

三安光电：LED 迎来新一轮成长 化合物半导体蓄势待发

核心观点：

- **公司是国内化合物半导体龙头，在 LED 芯片龙头地位稳固基础上，将进一步将化合物半导体业务向射频、光通信、电力电子领域发展。** 公司长期深耕 LED 芯片领域，2019 年中国 LED 芯片市场份额达到 32%，产销规模位居首位，并积极布局 Mini/Micro LED，技术实力领先。在 LED 业务基础上，公司将化合物半导体业务向射频、光通信、电力电子领域发展，产品涵盖砷化镓、氮化镓、碳化硅等领域，目前已成为国内稀缺的在第三代半导体方面具备全产业链布局龙头企业。
- **传统 LED 迎来复苏，Mini LED 爆发在即，公司作为行业龙头将持续受益。** 2020H2 以来行业需求强劲复苏，行业正在越过低点迎来新一轮的景气周期，同时，Mini LED 加速渗透，未来几年行业将迎来爆发，植物照明、车用 LED、UV（紫外）LED 等新兴应用不断涌现，我们认为 LED 行业将迎来新一轮增长。公司作为 LED 芯片全球龙头，具备从 LED 衬底到芯片的完整布局，产能规模行业领先，公司成本优势明显，毛利率长期处于行业最高水平，LED 行业低谷期的洗牌也将进一步加强公司的优势。在 Mini LED 方面，公司同样具备行业领先水平，已成为三星首要供应商并实现批量供货，随着泉州三安、湖北三安产能逐渐释放，未来将在 Mini LED 市场占据重要份额。
- **公司化合物半导体蓄势待发，未来成长曲线陡峭** 受益于新能源汽车、光伏、5G、PD 快充等应用领域强劲的需求，以及政策驱动，以第三代半导体为代表的化合物半导体将迎来高速增长。公司投入超 600 亿打造化合物半导体研发制造平台，目前进展顺利。三安集成上半年实现收入 10.16 亿元，同比增长 170.57%，客户验证情况良好，订单储备丰富，前期新扩充产能已进入量产阶段，有效产能将在第三季度逐步释放，湖南三安项目也已于 6 月份正式投产。随着产能逐步释放和产品交付能力的提升，公司化合物半导体业务未来几年将迎来高速增长。
- **公司去库存成效显著，长期业绩迎来拐点** 2021H1 公司库存金额同比减少 6.6 亿元，其中 LED 芯片库存减少 6.9 亿元，二季度 LED 芯片库存环比减少 4.64 亿元，公司去库存成效显著。公司存货周转率也从去年同期的 258 天逐步降至目前的 156 天，营运效率显著提升。随着公司产能逐步释放，LED 高端产品及三安集成化合物半导体占比的逐步提高，公司营收规模和盈利能力将会持续提升。
- **投资建议** 公司将深度受益于 LED 行业复苏与 Mini LED 爆发，同时化合物半导体业务将保持快速增长，未来将贡献重要业绩增量。预计公司 2021-2023 年实现营业收入 127.00、171.00 和 228.00 亿元，分别同比增长 50.22%、34.65%、33.33%；实现归母净利润 22.19、33.33、45.66 亿元，分别同比增长 118.36%、50.18%、36.99%；目前股价对应 PE 分别为 75.29、50.13、36.60，一年内首次覆盖给予推荐评级。
- **风险提示** LED 复苏不及预期的风险，公司新产品及项目推进不及预期的风险。

三安光电 (600703.SH)

推荐 (维持评级)

分析师

傅楚雄

☎: 010-80927623

✉: fuchuxiong@chinastock.com.cn

分析师登记编码: S0130515010001

王恺

☎: 010-80927627

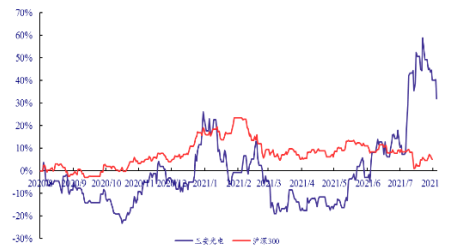
✉: wangkai_yj@chinastock.com.cn

分析师登记编码: S0130520120001

特此鸣谢：实习生 刘立思

单季度业绩	元/股
2Q/2021	0.07
1Q/2021	0.12
4Q/2020	0.02
3Q/2020	0.07
市盈率 (TTM)	132
总市值 (亿元)	1671

相对沪深 300 表现图 (截至 2021-08-17)



资料来源: wind, 中国银河证券研究院

相关研究

投资概要:

驱动因素、关键假设及主要预测:

传统 LED 迎来复苏, Mini LED 加速渗透, 公司 LED 业务迎来拐点。我们认为 LED 行业正在越过低点迎来新一轮的景气周期, 同时, Mini LED 加速渗透, 未来几年行业将迎来爆发。公司作为 LED 芯片全球龙头, 具备从 LED 衬底到芯片的完整布局, 产能规模行业领先, 公司成本优势明显, 在 MiniLED 方面, 公司同样具备行业领先水平, 已成为三星首要供应商并实现批量供货, 随着泉州三安、湖北三安产能逐渐释放, 未来将在 Mini LED 市场占据重要份额。预计 2021-2023 年公司 LED 业务板块将实现营收 69.00/88.00/106.00 亿元, 分别同比增长 38.08%/27.54%/20.45%。同时, 新兴应用的占比提升将带动公司整体 LED 业务板块毛利率提升, 我们预计 2021-2023 年公司 LED 业务板块毛利率分别为 12.50%/24.00%/28.00%。

公司化合物半导体蓄势待发, 未来成长曲线陡峭。公司自 2014 年开始布局化合物半导体业务, 以内生发展为主, 外延并购为辅, 不断积累技术研发、生产经验, 打造自身护城河, 目前已成长为国内化合物半导体领军企业。在 5G 及汽车电动化趋势下, 化合物半导体需求旺盛, 随着公司规划产能的逐渐释放, 化合物半导体业务将迎来快速增长。预计 2021-2023 年公司化合物半导体业务将实现营收 23.00/44.00/80.00 亿元, 同比增长分别为 136.14%/91.30%/81.82%。同时, 伴随公司生产规模逐渐扩大、生产经验逐步累积, 规模效应及生产效率将逐步发展, 2021-2023 年毛利率分别为 17.00%/23.00%/30.00%。

我们与市场不同的观点:

市场认为 LED 行业壁垒较低, 竞争激烈, 对行业复苏存疑。我们认为 LED 行业经历了周期低谷, 行业集中度有所提升, 随着 MiniLED 加速渗透, 未来对于公司技术实力、资本规模等都提出了更高要求, 行业壁垒提升。2020 年下半年以来行业需求强劲复苏, 芯片、显示等厂商订单饱满, LED 芯片企业库存水位降低, 毛利率进一步趋稳, 部分芯片价格已出现一定上涨, 我们认为 LED 行业复苏趋势明确, 将迎来新一轮增长。

市场认为公司化合物半导体技术研发和产能释放进度存在较大不确定性。我们认为公司化合物半导体业务取得较大突破, 进展顺利。目前公司客户验证情况良好, 订单储备丰富, 前期新扩充产能已进入量产阶段, 有效产能将在第三季度逐步释放, 湖南三安项目也已正式投产。随着产能逐步释放和产品交付能力的提升, 公司化合物半导体业务未来几年将迎来高速增长, 公司是国内稀缺的在第三代半导体方面具备全产业链布局的优质企业, 长期增长确定性较强。

估值与投资建议:

公司将深度受益于 LED 行业景气度回暖与 Mini LED 快速渗透, 同时化合物半导体业务将保持快速增长, 未来将贡献重要业绩增量。我们预计公司 2021-2023 年实现营业收入 127.00、171.00 和 228.00 亿元, 分别同比增长 50.22%、34.65%、33.33%; 实现归母净利润 22.19、33.33、45.66 亿元, 分别同比增长 118.36%、50.18%、36.99%; 目前股价对应 PE 分别为 75.29、50.13、36.60, 首次覆盖给予推荐评级。

股价表现的催化剂:

传统 LED 行业复苏, MiniLED 爆发; 第三代半导体快速增长。

主要风险因素:

LED 复苏不及预期的风险, 公司新产品及项目推进不及预期的风险。

目 录

一、公司 LED 芯片龙头地位稳固，其他化合物半导体业务加速落地	3
(一) 全球 LED 芯片龙头，全面布局化合物半导体.....	3
(二) 股权结构稳定，员工持股计划彰显未来信心.....	5
(三) 持续高研发投入，公司竞争力不断提升.....	5
(四) 公司业绩将迎拐点，营业收入大幅增长.....	7
二、全球 LED 景气回暖，Mini LED 带动新一轮增长	8
(一) LED 景气度回暖，行业迎来新一轮增长.....	9
(二) Mini/Micro LED 商业化加速，公司成为三星首供.....	10
(三) LED 新兴应用不断涌现，公司深度布局前景广阔.....	15
三、从材料到封装打造国内化合物半导体一站式平台	17
(一) 应用前景广阔，化合物半导体开启新时代.....	17
(二) 砷化镓：5G 引领新发展，VCSEL 贡献新增量.....	18
(三) 氮化镓：基站射频+快充，双轮驱动快速成长.....	22
(四) 碳化硅：汽车电动化趋势下的新星.....	27
(五) 进军滤波器赛道，完善射频业务布局.....	32
(六) 全产业链布局，打造从材料到封装一站式平台.....	34
四、盈利预测及投资建议	36
(一) 业务预测.....	36
(二) 估值分析.....	37
(三) 投资建议.....	38
五、风险提示	39
七、附录	40

关键假设与敏感性分析:
营业收入增长预测

亿元	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
LED 芯片	54.78	49.97	69.00	88.00	106.00
增长率	-16.52%	-8.78%	38.08%	27.54%	20.45%
化合物半导体	2.41	9.74	23.00	44.00	80.00
增长率	40.94%	304.15%	136.14%	91.30%	81.82%
其他(材料、废料、租金等)	17.41	24.83	35.00	39.00	42.00
增长率	6.74%	42.62%	40.96%	11.43%	7.69%
营业总收入	74.6	84.54	127.00	171.00	228.00
增长率	-10.81%	13.32%	50.22%	34.65%	33.33%

资料来源: 公司公告, 中国银河证券研究院

毛利率变化假设

	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
LED 芯片	12.26%	-2.12%	12.50%	24.00%	28.00%
化合物半导体	13.00%	12.00%	17.00%	23.00%	30.00%
其他(材料、废料、租金等)	85.36%	87.36%	80.00%	75.00%	75.00%
综合毛利率	29.37%	24.47%	31.92%	35.37%	37.36%

资料来源: 公司公告, 中国银河证券研究院

敏感性分析

每股收益(元)		2021E	2022E	2023E
营业收入	+0%	0.495	0.744	1.019
	+10%	0.507	0.776	1.084
	-10%	0.484	0.713	0.958
营业成本/营业收入	+10%	0.351	0.559	0.780
	-10%	0.640	0.929	1.258

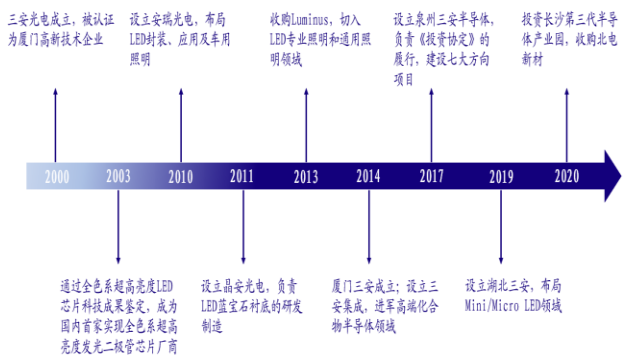
资料来源: 中国银河证券研究院

一、公司 LED 芯片龙头地位稳固，其他化合物半导体业务加速落地

(一) 全球 LED 芯片龙头，全面布局化合物半导体

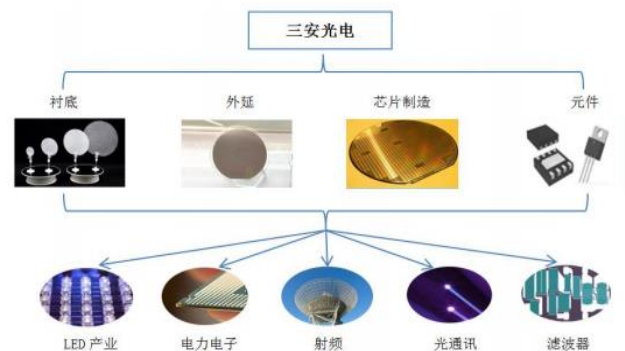
公司是全球 LED 芯片龙头，其他化合物半导体业务逐加速落地。三安光电股份有限公司成立于 2000 年，于 2008 年在上海证券交易所挂牌上市，总部坐落于厦门，产业化基地分布在厦门、天津、芜湖、泉州等多个地区。公司主要以化合物半导体材料所涉及的外延片、芯片为核心主业，化合物半导体涉及砷化镓、氮化镓、碳化硅、磷化铟、氮化铝、蓝宝石等新材料，主要应用于照明、显示、背光、农业、医疗、光伏发电、移动通信设备和基站、消费电源快速充电器等领域。公司下游客户主要为 LED 封装企业及化合物半导体集成电路设计公司。

图 1. 三安光电发展历程



资料来源：公司官网，中国银河证券研究院

图 2. 三安光电产业布局



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

保持 LED 芯片龙头地位，积极布局 Mini/Micro LED。公司深耕 LED 芯片领域，产品结构完善，包括蓝绿光芯片、白光芯片、显示芯片、背光芯片、紫外、Mini/Micro LED 等。据 LEDinside 统计，公司在 2019 年中国 LED 芯片市场份额达到 32%，产销规模位居首位。在 Mini/Micro LED 等新技术产品方面，公司是三星 Mini LED 芯片首供，已实现 Mini LED 的批量供货，在 Micro LED 方面公司也有长期布局，目前进展顺利。

表 1. 三安光电业务及产品情况

器件	材料	器件种类	应用领域
光电	GaAs、GaN、蓝宝石	LED、光伏电池	照明、显示、背光、农业、医疗、光伏发电
微波射频	GaAs、InP、GaN、LT/LN	功率放大器、滤波器、低噪声放大器、开关器、混频器、振荡器、单片微波集成电路等	移动通信设备和基站、WiFi/蓝牙模组、卫星通信、CATV 等
电力电子	GaN、SiC	肖特基势垒二极管、金属氧化物半导体场效应晶体管、绝缘栅双极型晶体管、氮化镓车场效应晶体管等	消费电源快速充电器、家用电器、新能源汽车、不间断电源、光伏/风能电站、智能电网、高速铁路等
光通讯	GaAs、InP	光电探测二极管、垂直腔面激光发射器、分布反馈式激光器	通信基站、数据中心/云计算、光纤到家、3D 感应等

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

公司在 LED 业务基础上，将化合物半导体业务向射频、光通信、电力电子领域发展。公司通过子公司三安集成发展射频、光通讯、电力电子等集成电路芯片业务，可以提供砷化镓、氮化镓、碳化硅等化合物半导体代工。伴随 5G 商业化提速，公司的智能终端射频及滤波器的市场规模将迎来加速成长，公司乘势而上打造具有国际竞争力的射频、滤波器集成电路厂商。受益于电动车、光伏等第三代半导体电力电子器件市场规模快速增长，公司碳化硅二极管业务开拓客户 182 家。此外，公司的光通讯业务在保持及扩大现有中低速 PD/MPD 产品的市场领先份额外，在附加值高的高端产品如 10G APD/25G PD 以及 10G/25G VCSEL 和 DFB 发射端产品均已在行业重要客户处实现验证通过，进入实质性批量生产阶段。

表 2. 三安光电子公司情况

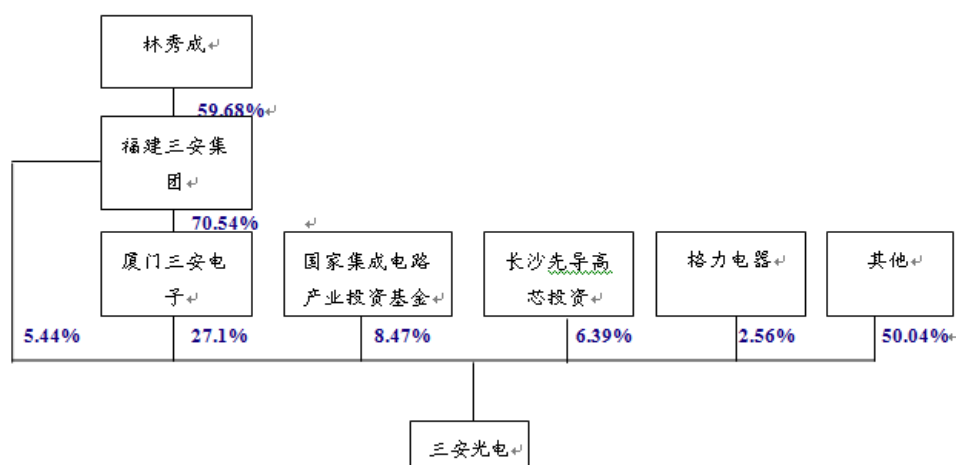
业务分类	子公司	主营业务情况
化合物半导体集成电路产品	厦门市三安集成电路有限公司	在微波射频领域，已推出 GaAsHBT、pHEMT 等面向射频的先进制程工艺，已建成 4 寸、6 寸化合物晶圆制造产线。在电力电子领域，已推出 SiC 功率二极管及硅基氮化镓功率器件。在光通讯领域，已具备生产 DFB、VCSEL、PDAPD 等数通产品的能力，并面向 3D sensing、红外 LiDAR 等领域开发出高功率可见波段、红外波段 VCSEL 及端面发光激光器等应用产品
	湖南三安半导体有限责任公司	从事碳化硅、氮化镓化合物半导体功率芯片的研发、设计、制造及服务
LED 相关产品	泉州三安半导体科技有限公司	从事超高亮度发光二极管 (LED) 等
	厦门三安光电有限公司	从事建设 LED 蓝、绿光外延片、芯片生产线
	芜湖安瑞光电有限公司	从事智能汽车照明系统，LED 光源、LED 车灯、可见光通讯产品，传感器
	厦门市三安半导体科技有限公司	从事电子元件及组件制造；半导体分立器件制造等
	厦门市三安光电科技有限公司	主要从事全色系超高亮度 LED 外延片、芯片，化合物太阳能电池、PIN 光电探测器芯片等的研发、生产与销售。
	天津三安光电有限公司	专业从事半导体 LED 外延片、芯片、太阳能外延片、芯片和应用产品的研发与生产
	安徽三安科技有限公司	从事 LED 外延片、芯片、封装、器件及其应用产品的设计开发、贸易与服务
	安徽三安光电有限公司	主要从事光电科技研究、咨询、服务；电子产品生产、销售；超高亮度发光二极管 (LED) 应用产品系统工程的安装、调试、维修
	湖北三安光电有限公司	从事光电子器件及其他电子器件
	福建晶安光电有限公司	专注于蓝宝石晶体生长和切、磨、抛精细加工，生产销售蓝宝石衬底平片和 PSS 图形化衬底
	安徽三首光电有限公司	从事设计、研发、生产、销售发光二极管产品并提供相关服务
	厦门阳光三安照明技术有限公司	从事 LED 新型光源及新型照明产品的研发
荆州市弘晟光电科技有限公司	专门从事光电产品研发、生产和销售	

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

(二) 股权结构稳定，员工持股计划彰显未来信心

股权结构稳定，国家大基金入股支持化合物半导体发展。公司控股股东为三安集团。林秀成先生为公司实际控制人，持股比例为 14.6%。2015 年与国家大基金签订协议，支持三安光电重点发展 III-V 族化合物，支持并购境内外相关上下游企业。目前大基金持有公司 9.3% 的股权，为公司第二大股东。2019 年三安光电引入兴业信托、泉州金控与安芯基金作为公司战略投资者，有望大幅增加公司控股股东的现金流，改善财务报表结构，同时解决公司投产前期需要的大规模设备和资金投入的问题。

