

2023年12月16日

买入（首次覆盖）

扬杰科技（300373）：功率半导体IDM 国内领先，业务聚焦新能源高启在即

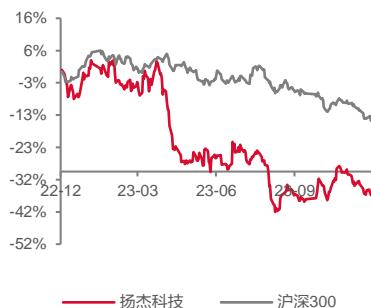
——公司深度报告

证券分析师

方霁 S0630523060001

fangji@longone.com.cn

数据日期	2023/12/15
收盘价	35.67
总股本(万股)	54,145
流通A股/B股(万股)	54,040/0
资产负债率(%)	32.41%
市净率(倍)	2.31
净资产收益率(加权)	8.59
12个月内最高/最低价	60.80/32.56



投资要点：

- 公司产品全方位布局，海外业务去库存结束后有望重启增长态势。公司产品版图丰富，二极管、小信号、MOSFET、IGBT、SiC系列产品均持续以新能源、汽车电子等高增长领域为导向突破技术瓶颈、进行新产品开发；公司“双品牌”战略布局海内外业务，收购美国MCC在欧美市场主打“MCC”品牌，在中国和亚太市场主打“YJ”品牌，随着海外市场去库存周期结束，高毛利海外业务营收表现有望在2024年迎来增长期。
- 二极管行业全球龙头，光伏二极管占据国内优势地位。光伏二极管业务在公司营收中占据重要地位，早在2019年公司在功率二极管市场就已经达到中国排名第一，全球第四，国内市占率为13.5%，2020年在光伏接线盒旁路二极管领域的市场占有率已超过30%。目前二极管市场替代效应初见成效，高端领域仍有替代空间，公司2023年上半年光伏二极管营收同比增幅超过20%，二极管芯片已在新能源汽车三电领域和清洁能源领域获得大规模应用，公司持续拓展产品规格提升各类产品性能，其中FRED芯片在耐高压性能上进行突破，整流芯片全系列已经量产，1700V续流芯片研发合格即将量产，新一代续流FRED已在研发中，预计2024年实现量产，未来市占率将进一步提升。
- 功率半导体各细分市场国内领先，加码布局新能源领域。公司产业链一体化布局，在MOSFET、IGBT、SiC等高端领域采用IDM+Fabless并行模式布局产能，从上游材料到中游晶圆设计、制造再到封测进行全面的产线建设，晶圆覆盖4、5、6、8寸芯片产线。公司在各细分市场中地位领先，目前产线建设和产品及技术研发进展顺利：1) 小信号方面，使用多种封装技术丰富小信号产品品类满足下游客户需求，2) MOSFET方面，聚焦于高端领域进行开发；3) IGBT方面，获得光伏和新能源汽车行业TOP客户订单，2023年上半年IGBT营收同比超50%，目前已经开始批量交付；4) SiC方面，自主开发的全碳化硅主驱模块将在今年完成A样试制，目前已经获得多家Tier1和终端车企的测试及合作意向，有望2025年批量上车，公司还进一步扩张SiC产线建设，达产后产能供应有望突破1万片/月。
- 首次覆盖，给予“买入”评级。随着新产品持续放量，海外业务增长，各产线产能释放，我们认为公司业绩将会重启增长态势。预计公司2023-2025年营业收入分别为55.91、67.35、79.81亿元，同比增速分别为3.46%、20.46%、18.51%；归母净利润分别为8.84、12.03、17.01亿元，同比增速分别为-16.64%、36.11%、41.37%。首次覆盖，给予“买入”评级。
- 风险提示：1) 下游需求增长不及预期；2) 海外市场增长不及预期；3) 产能不及预期。

盈利预测与估值简表

	2020A	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
主营收入(百万元)	2,616.97	4,396.59	5,403.53	5,590.67	6,734.52	7,981.37
同比增速(%)	30.39%	68.00%	22.90%	3.46%	20.46%	18.51%
归母净利润(百万元)	378.27	768.10	1,060.15	883.79	1,202.93	1,700.59
同比增速(%)	68.0%	103.1%	38.0%	-16.64%	36.11%	41.37%
毛利率(%)	34.27%	35.11%	36.29%	32.87%	33.18%	36.10%
每股盈利(元)	0.80	1.51	2.07	1.63	2.22	3.14
ROE(%)	13.03%	15.11%	17.23%	10.71%	13.36%	16.92%
PE(倍)	55.53	44.49	25.41	21.85	16.06	11.36

资料来源：同花顺，公司公告，东海证券研究所（截至2023年12月15日）

正文目录

1. 国内 IDM+Fabless 相结合，功率器件产品布局多样化.....	5
1.1. 并购战略扩充公司产线，业绩有望再次重启增长态势	5
1.2. 加大研发在多领域+多样化布局产品品类	8
1.3. “YJ”+“MCC”双品牌实现海内外双空间布局.....	10
1.4. IDM+Fabless 模式并行，产业链一体化布局	11
2. 功率半导体：燃新能源之火，促国产替代之行	13
2.1. 功率半导体品类众多，应用范围广泛	13
2.2. 海外龙头主导，国产化率有望加速提升.....	15
3. 二极管行业龙头企业，国内第一，全球第四.....	19
3.1. 二极管市场需求持续释放，初步替代完成	19
3.2. 扎根二极管领域，光伏起家，汽车助力.....	21
4. 小信号、MOSFET 国内领军企业，发力手机及汽车领域.....	23
4.1. 国内小信号市场前列企业	23
4.2. 国内 MOSFET 市场领先企业	26
5. IGBT 产品技术领先、SiC 早期布局	32
5.1. 国内 IGBT 市场优势企业.....	32
5.2. 国内 SiC 市场先锋企业	37
6. 估值假设与投资建议	43
6.1. 盈利预测假设与业务拆分	43
6.2. 可比公司估值	44
6.3. 投资建议	44
7. 风险提示	45

图表目录

图 1 扬杰科技发展历程	5
图 2 扬杰科技历年营收及增速	6
图 3 扬杰科技历年归母净利润及增速	6
图 4 扬杰科技历年毛利率与净利率	6
图 5 扬杰科技历年期间费用率	6
图 6 扬杰科技历年营收构成（亿元）	7
图 7 2023H1 扬杰科技业务营收构成（亿元，%）	7
图 8 扬杰科技股权结构	7
图 9 扬杰科技产品布局	8
图 10 公司产品应用领域及客户	9
图 11 公司历年研发费用	10
图 12 公司研发人员数量及占比	10
图 13 公司海内外业务布局	10
图 14 公司海内外业务构成（亿元）	11
图 15 公司海内外业务毛利率	11
图 16 产线建设布局图	12
图 17 功率半导体产品分类	13
图 18 功率半导体器件应用领域	14
图 19 全球功率半导体市场规模	14
图 20 中国功率半导体市场规模	14
图 21 2021 年全球各类功率器件占比	15
图 22 2027 年全球各类功率器件占比	15
图 23 2021 年全球功率半导体应用领域占比	15
图 24 功率半导体领域 2020-2022 年 TOP20 厂商	16
图 25 2022 年国内公司功率器件业务收入及增速	17
图 26 2022 年国内功率器件市场竞争格局	17
图 27 二极管产品分类	19
图 28 二极管产业链	20
图 29 全球二极管市场规模	20
图 30 中国二极管市场规模	20
图 31 中国二极管及类似半导体器件进出口数量	21
图 32 中国二极管及类似半导体器件进出口金额	21
图 33 扬杰科技二极管布局	22
图 34 小信号产品分类	23
图 35 全球小信号器件市场规模	24
图 36 小信号产业链	24
图 37 全球小信号器件市场 TOP23 厂商	25
图 38 扬杰科技小信号布局	26
图 39 MOSFET 产品分类及特性	27
图 40 全球 MOSFET 市场规模	28
图 41 MOSFET 产业链	28
图 42 2022 年国内 MOSFET 市场下游应用规模及占比（亿美元，%）	29
图 43 2026 年国内 MOSFET 市场下游应用规模及占比（亿美元，%）	29
图 44 2021 年全球 MOSFET 市场竞争格局	29
图 45 2022 年全球 MOSFET 市场竞争格局	29
图 46 2021 年国内 MOSFET 市场竞争格局	30

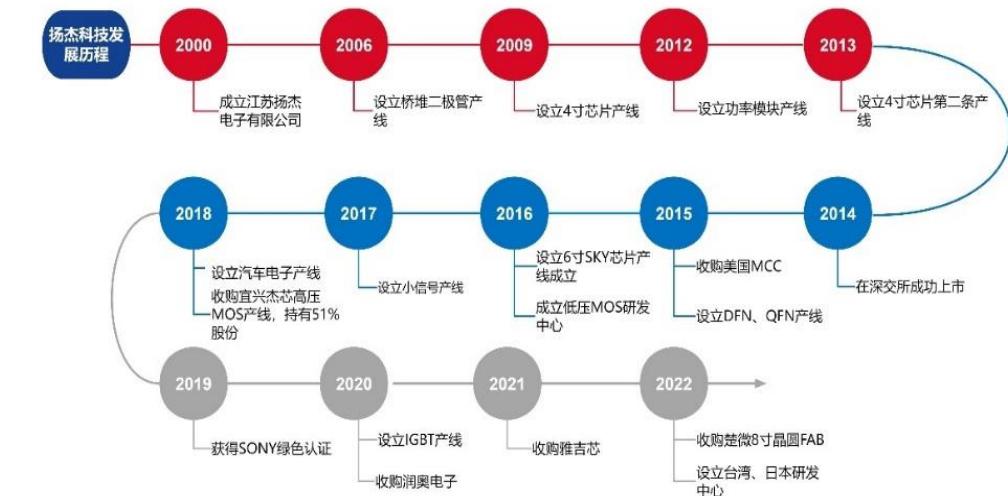
图 47 中国 MOSFET 市场规模及国产化率(亿美元, %)	30
图 48 扬杰科技 MOSFET 布局	31
图 49 IGBT 应用领域	33
图 50 2022 年我国 IGBT 应用领域市场规模 (亿元) 及占比	34
图 51 预计 2026 年我国 IGBT 应用领域市场规模 (亿元) 及占比	34
图 52 IGBT 产业链图	34
图 53 2021 年全球 IGBT 单管竞争格局	35
图 54 2021 年全球 IGBT 模块竞争格局	35
图 55 中国 IGBT 产量及自给率趋势图	35
图 56 扬杰科技 IGBT 布局	36
图 57 SiC 功率器件分类	37
图 58 SiC 产业链	38
图 59 全球 SiC 功率器件市场规模	39
图 60 2022/2028 年全球 SiC 器件下游应用占比	40
图 61 2021 年国内 SiC 器件下游应用占比	40
图 62 2021 年全球 SiC 功率器件市场竞争格局	40
图 63 扬杰科技 SiC 布局	41
图 64 扬杰科技碳化硅晶圆产能	42
表 1 全球头部厂商交货周期	18
表 2 扬杰科技二极管产品规格及进展	22
表 3 扬杰科技小信号产品规格	26
表 4 扬杰科技 MOSFET 产品规格	31
表 5 MOSFET、IGBT 和 BJT 性能对比	32
表 6 英飞凌的七代产品之间核心参数对比	32
表 7 中国 IGBT 市场规模测算 (亿元)	33
表 8 扬杰科技 IGBT 产品规格及最新进展	36
表 9 三代半导体材料核心参数对比	38
表 10 公司各应用领域业务预测 (百万元)	43
表 11 2021-2025 年扬杰科技盈利预测结果 (百万元)	44
表 12 可比公司估值	44
附录：三大报表预测值	46

