内 GaN p-n 二极管可达到 10kV。

表 4 2019 年国际企业推出的部分 GaN HEMT 电力电子产品

时间	厂商	产品	参数	特点
2019.3	GaN Systems	GaN E-HEMT	650V/150 A	目前业内最高电流等级。
2019.6	Transphorm	GaN FET	900V	Gen III TP90H050WS 现已开始提供样品，形成 900V GaN 产品线。这些器件现在可以用于三相工业系统和高压汽车电子。新的 FET 平台基于 Transphorm 的 650V 前身，唯一符合 JEDEC 和 AEC-Q101 标准的 HV GaN 技术。
2019.12	Nexperia	GaN FET	650V	GAN 063-650WSA，适用于汽车、通信基础设施和工业领域。

资料来源：CASA Research 整理

3) GaN 射频器件及模块

商业化 GaN 射频器件供应上量，可靠性得到认证。Mouser 数据显示，住友 SiC 基 GaN 产品系列完整，从 40W 以内的塑封驱动，到 400W 以内的末级输出，6GHz 以内各频段都有标准产品。Wolfspeed 射频放大器产品种类合计 81 个，频率涵盖范围从 0.5GHz 到 6.0GHz，主要应用于 5G 基站。

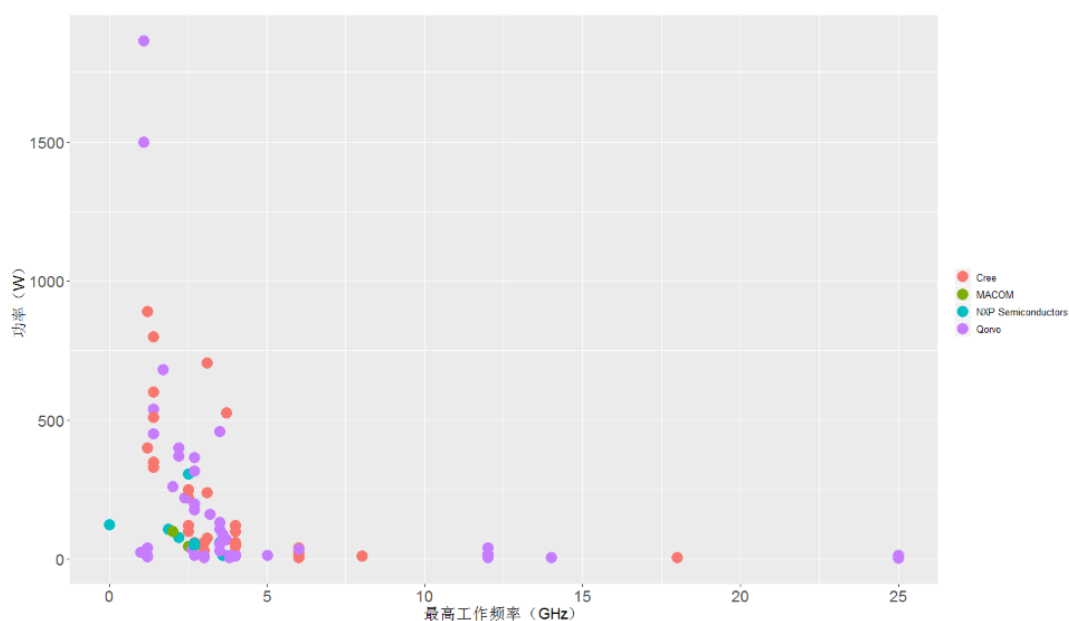


图 6 国际商业化的 GaN RF HEMT 器件性能

数据来源：CASA Research 整理，Mouser

商业化 GaN 射频器件产品目前有三大类：一种是应用于 4G 宏基站及 CATV 等系统的大功率功放管，饱和功率等级从 100W 到 300W 甚至更大；另一种是应用于 0.5GHz-6 GHz 的 5G Massive MIMO 基站的 GaN 功放模块，单模块输出平均功率为 5-10W，要求高集成、小体积；第三种是应用于 5G 高频频段的 GaN 单片集成电路(MMIC)，饱和输出功率为 2-10W，主要用于人员密集的场所。

目前，90%以上厂商采用基于半绝缘 SiC 衬底的 GaN 外延技术制备 GaN 射频器件，少部分采用 Si 衬底技术。随着 Si 基 GaN 的大尺寸外延材料制备技术和制造工艺的逐渐成熟，Si 基 GaN 射频器件的成本进一步降低，性价比进一步提高，Si 基 GaN 射频器件的市场份额将逐步增长。尤其是未来几年内，5G 通信网络在全球开始大规模部署，将进一步带动其市场大幅增长。

表 5 2019 年国际企业推出的 GaN 射频产品

时间	厂商	产品	参数	特点
2019.1	三菱电机	GaN PA	6GHz 以下频段	采用负载调制电路，并具有两个并联的 GaN 晶体管。适用于宽带（1.4 – 4.8GHz）操作，并支持多个频段。该功率放大器的功率效率超过 40%，有助于降低移动基站的功耗、建立大容量通信。
2019.1	MACOM	Si 基 GaN RF	36V、225–2600 MhZ	MAMG-100227-010，该模块针对陆地移动无线电系统、无线公共安全通信、军事战术通信和电子对抗进行了优化。实现的极宽频率带宽，10W 连续波输出功率，40 % 的带内典型功率增加效率（PAE），22 dB 典型功率增益，最高 36V 工作电压（28V 典型值）。采用 14x18 毫米空气腔层压封装，集成镀金铜散热器，可消除额外组件和印刷电路板空间需求，提高安装和散热灵活性。
2019.2	Gapwaves	5G 天线	650V/150A	集成了 Qorvo 生产的 GaN 射频前端 MMIC 芯片。
2019.6	Qorvo	GaN MMIC PA	32-38GHz/10W	以 GaN-on-SiC 技术为基础，TGA2222 提供 16dB 大信号增益、25dB 小信号增益以及大于 22% 的行业领先的功率附加效率，为国防应用提供简单但强大的解决方案。

		GaN PA	Ka/X 频段	QPA2212 适用于 Ka 频段应用，该功率放大器在 27-31Ghz 频段内提供 20W RF 功率。QPA2212D 现可提供裸片版，封装版于 2019 年 8 月份推出。 QPA1022 适用于 X 频段相控阵应用，在 8.5-11 Ghz 范围内可提供 4 瓦 RF 功率，同时还能提供 24 dB 大信号增益。
--	--	--------	---------	--

数据来源：CASA Research 整理

2. 价差持续缩小，部分触及甜蜜点

2019 年是第三代半导体产品加快市场渗透的关键年份。SiC、GaN 器件的产品价格持续走低，与同类 Si 产品相比，2019 年部分产品已经开始触及甜蜜点。

(1) 功率产品价差显著缩小

根据对 Mouser、Digikey 相关信息整理，SiC 价格方面，耐压 600V-650V 的 SiC SBD，2019 年底的平均价格是 1.82 元/A，较 2017 年底下降了 55.6%，与 Si 器件的差距缩小到 2.4 倍左右。1200V 的 SiC SBD 的均价降至 4.09 元/A，较 2017 年下降了 37.6%，但与 Si 器件的差距仍然保持在 5 倍左右，价格优势仍不明显。

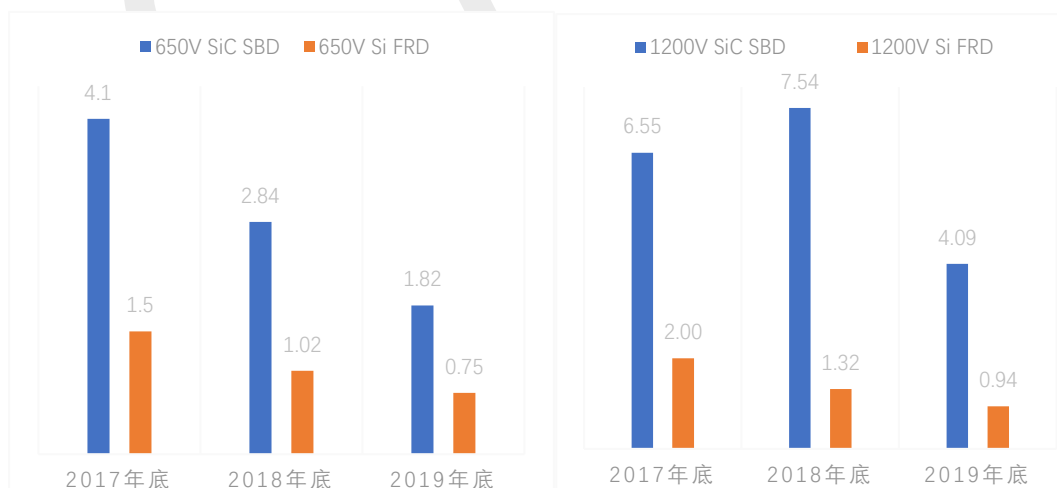


图 7 2017 年-2019 年 SiC SBD 的平均价格（元/A）

数据来源：CASA Research 整理，Mouser

另一方面，相较于公开报价，业内反映 SiC SBD 实际的批量采

购成交价已经降至 1 元/A 以下，耐压 600V-650V 的产品批量采购价约为 0.6 元/A，而耐压 1200V 的产品业内批量采购价约为 1 元/A。

从主流厂家产品来看，2019 年 1200V 产品降价幅度最大，平均降幅普遍在 38%，其中英飞凌 1200V SiC SBD 产品降幅高达 57%。

表 6 2018-2019 年不同制造商 SiC SBD 产品价格对比 单位（元/A）

厂家	600V			650V			1200V		
年份/降幅	2019	2018	降幅	2019	2018	降幅	2019	2018	降幅
安森美	—	—	—	1.49	—	—	2.69	—	—
罗姆	4.5	4.73	-5%	2.18	3.37	-35%	6.73	10.39	-35%
英飞凌	2.4	3.42	-30%	2.05	2.56	-20%	2.94	6.84	-57%
意法半导体	1.49	2.19	-32%	1.53	2.2	-30%	3.04	4.03	-25%
科锐	2.55	4.13	-38%	2.2	4.06	-46%	6.18	9.46	-35%
平均降幅	-26%			-33%			-38%		

数据来源：CASA Research 整理，Mouser

晶体管方面，SiC、GaN 器件的价格与同类的 Si 器件价格差距仍然较大，高压器件价差比低压器件的价差更小。

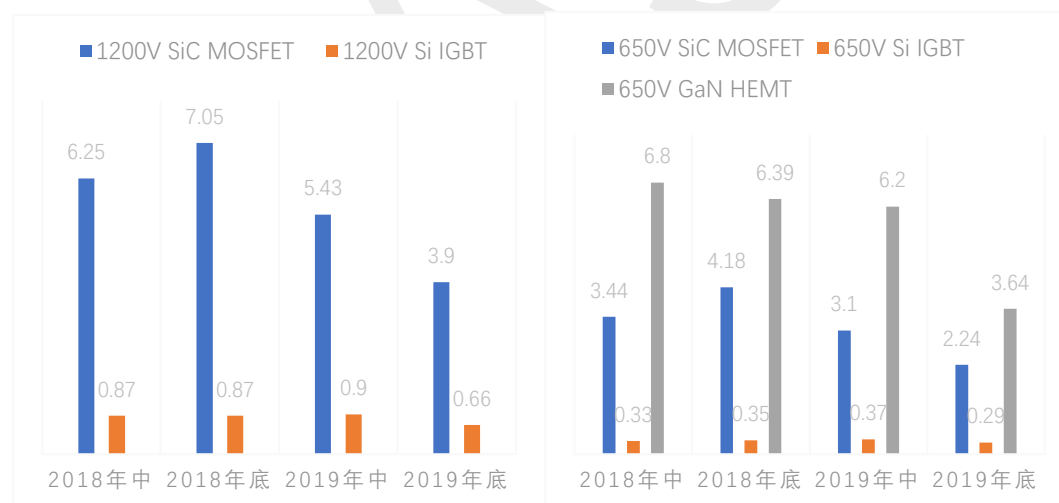


图 8 2018 年-2019 年 SiC、GaN 晶体管的平均价格（元/A）

数据来源：CASA Research 整理，Mouser

耐压 600V-650V 的 SiC 晶体管在 2019 年底的平均价格是 2.44 元/A，降价幅度较大，较 2018 年底价格下降了 46.4%，与 Si 器件的差距由 12 倍缩小到 8 倍左右。耐压 1200V 的 SiC 晶体管的价格降价

明显，降至 3.9 元/A，较 2018 年底下降了 45%，与 Si 器件的差距仍然保持在 6 倍左右。

与公开报价有所差别，业内反映批量采购价与 Si 产品的价差实际更小，其中耐压 600V-650V 的 SiC 晶体管业内实际批量采购价达到 1 元/A，耐压 1200V 的 SiC 晶体管业内实际批量采购价为 2 元/A。

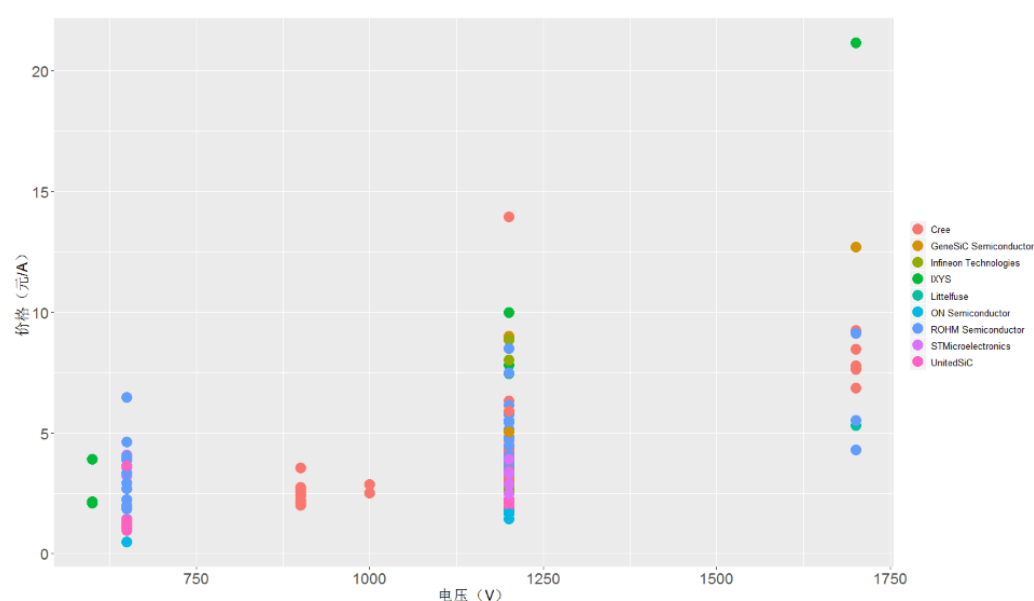


图 9 国外商业化的 SiC 晶体管价格

数据来源: CASA Research 整理, Mouser

GaN HEMT 的价格相较 2018 年底降低了 43%，2019 年底的平均价格是 3.64 元/A，比同类 SiC 产品均价高出 38%，而与同类 Si 器件的价差由超过 18 倍缩小至 12 倍左右。另一方面，Mouser 的公开报价仍然偏高，业内实际批量采购价达到 1 元/A。从 IDM 厂商给出的生产成本来看，2019 年的 GaN 电力电子器件成本已经接近 Si，2020 年大批量生产后基本能和 Si 持平或更低。

