



## 电子制造

2020 年 5 月 29 日

# 从新基建与消费电子看第三代半导体材料

—— 电子行业深度报告

行业评级：强于大市（维持）

分析师：陈建生

执业证书号：S1030519080002

联系电话：0755-23602373

邮箱：chenjs2@csc.com.cn

研究助理：魏大千

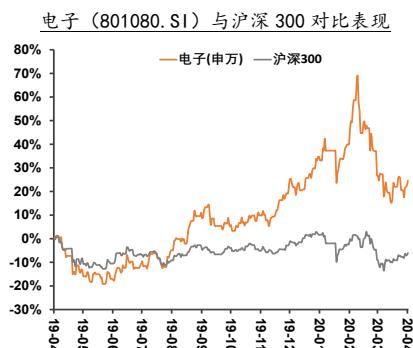
联系电话：0755-83199535

邮箱：weidq@csc.com.cn

公司具备证券投资咨询业务资格

相关报告：

半导体行业深度报告（系列之一）—成长与迁移，全球半导体格局演变  
-191204



### 行业数据与预测

Wind 资讯

电子（可比口径）	2020Q1
整体收入增速 (%)	0.03
整体利润增速 (%)	-10.00
综合毛利率 (%)	14.80
综合净利率 (%)	3.01
行业 ROE (%)	1.31
平均市盈率 (倍)	40.60
平均市净率 (倍)	3.21
资产负债率 (%)	53.42

请务必阅读文后重要声明及免责条款

### 核心观点：

1. 功率半导体受益于下游新兴领域快速发展，未来增量空间明显。中国是全球最大的功率半导体消费市场，未来有望保持高速发展，预计年复合增速达 4.8%。从增量来源来看，5G、光伏智能电网、新能源汽车等是主要的增量来源。未来功率半导体将呈现高性能，高增长，高集中度的发展趋势：1) 下游新兴行业增量显著：下游以汽车电子为代表的新兴应用增速进一步加快，假设 2025 年新能源汽车市场规模达到 150 亿元，按照汽车电子化率 30%测算，新能源汽车中的电子元器件增量为 50 亿元；2) 自给率仍然偏低，替代空间巨大，目前自给率不足 20%，假设自给率提升到 50%，国内至少仍有 50 亿美元的市场空间增量；3) 未来集中度会进一步提升，产品碎片化将有所改善：由于产品种类繁多，总体较为碎片化，但部分高端产品如 IGBT、MOSFET 技术壁垒提升，下游对高端产品的依赖度会随之增加，细分领域集中度提升是必然趋势。
2. 第三代半导体材料是功率半导体跃进的基石。第三代半导体材料众多战略行业可以降低 50%以上的能量损失，最高可以使装备体积减小 75%以上，是半导体产业进一步跃进的基石。先进半导体材料已上升至国家战略层面，2025 年目标渗透率超过 50%。底层材料与技术是半导体发展的基础科学，在 2025 中国制造中，对第三代半导体单晶衬底、光电子器件/模块等细分领域做出了目标规划。在任务目标中提到 2025 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。
3. 新基建与消费电子将明显提升第三代半导体材料需求空间。新基建视角下：5G 通信中含有 GaN 的基站 PA 有望实现爆发式增长。目前我国 5G 宏基站使用的 PA (Power Amplifier, 功率放大器) 数量在 2019 年达到 1843.2 万个，2020 年有望达到 7372.8 万个，相对于去年增长近 4 倍。预计今年，基于 GaN 工艺的基站 PA 占比将由去年的 50%达到 58%。消费电子中：OPPO、小米等国内主流厂商依次跟进，高功率，小体积成最明显优势；汽车电子化程度上升直接带动汽车产业链价值迁移，国内市场有望超千亿规模。
4. 风险提示。研发进度不及预期，成本控制不及预期。

# 每日免费获取报告

1. 每日微信群内分享**7+**最新重磅报告；
2. 定期分享**华尔街日报、金融时报、经济学人**；
3. 和群成员切磋交流，对接**优质合作资源**；
4. 累计解锁**8万+行业报告/案例，7000+工具/模板**

申明：行业报告均为公开整理，权利归原作者所有，  
小编整理自互联网，仅分发做内部学习。

限时领取【行业资料大礼包】，回复“2020”获取

手机用户建议先截屏本页，微信扫一扫

或搜索公众号**“有点报告”**

回复<进群>，加入每日报告分享微信群



(此页只为需要行业资料的朋友提供便利，如果影响您的阅读体验，请多多理解)

## 目 录

<b>一、为什么推荐投资第三代半导体材料.....</b>	<b>4</b>
1、功率半导体下游细分领域带动需求爆发式增长，将带动第三代半导体材料应用.....	4
2、贸易摩擦加剧与摩尔定律见顶双重背景下，底层材料提供了弯道超车的可能性.....	4
3、新基建与消费电子为国内需求打开空间 .....	5
<b>二、功率半导体受益于下游新兴领域快速发展.....</b>	<b>5</b>
1、功率半导体是电路控制的核心元器件 .....	5
2、市场规模平稳增长，未来增量空间来自于新兴领域 .....	7
3、国内是最大的消费市场，自给率不足 20%.....	9
<b>三、第三代半导体材料是功率半导体跃进的基石.....</b>	<b>11</b>
1、第三代半导体材料对性能提升有明显优势 .....	11
2、产业应用集中在衬底、射频器件，2025 年渗透率将达到 50%以上 .....	12
3、底层材料突破是摩尔定律延续的关键 .....	14
<b>四、新基建视角：5G 射频端需求带动 GaN 爆发式增长.....</b>	<b>17</b>
1、宏基站射频元器件数量大增，GaN 渗透率有望持续提升.....	17
2、小基站性能优势明显，高功率高频段环境下需求度提升 .....	18
<b>五、消费电子视角：高效能、小体积加速 GaN 消费电子中的应用.....</b>	<b>20</b>
1、以充电器为代表，GaN 支持下的快充效率翻倍提升.....	20
2、新能源汽车市场拐点已至，GaN 功率器件空间可期.....	22
<b>六、相关上市公司.....</b>	<b>27</b>
1、海特高新 .....	27
2、三安光电 .....	28
3、斯达半导 .....	29
<b>七、风险提示.....</b>	<b>30</b>
1、研发进度不及预期 .....	30
2、替代效果不及预期 .....	31
3、成本控制不及预期 .....	31

## 图表目录

Figure 1 功率半导体主要分类 .....	6
Figure 2 各功率半导体的主要特性及应用场景 .....	7
Figure 3 全球功率半导体市场规模及增速 .....	8
Figure 4 国内半导体市场规模及增速 .....	8
Figure 5 功率半导体按照输出功率分类的应用场景 .....	9
Figure 6 2018 年全球 IGBT 市场格局 .....	9
Figure 7 2018 年全球 MOSFET 市场格局 .....	9
Figure 8 2018 年全球功率半导体产品结构 .....	10
Figure 9 2018 年国内功率半导体产品结构 .....	10
Figure 10 2018 年全球功率半导体市场份额 .....	11
Figure 11 2018 年中国功率半导体市场份额 .....	11
Figure 12 三代半导体材料主要特征 .....	11
Figure 13 第三代半导体与硅的特性对比 .....	12
Figure 14 2025 第三代半导体材料发展目标 .....	14
Figure 15 摩尔定律：1971-2018 年集成电路晶体管数量变化 .....	15
Figure 16 各国第三代半导体领域研发项目 .....	16
Figure 17 GaN 将逐步取代 LDMOS 市场份额 .....	17
Figure 18 2019 年起 5G 基站将走向建设高峰 .....	17
Figure 19 GaN 射频器件需求量 .....	18
Figure 20 Massive MIMO 在 5G 中将大量出现 .....	18
Figure 21 小基站设备形态及应用场景 .....	19
Figure 22 ANKER 快充及实际参数 .....	20
Figure 23 小米 Type-C65W 最大输出功率发热情况 .....	20
Figure 24 各充电方案对比 .....	21
Figure 25 智能手机与可穿戴设备中 GaN 快充测算 .....	22
Figure 26 不同自动驾驶级别所对应的智能程度 .....	23
Figure 27 汽车电子占整车成本未来趋近 50% .....	23
Figure 28 新能源汽车是电子化的重要标志 .....	23
Figure 29 汽车电子涉及主要环节 .....	24
Figure 30 全球与国内汽车电子市场规模（亿美元） .....	24
Figure 31 NEV 绝大部分零部件将被电子元器件代替 .....	25
Figure 32 新能源汽车驱动系统及控制系统中主要的功率元器件拆分 .....	26
Figure 33 新能源汽车与传统燃油车半导体价值量拆分 .....	27
Figure 34 海特高新营业收入变化 .....	28

Figure 35 海特高新归母净利润变化 .....	28
Figure 36 海特高新毛利率及净利率变化情况 .....	28
Figure 37 海特高新三项费用变化情况 .....	28
Figure 38 三安光电营业收入变化 .....	29
Figure 39 三安光电公司归母净利润变化 .....	29
Figure 40 三安光电毛利率及净利率变化情况 .....	29
Figure 41 三安光电三项费用变化情况 .....	29
Figure 42 斯达半导营业收入变化 .....	30
Figure 43 斯达半导公司归母净利润变化 .....	30
Figure 44 斯达半导毛利率及净利率变化情况 .....	30
Figure 45 斯达半导三项费用变化情况 .....	30

## 一、为什么推荐投资第三代半导体材料

### 1、功率半导体下游细分领域带动需求爆发式增长，将带动第三代半导体材料应用

功率半导体在电子行业中应用广泛，且技术相对成熟，目前是以硅片为衬底，带隙宽度较小，市场普遍认为，增长弹性不大，整体规模保持稳定。与之有差异的是，我们认为，未来功率半导体将呈现高性能，高增长，高集中度的发展趋势，从而带动第三代半导体材料应用需求，主要原因有以下几点：1) 下游新兴行业增量显著；2) 自给率仍然偏低，替代空间巨大；3) 未来集中产品碎片化将有所改善，高端产品如 IGBT、MOSFET 产品性能和技术壁垒同步提升，下游对高端产品的依赖度会随之增加。功率半导体市场规模较大，高性能驱使下，新型半导体衬底材料渗透率有望进一步提升。

### 2、贸易摩擦加剧与摩尔定律见顶双重背景下，底层材料提供了弯道超车的可能性

美方对华为制裁规模未有缩小趋势，同时加剧了多方面的技术围剿，底层材料的重要性不容忽视。美方将计划限制华为使用美国技术和软件在海外设计和制造半导体的能力来保护国家安全，华为及其被列入实体清单的分支机构生产的以下产品将受出口管理条例（EAR）的约束，具体而言包括以下两个方面：1) 华为及相关公司利用美国管制清单（CCL）上的软件和技术直接生产的产品；2) 根据华为的设计规范，在美国海外的地方利用 CCL 清单上的半导体制造设备生产的芯片等产品，此类产品在向华为及其分支机构出货时需要申请许可证。

摩尔定律在硅时代已接近效能极限，台积电已开始 2nm 探索性研发，单一增加制程精度的方式不可持续。“摩尔定律”在过去的几十年中是集成电路性能增长的黄金定律。其核心内容：价格维持不变时，集成电路上可容纳的元件数目，约每隔 18-24 个月便会增加一倍，性能也将提升一倍。根据 ITRS 的观点，传统的硅晶体管微缩至 6 纳米已达极限。以硅材料为根基的摩尔定律即将失效。若半导体仍以摩尔定律趋势发展，则需要在底层材料中形成突破。美国、欧盟、日韩等国家和地区组织已经通过制定研发项目的方式来引导产业发展。目前主要的突破手段存在于几个方面：1) 底层材料突破，除氮化镓、砷化镓外，以碳基为材料的半导体技术也在持续突破；2) 以 SIP 封

