

推荐（维持）

## 新三板 TMT 行业专题系列报告之十四

风险评级：中高风险

第三代半导体先天性能优越，潜在市场空间巨大

2021 年 5 月 19 日

### 投资要点：

罗炜斌

SAC 执业证书编号：

S0340521020001

电话：0769-23320059

邮箱：

luoweibin@dgzq.com.cn

研究助理：刘梦麟

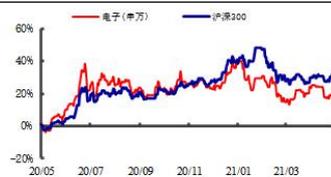
SAC 执业证书编号：

S0340119070035

电话：0769-22110619

邮箱：liumenglin@dgzq.com.cn

### 行业指数走势



资料来源：东莞证券研究所，Wind

### 相关报告

- **第三代半导体先天性能优越，市场空间巨大。**与第一代的Si、Ge和第二代的GaAs、InP相比，GaN和SiC具有禁带宽度大、击穿电场强度高、电子迁移率高、热导电率大、介电常数小和抗辐射能力强等特点，具有强大的功率处理能力、较高的开关频率、更高的电压驱动能力、更小的尺寸、更高的效率和更高速的散热能力，可满足现代电子技术对高温高频、高功率、高辐射等恶劣环境条件的要求，先天性能优越。第三代半导体下游应用领域广阔，据CASA Research数据，消费类电源、工业及商业电源、不间断电源UPS和新能源汽车为SiC、GaN电子电力器件的前四大应用领域，分别占比28%、26%、13%和11%，随着下游终端需求不断向好，第三代半导体的需求亦有望持续释放。同时叠加国家政策对第三代半导体发展的大力支持，行业潜在市场空间巨大，据《2020“新基建”风口下第三代半导体应用发展与投资价值白皮书》指出，2019年我国第三代半导体市场规模为94.15亿元，预计2019-2022年将保持85%以上平均增长速度，到2022年市场规模将达到623.42亿元。
- **第三代半导体国产替代空间广阔。**从GaAs、GaN和SiC市场竞争格局来看，目前化合物半导体产业链各环节以欧美、日韩和中国台湾企业为主，大陆企业在技术实力、产能规模 and 市场份额方面与领先企业均具有不小差距，市场话语权较弱。以GaN为例，GaN器件产业链包括上游衬底及外延片、中游器件设计与制造和下游产品应用等环节，目前行业模式以IDM为主，但设计与制造环节已开始出现分工。其中，住友电工在GaN衬底领域一家独大，市场份额超过90%，外延片龙头包括IQE、COMAT等；GaN制造环节代表性企业包括稳懋、富士通和台积电，大陆方面以三安光电为代表。考虑到国家政策对第三代半导体的大力扶持，以及大陆厂商在第三代半导体领域上的布局奋起直追，后续国产替代空间广阔，相关厂商有望迎来较好的发展机遇。
- **投资建议：**与前两代半导体相比，以GaN、GaAs为代表的第三代化合物半导体物理特性优势明显，下游应用广泛，在5G基建、5G终端射频和新能源车等多重推动，以及化合物半导体的国产替代趋势下，未来成长空间广阔，相关厂商有望迎来较好的发展机遇。新三板公司中，建议关注具有相关技术储备的公司。
- **风险提示：**下游需求不如预期；国产替代不如预期；行业竞争加剧等。

## 目录

1. 第三代半导体先天性能优越，市场空间巨大.....	3
1.1 第三代半导体先天性能优越，需求向好且政策大力推动.....	3
1.2 第三代半导体潜在市场空间巨大.....	5
2. 第三代半导体国产替代空间广阔.....	7
3. 投资策略.....	10
4. 风险提示.....	10