图 3. 公司实际控制人为林秀成



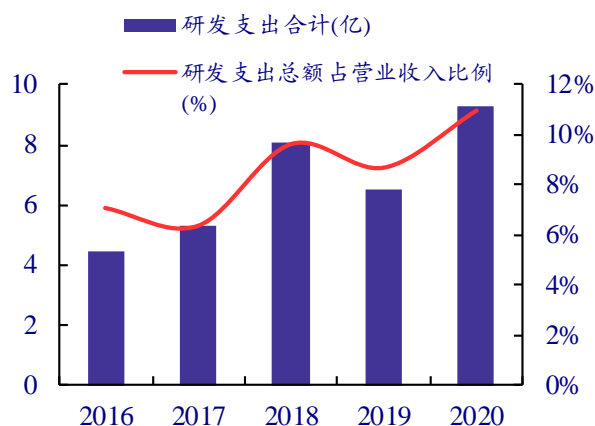
资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

三期员工持股计划完成，彰显公司信心。公司自 2014 年开始，共履行 2014 年度三年锁定期员工持股计划、2016 年度一年锁定期员工持股计划及 2020 年度一年锁定期员工持股计划，通过员工持股计划实现母公司全员持股。基于对公司价值的高度认可和对公司未来发展前景的信心，公司于 2018 年实施回购股票计划，共回购本公司股份 24,494,328 股，占本公司已发行股份的总比例为 0.60%；截至 2020 年 11 月 11 日，本公司第三期员工持股计划通过非交易过户方式受让本公司回购账户中持有的股票和通过二级市场购买的本公司股票全部实施完毕，合计持有本公司股票 76,017,479 股，占本公司总股本的 1.6971%，彰显了公司对未来发展的信心。

(三) 持续高研发投入，公司竞争力不断提升

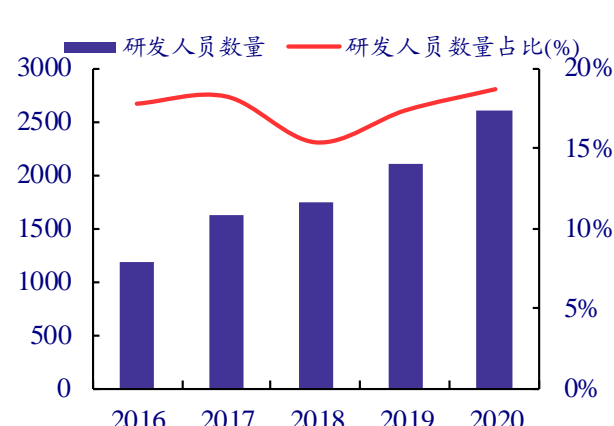
公司作为国内产销规模首位的化合物半导体生产企业，多年来持续加大研发投入，积极提升核心竞争力。公司不断加强研发实力建设，研发投入不断攀升，2016 年至 2020 年间研发支出增长超 110.1%，2020 年研发支出合计 9.3 亿元，营收占比 11%；研发团队不断壮大，自 2016 年的 1178 人，上升至 2020 年的 2602 人，占总员工比例 18.62%。扎实的研发基础成为公司未来产品创新、技术开发的核心驱动力，为公司战略发展奠定了基石。

图 4. 公司研发支出不断提高



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图 5. 公司研发人员稳步提升



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

在全球多国相继成立研发中心, 研发能力达到国际领先水平。公司作为国家人事部认定的博士后工作站及国家级企业技术中心, 拥有国际顶尖的技术研发团队, 研发能力已达到国际先进水平。公司拥有国内外发明专利和专有技术 1654 项, 其中国内专利 1198 项 (授权专利 866 项), 国际专利 456 项 (含 PCT96 件, 授权专利 295 项), 其中发明专利占 86.7%。随着公司不断加大研发力度, 继续完善专利布局, 市场占有率将进一步提升。子公司三安集成已申请了多项国内外发明专利, 目前公司主力产品各项技术指标均达到国际先进水平, 为集成电路业务的市场拓展奠定了坚实的基础。

图 6. 三安光电专利布局

企业专利奖

公司拥有国内外发明专利和专有技术1654项, 其中国内专利1198项(授权专利866项), 国际专利456项(含PCT96件, 授权专利295项), 其中发明专利占86.7%。



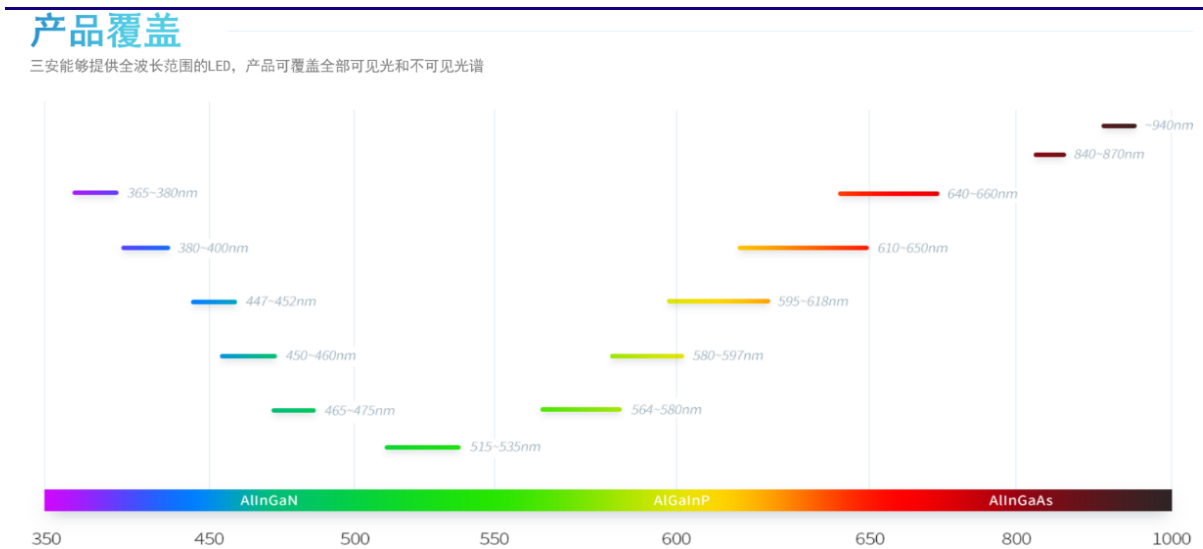
- 发明专利“一种立体式空间分布电极的发光二极管及其制造方法(专利号: ZL200710114547.4)”
- “一种剥离发光二极管衬底的方法(专利号: ZL201110024096.1)”均获中国专利优秀奖;
- 发明专利“一种基于无掩膜转移光子晶体结构的GaN基薄膜LED的制作方法(专利号: ZL200910019198.7)”获省专利二等奖
- 2014年发明专利“高亮度氮化镓基发光二极管及其制备方法(专利号: ZL201010170914)”获省专利一等奖, 详见附件代表性专利证书。

资料来源: 公司官网, 中国银河证券研究院

公司作为LED行业龙头, 规模与渠道优势明显。公司作为国内产销规模首位的化合物半导体生产企业, 不仅投资规模大, 需要配置MOCVD外延炉、蒸镀机、光刻机、蚀刻机、研磨机、抛光机、划片机和各类检测等价格昂贵的设备, 而且技术壁垒高, 在制造过程中需要集成物理、化学、光电、机电等多领域的知识。公司的规模优势还带来了强大的议价能力, 能有效降低成本, 带来更大的产能, 实现良性循环。此外, 公司还积极布局上游原材料衬底, 形成部分自给能力, 设立厂中厂配套辅料气体自制, 下游布局特殊应用领域, 针对市场的特点, 生

产不同领域和不同波段芯片，产品种类全，覆盖领域广，满足下游不同层次客户需求。

图 7. 三安光电产品覆盖全波段 LED

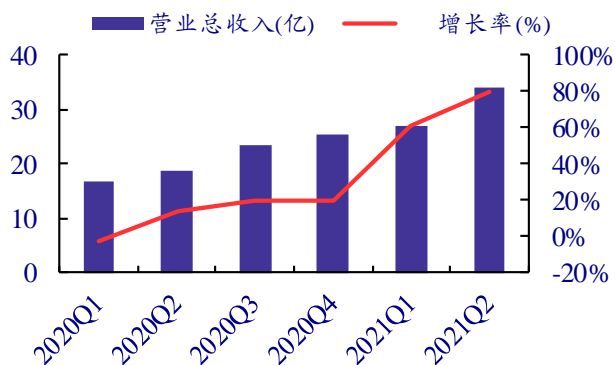


资料来源：公司官网，中国银河证券研究院

（四）公司业绩将迎拐点，营业收入大幅增长

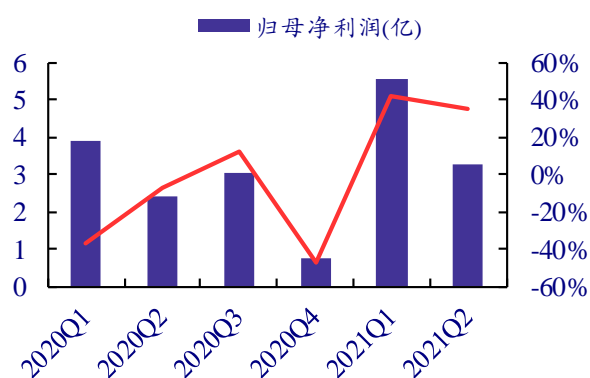
2020 年收入及净利润有所恢复，2021H1 业绩大幅增长。2019 年 LED 芯片竞争激烈，前三个季度产品价格降幅较大，进入第四季度产品价格才逐渐趋于稳定，使得营业收入和归母净利润大幅下滑。2020 年，全球疫情持续高发，LED 整体市场需求体现较强韧性。由于原材料价格大幅上涨，叠加疫情影响，中小企业面临更大的挑战，优势资源和优质客户向掌握核心技术与产业布局合理的龙头企业聚集，行业集中度得到一定提高，2021H1 公司实现营收 61.14 亿元，同比增长 71.4%；实现归母净利润 8.84 亿元，同比增长 39.2%。

图 8. 公司营收逐季增长



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 9. 公司归母净利润大幅增长

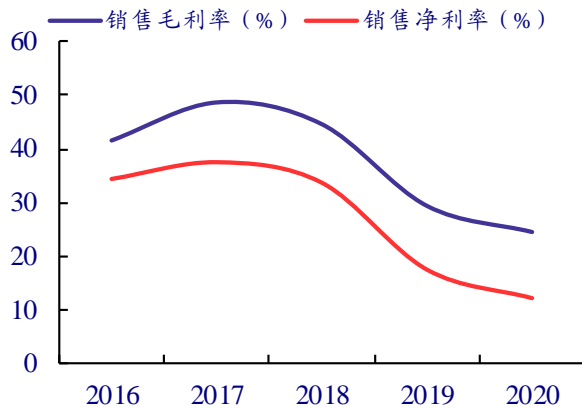


资料来源：Wind，中国银河证券研究院

公司费用结构合理，利润率水平趋于稳定。2016-2019 年，公司研发费用支出不断增加，2020 年公司研发费用支出大幅增加，同比翻一番。销售费用率与管理费用率都稳步提升，费用结构稳定。2017-2020 年公司毛利率、净利率逐年下滑，2020 年分别为 24.47%和 12.02%，

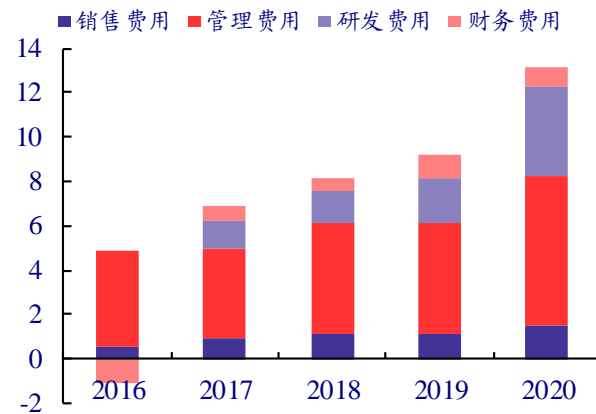
下滑趋势逐渐稳定。

图 10. 公司毛利率、净利率趋于稳定



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

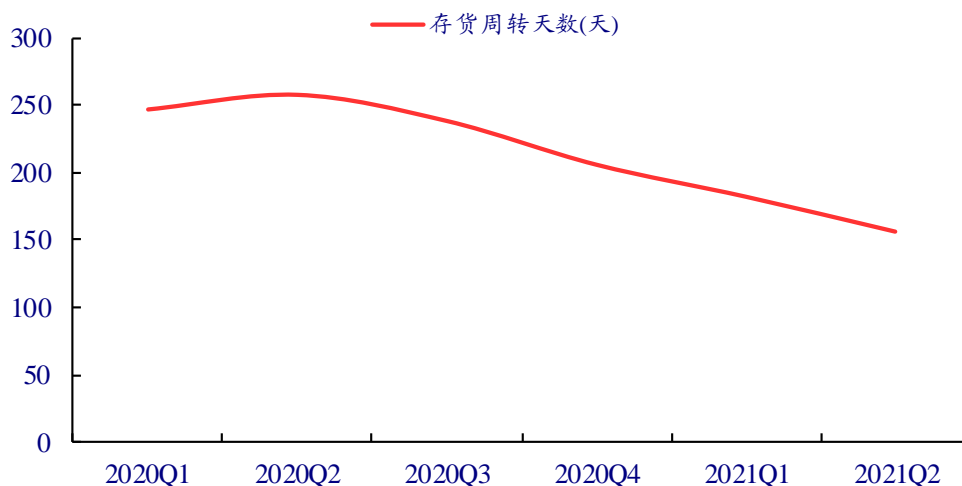
图 11. 公司持续投入研发 (亿元)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

公司去库存成效显著,运营效率显著提升。2020年上半年公司努力克服疫情影响积极复工复产,然而市场需求平淡,直到年底才开始逐步回暖,造成公司库存上升。2020年下半年以来,LED行业需求复苏明显,今年以来部分LED芯片出现缺货涨价,公司LED芯片销售良好,库存水平显著降低。2021年上半年公司库存金额同比减少6.6亿元,其中LED芯片库存减少6.9亿元,二季度LED芯片库存环比减少4.64亿元,公司去库存成效显著。公司存货周转率也从去年同期的258天逐步降至目前的156天,运营效率显著提升。

图 12. 三安光电存货周转天数



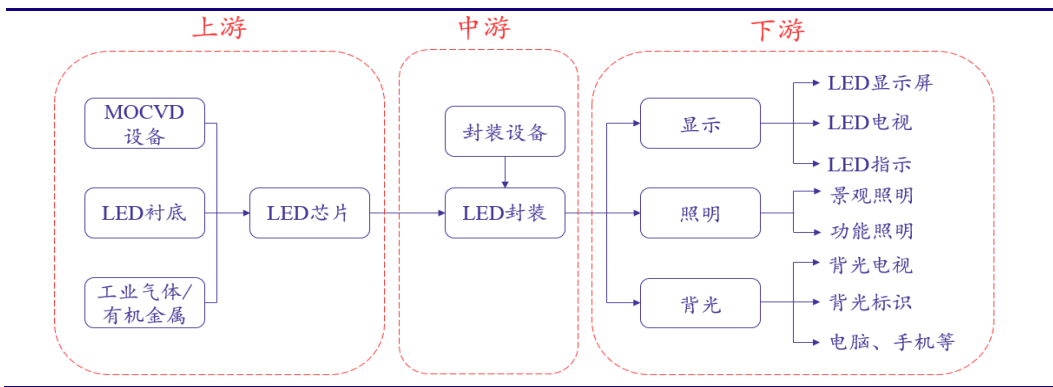
资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

二、全球LED景气回暖,Mini LED带动新一轮增长

(一) LED 景气度回暖，行业迎来新一轮增长

根据 LED 从生产到应用的全过程，LED 产业链一般可以分为上游、中游、下游三个细分行业。其中上游主要为衬底和 LED 芯片的生产制造，中游为 LED 芯片的封装，下游为各类 LED 显示、照明、背光产品的生产和应用。其中，衬底是制造 LED 的基底、生产外延片的主要原材料，外延片目前主要采用 MOCVD 设备进行生产。LED 芯片制造主要是为外延片制作电极并按一定的规格尺寸进行切割。封装是将 LED 芯片粘着导线、进行固定并用不同的材料封装成所需要的形状，根据用户需求，进行 LED 应用产品及控制系统的研发、设计、制造、安装及服务。根据产品的功能和特点，LED 应用产品包括 LED 显示产品、LED 照明产品和 LED 背光产品等。

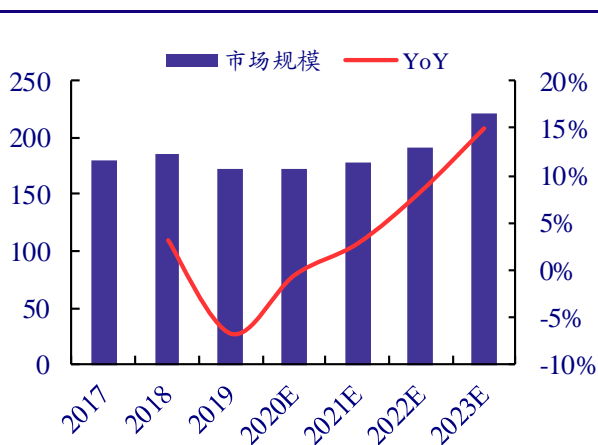
图 13. LED 产业链



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

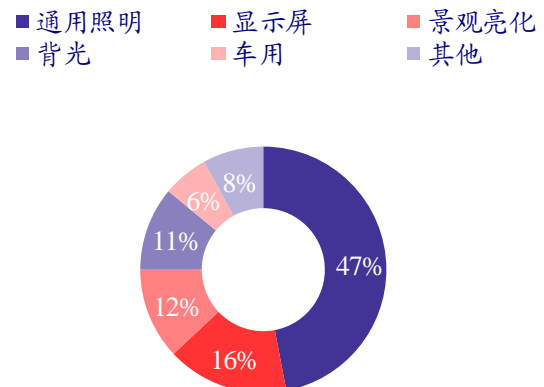
LED 行业景气重新迎来上行机遇。2010-2017 年 LED 行业经历高增长，其中 2015-2017 年 LED 显示、照明、背光行业市场规模增速放缓，同时 LED 芯片产能增速较快，出现阶段性供大于求，对行业发展造成影响。2020 年下半年，LED 显示、背光等需求回暖，LED 行业景气重新迎来上行机遇。从上游 LED 芯片市场看，2020 年受疫情影响行业规模将下滑 1%左右，但 2021 年预计将重回增长，2020-2023 年市场规模复合增长率预计达到 9%左右。

图 14. 2017-2023 年全球 LED 芯片市场规模 (亿美元)



资料来源：LEDinside，中国银河证券研究院

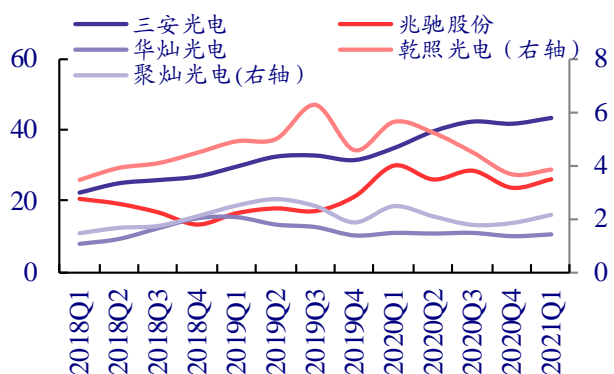
图 15. 2019 年中国 LED 封装应用结构



资料来源：赛迪智库，中国银河证券研究院

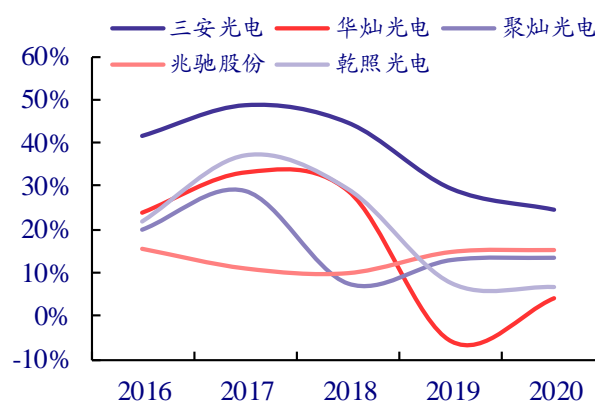
LED 芯片企业库存水位与毛利率进一步趋稳。自 2018 年起，LED 芯片企业整体库存水平不断攀升，2019 年总体保持平稳，2020Q1 受疫情爆发影响，行业需求大幅下降，整体库存水平大幅上涨。此后，LED 芯片企业加强库存管理，兆驰股份、华灿光电、聚灿光电库存水平基本保持稳定，而三安光电由于不断加码化合物半导体业务，导致库存水平不断抬高。销售毛利率方面，行业整体水平自 2017 年快速下滑，其中华灿光电降幅明显，自 33.22% 降至 -5.7%，而 2020 年在下半年行业需求回暖带动下，行业整体毛利率企稳，部分企业开始回升。

