

## 推荐（首次）

## 扬杰科技（300373）深度报告

风险评级：中风险

老牌 IDM 功率半导体龙头，受益下游高景气及国产替代机遇

2022 年 7 月 27 日

### 投资要点：

刘梦麟

SAC 执业证书编号：

S0340521070002

电话：0769-22110619

邮箱：

[liumenglin@dgzq.com.cn](mailto:liumenglin@dgzq.com.cn)

罗炜斌

SAC 执业证书编号：

S0340521020001

电话：0769-22110619

邮箱：

[luoweibin@dgzq.com.cn](mailto:luoweibin@dgzq.com.cn)

陈伟光

SAC 执业证书编号：

S0340520060001

电话：0769-22110619

邮箱：

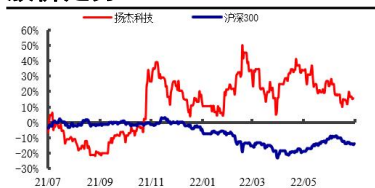
[chenweiguang@dgzq.com.cn](mailto:chenweiguang@dgzq.com.cn)

[n](#)

### 主要数据 2022 年 7 月 26 日

收盘价(元)	64.25
总市值(亿元)	329.22
总股本(亿股)	512.40
流通股本(亿股)	11.83
ROE(TTM)	16.57%
12 月最高价(元)	86.62
12 月最低价(元)	42.72

### 股价走势



- **国内老牌功率半导体企业，不断拓宽产品品类，业绩实现跨越式增长。**扬州扬杰电子科技股份有限公司成立于2006年，自成立以来致力于功率半导体芯片及器件制造、集成电路封装测试等领域的产业发展，产品品类丰富。公司扎根二极管领域并不断拓宽产品品类，积极布局MOSFET、IGBT和SiC等中高端产品并迎来收获期，22H1 MOSFET、IGBT和SiC等产品收入增速均超过100%。公司上市以来不断扩展业务范围，营收、净利润实现跨越式增长，并积极拓展海外市场，持续加大研发投入赋能长期成长，在行业内享有较高的认可度和美誉度。
- **功率半导体各细分领域保持景气高企，国产替代持续推进。**功率半导体是电能转换与电路控制的核心，在全球各国推进“碳中和”的背景下，其应用场景日益丰富，市场规模稳健增长。我国作为全球最大的功率半导体消费国，受益下游市场需求扩张和半导体领域国产替代的持续推进，近年功率半导体市场增速高于全球平均水平；其中，二极管、IGBT和MOSFET作为功率半导体的主要品类，充分受益于下游智能电表更换、新能源汽车快速渗透和5G基建的持续推进，行业景气高企，且目前国内产品渗透率低，国产替代正快速推进。公司二极管整流桥基本盘稳固，并切入IGBT、MOS等中高端领域，产品逐步放量，产品矩阵类型渐趋丰富，有望开启第二成长曲线。
- **全球功率半导体产能紧张，公司采用IDM、Fabless并行模式，实现产能自主可控。**受海外地区疫情反复影响，功率半导体厂商供应受阻，且短期6寸/8寸晶圆厂扩产难度较大，叠加下游新能源车、光伏等需求持续释放，功率半导体缺货、涨价潮持续，产品交期持续拉长，本土功率半导体企业迎来国产替代的绝佳窗口期。公司采用IDM、Fabless并行的生产模式，相继设立4寸、6寸产线并持续扩产，8寸主要采用委外代工的模式，并于6月收购楚微半导体40%股权，实现8寸线的规模量产。在全球功率半导体缺货、涨价的背景下，公司通过IDM+Fabless并行的生产模式保障产能的自主可控，实现从设计到销售的一体化布局。
- **投资建议：**公司为国内老牌功率IDM企业，产品品类丰富，二极管整流桥基本盘稳固，积极开拓MOSFET、IGBT和SiC等芯片并实现快速放量。受益下游新能源汽车、光伏、储能等下游领域高景气驱动，叠加功率半导体领域国产替代持续推进，公司长期成长可期。预计公司2022-2023年归母净利润分别为11.34亿元和13.98亿元，当前股价对应PE分别为29.03倍和23.54倍，首次覆盖给予“推荐”评级。
- **风险提示：**公司产能释放进度不及预期，行业竞争加剧等。

## 目 录

1. 国内老牌功率半导体企业，不断拓宽产品品类，业绩实现跨越式增长 .....	4
2. 功率半导体市场稳健增长，公司二极管基本盘稳固 .....	9
2.1 功率半导体是电能转换与电路控制的核心，市场规模稳健增长 .....	9
2.2 二极管：结构最简单的功率半导体器件，本土自给率不断提高 .....	14
2.3 智能电表、变频器等下游发展驱动二极管需求增长，公司功率二极管基本盘稳固 .....	17
3. IGBT、MOSFET 和 SiC 方兴未艾，公司切入中高端领域，开启第二成长曲线 .....	22
3.1 IGBT：工控领域的核心，应用前景广阔 .....	23
3.2 MOSFET：新能源汽车、5G 基建驱动发展 .....	25
3.3 前瞻布局第三代半导体，有望打造新的增长点 .....	29
4. 全球功率半导体产能紧张，公司采用 IDM、Fabless 并行模式，实现产能自主可控 .....	32
4.1 全球功率半导体缺货、涨价延续，功率半导体国产替代进程有望加速 .....	32
4.2 公司采用 IDM、fabless 并行的生产模式，4/6/8 寸产线持续推进 .....	33
5. 投资建议 .....	34
6. 风险提示 .....	35

## 插图目录

图 1：公司分立器件 .....	4
图 2：公司产品下游应用领域丰富 .....	4
图 3：公司发展历程 .....	5
图 4：公司 2021 年营收构成情况 .....	5
图 5：公司近年半导体功率器件收入情况 .....	5
图 6：公司近年分立器件芯片收入情况 .....	5
图 7：公司近年半导体硅片收入情况 .....	5
图 8：公司近年营业收入情况 .....	6
图 9：公司近年归母净利润情况 .....	6
图 10：公司近年盈利能力情况 .....	7
图 11：公司近年期间费用率情况 .....	7
图 12：公司 2015-2021 年海外收入及同比增长率 .....	8
图 13：公司 2015-2021 年大陆、海外业务毛利率 .....	8
图 14：公司近年研发投入情况 .....	8
图 15：公司近年研发人员情况 .....	8
图 16：功率半导体产品范围示意图 .....	9
图 17：功率半导体分立器件应用领域 .....	10
图 18：功率半导体产业链情况 .....	11
图 19：2019 年全球功率半导体下游细分市场规模占比情况 .....	12
图 20：2019 年中国功率半导体下游细分市场规模占比情况 .....	12
图 21：2018 年中国功率半导体市场结构情况 .....	12
图 22：2017 年全球功率器件市场结构情况 .....	12
图 23：全球功率半导体市场规模及同比增速（含预测值） .....	13
图 24：中国功率半导体市场规模及同比增长率、占全球份额（含预测值） .....	13
图 25：肖特基二极管产品图 .....	15
图 26：快恢复二极管产品图 .....	15
图 27：2011 年-2021 年我国二极管及类似半导体器件进出口情况 .....	16

图 28：我国二极管进出口平均单价（美元/个，不含光敏二极管和发光二极管） .....	16
图 29：国家电网 2009-2020 年智能化及用电环节智能化投资金额 .....	18
图 30：泛在电力物联网应用架构 .....	18
图 31：中国光伏新增装机量及预测 .....	19
图 32：全球电动汽车充电桩数量预测 .....	19
图 33：全球海上风电装机预测 .....	19
图 34：全球新增储能装机预测 .....	19
图 35：国网智能电表（含采集设备）招标情况 .....	20
图 36：我国变频器行业市场规模及增速（含预测值） .....	21
图 37：公司二极管业务市场份额 .....	22
图 38：公司所生产的部分二极管品类 .....	22
图 39：2018 年 IGBT 市场结构情况 .....	23
图 40：全球 IGBT 市场规模 .....	24
图 41：中国 IGBT 市场规模 .....	24
图 42：中国新能源汽车 IGBT 市场规模及预测 .....	24
图 43：中国新能源发电 IGBT 市场规模及预测 .....	24
图 44：中国 MOSFET 主要分类——NMOS、PMOS .....	26
图 45：中国 MOSFET 产业链下游应用 .....	27
图 46：功率半导体在汽车中的应用 .....	28
图 47：5G 基站对功率器件性能要求提升 .....	28
图 48：2019 年中国 GaN、SiC 电子电力器件应用市场结构 .....	30
图 49：中国第三代半导体器件、衬底市场规模 .....	30
图 50：2018-2024 年全球 SiC 功率半导体市场规模 .....	31
图 51：中国大陆功率器件的国产化程度 .....	32
图 52：2019 年全球功率器件竞争格局 .....	32
图 53：2019 年全球 MOSFET 竞争格局 .....	32
图 54：2019 年中国新能源汽车 IGBT 模块竞争格局 .....	32
图 55：英飞凌 22Q2 分立器件交期及价格趋势 .....	33
图 56：安森美 22Q2 分立器件交期及价格趋势 .....	33
图 57：IDM 与 Fabless 业务模式下的业务流程对比 .....	33

## 表格目录

表 1：第四期股权激励计划公司层面业绩考核要求 .....	6
表 2：功率半导体的应用场景日益丰富 .....	9
表 3：我国近年促进功率半导体行业发展的相关政策 .....	13
表 4：二极管分类及简介 .....	15
表 5：感应式/电子式/智能电能表对比 .....	17
表 6：主要国家碳中和时间表 .....	19
表 7：国网 14/15 年存量单相智能电表所需二极管测算 .....	20
表 8：新基建 IGBT 应用场景分析 .....	25
表 9：新基建 IGBT 应用场景分析 .....	26
表 10：三代半导体代表性材料、主要特性及应用领域 .....	29
表 11：硅、氮化镓、碳化硅物理特性对比 .....	29
表 12：SiC 器件相比硅基半导体的优势 .....	30
表 13：公司盈利预测简表（截至 2022/07/26） .....	36

## 1. 国内老牌功率半导体企业，不断拓宽产品品类，业绩实现跨越式增长

国内老牌的功率半导体企业，产品品类丰富。扬州扬杰电子科技股份有限公司（以下简称“扬杰科技”）成立于 2006 年，并于 2014 年在创业板上市。公司自成立以来致力于功率半导体芯片及器件制造、集成电路封装测试等领域的产业发展，是国内少数集半导体分立器件芯片设计制造、器件封装测试、终端销售与服务等产业链垂直一体化（IDM）厂商。公司产品品类丰富，产品线包括各类电力电子器件芯片、MOSFET、IGBT 及 SiC 系列产品、大功率模块、小信号二三极管、功率二极管、整流桥等，并对外销售部分硅片和芯片，产品广泛应用于汽车电子、新能源、5G、电力电子、安防、工控、消费类电子等诸多领域。

图 1：公司分立器件

分立器件		晶圆				
整流器件	保护器件	小信号	Mosfet	模块&IGBT	汽车电子	SiC
<ul style="list-style-type: none"> <li>整流桥</li> <li>普通整流二极管</li> <li>快恢复二极管</li> <li>超高效整流二极管</li> <li>超快恢复二极管</li> <li>肖特基二极管</li> <li>光伏二极管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>瞬态抑制二极管</li> <li>晶闸管/浪涌保护器</li> <li>静电保护二极管</li> <li>稳压管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小信号开关二极管</li> <li>小信号肖特基二极管</li> <li>小信号稳压管</li> <li>小信号三极管</li> <li>小信号数字三极管</li> <li>功率三极管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高压Mosfet</li> <li>中低压Mosfet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>整流二极管模块</li> <li>快恢复二极管模块</li> <li>肖特基模块</li> <li>晶闸管模块</li> <li>晶闸管/整流二极管模块</li> <li>IGBT模块</li> <li>IGBT单管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小信号开关二极管</li> <li>小信号肖特基二极管</li> <li>小信号稳压管</li> <li>小信号三极管</li> <li>整流二极管</li> <li>快恢复二极管</li> <li>肖特基二极管</li> <li>瞬态抑制二极管</li> <li>静电保护二极管</li> <li>功率MOS管</li> <li>功率三极管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SiC肖特基二极管</li> </ul>

资料来源：公司官网，东莞证券研究所

图 2：公司产品下游应用领域丰富



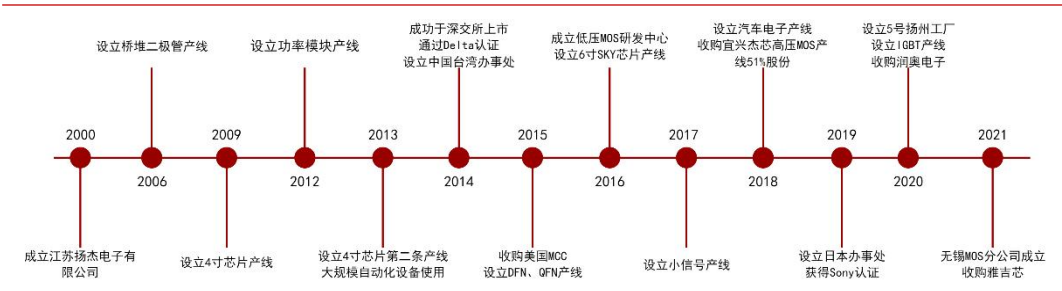
资料来源：公司官网，东莞证券研究所

扎根二极管领域，积极布局 MOSFET、IGBT 并迎来收获期。公司前身为扬杰投资，主要从事电子元器件贸易业务，凭借多年的电子元器件销售经验、客户积累以及对半导体分立器件产品的了解，公司 2006 年开始向产业链上游延伸，设立扬杰有限，并在同年开设桥堆二极管产线。主要产品包括整流二极管、光伏二极管等多个品种，据芯谋研究数据，2019 年公司功率二极管的市场份额全国第一，达到 13.5%，整流桥市占率全球第一，达到 20.5%，行业地位领先。2017 年，公司切入功率器件中高端领域，组建



MOSFET、IGBT 器件研发及市场团队。经过多年发展，MOSFET、IGBT 系列产品开发、验证进展顺利，产品逐步放量，收入占比迅速提高。据公司年报，公司 2021 年 MOSFET 产品收入同比增长 130%、IGBT 产品收入同比增长 500%，产品进入快速放量阶段。

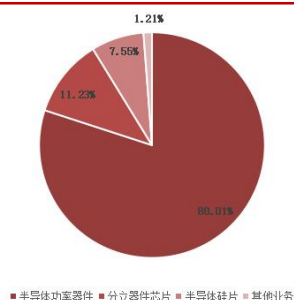
图 3：公司发展历程



资料来源：公司官网，东莞证券研究所

**营收结构：半导体功率器件为公司主要收入来源。**从营收结构看，公司营收来源于半导体功率器件、分立器件芯片和半导体硅片三大板块，其他业务占比较低。三大业务中，半导体功率器件是公司主要收入来源，近年收入占比基本在 80% 附近。2021 年半导体功率器件收入 35.18 亿元，同比大增 70.86%，营收占比为 80.01%；分立器件芯片、半导体硅片收入分别为 4.94 和 3.32 亿元，同比分别增长 23.81% 和 159.38%，占收入比重分别为 11.23% 和 7.55%。