主要厂商采取多种措施积极推进第三代半导体器件成本的降低。目前来看，各厂商主要采取的措施包括：第一，扩大产能，降低固定

成本，推动晶圆成本降低。第二，随着规模扩大，制造技术不断成熟，研发成本等消化，将直接带来制造成本的降低。第三，主要的产品供应商（包括晶圆、器件）等与大客户签订长期合作合同，提前对市场进行锁定，供需双方共同推进市场渗透。第四，产品技术升级，SiC材料尺寸目前从4英寸转向6英寸，而且还在向8英寸发展。

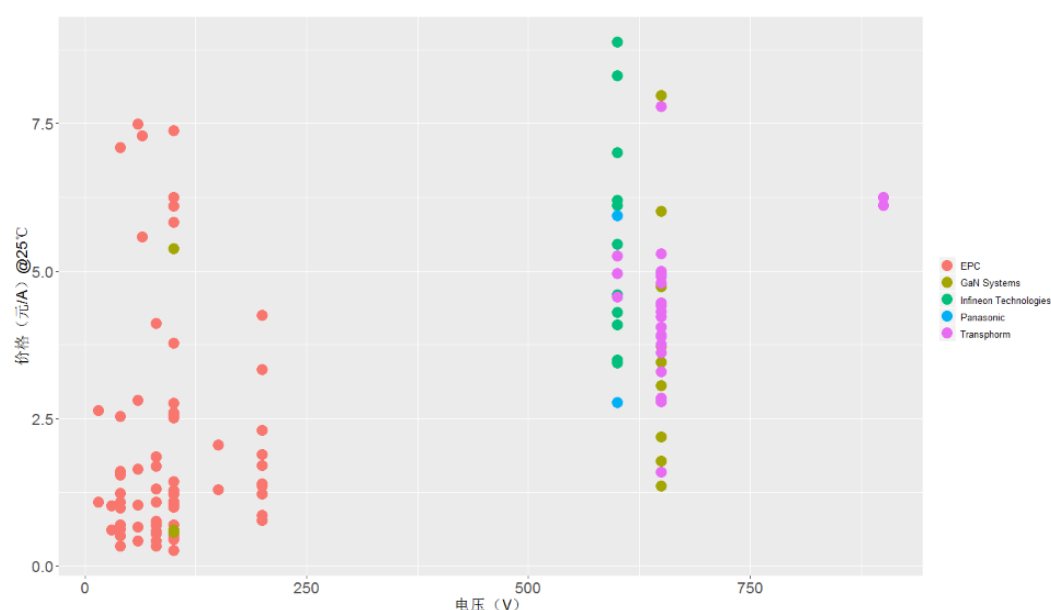


图 10 国外商业化的 Si 基 GaN HEMT 电力电子器件价格

数据来源: CASA Research 整理, Mouser

(2) 射频产品降价提速

RF GaN HEMT 降价提速。根据 Mouser 数据，2019 年底平均价格为 18.42 元/W，降幅近 23%，而此前两年整体降价幅度未超过 5%。目前 Mouser 反映均为产品的对外公开报价，而业内反映实际的批量采购价格大大低于明面报价，部分产品甚至已经降至 1-2 元/W。

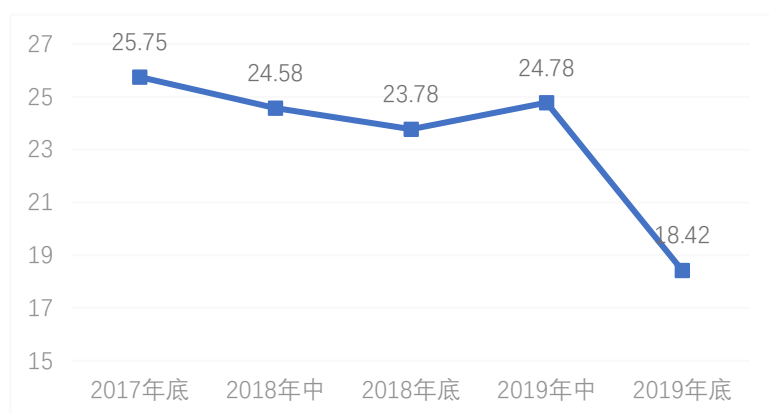


图 11 2017 年-2019 年 RF GaN HEMT 的平均价格走势 (元/W)

数据来源: CASA Research 整理, Mouser

GaN 射频器件的降价主要源于几个方面：一是由于 5G 市场真实到来，GaN 射频应用真正开始。随着市场开启，产品性能稳定，应用方案也开始成型，各大器件供应商纷纷扩产，跑马圈地，器件供应迅速上量。供给需求形成闭环，良性循环，共同推进 GaN 射频产品的市场加速。二是上游材料工艺成熟，成本下降带动整个产业链价格下降。GaN 射频器件的成本偏高主要在于高纯半绝缘 SiC 衬底制备难度较高，衬底尺寸（相比 Si 衬底）较小，导致衬底和外延的单片成本偏高。但随着 SiC 衬底技术的发展以及 Si 衬底 GaN 外延射频器件技术的应用推广，会带动 GaN 外延片及射频器件芯片的价格下降。

整体来说，目前第三代半导体仍然处在市场启动的早期阶段，价格仍然在一段时间内不能和 Si 产品相比，但从系统成本来看，第三代半导体的优势则更加明显，客户认可度也持续提高。

3. 汽车电子+5G，加速市场增长

(1) 汽车电子市场加速导入新产品

1) 第三代半导体电力电子器件市场规模达 5.8 亿美元

综合参照 Yole 与 IHS Markit 的数据，2019 年 SiC 电力电子器件

市场规模约为 5.07 亿美元，GaN 电力电子器件市场规模约为 0.76 亿美元，两者合计市场规模约在 5.8 亿美元左右，其主要驱动力为新能源汽车和消费电子。而据中国电子技术标准化研究院数据，全球功率半导体分立器件的销售额约为 230.91 亿美元，综合 Yole 的数据，SiC、GaN 电力电子器件的渗透率约为 2.5%。整体来看，第三代半导体尽管进展较快，但仍然处于较早期的产品导入阶段。

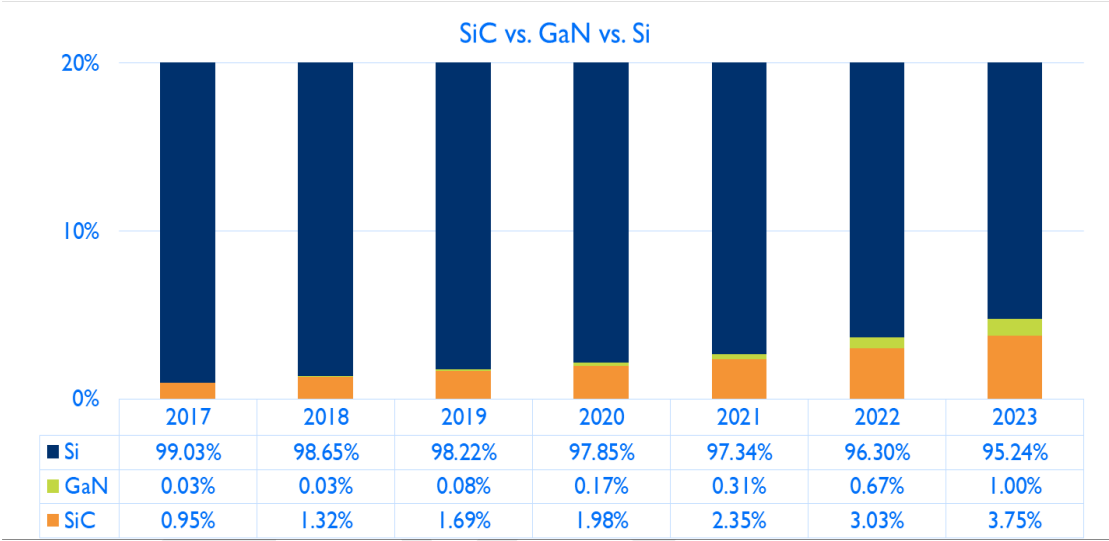


图 12 SiC vs GaN vs Si 在电力电子领域的渗透率情况
数据来源: Yole, 2018

Yole 预测，SiC 电力电子器件的市场规模 2023 年将增长至 14 亿美元，复合年增长率接近 30%。驱动因素是新能源汽车应用，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 晶体管。

IHS Markit 预测，GaN 电力电子器件市场 2024 年预计将达到 6 亿美元，主要来自于快充市场的增长。另一方面，GaN 电力电子器件凭借成本优势，有望在逆变器市场取得较快增长。

2) 新能源汽车市场备受瞩目

全球汽车功率半导体市场规模稳步增长。根据中商产业研究院、英飞凌数据，预计汽车半导体市场 2020 年将达到 70 亿美元，复合增长率 6.47%。电动车市场将是 SiC 器件成长的主要驱动力，包括汽车本身的功率半导体部分以及相关的充电基础设施建设中的功率半导体部分。据国际能源署(IEA)预测，到 2030 年，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。

新能源汽车的功率半导体价值大幅提升。新能源汽车系统架构中涉及到功率半导体应用的组件包括：电机驱动器、车载充电器(OBC)/非车载充电桩、电源转换系统（车载 DC/DC）。随着新能源汽车的发展，对功率半导体器件的需求量将会日益增加。根据英飞凌的统计，平均一辆传统燃油车使用的半导体器件价值为 355 美元，而新能源汽车使用的半导体器件价值为 695 美元，几乎增加了一倍，其中功率器件增加最为显著，由 17 美元增加至 265 美元，增加了近 15 倍。目前，市场上销售的新能源汽车所搭载的功率半导体多数为硅基器件，如硅基 IGBT 和硅基 MOSFET，随着技术和产品的成熟，第三代半导体将逐步替代大部分硅基产品。

第三代半导体电力电子器件加速电动汽车市场渗透。2019 年，以 SiC 和 GaN 为代表的第三代半导体电力电子器件在电动汽车领域的应用取得较快进展。国际上有超过 20 家汽车厂商在车载充电机（OBC）中使用 SiC 器件，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，各汽车制造商都计划于未来几年在主逆变器中应用 SiC 电力电子器件。而充电基础设施方面，台达联手通用等

研发 400kW 超快速充电系统（XFC）中使用 SiC 功率半导体器件。

电驱方面，科锐联手采埃孚推进电驱动领域合作，双方达成战略合作协议，推进采用 SiC 基逆变器的电驱动动力总成开发。

另一方面，多家企业的 GaN HEMT 产品不仅获得半导体业内的 JEDEC 认证，并且相继获得汽车级 AEC-Q101 认证，增强了早期采用者对 GaN 晶体管的可靠性的信心。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 年代中后期逆变器中的首选。

3) GaN 快充市场快速开启

2019 年，GaN 电力电子器件在快充市场的应用同样火热，推出 GaN PD 快充充电器的厂商数量和产品与去年相比有了爆发式的增长。同时，越来越多的消费电子厂商正在布局 GaNPD 快充，市场趋势逐渐明朗。

据 CASA Research 不完全统计，目前国内外市场至少有 32 家生产制造 GaNPD 快充产品的厂商，可提供的 GaNPD 快充产品超过 50 款，并且大部分厂商接受定制需求。市面上 GaN PD 快充产品大部分功率在 30W-100W，能满足大部分的手机、平板电脑的充电功率需求。而国内最值得关注的是 OPPO 和小米的新产品中开始采用 GaN PD 的解决方案。

GaN 电力电子器件具有更高的功率密度，采用 GaN 的充电器体积小（仅为原来的 1/4）、重量轻、转换效率高、发热低、安全性强，较普通充电器有显著优势。根据内部电路架构的不同，约使用 1-2 颗

的 GaN 电力电子器件，平均转换效率约在 90%左右。目前主要瓶颈在于成本、供应链稳定性以及可靠性方面，这些无法通过器件本身完成验证，而消费电子用量巨大，一旦出现问题，将产生召回问题，导致巨大的经济成本和声誉成本。随着市场开启，供应上量，这些问题都将逐步解决。据 Gartner 数据，全球智能设备年均新增出货量超 20 亿台，随着 GaN 在该市场渗透提速，未来几年快充市场将成为 GaN 电力电子最大的推动力。

表 7 GaN 快充产品相关进展

公司	时间	功率
ANKER	2019.8	30W
Power Integrations	2019.7	100W
ANKER	2019.3	65w
ELIXAGE	2019.1	30W
AUKEY	2019.1	27W、30W
Navitas	2019.1	30W、65W
RAVPower	2018.12	45W，5~20V 输出
Infineon	2018.11	65W，5-20V 输出
ANKER	2018.10	27W，5~20V 输出
台达	2018.6	60W，5~20V 输出
Navitas	2017.9	65W（手提电脑电源适配器）

数据来源：CASA Research 整理

(2) 5G 商用开启 GaN 市场爆发空间

1) GaN 射频器件市场规模达 5.37 亿美元

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、民用雷达和航天、射频能量等领域。根据 Yole 数据预测，2019 年全球 GaN 射频器件市场规模 5.37 亿美元，预计 2023 年将达到 13.24 亿美元的市场规模。

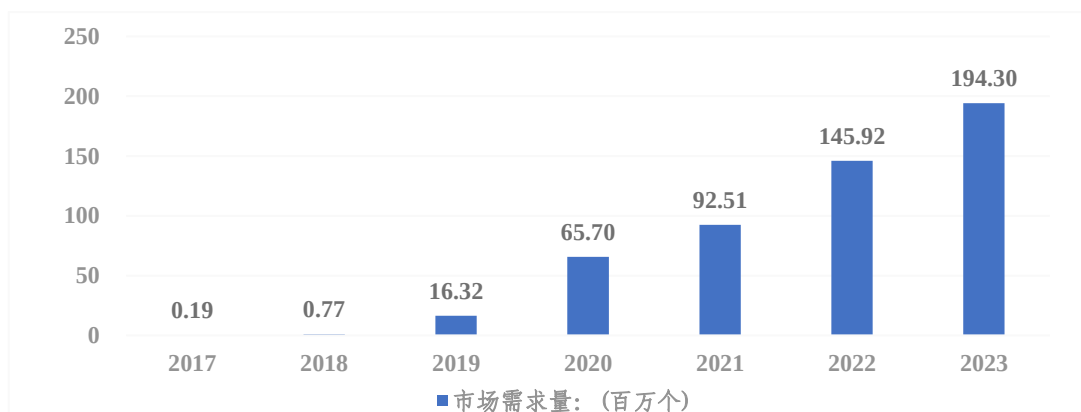


图 13 2017-2023 年 GaN 射频器件需求量预测 (单位: 百万个)

数据来源: Yole, CASA Research 整理

根据 Yole 数据, 2019 年微波射频 GaN 外延片的市场需求量约为 3.8 万片 (折合成 4 英寸每片计算), 而到 2023 年 GaN 外延片的市场需求量将超过 12 万片, 市场将超过 1.5 亿美元的规模。

随着 5G 到来, GaN 在射频器件市场中渗透率持续提高, 据 Yole 预测, 至 2025 年, GaAs 市场份额基本维持不变的情况下, GaN 有望替代大部分 LDMOS 份额, 占据射频器件市场约 50% 的份额。