1. 国内 IDM+Fabless 相结合，功率器件产品布局多样化

1.1. 并购战略扩充公司产线，业绩有望再次重启增长态势

(1) 通过收购进军功率半导体领域，实现全产业链布局。扬州杨杰电子科技股份有限公司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）的规模企业，同时在 MOSFET、IGBT、第三代半导体等高端领域采用 IDM+Fabless 相结合的模式。产品线涵盖分立器件芯片、MOSFET、IGBT&功率模块、SiC、整流器件、保护器件、小信号等，为客户提供一揽子产品解决方案。扬杰科技 2000 年在江苏扬州成立，2009 年设立 4 寸芯片产线，2014 年在深交所上市后，通过不断投资并购进行业务扩张和产业链整合，2018 年收购宜兴杰芯，主要补充高压 MOS 技术和产品，同年设立汽车电子产线，2020 年收购润奥公司，主要补充晶闸管和少量 IGBT 产品，同年设立 IGBT 产线，2021 年收购雅吉芯，主要补充外延片技术和产品。

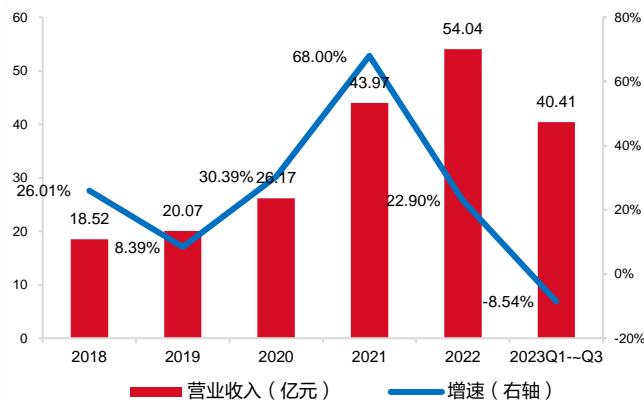
图1 扬杰科技发展历程



资料来源：扬杰科技官网，东海证券研究所

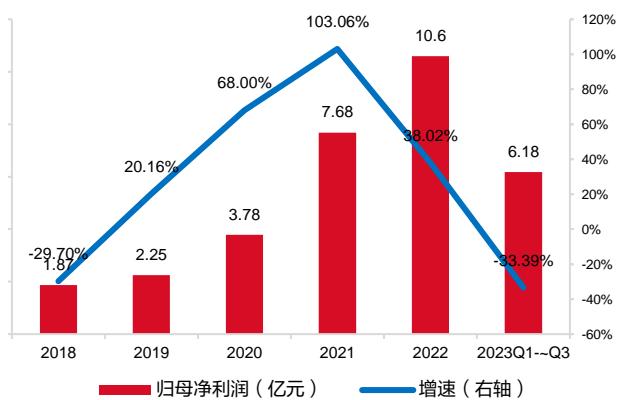
(2) 营收规模保持稳增长态势，归母净利润高增。公司 2022 年实现营收 54.04 亿元，同比增长 22.90%，归母净利润为 10.6 亿元，同比增长 38.02%，续扬“双增长”态势，业绩表现亮眼要源于新能源行业的需求旺盛，公司深度布局汽车电子应用领域，获得多家海内外著名汽车零部件企业认可，新能源领域行业继续保持较快增长水平，工业控制领域和消费领域等传统板块增速相对稳定。公司 2023 年前三季度实现营收 40.41 亿元，同比下降 8.54%，归母净利润 6.18 亿元，同比下降 33.39%，业绩有所回落主要是受到海外市场波动的影响，但短期周期性扰动不影响公司长期发展态势；公司 2023Q3 实现营业收入 14.16 亿元，同比下降 3.46%，环比上升 7.73%，公司汽车电子业务持续扩张，清洁能源业务订单饱满，工业和消费领域业务正逐步复苏，业绩有所修复，改善态势向好。

图2 扬杰科技历年营收及增速



资料来源：iFind，东海证券研究所

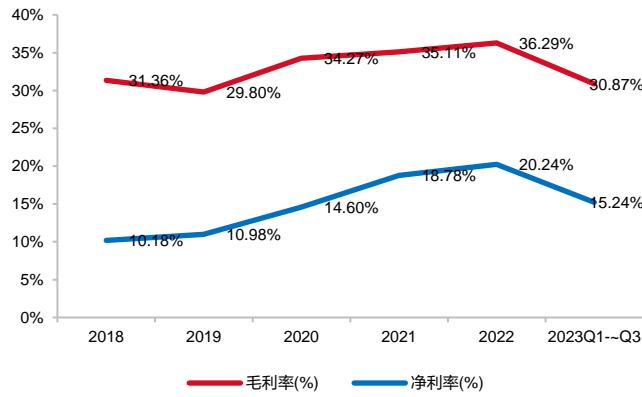
图3 扬杰科技历年归母净利润及增速



资料来源：iFind，东海证券研究所

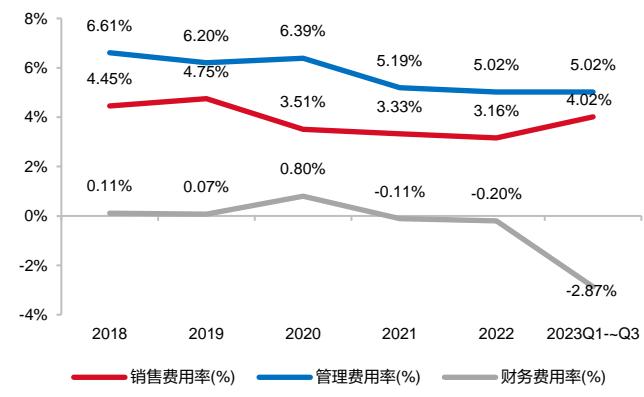
(3) 盈利水平稳中有升，期间费用持续优化。公司 2022 年毛利率和净利率分别增至 36.29% 和 20.24%，同比上升 1.18pcts 和 1.46pcts，盈利能力稳定，2022 年销售、管理、财务费用率分别降至 3.16%、5.02%、-0.20%，费用管控能力实现进一步提高。2023 年前三季度盈利水平短期承压，降至 30.87% 和 15.24%，主要是由于利润率更高的海外市场营收占比降低以及毛利率较低的产品同比增长幅度相对较大，占比增加导致整体毛利率有所下滑；2023Q3 毛利率为 32.28%，同比下降 2.90pcts，环比提高 2.76pcts，毛利环比有所回升主要是受益于公司稼动率提升显著以及汽车电子等高毛利率业务实现快速增长。未来随着海外业务复苏，公司毛利率有望持续改善以逐步提升。

图4 扬杰科技历年毛利率与净利率



资料来源：iFind，东海证券研究所

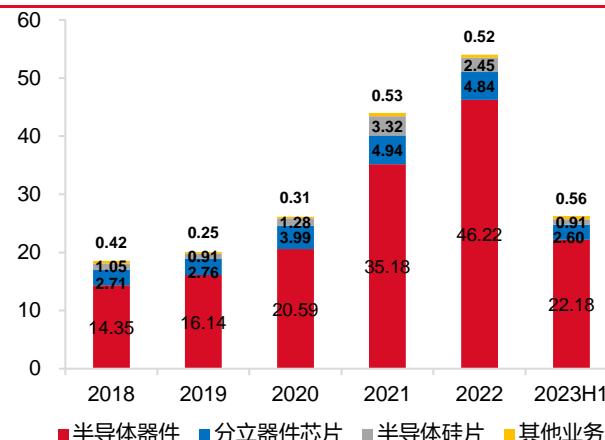
图5 扬杰科技历年期间费用率



资料来源：iFind，东海证券研究所

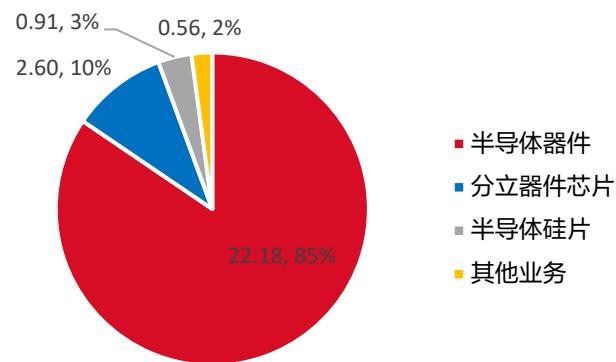
(4) 半导体器件在公司业务中占据主导地位，产品和技术水平不断更新迭代。营收构成方面，根据产品类别主要分为三大板块业务：半导体器件、分立器件芯片和半导体硅片，2023年上半年半导体器件营收占比 85% 左右，是公司实现营收的主要来源。公司在半导体器件领域布局不断深入，在 MOSFET 板块，强化产品竞争力，加速研发 SGT-MOSFET、SJ-MOSFET、车规级 MOSFET 等高端产品，积极对标国际品牌，加速实现进口替代；在 IGBT 板块，聚集一流人才，加大芯片研发投入，引入 FS(场终止)技术、MPT 微沟槽技术，大力开发车规级产品，实现 IGBT 的进口替代；在 SiC 板块，公司布局全系列 SiC 产品，结合高温离子注入、薄片技术，已经成功推出 SiC 系列二极管产品，SiC MOSFET 已经成功推出 80mohm、40mohm、20mohm、17mohm 产品，产品性能对标国际标杆 SiC MOS 平面栅企业的第三代水平。