图 4：公司 2021 年营收构成情况



数据来源：Wind，东莞证券研究所

图 6：公司近年分立器件芯片收入情况



数据来源：Wind，东莞证券研究所

图 5：公司近年半导体功率器件收入情况



数据来源：Wind，东莞证券研究所

图 7：公司近年半导体硅片收入情况

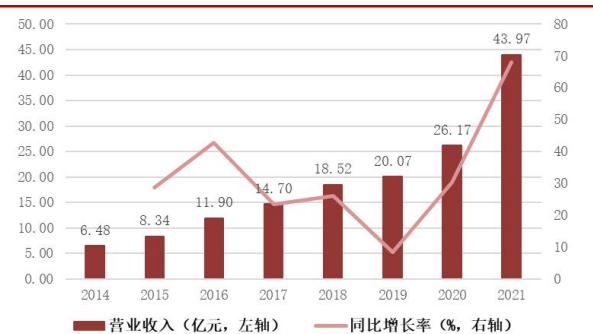


数据来源：Wind，东莞证券研究所

公司上市以来不断扩展业务范围，经营业绩实现跨越式增长。公司上市以来不断扩大业务范围，上市之初以生产二极管整流桥为主，2006 年在扬州设立第一条桥堆二极管封测生产线，2009 出资 4000 万元建成第一条 4 吋芯片生产线，开始转型成 IDM 功率半

导体厂商；2018 年，收购成都青洋 60%股权，成都青洋主要业务为半导体单晶硅片的生产与制造；2021 年，通过成都青洋收购四川雅吉芯 80.5%股权，四川雅吉芯主业为半导体外延材料的研发与生产。上市以来，公司围绕功率半导体主业不断扩张业务版图，实现了从上游硅片、外延到下游芯片器件的全产业链布局，经营业绩也实现跨越式增长。2014 年上市之初，公司当年营业收入为 6.48 亿元，至 2021 营收规模扩大至 43.97 亿元，2014-2021 年复合增长率为 31.46%，归母净利润从 1.12 亿元增长至 7.68 亿元，2014-2021 年复合增速为 31.66%。

图 8：公司近年营业收入情况



数据来源：Wind，东莞证券研究所

图 9：公司近年归母净利润情况



数据来源：Wind，东莞证券研究所

**预计 22H1 业绩实现同比高增长，新能源业务景气高企。**公司于 7 月 1 日发布半年度业绩预告，22H1 预计实现归母净利润 5.16-6.20 亿元，同比增长 50%-80%，实现扣非归母净利润 5.06 亿元-6.09 亿元，同比增长 51.93%-82.96%。2022 年上半年，风光储、新能源汽车等新兴应用领域景气高企，下游需求旺盛，公司积极抓住功率半导体国产替代加速契机，实现清洁能源和汽车电子业务的持续快速放量，助推业绩快速增长。

**持续加大新品开拓，22H1 新产品业绩表现突出。**2022 年上半年，公司在深入了解客户需求的基础上，持续加大研发投入，不断开发出具有市场竞争力的高附加值产品，2022 年上半年新产品业绩表现突出。据公司业绩预告，2022 年上半年公司 MOSFET、IGBT、SiC 等产品销售收入同比增速均超过 100%，小信号产品销售收入同比增长 80%。

**发布第四期股权激励计划，有望充分调动员工积极性。**公司上市以来累计实施过 3 期股权激励计划，并于 2022 年 6 月发布第四期股权激励计划草案，拟向公司包含核心管理人员和技术骨干在内的 110 位激励对象授予限制性股票 80 万股，占公司总股本 0.1561%，授予价格为每股 35.52 元。本次激励计划的业绩考核目标为：以 2021 年净利润为基数，第一个归属期条件为 2022 年净利润增长率不低于 30%，第二个归属期条件为 2023 年净利润增长率不低于 60%。通过广泛实施股权激励计划，有望深度绑定公司核心人员与公司利益，充分调动团队积极性，由此提升员工的凝聚力和团队的稳定性，激发管理团队、业务团队的积极性，提高经营效率，降低经营成本，利好公司的长远发展。

表 1：第四期股权激励计划公司层面业绩考核要求

归属安排	业绩考核目标
第一个归属期	以 2021 年净利润为基数，2022 年净利润增长不低于 30%
第二个归属期	以 2021 年净利润为基数，2023 年净利润增长不低于 60%

表 1：第四期股权激励计划公司层面业绩考核要求

归属安排

业绩考核目标

资料来源：公司公告，东莞证券研究所

**收购楚微半导体 40%股权，强化中高端功率半导体领域产能布局。**2022 年 6 月 6 日，扬杰科技公告称将以合计 3.75 亿元（标的成交价格 2.95 亿元，并出资 8000 万元完成后续实缴资本）收购湖南楚微半导体 40%股权，交易完成后，楚微半导体将成为公司的参股子公司。楚微半导体主营业务为晶圆制造，目前已建成一条 8 英寸 0.25um-0.13um 的集成电路成套装备验证工艺线，月产能为 1 万片，产能持续爬坡中；此外，楚微半导体二期规划于 2024 年 12 月 31 日前完成增加建设一条产能 3 万片/月的 8 英寸硅基产线和一条产能 0.5 万片/月的 6 英寸碳化硅产线。此次收购有助于完善公司的芯片尺寸和全系列产能，公司 IDM 能力正式进入 8 英寸时代，有助于突破公司产能制造瓶颈，强化中高端功率器件产能布局。

**盈利能力持续提升，控费能力不断加强。**近年公司毛利率、净利率总体呈现上升的趋势，2021 年毛利率为 35.11%，同比提升 0.83 个百分点，净利率为 17.47%，同比提升 3.03 个百分点。公司近年期间费用呈现逐步下降的趋势，2021 年同比下降了 2.30 个百分点至 8.40%，控费能力持续加强。

图 10：公司近年盈利能力情况



数据来源：Wind，东莞证券研究所

图 11：公司近年期间费用率情况



数据来源：Wind，东莞证券研究所

**持续推进国际化战略布局，加强“扬杰+MCC”双品牌推广。**公司于 2015 年收购了以运营“MCC”品牌并以半导体销售为主业的三家公司，有效拓宽海外销售渠道，加速国际化布局。据公司年报，公司目前设有广州、珠海、深圳等 20 个境内技术服务站，境外设有韩国、日本、印度、新加坡、美国、德国、土耳其、意大利、法国、墨西哥、马来西亚 11 个国际营销、技术网点。通过实行“扬杰”和“MCC”双品牌运作，“扬杰”品牌主攻国内和亚太市场，“MCC”品牌主打欧美市场，实现双品牌的全球市场渠道覆盖，不断扩大国内外销售和技术网络的辐射范围，为各大终端客户提供直接的专业产品和技术支持服务，持续提升公司国际化服务水平。2022 年上半年，全球功率半导体产能紧张，海外客户对公司产品采购意向持续增强，MCC 品牌的销售收入实现同比翻倍增长，公司整体毛利也相应提升。

**海外业务持续拓展，公司外销收入持续增长。**在收购“MCC”后，公司海外销售渠道得到有效拓宽，海外业务营收不断增长。2016 年，公司海外业务营收为 3.71 亿元，2021 年增长至 10.56 亿元，2016-2021 年年均复合增速为 23.27%，占营收比重保持在 24%以

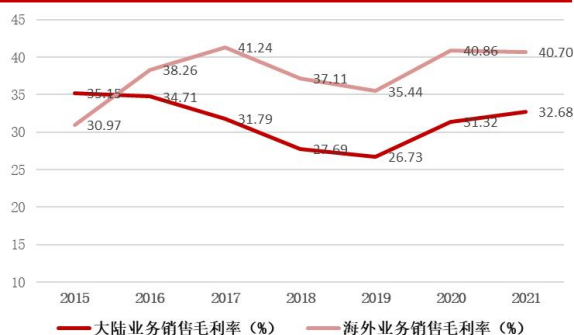
上；盈利能力方面，公司海外业务附加值较高，2017-2021 年海外业务平均毛利率为 39.07%，大陆业务平均毛利率为 30.04%，因此海外业务快速发展能有效提高公司整体毛利。

图 12：公司 2015-2021 年海外收入及同比增长率



数据来源：Wind，东莞证券研究所

图 13：公司 2015-2021 年大陆、海外业务毛利率



数据来源：Wind，东莞证券研究所

**公司重视研发，逐年加大研发投入。**电力电子器件行业属于技术密集型产业且技术升级换代较快，对从业企业的生产技术水平及行业经验积累要求较高，要求行业内企业具备较强的研发及技术创新能力。公司重视研发，通过研发驱动企业长期成长，并逐年提升公司研发费用占比。2021 年，公司研发费用达到 2.42 亿元，同比大幅增长 84.73%，研发投入占收入比重达到 5.50%，相比上一年提高 0.49 个百分点；通过高强度的研发投入，公司不断开拓新产品线，加快产品迭代，在发展中高端 MOSFET、IGBT 芯片及器件的同时，面向功率器件高端领域，加强 SiC 晶圆、GaN 晶圆研发设计，加强第三代半导体高温封装的研发；面向未来功率器件的中高端领域，储备第三代半导体的技术和人才。

图 14：公司近年研发投入情况



数据来源：Wind，东莞证券研究所

图 15：公司近年研发人员情况



数据来源：Wind，东莞证券研究所

**收购楚微半导体 40%股权，强化中高端功率半导体领域布局。**2022 年 6 月 6 日，扬杰科技公告称将以合计 3.75 亿元（标的成交价格 2.95 亿元，并出资 8000 万元完成后续实缴资本）收购湖南楚微半导体 40%股权，交易完成后，楚微半导体将成为公司的参控股子公司。楚微半导体主营业务为晶圆制造，目前已建成一条 8 英寸 0.25um-0.13um 的集成电路成套装备验证工艺线，月产能为 1 万片，产能持续爬坡中；此外，楚微半导体二期规划于 2024 年 12 月 31 日前完成增加建设一条产能 3 万片/月的 8 英寸硅基产线和一条产能 0.5 万片/月的 6 英寸碳化硅产线。此次收购有助于完善公司的芯片尺



寸和全系列产能，公司 IDM 能力正式进入 8 英寸时代，有助于突破公司产能制造瓶颈，强化中高端功率器件产能布局。

## 2. 功率半导体市场稳健增长，公司二极管基本盘稳固

### 2.1 功率半导体是电能转换与电路控制的核心，市场规模稳健增长

**电力半导体芯片是电能转换与电路控制的核心。**公司主营业务电力半导体芯片的研发、生产和销售。功率半导体是发电、输配电、电能变化、储能等装备的核心，用于电能分配、转换和控制。其对电能的控制，类似于水龙头阀门对水流的调节和控制，可对电流、电压、功率、频率、相位进行精确高效的控制和变换。

**作为电力电子的基础，功率半导体的需求场景日益丰富。**功率半导体是构成电力电子转换装置的核心组件，几乎进入国民经济各个工业部门和社会生活的各个方面，电子设备应用场景日益丰富，功率半导体的市场需求也与日俱增。随着新应用场景的出现和发展，功率半导体的应用范围已从传统的消费电子、工业控制、电力传输、计算机、轨道交通、新能源等领域，扩展至物联网、电动汽车、云计算和大数据等新兴应用领域。

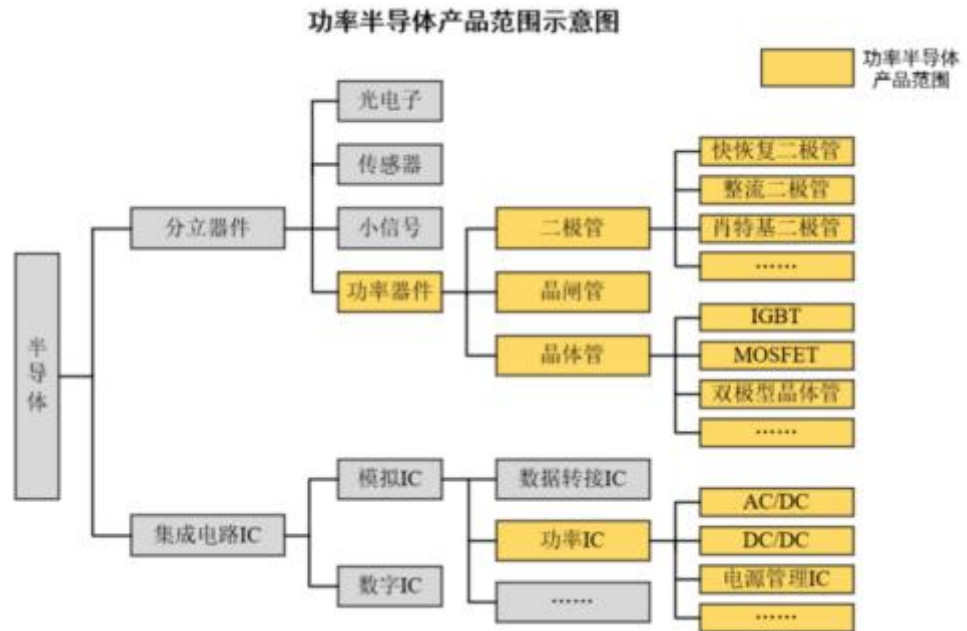
表 2：功率半导体的应用场景日益丰富

应用领域	应用场景
消费电子	电子装置的电源及充电系统、功率半导体照明电源、消费电子变频器。
工业控制	可控整流电源或直流斩波电源、电机变频驱动系统的核心器件。
电力传输	直流输电、柔性交流输电、无功补偿技术、谐波抑制技术以及防止电网瞬时停电、瞬时电压跌落、闪变等提高供电质量的技术。
计算机	电源适配器、电源管理 IC 等将大电流转化为集成电路可以处理的小电流。
轨道交通	直流机车中的整流装置，交流机车中的变频装置，高铁、动车、磁悬浮列车等交通的直流斩波器。
新能源发电	光伏逆变、风力发电、太阳能发电、地热能发电、生物能和燃料电池发电系统中的逆变器、变流器等装置中。
物联网	物联网设备对高精密度和低功率有更高的要求，出于节能的考虑，需要通过加装负载开关等功率半导体原件来实现每一用电端的单独控制，从而降低设备功耗。
电动汽车	电源、照明等系统：新能源汽车充电桩（器）、电力变换系统、驱动控制系统与电池充电系统。
数据中心和服务器	数据中心的主要成本为电能，功率半导体在优化数据中心的能效方面发挥着核心作用，用于整流，电池充电和 DC/AC 逆变。

资料来源：黄山芯微招股说明书，东莞证券研究所

**按类别划分，功率半导体可分为功率器件和功率 IC 两大类。**功率半导体主要用于改变电子装置中电压和频率、直流交流转换等，按类别可分为功率器件和功率 IC 两大类，其中功率器件包括主要包括二极管、晶闸管和晶体管，晶体管根据应用领域和制程不同又可分为 IGBT、MOSFET 和双极型晶体管等；功率 IC 属于模拟 IC，包含电源管理 IC、驱动 IC、AC/DC 和 DC/DC 等。

