

中国碳化硅产业的国之重器

——露笑科技(002617.SZ)投资价值分析报告

公司深度

◆**碳化硅(SiC): 第三代半导体芯片材料大势所趋, 碳化硅 MOSFET 将与硅基 IGBT 长期共存。**相比于硅基, SiC 拥有更高的禁带宽度、电导率等优良特性, 更适合应用在高功率和高频高速领域, 如新能源汽车和 5G 射频器件领域。特斯拉在 MODEL 3 上使用 24 个 SiC MOSFET 模块作为主驱逆变器的核心部件替代 IGBT, SiC MOSFET 使逆变器效率从 Model S 的 82% 提升到 Model 3 的 90%。除了逆变器效率提升, SiC MOSFET 使器件体积缩小到原来的 1/10, 承载功率是硅基器件的 80 倍, 另外关断能力和可靠性也得到大幅提升。

◆**新能源汽车为碳化硅材料带来巨大增量。**新能源汽车为碳化硅的最重要下游领域, 主要应用包括主驱逆变器、DC/DC 转换器、充电系统中的车载充电机和充电桩等, 单车用量平均为 0.5 片 6 寸碳化硅(单片切 325 个器件), SiC 晶片价格为 7000 元/片, 单车碳化硅衬底价值量约 3500 元。根据 IHS 数据, 2018 年和 2027 年碳化硅功率器件市场规模分别约 4 亿和 100 亿美金, 复合增速约 40%。碳化硅衬底材料市场规模将从 2018 年的 1.21 亿美金增长到 2027 年的 30 亿美金, 复合增速达 44%。目前 CREE 等国际大厂和国内企业纷纷大力布局碳化硅。

◆**露笑科技: 致力打造碳化硅“设备——衬底——外延”的完整产业链, 中国顶尖团队致力打造碳化硅的国之重器。**(1) 在碳化硅长晶炉方面, 公司曾与伯恩合作共同布局苹果用蓝宝石业务, 依托于历史的蓝宝石业务积累, 公司目前战略转型布局碳化硅业务。(2) 在碳化硅晶片方面, 公司储备国内最早和最顶尖的从事碳化硅晶体生长研究的技术团队——陈之战博士研究团队。

◆**露笑科技碳化硅业务: 短期看长晶炉批量订单, 长期看与合肥政府百亿元的合作协同。**(1) 碳化硅长晶炉: 公司前期公告和中科钢研、国宏中宇签订约 3 亿元的碳化硅长晶炉销售合同, 未来随着中国步入碳化硅的扩产周期, 公司的碳化硅长晶炉业务有望步入快速发展期;(2) 公司将与合肥市长丰县人民政府共同投资 100 亿元建设第三代功率半导体(碳化硅)产业园。在暂时不考虑合肥合资公司碳化硅衬底收入贡献的情况下, 我们预计露笑科技的碳化硅业务 2020-2022 年收入分别为 1.25、2.75、4.00 亿元。

◆**盈利预测、估值与评级。**我们预计露笑科技 2020-2022 年归母净利润分别为 3.55、3.91、4.29 亿元, 当前约 100 亿元市值对应 2020-2022 年 PE 分别为 27x、24x、22x, 我们首次覆盖并给予“买入”评级。

◆**风险提示:** SiC 项目进展不及预期、疫情加剧风险、中美贸易摩擦加剧风险。

业绩预测与估值指标

指标	2018	2019	2020E	2021E	2022E
营业收入(百万元)	3,020.03	2,452.13	2,850.85	3,205.86	3,555.14
营业收入增长率	-6.93%	-18.80%	16.26%	12.45%	10.89%
净利润(百万元)	-973.22	36.17	354.66	390.64	428.84
净利润增长率	-415.58%	NC	880.55%	10.14%	9.78%
EPS(元)	-0.88	0.02	0.23	0.26	0.28
ROE(归属母公司)(摊薄)	-61.78%	1.26%	10.80%	10.63%	10.45%
P/E	NA	261	27	24	22

资料来源: Wind、光大证券研究所预测 注: 股价时间为 2020 年 8 月 25 日

买入(首次)

当前价: 6.26 元

分析师

刘凯(执业证书编号: S0930517100002)
021-52523849
kailiu@ebsecn.com

殷中枢(执业证书编号: S0930518040004)
010-58452063
yinzs@ebsecn.com

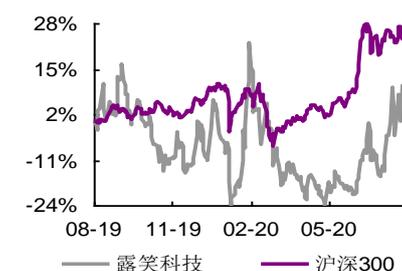
联系人

栾玉民
021-52523843
luanyum@ebsecn.com

市场数据

总股本(亿股): 15.11
总市值(亿元): 97.29
一年最低/最高(元): 4.47/8.20
近 3 月换手率: 199.99%

股价表现(一年)



收益表现

%	一个月	三个月	十二个月
相对	15.07	9.40	-25.26
绝对	20.62	33.77	-0.79

资料来源: Wind

投资聚焦

关键假设

1、对于碳化硅业务，露笑科技将致力打造碳化硅“设备——衬底——外延”的产业链布局，未来将成为国内极具竞争力的碳化硅晶片生产企业。我们预计 2020-2022 年公司碳化硅业务的收入主要由碳化硅长晶炉销售贡献，在暂时不考虑合肥合资公司碳化硅衬底收入贡献的情况下，我们预计公司碳化硅业务 2020-2022 年营业收入分别为 1.25、2.75、4.00 亿元，考虑碳化硅长晶炉上量后，规模效应显现，预计 2020-2022 年碳化硅项目毛利率分别为 35%、40%、40%。

2、对于漆包线业务，公司是国内最大的专业漆包线生产商之一，公司近年逐渐由铜漆包线业务逐渐转向附加值更高的铝漆包线，在制造业升级的背景下，铝漆包线的需求逐渐增大，我们假设公司漆包线业务 2020-2022 年营业收入分别为 16.82、18.51、20.36 亿元，收入增速分别为 10%、10%、10%。考虑到铝漆包线相较于铜漆包线毛利率较高，且铝漆包线将成公司漆包线主要品类，我们假设公司 2020-2022 年该业务毛利率分别为 7%、7%、7%。

3、对于光伏发电业务，公司子公司顺宇洁能区位优势明显，2020 年将完成大部分储备装机容量，我们预计公司 2020-2022 年光伏发电业务营业收入分别为 7.03、7.13、7.23 亿元，收入增速分别为 15%、1%、1%。考虑到光伏发电是公司的主要利润来源，毛利率较高且较为稳定，我们假设公司 2020-2022 年光伏发电业务毛利率分别为 64%、64%、63%。

我们的创新之处

本报告着重分析了露笑科技的碳化硅业务，这块业务目前被市场所忽视。碳化硅是未来应用趋势非常确定的第三代半导体材料，国际大厂纷纷大力布局。受益新能源汽车的巨大拉动，碳化硅衬底材料将从 2018 年的 1.21 亿美金增长到 2027 年的 30 亿美金，CAGR 达 44%。露笑科技拥有顶尖的科学团队，致力打造“设备——衬底——外延”的完整产业链，未来碳化硅业务将实现较快增长。

股价上涨的催化因素

- 1、新能源汽车大幅放量。
- 2、国内碳化硅产能扩产加速。

盈利预测和估值分析

我们预计公司 2020-2022 年的归母净利润分别为 3.55、3.91、4.29 亿元，对应 EPS 分别为 0.23、0.26、0.28 元，当前市值对应 PE 分别为 27x、24x、22x。考虑 A 股市场中暂时无从事碳化硅生产制造的上市公司，我们选取碳化硅衬底材料的主要下游功率半导体厂商闻泰科技、三安光电、捷捷微电子作为可比公司，同时增加光伏厂商阳光电源作为可比公司，2020-2022 年可比公司平均 PE 为 50x、38x、30x，高于露笑科技估值水平，首次覆盖给予“买入”评级。

目 录

1、 碳化硅：第三代化合物半导体大势所趋	5
1.1、 什么是碳化硅？	5
1.2、 新能源汽车将驱动碳化硅产业快速成长	8
1.3、 射频功率器件为碳化硅材料应用的另一重要领域	11
1.4、 碳化硅 MOSFET 将与 IGBT 长期共存	13
1.5、 全球碳化硅市场呈现寡头垄断局面	15
1.6、 国际大厂积极布局碳化硅市场	17
1.7、 国内碳化硅产业链起步较晚但布局完善	18
2、 露笑科技致力打造碳化硅产业的国之重器	20
2.1、 战略目标：依托于历史蓝宝石业务积累，致力打造碳化硅“设备——衬底——外延”的产业链布局	20
2.2、 露笑科技与合肥拟投资 100 亿元布局碳化硅产业	21
2.3、 露笑科技已储备国内顶尖的碳化硅晶体生长的团队	23
2.4、 财务分析：资产剥离后，轻装上阵全力布局碳化硅	24
3、 盈利预测	26
3.1、 关键假设	26
3.2、 盈利预测	26
4、 估值水平与投资评级	27
4.1、 相对估值-PE 估值	27
4.2、 相对估值-PB 估值	28
5、 风险分析	29
6、 附录	29

图表目录

图表 1：碳化硅晶片产业链.....	5
图表 2：碳化硅产品类型.....	6
图表 3：SiC 单晶生长示意图.....	7
图表 4：碳化硅晶片应用领域.....	8
图表 5：碳化硅功率器件市场规模预测（2018 年）.....	9
图表 6：使用碳化硅衬底材料，为新能源汽车节省大量成本.....	10
图表 7：众多车企宣布新能源汽车的投资计划（2019 年）.....	10
图表 8：碳化硅衬底材料市场规模快速增长.....	11
图表 9：不同材料微波射频器件的应用范围对比.....	11
图表 10：2018-2025 年全球射频器件市场规模预测.....	12
图表 11：碳化硅基氮化镓外延功率器件市场规模.....	12
图表 12：特斯拉 Model 3 上使用的 SiC MOSFET 逆变器（24 个 SiC MOSFET 功率模块）.....	13
图表 13：半导体材料性能对比.....	14
图表 14：碳化硅 MOSFET 与硅基 IGBT 的对比.....	14
图表 15：相较硅基材料，碳化硅衬底材料将有更小的能量损失.....	15
图表 16：导电型碳化硅晶片市场竞争格局（2018 年）.....	15
图表 17：国外龙头 CREE 与国内公司对比情况.....	16
图表 18：碳化硅晶片主要企业情况.....	16
图表 19：碳化硅产业链主要企业.....	18
图表 20：碳化硅晶片各厂商毛利率情况.....	19
图表 21：合肥市布局的产业领域（2020 年）.....	22
图表 22：合肥市已引进的重点企业情况.....	22
图表 23：公司核心技术人员情况.....	23
图表 24：露笑科技近三年收入情况（单位：亿元）.....	24
图表 25：露笑科技近三年净利润情况（单位：亿元）.....	24
图表 26：露笑科技近三年毛利率与净利率情况（单位：%）.....	25
图表 27：露笑科技 2019 年主要控股或参股公司净利润情况（单位：亿元）.....	25
图表 28：露笑科技收入拆分预测（单位：百万元）.....	26
图表 29：露笑科技盈利预测.....	27
图表 30：可比公司估值-PE 估值.....	28
图表 31：可比公司估值-PB 估值.....	28
图表 32：露笑科技与天科合达对比（单位：亿元）.....	29