2) 5G 加速推进 GaN 射频应用迅猛增长

全球 5G 正式步入商用, 无线基础设施, 智能手机和物联网建设将快速增长。2019 年是全球 5G 元年, 已经有超过 100 个国家进行 5G 网络部署, 美国、欧洲、日韩、中国的 5G 部署均进入落地阶段。从 5G 的建设需求来看, 5G 将会采取“宏站+小站”组网覆盖的模式, 历次基站的升级, 都会带来一轮原有基站改造和新基站建设潮, 基站建设是 GaN 射频市场成长的主要动力之一。

表 8 各国 5G 进展情况

国家和地区	标志事件	计划
美国	2016 年年中, 美国政府分配 5G 网络无线电频率, 四座城市先期实验;	Sprint 于 2019 年 5 月商用 5G; T-Mobile US, 于 2019 年下半年商用 5G, 2020 年实现全面覆盖。

	2018 年 10 月 1 日, Verizon 正式启动 5G 商用, 首批商用 5G 的城市有四个城市, 但并非真正符合 3GPP R15 标准的 5G; 2019 年 4 月 3 日, Verizon 率先在明尼阿波利斯和芝加哥商用 5G; 4 月 9 日, AT&T 宣布将其 5G 网络部署再拓展 7 个城市, AT&T 在美国 19 个城市部署了 5G 网络; 2019 年 11 月 5 日, T-Mobile 和 Sprint 合并获批, 本次合并意味着美国第三大和第四大运营商正式联姻, 促进美国 5G 部署。	
欧洲	2013 年 2 月, 欧盟宣布, 拨款 5000 万欧元, 加快 5G 移动技术的研发; 2018 年 2 月, 沃达丰和 Huawei 宣布, 两公司在西班牙合作采用非独立的 3GPP 5G 新无线标准和 Sub-6GHz (低频频段) 完成了全球首个 5G 通话测试; 2018 年确立了 5G 发展路线图, 预计到 2025 年将在欧洲各城市推出 5G; 2019 年 3 月, 欧盟公布 5G 网络安全法律建议。	俄罗斯, 2018 年世界杯场馆已经部署 5G 试验网; Rostelecom, 2019 年推出。 英国, 沃达丰, 2020 年推出。 法国, Orange, 2020 年之前部署。 德国, 德国电信, 2020 年进行 5G 全面部署。
日本	2014 年 5 月, 日本电信运营商 NTT DoCoMo 宣布将与爱立信、诺基亚、三星等厂商共同合作, 研发 5G 技术; 2018 年 10 月, 日本三大运营商对外公布将提前一年 (2019 年) 在极少部分地区提供 5G 预先服务; 2018 年 10 月 31 日, NTT 公布了 2019 年到 2023 年的 5G 网络建设投资 (1 万亿日元); 2019 年 4 月 10 日, 日本政府向四大运营商分配 5G 频段, 预计 2020 年春正式商用。	软银, 2020 年之前部署 5G。 NTT Docomo, 2020 年东京奥运会推出 5G 网络 日本三大运营商 NTT、DoCoMo、KDDI 和软银计划将于 2020 年在部分地区启动 5G 服务。
韩国	2017 年 4 月, 韩国第二大电信商韩国电信 (KT) 宣布 5G 试验网的部署和优化计划; 2018 年平昌冬季奥运会, 韩国实现了 5G 首秀, 成为 5G 全球首个大范围的准商用服务; 2019 年 4 月 3 日, 韩国三家运营商推出 5G 商用服务, 成为全球首个商用 5G 的国家。	三大运营商计划 2019 年下半年开始在全国部署 5G 网络, 并推出具备 5G 毫米波工作频段的智能手机终端。

数据来源: CASA Research 整理

基础设施是目前最大的市场。据 Yole 统计, 2018 年基站领域 GaN 射频器件规模为 1.5 亿美元。5G 商用宏基站将以 64 通道的大规模阵列天线为主, 按三个扇区计算, 单基站 PA 需求量高达 192 个。未来五年随着 GaN 技术的进步和规模化发展, GaN PA 在基站的渗透率将不断提升, 预计 2023 年将超过 85%, 带动 GaN PA 需求量达到 1.94 亿只。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%。

除此之外，5G 移动终端发展加快，多款 5G 手机已经发布。毫米波应用在点到多点宽带的应用渗透也已经开始，将带动 AR、移动游戏等新应用，从而带动背光、显示、VCSEL 等第三代半导体光电器件在上述市场的拓展。

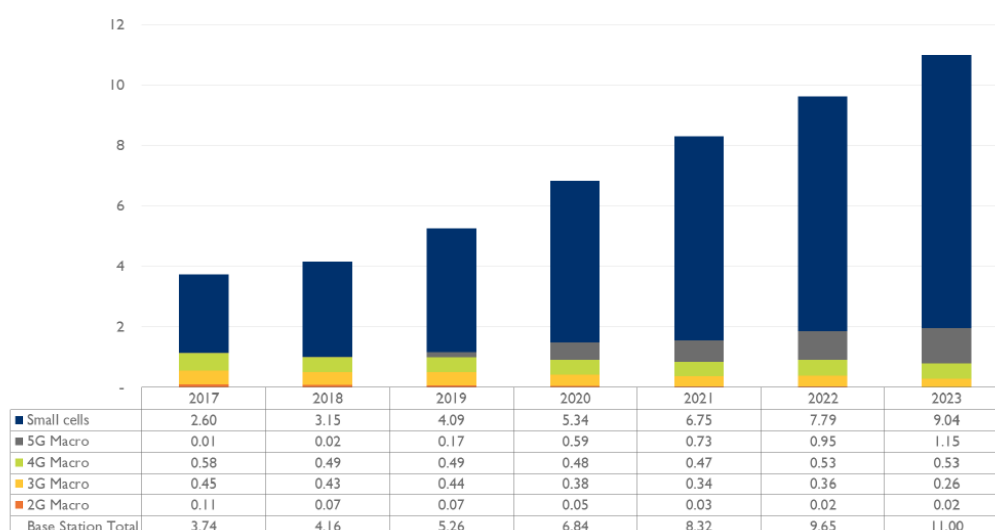


图 14 2017-2023 年基站数量预测（单位：百万个）

资料来源：Yole

4. 资本加速进入，SiC 投资热度高企

(1) 全球迎扩产潮，SiC 成热点

随着市场开启，全球 SiC 产能供给不足，为了保证晶圆供给，满足尤其是汽车等工业客户未来几年增长需求，各大厂商纷纷开始扩产。2019 年，据 CAsAResearch 整理，共有 6 家国际巨头宣布了 12 项扩产。从项目分布来看，SiC 扩产占到八九成，而其中晶圆产能的扩张是主体，器件模组环节更多的是改造和升级。其中最大的项目是科锐两次宣布其扩产计划，投资近 10 亿美元，分别在北卡罗来纳州和纽约州建造全新的采用最先进技术并满足车规级标准的 8 英寸功率和射频（RF）晶圆制造工厂。

表 9 2019 年部分国际企业投资扩产情况

企业	时间	投资情况	影响
科锐	2019.5. 2019.9	1、投资 10 亿美元，扩大 SiC 产能，加速从 Si 向 SiC 的产业转型，满足 EV 电动汽车和 5G 市场需求； 2、美国总部北卡罗莱纳州达勒姆市建造一座采用最先进技术的自动化 200mm SiC 材料生产线； 3、在美国东海岸纽约州 Marcy 建造全球最大的 SiC 制造工厂，采用最先进技术并满足车规级标准的 200mm 功率和射频（RF）晶圆制造工厂，这座新工厂计划将于 2022 年实现量产，完工面积达到 480,000 平方英尺，其中近 1/4 将是超净间，提供未来所需产能扩充。这一新制造工厂是先前所宣布计划的一部分，比之先前计划的工厂，将带来 25%的产能提升。	1、SiC 材料生产的 30 倍增长； 2、增建现有的建筑设施，生产提供的晶圆表面积增长 18 倍； 3、提高 EV 电动汽车的行驶里程并减少充电时间，同时支持 5G 网络在全世界的部署； 4、纽约州将提供来自 Empire State Development 的 5 亿美元资金，同时科锐可以享受额外的当地激励政策和减税以及来自纽约州立大学的设备和工具。
罗姆	2019.2.	旗下生产子公司“罗姆 Apollo”的筑后工厂(福冈县)内兴建新厂房。投资约 200 亿日元，于 2020 年倍增 SiC 电源控制芯片产能，2025 年 3 月底前累计将投资 600 亿日元。	1、2020 年倍增 SiC 电源控制芯片产能； 2、2025 年 3 月将 SiC 电源控制芯片产能大幅扩增至 2016 年度 16 倍。
意法半导体	2019.2.	在意大利新建一座晶圆厂(Si 基为主)，计划 2021 年量产，支持 BCD、IGBT 和电源技术领域。	控制部分 SiC 器件的整个供应链，保证 SiC 功率器件的产能。
英飞凌	2019.4.	1、投入 3500 万欧元对 SiC 设备和相关工艺的研发，并和可靠 6 英寸 SiC 晶圆供应商建立了可靠的合作关系，保证了其 SiC 晶圆的供应； 2、2019 年 4 月，英飞凌扩大 77GHz 雷达芯片研发，奥地利新研发中心破土动工。	1、利用新材料 SiC 扩展优异的产品组合，进一步扩展再生能源，以及推动 SiC 在电动车传动系统的使用率； 2、单片晶圆可出产的芯片数量翻番，进一步加码 SiC 市场。
日本昭和电工	2017.9. 2018.1. 2018.4	三次增产 SiC 晶圆： 第 1 次增产 第 2 次增产 第 3 度增产	1、产能于 2018 年 4 月从 3,000 片提高至 5,000 片； 2、2019 年 2 月扩增至 9,000 片的水准。
X-Fab	2018.9.	X-Fab 德州工厂购买了第二台加热离子注入机，用于制造 6 英寸 SiC 晶圆。	2019 年第一季度德克萨斯州 6 英寸 SiC 工艺工厂产能翻番，以满足预计的近期需求。
Soitec	2019.11	1、法国半导体公司 Soitec 宣布与应用材料公司启动联合研发项目，共同开发新一代 SiC 衬底； 2、两家公司将在法国原子能委员会电子与信息技术实验室（CEA-Leti）的衬底创新中心中增添一条 SiC 优化衬底实验生产线。	此条生产线预计于 2020 年上半年开始运行，目标为在 2020 年下半年生产 SiC 晶圆片样品。

资料来源：CASA Research 整理

(2) 并购多发，金额超百亿美元

据 CASA Research 不完全统计，2019 年国际半导体领域共有包括英飞凌、罗姆、意法半导体等企业通过并购来推进其在第三代半导体领域的布局，材料、器件及模组标的均有涉及，整体涉及金额超过 100 亿美元。

表 10 2019 年国际企业并购情况

时间	并购方	被并购方	金额	详情	并购影响
2019.4	罗姆	松下		罗姆从松下受让半导体业务部门经营的二极管及部分晶体管业务。	罗姆考虑委托松下进行部分生产，以便使松下能够继承与罗姆以往完全相同的供应体系。
2019.4	安森美	富士通		增购富士通的两座 8 英寸晶圆厂的 20% 股权收购，持有两座晶圆厂的 60% 的股权。	1、推出新的工业级和符合车规的 SiC MOSFET，补足成长的生态系统，并为迅速增长的应用带来宽禁带性能的优势； 2、强化市场竞争力，得到 300 毫米晶圆厂。
		FAB-10		收购格芯 FAB-10。	
2019.5	Soitec	EpiGaN	3000 万欧元	EpiGaN 的 GaN 产品主要用于 RF(射频)、5G、电子元器件和传感器应用。预计未来五年内，GaN 技术的市场应用规模将达到每年 50 万至 100 万个晶圆。	收购 EpiGaN 后，Soitec 产品组合将得到进一步的扩展并补充，为射频、5G 和功率系统创造新的工艺解决方案。EpiGaN 将被整合成为 Soitec 的一个业务部门。此外，收购 EpiGaN 还将为 Soitec 现有的 Power-SOI 产品创造新的增长空间。
2019.12	意法半导体	SiCNorstel AB	1.38 亿美元	分两次完成对瑞典 SiC 晶圆制造商 Norstel 的整体收购。	Norstel 将被完全整合到意法半导体的全球研发和制造业务中，继续发展 150mm SiC 裸片和外延片生产业务研发 200mm 晶圆以及更广泛的宽禁带材料。
2019.6	英飞凌	CYPRESS	90 亿欧元	Cypress 的强项在于微控制器 (MCU)、车联网芯片及软件系统。收购后英飞凌在汽车领域将超越恩智浦，位居第一。在功率分立器和模块领域及安全集成电路领域，英飞凌稳居世界第一。	收购 Cypress 后，英飞凌的芯片将覆盖汽车上所有用到芯片的地方，比如车载空调、车门模块控制、车联网领域的娱乐系统和触控、底盘上的制动与转向、动力总成领域的发动机和变速器以及逆变器、ADAS 驾驶辅助系统的雷达和传感器等等。

资料来源：CASA Research 整理

5. 巨头加速布局，竞争格局初现

(1) 国际巨头积极调整战略

2019 年是全球半导体产业的低迷期，库存过多、需求下滑，美中、日韩贸易纷争此起彼伏。据全球半导体贸易统计协会(WSTS)数据，2019 年全球半导体销售额将较上一年下滑 13.3%，半导体设计、制造、封装三大产业环节均受影响。

涉及第三代半导体的几大半导体厂商的业绩也有所下滑，在整体半导体受宏观环境影响不景气的情况下，国际巨头纷纷采取措施，调整战略。其中，加强在第三代半导体方面的布局是其重要的战略方向，主要措施包括：第一，继续扩大产能（见表 11），通过规模效应降低成本；第二，加强与上下游产业链的联合，通过合同、联盟或其他方式提前锁定原材料、订单；第二，调整业务领域，收缩传统业务或毛利较低的业务（如科锐拆分照明业务），积极拓展高增长、高毛利的新领域，主要包括汽车电子（新能源汽车和无人驾驶）、5G 通讯（基础设施）、数据中心等。第三，积极加强针对重点市场的策略，特别是中国市场。第四，加强对新技术的市场推广和应用。

表 11 国际重点企业在第三代半导体领域的布局进展

企 业	第三代半导体布局情况
科 锐	1、出售科锐照明，专注加速 Wolfspeed 的增长。将管理重点放在核心业务上，支持加速 SiC 和 GaN 业务的成长。 2、巨资扩大 SiC 产能。 3、加速应对 5G 市场，增加 GaN 产量。北美、中国、拉丁美洲、韩国 5G 进展都在加速。公司增加 GaN 生产，去满足日益增长的需求，但预计未来几个季度的需求将超过供应量。 4、对电动汽车平台的新投资，随着公司在欧洲，亚洲和北美的业务铺展，汽车客户对 SiC 技术的兴趣在提升。销售渠道正在建设中，有了一个超过 50 亿美元渠道。