图 16. LED 芯片主要上市公司库存水平 (亿元)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图 17. LED 芯片主要上市公司销售毛利率

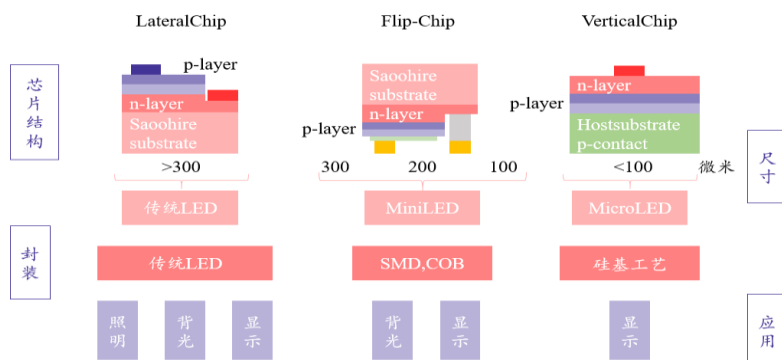


资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

(二) Mini/Micro LED 商业化加速，公司成为三星首供

Mini/Micro LED 是下一轮 LED 技术发展的重要趋势，未来主要应用于背光及显示。Mini/Micro LED 分类标准并不一致，一般主要按照采取芯片尺寸划分的方式。传统 LED 芯片尺寸大于 300 微米，应用领域包括照明、背光、显示，但受到尺寸等影响，高清显示、高密度背光应用仍然受到限制。Mini LED 芯片尺寸在 100-300 微米之间，应用领域主要面向 Mini LED 背光以及 P0.6 (像素点间距 0.6mm) 以上的较高清晰度 Mini LED 显示。Micro LED 芯片尺寸小于 100 微米，甚至未来有望达到 10 微米以内，应用领域主要面向高清显示，包括 P0.9、P0.6、P0.3 及以下高清显示屏/电视，甚至 AR/VR 等更高清晰度的显示。

图 18. LED 技术演进



资料来源: LEDinside, 中国银河证券研究院

Mini/Micro LED 有望引领 LED 下一轮增长。LED inside 统计, 2019 年全球 LED 应用市场规模约 168 亿美元, 2020 年由于疫情原因预计市场总规模将小幅下滑至 165 亿美元。未来五年, LED 应用市场的主要成长动能将来自 Mini 及 Micro LED 的应用, 有望成为仅次于一般照明的第二大应用市场。

表 2. 全球 LED 封装应用产值预估 (百万美元)

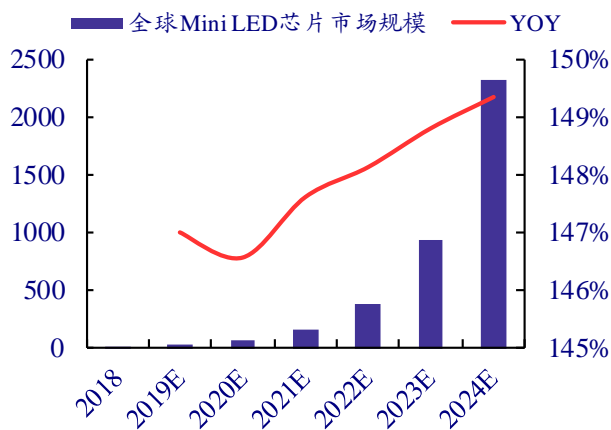
	2018	2019	2020E	2021E	2022E
手机背光	1167	1073	1025	983	966
大屏显示背光	1771	1650	1518	1410	1329
通用照明	7427	6469	6226	6121	6001
植物照明	1129	1052	992	978	1013
车灯照明	2949	2672	2614	2797	2927
Signs&Display	1962	1876	1946	2103	2285
Consumer&Others	1271	1328	1399	1483	1580
不可见光	697	713	810	959	1144
Micro&Mini LED	1	3	20	195	1030
	18373	16837	16549	17030	18275

资料来源: LEDinside, 中国银河证券研究院

Mini/Micro LED 主要有背光与直显两个应用方向。我们认为 2021 年将是 Mini LED 背光商业化的元年, 未来几年行业将迎来爆发, Mini LED 背光将首先在中大屏市场打开空间。Mini/Micro LED 直显将首先在高端商显领域逐步替代小间距 LED 显示, 随着未来成本的下降, 将逐步向大尺寸消费级产品以及 VR/AR 小尺寸产品渗透。

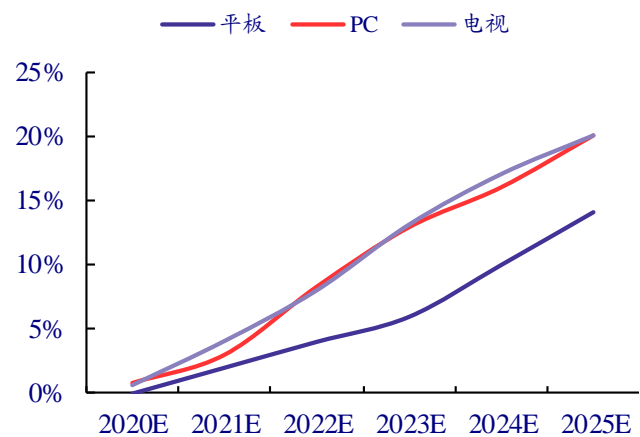
背光: MiniLED 背光技术显示性能可与 OLED 相媲美, 成本低于 OLED 且有望稳步下降, 在不同产品应用端优势明显。Mini LED 背光对 LED 芯片需求将有指数级增长。与传统 LCD 相比, MiniLED 背光具有更高的显示亮度、均匀性和动态范围, 显示效果提升明显。与 OLED 显示相比, MiniLED 背光在显示效果相差不大的情况下, 具有更低的成本、更长的使用寿命, 并且能够避免烧屏问题。因此, MiniLED 背光在平板、PC、电视等领域渗透速度不断加快, 有望逐步替代 LCD 液晶显示。根据 TrendForce 预测, 随着产业链制程技术的进步和良率的提升, MiniLED 背光成本将以每年 15%-20% 幅度下降。MiniLED 背光对 LED 芯片需求较传统背光大大提升, 传统侧入式背光液晶电视 LED 芯片需求约 50-100 颗, 而 Mini LED 背光电视 LED 芯片需求在 10000 颗以上, 将有指数级增长。根据 Arizton 预测, 2021 年全球 Mini LED 背光市场规将达到 1.5 亿美元, 同比增长 148%, 到 2024 年市场规模将达到 23.2 亿美元, 2020 年-2024 年复合增速达到 148%。

图 19. 全球 Mini LED 芯片市场规模 (单位: 百万美元)



资料来源: Arizton, 中国银河证券研究院

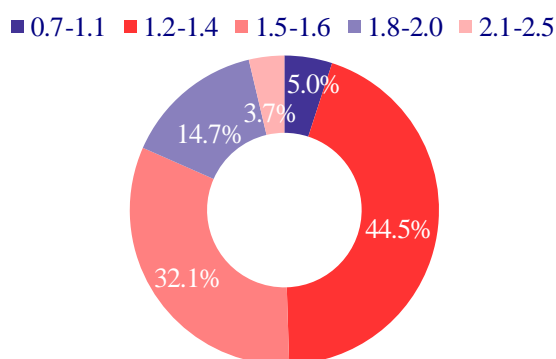
图 20. Mini LED 背光渗透率预测



资料来源: TrendForce, 中国银河证券研究院

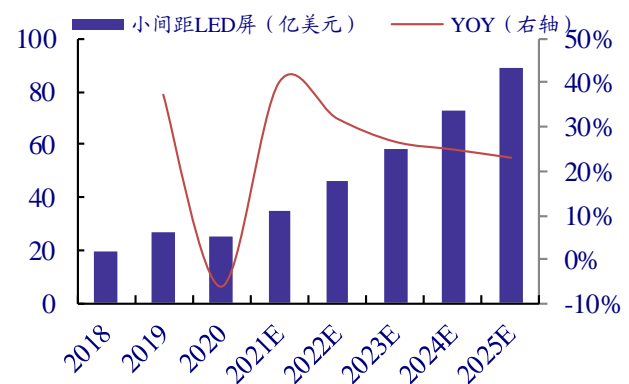
直显: Mini/Micro LED 应用前景广阔, 有望成为显示终极方案。 Micro LED 显示具有自发光、高效率、低功耗、高集成、高稳定性、全天候工作等优良特性, 是下一代主流显示技术的重要选择。目前 Micro LED 主要用于户外或公共显示的超大尺寸解决方案, 未来 Micro LED 应用范围将扩展至 AR、VR 等特定应用领域及电视等大众消费型电子市场。随着 Mini/Micro LED 成本下降, 市场空间逐步打开。根据 IHS 估计, 2026 年全球 Micro LED 显示器出货量将达 15.5 百万台, CAGR 达 99%。根据行家说数据, 全球小间距显示市场规模将从 2020 年的 25 亿美元增长至 2025 年的 89 亿美元, 复合增速达到 29%。间距小于 1mm 的 Mini/Micro LED 显示由于基础较低将有更高的增速, 根据产业调研 2020 年市场规模约 0.8-1.5 亿美元, 我们预计其未来 3 年复合将超过 100%, 2023 年市场规模将达到约 9 亿美元, 其中芯片端市场约 4 亿美元。

图 21. 2019 年中国 LED 小间距显示屏销售结构



资料来源: 奥维云网, 中国银河证券研究院

图 22. 全球小间距显示市场规模将保持快速增长



资料来源: YoLe, 中国银河证券研究院

产品陆续推出, 有望于 2021 年迎来商用落地的加速。 2012 年, Sony 展出了 Micro LED 的 55 英寸高清 LED 电视样品, Micro LED 作为商业化产品第一次出现在大众视野。2016 年以来, Micro LED 处于高速发展阶段, 多品牌推进布局 Mini/Micro LED。苹果近两年发布了一系列 Mini LED 系列产品, 预计将于 2021 年第一季度推出首款 Mini LED iPad Pro, 并在第二季度量产 Mini LED MacBook Pro 机型。三星在 2018 年首次推出采用 Micro LED 技术的商用显

示屏“The Wall”，并于 2020 年 12 月推出新款 Micro LED 电视，2021 年 1 月 7 日 CES（美国消费电子展）开幕前的线上预览中发布了 QLED 电视新品 Neo QLED。华为海思设计出集成 Mini LED 背光源驱动的图像处理芯片，并与瑞丰光电合作进行 Mini LED 背光源量产工艺磨合，以支持其“三屏”战略。TCL、联想等品牌也都在电视、电脑、平板等产品线推出 Mini LED 背光产品线。

表 3. LCD、OLED、Mini LED 背光、Micro LED 显示技术对比

类别	LCD	OLED	Mini LED 背光	Micro LED 显示
发光源	背光模组	自发光	背光模组	自发光
反应时间	毫秒 ms	微秒 μ s	毫秒 ms	奈秒 ns
寿命	长	中	长	长
可视角度	低	中	高	高
PPI（穿戴式）	最高 250	最高 300	500 以上	1500 以上
耗电量	高	高解析度时耗电量高	高解析度时耗电量高	高解析度时耗电量高
成本	低	中	中	高
商品化	已普遍	小尺寸取代 TFT-LCD，大尺寸需突破	小批量出货	利亚德实现大尺寸商用；其他应用各大厂商仍在研发中
产品范围	13-100 寸产品	15 寸以下（柔性）；6 寸以下（刚性） 40-60 寸	9-100 寸（含车载）	100 寸以上 4 寸以下（AR、VR）

资料来源：利亚德白皮书，中国银河证券研究院

当前全球范围内能实现 Mini LED 背光芯片量产并规模出货的企业相对较少，具备相应客户、良率与量产能力的企业更为稀缺，主要集中在拥有技术支持、产能布局合理、产能规模大等具有竞争优势的头部企业。主要的供应商有 Osram（欧司朗）、Nichia（日亚化学）、EnnoStar（富采）等企业。

公司全面布局 Mini/Micro LED，已成功切入三星供应链，成为其首要供应商，现已实现批量供货。2018 年 2 月，公司全资子公司厦门三安同三星电子签订《预付款协议》，为三星电子供应 LED 芯片。该协议约定，三星电子支付厦门三安 1683 万美元预付款，以保证厦门三安排他性的显示用 LED 芯片产能。同时，二者将持续讨论 Micro LED 战略合作，未来厦门三安若实现大规模量产 Micro LED，有望进一步成为三星电子的 Micro LED 首要供应商。

技术方面，公司积极同业内先进企业展开合作，积累技术优势，拓展产品竞争力。公司同 TCL 华星开展技术合作，共同投资 3 亿元（TCL 华星出资 55%，三安光电出资 45%）成立联合实验室，对双方的 LED 及显示面板技术及资源进行整合，更高效地对 LED 及显示面板技术材料、器件及工艺进行研究与开发，并重点投入 Micro LED 领域。双方联合开发 Micro LED 显示器端到端技术过程中，与自有材料、工艺、设备、产线方案相关的技术，包括 Micro LED 芯片、转移、Bonding、彩色化、检测等，打造新技术核心竞争力，在未来竞争中取得先发优势。

公司有机会切入苹果 Mini LED 供应链，随着 Mini LED 成本下降将进一步打开市场。一方面，公司技术、产能皆处于行业前列，正稳步推进客户验证工作，而 A 公司作为下游大户，必将成为公司核心目标之一；另一方面，苹果出于供应链安全管控的角度，也大概率会引入第二家供应商。我们认为公司作为 Mini LED 龙头企业之一，未来切入苹果供应链机会较大。根据 TrendForce 预测，随着产业链制程技术的进步和良率的提升，Mini LED 背光成本将以每年 15%-20% 幅度下降，也将进一步打开市场空间，到 2025 年 Mini LED 背光渗透率将达到 15% 以上。

公司产能弹性大，未来将在 Mini LED 市场占据重要份额。2019 年 4 月，三安光电投资 120 亿元于湖北鄂州葛店经济技术开发区建设 Mini/Micro LED 芯片项目；2021 年 2 月 3 日，项目一期主体建筑成功封顶；2021 年 3 月 16 日，项目变电站如期送电；2021 年 4 月 16 日，项目开始试产，且将于近期正式投产。此项目规划主要为 Mini/Micro LED 芯片，将供给天马微电子、华星光电等光电子信息企业。

三安光电于 2017 年 12 月 5 日同福建省泉州市人民政府和福建省南安市人民政府签署《投资合作协议》。协议约定三安光电将在泉州芯谷南安园区投资超过 333 亿元（含公共配套设施投资），建成高端氮化镓 LED、高端砷化镓 LED、大功率氮化镓激光器、光通讯器件、射频器和滤波器、功率型半导体、特种衬底材料及封装产品应用七大方向的产业化项目。该项目一期计划总投资 138 亿元，其中以非公开发行 A 股方式募资 70 亿元，规划包括 Mini/Micro LED 芯片产能 179.2 万片/年，其中氮化镓芯片 161.6 万片/年，砷化镓芯片 17.6 万片/年；特种封装业务板块 Mini 芯片级封装产能 8483 kk/年。该项目除了 Mini/Micro LED 外，还包括 UVLED、车用 LED 照明、植物照明 LED、大功率激光器、太阳能电池芯片等规划。

表 5. 三安光电泉州半导体研发与产业化项目（一期）规划

应用领域	业务板块	产能规划	产能细分
Mini/Micro	GaN	GaN 芯片年产 161.60 万片	第五代显示芯片（Mini 背光/Micro LED）161.60 万片/年
	GaAs	GaAs LED 芯片年产 17.60 万片	第五代显示芯片（Mini 背光/Micro LED）17.60 万片/年
	特种封装	Mini LED 芯片级封装 8483.00kk/年	
			超高效节能芯片 530.80 万片/年
		GaN 芯片年产 607.6 万片	紫外（UV）芯片 30.80 万片/年
	GaN		大功率芯片 46.00 万片/年
其他应用		PSS 衬底年产 923.40 万片	
		大功率激光器年产 141.80 万颗。	
			ITO 红光芯片 34.90 万片/年
			RS 红光芯片 19.10 万片/年
			高功率红外产品 14.20 万片/年
		GaAs LED 芯片年产 105.6 万片	植物生长灯芯片 14.40 万片/年
	GaAs		大功率户外亮化芯片 7.20 万片/年
			车用级芯片 7.00 万片/年
			医疗健康芯片 8.80 万片/年
		太阳能电池芯片年产 40.50 万片	商用卫星电池 13.50 万片/年
			临近空间装置 27.00 万片/年

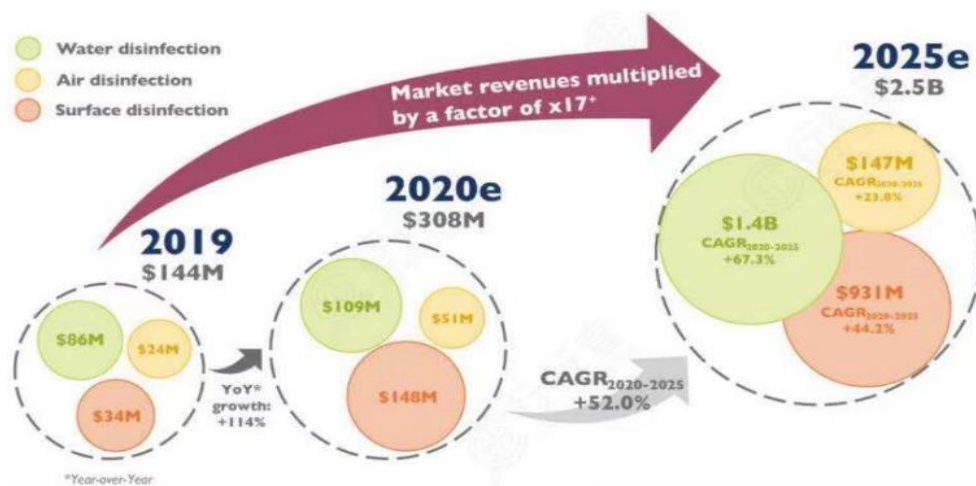
特种封装	UV LED 封装 81.40kk/年
	车用级 LED 封装 57.80kk/年
	大功率 LED 封装 63.20kk/年
	IR LED 封装 39.00kk/年

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

（三）LED 新兴应用不断涌现，公司深度布局前景广阔

除了 Mini/MicroLED, 其他 LED 新型应用也正在加速发展, 植物照明市场迎来高速增长、深紫外 LED 市场快速成长、车用 LED、红外 LED 等的市场渗透率正逐步提升。公司积极进行多元化布局, 重点投入 Mini/Micro LED、植物照明、车用 LED、UV (紫外) LED 等新兴应用领域, 提高公司盈利能力和抗风险能力, 未来成长空间广阔。

