

正在崛起的中国化合物半导体巨头

投资要点

- **当今全球 LED 绝对龙头加码化合物半导体, 国内 III-V 族龙头加速崛起。**三安光电作为全球 LED 龙头, 依托 LED 外延、芯片外延工艺积淀加速布局化合物半导体产线。2014 年 5 月三安光电投资 30 亿元成立三安集成, 主要从事化合物半导体集成电路业务, 已布局完成 6 寸的砷化镓和氮化镓部分产线。公司目前在全球拥有五大化合物半导体研发中心, 拥有数千件从芯片外延制造到全产业链的主流专利积累。2015 年公司投资 30 亿进行通讯微电子器件项目建设, 项目建成后将形成通讯用外延片 36 万片/年、通讯用芯片 36 万片/年的产能。2017 年 12 月公司投资 333 亿元在福建泉州投资注册成立项目公司, 预计全部项目五年内实现投产, 七年内全部项目实现达产, 产业化项目主要为高端氮化镓及其 LED 芯片、大功率氮化镓激光器、射频、滤波器的研发与制造等。
- **化合物半导体性能卓越, 高温高频大功率前景光明。**相较于硅、锗等第一代半导体材料, 以砷化镓、磷化铟为代表的第二代半导体材料、以碳化硅及氮化镓为代表的第三代半导体材料拥有更大的禁带宽度和电子迁移率, 因此具有在高温高频大功率下工作的优良特性。目前化合物半导体以砷化镓市场份额最高, 2017 年全球总产值高达 88.3 亿美元, 被广泛应用于无线通信及射频领域。氮化镓凭借优异的高频特性, 在通信基站、卫星通信、国防领域应用广泛, 2017 年射频氮化镓市场规模接近 3.8 亿美元。碳化硅高压大功率特性优越, 在功率器件市场渗透率日渐提升, 预计到 2020 年市场规模将超 4 亿美元。
- **PA 射频、功率器件、3D sensing 下游需求崛起, 带动化合物半导体景气上行。**手机射频应用是砷化镓元件最大市场, 随着砷化镓在 PA 应用渗透率的提升以及 5G 时代手机 PA 个数的大幅增长, 预计 2020 年化合物半导体市场有望增加到 440 亿美元。新能源汽车市场的高速增长叠加碳化硅价格的下降给碳化硅在功率半导体市场的增长提供了条件, 预计 2023 年全球碳化硅功率半导体市场将快速成长到 13.99 亿美元, 2017-2023 年的市场规模年均复合增长率为 29%。iPhone X 引领 3D Sensing 热潮, 加速化合物半导体往消费电子领域的渗透。
- **盈利预测与投资建议。**预计 2018-2020 年 EPS 分别为 1.02 元、1.24 元、1.65 元, 考虑公司所处半导体设备行业的高景气值, 公司作为行业稀缺标的, 给予公司 2018 年 30 倍估值, 对应目标价 30.6 元, 首次覆盖, 给予“买入”评级。
- **风险提示:** LED 下游产品降价和化合物半导体研发及量产不及预期的风险。

指标/年度	2017A	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	8393.73	10919.96	14915.71	19973.32
增长率	33.82%	30.10%	36.59%	33.91%
归属母公司净利润(百万元)	3164.21	4147.19	5055.04	6745.99
增长率	46.04%	31.07%	21.89%	33.45%
每股收益 EPS(元)	0.78	1.02	1.24	1.65
净资产收益率 ROE	16.00%	18.23%	19.25%	21.67%
PE	22	17	14	10
PB	3.51	3.05	2.64	2.23

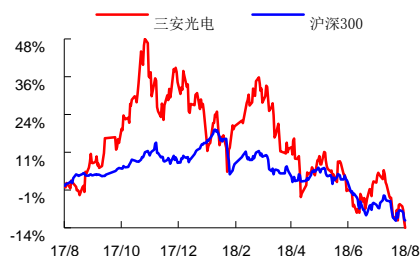
数据来源: Wind, 西南证券

西南证券研究发展中心

分析师: 刘言
执业证号: S1250515070002
电话: 023-67791663
邮箱: liuyan@swsc.com.cn

联系人: 陈杭
电话: 021-68415309
邮箱: chenhang@swsc.com.cn

相对指数表现



数据来源: 聚源数据

基础数据

总股本(亿股)	40.78
流通 A 股(亿股)	40.78
52 周内股价区间(元)	17.01-29.68
总市值(亿元)	693.74
总资产(亿元)	268.24
每股净资产(元)	5.08

相关研究

目 录

1 依托 LED 芯片外延工艺积淀加速布局化合物半导体	1
1.1 全球 LED 龙头，产业覆盖全面	1
1.2 营业收入高速增长，毛利水平稳步提升	1
1.3 公司愿景：成为世界级化合物半导体研发、制造与服务公司	3
2 化合物半导体性能卓越，高温高频大功率前景光明	6
2.1 化合物半导体应用领域广泛，在新兴市场具有不可替代性	6
2.2 砷化镓，市场规模最大的化合物半导体，手机 PA 的基石	10
2.3 氮化镓、碳化硅市场增长迅速，应用前景广阔	11
3 下游三大需求集中爆发带动化合物半导体高速增长	14
3.1 4G 普及和 5G 落地，驱动化合物半导体射频市场高速增长	14
3.2 功率器件 SiC 市场已正式形成，未来在电动汽车中大有可为	17
3.3 3D Sensing-化合物半导体在消费电子领域的重要应用	20
4 盈利预测与估值	21
4.1 盈利预测	21
4.2 相对估值	22
5 风险提示	22

图 目 录

图 1: 三安光电四大核心产业	1
图 2: 公司 2010 年以来营业收入及增速	2
图 3: 公司 2010 年以来归母净利润及增速	2
图 4: 公司 2010 年以来毛利率和净利率情况	2
图 5: 公司 2010 年以来研发投入及其占营收比重情况	2
图 6: 三安集成电路有限公司鸟瞰图	3
图 7: 厦门三安集成历史沿革	4
图 8: 厦门三安集成全球五大研发中心	4
图 9: 半导体材料发展历史	6
图 10: 各类化合物半导体使用范围	8
图 11: 化合物半导体器件加工工艺	8
图 12: 磷化铟 MOCVD 工艺过程示意图	9
图 13: Veeco 的功率氮化镓 MOCVD 系统	9
图 14: 不同应用领域所使用的衬底材料尺寸	9
图 15: 砷化镓下游市场情况	10
图 16: 2016-2017 年砷化镓晶圆代工市场	10
图 17: 2017 年世界砷化镓元件市场竞争格局 (含 IDM 厂)	11
图 18: 2017 年砷化镓晶圆代工市场竞争格局	11
图 19: GaN HEMT 器件结构	12
图 20: 氮化镓下游应用市场情况	12
图 21: GaN 下游市场及市场规模演变情况	12
图 22: GaN 器件的关键供应商	13
图 23: GaN 功率半导体与 SiC 功率半导体应用领域对比	13
图 24: 2010-2020 GaN 器件不同电压市占率情况	14
图 25: 全球碳化硅功率半导体市场增长情况	14
图 26: 射频前端结构图	14
图 27: 2016~2022 年射频前端市场规模预测	15
图 28: 中国手机出货量情况 (亿部)	16
图 29: 智能手机 PA 需求量变化图	16
图 30: GaAs 和 GaN 在手机射频市场渗透率逐渐提高	17
图 31: 智能手机射频前端的市场规模预测	17
图 32: 碳化硅器件单价持续下降	18
图 33: 全球碳化硅功率半导体市场增长情况	18
图 34: 2017 年全球功率半导体市场情况 (亿美元)	18
图 35: 化合物功率半导体的产品范围及发展趋势	18
图 36: GaN 与 SiC 功率半导体在电动车上的应用	19
图 37: 电动汽车日益普及将推动充电基础设施的推广	19
图 38: 2015-2021 年全球移动 3D 市场出货量预测	20
图 39: 2015-2021 年全球 VCSEL 产值预测	20

表 目 录

表 1: 三安光电集成电路产品过程中化合物半导体的应用	5
表 2: 2015 年公司非公开发行股票募集资金使用情况	6
表 3: 半导体材料基本物理特性比较	7
表 4: 砷化镓产业的相关供应链	11
表 5: 各种 PA 产品对比	16
表 6: 2016-2020 年全球智能手机 3D Sensing 市场规模测算	20
表 7: 分业务收入及毛利率	21
表 8: 可比公司估值情况	22

1 依托 LED 芯片外延工艺积淀加速布局化合物半导体

1.1 全球 LED 龙头，产业覆盖全面

三安光电是具有国际影响力的全色系超高亮度发光二极管外延及芯片生产厂商，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。三安光电主要从事全色系超高亮度 LED 外延片、芯片、化合物太阳能电池及 III-V 族化合物半导体等的研发、生产与销售，产品性能指标居国际先进水平。

三安光电目前拥有 10000 级到 100 级的现代化洁净厂房，上万台国际最先进的外延生长和芯片制造等设备。公司凭借强大的企业实力，实现了年产外延片 2400 万片、芯片 3000 亿粒的生产规模，占到国内总产能的 58% 以上。2014 年，公司进一步扩大和延伸 LED 产业链建设，在厦门投资新建的 LED 产业基地和通讯微电子器件项目，使公司的生产规模直接迈入国际顶尖行列，并成为国际上具备规模化生产、研发化合物半导体芯片能力的企业。

图 1：三安光电四大核心产业



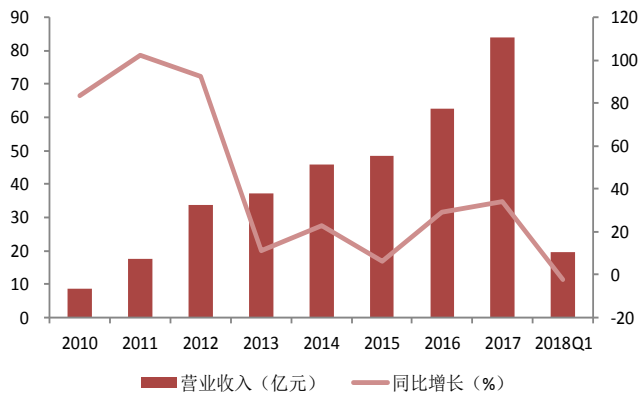
数据来源：公司官网，西南证券整理

三安光电拥有全球最大的 LED 芯片产能，从市场结构来看，约占全球芯片产能的 12%，占中国市场份额的 29%，在中国市场上基本具有价格领导者的定价权，毛利高出同行 15%-25%。除此之外，电力电子、微波集成电路和光通讯也是三安光电核心产业。

1.2 营业收入高速增长，毛利水平稳步提升

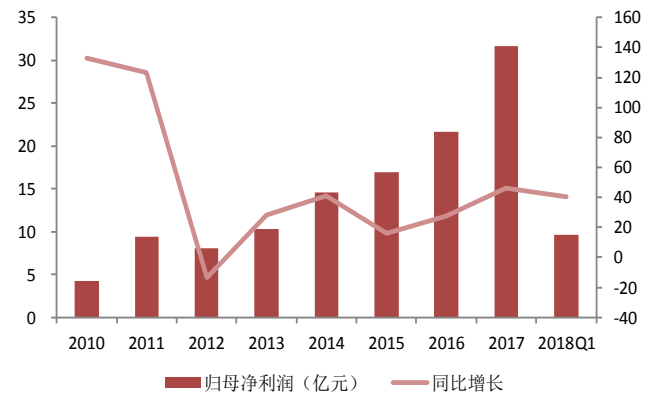
三安光电主营业务是芯片、LED 产品，2017 年营收占比近 85%。从 2010 年以来，公司的营收及归母净利润保持稳步增长趋势，营业收入从 2010 年的 8.6 亿元增加至 2017 年的 83.9 亿元，年均复合增长率达 38.5%；归母净利润从 2010 年的 4.2 亿元增加至 2017 年的 31.6 亿元，年均复合增长率达 33.4%。