安森美	1、SiC 开始布局，2019 年第三和第四季度 SiC 在电动汽车上首次使用。 2、受到中美贸易以及华为事件的影响，安森美曾暂停对华为供货，造成通信业务收入疲软，但对中国市场长期前景仍持乐观态度，对汽车、工业和云计算方向的长期趋势仍未改变。
QORVO	1、在军口业务方面，QORVO 与美国空军签订了一份为期四年的合同，开发新的建模和仿真工具，以加速先进的 GaN 设计，用于关键任务应用。同时，还获得一份支持大型国防航空航天计划的多年生产合同，正在生产大量高频 BAW 滤波器。 2、在通讯、5G 方面，基础设施方面，大量 massive MIMO 基站的部署，5G 业务增长强劲。而终端设备方面，预计 5G 手机推出，并在 2020 年迎来快速增长，被韩国智能手机制造商选中，同时向华为提供 Mate20 的中高频段 PAD。 3、部署 sub-6 GHz 的应用和毫米波手机，支持客户的设计活动。 4、在物联网方面，工业应用方面扩展到新领域，包括电子货架。家庭应用方面，WiFi 6 即将推出，扩大在互联网家庭中的应用。 5、在汽车行业，与 OEM 和一级供应商合作，扩展产品以满足多种协议，包括卫星，WiFi，LTE，5G 和 V2X。
恩智浦	1、布局汽车雷达系统，致力于推动高级安全驾驶系统的发展。为加速雷达在高级驾驶辅助系统中的集成，NXP 推出一款雷达解决方案，将 S32R 处理器、RF 收发器和天线设计整合在一个新的参考平台上，满足汽车行业对功能、性能和安全的严苛要求。新款雷达解决方案旨在加快技术研发速度，并将雷达部署到量产车型中，从而降低研发成本。 2、5G 基础设施投资正在进行中，需求非常稳固，正在努力争取能够满足所有要求。 3、公司继续实施股权回购计划。
意法半导体	1、强化硅基半导体领导地位。在意大利新建一座 300mm 的晶圆厂，计划 2021 年量产，支持 BCD、IGBT 和电源技术领域。 2、SiC 和 GaN 持续扩产，SiC 的项目众多，持续投资是为了保持 30% 的市场份额，该份额带来的营收预期在 2025 年能超过 30 亿美元，是未来盈利重点。 3、布局下一代成像领域，投资传感器技术，用以保持该领域领导地位。
英飞凌	1、得益于中国半导体行业的发展和战略扶持，英飞凌继续加强与中国企业的合作。和上汽集团成立了功率半导体合资企业生产新能源汽车的核心零部件，并宣布与阿里、京东、百度共同打造物联网生态链。进博会期间，英飞凌科技分别与阳光电源、海尔家电、海信等多家中国企业签署了战略合作备忘录。 2、收购 Siltecta，在 SiC 方面整合上游材料，实现晶圆成本降低，同时为扩大产能打基础，在 SiC 市场中处于有利地位。
罗姆	1、2018 年 6 月，在日本筑后的 Apollo 工厂大规模扩大 SiC 生产能力。建设工作现已开始，将持续到 2020 年底。 2、从 4 英寸晶圆转移到 6 英寸晶圆正在进行，提高生产效率。罗姆已开始平面 MOSFET 工作，并将尝试沟槽式 MOSFET。 3、除了 Wolfspeed 外，罗姆是唯一拥有垂直整合业务的公司，希望在 2025 年之前占据 30% 的市场份额。

资料来源：CASA Research 整理

(2) 上下游合作动态频频

国际巨头提前锁定上游材料的货源。第三代半导体产业化进度加

速，上游开始扩大规模和锁定货源。根据 CASA 对国际几大企业的公告整理，意法、英飞凌、安森美等中游厂商开始锁定上游材料的货源。而科锐则与除罗姆以外的欧美主要第三代半导体中游企业签订长期供货协议，确保未来订单，这也是科锐的 10 亿美元巨资扩产重要动力和基本保证。

表 12 国际企业提前锁定 SiC 原料情况

时间	详情
2019.11	科锐与意法半导体签署一项为期多年的 2.5 亿美元的生产供应协议，Wolf speed 将会向 ST 供应 150mm SiC 晶圆，11 月将该协议扩大至 5 亿美元。
2018.10	科锐与英飞凌签订了 1 亿美元的长期供应协议，为其光伏逆变器、机人充电基础设施工业源牵引和变速驱动等产品提供 SiC 晶圆。
2018.2	科锐宣布了一项价值 8,500 万美元的长期协议，将为一家未公布名称的“领先电力设备公司”供应 SiC 晶圆。
2019.8	科锐与安森美签订了 8500 万美元的 150mm（6 英寸）SiC（SiC）衬底和外延片供应协议，科锐将为安森美生产和供应 Wolfspeed（科锐旗下公司）的 SiC 衬底及外延片，安森美将用于新能源汽车和工业应用等高速增长 SiC 电力电子器件市场。
2019.3	United SiC 宣布获得 Analog Devices, Inc.公司战略投资，并签署长期供应协议。具体内容没有公布。

资料来源：CASA Research 整理

车企牵头，第三代半导体全面进入各汽车集团的供应链。国际各大第三代半导体企业在新能源汽车领域继续发力，上游龙头企业纷纷与下游车企应用企业签订合作协议，共同推动第三代半导体在新能源汽车领域的发展。

表 13 车用第三代半导体领域的国际企业合作动态

时间	详情
2019.11	科锐联手采埃孚推进电驱动领域合作。双方达成战略合作协议，推进采用 SiC 基逆变器的电驱动动力总成开发。新型 SiC 基逆变器解决方案帮助提升电动汽车的驱动效率和行驶里程，开发业界领先的高效率电传动设备。采埃孚目前已经收到多家汽车商的 SiC 基电驱动订单，预计将在 2022 年之前正式推出 SiC 电动化动力系统。
2019.5	意法半导体宣布加入全球车联联盟（CCC）。全球车联联盟是一个跨产业组织，致力于推动适用于智能手机与汽车连接解决方案的全球技术的发展。
2019.5	英飞凌成为大众汽车集团 FAST 项目战略合作伙伴。 科锐成为大众汽车集团 FAST 项目 SiC 独家合作伙伴。 FAST 旨在推进共同合作，更快速地实施技术创新，更有效率地、更有效果地实现全球汽车项目。

2019.7	日本丰田与日本电装宣布合资成立半导体公司，研究和开发下一代车用半导体和车用电子元件，以顺应未来自动驾驶、联网汽车、电动车等市场。 双方合资的新公司预计于 2020 年 4 月成立，DENSO 占有 50% 所有权，丰田占 49%。新公司将对下一代车用半导体的基本结构和制程方式进行深入研究，并透过开发如电动汽车电源模组、自动驾驶感测器等车用半导体元件，为汽车移动技术带来更多创新。
2019.11	法国半导体公司 Soitec 宣布与应用材料公司启动联合研发项目，共同开发新一代 SiC 衬底。 Soitec 将与应用材料公司合作，联手突破上述限制：Soitec 将应用其专利技术 Smart Cut™（目前该技术广泛应用于 SOI 产品生产），保障芯片制造商材料供应；而应用材料公司将在制程技术与生产设备方面提供支持。在此次研发项目中，两家公司将在法国原子能委员会电子与信息技术实验室（CEA-Leti）的衬底创新中心中增添一条 SiC 优化衬底实验生产线，此条生产线预计于 2020 年上半年开始运行，目标为在 2020 年下半年生产 SiC 晶圆片样品。
2019.11	德国企业博世（BOSCH）宣布，目前正在研发 SiC 半导体，用以进一步提升电动车的能源使用效率，预计将于 2020 年开始投产。

资料来源：CASA Research 整理

(3) 国际竞争格局逐步成型

各巨头的战略行动导致竞争格局逐步成型。上游材料企业纷纷在 2019 年加大动作，积极卡位，包括科锐、Qorvo 等，而其第三代半导体业务也有实质性进展，在收入中比例呈现增长态势。经过扩产后，上游的 SiC 材料产能已经成乘数级增长，科锐占据较大竞争优势，产能最大，并已经完成了与中下游主要企业的供应链锁定。中游的半导体巨头，尽管有大量企业新进入，但目前的重点玩家仍是安森美、罗姆、英飞凌、意法半导体以及科锐。以 SiC SBD 为例，根据 Mouser 数据，这五家提供的产品占比接近 70%。目前这几家均在大力推广新产品，主要动作包括：优化产品品类、供货周期和价格等因素；加强模块和配套系统解决方案的推出；不约而同加强在中国市场的推广力度。另一方面，我国台湾地区以汉磊为代表的代工企业在明确其商业模式后，在贸易战的背景下迅速承接大陆的急速爆发的需求，扩张产能，延伸产品线，成为重要的产能供应商。而下游方面，以汽车集团牵头的车用半导体推进迅猛，第三代半导体正式进入汽车供应链。而

5G 基站领域，射频器件及模块主要供应商的格局基本确立。

整体来看，2019 年以科锐巨幅扩产为标志，国际半导体巨头纷纷在该领域加速，一方面将推动 SiC、GaN 等材料在市场渗透加速，另一方面可以初步窥见未来几年第三代半导体领域的竞争格局雏形。

二、国内第三代半导体产业进展

1. 国内高度重视，各级政策持续跟进

(1) 各级政策出台护航产业发展

1) 中央政策护航产业发展

2019 年，国务院、发改委、商务部、财政部、工信部、税务总局等国家部委先后在产业发展、营商环境、税收政策、示范应用等方面出台政策，进一步支持我国第三代半导体产业的发展。其中，国家级的战略《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》明确要求长三角区域加快培育布局第三代半导体产业，推动制造业高质量发展。

表 14 2019 年国家部委关于第三代半导体的产业政策

政策名称	政策内容
《中共中央 国务院印发长江三角洲区域一体化发展规划纲要》	纲要明确要求长三角区域加快培育布局第三代半导体产业，推动制造业高质量发展。
《鼓励外商投资产业目录(2019 年版)》(国家发展和改革委员会、商务部 27 号令)	支持引进 SiC 超细粉体(纯度 > 99%)、高纯超细氧化铝微粉(纯度 > 99.9%)、高纯氮化铝(AlN)粉体(纯度 > 99%，平均粒径 < 1μm)等精密高性能陶瓷原料外资生产企业。
《财政部 税务总局关于集成电路设计和软件产业企业所得税政策的公告》(公告 2019 年第 68 号)	依法成立且符合条件的集成电路设计企业和软件企业，在 2018 年 12 月 31 日前自获利年度起计算优惠期，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。
《工业和信息化部关于印发重点新材料首批次应用示范指导目录(2019 年版)》的通告(工信部原[2019]254 号)	对重点新材料首批次应用给予保险补偿，GaN 单晶衬底、功率器件用 GaN 外延片、SiC 外延片、SiC 单晶衬底等第三代半导体产品进入目录。

《优化营商环境条例》（中华人民共和国国务院令 第 722 号）

宏观政策利好，企业营商环境进一步优化。

资料来源：CASA Research 整理

2) 地方政策助推产业集聚

据统计，2019 年我国地方各级政府共出台 32 项政策，进一步支持第三代半导体产业的发展。其中，京津冀鲁涉及 4 个城市 8 项政策；珠三角涉及 3 个城市 9 项政策；长三角涉及 24 个城市 7 项政策；闽赣地区涉及 4 个地区 4 项政策，中西部涉及 4 个城市 4 项政策。结合自身的发展特点，各地区 2019 年政策导向各有特点。

政策内容涉及集群培育、科研奖励、人才培养、项目招商、生产激励等多个方面。从政策的深度来看，五大产业集群的顶层设计层面的政策基本均已出台，各地政策重点均落在实质性落地执行方面，政策出处也从早期的科技口开始向发改、工信/经信、商务、财政及各高新科技园区蔓延，而政策的层级明显从省部级以上开始下沉至市区级。2019 年各地通过政策将实质性的人、财、物资源注入，推动着各地产业集聚加速。

表 15 2019 年部分重点第三代半导体产业发展政策汇总

地区	政策	颁布机构
北京	《关于促进中关村顺义园第三代半导体等前沿半导体产业创新发展的若干措施》	中关村科技园区、顺义区人民政府
山东	《数字山东发展规划（2018-2022 年）》	山东省人民政府
	《山东省关于加快 5G 产业发展的实施意见》	山东省人民政府
济南	《济南市支持宽禁带半导体产业加快发展的若干政策措施》	济南市人民政府
河北	《河北省人民政府办公厅关于加快 5G 发展的意见》	河北省人民政府
上海	《中国（上海）自由贸易试验区临港新片区促进产业发展若干政策和集聚发展集成电路、人工智能、生物医药、航空航天产业若干措施》	中国（上海）自由贸易试验区
南京	《南京市打造集成电路产业地标行动计划》	南京市人民政府办公厅

	《浦口区促进集成电路产业发展若干政策》	南京市浦口区人民政府
	《南京江北新区集成电路人才试验区政策（试行）》	南京市江北新区人民政府
浙江	《浙江省加快新材料产业发展行动计划(2019 - 2022 年)》	浙江省人民政府办公厅
广东	《广东省加快 5G 产业发展行动计划(2019—2022 年)》	广东省人民政府
广州	《广州市加快发展集成电路产业的若干措施》	广州市工业和信息化委员会
深圳	《深圳市进一步推动集成电路产业发展行动计划（2019-2023 年）》	深圳市人民政府
	《深圳市工业和信息化局集成电路专项扶持计划操作规程》	深圳市工业和信息化局
	《深圳市人民政府办公厅印发关于加快集成电路产业发展若干措施的通知》	深圳市人民政府办公厅
珠海	《珠海高新区加快推进集成电路设计产业发展扶持办法（试行）》	珠海高新区
晋江	《晋江市加快培育集成电路全产业链的若干意见的补充意见》	晋江市人民政府
江西	《京九(江西)电子信息产业带发展规划》	江西省人民政府
安徽	《安徽省人民政府关于开展支持集成电路产业加快创新发展若干政策相关项目申报工作的通知》	安徽省人民政府
长沙	《长沙市加快新一代半导体和集成电路产业发展若干政策》	长沙市人民政府办公厅
成都	《成都市人民政府办公厅关于促进电子信息产业高质量发展的实施意见》	成都市人民政府
山西	《山西省加快推进数字经济发展实施意见和若干政策》	山西省人民政府

资料来源：CASA Research 整理

(2) 科技计划推动研发持续攻关

“十三五”期间，国家科技部通过“国家重点研发计划”共支持了第三代半导体和半导体照明相关研发项目超过 30 项，项目实施周期 3-5 年。2019 年，各项目均按照进度要求完成启动等工作，通过对第三代半导体基础研究及前沿技术、重大共性关键技术、典型应用示范的全创新链支持，科技计划对技术和产业发展起到了持续助推作用。

项目部署涵盖电力电子、微波射频和光电应用多个领域，紧贴产业发展实际需求和进程。在新能源汽车应用、电网应用前沿研究、光

伏逆变器、小型化电源、农业应用、健康医疗应用、光通讯、紫外应用、激光应用、智慧照明等多个热点发挥了引导作用。

表 16 正在实施的第三代半导体国家重点研发计划重点专项

序号	项目名称	牵头单位	项目周期 (年)
1	高温车用 SiC 器件及系统的基础理论与评测方法研究	中国科学院电工研究所	5
2	大失配、强极化第三代半导体材料体系外延生长动力学和载流子调控规律	北京大学	5
3	面向下一代移动通信的 GaN 基射频器件关键技术及系统应用	中兴通讯股份有限公司	5
4	面向下一代移动通信的 GaN 基射频器件关键技术及系统应用	瑞德兴阳新能源技术有限公司	5
5	中低压 SiC 材料、器件及其在电动汽车充电设备中的应用示范	北京华商三优新能源科技有限公司	5
6	高压大功率 SiC 材料、器件及其在电力电子变压器中的应用示范	全球能源互联网研究院	5
7	第三代半导体固态紫外光源材料及器件关键技术	中国科学院半导体研究所	5
8	第三代半导体紫外探测材料及器件关键技术	南京大学	5
9	高效大面积 OLED 照明器件制备的关键技术及生产示范	苏州大学	4
10	高品质、全光谱无机半导体照明材料、器件、灯具产业化制造技术	南昌黄绿照明有限公司	4
11	用于小型化电源模块的高速 GaN 基电力电子技术	中兴通讯股份有限公司	3.5
12	用于中等功率通用电源的高效率 GaN 基电力电子技术	苏州能讯高能半导体有限公司	3.5
13	GaN 基新型电力电子器件关键技术	西安电子科技大学	4
14	第三代半导体的衬底制备及同质外观	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	4
15	第三代半导体核心关键技术	南京大学	4
16	第三代半导体核心配套材料	北京化工大学	4
17	宽禁带半导体电机控制器开发和产业化	湖南中车时代电动汽车股份有限公司	4
18	基于 SiC 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	3
19	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	3
20	超宽禁带半导体材料与器件研究	西安电子科技大学	3
21	氮化物半导体新结构材料和新功能器件研究	北京大学	3
22	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	3
23	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	3
24	SiC 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	3