## 插图目录

图 1：2019 年中国 GaN、SiC 电力电子器件应用市场结构（%）.....	4
图 2：2017-2023 年 SiC 各下游应用复合增长率.....	6
图 3：2016-2019 年我国 SiC、GaN 电力电子产业值（亿元）.....	6
图 4：2016-2019 年我国 GaN 微波射频产业值（亿元）.....	6
图 5：中国第三代半导体器件、衬底市场规模.....	7
图 6：2018 年 GaAs 外延片竞争格局.....	8
图 7：2018 年 GaAs 晶圆制造竞争格局（IDM 模式+代工模式）.....	8
图 8：2018 年 GaAs 元件竞争格局.....	8
图 9：GaN 电子器件产业链及主要企业.....	8
图 10：2018 年 SiC 器件成本结构（%）.....	9
图 11：2018 年全球 SiC 衬底企业竞争格局.....	9

## 表格目录

表 1：三代半导体代表性材料、主要特性及应用领域.....	3
表 2：硅、氮化镓、碳化硅物理特性对比.....	4
表 3：国家支持第三代半导体发展的相关政策（不完全统计）.....	5

# 1. 第三代半导体先天性能优越，市场空间巨大

## 1.1 第三代半导体先天性能优越，需求向好且政策大力推动

按演进历程进行划分，半导体材料可分为三类：

第一代半导体材料以硅（Si）、锗（Ge）为代表，该类材料产业链较为成熟，技术储备完善且制作成本较低，目前主要应用于大规模集成电路中；

第二代半导体材料以砷化镓（GaAs）和磷化铟（InP）为代表，在物理结构上具备直接带隙的特点，相对于 Si 材料具有光电性能佳、工作频率高，抗高温、抗辐射等优势，适用于制作高速高频、大功率及发光电子器件，是制作高性能微波、毫米波器件及发光器件的优良材料，广泛运用于移动通讯、卫星通讯、光通讯和 GPS 导航等领域；

第三代半导体指以氮化镓（GaN）、碳化硅（SiC）为代表的化合物半导体，还包括氧化锌（ZnO）和金刚石该类半导体材料禁带宽度大于或等于 2.2eV，因此也被称为宽禁带半导体材料。

与第一代的 Si、Ge 和第二代的 GaAs、InP 相比，GaN 和 SiC 具有禁带宽度大、击穿电场强度高、电子迁移率高、热导电率大、介电常数小和抗辐射能力强等特点，具有强大的功率处理能力、较高的开关频率、更高的电压驱动能力、更小的尺寸、更高的效率和更高速的散热能力，可满足现代电子技术对高温高频、大功率、高辐射等恶劣环境条件的要求。因此，第三代半导体主要被用于制作高速、高频、大功率及发光电子元器件，是制作高性能微波、毫米波器件及发光器件的优良材料。此外，随着新能源汽车、信息高速公路及互联网的兴起，第三代半导体还被广泛应用于电动车、光伏、风电和高铁等领域。

表 1：三代半导体代表性材料、主要特性及应用领域

发展历程	代表性材料	主要特点	应用领域
第一代半导体材料	硅（Si）、锗（Ge）	产业链十分成熟，技术完备，成本较低。	硅（Si）主要应用于大规模集成电路中，目前 99% 以上的集成电路和 95% 以上的半导体器件都由 Si 材料制作； 锗（Ge）主要应用于低压、低频、中功率晶体管及光电探测器中。
第二代半导体材料	砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）	在物理结构上具有直接带隙的特点，相对于 Si 材料具有更好的光电性能，工作频率更高，耐高温，抗辐射； GaAs、InP 材料资源较为稀缺，价格昂贵且具有毒性，能污染环境，InP 甚至被认为是可疑致癌物质，具有一定的局限性。	适用于制作高速、高频、大功率以及发光电子器件，是制作高性能微波、毫米波器件及发光器件的优良材料，广泛应用于卫星通讯、移动通讯、光通信、GPS 导航等领域。
第三代半导体材料	氮化镓（GaN）、碳化硅（SiC）	具能够承受更高的电压、适合更高频率，可实现更高的功率密度，并具有耐高温、耐腐蚀、抗辐射、禁带宽度	具备应用于光电子器件、微波器件和电子电力器件的先天性能优势，广泛应用于新能源汽车、消费电子、光伏、风电、