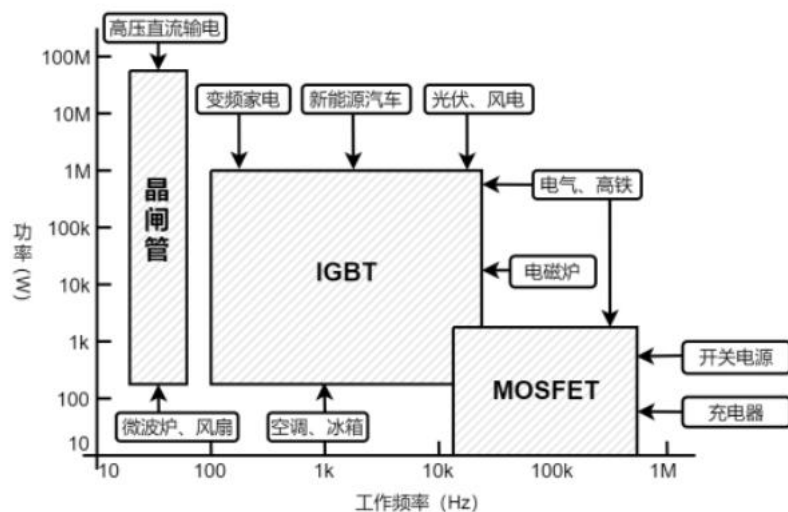
图 16：功率半导体产品范围示意图



资料来源：宏微科技招股书，东莞证券研究所

从器件结构看，功率半导体呈现多世代并存的特点。功率半导体自 20 世纪 50 年代开始发展，至今形成以二极管、晶闸管、MOSFET、IGBT 等为代表的多世代产品体系。新技术、新产品的诞生拓宽了原有产品和技术的应用范围，适应更多终端产品的需求，且每类产品在功率、频率、开关速度等参数上均具有不可替代的优势，因此功率半导体市场呈现多世代并存的特点。

图 17：功率半导体分立器件应用领域



资料来源：黄山芯微招股说明书，东莞证券研究所

**二极管：**二极管结构简单，有单向导电性，只允许电流由单一方向流过，由于无法对导通电流进行控制，属于不可控型器件。二极管广泛应用于各种电子产品中，主要用于整流、开关、稳压、限幅、续流、检波等。

**晶闸管：**与二极管相比，晶闸管用微小的触发电流即可控制主电路的开通，在实际应用中主要作为可控整流器件和可控电子开关使用，主要用于电机调速和温度控制等场景。与其他功率半导体相比，晶闸管具有更高电压，更大电流的处理能力，在大功率应用领域具有独特的优势，主要应用场景有工业

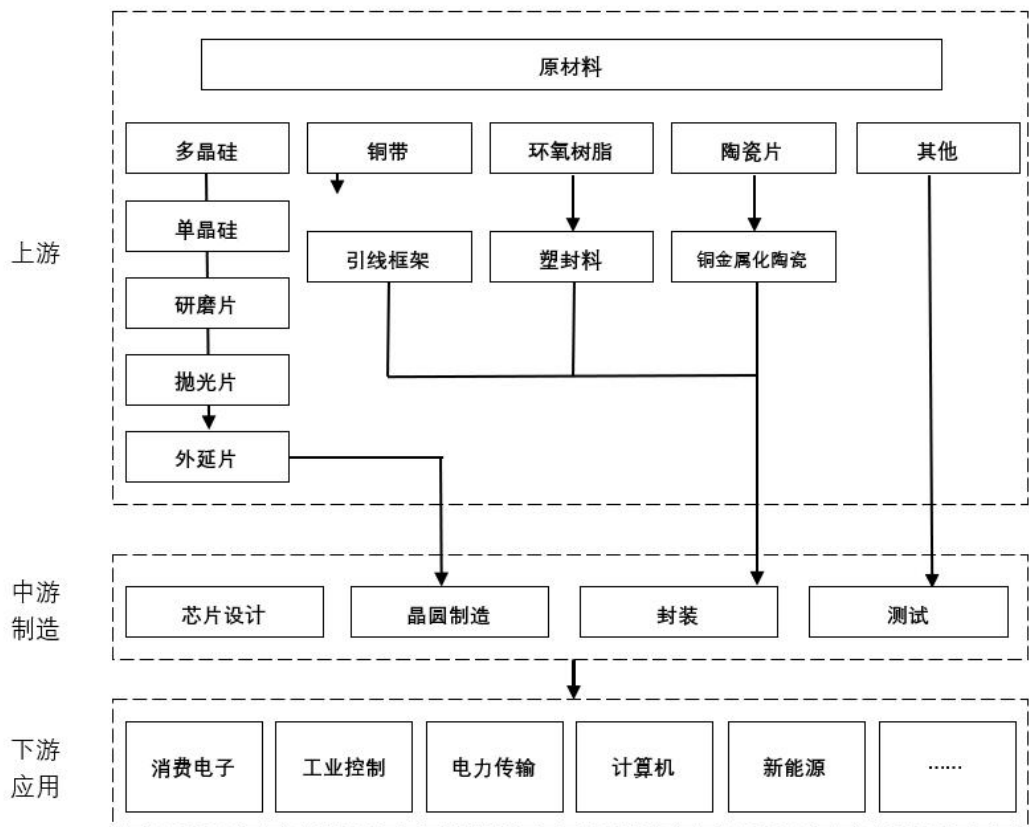
控制的电源模块、电力传输的无功补偿装置、家用电器的控制板等领域。

**MOSFET：**MOSFET 为电压控制型器件，具有开关和功率调节功能。与二极管和晶闸管依靠电流驱动相比，电压驱动器件电路结构简单；与其他功率半导体相比，MOSFET 的开关速度快、开关损耗小，能耗低、热稳定性好、便于集成，在节能以及便携领域具有广泛应用。

**IGBT：**IGBT 为电压驱动型器件，耐压高，工作频率介于晶闸管和 MOSFET 之间，能耗低、散热小，器件稳定性高。在低压下，MOSFET 相对 IGBT 在电性能和价格上具有优势；超过 600V 以上，IGBT 的相对优势凸显，电压越高，IGBT 优势越明显。目前 IGBT 在轨道交通、汽车电子、风力和光伏发电等高压领域应用广泛。

**功率半导体产业链情况：**上游以原材料为主，下游应用领域广泛。功率半导体上游为原材料，包括硅片（研磨片、抛光片和外延片）、铜片、引线框架、管壳及散热器等，涉及材料工业、装备制造业、化学工业等行业，原材料价格直接影响到下游企业整体成本。功率半导体下游应用广泛，几乎涵盖所有电子制造业，包括为消费电子、工业控制、电力传输和新能源等领域。

图 18：功率半导体产业链情况

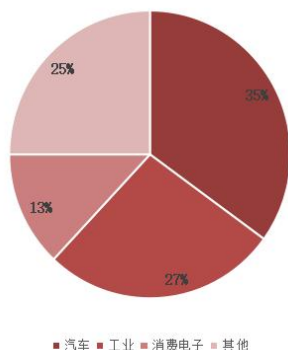


资料来源：黄山芯微招股说明书，东莞证券研究所

**下游应用占比：**汽车、工业和消费电子为功率半导体主要应用领域。功率半导体的主要作用是电力转换和功率控制，核心目标为提高能量转换效率并减少功耗。从下游应用领域的占比来看，2019 年全球功率半导体细分市场规模占比从高到低依次为：汽车（35%）、工业（27%）、消费电子（13%）和其他（25%）领域，由此可见，汽车和工业是功率半导体最主要的下游应用领域。国内市场方面，功率半导体以汽车、消费电

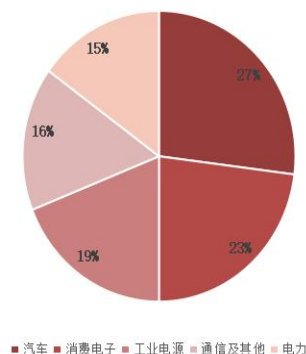
子为主要的应用领域，其中汽车、消费电子、工业电源、电力、通信等其他领域占功率半导体下游应用比重分别为 27%、23%、19%、15%和 16%。

图 19：2019 年全球功率半导体下游细分市场规模占比情况



数据来源：观研天下，东莞证券研究所

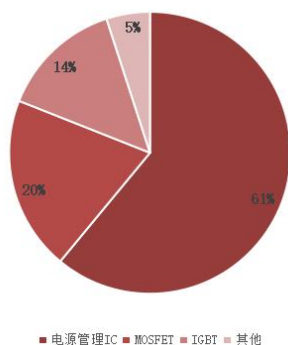
图 20：2019 年中国功率半导体下游细分市场规模占比情况



数据来源：观研天下，东莞证券研究所

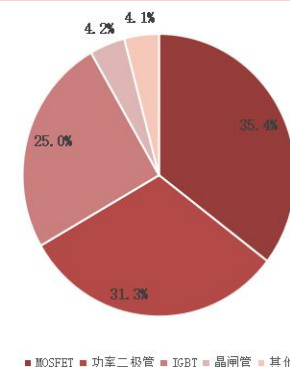
从市场结构来看，电源管理 IC、MOSFET 和 IGBT 占比位列功率半导体位列前三。从市场结构来看，电源管理 IC、MOSFET 和 IGBT 为我国功率半导体占比最高的三个分支。根据 IHS 数据，截至 2018 年，我国电源管理 IC 市场规模为 84.3 亿美元，份额占比达 61%，MOSFET 和 IGBT 份额分别为 20%和 14%，三者占比合计达 95%。近几年，受益下游消费电子、通讯行业和新能源汽车的快速发展，电源管理 IC 市场维持稳健增长态势，而未来随着新能源汽车行业快速发展，IGBT 和 MOSFET 有望步入快速发展期。在全球功率器件方面，MOSFET、功率二极管和 IGBT 是最重要的三个细分领域。从市场份额看，根据 Yole 数据，2017 年全球 MOSFET 规模占功率器件市场的 35.4%，位列第一，功率二极管和 IGBT 市场份额分别为 31.3%和 25.0%，分列第二、三位。

图 21：2018 年中国功率半导体市场结构情况



数据来源：中商产业研究院，东莞证券研究所

图 22：2017 年全球功率器件市场结构情况



数据来源：Yole，东莞证券研究所

功率半导体应用领域不断拓宽，市场规模稳健增长。随着社会经济快速发展和技术工艺的不断进步，功率半导体的应用领域已从传统的工业控制拓展至新能源、轨道交通、智能电网和变频家电等诸多市场，带动行业天花板不断上调。根据 IHS 数据，2014-2019 年全球功率半导体市场规模从 360.0 亿美元增长至 453.9 亿美元，年复合增长率为 4.74%，行业市场规模稳健增长。

我国是全球最大的功率半导体消费国，市场增速高于全球平均水平。我国是全球制造业大国，功率半导体需求空间广阔，近年来功率半导体市场规模占全球比重保持在 30%



以上且逐步提升。受益旺盛的下游市场需求和功率半导体领域国产替代的持续推进，我国 2014-2019 年功率半导体市场规模复合增速为 7.17%，高于全球同期平均水平。

图 23：全球功率半导体市场规模及同比增速（含预测值）



数据来源：IHS，东莞证券研究所

图 24：中国功率半导体市场规模及同比增长率、占全球份额（含预测值）



数据来源：IHS，东莞证券研究所

**国家政策大力支持，功率半导体发展有望驶入快车道。**随着“智能制造”和“新基建”等国家政策的深入推进，以及“碳达峰、碳中和”双碳战略的落实，功率半导体作为实现电气化系统自主可控以及节能环保的核心零部件，未来将在智能电网、新能源汽车、云计算和大数据中心等领域有着大量且迫切的需求。此外，功率半导体器件行业是我国重点鼓励和支持的产业，特别是中美贸易摩擦发生以来，关键元器件领域的自主可控显得愈发重要。因此国家近年来制订了一系列政策鼓励、支持和促进国内功率半导体行业的发展。其中，《“十四五”规划》提出，集中优势资源攻关关键元器件零部件等领域关键核心技术。未来在政策的护航之下，功率半导体行业有望驶入发展快速道。

表 3：我国近年促进功率半导体行业发展的相关政策

时间	发布机构	政策名称	内容概要
2021 年 3 月	十三届全国人大四次会议	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》	聚焦新一代信息技术、生物技术、新能源、新材料、高端装备、新能源汽车、绿色环保以及航空航天、海洋装备等战略性新兴产业，加快关键核心技术创新应用，增强要素保障能力，培育壮大产业发展新动能；培育壮大人工智能、大数据、区块链、云计算、网络安全等新兴数字产业，提升通信设备、核心电子元器件、关键软件等产业水平。
2021 年 1 月	工业和信息化部	《基础电子元器件产业发展行动计划（2021-2023 年）》	实施重点产品高端提升行动，重点发展微型化、片式化阻容感元件，高频率、高精度频率元器件，耐高温、耐高压、低损耗、高可靠半导体分立器件及模块；实施重点市场应用推广行动，在高端装备制造市场推动功率器件、高压直流继电器等高可靠电子元器件的应用。
2019 年 11 月	国家发展改革委员会	《产业结构调整指导目录（2019 年）》	将“半导体、光电子器件、新型电子元器件（片式元器件、电力电子器件、光电子器件、敏感元器件及传感器、新型机电元件、高频微波印制电路板、高速通信电路板、柔性电路板、高性能覆铜板等）等电子产品用材料”列为鼓励类
2019 年 10 月	工业和信息化部	《关于政协十三届全国委员会第二次会议第 2282 号（交办类 256 号）提案答复的函》	积极支持工业半导体材料、芯片、器件、IGBT 模块领域关键技术攻关，并出扶持技术攻关及产业发展政策的建议。
2018 年 11 月	国家统计局	《战略性新兴产业分类（2018 年版）》	将 8 英寸硅外延片归类为重点产品；3 新材料行业-3.4 先进无机非金属材料-3.4.3 人工晶体