装为代表的高密度集成方式，一定程度上满足了性能的发展需求。

### 3、新基建与消费电子为国内需求打开空间

**国内基站端建设投资力度扩大，国内需求将大于国外。**预计 2020 年 5G 新建基站有望达到 80w 座以上，其中大部分将以“宏基站为主，小基站为辅”的组网方式。在射频端高频高速的背景下，第三代半导体材料的渗透率将会大幅提升，2023 年 GaN RF 在基站中的市场规模将达到 5.2 亿美元，年复合增长率达到 22.8%。未来随着 GaN 技术进步和规模化发展，GaN PA 渗透率有望不断提升，预计到 2023 年市场渗透率将超过 85%。5G 宏基站使用的 PA (Power Amplifier, 功率放大器) 数量在 2019 年达到 1843.2 万个，2020 年有望达到 7372.8 万个，同比增长有望达到 4 倍。预计今年，基于 GaN 工艺的基站 PA 占比将由去年的 50% 达到 58%。

**消费电子市场规模分别受益于快充渗透率与新能源汽车电子化率的提升。**假设智能手机未来三年 GaN 快充渗透率为 1%、3%、5%，可穿戴需求度相对手机端有所降低，三年的渗透率为 0.5%、1%、2%；我们预计 2020 年全球 GaN 充电器市场规模为 24.41 亿元，2022 年有望达到 87.74 亿元。在新能源车型中，目前混动新能源汽车占新能源汽车总量的 80% 以上，电机与电控是核心元器件。GaN 可用于 48VDC/DC 以及 OBC(On Board Charger 车载充电机)。据 Yole 的预测，2023 年该领域的市场规模将达到 2500 万美元。新能源汽车无疑是电力电子设备市场的主要驱动力，也是不同技术路线 (Si、SiC 和 GaN) 的主要争夺市场。

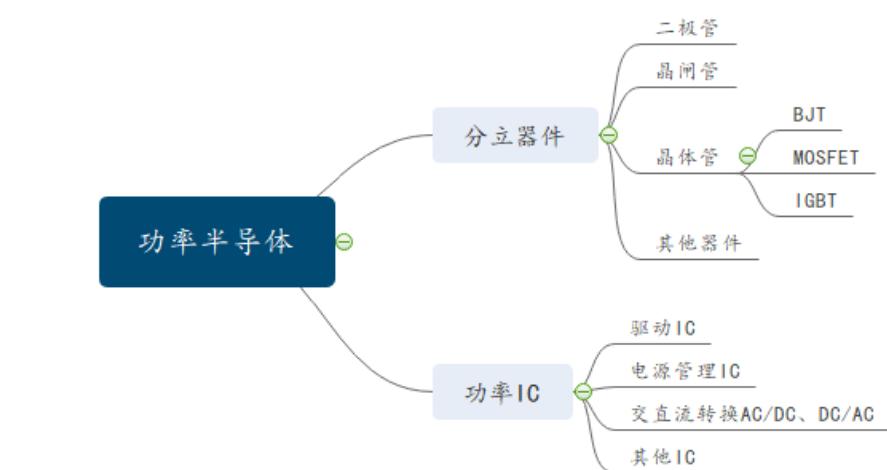
## 二、功率半导体受益于下游新兴领域快速发展

### 1、功率半导体是电路控制的核心元器件

**功率 IC 和功率分立器件占功率半导体的绝大部分。**功率器件是通过控制电子设备中电压、电流、频率以及交流 (AC) 直流 (DC) 的转换，从而达到控制元器件的功能。功率半导体属于半导体的一个细分领域，是通过变换电能的交直流、电压电流频率大小从而实现对电路控制的核心器件，可以分为功率 IC 和功率分立器件两大类。功率 IC 是将控制电路和大功率器件集成在

同一块芯片上控制的集成电路，主要的应用产品是电源管理，承担变换、分配、检测电压电流频率的功能，由于在电子设备系统中每个模块所需供电电压和电流各不相同，需要电源管理芯片对不同元器件所需电能情况进行转换和调节。功率分立器件主要包括有二极管、晶体管及晶闸管，晶体管占有重要的份额，其中 MOSFET（金属氧化物半导体场效晶体管）和 IGBT（绝缘栅双极型晶体管）产品性能优越，控制能力及范围有出色的表现，近年来市场规模增长较快，结构占比不断提升。

Figure 1 功率半导体主要分类



资料来源：CNKI、世纪证券研究所

从细分产品来看，功率半导体因其不同的性能，发挥作用也有所不同。

二极管具有单向导电性能，即给二极管阳极和阴极加上正向电压时，二极管导通。当给阳极和阴极加上反向电压时，二极管截止。因此，二极管的导通和截止，则相当于开关的接通与断开。

晶闸管。晶闸管设计用于在高电流和高电压下工作，并且通常用于 AC 电流到 DC 电流的整流以及 AC 电流频率与幅值的调整。通常将晶闸管可以分为可控硅整流器（通常称为晶闸管）和栅极关断晶闸管（GTO），以上均属于高功率器件。

MOSFET 属于晶体管的一种，与标准双极晶体管之间的基本区别在于源极-漏极电流由栅极电压控制，使其工作比需要高基极电流导通的双极晶体管更节能。此外，它具有快速关闭功能及允许高频率切换，由于工作环境可以承受更高的温度，特别适用于家用电器，汽车和 PC 电源的电源设计。

IGBT 将双极晶体管的某些特性与单个器件中的 MOSFET 的特性结合在一起。IGBT 与 MOSFET 有显着差异，制造起来更具挑战性。IGBT 器件可以处理大电流（如双极晶体管）并受电压控制（如 MOSFET），使其适用于高能量应用，如变速箱，重型机车，大型船舶螺旋桨等。

Figure 2 各功率半导体的主要特性及应用场景

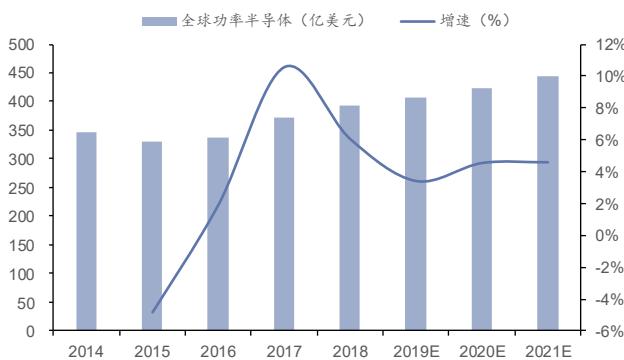
类型	可控性	驱动形式	导通	电压	特点	应用领域
二极管	不可控	电流驱动	单向	低于 1V	电压电流较小，只能单向导电	电子、工业
晶闸管	半控	电压驱动	单向	高于 1000V	体积小、耐压高	工业、变频器、电焊机
MOSFET	全控	电压驱动	双向	10-1000V	能承受高电压，不能放大电压	消费电子、通信、工业控制、汽车电子等领域
IGBT	全控	电压驱动	双向	高于 600V	开关频率高，不耐超高压，可改变电压	轨交、工控、新能源、白色家电
功率 IC	将功率元器件集成在一个整体的集成电路上。根据不同器件类型决定控制类型和驱动电压。			体积小、重量轻、寿命长、功能多		
				消费电子、通信、计算机和工控		

资料来源：CNKI、世纪证券研究所

## 2、市场规模平稳增长，未来增量空间来自于新兴领域

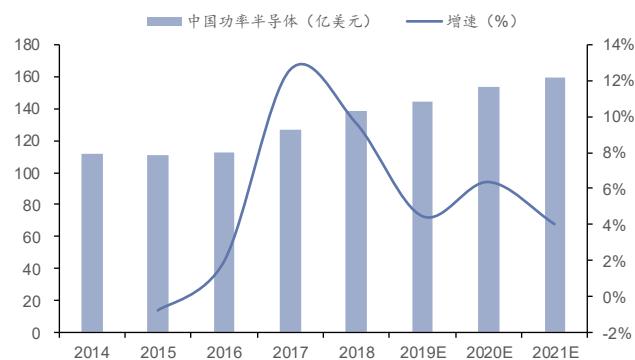
全球市场规模平稳增长，国内市场需求有望保持高速增长。功率半导体作为电子设备中最基础的元器件，应用领域极其广泛。从市场规模来看，根据 IHS Markit 数据，2018 年全球功率半导体市场规模约为 400 亿美元，预计到 2021 年市场规模将增长至 441 亿美元，年复合增速为 4.1%。中国是全球最大的功率半导体消费市场，未来有望保持高速发展，根据 IHS Markit 数据，2018 年国内市场达到 138 亿美元，增速为 9.5%，占全球需求比例高达 35%，预计未来中国功率半导体将继续保持较高速度增长，2021 年市场规模有望达到 159 亿美元，年复合增速达 4.8%。从增量来源来看，由于下游新能源以及汽车电子化程度的提升，功率半导体的应用领域已从工业控制和消费电子拓展至光伏、风电、智能电网、变频家电、新能源汽车等诸多市场，下游新型领域市场的发展情况是功率半导体未来增量的重要保证。

Figure 3 全球功率半导体市场规模及增速



资料来源：IHS、世纪证券研究所

Figure 4 国内半导体市场规模及增速



资料来源：IHS、世纪证券研究所

从应用范围角度看，任何需要电能转换、电能与信号转换地方都需要功率半导体。从应用功率大小来看，可以划分为四大应用场景：

#### 1) 消费类电子产品/白色家电，功率范围 10W-100W：

功率半导体是消费电子产品中控制充电机制、功率输出和能效的核心元器件。在白色家电中，优化的感应技术以及变频需求，也使得功率半导体也是白色家电走向智能化的核心。

#### 2) 新能源汽车及数据通信，功率范围 100W-10kW：

新能源汽车的电气化占比快速提升，目前新能源汽车相比于燃油车电子零部件价值增加 5 倍以上，新增的功率半导体器件的性能和功率效率是电动汽车运行的关键，功率元件主要用于逆变器、电源控制系统。

功率半导体保证数据中心不间断供电以及电压稳定方面具有重要作用，主要用于整流，电池充电和 DC/AC 逆变。UPS 是 IDC 的必需设备，极大程度增加了服务器系统中功率半导体元件的使用，未来氮化镓的使用和能量比例计算将继续增加数据中心中功率半导体使用的广度。

#### 3) 可再生能源及交通运输，功率范围 10kW-1000kW：

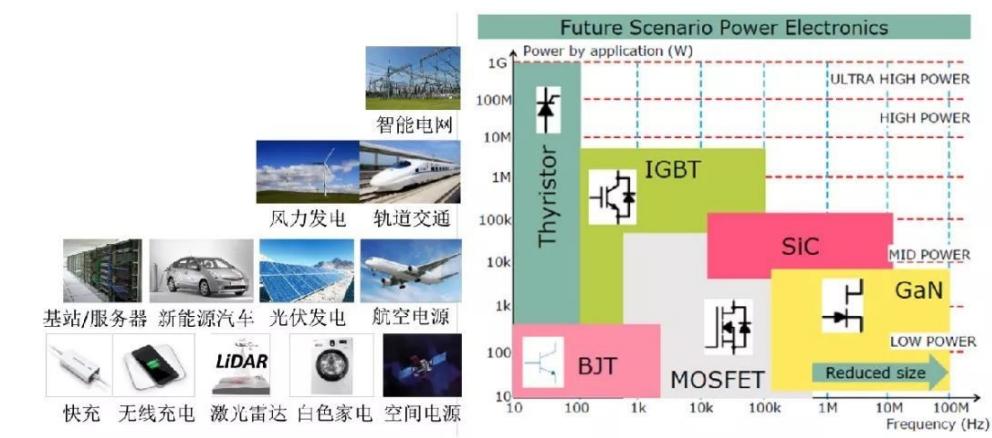
可再生能源发电也需要高功率半导体，因为可再生能源不规则，需要高的发电效率才能实现经济可持续发展。以每兆瓦时为基础，风电场需要比传统燃煤电站多 30 倍的功率半导体价值量。