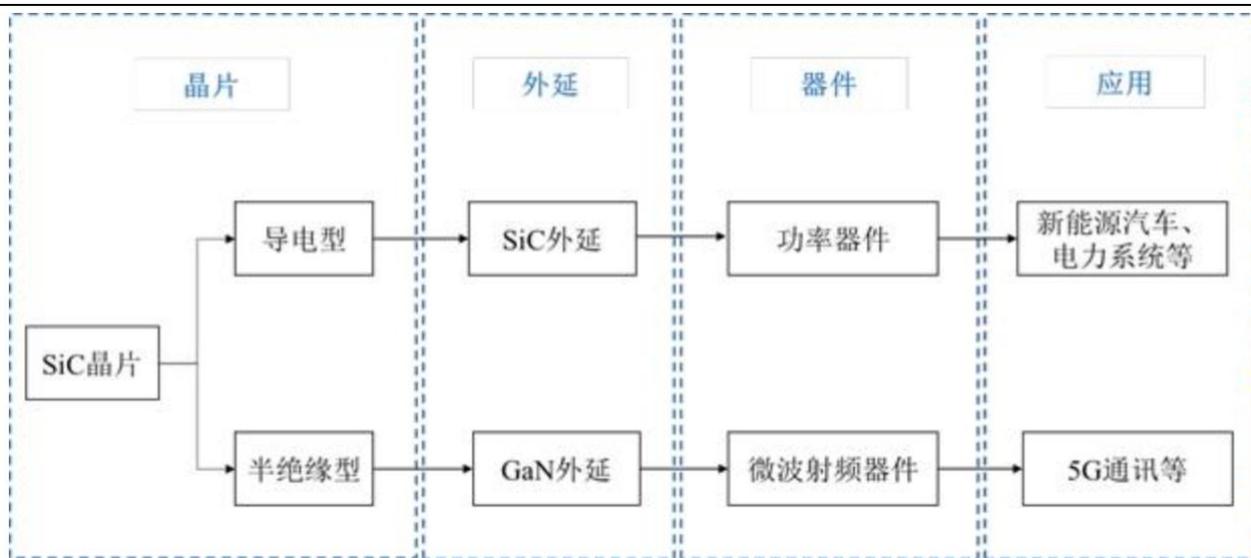
1、碳化硅：第三代化合物半导体大势所趋

1.1、什么是碳化硅？

碳化硅是第三代化合物半导体材料。半导体产业的基石是芯片，制作芯片的核心材料按照历史进程分为：第一代半导体材料（大部分为目前广泛使用的高纯度硅），第二代化合物半导体材料（砷化镓、磷化铟），第三代化合物半导体材料（碳化硅、氮化镓）。碳化硅因其优越的物理性能：高禁带宽度（对应高击穿电场和高功率密度）、高电导率、高热导率，将是未来最被广泛使用的制作半导体芯片的基础材料。

碳化硅在半导体芯片中的主要形式为衬底。半导体芯片分为集成电路和分立器件，但不论是集成电路还是分立器件，其基本结构都可划分为“衬底-外延-器件”结构。碳化硅在半导体中存在的主要形式是作为衬底材料。

图表 1：碳化硅晶片产业链

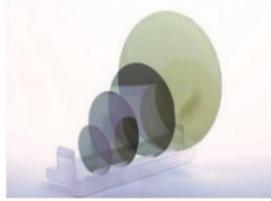
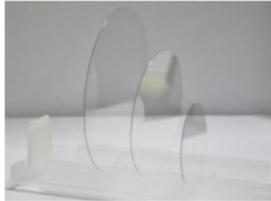
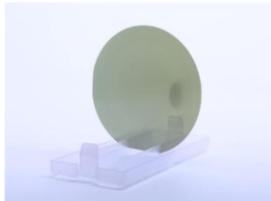


资料来源：天科合达招股说明书

碳化硅晶片是碳化硅晶体经过切割、研磨、抛光、清洗等工序加工形成的单晶薄片。碳化硅晶片作为半导体衬底材料，经过外延生长、器件制造等环节，可制成碳化硅基功率器件和微波射频器件，是第三代半导体产业发展的重要基础材料。

根据电阻率不同，碳化硅晶片可分为导电型和半绝缘型。其中，导电型碳化硅晶片主要应用于制造耐高温、耐高压的功率器件，市场规模较大；半绝缘型碳化硅衬底主要应用于微波射频器件等领域，随着5G通讯网络的加速建设，市场需求提升较为明显。

图表 2：碳化硅产品类型

产品类别		产品图示	下游产品与应用
碳化硅晶片	导电型		作为衬底材料，经过外延生长、器件制造、封装测试，制成碳化硅二极管、碳化硅 MOSFET 等功率器件，适用于高温、高压等工作环境，应用于新能源汽车、光伏发电、轨道交通、智能电网、航空航天等领域
	半绝缘型		作为衬底材料，经过外延生长、器件制造、封装测试，制成 HEMT 等微波射频器件，适用于高频、高温等工作环境，主要应用于 5G 通讯、卫星、雷达等领域
其他碳化硅产品	籽晶		和所需碳化硅单晶晶体具有相同晶体结构的“种子”晶片，用于生长碳化硅晶体
	晶体		可以用于加工碳化硅晶片、设备研发与测试使用，其中半绝缘型碳化硅晶体可用于制造莫桑石宝石、人工莫桑钻饰品

资料来源：天科合达招股说明书

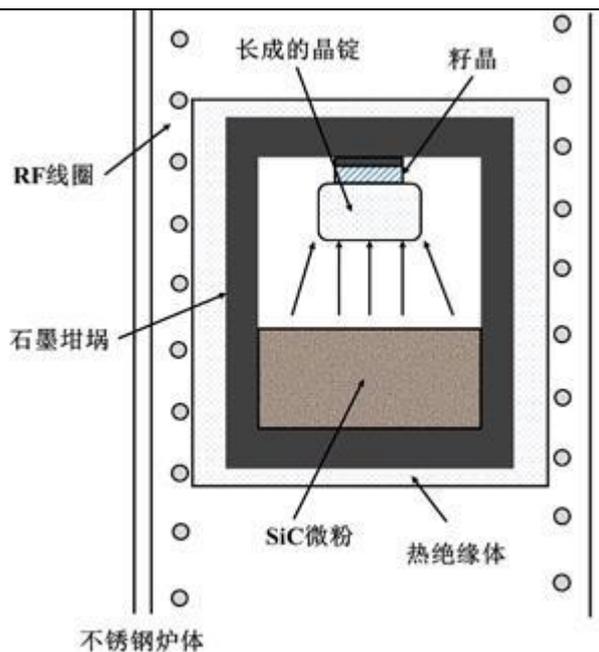
碳化硅生产工艺流程：

碳化硅晶片是以高纯硅粉和高纯碳粉作为原材料，采用物理气相传输法（PVT）生长碳化硅晶体，加工制成碳化硅晶片。

①原料合成。将高纯硅粉和高纯碳粉按一定配比混合，在 2,000℃ 以上的高温下反应合成碳化硅颗粒。再经过破碎、清洗等工序，制得满足晶体生长要求的高纯度碳化硅微粉原料。

②晶体生长。以高纯度碳化硅微粉为原料，使用自主研发的晶体生长炉，采用物理气相传输法（PVT 法）生长碳化硅晶体。其生长原理如下图所示：

图表 3: SiC 单晶生长示意图



资料来源：天科合达招股说明书

将高纯碳化硅微粉和籽晶分别置于单晶生长炉内圆柱状密闭的石墨坩埚下部和顶部，通过电磁感应将坩埚加热至 $2,000^{\circ}\text{C}$ 以上，控制籽晶处温度略低于下部微粉处，在坩埚内形成轴向温度梯度。碳化硅微粉在高温下升华形成气相的 Si_2C 、 SiC_2 、 Si 等物质，在温度梯度驱动下到达温度较低的籽晶处，并在其上结晶形成圆柱状碳化硅晶锭。

③晶锭加工。将制得的碳化硅晶锭使用 X 射线单晶定向仪进行定向，之后磨平、滚磨，加工成标准直径尺寸的碳化硅晶体。

④晶体切割。使用多线切割设备，将碳化硅晶体切割成厚度不超过 1mm 的薄片。

⑤晶片研磨。通过不同颗粒粒径的金刚石研磨液将晶片研磨到所需的平整度和粗糙度。

⑥晶片抛光。通过机械抛光和化学机械抛光方法得到表面无损伤的碳化硅抛光片。

⑦晶片检测。使用光学显微镜、X 射线衍射仪、原子力显微镜、非接触电阻率测试仪、表面平整度测试仪、表面缺陷综合测试仪等仪器设备，检测碳化硅晶片的微管密度、结晶质量、表面粗糙度、电阻率、翘曲度、弯曲度、厚度变化、表面划痕等各项参数指标，据此判定晶片的质量等级。

⑧晶片清洗。以清洗药剂和纯水对碳化硅抛光片进行清洗处理，去除抛光片上残留的抛光液等表面沾污物，再通过超高纯氮气和甩干机将晶片吹干、甩干；将晶片在超净室封装在洁净片盒内，形成可供下游即开即用的碳化硅晶片。

晶片尺寸越大，对应晶体的生长与加工技术难度越大，而下游器件的制造效率越高、单位成本越低。目前国际碳化硅晶片厂商主要提供 4 英寸至 6

英寸碳化硅晶片，CREE、II-VI 等国际龙头企业已开始投资建设 8 英寸碳化硅晶片生产线。

1.2、新能源汽车将驱动碳化硅产业快速增长

1.2.1、碳化硅器件应用领域广泛，新能源汽车驱动碳化硅快速增长

碳化硅晶片经外延生长后主要用于制造功率器件、射频器件等分立器件。以碳化硅晶片为衬底制造的半导体器件具备高功率、耐高压、耐高温、高频、低能耗、抗辐射能力强等优点，可广泛应用于新能源汽车、5G 通讯、光伏发电、轨道交通、智能电网、航空航天等现代工业领域，在我国“新基建”的各主要领域中发挥重要作用。

功率器件是电力电子行业的重要基础元器件之一，广泛应用于电力设备的电能转化和电路控制等领域。作为用电装备和系统中的核心，功率器件的作用是实现电能的处理、转换和控制，管理着全球超过 50% 的电能资源，广泛用于智能电网、新能源汽车、轨道交通、可再生能源开发、工业电机、数据中心、家用电器、移动电子设备等国家经济与国民生活的方方面面，是工业体系中不可或缺的核心半导体产品。

现有的功率器件大多基于硅半导体材料，由于硅材料物理性能的限制，器件的能效和性能已逐渐接近极限，难以满足迅速增长和变化的电能应用新需求。碳化硅功率器件以其优异的耐高压、耐高温、低损耗等性能，能够有效满足电力电子系统的高效率、小型化和轻量化要求，在新能源汽车、光伏发电、轨道交通、智能电网等领域具有明显优势。经过近 30 年研究和开发，碳化硅衬底和功率器件制造技术在近年逐步成熟，并快速推广应用，正在掀起一场节能减排和新能源领域的巨大变革。碳化硅功率器件的应用领域如下图所示：

图表 4：碳化硅晶片应用领域



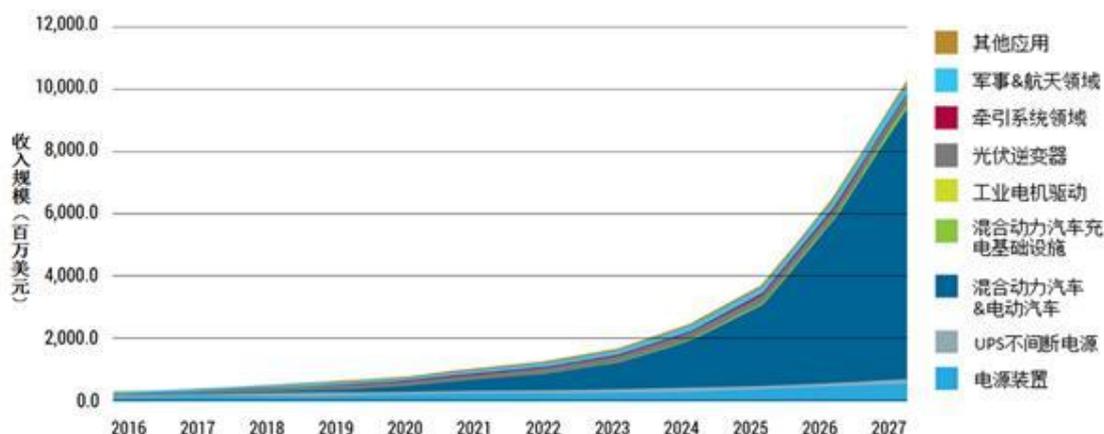
资料来源：天科合达招股说明书

新能源汽车是碳化硅最重要的下游应用。新能源汽车行业是市场空间巨大的新兴市场，全球范围内新能源车的普及趋势逐步清晰化。根据现有技术方案，每辆新能源汽车使用的功率器件价值约 700 美元到 1000 美元。随着新能源汽车的发展，对功率器件需求量日益增加，成为功率半导体器件新的增长点。