图 2：公司 2010 年以来营业收入及增速



数据来源：Wind，西南证券整理

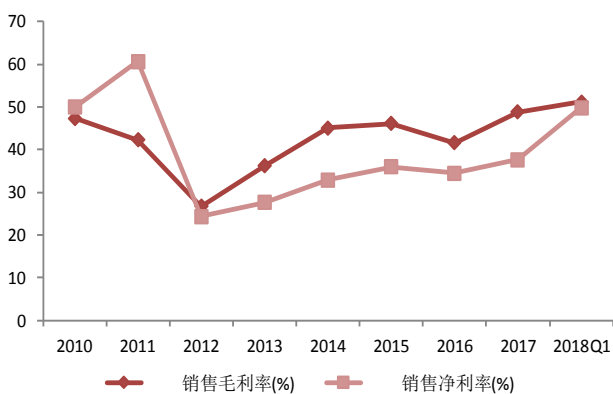
图 3：公司 2010 年以来归母净利润及增速



数据来源：Wind，西南证券整理

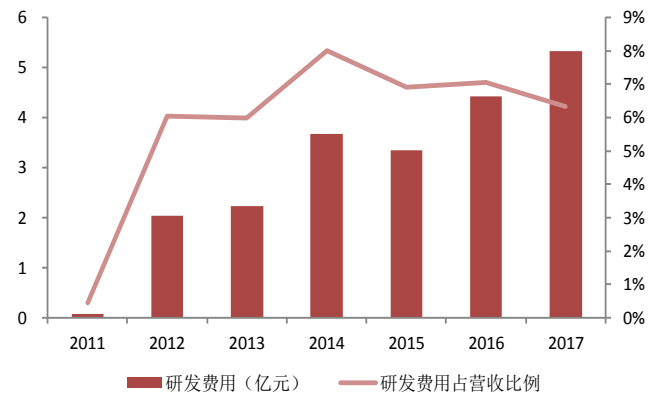
从行业背景上看，2009 年 10 月，发改委联合六部门发布了《半导体照明节能产业发展意见》，提出到 2015 年，我国的 LED 产业产值要达到年均复合增长率 30% 的水平。2010 年 LED 行业再度爆发，产能供不应求，三安光电在此期间大力扩产，抢占市场份额。从 2011 年开始，全球 LED 集中扩产叠加行业竞争者数目增加导致 LED 供过于求，LED 价格开始下跌，行业开始重新洗牌，规模较小的 LED 被清理出局。在此期间，三安光电的营业收入和归母净利润增幅较小。到 2015 年，行业再次洗牌，三安光电剥离了非 LED 业务，全力加码外延片产能。到 2016 年下半年 LED 产能逐渐出清，行业重新整合，公司作为 LED 龙头，重新走上业绩高速增长车道。

图 4：公司 2010 年以来毛利率和净利率情况



数据来源：Wind，西南证券整理

图 5：公司 2010 年以来研发投入及其占营收比重情况



数据来源：Wind，西南证券整理

从毛利率和净利率水平上看，公司一直保持极强的盈利能力，由于国家补贴强度较高，公司在 2010 和 2011 年净利率超过毛利率，2011-2012 行业竞争加剧，公司的毛利率和净利率水平下降到最低点 25% 附近，行业洗牌后三安光电作为龙头，盈利能力不断增强，2018 年第一季度毛利率达到 51% 的历史新高，净利率也高达 50%。

三安光电研发实力雄厚，研发投入保持行业领先水平。公司 2016 年研发费用 4.4 亿，占营收比例 7%，2017 年研发费用 5.3 亿，占营收比例 6.3%。公司目前已经拥有 1400 多项专利。企业研发人员占比达到员工总人数的 15.2%，近年来，公司还聘用了 2014 年诺贝尔物理奖获得者天野浩教授作为技术中心的特聘专家，为企业研发及产业化进程中的技术疑问、

技术思路、技术创新体系建设等各方面进行指导。2015 年公司的“氮化镓基紫外与深紫外 LED 关键技术”获国家科技进步奖二等奖，2010 年“用于 TFT-LCD 背光源的超高亮度 LED 芯片产业化”获国家工信部信息产业重大技术发明奖。

1.3 公司愿景：成为世界级化合物半导体研发、制造与服务公司

2014 年 5 月 26 日厦门市三安集成电路有限公司注册成立，该项目总规划用地 281 亩，总投资额 30 亿元，为福建省 2014-2018 重大工业项目、厦门市 2015 年重点项目，属于国家扶持的战略性新兴产业。三安集成主要从事化合物半导体集成电路业务，涵盖 PA 射频、电力电子、光通讯和滤波器等领域的芯片，已布局完成 6 寸的砷化镓和氮化镓部分产线，产品应用包括 2G、3G、4G 手机应用的功率放大器、无线网用的功率放大器、基站应用、低噪声放大器、及其它无线通讯应用单元等。三安集成于 2015 年 10 月开始进行试产，量产后将成为中国具备规模化研发、生产化合物半导体芯片能力的公司。

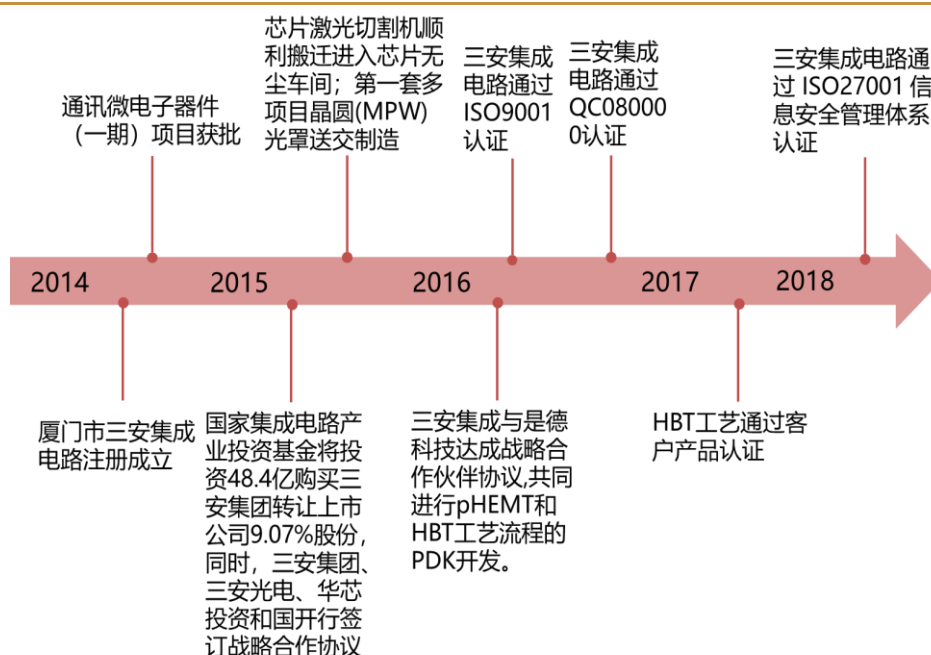
图 6：三安集成电路有限公司鸟瞰图



数据来源：公司公告，西南证券整理

2014 年 6 月，厦门市三安集成电路有限公司通讯微电子器件（一期）项目获批，同年 8 月，通讯微电子器件项目基建工程开工。2015 年初，通讯微电子器件项目被确定为厦门市 2015 年重点在建项目，同年 6 月 15 日，国家集成电路产业投资基金将投资 48.4 亿购买三安集团转让上市公司 9.1% 股份，成为三安第二大股东。同时，三安集团、三安光电、华芯投资和国开行签订《关于投资发展集成电路产业之战略合作协议》，签订单位建立战略合作关系。同年 7 月，三安集成电路第一台主设备——芯片激光切割机顺利搬迁进入芯片无尘车间。三安集成电路第一套多项目晶圆光罩送交制造。2016 年 4 月，三安集成与是德科技达成战略合作伙伴关系协议，共同进行 pHEMT 和 HBT 工艺流程的 PDK 开发，同年三安集成通过 ISO9001 和 QC080000 认证。2017 年，三安集成 HBT 工艺通过客户产品认证，2018 年通过 ISO27001 信息安全管理体认证。

图 7：厦门三安集成历史沿革

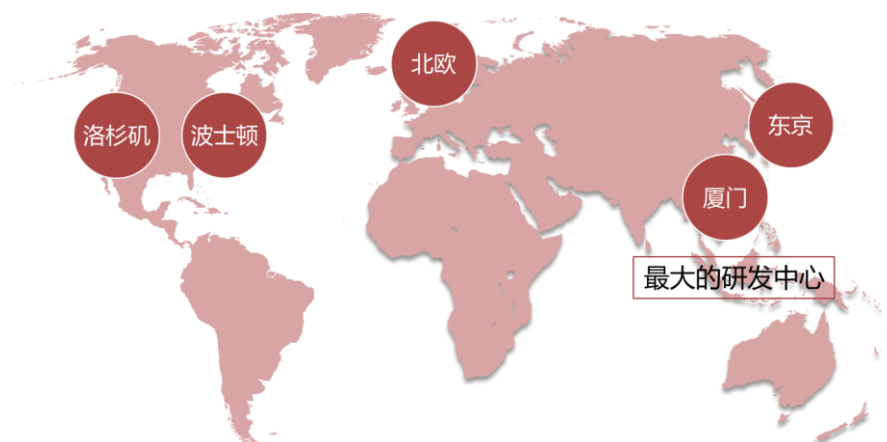


数据来源：公司公告，西南证券整理

三安光电在III-V族化合物半导体材料方面主要集中于第二代半导体砷化镓和第三代半导体氮化镓，其研究的砷化镓高速半导体芯片主要应用于微电子，包括无线通信，光纤通信，汽车等领域；而氮化镓的高功率半导体芯片定位在高端产业，如电源管理（电源管理模块，用于电子产品，例如笔记本，平板电脑，电话），电动汽车，太阳电池，和电信基站。

三安集成迅速提高公司技术水平，拓展销售渠道，提升产品市场占有率，在全世界成立了五大研发中心，分别为美国洛杉矶和波士顿的光通领域研发中心以及大功率照明研发中心，北欧的碳化硅衬底制造和研发中心，日本东京的射频前端滤波器制造和研发中心，最大的研发中心位于厦门。

图 8：厦门三安集成全球五大研发中心



数据来源：西南证券整理

目前,三安集成产品已获得部分客户认证通过,进入小量产阶段,产量已在逐月累加。并且公司已开始拓展国外客户,正积极沟通,争取早日获得国外客户认证通过,尽早进入供应链。三安集成主要从事化合物半导体集成电路项目的研发、生产、销售,已有多家客户参与试样验证,已有多家客户参与试样验证,参与的客户设计案 263 个,有 19 个芯片已通过性能验证,有部分客户已开始出货,后续设备也将会逐步采购并投入生产。

公司拥有 III-V 族化合物半导体技术顶尖人才组成的技术研发团队,掌握的产品核心技术达到国际同类产品的技术水平,研发能力已达到国际先进水平。承担并顺利完成了国家“十五”、“十一五”科技攻关项目、国家“863”计划项目、国家“973”计划项目、国家科技部火炬计划、信息产业部重点招标项目和国家发改委产业升级专项等。公司科研项目先后通过国家科技部组织的技术成果鉴定,并且公司充分发挥技术优势,加强钻研,积极开拓半导体芯片的应用领域,从事的半导体集成电路 6 英寸外延、芯片业务填补了国内空白,参与项目竞标获批国家科技重大专项、重点研发计划等国家项目。截止目前,公司在化合物半导体领域拥有数千件从芯片外延制造到全产业的主流专利积累,知识产权保护体系得到了持续有效建设,为公司销售渠道提供了坚实的保障。

三安主流量产的工艺为 HBT 和 PM 的工艺,主要应用于终端小功率的器件应用,未来公司会持续往前演进,继续开发 0.1 微米的产品。另外,主要应用于大功率的基站部分的 0.45 微米的氮化镓以及 0.25 微米的氮化镓基础工艺目前已经接近量产。这个领域是目前整个业界相对的短板,从材料制造到芯片工艺制成,三安与国外竞争厂商的差距不断缩小,很快会拥有自主可控的制造能力,预计在 2019 年第三季度完成基于磷化铟的射频功放的应用。

表 1: 三安光电集成电路产品过程中化合物半导体的应用

晶圆代工制程	制程系列	主要用途
HBT (砷化镓异质结双极型晶体管)	H20HL (高线性制程)	手机, 无线宽带功率放大器; 手机, 无线宽带低杂讯放大器增益器;
	H20HR (高韧性制程)	
pHEMT (砷化镓伪型态高电子迁移率晶体管)	P25ED (增强/耗尽混合型)	通讯信号切换器;
	P25PA (功率型)	通讯微波器件;
	P25SW (低启动阻抗型)	增益器; 通讯信号切换器; 通讯微波器件。
GaN SBD (氮化镓肖特基二极管)	快速回复肖特基二极管	绿能节能器件;
GaN FET (氮化镓场效应晶体管)	耗尽型场效应三极管	消费电子产品的电源转换/反向器;
	增强型场效应三极管	汽车/交通工具使用电源转换/反向器; 工业用大功率电源转换/反向器。