使用 IGBT 的变速驱动器越来越多地取代工业应用中的传统电机，因为它们可以显着提高能效。功率半导体对于工厂的进一步自动化也至关重要，“工业 4.0”的革命在很大程度上取决于增加的功率和传感器半导体内容，以驱动工厂的机器人技术。

#### 4) 智能电网和储能，功率范围 1000kW 以上：

可再生能源（特别是风能和太阳能）的消纳对于智能电网的稳定性带来了巨大的挑战，电能的难以存储也为储能带来了更大的难度。有效的能量存储对于向可再生能源对总发电的更高贡献的转变至关重要，并且需要再次有效地转换电能，即功率半导体。

Figure 5 功率半导体按照输出功率分类的应用场景

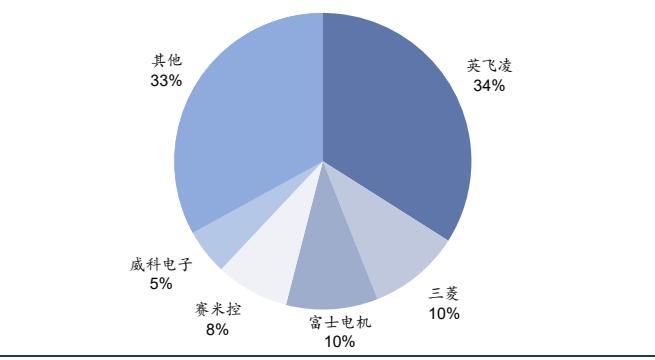


资料来源：CNKI、世纪证券研究所

### 3、国内是最大的消费市场，自给率不足 20%

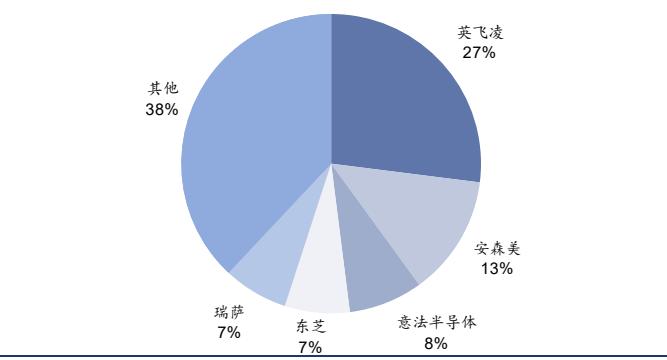
功率 IC 与功率分立器件市场份额占比接近各半，IGBT、MOSFET 在分立器件中占比较大。在全球功率半导体市场，功率 IC 和功率分立器件几乎平分了整个市场份额。根据 Yole、IHS、Gartner 数据汇总分析，2018 年，功率 IC 和功率器件全球市场份额分别为 54% 和 46%。其中，在功率分立器件市场中，MOSFET 和 IGBT 占比较大，分别为 17% 和 15%，功率二极管/整流桥占比稍低，为 12%。

Figure 6 2018 年全球 IGBT 市场格局



资料来源：IHS、世纪证券研究所

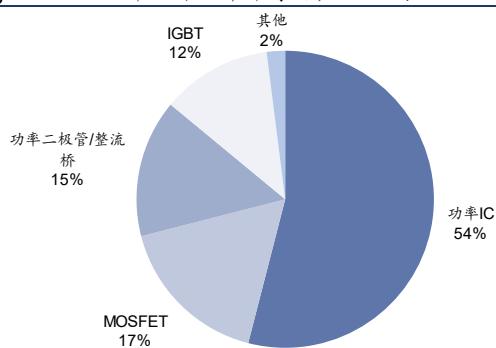
Figure 7 2018 年全球 MOSFET 市场格局



资料来源：IHS、世纪证券研究所

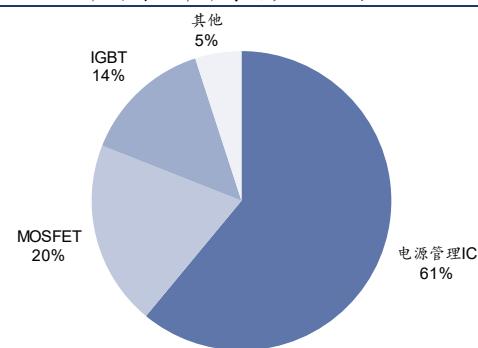
在中国功率半导体市场，电源管理 IC、MOSFET 和 IGBT 合计占据了 95% 的市场份额。其中，电源管理 IC 市占率高达 61%，占比最大，MOSFET 和 IGBT 市场份额分别为 20% 和 14%。得益于下游消费电子、新能源汽车、通讯行业近几年的快速发展，电源管理 IC 市场保持稳健增长，截止 2018 年，中国电源管理 IC 市场规模已达 84.3 亿美元。同时，未来伴随新能源汽车行业的发展，MOSFET 和 IGBT 也将迎来广阔的成长空间。

Figure 8 2018 年全球功率半导体产品结构



资料来源：IHS、世纪证券研究所

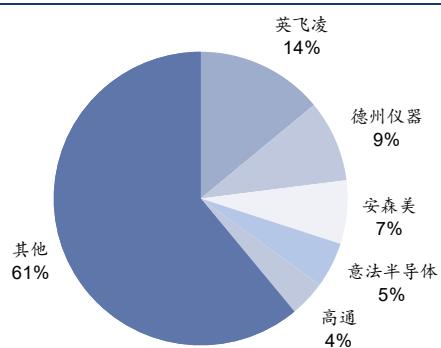
Figure 9 2018 年国内功率半导体产品结构



资料来源：IHS、世纪证券研究所

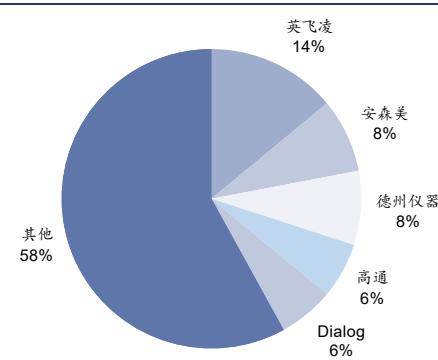
中国为全球最大的消费国和进口国，随下游新兴领域发展加快，国产替代空间明显。由于功率半导体下游应用广泛，市场普遍认为行业增速弹性不大，整体规模保持稳定。与之有差异的是，我们认为，未来功率半导体将呈现高性能，高增长，高集中度的发展趋势，主要原因有以下几点：**1) 下游新兴行业增量显著：**下游以汽车电子为代表的新兴应用增速进一步加快，除去传统电子控制系统外，电驱、电控、电池三大件对于功率半导体的需求量爆发式增长，假设 2025 年新能源汽车市场规模达到 150 亿元，按照汽车电子化率 30% 测算，仅在新能源汽车中的电子元器件增量为 50 亿元；**2) 自给率仍然偏低，替代空间巨大：**国内需求增加的同时，自给率不足 20%，从国内外产业链的对比来看，假设自给率达到 50%，国内至少仍有 50 亿美元的市场空间增量；**3) 未来集中度会进一步提升，产品碎片化将有所改善：**由于产品种类繁多，总体较为碎片化，但部分高端产品如 IGBT、MOSFET 产品性能和技术壁垒同步提升，下游对高端产品的依赖度会随之增加，细分领域集中度提升是必然趋势。

Figure 10 2018 年全球功率半导体市场份额



资料来源：IHS、世纪证券研究所

Figure 11 2018 年中国功率半导体市场份额



资料来源：IHS、世纪证券研究所

### 三、第三代半导体材料是功率半导体跃进的基石

#### 1、第三代半导体材料对性能提升有明显优势

第三代半导体材料以碳化硅、氮化镓为代表，极具性能优势。第三代半导体材料是指带隙宽度明显大于 Si 的宽禁带半导体材料，主要包括 SiC、GaN、金刚石等，因其禁带宽度大于或等于 2.3 电子伏特，又被称为宽禁带半导体材料。和第一代、第二代半导体材料相比，第三代半导体材料具有高热导率、高击穿场强、高饱和电子漂移速率和高键合能等优点，可以满足现代电子技术对高温、高功率、高压、高频以及高辐射等恶劣条件的新要求。第三代半导体材料在航空、航天、光存储等领域有着重要应用前景，在宽带通讯、太阳能、汽车制造、半导体照明、智能电网等众多战略行业可以降低 50%以上的能量损失，最高可以使装备体积减小 75%以上，是半导体产业进一步跃进的基石。

Figure 12 三代半导体材料主要特征

发展历程	代表材料	主要特性
第一代半导体材料	Si、Ge	主要应用于大规模集成电路中，产业链十分成熟，成本低； Ge 材料主要应用于低压、低频、中功率晶体管及光电探测器中； 目前 95%以上的半导体器件和 99%以上的集成电路都是由 Si 材料制作。
第二代半导体材料	GaAs、InP 等	直接带隙、光电性能优越； 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； GaAs、InP 材料资源稀缺，价格昂贵，并且还有毒性，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。
第三代半导体材料	SiC、GaN 等	宽禁带半导体材料，禁带宽度大于 $2\text{eV}$ ，具有可见光至紫外光的发光特性，抗高压、高温和高辐射性能优越，可承受大功率； 主要应用于半导体照明、电力电子器件、激光器和探测器等领域。

资料来源：赛迪智库、世纪证券研究所

半导体材料经历了三次明显的换代和发展。第一代半导体材料是 Si、Ge 等单质半导体材料，由于其具有出色的性能和成本优势，目前仍然是集成电路等半导体器件主要使用的材料；第二代半导体材料以 GaAs 和 InP 等材料为代表。第二代半导体材料在物理结构上具有直接带隙的特点，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，可以应用于光电器件和射频器件；第三代半导体材料以 GaN 和 SiC 等材料为代表。1969 年实现了 GaN 单晶薄膜的制备。1994 年中村修二研发了第一支高亮度的 GaN 基蓝光 LED。1891 年，SiC 晶体被人工合成。1955 年，飞利浦实验室的 Lely 发明 SiC 的升华生长法(或物理气相传输法，即 PVT 法)，后来经过改进后的 PVT 法成为 SiC 单晶制备的主要方法。

**材料分子结构导致先天性能优势。**第三代半导体材料相对于 Si 材料具有：禁带宽度更大、电子饱和漂移速度较高等特点，制作出的半导体器件拥有光电性能优异、高速、高频、大功率、耐高温和高辐射等特征，具备应用于光电器件、微波器件和电力电子器件的先天性能优势。

Figure 13 第三代半导体与硅的特性对比

材料性能	Si	SiC	GaN
禁带结构	间接带隙	间接带隙	直接带隙
禁带宽度 (eV)	1.1	3.3	3.4
电子迁移率 (10cm/Vs)	1350	1000	2000
电子饱和漂移速度 (10cm/s)	1	2.2	2.7
相对介电常数	11.9	9.7	8.9
热导率 (W/cmK)	1.49	4.9	1.3
击穿场强 (MV/cm)	0.3	2.8	3.3
对应器件理论最高工作温度 (°C)	175	600	800

资料来源：赛迪智库、世纪证券研究所

## 2、产业应用集中在衬底、射频器件，2025 年渗透率将达到 50% 以上

**GaN 衬底技术难度较大，光电子领域中较为成熟。**目前，SiC 衬底技术相对简单，主要制备过程大致分为两步：第一步 SiC 粉料在单晶炉中经过高温升华之后在单晶炉中形成 SiC 晶锭；第二步通过对 SiC 晶锭进行粗加工、切割、研磨、抛光，得到透明或半透明、无损伤层、低粗糙度的 SiC 晶片（即 SiC 衬底）。GaN 衬底的生长主要采用 HVPE（氢化物气相外延）法，制备技术仍有待提升，行业产量较低，导致 GaN 衬底的缺陷密度和价格较高，目前只有激光器等少数器件采用 GaN 同质衬底；GaN 电力电子器件的衬底主要采用 Si 衬底，部分企业采用蓝宝石衬底，GaN 同质衬底的器件在研发中；GaN