图 23. UVC LED 市场规模



资料来源：Yole, 中国银河证券研究院

疫情推动消费者教育，深紫外 LED 市场迎来快速发展。UVC (深紫外) LED 前期发展缓慢: 产品方面, 光功率、光效、使用寿命皆有待提高; 需求方面, 产品使用、杀菌效果难以被消费者直接感知。伴随技术的发展, 叠加 2020 年新冠疫情爆发迅速推进消费者教育、政策引导, UVCLed 进入快速增长通道。短期内, 防疫将贡献较大需求, 帮助行业快速突破商业化早期阶段; 长期内, 市场渗透率有望进一步提升带来需求发展, 规模化提升降低生产成本, UVC LED 依然维持较大增长空间。据 Yole 统计及预测, UVC LED 行业 2019 年市场规模为 1.44 亿美元, 2020 年将同比增长 114%, 达到 3.08 亿美元, 而 2020-2025 年将以 52% 的 CAGR 快速增长, 预计 2025 年将达到 25 亿美元。

公司深耕 UVC LED 领域，先发优势明显，将充分受益于行业爆发。2014 年起, 三安光电在国内率先投入 UVC 深紫紫外延、芯片与封装研发, 并于 2015 年承担紫外与深紫外项目国家重点研发计划相关任务, 获得国家科技进步二等奖。目前公司针对已知有效杀菌波段开发多种尺寸 UVC 芯片及小、中、大及超大功率 UVC LED 产品, 其产品光功率性能已达国际同等水平, 达到 2%-4% 光效。目前, 三安光电 UVCLed 已成功切入一线家电品牌的杀菌、水净化等应用市场, 缔结战略合作关系, 共同开发 UVCLed 模组。截至 2019 年, 三安光电 UVC

产品累计达到 1kk 产出，并实现月产能 1kk 以上。

图 24. 全球植物照明市场规模（单位：亿美元）



资料来源: Frost&Sullivan, 中国银河证券研究院

植物照明 LED 表现优异，市场迎来新发展。相比于传统照明光源，使用 LED 光源进行植物照明具备节能效率高、散热低、寿命长、光谱可调控等特点，性价比更高，能满足更精细化的植物生长需求。据 Frost&Sullivan 统计及预测，2015 年全球植物照明市场规模为 17.6 亿美元，2019 年成长至 37.9 亿美元，CAGR 为 21.1%，且在农业 4.0 趋势下，温室大棚及植物工厂等新型农业形式渗透率将快速提升，全球植物照明市场将于 2024 年达到 115 亿美元。

表 6. 常用植物照明类型对比

类型	发热量	光谱	电光转换效率	光合效率	寿命	环保性
荧光灯	小	含 50%绿光，不合理	较高	低	相对长，约 12000h	不环保，内含水银蒸汽或惰性气体
高压钠灯	大	较多红橙光和较少蓝绿光	较高	低	相对长，约 12000h	不环保，含汞蒸汽
金属卤化物灯	大	较多远红光	低于高压钠灯	低	低于高压钠灯	不环保，含汞
LED 植物照明	小	全光谱，且可个性化调整	高	高	长	环保且节能

资料来源: 国星光电, 中国银河证券研究院

三安深度布局，借中科三安发展东风，植物照明 LED 芯片业务有望快速起量。2015 年底，三安光电联合中国科学院共同成立中科三安，分别发挥各自在植物学与光电技术领域优势，共同打造国际化植物照明龙头标杆。历经 5 年快速发展，中科三安已完成生长系统、园艺照明、环控系统三大产品系列布局，提供无人化、模块化、育苗植物工厂及以人体验为主的植物梦工厂四大解决方案。

表 7. 中科三安历史发展及市场拓展

时间节点	市场	事件内容
2015.12	中国	中科三安正式成立
2016.06	中国福建	中国福建 10000 m ² 商业化植物工厂基地建成并投产
2017.12	中国安徽	中国安徽 10000 m ² 产业化基地建成
2018.05	美国拉斯维加斯	美国拉斯维加斯 5000 m ² 蔬菜及药用植物产业化基地正式投产

2018.07	新加坡	与新加坡 VertiVegies 合作建设 20000 m ² 植物工厂
2018.08	韩国	与韩国 Farm 8 签署合作协议, 携手开启韩国市场
2020.01	欧洲	与爱尔兰 Farmony 合作, 共同开拓欧洲垂直农业市场
2020.05	卡塔尔	与广州厚德农科携手, 开展卡塔尔植物工厂项目合作
2020.06	阿联酋	与阿联酋 GCAF 合作, 共同开拓阿联酋垂直农业市场
2020.10	澳洲	与澳大利亚 New Horizon 合作, 共同开拓澳洲垂直农业市场
2020.10	西班牙	与西班牙 VIREX TECH 合作, 共同开拓西班牙 LED 园艺照明市场
2020.11	马来西亚	与马来西亚 SQUARE ROOTS 合作, 共同开拓马来西亚的垂直农业市场
2021.01	东欧	与捷克 NEW WAVE 合作, 共同开拓东欧垂直农业市场

资料来源: 公司官网, 中国银河证券研究院

伴随汽车电动化、智能化趋势, 车用 LED 使用覆盖率不断提升, 市场整体保持稳定增长。据集邦咨询数据, 2019 年全球车用 LED 市场为 26.72 亿美元, 2020 年在疫情冲击下, 全球汽车行业受到抑制, 相应车用 LED 受到影响, 市场规模下降至 25.72 亿美元, 同比降低 3.74%。2021 年, 预计 LED 将凭借其节能环保、亮度及光色可调、寿命长、安全性高等优势, 进一步提升车用 LED 渗透率, 在头灯与车用面板需求带动下, 获得较大成长空间, 市场规模有望达到 29.26 亿美元, 同比增长 13.76%。

公司并购英国汽车照明公司 WIPAC 快速切入车用 LED 市场, 并以此为基础进行产品拓展。WIPAC 是一家具备百年发展历史, 全球领先的豪华汽车、超级跑车的照明系统一级供应商, 主要从事研发、生产和销售高端汽车前照灯、尾灯和所有类型的外部辅助照明灯具, 其客户包括宾利、保时捷、奥迪、奔驰等著名品牌。三安光电通过收购 WIPAC 可加快自身车用 LED 芯片产品导入, 同时以此为本向车用显示、功率器件等领域进行拓展。

公司以 LED 业务起家, 自 2000 年成立起已在 LED 领域深耕超 20 年, 凭借深厚的技术积累成为国际性 LED 芯片龙头。同时, 三安光电管理层凭借 LED 领域经营经验及独到的战略眼光, 及时把握 LED 新兴应用发展机会, 成为各细分领域领头羊, 先发积累技术优势及产能建设。随着 LED 行业景气度回升, 以及 MiniLED、植物照明等新兴应用的加速渗透, 我们认为 LED 行业将迎来新一轮增长。公司是 LED 芯片绝对龙头, 在 MiniLED 方面也具备领先实力, 未来将充分受益于行业的复苏, LED 业务将重回增长。我们预计 2021-2023 年公司 LED 业务板块将实现营收 69.00/88.00/106.00 亿元, 分别同比增长 38.08%/27.54%/20.45%。同时, 新兴应用的占比提升将带动公司整体 LED 业务板块毛利率提升, 我们预计 2021-2023 年公司 LED 业务板块毛利率分别为 12.50%/24.00%/28.00%。

三、从材料到封装打造国内化合物半导体一站式平台

(一) 应用前景广阔, 化合物半导体开启新时代

半导体材料历经三代发展, 各代材料携手并进。第一代半导体材料以硅、锗为代表, 技术工艺成熟, 储量极其丰富且性价比高, 90%以上的半导体产品由硅基材料制作, 奠定了微电子产业基础; 第二代半导体材料以砷化镓、磷化铟为代表, 相比于第一代半导体材料具备更高的禁带宽度及电子迁移率, 是制作半导体发光二极管和通信器件的关键衬底, 开创了微波射频半导体时代, 同时奠定了通信半导体基础; 第三代半导体材料以碳化硅、氮化镓为代表, 其禁带

宽度明显高于前两代，被广泛应用于高温、高功率、高压、高频等大功率领域。三代半导体各有优劣，在各自的应用场景存在比较优势，占据一席之地，在整个半导体产业的发展下共同扩张。

新应用需求为化合物半导体带来广阔空间。硅质半导体均衡的物理性质铸就了其半导体行业的核心地位，但也制约其新的发展。在诸如射频、功率模块等领域，硅质半导体受限于自身性质，无法适应高温、高频、高压等环境条件，如其带隙宽度和电子迁移率较低，不利于制作高频、高功率器件。由此，化合物半导体应运而生。化合物半导体是由两种元素及以上组成的化合物半导体材料，即第二代、第三代半导体材料，以砷化镓、碳化硅、氮化镓为代表。化合物半导体拥有高禁带宽度、高电子迁移率及高电子饱和漂移速度，能够满足新应用要求，同时具备较强性能、体积优势，将伴随科技发展而获取广阔的发展空间。

表 8. 三代半导体材料特性梳理

		禁带宽度 (eV)	电子迁移率 ($cm^2/V \cdot S$)	电子饱和漂移速度 ($10^7 cm/s$)	热导率 (W/cm·K)	理论最高工作 温度 (°C)	特点
第一代	Si	1.12	1500	1	1.5	175	工艺成熟、储量丰富、价格便宜；各项性能指标相对均衡。
第二代	GaAs	1.43	8500	1	0.46	350	高电子迁移率；资源稀缺、价格昂贵、具毒、污染环境。
第三代	SiC	3.26	1000	2	4.9	600	禁带宽度高，适用于高功率、高电压、高频需求；生长温度高，制造工艺难且不成熟，成本高
	GaN	3.45	1250	2.2	1.3	800	
性能关系		禁带宽度越大，越耐高压，耐高温	电子迁移率越高，可通过电流越大	漂移速度越快，可工作频率越高	热导率越高，可工作温度越高		

资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院整理

第二代半导体材料砷化镓被广泛应用于无线通信领域。无线通信信息传送具备高速、高效特征，要求将信号作高频化和数字化处理，因此需要高频、高速、低工作电压及低噪声的半导体器件。而砷化镓相对低的禁带宽度、高电子迁移率等特性同无线通信需求相契合，被广泛应用于移动设备、网络基础设施、国防与航空航天等应用场景中的通信模块。

第三代半导体材料碳化硅、氮化镓凭借优异的性能适应高压、高频、高温环境，被广泛应用于射频、功率器件中。碳化硅和氮化镓相比，碳化硅具有更高的禁带宽度，能够承受更高的电压，并拥有更高的功率密度；而氮化镓的电子迁移率相比碳化硅高 1/4，其 dV/dt 电压超 100V/s，关断时间几乎为 0，能满足更高频率要求。

(二) 砷化镓：5G 引领新发展，VCSEL 贡献新增量

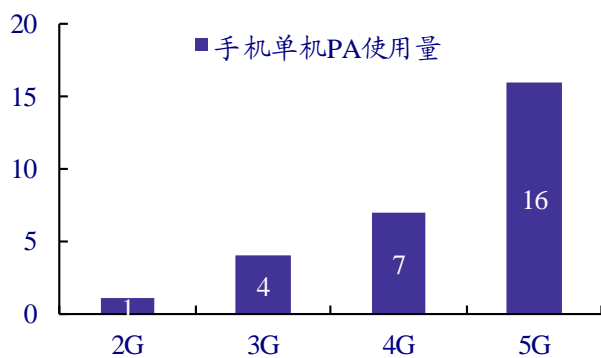
砷化镓为最具代表性的第二代半导体材料，同时也是目前研究最成熟、生产量最大的化合物半导体材料。砷化镓材料被分为半绝缘和半导体两类。其中，半导体砷化镓材料被用于

LED 衬底制造，而半绝缘砷化镓材料主要被用于无线通信领域中的射频器件以及光电子领域的激光 VCSEL 等，附加值较高。射频模组包括功率放大器 PA、滤波器 Filter、低噪声放大器 LNA、开关 switch、双工器五大模块及其他。其中，PA 占比整个射频市场约 33%，大部分由砷化镓材料制作而成。

5G 技术对射频提出了新要求，砷化镓 PA 将加速渗透。4G 时代，手机端 PA 制造以 CMOS 和砷化镓为主。进入 5G 时代后，5G 网络峰值速率将超过 10Gbps，网络延迟降低 50 倍至 1 毫秒，连接密度增长 10 倍至 100 万/平方公里，要求射频芯片具备高频、高效、高功率性能。而传统 CMOS 材料物理性质无法满足要求；同时第三代半导体材料氮化镓虽然相比砷化镓具备更优秀的性能，但一方面成本还较高，无法大规模商用，另一方面功率太高对手机功耗影响太大，因此主要在部分基站端应用。因此，具备性能优势、技术成熟可靠的砷化镓将充分受益于 5G 大时代的发展，在民用 PA 领域扩大市场份额及规模。

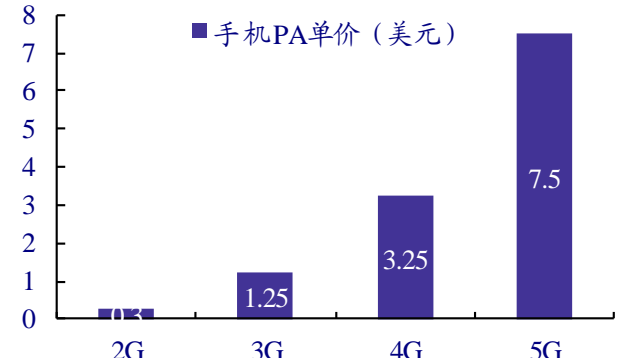
全频谱接入，单机砷化镓 PA 应用量增加。一方面，5G 应用要求新的射频器件承担 5G 特有频段，截至 2021 年 3 月，全球运营商发布的 5G 频段可使用数目为 196 个，将带来较多砷化镓 PA 增量；另一方面，射频终端需要向前兼容，提供包括 3G、4G 在内的射频功能，因此 5G 单机砷化镓 PA 使用量将在 4G 终端基础上增加。据中国产业信息网数据显示，4G 手机平均使用 5-7 颗 PA 芯片，而 5G 手机所需 PA 芯片数量将高达 16 颗。

图 25. 5G 单机 PA 使用量高达 16 颗



资料来源：中国产业信息网，中国银河证券研究院

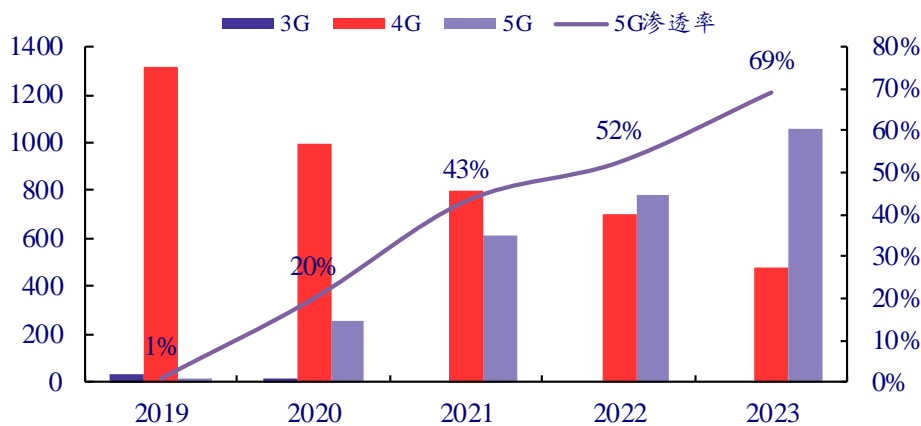
图 26. 5G PA 单价将达到 7.5 美元



资料来源：中国产业信息网，中国银河证券研究院

技术升级，5G 砷化镓 PA 单价增加。5G 应用对射频 PA 提出了新要求：5G 技术的应用导致手机天线及滤波器组件的增加，而在有限的手机空间中 PA 组件可用空间将受到挤压，对 PA 多频段设计带来技术难题；5G 新开频段 UHB 要求更高的频率以保证信号发送与接收质量、更宽的带宽以保证数据传输速度、更高的散热要求，同时 5GPA 失真现象概率变大，对 PA 设计线性要求提高。据中国产业信息网数据显示，2G 手机用 PA 平均单价为 0.3 美元，3G 手机用 PA 上升至 1.25 美元，全模 4G 手机用 PA 达到 3.25 美元，而预计 5G 手机 PA 平均单价将倍增，高达 7.5 美元以上。

图 27. 2022 年 5G 手机出货量将超过 4G



资料来源: CanaIys, 中国银河证券研究院

5G 手机渗透率不断提升, 出货量迎来快速成长, 驱动砷化镓市场发展。据 CanaIys 统计及预测, 2021 年第一季度, 全球 5G 手机出货量占比智能手机 37%, 预计 2021 年全年 5G 手机出货量将达到 6.1 亿台, 最终全年占比智能手机 43%。而预计在 5G 手机价格下行带动下, 5G 手机将快速普及, 获得爆发式增长, 在 2022 年渗透率达到 52%, 反超 4G 手机出货量, 并于 2023 年渗透率达到 69%。

VCSEL (垂直腔面发射激光器) 技术是砷化镓又一重要应用领域。此技术目前主要被用于消费电子领域的 3D 感测方面, 实现人脸识别功能。半导体激光器可被分为边发射激光器 (EEL) 和垂直腔面发射激光器 (VCSEL), 其中 VCSEL 凭借出光适合做成二维阵列形式、功耗低等优点被广泛应用于消费电子市场, 在 3D 视觉发展过程中占得一席之地。

图 28. VCSEL 市场快速发展



资料来源: Yole, 中国银河证券研究院

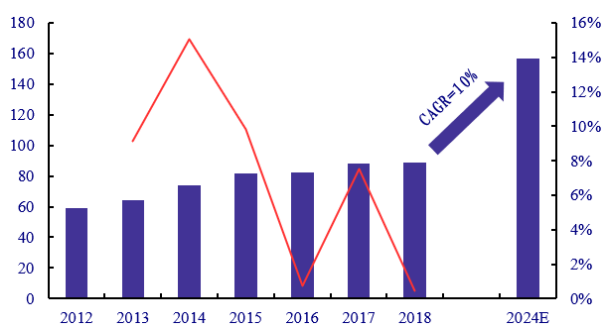
消费电子重塑 VCSEL 产业, 汽车应用驱动下一轮增长。2017 年, 苹果率先在其 iPhone X 系列产品中应用基于 VCSEL 的前置结构光方案, 已实现人脸识别功能, 引领全行业智能手机 3D 感测新浪潮, 为 VCSEL 带来广阔增长空间。而 VCSEL 在消费电子领域蓬勃发展的同时, 其凭借自身可靠性、成本优势开始逐步向车用激光雷达方案渗透。据麦姆斯咨询资料显示,

国产厂商纵慧芯光 VCSEL 产品已于 2020 年 8 月通过 AEC-Q102 第三方车规认证，成为国内首家也是目前唯一一家通过该认证厂商。

VCSEL 蓬勃发展，为砷化镓市场贡献新增量。据 Yole 统计及预测，2018 年 VCSEL 市场为 7.38 亿美元，预计 2024 年将达到 37.75 亿美元，CAGR 达 31%，其中手机及消费市场将贡献 28.29 亿美元增量空间，是 VCSEL 核心应用领域。而砷化镓作为 VCSEL 核心原材料，亦将借助其迅猛发展获取较大增长动力。

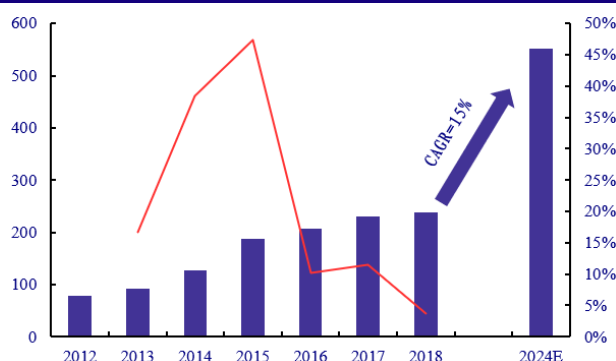
全球砷化镓元件市场规模逐年增加，我国市场将以更快速度发展。据前瞻产业研究院数据显示，2018 年全球砷化镓元件市场规模达到 88.7 亿美元，预计到 2024 年达到 157.1 亿美元，2018-2024 年 CAGR 为 10%；2018 年中国砷化镓元件市场规模达到 238.36 亿元，预计到 2024 年达到 551.3 亿元，2018-2024 年 CAGR 为 15%。