图6 扬杰科技历年营收构成（亿元）



资料来源：iFind，东海证券研究所

图7 2023H1 扬杰科技业务营收构成（亿元，%）



资料来源：iFind，东海证券研究所

(5) 扬杰科技实控人为梁勤女士，从事电子元器件制造业务的重要子公司共5家。股权结构来看，截止2023年9月30日，江苏扬杰投资有限公司、建水县杰杰企业管理有限公司为公司前二大股东，分别持有公司36.23%和11.77%的股份，梁勤女士是上述这两家公司的最大股东，分别持有82.48%和42%的股份，间接成为公司实控人，同时担任公司董事长。公司纳入合并财务报表范围共28家公司，其中6家重要非全资子公司均从事电子元器件制造业务，包括成都青洋电子、扬杰润奥半导、四川雅吉芯电子、湖南楚微半导，以上公司均以收购方式取得；另外2家宜兴杰芯半导、扬州杰利半导，则是分别于2018年和2009年出资设立。

图8 扬杰科技股权结构

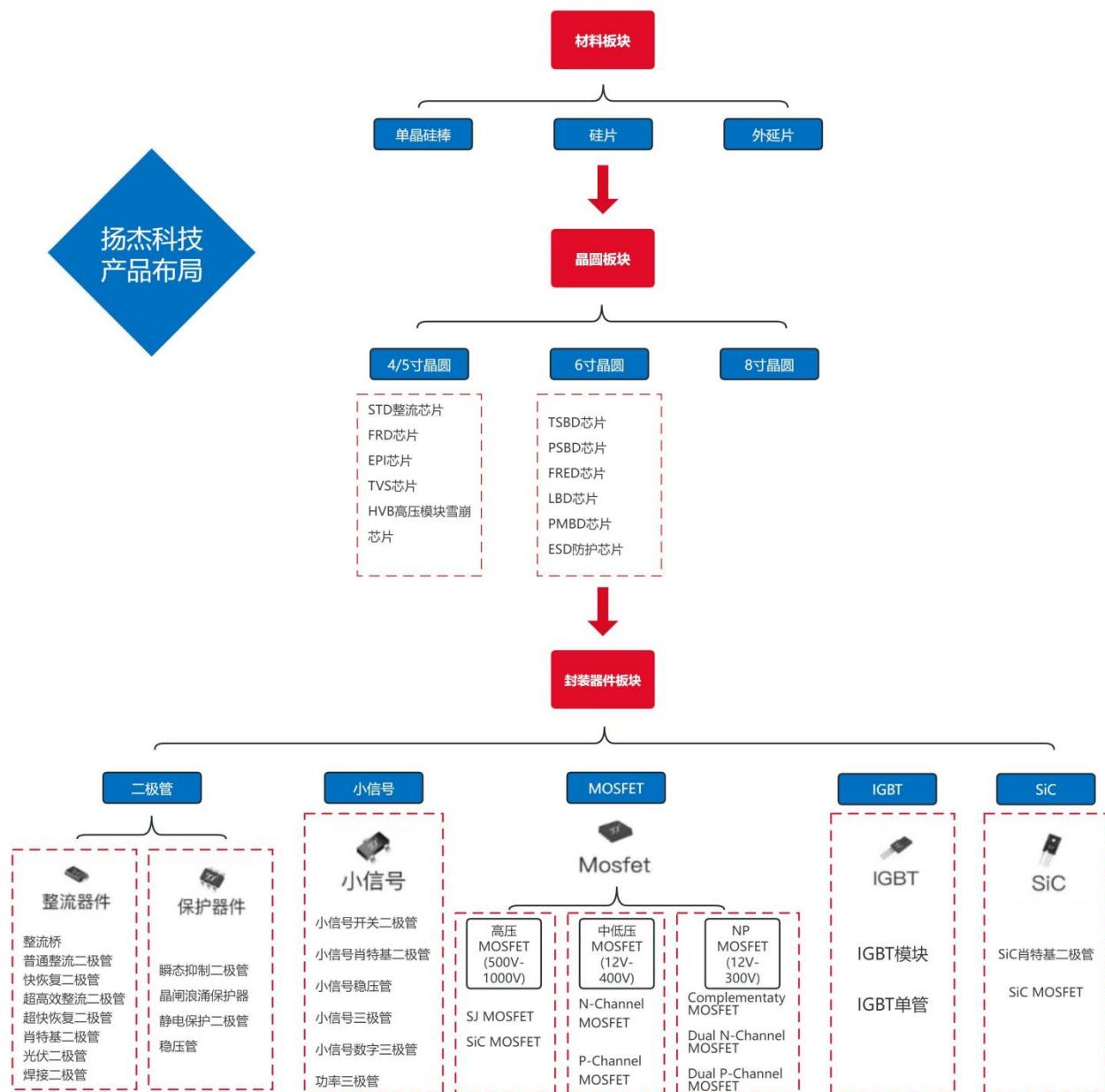


资料来源：iFind，东海证券研究所

1.2. 加大研发在多领域+多样化布局产品品类

(1) 公司主营产品主要分为三大板块，包括材料板块、晶圆板块和封装器件板块。材料板块包括单晶硅棒、硅片以及外延片，晶圆板块包括4、5、6、8寸电子电力器件芯片，封装器件板块包括MOSFET、IGBT、SiC系列产品、整流器件、保护器件、小信号及其他产品系列等。公司以IDM+Fabless生产模式相结合，自建4、5、6寸晶圆产线以及器件端的封测产线，收购楚微半导以获得8寸晶圆产线，与上游主流代工厂合作以获得部分高端MOS、IGBT以及SiC产能。光伏领域主要使用二极管、IGBT和FRD，其中光伏二极管公司订单饱满，手机等消费类产品领域使用小信号、MOSFET，汽车领域使用二极管、MOSFET、小信号这三类产品，其中二极管的毛利率较高。

图9 扬杰科技产品布局



资料来源：公司官网，东海证券研究所

(2) 公司产品广泛应用于汽车电子、清洁能源、5G 通讯、安防、工业、消费类电子等诸多领域，为客户提供一揽子产品、技术、服务解决方案。公司与国内外各行业 TOP 客户展开积极合作，目前汽车电子、清洁能源行业需求持续旺盛，汽车电子领域国内客户主要包括比亚迪、小鹏、小米，国外方面，取得安波福、博格华纳、联合电子等客户认证及订单；在光伏储能领域，国内客户包括宁德时代和阳光电源，国外方面与 SMA、SOLAREDGE 等客户持续扩大合作。

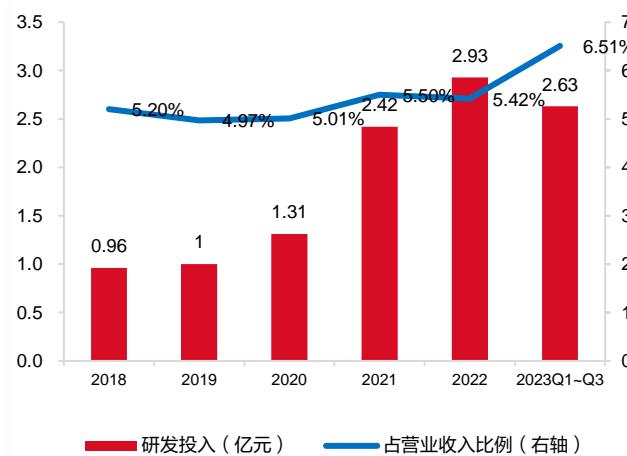
图10 公司产品应用领域及客户



资料来源：公司公告，东海证券研究所

(3) 公司持续加码研发投入，进行技术积累以加快更新迭代。2022 年公司研发投入达到 2.93 亿元，同比增长 21.07%，2023 年前三季度公司研发投入达到 2.63 亿元，研发费用率从 2022 年的 5.42% 增长至 6.51%，研发人员数量从 2018 年的 605 人逐年增长至 2022 年 851 人。公司近三年研发投入快速增长进入高峰期，公司技术方面正处于突破性进程中，目前公司拥有 SiC 研发团队、GaN 研发团队、IGBT 研发团队、MOSFET 研发团队、二三极管芯片研发团队、Clip 封装研发团队、WB 封装研发团队、8 寸晶圆长沙研发团队、IGBT 日本研发团队、MOSFET 台湾研发团队、单晶硅成都研发团队。公司建立了覆盖芯片、封装、应用的仿真平台，健全了产品参数的测试中心，完善了新能源、汽车电子应用平台的构建，形成了从晶圆设计研发到封装产品研发，从硅基到第三代半导体研发从售前技术支持到售后技术服务的完备的研发及技术服务体系，为公司新品开发、技术瓶颈突破、扩展市场版图等提供了强有力保障。