资料来源: CASA Research 整理

同时,《国家重点研发计划重点专项 2020 年度项目申报指南(征

征求意见稿)》已完成征求意见工作,涉及第三代半导体的项目包括功率 SiC 芯片和器件在移动储能装置中的应用、在设施农业中紫外 LED 应用模组和系统技术应用、高性能 μ LED 芯片与显示关键技术研究、智能新能源汽车车载控制基础软硬件系统关键技术研究等,主要为第三代半导体应用的高新领域。

2. 量产技术渐稳定,商业化进程加速

2019 年我国第三代半导体领域技术已经基本完成从小批量的研发向规模化、商业化生产的成功跨越。各环节技术、性能趋于稳定,规模化生产工艺、产品性价比等逐步得到市场认可。行业对技术的关注点不仅是创新研发,还包括工程化技术、可靠性验证及规模商用。

(1) 材料获下游认可,技术指标稳定提升

SiC 衬底方面,4 英寸导电和半绝缘衬底已经实现产业化,6 英寸导电衬底小批量供货,已经研制出 8 英寸衬底。目前,国内主流衬底厂商均有能力制备低微管密度衬底,自主的 6 英寸 N 型 4H-SiC 单晶衬底材料技术,微管密度降低到 0.13 个/ cm^2 ,4 英寸半绝缘 SiC 衬底批量商用,表面粗糙度 0.082nm ,供货过万片。外延方面, SiC 同质外延目前商业化的尺寸为 4-6 英寸,基平面位错 (BPD) $\leq 1\text{cm}^{-2}$,最大厚度可达 $200\mu\text{m}$ 。

GaN 衬底方面,2-3 英寸衬底小批量产业化,4 英寸可提供样品,综合指标达到国际先进水平。GaN 异质外延方面,用于电力电子器件的 Si 基 GaN 外延基本实现 6 英寸产业化和 8 英寸材料的样品研发,

650V 产品的外延厚度通常在 5 μm 。Si 基 GaN 外延，实现晶圆级无裂纹 10 μm 硅基 GaN 薄膜，位错密度低于 $6\times 10^7\text{ cm}^{-2}$ 。基于 Si 基 GaN 厚膜，通过红外反射和拉曼偏振光谱联合测量，克服了 GaN 强烈的剩余射线带导致的测量难题，首次给出 C 在 GaN 中替代 N 位的直接证据。用于微波射频器件的 SiC 基 GaN 外延以 4 英寸为主，并逐步向 6 英寸发展。

高铝组分的 **GaAlN** 材料技术获得突破，通过纳米图形蓝宝石衬底，实现了位错密度降低 3 倍以上、IQE 提升了 43.3%、EQE 提升了 98%。蓝宝石基 AlN 外延片商业化尺寸为 2-4 英寸。AlN 薄膜表面粗糙度 $\text{RMS} < 0.5\text{nm}$ ，可批量供应 1-2 英寸 AlN 单晶衬底，位错密度 $\leq 10^4\text{cm}^{-2}$ 。

(2) 器件技术追赶国外，商业供应链打通

SiC 器件方面，国内外产品涵盖的电压等级已经基本无差别。SiC SBD 覆盖了 600V-3300V 的电压范围，商业化的 SiC SBD 目前最高耐压为 6.5kV，工作电流 25A，实现批量供货；SiC MOSFET 方面，推出多款应用于新能源汽车电机驱动的 1200V 大功率器件及模块产品，全 SiC 功率模块最高规格为 1200V/600A。车用 SiC 电机控制器、车用自主 1200V SiC 芯片及模块、车用高温大电流 SiC MOSFET 双面银芯片等技术取得重要突破。同时，已经开发出了 60kW 全 SiC 直流充电机，整体效率达 96%，相对硅基样机提升 2%；研制出满足公交充电站应用的 400kW 全 SiC 直流充电机样机；实现了国产 SiC 充电设备的量产。

GaN 电力电子器件方面，商业化的 Si 基 GaN HEMT 最高电压为 650V,工作电流 35A 商业化的 Si 基 GaN HEMT 最高电压为 650V,工作电流 35A。研发方面，Si 基 GaN 电力电子器件性能达到国际先进水平， $ID_s=435\text{ mA/mm}$ $V_B=520\text{ V}@1\text{ }\mu\text{A/mm}$ ， $ON/OFF > 5\times 10^{10}$ 。

GaN 射频器件方面，大功率 GaN 器件工作频段达到 Ku 波段，输出功率达到千瓦量级；GaN 微波功率单片集成电路工作频段达到 W 波段，输出功率突破百瓦量级；应用于 5G 移动通信的 Sub-6GHz GaN 功率器件实现 600W 以下系列化产品，并已推出基于 $0.5\mu\text{m}$ 、 $0.35\mu\text{m}$ 线宽的可规模化量产的产品。硅基 GaN 射频器件性能位于国际前列水平，工作频率 145GHz-220GHz，已经实现规模量化供货，经装机验证，一次性装机直通率小于 300ppm。

GaN 光电子方面，功率型白光 LED 光效超过 200lm/W, 功率型硅基 LED 芯片产业化光效达到 170lm/W, 黄光 LED 发光效率大幅提高到 27.9%，创造了国际最高值，研究成果达到国际领先水平。**新型显示技术**不断创新，小间距显示及 Mini LED 蓝绿显示芯片（ $50\mu\text{m}$ - $100\mu\text{m}$ ）的波长一致性、外延尺寸及良率方面均有了较大水平的提升，达到产业化需求。**紫外 LED 领域**，我国产业化 UVA LED 芯片（390nm-400nm），发光功率达到 980 mW -1060mW@500mA。在固化应用方面，385nm、395nm 的 UVA 器件技术已经实现了在油墨固化设备中替换原有光源；在杀菌消毒领域，280nm 器件输出功率能够达到小功率消毒产品的需求。

激光器方面，研制出 Si 基 GaN 基激光器，实现室温连续电注入

激励；基于新型微盘器件结构与高质量外延材料研制出首支室温电注入激励硅衬底 GaN 基微盘激光器。

(3) 标准研制快速推进，支撑产业协同

第三代半导体产业技术创新战略联盟（以下简称“联盟”）标准在支持科技创新、技术快速转化、产业协同发展方面发挥了重要的催化作用。2019 年，联盟发布了 3 项团体标准：“T/CASA008-2019 地铁再生制动能量回收系统技术规范”、“T/CASA009-2019 半绝缘 SiC 材料中痕量杂质浓度及分布的二次离子质谱检测方法”、“T/CASA010-2019 GaN 材料中痕量杂质浓度及分布的二次离子质谱检测方法”。同时，还有在研标准 7 项，包括“CASA005 GaN HEMT 电力电子器件通用技术规范”、“CASA006 SiC MOS 场效应晶体管测试方法”、“CASA007 电动汽车用 SiC MOSFET 功率模块评测规范”等，预期未来几年国内相关标准将陆续出台。

从标准的分布环节来看，材料标准进展较快，而器件及应用环节的标准分布较多。从分布领域来看，目前在研的标准主要方向为 GaN HEMT 电力电子器件、SiC MOSFET 功率模块、车规级半导体功率器件等领域。而从标准的类型来看，目前主要集中在通用技术规范、测试方法等先行标准内容。

在第三代半导体产品的量产技术趋于稳定的情况下，下游的应用是产业发展的重点，而产品可靠性、应用解决方案是 SiC、GaN 技术推广所亟需解决的问题，特别是面向量大面广的消费电子、车用半导体等领域。加快标准研制正是为了通过分析指标、方法，将应用的需

求明确化，为上游生产提供指导，为产业链的协同贯通提供基础。另一方面，各项标准旨在通过对器件、模块的电气性能、热性能、可靠性等方面进行评价，为应用端提供有价值的参考。车用半导体系列标准、规范，正是为车规级半导体的测试、认证、供货体系流程提供依据，并充分指导自主车规级分立型功率器件技术的快速进步。

3. 国产替代加速，市场快速增长

(1) 国产替代加速，市场加快启动

大中华区是主要市场驱动。中国第三代半导体产业从 2015 年开始高速增长，从终端市场看未来应用将广泛扩展到人工智能、新能源汽车、自动驾驶、5G 技术、车联网等领域。第三代半导体器件在新兴应用领域的渗透迅猛，国内市场化进度显著快于国外。从各国际巨头的财报中反映出来，科锐、罗姆、英飞凌等的财报中均反映出大中华市场都成为其重要驱动力，均在加大对中国市场的应对力度。

国产替代获得发展机会。自 2018 年贸易摩擦以来，“中兴事件”、“华为事件”等系列事件，警醒业内对硬科技缺失的重视，从国家层面到企业均开始推进半导体核心技术国产自主化，实现供应链安全可控，这加速了半导体器件的国产化替代进程。以华为为代表的企业均在调整供应链，扶持国内企业，2019 年三安集成、山东天岳、天科合达、泰科天润、国联万众、苏州能讯等国内第三代半导体企业的上中游产品均获得了难得的下游用户验证机会，进入了多个关键厂商供应链，逐步开始了以销促产的“良性循环”。

(2) 电力电子器件市场规模近 40 亿元

1) 渗透率提升，市场规模近 40 亿元

受经济形势下行和国内应用市场的共同作用，我国半导体电力电子市场规模继续扩大，但增速略有下滑。据 Wind 数据显示，2019 年我国半导体分立器件的市场规模约 2900 亿元，而规上半导体分立器件企业的销售收入约为 1234 亿元。第三代半导体器件则逆势增长，而据 CASA Research 统计，2019 年国内市场 SiC、GaN 电力电子器件的市场规模约为 39.3 亿元，较上年同比增长 40.97%。这意味 SiC、GaN 器件在功率器件市场渗透率在 1.5%到 3.0%之间，逐年提高。

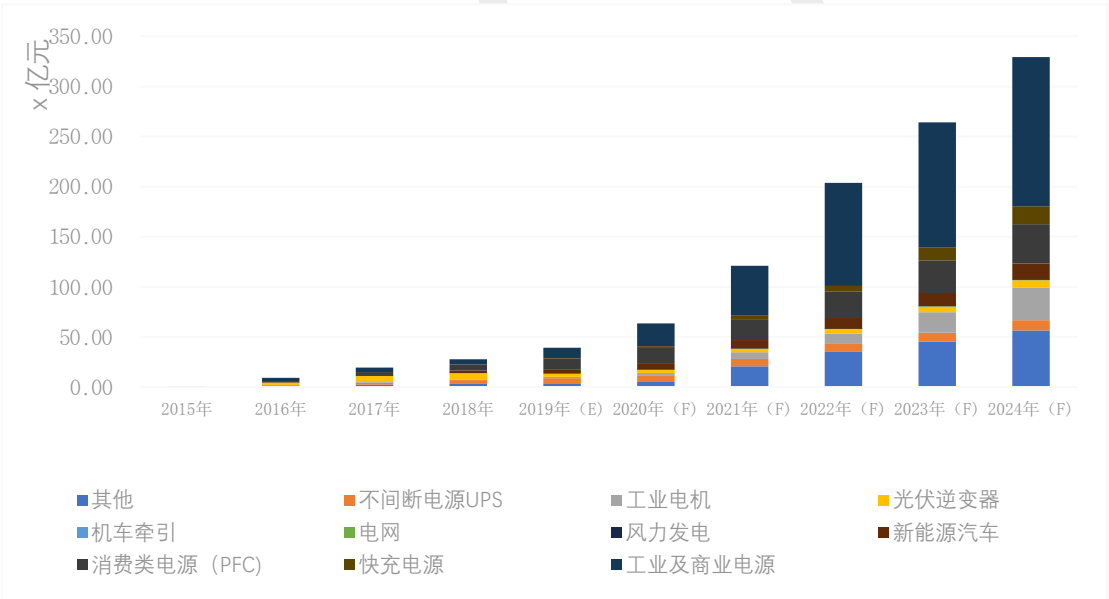


图 15 2015-2024 年我国 SiC、GaN 电力电子器件应用市场规模（亿元）

资料来源: CASA Research

未来几年，随着技术进步、产业发展和成本价格持续降低，SiC、GaN 的器件较传统 Si 器件的市场竞争优势将越来越明显，推动第三代半导体功率电子的替换渗透逐步提升。同时，SiC、GaN 的应用领域也不断拓展，新市场、新应用相继启动。2019 年国内除光伏逆变、新能源汽车等持续推进以外，消费电子的快充电源和云计算数据中心

的商业电源市场成为新的应用亮点。

应用领域拓展、市场渗透加速、国产化率提升，三大发展趋势将推动国内第三代半导体市场未来几年的高速增长。CASA Research 预计 2024 年我国电力电子器件应用市场规模预计将近 200 亿元，未来 5 年的复合增速将超过 40%。

2) 新能源汽车、消费电子及工商业电源应用高速增长

从各细分市场来看，市场成长动力主要来自新能源汽车、消费电子和工商业电源应用。

新能源汽车和充电桩市场是 SiC 功率器件市场增长的重要动力。我国作为全球最大的新能源汽车市场，2019 年随着下游特斯拉等品牌开始大量推进 SiC 解决方案，国内的厂商也快速跟进，以比亚迪为代表的整车厂商开始全方位布局，推动第三代半导体器件的在汽车领域加速。第三代半导体器件在充电桩领域的渗透快于整车市场，主要应用是直流充电。2019 年，新能源汽车细分市场的 SiC 器件应用规模（含整车和充电设施）约为 4.2 亿元，较上年增长了 70%，未来五年预计将保持超过 30% 的年均增长。

在消费电子方面，2019 年的亮点在于快充电源作为新应用带来的市场预期。根据 CASA 测算，2020 年第三代半导体电力电子器件应用在快充市场的市场规模超过 1 亿元。目前终端厂家如 OPPO 和小米已经开始在新机型中采用，而中国作为最大的消费电子（特别是手机）生产地，一旦 GaN 快充方案成为终端主流方案，无线充电市场也将随之推展开，未来几年将成为 GaN 功率电子应用最大的推动力，

预计未来几年消费电子应用将保持翻倍的增速。

2019 年，第三代半导体电力电子器件在工业及商业电源的市场规模接近 9 亿元，增速超过 30%。受 5G 浪潮、汽车电气化、物联网、智慧城市、军用雷达等宏观要素推动，终端的消费电子、汽车电子带来更新换代需求；而云端数据中心催化了服务器市场的高速增长；同时 5G 基站新浪潮带来了通讯电源市场的爆发。一方面受通讯电源、服务器电源的市场高速增长影响，另一方面在工商业电源中成本敏感度稍低，随着 SiC、GaN 产品的成本下降，大量解决方案的出台，第三代半导体产品的性价比开始凸显，因此工商业领域，特别是毛利较高的高端市场，新技术的渗透较预期的快。预计未来五年将继续保持超过 30% 的增长，到 2024 年第三代半导体在该领域的市场规模将超过 30 亿元。