图 29. 2012-2024 全球砷化镓元件市场规模 (亿美元)



资料来源：前瞻产业研究院，中国银河证券研究院

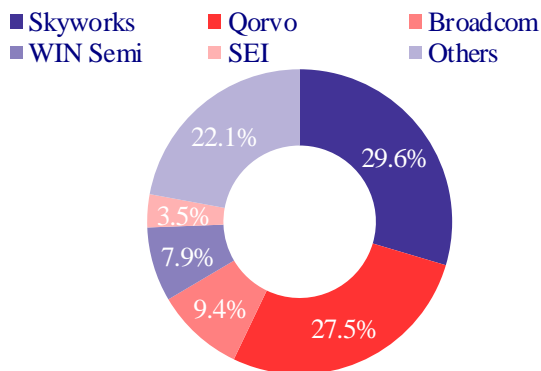
图 30. 2012-2024 中国砷化镓元件市场规模 (亿元)



资料来源：前瞻产业研究院，中国银河证券研究院

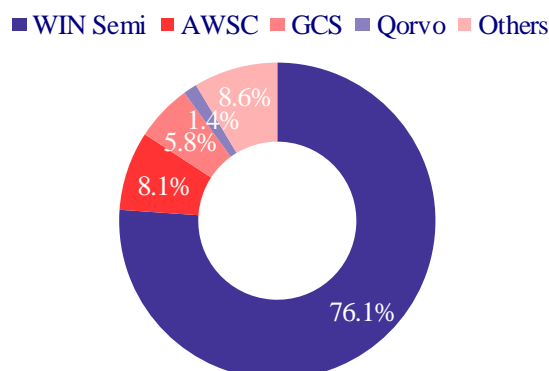
上游设计同下游代工互相绑定，共筑护城河优势。全球砷化镓元件市场呈现寡头垄断特征，Skyworks 和 Qorvo 两家独大，分别占整个市场 29.6% 和 27.5% 份额。而砷化镓代工市场则呈现一家独大特征，稳懋市场占比高达 76.1%，是当之无愧的全球第一大砷化镓晶圆代工半导体厂商。稳懋同 Skyworks、Qorvo 建立了稳定的合作关系，在砷化镓设计到生产主要环节共同合作，进行适配，构造独特的技术体系及标准，协同打造护城河，占得各自市场较大份额。

图 31. 全球砷化镓元件市场 CR2 超 50%



资料来源：Strategy Analytics，中国银河证券研究院

图 32. 全球砷化镓晶圆代工市场一家独大



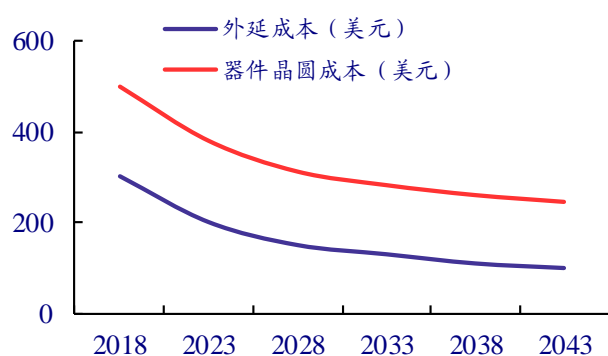
资料来源：Strategy Analytics，中国银河证券研究院

国产砷化镓上游下游齐发力，三安光电迅速发展，有望成为具备全球竞争力的砷化镓制造企业。三安光电砷化镓射频产品以 2G-5G 手机、WIFI 为主，客户累计近 100 家，客户地区涵盖国内外，并已成为国内知名射频设计公司主力供应商。砷化镓射频 2021 年上半年扩产设备已逐步到位，产能达到 8000 片/月，未来目标扩产到 3 万片/月，对标稳懋 4.5 万片/月产能规模，公司未来有机会成为全球领先的砷化镓制造企业。目前，公司下游需求旺盛，公司加快实施扩产计划，尽快满足客户订单交付。此外，在砷化镓 VCSEL 方面，三安光电 10G/25G VCSEL 产品已通过行业内重要客户验证，进入实质性批量生产阶段，出货量快速增长，量产客户达到 55 家。

（三）氮化镓：基站射频+快充，双轮驱动快速成长

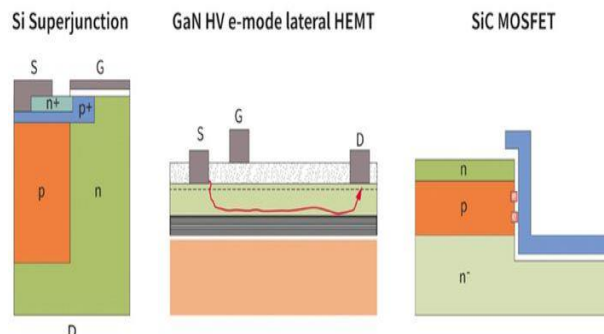
氮化镓属于第三代半导体材料，具备宽禁带特征，性能优异，能满足更高水平要求。相比于第一代、第二代半导体材料，其特性优势突出，氮化镓器件可在 200°C 以上的高温下工作，承载更高的能量密度，且具备更高的可靠性、能效比、运行速度。和同属于第三代半导体材料的碳化硅相比，氮化镓一方面在降低成本方面展现出了更强的潜力，随着技术进步及应用场景不断增加，氮化镓器件成本中外延成本占约 2/3，有较大下降空间；另一方面，氮化镓器件为平面器件，与现有硅半导体工艺兼容性更强，更易于集成，降低用户使用门槛。

图 33. 6 寸氮化镓成本不断下降



资料来源：CASA，中国银河证券研究院

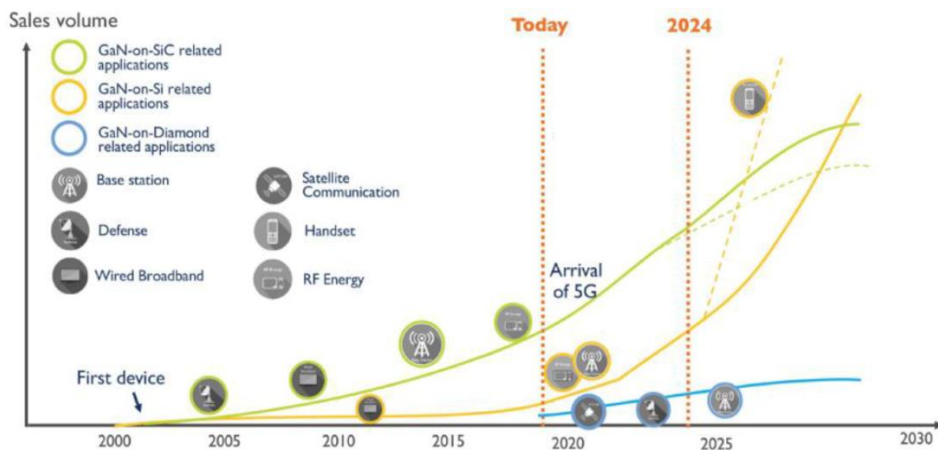
图 34. 氮化镓 MOSFET 采用水平结构



资料来源：中国银河证券研究院

氮化镓外延片根据衬底不同被分为硅基氮化镓 (GaN-on-Si)、碳化硅基氮化镓 (GaN-on-SiC) 和金刚石基氮化镓 (GaN-on-Diamond)，其中硅基氮化镓和碳化硅基氮化镓应用更广。碳化硅基氮化镓既拥有碳化硅优异的导热性能，能在较高温度下运行，又具备氮化镓高频、高功效特性，性能优越，但衬底成本较高，主要被用于 5G 基站 PA、军用雷达等领域。相比于碳化硅基氮化镓，硅基氮化镓性能稍逊，但其性能比上一代 LDMOS 有较大的发展，功率密度达到其 5-8 倍，同时硅衬底易于生长，成本更低，对传统 CMOS 工艺兼容，易于集成，更适合用于大规模 toC 商用领域，被用于消费电子快充、新能源车电机驱动等领域。

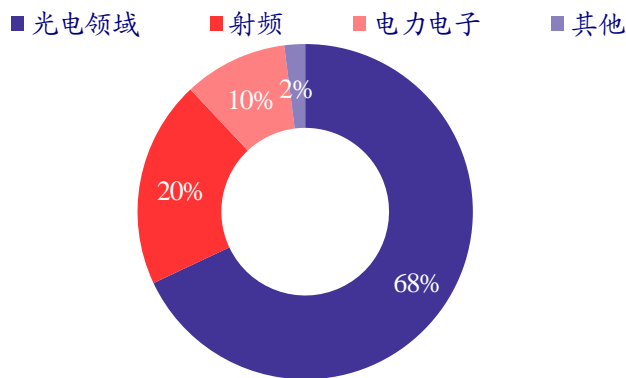
图 35. 硅基氮化镓和碳化硅氮化镓迅速发展



资料来源：Yole，中国银河证券研究院

光电、射频、电力电子是氮化镓的主要应用场景。从应用场景来看，氮化镓材料主要被用于光电领域，此外射频是另一大应用场景，其次为电力电子领域。据赛迪顾问数据显示，氮化镓材料在光电领域应用最多，占比 68%，其次为射频领域，占比 20%，电力电子领域占比为 10%。

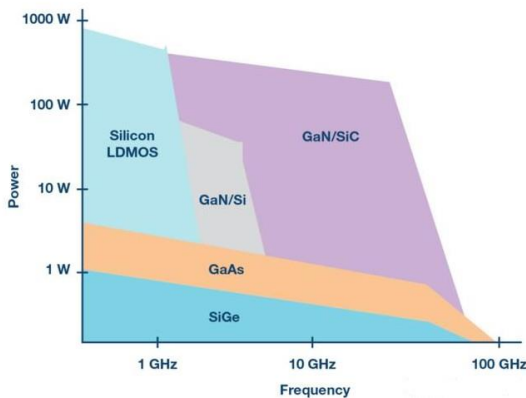
图 36. 射频和电力电子市场将带动三安光电氮化镓业务发展



资料来源：赛迪顾问，中国银河证券研究院

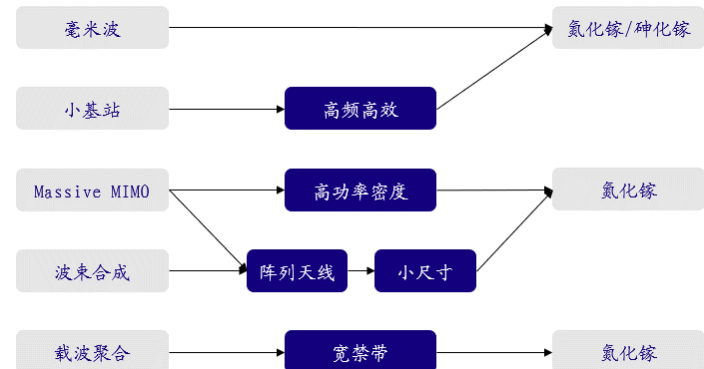
氮化镓凭借优异性能，将在 5G 基站端大放异彩。目前射频前端应用中，硅基 LDMOS、砷化镓和氮化镓三分天下，然而随着射频应用频率的增加、化合物半导体应用成本下降，LDMOS 无法满足更高频、更高功率的应用要求，化合物半导体材料将逐步侵占 LDMOS 应用空间。氮化镓同砷化镓相比具备更强的性能：氮化镓器件能提供相比砷化镓器件高十倍的功率密度，并具备更大的带宽、更高的放大器增益，减小器件尺寸。同时，氮化镓器件也拥有更高的功率，被广泛应用于基站端。

图 37. 氮化镓具备高频、高功率特性



资料来源: CASA, 中国银河证券研究院

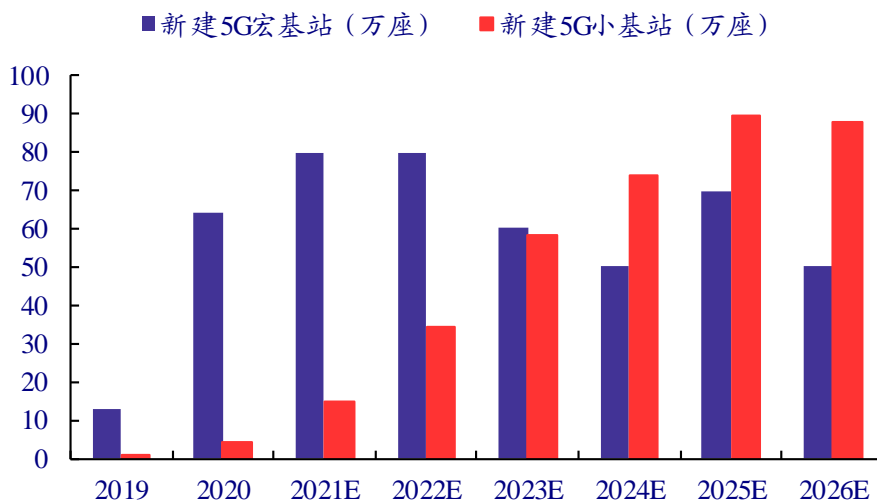
图 38. 氮化镓被广泛用于 5G 基站中



资料来源: Yole, 中国银河证券研究院

“宏小结合”，5G 基站仍处于建设高峰期。信号覆盖范围主要受穿透能力（功率）和衍射能力影响。5G 基站信号覆盖范围相较 4G 基站大幅衰减，自 2 公里左右下降至 200 米左右：一方面，辐射功率受到国家法规限制，5G 穿透能力有限；另一方面，5G 采用较高频段，分布于 2515-4900MHz 间，频率越高、波长越短、衍射能力越弱。因此，5G 基站采用“宏小结合”方式实现信号全覆盖，在宏基站的基础上，建设小基站以起到中继作用。根据工信部及 Small Cell Forum 数据统计及预测，2020-2022 年我国 5G 宏基站将引来建设高峰，最高达 80 万座，而 5G 小基站建设将逐步扩张，预计将于 2025 年达到顶峰。

图 39. 2019-2026 中国 5G 宏基站及小基站新建量

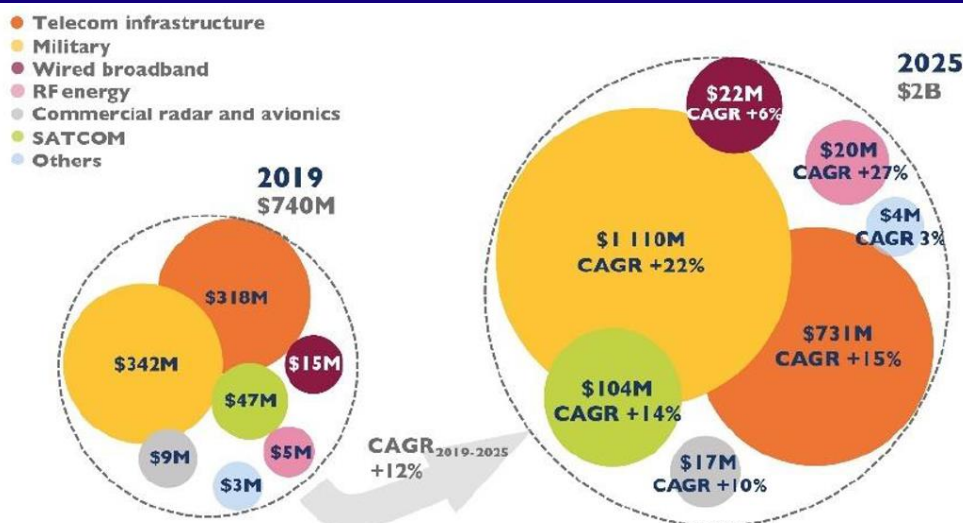


资料来源: 工信部, Small Cell Forum, 中国银河证券研究院

氮化镓射频 (RF) 器件市场规模 2025 年将突破 20 亿美元。5G 基站建设将带动氮化镓 RF 器件通信领域快速成长，自 2019 年的 3.18 亿美元，成长至 2025 年的 7.31 亿美元，CAGR 为 15%。此外，军用雷达等领域也将驱动对氮化镓器件快速增长，军用方面，氮化镓基新型 AESA 系统中 T/R 模块的增加，以及机载系统对轻量级器件的严格要求驱动军用雷达快速增长，2025 年军用氮化镓射频器件市场将达到 11.1 亿美元，复合增速达到 22%。整体来看，氮化镓 RF 器件市场规模将从 2019 年的 7.4 亿美元增长到 2025 年的 20 亿美元，复合增速达到

12%。

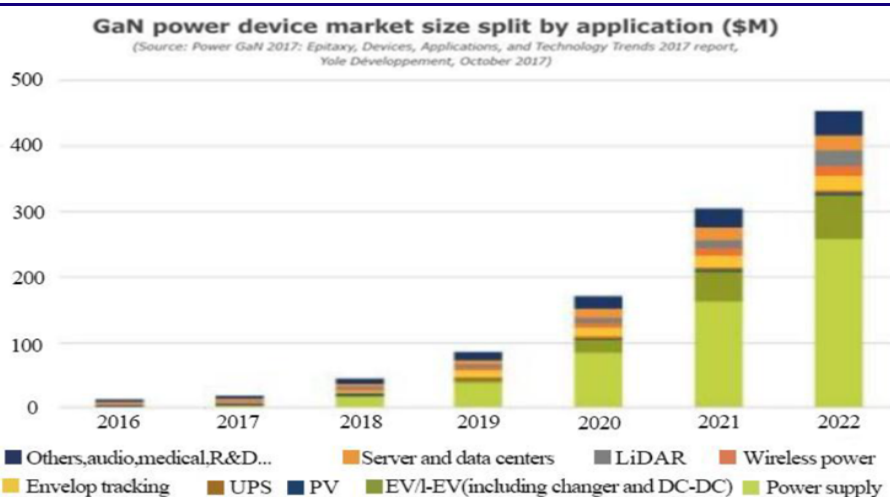
图 40. 氮化镓 RF 器件市场规模 2025 年将突破 20 亿美元



资料来源: Yole, 中国银河证券研究院

氮化镓凭借性能与成本优势,成为快充首选半导体材料。砷化镓禁带宽度不够大,击穿电场较低;而碳化硅生长温度高、质地坚硬,导致制造工艺难度大,成本短时间内居高不下,二者皆难以在快充领域大规模商用。而氮化镓适用于中电压区间(60-1200V)和中等范围功率,且制造成本相对更低,更适合用于toC端快充应用。据Yole统计及预测,氮化镓功率器件快速发展,2022年将达到4.5亿美元,快充领域将成为主要成长点。

图 41. 快充领域将成为氮化镓功率器件主要成长点



资料来源: Yole, 中国银河证券研究院

功耗增加+电池容量限制,快充技术应运而生。伴随消费升级趋势,智能手机运行速度、显示观感、数据传输等方面需求不断发展,CPU运算性能、屏幕分辨率及射频模组等不断升级,相应手机耗电量呈现增长趋势。然而受制于手机轻薄空间、重量、散热及成本等因素,手机电池容量提升空间不大。因而,快充成为解决手机耗电速度增加和电池容量提升空间小之间

矛盾的有效途径。

龙头厂商纷纷布局，快充领域从混乱趋于统一。国外方面，USB-IF（USB 标准化组织）发布 Type-C 接口，奠定行业发展基础，并凭借其 PD 协议占据一席之地；高通自 2013 年起迈出快充协议第一步，并不断进行 QC 协议迭代，成为行业技术引领者；联发科起步较晚，但其 PE 快充协议全面普及至 2 大通用 CPU 平台，极大地加速了快充行业发展。国内方面，OPPO 艰难定制开发，后来居上，成为国产快充领域领军者；同时，魅族、VIVO、华为等皆在先发快充协议基础上进行创新，推出自身的快充协议。