数据来源: 公司官网, 西南证券整理

2015 年,三安光电非公开发行不超过 1.57 亿股,募集资金总额不超过 35.1 亿元,非公开发行股票募集资金总额扣除发行费用后将依次用于通讯微电子器件(一期)项目和厦门光电产业化(二期)项目。

表 2：2015 年公司非公开发行股票募集资金使用情况

项目名称	投资总额 (万元)	募集资金投入总额 (万元)
厦门光电产业化 (二期) 项目	364510	191000
通讯微电子器件 (一期) 项目	300475	160000
合计	664985	351000

数据来源：公司公告，西南证券整理

通讯微电子器件 (一期) 项目总投资 30 亿元，其中固定资产投资 24.3 亿元，流动资金 5.7 亿元，其中使用募集资金投入不超过 16 亿元，全部用于本项目固定资产投资。该项目由厦门市三安集成电路有限公司实施，项目建成后将形成通讯用外延片 36 万片/年 (以 6 英寸计算)、通讯用芯片 36 万片/年 (以 6 英寸计算) 的产能。

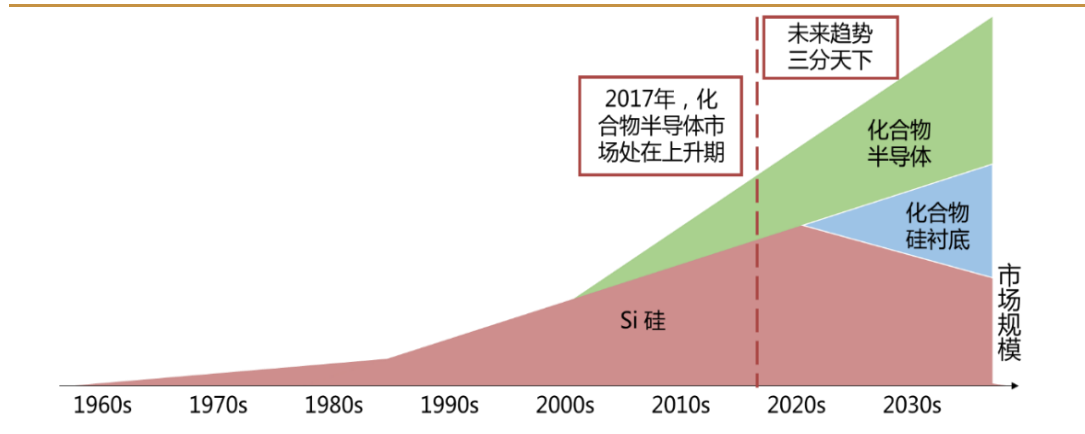
为实现公司发展战略目标，做大做强做精主业，充分发挥公司产业协同效应，丰富公司产品类别，大力提升公司产品附加值，延伸公司产业链，2017 年 12 月，公司决定在泉州南安投资 333 亿元建设 7 个产业化项目，全部项目五年内实现投产，七年内全部项目实现达产，经营期限不少于 25 年。福建省泉州市人民政府和福建省南安市人民政府将给予一系列政策支持。该项目主要从事：高端氮化镓 LED 衬底、外延、芯片的研发与制造产业化项目；高端砷化镓 LED 外延、芯片的研发与制造产业化项目；大功率氮化镓激光器的研发与制造产业化项目；光通讯器件的研发与制造产业化项目；射频、滤波器的研发与制造产业化项目；功率型半导体 (电力电子) 的研发与制造产业化项目；特种衬底材料研发与制造、特种封装产品应用研发与制造产业化项目。

2 化合物半导体性能卓越，高温高频大功率前景光明

2.1 化合物半导体应用领域广泛，在新兴市场具有不可替代性

半导体材料的种类繁多，无论是单质或是化合物，还是无机物或有机物，都可以作为半导体材料。从化学式上来看，半导体材料可分为单质半导体及化合物半导体两大类，单质半导体包括硅 (Si)、锗 (Ge) 等，化合物半导体包括砷化镓 (GaAs)、氮化镓 (GaN)、碳化硅 (SiC) 等。

图 9：半导体材料发展历史



数据来源：中国产业信息网，西南证券整理

半导体在过去主要经历了三代变化，20 世纪 60 年代以硅、锗为代表第一代半导体材料取代了笨重的电子管，带来了以集成电路为核心的微电子工业的发展和整个 IT 产业的飞跃。20 世纪 90 年代以来，随着移动通信的飞速发展、以光纤通信为基础的信息高速公路和互联网的兴起，以砷化镓、磷化铟为代表的第二代半导体材料开始崭露头角。随着半导体器件应用领域的不断扩大，特别是特殊场合要求半导体能够在高温、强辐射、大功率等环境下性能依然保持稳定，以 SiC 及 GaN 为代表的宽禁带材料为第三代半导体材料关注度日益提升。预计到 2020 年左右，化合物硅衬底亦开始崭露头角，未来将形成硅半导体、化合物半导体、化合物硅衬底三分天下的行业格局。

表 3：半导体材料基本物理特性比较

物理量	Si	Ge	GaAs	GaN	AlN	3C-SiC	6H-SiC	金刚石
带隙宽度(eV)	1.12	0.67	1.43	3.37	6.20	2.36	3.00	5.5
能带类型	间接	间接	直接	直接	直接	间接	间接	
击穿场强(MV/cm)	0.30	0.10	0.06	5.00	1.20-1.40	1.00	3.00-5.00	<10
电子迁移率(cm ² /Vs)	1350	3900	8500	1200	300	<800	<400	<2200
空穴迁移率(cm ² /Vs)	480	1900	400	<200	14	<320	<90	<1800
热导率(W/cm·K)	1.30	0.58	0.55	2.00	2.85	3.60	4.90	6-20
饱和电子漂移速度(10 ⁷ cm/s)	1.00		2.00	2.50	1.40	2.50	2.50	
晶格常数(Å)	5.43	5.66	5.65	3.189 5.186	3.112 4.982	4.3596	3.0806 15.1173	3.567

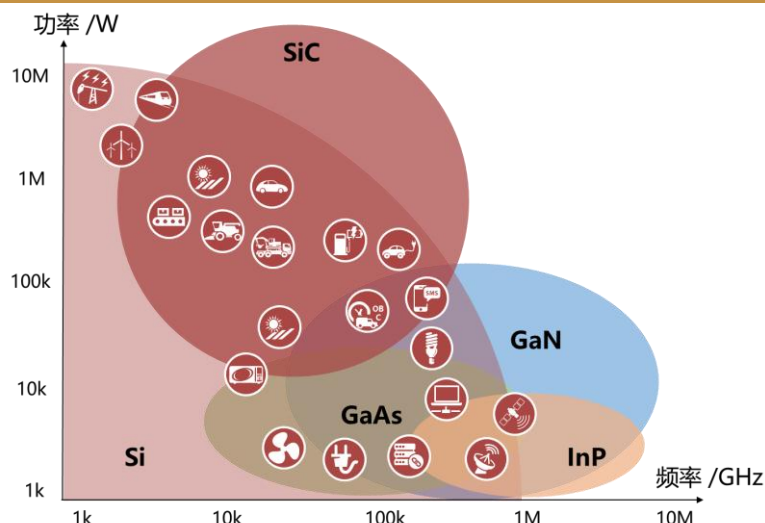
数据来源：化合物半导体材料，西南证券整理

第二代和第三代半导体，相比于第一代半导体硅而言，在价格方面没有优势，但第三代半导体具有高频、耐高温等更为优越的性能，因此第二代与第三代半导体应用也更为广泛。

在高频领域，传统硅制程由于存在高频损耗、讯号隔离度不佳等物理性特征，使其在功率放大器（PA）以及射频开关（RF Switch）的应用始终无法与 GaAs 高速半导体器件匹敌。GaAs 功率放大器在高功率传输领域展现的优异的、不可替代的物理性能优势，使得砷化镓高速半导体器件产品越来越广泛应用于手机电话、无线局域网络、光纤通讯、卫星通讯、卫星定位、GPS 汽车导航等领域。预计在未来较长的期间内，GaAs 高速半导体器件将在通讯市场占据重要地位。由于 GaN 高功率半导体器件具有低导通损耗、高电流密度等优异的物理特性，使得通讯系统可显著减少电力损耗和散热负载，运作成本可以大幅降低。同时，GaN 高功率半导体器件也开始应用于变频器、稳压器、变压器、无线充电等领域。

在大功率领域，传统硅制程由于存在低崩溃电压、低输出功率等物理性特征，使得在风力发电、高铁电力系统及高压输电领域性能表现远不及 SiC。SiC 因其在高温、高压、高频等条件下的优异性能表现，成为当前最受关注的半导体材料之一，在交流-直流转换器等电源转换装置中得到大量应用，目前整个 SiC 行业仍处于发展初期。

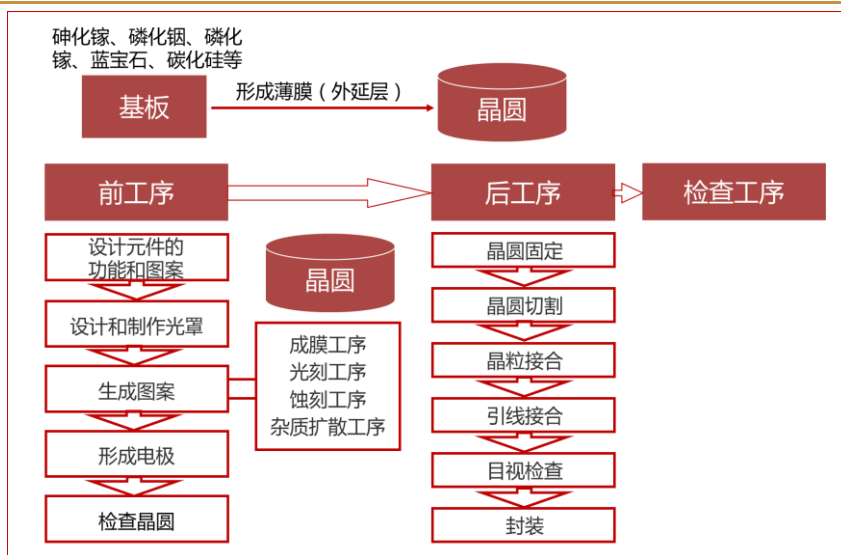
图 10：各类化合物半导体使用范围



数据来源：英飞凌，西南证券整理

化合物半导体的制备与硅半导体的制备工艺类似，其主要不同体现在晶圆的制造上。硅半导体采用直拉法生长成一个圆柱型的单晶硅棒，对单晶硅棒进行切割制成晶圆；而化合物半导体则是在 GaAs、InP、GaP、蓝宝石、SiC 等化合物基板上形成薄膜（外延层），对所形成的外延层继续加工，便可实现特定的器件功能。化合物基板上生长的外延层厚度一般为 0.05 毫米至 0.2 毫米。

图 11：化合物半导体器件加工工艺

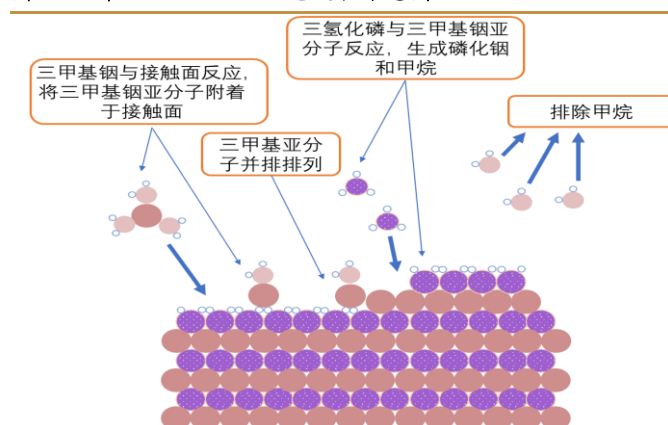


数据来源：京半导体，西南证券整理

对于外延工艺，目前最常见的方法是金属有机化合物化学气相沉淀（MOCVD）和分子束外延（MBE）。MOCVD 是一种在传统气相外延的基础上发展起来的新技术。以 III 族、II 族元素的有机化合物和 V、VI 族元素的氢化物等作为晶体生长原材料，以热分解反应方式在衬底上进行气相外延，生长各种 III-V 主族、II-VI 副族化合物半导体以及它们的多元固溶体的薄层单晶材料。MOCVD 本质上是利用化学反应进行外延层生成，以磷化铟 MOCVD 工艺