表 3：我国近年促进功率半导体行业发展的相关政策

时间	发布机构	政策名称	内容概要
			造-3.4.3.1 半导体晶体制造-6 英寸、8 英寸及以上单晶硅片，硅外延片。
2018 年 7 月	工业和信息化部、国家发展和改革委员会	《两部委关于印发《扩大和升级信息消费三年行动计划（2018-2020 年）》的通知》	促进信息技术在消费领域的带动作用显著增强，到 2020 年，信息消费规模达到 6 万亿元，年均增长 11%以上。拉动相关领域产出达到 15 万亿元。上述应用场景给分立器行业在家用电器、网络通信、物联网及 5G 基站等领域的发展增添新动能。
2017 年 1 月	国家发展和改革委员会	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016 年版）》	重点支持电子核心产业，电力电子功率器件，包括金属氧化物半导体场效应管（MOSFET）、绝缘栅双极晶体管芯片（IGBT）及模块、快恢复二极管（FRD）、垂直双扩散金属-氧化物场效应晶体管（VDMOS）、可控硅（SCR）、5 英寸以上大功率晶闸管（GTO）、集成门极换流晶闸管（IGCT）、中小功率智能模块。国家重点支持的高新技术领域：半导体材料。将关键电子材料纳入重点产品目录，包括硅材料（硅单晶、抛光片、外延片、绝缘硅、锗硅）及化合物半导体材料，蓝宝石和碳化硅等衬底材料，金属有机源和超高纯度气体等外延用原料，高端 LED 封装材料，高性能陶瓷基板等。
2016 年 11 月	国务院	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	提出做强信息技术核心产业，提升核心基础硬件供给能力，推动电子器件变革性升级换代，加强低功耗高性能新原理硅基器件、硅基光电子、混合光电子、微波光电子等领域前沿技术和器件研发。
2016 年 11 月	国家制造强国建设战略咨询委员会	《工业“四基”发展目录（2016 年版）》	将 8 英寸、12 英寸集成电路硅片列为新一代信息技术领域关键基础材料的首位，将功率半导体器件列入先进轨道交通装备领域的核心基础零部件（元器件）。
2016 年 1 月	科技部、财政部、国家税务总局	《关于修订印发《高新技术企业认定管理办法》的通知》	国家重点支持的高新技术领域：“一、电子信息”之“（六）新型电子元器件”之“3. 大功率半导体器件”；“四、新材料”之“（一）金属材料”之“6. 半导体新材料制备与应用技术”：大尺寸硅单晶生长、晶片抛光片、SOI 片及 SiGe/Si 外延片制备加工技术；大尺寸砷化镓衬底、抛光及外延片、GaAs/Si 材料制备技术。
2015 年 5 月	国务院	《中国制造 2025》	针对核心基础零部件（元器件）、先进基础工艺、关键基础材料和产业技术基础（统称“四基”）等工业基础能力薄弱现状，着力破解制约重点产业发展的瓶颈。大力推动十大重点领域突破发展，其中新一代信息技术产业列在首位。
2014 年 6 月	国务院	《国家集成电路产业发展推进纲要》	带动产业链协同可持续发展，努力实现集成电路产业跨越式发展；到 2020 年，集成电路产业与国际先进水平的差距逐步缩小；到 2030 年，集成电路产业链主要环节达到国际先进水平。突破集成电路关键装备和材料，加强集成电路制造企业和装备、材料企业的协作，加快产业化进程，增强产业配套能力。设立国家产业投资基金。

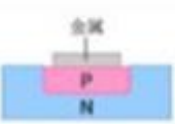

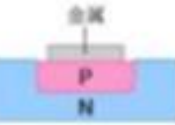
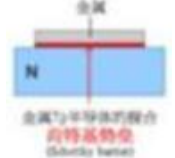


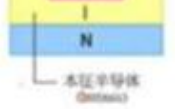

资料来源：公开资料整理，东莞证券研究所

## 2.2 二极管：结构最简单的功率半导体器件，本土自给率不断提高

二极管是最常用的电子元件之一，应用领域广泛。二极管（Diode）是使用硅、硒、锗等半导体材料制成的二端器件，它具有正向导通、反向截止功能特性，因此被广泛应用于整流场景，是最早诞生的半导体器件之一，应用领域广泛。从分类看，按具体用

途，二极管包括整流二极管、快恢复二极管、肖特基二极管和稳压二极管等，在电子电路中一般起到整流、稳压、检波、保护等作用，下游应用领域涵盖了消费类电子、网络通讯、安防、工业等。

表 4：二极管分类及简介

名称	结构	符号	用途及特性
整流二极管			对一定频率的交流电进行整流作用, 将交流电转换为直流电。具有高电压、高电流特性。易获得 1A 以上、400V/600V 的高耐压。
开关二极管			开关功能的二极管。具有正向施加电压时电流通过 (ON)，反向施加电压时电流停止 (OFF) 的性能。反向恢复时间 ( $t_{rr}$ : 导通状态到完全关闭状态所经过的时间) 短，开关特性相对其他二极管较为优异。
肖特基势垒二极管			利用了金属和半导体接合产生的肖特基势垒。具有正向电压低，开关速度快的特点。但漏电流 ( $I_R$ ) 大，有如果热设计错误则引起热失控的缺点。
齐纳二极管			利用 pn 结反向击穿状态, 能在电流变化范围内, 而保持电压稳定所研发出来稳压作用的二极管。
TVS 二极管			瞬态电压抑制二极管, 是一种新型的高效电路保护器件之一, 具有 P 秒级的响应时间和高浪涌吸收能力。
高频二极管			由电阻值高的型半导体制成。正向电压条件下, 具有可变电阻特性, 反向电压条件下, 具有电容器特性。利用其高频特性, 作为高频信号开关衰减器 AGC 电路用可变电阻元件使用。

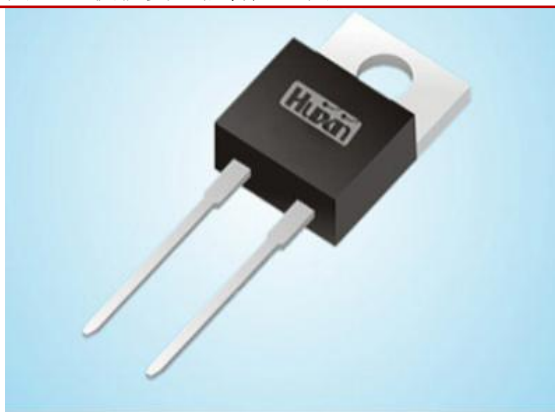
资料来源：互联网公开资料整理，东莞证券研究所

图 25：肖特基二极管产品图



数据来源：慧芯，东莞证券研究所

图 26：快恢复二极管产品图



数据来源：慧芯，东莞证券研究所

下游新兴应用领域不断发展，我国二极管行业市场规模保持向上趋势。受益下游物联网、云计算、智能制造、智能交通和医疗电子等新兴应用领域市场的不断拓展，我国半导体二极管行业市场规模保持向上趋势。根据中国电子信息产业统计年鉴数据，国

内半导体二极管市场规模从 2014 年的 2,856 亿只增长至 2018 年的 16,590 亿只，2014-2018 年复合增长率为 55.25%；而根据 Yole 数据，2019 年全球二极管及整流器市场规模约为 39.93 亿元，占功率器件市场规模比重为 23.99%。

近年我国二极管领域本土自给率逐步提升，自主可控程度不断加强。受益下游发展，我国二极管市场规模不断提升，进、出口规模持续扩大。根据海关总署数据统计，从 2001 年至 2021 年，我国二极管进口金额从 29.16 亿美元增长至 296.88 亿美元，年复合增长率为 12.25%，出口金额从 9.60 亿美元增长至 475.30 亿美元，年复合增长率高达 21.54%。从进出口金额来看，我国近 20 年来二极管及类似半导体的出口增速远高于进口增速，二极管出口金额/进口金额指标呈上升态势，且从 2014 年起，我国二极管的出口数量已超过进口数量，反映国内企业在二极管领域的自主可控程度不断加强。

图 27：2011 年-2021 年我国二极管及类似半导体器件进出口情况

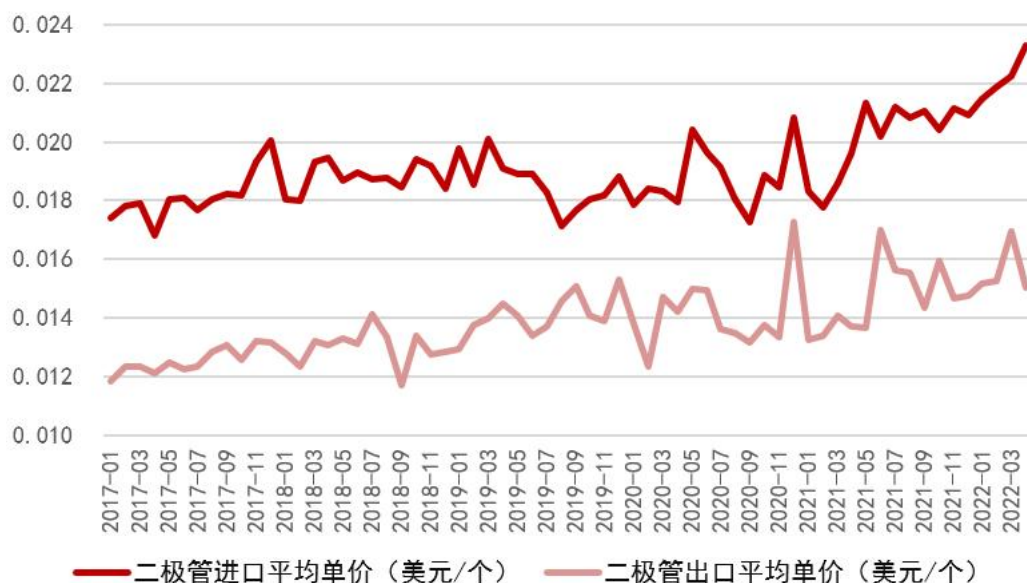


资料来源：海关总署，东莞证券研究所

我国所生产的二极管仍偏中低端，高端领域有待突破。与其它功率品类相比，二极管的门槛较低，比较注重生产成本的控制，市场竞争格局较为分散，厂商数量众多。近年来，我国凭借成本优势、政策优势和贴近下游市场的优势，在二极管领域取得较大进步，二极管也成为功率器件中率先实现国产替代突破的领域。虽然我国近年来在二极管领域取得长足进步，但我国目前生产的二极管仍然以中低端产品为主，在技术壁垒高、产品附加值较高的二极管方面话语权较弱。从进出口平均单价来看，2017 年以来我国二极管（不含光敏二极管和发光二极管）进口的平均单价为 0.0191 美元/个，出口的平均单价为 0.0138 美元/个，且每年二极管的平均进口单价均高于平均出口单价，说明与进口的二极管产品相比，我国本土自制的二极管产品仍然以中低端产品为主，产品附加值较低，高端产品亟待突破。

图 28：我国二极管进出口平均单价（美元/个，不含光敏二极管和发光二极管）





资料来源：海关总署，东莞证券研究所

## 2.3 智能电表、变频器等下游发展驱动二极管需求增长，公司功率二极管基本盘稳固

### 2.3.1 智能电表：电表更换周期已至，有望拉动数亿只二极管需求

智能电表功能不断丰富，逐渐成为市场主流产品。自 19 世纪世界上第一块感应式电能表面世以来，电表大致经历了三次大的换代阶段，主要包括感应式电表、电子式电表和智能电能表。与传统电表相比，智能电表除了具备传统的计量计费功能外，还能实现双向计费、双向通信、数据采集分析和防窃电等一系列功能。近年随着传感器、通信和智能控制等技术的逐步发展，智能电表的功能不断丰富，逐渐成为市场主流产品。

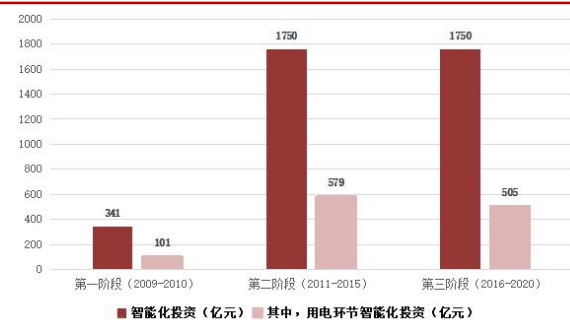
表 5：感应式/电子式/智能电能表对比

名称	介绍	示意图
感应式电能表	又称感应机械式电能表，通过磁场作用计算转盘转数来计量用电量的一种电能表，已有 100 多年历史。	
电子式电能表	全电子元件结构，通过电流与电压作用来计量用电量的一种电能表，正逐步取代传统的感应式电能表。	
智能电能表	是智能电网的终端设备，提供互动性服务，具有智能化自适应处理能力的一种电子式电能表。	

资料来源：林洋能源招股书，互联网公开资料，东莞证券研究所

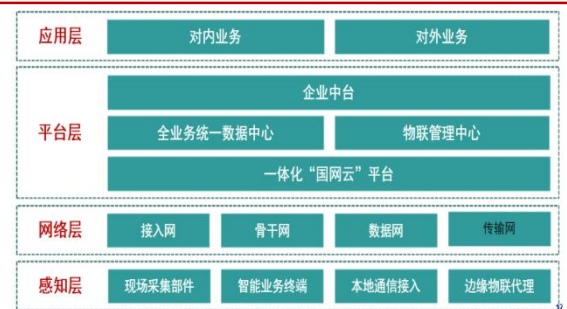
智能电表有望受益于智能电网投资力度加大及泛在物联网建设工程。2010 年国家电网发布《国家电网智能化规划总报告》，提出 2009-2020 年智能化投资累计达到 3,841 亿元，并指出第三阶段（2016-2020 年）要深化用电信息采集系统和智能电能表的应用，用电环节智能化投资 505 亿元，占智能化投资的比重达到 28.86%。2019 年国网发布《泛在电力物联网白皮书》，提出利用移动互联、人工智能、先进通信等新兴技术，实现电力系统各环节万物互联、人机交互，计划到 2021 年初步建成泛在电力物联网，现涉电业务上线率达 70%，到 2024 年建成泛在电力物联网，实现涉电业务上线率达 90%。

图 29：国家电网 2009-2020 年智能化及用电环节智能化投资金额



数据来源：《国家电网智能化规划总报告》，迦南智能招股书，东莞证券研究所

图 30：泛在电力物联网应用架构



数据来源：国家电网，东莞证券研究所

“十四五”期间电网总投资规模大幅提高，基础硬件设备深度受益。“十四五”期间，国家电网计划投入 3,500 亿美元（约合 2.23 万亿元）推进电网转型升级，南方电网预计总体电网建设将规划投资约 6,700 亿元，以加快数字电网建设和现代化电网进程，若叠加国内地方性电网公司的投资规划，全国电网总投资预计近 3 万亿元，将大幅高于“十三五”期间全国电网总投资 2.57 万亿元，巨大的投资规模将进一步拉动智能电网产业链的发展。智能电表作为智能电网建设、泛在物联网建设的基础硬件设备将深度受益，二极管作为智能电表的零部件也将持续受益。

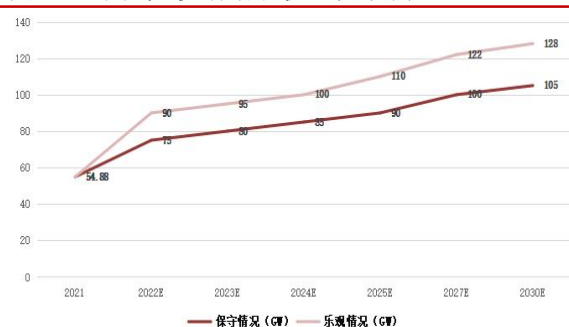
**新能源基建持续推进，有望进一步带动智能电表需求。**为了应对气候问题，近年来全球主要国家陆续提出实现“碳中和”的日程表，其中我国提出 2030 年碳达峰、2060 年碳中和的目标。在“碳中和”目标的约束下，各国进一步加快可再生能源的投资力度，积极推动新能源汽车销售、充电桩/光伏/风电/储能等建设。预计充电桩、风光储等场景建设将进一步拉动我国智能电表新增需求。以光伏组件为例，据 CPIA 预测，保守情况下，到 2030 年，国内新增装机有望达到 105GW，按照 1GW 的光伏电池组件需要光伏二极管 2500 万只、单只价格 1 元进行测算（数据来源：扬杰科技招股书），新增光伏二极管需求将达 262.50 亿只、新增市场规模达 262.50 亿元。

表 6：主要国家碳中和时间表

国家	时间
中国	2060 年前
美国	2050 年
欧盟	2050 年
英国	2050 年
德国	2045 年
法国	2050 年
日本	2050 年
俄罗斯	2060 年