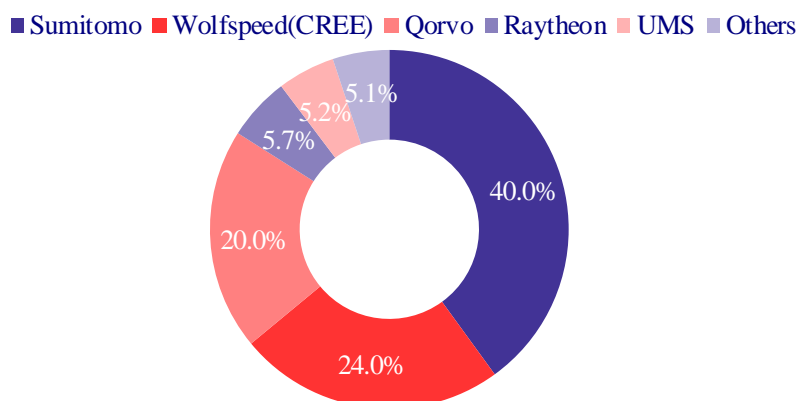
表 9. 快充领域主要主体标志性事件

	时间	标志事件
USB-IF	2013	Type-C 接口制定发布，奠定未来几十年内接口的通用性、高供电及高速度。
	2014	USB-IF 结合 Type-C 接口发布 PD2.0 协议，踏上消费低压直流供电王者之路第一步。
高通	2013	向快充协议迈出第一步，发布 QC1.0-5V×2A 快充协议。
	2014	发布 QC2.0 高压快充协议，在保证安全性、兼容性的同时，提供高性价比解决方案。
	2015	发布 QC3.0 充电协议，通过提升电线电流承载至 3A，并加入 INOV 智能电压调整算法提升充电效能。
OPPO	2016	推出兼容 PD3.0+PPS 协议的 QC 快充，但并不兼容 QC2.0/3.0。
	2017	推出兼容 QC2.0/3.0 的 QC4.0+ 快充协议。
	2014	OPPO 上市 VOOC 闪充方案，从充电头、充电线到电池端的圈套解决方案，可实现 5V×5A=25W 充电速度。
	2016	提出 Super VOOC 超级闪充概念。
联发科	2018	50W Super VOOC 超级闪充商用。
	2019	65W Super VOOC 2.0 超级闪充被应用于 OPPO Ren Ace 系列手机。
魅族	2015	发布快充方案 Pump Express 1.0。
	2015	发布 Pump Express Plus，为充电器提供大于 15W 的输出功率。
VIVO	2016	发布快充方案 Pump Express 3.0，为全球首款采用 USB Type-C 接口进行直接充电的快充方案。
	2015	魅族基于联发科 PE 开发自身 mCharge 快充协议，快速开发手机平台，兼容性好；发展至中后期能在手机和充电头端兼容 PE/ED/QC 等主流快充协议。
华为	2017	魅族于 MWC 2017 大会上发布全新快充技术 Super mCharge，使用电荷泵降压高转换率原理，为快充行业进入高压高电流直充低损耗开拓新的方向。
		双引擎闪充技术，兼容国际主流快充协议；采用双充电芯片并联充电的方式，在快充过程中，两颗充电芯片同时工作，通过该双芯片架构，可以有效的提高每颗 IC 的充电效率。
		FCP，参照 QC2.0 进行研发，对 QC 协议具备良好的兼容性
		SCP，在产业链联合下开发 SCP-10V×4A=40W，应用电荷泵高压直充方法

资料来源：中国银河证券研究院整理

全球氮化镓市场被国外企业垄断，CR3 高达 84%。其中，日本住友集团为全球第一大氮化镓厂商，市场占比为 40%；来自美国的 CREE 及 Qorvo 紧随其后，分别占比 24%和 20%。中国企业在此领域处于起步阶段，国产替代空间巨大。

图 42. 2017 年全球氮化镓市场份额



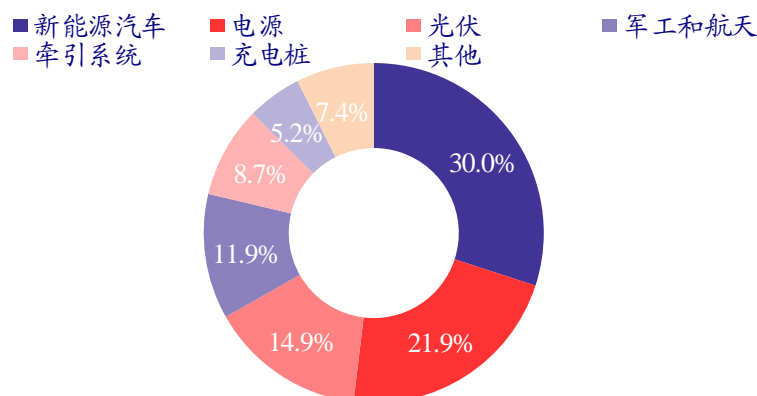
资料来源: Yole, 中国银河证券研究院

三安光电氮化镓业务稳步成长, 未来发展空间巨大。氮化镓产业链包括衬底、外延、设计及制造环节, 其中三安光电在外延、制造等环节皆有布局。三安光电在硅基氮化镓功率器件方面客户认证进展顺利, 2020 年完成约 40 家客户工程送样及系统验证, 已拿到 12 家客户设计方案, 4 家进入量产阶段。

(四) 碳化硅: 汽车电动化趋势下的新星

SiC 性能优异, 被广泛应用于高压、高频领域, 新能源汽车成为其主要应用领域。SiC 比 Si 的绝缘击穿场强高约 10 倍, 可耐 600 到数千伏高压, 可降低漂移层厚度, 从而获取更低的漂移层电阻, 能够大幅降低能量损耗。同时, 其具备高频、高功率以及在高温下工作等优势, 因而被广泛应用于电力电子领域。根据智研咨询统计数据显示, SiC 功率器件前三大应用市场为新能源汽车、电源和光伏, 合计占比 66.8%, 其中新能源汽车占比为 30%, 是 SiC 功率器件市场成长主要驱动力。

图 43. 2019 年 SiC 功率器件下游应用

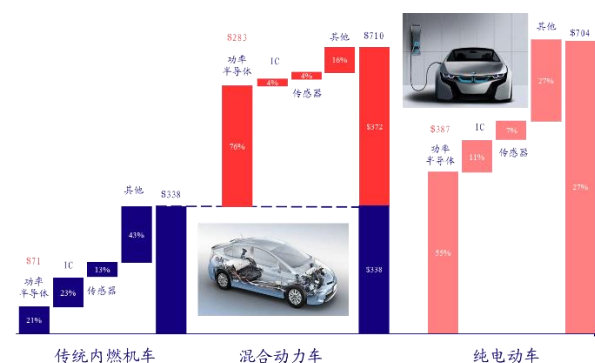


资料来源: 智研咨询, 中国银河证券研究院

汽车电动化带动单车功率半导体价值量大幅提升。随着汽车电动化和智能化的不断推进, 汽车电子用量增加, 驱动汽车功率半导体增长。电动化方面, 新能源汽车主要可以分为纯电动

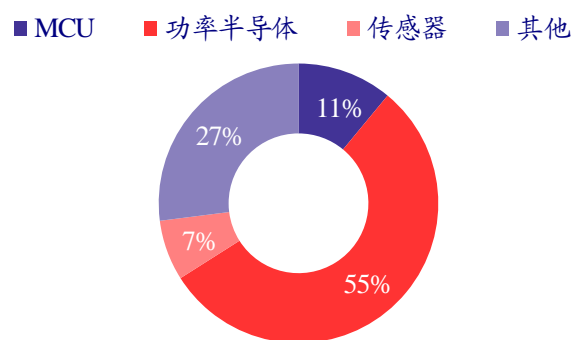
汽车（BEV）和混合动力汽车（HEV），目前二者合计占比超过90%，其他类型如燃料电池汽车占比很小。与传统汽车相比，新能源汽车的汽车电子成本占比大幅提升。根据 Strategy Analytics 的数据，传统燃油车的车均半导体用量为 338 美元，而功率半导体仅占 21%，为 71 美元。混合动力汽车新增的半导体中 76%是功率半导体，车均增量达到 283 美元，功率半导体价值为传统汽车的 4 倍，纯电动汽车中的功率半导体价值量则比混合动力汽车中更多，平均来看，**新能源汽车功率半导体单车价值量是传统燃油车的约 5 倍。**

图 44. 按驱动力分车均半导体含量（单位：美元）



资料来源：Strategy Analytics，中国银河证券研究院

图 45. 新能源汽车中各类半导体占比情况



资料来源：半导体行业观察，中国银河证券研究院

全球汽车功率半导体市场规模 2025 年将达到 125 亿美元，其中新能源汽车功率半导体规模将达 73 亿美元。根据 AlixPartners 预测全球汽车销量将从 2020 年 7210 万辆增长至 2025 年 9380 万辆，其中，全球新能源汽车销量将从 2020 年的 340 万辆增长到 2025 年的 1690 万辆，新能源汽车渗透率从 2020 年的 4.7%提高到 2025 年的 18.0%。目前，燃油车单车功率半导体成本约 71 美元，新能源汽车单车功率半导体成本约 350 美元，其中纯电动汽车高于混合动力汽车。未来，我们认为燃油车单车功率半导体成本将基本保持稳定，新能源汽车功率半导体单车成本将随着纯电动汽车占比提升以及双电机渗透率增加而继续提升。我们预计 2025 年全球汽车功率半导体市场规模将达到 72.7 亿美元，CAGR 为 15.8%，到 2030 年市场规模将继续增长至 212.1 亿美元；新能源汽车功率半导体市场规模 2025 年将达到 72.7 亿美元，CAGR 为 43.6%，到 2030 年市场规模有望突达到 171.2 亿美元。

表 10. 全球汽车功率半导体市场规模预测

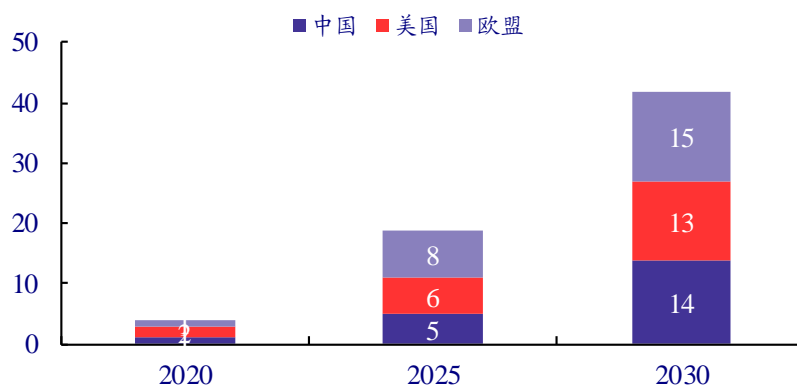
年份	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2030E
全球汽车销量（百万辆）	83.9	72.1	83.5	88.6	90.7	92.3	93.8	101.9
全球新能源汽车销量（百万辆）	2.4	3.4	4.8	7.5	11.2	14.1	16.9	38.9
新能源汽车渗透率（%）	2.9%	4.7%	5.7%	8.5%	12.3%	15.3%	18.0%	38.2%
新能源汽车功率半导体单车价值（美元）	350	350	365	380	400	420	430	440
燃油车功率半导体单车价值（美元）	71	70	70	69	69	68	68	65
新能源汽车功率半导体市场规模（亿美元）	8.4	11.9	17.5	28.5	44.8	59.2	72.7	171.2
汽车功率半导体市场规模（亿美元）	66.3	60.0	72.6	84.5	99.7	112.4	125.0	212.1

注：此处新能源汽车包括 BEV 与 PHEV

资料来源：中国银河证券研究院预测

新能源汽车充电桩的发展将成为功率半导体市场又一重要驱动力。充电桩是新能源汽车的配套设施。据麦肯锡统计及预测，2020 年中美欧新能源汽车充电需求约为 180 亿千瓦时，预计到 2030 年，伴随新能源汽车渗透率的提升，新能源汽车充电需求将高达 2710 亿千瓦时。2020 年中美欧充电桩数量约为 300 万个，预计到 2030 年增长至 4000 万个，年复合增速约 30%。作为新能源汽车充电桩的核心零部件，功率半导体用量将在新能源汽车充电设施旺盛需求驱动下大幅增长。目前充电桩平均成本约 3200 美元，功率半导体约占充电桩成本 20%，我们预计未来 10 年充电桩功率半导体增量空间将超过 200 亿美金。

图 46. 中美欧 2020-2030 年充电桩数量 (单位: 百万座)



资料来源: 麦肯锡, 中国银河证券研究院

目前车用功率半导体中主要用到 IGBT 和 MOSFET。MOSFET 又称金属-氧化物半导体场效应晶体管，具有开关速度快、开关损耗小优点，但传导损耗很高。IGBT (绝缘栅极双极型晶体管) 是由 BJT (双极型三极管) 和 MOSFET (绝缘栅型场效应管) 组成的复合式半导体，兼具 MOSFET 和 BJT 的优点，拥有输入阻抗高、导通电压低、高压环境下损耗小等特点，是新能源车中是电驱系统主逆变器的核心器件，并被广泛用于辅助功率逆变器 (为汽车空调等电子设备供电)、DC/DC 直流斩波电路、OBC (充电/逆变) 等。

其中，IGBT 是新能源汽车中核心功率半导体部件，在新能源汽车功率半导体中占比约 8 成，是汽车电动化最受益的细分领域。据 Yole 及 EVSales Blog 统计数据显示，2019 年全球插电式混合动力汽车及纯电动车共销售约 220 万辆，而全球新能源汽车 IGBT 市场规模约为 6 亿美元，由此可推算目前新能源汽车中 IGBT 单车平均价值量约为 270 美元，占单车功率半导体价值量超过 80%。作为电动化下核心受益品种，我们预计全球新能源汽车 IGBT 将在未来几年实现快速增长，2025 年市场规模达到约 50 亿美元。

SiC 功率器件适用于高压领域，具有更好的性能，可部分替代 IGBT。第三代半导体材料以氮化镓 (GaN)、碳化硅 (SiC)、氧化锌 (ZnO)、金刚石为四大代表。其中，碳化硅的耐压能力是硅的 10 倍，耐高温能力是硅的两倍，高频能力是硅的 2 倍。相同电气参数产品，采用碳化硅材料可缩小体积 50%，降低能量损耗 80%。使用碳化硅材料替代原本硅基材料，可实现器件体积更小同时能量密度更大。根据英飞凌数据，相比于 Si 基材料逆变器，SiC 材料逆变器拥有更低的体积及重量，分别是其 1/3、1/4；同时，Rohm 数据显示，SiC MOSFET 在实际应用中，开关频率可达 50KHz 以上，是主流 IGBT 开关频率 (最高 20KHz) 的两倍以上，能量损耗则是其 27%。SiC 基 MOSFET 凭借其优良的性能和体积优势有望替代部分 IGBT。

图 47. 碳化硅半导体和硅基半导体性能对比



资料来源: 罗姆半导体, 中国银河证券研究院

SiC 基 MOSFET 成功打入高端车型, 实现从 0 到 1 的突破, 将加速渗透。第三代半导体领先企业 Cree、英飞凌以及特斯拉、丰田等汽车巨头都在推动 SiC 器件在汽车上的应用, 部分高端车型已经实现从 0 到 1 的突破。特斯拉推出第一款集成全 SiC 功率模块车型——Model 3, 由特斯拉及意法半导体共同设计, 此车型 SiC 功率模块由英飞凌供应。比亚迪推出首款批量搭载 SiC MOSFET 组件的车型——比亚迪汉 EV 四驱版, SiC 电控综合效率高达 97% 以上。

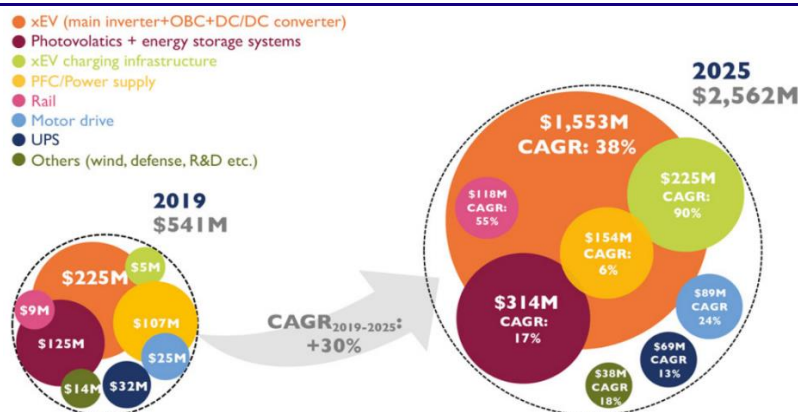
表 11. 中美日 SiC 新能源车应用研发

国家	应用进展
中国	<p>1. 官方发布相应标准: 科技部发布的《“新能源汽车”试点专项 2017 年度项目申报指南建议》对 SiC 第三代宽禁带功率器要求“宽禁带电力电子模块电流 $\geq 400A$, 电压 $\geq 750V$; 电机控制器峰值功率密度 $\geq 30kW/L$, 匹配电机稳定功率 40-80kW, 最高效率 $\geq 98.5\%$; 产品装车应用不低于 1000 套”。</p> <p>2. 国内 SiC 引领者——比亚迪, 正加大对第三代半导体材料 SiC 的投资布局, 目前已成功研发 SiC MOSFET, 预计将于 2023 年, 在旗下电动车产品实现 SiC 基车用半导体对 Si 基 IGBT 的全替代。</p>
美国	<p>1. 福特汽车于 2015 年开始电动汽车项目, 并在近年来保持对 SiC/GaN 器件的研究进行投入。</p> <p>2. 特斯拉率先在旗下产品应用 SiC 功率器件, 旗下 Model 3 车型采用以 24 个 SiC MOSFET 为功率模块的逆变器。</p> <p>3. 美国著名 SiC 领先企业 Cree 已开发多款新能源车用 SiC 功率模块产品, 并同合作伙伴推出 SiC 功率模块和二极管电动汽车充电桩整体解决方案; 2020 年, Cree 将投资 10 亿美元在纽约州建造全球最大的 SiC 制造工厂。</p>
德国	<p>1. 英飞凌从事 SiC 研发近 30 年, 是全球首家 SiC 二极管供应商。2006 年, 英飞凌推出首款 SiC 混合模组; 2014 年发布一款 SiC 结型场效应管 (JFET); 2016 年, 发布深槽 SiC MOSFET; 2021 年, 推出全新车用 650V CoolSiC 混合分离式元件。</p>
日本	<p>1. 1980 年起, 丰田和电装公司开始研发 SiC 半导体材料, 共同开发出 SiC 基新能源汽车高功率电机控制器, 且为全球首创; 2014 年及以后, 丰田汽车在普锐斯和凯美瑞混动车的 PCU 中安装了共同开发的 SiC 功率半导体; 丰田于 2018 年在其 SORA 燃料电池公共汽车中使用车载 SiC 二极管; 2020 年 4 月, 丰田和电装合资成立 MIRISE, 进行下一代先进车载半导体的研发。</p> <p>2. 日本罗姆于 2000 年便开始研究 SiC, 2009 年收购欧洲的 SiC 晶圆厂家 SiCrystal, 技术得到长足发展; 2010 年推出 SiC 功率模块; 2015 年率先推出沟槽型的 SiC MOSFET。目前, 罗姆 SiC 产品被应用在新能源汽车上的车载充电器、降压转换器及车载主机逆变器三个方向。</p>

资料来源: CSA Research, 中国银河证券研究院

新能源汽车将成为 SiC 功率器件增长的主要动力。为更好地满足使用者需求，电动汽车将持续向更长的行驶里程、更快的充电速度、更大的电池容量发展。随着电动汽车市场的扩大以及其他系统的更新换代，SiC 功率半导体将更多地在车载充电器、DC-DC 转换器和牵引逆变器等方面应用，带来 SiC 市场的激增。据 Yole 数据及预测，2019 年全球 SiC 市场规模为 5.41 亿美元，预计 2025 年将达到 25.62 亿美元，CAGR 为 30%；其中，新能源汽车及充电桩领域将贡献 SiC 市场 76.60% 的增量，自 2.3 亿美元增长至 17.8 亿美元，CAGR 达到 41.6%。