图11 公司历年研发费用



资料来源：iFind，东海证券研究所

图12 公司研发人员数量及占比

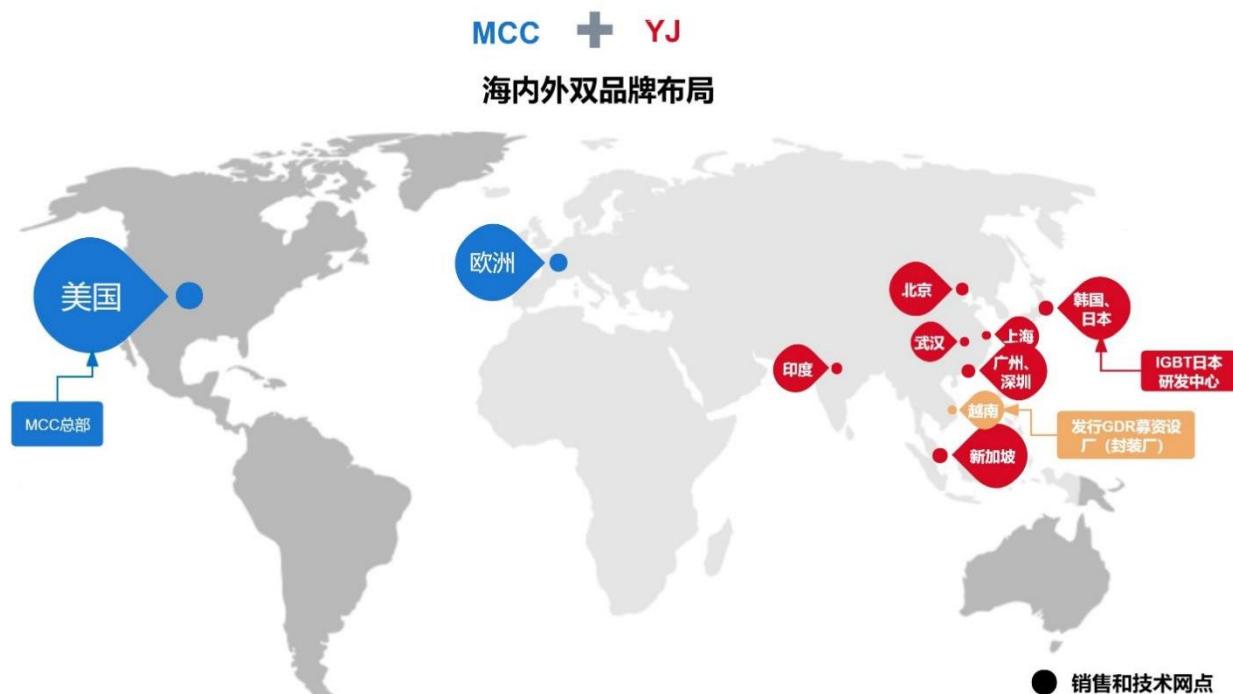


资料来源：iFind，东海证券研究所

1.3. “YJ” + “MCC” 双品牌实现海内外双空间布局

(1) 公司实行“双品牌”+“双循环”及品牌产品差异化的业务模式。2015年，公司收购美国MCC半导体公司，在欧美市场，公司主推“MCC”品牌产品，对标安森美等国际第一梯队公司。在中国和亚太市场，公司主推“YJ”品牌产品，通过持续扩大直销渠道网点，与各行业TOP大客户达成战略合作伙伴关系。目前，公司设有深圳、上海、北京、广州、武汉等20多个境内销售和技术服务站，境外设有美国、韩国、日本、印度、新加坡等12个国际营销、技术网点。与此同时，公司积极响应国家“国内国际双循环相互促进发展”的号召，积极拓展国际业务。2023年上半年，公司发行GDR募集资金在越南投资设立下属子公司美微科（越南）有限公司，建立东南亚国家建设封装测试生产线，投资总额8.74亿元，深耕国际市场，进一步优化公司的全球产业布局。

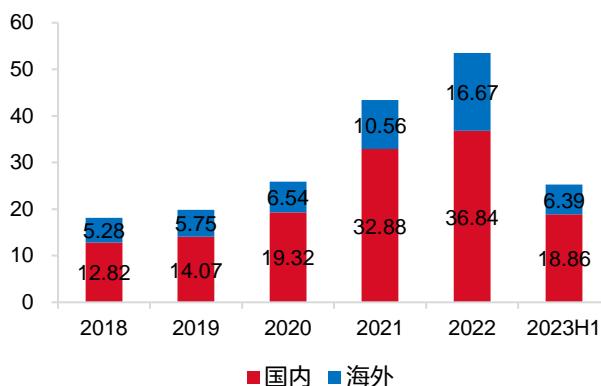
图13 公司海内外业务布局



资料来源：公司公告，东海证券研究所

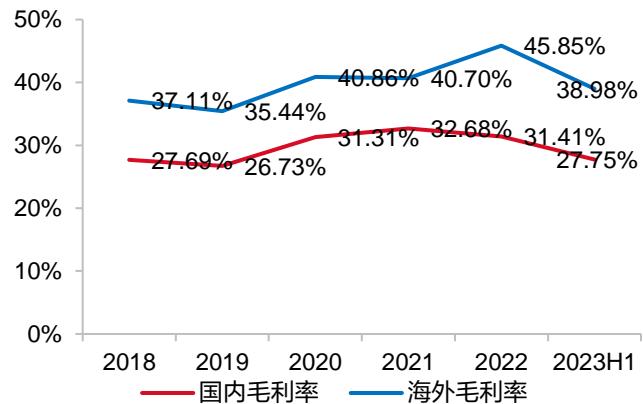
(2) 公司海外业务情况有望改善，海外业务毛利率高于国内业务。2022 年国内业务实现营收 36.84 亿元，占比 68.17%，而 2022 年海外业务实现 16.67 亿元，同比增长占比 57.86%，占比为 30.85%，与 2021 年相比提升 6.83pcts，2022 年公司海外业务高速扩张而海外业务毛利率较高带动公司总体毛利率提升，2023 上半年海外业务实现营收 6.39 亿元，占比为 15.81%，占比大幅下降是由于海外处于去库存阶段，目前去库存周期已接近尾声，将于 2024 年 Q1 结束，从 2024 年 Q2 开始公司海外业务营收表现将有望实现较大改善。未来公司将持续推进国际化战略布局，加强海外市场与国内市场的双向联动。

图14 公司海内外业务构成（亿元）



资料来源：iFind，东海证券研究所

图15 公司海内外业务毛利率



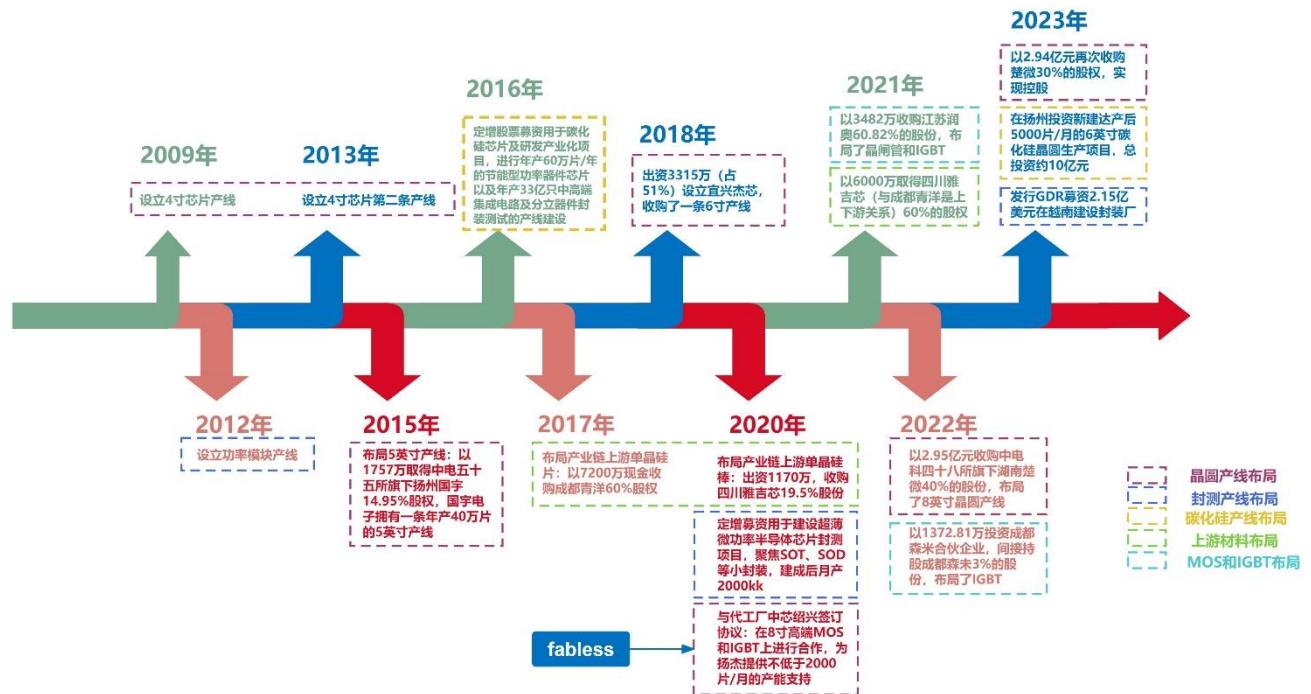
资料来源：iFind，东海证券研究所

1.4.IDM+Fabless 模式并行，产业链一体化布局

IDM+Fabless 模式进行产线布局，以保障未来产能。公司经营模式以 IDM 为主，同时在 MOSFET、IGBT、SiC 等高端领域采用 IDM+Fabless 相结合的模式。

- 晶圆产线布局方面，目前公司拥有两条 6 英寸晶圆生产线，月产合计 10 万片，以及 4、5 英寸晶圆生产线，月产合计 100 万片。公司于 2009 年自建 4 寸芯片产线，2013 年又设立第二条 4 寸芯片产线，2015 年取得中电五十五所旗下扬州国宇 14.95% 的股份，布局 5 英寸产线，2018 年设立宜兴杰芯，布局 6 英寸产线，在 2023 年 Q1 完成对湖南楚微的收购，持有其 70% 的股份，补充 8 寸芯片产线，二期建设规划为 3 万片/月的 8 英寸硅基芯片生产线项目和 5000 片/月的 6 英寸碳化硅基芯片生产线项目，一期和二期 8 英寸硅基芯片生产线项目产能规划共 4 万片/月，目前月产能达 2.5 万片；而代工厂方面，与中芯绍兴在 8 寸高端 MOS 和 IGBT 方面合作获得代工产能，协议约定年度平均产能不低于 2000 片/月。目前公司 6 寸线、8 寸线实现满产状态，4、5 寸线稼动率也在稳步提升。
- 器件端封测产线布局方面，2012 年设立功率模块产线，2020 年定向增发募资建设超薄微功率半导体芯片封测项目，主要进行 SOT、SOD 等小封装，建成后月产达 2000kk，2023 年成功发行 GDR 募资建设越南封装厂，满足海外客户需求。
- 上游材料布局方面，2017 年收购成都青洋，布局单晶硅片，2021 年完成收购四川雅吉芯，布局单晶硅棒。
- IGBT 布局方面，2021 年收购江苏润奥设立 IGBT 产线，2022 年投资成都森米合伙企业，间接持股成都森未 3% 的股份，此后成都森未被高新发展收购，业务端与振华集团合作布局军工领域，扬杰科技目前仍间接持股成都森未，布局了军工 IGBT。
- SiC 产线公司布局方面，2016 定向增发募资用于 SiC 芯片、器件研发及产业化建设项目，2023 年在扬州投资新建碳化硅产线。此外，公司与代工厂积塔半导体进行合作获得硅晶圆产能，用于新能源汽车核心零件 OBC。

