

芯芯之火正盛，燎原之势渐成

——三安光电(600703)深度研究报告

报告要点：

● LED 行业下行助大浪淘沙，领军者将进一步提高市占率

LED 芯片行业经过近两年的价格下降，国内厂商纷纷通过降低开工率或关闭工厂自发去产能。现行业库存水平增量趋缓，LED 价格已下降至部分厂商成本之下，除三安光电之外的多数 LED 企业在三季度均出现或延续亏损。公司凭借规模优势与先进的技术优势，具有行业领先的毛利率，对价格下降有更高的承受力。在节能减排政策的大背景、植物照明等新兴行业的驱动下，LED 的渗透率仍将提高。公司作为全球领先的 LED 芯片供应商，行业产能出清后将进一步提高市占率、继续享受市场增长带来的红利。

● Mini/Micro LED 蓝海悄然启动，行业龙头有望率先受益

Mini LED 作为新兴的显示技术，可解决 OLED “烧屏”和 LCD “光晕效应”的问题，同时又兼顾响应速度快、色彩范围广、对比度高等特点，可用于直接显示亦可用于 LCD 屏幕背光，正处于快速发展的阶段，预计 2019 到 2023 年复合增速将达 90%；Micro LED 则在各项指标上全面超过现有的显示技术，一旦技术成熟则有广阔的应用前景。公司计划投资 120 亿元于 Mini/Micro LED 等项目，且已与三星电子等厂商签订合同确保其 Micro LED 量产后的优先供应的问题。公司作为 LED 行业领先的企业，必将受益于 Mini/Micro LED 这片蓝海的启动。

● 中美博弈激战正酣，化合物半导体自主可控时不我待

以砷化镓、氮化镓、碳化硅等为代表的化合物半导体在射频前端、电力电子、光通讯、3D 传感等领域有着广泛的应用，而此类先进技术均被国外企业垄断。在中美博弈的背景下，以华为为代表的下游国内厂商有强烈的意愿培养本土供应商；同时，受 5G 及新能源驱动，砷化镓/氮化镓 PA、碳化硅功率器件亦将迎来发展机遇。受益于市场规模和国产份额的同步提升，公司化合物半导体有望获得较大弹性。

● 投资建议与盈利预测

公司的化合物半导体业务犹如一把星星之火，借助中美贸易摩擦与良好的市场空间之风，将形成燎原之势。预计 2019-2021 营收 71.47、87.72、108.99 亿元，归母净利润 14.44、23.96、31.62 亿元，当前市值对应 2019-2021 年 PE 分别为 55、33、25 倍，按 2020 年 40X PE，6 个月目标价 23.51 元/股，首次覆盖，给予“增持”评级。

● 风险提示

1) LED 持续恶化；2) Mini LED 不及预期；3) 化合物半导体不及预期；

附表：盈利预测

财务数据和估值	2017	2018	2019E	2020E	2021E
营业收入(百万元)	8393.73	8364.37	7147.32	8772.56	10899.61
收入同比 (%)	33.82	-0.35	-14.55	22.74	24.25
归母净利润(百万元)	3164.21	2830.16	1444.31	2396.61	3162.43
归母净利润同比(%)	46.04	-10.56	-48.97	65.93	31.95
ROE (%)	16.01	13.32	6.50	10.16	12.19
每股收益 (元)	0.78	0.69	0.35	0.59	0.78
市盈率(P/E)	24.98	27.93	54.72	32.98	24.99

资料来源：Wind,国元证券研究中心

增持|首次推荐

当前价/目标价：19.04 元/23.51 元

目标期限：6 个月

基本数据

52周最高/最低价 (元): 19.82 / 8.97

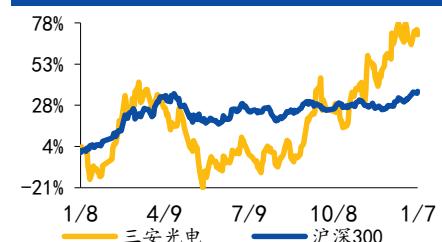
A股流通股 (百万股): 4078.42

A股总股本 (百万股): 4078.42

流通市值 (百万元): 77653.21

总市值 (百万元): 77653.21

过去一年股价走势



资料来源：Wind

相关研究报告

报告作者

分析师 常启辉

执业证书编号 S0020115080058

电话 021-51097188-1936

邮箱 changqihui@gyzq.com.cn

本文感谢刘莹所做贡献

目 录

1. 龙头崛起，从跟随者到领跑者	4
1.1 匠心二十载，不负中国芯	4
1.2 股权结构稳定，优质资产吸引产业基金青睐	7
1.3 全产业链模式助力公司屹立行业之巅	7
2. LED 强者恒强，Mini/Micro 蓝海悄然启动	12
2.1 LED 行业下行助大浪淘沙，领军者将进一步提高市占率	12
2.2 Mini LED、Micro LED 新蓝海已悄然启动	14
2.2.1 目前主流的显示技术及其优缺点	14
2.2.2 直显背光两相宜，Mini LED 正当时	15
2.2.3 Micro LED：几乎“完美”的显示技术	18
3. 关键芯片国产良机，化合物半导体乘风而起	20
3.1 化合物半导体及其应用	20
3.2 射频前端——GaAs & GaN	22
3.1.1 射频 PA 国产替代势在必行	23
3.1.2 SAW 滤波器，公司布局手机滤波器的第一步	24
3.1.3 5G 基站带动，GaN 将迎来风口	26
3.3 电力电子——SiC	27
3.4 光通讯及 3D 传感	30
4. 中美博弈激战正酣，芯片自主时不我待	32
5. 盈利预测与评级	33
6. 风险提示	33

图表目录

图 1：三安光电发展历程	4
图 2：2009-2017 年全球主要 LED 芯片供应商营收变化对比（亿美元）	5
图 3：国家补贴占比减少	5
图 4：三安光电产能情况	6
图 5：2017 年全球 LED 芯片竞争格局	7
图 6：2018 年全球 LED 芯片竞争格局	7
图 7：公司股权结构	7
图 8：三安光电 LED 产品覆盖全部可见光和不可见光谱	8
图 9：三安光电 LED 芯片、产品营收数据	8
图 10：LED 产业链简图	9
图 11：主要 LED 芯片厂商毛利率（%）	10
图 12：公司海外销售额及占比（亿元）	10
图 13：2018 年前五名客户占营收比例对比	11
图 14：2018 年向前五名供应商采购占总成本比例对比	11
图 15：研发投入情况对比	11
图 16：2009-2017 年中国 LED 应用下游产值分布	12

图 17: 主要 LED 厂商存货水平 (亿元)	13
图 18: 全球 LED 植物照明市场规模 (百万美元)	13
图 19: LED 芯片市场空间 (亿美元)	14
图 20: OLED 典型器件结构	15
图 21: LCD 典型器件结构	15
图 22: 不同尺寸 LED 分类及其应用	16
图 23: CES 2019 展示的 Mini LED 屏幕	17
图 24: 使用 Mini LED 设备的数量预估	17
图 25: 2017-2023 年整体 mini LED 产值	17
图 26: Micro LED 结构原理	18
图 27: Micro LED 下游应用方向	19
图 28: III-V 族化合物半导体	20
图 29: 化合物半导体应用场景	21
图 30: GaAs 器件生产工艺示意图	21
图 31: 不同手机所需射频器件价值量估算	22
图 32: 不同射频器件价值量占比	23
图 33: 不同射频前端市场估计	23
图 34: 射频 PA 市场份额情况	24
图 35: GaAs 元件市场格局	24
图 36: GaAs 晶圆代工市场格局	24
图 37: BAW 结构	25
图 38: SAW 结构示意	25
图 39: SAW 全球市场份额	25
图 40: 2017-2023 年全球 GaN 射频器件市场规模预估 (亿美元)	26
图 41: GaN 射频器件市场参与者	27
图 42: SiC 和 Si 的材料特性比较	28
图 43: SiC 在电动车市场渗透率预估	29
图 44: SiC 市场规模	29
图 45: SiC 元件主要厂商	30
图 46: VCSEL 阵列示意	30
图 47: 智能手机中使用 VCSEL 价值量预估	31
图 48: 2018-2024 年 VCSEL 市场空间	31
图 49: VCSEL 市场参与者	32
表 1: 三安光电各子公司及其业务	9
表 2: 2019 Mini LED 投资布局一览	17
表 3: 化合物半导体及其应用器件	20
表 4: 半导体材料特性参数对比	28
表 5: 2018 年以来遭受美国制裁的部分中国企业	32

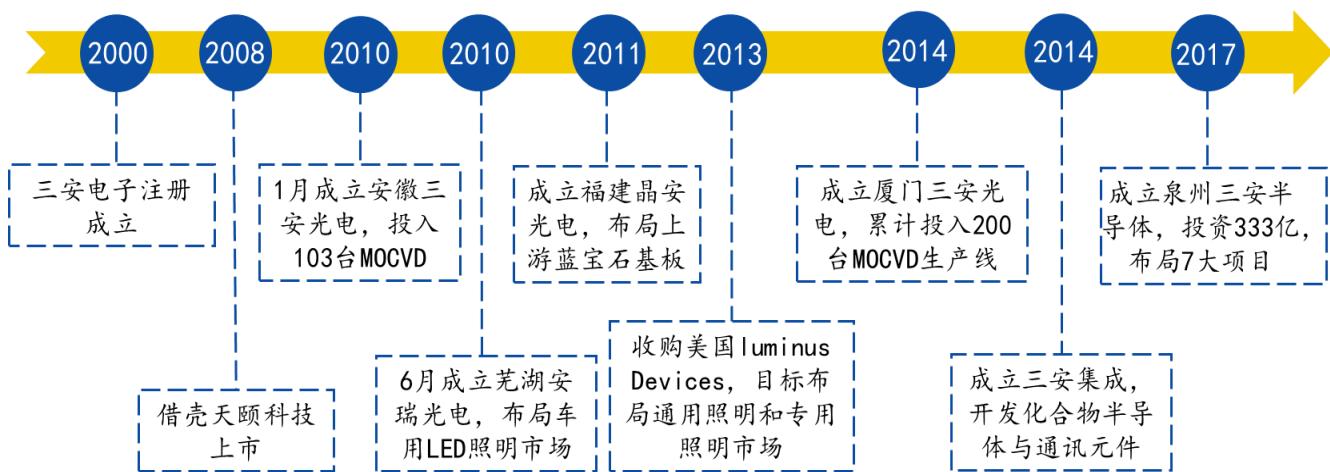
1. 龙头崛起，从跟随者到领跑者

1.1 匠心二十载，不负中国芯

自 2000 年成立以来，三安光电深度聚焦于 LED 芯片及其上下游，积极开展多维布局并在自身优势领域精耕细作；历经近 20 年的匠心经营，公司已实现围绕 LED、化合物半导体的产业纵深布局。

经过多年匠心耕耘，公司既为中国及全球绿色照明、节能减排的快速发展贡献了自己的力量，又奠定了在 LED 行业的龙头地位。近年来，随着 LED 照明增速趋缓，公司积极拓展 mini LED、micro LED、化合物半导体等高增长领域。未来，随着新型显示、5G 射频、新能源需求蓬勃发展，Mini/Mico LED 及化合物半导体前景可期，公司占尽天时地利，有望复制在 LED 照明市场的成功，点燃新的业绩引擎。

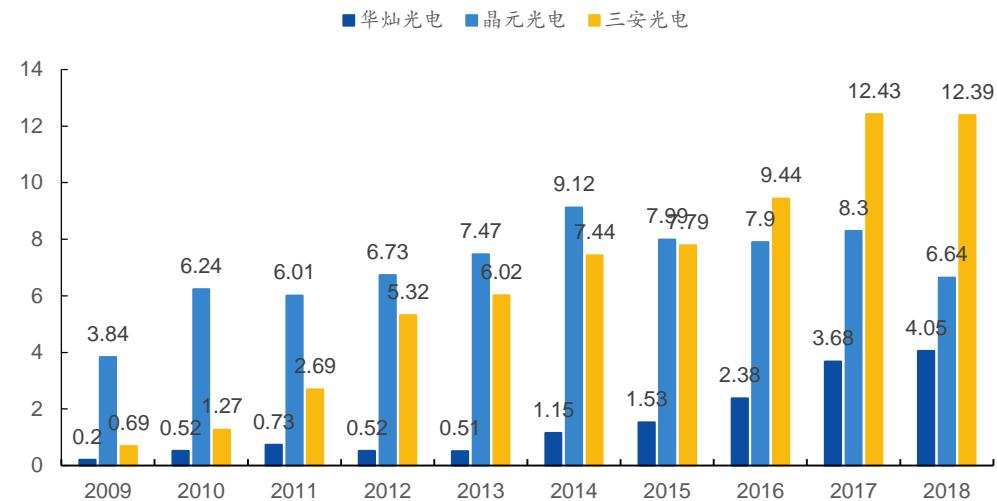
图 1：三安光电发展历程



资料来源：三安光电公告，国元证券研究中心整理

公司刚上市时还处于行业追赶者的地位，2009 年营业收入 4.7 亿元人民币，不足台湾企业晶元光电营收五分之一。但凭借良好的政策环境及管理层锐意进取的经营理念，公司发展迅速，2018 年营业收入为 83.64 亿，增长近 20 倍，远远领先于行业内其他竞争对手。

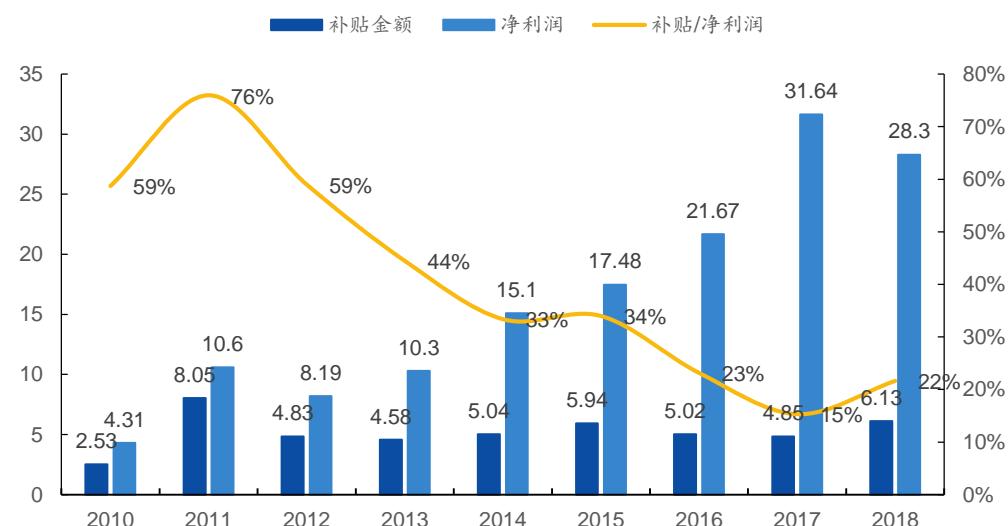
图 2：2009-2017 年全球主要 LED 芯片供应商营收变化对比（亿美元）