新能源汽车系统架构中涉及到功率半导体应用的组件包括：电机驱动系统、车载充电系统（OBC）、电源转换系统（车载 DC/DC）和非车载充电桩。碳化硅功率器件应用于电机驱动系统中的主逆变器，能够显著降低电力电子系统的体积、重量和成本，提高功率密度。美国特斯拉公司的 Model 3 车型采用以 24 个碳化硅 MOSFET 为功率模块的逆变器，是第一家在主逆变器中集成全碳化硅功率器件的汽车厂商；碳化硅器件应用于车载充电系统和电源转换系统，能够有效降低开关损耗、提高极限工作温度、提升系统效率，目前全球已有超过 20 家汽车厂商在车载充电系统中使用碳化硅功率器件；碳化硅器件应用于新能源汽车充电桩，可以减小充电桩体积，提高充电速度。

其他应用领域也包括光伏发电、轨道交通、智能电网、风力发电、工业电源及航空航天等领域。

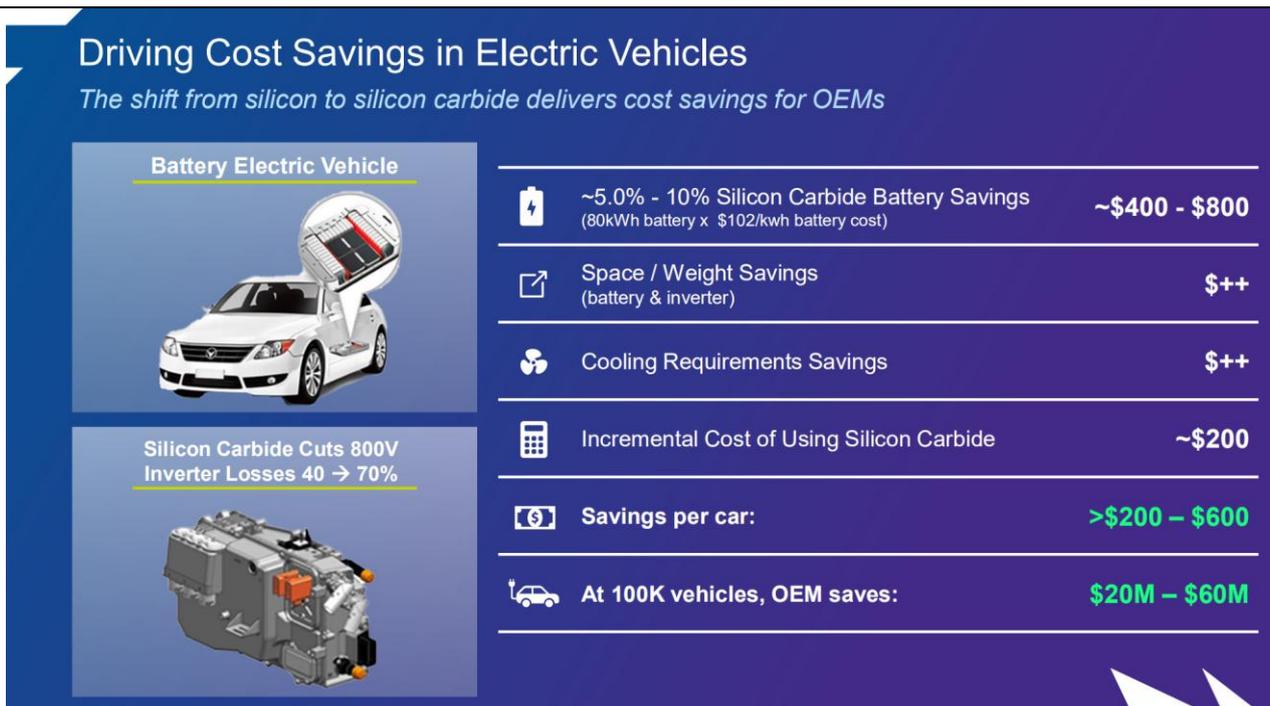
图表 5：碳化硅功率器件市场规模预测（2018 年）



资料来源：IHS Market

伴随新能源汽车、光伏发电、轨道交通、智能电网等产业的快速发展，功率器件的使用需求大幅增加。根据 IC Insights 数据，2018 年全球功率器件的销售增长率为 14%，达到 163 亿美元。未来，随着碳化硅和氮化镓功率器件的加速发展，全球功率器件的销售预计将持续保持增长。IC Insights 预计 2018 至 2023 年期间，全球功率器件的销售复合年增长率将达到 3.3%，2023 年全球功率器件收入将达到 192 亿美元。根据 IHS Markit 数据，2018 年碳化硅功率器件市场规模约 3.9 亿美元，受新能源汽车庞大需求的驱动，以及电力设备等领域的带动，预计到 2027 年碳化硅功率器件的市场规模将超过 100 亿美元，碳化硅衬底的市场需求也将大幅增长。

图表 6：使用碳化硅衬底材料，为新能源汽车节省大量成本



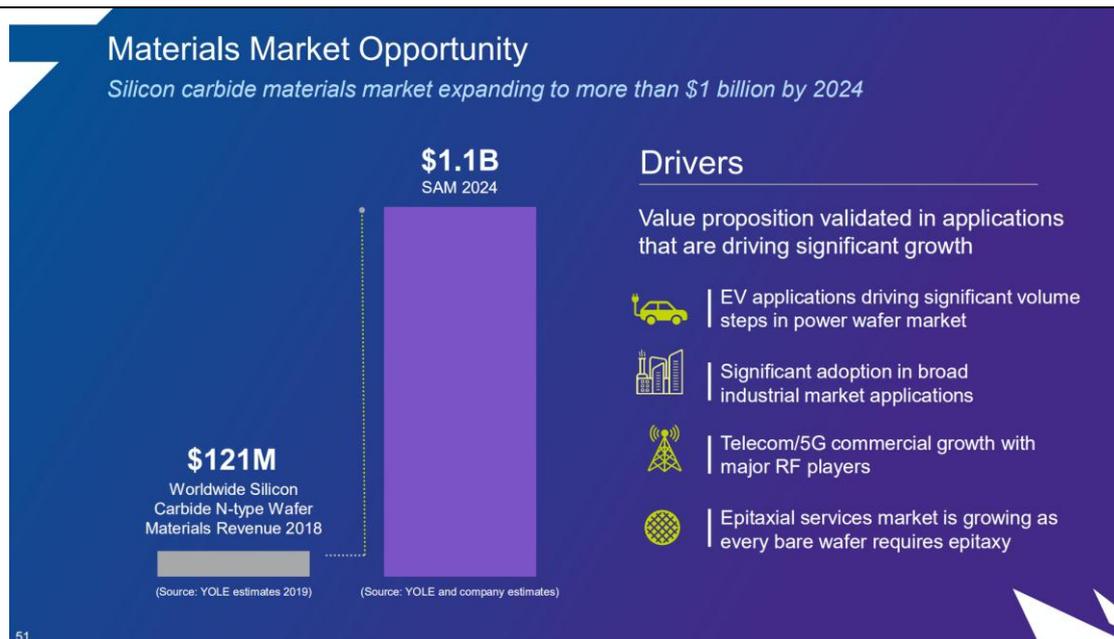
资料来源：CREE 官网

图表 7：众多车企宣布新能源汽车的投资计划（2019 年）



资料来源：CREE 官网

图表 8：碳化硅衬底材料市场规模快速增长



资料来源：CREE 官网

1.3、射频功率器件为碳化硅材料应用的另一重要领域

微波射频器件是实现信号发送和接收的基础部件，是无线通讯的核心，主要包括射频开关、LNA、功率放大器、滤波器等器件，其中，功率放大器是放大射频信号的器件，直接决定移动终端和基站的无线通信距离、信号质量等关键参数。

5G 通讯高频、高速、高功率的特点对功率放大器的高频、高速以及功率性能有更高要求。以碳化硅为衬底的氮化镓射频器件同时具备了碳化硅的高导热性能和氮化镓在高频段下大功率射频输出的优势，突破了砷化镓和硅基 LDMOS 器件的固有缺陷，能够满足 5G 通讯对高频性能和高功率处理能力的要求，碳化硅基氮化镓射频器件已逐步成为 5G 功率放大器尤其宏基站功率放大器的主流技术路线。

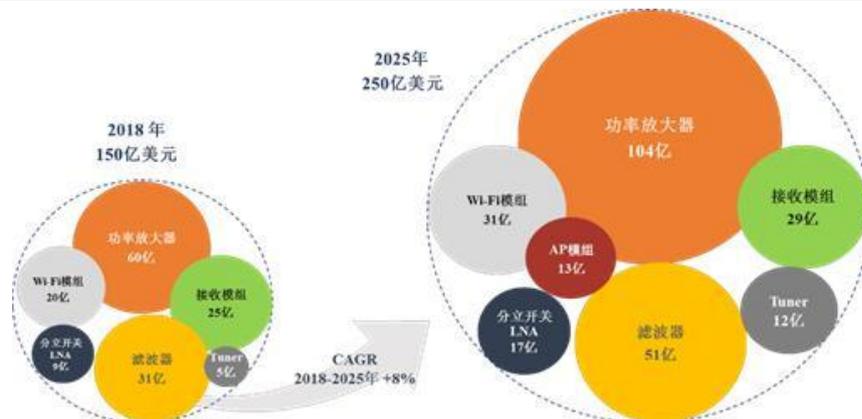
图表 9：不同材料微波射频器件的应用范围对比



资料来源：Analog Dialogue

随着全球 5G 通讯技术的发展和推广,5G 基站建设将为射频器件带来新的增长动力。据 Yole Development 预测,2025 年全球射频器件市场将超过 250 亿美元,其中射频功率放大器市场规模将从 2018 年的 60 亿美元增长到 2025 年的 104 亿美元,而氮化镓射频器件在功率放大器中的渗透率将持续提高。随着 5G 市场对碳化硅基氮化镓器件需求的增长,半绝缘型碳化硅晶片的需求量也将大幅增长。

图表 10: 2018-2025 年全球射频器件市场规模预测



资料来源: Yole Development

5G 基站对碳化硅衬底仍有较大需求。中国是 5G 建设的全球领先国家,根据赛迪智库 2018 年预测,我国未来计划建设 360 万台-492 万台 5G 宏基站,是 4G 宏基站的 1.1-1.5 倍。根据中国电子信息产业研究院数据,当前我国已经建设的 5G 宏基站约为 40 万台,未来仍有较大成长空间。

碳化硅基氮化镓外延射频功率器件市场规模快速增长。根据 Yole 和 CREE 预测,受益 5G 的普及与 5G 基站的建设,碳化硅基氮化镓外延功率器件市场规模将从 2018 年 6.45 亿美金增长到 2024 年的 20 亿美金,年均复合增速达 20.76%,2027 年市场规模有望达到 35 亿美金。

图表 11: 碳化硅基氮化镓外延功率器件市场规模



资料来源: CREE 官网

1.4、碳化硅 MOSFET 将与 IGBT 长期共存

1.4.1、特斯拉 MODEL 3 引领碳化硅 MOSFET 新潮流

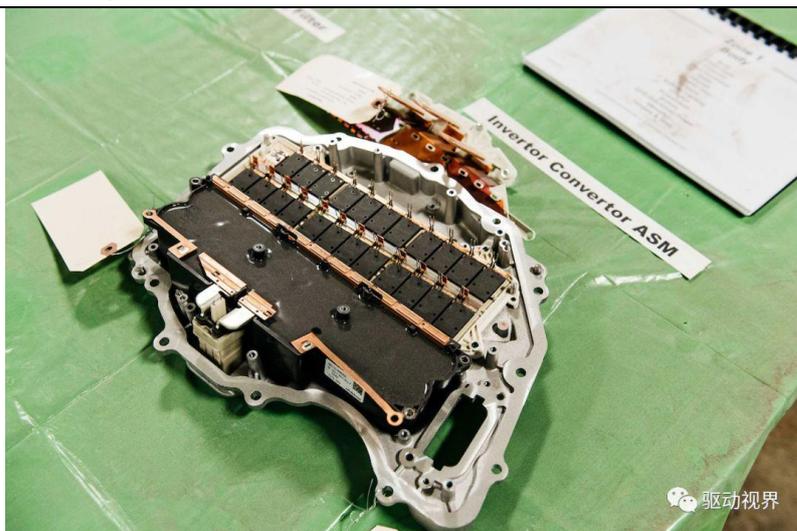
碳化硅 MOSFET 主要应用在新能源汽车上的主驱逆变器、DC/DC 转换、车载充电机和快充桩上。