	大等特性。	半导体照明、导弹和卫星等领域。
--	-------	-----------------

资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

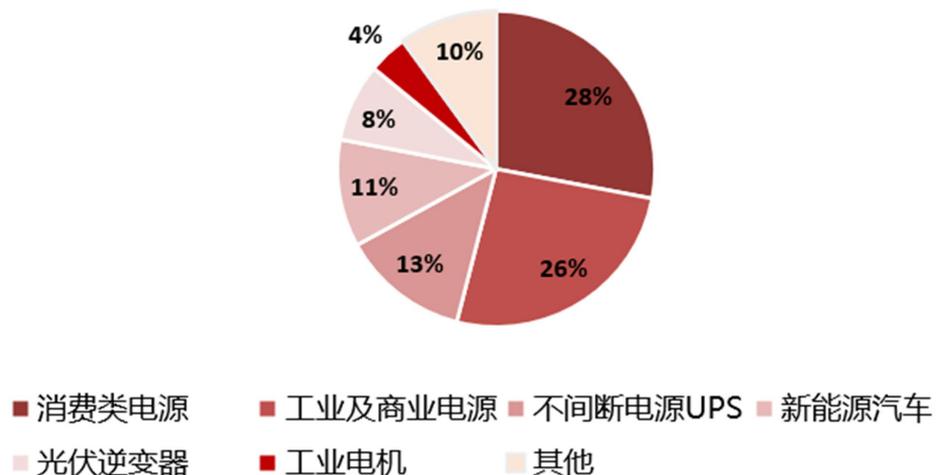
表 2：硅、氮化镓、碳化硅物理特性对比

材料性能	Si	GaN	SiC
禁带结构	间接带隙	直接带隙	间接带隙
禁带宽度 (eV)	1.1	3.4	3.3
电子迁移率 (10cm/Vs)	1350	2000	1000
电子饱和和漂移速度 (10cm/s)	1	2.7	2.2
相对介电常数	11.9	8.9	9.7
热导率 (W/cmK)	1.49	1.3	1.3
击穿场强 (MV/cm)	0.3	3.3	3.3
对应器件理论最高工作温度 (°C)	175	800	600

资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

第三代半导体下游需求持续向好。根据 CASA Research 数据，消费类电源、工业及商业电源、不间断电源 UPS 和新能源汽车为 SiC、GaN 电子电力器件的前四大应用领域，分别占比 28%、26%、13%和 11%。消费类电源方面，快充快速普及为 GaN 的应用打开市场空间；新能源汽车方面，我国目前已成为全球最大的新能源汽车市场，特斯拉大量推进 SiC 解决方案带领国内厂商快速跟进，以比亚迪为代表的终端整车厂商开始全方位布局 SiC 元器件解决方案，推动第三代半导体元器件在汽车领域的发展。

图 1：2019 年中国 GaN、SiC 电力电子器件应用市场结构 (%)



资料来源：CASA Research，东莞证券研究所

国家政策大力支持，推动我国第三代半导体产业快速发展。对于第三代半导体产业的发展，国家高度重视，早在 2013 年，科技部 863 计划就将第三代半导体产业列为国家战略发展产业。2019 年 12 月，国家级战略《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》明确要求加快培育布局第三代半导体产业，推动制造业高质量发展；2020 年 7 月，国务院发布的《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》指出，国家鼓励的

集成电路设计、装备、材料、封装、测试企业和软件企业，自获利年度起，第一年至第二年免征企业所得税，第三年至第五年按照 25%法定税率减半征收企业所得税；2021 年，“十四五”规划出炉，提出要瞄准集成电路等前沿领域，推动碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体发展。

表 3：国家支持第三代半导体发展的相关政策（不完全统计）

政策名称	政策内容
《十四五规划和 2035 年远景目标纲要》	瞄准人工智能、量子信息、集成电路、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域，实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目。 集成电路涉及工具、重点装备和高纯靶材等关键材料研发，集成电路先进工艺和绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、微电机系统（MEMS）等特色工艺突破，先进储存技术升级，氮化镓、碳化硅等宽禁带半导体发展。
《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。
《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》（国务院）	指出国家鼓励的集成电路设计、装备、材料、封装、测试企业和软件企业，自获利年度起，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。
《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%）、高纯掺杂氧化铝微粉（纯度>99%）、高纯氮化铝（AlN）粉体（纯度>99%，平均粒径<1 μm）等精密高性能陶瓷原料外资生产企业。
《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	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进入目录
《“十三五”国家科技创新规划》	启动一批面向 2030 年的重大项目，第三代半导体被列为国家科技创新 2030 重大项目“重点新材料研发及应用”。
《中国制造 2025》	明确提出要大力发展第三代半导体产业，要求 2025 年实现在 5G 通信、高效能源管理中的国产化率达到 50%；在新能源汽车、消费电子中实现规模应用，在通用照明市场渗透率达到 80%以上。
《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。