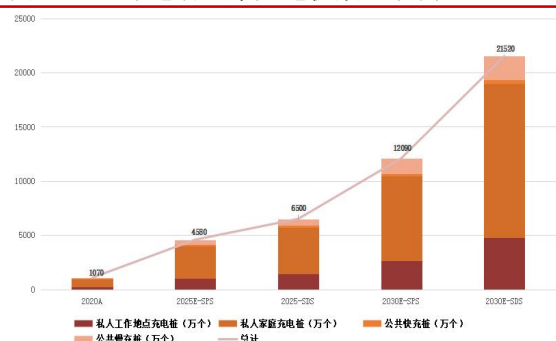
资料来源：维基百科，东莞证券研究所

图 31：中国光伏新增装机量及预测



数据来源：《国家电网智能化规划总报告》，迦南智能招股书，东莞证券研究所

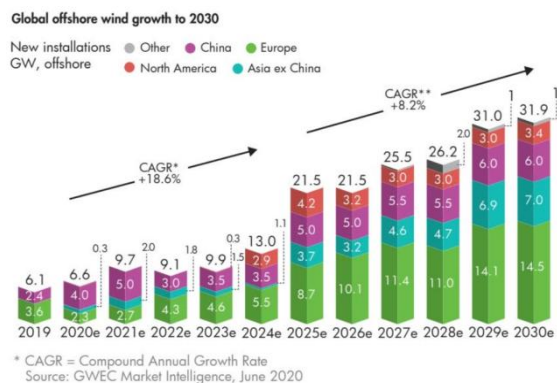
图 32：全球电动汽车充电桩数量预测



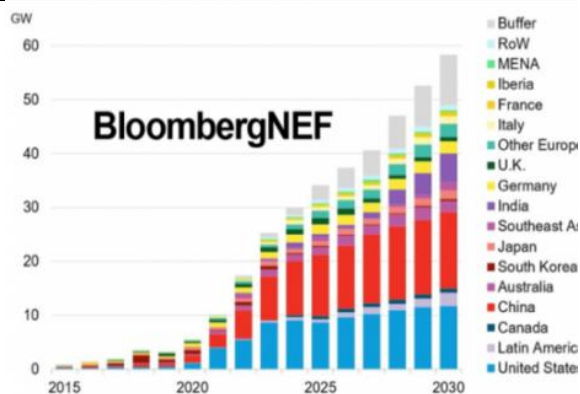
数据来源：国家电网，东莞证券研究所

图 33：全球海上风电装机预测

图 34：全球新增储能装机预测



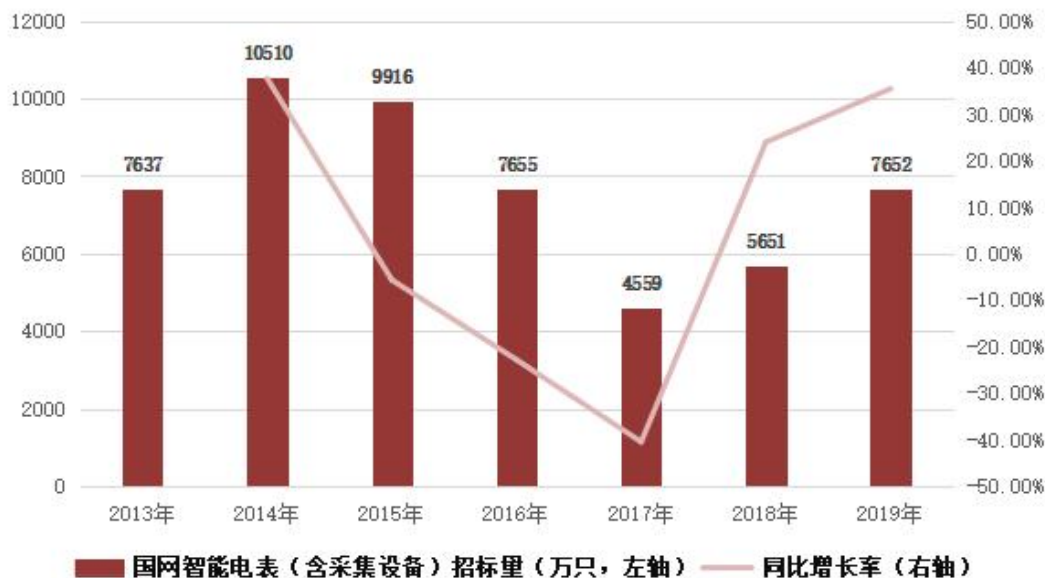
数据来源：GWEC，东莞证券研究所



数据来源：索比光伏网，彭博新能源财经，东莞证券研究所

**智能电表轮换高峰期已至，替换需求有望加速释放。**国家电网从2009年开始对智能电网进行集中招标，2014、2015年招标量达到顶峰，分别为1.05和0.99亿只。据国家质检总局发布的《计量检定规程》，智能电表属于强制检定设备，1级和2级智能电表的更换周期为8年。考虑到2014、2015年为国网智能电表招标高峰期，存量电表超2亿只，若同时考虑南方电网以及其他地方性电网公司的智能电表替换需求，后续在强制替换的政策要求下，智能电表有望在未来1-2年内迎来新一轮替换高峰周期，并同时进一步拉动二极管需求。据我们测算，仅考虑国网14/15年单相智能表的替换，所需二极管有望达到24.05-38.85亿只。

图 35：国网智能电表（含采集设备）招标情况



资料来源：芯朋微招股书，东莞证券研究所

表 7：国网 14/15 年存量单相智能电表所需二极管测算



国网 14/15 年存量 智能电表 2.04 亿只	单相：三相=1：10 换算 (来源：西力科技招股书（申报稿）)	单相智能电表约 1.85 亿只
单相智能电表由电源电路和数据处理电路构成	电源电路需要 1-2 只整流桥，每只整流桥约 4 只二极管（来源：扬杰科技招股书）	数据处理电路需 9-13 只二极管（来源：扬杰科技招股书）
电子式电能表	电源电路所需二极管 7.4-14.8 亿只	数据处理电路所需二极管 16.65-24.05 亿只
智能电能表	合计 24.05-38.85 亿只	

资料来源：扬杰科技招股书，西力科技招股书（申报稿），东莞证券研究所

### 2.3.2 变频器：在工业领域的应用规模稳定增长，拉动二极管、晶闸管需求

近年来我国变频器行业市场规模稳步上升。变频器是改变供电频率，从而调节负载，起到降低功耗，减小运行设备损耗，延长设备使用的设备，主要由整流（交流变直流）、滤波、逆变（直流变交流）、制动单元、驱动单元、检测单元微处理单元等组成。近年来，在一系列节能环保政策的支持下，变频器在冶金、煤炭和石油化工等工业领域的应用规模保持稳定增长，同时我国城市化进程的加快也推动变频器在市政、轨道交通等公共事业领域的需求持续增长。根据前瞻产业研究院统计，2019 年我国变频器市场规模达到 495 亿元，预计到 2025 年市场规模将达到 883 亿元，2019-2025 年复合增速为 10.13%。

图 36：我国变频器行业市场规模及增速（含预测值）



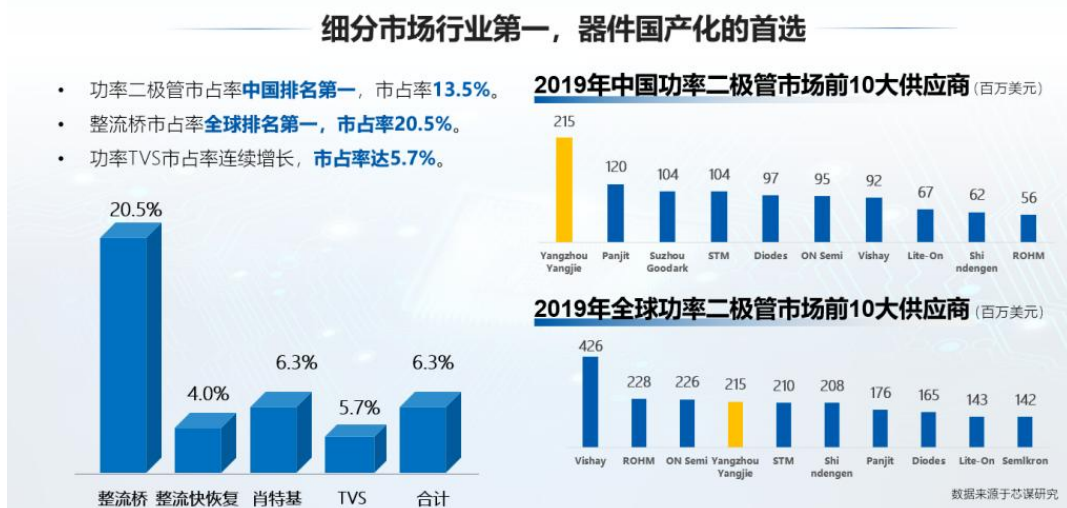
资料来源：宏微科技招股说明书，东莞证券研究所

二极管、晶闸管在变频器中均有运用，变频器市场规模增长拉动二极管、晶闸管需求。二极管、晶闸管在变频器中均有运用，《变频器世界》指出，变频器中主流上的电解电容在没有建立电压之前相当于短路状态，变频器上电瞬间电流非常大，可能会损坏整流器件、直流母排和电容，因此变频器在每次上电时需要对直流回路进行预充电。其中，采用二极管整流变频器一般使用串电阻限流方式将直流回路电压建立后再将电阻旁路的方式，需要配置直流接触器和大功率电阻；而由于晶闸管可以通过控制导通角来实现电压缓慢上升的功能，因此采用晶闸管整流的变频器不需要旁路接触器，但需要配置驱动电路。变频器采用二极管整流方案或晶闸管整流方案，其市场规模的增长将拉动二极管、晶闸管的下游需求。

### 2.3.3 公司二极管基本盘稳固，行业地位保持领先

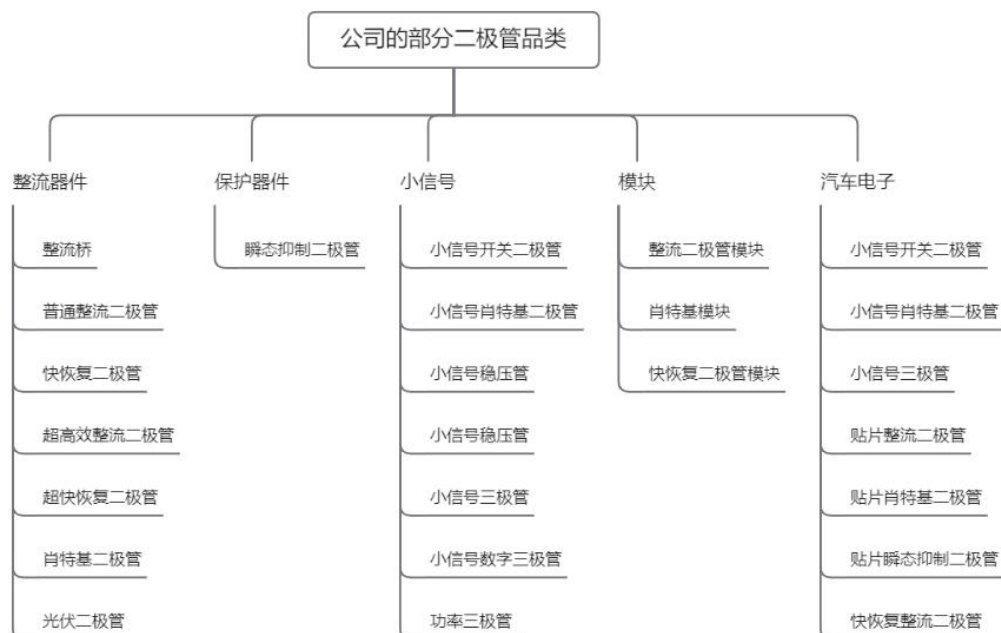
二极管行业地位领先，受益新能源、新基建需求释放。公司扎根二极管领域多年，产品矩阵丰富，包括整流二极管、光伏二极管、快恢复二极管、肖特基二极管等多个产品。其中，据芯谋研究数据，2019 年公司功率二极管的市场份额全国第一，达到 13.5%，整流桥市占率全球第一，达到 20.5%，行业地位领先。伴随着新能源、新基建工程的持续推进，光伏组件、智慧电表等需求将不断释放，二极管作为零部件之一，有望受益于下游需求的提振，公司作为二极管领域的领军企业有望直接受益。

图 37：公司二极管业务市场份额



数据来源：芯谋研究，东莞证券研究所

图 38：公司所生产的部分二极管品类



数据来源：公司官网，东莞证券研究所

### 3. IGBT、MOSFET 和 SiC 方兴未艾，公司切入中高端领域，开启

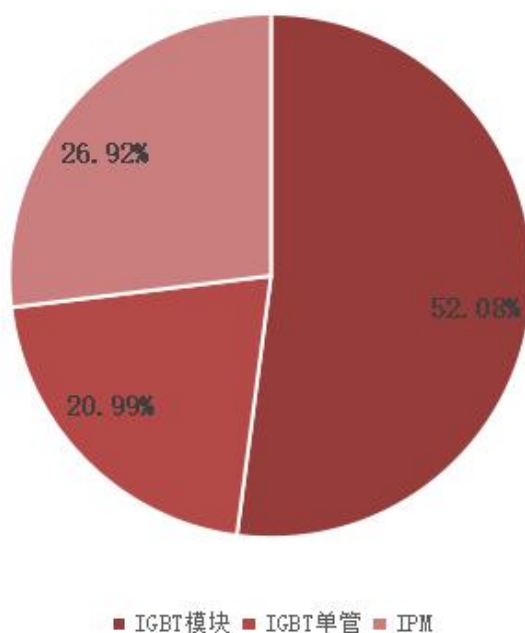
## 第二成长曲线

### 3.1 IGBT：工控领域的核心，应用前景广阔

IGBT 全名为绝缘栅双极型晶体管，是由双极型三极管（BJT）和 MOSFET 组成的复合全控型电压驱动式半导体功率器件，兼有 MOSFET 的高输入阻抗和双极型三极管（BJT）的低导通压降两方面的优点，IGBT 驱动功率小而饱和压降低，非常适合应用于直流电压为 600V 及以上的变流系统，如交流电机、变频器、开关电源、照明电路、牵引传动等。

从产品分类来看，IGBT 可分为单管、模块和智能功率模块（IPM）三类产品，根据 IHS Markit 数据，2018 年 IGBT 模块、IGBT 单管和 IPM 市场规模占比分别为 52.08%、20.99%和 26.92%，三者生产制造技术和下游应用场景均有所差异：在生产制造技术方面，单管产品和 IPM 模块采用环氧注塑工艺，标准模块采用灌胶工艺；在下游应用场景方面，单管主要应用于小功率家用电器、分布式光伏逆变器及小功率变频器，标准模块主要应用于大功率工业变频器、电焊机、新能源汽车（电机控制器、车载空调、充电桩）等领域，IPM 模块主要应用于变频空调、变频洗衣机等白色家电。