特斯拉 Model 3 是第一个集成全 SiC 功率模块的车企，主要采购意法半导体的 650V 碳化硅功率器件，特斯拉逆变器由 24 个 1-in-1 功率模块组成，这些模块组装在针翅式散热器上。如下图所示，为了有效的做好连接，使用了大量的激光焊接的工艺，来把 MOSFET 与铜母线相连。

相比 Model X 和 Model S 上使用的 IGBT，SiC MOSFET 能带来 5-8% 逆变器效率提升，即 Model S 的 82% 逆变器效率提升到 Model 3 的 90%，对续航提升显著。逆变器效率提升是除减重以外 Model 3 能耗提升的第二大因素。

SiC MOSFET 除了整体能耗效率的提升，另一个巨大的优势在于高温表现，IGBT 在高温下效率会有较大幅度下降，而 SiC MOSFET 在 200 度仍能维持正常效率表现。

图表 12：特斯拉 Model 3 上使用的 SiC MOSFET 逆变器（24 个 SiC MOSFET 功率模块）



资料来源：驱动视界

比亚迪同样发布了碳化硅模块产品，并且表示 2021 年就会出现使用 SiC 的车型出现，如果如期实现，比亚迪将继续维持国内三电技术领先的地位，并且在续航表现上与其他国内车企拉开一大截，作为对国内新能源汽车的引领，碳化硅 MOSFET 用量将会有较大的提升。

1.4.2、碳化硅 MOSFET 技术优势明显

碳化硅器件的优势：

1、承载功率大：承载功率是功率器件最关键的指标之一。功率器件的承载功率与衬底材料的禁带宽度的4次方成正比，硅的禁带宽度为1.12eV，碳化硅的禁带宽度是3.2eV，因此碳化硅的承载约是硅基承载功率的80倍。

2、器件体积小：硅的导热系数为1.5，碳化硅的导热系数为3.9，更高的热导率需要的散热系统相对较小，可以使器件体积做的更小。

3、耐高温，散热少：硅的工作温度不能超过125摄氏度，超过125摄氏度后PN结将失效。碳化硅的工作温度可以提升至350度，本身需要的散热系统变小，耗电量减少。使用碳化硅器件，续航里程可以增加10-20%。另外，碳化硅的导通电阻很小，耗散的热量很小，能量损失更小。

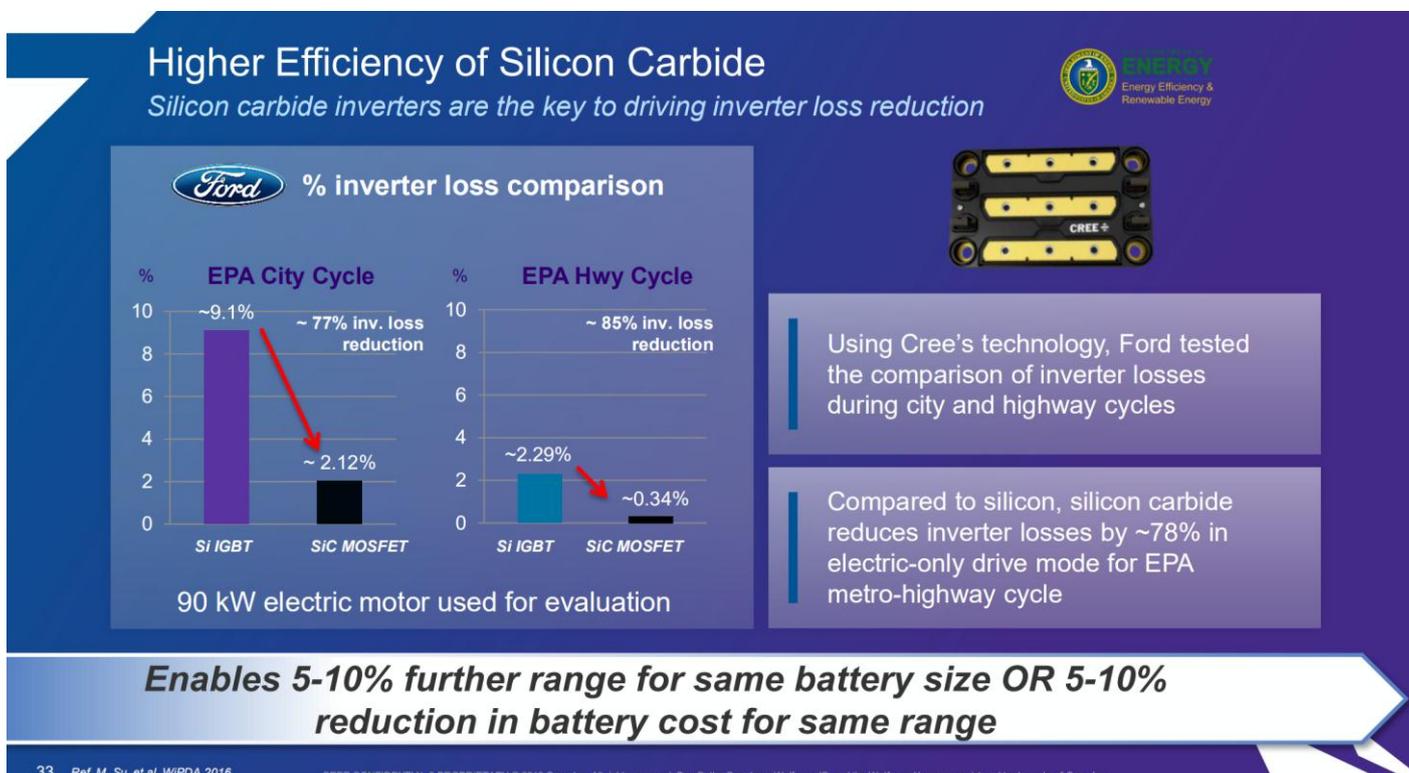
4、关断能力强：IGBT在结构上可以看做是MOSFET和双极型晶体管的组合，双极型晶体管属于电流型器件，频率特性较差，开关频率不如MOSFET器件，关断能力较差，可靠性不如碳化硅MOSFET。

图表 13：半导体材料性能对比

项目	Si	GaAs	4H-SiC	GaN
禁带宽度 (eV)	1.12	1.43	3.2	3.4
饱和电子漂移速率 (cm/s)	1.0×10 ⁷	1.0×10 ⁷	2.0×10 ⁷	2.5×10 ⁷
热导率 (W·cm ⁻¹ ·K ⁻¹)	1.5	0.54	4	1.3
击穿电场强度 (MV/cm)	0.3	0.4	3.5	3.3

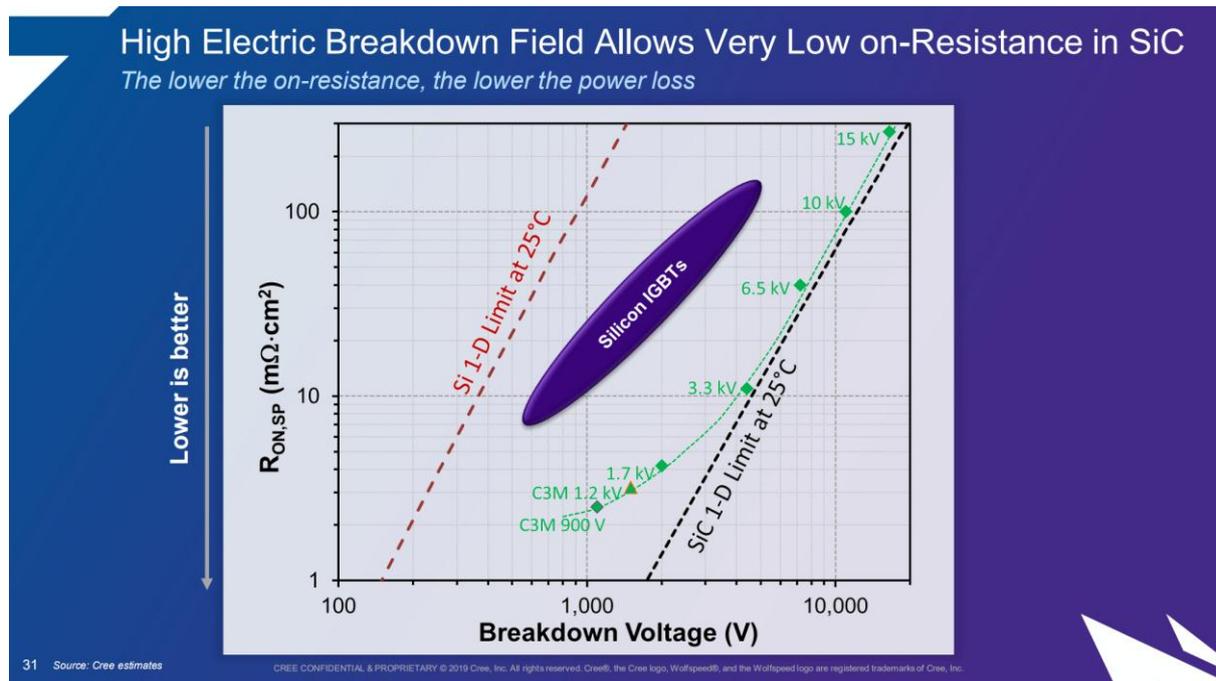
资料来源：天科合达招股说明书、光大证券研究所

图表 14：碳化硅 MOSFET 与硅基 IGBT 的对比



资料来源：CREE 官网

图表 15: 相较硅基材料, 碳化硅衬底材料将有更小的能量损失

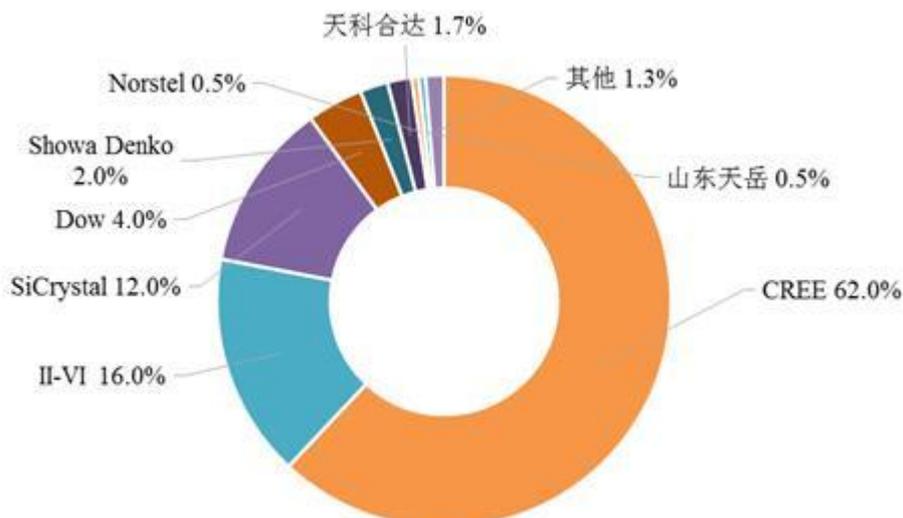


资料来源: CREE 官网

1.5、全球碳化硅市场呈现寡头垄断局面

目前, 碳化硅晶片产业格局呈现美国独大的特点。以导电型产品为例, 2018 年美国占有全球碳化硅晶片产量的 70% 以上, 仅 CREE 公司就占据一半以上市场份额, 剩余份额大部分被日本和欧洲的其他碳化硅企业占据。国内目前碳化硅晶片厂商包括露笑科技、天科合达和山东天岳。因下图数据为 2018 年数据, 露笑科技 2020 年引进碳化硅重磅研发团队并联合合肥政府共同投资碳化硅, 因此未统计在 2018 年市场竞争格局中。

图表 16: 导电型碳化硅晶片市场竞争格局 (2018 年)