图16 产线建设布局图



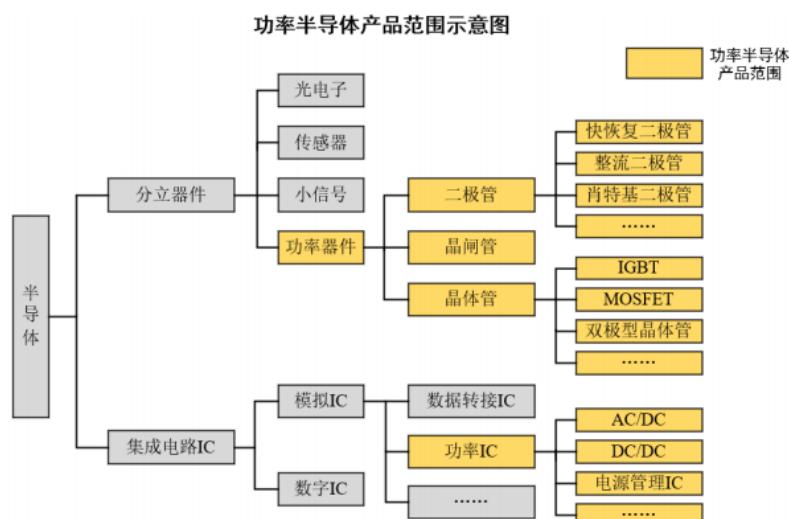
资料来源：公司公告，东海证券研究所

2. 功率半导体：燃新能源之火，促国产替代之行

2.1. 功率半导体品类众多，应用范围广泛

(1) 功率半导体根据集成度可以分为分立器件中的功率器件和集成电路 IC 中的功率 IC 两个大类。半导体产品的分类是一个十分复杂困难的过程，国际上多种分类方法都不可完美区分出来各种产品种类与规模，目前较多采用 WSTS (世界半导体贸易协会) 的分类方法。在下图的半导体产品中，功率半导体是包含了功率器件与功率 IC 两大类，功率 IC 相对来说集成芯片的小功率、小电压产品，功率 IC 集成度较高，是指将高压功率器件与其控制电路、外围接口电路及保护电路等集成在同一芯片的集成电路，主要应用于手机等小电压产品。功率器件包括二极管、晶体管和晶闸管三大类，其中晶体管市场规模最大，晶体管又细分为 IGBT、MOSFET、双极型晶体管 (BJT) 等。功率器件是指体积较大，用来处理较大功率、大电压的产品。

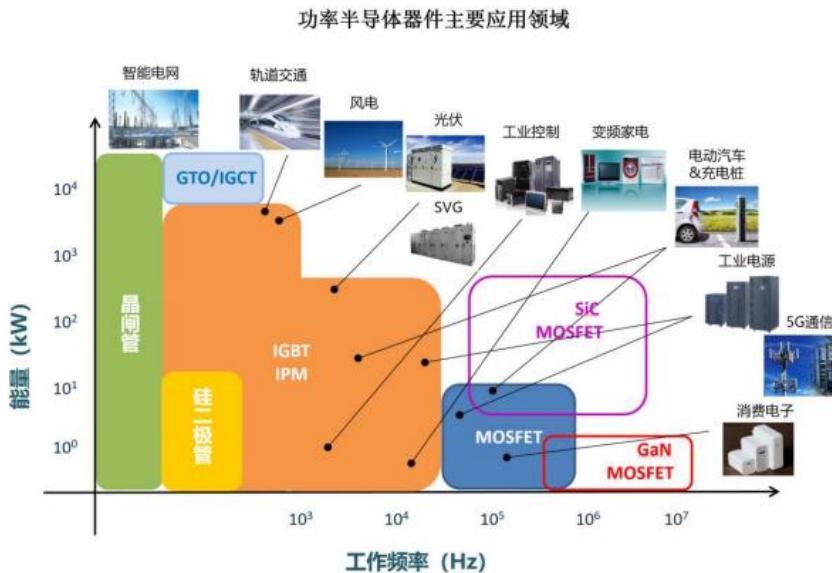
图17 功率半导体产品分类



资料来源：宏微科技招股说明书，东海证券研究所

(2) 功率半导体的两大功能是开关与电能转换，主要可以依据工作频率与功率大小将功率半导体分为不同类型。功率器件通过调节改变电子元器件的功率来实现电源开关和电能转换的功能，主要体现在变频、整流、变压、开关等方面。其应用范围广泛，包括工控、风电、光伏、电动汽车与充电桩、轨交、消费电子以及 5G 通信等领域，其中 IGBT、MOSFET、SiC、GaN 功率器件由于工作频率更高，耐高压性能更优，因而应用领域更广，更适用于电动汽车、充电桩、工业电源、轨道交通等高压和工作环境更为复杂情况的工作场景。

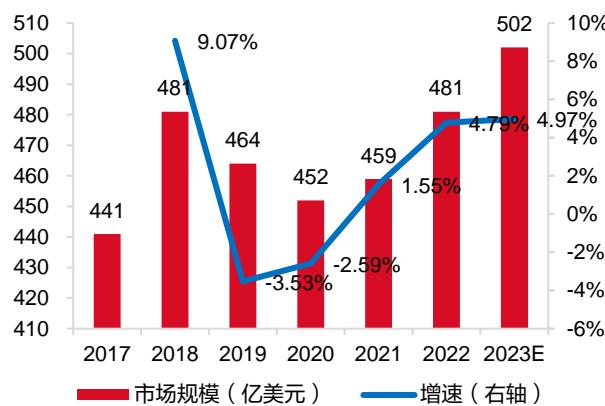
图18 功率半导体器件应用领域



资料来源：宏微科技招股说明书，东海证券研究所

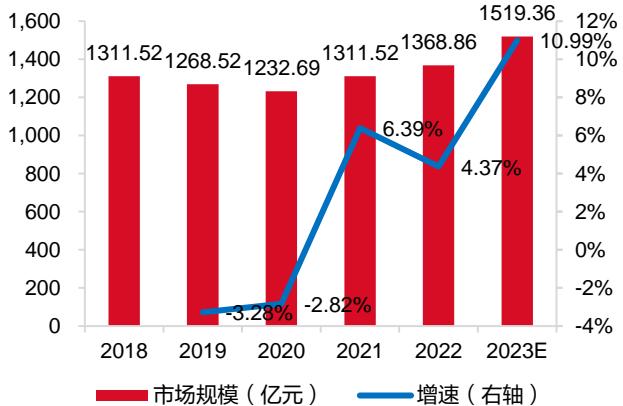
(3) 全球及中国功率半导体市场规模将在 2023 年有望分别增长至 502 亿美元和 1519.36 亿元，2020-2023 年 CAGR 达 3.56% 和 7.22%，预计长期保持增长，未来几年年均复合增速保持在 4% 和 8% 左右。根据 Omdia 数据显示，从 2021 起半导体市场局面扭转重启增长，2022 年全球及中国功率半导体市场规模分别为 481 亿美元和 1368.86 亿元（191 亿美元），同比增长 4.79% 和 4.37%，2023 年全球功率半导体市场规模有望继续增长至 502 亿美元，2023 年中国功率半导体市场规模将较大幅增长至 1519.36 亿元，同比增速达 10.99%，达到历史新高，2020-2023 年 CAGR 预计分别为 3.56% 和 7.22%。

图19 全球功率半导体市场规模



资料来源：Omdia，东海证券研究所

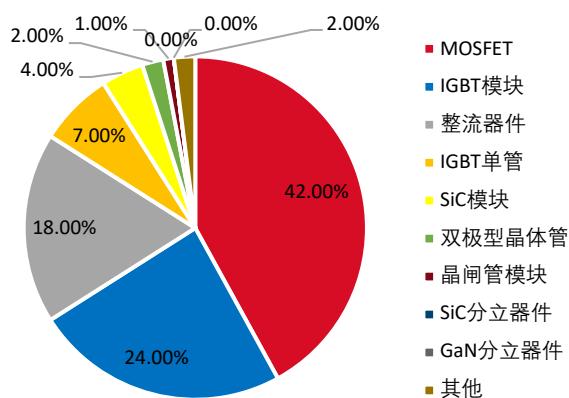
图20 中国功率半导体市场规模



资料来源：Omdia，东海证券研究所

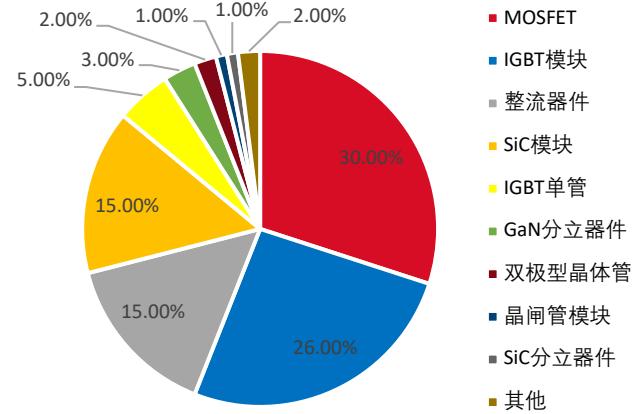
(4) 2021 年全球功率器件中主要以 MOSFET 和 IGBT 这两类器件为主，2027 年这两类器件仍占据主导地位，SiC、GaN 等第三代半导体占比有望从 4% 提升至 19%。根据 Yole 数据，在 2021 年全球功率半导体市场中 MOSFET 分立器件占比最大为 42%，IGBT 模块、单管占比分别为 24% 和 7%，这两类器件占据主要地位，广泛应用于电动汽车和充电桩等领域。2027 年 IGBT 模块、单管占比分别为 26%、5%，仍然保持在 31%，成为占比最大的细分市场，MOSFET 占比为 30%，而 SiC 模块、分立器件、GaN 分立器件占比分别为 15%、1% 和 3%，第三代半导体在性能优势下发展迅速合计占比有望提升至 19%。