资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

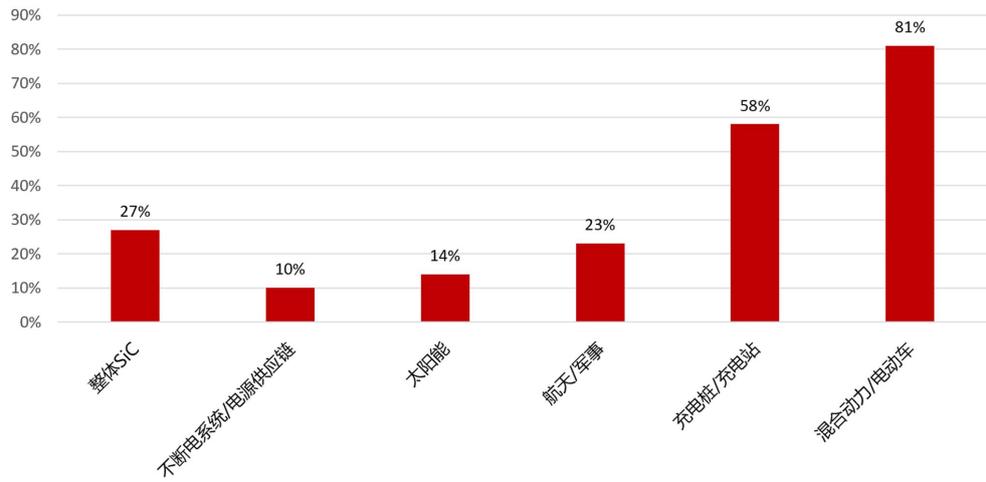
## 1.2 第三代半导体潜在市场空间巨大

**氮化镓：**GaN 主要用于 LED、微波射频和功率器件等领域，目前 GaN 主要被用于 5G 有源天线系统（AAS）和手机功率放大器（PA）等新产品中。展望未来，5G 通讯、消费电子快充和车规级充电成为 GaN 产品规模扩张的主要动力。

在 5G 和更高频率应用中，GaN 的效率比 LDMOS/硅器件要高 10%-15%，预计在 5G 基站 PA 中份额将持续提升；手机快充逐渐普及，消费级快充将成为推动 GaN 功率器件渗透的重要因素。Yole Development 指出，GaN RF 市场规模将从 2019 年的 7.4 亿美元增长至超过 20 亿美元，年复合增长率为 12%；此外，Yole 预计 2024 年 GaN 电源市场产值将超过 3.5 亿美元，CAGR 达 85%，其中 GaN 快充将成为推动产业高成长的主要力量。

**碳化硅：**预计未来几年 SiC 市场将充分受益于新能源汽车渗透提升、电动车配套设备建设和 5G 通讯基站及数据中心建设，其中汽车电动化为驱动 SiC 市场规模增长的最主要因素。Yole 指出，采用 SiC 的汽车解决方案能提高系统效率，有效减轻车身重量并使得结构更加紧密，目前在新能源车上主要用于功率控制单元 (PCU)、逆变器，及车载充电器等方面。到 2024 年，SiC 功率半导体市场规模将达到 20 亿美元，2018-2024 年复合增长率约为 50%，其中汽车成为 SiC 功率半导体最大的下游应用市场，占比将达到约 50%；而根据 Research and Markets 预测，全球 SiC 市场收入将达到 30 亿美元，2017-2023 年复合增长率约为 27%。