资料来源: Yole Development

图表 17: 国外龙头 CREE 与国内公司对比情况

单位: 亿元	CREE.O	002617.SZ	倍数	A20375.SH	倍数
公司	克里科技	露笑科技	克里科技/露笑科技	天科合达	克里科技/天科合达
成立时间	1987	1989		2006	
公司历史 (年)	33	31	1.1	14	2.4
2019 年员工总数 (人)	5319	1467	3.6	544	9.8
主要产品	LED 照明、碳化硅晶体	碳化硅晶片、漆包线、电机、光伏发电		碳化硅晶片、莫桑钻、碳化硅生长炉	
市值 (亿元)	470	95	5.0	/	/
收入 20E (亿元)	63.8	28.5	2.2	/	/
收入 YOY	-16.31%	16%	/	/	/
PS (倍)	7.4	3.3	2.2	/	/
净利润 20E (亿元)	-13.53	3.6	/	/	/
净利润 YOY	48.89%	881%	/	/	/
PE (倍)	/	26	/	/	/
毛利率 19A	36%	22%	1.6	35%	1.0
净利率 19A	-35%	1%	/	20%	/
ROIC 19A	-15%	4%	/	11%	/
研发费用 19A (亿元)	10.9	0.29	37.6	0.22	49.9
收入 19A (亿元)	74.2	24.4	3.0	1.5	48.2
研发费用比例 19A	15%	1%	12.4	14%	1.0
净利润 19A (亿元)	-25.8	0.4	/	0.3	/
2018 年碳化硅晶片市场规模 (亿美金)	1.2	1.2		1.2	
2027 年碳化硅晶片市场规模 (亿美金)	30	30		30	

资料来源: Wind、光大证券研究所; 注: 股价时间为 2020 年 8 月 25 日; 美金兑人民币汇率为 1: 6.921。克里科技 20 年数据为其 2020 财年数据 (20190701~20200630), 露笑科技 20E 数据为光大证券研究所预测。碳化硅晶片市场规模来自克里科技官网和 Yole。

图表 18: 碳化硅晶片主要企业情况

公司	业务描述
CREE	CREE 公司成立于 1987 年, 是集化合物半导体材料、功率器件、微波射频器件、LED 照明解决方案于一体的著名制造商, 其子公司 Wolfspeed 专业从事碳化硅等第三代半导体衬底与器件的技术研究与生产制造。CREE 公司能够批量供应 4 英寸至 6 英寸导电型和半绝缘型碳化硅晶片, 且已成功研发并投建 8 英寸产品生产线, 目前 CREE 公司的碳化硅晶片供应量位居世界第一。
II-VI	II-VI 公司成立于 1971 年, 是工程材料和光电元件的全球供应商, 是世界领先的碳化硅衬底供应商, 能够提供 4 至 6 英寸导电型和半绝缘型晶片, 并已成功研制 8 英寸导电型碳化硅晶片。目前 II-VI 公司的碳化硅晶片供应量位居世界第二。
SiCrystal	德国 SiCrystal 公司是世界领先的碳化硅衬底生产商, 于 2009 年被日本罗姆公司收购, 其生产的碳化硅衬底主要用于罗姆公司生产各种碳化硅器件。
露笑科技	露笑科技成立于 1989 年, 2015 年与伯恩光学成立合资公司伯恩露笑, 共同建立了亚洲最大的蓝宝石生产基地, 积累了深厚的蓝宝石长晶经验。因蓝宝石和碳化硅具有较大的通用性, 露笑科技转向碳化硅长晶和外延工艺, 同时引进从事碳化硅长晶 20 余年的科学团队, 成为国内碳化硅长晶最具实力的企业之一。
山东天岳	山东天岳成立于 2010 年 11 月, 是以生产碳化硅衬底为主要业务的高新技术企业, 能够供应导电型和半绝缘型晶体和晶片, 是国内碳化硅晶片供应商之一。
天科合达	国内领先的碳化硅生产商, 能批量供应 2-6 英寸各种类型的碳化硅衬底

资料来源: 天科合达招股说明书、光大证券研究所

1.6、国际大厂积极布局碳化硅市场

1.6.1、并购

英飞凌 2016 年欲收购 Wolfspeed，2018 年收购 Silectra。2016 年 7 月，英飞凌欲以 8.5 亿美元收购 CREE 旗下 Wolfspeed 功率和射频事业部，Wolfspeed 是 CREE 旗下专注碳化硅功率器件和碳化硅基氮化及射频功率解决方案的主要供应商，后因美国政府干预而流产。2018 年英飞凌收购 Silectra，Silectra 为德国厂商，2010 年研发出一项切割晶体材料的技术，可以最大限度减少材料损耗，填补了英飞凌的切磨抛工艺。

罗姆收购 SiCrystal。罗姆在碳化硅领域深耕 20 年，分别于 2002 年研发碳化硅 MOSFET，2007 年试制 300A MOSFET，2008 年发布沟槽式器件。2009 年罗姆收购了 SiCrystal，并在 2010 年推出首批量产碳化硅肖特基二极管和 MOSFET。

意法半导体收购 Norstel AB。2019 年，意法半导体收购了瑞典碳化硅晶圆厂商 Norstel AB。意法半导体总裁兼 CEO Jean-Marc Chery 表示，在全球碳化硅产能受限的环境下，并购 Norstel 将有助于增强 ST 内部的碳化硅生态系统，保证意法半导体的晶圆供给量，满足汽车和工业客户未来几年增长 MOSFET 和二极管需求。

II-VI 公司 2020 年并购 Ascatron 和 INNOVION。国际碳化硅晶片大厂 II-VI 公司收购瑞典碳化硅企业 Ascatron AB，同时将收购 INNOVION，INNOVION 是世界上最大离子注入服务提供商之一，能够掺杂碳化硅、砷化镓、磷化铟和硅。该两项收购预计于 2020 年底完成。

SK Siltron 收购杜邦子公司 DuPont Electronics & Imagin (E&I) 的化合物解决方案 (CSS) 事业部。2019 年 9 月，SK Siltron 拟 4.5 亿元收购杜邦碳化硅晶圆事业部，2020 年 3 月完成收购。SK Siltron 在继硅晶圆后，大力拓展碳化硅晶圆领域。

1.6.2、长单

英飞凌与 CREE。2018 年 12 月，英飞凌与 CREE 签署长期协议，CREE 将向英飞凌供应 150mm 碳化硅晶圆，帮助英飞凌积极拓展光伏逆变器和新能源汽车领域的产品供应。

意法半导体与 CREE。2019 年 1 月，意法半导体与 CREE 签署长单协议，CREE 将向意法半导体供应 2.5 亿美金的 6 英寸碳化硅晶圆片和外延片。

意法半导体与 SiCrystal。2020 年 1 月，意法半导体与罗姆旗下的 SiCrystal 签署碳化硅晶圆长期供应协议，SiCrystal 向意法半导体提供 1.2 亿美金的 6 英寸碳化硅晶圆，满足市场对碳化硅功率器件的需求。

1.6.3、扩产

CREE 扩产。2019 年 5 月，CREE 投资 10 亿美元在美国总部北卡罗莱纳州达勒姆市建造自动化生产 8 英寸碳化硅工厂。2019 年 9 月在美国纽约 Marcy 建造满足车规级标准的 8 英寸碳化硅功率和射频工厂。

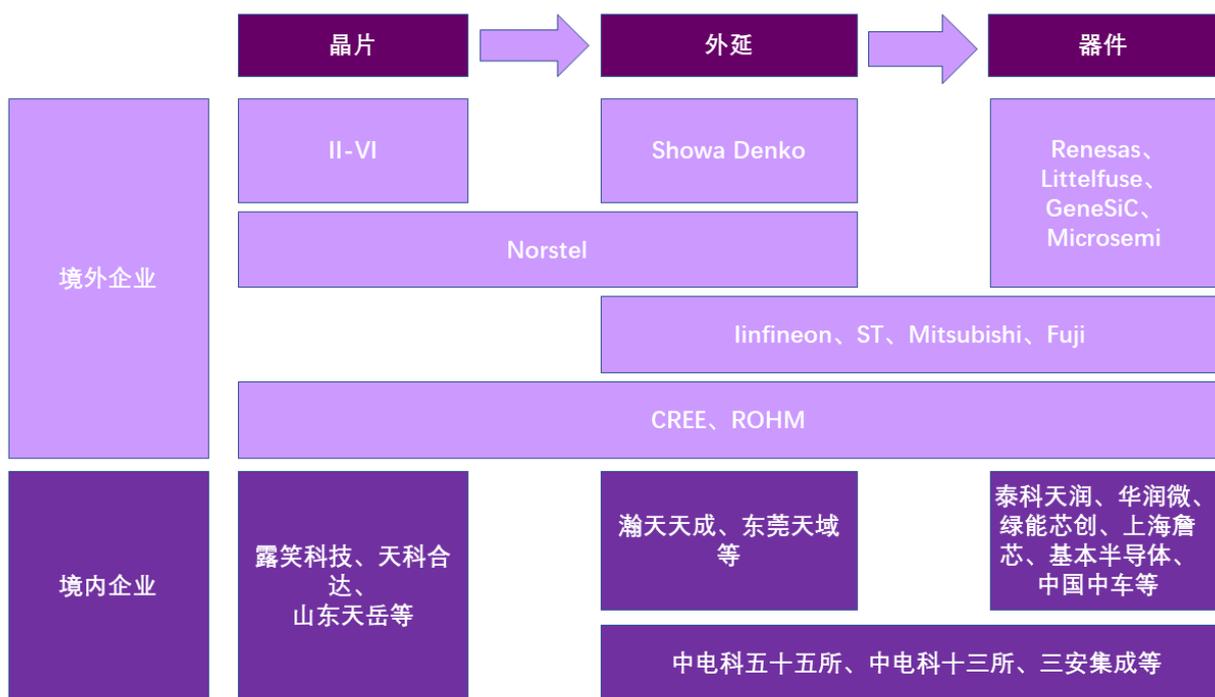
罗姆扩产。罗姆投资 200 亿日元，在子公司 Apollo 的筑后工厂建设厂房，倍增碳化硅电源控制芯片产能，同时在宫崎县进行增资扩产，计划于 2025 年 3 月底前累计投资 600 亿日元，使碳化硅电源控制芯片产能扩增至 2016 年的 16 倍。

昭和电工扩产。日本昭和电工于 2017 年 9 月、2018 年 1 月、2019 年 2 月分别进行了碳化硅晶圆的扩产，产能分别从 3000 片/月提高至 5000 片/月（第一次扩产），从 5000 片/月提升到 7000 片/月（第 2 次扩产），从 7000 片/月提升至 9000 片/月（第三次扩产）。

1.7、国内碳化硅产业链起步较晚但布局完善

碳化硅产业链分为碳化硅晶片的生长，外延和器件的设计和制造。国内从事碳化硅晶片生长的企业包括露笑科技、天科合达和山东天岳等。从事外延片生长的企业包括瀚天天成和东莞天域等；从事碳化硅器件设计制造的企业包括泰科天润、华润微、绿能芯创、上海詹芯、基本半导体、中国中车等。同时从事外延生长和器件制作的企业包括中电科五十五所、中电科十三所和三安集成等。

图表 19：碳化硅产业链主要企业



资料来源：光大证券研究所

碳化硅晶片生产环节毛利率较高。碳化硅晶片长晶难度大，技术壁垒高，毛利率可达 50% 左右，外延生长环节为在碳化硅衬底上沉积一层薄膜，相对碳化硅长晶环节，自动化程度较高。器件环节品类较多，各器件产品毛利有所不同，参考英飞凌历年财报，其整体毛利率维持在 37% 左右。

图表 20：碳化硅晶片各厂商毛利率情况

公司名称		2020年1-3月	2019年度	2018年度	2017年度
CREE公司	合并报表	28.49%	36.20%	32.65%	31.63%
	Wolfspeed公司	-	48.07%	48.23%	46.79%
II-VI公司		39.22%	38.26%	39.89%	39.95%
境外公司平均值		33.86%	37.23%	36.27%	35.79%
沪硅产业		14.23%	14.55%	21.99%	23.08%
可比公司总体平均		27.31%	29.67%	31.51%	31.55%
天科合达		34.74%	35.04%	25.25%	-2.53%

资料来源：天科合达招股说明书

2、露笑科技致力打造碳化硅产业的国之重器

2.1、战略目标：依托于历史蓝宝石业务积累，致力打造碳化硅“设备——衬底——外延”的产业链布局

露笑科技传统业务为光伏发电、漆包线和机电设备。光伏业务主要为光伏电站运营，主要形式为集中式和分布式光伏电站，客户为国家电网。漆包线是一种涂覆固化树脂绝缘的导电金属电线，广泛应用于电机、家用电器、电子通讯等领域；机电业务主要包括新能源电机、涡轮增压器等。公司传统业务发展较为稳定，我们预计2020年光伏业务收入为7.03亿元，净利润为2.2亿元；漆包线业务2020年收入为16.82亿元，净利润为0.6亿元；机电业务2020年收入为3.40亿元，净利润为0.5亿元。