射频器件主要是 SiC 高纯半绝缘衬底，少数企业采用 Si 做衬底；GaN 光电子器件是 GaN 材料最成熟的领域，基于蓝宝石、SiC 和 Si 衬底的蓝宝石 LED 产业已经进入成熟阶段。

**高技术门槛导致第三代半导体材料市场以日美欧寡头垄断，国内企业在 SiC 衬底方面以 4 英寸为主。**目前，国内已经开发出了 6 英寸导电性 SiC 衬底和高纯半绝缘 SiC 衬底，山东天岳公司、北京天科合达公司和河北同光晶体公司分别与山东大学、中科院物理所和中科院半导体所进行技术合作与转化，在 SiC 单晶衬底技术上形成自主技术体系。国内目前已实现 4 英寸衬底的量产；同时山东天岳、天科合达、河北同光、中科节能均已完成 6 英寸衬底的研发；中电科装备已成功研制出 6 英寸半绝缘衬底。在 GaN 衬底方面，国内企业已经可以小批量生产 2 英寸衬底，具备 4 英寸衬底生产能力，并开发出 6 英寸衬底样品。目前已实现产业化的企业包括苏州纳维所的苏州纳维科技公司和北京大学的东莞市中镓半导体科技公司，其中苏州纳维目前已推出 4 英寸衬底产品，并且正在开展 6 英寸衬底片研发。

**先进半导体材料已上升至国家战略层面，2025 年目标渗透率超过 50%。**底层材料与技术是半导体发展的基础科学，在 2025 中国制造中，分别对第三代半导体单晶衬底、光电子器件/模块、电力电子器件/模块、射频器件/模块等细分领域做出了目标规划。在任务目标中提到 2025 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。

Figure 14 2025 第三代半导体材料发展目标

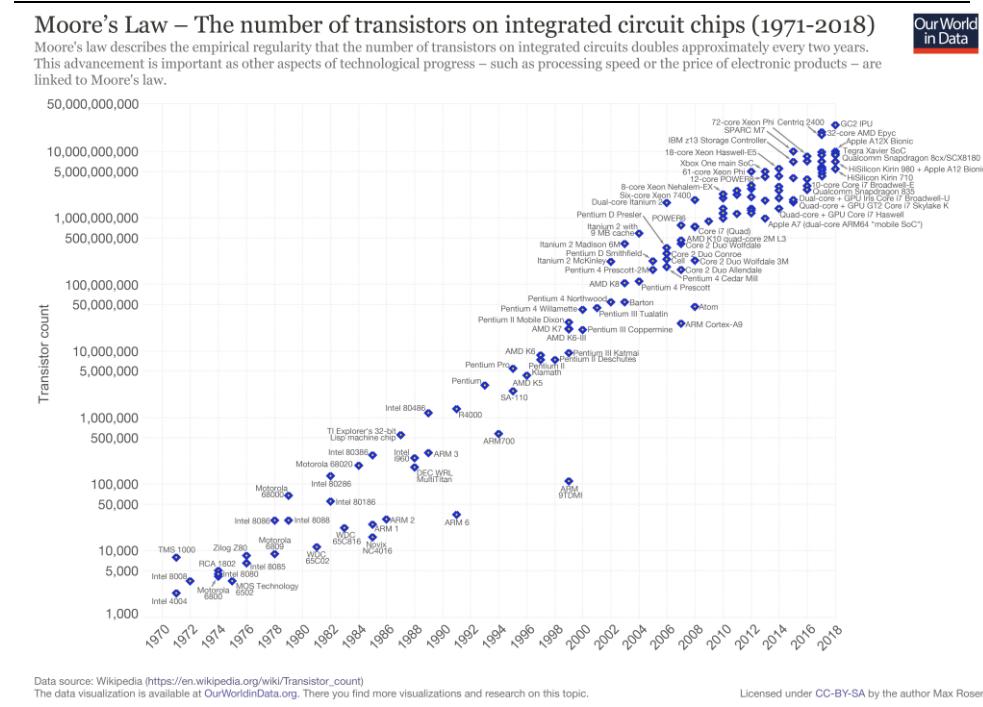
材料性能	细分重点及市场空间	2025 年任务目标	
第三代 半导体 单晶衬 底 备	8 英寸 SiC, 4-6 英寸 GaN, 2-3 英寸 AlN 单晶衬底制备 技术, 大尺寸、高质量第三 代半导体单晶衬底的国产装 备	根据 Yole 的预测, 到 2023 年单晶衬 底市场规模复合增速将达 15%, 将从 17 年的 160 余万片需求增至约 400 万 片, 其中光子应用复合增速将达 37%	
关键战略 材料: 先 进半导 体材 料	第三代 半 导 体 光 电 器 件, 模 块	2018 年全球 UVLED 市场规模达 2.99 亿美金, 预计到 2023 年市场规模将达 9.91 亿美金, 2018-2023 年 CAGR 达 到 27%。	
	第三代 半 导 体 电 力 电 器 子 器 件, 模 块	15kV 以上 SiC 电力电子器件 制备关键技术, 高质量 GaN 电力电子器件设计与制备, 高电压、高速轨道交通、消 费电子、新能源汽车等领域 的应用	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
	第三代 半 导 体 射 频 器 件, 模 块	100MHz 及以上的 GaN 微波 射频器件和模块, 5G 移动通 信和卫星通信领域中的应用	2018 年第三代半导体射频电子市场规 模约为 24.5 亿元, 同比增长 103%, 国防航空仍然占主要市场, 2023 年市 场规模将有望达到 250 亿元

资料来源:《中国制造 2025》、世纪证券研究所

### 3、底层材料突破是摩尔定律延续的关键

摩尔定律在硅时代 6nm 已接近效能极限。“摩尔定律”在过去的几十年中是集成电路性能增长的黄金定律。其核心内容: 价格维持不变时, 集成电路上可容纳的元件数目, 约每隔 18-24 个月便会增加一倍, 性能也将提升一倍。根据 ITRS 的观点, 传统的硅晶体管微缩至 6 纳米已达极限。以硅材料为根基的摩尔定律即将失效。若半导体仍以摩尔定律趋势发展, 则需要在底层材料中形成突破。美国、欧盟、日韩等国家和地区组织已经通过制定研发项目的方式来引导产业发展。

Figure 15 摩尔定律：1971-2018 年集成电路晶体管数量变化



资料来源：Our world in data、世纪证券研究所

超越摩尔定律，新材料是突破路径之一。目前市面上超过 99% 的集成电路都是以第一代元素半导体材料之一，硅(Si)、锗(Ge)材料在 20 世纪 50 年代有过高光时刻，广泛应用于低压、低频、中功率晶体管以及光电探测器中，但到了 60 年代后期因耐高温和抗辐射性能较差，工艺更难、成本更高逐渐被硅材料取代。第三代宽禁带半导体材料(SiC、GaN 等)，因其禁带宽度( $E_g$ )大于或等于 2.3 电子伏特(eV)而得名。第三代半导体材料具有优越的性能和能带结构，广泛用于射频器件、光电器件、功率器件等制造，具有很大的发展潜力。目前第三代半导体材料已逐渐渗透 5G、新能源汽车、绿色照明等新兴领域，被认为是半导体行业的重要发展方向。

美欧等经济体持续加大化合物半导体投入。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“5GGaN2”项目，以抢占5G发展先机。

Figure 16 各国第三代半导体领域研发项目

地区	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。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、射频到太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	电力 美 国 (PowerAmerica)	项目一: 先进可靠的 WBG 功率模块的设计 和制造		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。
		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		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。
		项目三: 用于中压级固 态电路断路的 WBG 器 件		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。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 GaNHEMT 的独特双向特性。
		项目四: 600VGaN 双 栅极双向开关		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 Power America 成员传播课程以加速新工程师的教育。
		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。
		项目六: 加入 WBG 半 导体开关和电路的电力 电子教学实验室		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。
欧洲	欧盟	硅基高效毫米波欧洲系 统集成平台”项目 (SERENA)	-	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。
欧洲	欧盟	“5G GaN2”项目	2000 万欧元	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。
英国	英国政府	化合物半导体应用创新 中心	5100 万英镑	

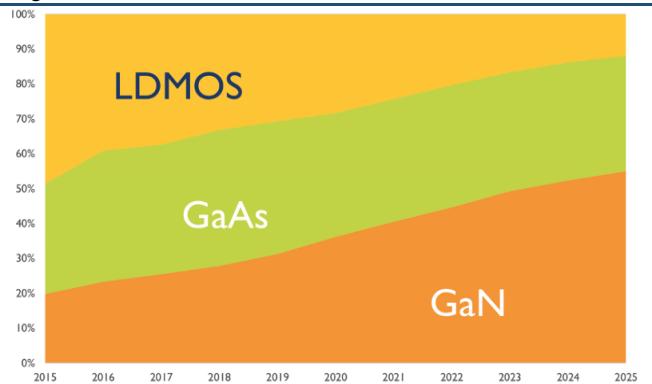
资料来源: CASA、世纪证券研究所

#### 四、新基建视角：5G 射频端需求带动 GaN 爆发式增长

##### 1、宏基站射频元器件数量大增，GaN 渗透率有望持续提升

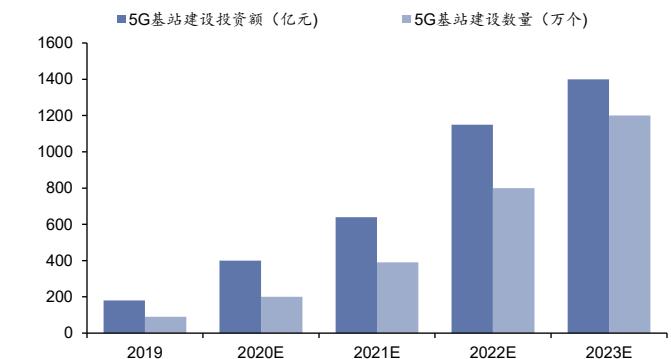
**5G 宏基站将加速 GaN 取代 LDMOS 市场份额。**5G 商用宏基站将以 64 通道的大规模阵列天线为主，单基站 PA（射频功率放大器）需求量接近 200 个，目前基站用功率放大器主要为 LDMOS(横向扩散金属氧化物半导体)技术，但是 LDMOS 技术适用于低频段，在高频领域存在局限性。5G 基站 GaN 射频 PA 将成为主流技术，对 LDMOS 的市场份额有一定的挤压，GaAs 器件份额变化不大。GaN 能较好的适用于大规模 MIMO（多输入多输出 Multi Input Multi Output）通道，根据 Yole 的预计，2023 年 GaN RF 在基站中的市场规模将达到 5.2 亿美元，年复合增长率达到 22.8%。未来随着 GaN 技术进步和规模化发展，GaN PA 渗透率有望不断提升，预计到 2023 年市场渗透率将超过 85%。