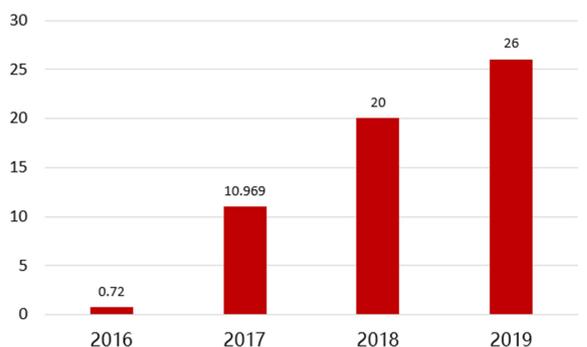
图 2：2017-2023 年 SiC 各下游应用复合增长率



资料来源：Yole Development，东莞证券研究所

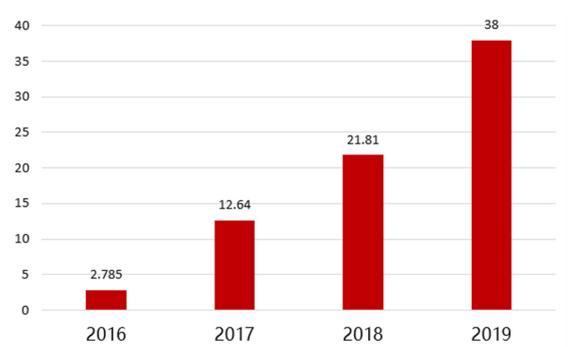
**国内 SiC、GaN 产值持续提高，同比实现高速增长。**根据 CASA 统计，2019 年我国 GaN、SiC 电力电子产业值为 26 亿元，同比增长 84%，2016-2019 年复合增速高达 230.53%；GaN 微波射频产值方面，我国科技部于 2016 年 9 月立项国家重点研发计划，旨在实现 GaN 器件与电路在 5G 通信系统中的应用，推动我国第三代半导体在射频功率领域的长足发展。根据 CASA，我国 GaN 微波射频产业值从 2016 年的 2.785 亿元提升至 2019 年的 38 亿元（预估），年复合增速为 138.96%。

图 3：2016-2019 年我国 SiC、GaN 电力电子产业值（亿元）



数据来源：CASA，东莞证券研究所

图 4：2016-2019 年我国 GaN 微波射频产业值（亿元）



数据来源：CASA，东莞证券研究所

预计未来第三代半导体市场规模稳步增长，潜在市场空间巨大。在 5G 通信、新能源汽车、快充、绿色照明等新兴需求崛起和国家政策大力支持的双重驱动下，预计我国第三代化合物半导体市场规模有望实现快速增长。《2020 “新基建” 风口下第三代半导体应用发展与投资价值白皮书》指出，2019 年我国第三代半导体市场规模为 94.15 亿元，预计 2019-2022 年将保持 85% 以上平均增长速度，到 2022 年市场规模将达到 623.42 亿元。其中，第三代半导体衬底市场规模从 7.86 亿元增长至 15.21 亿元，年复合增速为 24.61%，半导体器件市场规模从 86.29 亿元增长至 608.21 亿元，年复合增速为 91.73%。