光伏市场增长不如预期，占比下降较多。根据国家能源局数据，2019 年光伏发电新增装机容量仅 3011 万千瓦，同比下降 31.6%，主要是“531 新政”影响，光伏建设规模受到控制，且电价及补贴再次被降低，导致部分企业退出，光伏市场陷入低谷期。因此，尽管 SiC 器件的渗透仍在提升，但光伏整体市场规模较前两年有较大萎缩，仅为 3.2 亿元，下降了 48%。

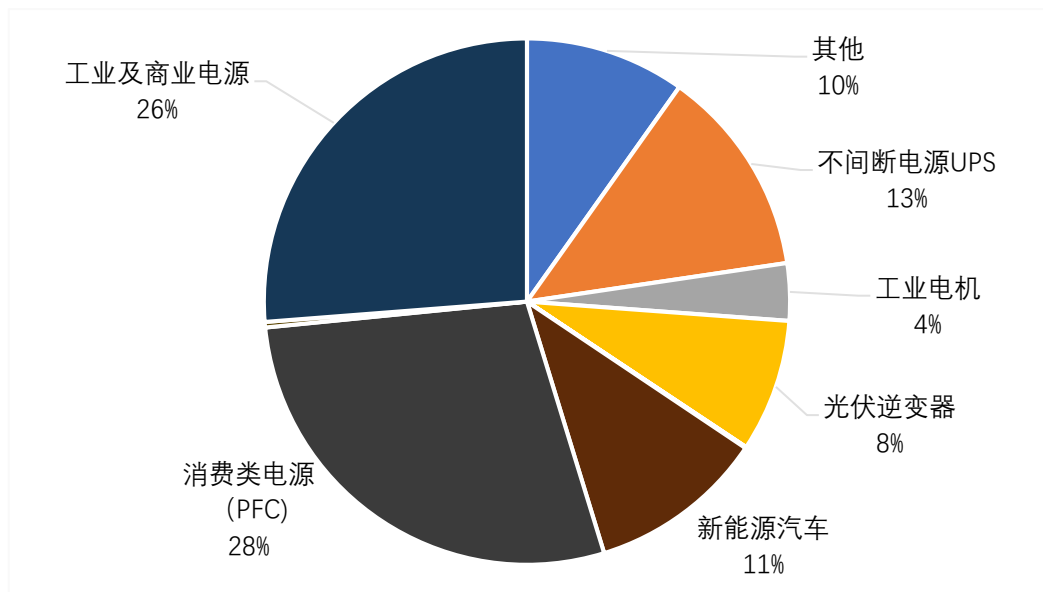


图 16 我国 SiC、GaN 电力电子器件应用市场结构
(快充、机车牵引、电网、风力发电市场占比不足 1%，未在图中显示)

资料来源: CASA Research

(3) 微波射频器件市场规模近 50 亿元

2019 年，我国 GaN 微波射频器件市场规模约为 48.56 亿元，较 2018 年同比增长 200%。预计 2019-2024 年期间，我国 GaN 射频器件市场将保持 42% 的年增长率。

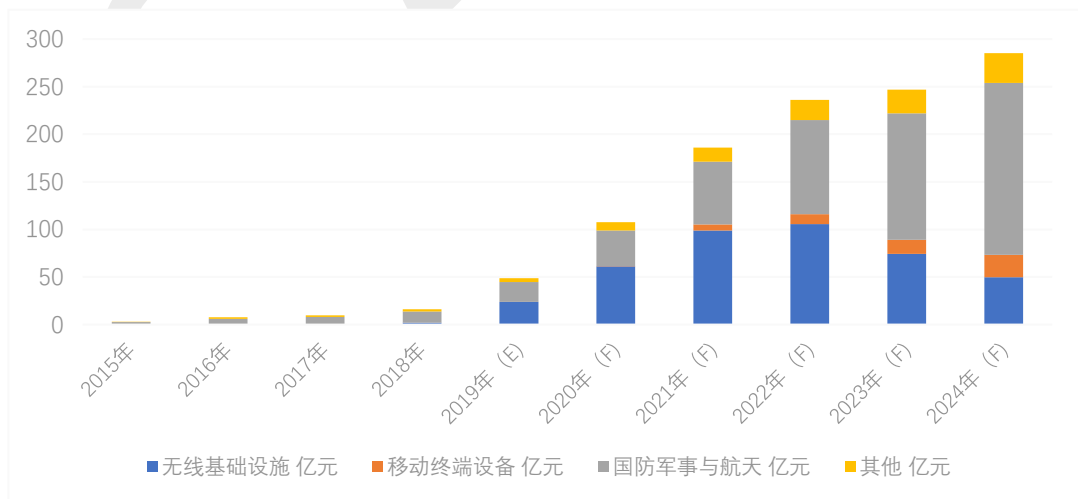


图 17 2015~2024 年我国 GaN 射频器件应用市场规模（亿元）

资料来源: CASA Research

5G GaN 射频应用规模 23 亿元，成为 GaN 射频主要拉动因素。

2019 年，国内 5G 周期正式启动。中国信息通信研究院数据显示，我

国截至 2019 年底将完成 13 万座宏基站建设，而 2020 年宏基站需求量将达到近 50 万座。华为已在全球已签署了 60 多份 5G 商用合同，发货 5G 模块超过 40 万个。华为 2019 年 5G 基站产量 60 万座，2020 年将达到 150 万座。2019 年，国内 5G 相关 GaN 射频器件市场规模达到 23.7 亿元，预计 2019-2024 年我国 5G 相关 GaN 射频器件市场复合增长率达到 16%，2024 年市场规模将接近 50 亿元。

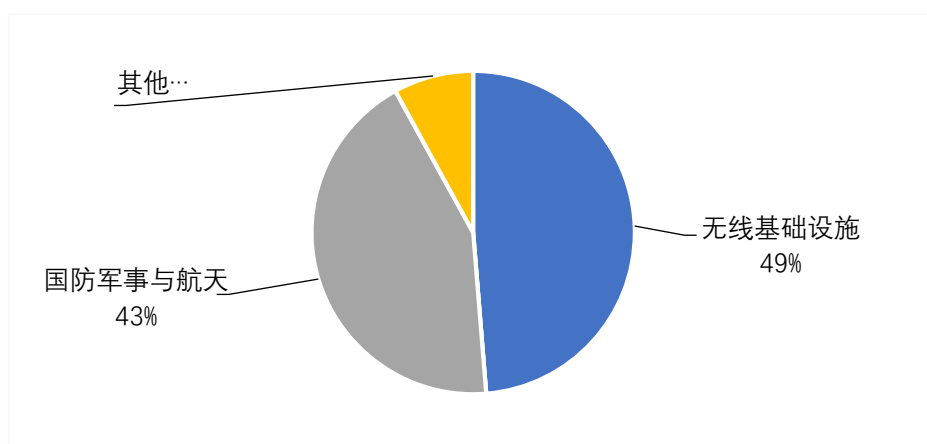


图 18 2019 年我国 GaN 射频器件各细分市场规模占比

资料来源: CASA Research

国防军事与航天的持续增长将推动我国 GaN 射频市场规模不断扩大。根据 2019 年我国 GaN 射频器件各细分市场情况来看，国防军事与航天市场占 GaN 射频市场规模的 43%。微波器件、功放模块是微波技术的关键组成部分，受国防需求驱动，技术、工艺不断发展，在军工领域起步较早、经验较丰富，在“军民融合”大环境下，这将推动 GaN 射频市场需求不断增长。

(4) LED 应用市场达到 6388 亿元

2019 年，LED 应用环节实现小幅增长，但增幅持续收窄。通用照明与去年基本持平，小间距显示、工业照明、场馆照明、智慧路灯、教室照明、景观照明仍是市场增长点。2019 年，下游应用环节产值约

6388 亿元，同比小幅增长 5.1%。

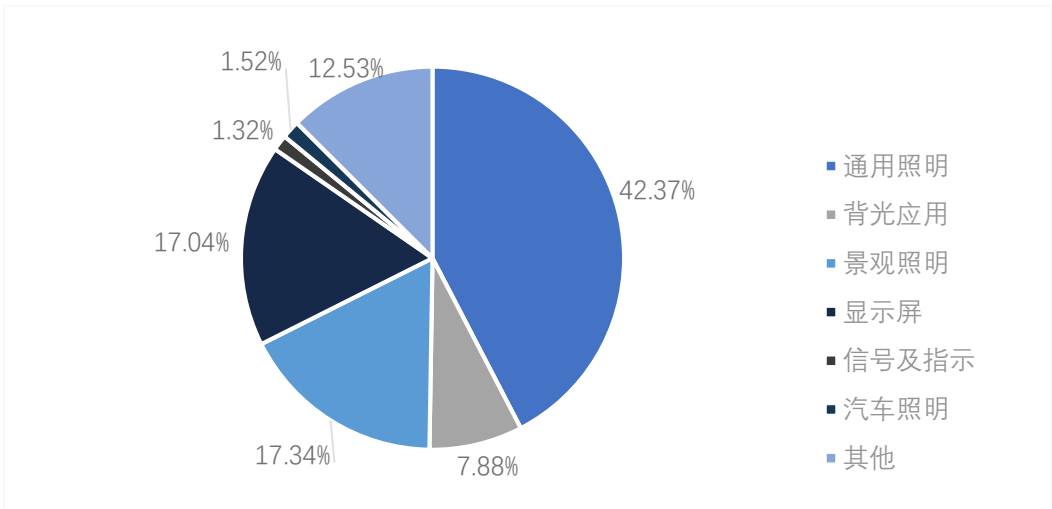


图 19 我国半导体照明应用领域分布

数据来源：CSA Research

通用照明 2019 年产值为 2707 亿元，与上年基本持平，占整体下游应用市场 42.37%。通用照明趋向高品质化和智能化。光源替换逐步放缓，但高端商照、场馆照明、工业照明、教育照明、舞台照明等细分市场表现向好。智能化趋势提升了通用照明附加值，智能建筑、智能家居及智慧路灯等细分领域逆势增长，物联网、5G 通信、云计算和人工智能等新技术与 LED 技术深度融合，智能照明成为通用照明市场的一大亮点。**景观照明**市场趋于理性，但夜游经济、文旅景观及大型活动会展带动下，2019 年景观照明规模达 1108 亿元，较上年实现了 10% 的增长。

显示应用突破千亿元，小间距显示助力显示市场实现两位数增长。2019 年 LED 显示屏产值约为 1089 亿元，较去年同比增长 15%。小间距 LED 显示屏在专业显示、商业显示市场渗透率持续增高，成为推动显示应用的强劲动力。随着 Mini LED 技术取得快速突破，超高清电视、高阶显示器等市场需求拉动，Mini LED 市场发展好于预期，

预计 2020 年 Mini LED 开始起量。

新兴应用承载厚望。紫外 LED 市场窗口期即将来临，根据 CSA Research 市场调研，2019 年紫外 LED 芯片和封装市场规模为 4.37 亿元，其中固化应用占比 78%左右，杀菌消毒应用占比不足 5%。在应用端，UVA LED 带动诱蚊、美甲、工业固化、小功率杀菌消毒等应用市场近 20 亿元。此外，农业光照、红外应用、医疗应用等市场都是未来备受期待的应用领域，随着技术推进，有望成为未来 LED 的新增长点。

4. 扩产热度不减，投资方向明确

(1) 扩产金额超 265 亿元

2019 年，国内第三代半导体产业投资热度居高不下。据 CASA 根据可查询的公开资料整理，全年共 17 个增产（含新建和扩产）项目（2018 年 6 个），已披露的投资扩产金额达到 265.8 亿元（不含光电），较 2018 年同比增长 60%，其中 SiC 投资 14 起，涉及金额 220.8 亿元；GaN 投资 3 起，涉及金额 45 亿元。

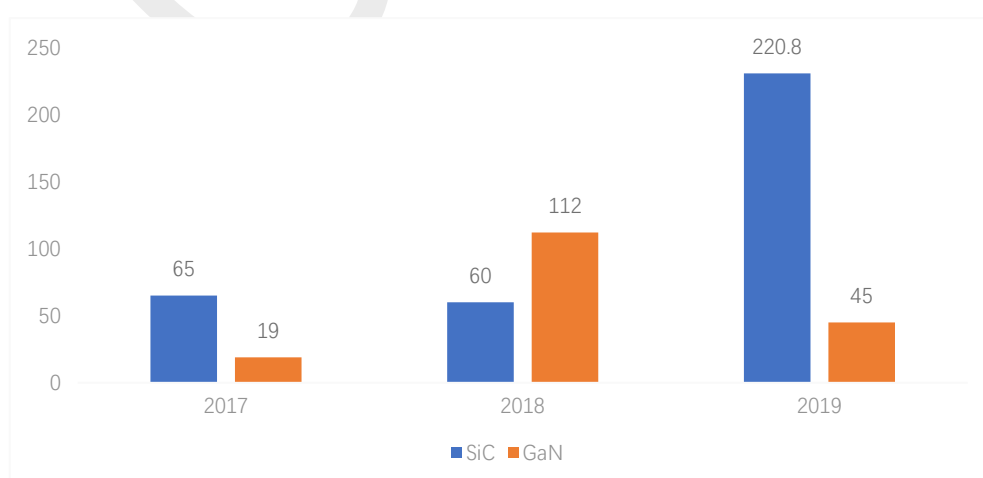


图 20 2017-2019 年 SiC 和 GaN 投资情况（亿元）

资料来源：CASA Research 整理

分区域看，京津冀鲁地区增产投资金额 121.5 亿元，长三角地区增产投资金额 102 亿元，中西部地区增产投资金额 10 亿元。SiC 功率器件投资方向主要集中在新能源汽车领域。GaN 外延及器件投资方向主要集中在 UV LED、Micro LED、5G 射频器件等领域。

表 17 2019 年国内部分重点第三代半导体领域投资项目

时间	企业	主要产品及方向	金额
2019.2	中科钢研（北京）	SiC 晶体衬底片、碳化硅电力电子芯片	15.5 亿元
2019.9	中科钢研（上海）	SiC 长晶专用装备、SiC 高纯度原料合成、SiC 单晶生长及衬底片加工	/
2019.12	华大半导体	4-6 英寸 SiC 衬底及外延片、SiC 基 GaN 外延片	10.5 亿元
2019.8	江苏超芯星	SiC 晶体	0.8 亿元
2019 年	河北同光	SiC 单晶衬底	/
2019.2	山东天岳	SiC 功率半导体器件	6.5 亿元
2019.3	泰科天润	SiC 电力电子器件	10 亿元
2019.7	绿能芯创	SiC 功率器件、Si IGBT	4 亿元
2019.12	富能半导体	8 英寸 Si 器件/6 英寸 SiC 器件	/
2019.9	广东芯聚能	新能源汽车的 Si 基 IGBT、SiC 功率器件与模块	25 亿元
2019.11	耐威科技	6 英寸 GaN 微波器件，8 英寸 GaN 功率器件	/
2019.4	博方嘉芯集成电路	GaAs、GaN 微波器件、GaN 功率器件	/
2019.12	中电国基南方集团	化合物半导体晶圆、射频集成电路	20 亿元
2019.11	泉州三安半导体科技有限公司（三安光电）	Mini /MicroLED、UV LED、IR LED 大功率 LED、PSS 衬底、大功率激光、车用级 LED	138 亿元
2019.7	三安光电（湖北鄂州）	Mini/Micro LED 氮化镓芯片、Mini/ Micro LED 砷化镓芯片、4K 显示屏用封装	120 亿元