过程为例，其包含了两种化学反应，第一，三甲基镓与接触面反应，将三甲基镓亚分子附着于接触面；其次是三氯化磷与三甲基镓亚分子反应，生成磷化镓和甲烷。在化合物半导体的外延工艺中，MOCVD 是目前市面上最常见的技术，其技术相对成熟，设备成本较低，兼容性好，可控性较高，被广泛的应用于砷化镓，磷化镓、氮化镓等化合物半导体的外延长晶工艺中。

图 12：磷化镓 MOCVD 工艺过程示意图



数据来源：bing，西南证券

图 13：Veeco 的功率氮化镓 MOCVD 系统



数据来源：Veeco，西南证券整理

MBE 本质上是一种物理反应，是将半导体衬底放置在超高真空腔体中，和将需要生长的单晶物质按元素的不同分别放在喷射炉中，分别加热到相应温度的各元素喷射出的分子流能在上述衬底上生长出极薄的单晶体和几种物质交替的超晶格结构。与 MOCVD 相比，MBE 的精度及可控性更高，晶体生长可以精确到层。然而，其设备相比 MOCVD 而言也更为昂贵且长晶过程十分缓慢。MBE 适用于对精度要求极高（纳米级）的外延生长，多用于实验室级别的高精尖的硅锗合金、砷化镓、氮化镓等化合物半导体外延层的生长，在大规模商业生产中的应用尚不及 MOCVD 普遍。

由于化合物半导体晶圆制造工艺复杂，因此相较于目前常见的硅片尺寸（8 英寸、12 英寸），化合物半导体晶片尺寸较小，目前主流的尺寸依旧集中在 4 英寸和 6 英寸，主要由于化合物半导体晶片加工工艺要远高于硅晶片。

图 14：不同应用领域所使用的衬底材料尺寸

Substrate size		More than Moore Device			
		MEMS & Sensors	CIS	RF devices	Power
Wafer-based	12 inch				
	8 inch				
	6 inch				
	4 inch				
	3 inch				

Silicon
 SOI
 GaAs
 SiC
 SiGe
 Ceramic
 Glass
 GaN/SiC

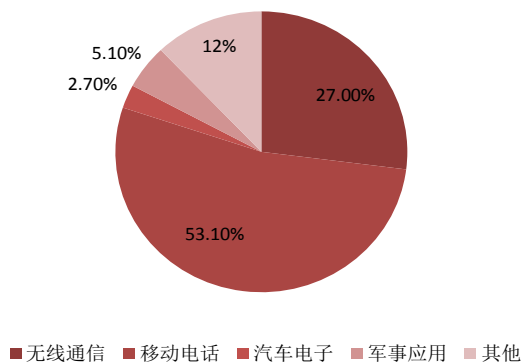
数据来源：Yole Développement，西南证券整理

2.2 砷化镓，市场规模最大的化合物半导体，手机 PA 的基石

砷化镓 (GaAs) 是一种重要的半导体材料，属 III—V 族化合物半导体，闪锌矿型晶格结构，晶格常数 $5.65 \times 10^{-10} \text{m}$ ，熔点 1237°C ，禁带宽度 1.4 电子伏。GaAs 可以制成电阻率比硅、锗高 3 个数量级以上的半绝缘高阻材料，用来制作集成电路衬底、红外探测器、 γ 光子探测器等。由于其电子迁移率比硅大 5~6 倍，故在制作微波器件和高速数字电路方面得到重要应用。用 GaAs 制成的半导体器件具有高频、高温、低温性能好、噪声小、抗辐射能力强等优点。GaAs 是半导体材料中，兼具多方面优点的材料，但用它制作的晶体三极管的放大倍数小，导热性差，不适宜制作大功率器件。

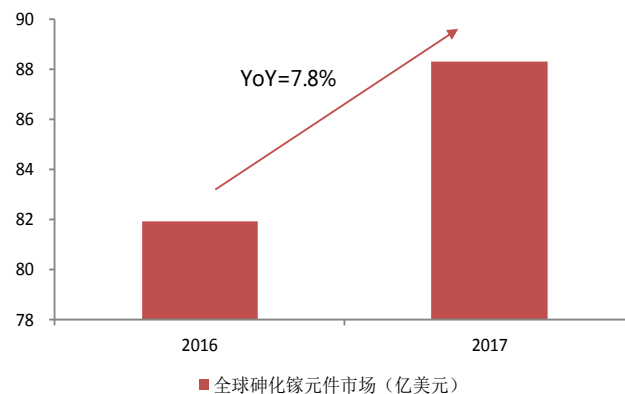
GaAs 作为最成熟的化合物半导体之一，是每部智能手机中功率放大器 (PA) 的基石。2018 年，预计 GaAs 射频业务占据 GaAs 晶圆市场份额超过 50%。由于手机市场逐渐趋于饱和，并且芯片尺寸越来越小，所以近几年 GaAs 射频市场增速放缓。随着通信技术从 4G 到 5G 的演变，由于 GaAs 具有载波聚合和多输入多输出技术所需的高功率和高线性度，GaAs 仍将是 6 GHz 以下频段的主流技术。除此之外，GaAs 在汽车电子、军事领域方面也有一定的应用。

图 15：砷化镓下游市场情况



数据来源：中国产业信息网，西南证券整理

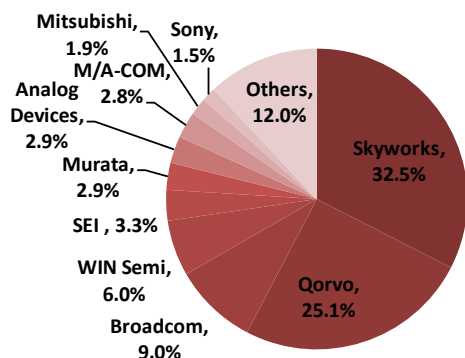
图 16：2016-2017 年砷化镓晶圆代工市场



数据来源：Strategy Analytics，西南证券整理

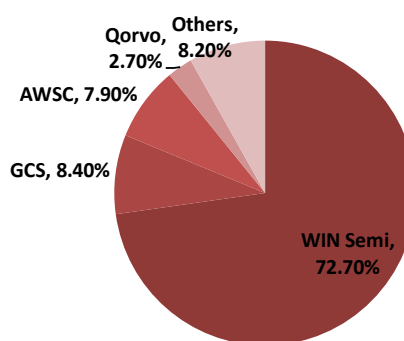
根据 Strategy Analytics 数据，2017 年全球砷化镓元件市场 (含 IDM 厂之组件产值) 总产值约为 88.3 亿美元，创历史新高，相较 2016 年的 81.9 亿美元同比增长 7.8%。其中 Skyworks 和 Qorvo 市占率最高，两者总计占据了 55% 以上的市场规模。此外，若以砷化镓晶圆代工市场而言，2017 年代工市场规模为 7.3 亿美元，其中稳懋半导体 2017 年年市占率为 72.7%，为全球第一大砷化镓晶圆代工半导体厂商。

图 17：2017 年世界砷化镓元件市场竞争格局（含 IDM 厂）



数据来源：稳懋半导体，西南证券整理

图 18：2017 年砷化镓晶圆代工市场竞争格局



数据来源：稳懋半导体，西南证券整理

砷化镓产业最上游为基板，其次为关键材料砷化镓磊晶圆，包括 MOCVD 及 MBE 砷化镓磊晶技术，至于中游为晶圆制造及封测等，整个产业除晶圆制造外，设计与先进技术主要仍掌握在国际 IDM 大厂，下游则为手机，无线区域网路制造厂以及无线射频系统商砷化镓产业的相关供应链如下表所示：

表 4：砷化镓产业的相关供应链

供应链		供应链厂商		
砷化镓基板		Freiberger, AXTInc., Sumitomo		
砷化镓磊晶圆		IQE, VPEC（全新）, SCIOCS, Sumika, IntelliEPI（英特磊）, LandMark（联亚）		
砷化镓 IC 设计		Microsemi, Airoha（络达）, RDA, Richwave（立积）	砷化镓整合元件厂 （IDM）	Skyworks
砷化镓晶圆代工		WINSemi（稳懋）, AWSC（宏捷）, GCS（环宇）, Wavetek（联颖）		Qorvo
砷化镓 IC 封装		TongHsing（同欣）, LingsenPrecision（菱生）		Broadcom
砷化镓 IC 测试		GigaSolution（全智）, ASE（日月光）, Sigurd（硅格）, KingYuan（京元电）		Lumentum
砷化镓终端应用		II-VI Finisar		
砷化镓终端应用	手机	Apple, Samsung, LG, HUAWEI, OPPO, VIVO, HTC		
	基地台	HUAWEI, Ericsson, NokiaSiemens, Cisco		

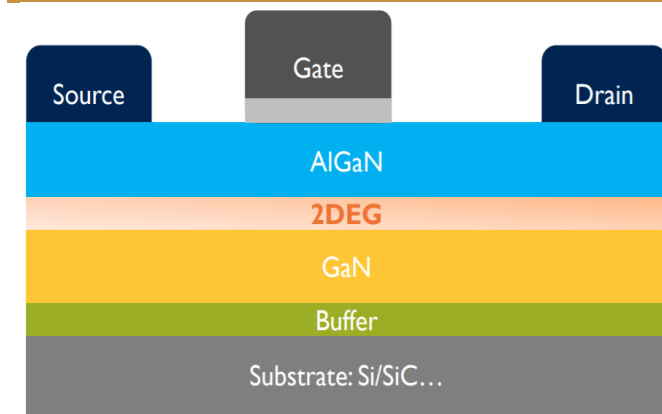
数据来源：稳懋半导体，西南证券整理

2.3 氮化镓、碳化硅市场增长迅速，应用前景广阔

氮化镓(GaN)是未来最具增长潜质的化合物半导体，与 GaAs 和 InP 等高频工艺相比，氮化镓器件输出的功率更大；与 LDCMOS 和 SiC 等功率工艺相比，氮化镓的频率特性更好。由于二维电子气(2DEG)限制使得 GaN HEMT 漏极电流密度可以达到硅器件的 10 倍，因此 GaN HEMT 已经成为未来较大基站功率放大器的候选技术。根据 Yole 的相关研究显示，大多数低于 6 GHz 的基站将使用 RF GaN 功率器件，因为 LDMOS 不能再在如此高的频率范围上继续工作，同时 GaAs 对于高功率应用来说并不是最佳的。国防市场是过去几十年来 RF GaN 技术发展的主要动力，目前美国国防部的 GaN 器件已经在新一代天线和地面雷达中得到实施。其高功率能力提高了雷达的检测范围和分辨率。

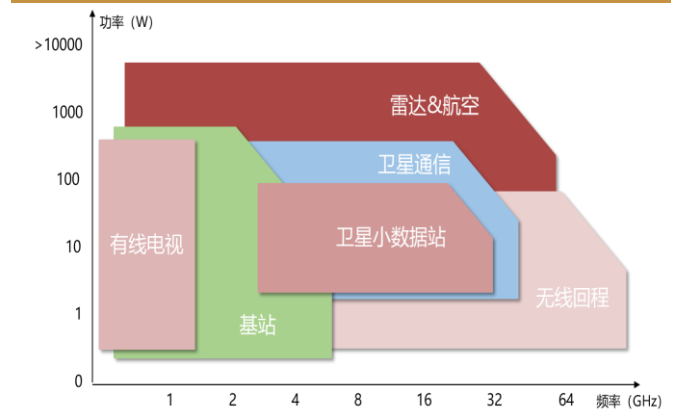
为了应对 2.4GHz 以上频段 Si 器件工作效率快速下降的问题, 4G 通信基站开始使用 GaN 功率放大器。目前约 10% 的基站采用 GaN 技术, 占 GaN 射频器件市场的 50% 以上。未来 5G 通信频率最高可达 85GHz, 是 GaN 发挥优势的频段, 使得 GaN 成为 5G 核心技术。全球每年新建约 150 万座基站, 未来 5G 网络还将补充覆盖区域更小、分布更加密集的微基站, 对 GaN 器件的需求量将大幅增加。