资料来源：拓璞产业研究院，国元证券研究中心

➤ **借政策东风，迎发展机遇：**2009 年国家发改委等 6 个部门联合公布《半导体半导体照明节能产业发展意见》，提出“到 2015 年，半导体照明节能产业产值年均增长率在 30% 左右；产品市场占有率达到 20% 左右，液晶背光源达到 50% 以上，景观装饰等产品市场占有率达到 70% 以上”等目标。为达到这些目标，国家将大笔资金投入 LED 产业，除土地优惠、相关产品减税等政策外，还提供大量资金直接对企业购买 MOCVD 进行补助。虽然三安光电当时的技术水平与市占率在国际范围内都不高，但相较于国内其他企业仍处于较为领先地位，所以在当时便成为政策支持的重要厂商。随着技术的成熟与市场规模的扩大，公司的经营逐渐步入正轨，政府补助占净利润的比例也逐年降低；

图 3：国家补贴占比减少



资料来源：公司公告，国元证券研究中心

- **积极扩产提升市场占有率：**在政策支持与资金帮助下，公司开始大力扩产：于2010年成立安徽三安光电，投入103台MOCVD；于2014年成立厦门三安光电，累计投入200台MOCVD生产线。现安徽三安光电和厦门三安光电的产能分别为1800亿片和5000亿片，而2010年之前成立的厦门三安光电科技和天津三安光电的产能仅为150片和180亿片，足见其产能扩张力道之大。三安光电LED芯片、外延片已达到年7000多亿片的产能，根据公司官网，三安光电目前产能占全球芯片产能的19.72%。

图4：三安光电产能情况

产业基地遍布全国

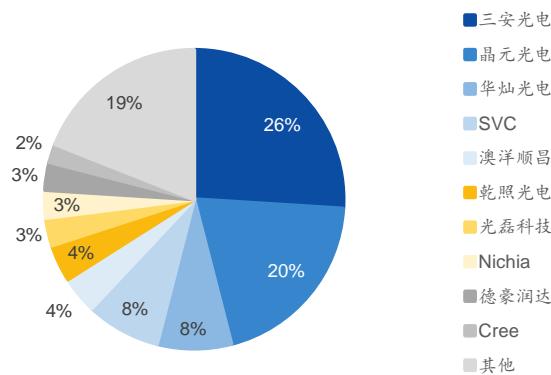


资料来源：三安光电官网，国元证券研究中心

- **全产业链战略提高市场话语权：**公司2008年上市时的主营业务为LED外延片及芯片，为提高利润率与市场话语权，三安光电业务逐渐向上游及下游扩展。分别于2010年和2013年成立芜湖安瑞光电和收购美国luminus Devices，目标布局下游车用照明、通用照明和专用照明产品市场；于2011年成立福建晶安光电，目标布局上游蓝宝石基板；
- **多维布局夯实公司可持续发展动力：**除LED产业外，三安光电还积极布局应用于射频收发和光通讯的化合物半导体，先后于2014年和2017年成立厦门三安集成电路有限公司和泉州三安半导体科技有限公司。三安集成主要负责化合物半导体晶圆代工服务；泉州三安半导体计划总投资金额为333亿，覆盖GaN、GaAs、射频滤波器等多个项目，计划2022年投产。

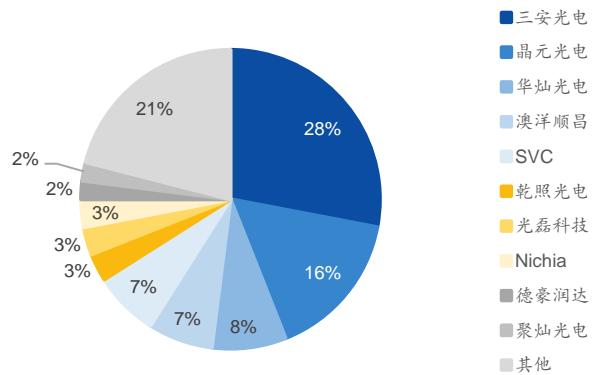
经过多年横向与纵向拓展，三安光电现已经成为全球最大的LED芯片生产商。根据拓璞产业研究院数据显示，公司2017年市占率为26%，2018年为28%，且根据公司官网，现三安中国LED的市场份额为29%，其市占率呈持续上升趋势。

图 5：2017 年全球 LED 芯片竞争格局



资料来源：拓墣产业研究院，国元证券研究中心

图 6：2018 年全球 LED 芯片竞争格局



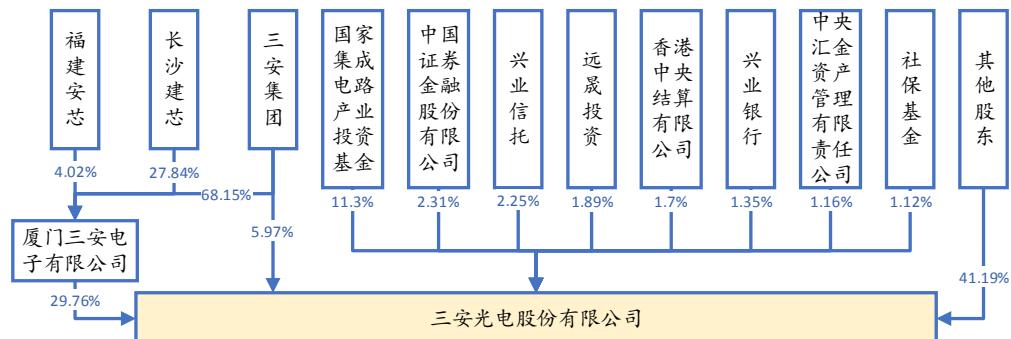
资料来源：拓墣产业研究院，国元证券研究中心

1.2 股权结构稳定，优质资产吸引产业基金青睐

稳定的股权结构是公司持续健康发展的根基，三安光电的实际控制人为三安集团，三安集团通过厦门三安电子间接控股和直接方式控制三安光电约 35.73%的股份。

携手国家大基金，助力国产芯动能。2015 年，国家集成电路产业投资基金有限公司先后两次向公司注资 48.39 亿和 16 亿人民币，现大基金共持有公司 11.3% 的股权，成为公司的第二大股东。国家产业基金的有效助力，将进一步增强公司在集成电路领域的发展后劲。

图 7：公司股权结构



资料来源：公司公告，国元证券研究中心

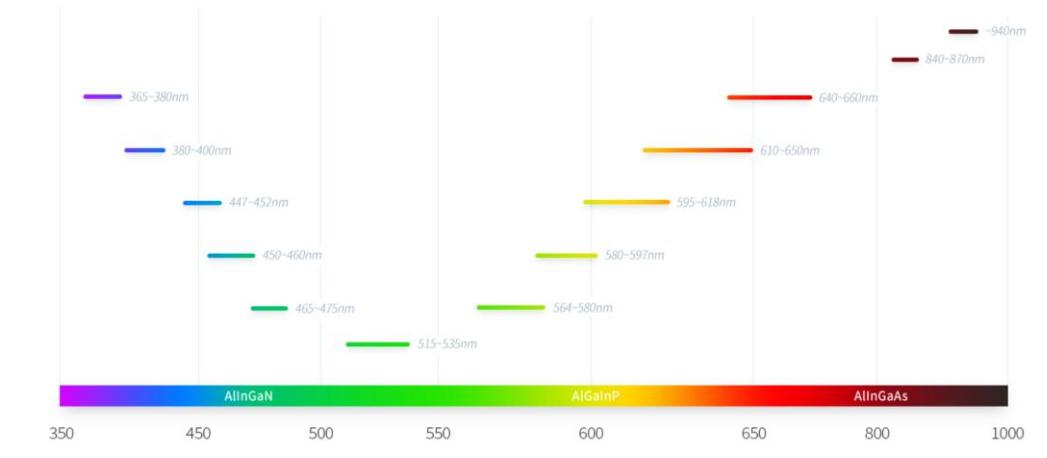
1.3 全产业链模式助力公司屹立行业之巅

三安光电主要从事全色系超高亮度 LED 外延片、芯片、III-V 族化合物半导体材料、微波通讯集成电路与功率器件、光通讯元器件的研发、生产与销售，产品性能指标居国际先进水平。

图 8：三安光电 LED 产品覆盖全部可见光和不可见光谱

产品覆盖

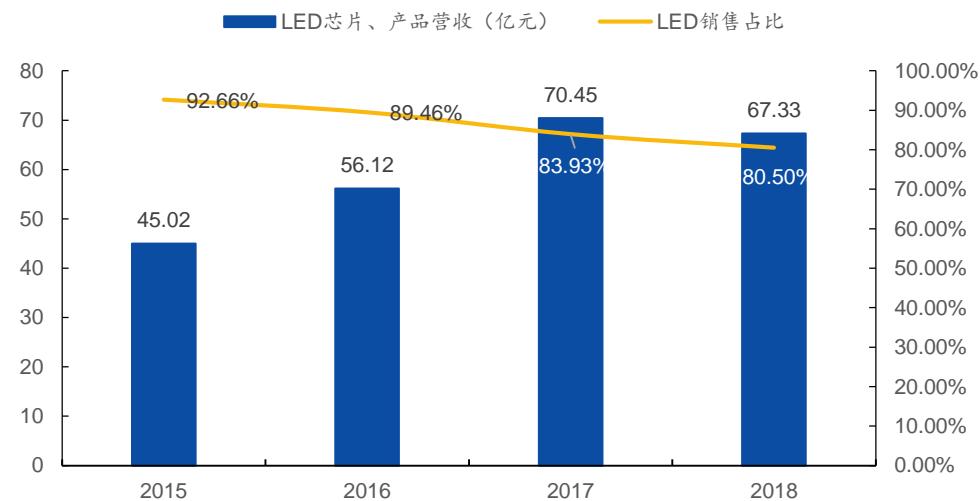
三安能够提供全波长范围的LED，产品可覆盖全部可见光和不可见光谱



资料来源：公司官网，国元证券研究中心

在公司的各项主营业务中，LED 相关业务目前占据较大比例。近年来，随着公司电力电子、微波集成电路、光通讯和滤波器等产品营收逐渐起量，LED 相关产品营收占比略有下降。

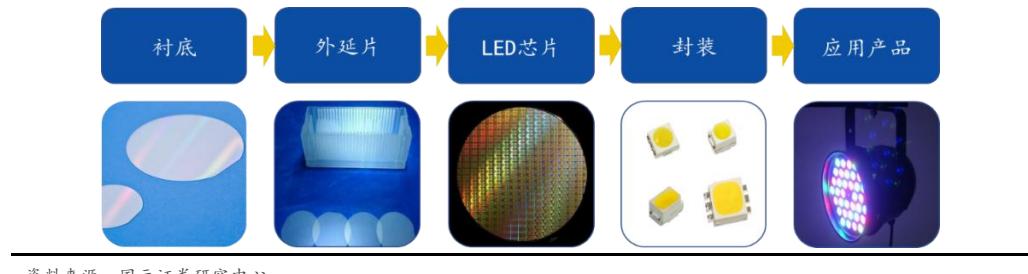
图 9：三安光电 LED 芯片、产品营收数据



资料来源：wind，国元证券研究中心

从产业链垂直领域来看，LED 产业可以划分为衬底、外延、芯片、封装和应用等环节。三安光电主业为 LED 外延与芯片的研发制造，后陆续通过设立子公司和海外并购的方式逐步向上下游拓展，现公司的 LED 业务已覆盖从衬底到下游产品的全产业链环节。

图 10: LED 产业链简图



资料来源：国元证券研究中心

公司通过不同的子公司开展不同 LED 产业链上的环节，目前有 1 家蓝宝石衬底生产子公司、4 家 LED 芯片生产子公司、2 家集成电路子公司，以及若干家下游应用和市场销售子公司。

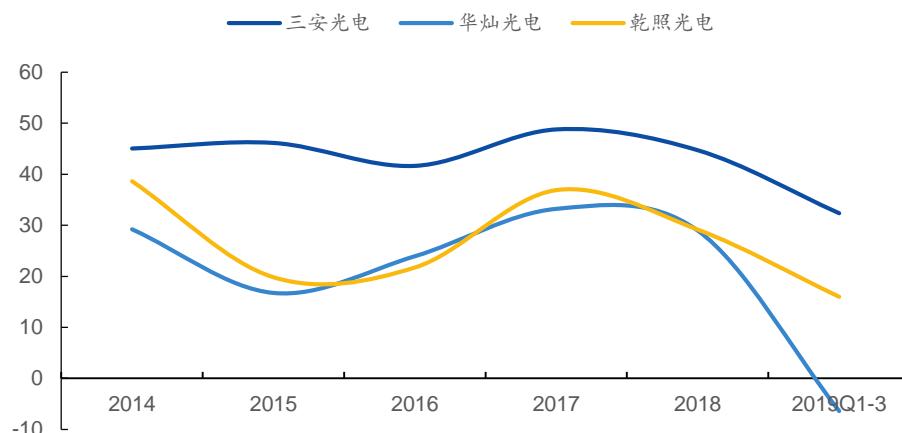
表 1：三安光电各子公司及其业务

业务环节	子公司	2019H1 收入（万元）	业务简介
衬底	福建晶安光电	45,185.87	蓝宝石衬底
外延片、芯 片	厦门市三安光 电科技有限公 司	34,637.93	LED 外延片、芯片，化合物太阳能电池、PIN 光电探测器芯片
外延片、芯 片	天津三安光电 有限公司	36,564.24	LED 外延片、芯片、太阳能外延片、芯片的研发与生产，是目前国内规模较大、品质较好的全色系超高亮度发光二极管外延及芯片产业化生产基地
外延片、芯 片	安徽三安光电 有限公司	120,965.19	LED 外延片、芯片
外延片、芯 片	厦门三安光电 有限公司	170,141.94	LED 蓝、绿光外延片、芯片生产线，拥有新建配套的芯片生产线（适合照明、背光源、显示屏、汽车照明及 Mini-LED 等市场）
外延片、芯 片	泉州三安半导 体科技有限公 司	1,410.10	总投资约 333 亿（含公共配套设施投资），全部项目计划五年内实现投产、七年内达产
外延片、芯 片	厦门市三安集 成电路有限公 司	4,809.07	适用于专业通讯微电子器件市场的 GaAs 高速半导体芯片与 GaN 高功率半导体芯片生产线
下游产品	芜湖安瑞光电 有限公司	34,075.20	汽车 LED 光源封装、LED 车灯模组、LED 汽车灯具的设计、开发与制造
下游产品	安徽三安科技	3,062.43	从事 LED 照明应用产品的设计、销售和服务
下游产品	Luminus Inc.	13,075.99	美国子公司，研发及生产 LED 专业照明和通用照明
销售	香港三安光电	55,829.45	贸易
销售	厦门市三安半 导体科技有限 公司	185,724.05	贸易