资料来源：CASA Research 整理

值得注意的是，宣称投资并不意味着能真正落地，并最后转化成真正的产能。CASA Research 经过 4 年对国内各类投资项目情况跟踪，

发现宣称的投资每年均超过100亿元，然而至今为止投资到位，建设并投产的项目较少。主要原因如下：第一，部分项目的周期较长，且分期建设，从宣称投资到产线投产仍需一段时间，加上市场、技术、人员等原因，目前仍处在早期，或进度较慢。第二，半导体项目是资本需求大、协调要求高、风险高的领域，前两年相当部分项目因为种种原因，最终并未实质落地。此外，也有些项目是出于资本、土地、政策等原因前期规划较好，但后续执行落实无法跟上。因此，从资本角度，需要关注风险，同时做好项目甄别，预防热度过高、资产定价偏高的泡沫产生。

(2) 并购重组交易频现

据不完全统计，2019 年，国内第三代半导体行业共发生 7 起股权交易、重组事件，披露的交易金额超过 142 亿元。其中，6 起股权并购事件，交易金额 118 亿元；1 起业务重组事件，时代电气半导体业务资产重组，成立时代半导体公司，并增资 24 亿元，此举或意味着中车时代电气半导体业务有望进一步发展壮大。此外，华为通过哈勃投资入股山东天岳值得关注，三安集成、苏州能讯等业内企业也积极争取进入下游通讯设备供应商供应链。

表 18 2019 年国内部分重点第三代半导体领域并购项目

投资方	被投资方	时间	阶段	并购事件
好利来	华功半导体	2019.2	8%股权	好利来以合计 4,000 万元的价格，收购华功半导体产业发展有限公司合计 8%股权，主要基于公司对第三代半导体的材料、研发、制造等相关领域进行了深入研究，对华功发展及其下属子公司在相关领域的研发成果及未来发展长期看好。
时代电气	Dynex Power	2019.3.	100%股权	中车时代电气完成收购 Dynex Power，总代价约为 1314 万加元，Dynex 已成为该公司的全资附属公司。Dynex 公司英国一家专门从事设计与制造功率半导体、晶体管模块及其他电子组件的公司。

	时代半导体	2019.8.	100% 股权	时代电气半导体业务资产重组,成立时代半导体公司,并增资 24 亿元,此举或意味着中车时代电气对于半导体业务的定位有所变化,其半导体业务有望进一步发展壮大。
歌尔股份	MACOM Cayman	2019.4.	51% 股权	歌尔股份 4 月 24 日晚公告称:拟以自有资金 1 亿 3460 万美元(约合人民币 9 亿 630 万元)购买 MACOM Cayman 持有的 MACOM HK 51%的股权,借此进入新一代无线通信射频芯片及模组市场。
闻泰科技	安世半导体	2019.6.	70% 股权	2018 年 4 月,闻泰宣布收购安世半导体(Nexperia)的七成股份,成交价格 114.35 亿元,溢价多达 63%,并于 2019 年 6 月获得批准,是国内半导体行业最大的并购案。收购完成后,闻泰科技将成为中国最大的半导体上市公司。
哈勃投资	山东天岳	2019.8.	10% 股份	2019 年 8 月 16 日,山东天岳完成了工商资料变更,哈勃投资入股山东天岳 10%。

资料来源: CASA Research 整理

5. 产值超过 60 亿, 企业开始盈利

(1) 产值大幅提升, 规模超 60 亿元

2019 年, 在国内大半导体产业增长乏力的大背景下, 我国第三代半导体产业实现逆势增长。据 CASA 初步统计, 2019 年, 我国 SiC、GaN 电力电子和微波射频产值(供给)超过 60 亿元, 过去四年年均增速超过 90%。其中, 2019 年我国 SiC、GaN 电力电子产值规模近 24 亿元, 同比增长 84%; 2019 年我国 GaN 微波射频产值规模近 38 亿元, 同比增长 74%。

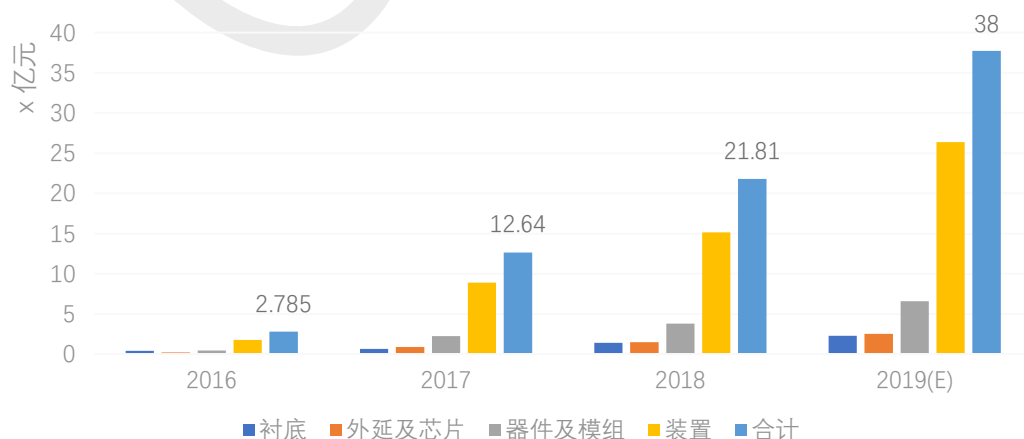


图 21 2016-2019 年我国 GaN 微波射频产业产值 (单位: 亿元)

资料来源: CASA Research

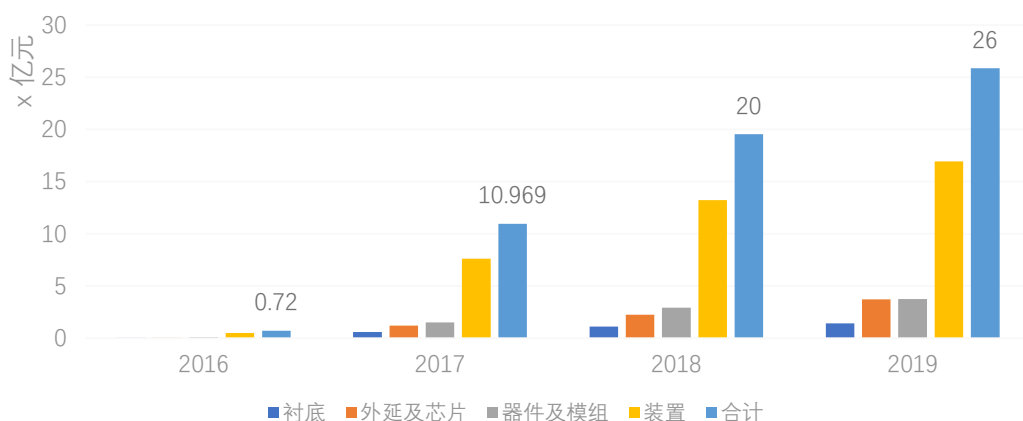


图 22 2016-2019 年我国 SiC、GaN 电力电子产业产值（单位：亿元）

资料来源：CASA Research

(2) 产能持续增加，短期供给紧张

产线陆续开通，产能不断增加。据 CASA Research 不完全统计，2019 年，国内主要企业 Si 基 GaN 外延片（不含 LED）折算 6 英寸产能约为 20 万片/年，Si 基 GaN 器件（不含 LED）折算 6 英寸产能约为 19 万片/年。SiC 基 GaN 外延片折算 4 英寸产能约为 10 万片/年，SiC 基 GaN 器件折算 4 英寸产能约为 8 万片/年。SiC 方面，国内主要企业导电型 SiC 衬底折合 4 英寸产能约为 50 万片/年，半绝缘 SiC 衬底折合 4 英寸产能约为 20 万片/年；SiC 外延片折算 6 英寸产能约为 20 万片/年。

2019 年，下游市场开启的进度超预期，加上中美贸易摩擦的影响，造成了国内市场供不应求的局面。从价格也可以看出，产业链各环节的产品（特别是上游材料）的价格并未下降，甚至有微涨，有实际生产能力的企业产能基本都满产，且大都在谋划扩产。但另一方面，我国产业链各环节所需原材料仍然对国外依赖性较高，各环节的国产化率较低，如衬底材料方面，对科锐、住友等的依赖仍然较高：一是

出于国内外技术指标、性价比对比考虑；二是国内目前现有产能无法满足市场需求。因此，有效产能的增长仍然是未来一段时间我国实现第三代半导体自主可控的最重要的事情之一。

(3) 企业加速布局，实现商业盈利

2019 年对于国内的第三代半导体相关企业来说是较为关键的年份，相较于前两年的宣传教育和等待，产业逐步跨越导入期，市场真正开启。随着第一波 5G 浪潮和国产替代机遇到来，前几年沉淀了技术和产品的企业包括山东天岳、天科合达、东莞天域、瀚天天成、泰科天润等，逐步实现商业化盈利。从目前已发布三季度财报的企业来看，三安光电、扬杰科技、台基股份、捷捷微电、亚光科技等业绩较为平稳，其第三代半导体业务都取得较好进展。目前，其技术、产品、渠道、商业模式等均已经较为成熟，且在价格上相较于国外产品具有一定优势，但受限于资本和企业管理方面，目前规模均较小。

表 21 国内部分涉及第三代半导体上市公司的产业布局情况

企业	第三代半导体产业布局及经营情况
三安光电	1、下属公司三安集成作为国内化合物半导体制造平台龙头，公司产品工艺布局较为完善，产品类别涵盖射频、电力电子、光通讯和滤波器板块。 2、在射频代工领域，三安集成在国内市场进展加快，获得更多工艺平台的客户认证，公司产品量产节奏加快。三安集成 30 万片/年砷化镓(GaAs)和 6 万片/年 GaN(GaN)外延片生产线。 3、在电力电子领域，2018 年 12 月三安集成宣布推出国内第一家 6 英寸 SiC 晶圆代工制程，且全部工艺鉴定试验已完成。公司已推出成熟的 650V/1200V SiC 器件工艺，并已获得包括北美客户在内的行业客户的认证及订单；GaN 器件相关工艺于 2019 年第三季度完成所有工艺可靠性认证并推向市场。 4、光通讯领域在发射及接收端，面向传统通信市场以及新兴的 5G 相关市场、数据中心及消费类市场，均已推出成套解决方案。
扬杰科技	1、公司采用垂直整合 IDM（原材料硅片+芯片设计+晶圆制造+高端封装+品牌销售）的经营模式，是国内功率半导体的杰出企业。 2、公司沿着建设硅基 4 英寸、6 英寸、8 英寸晶圆工厂和布局对应的二极管、MOSFET、IGBT 产品路径，并行 SiC 基同类晶圆和封装产线建设，步步为营，有序推进。
海特高新	1、成立于 2010 年，是国内首家提供 6 英寸砷化镓/GaN 微波集成电路（GaAs/GaN MMIC）的纯晶圆代工（Foundry）服务公司，其“6 英寸 GaAs/GaN 集成电路 Foundry 线”填补了国内空白，达到国际先进水平。 2、海威华芯的项目产线继续加大投入，针对二代化合物芯片的晶圆代工服务，产品面

	向 5G、雷达、新能源等市场，目前处于工艺完善和良率提升试生产阶段。
台基股份	1、国内领先的大功率半导体器件供应商。公司已经积极与国内外知名高等院校合作，提前卡位布局，持续跟踪第三代半导体的技术研发。 2、3 月 14 日，台基股份拟出资 1 亿元人民币设立全资子公司北京台基半导体有限公司，同时拟发行股份数量不超过 42,624,000 股用于新型高功率半导体器件项目，包括 IGBT 模块封测线、SiC 半导体功率器件封测线等。 3、台基股份拟定增募资 7 亿元加码半导体产业。这次募集资金扣除发行费用后将用于新型高功率半导体器件产业升级项目，其中 1.71 亿元将投入月产 4 万只 IGBT 模块（兼容 MOSFET 等）封测线，兼容月产 1.5 万只 SiC 等宽禁带半导体功率器件封测项目；9400 万元将投入月产 6500 只高功率半导体脉冲功率开关生产线建设项目；2.3 亿元将投入晶圆线改扩建项目；2.05 亿元将投入新型高功率半导体研发中心和营销中心建设项目。
捷捷微电	1、公司与中科院微电子所、西安电子科技大学、中科院苏州纳米所的“产学研”的长期合作，完成了 SiC 肖特基二极管、GaN 基电力电子关键技术等原创性突破，研发效率、创新能力及定制化等明显提升，对公司未来发展形成有力支撑。 2、募投的功率器件和防护器件产线相继投产，助力公司前三季度收入同比增长 15.29%，优于上半年增速 10.43%。
亚光科技	1、公司加大科研投入力度，预计年度研发费用将超过 6000 万元，进一步深入在微波元器件、数字 TR、高密度集成封装等方面技术攻关与批量生产能力。 2、布局民用 5G 领域，市场前景开阔。公司将功放作为重点研发方向，2018 年开始 5G 用 GaAs 功放芯片、GaN 功放芯片、GaN 功放管芯和 GaN 内匹配模块等系列功放芯片的研发。同时，公司与多家高校进行 5G 技术合作研究，并与华为、中兴通讯和爱立信等进行了对接拓展。
派瑞股份	公司计划在三年内，采取产学研结合的方式，与国内高校、企业联合开展攻关研究，研制出 SiC 二极管和三极管器件，形成自主知识产权，实现芯片自主制造，为在国内率先实现 SiC 基大功率电力电子器件产业化奠定坚实基础。
卓胜微	研发采用 GaN 材料的高频大功率放大器产品，主要应用于 5G 微基站。实现高频、高发射功率的射频放大器电路设计。
中微公司	公司主要为集成电路、LED 芯片、MEMS 等半导体产品的制造企业提供刻蚀设备、MOCVD 设备及其他设备。募集资金将用于研发包括下一代高产能蓝绿光 LED MOCVD Alpha 机、基于下一代硅基 GaN 功率应用 MOCVD 试验平台、基于 Mini LED 显示应用的 MOCVD 试验平台、基于 Micro-LED 显示应用的新型 MOCVD 试验平台等。
华润微电子	公司拟充分利用 IDM 模式优势和在功率器件领域雄厚的技术积累开展 650V 硅基 GaN 器件、SiC JBS 器件和 SiC MOSFET 产品的设计研究和工艺技术研发工作。

资料来源：CASA Research 整理，上市公司财报

在近两年市场大幅增长趋势下，许多企业产能跟不上，导致国内市场扩张速度不如外企，目前多数企业均在加速布局，表现在：第一，扩产能，产能成倍放大；第二，商业模式明确，工业化批量技术稳定；第三，进入大公司供应链。第四，面向研发的订单仍然较多，但是产业化的订单逐步成为主要支撑。