图 19: GaN HEMT 器件结构



数据来源: Yole Developpement, 西南证券整理

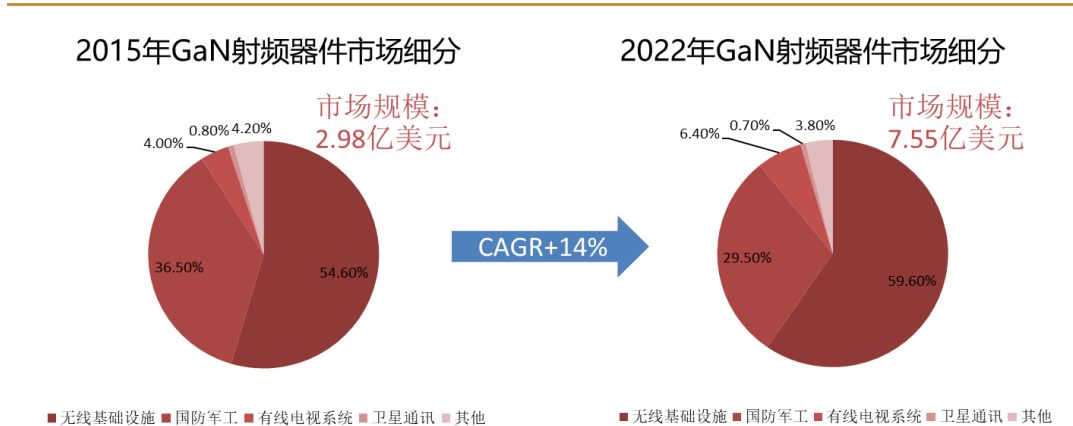
图 20: 氮化镓下游应用市场情况



数据来源: 中国产业信息网, 西南证券整理

RF GaN 场在过去几年中经历了令人瞩目的增长, 并已经改变了 RF 功率行业。根据 Yole 数据, 2015 年全球 GaN 市场规模为 2.98 亿美元, 主要应用领域为无线基础设施、国防军工、有线电视系统等, 其中无线基础设施和国防军工占去 90%。截止 2017 年底, 整个 RF GaN 市场规模接近 3.8 亿美元。预计到 2022 年 RF GaN 市场可达 7.55 亿美元, 无线基础设施应用占比将进一步提高至近 60%。

图 21: GaN 下游市场及市场规模演变情况

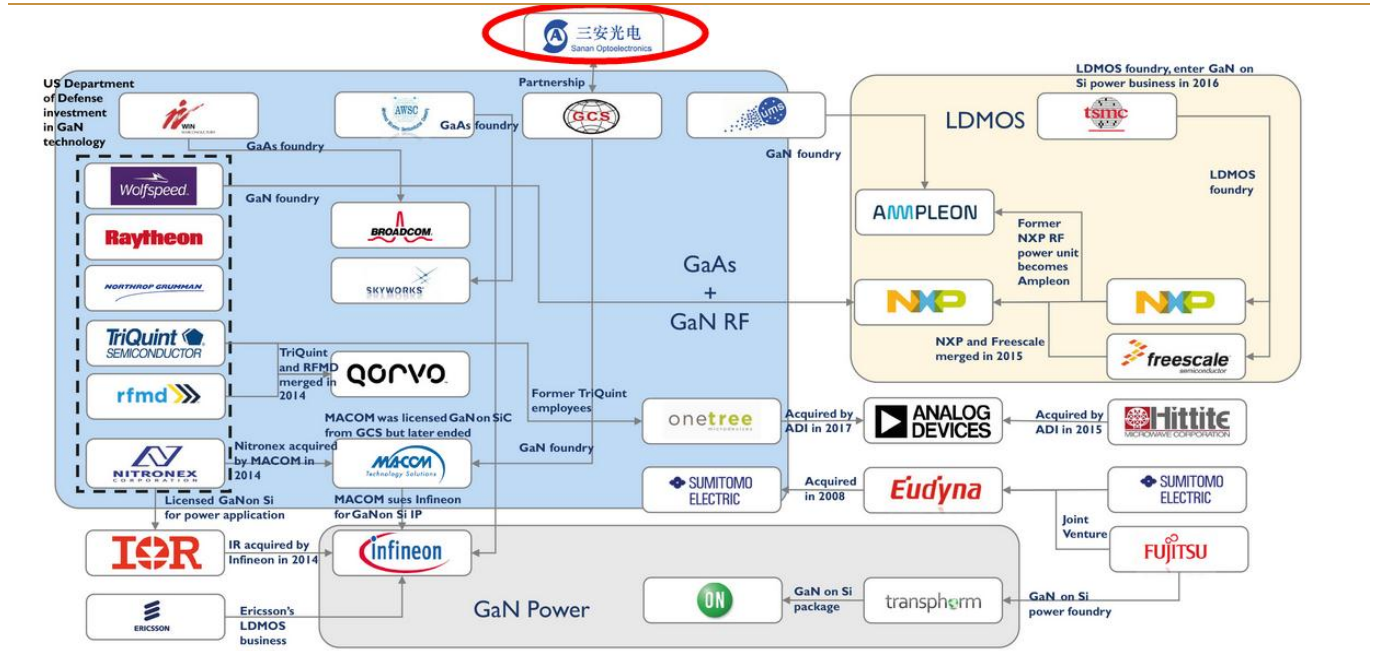


数据来源: Yole Developpement, 西南证券整理

三安光电凭借技术与工艺, 在 GaN 器件的关键供应商中占有一席之地。经过几十年的发展, GaN 技术现在可以跨越不同的应用领域。领先的公司包括住友电工 (Sumitomo Electric), Wolfspeed (Cree), Qorvo 以及其他美国, 欧洲和亚洲的参与者。化合物半导体不同于传统的硅基半导体工业, 外延工艺比传统的硅工艺更重要, 因为它影响了化合物半导体质量, 对器件的可靠性影响很大, 于是工艺流程强大、拥有内部生产能力, 且拥有技术壁

垒的企业能够在行业中保持领先地位。三安光电与 GCS 合作，在 GaAs 与 GaN 射频器件的供应领域取得一定的行业地位。

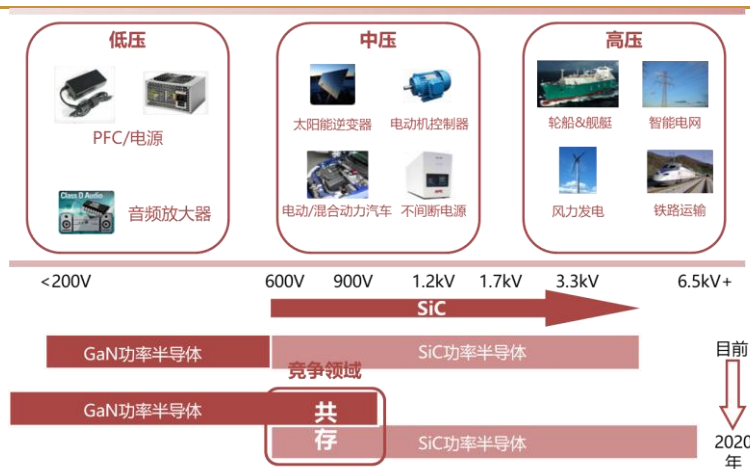
图 22: GaN 器件的关键供应商



数据来源: Yole Developpement, 西南证券整理

在功率器件方面，目前氮化镓器件市场最初集中在 200V 以下的市场，包括电源与音频放大器等，从 2014 年开始，600V 市场占比迅速提升，目前氮化镓已经逐步往更高的电压渗透。但是一方面，在理论上由于氮化镓能带结构的关系，其中载流子的有效质量较大，输运性质较差，则低电场迁移率低，高频性能差，另一方面，现在用异质外延（以蓝宝石和 SiC 作为衬底）技术生长出的 GaN 单晶，还不太令人满意，因此在高压领域碳化硅的应用更为常见。碳化硅被广泛用于制造高温、高压半导体，同时在太阳能逆变器、电机控制器等中压领域也有着较好的应用。根据 Yole 预测，未来在 2020 年左右 600-900V 的中低压领域 GaN 功率半导体与 SiC 功率半导体将会迎来应用上的竞争。

图 23: GaN 功率半导体与 SiC 功率半导体应用领域对比



数据来源: Yole Developpement, 西南证券整理

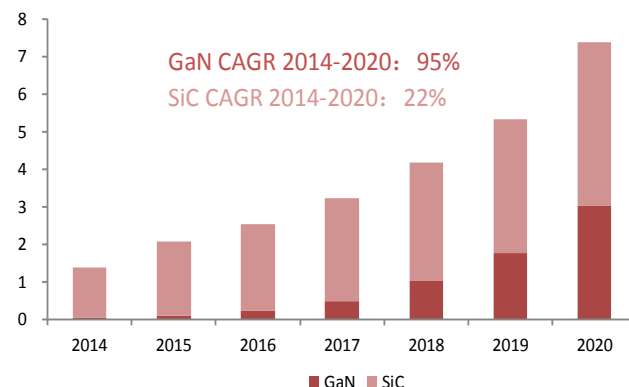
2014 年, SiC 功率半导体市场规模约为 1.6 亿美元, 到 2020 年, 其市场规模预计将超过 4 亿美元, 这期间的年均复合增长率预计将达 22%。氮化镓的增长更为明显, 从 2014-2020 年年复合增长率高达 95%, 行业将会发生突飞猛进式的大跨越。此外 IHS 公司也曾指出, 受到混合和电动汽车、光伏(PV)逆变器和其他应用对电力供应需求增长的激励, 全球 SiC 和 GaN 功率半导体新兴市场在未来 10 年增长 17 倍, 从 2013 年的 1.5 亿美元增长到 2023 年的 25 亿美元。

图 24: 2010-2020 GaN 器件不同电压市占率情况



数据来源: Yole Developpement, 西南证券整理

图 25: 全球碳化硅功率半导体市场增长情况



数据来源: Yole Developpement, 西南证券整理

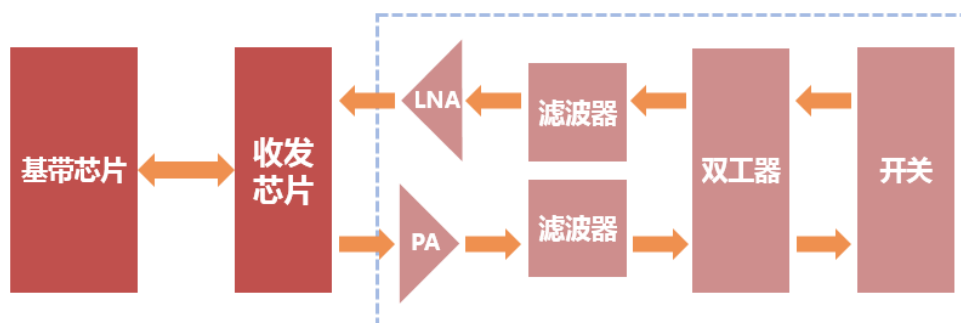
3 下游三大需求集中爆发带动化合物半导体高速增长

根据中国产业信息网数据, 2020 年化合物半导体的市场规模将达 440 亿美元, 复合年增长率达 12.9%, 增速大幅超过整个半导体产业。除 LED 应用外, 5G 通讯基站、汽车电子等应用需求是推动化合物半导体成长的主要动力。

3.1 4G 普及和 5G 落地, 驱动化合物半导体射频市场高速增长

射频前端是智能手机的射频收发机和天线之间的功能区域, 主要由功率放大器 (PA)、低噪声放大器 (LNA)、开关、双工器、滤波器和其他被动元器件组成。化合物半导体在其核心器件包括 PA、LNA、滤波器、射频开关等的应用与发展中都扮演着重要的角色。

图 26: 射频前端结构图



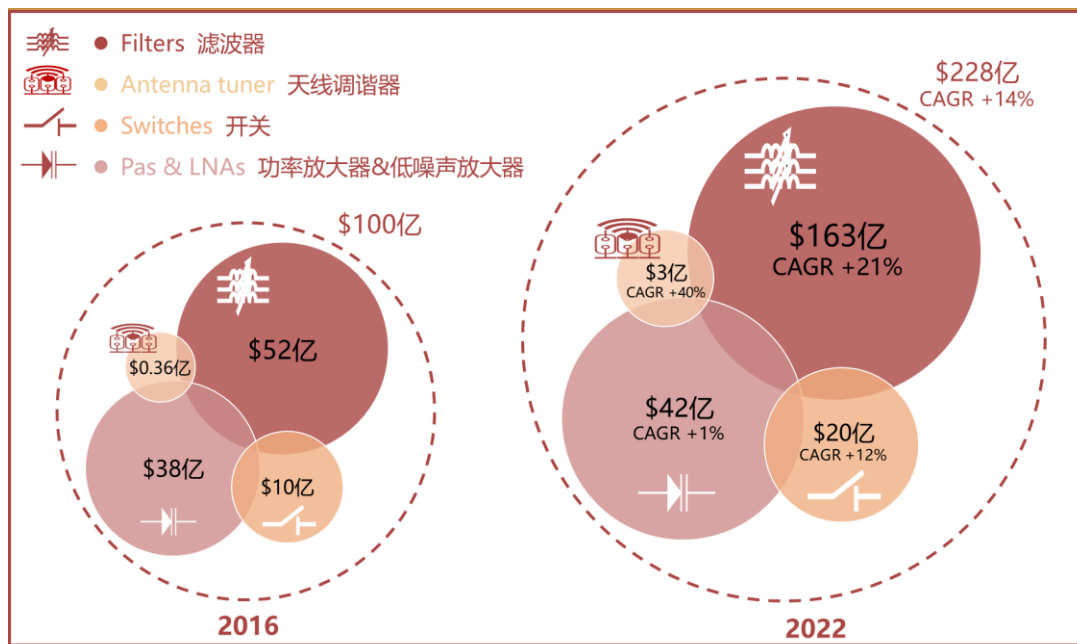
数据来源: 中国产业信息网, 西南证券整理

智能手机射频前端市场需求空间巨大，市场规模增长迅速。根据 Yole Developpement 统计和预测，智能手机射频前端的市场规模在 2016 年达到 100 亿美元，预计 2022 年市场规模将超过 228 亿美元，年均复合增长率达到 14%。迅速增长的市场规模预示着智能手机射频前端市场空间的广阔，同时智能手机射频前端的增长也将会带动对上游化合物半导体需求的增长。