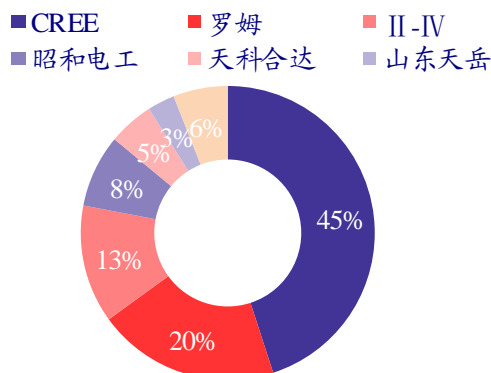
图 48. 新能源汽车碳化硅半导体市场规模（单位：亿美元）



资料来源：Yole，中国银河证券研究院

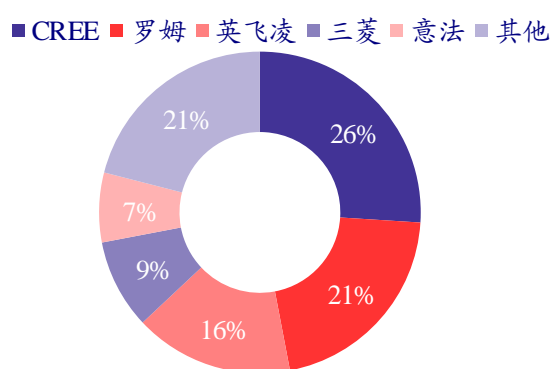
碳化硅市场目前主要被海外企业占据，国内企业份额较小。碳化硅产业中衬底是技术壁垒最高的环节，衬底和外延目前在碳化硅中价值量占比约 60%。根据 Yole Development 数据，2020 年上半年美国 Cree 公司碳化硅衬底市占率达到 45%，其次为日本的罗姆和美国的 II-VI，国内龙头山东天岳、天科合达合计市场份额不到 10%。国内外差距还最体现在尺寸方面，目前全球主流尺寸是 6 英寸，Cree 已经研制出 8 英寸，但国内仍以 4 英寸为主，6 英寸还仅是小批量供应。在碳化硅器件方面，国外 MOSFET 已实现大批量出货，国内目前主要产品还是集中在二极管等领域，MOSFET 还没有能够大规模出货。从器件全球市占率看，美国 Cree、日本罗姆、三菱、欧洲英飞凌、意法半导体等巨头占据主要份额，国内企业虽然近几年发展较快，但与海外企业还存在一定差距，未来随着国内产能的逐渐释放，国内企业市占率有望持续提升。

图 49. SiC 衬底市场格局（2020H1）



资料来源：Yole，中国银河证券研究院

图 50. SiC 器件市场格局（2017）



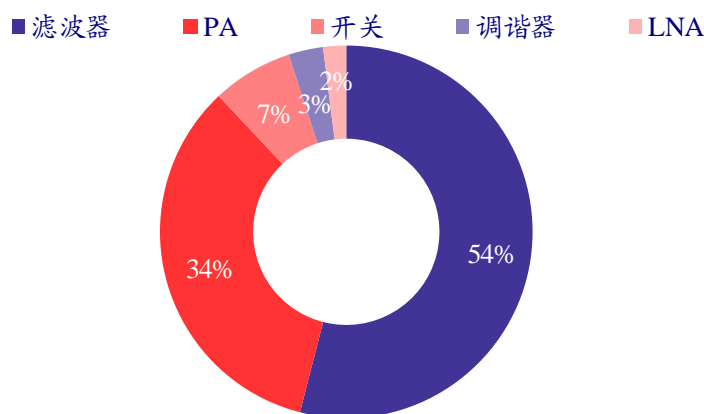
资料来源：Yole，中国银河证券研究院

公司是国内 SiC 领域稀缺标的之一，从材料、衬底、外延、设计制造到封测实现全面布局。三安光电 SiC 产品主要为高功率密度 SiC 功率二极管、MOSFET，被用于电力电子领域。其中，SiC 二极管开拓客户 182 家，送样客户 92 家，转量产客户 35 家，超过 30 种产品已进入批量量产阶段，二极管产品已有 2 款产品通过车载认证，送样客户 4 家。除了三安集成已经具备的 4 寸片 SiC 产线外，公司湖南三安项目已于 6 月 23 日正式点火，该项目总投资 160 亿元，分两期建设，主要建设具有自主知识产权的以碳化硅、氮化镓等宽禁带材料为主的第三代半导体全产业链生产与研发基地。湖南三安 SiC 产线采用 6 寸片，远期规划产能 3 万片/月，未来成长空间广阔。

（五）进军滤波器赛道，完善射频业务布局

滤波器是射频系统中最重要的组件，肩负接收特定频段信号、过滤其他频段信号的重任，直接影响信号通信质量。射频前端运作过程中将同时接收各类频段信号，而所需信号将受到其他频段信号的干扰，因此需要滤波器将其他信号进行滤除，从而提高特定信号的抗干扰性、信噪比及分析精度。2019 年，滤波器占射频前端市场比例 54%，是第一大细分市场。

图 51. 2019 年全球射频前端市场划分



资料来源：中国产业信息网，中国银河证券研究院

按制造工艺可将滤波器分为声表面波滤波器 (SAW) 和体声波滤波器 (BAW)。其中 SAW 滤波器适用于 10MHz-3GHz 频段、技术成熟、成本较低，而 BAW 滤波器适用于 1.5GHz-6GHz、工艺复杂、成本较高。

5G 技术升级+多频段兼容，驱动滤波器量价齐升。

5G 射频频段大量增加，同时需要兼容 3G、4G 频段，且单个滤波器对应特定频段范围。因此，5G 频段的大量增加，将带来单个终端较大滤波器增量空间。以基站端为例，4G LTE 时代，基站采用最多 8 通道天线，而进入 5G 时代引入 Massive MIMO 技术，天线升级为 64 通道，甚至最高 256 通道，每个天线需要配备相应的滤波器进行信号选择处理，而一副 64 通道天线需要 64 个滤波器，假设每个基站需要 3 副天线，则单个 5G 基站滤波器需求高达 192 个，相较 4G 基站成倍增加。

设计难度升级及产品替代，共同推动滤波器平均单价显著提升：5G 高频要求天线、PA、

滤波器等射频组件数量增加，而移动终端有限的空间则对整体集成化提出了新的挑战；同时，SAW 滤波器无法承担高频重任，高频领域任务将由 BAW 滤波器承担，其中 BAW 成本超过 1 美元，相比于 SAW 的 0.1-0.5 美元的成本大幅增加。

表 12. 单机声表面滤波器价值量大幅提升

手机型号	频段数量 (个)	滤波器数量 (个)	单机滤波器价值 (美元)
2G 手机	4	2-4	0.50+
3G 手机	6	4-8	1.25+
4G 手机 (千元款)	8-20	10-30	4.00+
4G 手机 (高端款)	17-30	20-40	7.25+
5G 手机	50+	70+	12.00+

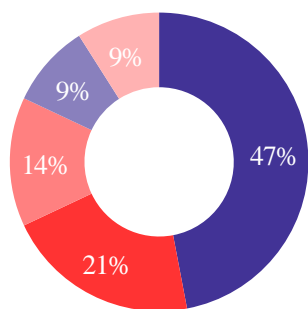
资料来源：好达电子招股说明书，中国银河证券研究院

滤波器市场头部集中，细分来看，BAW 滤波器市场相较于 SAW 滤波器市场集中度更高，技术壁垒更强，更具垄断特征。SAW 滤波器方面，以村田、TDK 和太阳诱电为代表的日系厂商分列前三甲，牢牢把控第一梯队，合计占比达 82%，其中村田以 47% 的份额占据第一；BAW 滤波器方面，博通一枝独秀，凭借超强的技术实力及专利布局垄断行业，占比高达 87%。

国产厂商在滤波器国产替代方面正加速追赶。SAW 方面，已完成中低端布局，正向高端发展，其中，卓胜微已建立了成熟的 SAW 滤波器研发设计和生产团队，成功验证前道设计流程与后道生产流程，并完成 GPS、WiFi 和移动通信 SAW 的产品量产或出货；麦捷科技已成功进入华为供应链，代表国产 SAW 高端产品实现从 0 到 1 的突破。BAW 方面，国产厂商技术已有一定基础，有待技术积累进一步突破。2019 年，开远通信宣布推出国产首颗应用在 5Gn41 频段的高性能 BAW 滤波器产品 EP70N41，成为国产厂商在 5GBAW 滤波器的首次突破；2019 年，诺思宣布推出全球首款高功率容量 BAW 滤波器，可满足基站产品应用场景需求，有助于解决 5G 小尺寸、高性能和高功率的业界痛点问题；2020 年，芯和半导体发布首款自主设计和开发的 BAW 产品，并宣布已向本土无线终端客户送样，进入系统客户的验证和测试阶段。

图 52. 2019 年 SAW 滤波器竞争格局

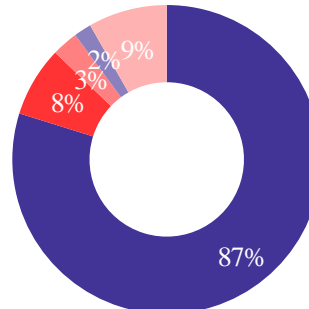
■ 村田 ■ TDK ■ 太阳诱电 ■ 思佳讯 ■ 其他



资料来源：华经产业研究院，中国银河证券研究院

图 53. 2019 年 BAW 滤波器竞争格局

■ 博通 ■ 科沃 ■ 太阳诱电 ■ TDK ■ 其他



资料来源：华经产业研究院，中国银河证券研究院

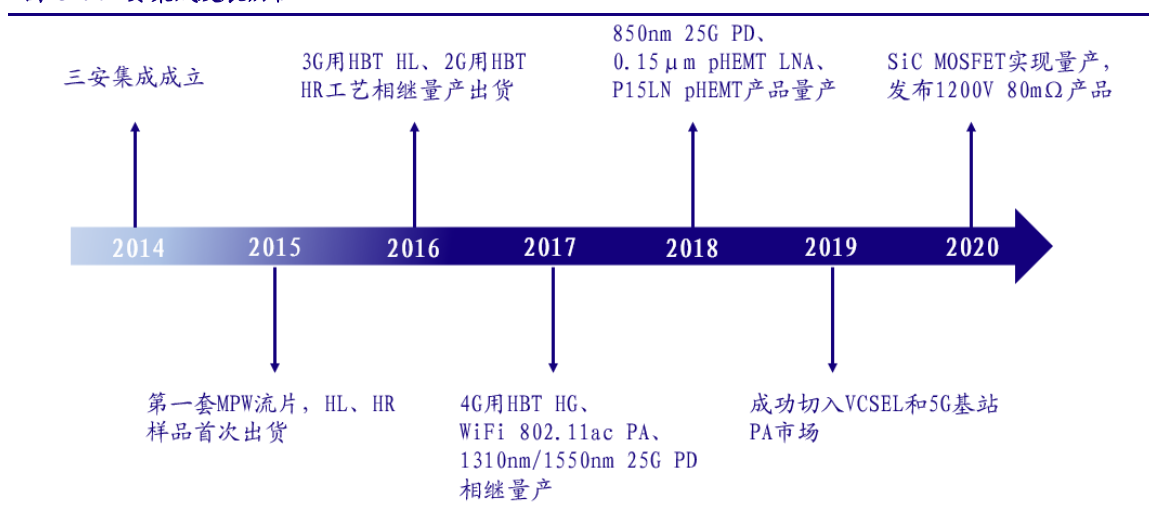
三安光电滤波器业务快速发展，未来有望以 SAW 技术为根基进军 BAW 领域。2017 年起，三安集成设立国际化滤波器研发中心，吸纳全球科技人才，全面研发滤波器设计、工艺开发和高端封装技术。2020 年第四季度开始，三安集成 SAW 和 TC-SAW 滤波器出货量大幅攀

升，滤波器 SAW 和 TC-SAW 产品已开拓客户 41 家，其中 17 家为国内手机和通信模块主要客户，产品已成功导入手机模块产业供应链。

（六）全产业链布局，打造从材料到封装一站式平台

三安光电设立全资子公司三安集成，全面布局化合物半导体业务。2014 年，厦门市三安集成电路有限公司注册成立，2015 年开始实施建设 30 万片/年 GaAs 和 6 万片/年 GaN 外延片生产线以及 30 万片/年 GaAs 和 6 万片/年 GaN 芯片生产线，标志三安光电正式进军化合物半导体领域。

图 54. 三安集成发展历程



资料来源：公司官网，中国银河证券研究院

在近 7 年的发展时间中，三安集成积极拓展产品研发，基于 GaAs、GaN 和 SiC 技术实力，形成微波射频、电力电子、光通讯三大技术平台，掌握 20 余种各具特色的产品开发制造能力。2015 年，第一套 MPW 流片，HL、HR 样品首次出货；2016 年，3G 用 HBT HL、2G 用 HBT HR 工艺相继量产出货；2017 年，4G 用 HBT HG、WiFi 802.11ac PA、1310nm/1550nm 25G PD 相继量产；2018 年，850nm 25G PD、0.15 μm pHEMT LNA、P15LN pHEMT 产品量产；2019 年，成功切入 VCSEL 和 5G 基站 PA 市场；2020 年，SiC MOSFET 实现量产，并发布 1200V 80mΩ 产品，标志着三安集成技术实力达到新水平。

三安集成产品获下游高认可度，未来业绩确定性强。目前化合物半导体行业内产能缺乏，客户寻求代工意愿强烈，三安集成积极进行客户认证开发，三大业务平台齐头并进，获得客户高度评价，产能处于供不应求状态。在此背景下，伴随订购设备的逐步到位，产能逐步释放，三安集成绩绩将稳定发展。

微波射频业务方面，三安集成产品应用于 2G-5G 手机射频功放 WiFi、物联网、路由器、通信基站射频信号功放、卫星通讯等市场。截至 2020 年，国内外客户累计近 100 家，且成为国内知名射频设计公司主力供应商。

电力电子业务方面，三安集成产品主要为高功率密度 SiC 功率二极管、MOSFET 及 Si 基 GaN 功率器件，被用于新能源汽车、充电桩及光伏领域。其中，碳化硅二极管开拓客户 182 家，

送样客户 92 家，转量产客户 35 家，超过 30 种产品已进入批量量产阶段。二极管产品已有 2 款产品通过车载认证，送样客户 4 家，目前处于封装测试中。在硅基氮化镓功率器件方面，完成约 40 家客户工程送样及系统验证，已拿到 12 家客户设计方案，4 家进入量产阶段。

光通讯业务方面，三安集成在保持及扩大现有中低速 PD/MPD 产品的市场领先份额外，在附加值高的高端产品如 10G APD/25G PD、以及 10G/25G VCSEL 和 DFB 发射端产品均已在行业重要客户处实现验证通过，进入实质性批量生产阶段，PD 出货量稳步上升，量产客户 104 家，VCSEL 出货量快速增长，量产客户 55 家，DFB 发射端产品从无到有实现销售突破，13 家客户进入转量产阶段。

三大项目助力三安光电化合物半导体腾飞。1) 2015 年，三安光电投资 30 亿元建设通讯微电子器件（一期）项目，项目建成后将提供通讯用外延片 36 万片/年（以 6 吋计算）、通讯用芯片 36 万片/年（以 6 吋计算），建设周期为 45 个月，预计达产后年销售收入将达到 40.15 亿元，年近利润增加 5.96 亿元。2019 年 11 月，公司发布延期公告，称此项目募集资金已使用完毕，并将项目实施期限延长至 2020 年 12 月 31 日，目前已初步生产运营。2) 2017 年，三安光电同福建政府单位签署《投资合作协议》，约定三安光电将在泉州芯谷南安园区投资超过 333 亿元（含公共配套设施投资），建成高端氮化镓 LED、高端砷化镓 LED、大功率氮化镓激光器、光通讯器件、射频器和滤波器、功率型半导体、特种衬底材料及封装产品应用七大方向的产业化项目。3) 2020 年，三安光电投资建设长沙三安第三代半导体项目，项目总投资 160 亿元，分 2 期建设，项目全面建成投产后，将形成两条并行的 SiC 产线，垂直整合了自衬底材料-外延生长-晶圆制造-到封装测试等环节，该项目一期已于 6 月 23 日投产，比规划时间提前了近一年。根据此前规划，三安光电在用地各项手续和相关条件齐备后 24 个月内完成一期项目建设并实现投产，48 个月内完成二期项目建设和固定资产投资并实现投产；72 个月内实现达产。

表 13. 三安光电化合物半导体项目

年份	项目名称	投资金额	项目内容
2015	通讯微电子器件（一期）	160	提供通讯用外延片 36 万片/年（以 6 吋计算）、通讯用芯片 36 万片/年（以 6 吋计算）
2017	三安光电与福建泉州、南安人民政府《投资合作协议》	333	于福建泉州建成高端氮化镓 LED、高端砷化镓 LED、大功率氮化镓激光器、光通讯器件、射频器和滤波器、功率型半导体、特种衬底材料及封装产品应用七大方向的产业化项目
2020	长沙三安第三代半导体项目	160	建设两条并行的 SiC 产线，垂直整合自衬底材料-外延生长-晶圆制造-到封装测试等环节

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

纵向并购，打通全产业链布局。2020 年，三安光电发布公告，其全资子公司湖南三安半导体拟以现金 3.82 亿元收购北电新材 100% 股权。北电新材成立于 2017 年，从事 SiC 产品的研发、生产及销售业务，由国家级基金安芯基金投资设立，并于 2017 年全资收购瑞典 SiC 晶圆制造商 Norstel，并不断整合，吸收其技术底蕴。2019 年，北电新材将 Norstel 股份向意法半导体出售，标志其已掌握成熟 SiC 制造技术，有实力进行自主研发。北电新材产品获得三安光电认可，因而被收购并入三安光电体系，助力三安光电完成 SiC 原材料布局，打通全产业链战略规划。

公司自 2014 年开始布局化合物半导体业务，以内生发展为主，外延并购为辅，不断积累技术研发、生产经验，打造自身护城河，目前已成长为国内化合物半导体领军企业。在 5G 及汽车电动化趋势下，化合物半导体需求旺盛，随着公司规划产能的逐渐释放，化合物半导体业

务将迎来快速增长。我们预计 2021-2023 年公司化合物半导体业务将实现营收 23.00/44.00/80.00 亿元，同比增长分别为 136.14%/91.30%/81.82%。同时，伴随公司生产规模逐渐扩大、生产经验逐步累积，规模效应及生产效率将逐步发展，我们预计公司化合物半导体业务毛利率将稳步提升，2021-2023 年分别为 17.00%/23.00%/30.00%。

四、盈利预测及投资建议

(一) 业务预测

随着 LED 显示、背光等需求回暖，行业新兴应用不断涌现，LED 行业景气重新迎来上行机遇，同时 Mini/Micro LED 商业化加速推进将引领 LED 进入下一轮发展周期。三安光电深耕 LED 芯片业务，同时多元化布局 Mini/Micro LED、植物照明 LED、车用 LED 等新兴领域，我们预计 2021-2023 年公司 LED 业务板块将 69.00/88.00/106.00 亿元，分别同比增长 38.08%/27.54%/20.45%。同时，随着疫情影响逐渐减弱，产品价格逐步回升，公司毛利润将回到稳定水平，2021-2023 年毛利率水平分别为 12.50%/24.00%/28.00%。

公司前瞻性布局化合物半导体业务，产品技术实力获下游客户认证，产能处于供不应求阶段，伴随公司厂房建设、设备采购逐步到位，新建产能逐步释放，公司化合物半导体业务业绩将快速成长。我们预测 2021-2023 年公司化合物半导体业务将实现营收 23.00/44.00/80.00 亿元，同比增长分别为 136.14%/91.30%/81.82%。同时，公司将逐步积累生产经营经验，伴随规模化效应及生产技术的突破，盈利能力将稳步增长，2021-2023 年毛利率水平分别为 17.00%/23.00%/30.00%。

公司其他业务 2020 年实现营收 24.83 亿元，其中材料、废料销售业务营收 23.12 亿元，同比增长 43.07%，占总营收比例 27.35%，毛利率高达 92.11%。根据公司此前公告，其材料、废料业务收入系高纯度的贵金属材料经过高温熔合蒸镀之后，残留在产线、设备等多处地方，需作为贵金属废料回收并对外销售。三安光电贵金属回收率较高，以 2018 年披露数据计算，三安光电贵金属废料营收为 10.7 亿元，贵金属采购总额为 12.53 亿元，生产消耗额为 12.53 亿元，实际消耗额为 1.65 亿元，回收率高达 86.64%。未来随着三安光电生产规模扩大，贵金属原材料应用增多，其他业务（材料、废料、租金等）板块将进一步增长。我们预计 2021-2023 年公司其他业务版块将实现营收 35.00/39.00/42.00 亿元，毛利率保持分别为 80.00%/75.00%/75.00%。