资料来源：公司公告，公司官网，国元证券研究中心整理

- 向上游衬底拓展可为公司发展带来以下优点：1) 公司产能较高，庞大的产能需要稳定的材料供应，自供衬底可保持公司经营的稳定性；2) LED 芯片的成本有较大部分在于外延片，而外延片的成本又有相当大部分在于衬底，降低外购衬底比例可有效提高利润率。

图 11：主要 LED 芯片厂商毛利率（%）



资料来源：wind, 国元证券研究中心

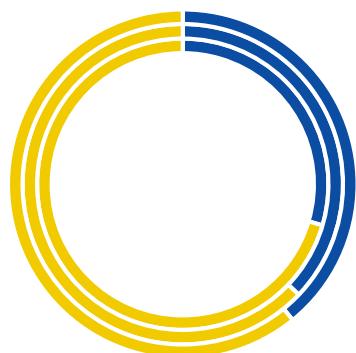
- 向下游拓展可为公司发展带来以下优点：1) 扩展下游应用产品可有效带动自家芯片的销量，进一步提高市占率；2) 部分下游产品如汽车照明毛利较高，一旦打入供应链则可以获得长期且稳定的订单；3) 公司通过并购海外公司，进一步拓展海外市场，有效提高公司产品销量。

图 12：公司海外销售额及占比（亿元）



资料来源：wind, 国元证券研究中心

2018 年前五名客户销售占比 29.56%，前 5 名供应商采购占比 35.2%，比例均低于国内同行。较为分散的采购与销售格局显示：公司在采购与销售的过程中拥有较高的话语权，某一特定上游供应商或下游客户对公司的影响较小，有利于公司长期保持良好的盈利水平。

图 13：2018 年前五名客户占营收比例对比


由内向外分别为三安光电、华灿光电、乾照光电

资料来源：各公司年报，国元证券研究中心

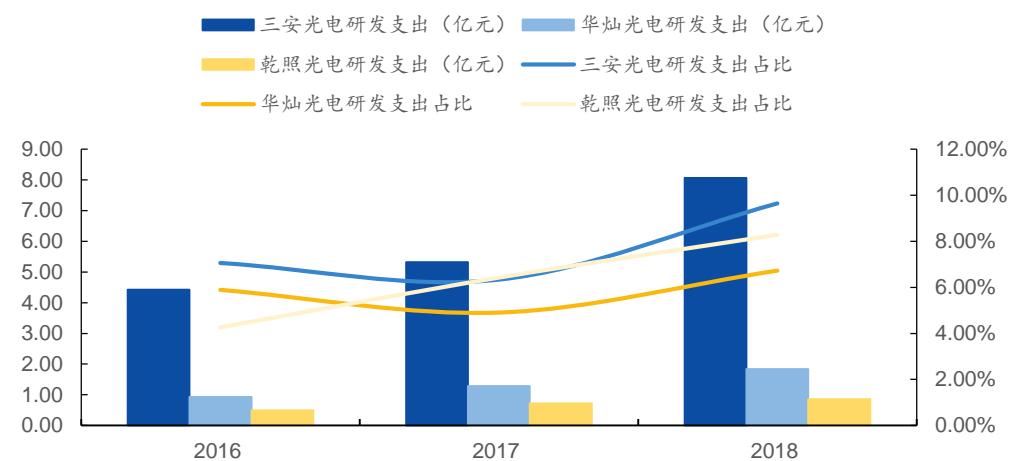
图 14：2018 年向前五名供应商采购占总成本比例对比


由内向外分别为三安光电、华灿光电、乾照光电

资料来源：各公司年报，国元证券研究中心

重视研发是公司保持领先水平的核心动力。根据公司官网，公司可继续保持同样的芯片面积比竞争对手亮度高 5%的领先地位。公司自成立以来，十分注重科技创新，每年均投入上亿元研发经费。无论是研发投入的绝对金额，还是研发投入占营收的比例，均处于行业领先地位。

公司在全球多国相继成立研发中心，拥有化合物半导体技术顶尖人才组成的技术研发团队。此外，公司还聘任了日本名古屋大学教授天野浩与日本东京大学教授泉田智史作为公司的特聘专家，其中天野浩教授因发明“高亮度蓝色发光二极管”获得**2014 年诺贝尔物理学奖**。

图 15：研发投入情况对比


资料来源：各公司年报，国元证券研究中心

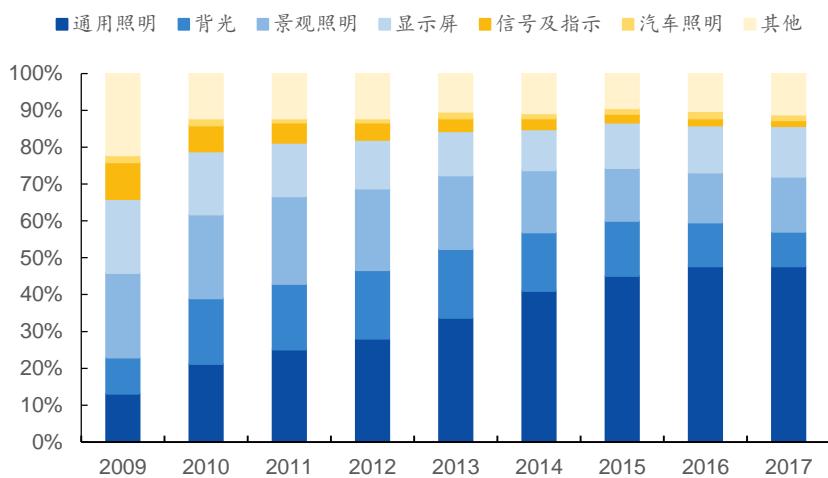
经过大量的研发投入，公司现已拥有国内外发明专利和专有技术 1654 项，其中国内专利 1198 项（授权专利 866 项），国际专利 456 项（含 PCT96 件，授权专利 295 项），发明专利占 86.7%。此外，公司的研发成果还获得了几十项省级及以上奖项，如国家进步奖、重大技术发明奖等。

2. LED 强者恒强，Mini/Micro 蓝海悄然启动

2.1 LED 行业下行助大浪淘沙，领军者将进一步提高市占率

LED 产业从 1990 年起发展至今已接近三十年，产品由早期的 LED 照明、家电指示灯为主，逐渐扩大范围至通用照明、显示背光、景观照明、显示屏、信号及指示、汽车照明等领域。其中通用照明一直占据 LED 下游应用的最大份额，包括路灯、舞台灯、嵌入式筒灯、轨道灯与零售灯具等。除上述常用领域外，LED 还可应用在专用照明领域，如投影灯、紫外灯、红外灯与医疗照明灯等。

图 16：2009-2017 年中国 LED 应用下游产值分布



资料来源：CSA、中商产业研究院，国元证券研究中心

从整体产能布局来看，国外企业放缓扩张并收缩业务，目前 LED 芯片产能中国大陆居全球第一位，随后依次是中国台湾、日本、韩国、美国，并且向中国大陆转移的趋势越来越明显。

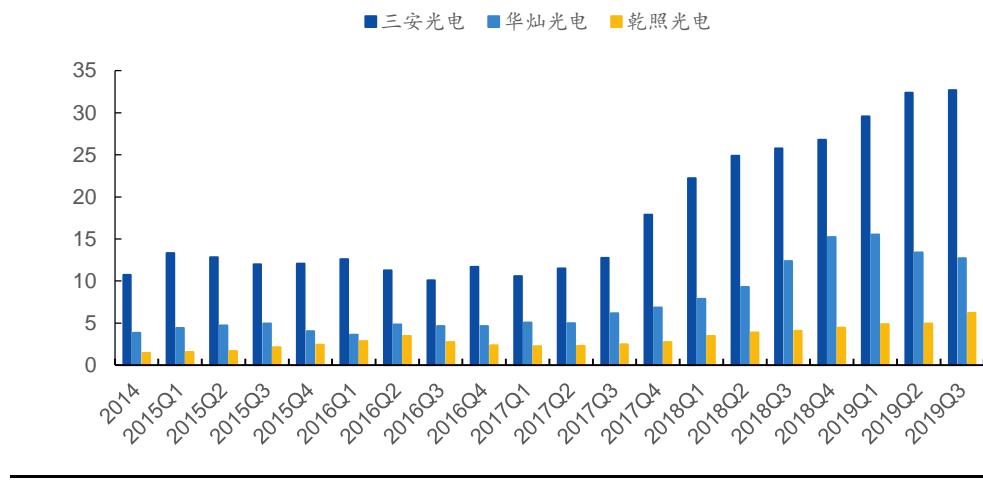
在产能转移的过程中，部分中小厂商在技术、配套、客户等环节没有合理完善布局的情况下大幅增加产能，从而引起在传统照明领域的 LED 芯片供给阶段性失衡，行业进入调整期。在此背景下，LED 芯片销售价格出现下滑，公司 2018 年芯片销售数量为 8385 亿颗，销售量比去年增加 50%，营收却基本和上年持平。

面对 LED 芯片产能过剩的情况，不同的企业采取不同的策略应对：

- 华灿光电降低开工率，2019 上半年产能利用率仅 62.5%，并通过出售子公司和谐光电 100% 股权的方式获得现金流；
- 乾照光电的 2019 年上半年的产能利用率相较于 2018 年降低约 10%；
- 德豪润达 2019 年 7 月获得批准决定通过关闭工厂来应对 LED 芯片毛利率为负的情况。

经过行业的自发去产能，现行业的存货水平虽仍在增加，但增速已经趋缓。

图 17：主要 LED 厂商存货水平（亿元）



资料来源：wind，国元证券研究中心

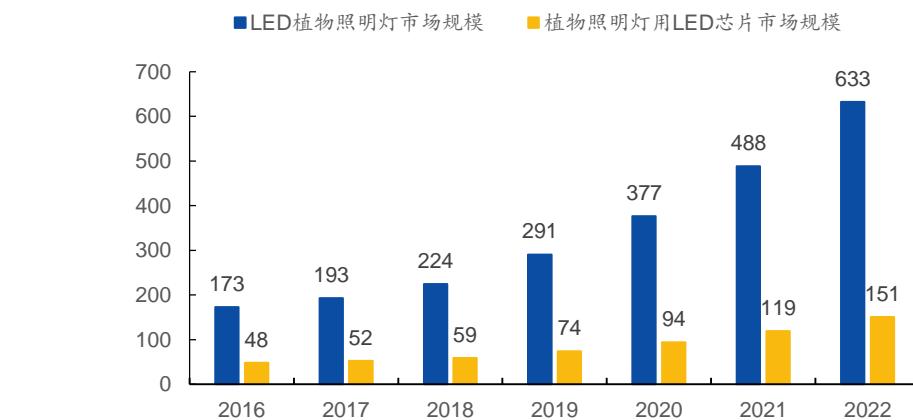
目前除公司之外的多数 LED 企业已出现亏损现象：

- 台系厂商晶元光电 2019 上半年毛利率仅为 3%，预计三季度毛利率为负；
- 华灿光电 2019 年全年毛利率为负；
- 乾照光电 2019Q3 毛利率不足 12%，净利润出现亏损状况；
- 澳洋顺昌 2019 上半年的 LED 业务毛利率为负。

由此可见，LED 价格已经下降至多数厂商的成本价之下，公司凭借先进的技术与较大的产能优势，成本远低于同行竞争对手。在同行均出现亏损的情况下，公司在定价过程中具有更强的主动权。

近年来在全球节能减排的大背景下，LED 照明渗透率还将进一步提升。新的驱动点在于：1) 智慧照明、植物照明、医疗、渔业照明与港口照明等新兴领域；2) 新兴国家的发展带动 LED 照明需求的快速增长。

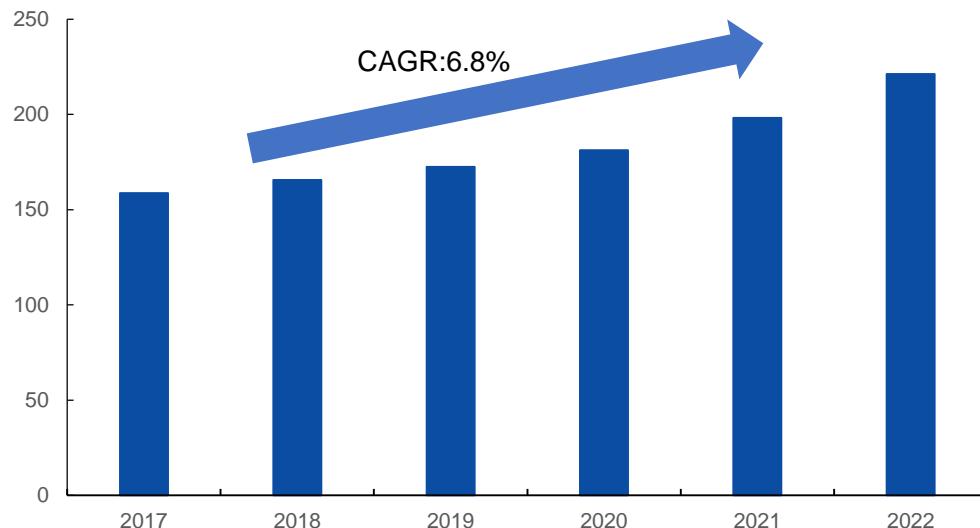
图 18：全球 LED 植物照明市场规模（百万美元）



资料来源：拓璞产业研究院，国元证券研究中心

我们认为，LED 芯片的市场空间仍在增长，市场景气度下滑的根本原因在于产能过剩。此轮供给侧产能出清后，部分中小企业将被淘汰，市场集中度将进一步提高。公司作为掌握核心技术、产业布局合理的龙头企业，毛利率显著优于竞争对手，在产品降价过程中具有更高的耐受力，将进一步巩固各项优势，提高市场占有率。

图 19：LED 芯片市场空间（亿美元）



资料来源：Strategies Unlimited，国元证券研究中心

2.2 Mini LED、Micro LED 新蓝海已悄然启动

LED 芯片虽然竞争激烈，但新的“蓝海”已开始浮现。Mini LED 和 Micro LED 作为新的显示技术，兼具成本和性能等诸多优点，随着其市场接受度逐渐提升，将为 LED 产业注入新的成长活力。