在射频前端模块的细分品类中，各类器件的市场规模都将有不同程度的增长。其中，滤波器市场规模最大，从 2016 年的 52 亿美元增长到 2022 年的 163 亿美元，年均复合增长率达到 21%。滤波器市场的大部分增长来自新添的额外滤波需求，以及更多载波聚合滤波需求；PA 和 LNA 略有增长，市场规模从 2016 年的 38 亿美元增长到 2022 年的 42 亿美元；2G/3G 市场萎缩将与 LTE 新增市场增长相平衡，低噪声放大器市场因为增加了新的天线通路将稳步增长；开关的市场规模将从 2016 年的 10 亿美元增长到 2022 年的 20 亿美元，年均复合增长率达到 12%，增量主要来源于天线通路增加带来的数量提升。

未来手机发展趋势之下，天线调谐器市场将迎来巨大的增长。天线调谐器的市场规模将从 2016 年的 3600 万美元增长到 2022 年的 2.72 亿美元，年均复合增长率高达 40%。传统手机并不需要天线调谐器，因此存量市场小，未来增长主要是由于手机全面屏趋势下，天线空间受到挤压，同时未来多天线设计将使得天线空间更加紧凑，多个天线均需要调谐器以实现可接受的通信性能。

图 27：2016~2022 年射频前端市场规模预测



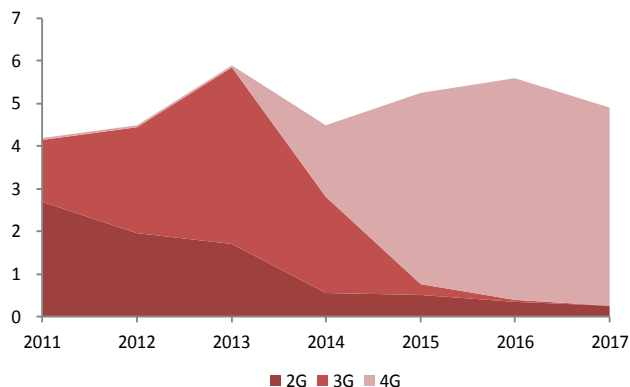
数据来源：Yole Developpement，西南证券整理

手机应用无线通讯产品是砷化镓元件最大市场，随着砷化镓的技术成熟，成本降低及使用者对手机功能上的要求促进 PA 的使用量不断增加。通常 2G 手机需要搭载 1 至 2 颗 PA，3G 手机需要 3 至 4 颗。4G 智能手机为达到标准的通信效果，至少需要 5 颗以上的砷化镓/氮化镓 PA，此外智能手机中的卫星定位功能也需要用到 1 颗 PA，4G 智能手机支持的 WLAN 也需要至少 1 颗 PA，因此 4G 手机 PA 需求量为 5-7 颗 (iPhone6 单台约 7 颗)，相较 3G 手

机多了约 2 颗的用量。5G 时代手机内的 PA 预计或多达 16 颗之多，5G 通讯将为砷化镓 PA 芯片应用需求带来更大的增长空间。

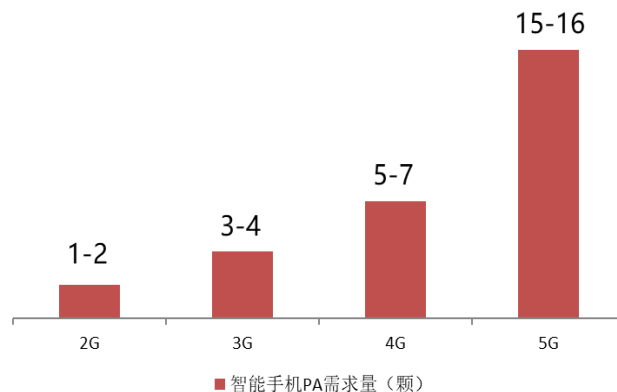
根据前瞻产业研究院数据显示，2017 年全球市场手机出货量为 14.6 亿部，同比下滑 0.5%，2017 年中国市场出货量下滑 12%，全球智能手机市场规模已趋于饱和，未来智能手机出货量将在高位小幅徘徊。从我国 2G、3G 和 4G 出货量看，2013 年 4G 手机出货量迅速增加，3G 手机出货量减少，到 2017 年底全国 4G 手机渗透率已高达 95%。

图 28：中国手机出货量情况（亿部）



数据来源：前瞻产业研究院，西南证券整理

图 29：智能手机 PA 需求量变化图



数据来源：稳懋半导体，西南证券整理

虽然全球智能手机成长力道放缓，但手机 PA 仍有 10% 成长，主要是由于 GaAs 和 GaN 在手机射频市场渗透率逐渐提高叠加单个手机 PA 个数的增长。Si 基 PA 与硅集成电路工艺兼容可以将成本做低，主要用于 2G 手机等中低端消费电子领域。GaN PA 性能最好但同时价格也最高，目前主要应用于远距离信号传送或高功率级别（雷达、基站收发台等）领域。综合考虑工艺成熟度、成本、性能之后，GaAs 为当前最优选择，被广泛应用于手机等消费电子领域。从趋势上看，GaAs 和 GaN 将在手机射频市场的渗透率稳步提升，预计到 2025 年渗透率可以高达 80% 以上。随着 4G LTE 逐渐成熟，载波聚合技术或 LTE-Advance 被视为 5G 来临前满足手机使用对于传输速度及频宽需求的解决方案，也成为 GaAs 产业另一个成长动能。

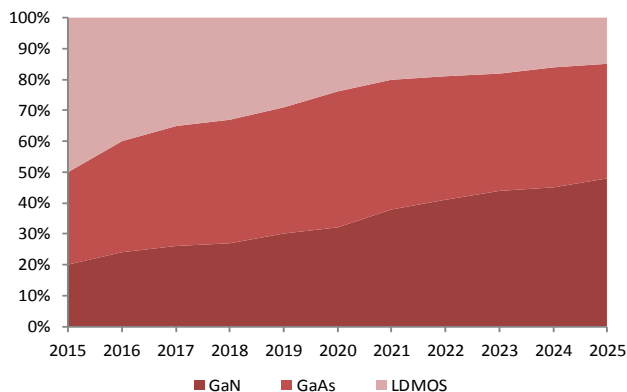
表 5：各种 PA 产品对比

类别	成本	工作频率	效率	线性度	功率
Si 基 PA	低	低	低	低	低
GaAs PA	中	中	中	中	中
GaN PA	高	高	高	高	高

数据来源：中国产业信息网，西南证券整理

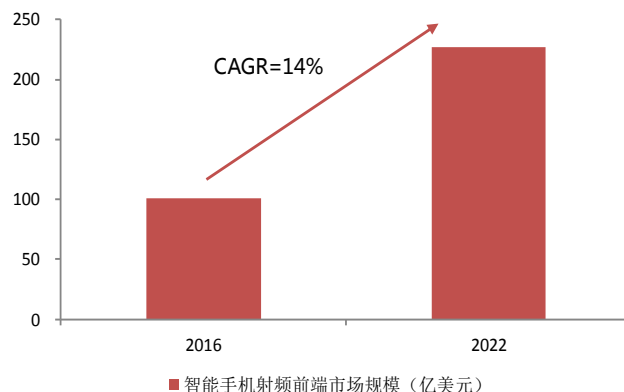
总的来说，虽然智能手机市场已经进入存量时代，但是射频前端市场规模在未来五年内依旧可以保持 14% 的年均复合增长率，预计到 2022 年市场规模可以达到 200 亿美元以上。

图 30: GaAs 和 GaN 在手机射频市场渗透率逐渐提高



数据来源: 中国产业信息网, 西南证券整理

图 31: 智能手机射频前端的市场规模预测



数据来源: 中国产业信息网, 西南证券整理

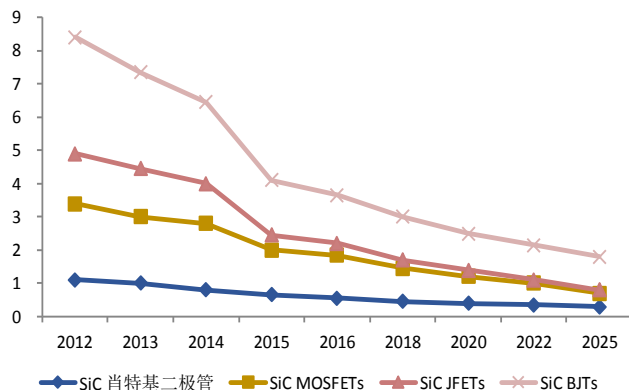
3.2 功率器件 SiC 市场已正式形成, 未来在电动汽车中大有可为

功率半导体器件又被称为电力电子器件, 是电力电子技术的基础, 也是构成电力电子变换装置的核心器件。利用功率器件, 可以实现电力电子设备的变压、变流、变频、功率放大和功率管理等, 功率器件能够带来电力电子系统的功率、温度、频率、抗辐射能力、效率和可靠性等方面的性能倍增, 能够使得其在体积、重量以及成本等方面的大幅减低。

对比硅器件, SiC 器件功率损耗可减少将近 50%, 从而有效提升电源转化效率, 其次, SiC 器件由于转换效率高、发热小, 所以可以有效减小冷却系统的体积, 从而实现电源转换装置整体的小型化, 这对于新能源汽车等需要大量电源转换装置的系统具有重大的意义。

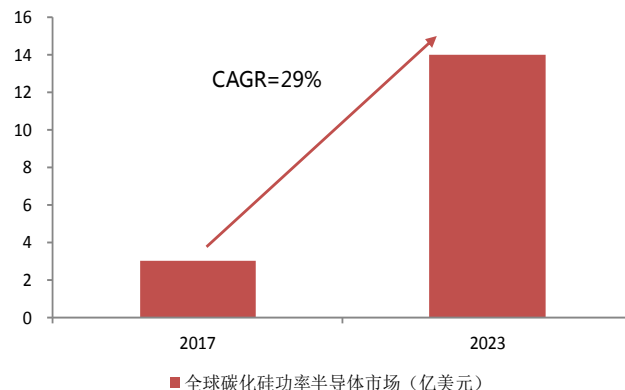
SiC 晶圆生长技术难度较大, 全球仅极少数企业能够量产, 导致 SiC 单晶材料的价格长期居高不下, SiC 二极管价格是硅基肖特基二极管价格的 5-7 倍, SiC 结晶场效应管价格是 Si 的 5-7 倍, SiC MOSFET 价格是硅基 MOSFET 的 10-15 倍, 价格因素也成为阻碍 SiC 进入民用功率半导体市场的主要原因。从 2012 年开始, SiC 成本不断下降, 经过 3 年时间, SiC 二极管的价格下降了 35%, SiC MOSFET 的价格下降了 50%。驱动成本下降主要有以下几个因素: (1) 4 寸线向 6 寸线迁移的过程降低 20-40% 成本; (2) SiC 外延片技术在持续进步, 颗粒污染等缺陷率在持续下降, 推动芯片良率大幅上升 (3) 随着规模的扩大和经验的积累, SiC 芯片制程工艺日益成熟, 制造良率在持续提升。虽然目前 SiC、GaN 产品的成本相对较高, 应用领域受限于一性能要求高的领域, 但随着技术的进步, SiC、GaN 功率半导体市场将加速增长。