Figure 17 GaN 将逐步取代 LDMOS 市场份额



资料来源：Yole、世纪证券研究所

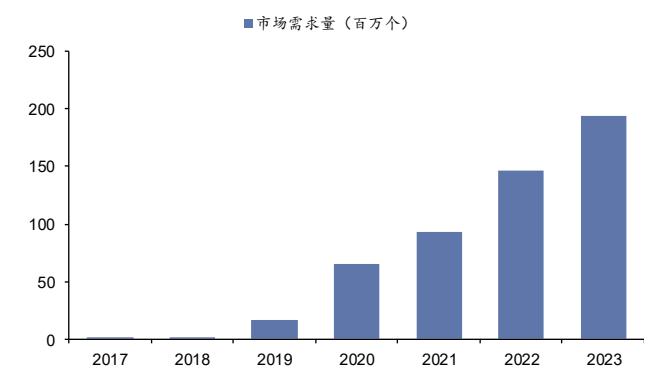
Figure 18 2019 年起 5G 基站将走向建设高峰



资料来源：工信部、前瞻产业研究院、世纪证券研究所

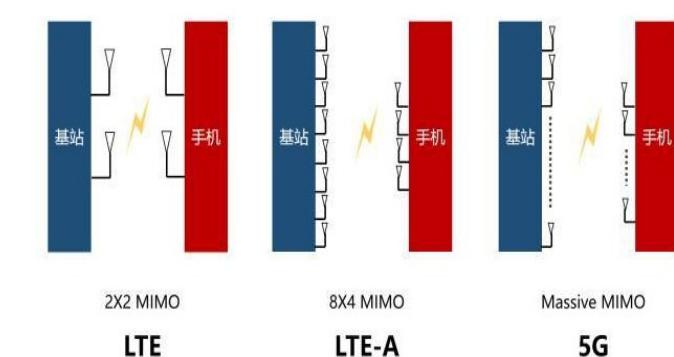
**射频器件数量成倍上升成为后续主要增长动力。**2018 年基站领域 GaN 射频器件规模为 1.5 亿美元，占 GaN 射频器件市场的 33% 的份额。5G 时代基站领域的射频器件将以 GaN 器件为主，随着 5G 通信的实施，2020 年市场规模会出现明显增长。并且，为了充分利用空间资源，提高频谱效率和功率效率，大规模多输入多输出（Massive MIMO）技术应运而生，通过在基站侧安装几百上千根天线，实现大量天线同时收发数据，为此将带动功率放大器等射频模块的需求，使得 GaN 射频器件的规模不断增长。

Figure 19 GaN 射频器件需求量



资料来源：Yole、世纪证券研究所

Figure 20 Massive MIMO 在 5G 中将大量出现



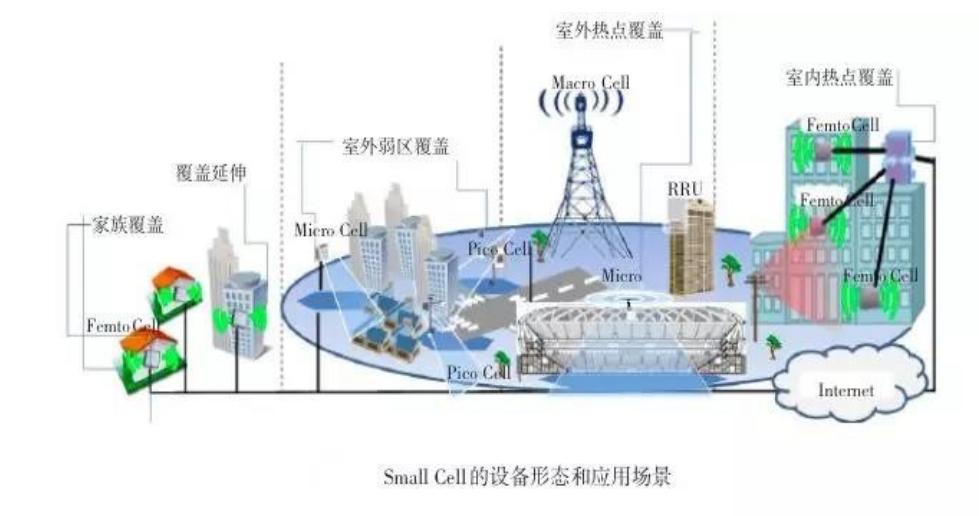
资料来源：CSDN、世纪证券研究所

含有 **GaN** 的基站 **PA** 有望实现爆发式增长。目前我国 5G 宏基站使用的 **PA** (Power Amplifier, 功率放大器) 数量在 2019 年达到 1843.2 万个，2020 年有望达到 7372.8 万个，同比增长有望达到 4 倍。预计今年，基于 **GaN** 工艺的基站 **PA** 占比将由去年的 50% 达到 58%。在此背景下，以华为为代表的通信设备厂商加大基站 **PA** 的自研力度和采购数量，未来市场规模有望进一步扩大。对于华为巨大的基站和手机 **PA** 用量来说，依然以外购为主，而在当下贸易限制的大背景下，正在加大来自中国本土的 **PA** 供应量，国内 **GaN** 领域公司望受益。

## 2、小基站性能优势明显，高功率高频段环境下需求度提升

**4G 时代小基站 (Small Cells)** 已有爆发式增长，产品性能优势明显。小基站可更加有效改善室内深度覆盖、增加网络容量、提升用户感知，是网络部署的重要组成部分。4G 时代，能够有效覆盖室内或者热点区域的小基站获得了快速发展。小基站借鉴了 WLAN 的网络架构，引入了 Femtocell (飞站)，分流宏蜂窝流量压力，并解决室内覆盖难的问题。随着小基站应用范围扩大，以及产品类型丰富，小基站分类包括室外 Micro、室内的 Pico、分布式 Pico、Femtocell 等，从产品形态、发射功率、覆盖范围等方面，都相比传统宏站小很多。皮站 (Pico) 具有低成本、易部署的综合优势。主要为企业级应用，针对室内公共场所。飞站 (Femtocell) 主要为家庭级应用，外表美观，具有易安装、易配置，管理傻瓜化的特点。从统计上来看，绝大多数的数据业务发生在室内或热点区域。相比宏基站，小基站可有效改善室内深度覆盖、增加网络容量、提升用户感知，因而越来越受到业界的关注。

Figure 21 小基站设备形态及应用场景



资料来源：Of week、世纪证券研究所

目前采用“宏基站为主，小基站为辅”的组网方式，是网络广深覆盖的重要途径。宏蜂窝基站一般有3个扇区，微蜂窝基站一般只有1个扇区。宏基站和小基站的区别在于，小微基站设备统一都装在电源柜里，一个柜子加天线即可实现部署，体积较小。宏基站需要单独的机房和铁塔，设备，电源柜，传输柜，空调等分开部署，体积较大。一方面，5G 主要采用 3.5G 及以上的频段，在室外场景下覆盖范围更小，受建筑物等阻挡，信号衰减更加明显，宏基站布设成本较高。另一方面，由于宏基占用面积较大，布设难度较高，站址选择难度增大，而小基站体积小，布设简单，可以充分利用社会公共资源快速部署。5G 室外场景下，小基站和宏基站配合组网，实现成本和网络性能最优将是重要的发展思路。

**5G 正式开启小基站市场，高功率高频段需求进一步提升 GaN 渗透率。**目前针对 4G 和 LTE 基站市场宏基站主要采用 SiLDMOS 功率放大器，小基站主要采用 GaAs 功率放大器，但 GaN 功率放大器的渗透率将不断提高。然而，LDMOS 功率放大器的带宽会随着频率的增加而大幅减少，仅在不超过约 3.5GHz 的频率范围内有效，相比之下，GaN 射频器件更能有效满足高功率、高通信频段和高效率等要求。随着 5G 的推进，在小基站以及微基站市场，GaAs 功率放大器凭借性能优势和较低的成本也有望占据部分市场。根据 Yole 预测，GaAs 射频器件市场总额预计到 2022 年将达到 8.576 亿美元，其中。同时 GaN 射频器件的市场规模将从 2017 年 3.8 亿美元到 2023 年增长至 13 亿美元，GAGR 超过 20%，最主要的增量也是来自于基站的应用。

## 五、消费电子视角：高效能、小体积加速 GaN 消费电子中的应用

### 1、以充电器为代表，GaN 支持下的快充效率翻倍提升

**GaN 三个特点大幅提升效率：开关频率高、禁带宽度大、更低的导通电阻。**

开关频率是指充电头内部晶闸管，可控硅等电子元件，每秒可以完全导通、断开的次数。变压器恰好是充电器中体积最大的元器件之一，占据了内部相当大的空间。开关的频率高可使用体积更小的变压器。使用氮化镓作为变压元件，变压器和电容的体积减少，有助于减少充电头的体积和重量。禁带宽度直接决定电子器件的耐压和最高工作温度，禁带宽度越大，器件能够承载的电压和温度越高，击穿电压也会越高，功率越高。更低的导通电阻，直接表现为导电时的发热量。导通电阻越低，发热量越低。

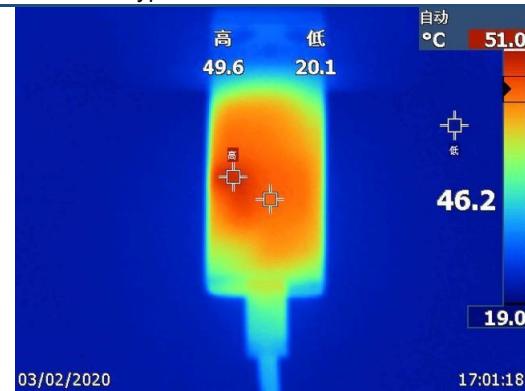
**2018 年 ANKER 将 GaN 带出实验室。**2018 年 10 月 25 日 ANKER 在美国纽约发布了一款划时代的新品——“ANKER Power Port Atom PD1”GaN 充电器，由于其搭载了高频高效的 GaN（氮化镓）功率器件而备受业界关注。该款产品也是首次将第三代半导体技术应用在充电设备上，从而将相关技术从实验室走向应用市场。

Figure 22 ANKER 快充及实际参数



资料来源：充电头、世纪证券研究所

Figure 23 小米 Type-C65W 最大输出功率发热情况



资料来源：充电头、世纪证券研究所

**主流厂商依次跟进，高功率，小体积成最明显优势。**小米于 2020 年 2 月发布了 GaN 充电器 Type-C65W，能够为小米 10Pro 最高提供 50W 的充电功率，小米 10Pro 搭配其使用从 0 充电至 100% 仅需 45 分钟。同时，它支持小米疾速闪充、PD3.0 等快充协议，并且还支持全系 iPhone 快充，官方表示，使用小米 GaN 充电器 Type-C65W 为 iPhone11 充电，充电速度比原装 5W 充电器提升约 50%。得益于新型半导体材料 GaN 的加持，Type-C65W

的体积比小米笔记本标配的适配器减小约 48%。此外，小米 Type-C65W 的 USB-C 接口支持多个档位的智能调节输出电流，能为新款 MacBookPro、小米笔记本等大功率设备进行最大 65W 充电，还能兼容大多数 Type-C 接口的电子设备，包括 Switch 等。产品搭载 E-Marker 芯片，最大支持 5A 电流。目前，业界已推出多种快充技术方案，主要包括高通 Quick Charge 技术、OPPO VOOC 闪充技术、联发科 Pump Express 技术、华为 Super Charge 技术、vivo SUPER Flash Charge 技术和 USB3.1PD 充电技术等。

Figure 24 各充电方案对比

厂商	技术方案	技术类型	技术方案特点
高通	Quick Charge	高电压 低电流	高通 Quick Charge 4+快充技术集成了 Dual Charge 技术、智能热平衡和电池感应技术，整体能效达 97%，可有效减少快充过程中的发热量，同时，Quick Charge 4+在充电过程中可直接测量电池电压，使系统实时优化电池充电状态，具备突出的产品竞争力。
OPPO	VOOC	低电压 高电流	最新 Super VOOC 2.0 快充技术采用串联双电芯设计，放电时可以利用电荷泵将双电芯的电压减半，最大充电功率为 65W，在 30 分之内，就能充满一台 4000mAh 的电池的手机。
联发科	Pump Express	高电压 低电流	Pump Express 技术是全球首款采用 USB Type-C 接口进行充电的快充方案，充电过程中，Pump Express 技术内置的电源管理 IC 允许充电器根据电流决定充电所需的初始电压，充电过程的电压微调幅度仅为 10mV，理论最高可提供 5A 充电电流。
华为	Super Charge	低电压 高电流	Super Charge 快充技术配置了智能化的电源管理 IC，可智能识别不同充电器和数据线，匹配最佳快充方案。华为 Super Charge 技术可实时监测当前手机电量，并动态调整输入电流，确保充电过程低温不发热，符合安全充电曲线，在手机电量快速充满 60% 后，智能化的电源管理 IC 会智能控制充电器降低输入电流，起到保护电池的作用。
vivo	Flash Charge	低电压 高电流	最新 Super Flash Charge 120W 超快闪充技术的最大充电功率达 120W，可以在 5 分钟内将 4000mAh 锂电池充电至 50% 电量，13 分钟将 4000mAh 锂电池充满。