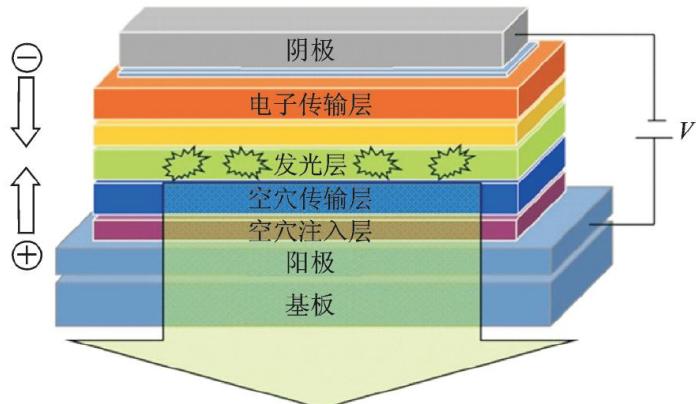
2.2.1 目前主流的显示技术及其优缺点

目前主流的显示技术分为两种：即 OLED 和 LCD。其最大的区别在于，OLED 采用自发光技术，而 LCD 是采用 LED 背光作为光源。OLED 和传统 LCD 都具有各自的限制，Mini LED 和 Micro LED 则可有效克服。

- OLED 称为有机发光二极管，发光原理与 LED 发光类似，通过外加电压驱动电子传输层和空穴传输层的电子和空穴移动，在发光层结合并发出光。**OLED** 显示屏为自发光，像素可独立发出光线和色彩，因此每个像素可以单独开启或关闭，从而实现绝对的黑色水平和几乎无限的对比度。此外，OLED 还具有相应时间短、轻薄、柔性可折叠等优点。

OLED 的缺点在于：由于采用有机材料，红绿蓝像素点存在寿命衰退的问题，屏幕上某些区域长时间显示相同的内容（比如桌面上的应用图标），会导致该区域红绿蓝像素点的寿命衰退程度不同，进而在屏幕上显示其他内容时依然有该图标的残影，即所谓的“烧屏”。

图 20: OLED 典型器件结构

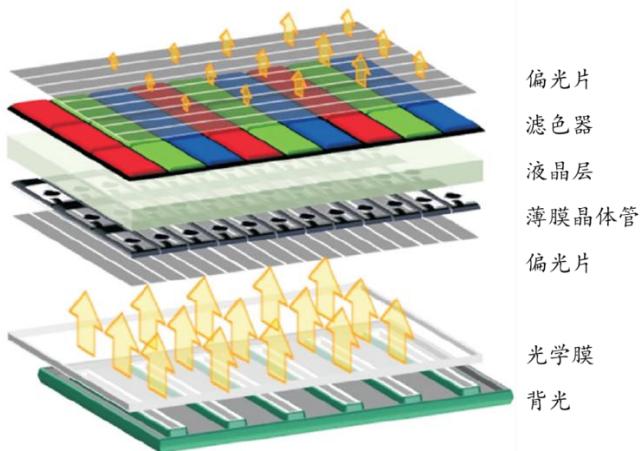


资料来源：光电子技术，国元证券研究中心

- LCD 发光原理是通过液晶层上下外加的电极改变液晶层的分子排列方式，从而使不同像素位置的背光通过液晶层后有不同的偏振方向，当不同偏振方向的光通过上层的偏光膜后就会产生不同亮度的光，最后通过滤色器达到显示不同颜色和亮度的目的。LCD 的背光技术从 CCFL 技术发展到目前 LED 背光技术，具有寿命长和效率高的特点

传统的 LED 背光的 LCD 的缺点在于：由于采用背光技术，像素的明暗是通过调节光线的偏振方向实现的，显示黑色时将光的偏振方向调整至与偏光膜垂直，而背光并没有真正的关闭，部分光会从像素之间的缝隙透出，从而使显示的黑色看起来像灰色，这种现象称为光晕效应(Halo effect)，所以传统的 LED 背光的 LCD 显示的明暗对比度、色彩饱和度都比 OLED 要差一些。

图 21: LCD 典型器件结构



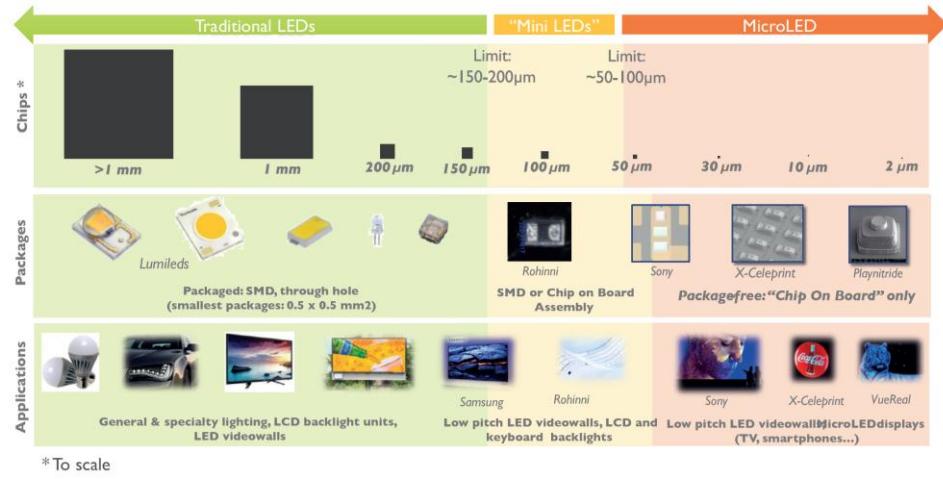
资料来源：国元证券研究中心

2.2.2 直显背光两相宜，Mini LED 正当时

Mini LED 是指尺寸介于 Micro LED 和传统 LED 之间的 LED，不同的机构组织对不同分类的尺寸划分有不同的标准，根据 Yole 标准，Mini LED 是指芯片尺寸在

50um~150um 的 LED。

图 22: 不同尺寸 LED 分类及其应用



资料来源：Yole, 国元证券研究中心

Mini LED 可以直接用作显示屏，也可作为用作 LCD 的背光。

- 在直接显示领域 (**Mini LED RGB**)，由于 PPI 不高， mini LED RGB 产品只能应用在较大尺寸的显示上，在商业、专业显示市场潜力较大，包含交通管理指挥中心，安防监控中心、室内商业显示等。
- **Mini LED 作为 LCD 背光 (Mini LED + LCD)**，可以采用分区调光 (Local dimming zones) 技术，使用 TFT (薄膜电晶体) 来驱动，将 Mini LED 显示屏的背光划分为成千上万个区域，每个区域对应多个像素点，各区域的亮度可独立控制，因此显示屏的明暗对比度可达到和 OLED 一样出色的表现；且 Mini LED 尺寸小，每个 Mini LED 对应少数像素点，像素点之间漏光现象将减少，光晕效应可得到极大的改善。

采用 **Mini LED** 的 **LCD** 屏幕具有 **OLED** 对比度高、色彩范围广、响应速度快、耗电量低等优点，同时还解决了 **OLED** 屏幕残影和使用寿命短等缺陷。此外，**Mini LED** 通常采用直下式背光，相对于传统 **LED** 侧边背光，对屏幕边缘的空间要求更小，更易实现窄边框或无边框设计，在移动设备全面屏领域竞争力不逊于 **OLED**。

Mini LED + LCD 显示依赖于 **LED** 和 **LCD** 制造，此两个行业都属于产业链、技术、市场都较为成熟的产业，一旦规模应用，其成本将会低于 **OLED**。据 **LED inside** 估算，相同对比度条件下，采用 **Mini LED** 背光的液晶面板价格仅约为 **OLED** 面板的 70%~80%。

图 23: CES 2019 展示的 Mini LED 屏幕

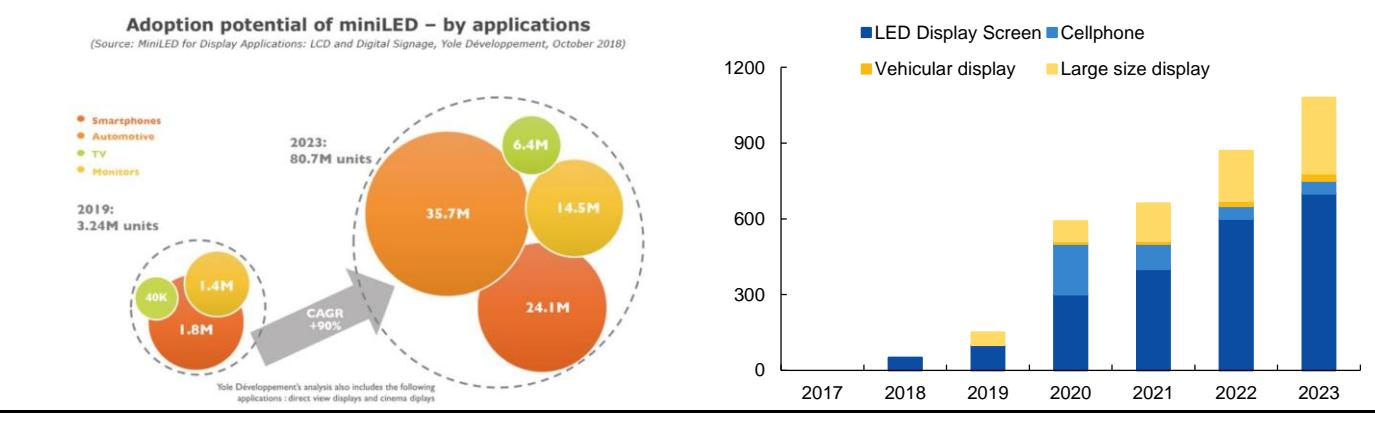


资料来源：拓璞产业研究院，国元证券研究中心

受益于直接显示和 LCD 背光两大应用场景的双重驱动，Mini LED 市场规模有望迎来快速成长。根据 Yole 预测，包括移动设备、车辆显示器、电视以及大尺寸监视器在内，到 2023 年将有 8 亿件设备使用 Mini LED，相较于 2019 年的 324 万件，复合增长率将达到 90%。市场价值方面，据 LED inside 预测，2023 年整体 Mini LED 产值将超过 10 亿美元。

图 24: 使用 Mini LED 设备的数量预估

图 25: 2017-2023 年整体 mini LED 产值



资料来源：Yole，国元证券研究中心

资料来源：LED inside，国元证券研究中心

面对快速发展的 Mini LED 市场，国内外 LED 芯片大厂均积极布局，并且下游各大知名应用终端厂商也积极参与其中。公司 Mini-LED 产品已于 2018 年开始实现量产销售，出货量也随着关键设备到位逐步攀升。此外，公司于 2019 年 4 月 25 日在湖北省葛店经济技术开发区成立子公司投资 Mini/Micro LED 项目，投资总额 120 亿元。

表 2: 2019 Mini LED 投资布局一览

公司	mini LED 投资布局
国星光电	计划投资 10 亿元进行 LED 封装器件及外延芯片扩产
洲明科技	计划投资 22 亿建设中山只能制造基地项目，其中包括布局 mini LED 相关业务
瑞丰光电	正在与国内知名通信企业合作发开手机 mini LED 背光技术
奥拓电子	公司相关 mini LED 显示产品已批量生产
鸿利智汇	巨量转移技术、大尺寸面板有大幅度突破。Mini RGB 显示系列产品进入样品测试阶段
兆驰	具备 mini LED 封装生产能力，规划 mini LED 芯片产能。mini LED 背光及显示技术实现批量生产，手机背光已送样布局

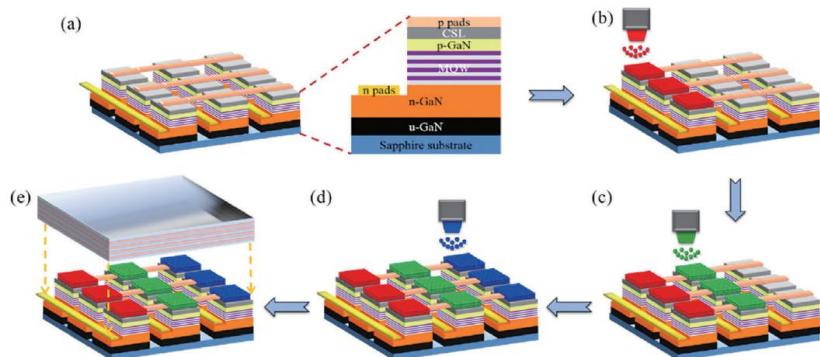
K&S/Rohinni	合作开发 micro/mini LED 贴装解决方案，加速巨量转移
晶元光电	子公司投资 1.046 亿（新台币）认购藏天科技普通股，双方在 miniLED 封装业务上合作
三安光电	投资湖北葛店经济技术开发区管理委员会 120 亿，兴办 III-V 族化合物半导体项目，包括 mini LED 外延与芯片产品业务
晶台光电	mini LED 预计今年第四季度实现量产
希达电子	开发完成全倒装 mini LED COB 系列产品，并实现批量化生产

资料来源：LED inside, 国元证券研究中心

2.2.3 Micro LED：几乎“完美”的显示技术

Micro LED 和 Mini LED 是两种类似的显示技术，只是 LED 芯片的尺寸不同，Micro LED 的芯片尺寸大约在 50 μm 以下。Micro-LED 采用自发光技术，每个像素点包括红绿蓝三个自发光的 Micro LED 子像素，通过直接控制每个像素点进行显示。

图 26：Micro LED 结构原理

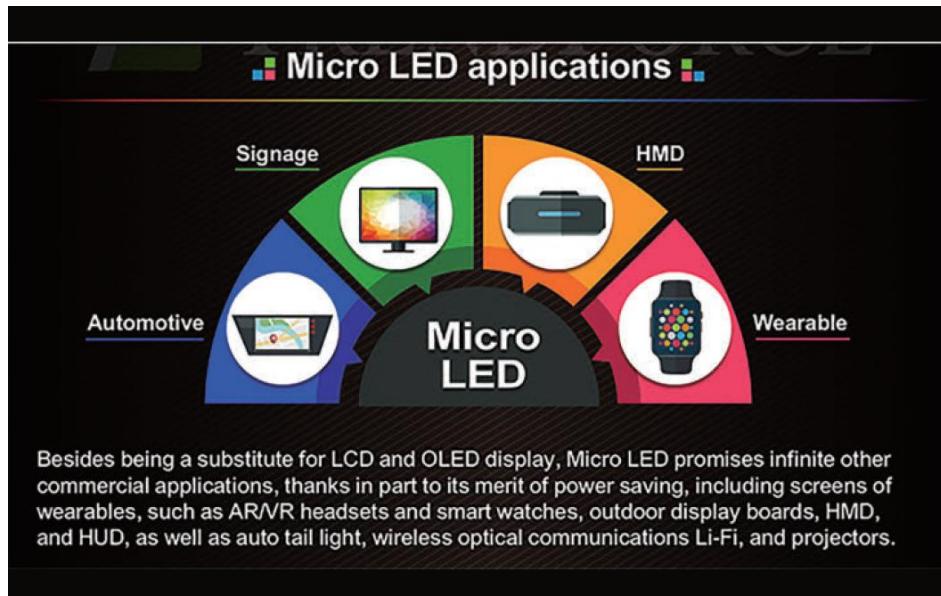


资料来源：知网，国元证券研究中心

Micro LED RGB 三色芯片的材料类别统一为半导体三五族材料，响应时间为 ns 级，比 OLED 更快，材料性能稳定，寿命更长，发光效率好，颜色纯度高。这些优性能在高亮高色域需求的显示产品上占尽优势。我们认为：如果 micro LED 能做到各种不同的尺寸和高分辨率，并能保持高良率及低价格，这种颠覆性的技术有可能会取代大部分显示技术。