露笑科技在蓝宝石行业积淀深厚。公司2014年4月与伯恩光学合资设立伯恩露笑，从事蓝宝石晶球、晶棒的生产、加工和销售，主要生产80kg和110kg晶锭，2014年底完成200台蓝宝石长晶设备的安装和调试工作，2015年1月开始试生产。该项业务本预计为苹果生产蓝宝石屏幕，但因苹果改变技术路线，最终未采取蓝宝石屏幕，伯恩和露笑后续也逐步收缩蓝宝石业务的布局。由于露笑科技在布局蓝宝石业务期间积累了大量的生产蓝宝石长晶炉的经验，由于蓝宝石晶体和碳化硅晶体生长之间的相似性，公司在碳化硅晶体生长的长晶炉上同样具有较强的实力。

露笑科技凭借在蓝宝石业务上的深厚积淀，已突破以下几项碳化硅长晶炉及长晶环节关键技术：

1、完成6寸石英管式碳化硅晶体生长炉开发，以独特密封结构解决设备高真空度获取与长时间保持的难题，极限真空 $<2 \times 10^{-5}$ Pa，具备工程化使用条件。

2、完成大尺寸碳化硅单晶制备相关理论的研究，通过计算机模型辅助计算，形成了单晶制备过程物质与热量传输、缺陷演变的基本规律，解决了热场均匀性差、大尺寸单晶应力聚集、单晶扩径难等问题，为6寸及以上半绝缘碳化硅晶体的制备打下了坚实基础。

3、解决晶型生长控制难、微管密度大、晶体背向腐蚀严重等难题，提升了单晶质量，通过长晶过程中的除杂工艺实现了高电阻率晶体生长。

4、高纯度碳化硅原料合成，有效降低原料中对电阻率提升有害的特定杂质含量浓度，达到小于1ppm量级。

露笑科技依托于历史蓝宝石业务积累，致力打造碳化硅“设备——衬底——外延”的产业链布局。（1）碳化硅长晶炉：公司前期公告和中科钢研、国宏中宇签订约3亿元的碳化硅长晶炉销售合同，未来随着中国步入碳化硅的扩产周期，公司的碳化硅长晶炉业务有望步入快速发展期；（2）公司将与合肥市长丰县人民政府共同投资100亿元建设第三代功率半导体（碳化硅）产业园。

1、露笑科技与国宏中宇签订碳化硅长晶炉销售合同，金额1.2亿元。露笑科技股份有限公司于2019年8月5日披露了《关于全资子公司签订碳化硅长晶成套设备定制合同的公告》，公司全资子公司内蒙古露笑蓝宝石有

限公司与国宏中宇科技发展有限公司签订的《碳化硅长晶成套设备定制合同》，合同总金额 1.26 亿元人民币。

2、露笑科技与中科钢研、国宏中宇签订碳化硅长晶炉销售合同，金额 3 亿元。露笑科技于 2019 年 11 月 27 日披露了《关于签署碳化硅项目战略合作协议的公告》，公司与中科钢研、国宏中宇科签署了《中科钢研节能科技有限公司与国宏中宇科技发展有限公司与露笑科技股份有限公司碳化硅项目战略合作协议》，协议期限为两年，由露笑科技主导设备制造，将为国宏中宇主导的碳化硅产业化项目定制约 200 台碳化硅长晶炉，设备总采购金额约 3 亿元。

2.2、露笑科技与合肥拟投资 100 亿元布局碳化硅产业

2020 年 8 月 10 日，露笑科技发布公告《关于与合肥市长丰县签署建设第三代功率半导体(碳化硅)产业园战略合作框架协议》，公司计划与合肥市长丰县正式开展碳化硅产业化合作项目。露笑科技将与合肥市长丰县人民政府在合肥市长丰县共同投资建设第三代功率半导体（碳化硅）产业园，包括但不限于碳化硅等第三代半导体的研发及产业化项目，包括碳化硅晶体生长、衬底制作、外延生长等的研发生产，项目投资总规模预计 100 亿元。

除产业资金外，合肥另提供产业优惠和配套设施。合肥市长丰县人民政府为该项目提供优惠政策、资金（包括但不限于股权、债权投资）支持；为该项目提供土地、基础设施配备、用工等保障，对该项目的投资建设及运营提供必要的支持与协助。

合肥政府历史上曾成功引进多家国内顶尖企业：

1、家电产业的率先引进：海尔、美的、格力、三洋等。2000 年，合肥 GDP 为 325 亿，全国排名较为靠后，但仍进行一系列促进招商引资的措施，如拆除违建建筑、大幅拓宽道路、建设高架桥等，便利的交通建设后，配合着富有吸引力的招商引资政策，吸引来了海尔、美的、格力、TCL、三洋等十几家企业落户，本地的家电企业美菱、荣事达、天鹅的产品也得以销往全国，因此合肥成为全国三大家电制造业基地之一。2019 年合肥平均 12 秒可以下线一台滚筒洗衣机，其家电规模在 2019 年已经达到全国的 20%，成为全国极具实力的家电制造基地。

2、面板产业的引进：京东方。2008 年，京东方受金融危机，国外液晶巨头的降价备受打压，当年由盈转亏，资金压力巨大。经过深入产业调研后，合肥市政府看好京东方未来发展，决定引进京东方。2008 年京东方落户合肥，开建第 6 代 TFT-LCD 液晶面板线，总投资额 175 亿元人民币，完全由合肥市政府托底。同时给予地块配套条件、土地价格、能源供应、贷款贴息等政策性支持。紧随京东方的脚步，康宁、彩虹、维信诺等一大批上下游显示产业公司落户合肥设厂，一条千亿元产值的产业链聚集在了合肥。2020 第一季度，京东方液晶面板出货 6303 万片，问鼎全球第一。

3、存储产业的引进：合肥长鑫。2017 年，合肥与兆易创新开始合作共同建立存储产品 DRAM 生产线，成立合肥长鑫，预计总投资超过 1000 亿。。2019 年，合肥长鑫从加拿大知识产权商 Wi-LAN Inc. 购买全套专利授权，

2019年9月合肥长鑫宣布8Gb颗粒的DDR4内存量产。2020年，合肥长鑫量产的DDR4内存条正式上线，这也是中国第一条纯国产DDR4内存。

4、晶圆制造产业的引进：力晶科技。2015年9月，合肥与晶圆制造企业力晶科技展开合作，总投资135亿元的力晶科技12英寸晶圆厂落户合肥，2015年9月开工建设，2017年10月投产，达产后产能为4万片/月，初期产品为LEC面板驱动IC。合肥通过地方融资平台，与台湾力晶科技合资成立了合肥晶合。因此合肥打通了半导体从设计、制造到封测的整条产业链。

5、新能源汽车产业的引进：蔚来汽车。2020年，合肥与蔚来中国展开合作。2020年4月合肥出资百亿，蔚来中国落户合肥；2020年5月，德国大众决定10亿欧元入股为蔚来代工的合肥车企江淮汽车、11亿欧元入股合肥电池厂家国轩高科。目前合肥政府已打造了包括蔚来、大众、江淮、国轩在内的完整电动汽车产业链。

图表 21：合肥市布局的产业领域（2020 年）



资料来源：合肥市投资促进局

图表 22：合肥市已引进的重点企业情况

产业布局	重点企业
家电产业	美的、格力、海尔、惠而浦
智能制造领域	大陆轮胎、长安汽车
集成电路产业	联发科、丰创光罩
人工智能产业	科大讯飞、中国声谷
量子信息产业	科大国盾
生物医药	安科生物、立方制药、中盛溯源
光伏新能源	阳光电源、通威太阳能、晶澳太阳能
信息安全产业	中电科 38 所、新华三

资料来源：合肥市投资促进局、光大证券研究所

2.3、露笑科技已储备国内顶尖的碳化硅晶体生长的团队

露笑科技已储备国内最早从事碳化硅晶体生长研究的技术团队——陈之战博士研究团队。陈之战博士 1998 年开始从事碳化硅晶体的生长研究，截至今日拥有 22 年的丰富经验。陈之战博士长期在中国科学院上海硅酸盐所工作，先后任助理研究员、副研究员和研究员，率先在国内开展碳化硅晶体生长、加工研究、科研经费超亿元。陈之战博士协助世纪金光建设了国内第一条完整的碳化硅晶体生长和加工中试线，曾任北京世纪金光技术总监，全面负责碳化硅晶体生长与加工的研发与生产。发表论文 100 余篇，授权专利 50 余项，出版专著一本。

图表 23：公司核心技术人员情况

序号	姓名	性别	年龄	职称/职务	学历	岗位
1	陈之战	男	52	长期在中国科学院上海硅酸盐研究所工作,先后任助理研究员、副研究员和研究员,率先在国内开展碳化硅晶体生长、加工研究,科研经费超亿元。建设了国内第一条完整的碳化硅晶体生长和加工中试线,曾任北京世纪金光技术总监,全面负责碳化硅晶体生长与加工的研发与生产。发表论文 100 余篇,授权专利 50 余项,出版专著 1 本	博士	首席科学家
2	杨为佑	男	44	宁波工程学院二级教授,博导,乌克兰工程院外籍院士,宁波工程学院材料研究所所长,浙江省万人计划科技创新领军人才,"第三代半导体低维材料与器件浙江省高校高水平创新团负责人、"材料科学与工程"省一流学科带头人、享受国务院政府特殊津贴	博士	高级顾问
3	陈义	女	54	先后在中国科学院上海硅酸盐研究所和上海交通大学任副研究员。2000 年 3 月获日本京都工艺纤维大学工学博士学位,2003 年 4 月~2005 年 1 月在日本文部科学省知识产学研究中心产学官连携博士后特别研究员。在世界著名的西野茂弘教授 (s. Nishino) 指导下,承担了 2 英寸 3CSiC 衬底的研究及开发;2000 年 4 月~2003 年 3 月任京都大学 Venture Business Laboratory 博士后特别研究员,在世界著名的松波弘之教授 (H.Mastunami) 的指导下,承担了京都大学与日本 DESO 基础研究所的共同研究项目 4H-SiC 超精细同外延选择性生长,首次成功地实现了在 4H-SiC 衬底上 4H-SiC 的台式结构和镶嵌式结构超精细选择性生长,被评价为 4H-SiC 选择性生长方向的先驱技术,该技术正在被日本 DENSO 基础研究所应用在新型 SiC 功率器件结构的开发上。相关成果在 SC 期刊发表论文 20 余篇。	博士	碳化硅外延技术总监
4	李详彪	男	38	2007 年 6 月获中国科学院上海硅酸盐研究所博士学位,现为南通大学副教授。长期从事 SiC 衬底材料的加工技术和测试方法研究。全面掌握 SiC 化学机械抛光技术瓶颈,采用独创的多级化学机械抛光技术加工的 SiC 表面达到原子级光滑,表面粗糙度(RMS)小于 0.2nm,在原子力显微镜(AFM)下检测无划痕、无腐蚀坑、有台阶结构(5m×5m 范围内),满足同质或者异质外延对 SiC 表面精密加工的要求。曾供职于北京世纪金光,任加工技术负责人。	博士	碳化硅晶体加工总监
5	储耀卿	男	42	2018 年 6 月获东华大学博士学位,现为上海应用技术大学高级工程师。先后任职于中国科学院上海硅酸盐研究所,从事碳化硅晶体生长研究开发工作,先后合成了满足要求的高纯碳化硅粉料,全面掌握了碳化硅晶体生长工艺技术,先后研发出 2、3、4、6 英寸碳化硅晶体。	博士	碳化硅晶体生长总监
6	高萌萌	女	24	2019 年 6 月获上海师范大学凝聚态物理硕士学位,研究重点是碳化硅材料和器件的测试表征,发表学术论文 3 篇,有丰富的碳化硅检测表征经验。	硕士	质量控制总监