表 4.三安光电业务分拆及预测（亿元）

产品类别	项目	2018	2019	2020	2021E	2022E	2023E
LED 芯片	营业收入	65.62	54.78	49.97	69.00	88.00	106.00
	YOY		-16.52%	-8.78%	38.08%	27.54%	20.45%
	毛利率	37.87%	12.26%	-2.12%	12.50%	24.00%	28.00%
化合物半导体	营业收入	1.71	2.41	9.74	23.00	44.00	80.00
	YOY		40.94%	304.15%	136.14%	91.30%	81.82%
	毛利率	10.00%	13.00%	12.00%	17.00%	23.00%	30.00%
其他（材料、废料、租金等）	营业收入	16.31	17.41	24.83	35.00	39.00	42.00
	YOY		6.74%	42.62%	40.96%	11.43%	7.69%
	毛利率	76.16%	85.36%	87.36%	80.00%	75.00%	75.00%

	营业收入	83.64	74.6	84.54	127.00	171.00	228.00
合计	YOY		-10.81%	13.32%	50.22%	34.65%	33.33%
	毛利率	44.71%	29.37%	24.47%	31.92%	35.37%	37.36%

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院预测

(二) 估值分析

1. 相对估值

三安光电业务布局覆盖 LED 和化合物半导体两大版块，未来成长重点为化合物半导体业务。在中国境内上市公司中选择 LED 和化合物半导体领域龙头企业作为三安光电的可比公司进行估值。市盈率假设：参考化合物半导体可比公司华润微、士兰微、斯达半导、聚灿光电，2021-2023 年平均市盈率分别为 95.91/69.76/54.15 倍。

表 15.三安光电可比公司估值表（截至 2021 年 08 月 17 日）

所属行业	股票代码	重点公司	股价	EPS (元/股)				P/E			
				2020A	2021E	2022E	2023E	2020A	2021E	2022E	2023E
LED	688396.SH	华润微	83.15	0.95	1.34	1.60	1.85	86.28	61.17	51.23	44.31
	600460.SH	士兰微	60.8	0.18	0.72	0.94	1.13	320.22	80.06	61.32	51.01
	603290.SH	斯达半导	348.33	1.43	1.82	2.48	3.31	238.50	187.40	137.52	103.04
	300708.SZ	聚灿光电	34.03	0.10	0.59	1.12	1.78	324.60	55.02	28.98	18.24
		平均						242.40	95.91	69.76	54.15

资料来源：Wind，中国银河证券研究院

我们预计 2021-2023 三安光电 EPS 分别为 0.495/0.744/1.019 元，参考 LED 及化合物半导体可比公司 2021-2023 年平均市盈率 95.91/69.76/54.15 倍，对应 2022 年目标价为 51.90 元/股。

2. 绝对估值

我们采用 FCFE 模型为三安光电进行估值。假设永续增长率 TV 为 2.00%，无风险利率-十年期国债收益率为 2.90%，个股 Beta 为 1.33，5 年沪深 300 指数平均收益率 4.68% 为市场组合报酬率，股权资本成本为 5.26%。通过 FCFE 计算得出公司长期合理股价约为 52.19 元/股。

表 16.三安光电 FCFE 估值

Rf	2.90%	永续增长率	2.00%							
Rm	4.68%	预测期现值	9,200.79	2.66%						
β 系数	1.33	过渡期现值	60,099.31	17.40%						
Ke	5.26%	永续期现值	276,125.76	79.94%						
		股权价值	343,279.98							
		总股本(万股)	447,934.13							
		每股价值(元)	52.19							
Ke		永续增长率(g)								
Ke	1.24%	1.37%	1.50%	1.65%	1.82%	2.00%	2.20%	2.42%	2.66%	2.93%
3.27%	96.41	102.01	109.07	118.22	130.49	147.67	173.35	215.62	297.69	523.83
3.59%	81.68	85.64	90.55	96.74	104.77	115.53	130.60	153.12	190.19	262.17
3.95%	69.61	72.46	75.92	80.21	85.63	92.64	102.04	115.21	134.90	167.30
4.35%	59.60	61.67	64.14	67.16	70.90	75.61	81.72	89.90	101.37	118.51
4.78%	51.21	52.72	54.51	56.66	59.28	62.52	66.60	71.90	79.00	88.94
5.26%	44.12	45.23	46.53	48.08	49.93	52.19	54.99	58.52	63.09	69.21
5.79%	38.09	38.91	39.86	40.98	42.30	43.90	45.84	48.24	51.27	55.20

6.36%	32.93	33.53	34.23	35.04	35.99	37.13	38.49	40.15	42.20	44.79
7.00%	28.50	28.94	29.45	30.04	30.73	31.54	32.50	33.66	35.07	36.81
7.70%	24.67	25.00	25.37	25.80	26.30	26.88	27.57	28.38	29.36	30.54
8.47%	21.36	21.60	21.87	22.19	22.55	22.97	23.45	24.03	24.71	25.53

资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

(三) 投资建议

传统 LED 迎来复苏, 公司作为行业龙头将充分受益。LED 行业经历了 2019 年的周期底部与 2020 年的疫情冲击, 行业集中度得到了提高, 竞争格局有所优化, 2020 年下半年以来行业需求强劲复苏, 芯片、显示等厂商订单饱满, 部分芯片价格已出现一定上涨, 行业正在越过低点迎来新一轮的景气周期。公司作为 LED 芯片全球龙头, 具备从 LED 衬底到芯片的完整布局, 产能规模行业领先, 公司成本优势明显, 毛利率长期处于行业最高水平, LED 行业低谷期的洗牌也将进一步加强公司的优势, 未来将深度受益于行业复苏。

Mini LED 爆发在即, 植物照明、车用 LED、UV (紫外) LED 等新兴应用不断涌现, 公司在上述领域深度布局, 成长空间广阔。我们认为 2021 年将是 Mini LED 背光商业化的元年, 未来几年行业将迎来爆发。Mini LED 背光技术已逐渐成熟, 多家厂商已实现量产出货, 行业正处于产业化落地前期。公司在 Mini LED、植物照明、深紫外 LED 等方面均有广泛布局, 同样具备行业领先水平, 目前已成为三星 Mini LED 首要供应商并实现批量供货, 随着泉州三安、湖北三安产能逐渐释放, 未来将在 Mini LED 等新兴市场占据重要份额。

公司化合物半导体蓄势待发, 未来成长曲线陡峭。受益于新能源汽车、光伏、5G、PD 快充等应用领域强劲的需求, 以及政策驱动, 以第三代半导体为代表的化合物半导体将迎来高速增长。公司投入超 600 亿打造化合物半导体研发制造平台, 目前进展顺利。三安集成上半年实现收入 10.16 亿元, 同比增长 170.57%, 客户验证情况良好, 订单储备丰富, 前期新扩充产能已进入量产阶段, 有效产能将在第三季度逐步释放, 湖南三安项目也已于 6 月份正式投产。随着产能逐步释放和产品交付能力的提升, 公司化合物半导体业务未来几年将迎来高速增长。

公司去库存成效显著, 长期业绩迎来拐点。2021H1 公司库存金额同比减少 6.6 亿元, 其中 LED 芯片库存减少 6.9 亿元, 二季度 LED 芯片库存环比减少 4.64 亿元, 公司去库存成效显著。公司存货周转率也从去年同期的 258 天逐步降至目前的 156 天, 营运效率显著提升。随着公司产能逐步释放、LED 高端产品及三安集成化合物半导体占比的逐步提高, 公司营收规模和盈利能力将会持续提升。

预计公司 2021-2023 年实现营业收入 127.00、171.00 和 228.00 亿元, 分别同比增长 50.22%、34.65%、33.33%; 实现归母净利润 22.19、33.33、45.66 亿元, 分别同比增长 118.36%、50.18%、36.99%; 目前股价对应 PE 分别为 75.29、50.13、36.60, 一年内首次覆盖给予推荐评级。

表 17. 三安光电盈利预测

三安光电 (600703.SH)	2020A	2021E	2022E	2023E
营业收入(亿元)	84.53	127.00	171.00	228.00
EBITDA(亿元)	30.16	54.30	76.19	97.84
收入增长率%	13.32%	50.22%	34.65%	33.33%
净利润(亿元)	9.34	22.19	33.33	45.66
摊薄 EPS(元)	0.240	0.495	0.744	1.019

PE	164.40	75.29	50.13	36.60
EV/EBITDA(X)	53.77	29.00	20.22	15.35
PB	5.63	5.41	5.12	4.76
ROIC	1.92%	8.20%	15.13%	23.59%
总资产周转率	0.22	0.31	0.38	0.46

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

五、风险提示

LED 复苏不及预期的风险，公司新产品及项目推进不及预期的风险。

六、附录

资产负债表	2020A	2021E	2022E	2023E	利润表	2020A	2021E	2022E	2023E
流动资产	16,183.49	18,945.47	23,095.21	28,492.91	营业收入	8453.88	12699.82	17099.76	22799.68
现金	7,126.49	10,620.47	14,110.21	18,042.91	营业成本	6385.25	8646.38	11050.85	14281.80
应收账款	3,772.40	4,000.00	4,500.00	6,000.00	营业税金及附加	105.30	166.32	223.94	298.59
其它应收款	23.66	25.00	35.00	50.00	销售费用	148.38	215.90	290.70	387.59
预付账款	495.30	600.00	750.00	900.00	管理费用	673.25	914.39	1196.98	1595.98
存货	4162.30	3500.00	3300.00	3000.00	财务费用	83.61	114.30	136.80	182.40
其他	331.35	200.00	400.00	500.00	研发费用	405.69	660.39	1060.19	1595.98
非流动资产	22,791.96	22,125.71	21,477.48	20,836.71	资产减值损失	-252.27	0.00	0.00	0.00
长期投资	122.34	122.34	122.34	122.34	公允价值变动收益	0.00	0.00	0.00	0.00
固定资产	12,078.24	12,006.09	15,884.65	15,501.94	投资净收益	0.32	0.00	0.00	0.00
无形资产	4,036.31	4,514.23	4,306.18	4,048.12	营业利润	652.72	1982.15	3140.31	4457.34
其他	1,069.94	1,069.94	1,069.94	1,069.94	营业外收入	0.00	0.00	0.00	0.00
资产总计	38,975.45	41,071.18	44,572.69	49,329.62	营业外支出	0.00	0.00	0.00	0.00
流动负债	4,768.36	5,242.54	5,717.04	6,181.99	利润总额	1457.63	2892.15	4350.31	5967.34
短期借款	1,240.63	0.00	0.00	0.00	所得税	117.32	713.04	1077.58	1481.84
应付账款	2,118.88	4,000.00	4,500.00	4,800.00	净利润	1340.31	2179.11	3272.73	4485.51
其他	616.13	616.13	616.13	616.13	少数股东损益	0.00	0.00	0.00	0.00
非流动负债	4,535.03	1,858.69	1,858.69	1,858.69	归属母公司净利润	1016.28	2219.11	3332.73	4565.51
长期借款	905.25	905.25	905.25	905.25	EBITDA	3016.21	5430.20	7618.72	9784.08
其他	0.00	0.00	0.00	0.00	EPS (元)	0.227	0.495	0.744	1.019
负债合计	9,303.39	7,101.23	7,575.73	8,040.68	主要财务比率	2020A	2021E	2022E	2023E
少数股东权益	0.00	0.00	0.00	0.00	营业收入增速	13.32%	50.22%	34.65%	33.33%
归属母公司股东权益	29,672.06	30,867.73	32,663.43	35,123.35	营业利润增速	-44.31%	203.67%	58.43%	41.94%
负债和股东权益	38,975.45	37,968.96	40,239.16	43,164.04	归母净利润增速	-21.73%	118.36%	50.18%	36.99%
					毛利率	24.47%	31.92%	35.37%	37.36%
现金流量表					净利率	11.06%	17.47%	19.49%	20.02%
经营活动现金流	1,934.54	6,488.95	5,423.15	6,139.70	ROE	3.43%	7.19%	10.20%	13.00%
净利润	1,028.45	1,516.61	2,400.23	3,403.01	ROIC	1.92%	8.20%	15.13%	23.59%
折旧摊销	1,880.66	1,837.66	2,148.22	2,140.76	资产负债率	23.87%	17.29%	17.00%	16.30%
财务费用	83.61	114.30	136.80	182.40	流动比率	3.39	3.61	4.04	4.61
资产减值损失	252.27	0.01	0.01	0.01	速动比率	2.45	2.91	3.39	4.04
营运资金变动					总资产周转率	0.22	0.31	0.38	0.46
其它	-83.75	0.00	0.00	0.00	应收帐款周转率	2.24	3.17	3.80	3.80
投资活动现金流	-4,575.18	-797.50	-567.50	-337.50	存货周转率	1.53	2.47	3.35	4.76
资本支出	3,800.54	4,176.34	1,500.00	1,500.00	每股收益	0.227	0.495	0.744	1.019
长期投资		0.00	0.00	0.00	每股经营现金	0.432	1.449	1.211	1.371
其他		0.00	0.00	0.00	每股净资产	6.624	6.891	7.292	7.841
筹资活动现金流	7,565.65	-2,197.47	-1,365.91	-1,869.51	P/E	164.40	75.29	50.13	36.60
股权募资		0.00	0.00	0.00	P/B	5.63	5.41	5.12	4.76
债权募资	-1,240.63	-0.00	-0.00	-1,240.63	EV/EBITDA	53.77	29.00	20.22	15.35
其他									
现金净增加额	4,912.72	3,493.98	3,489.75	3,932.70					

数据来源: wind, 中国银河证券研究院

插图目录

相对沪深 300 表现图（截至 2021-08-17）	1
图 1. 三安光电发展历程	3
图 2. 三安光电产业布局	3
图 3. 公司实际控制人为林秀成	5
图 4. 公司研发支出不断提高	6
图 5. 公司研发人员稳步提升	6
图 6. 三安光电专利布局	6
图 7. 三安光电产品覆盖全波段 LED	7
图 8. 公司营收逐季增长	7
图 9. 公司归母净利润大幅增长	7
图 10. 公司毛利率、净利率趋于稳定	8
图 11. 公司持续投入研发（亿元）	8
图 12. 三安光电存货周转天数	8
图 13. LED 产业链	9
图 14. 2017-2023 年全球 LED 芯片市场规模（亿美元）	9
图 15. 2019 年中国 LED 封装应用结构	9
图 16. LED 芯片主要上市公司库存水平（亿元）	10
图 17. LED 芯片主要上市公司销售毛利率	10
图 18. LED 技术演进	10
图 19. 全球 Mini LED 芯片市场规模（单位：百万美元）	12
图 20. Mini LED 背光渗透率预测	12
图 21. 2019 年中国 LED 小间距显示屏销售结构	12
图 22. 全球小间距显示市场规模将保持快速增长	12
图 23. UVC LED 市场规模	15
图 24. 全球植物照明市场规模（单位：亿美元）	16
图 25. 5G 单机 PA 使用量高达 16 颗	19
图 26. 5G PA 单价将达到 7.5 美元	19
图 27. 2022 年 5G 手机出货量将超过 4G	20
图 28. VCSEL 市场快速发展	20
图 29. 2012-2024 全球砷化镓元件市场规模（亿美元）	21
图 30. 2012-2024 中国砷化镓元件市场规模（亿元）	21
图 31. 全球砷化镓元件市场 CR2 超 50%	21
图 32. 全球砷化镓晶圆代工市场一家独大	21
图 33. 6 寸氮化镓成本不断下降	22
图 34. 氮化镓 MOSFET 采用水平结构	22
图 35. 硅基氮化镓和碳化硅基氮化镓迅速发展	23
图 36. 射频和电力电子市场将带动三安光电氮化镓业务发展	23
图 37. 氮化镓具备高频、高功率特性	24
图 38. 氮化镓被广泛用于 5G 基站中	24

图 39. 2019-2026 中国 5G 宏基站及小基站新建量	24
图 40. 氮化镓 RF 器件市场规模 2025 年将突破 20 亿美元	25
图 41. 快充领域将成为氮化镓功率器件主要成长点	25
图 42. 2017 年全球氮化镓市场份额	27
图 43. 2019 年 SiC 功率器件下游应用	27
图 44. 按驱动力分车均半导体含量 (单位: 美元)	28
图 45. 新能源汽车中各类半导体占比情况	28
图 46. 中美欧 2020-2030 年充电桩数量 (单位: 百万座)	29
图 47. 碳化硅半导体和硅基半导体性能对比	30
图 48. 新能源汽车碳化硅半导体市场规模 (单位: 亿美元)	31
图 49. SiC 衬底市场格局 (2020H1)	31
图 50. SiC 器件市场格局 (2017)	31
图 51. 2019 年全球射频前端市场划分	32
图 52. 2019 年 SAW 滤波器竞争格局	33
图 53. 2019 年 BAW 滤波器竞争格局	33
图 54. 三安集成发展历程	34

表格目录

营业收入增长预测	2
毛利率变化假设	2
敏感性分析	2
表 1. 三安光电业务及产品情况	3
表 2. 三安光电子公司情况	4
表 2. 全球 LED 封装应用产值预估 (百万美元)	11
表 3. LCD、OLED、Mini LED 背光、Micro LED 显示技术对比	13
表 5. 三安光电泉州半导体研发与产业化项目 (一期) 规划	14
表 6. 常用植物照明类型对比	16
表 7. 中科三安历史发展及市场拓展	16
表 8. 三代半导体材料特性梳理	18
表 9. 快充领域主要主体标志性事件	26
表 10. 全球汽车功率半导体市场规模预测	28
表 11. 中美日 SiC 新能源车应用研发	30
表 12. 单机声表面滤波器价值量大幅提升	33
表 13. 三安光电化合物半导体项目	35
表 4. 三安光电业务分拆及预测 (亿元)	36
表 15. 三安光电可比公司估值表 (截至 2021 年 08 月 17 日)	37
表 16. 三安光电 FCFE 估值	37
表 17. 三安光电盈利预测	38

分析师承诺及简介

本人承诺，以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

分析师：傅楚雄

金融学硕士，浙江大学工学学士。11年证券从业经验。2014年-2016年新财富最佳分析师、水晶球最佳分析师团队成员。擅长宏观把握，自上而下挖掘产业链各个不同环节、不同行业所蕴藏的投资机会；对行业景气度及产业链变化理解深入，善于把握边际变化及周期拐点；以独特视角挖掘具有潜力的投资标的。

分析师：王恺

中国科学院大学工学博士，上海交通大学工学硕士，中国人民大学经济学硕士，天津大学工学学士。2018年加入中国银河证券研究院，主要从事电子行业、科技产业研究。曾就职于航天科技集团。

评级标准

行业评级体系

未来6-12个月，行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）相对于基准指数（交易所指数或市场中主要的指数）

推荐：行业指数超越基准指数平均回报20%及以上。

谨慎推荐：行业指数超越基准指数平均回报。

中性：行业指数与基准指数平均回报相当。

回避：行业指数低于基准指数平均回报10%及以上。

公司评级体系

推荐：指未来6-12个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报20%及以上。

谨慎推荐：指未来6-12个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报10%-20%。

中性：指未来6-12个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。

回避：指未来6-12个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报10%及以上。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其机构客户和认定为专业投资者的个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或打算违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告所载内容及观点客观公正，但不担保其内容的准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部份，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的机构专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险、应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失，在此之前，请勿接收或使用本报告中的任何信息。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路3088号中洲大厦20层

上海市浦东新区富城路99号震旦大厦31层

北京市丰台区西营街8号院1号楼青海金融大厦15层

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：崔香兰 0755-83471963 cuixianglan@chinastock.com.cn

上海地区：何婷婷 021-20252612 hetingting@chinastock.com.cn

北京地区：唐嫚玲 010-80927722 tangmanling_bj@chinastock.com.cn