Micro LED 在超大尺寸显示器市场不具备成本优势，下游应用将以中小尺寸智能终端作为主要发展方向。由于该技术更容易实现高像素密度，兼具发光效率高、体积小、功耗低、寿命长等特点，更适合应用于车载显示、智能手表、VR/AR 设备等产品。此外，Micro LED 的透明显示优势明显，非常适合 AR 产品需要的透明显示器，透明显示也将是 Micro LED 的重要发展方向之一。

图 27: Micro LED 下游应用方向



资料来源：知网，国元证券研究中心

Micro LED 目前还存在着芯片制备、良品分选、巨量转移、封装散热、集成驱动等较多的技术挑战。例如巨量转移问题，即必须把微米级的 LED 芯片转到玻璃或者透明基板上，转移之后的良率、像素排列、红绿蓝像素的亮度均匀度都有可能受到影响。尽管上述技术难题的解决非朝夕之功，但随着全产业链从业者的共同努力，Micro LED 的研发和产业化节奏正加速推进，规模化应用待时而飞。

根据 **LED inside** 预计，**2023 年 Micro LED 市场产值将达 42 亿美元**。面对广泛的应用场景与广阔的市场空间，全球各类企业纷纷加速战略布局：

- 谷歌、Facebook、三星、苹果、富士康、京东方等公司纷纷投资或收购 Micro LED 初创公司；
- Mikro Mesa、Plessey、镎创科技、JDC 等创新型小企业通过融资快速成长，在巨量转移、背板驱动、器件制备等方面均取得较大进展；
- 晶元光电、华灿光电等 LED 厂商通过兼并重组或与显示巨头合作积极切入 Micro LED 器件的生产和研发。

三安光电作为 LED 芯片的龙头企业，自然在 Micro LED 领域也处于领先地位：

- 2018 年 2 月三安光电与三星电子签订合同建立了长期的商业合作关系，并将持续开展 Micro LED 战略合作，待三安光电达到大规模量产时，三星电子将考虑将三安光电作为首要供应方；
- 2019 年三星推出 219 英寸超大款 Micro LED 显示屏和 75 英寸 Micro LED 电视，其中，75 英寸 Micro LED 电视的芯片尺寸是之前的 1/15，PPI 也增加了 4 倍左右。作为三星公司 LED 芯片的供应商，三星的技术进步也进一步侧面验证了三安光电的技术实力；

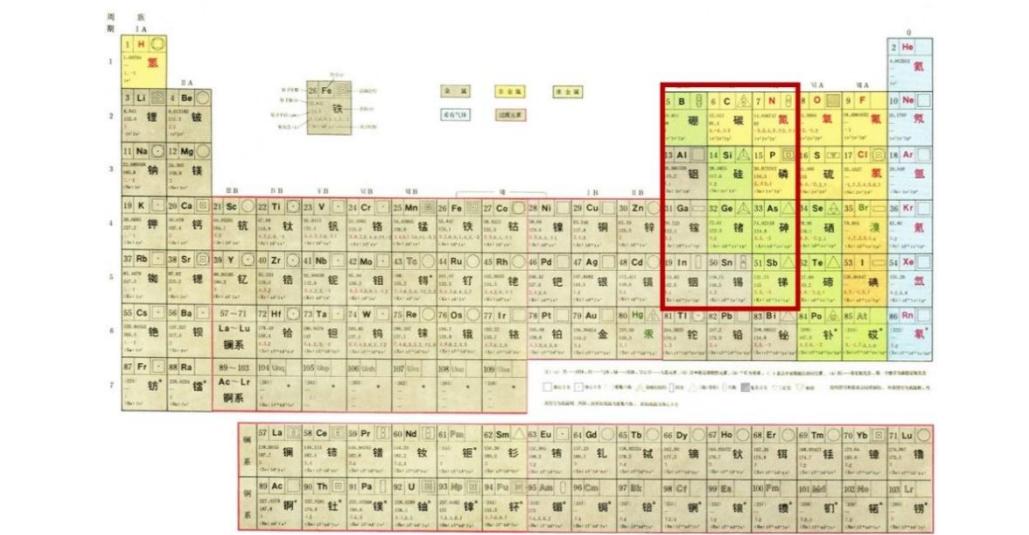
- 公司于 2019 年 4 月 25 日决定在湖北省葛店经济技术开发区成立子公司投资 Mini/Micro LED 外延与芯片项目；
- 根据拓璞产业研究院信息，三安光电已针对晶圆、测试与巨量转移技术开发了约 29 件专利，并已开发出直径 20 微米的 Micro LED。

3. 关键芯片国产良机，化合物半导体乘风而起

3.1 化合物半导体及其应用

区别于第一代半导体（硅 Si、锗 Ge 等）等单质半导体，化合物半导体是由两种或两种以上 III-V 族元素构成的半导体材料。属于第二代半导体（砷化镓 GaAs、磷化铟 InP 等）或第三代半导体（氮化镓 GaN、碳化硅 SiC 等）。

图 28：III-V 族化合物半导体



资料来源：国元证券研究中心

化合物半导体的性能优势：普遍具有直接禁带结构，且禁带宽度更大、电子饱和漂移速度更高等特点。制作出的半导体器件具有光电性能优异、高速、高频、大功率、耐高温和耐高辐射等特征，具有应用于光电器件、射频器件和电力电子器件的先天优势。

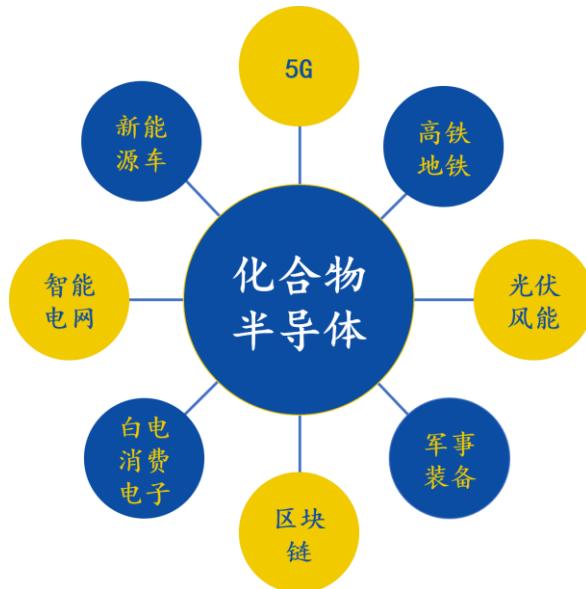
表 3：化合物半导体及其应用器件

器件	包含器件种类	使用的半导体材料
光电器件	激光器、LED、VCSEL、光探测器、光伏器件等	GaAs、InP、GaN 等
射频通信器件	功率放大器 PA、低噪声放大器 LNA、射频开关 Switch、混频器 Mixer、振荡器 Oscillator、单片微波集成电路 MMIC 等	GaAs、InP、GaN 等
电力电子器件	肖特基势垒二极管 SBD、金属氧化物半导体场效应晶体管 MOSFET、绝缘栅双极晶体管 IGBT	GaN、SiC 等

资料来源：国元证券研究中心

化合物半导体由于其良好的特性，广泛应用于 5G、光伏、军事装备、消费电子、智能电网、新能源车灯领域。

图 29：化合物半导体应用场景

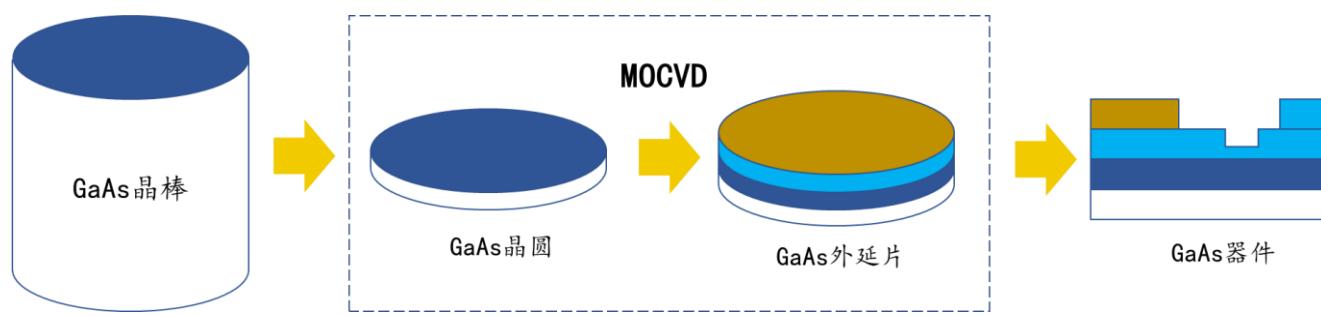


资料来源：国元证券研究中心

我们认为，公司作为 LED 芯片的制造厂商，早已具有照明用化合物半导体的制造基础，切入射频等其他化合物半导体元件的学习曲线较短。

以 GaAs 器件为例，化合物半导体器件生产工艺如下图所示。化合物半导体生产工艺类似于集成电路，分为设计、制造、封测等环节，不同之处在于化合物半导体器件为分立器件，制造工艺相对简单，其难点在于外延片的制造技术。外延片的制造是在晶圆上通过 MOCVD 在衬底上进行气象外延，生长出所需要的外延层。

图 30：GaAs 器件生产工艺示意图



资料来源：国元证券研究中心绘制

LED 制造的关键设备即为 MOCVD，公司的成长史就是依靠大批量购买 MOCVD 迅速在市场上站稳脚跟。虽生产射频器件、电力电子器件等产品的外延工艺对平整度、杂质率有更高的要求，但公司作为 LED 的龙头企业，积攒了 MOCVD 气象外延工艺的大量技术与经验，比其他企业有更深厚的技术积累与优势。

➤ 2014 年 5 月成立三安集成，布局化合物半导体，建设了 GaAs 和 GaN 外延片

生产线，以及适用于专业通讯微电子器件市场的 GaAs 高速半导体芯片与 GaN 高功率半导体芯片生产线等。

- 2017 年 12 月，三安光电为扩大化合物半导体业务，宣布成立泉州三安半导体。未来将在 7 大项目上投资 333 亿元人民币，包括 2 个 LED 外延片项目以及 5 个化合物半导体项目，后者包括：大功率 GaN 激光器、光通讯器件、射频及滤波器、功率型半导体（电力电子）、特种衬底材料与特种封装产品。

目前泉州三安半导体仍在建设之中，公司的化合物半导体的生产仍以三安集成为主。三安集成 2018 年营收 1.7 亿，营收规模虽然不高，但客户范围正在逐步扩大。

3.2 射频前端——GaAs & GaN

射频前端是移动通信系统的核心组件，主要起到收发射频信号的作用，包括功率放大器(PA)、双工器(Duplexer 和 Diplexer)、射频开关(Switch)、滤波器(Filter)和低噪放大器(LNA)五个部分。

随着 5G 到来，高频频段的增加不仅增加了对射频器件数量的要求，同时还增加了对射频器件性能的要求。根据 **Skyworks** 估计，每部 4G 手机所需要的射频器件价值总量约为 18 美元，而一部 5G 手机则为 25 美元。

图 31：不同手机所需射频器件价值量估算

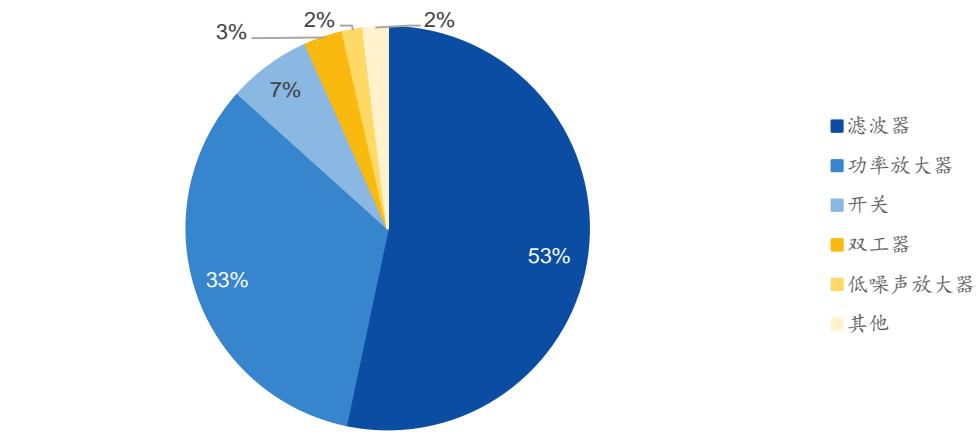
— 5G CREATES A STEP FUNCTION INCREASE IN PERFORMANCE



资料来源：SKYWORKS，国元证券研究中心

根据 Yole 数据，射频前端中价值量占比最高的是滤波器，其次是功率放大器，占比分别约为 1/2 和 1/3，其余器件包括开关、谐波器、低噪声放大器等，合计占比约 15%。因此，可估算出每部 5G 手机的滤波器和功率放大器的价值量分别约为 12.5 美元和 7.5 美元。

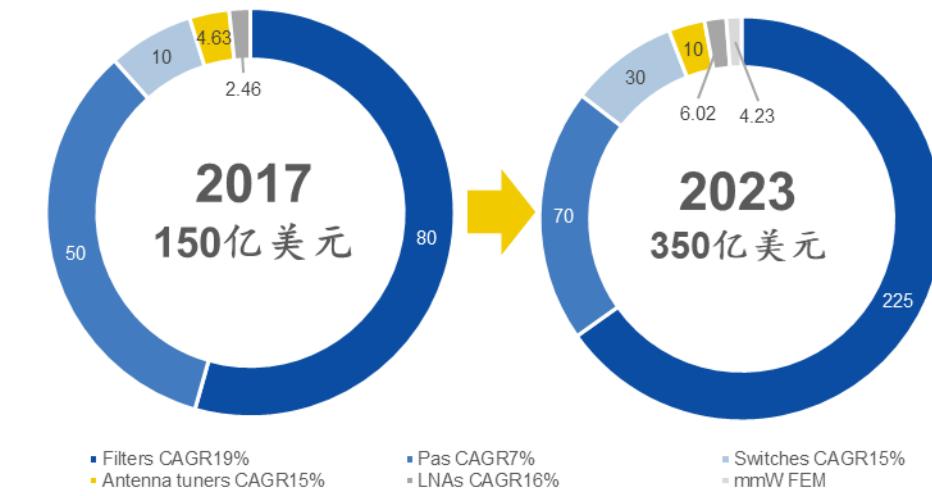
图 32：不同射频器件价值量占比



资料来源：Yole，国元证券研究中心

根据 Yole 预估数据，2023 年射频前端总体市场规模为 350 亿美元，2017-2023 年的复合增长率为 14%；其中功率放大器 PA 到 2023 年的市场规模为 70 亿美元，2017-2023 年的复合增长率为 7%；滤波器的市场空间将于 2023 年达到 225 亿美元，复合增长率高达 19%。