图21 2021年全球各类功率器件占比



资料来源：Yole，东海证券研究所

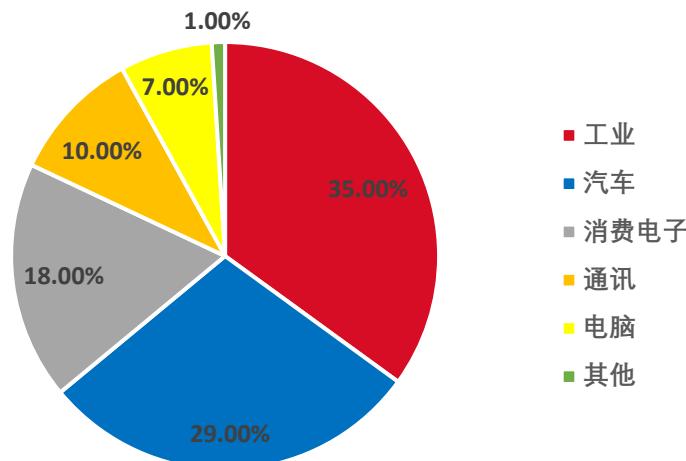
图22 2027年全球各类功率器件占比



资料来源：Yole，东海证券研究所

(5) 2021年全球功率器件下游应用中工业和汽车领域占比总和超过50%，预计未来工业市场占比较为稳定，汽车市场在新能源车带动下占比有望提升成为第一大应用领域。从下游应用占比来看，根据TrendForce数据，2021年全球功率半导体下游应用领域中，工业和汽车领域占比较大，分别为35%和29%，消费电子为第三大应用领域占比为18%，其次是通讯和电脑领域，占比分别为10%和7%。作为最大的存量市场，预计未来工业市场保持稳定增长，占比也将保持稳定；汽车领域在近几年新能源汽车的蓬勃发展带动下，成为助推功率半导体行业的最充足动力，未来汽车市场将有望超越工业市场成为第一大应用领域，占比将进一步提升。

图23 2021年全球功率半导体应用领域占比



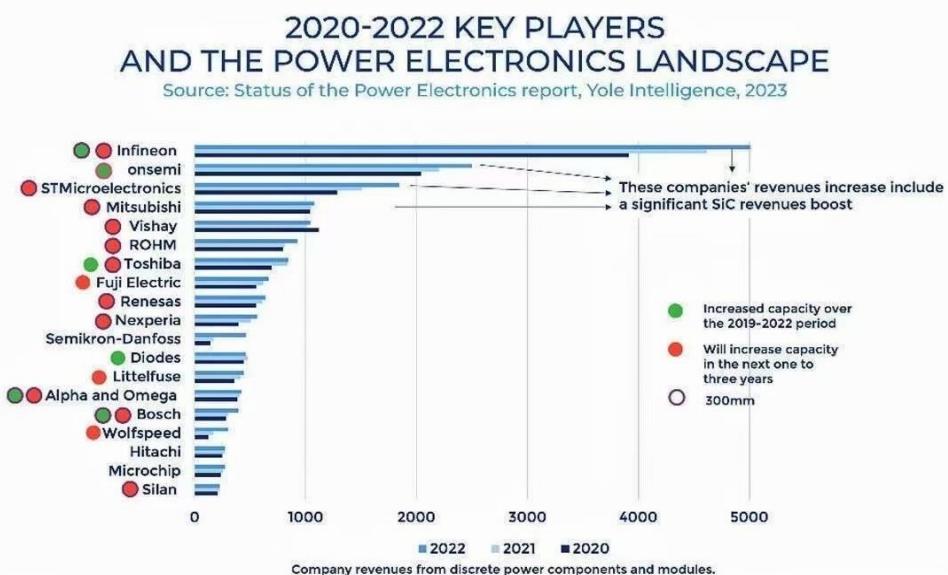
资料来源：TrendForce，东海证券研究所

2.2. 海外龙头主导，国产化率有望加速提升

(1) 功率半导体市场行业集中度高，海外龙头占据主导地位。全球功率半导体市场份额绝大多数主要由日本、美国、欧洲这些国家和地区的企业占据，根据Yole，2020-2022年前三大厂商均为英飞凌、安森美、意法半导体。其中英飞凌居于绝对龙头地位，功率半导体营收在市场中遥遥领先第二名安森美，是全球业务面最广、体量最大的汽车半导体龙头企业，根据英飞凌年报，2022年实现营收142.18亿欧元，同比增长28.6%，利润为

33.78 亿欧元，同比劲增 63%，利润率为 23.8%，同比增长 5.1pcts，这三项指标均创历史新高，在汽车功率器件细分领域中占据行业领先地位；安森美是第二大功率半导体供应商，产品布局丰富，2022 年实现营收 83.26 亿美元，同比增长 24%，创历史纪录，其中汽车业务增速最快；意法半导体是传统功率半导体龙头企业，是 MOSFET 领域中的佼佼者，其他主要产品包括 SiC 和高低压硅二极管、GaN 功率器件、射频晶体管、IGBT 等，基于 SiC 的分立器件在下一代电动汽车应用上大获成功。全球前十大厂商中国内只有闻泰科技旗下的安世半导体进入此行列，安世半导体曾为飞利浦半导体标准产品事业部，2019 年被闻泰科技收购，其产品线中二极管产品与小型号 MOSFET 领先优势明显，2022 年安世半导体总营收为 23.6 亿美元，同比增长 10.7%，在汽车和工业等重要领域表现良好，2023 年上半年，受益于新能源汽车行业的迅速发展带来的持续活跃的需求，来自汽车领域的收入占比为 61.05%。据 Yole 下图统计数据，在前二十大功率半导体厂商中，有 14 家计划在未来一到三年内增加产能。

图24 功率半导体领域 2020-2022 年 TOP20 厂商



资料来源：Yole，东海证券研究所

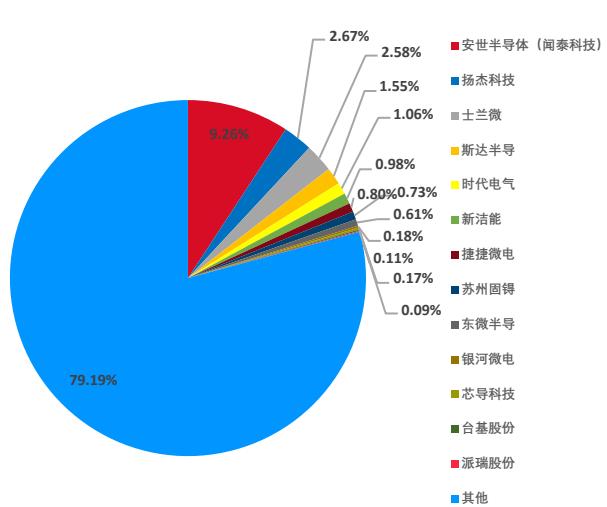
(2) 中国功率半导体器件市场中，国内厂商占据不到 30%的市场份额，国产化率仍处在较低位，替代空间广阔。2022 年国内功率半导体市场中主要 13 家国产厂商市场份额占比为 21%左右，国内龙头企业是闻泰科技旗下的安世半导体，2022 年功率半导体营收达 160.01 亿元，市场份额为 9.26%，公司产品覆盖最为全面，基本上涵盖了二极管、MOS、IGBT、SiC 等主要产品线，其次为扬杰科技、士兰微、斯达半导、时代电气，2022 年功率半导体营收分别为 46.22、44.67、26.82、18.35 亿元，市场份额分别为 2.67%、2.58%、1.55%、1.06%，其中时代电气借助其在轨交领域优势，成为国内高压 IGBT 龙头，2022 年功率半导体营收增速最高，达 71.83%。与国外厂商相比，国内厂商的产品结构、技术水平和创新能力仍在存在较大差距，但近年来通过对国际大厂先进技术的持续引进以及自主创新，国内企业已经完成 0-1 的技术突破，我国厂商在消费级、工业级中低端产品上已经实现了部分国产化，并且在车规级、轨交级高端产品上也有了一定突破。未来随着国内厂商技术水平的提升和管理经验的积累，以及终端客户持续国产替代需求下，目前不足 30%的国产化率将有望加速提升。

图25 2022年国内公司功率器件业务收入及增速



资料来源：各公司 2022 年报，东海证券研究所

图26 2022年国内功率器件市场竞争格局



资料来源：东海证券研究所测算

(3) 全球半导体周期下行趋势下，短期功率器件全球价格保持相对稳定。2023年第�三季度，海外主要厂商交货周期和价格保持平稳态势。1) 二极管交货周期方面，罗姆货期为维持在13-30周，国内龙头安世半导体肖特基、齐纳二极管货期维持在4-20周，开关二极管货期维持在8-50周，二极管价格趋势均与2023Q2持平。2) 小信号交货周期方面，海外厂商Diodes小信号Mosfet货期维持在20-30周，国内安世半导体货期维持在10-26周，价格趋势也均与2023Q2持平。3) MOSFET和IGBT交货周期方面，英飞凌IGBT货期维持在39-50周，低压Mosfet货期维持在18-48周，高压Mosfet货期维持在39-56周，意法半导体IGBT货期维持47-52周，低压Mosfet货期维持在50-54周，高压Mosfet货期维持在39-52周；价格趋势方面，英飞凌与意法半导体均环比持平。现阶段下游需求持续高景气度，而上游海外厂商产能释放有限，功率半导体市场面临短期内供不应求的状态，这为国产企业提供了机遇。如今，本土功率半导体产品性能已经逐渐成熟，且部分产品性能可对标海外大厂产品，加速国产化产品市场渗透，逐步切入高端市场，助力应用新能源车与发电领域的功率半导体市场保持向好态势。