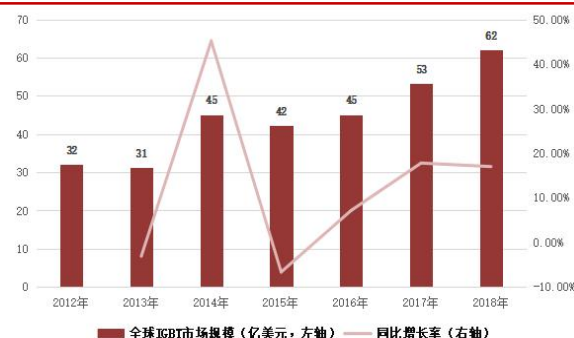
图 39：2018 年 IGBT 市场结构情况



资料来源：IHS，东莞证券研究所

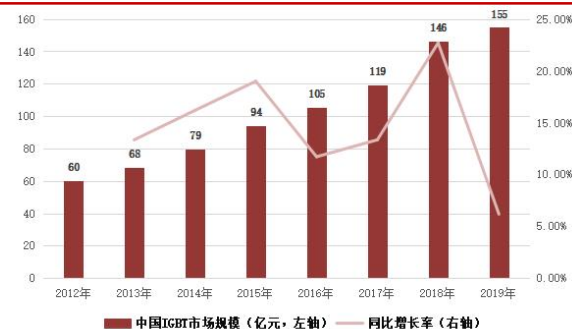
从下游应用领域来看，IGBT 功率半导体下游应用广泛，广泛应用于电机节能、轨道交通、智能电网、家用电器、汽车电子、新能源发电和新能源汽车等领域，应用前景广阔。根据 IHS Markit 报告，2018 年全球 IGBT 市场规模约为 62 亿美金，2012-2018 年复合增速高达 11.65%。中国市场方面，我国 IGBT 市场规模增速快于全球，2012 年-2019 年我国 IGBT 年复合增长率为 14.52%。根据集邦咨询预测，受益于新能源汽车和工业领域的需求大幅增加，中国 IGBT 市场规模将持续增长，到 2025 年，中国 IGBT 市场规模将达到 522 亿人民币，2018-2025 年复合增长率达 19.96%。

图 40：全球 IGBT 市场规模



资料来源：IHS，东莞证券研究所

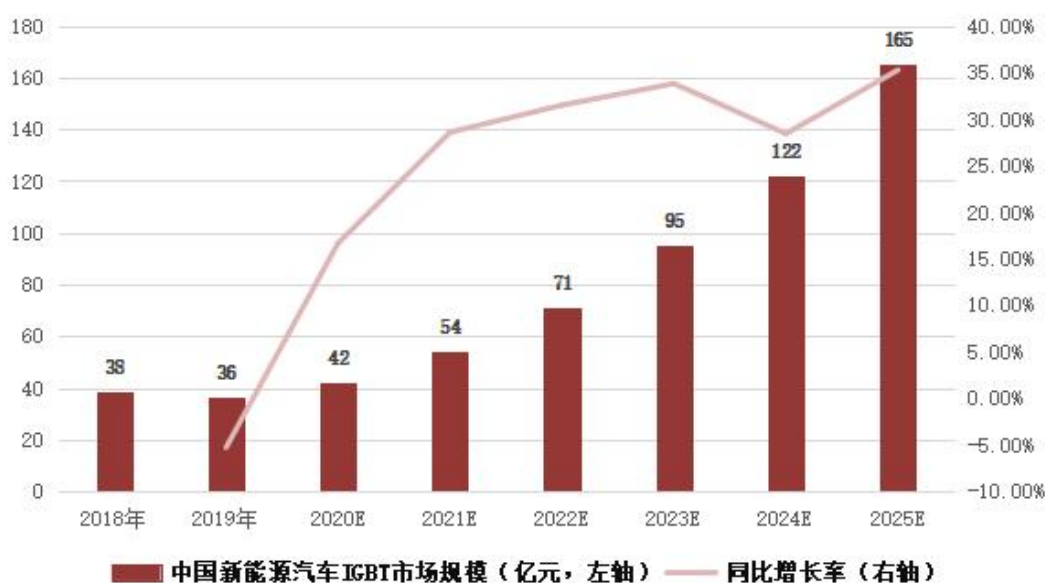
图 41：中国 IGBT 市场规模



资料来源：智研咨询，东莞证券研究所

**新能源汽车拉动 IGBT 需求。**IGBT 模块在新能源汽车领域中发挥着至关重要的作用，是新能源汽车电机控制器、车载空调、充电桩等设备的核心元器件。新能源汽车中的功率半导体价值量提升十分显著，根据英飞凌年报显示，新能源汽车中功率半导体器件的价值量约为传统燃油车的 5 倍以上。其中，IGBT 约占新能源汽车电控系统成本的 37%，是电控系统中最核心的电子器件之一，因此，未来新能源汽车市场的快速增长，有望带动以 IGBT 为代表的功率半导体器件的价值量显著提升，从而有力推动 IGBT 市场的发展。EVTank 指出，2018 至 2025 年我国新能源汽车 IGBT 市场规模将从 38 亿元增长至 165 亿元，2018-2025 年复合增长率为 23.33%。

图 42：中国新能源汽车 IGBT 市场规模及预测

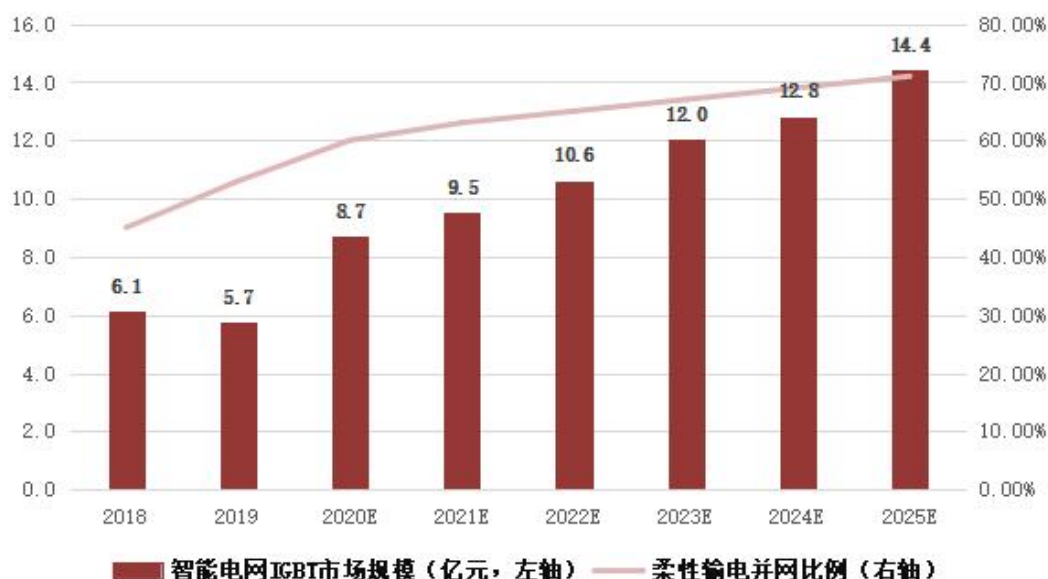


资料来源：EVTank，东莞证券研究所

**IGBT 是新能源发电行业核心器件，光伏、发电逆变器拉动 IGBT 需求。**IGBT 是光伏逆变器和风力发电逆变器的核心器件，根据中国电力化工网的数据，2020 年全球光伏发电装机容量将达 736.62GW，同比增长 20.48%，我国光伏发电装机容量继续保持快速增长，2020 年累计装机有望达 516GW，同比增长 50%，装机容量位居世界第一。国家统计局预测，至 2025 年中国新能源发电通过柔性输电并网比例将会提升至 71%，中国新能源发电 IGBT 市场规模将会增加到 14.4 亿元。

图 43：中国新能源发电 IGBT 市场规模及预测





资料来源：国家统计局，东莞证券研究所

**5G 基站、特高压、充电桩等新基建领域拉动 IGBT 需求。**根据中央政治局常务委员会会议的要求，我国近年来将发力于科技端的基础设施建设，包含 5G 基建、特高压、城际高速铁路和轨道交通、新能源车充电桩、大数据中心、人工智能和工业互联网等七大新基建板块，其中 5G 基站、新能源车充电桩、城际高铁和城市轨道交通和特高压等新基建领域都会大量使用 IGBT，有效拉动 IGBT 需求。

表 8：新基建 IGBT 应用场景分析

新基建领域	相关行业	IGBT 应用场景
特高压	电子器件、变压器、配网设备、互感器、电网基建	输电端的逆变器、换流器等
新能源车充电桩	电子器件、施工设备、交运基建、整车生产	变压器、整流器等
城际高铁和城市轨道交通	电子器件、线缆材料、充电桩基建、塑料材料	牵引逆变器、牵引变压器等
5G 基站	电子器件、运营商、光通信设备、传输设备等	基站 UPS 电源

资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

### 3.2 MOSFET：新能源汽车、5G 基建驱动发展

MOSFET，又称 MOS、MOS 管，全称为 Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor，金属-氧化物半导体场效应晶体管，即以金属层（M）的栅极隔着氧化层（O）利用电场的效应来控制半导体（S）的场效应晶体管。它是一种可以广泛使用在模拟电路与数字电路的，具有导通电阻小，损耗低，驱动电路简单，热阻特性好等优点，特别适合用于电脑、手机、移动电源、车载导航、电动交通工具、UPS 电源等电源控制领域。

根据工作电压的不同，功率 MOSFET 可分为中低压 MOSFET（工作电压<100V）和高压 MOSFET（工作电压>500V），其中中低压 MOSFET 多用于手机、数码相机和电动自行车等产品，而高压领域则包括风力发电、电焊机、高压变频器和发电设备等。

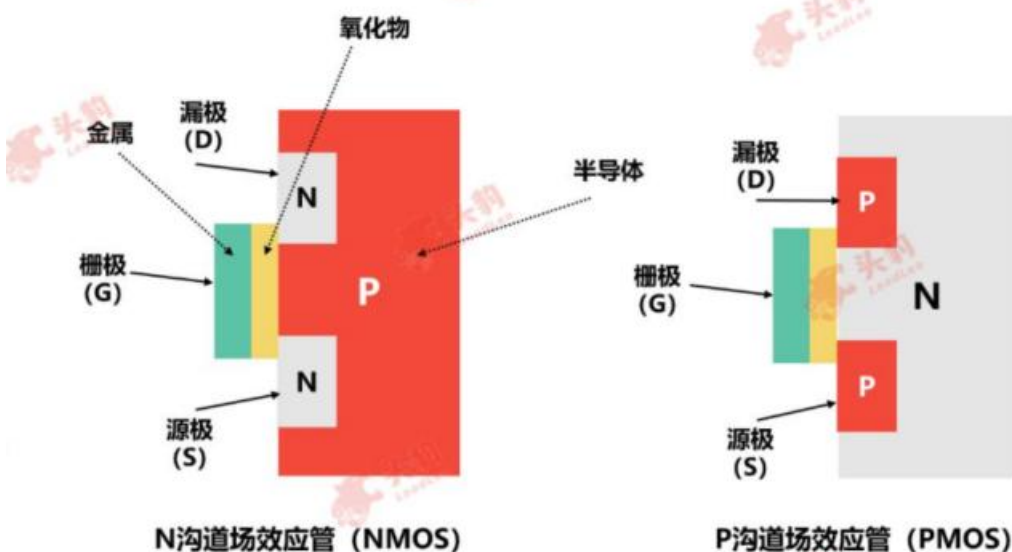
表 9：新基建 IGBT 应用场景分析

工作电压	主要应用场景
20-100V	手机、数码相机、电动自行车等
110-500V	LCD 显示器、电热水器、背投电视等
500-800V	车灯、电源、电极控制等
800-1000V	风力发电、电焊机、变频器等
1000V 以上	高压变频器、发电设备等

资料来源：公开资料整理，东莞证券研究所

根据工作载流子的极性不同，功率 MOSFET 可分为 N 沟道型（NMOS）与 P 沟道型（PMOS），两者极性不同但工作原理类似，在实际电路中采用导通电阻小、制造较容易的 N 沟道型 MOSFET。MOSFET 具有三个电极，分为源极（Source）、漏极（Drain）以及栅极（Gate），通过控制栅极所加电压可控制源极与漏极之间的导通与关闭。以 N 沟道 MOSFET 为例，当 G、S 极之间的电压为零时，D、S 之间不导通，相当于开路，而当 G、S 极之间的电压为正且超过一定界限时，D、S 极之间则可通过电流，因此功率 MOSFET 在电路中起到的作用近似于开关。

图 44：中国 MOSFET 主要分类——NMOS、PMOS



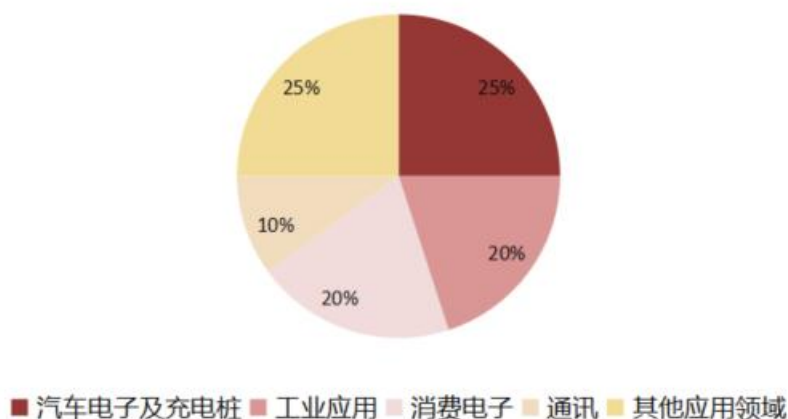
资料来源：头豹研究院，东莞证券研究所

作为最基础的电子器件，MOSFET 具有高频、电压驱动、抗击穿性好等特点，应用范围覆盖电源、变频器、CPU 及显卡、通讯、消费电子、汽车电子、工业等多领域。在一般电子电路中，MOSFET 通常被用于放大电路或开关电路，其可作为逻辑电路和易失性电路内存电路的开关，也可作为放大信号元器件使用。20 世纪 70 年代，CMOS 技术在 NMOS 与 PMOS 工艺基础上逐渐发展起来，CMOS 的 C 表示互补，即将 NMOS 器件与 PMOS 器件同时制作在同一硅衬底下，制作 CMOS 集成电路。CMOS 集成电路具有功耗低、速度快、抗干扰能力强、集成度高等众多优点，是当前集成电路的主流工艺技术，MOSFET 也因此成为当前集成电路的重要元器件之一。

从下游应用占比来看，MOSFET 产业链下游涵盖消费电子、工业、通讯、汽车电子、CPU/GPU 及电子照明等多重领域，并通过客户直接与汽车、计算机、家用电器等众多终