图 33：不同射频前端市场估计



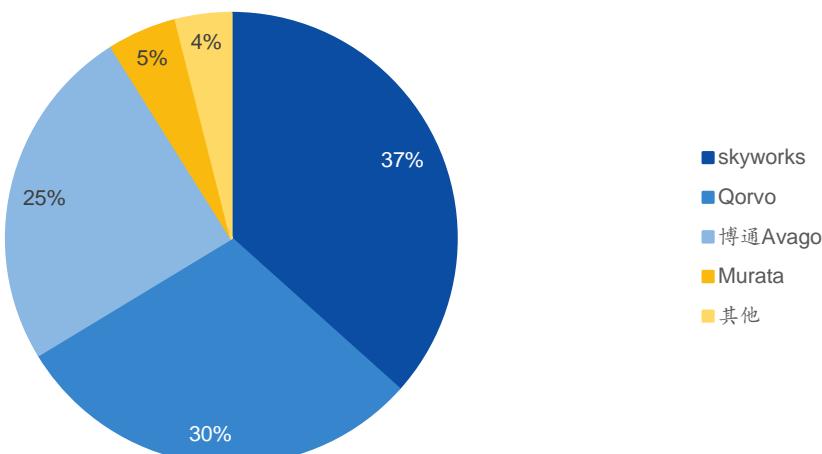
资料来源：Yole，国元证券研究中心

3.1.1 射频 PA 国产替代势在必行

功率放大器（PA）主要采用 GaAs、RF-SOI、CMOS、GaN 或 SiGe 作为材料，GaN 的高频特性较好，比较适用于基站，GaAs 性价比更高，适用于终端设备。所以在手机 PA 中，GaAs 占据了绝大多数份额。

功率放大器具有独特的工艺和较高的技术门槛，当前 PA 市场主要被三大厂商 Skyworks、Qorvo、Broadcom 垄断，此三大厂商均采用 IDM 模式，合计占有超过 90% 的市场份额。

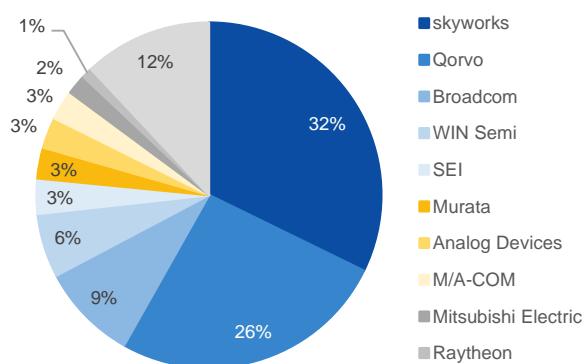
图 34：射频 PA 市场份额情况



资料来源：Yole, 国际电子商情, 国元证券研究中心

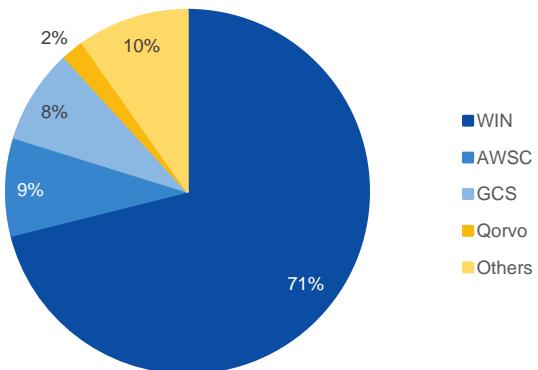
2018 年 GaAs 元件的市场总产值为 88.7 亿美元，和 PA 的市场格局一样，前三名被 Skyworks、Qorvo、Broadcom 占据。GaAs 晶圆代工方面，2018 年市场规模为 7.47 亿美元，台湾企业稳居是绝对的龙头企业

图 35：GaAs 元件市场格局



资料来源：Strategy Analytics, 国元证券研究中心

图 36：GaAs 晶圆代工市场格局



资料来源：Strategy Analytics, 国元证券研究中心

三安光电的射频业务代工工艺线已批量供货。截止至 2018 年底，公司的 GaAs 射频器件已累计出货 73 家，客户范围已扩展至包括日本、韩国、台湾在内的泛亚太国家和地区；产品种类达 270 种，涵盖 2G-5G 手机射频功放、Wi-Fi、物联网、路由器、通信基站射频信号功放、卫星通讯等市场应用。

当前 PA 市场，尤其是高端 PA 市场，无论是设计还是代工方面，中国大陆企业都尚未在国际舞台上站稳脚跟。在 5G 时代到来对 PA 需求量增加、中美贸易摩擦不断的背景下，高端 PA 国产化替代势在必行。三安光电作为中国大陆先进的 GaAs 代工企业，将在此次国产化替代的过程中享受市场规模和市占份额的双重成长。

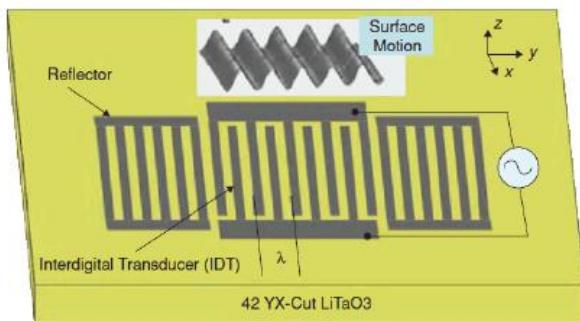
3.1.2 SAW 滤波器，公司布局手机滤波器的第一步

手机射频滤波器分为面声波滤波(SAW)、带温度补偿的面声波滤波器(TC-SAW)，薄

膜体声波滤波器(BAW-FBAR), 固贴式体声波滤波器(BAW-SMR)。

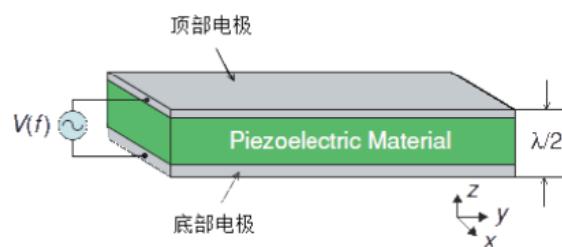
- SAW 是一种声波沿着固体表面传播的滤波器, 其工作频率与叉指换能器(IDT)电极之间间距有关, 频率越高 IDT 电极之间间距越小, 对制造工艺的要求就越高, 而且对温度变化的敏感性就越高, 因此 SAW filter 不太适合大约 2.5GHz 以上的频率;
- SAW 对温度变化较为敏感, 性能随着温度升高而变差。为改善温度性能, 在滤波器中加入温度补偿, 即为 TC(temperature compensated)-SAW;
- BAW 的最基本结构是两个金属电极夹着压电薄膜(在 2GHz 下厚度为 2um), 声波在压电薄膜里震荡形成驻波(standing wave), BAW 适合 2.5GHz 以上的频率。根据结构的不同 BAW 可分为 BAW-FBAR 和 BAW-SMR, BAW-FBAR 在震荡结构下方形成空腔, 而 BAW-SMR 中震荡结构下层为固体的反射层。

图 37: BAW 结构



资料来源:《信息技术与信息化》, 国元证券研究中心

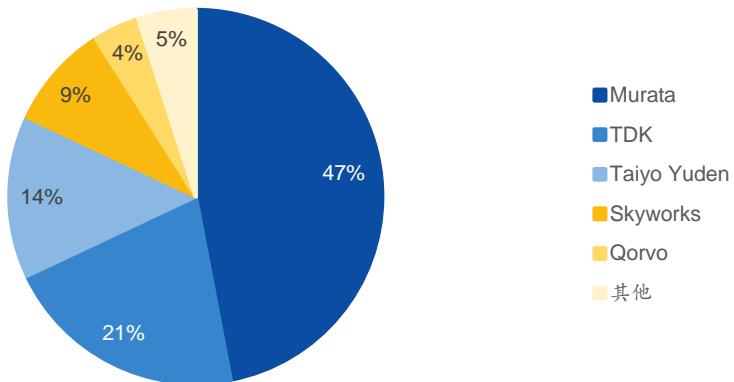
图 38: SAW 结构示意



资料来源:《信息技术与信息化》, 国元证券研究中心

根据 Yole 数据, 2023 年滤波器的市场空间为 225 亿美元, 其中 SAW 占据主导。SAW 波器主要供应商为 Murata、TDK、太阳诱电等几家日本厂商, 前五大厂商的市场占有率合计超过了 95%。目前国内布局 SAW 的厂家较多, 主要厂商包括麦捷科技、紫光展锐子公司 RDA、信维通信参股公司德清华莹、天通股份子公司瑞宏科技、无锡好达电子等。

图 39: SAW 全球市场份额



资料来源: Navian, 国元证券研究中心

公司的 SAW 滤波器频率范围涵盖 600 MHz 到 2690MHz，通带带宽范围可达 15 到 194MHz。生产线设备已到位并进入全面安装调试阶段，预计今年生产线组建完成并投产，且客户反馈送样产品的初步测试性能已优于业界同类产品。在广阔的市场空间与国产替代需求下，公司的滤波器投产后前景可期。

3.1.3 5G 基站带动，GaN 将迎来风口

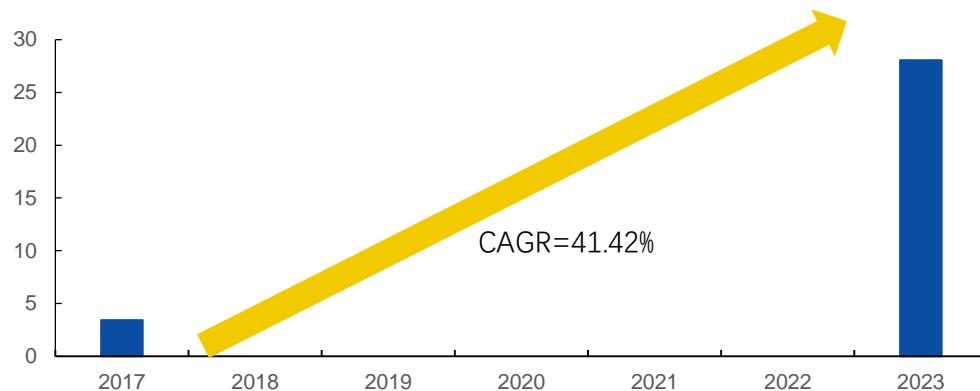
GaN 器件凭借其高功率密度与高频特性广泛应用于基站、雷达等领域。目前基站用功率放大器以 LDMOS 技术为主，但 LDMOS 技术适用于低频段，在高频应用领域存在局限性。在 5G 时代，基站 GaN PA 将成为主流技术。相对于 LDMOS 和 GaAs 等技术，GaN 具有以下优点：

- 5G 基站对放大器功率有较高的要求，而高功率最简单直接的方法就是提高电压，GaN 临界击穿电场高，较大的提高了 GaN 的工作电压。且 GaN 具有更高的功率密度，对于既定的功率水平，GaN 具有体积小的优势；
- GaN 电子饱和漂移速度高，因此高频特性较好，比 LDMOS 和 GaAs 更适合于 5G 基站要求的 3GHz-6GHz 和 24GHz-60GHz 频段；
- 5G 基站一般安装在室外，某些恶劣环境下工作温度甚至可达到 60°C，GaN 是高熔点材料，化学稳定性好，热传导率高，相对其他材料更适合在高温环境下工作；
- GaN 的特性更能满足 5G 基站的天线阵列、波束成形和载波聚合等需求；

5G 基站的射频 PA 有望量价齐升：4G 基站一般采用 4T 4R 方案，按照三个扇区计算共需要 12 个 PA。预计 5G 基站的主流方案将为 64T 64R，对应的 PA 需求为 192 个，PA 数量将大幅增长。而 LDMOS 向 GaN 转变也会导致 PA 单价的提升，据此估算，每个 5G 基站所使用的 GaN PA 价值量将达数千美元。

2019 年是 5G 基站安装的元年，2020 年起将是 5G 基站安装的爆发期，GaN PA 将随着 5G 基站安装数量的增加迎来需求的迅速增长。根据拓璞产业研究院估计，**2017-2023 年 GaN 射频器件的复合增长率将达到 41.42%，到 2023 年市场空间将超过 25 亿美元。**

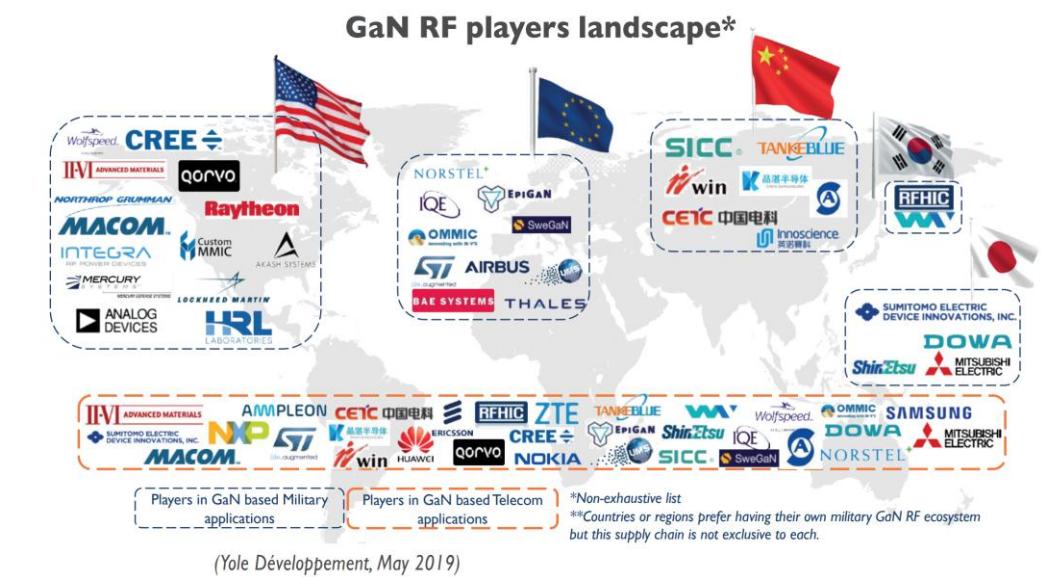
图 40：2017-2023 年全球 GaN 射频器件市场规模预估（亿美元）



资料来源：拓璞产业研究院，国元证券研究中心

目前市场上技术领先的厂商包括 Sumitomo Electric、Cree 旗下的 Wolfspeed、Qorvo，以及美国、欧洲、亚洲的其他厂商。相对于传统硅工艺，GaN 的外延工艺更加重要，外延工艺水平的高低会影响其作用区的品质，对器件的可靠性产生巨大的影响。目前市场领先的厂商都具备很强的外延工艺能力，并且为了技术保密，都倾向于将这些工艺放在自己企业内部生产，因此目前多数 GaN 制造均以 IDM 为主。尽管如此，也有设计厂商如 NXP 通过和代工合作发展。