资料来源：公司公告、光大证券研究所

其他团队成员均拥有丰富的第三代化合物半导体材料的研究经验。**杨为佑博士**为宁波工程学院材料研究所所长，为第三代半导体低维材料与器件浙江省高校高水平创新团负责人，材料科学与工程"省一流学科带头人，乌克兰外籍院士；**陈义博士**先后在中国科学院上海硅酸盐研究所和上海交通大学任副研究员，在世界著名的西野茂弘教授 (s. Nishino) 指导下,承担了 2 英寸 3CSiC 衬底的研究及开发；2000 年 4 月~2003 年 3 月在世界著名的松波弘之教授的指导下,承担了京都大学与日本 DESO 基础研究所的共同研究项目 4H-SiC 超精细同外延选择性生长,首次成功地实现了在 4H-SiC 衬底上

4H-SiC 的台式结构和镶嵌式结构超精细选择性生长,被评价为 4H-SiC 选择性生长方向的先驱技术,该技术正在被日本 DENSO 基础研究所应用在新型 SiC 功率器件结构的开发上。

2.4、财务分析：资产剥离后，轻装上阵全力布局碳化硅

根据露笑科技 2020 年半年度业绩预告，露笑科技 2020 年上半年实现归属于上市公司股东的净利润为 1.6-1.7 亿元，同比增长 9.10%-15.92%，公司业绩较为稳定，主要原因是光伏发电业务受疫情影响较小。

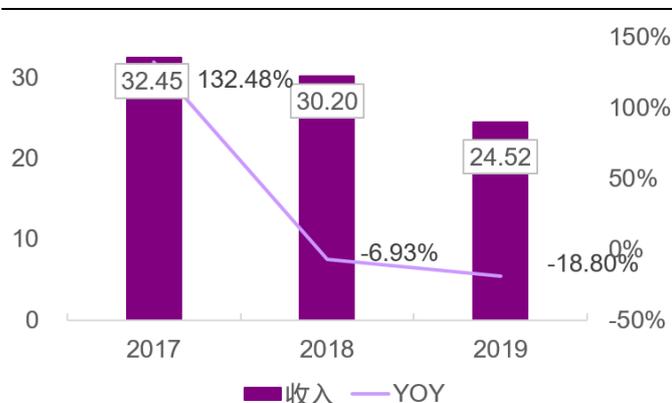
露笑科技 2017-2019 年实现营业收入分别为 32.45、30.20、24.52 亿元。营业收入减少主要系国内外经济不景气及新能源汽车行业增速放缓等因素的影响，新能源汽车行业业务下滑较多，导致营业收入总额总体略有下降。

露笑科技 2017-2019 年实现净利润分别为 3.08、-9.73、0.36 亿元。

1、2018 年净利润大幅亏损的主要原因受宏观经济形势和国内光伏“531”政策影响，新能源行业和光伏行业整体不景气导致营业收入减少和资产减值准备异常增多。与 2018 年同期相比，资产减值准备增加 11.92 亿元，主要包括对全资子公司江苏鼎阳、上海正昀计提商誉减值 5.70 亿元，其中江苏鼎阳绿能计提商誉减值 2.64 亿元（共 3.7 亿元商誉，剩余 1.06 亿元未计提）、上海正昀计提 3.06 亿元（全额计提），应收账款计提坏账准备 5.88 亿元。

2、2019 年净利润有所提高主要系并入顺宇洁能优质业务所致，顺宇洁能 2019 年实现净利润 2.21 亿元，但因化解新能源汽车业务和光伏政策变动导致光伏电站 EPC 业务的历史包袱，资产减值准备增加 1.83 亿元，其中资产减值损失 1.29 亿元，信用减值 0.55 亿元。资产减值损失主要系鼎阳绿能计提商誉减值 1.06 亿元附加存货跌价损失等项目 0.26 亿元损失所致。信用减值 0.55 亿元，信用减值损失主要来自坏账损失，主要部分为应收账款和其他应收款坏账损失 0.46 亿元。截至 2019 年末，鼎阳绿能和上海正昀的商誉已全部计提完毕。

图表 24：露笑科技近三年收入情况（单位：亿元）



资料来源：Wind、光大证券研究所

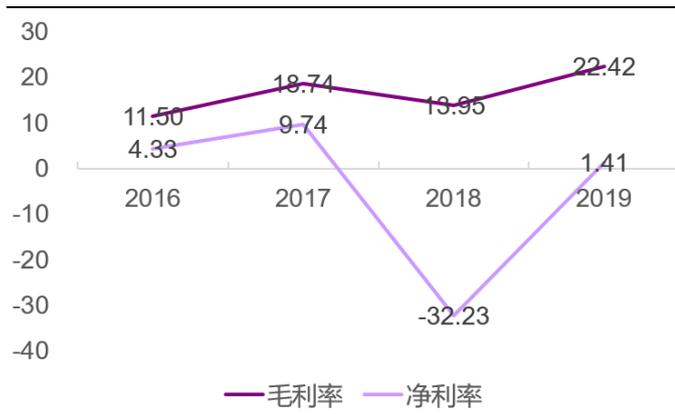
图表 25：露笑科技近三年净利润情况（单位：亿元）



资料来源：Wind、光大证券研究所

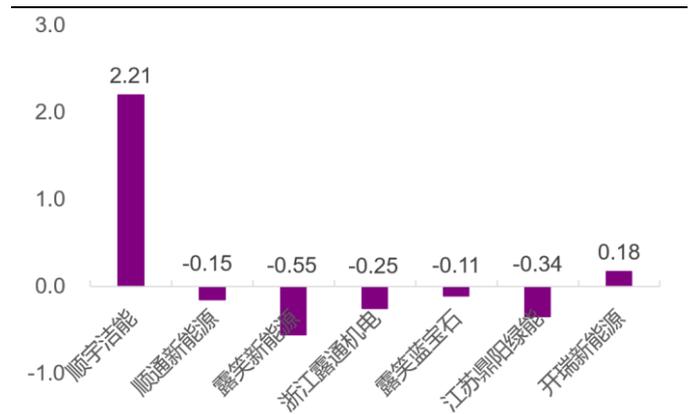
露笑科技 2017-2019 年的毛利率分别为 18.74%、13.95%、22.42%；2017-2019 年的净利率分别为 9.74%、-32.23%、1.41%。2017 年以来，公司毛利率呈上升趋势，主要原因系产业结构调整优化，进军毛利率较高的光伏行业。2017 年公司压缩毛利率较低的铜芯漆包线业务，适当发展毛利率较高的铝芯漆包线业务，漆包线业务部分毛利率增加 4.04 个百分点；2017-2019 年光伏业务部分毛利率分别为 31.4%、26.79%、59.89%，2019 年毛利率增加较多主要系收购顺宇洁能科技有限公司的优质电站发电业务，当年贡献净利润 2.21 亿元。

图表 26：露笑科技近三年毛利率与净利率情况（单位：%）



资料来源：Wind、光大证券研究所

图表 27：露笑科技 2019 年主要控股或参股公司净利润情况（单位：亿元）



资料来源：Wind、光大证券研究所

3、盈利预测

3.1、关键假设

1、对于碳化硅业务，露笑科技将致力打造碳化硅“设备——衬底——外延”的产业链布局，未来将成为国内极具竞争力的碳化硅晶片生产企业。我们预计 2020-2022 年公司碳化硅业务的收入主要由碳化硅长晶炉销售贡献，在暂时不考虑合肥合资公司碳化硅衬底收入贡献的情况下，我们预计公司碳化硅业务 2020-2022 年营业收入分别为 1.25、2.75、4.00 亿元，考虑碳化硅长晶炉上量后，规模效应显现，预计 2020-2022 年碳化硅项目毛利率分别为 35%、40%、40%。

2、对于漆包线业务，公司是国内最大的专业漆包线生产商之一，公司近年逐渐由铜漆包线业务逐渐转向附加值更高的铝漆包线，在制造业升级的背景下，铝漆包线的需求逐渐增大，我们假设公司漆包线业务 2020-2022 年营业收入分别为 16.82、18.51、20.36 亿元，收入增速分别为 10%、10%、10%。考虑到铝漆包线相较于铜漆包线毛利率较高，且铝漆包线将成公司漆包线主要品类，我们假设公司 2020-2022 年该业务毛利率分别为 7%、7%、7%。

3、对于光伏发电业务，公司子公司顺宇洁能区位优势明显，2020 年将完成大部分储备装机容量，我们预计公司 2020-2022 年光伏发电业务营业收入分别为 7.03、7.13、7.23 亿元，收入增速分别为 15%、1%、1%。考虑到光伏发电是公司的主要利润来源，毛利率较高且较为稳定，我们假设公司 2020-2022 年光伏发电业务毛利率分别为 64%、64%、63%。

3.2、盈利预测

我们预计公司 2020-2022 年的营业收入分别为 28.51、32.06、35.55 亿元，同比增速分别为 16.26%、12.45%、10.89%；2020-2022 年的综合毛利率分别为 23.72%、23.77%、23.44%；我们预计公司 2020-2022 年的归母净利润分别为 3.55、3.91、4.29 亿元，同比增速分别为 884.93%、9.40%、9.84%，对应 EPS 分别为 0.23、0.26、0.28 元。

图表 28：露笑科技收入拆分预测（单位：百万元）

	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
碳化硅					
收入			125	275	400
YOY				120%	45%
毛利			43.75	110	160
毛利率			35%	40%	40%
业务收入比例			4.38%	8.58%	11.25%
漆包线					
收入	1,664.61	1,529.37	1,682.31	1,850.54	2,035.59
YOY		-8.12%	10%	10%	10%
毛利	96.83	99.49	117.76	129.54	142.49
毛利率	5.82%	6.51%	7%	7%	7%
业务收入比例	55.12%	62.37%	60.61%	57.72%	56.46%

光伏发电					
收入	30.16	613.94	703.23	712.56	723.21
YOY		1935.61%	15%	1%	1%
毛利	19.57	383.20	450.07	452.48	455.62
毛利率	64.88%	62.42%	64%	64%	63%
业务收入比例	1.00%	25.04%	25.33%	22.23%	20.06%
其他业务					
收入	1,325.26	308.82	340.31	367.76	396.33
YOY		-76.70%	10.20%	8.07%	7.77%
毛利	304.80	67.19	64.66	69.87	75.30
毛利率	23.00%	21.76%	19.00%	19.00%	19.00%
业务收入比例	43.88%	12.59%	12.26%	11.47%	10.99%
合计					
收入	3,020.03	2,452.13	2,850.85	3,205.86	3,555.13
YOY		-18.80%	16.26%	12.45%	10.89%
毛利	421.2	549.88	676.24	761.89	833.42
毛利率	13.95%	22.42%	23.72%	23.77%	23.44%

资料来源：Wind、光大证券研究所预测

图表 29：露笑科技盈利预测

指标	2018	2019	2020E	2021E	2022E
营业收入（百万元）	3,020.03	2,452.13	2,850.85	3,205.86	3,555.14
营业收入增长率	-6.93%	-18.80%	16.26%	12.45%	10.89%
净利润（百万元）	-973.22	36.17	354.66	390.64	428.84
净利润增长率	-415.58%	NC	880.55%	10.14%	9.78%
EPS（元）	-0.88	0.02	0.23	0.26	0.28
ROE（归属母公司）（摊薄）	-61.78%	1.26%	10.80%	10.63%	10.45%
P/E	NA	261	27	24	22
P/B	4.4	3.3	2.9	2.6	2.3
EV/EBITDA	-9.05	18	15	12	11

资料来源：Wind、光大证券研究所预测 注：股价时间为 2020 年 8 月 25 日

4、估值水平与投资评级

4.1、相对估值-PE 估值

我们预计露笑科技 2020-2022 年每股收益分别为 0.23、0.26、0.28 元，当前股价对应 PE 分别为 27x、24x、22x。对于 PE 估值，由于 A 股市场中暂时无从事碳化硅生产制造的上市公司，我们选取碳化硅衬底材料的主要下游功率半导体厂商闻泰科技、三安光电、捷捷微电作为可比公司，同时考虑公司一部分净利润来源于光伏业务，我们增加阳光电源作为可比公司，2020-2022 年可比公司平均 PE 为 50x、38x、30x，高于露笑科技估值水平。