资料来源：公司官网、世纪证券研究所

从消费电子快充市场来看，未来随快充需求与 GaN 渗透率不断提升，2022 年市场规模有望达到 87.74 亿元。随着 5G 手机各类参数不断提升，内部射频、处理器、屏幕的耗电量在直线上升，电子产品对快充的需求日益提升。多家厂商发布 GaN 快充后，目前的售价大部分用户已经可以接受，未来渗透率有望逐步提升。假设智能手机未来三年 GaN 快充渗透率为 1%、3%、5%，可穿戴需求度相对手机端有所降低，三年的渗透率为 0.5%、1%、2%；我们预计 2020 年全球 GaN 充电器市场规模为 24.41 亿元，2022 年有望达到 87.74 亿元。

Figure 25 智能手机与可穿戴设备中 GaN 快充测算

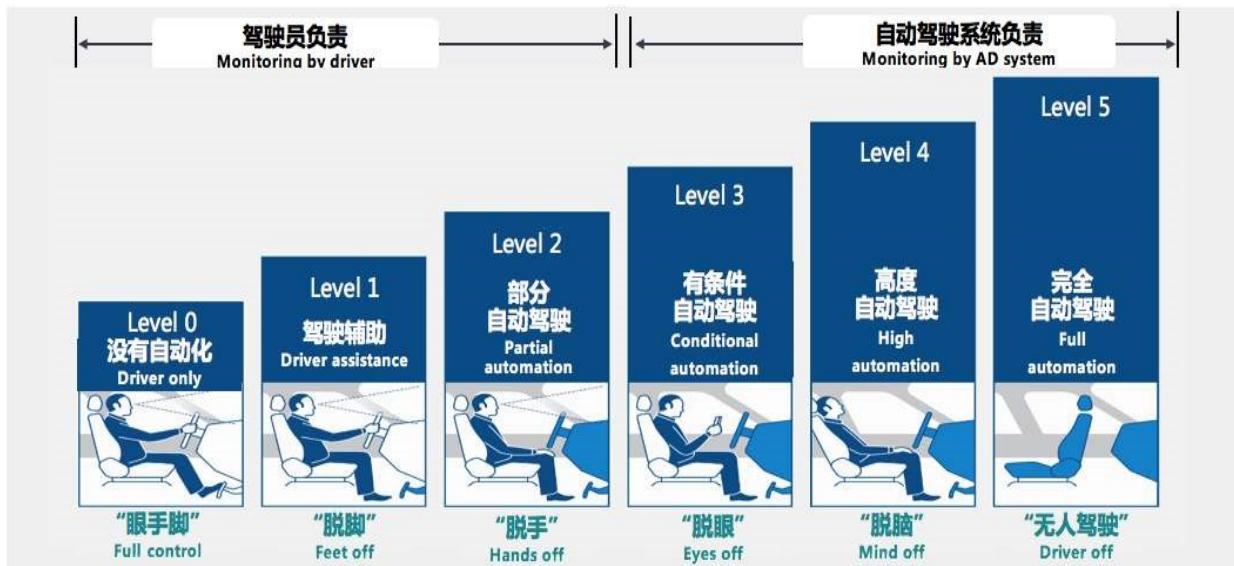
测算项目	2020E	2021E	2022E
手机销量（亿部）	13.4	14.07	14.77
带 GaN 快充渗透率（%）	1%	3%	5%
GaN 充电器价格（元）	150	130	100
市场规模（亿元）	20.1	54.87	73.85
可穿戴销量（亿台）			
（可穿戴设备、个人智能音频设备和智能音箱）	7.18	7.89	8.68
带 GaN 快充渗透率（%）	0.5%	1%	2%
GaN 充电器价格（元）	120	100	80
市场规模（亿元）	4.31	7.89	13.89
合计（亿元）	24.41	62.76	87.74

资料来源：Canalys、前瞻产业研究院、世纪证券研究所

## 2、新能源汽车市场拐点已至，GaN 功率器件空间可期

**新能源汽车拐点已至，发展路径复制智能手机。**新能源汽车的竞争格局已出现明显变化，**政策端：**全球节能减排，碳排放成国际谈判的重要筹码，国六排放的实行，加速新能源汽车替代传统燃油车。**供给端：**全球主流厂商规划将未来重点发展方向放到 NEV，有保有量加速提升，目前全球有超过 150 家车厂已有规划 EV 新车上市；在自动驾驶水平方面，2019 年 L2+级别自动驾驶产品在部分车型中已成为标配，部分车型仍需要选装，未来 L3 级别的自动驾驶有可能会在 2020 年后正式上市，从供给端来看，智能化水平在加速提升。**需求端：**新能源汽车的边际变化来源有两点：车载娱乐及驾乘体验，纯电动与自动驾驶带来的独特驾驶体验，车联网的落地及人车手机生态化的构建，是娱乐化需求的来源。

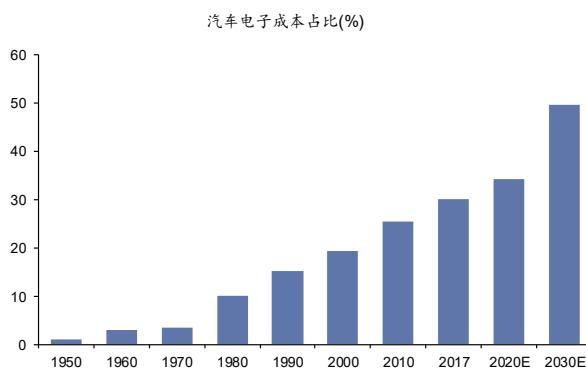
Figure 26 不同自动驾驶级别所对应的智能程度



资料来源：汽车之家、世纪证券研究所

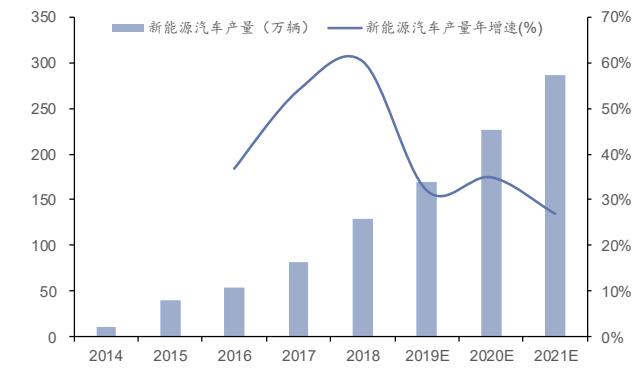
汽车电子化程度上升是必然趋势，直接带动汽车产业链价值迁移。汽车电子是车体汽车电子控制装置和车载汽车电子控制装置的总称。其中控制装置包括动力总成控制、底盘和车身电子控制等；车载电子装置包括汽车信息系统、导航系统、车载通信系统、车载网络等。从传统燃油动力车型转向电池动力的过程中，汽车电子化程度将呈现大幅提升，其中两类需求增长最为迅速：1) 以智能驾驶为长期驱动力的安全系统（ADAS），是未来实现无人驾驶的重要保障；2) 以智能座舱为代表的车载电子、车载通信，是建设车联网及物联网的基础需求。

Figure 27 汽车电子占整车成本未来趋近 50%



资料来源：中国汽车网、世纪证券研究所

Figure 28 新能源汽车是电子化的重要标志

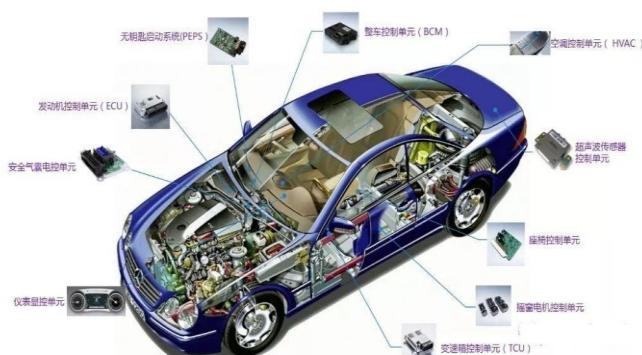


资料来源：工信部、世纪证券研究所

汽车电子市场规模快速发展，国内市场有望超千亿。随着汽车智能化、车联网、安全汽车和新能源汽车时代的到来，汽车电子市场规模不断扩大，从汽

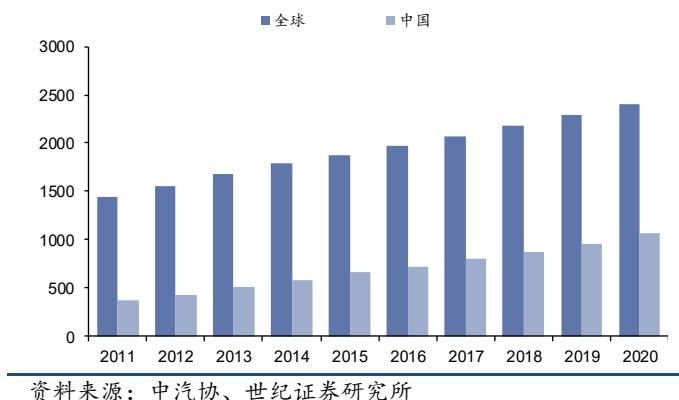
车音响空调电子显示屏等，目前已转向助力包括安全系统、娱乐信息系统、车内网络、动力系统等汽车其他相关部件发展上，未来汽车电子市场发展空间还将进一步增加，汽车电子将成为半导体应用的主要增长点。根据中国汽车工业协会数据，2020 年全球汽车电子产品市场的产业规模预计将达到 2400 亿美元，其中我国汽车电子市场规模将超过 1058 亿美元。

Figure 29 汽车电子涉及主要环节



资料来源：Of week、世纪证券研究所

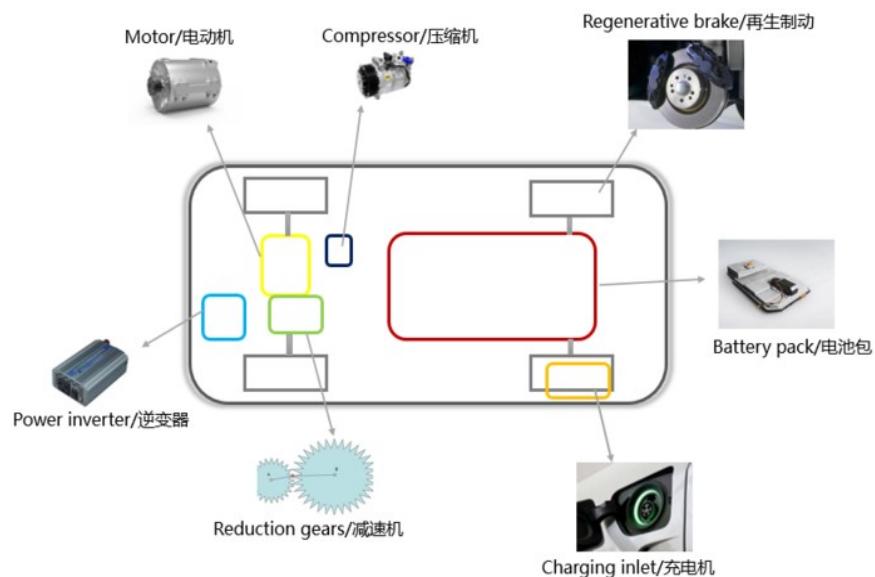
Figure 30 全球与国内汽车电子市场规模（亿美元）



资料来源：中汽协、世纪证券研究所

**第三代半导体材料功率器件对于电机、电控、电池三大核心元件的效率提升具有重要意义。**从燃油车和新能源车两方面看：在国六排放要求背景下，主流车厂选择以 48V 轻混作为过度时期的解决方案；在新能源车型中，目前混动新能源汽车占新能源汽车总量的 80%以上，电机与电控是核心元器件。GaN 可用于 48VDC/DC 以及 OBC(On Board Charger 车载充电机)。据 Yole 的预测，2023 年该领域的市场规模将达到 2500 万美元。新能源汽车无疑是电力电子设备市场的主要驱动力，也是不同技术路线 (Si、SiC 和 GaN) 的主要争夺市场。