图 32: 碳化硅器件单价持续下降



数据来源: 中国产业信息网, 西南证券整理

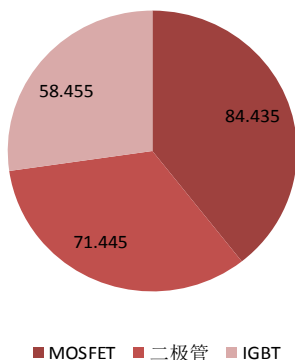
图 33: 全球碳化硅功率半导体市场增长情况



数据来源: Yole Developpement, 西南证券整理

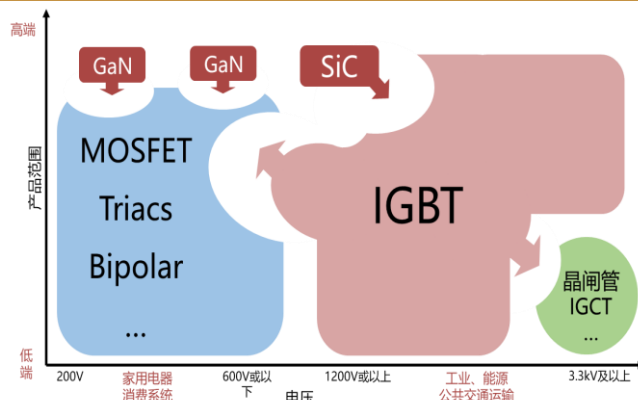
功率半导体应用广泛, 市场规模庞大, 且拥有巨大的发展空间。WSTS 数据显示, 2017 年全球功率半导体 (仅包括 MOSFET、IGBT 以及功率二极管) 市场规模为 216.5 亿美元。即 MOSFET、二极管、IGBT 市场规模分别约为 84.4、71.4、58.5 亿美元。随着人们绿色节能意识的提高, 电动车、变频家电、智慧电网等市场正在快速兴起, 同时也使得 MOSFET 等功率半导体等产品的应用变得愈来愈广泛。Yole Developpement 预测, 功率半导体将受益于多个主要终端市场, 2016-2022 年的年均复合增长率将达到 4.1%。

图 34: 2017 年全球功率半导体市场情况 (亿美元)



数据来源: WSTS, 西南证券整理

图 35: 化合物功率半导体的产品范围及发展趋势



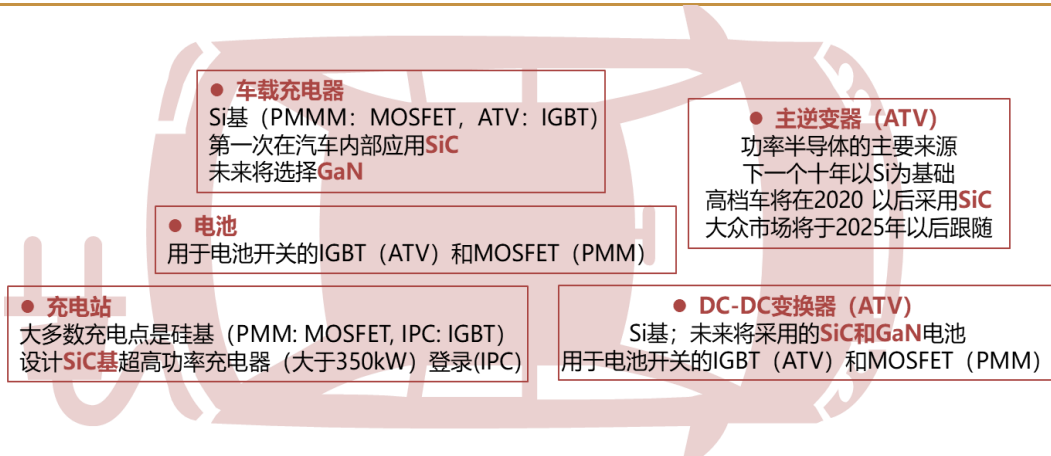
数据来源: Yole Developpement, 西南证券整理

在具体的应用方面, SiC 功率半导体与 GaN 功率半导体实现优势互补。GaN 锁定中低功率应用, 其应用市场规模要大于中高功率, SiC 主要适用于 600V 以上的高功率应用。随着世界各国对节能减排的需求越来越迫切, SiC 功率半导体的应用领域已逐渐从传统的工业控制和 4C 领域, 向新能源汽车、轨道交通、智能电网和电压转换等诸多市场迈进。市场分析机构 IMS Research 指出, 未来功率半导体的增长点将来自新兴领域, 包括电动汽车及新一代通信、云计算等。

根据赛迪顾问的报告, 功率半导体占到新能源汽车新增半导体用量的 76%、新能源整车半导体用量的 50%。IGBT 模块是新能源汽车电控系统和直流充电桩的核心器件, 成本占到新能源整车成本的 10%, 占到充电桩成本的 20%。由于未来几年新能源汽车及充电桩市场

将进入爆发期, IGBT 等功率半导体作为其核心器件也将迎来黄金发展期。预计未来 5 年内新能源汽车和充电桩市场将带动 200 亿元 IGBT 模块的需求。

图 36: GaN 与 SiC 功率半导体在电动车上的应用

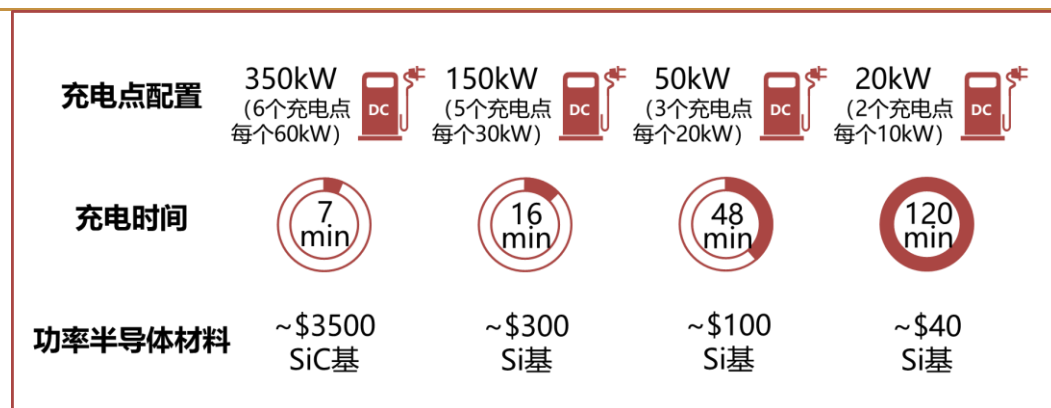


数据来源: 英飞凌, 西南证券整理

新能源汽车目前存在的核心困难是充电速率过慢, 主流的研究热点集中在快速充电技术, 而快充技术的实现就需要用到高压 SiC 半导体器件。为了缩短电动汽车的充电时间, 提高电动汽车的实用性, 快速充电已成充电桩的标准功能。这个趋势使得充电桩的平均输出功率快速拉升, 目前市场上已经出现支持 20kW、甚至 25kW 输出的电动汽车充电桩, 未来随着 SiC 渗透率的进一步提高, 充电时间有望得到进一步缩短。

随着汽车制造商未来 5-10 年内于主逆变器、车载充电器(OBC), 以及直流-直流(DC-DC)转换器等装置皆陆续采用 SiC 功率半导体, 汽车产业将成 SiC 市场加速成长的关键推手。特斯拉的 Model3 型汽车, 也全部使用了 SiC 半导体模块, 每辆车会用到 24 个 SiC 模组, 现今在道路上行驶的 Model3 车辆中该 SiC 模块的数量约为 100 万只。

图 37: 电动汽车日益普及将推动充电基础设施的推广



数据来源: 英飞凌, 西南证券整理

国家政策扶持, 国内功率半导体产业前景广阔。根据 2015 年国务院印发的《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知》, 到 2020 年, 新能源汽车实现当年产销 200 万辆以上, 累计销量超过 500 万辆。同时大力推广充电桩的建设, 预计在 2016—2020 年间国家电网的充电站建设目标高达 10000 座, 建成完整的“四纵四横”电动汽车充电网络。未来在政策资

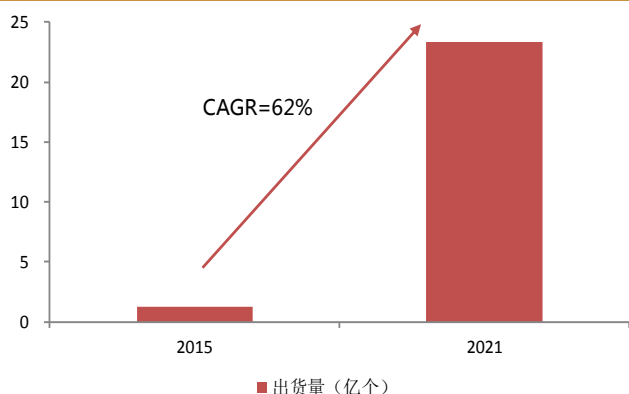
金支持以及国内新能源汽车以及国内新能源汽车的蓬勃发展,随着功率器件下游产品稳步扩张,国内功率半导体产业将迎来黄金发展期。

3.3 3D Sensing-化合物半导体在消费电子领域的重要应用

过去 GaAs 所聚焦的光电子市场空间相对较小,主要集中于在数据中心等方面的应用。随着技术的进步与发展, GaAs 激光器逐渐走进人们的视野,使用基于 GaAs 的 VCSEL 之后, 3D Sensing 技术和人脸识别成为了现实,尤其是在苹果公司的 iPhone X 引入并强调这些功能之后, GaAs 激光器引起了极大的关注。

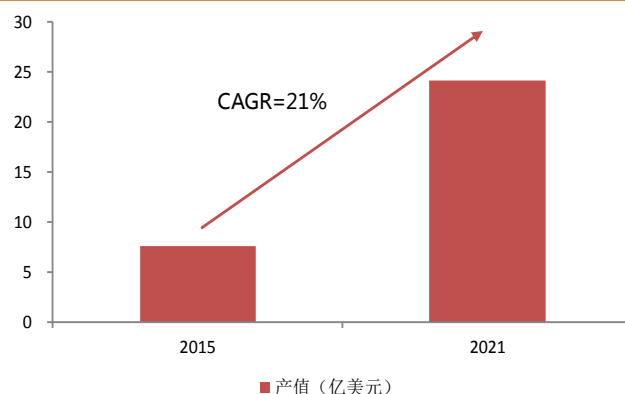
3D Sensing 消费性电子应用的拓展使其行业增长迅速。iPhone X 采用 3D Sensing 加入消费性电子产品的应用,为 VCSEL 带来新的营运成长动能,也让 VCSEL 产业供需结构翻转,未来也将吸引其他品牌厂商的智慧型手机搭载,将加速 VCSEL 产业蓬勃发展。根据 Zion Market Research 预测,全球移动 3D 市场出货量 2015-2021 年复合增长率为 62%, 2015-2021 年全球 VCSEL 产值复合增长率为 21%。

图 38: 2015-2021 年全球移动 3D 市场出货量预测



数据来源: Zion Market Research, 西南证券整理

图 39: 2015-2021 年全球 VCSEL 产值预测



数据来源: Zion Market Research, 西南证券整理

由于苹果发布的 iPhone X 引领了 3D 人脸识别的热潮,因此 2018 年中国高端安卓手机也纷纷引入了这一功能,但是苹果手机和安卓手机在 3D Sensing 的渗透速度上还是会有所差别,我们将分别测算二者的 3D Sensing 市场规模。预计 iPhone 手机出货量平稳增长,基本保持全球智能手机市场约 15% 的份额。苹果手机前置 3D Sensing 渗透率有望在 2020 年达到 100%, 安卓手机 2018 年开始在旗舰机搭载 3D Sensing 摄像头, 2020 年渗透率达到约 40%。

据此我们测算全球智能手机 3D Sensing 市场规模到 2020 年可以达到约 104 亿美元,四年复合年均增长率达 128%。

表 6: 2016-2020 年全球智能手机 3D Sensing 市场规模测算

	2016	2017	2018E	2019E	2020E
全球智能手机出货量 (亿部)	13.6	14.6	15.3	16.1	16.9
苹果手机出货量 (亿部)	2.12	2.2	2.3	2.41	2.53
苹果前置 3D Sensing 渗透率	0	20%	50%	70%	100%
单价 (美元)	--	20	15	12	10

	2016	2017	2018E	2019E	2020E
苹果后置 3D Sensing 渗透率	0	0	10%	30%	50%
单价 (美元)	--	--	12	10	8
安卓手机出货量 (亿部)	11.48	12.4	13.01	13.66	14.34
安卓手机 3D Sensing 渗透率	0	0	10%	25%	40%
3D Sensing 模组单价 (美元)	--	--	20	15	12
全球智能手机 3D Sensing 市场规模 (亿美元)	0	8.8	46.0	78.7	104.2