表1 全球头部厂商交货周期

厂商名称	器件名称	货期(周)										价格
		21Q2	21Q3	21Q4	22Q1	22Q2	22Q3	22Q4	23Q1	23Q2	23Q3	
英飞凌	IGBT	26-52	39-50	39-50	39-50	39-50	39-50	39-50	39-50	39-50	39-50	平稳
	低压 Mosfet	26-52	39-52	42-52	42-52	52-65	52-65	46-60	26-54	18-48	18-48	平稳
	高压 Mosfet	26-40	26-40	36-52	36-52	52-65	50-54	50-54	50-54	39-56	39-56	平稳
意法半 导体	IGBT	30-36	36-42	36-42	36-42	47-52	47-52	47-52	47-52	47-52	47-52	平稳
	低压 Mosfet	30-52	42-52	42-52	42-52	50-54	50-54	50-54	50-54	50-54	50-54	平稳
	高压 Mosfet	22-30	26-36	26-36	36-52	47-52	47-52	47-52	47-52	47-52	39-52	平稳
安世半 导体	肖特基二极管	16-52	16-52	16-52	16-52	16-52	16-52	12-50	8-50	4-20	4-20	平稳
	开关二极管	16-52	16-52	16-52	16-52	16-52	16-52	12-50	8-50	8-50	8-50	平稳
	齐纳二极管	16-52	16-52	16-52	16-52	16-52	16-52	12-50	8-50	4-20	4-20	平稳
	小信号 Mosfet	16-52	16-52	16-52	16-52	16-52	16-52	12-50	12-50	10-26	10-26	平稳
	低压 Mosfet	26-52	42-52	42-52	42-52	47-52	47-52	47-52	47-52	40-52	16-52	平稳
罗姆	肖特基二极管	12-52	12-52	20-52	20-52	20-52	20-52	20-52	20-52	16-52	13-30	平稳
	开关二极管	12-52	12-52	20-52	20-52	20-52	20-52	20-52	20-52	20-52	13-30	平稳
	高压 Mosfet	26-30	26-30	26-30	26-40	42-52	42-52	42-52	42-52	42-52	26-40	/
	宽带隙 Mosfet	26-36	26-36	39-52	39-52	42-52	42-52	42-52	42-52	42-52	42-52	/
Diodes	小信号 Mosfet	12-40	16-52	16-52	16-52	16-52	16-52	16-52	30-45	30-45	20-30	平稳
	低压 Mosfet	26-32	42-52	42-52	42-52	44-52	48-54	48-54	26-54	18-52	18-52	/
	TVS 二极管	18-20	30-36	32-40	32-40	32-40	32-40	18-30	18-24	18-24	8-14	平稳
	肖特基二极管	12-40	16-52	16-52	16-52	16-52	15-52	14-52	14-35	14-35	14-35	平稳

资料来源：富昌电子，东海证券研究所

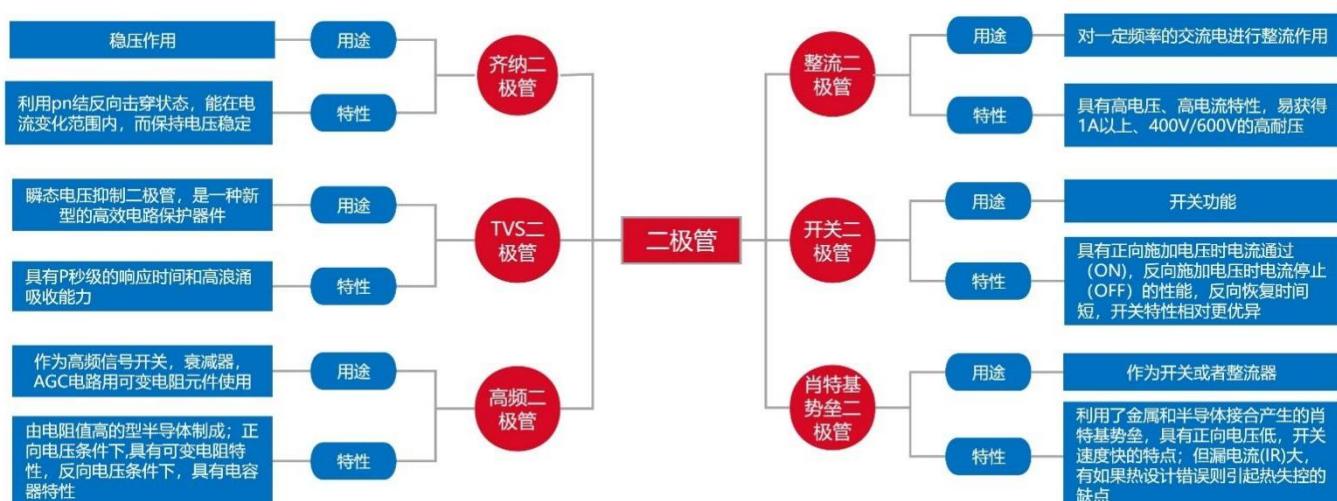
(4) 短期内国内企业功率器件产品价格预计保持稳定，未来仍有一定上升空间。国内企业在全球规模较小，在全球不具备产品定价权，海外巨头企业的价格是国内企业产品定价的锚，短期内国内企业产品价格预计保持稳定。全球巨头产品的价格有所调整，国内企业价格理论上也会同方向上调整。2021年受到全球缺芯价格影响，国内企业的功率器件产品大幅度涨价，2022年缺芯逐步缓解，价格企稳下降，到目前为止，功率器件的供货周期稳定，价格相对稳定。未来在下游新兴应用领域持续景气下，国内功率器件价格有望得到一定提升。

3.二极管行业龙头企业，国内第一，全球第四

3.1.二极管市场需求持续释放，初步替代完成

(1) 二极管又称晶体二极管，简称二极管（diode），是一种具有不对称电导的双电极电子元件。晶体二极管是一个由p型半导体和n型半导体烧结形成的p-n结界面，具备单向传导电流的特性，理想的二极管在正向导通时两个电极（阳极和阴极）间拥有零电阻，而反向时则有无穷大电阻，即电流只允许由单一方向流过二极管。按照用途不同可以将二极管分为整流二极管、开关二极管、肖特基二极管、齐纳二极管、TVS二极管、高频二极管等，主要具有包括整流、开关、保护等作用。

图27 二极管产品分类



资料来源：华经产业研究院，东海证券研究所

(2) 从二极管产业链来看，我国企业均积极布局，目前已经实现初步国产替代，国内核心的二极管生产制造企业包括安世半导体（闻泰科技）、扬杰科技、苏州固锝等。二极管产业链上游主要是硅、硒、锗等晶圆材料、封装材料等原材料供应商以及生产设备供应商，中游主要是指二极管生产制造企业，下游应用领域广泛，包括新能源汽车、计算机、手机、家电等消费电子领域，光伏、风能等可再生能源，包括室内、户外、汽车照明的LED照明以及工业自动化领域。

图28 二极管产业链



资料来源：智芯咨询，东海证券研究所

(3) 二极管行业已趋饱和，预计 2023 年全球市场规模将小幅降至 45.69 亿美元，2026 年逐步增长至 53.51 亿美元。由于二极管行业技术壁垒较低，行业参与者众多，近年来市场规模表现较为稳定，2022 年达到短期峰值，2023 年下滑后 2024 年重新步入上行通道。据芯谋研究数据，2022 年全球二极管市场规模达 55.73 亿美元，与上年同期基本持平，2019-2022 年年均复合增长率达 7%，预计 2023 年市场规模达 45.69 亿美元，2026 年逐步增长至 53.51 亿美元，国内市场表现与全球市场趋同。

图29 全球二极管市场规模

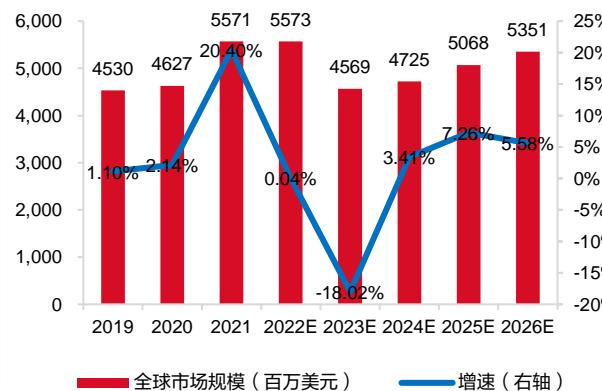
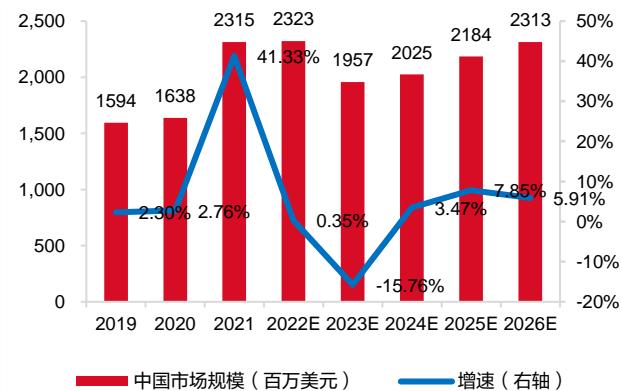


图30 中国二极管市场规模



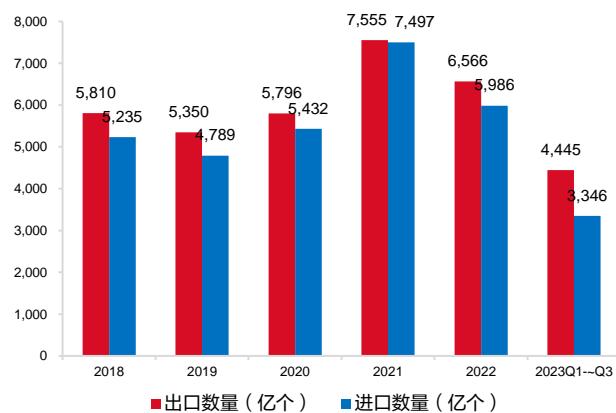
资料来源：芯谋研究，东海证券研究所

资料来源：芯谋研究，东海证券研究所

(4) 二极管行业是我国功率半导体中发展最早、成熟度最高的市场，国产替代程度已经初有成效。在二极管低端应用市场中，国产替代效应显现，已经基本实现国产替代，而在汽车等高端市场国产替代程度较低，可替代空间较为广阔，二极管在电动汽车的充电桩、电池管理系统、电机控制、汽车照明等方面都起到重要作用，对二极管在高温耐压、高效能等方面要求更高，国产产品替代空间更大。据海关总署统计数据，二极管及类似半导体