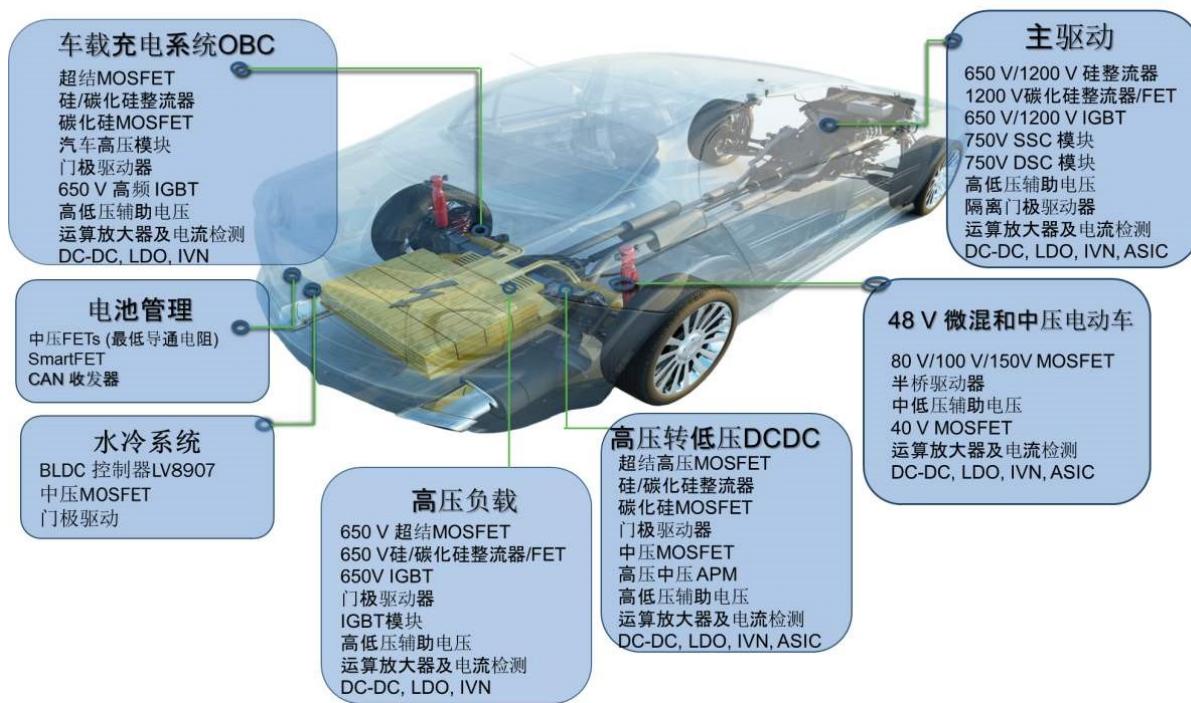
Figure 31 NEV 绝大部分零部件将被电子元器件代替



资料来源：汽车之家、世纪证券研究所

汽车电子涉及高功率的驱动系统与低功率的控制系统，目前解决方案并不统一。从技术上而言，GaN 功率器件在 48V 的混合动力汽车领域将拥有较强的竞争能力：SiC 更适合大功率主逆变器，Si 基 GaN 功率电子技术更适合小功率 DC/DC 和 AC/DC 转换器。预计到 2025 年，大部分的轻型车将采用 48V 逆变器。同时 GaN 功率器件也可用于车载充电器（OBC）。目前部分企业正在设计与 SiC 与 GaN 兼容的 OBC 解决方案，若 GaN 方案的成本和技术足够成熟，GaN 在新能源汽车 OBC 上的使用可能性将会大大提升。

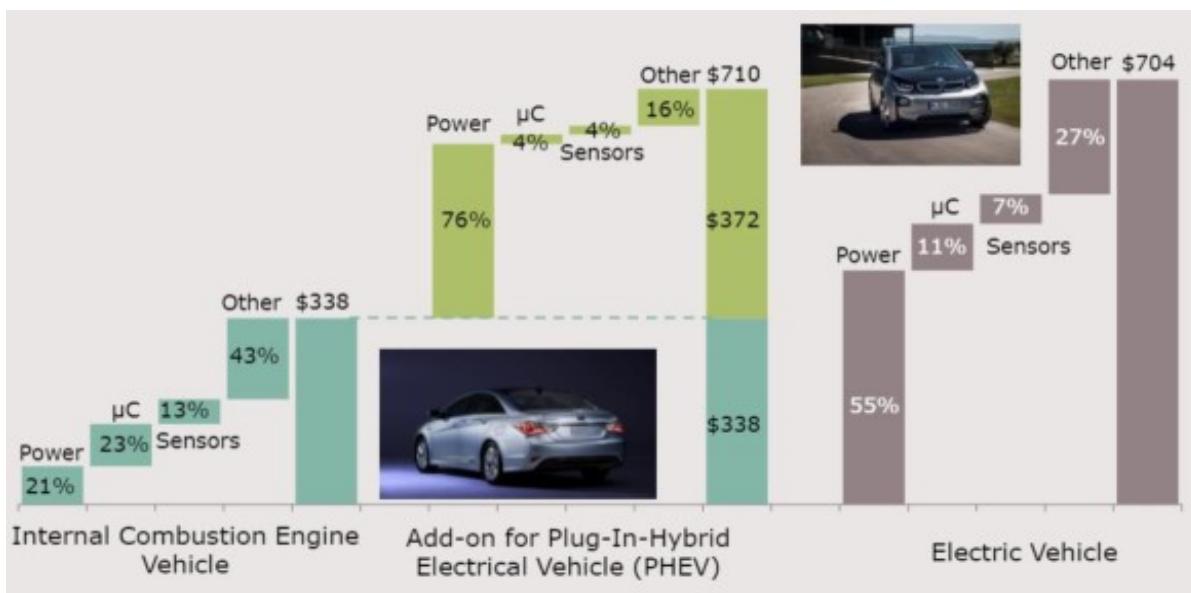
Figure 32 新能源汽车驱动系统及控制系统中主要的功率元器件拆分



资料来源：安森美半导体、世纪证券研究所

未来前景看好，目前稳定性仍待提高。由于在新能源汽车的应用中，功率需求相对较大，如在混合动力车型上，包含动力系统在内的电子元器件的成本占比已经达到 50%，对器件稳定性和可靠性的要求非常高，需要较长时间的质量认证过程，在此过程中需要投入大量的研发经费；而 SiC 功率器件也将在如新能源汽车等领域与 GaN 功率器件形成直接的竞争。在这种情况下，GaN 功率器件在新能源汽车领域的应用发展可能还需要较长时间。另外，(汽车)激光雷达、数据存储中心、包络追踪等应用都是 GaN 功率器件新兴的应用市场，基于 GaN 功率器件的性能优越性，未来市场预期较好，据 Yole 的预测，上述应用市场在未来 5 年的年均增速超过 65%，部分厂商会已经在高端设备上采用 GaN 功率器件。因此 GaN 功率器件未来的市场发展情况除了受到现有的既定市场的影响之外，新兴市场的影响力也不容忽视。

Figure 33 新能源汽车与传统燃油车半导体价值量拆分



资料来源：Infineon、世纪证券研究所

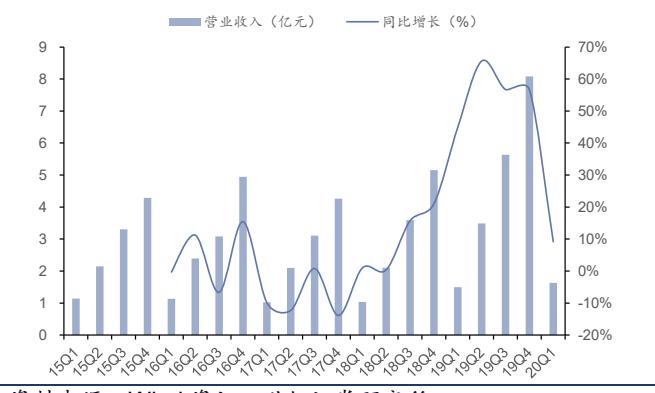
## 六、相关上市公司

### 1、海特高新

公司是我国现代飞机机载设备维修规模最大、维修设备最全、用户覆盖面最广的航空维修企业。子公司海威华芯在中国率先提供六英吋砷化镓（GaAs）集成电路的纯晶圆代工（Foundry）服务；在第三代半导体（氮化镓 GaN）领域拥有国际领先、国内一流的技术；在全球氮化镓芯片专利技术属于一流梯队，公司专利总共 249 项，其中过半数是发明专利。目前已建成国内首条 6 吋化合物半导体商用生产线，解决了中国化合物半导体产业链中制造环节的瓶颈，实现了核心高端芯片自主可控及国产化替代。

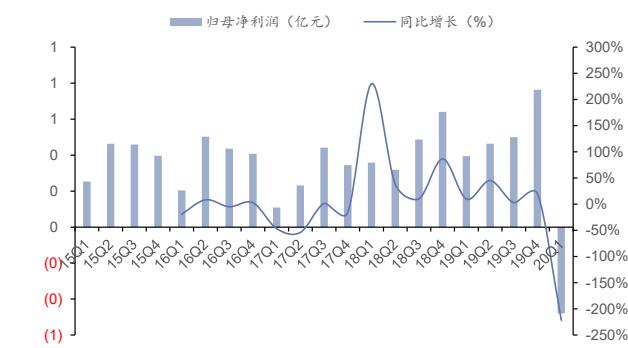
公司目前已完成包括砷化镓、氮化镓、碳化硅及磷化铟在内的 6 项工艺产品的开发，可支持制造功率放大器、混频器、低噪音放大器、开关、光电探测器、激光器、电力电子等产品，业务涵盖航空、航天、卫星、消费电子等领域，产品广泛应用于 5G 移动通信、AI 人工智能、雷达、汽车电子、电力电子、光纤通讯、3D 感知、新能源、国防等领域。截止目前公司部分产品已实现量产，服务客户数和订单持续增加。

Figure 34 海特高新营业收入变化



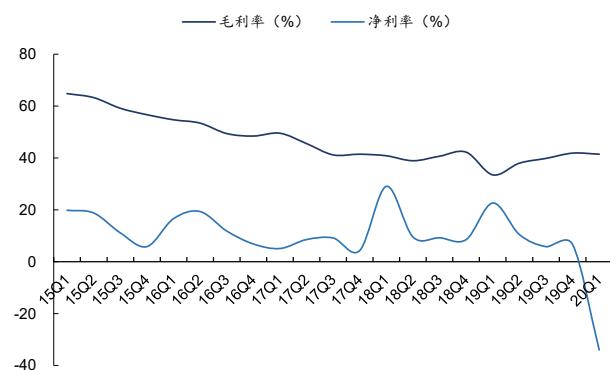
资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