图 41：GaN 射频器件市场参与者



资料来源：Yole，国元证券研究中心

公司的 GaN 射频器件已给几家客户送样，反复进行了技术交流，产品已阶段性通过电应力可靠性测试，综合特性获得国内与国际领先客户认可，实现小批量供货。目前国内 5G 基站 GaN 射频原件主要依赖国外企业进口，一旦公司的产品达到性能指标的要求并量产供货，将给公司业绩增添新的助力。

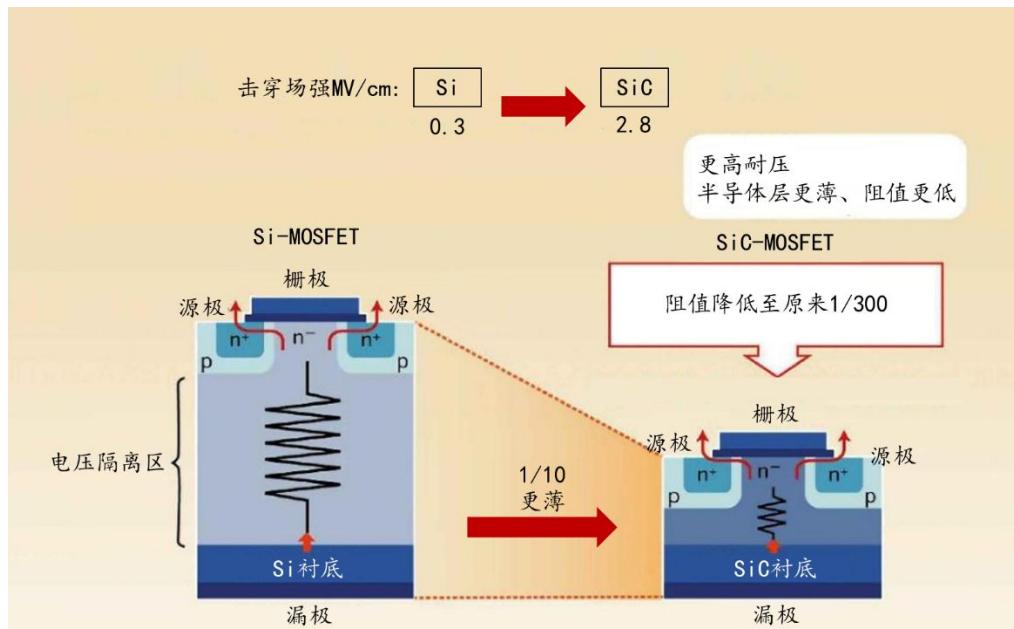
3.3 电力电子——SiC

公司电力电子业务的产品以 SiC 功率器件为主，包括高功率密度的 SiC 功率二极管、SiC-MOSFET 及硅基 GaN 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。

SiC 作为第三代半导体，以耐高压、高温、高频等特点为优势，成为受到太阳能、电动车、及充电基础设施、智能电网等领域关注的产品。相比于现在流行的 Si-MOSFET，SiC 的优点主要体现在两个方面：高击穿场强和低功耗。

如下图所示，在栅极和衬底之间有一层电压隔离区。这个电压隔离区越宽，内阻就会越大，从而能量与功率的耗损也会越大。如果采用 SiC 衬底，可以把电压隔离区做的更薄，因而内阻更小，从而能耗会更小。此外，SiC 的击穿场强可达到 2.8MV/cm，是 Si 的十倍左右。

图 42: SiC 和 Si 的材料特性比较



资料来源:《电子产品世界》, 国元证券研究中心

除高击穿场强之外, SiC 元器件还具有高禁带宽度(耐辐照、工作温度高)、电子饱和速度高(高频率)、高熔点(耐高温)、热导率高(易冷却)等特点, 最适合工作在既需要高频也需要高压的环境下。

表 4: 半导体材料特性参数对比

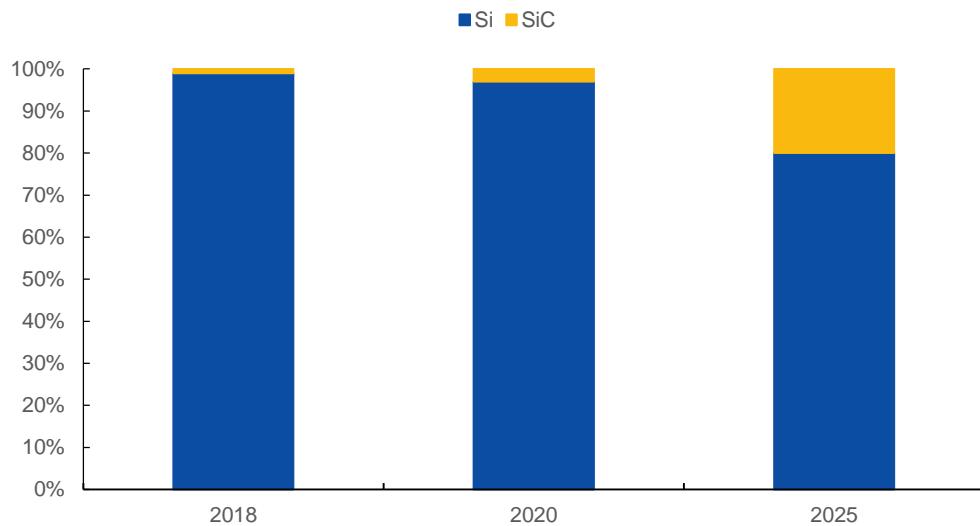
	能带宽 度/eV	相对介电 常数	临界击穿场强 Mv/cm	电子饱和漂移速度 10^7cm/s	电子迁移率 cm^2/Vs	热导率 $\text{W}/\text{cm} \cdot \text{K}$
Si	1.12	11.9	0.3	1	1500	1.5
GaAs	1.43	13.1	0.4	1	8500	0.46
SiC	3.26	9.66	2.5	2	500	4.9

资料来源:《科学技术创新》, 国元证券研究中心

由于 SiC 器件的优异特性, 其应用场景主要如下:

- SiC 功率损耗小, 应用在电厂、智能电网等领域可节省更多能源损耗;
- 耗电量较高的用户也会采用 SiC 器件来减少能耗, 如工厂、云服务数据中心等;
- 电动车的超级充电桩需要较高功率, SiC 器件可将工作电压提升至 1000V, 可有效提升充电桩功率;
- 由于其优秀的功耗能力, 在电动车相同续航里程、相同电池材料的情况下, SiC 功率器件的使用可大幅减轻电池重量。而续航正是当前限制电动车快速发展的重要原因之一, SiC 将在电动车市场快速渗透。

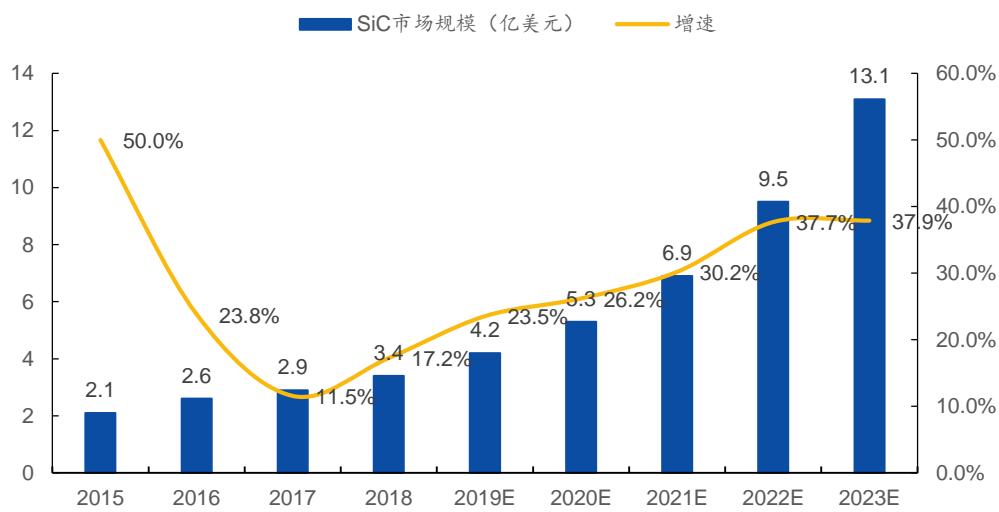
图 43: SiC 在电动车市场渗透率预估



资料来源：拓璞产业研究院，国元证券研究中心

当前制约 SiC 器件发展的主要因素在于其高昂的价格，而成本的主要决定因素是衬底和晶圆尺寸。未来随着技术的发展，衬底的成本将会慢慢下降，晶圆的尺寸也会越做越大，价格也会慢慢下降，因此未来 SiC 市场空间的增速会越来越快。根据赛迪智库预测，2019 年 SiC 的市场为 4.9 亿美元，增速为 23.5%，到 2023 年，市场空间为 13.1 亿美元，增速将接近 40%。

图 44: SiC 市场规模



资料来源：赛迪智库，国元证券研究中心

和 GaN 类似，SiC 器件的技术难度主要在于外延片，高端 SiC 外延片的工艺要求在极高的温度下外延十个小时以上，要求极高的稳定性，否则杂质率等参数将无法达到要求。根据 Yole，在 SiC 外延片市场，CREE 旗下的 Wolfspeed 处于绝对领

先地位，2018 年市占率达到 62%。此外还有 ROHM、ST 等公司处于先进水平。

图 45：SiC 元件主要厂商



资料来源：国元证券研究中心

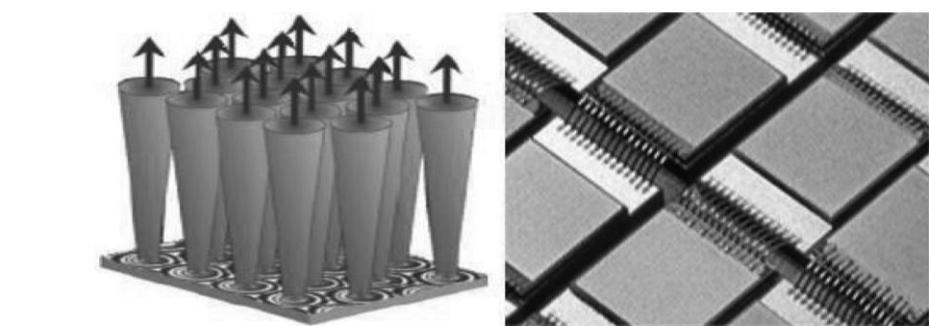
公司 4 吋与 6 吋 SiC 材料性能良好，生产的电力电子芯片的良率、电特性、封装体各方面已达到国际一流水平。截止至 2018 年底，公司已与 57 家客户有业务接触，出货客户累计 16 家。作为国内领先的 SiC 半导体制造企业，公司将会在技术不断成熟与市场不断扩大的良性循环中快速成长。

3.4 光通讯及 3D 传感

公司的光通讯业务已具备生产 DFB、VCSEL、PD、APD 等数通产品的能力。其中 DFB（分布反馈式激光器）、VCSEL（垂直空腔表面发射激光器）为光通讯中的发光芯片，PD（光电二极管）、APD（雪崩式光电二极管）为光接收元件。以上元件中，VCSEL 除应用于光通讯领域之外，还可应用于消费和自动驾驶领域。

不同于 DFB 的侧边发光，VCSEL 激光器发光的方向垂直于晶体衬底晶体表面，能够并排多个激光器，十分便于集成。且 VCSEL 的制造工艺与 LED 相兼容，因此大规模制造成本较低。除光通讯领域，VCSEL 还可应用在智能手机的人脸识别、自动驾驶的激光雷达等领域。

图 46：VCSEL 阵列示意



资料来源：《新材料产业》，国元证券研究中心

VCSEL 第一次被大众广为熟知是在 2017 年，iPhone X 的人脸识别技术使用了搭载 VCSEL 发射器的 3D 感测模块。随后安卓市场便一路跟进，从此，VCSEL 产业迎来快速发展。

早期的 3D 摄像头技术均使用 LED 作为红外光源，但由于 LED 光束发散等缺陷，很快就被垂直发光、精准可靠、低功耗的 VSCEL 代替。目前 VSCEL 在手机的应用场景包括 3D 人脸识别与后置 AR 功能。前置人脸识别技术主要有三种，即苹果手机使用的 3D 结构光、安卓手机使用的双目与 TOF，而 3D 结构光与 TOF 均使用 VCSEL 作为红外光源发射器。

基于苹果公司对潮流的引领，以及各大安卓手机厂商的跟进，VSCEL 将逐渐从高端手机向低端手机渗透。根据 Yole 估计，考虑每部手机使用 VSCEL 数量的增加和每颗芯片价格的下降等因素，每部手机使用的 VSCEL 的价值将在 1.5-2 美元，在 2024 年将逐渐稳定在 2 美元左右。

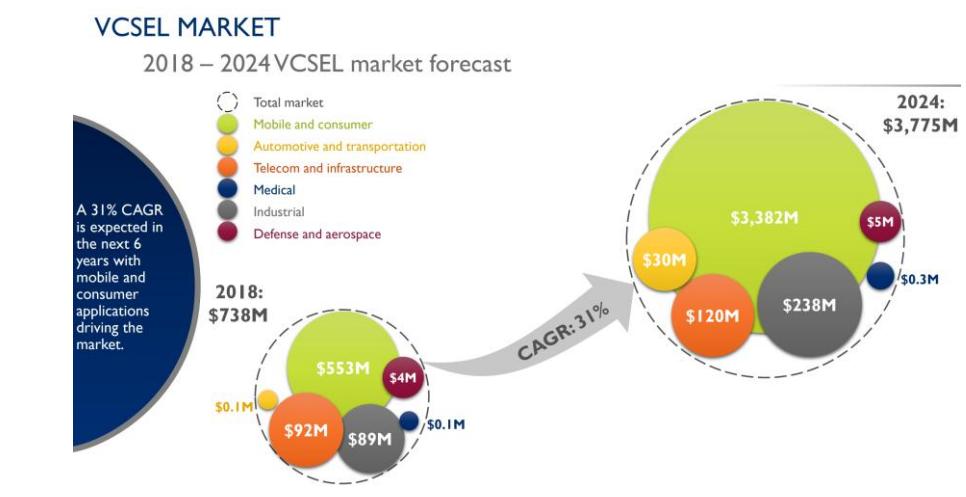
图 47：智能手机中使用 VCSEL 价值量预估



资料来源：Yole，国元证券研究中心

根据 Yole 预测，到 2024 年 VCSEL 的市场空间为 37.75 亿美元，复合增速为 31%；其中在移动设备消费领域的增速最为迅猛，从 2018 年的 5.53 亿美元到 2024 年的 33.82 亿美元，复合增速达到 35%。