传统半导体企业布局第三代半导体。据 CASA Research 不完全统

计，2019 年科创板上市的 11 家半导体企业有 4 家企业计划布局第三代半导体，分别为派瑞股份、卓胜微、中微公司和华润微电子。传统半导体上市企业具有雄厚的技术和资本积累，预期将有更多半导体企业逐渐关注以新能源汽车、5G 应用等为代表的第三代半导体新技术领域，以期创造新的利润增长点。

(4) 地方深入部署，区域格局凸显

在 5G、新能源汽车、能源互联网、轨道交通、国防装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。当前，我国第三代半导体产业发展初步形成了京津冀鲁、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 2019 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(43%)、中西部区域(25%)、京津冀鲁区域(12%)、闽三角区域(11%)、珠三角区域(3%)。长三角地区第三代半导体产业集聚能力凸显，投资总额 715 亿元，其中，2019 年投资总额超过 107 亿元。北京、深圳、广州、泉州、苏州等代表性城市在 2019 年深入部署、多措并举，有序推动第三代半导体产业发展。

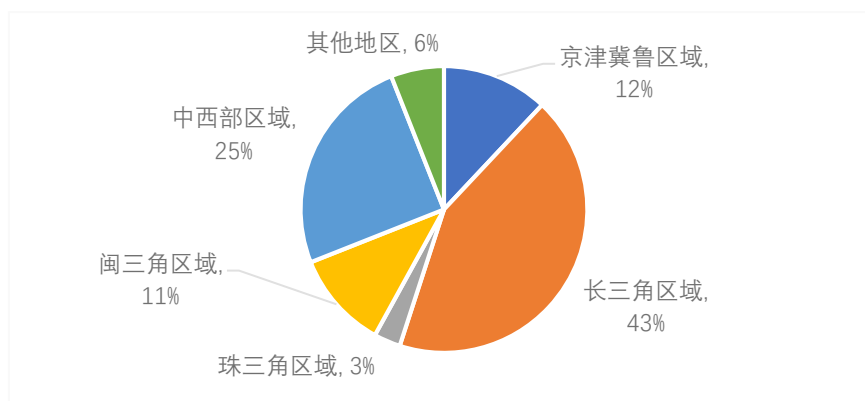


图 22 2015 年下半年-2019 年各区域项目投资分布情况

资料来源: CASA Research 整理

经过几年的发展，各地产业集聚已初步形成，且各集群有其自身的优势和特点。但另一方面，由于各地多个产业园大量资源倾斜，高速发展，需要错位发展，避免重复建设。同时，在基地建设和招商时对项目做好甄别，更好地配置资源。

表 22 2019 年国内第三代半导体集聚区建设进展

区域	建设进展
京津冀鲁区域	北京顺义致力于打造第三代半导体创新产业集聚区： ● 2019 年，《顺义区第三代半导体发展规划》和《关于促进中关村顺义园第三代半导体等前沿半导体产业创新发展的若干措施》专项政策出台。顺义园将以打造千亿级产值规模的“北京市第三代半导体产业创新集聚区”为目标，重点发展先进半导体新型器件设计和工艺研发、产业协同创新平台建设、特色产业园建设、吸引和培育全球先进半导体领域的人才和团队、建设全球领先的先进半导体产业创新中心。 ● 产业逐步形成集聚，以天科合达、泰科天润、国联万众、国网、精进电动、燕东微电子为代表的第三代半导体企业发展较快顺利，部分企业已经实现了商业盈利。加上中科钢研、绿能新创等新项目正在持续推进，北京已经形成了产业链完整，材料环节优势突出、具备一定产业规模的产业基地。 河北打造 5G 产业发展基地： ● 《河北省人民政府办公厅关于加快 5G 发展的意见》（冀政办字[2019]54 号），建设河北石家庄 5G 产业发展基地。 ● 保定、沧州、石家庄围绕不同的重心，错位发展，推进产业集聚。保定围绕 SiC 发展材料、器件；沧州围绕光电开展招商集聚，实现产业升级；而石家庄围绕 5G 布局相关涉及产业。 ● 河北同光、十三所等企业已经成为国内重要的上游材料及器件供应商，商业化进展顺利。河北同光晶体有限公司直径 6 英寸 SiC 单晶衬底改造项目，新增设备 160 余台套，建设规模达到年产单晶衬底 4 万片。 山东建设宽禁带半导体小镇： ● 《数字山东发展规划（2018-2022 年）》和《济南市支持宽禁带半导体产业加快发展的若干政策措施的通知》出台，提出建设济南宽禁带半导体产业高地，加快打造百亿产业集群。

	● 山东天岳成为国内 SiC 材料重要供应商，2019 年实现了较快增长。天岳公司会同山东大学牵头组建第三代半导体产业技术研究院正在组建中，山东天岳二期（SiC）、耐威科技（GaN）等项目推进中。
长三角区域	● 《中共中央 国务院印发长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，纲要明确要求长三角区域加快培育布局第三代半导体产业，长三角地区第三代半导体产业发展上升为国家战略。苏州工业园区继续发挥在 GaN 等材料领域的优势，加快价值链贯通，成立长三角第三代半导体产业联盟。 ● 张家港持续推进第三代半导体产业集聚，携手第三代半导体产业技术创新战略联盟、张家港市集成电路产业发展有限公司、苏州锓威特半导体股份有限公司、西安西谷微电子有限责任公司 4 方共同组建的张家港功率半导体器件检测及可靠性考核认证中心。 ● 江苏南通第三代半导体产业发展初具规模。江苏省如皋高新区坚持把第三代半导体及智能制造产业作为重要战略性新兴产业加速布局，先后落户迅镭激光设备制造产业园、总投资 300 亿元的正威 5G 新材料产业园。 ● 2019 年，中科钢研、苏州能讯、江苏卓远、江苏晶能、天科合达、浙江博方嘉芯、华大半导体等单位投资 110 亿元左右。
珠三角区域	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。 ● 广州、深圳、珠海、东莞等地陆续发布多条政策，继续推进产业集聚。《广州市加快发展集成电路产业的若干措施》、《深圳市人民政府办公厅印发关于加快集成电路产业发展若干措施的通知》、《珠海高新区加快推进集成电路设计产业发展扶持办法（试行）》几条政策从产业资金、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。 ● 广东省第三代半导体技术创新中心 2 成立。该中心按照“一体两翼多中心”的模式，以深圳第三代半导体研究院为主体，以东莞第三代半导体基础材料产业基地和广州南沙新能源汽车第三代半导体应用产业基地为两翼，采用多个协议制的联合/应用研发中心和会员制，加强与现有各类创新平台的衔接，最大限度整合利用广东省及国内外领先研发团队和人才的存量，完善“共商、共建、共治、共享、共用”的开放运行机制。强化开放共享，吸引集聚第三代半导体领域优势力量，通过产学研协同创新、大中小企业协调发展，打造风险共担、收益共享的利益共同体，推动形成开放共享的大联合、大协同、大网络，辐射形成更加完善的产业创新生态。基本半导体和金威源科技签订战略合作协议，于深圳坪山共同设立“金威源科技—基本半导体联合实验室”，针对第三代半导体在高效电源领域展开技术研发和产品创新等深度合作。 ● 深圳第三代半导体研究院作为全国第一家覆盖全产业链的新型独立研发机构，平台建设进展顺利，市财政首期资金 9.9 亿元，目前长晶、测试等设备陆续到位，并已集聚包括 IEEE FELLOW、国家“千人计划”、“长江学者”等顶级科研专家的 103 人研究团队，确立了 5 万 6 千平米的孵化及办公场地，承担多项国家级、省级重大课题，申请发明专利 70 多项。 ● 南沙开发区管委会与第三代半导体产业技术创新战略联盟签署了合作协议，南沙新能源汽车第三代半导体创新中心揭牌成立，助力南沙打造千亿级新能源智能网联汽车城。9 月 24 日，广州南沙万顷沙智能网联汽车产业园举行奠基仪式。 ● 产业发展较快，产业集聚之势基本成型。东莞天域、东莞中镓、基本半导体、英诺赛科等企业进展较快，成为国内第三代半导体中坚力量。而比亚迪、华为、格力等下游应用企业也在布局。芯聚能半导体、南砂晶圆等项目先后落地。
闽三角	闽三角区域的厦门、泉州、福州、晋江等地大力扶持第三代半导体产业发展。

区域	● 福建多地出台第三代半导体扶持政策，《福州市人民政府关于加快培育一批产业基地打造新经济增长点的意见》《晋江市加快培育集成电路全产业链的若干意见的补充意见》，均提出重点引进第三代半导体企业，打造产业基地。 ● 3月，三安集成电路与美的集团达成战略合作，共同成立第三代半导体联合实验室，聚焦 GaN、SiC 功率器件芯片与 IPM（智能功率模块）的应用电路相关研发，并逐步导入白色家电领域，凝聚双方的科研力量共同推动第三代半导体功率器件的创新发展。 ● 瀚天天成引入 AIX G5WW C 高产能设备，年产能增加到 60,000 片；泉州三安投资 138 亿元建设 GaN 业务板块、砷化镓业务板块、特种封装业务板块项目。
中西部地区	中西部地区以重庆、成都、西安为代表大力发展半导体产业。 ● 江西、山西、重庆和成都分别发布支持第三代半导体发展的产业规划政策措施，并出台具体执行层面的支持措施。 ● 7月，由清华大学等 20 家国内一流高校、行业龙头企业联合筹建的长沙新一代半导体研究院“长沙新一代半导体研究院”正式揭牌运行；长沙与协同创新基金、华青股权投资等 20 多家国内基金管理公司联合建立了“新一代半导体产业链项目投资基金联盟”，资金规模 200 亿元，实现了产业项目健康发展与社会资本投入的体系融合。 ● 12月，中德第三代半导体材料联合研究院项目落户西安。中德第三代半导体材料项目由留德人员发起，联合欧盟第三代半导体实验室和西北工业大学理学院，南京大学微电子学院，西安电子科技大学等国内外研究机构和知名专家，可以较高成功率稳定产出 4 英寸和 6 英寸 SiC 单晶晶圆，未来该技术的发展方向为大尺寸 SiC 单晶制备生产批量成熟技术和前沿半导体技术。 ● 山东天岳、泰科天润、三安光电、中电科等国内第三代半导体龙头企业分别在中西部地区投资扩产，涉及金额超过 200 亿元。

资料来源：CASA Research 整理

三、展望及建议

1. 展望：乐观向好，关注变化

展望2020年，受政经风险交织等因素影响，贸易保护主义仍在升级，国际贸易、制造业生产、消费投资信心等降至近年来低点，全球经济预计上半年继续下滑，下半年有望筑底。科技发展和新经济产业代表全球经济未来发展方向，各国都在加强创新投资合作，推动实体经济真正走出低谷。因此，以半导体作为聚焦点的高科技计划和产业的争斗在未来一段时间仍将持续或加剧。中国经济发展面临的内外部环境更趋复杂，经济下行压力持续增大。2020年年初开始的新型冠状病毒肺炎疫情蔓延，加大了中国经济面临的不确定性，2020年的经济

总体判断“谨慎乐观”，中国银行预测中国经济GDP增幅很可能会低于6%。在此背景下，对于2020年的第三代半导体产业我们总体判断是整体向好，但需要关注潜在的问题和挑战。

乐观向好。多因素促进半导体产业回暖。半导体产业目前处于低迷期，但业内普遍认为多个因素将推动全球半导体在2020年第二季度开始逐步回暖。一是从库存、需求、投资、价格等要素来看，都在缓慢调整，行业整体正在从低谷中逐渐走出。二是，下游各细分市场的需求有望在2020年起飞。从终端情况看，受5G新机发布、换机需求拉动，预计2020年将是消费电子大年；从云端来看，云厂商资本支出回暖，2020年数据中心等硬件业绩展望相对乐观。此外，汽车电子、物联网领域需求有望快速成长，带动半导体行业重回增长轨道。三是政策、技术、产品、企业、市场各要素均在持续大量地注入，第三代半导体产业迎来快速发展期。

关注变化。国际贸易摩擦短期内很难消停，半导体争斗形势也正愈演愈烈，加上国内外经济形势整体向下，2020年第三代半导体产业发展面临的不确定性较多且复杂交织。其中最大的外部风险因素可能在于美国，且政治因素将成为重要的扰动因素。目前，美国针对华为、中兴等企业进行打压，第三代半导体供应链上其他企业，特别是有军工背景的企业面临形势更为复杂。另一方面，新型冠状病毒的疫情成为“黑天鹅”事件，按照目前各机构的预测，2020年的经济预计将在二季度以后才能有逐步起色。

2. 建议：加强布局，完善生态

2020 年是“十三五”和“十四五”承上启下的关键时期，我国第三代半导体产业既面临历史性的机遇，也面临着前所未有的复杂形势，需要业内同仁齐心协力，共同实现关系国计民生的百年大计。

一是，加快顶层设计和部署，启动重大项目。尽快启动国家 2030 重大项目，瞄准国家重大需求，探索新型举国体制。1) 制定科学合理的发展战略、技术路线，探索能够凝聚各方力量的路径方法，破解企业弱、小、散难题，降低研发成本和风险，形成发展合力。2) 集中力量补齐产业链关键环节短板，突破核心材料和装备制约，制定设计牵头的集成化方案，建立“技术供给与市场拉动一体化”的实施机制，推动应用。3) 带动地方政府，调动社会资本，解决创新资源分散、重复、低效的问题，引导产业集群化发展。4) 创新项目组织管理模式，明确牵头责任主体，采用不同的投入和考核机制，保证整体目标的实现。5) 加强原始创新和面向应用的基础研究。需求牵引和技术驱动相结合，两头兼顾，注重关键硬技术，支持基础研究，对优势团队和平台进行一定强度的稳定投入、集中支持、长期积累，为产业提供持续的人才和技术供给。

二是夯实支撑产业链的公共研发与服务等基础平台。1) 完善平台建设布局，建设战略定位高端、组织运行开放、创新资源集聚的专业化国家技术创新中心，支持体制机制创新的、开放国际化的、可持续发展的公共研发和服务平台，突破产业化共性关键技术，解决创新资源薄弱、创新成果转化难等问题。2) 搭建国家级测试验证和生产

应用示范平台，降低企业创新应用门槛。完善材料测试评价方法和标准，加强以应用为目标的基础材料、设计、工艺、装备、封测、标准等国家体系化能力建设。

三是加速推动产业生态环境的完善。1) 从结构和规模角度完善人才体系，构建起由战略性领军人才、创新创业人才，特别是成熟的工程技术人才和青年人才等各类创新人才队伍，大胆尝试“双跨”等人才引进机制。2) 采取“错位竞争、补齐短板、需求引领”的知识产权战略，鼓励专利运营，建立有竞争力的专利池，争取国际上核心知识产权的地位。3) 加强技术标准研制与应用对接，构建有序开放的技术标准与检测认证服务体系，推动国产材料和器件示范应用。主动参与国际标准制订，提高国际标准话语权。4) 加强资本体系支撑和保障能力，探索平台+孵化器+基金+基地以及大中小企业融通发展的合作新模式。5) 支持精准深入的国际合作；鼓励企业和研究机构走出去，在国外有优势的地区建立孵化中心和技术创新中心。



共创、共建、共享、共赢

第三代半导体产业技术创新战略联盟

CHINA ADVANCED SEMICONDUCTOR INDUSTRY INNOVATION ALLIANCE

地点：北京海淀区清华东路甲35号中科院半导体所5号楼5层（100083）

No.A35, QingHua East Road, Haidian District, Beijing P R China(10008)

Tel：86-010-82388680

E-mail：casa@casa-china.cn

www.casa-china.cn