图表 30：可比公司估值-PE 估值

证券代码	证券简称	总市值 (亿元)	2019 年归母净利润 (百万元)	2020 年归母净利润 (百万元)	2021 年归母净利润 (百万元)	2022 年归母净利润 (百万元)	2019PE	2020PE	2021PE	2022PE
600745.SH	闻泰科技	1693.4	1253.6	3416.0	4653.6	5845.8	135	50	36	29
300623.SZ	捷捷微电	142.1	189.7	245.5	309.4	385.5	75	58	46	37
300274.SZ	阳光电源	301.3	892.6	1140.6	1421.5	1727.9	34	26	21	17
600703.SH	三安光电	1202.7	1298.5	1794.0	2452.9	3234.2	93	67	49	37
平均		834.9	721.6	1830.7	2481.5	3115.7	84	50	38	30
002617.SZ	露笑科技	94.6	36.2	354.66	390.64	428.84	261	27	24	22

资料来源：Wind、光大证券研究所预测 注：股价时间为 2020 年 8 月 25 日；可比公司盈利预测为 Wind 市场一致预期；

4.2、相对估值-PB 估值

考虑露笑科技的碳化硅业务和光伏业务均有较强的重资产属性，需要不断投资建设产能以增加盈利，我们采取 PB 估值方法，我们选取碳化硅下游主要功率半导体厂商闻泰科技、三安光电、捷捷微电和光伏业务可比公司阳光电源作为可比公司，当前股价对应可比公司平均 PB 为 5.7x，露笑科技 PB 为 3.2 倍，公司估值低于可比公司平均估值水平。

图表 31：可比公司估值-PB 估值

证券代码	证券简称	总市值 (亿元)	2020Q1 末净资产 (亿元)	2020Q1 末 PB
600745.SH	闻泰科技	1693.4	216.7	7.8
300274.SZ	阳光电源	301.3	87.3	3.5
300623.SZ	捷捷微电	142.1	22.9	6.2
600703.SH	三安光电	1202.7	221.4	5.4
平均		834.9	152.0	5.7
002617.SZ	露笑科技	94.6	29.5	3.2

资料来源：Wind、光大证券研究所；注：股价时间为 2020 年 8 月 25 日

露笑科技在蓝宝石项目上积累深厚，蓝宝石项目与碳化硅生产工艺具有一定的通用性，凭借在蓝宝石项目上的深厚积累，叠加公司引进的强大的科学领先团队，公司碳化硅项目或已具备国内领先的技术实力。另外第三代化合物半导体材料碳化硅物理性能优良，被产业一致看好，未来将广泛于新能源汽车、5G 射频、新能源发电等众多领域，尤其新能源汽车的放量将为公司的碳化硅业务带来较大的业绩增量。公司传统业务漆包线业务、机电业务、光伏发电业务在稳步发展的同时有望为公司贡献稳定的现金流。我们预计露笑科技 2020-2022 年归母净利润分别为 3.55、3.91、4.29 亿元，当前市值对应 PE 分别为 27x、24x、22x，我们首次覆盖并给予“买入”评级。

5、风险分析

碳化硅项目进展不及预期：公司碳化硅项目未处于大规模量产阶段，在项目推进、产能爬坡过程中，如果碳化硅生产良率不及预期，公司碳化硅项目进展面临不及预期的风险。

疫情缓和不及预期：公司碳化硅项目的重要下游是新能源汽车领域，新能源汽车的一个重要市场是欧洲市场，如果欧洲的疫情缓和不及预期，新能源汽车难以放量，公司碳化硅出货量面临不及预期的风险。

中美贸易摩擦加剧的风险：公司的碳化硅项目实力较强，我们预估下游客户均为国际大厂客户，如果中美贸易摩擦加剧，禁止国外客户购买国内厂商产品，而国内碳化硅器件厂商对碳化硅晶片的需求仍然较小，则公司碳化硅项目业绩将面临不及预期的风险。

6、附录

国内从事碳化硅长晶环节的上市公司较少，截至2020年8月，上市公司中仅有露笑科技从事碳化硅长晶业务。天科合达于2020年7月发布科创板首次公开发行股票招股说明书（申报稿），拟在科创板上市。作为露笑科技最重要的可比公司，我们将露笑科技和天科合达的基本面对比情况列于下方图表，以建立对露笑科技和天科合达的业务情况、股权结构和财务数据等指标的基本印象。

图表 32：露笑科技与天科合达对比（单位：亿元）

公司代码	002617.SZ	A20375.SH
公司简称	露笑科技	天科合达
成立时间	1989	2006
公司历史（年）	31	14
2019年员工总数（人）	1467	544
股权结构	截至2020年6月	截至2020年7月
前五大股东		
1、	深圳东方创业：17.21%	新疆天富集团：24.15%
2、	露笑集团：15.34%	中科院物理所：7.73%
3、	\	厦门中和致信：5.49%
4、	\	国家大基金：5.08%
5、	\	哈勃投资：4.82%
实际控制人	鲁小均、李伯英、鲁永，三人为关联关系人	新疆生产建设兵团第八师国有资产监督管理委员会
收入 19A	24.4	1.5
主要产品（2019年收入占比）	漆包线（62%）、光伏发电（25%）、电机（13%）	碳化硅晶片（48%）、其他碳化硅产品（36%）、碳化硅单晶生长炉（15%）
分项收入（19年）		
	碳化硅：预计20年1.25亿元	碳化硅晶片：0.74
	漆包线：15.29	其他碳化硅产品：0.57

	光伏发电: 6.14	碳化硅单晶生产炉: 0.24
	机电设备: 2.13	注: 其他碳化硅产品包括籽晶、碳化硅晶体, 主要为科研院所开展研究, 及设备制造商用于测试和改进晶体切割设备等。
分项毛利率 (19 年)		
	碳化硅: 预计 20 年 35%	碳化硅晶片: 19.46%
	漆包线: 6.51%	其他碳化硅产品: 44.43%
	光伏发电: 62.42%	碳化硅单晶生产炉: 61.52%
	机电设备: 19.28%	
	综合毛利率: 22%	综合毛利率: 35%
碳化硅业务对比	短期看碳化硅单晶生长炉批量订单	短期碳化硅单晶生长炉和其他碳化硅产品贡献主要毛利
	长期看与合肥政府百亿元的合作协同	长期看碳化硅晶片未来成长空间
净利润 19A	0.36	0.30
毛利率 19A	22%	35%
净利率 19A	1%	20%
ROIC 19A	4%	11%
研发费用 19A	0.29	0.22
研发费用比例 19A	1%	14%
市值	95	/
收入 20E	28.5	/
收入 YOY	16%	/
PS (倍)	3.3	/
净利润 20E	3.6	/
净利润 YOY	885%	/
PE (倍)	26	/

资料来源: Wind、光大证券研究所预测 注: 股价时间为 2020 年 8 月 25 日

财务报表与盈利预测

利润表 (百万元)	2018	2019	2020E	2021E	2022E
营业收入	3,020	2,452	2,851	3,206	3,555
营业成本	2,599	1,902	2,175	2,444	2,722
折旧和摊销	78	230	281	288	296
税金及附加	9	9	9	10	11
销售费用	44	46	41	46	52
管理费用	108	172	108	96	107
财务费用	89	231	92	66	44
研发费用	36	29	34	38	42
投资收益	-43	77	0	0	0
营业利润	-897	28	515	540	586
利润总额	-915	-4	506	531	577
所得税	58	-38	101	90	98
净利润	-973	35	405	441	479
少数股东损益	0	-2	50	50	50
归属母公司净利润	-973	36	355	391	429
EPS(按最新股本计)	-0.88	0.02	0.23	0.26	0.28

现金流量表 (百万元)	2018	2019	2020E	2021E	2022E
经营活动现金流	137	235	536	587	677
净利润	-973	36	355	391	429
折旧摊销	78	230	281	288	296
净营运资金增加	-406	99	-21	-63	204
其他	1,439	-130	254	306	-252
投资活动产生现金流	-186	-421	-205	-220	-220
净资本支出	-37	-481	-220	-220	-220
长期投资变化	412	49	0	0	0
其他资产变化	-562	11	15	0	0
融资活动现金流	-89	234	-436	-613	-370
股本变化	367	408	0	0	0
债务净变化	-52	699	-402	-546	-326
无息负债变化	-63	965	-151	140	133
净现金流	-138	48	77	89	87

主要指标

盈利能力 (%)	2018	2019	2020E	2021E	2022E
毛利率	13.9%	22.4%	23.7%	23.8%	23.4%
EBITDA 率	-28.9%	28.4%	26.6%	27.5%	26.6%
EBIT 率	-31.6%	18.0%	16.8%	18.5%	18.2%
税前净利润率	-30.3%	-0.2%	17.7%	16.6%	16.2%
归母净利润率	-32.2%	1.5%	12.4%	12.2%	12.1%
ROA	-18.7%	0.4%	5.0%	5.4%	5.7%
ROE (摊薄)	-61.8%	1.3%	10.8%	10.6%	10.5%
经营性 ROIC	-38.9%	-83.9%	8.0%	10.5%	11.1%

偿债能力	2018	2019	2020E	2021E	2022E
资产负债率	70%	65%	59%	53%	49%
流动比率	1.01	1.08	1.29	1.54	1.84
速动比率	0.89	0.98	1.13	1.33	1.58
归母权益/有息债务	0.84	1.11	1.51	2.25	3.14
有形资产/有息债务	2.62	3.06	3.57	4.78	6.17

资料来源: Wind, 光大证券研究所预测 注: 按最新股本摊薄测算

资产负债表 (百万元)	2018	2019	2020E	2021E	2022E
总资产	5,208	8,171	8,080	8,115	8,401
货币资金	449	485	713	801	889
交易性金融资产	194	247	247	247	247
应收账款	1,587	1,490	1,232	1,125	1,280
应收票据	282	163	171	192	213
其他应收款(合计)	51	172	57	64	71
存货	385	354	435	489	544
其他流动资产	167	597	607	616	625
流动资产合计	3,203	3,581	3,536	3,613	3,950
其他权益工具	0	407	407	407	407
长期股权投资	412	49	49	49	49
固定资产	641	3,632	3,448	3,278	3,117
在建工程	2	80	165	229	277
无形资产	97	89	107	124	142
商誉	106	0	0	0	0
其他非流动资产	5	46	46	46	46
非流动资产合计	2,005	4,590	4,544	4,502	4,451
总负债	3,629	5,292	4,740	4,334	4,141
短期借款	1,490	1,371	970	423	98
应付账款	736	926	870	978	1,089
应付票据	364	258	174	196	218
预收账款	12	57	29	32	36
其他流动负债	0	17	17	17	17
流动负债合计	3,171	3,302	2,749	2,343	2,150
长期借款	299	916	916	916	916
应付债券	0	0	0	0	0
其他非流动负债	41	92	92	92	92
非流动负债合计	457	1,991	1,991	1,991	1,991
股东权益	1,579	2,878	3,340	3,781	4,260
股本	1,102	1,511	1,511	1,511	1,511
公积金	938	1,956	1,991	2,030	2,073
未分配利润	-465	-538	-219	133	518
归属母公司权益	1,575	2,871	3,283	3,673	4,102
少数股东权益	4	8	58	108	158

费用率	2018	2019	2020E	2021E	2022E
销售费用率	1%	2%	1%	1%	1%
管理费用率	4%	7%	4%	3%	3%
财务费用率	3%	9%	3%	2%	1%
研发费用率	1%	1%	1%	1%	1%
所得税率	-6%	1026%	20%	17%	17%

每股指标	2018	2019	2020E	2021E	2022E
每股红利	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
每股经营现金流	0.12	0.16	0.58	0.61	0.45
每股净资产	1.43	1.90	2.17	2.43	2.72
每股销售收入	2.74	1.62	1.89	2.12	2.35

估值指标	2018	2019	2020E	2021E	2022E
PE	NA	261	27	24	22
PB	4.4	3.3	2.9	2.6	2.3
EV/EBITDA	-9	18	15	12	11
股息率	0%	0%	0%	0%	0%

行业及公司评级体系

评级	说明
买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15% 以上；
增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5% 至 15%；
中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差 -5% 至 5%；
减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5% 至 15%；
卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15% 以上；
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。

基准指数说明：A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意見或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

联系我们

上海	北京	深圳
静安区南京西路 1266 号恒隆广场 1 号写字楼 48 层	西城区月坛北街 2 号月坛大厦东配楼 2 层 复兴门外大街 6 号光大大厦 17 层	福田区深南大道 6011 号 NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