端产品配套。从我国 MOSFET 应用分布来看，汽车电子及充电桩占比 20%-30%，消费电子占比 20%以上，工业领域约占 20%。

图 45：中国 MOSFET 产业链下游应用

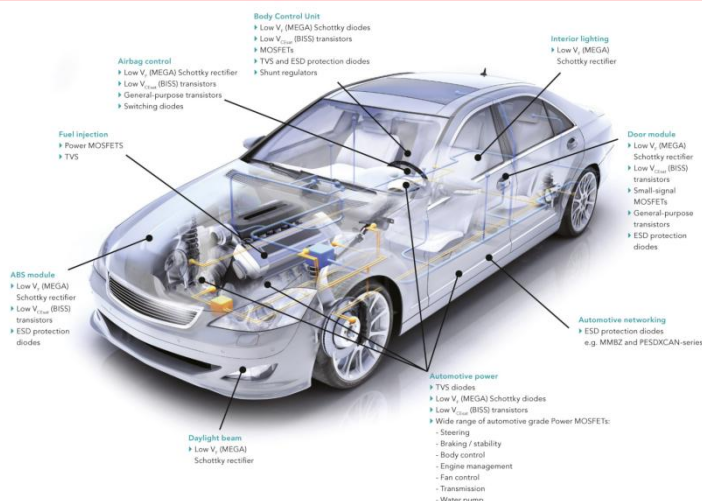


资料来源：头豹研究院，东莞证券研究所

根据 IHS Markit 的统计，2018 年我国 MOSFET 市场规模为 27.92 亿美元，2016 年-2018 年复合年增长率为 15.03%，高于功率半导体行业平均的增速。在下游的应用领域中，消费电子、通信、工业控制、汽车电子占据了主要的市场份额，其中消费电子与汽车电子占比最高。在消费电子领域，主板、显卡的升级换代、快充、Type-C 接口的持续渗透持续带动 MOSFET 的市场需求，在汽车电子领域，MOSFET 在电动马达辅助驱动、电动助力转向及电制动等动力控制系统，以及电池管理系统等功率变换模块领域均发挥重要作用，有着广泛的应用市场及发展前景。

**汽车电动化为 MOSFET 带来巨大增量空间。**汽车新能源化是大势所趋，与传统汽车相比，电动车内置电子元器件大幅提升，从电控、电池管理系统、影音娱乐系统、ADAS 系统到完全自动驾驶系统等，电子化水平大幅提高。在传统汽车中，MOSFET 主要用于辅助驱动各种电动马达，包括通风系统、雨刮器和电动车窗等，而新能源汽车中的大量电气控制装置（引擎、驱动系统中的变速箱等）将促使 MOSFET 的用量大幅上升。根据英飞凌测算，电动汽车中半导体价值量接近传统汽车的两倍，而 MOSFET 和 IGBT 为电动车控制器中实现功率变换的核心部件，在高端电动汽车中 MOSFET 器件用量可达 250 只，预计汽车电动化浪潮将给 MOSFET 带来巨大的增量空间。

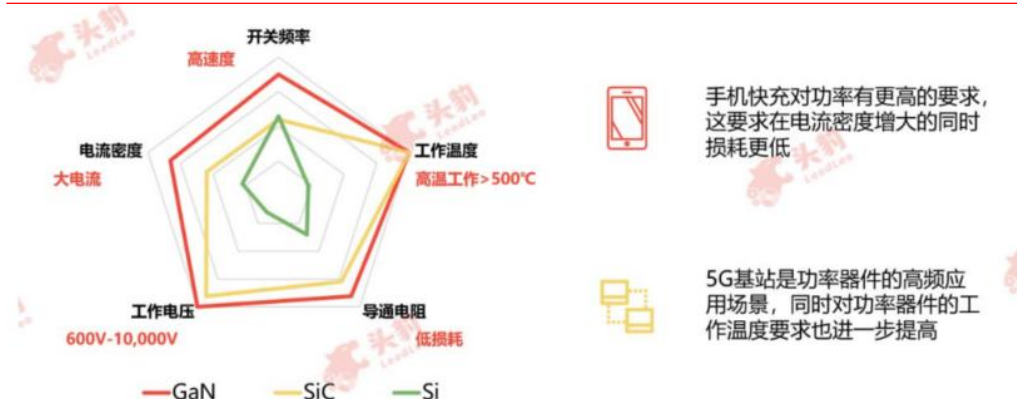
图 46：功率半导体在汽车中的应用



资料来源：互联网资料整理，东莞证券研究所

**5G 基站：MassiveMIMO 技术推动功率半导体需求。**相比 4G，5G 网络具有高速率、低延时和超高连接密度等诸多优势，其应用场景更为广泛。为满足 5G 时代超高的用户体验速率需求以及物联网应用情景中的多用户接入能力，实现极致信息传输速度和极高信息传送质量，需要增加首发信号的天线数量，大规模天线阵列技术（MassiveMulti-inputMulti-output, MIMO）技术应运而生、MassiveMIMO 技术同时增加了基站侧和手机侧的天线数量，从而实现基站侧几百个天线同时发送数据，以提升频谱效率和系统容量。MassiveMIMO 技术的采用，使得 5G 的 AAU 输出功率由 4G 的 40-80W 上升至 200W 甚至更高，同时处理的数据量大幅增加也使得 BBU 功率大幅提升，对功率器件的工作温度也有所提高，驱动 MOSFET 功率器件实现量价齐升。

图 47：5G 基站对功率器件性能要求提升



资料来源：头豹研究院，东莞证券研究所

**扬杰切入 IGBT、MOS 等中高端领域，有望开启第二成长曲线。**2017 年，公司开始切入功率器件中高端领域，组建了 MOSFET、IGBT 研发及市场团队。经过多年发展，公司 MOSFET、IGBT 系列产品开发、验证进展顺利，产品矩阵渐趋丰富。其中，车规级 MOSFET 已经实现批量供货，可广泛应用于空调、车灯、娱乐等系统；车规级 IGBT 也在持续推进客户认证，光伏逆变器用 IGBT 已小批量生产供货中。近年 IGBT、MOS 等产品逐渐放量，公司业绩也逐渐迎来收获期，2021 年 MOSFET 产品收入同比增长 130%、IGBT 产品收入同比增长 500%，2022 年上半年 MOSFET、IGBT 和 SiC 等新产品销售收入



同比增长均超过 100%，小信号产品销售收入同比增长 80%。

### 3.3 前瞻布局第三代半导体，有望打造新的增长点

**第三代半导体性能优越，未来市场空间巨大。**与第一代的 Si、Ge 和第二代的 GaAs、InP 相比，SiC、GaN 具有禁带宽度大、击穿电场强度高、电子迁移率高、热导率大、介电常数小和抗辐射能力强等特点，具有强大的功率处理能力、较高的开关频率、更高的电压驱动能力、更小的尺寸、更高的效率和更高速的散热能力，可满足现代电子技术对高温高频、高功率、高辐射等恶劣环境条件的要求，先天性能优越。从下游应用领域来看，据 CASA Research 数据，消费类电源、工业及商业电源、不间断电源 UPS 和新能源汽车为 SiC、GaN 电子电力器件的前四大应用领域，分别占比 28%、26%、13% 和 11%。随着新能源、新基建等下游终端需求不断向好，同时叠加国家政策大力支持，第三代半导体的需求有望持续释放，行业潜在市场空间巨大。据《2020“新基建”风口下第三代半导体应用发展与投资价值白皮书》指出，2019 年我国第三代半导体市场规模为 94.15 亿元，预计 2019-2022 年将保持 85% 以上平均增长速度，到 2022 年市场规模将达到 623.42 亿元。

表 10：三代半导体代表性材料、主要特性及应用领域

发展历程	代表性材料	主要特点	应用领域
第一代半导体材料	硅（Si）、锗（Ge）	产业链十分成熟，技术完备，成本较低	硅（Si）主要应用于大规模集成电路中，目前 99% 以上的集成电路和 95% 以上的半导体器件都由 Si 材料制作； 锗（Ge）主要应用于低压、低频、中功率晶体管及光电探测器中
第二代半导体材料	砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）	在物理结构上具有直接带隙的特点，相对于 Si 材料具有更好的光电性能，工作频率更高，耐高温，抗辐射；GaAs、InP 材料资源较为稀缺，价格昂贵且具有毒性，能污染环境，InP 甚至被认为是可疑致癌物质，具有一定的局限性	适用于制作高速、高频、大功率以及发光电子器件，是制作高性能微波、毫米波器件及发光器件的优良材料，广泛应用于卫星通讯、移动通信、光通信、GPS 导航等领域
第三代半导体材料	氮化镓（GaN）、碳化硅（SiC）	具能够承受更高的电压、适合更高频率，可实现更高的功率密度，并具有耐高温、耐腐蚀、抗辐射、禁带宽度大等特性	具备应用于光电器件、微波器件和电子电力器件的先天性能优势，广泛应用于新能源汽车、消费电子、光伏、风电、半导体照明、导弹和卫星等领域

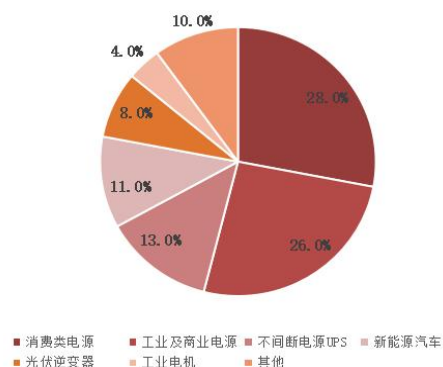
资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

表 11：硅、氮化镓、碳化硅物理特性对比

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

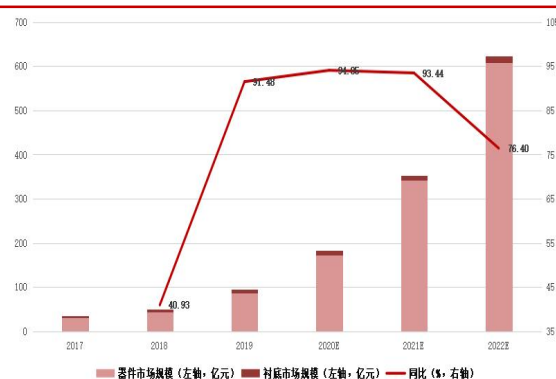
资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

图 48：2019 年中国 GaN、SiC 电子电力器件应用市场结构



数据来源：CASA Research，东莞证券研究所

图 49：中国第三代半导体器件、衬底市场规模



资料来源：《2020“新基建”风口下第三代半导体应用发展与投资价值白皮书》，东莞证券研究所

**SiC：**SiC 为代表的第三代半导体具有较高功率密度，适用于制作高温、高频、抗辐射及大功率器件。目前车规级半导体主要采用硅基材料，但受自身性能极限限制，硅基器件的功率密度难以进一步提高，硅基材料在高开关频率及高压下损耗大幅提升。与硅基半导体材料相比，以碳化硅为代表的第三代半导体材料具有高击穿电场、高饱和电子漂移速度、高热导率、高抗辐射能力等特点，适合于制作高温、高频、抗辐射及大功率器件。

**SiC 器件整体成本仍处于较高水平，未来有望逐步下降。**与传统硅基材料相比，SiC 在能量损耗、封装尺寸和工作频率等方面优势明显，但由于生产设备、制造工艺、良率与成本的劣势，碳化硅基器件过去仅在小范围内应用。目前国际主流 SiC 衬底尺寸为 4 英寸和 6 英寸，晶圆面积较小、芯片裁切效率较低、单晶衬底及外延良率较低导致 SiC 器件成本高昂，叠加后续晶圆制造、封装良率较低，且载流能力和栅氧稳定性仍待提高，SiC 器件整体成本仍处于较高水平。未来随着全球半导体厂商加速研发及扩产，产线良率将逐步提高，从而提高晶圆利用率，SiC 器件的整体成本有望逐步下降。

表 12：SiC 器件相比硅基半导体的优势

优势	具体说明
能量损耗低	SiC 模块的开关损耗和导通损耗显著低于同等 IGBT 模块，且随着开关频率的提高，与 IGBT 模块的损耗差越大，SiC 模块在降低损耗的同时可以实现高速开关，有助于降低电池用量，提高续航里程，解决新能源汽车痛点
封装尺寸更小	SiC 器件具备更小的能量损耗，能够提供较高的电流密度。在相同功率等级下，碳化硅功率模块的体积显著小于硅基模块，有助于提升系统的功率密度。

表 12: SiC 器件相比硅基半导体的优势

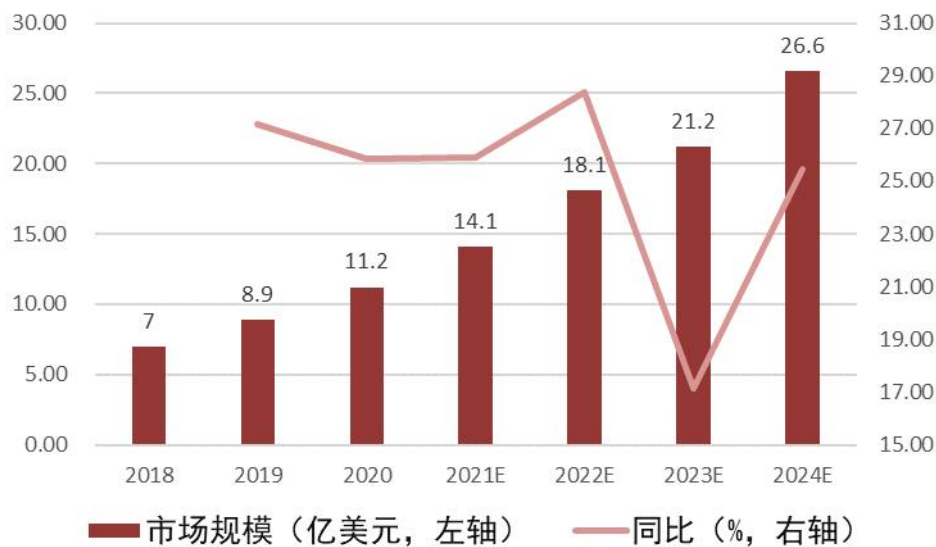
优势	具体说明
可实现高频开关	SiC 材料的电子饱和和漂移速率是 Si 的 2 倍，有助于提升器件的工作频率；高临界击穿电场的特性使其能够将 MOSFET 带入高压领域，克服 IGBT 在开关过程中的拖尾电流问题，降低开关损耗和整车能耗，减少无源器件如电容、电感等的使用，从而减少系统体积和重量。
耐高温，散热能力强	SiC 的禁带宽度、热导率约是 Si 的 3 倍，可承受温度更高，高热导率也将带来功率密度的提升和热量的更易释放，冷却部件可小型化，有利于系统的小型化和轻量化。

资料来源：比亚迪半导体招股说明书，东莞证券研究所

目前少量新能源汽车已采用 SiC 方案，未来行业整体格局仍存在不确定性。受益于新能源汽车市场的快速发展，SiC 的性能优势使得相关产品的研发和应用加速，随着技术进步和产能的逐步释放，SiC 器件的制备成本相比之前有所降低，目前 SiC 方案已被少量新能源汽车高端车型采用，在新能源汽车市场开始替代部分 IGBT 器件；而从全球市场竞争格局来看，产业链中以美国、欧洲和日本企业居多，以科锐、英飞凌和罗姆半导体的 IDM 企业占据了较高市场份额，国内方面，比亚迪集团在整车中率先使用 SiC 器件，并率先实现了 SiC 三相全桥模块在电机驱动控制器中的大批量装车。整体而言，SiC 市场仍处于发展的初期阶段，未来几年竞争格局仍存在一定不确定性。

受益新能源及光伏领域需求量的高速增长，未来五年 SiC 市场复合增速有望超过 20%。根据 Omdia 统计，2019 年全球 SiC 功率半导体市场规模为 8.9 亿美元，受益于新能源汽车及光伏领域需求量的高速增长，预计 2024 年全球 SiC 功率半导体市场规模预计将达 26.6 亿美元，年均复合增长率达到 24.5%。