Figure 35 海特高新归母净利润变化



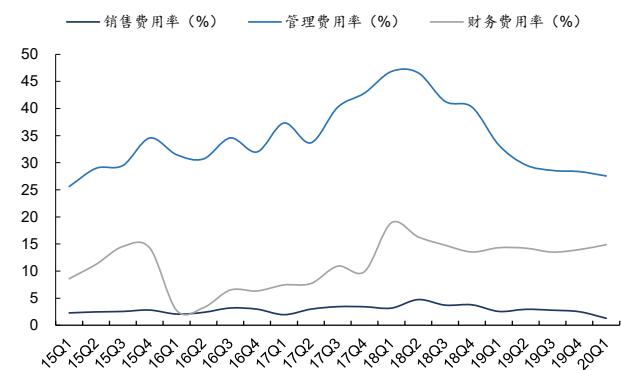
资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

Figure 36 海特高新毛利率及净利率变化情况



资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

Figure 37 海特高新三项费用变化情况



资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

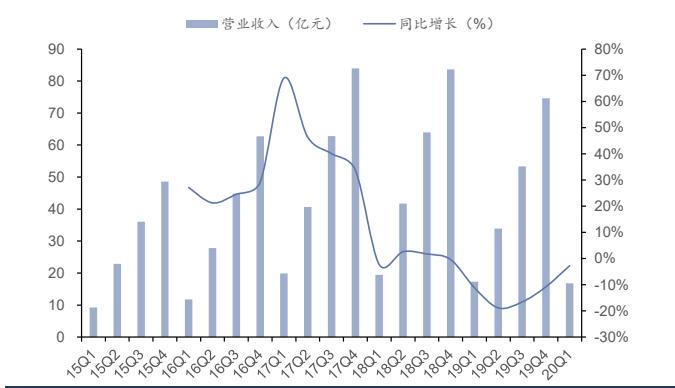
## 2、三安光电

三安光电全资子公司厦门市三安集成电路主要提供化合物半导体晶圆代工服务，工艺能力涵盖微波射频、电力电子、光通讯和滤波器四大产品领域，主要应用于 5G、大数据、云计算、物联网、电动汽车、智能移动终端、通讯基站、导航等领域。

公司电力电子业务已推出高可靠性，高功率密度的碳化硅功率二极管及 MOSFET 及硅基氮化镓功率器件，产品主要应用于新能源汽车，充电桩，光伏逆变器等电源市场；光通讯业务已具备生产 DFB、VCSEL、PDAPD 等数通产品的能力，产品主要应用于光纤到户，5G 通信基站传输，数据中心以及消费类终端的 3D 感知探测等应用市场；滤波器业务产线设备已到位并进入全面安装调试阶段，预计今年产线全面组建完成投产。目前，整体销售规模较小，但与国内知名终端应用厂商都有业务对接，未来市场前景可期。

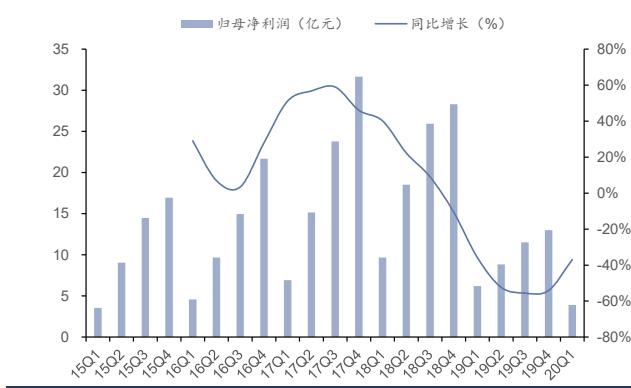
三安集成项目总规划用地 281 亩，总投资额 30 亿元，规划产能为 30 万片/年 GaAs 高速半导体外延片、30 万片/年 GaAs 高速半导体芯片、6 万片/年 GaN 高功率半导体外延片、6 万片/年 GaN 高功率半导体芯片。官网显示，三安集成在微波射频领域已建成专业化、规模化的 4 英寸、6 英寸化合物晶圆制造产线，在电子电路领域已推出高可靠性、高功率密度的 SiC 功率二极管及硅基氮化镓功率器件。

Figure 38 三安光电营业收入变化



资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

Figure 39 三安光电公司归母净利润变化



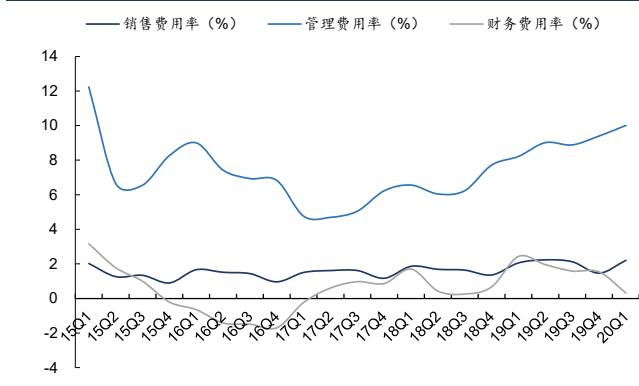
资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

Figure 40 三安光电毛利率及净利率变化情况



资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

Figure 41 三安光电三项费用变化情况



资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

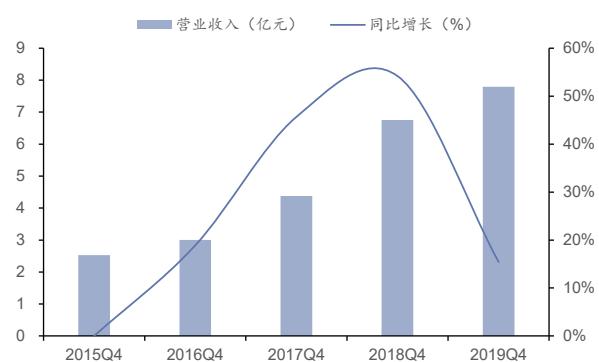
### 3、斯达半导

公司 2005 年成立之初即开始研发 IGBT 模块，十几年专注于深耕 IGBT 赛道，目前 IGBT 模块产品已超过 600 多种，电压等级涵盖 100V~3300V。

公司不仅在 IGBT 模块有深厚积累，还实现上游部分芯片的技术突破，2019 年上半年公司芯片自给率已达到 52.71%。据 IHS 数据 2017 年公司是国内唯一进入世界前十的 IGBT 模块供应商，全球排名第 10 位，中国排名第 1 位。在公司在 IGBT 领域技术优势和先发优势将奠定公司长期行业龙头地位。

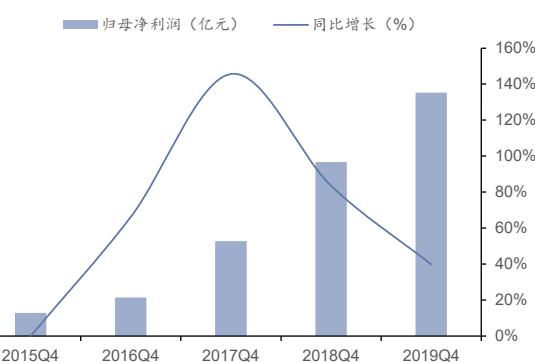
公司上市后募投新项目进行中，新能源汽车用 IGBT 模块扩产项目：项目预计投资 2.5 亿元，建设地点在上海道之（公司汽车用 IGBT 模块生产基地），形成年产 120 万个新能源汽车用 IGBT 模块的生产能力。全面达产后项目预计年实现销售 4.2 亿元，年均可实现利润 6404 万元。IPM 模块项目：计划投资 2.2 亿元，形成年产 700 万个 IPM 模块的生产能力。全面达产后项目预计实现销售 3.15 亿元，年均可实现利润 4967 万元。公司在 IPM 领域相关技术储备已较为成熟，大力扩产将推动公司获得更多的市场份额，提升公司在行业里领导地位。

Figure 42 斯达半导营业收入变化



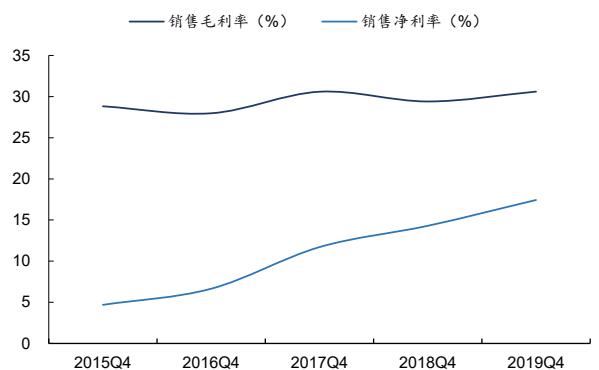
资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

Figure 43 斯达半导公司归母净利润变化



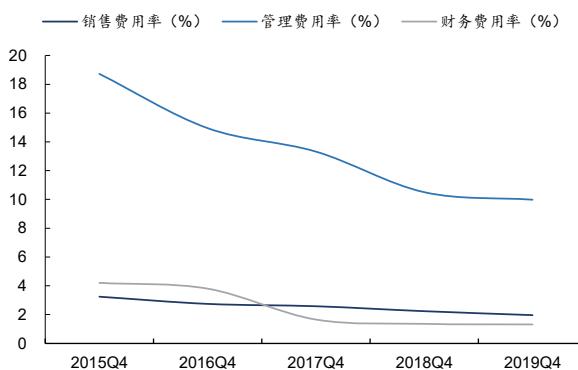
资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

Figure 44 斯达半导毛利率及净利率变化情况



资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

Figure 45 斯达半导三项费用变化情况



资料来源：Wind 资讯、世纪证券研究所

## 七、风险提示

### 1、研发进度不及预期

目前第三代半导体材料在电子特性上以展示出巨大的优势，但仍依赖后续的技术突破，若研发瓶颈难以突破，有研发不及预期的风险。

## 2、替代效果不及预期

目前以硅为主导的半导体材料市场占有率仍高达 90%以上，主流厂商出于稳定性考虑，第三代半导体材料替代效果有待进一步验证。

## 3、成本控制不及预期

以硅为半导体材料的提纯工艺较为成熟，主要厂商对成本的控制程度有长期经验积累，第三代半导体材料在合成工艺上成本较高，有成本控制不及预期风险。

### 分析师声明

本报告署名分析师郑重声明：本人以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，报告的分析逻辑基于本人职业理解，报告清晰准确地反映了本人的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响。本人薪酬的任何部分不曾有，不与，也将不会与本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接相关。

证券研究报告对研究对象的评价是本人通过财务分析预测、数量化方法、行业比较分析、估值分析等方式所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

### 投资评级标准

股票投资评级说明：		行业投资评级说明：
报告发布日后的 12 个月内，公司股价涨跌幅相对于同期沪深 300 指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：		报告发布日后的 12 个月内，行业指数的涨跌幅相对于同期沪深 300 指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：
买入： 相对沪深 300 指数涨幅 20%以上；	增持： 相对沪深 300 指数涨幅介于 10%~20%之间；	强于大市： 相对沪深 300 指数涨幅 10%以上；
中性： 相对沪深 300 指数涨幅介于-10%~10%之间；	弱于大市： 相对沪深 300 指数跌幅 10%以上。	中性： 相对沪深 300 指数涨幅介于-10%~10%之间；
卖出： 相对沪深 300 指数跌幅 10%以上。		

### 免责声明

世纪证券有限责任公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本证券研究报告仅供世纪证券有限责任公司（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。在本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证本报告所包含的信息或建议在本报告发出后不会发生任何变更，且本报告中的信息、观点和预测均仅反映本报告发布时的信息、观点和预测，可能在随后会作出调整。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本报告中的内容和意见不构成对任何人的投资建议，任何人均应自主作出投资决策并自行承担投资风险，而不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。本公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的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业务服务。

本报告版权归世纪证券有限责任公司所有，本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，任何机构和个人不得以任何形式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如引用、刊发、转载本报告，需事先征得本公司同意，并注明出处为“世纪证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

## 有点报告社群

分享8万+行业报告/案例、7000+工具/模版；  
精选各行业前沿数据、经典案例、职场干货等。



截屏本页，微信扫一扫或搜索公众号“有点报告”  
回复<进群>即刻加入