图 5：中国第三代半导体器件、衬底市场规模

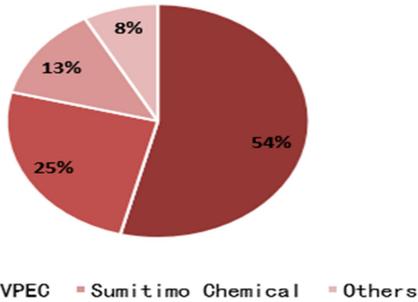


资料来源：《2020 “新基建” 风口下第三代半导体应用发展与投资价值白皮书》，东莞证券研究所

## 2. 第三代半导体国产替代空间广阔

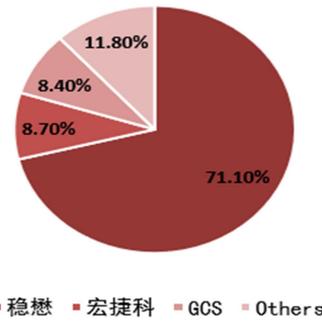
**化合物半导体市场格局：海外企业主导，大陆话语权较弱，替代空间广阔。**从 GaAs、GaN 和 SiC 市场竞争格局来看，目前化合物半导体产业链各环节以欧美、日韩和中国台湾企业为主，大陆企业在技术实力、产能规模 and 市场份额方面与领先企业均具有不小差距，市场话语权较弱。以砷化镓为例，GaAs 产业链可分为上游外延片、中游晶圆制造和下游 GaAs 元件三大环节，三大环节均以海外企业为主导。其中，上游外延片前三大厂商分别为英国厂商 IQE(54%)、台湾厂商 VPEC(占比 25%)和日本厂商住友化学(Sumitomo Chemical)，CR3 高达 92%；中游晶圆代工领域台湾厂商稳懋一家独大，市场占有率高达 71.1%；下游 GaAs 企业市占率前三均被美国厂商把持，分别为：Skyworks (32.3%)、Qorvo (26.0%) 和 Broadcom (9.1%)，CR3 为 67.4%。大陆 GaAs 产业链竞争格局处于弱势，在单晶制造、外延片中的射频器件、IDM 中的射频器件等环节竞争力相对缺失。

图 6：2018 年 GaAs 外延片竞争格局



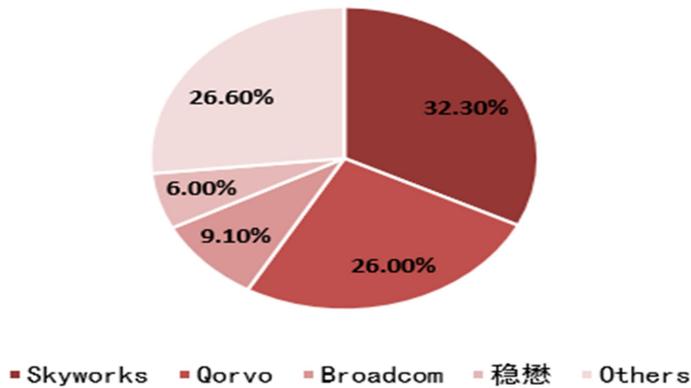
数据来源：Strategy Analytics，东莞证券研究所

图 7：2018 年 GaAs 晶圆制造竞争格局（IDM 模式+代工模式）



数据来源：Strategy Analytics，东莞证券研究所

图 8：2018 年 GaAs 元件竞争格局



数据来源：Strategy Analytics，东莞证券研究所

**GaN 方面**，GaN 器件产业链包括上游衬底及外延片、中游器件设计与制造和下游产品应用等环节，目前行业模式以 IDM 为主，但设计与制造环节已开始出现分工。其中，住友电工在 GaN 衬底领域一家独大，市场份额超过 90%，外延片龙头包括 IQE、COMAT 等；GaN 制造环节代表性企业包括稳懋、富士通和台积电，大陆方面以三安光电为代表。