数据来源: TrendForce, 西南证券整理

4 盈利预测与估值

4.1 盈利预测

关键假设:

假设 1: 2016 年 LED 行业经过重新洗牌, 众多小规模 LED 厂家被清洗出局, LED 行业走向稳步增长阶段。公司作为 LED 龙头, 下游客户优质且稳定, 规模化生产有望进一步降低成本, 因此我们认为未来几年 LED 产品毛利率基本与 17 年水平或略有小幅下降趋势;

假设 2: 通讯微电子器件项目部分设备已安装完成, 已有多家客户参与试样验证, 有部分客户已开始出货, 后续设备也将会逐步采购并投入生产。其次, 福建南安 333 亿项目预计五年内实现投产, 七年内全部项目实现达产。因此我们认为化合物半导体在 2018-2020 会产生一部分收入, 将其计入芯片、LED 产品业务, 我们给予 21.5%、26%、22% 的营收增速。2018 年营收增速小幅下滑主要考虑到第一季度公司营收同比有轻微下降。

基于以上假设, 我们预测公司 2018-2020 年分业务收入成本如下表:

表 7: 分业务收入及毛利率

业务分拆 (单位: 百万元)		2017A	2018E	2019E	2020E
芯片、LED 产品	收入	7045.00	8559.64	10785.14	13157.88
	增速	25.53%	21.50%	26.00%	22.00%
	毛利率 (%)	45.35	45.50	44.00	43.00
其他收入	收入	1349.00	2360.33	4130.58	6815.45
	增速	104.08%	75.00%	75.00%	65.00%
	毛利率 (%)	66.79	70.00	68.00	66.00
合计	收入	8393.73	10919.96	14915.71	19973.32
	增速	33.81%	30.10%	36.59%	33.91%
	毛利率	48.80%	50.80%	50.65%	50.85%

数据来源: 公司公告, 西南证券

4.2 相对估值

公司作为全国 LED 龙头企业，产能全国第一，目前积极布局化合物半导体行业，一直享有较高的估值溢价水平。首先选取公司所在 LED 行业相关公司作为估值参考，分别为华灿光电、乾照光电，由于 2018 年 LED 下游需求大幅降价，因此华灿光电和乾照光电动态 PE 均处于较低位置。由于未来化合物半导体将成为三安光电新的增长动力，因此选取芯片行业典型公司兆易创新和士兰微做比较，目前动态 PE 分别为 38 和 64。四个可比公司的平均 PE 为 33.96。三安光电作为 LED 龙头的同时全力布局化合物半导体，因此我们给予公司 2018 年 30 倍的估值，介于 LED 行业和芯片行业之间的水平。对应目标 $1.02 \times 30 = 30.6$ 元，首次覆盖，给予“买入”评级。

表 8：可比公司估值情况

公司	股价 (元)	EPS (元)			PE(倍)		
		2018E	2019E	2020E	2018E	2019E	2020E
华灿光电	12.16	0.76	1.07	1.49	16.02	11.38	8.15
乾照光电	6.59	0.37	0.50	0.62	17.67	13.07	10.55
兆易创新	102.87	2.71	3.92	5.00	37.96	26.21	20.58
士兰微	11.79	0.18	0.24	0.30	64.17	48.98	39.19
均值					33.96	24.91	19.62

数据来源：Wind，西南证券整理

5 风险提示

LED 下游产品降价和化合物半导体研发及量产不及预期的风险。

附表：财务预测与估值

利润表 (百万元)	2017A	2018E	2019E	2020E	现金流量表 (百万元)	2017A	2018E	2019E	2020E
营业收入	8393.73	10919.96	14915.71	19973.32	净利润	3164.04	4147.06	5054.84	6745.74
营业成本	4298.40	5373.10	7361.46	9817.24	折旧与摊销	1254.78	1521.95	1521.95	1521.95
营业税金及附加	117.71	135.78	196.67	266.64	财务费用	72.28	73.16	89.49	119.84
销售费用	97.74	109.79	155.48	213.86	资产减值损失	22.80	22.80	25.00	30.00
管理费用	523.00	698.88	969.52	1318.24	经营营运资本变动	-1358.13	-1899.83	-2830.13	-2556.17
财务费用	72.28	73.16	89.49	119.84	其他	-594.42	-120.86	-35.20	-40.22
资产减值损失	22.80	22.80	25.00	30.00	经营活动现金流净额	2561.35	3744.29	3825.96	5821.14
投资收益	114.02	100.00	10.00	10.00	资本支出	-2545.30	0.00	0.00	0.00
公允价值变动损益	0.00	0.00	0.00	0.00	其他	293.70	100.00	10.00	10.00
其他经营损益	0.00	0.00	0.00	0.00	投资活动现金流净额	-2251.59	100.00	10.00	10.00
营业利润	3855.51	4606.46	6128.08	8217.50	短期借款	-400.00	0.00	0.00	0.00
其他非经营损益	-1.08	390.00	-1.00	-1.00	长期借款	-294.85	0.00	0.00	0.00
利润总额	3854.43	4996.46	6127.08	8216.50	股权融资	-0.05	0.00	0.00	0.00
所得税	690.38	849.40	1072.24	1470.75	支付股利	-815.68	-1164.87	-1543.74	-1878.34
净利润	3164.04	4147.06	5054.84	6745.74	其他	-103.63	82.58	110.51	80.16
少数股东损益	-0.17	-0.13	-0.20	-0.25	筹资活动现金流净额	-1614.22	-1082.29	-1433.23	-1798.18
归属母公司股东净利润	3164.21	4147.19	5055.04	6745.99	现金流量净额	-1321.56	2762.00	2402.73	4032.97
资产负债表 (百万元)	2017A	2018E	2019E	2020E	财务分析指标	2017A	2018E	2019E	2020E
货币资金	4739.85	7501.85	9904.57	13937.54	成长能力				
应收和预付款项	4235.37	6402.46	8604.44	10704.51	销售收入增长率	33.82%	30.10%	36.59%	33.91%
存货	1791.47	1981.33	2895.19	3746.58	营业利润增长率	82.48%	19.48%	33.03%	34.10%
其他流动资产	731.23	951.31	1299.40	1740.00	净利润增长率	46.03%	31.07%	21.89%	33.45%
长期股权投资	116.17	116.17	116.17	116.17	EBITDA 增长率	69.61%	19.66%	24.80%	27.39%
投资性房地产	0.00	0.00	0.00	0.00	获利能力				
固定资产和在建工程	10595.62	9350.53	8105.45	6860.37	毛利率	48.79%	50.80%	50.65%	50.85%
无形资产和开发支出	2324.09	2055.81	1787.52	1519.24	三费率	8.26%	8.08%	8.14%	8.27%
其他非流动资产	702.86	694.28	685.70	677.11	净利率	37.70%	37.98%	33.89%	33.77%
资产总计	25236.66	29053.73	33398.45	39301.53	ROE	16.00%	18.23%	19.25%	21.67%
短期借款	0.00	0.00	0.00	0.00	ROA	12.54%	14.27%	15.13%	17.16%
应付和预收款项	1267.07	1936.01	2550.76	3363.12	ROIC	22.79%	24.12%	30.14%	37.28%
长期借款	652.00	652.00	652.00	652.00	EBITDA/销售收入	61.74%	56.79%	51.89%	49.36%
其他负债	3545.24	3715.44	3934.31	4157.61	营运能力				
负债合计	5464.32	6303.45	7137.07	8172.74	总资产周转率	0.34	0.40	0.48	0.55
股本	4078.42	4078.42	4078.42	4078.42	固定资产周转率	1.15	1.44	2.35	3.91
资本公积	7077.53	7077.53	7077.53	7077.53	应收账款周转率	3.91	4.18	4.44	4.40
留存收益	8608.96	11591.28	15102.58	19970.24	存货周转率	2.88	2.83	3.01	2.95
归属母公司股东权益	19769.17	22747.24	26258.54	31126.19	销售商品提供劳务收到现金/营业收入	70.89%	—	—	—
少数股东权益	3.18	3.04	2.85	2.60	资本结构				
股东权益合计	19772.34	22750.28	26261.38	31128.79	资产负债率	21.65%	21.70%	21.37%	20.79%
负债和股东权益合计	25236.66	29053.73	33398.45	39301.53	带息债务/总负债	11.93%	10.34%	9.14%	7.98%
					流动比率	7.20	7.53	7.91	8.13
					速动比率	6.07	6.64	6.90	7.12
					股利支付率	25.78%	28.09%	30.54%	27.84%
					每股指标				
					每股收益	0.78	1.02	1.24	1.65
					每股净资产	4.85	5.58	6.44	7.63
					每股经营现金	0.63	0.92	0.94	1.43
					每股股利	0.20	0.29	0.38	0.46
业绩和估值指标	2017A	2018E	2019E	2020E					
EBITDA	5182.57	6201.57	7739.53	9859.29					
PE	21.92	16.73	13.72	10.28					
PB	3.51	3.05	2.64	2.23					
PS	8.26	6.35	4.65	3.47					
EV/EBITDA	12.53	10.02	7.72	5.65					
股息率	1.18%	1.68%	2.23%	2.71%					

数据来源: Wind, 西南证券

分析师承诺

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，报告所采用的数据均来自合法合规渠道，分析逻辑基于分析师的职业理解，通过合理判断得出结论，独立、客观地出具本报告。分析师承诺不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接获取任何形式的补偿。

投资评级说明

公司评级

买入：未来 6 个月内，个股相对沪深 300 指数涨幅在 20%以上
增持：未来 6 个月内，个股相对沪深 300 指数涨幅介于 10%与 20%之间
中性：未来 6 个月内，个股相对沪深 300 指数涨幅介于-10%与 10%之间
回避：未来 6 个月内，个股相对沪深 300 指数涨幅在-10%以下

行业评级

强于大市：未来 6 个月内，行业整体回报高于沪深 300 指数 5%以上
跟随大市：未来 6 个月内，行业整体回报介于沪深 300 指数-5%与 5%之间
弱于大市：未来 6 个月内，行业整体回报低于沪深 300 指数-5%以下

重要声明

西南证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会核准的证券投资咨询业务资格。

本公司与作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

《证券期货投资者适当性管理办法》于 2017 年 7 月 1 日起正式实施，本报告仅供本公司客户中的专业投资者使用，若您并非本公司客户中的专业投资者，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司也不会因接收人收到、阅读或关注自媒体推送本报告中的内容而视其为客户。本公司或关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行或财务顾问服务。

本报告中的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据。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，本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，本公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

本报告版权为西南证券所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为“西南证券”，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。

西南证券研究发展中心

上海

地址：上海市浦东新区陆家嘴东路 166 号中国保险大厦 20 楼

邮编：200120

北京

地址：北京市西城区金融大街 35 号国际企业大厦 B 座 16 楼

邮编：100033

重庆

地址：重庆市江北区桥北苑 8 号西南证券大厦 3 楼

邮编：400023

深圳

地址：深圳市福田区深南大道 6023 号创建大厦 4 楼

邮编：518040

西南证券机构销售团队

区域	姓名	职务	座机	手机	邮箱
上海	蒋诗烽	地区销售总监	021-68415309	18621310081	jsf@swsc.com.cn
	黄丽娟	机构销售	021-68411030	15900516330	hlj@swsc.com.cn
	邵亚杰	机构销售	02168416206	15067116612	syj@swsc.com.cn
	张方毅	机构销售	021-68413959	15821376156	zfyi@swsc.com.cn
	汪文沁	机构销售	021-68415380	15201796002	wwq@swsc.com.cn
	王慧芳	机构销售	021-68415861	17321300873	whf@swsc.com.cn
北京	蒋诗烽	地区销售总监	021-68415309	18621310081	jsf@swsc.com.cn
	路剑	机构销售	010-57758566	18500869149	lujian@swsc.com.cn
	陈乔楚	机构销售	18610030717	18610030717	cqc@swsc.com.cn
	刘致莹	机构销售	010-57758619	17710335169	liuzy@swsc.com.cn
	贾乔真	机构销售	18911542702	18911542702	jqz@swsc.com.cn
广深	张婷	地区销售总监	0755-26673231	13530267171	zhangt@swsc.com.cn
	王湘杰	机构销售	0755-26671517	13480920685	wxj@swsc.com.cn
	余燕伶	机构销售	0755-26820395	13510223581	yyi@swsc.com.cn
	陈霄（广州）	机构销售	15521010968	15521010968	chenxiao@swsc.com.cn