图 48：2018-2024 年 VCSEL 市场空间

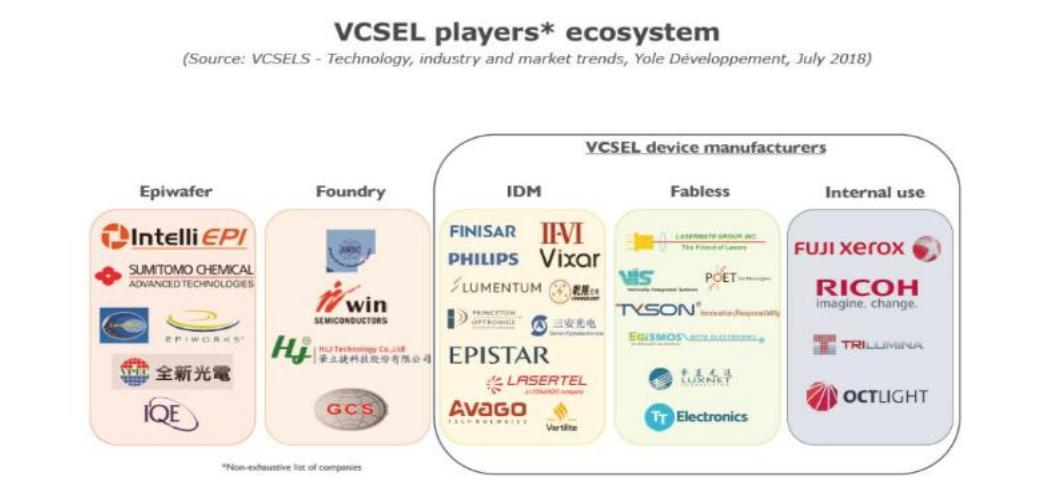


资料来源：Yole，国元证券研究中心

VSCEL 在光通讯领域的长期发展，导致其关键技术及供应能力主要掌握在各大光通讯芯片厂家手中，包括 Lumentum、II-VI、Avago、Philips Photonics 等。国内厂商方面，布局 VSCEL 的企业主要以有光通讯或 LED 芯片背景的企业为主，如光迅科技、华芯半导体、华工科技、三安光电、乾照光电等。

从通讯行业向消费领域发展，VCSEL 工艺水平也有一定的变化。外延片对均匀性有较高的要求，晶圆厚度轻微的变化就会对波长产生较大的影响。外延片厂商中，英国公司 IQE 和台湾厂商全新光电处于领先地位，其中 IQE 是 VCSEL 外延片的龙头企业。

图 49：VCSEL 市场参与者



资料来源：Yole, 国元证券研究中心

VCSEL 采用 GaAs 作为材料，而公司在 GaAs 加工领域有深厚的技术积累，布局 VCSEL 有天然的传承优势。公司在数通及消费类市场与行业领先客户展开了深入合作，已完成 25G 相关产品的量产评估，进入小批量试产。未来随着该部分业务的技术研发和市场拓展顺利推进，VCSEL 将是公司另一个不容忽视的业绩增长点。

4. 中美博弈激战正酣，芯片自主时不我待

在当前中美贸易摩擦的背景下，不断有新的公司被美国列入实体清单。进入清单的公司将在原材料采购、市场销售等方面受到很大的限制，如华为被美国列入实体清单后，将无法向美国企业采购关键芯片及其他原材料。

表 5：2018 年以来遭受美国制裁的部分中国企业

	事件	结果
2018 年 4 月	美国商务部发布公告称，未来 7 年内禁止中兴通讯向美国购买敏感产品	中兴公司向美国支付 10 亿美元的罚款，另交 4 亿美元保证金
2018 年 10 月	美国商务部以国家安全为由，宣布对晋华实施出口管制	晋华和联电的合作终止，高达数百亿的投资未见回报
2019 年 5 月	美国商务部将华为列入实体清单，限制其购买使用美国企业提供的产品与服务	华为自主开发了手机 AP、BP 等芯片以及鸿蒙操作系统，“备胎”转正后华为的经营影响较小

2019年6月	美国商务部将中科曙光等5家中国机构列入实体名单	未果
2019年10月	美国商务部将海康威视、大华科技等28家中国政府和商业组织列入实体清单	未果

资料来源：国元证券研究中心整理

半导体行业中，部分国内芯片产品性能尚未达到高端规格，如5G高频段下需要的GaAs PA、基站需要的GaN，以及电力电子中的SiC等。这些材料被美国禁运后，现阶段国内企业尚可转向日本、韩国等国家或地区购买，但如果将来日韩也加入禁运队伍，国内企业势必要面临生死存亡的困境，故而，高端芯片的国产化替代势在必行。

对国内半导体产业链的相关公司来讲，这是历史赋予的发展机遇。由于这些产品多数存在着技术、产业生态等门槛，国内企业往往难以进入一流的供应链体系。在正常贸易格局下，下游企业通常会出于产品性能、成本等原因直接面向国外先进企业进行采购，国产企业难以破局。而在目前中美博弈大背景下，下游企业有更强烈的意愿付出人力、物力帮助国产企业改善技术，扩展市场。换言之，产业生态对国内企业变得更加友好。

5. 盈利预测与评级

在LED芯片行业放缓之际，三安光电的化合物半导体业务正重走十年前LED芯片国产化之路：虽然本土企业整体上较国外玩家暂时落后，但三安作为国内领头羊，必将优先享受此次产业转移所带来的资金和资源的青睐。此外，与前序LED发展路径不同的是：中美博弈所带来的额外变量，会显著加快全球电子行业供应链的重构进程，进而促使核心大客户与三安的合作更加紧密高效。鉴于此，我们长期看好公司化合物半导体的成长逻辑。预计2019-2021营收71.47、87.72、108.99亿元，归母净利润14.44、23.96、31.62亿元，当前市值对应2019-2021年PE分别为54.72、32.98、24.99倍，按2020年40X PE，6个月目标价23.51元/股，首次覆盖，给予“增持”评级。

6. 风险提示

- 1) LED持续恶化；
- 2) Mini LED不及预期；
- 3) 化合物半导体不及预期；
- 4) 贸易摩擦风险。

财务预测表

资产负债表					
会计年度	2017	2018	2019E	2020E	2021E
流动资产	11497.91	13135.46	11784.12	13100.12	14999.24
现金	4739.85	4405.93	4517.23	4480.13	4492.50
应收账款	2389.97	2482.09	2077.84	2567.95	3183.29
其他应收款	59.44	56.46	39.62	52.18	63.37
预付账款	315.71	666.29	583.76	662.48	783.82
存货	1791.47	2679.60	2302.92	2569.58	3141.42
其他流动资产	2201.47	2845.09	2262.74	2767.79	3334.84
非流动资产	13738.75	17653.87	18039.63	19415.66	20123.19
长期投资	116.17	124.33	124.33	124.33	124.33
固定资产	8218.60	8911.94	10127.74	10930.32	11354.92
无形资产	2102.01	2960.44	3281.22	3765.16	4166.77
其他非流动资产	3301.96	5657.16	4506.34	4595.85	4477.17
资产总计	25236.66	30789.33	29823.75	32515.78	35122.43
流动负债	1597.86	5420.37	3939.33	5156.83	5327.95
短期借款	0.00	2900.00	2217.41	3340.72	3268.80
应付账款	865.60	966.96	1000.21	1070.13	1290.68
其他流动负债	732.26	1553.40	721.72	745.98	768.47
非流动负债	3866.46	4120.08	3663.42	3762.39	3848.05
长期借款	652.00	302.00	302.00	302.00	302.00
其他非流动负债	3214.46	3818.08	3361.42	3460.39	3546.05
负债合计	5464.32	9540.45	7602.75	8919.21	9176.00
少数股东权益	3.18	0.00	0.00	0.00	0.00
股本	4078.42	4078.42	4078.42	4078.42	4078.42
资本公积	7077.53	7079.37	7079.37	7079.37	7079.37
留存收益	8608.96	10419.51	11048.14	12425.14	14771.88
归属母公司股东权益	19769.17	21248.88	22221.00	23596.57	25946.43
负债和股东权益	25236.66	30789.33	29823.75	32515.78	35122.43

现金流量表					
会计年度	2017	2018	2019E	2020E	2021E
经营活动现金流	2958.03	3339.47	3765.50	3093.81	4072.64
净利润	3164.04	2830.04	1444.31	2396.61	3162.43
折旧摊销	1254.78	1480.24	1644.53	2003.80	2351.04
财务费用	72.28	55.69	17.61	30.39	65.08
投资损失	-114.02	-8.97	-43.99	-32.32	-36.21
营运资金变动	-1507.76	-1261.91	655.02	-1254.76	-1661.67
其他经营现金流	88.70	244.38	48.01	-49.91	191.98
投资活动现金流	-2648.27	-4926.41	-2491.59	-3199.53	-3111.80
资本支出	3363.46	5296.50	2500.00	2500.00	2500.00
长期投资	-644.63	-305.81	0.00	0.00	0.00
其他投资现金流	70.56	64.28	8.41	-699.53	-611.80
筹资活动现金流	-1614.22	992.99	-1162.60	68.62	-948.47
短期借款	-400.00	2900.00	-682.59	1123.32	-71.92
长期借款	-294.85	-350.00	0.00	0.00	0.00
普通股增加	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
资本公积增加	-0.05	1.84	0.00	0.00	0.00
其他筹资现金流	-919.31	-1558.85	-480.01	-1054.70	-876.55
现金净增加额	-1321.56	-575.05	111.31	-37.10	12.37

利润表					
会计年度	2017	2018	2019E	2020E	2021E
营业收入	8393.73	8364.37	7147.32	8772.56	10899.61
营业成本	4298.40	4624.81	4843.31	5160.49	6232.64
营业税金及附加	117.71	104.50	96.41	116.21	143.90
营业费用	97.74	113.38	87.59	110.41	137.74
管理费用	396.35	501.08	407.91	494.55	544.98
研发费用	126.65	144.39	138.48	140.45	139.79
财务费用	72.28	55.69	17.61	30.39	65.08
资产减值损失	22.80	202.27	142.44	162.39	155.74
公允价值变动收益	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00
投资净收益	114.02	8.97	43.99	32.32	36.21
营业利润	3857.09	3240.76	1467.56	2599.99	3525.96
营业外收入	8.75	10.39	223.57	188.01	160.10
营业外支出	11.41	3.45	1.00	1.82	1.54
利润总额	3854.43	3247.70	1690.12	2786.19	3684.51
所得税	690.38	417.66	245.81	389.58	522.09
净利润	3164.04	2830.04	1444.31	2396.61	3162.43
少数股东损益	-0.17	-0.11	0.00	0.00	0.00
归属母公司净利润	3164.21	2830.16	1444.31	2396.61	3162.43
EBITDA	5184.15	4776.69	3129.70	4634.18	5942.07
EPS(元)	0.78	0.69	0.35	0.59	0.78

主要财务比率					
会计年度	2017	2018	2019E	2020E	2021E
成长能力					
营业收入(%)	33.82	-0.35	-14.55	22.74	24.25
营业利润(%)	82.57	-15.98	-54.72	77.16	35.61
归属母公司净利润(%)	46.04	-10.56	-48.97	65.93	31.95
盈利能力					
毛利率(%)	48.79	44.71	32.24	41.17	42.82
净利率(%)	37.70	33.84	20.21	27.32	29.01
ROE(%)	16.01	13.32	6.50	10.16	12.19
ROIC(%)	19.32	14.28	6.22	9.91	12.22
偿债能力					
资产负债率(%)	21.65	30.99	25.49	27.43	26.13
净负债比率(%)	17.24	36.27	36.67	43.81	41.82
流动比率	7.20	2.42	2.99	2.54	2.82
速动比率	6.07	1.91	2.38	2.02	2.20
营运能力					
总资产周转率	0.34	0.30	0.24	0.28	0.32
应收账款周转率	3.85	3.35	3.02	3.64	3.66
应付账款周转率	4.90	5.05	4.92	4.99	5.28
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	0.78	0.69	0.35	0.59	0.78
每股经营现金流(最新摊薄)	0.73	0.82	0.92	0.76	1.00
每股净资产(最新摊薄)	4.85	5.21	5.45	5.79	6.36
估值比率					
P/E	24.98	27.93	54.72	32.98	24.99
P/B	4.00	3.72	3.56	3.35	3.05
EV/EBITDA	14.64	15.89	24.25	16.38	12.77

投资评级说明

(1) 公司评级定义		(2) 行业评级定义	
买入	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅优于上证指数 20%以上	推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现优于市场指数 10%以上
增持	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅优于上证指数 5-20%之间	中性	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
持有	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅介于上证指数±5%之间	回避	预计未来 6 个月内，行业指数表现劣于市场指数 10%以上
卖出	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅劣于上证指数 5%以上		

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人承诺报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业操守和专业能力，本报告清晰准确地反映了本人的研究观点并通过合理判断得出结论，结论不受任何第三方的授意、影响。

证券投资咨询业务的说明

根据中国证监会颁发的《经营证券业务许可证》(Z23834000),国元证券股份有限公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议，并直接或间接收取服务费用的活动。证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

一般性声明

本报告仅供国元证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。若国元证券以外的金融机构或任何第三方机构发送本报告，则由该金融机构或第三方机构独自为此发送行为负责。本报告不构成国元证券向发送本报告的金融机构或第三方机构之客户提供的投资建议，国元证券及其员工亦不为上述金融机构或第三方机构之客户因使用本报告或报告载述的内容引起的直接或连带损失承担任何责任。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的信息、资料、分析工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的投资建议或要约邀请。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有本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投资银行业务服务或其他服务。

免责条款

本报告是为特定客户和其他专业人士提供的参考资料。文中所有内容均代表个人观点。本公司力求报告内容的准确可靠，但并不对报告内容及所引用资料的准确性和完整性作出任何承诺和保证。本公司不会承担因使用本报告而产生的法律责任。本报告版权归国元证券所有，未经授权不得复印、转发或向特定读者群以外的人士传阅，如需引用或转载本报告，务必与本公司研究中心联系。网址：www.gyzq.com.cn

国元证券研究中心

合肥

地址：安徽省合肥市梅山路 18 号安徽国际金融中心
A 座国元证券
邮编：230000
传真：(0551) 62207952

上海

地址：上海市浦东新区民生路 1199 号证大五道口广场 16 楼
国元证券
邮编：200135
传真：(021) 68869125
电话：(021) 51097188