图 50: 2018-2024 年全球 SiC 功率半导体市场规模



资料来源：Omdia，东莞证券研究所

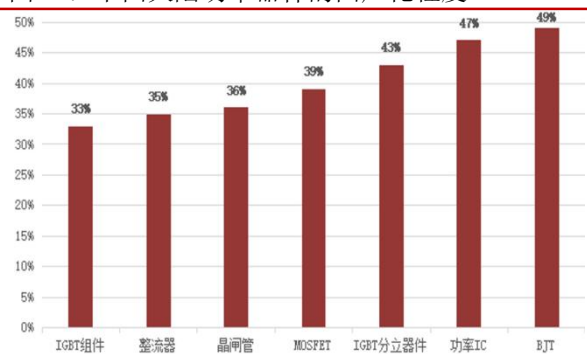
公司前瞻储备第三代半导体相关技术，有望打造成为新的业务增长点。公司近年持续加大第三代半导体的研发投入，在 SiC、GaN 功率器件等方面加大了研发力度。目前公司已成功开发并向市场推出 SiC 模块及 650V SiCSBD、1200V 系列 SiCSBD 全系列产品，SiC MOS 已取得关键性进展，未来有望打造成为公司新的业务增长点。

## 4. 全球功率半导体产能紧张，公司采用 IDM、Fabless 并行模式，实现产能自主可控

### 4.1 全球功率半导体缺货、涨价延续，功率半导体国产替代进程有望加速

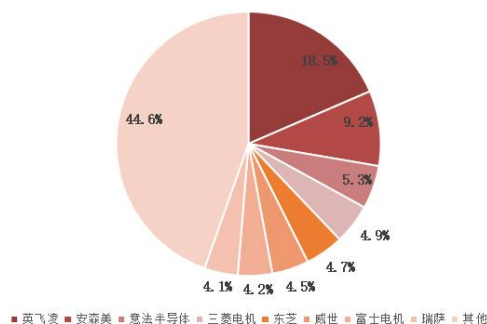
我国功率半导体以生产中低端器件为主，中高端产品国产化率低。我国处于功率半导体器件供应链的相对末段，产品以二极管、晶闸管、低压 MOSFET 等低功率半导体器件为主，而在以新型功率半导体器件如 IGBT、FRED、中高压 MOSFET 为代表的高技术、高附加值、市场份额更大的中高档产品领域，国外企业拥有绝对的竞争优势，国内市场所需产品大量依赖进口，国产化率低。根据 Omdia 数据显示，2019 年，功率器件行业份额前八均为海外企业，其中英飞凌为全球最大功率器件厂商，市场份额 18.5%，市场份额前五分别为：英飞凌（18.5%）、安森美（9.2%）、意法半导体（5.3%）、三菱电机（4.9%）和东芝（4.7%），国内厂商话语权较弱。

图 51：中国大陆功率器件的国产化程度



数据来源：中国产业信息网，东莞证券研究所

图 52：2019 年全球功率器件竞争格局



数据来源：Omdia，东莞证券研究所

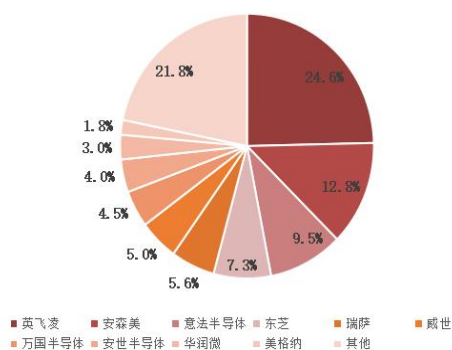
MOSFET 方面，根据英飞凌和 Omdia 数据，目前行业大部分市场份额被欧美企业占据，行业前五名分别为：英飞凌（24.60%）、安森美（12.80%）、意法半导体（9.50%）、东芝（7.30%）和瑞萨（5.60%）。国内方面，安世半导体（闻泰科技收购）和华润微市场份额分别为 4.10%和 3.00%，分别位列全球第 8、9 位。

IGBT 方面，根据 IHS Markit 数据，2019 年全球 IGBT 模块市场份额前五的企业分别为英飞凌、三菱、富士、赛米控和威科电子，这五家企业合计占据了全球 68.8%的市场份额。而在中国内新能源汽车 IGBT 模块市场中，英飞凌 2019 年市场份额占比为 58.2%，处于绝对领先地位。同时，3,300V 以上的高端 IGBT 市场，海外厂商的 IGBT 产品的市场优势地位均十分明显。

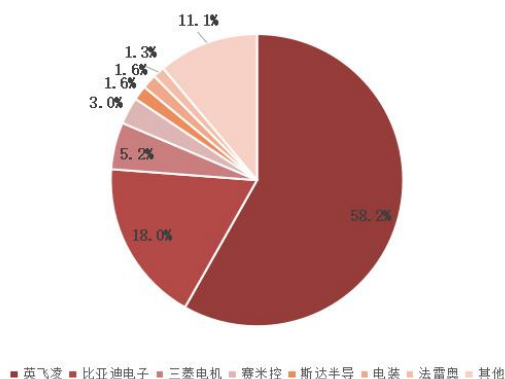
图 53：2019 年全球 MOSFET 竞争格局

图 54：2019 年中国新能源汽车 IGBT 模块竞争格局





数据来源：IHS，东莞证券研究所



数据来源：IHS，东莞证券研究所

供应端受疫情扰动，功率半导体缺货涨价潮延续，产品交期拉长。受海外地区疫情反复影响，功率半导体厂商供应受阻，且短期 6 寸/8 寸晶圆厂扩产难度较大，叠加下游新能源车、光伏等需求持续释放，功率半导体缺货、涨价潮持续，产品交期持续拉长。据富昌电子 22Q2 行情显示，包括英飞凌、安森美、安世半导体等多个厂商在内的 MOSFET、IGBT 产品的价格继续上升，且交货周期进一步拉长，行业供不应求局面持续。

图 55：英飞凌 22Q2 分立器件交期及价格趋势

Infineon			
Infineon	交期	交期趋势	价格趋势
低压 Mosfet	52-65	↗	↗
高压 Mosfet	52-65	↔	↗
IGBT	39-50	↗	↗
宽带隙 Mosfet	42-52	↗	↗
数字晶体管/RETS	12-52	↗	↗
通用晶体管	12-52	↗	↗
军用-航空晶体管	25-50	↔	↔

数据来源：富昌电子，东莞证券研究所

图 56：安森美 22Q2 分立器件交期及价格趋势

onsemi			
Fairchild (onsemi)	交期	交期趋势	价格趋势
IGBT	39-52	↗	↗
桥式整流器	36-46	↔	↗
肖特基二极管	16-52	↗	↗
整流器	40-52	↔	↗
开关二极管	16-52	↗	↗
小信号 Mosfet	16-52	↗	↗
齐纳二极管	16-52	↗	↗
双极晶体管	20-52	↗	↗
光耦合器	30-50	↔	↗

数据来源：富昌电子，东莞证券研究所

供应链外部扰动下，本土功率半导体企业国产替代加速进行。目前我国功率半导体自给率仍然偏低，与下游光伏、新能源汽车和电力电子企业的旺盛需求之间形成巨大缺口，下游客户为保障供应链安全，纷纷加快本土厂商功率半导体产品导入，本土企业迎来国产替代的绝佳窗口期。

#### 4.2 公司采用 IDM、fabless 并行的生产模式，4/6/8 寸产线持续推进

半导体企业的经营模式主要分为 IDM 和 Fabless。半导体企业的经营模式主要分为 IDM 和 Fabless。其中 IDM 模式是集半导体设计、制造、封测，甚至是下游电子终端产品生产于一体的生产模式，能实现半导体从设计到销售的一体化布局，这种模式对于企业的资金、技术等要求相对较高，代表厂商包括三星、英特尔、德州仪器等；而 Fabless 模式指的是无晶圆厂模式，企业专注于芯片的设计与销售，将晶圆的制造、封测等环节外包给第三方厂商完成，代表厂商包括高通、博通、超微半导体等。

图 57：IDM 与 Fabless 业务模式下的业务流程对比

IDM模式



Fabless模式



数据来源：思瑞浦招股书，东莞证券研究所

**IDM 生产模式能更好地整合资源，实现产能的自主可控，全球功率半导体大厂均采用 IDM 模式。**功率半导体的生产制造需要全产业链的紧密配合，全球大厂均采用 IDM 模式。功率半导体对可靠性要求较高，具有工艺特色化、定制化要求较高等特点，需要研发设计、制造、封测全流程的紧密配合。IDM 一体化的模式能够更好地整合从设计到制造、封测等内部资源，有助于把控功率器件的工艺，缩短产品从设计到量产的时间，加快产品迭代的速度。此外，2020 年疫情发生以来，受疫情反复供应链扰动、下游旺盛需求等因素影响，晶圆产能持续紧张，功率半导体进入缺货涨价行情。IDM 模式下，企业的产线产能自主可控，能够充分受益于行业的上行周期。据 Omdia 数据，2021 年全球前十大功率半导体厂商，如英飞凌、安森美、意法半导体等，均采用 IDM 经营模式。本土企业方面，华润微、士兰微、华微电子等公司同样采用 IDM 模式。

**公司采用 IDM、Fabless 并行的模式，4/6/8 寸产线持续推进。**公司采用 IDM、Fabless 并行的经营模式，集半导体单晶硅片制造、功率半导体芯片设计制造、器件设计封装测试、终端销售与服务等纵向产业链为一体。公司相继设立 4 寸、6 寸产线并持续扩产，其中 4 寸产线具备月产 100 万片的能力。公司 8 寸主要采用委外代工的模式，2020 年 2 月，公司与中芯国际子公司签署协议，双方在 8 寸高端 MOS 和 IGBT 领域进行合作，进一步扩充 MOS、IGBT 的产品线。2022 年 6 月，公司公告收购楚微半导体 40% 股权，目前楚微半导体已经实现 8 寸产线的规模量产，月产达 1 万片并持续爬坡；同时，公司负责筹措标的企业二期建设资金，确保标的企业最迟在 2024 年 12 月 31 日前完成增加建设一条月产 3 万片的 8 英寸硅基芯片生产线和一条月产 0.5 万片的 6 英寸碳化硅芯片生产线。通过此次收购，公司具备 8 寸产线生产能力，并且有效扩充公司产能规模。

## 5. 投资建议

**投资建议：**公司为国内老牌功率 IDM 企业，产品品类丰富，二极管整流桥基本盘稳固，积极开拓 MOSFET、IGBT 和 SiC 等芯片并实现快速放量。受益下游新能源汽车、光伏、储能等下游领域高景气驱动，叠加功率半导体领域国产替代持续推进，公司长期成长可期。预计公司 2022-2023 年归母净利润分别为 11.34 亿元和 13.98 亿元，当前股价对应 PE 分别为 29.03 倍和 23.54 倍，首次覆盖给予“推荐”评级。

## 6. 风险提示

**风险提示：**公司产能释放进度不及预期，行业竞争加剧等。

**公司产能释放进度不及预期：**公司采用“IDM+Fabless”模式，立足二极管整流桥主业，并积极拓展 IGBT、MOSFET 和 SiC 新品，收购楚微半导体 40%股权补足 8 寸代工短板，未来几年的业绩与自有产能释放进度密切相关。若公司产能释放进度不及预期，则存在业绩不及预期的风险；

**行业竞争加剧风险：**受益下游景气，目前功率半导体行业呈供不应求状态，但若行业内企业产能持续开出，则存在产能过剩，行业竞争加剧的风险，可能会影响产品价格，进而影响公司的毛利率水平。

表 13：公司盈利预测简表（截至 2022/07/26）

科目（百万元）	2021A	2022E	2023E	2024E
营业总收入	4,396.59	6,179.71	7,796.49	10,050.83
营业总成本	3,478.55	4,876.19	6,191.04	7,971.11
营业成本	2,853.15	3,985.91	5,067.72	6,533.04
营业税金及附加	14.10	12.75	16.22	20.91
销售费用	146.41	222.47	280.67	351.78
管理费用	227.96	296.63	374.23	482.44
研发费用	241.84	352.24	444.40	572.90
财务费用	-4.91	6.18	7.80	10.05
资产减值损失	-26.16	0.00	0.00	0.00
其他经营收益	77.47	0.81	0.81	0.81
公允价值变动净收益	3.51	-3.33	-3.33	-3.33
投资净收益	39.68	15.00	15.00	15.00
其他收益	34.29	22.30	22.30	22.30
营业利润	955.76	1304.33	1606.26	2080.53
加 营业外收入	41.04	14.80	14.80	14.80
减 营业外支出	53.70	23.57	23.57	23.57
利润总额	943.11	1295.56	1597.49	2071.76
减 所得税	117.59	161.56	199.21	258.35
净利润	825.51	1,134.01	1,398.29	1,813.41
减 少数股东损益	57.41	0.00	0.00	0.00
归属母公司所有者的净利润	768.10	1,134.01	1,398.29	1,813.41
基本每股收益(元)	1.50	2.21	2.73	3.54
PE（倍）	42.86	29.03	23.54	18.15

数据来源：Wind，东莞证券研究所



**东莞证券研究报告评级体系：**

公司投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 15%以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 5%-15%之间
中性	预计未来 6 个月内，股价表现介于市场指数±5%之间
回避	预计未来 6 个月内，股价表现弱于市场指数 5%以上
行业投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 10%以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 5%-10%之间
中性	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±5%之间
回避	预计未来 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 5%以上
风险等级评级	
低风险	宏观经济及政策、财经资讯、国债等方面的研究报告
中低风险	债券、货币市场基金、债券基金等方面的研究报告
中风险	可转债、股票、股票型基金等方面的研究报告
中高风险	科创板股票、北京证券交易所股票、新三板股票、权证、退市整理期股票、港股通股票、非上市公司等方面的研究报告
高风险	期货、期权等衍生品方面的研究报告

本评级体系“市场指数”参照标的为沪深 300 指数。

**分析师承诺：**

本人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、客观地在所知情的范围内出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点，不受本公司相关业务部门、证券发行人、上市公司、基金管理公司、资产管理公司等利益相关者的干涉和影响。本人保证与本报告所指的证券或投资标的无任何利害关系，没有利用发布本报告为自身及其利益相关者谋取不当利益，或者在发布证券研究报告前泄露证券研究报告的内容和观点。

**声明：**

东莞证券为全国性综合类证券公司，具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供东莞证券股份有限公司（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。本报告所载资料及观点均为合规合法来源且被本公司认为可靠，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。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，可随时更改。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可跌可升。本公司可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。在任何情况下，本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并不构成对任何人的投资建议。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，据此报告做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司及其所属关联机构在法律许可的情况下可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、经纪、资产管理等服务。本报告版权归东莞证券股份有限公司及相关内容提供方所有，未经本公司事先书面许可，任何人不得以任何形式翻版、复制、刊登。如引用、刊发，需注明本报告的机构来源、作者和发布日期，并提示使用本报告的风险，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证券研究报告的，应当承担相应的法律责任。

**东莞证券研究所**

广东省东莞市可园南路 1 号金源中心 24 楼

邮政编码：523000

电话：（0769）22119430

传真：（0769）22119430

网址：www.dgzq.com.cn