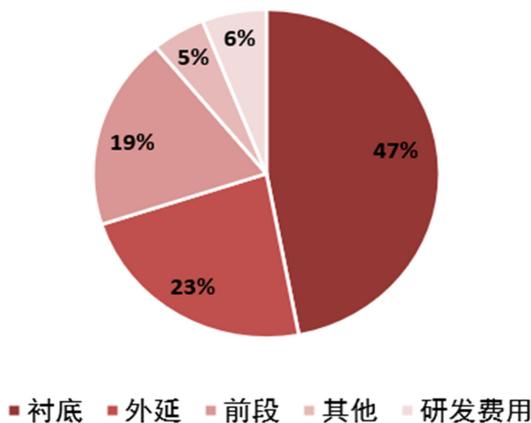
图 9：GaN 电子器件产业链及主要企业



数据来源：锐观网，东莞证券研究所

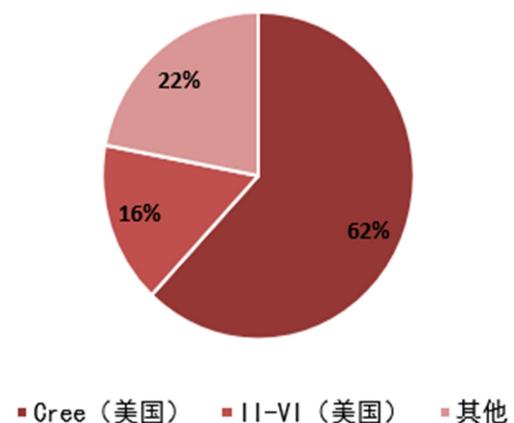
**SiC 方面**，美、欧、日三组鼎立，美国产值占比超七成。从 SiC 器件制造流程来看，SiC 器件的制造成本中，衬底成本占比 50%，外延片成本占比 25%，为 SiC 成本占比最大的两个部分。目前行业呈现美、欧、日三足鼎立格局，其中美国一家独大，全球产能占比超过七成。以成本占比最高的 SiC 衬底来看，截至 2018 年，美国 Cree 公司占据绝对龙头地位，市场份额达 62%，其次是美国 II-VI 公司，市场份额约为 16%，行业前两名市占率合计达 78%；从行业生产模式来看，目前行业模式以 IDM 模式为主，代表性企业有美国 Cree、德国 Infineon、日本罗姆和意法半导体，大陆 IDM 厂商以泰科天润、瑞能半导体和华润微为代表，但与国际领先水平仍有较大差距。考虑到国家政策对第三代半导体的大力扶持，以及大陆厂商在第三代半导体领域上的布局奋起直追，后续国产替代空间广阔，相关厂商有望迎来较好的发展机遇。

图 10：2018 年 SiC 器件成本结构 (%)



数据来源：CASA，东莞证券研究所

图 11：2018 年全球 SiC 衬底企业竞争格局



数据来源：Yole Development，东莞证券研究所

### 3. 投资策略

与前两代半导体相比，以 GaN、GaAs 为代表的第三代化合物半导体物理特性优势明显，下游应用广泛，在 5G 基建、5G 终端射频和新能源车等多重推动，以及化合物半导体的国产替代趋势下，未来成长空间广阔，相关厂商有望迎来较好的发展机遇。新三板公司中，建议关注具有相关技术储备的公司。

### 4. 风险提示

下游需求不如预期；国产替代不如预期；行业竞争加剧等。

**东莞证券研究报告评级体系：**

公司投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 15%以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 5%-15%之间
中性	预计未来 6 个月内，股价表现介于市场指数±5%之间
回避	预计未来 6 个月内，股价表现弱于市场指数 5%以上
行业投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 10%以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 5%-10%之间
中性	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±5%之间
回避	预计未来 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 5%以上
风险等级评级	
低风险	宏观经济及政策、财经资讯、国债等方面的研究报告
中低风险	债券、货币市场基金、债券基金等方面的研究报告
中风险	可转债、股票、股票型基金等方面的研究报告
中高风险	科创板股票、新三板股票、权证、退市整理期股票、港股通股票等方面的研究报告
高风险	期货、期权等衍生品方面的研究报告

本评级体系“市场指数”参照标的为沪深 300 指数。

**分析师承诺：**

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地在所知情的范围内出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点，不受本公司相关业务部门、证券发行人、上市公司、基金管理公司、资产管理公司等利益相关者的干涉和影响。本人保证与本报告所指的证券或投资标的无任何利害关系，没有利用发布本报告为自身及其利益相关者谋取不当利益，或者在发布证券研究报告前泄露证券研究报告的内容和观点。

**声明：**

东莞证券为全国性综合类证券公司，具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供东莞证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告所载资料及观点均为合规合法来源且被本公司认为可靠，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可随时更改。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可跌可升。本公司可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。在任何情况下，本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并不构成对任何人的投资建议。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，据此报告做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司及其所属关联机构在法律许可的情况下可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、经纪、资产管理等服务。本报告版权归东莞证券股份有限公司及相关内容提供方所有，未经本公司事先书面许可，任何人不得以任何形式翻版、复制、刊登。如引用、刊发，需注明本报告的机构来源、作者和发布日期，并提示使用本报告的风险，不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本证券研究报告的，应当承担相应的法律责任。

**东莞证券研究所**

广东省东莞市可园南路 1 号金源中心 24 楼

邮政编码：523000

电话：（0769）22119430

传真：（0769）22119430

网址：www.dgzq.com.cn