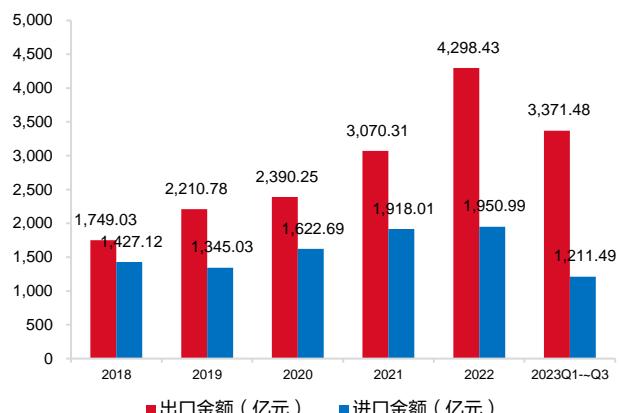
器件出口/进口数量 2022 全年为 6566/5986 亿个，同比下降 13.09%/20.15%，2023 年前三季度出口/进口数量为 4445/3346 亿个，同比下降 12.60%/29.50%，二极管及类似半导体器件出口/进口金额 2022 年为 4,298.43/1,950.99 亿元，同比增长 40%/1.72%。从金额同比增速来看，2022 年实现出口金额增速显著高于进口金额，从数量同比变化趋势来看，2023 年二极管及类似半导体器件出口数量的下降幅度有所收窄，而进口数量的下降幅度仍在扩大，可以看出随着国产厂商不断提升核心竞争力，提高产品性能降低产品成本，二极管市场的国产替代程度持续不断加深，未来在高端领域发力，替代进程有望进一步推进。

图31 中国二极管及类似半导体器件进出口数量



资料来源：海关总署，东海证券研究所

图32 中国二极管及类似半导体器件进出口金额

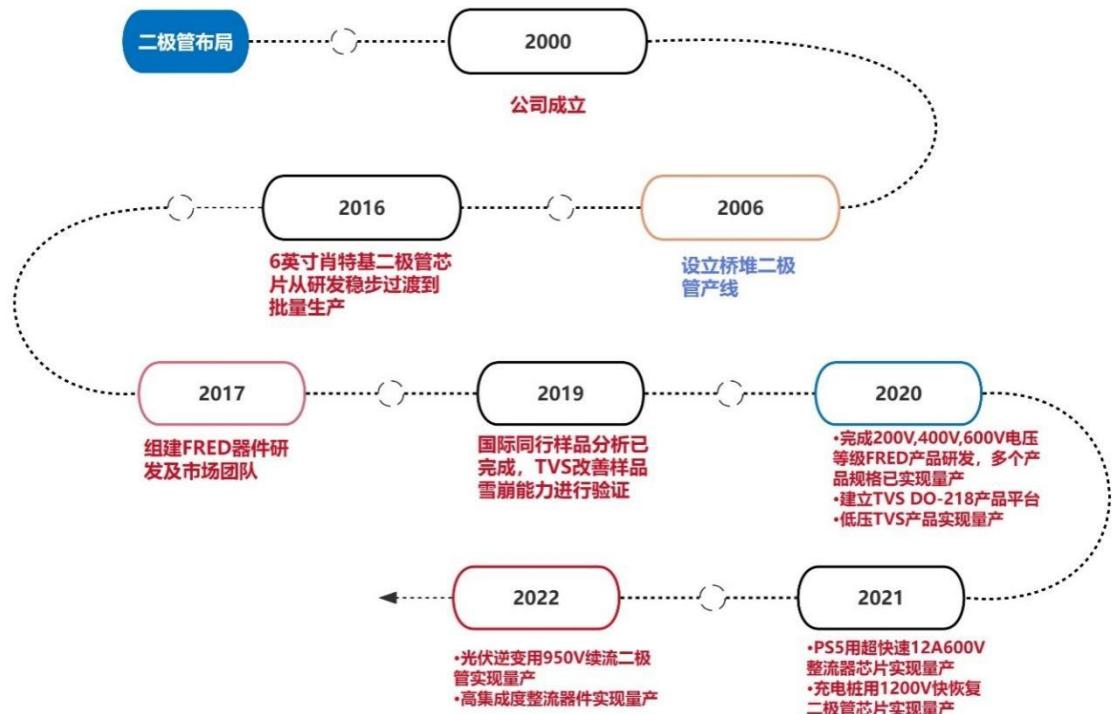


资料来源：海关总署，东海证券研究所

3.2.扎根二极管领域，光伏起家，汽车助力

(1) 扬杰科技是国内二极管市场龙头，扎根二极管领域逐渐发展壮大。根据芯谋研究数据，2019 年扬杰科技在功率二极管市场中国排名第一，全球第四，国内市占率为 13.5%，在二极管整流桥细分领域全球市占率高达 20.5%，成为全球第一，在整流快恢复二极管、肖特基二极管、TVS 细分领域中表现也较好，全球市占率分别为 4.0%、6.3%、5.7%，在光伏二极管领域市占率和产能均全球第一。在投资者互动平台，公司表示在光伏接线盒旁路二极管领域的市场占有率已超过 30%。根据公司 2023 年半年报，2023 年上半年光伏二极管业务同比增长 20%以上。公司 2006 年正式设立扬杰科技，自建桥堆二极管产线，2008 年设立 4 英寸产线主攻光伏二极管成为 IDM 光伏二极管厂商后逐步扩大业务范围。之后公司继续在光伏二极管产品类型上进行突破，2022 年公司使用 950V 快速恢复二极管(FRD)芯片的光伏逆变用 950V 续流二极管产品实现批量生产，高集成整流器件也实现批量生产。

图33 扬杰科技二极管布局



资料来源：公司公告，东海证券研究所

(2) 目前公司持续优化二极管产品应用结构，继续深耕光伏领域，向汽车领域积极转型：1) PSBD 芯片、PMBD 芯片已大批量应用于新能源汽车三电领域，产品规格持续拓展，产量占比大幅提升；2) TSBD 芯片在清洁能源领域获得大规模应用，并持续扩展产品规格，生产线覆盖 6 寸和 8 寸平台，产品性能即将全面提升；3) FRED 整流芯片 200V-1200V 全系列量产，续流芯片 650V、1200V 均已经量产，1700V 续流芯片研发合格，即将量产。基于 8 寸平台和全新寿命控制技术的新一代续流 FRED 已在研发中，预计 2024 年实现量产；4) 同时全面提升 TVS 芯片的产品性能，未来公司市占率有望进一步提升。

表2 扬杰科技二极管产品规格及进展

产品类别	电压范围	电流范围	最高规格	产品进展
肖特基二极管 (SBD)	20-300V	1-60A	300V 30A	PSBD 芯片、PMBD 芯片已大批量应用于新能源汽车三电领域，产品规格持续拓展，产量占比大幅提升；TSBD 芯片在清洁能源领域获得大规模应用，并持续扩展产品规格，生产线覆盖 6 寸和 8 寸平台，产品性能即将全面提升
快恢复二极管 (FRD)	50-4500V	0.5-3000A	4500V 2200A	FRED 整流芯片 200V-1200V 全系列量产，续流芯片 650V、1200V 均已经量产，1700V 续流芯片研发合格，即将量产。基于 8 寸平台和全新寿命控制技术的新一代续流 FRED 已在研发中，预计 2024 年实现量产
超快恢复二极管 (FRED)	50-1600V	1-75A	1600V 1A\1200V 60A	FRED 整流芯片 200V-1200V 全系列量产，续流芯片 650V、1200V 均已经量产，1700V 续流芯片研发合格，即将量产。基于 8 寸平台和全新寿命控制技术的新一代续流 FRED 已在研发中，预计 2024 年实现量产
普通整流二极管	50-8500V	0.5-7500A	8500V 4500A	
整流桥	40-1600V	0.8-50A	1600V 50A	
瞬态抑制二极管 (TVS)	5-513V	-	-	全面提升 TVS 芯片的产品性能

资料来源：公司官网，东海证券研究所

4. 小信号、MOSFET 国内领军企业，发力手机及汽车领域

4.1. 国内小信号市场前列企业

4.1.1. 小信号市场稳步扩张，高端领域替代空间广阔

(1) 小信号器件具有小电流、低功率的特点。小信号器件，又称小功率半导体器件，是指额定电流低于1A或额定功率低于1W的半导体分立器件。小信号器件主要可分为两大类：小信号二极管、小信号三极管，按照芯片结构和功能不同，小信号二极管可以进一步细分为小信号开关二极管、小信号肖特基二极管、小信号稳压二极管、ESD（Electro-Static discharge，释放静电），小信号三极管可以进一步细分为普通小信号三极管、小信号MOSFET。小信号器件主要功能有开关、续流、建波、稳压、ESD等，由于额定电流低主要在二次电源对电路中各并联功能模块的供电过程中使用。

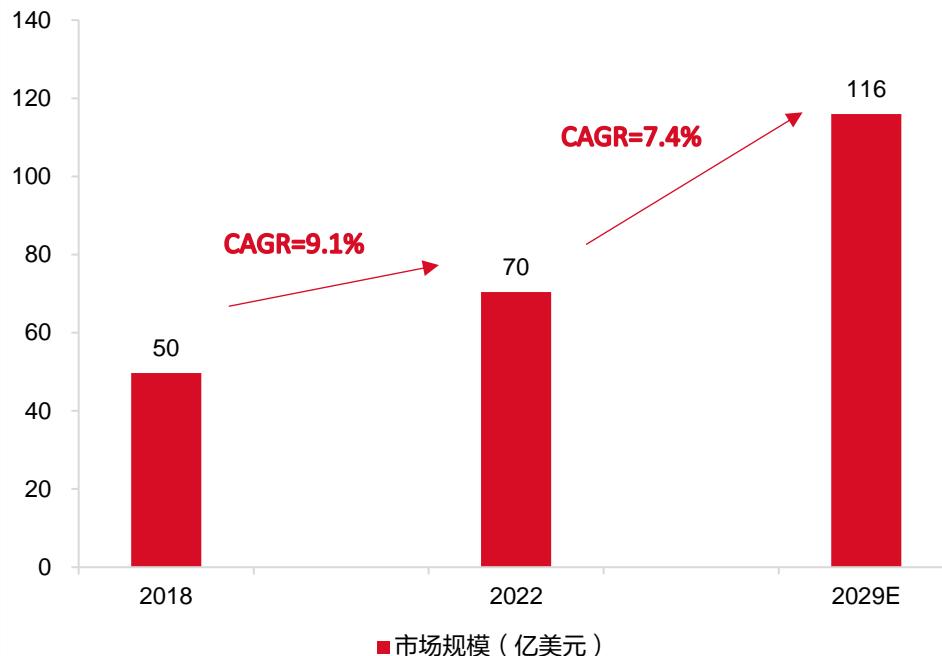
图34 小信号产品分类



资料来源：观知海内信息网，东海证券研究所

(2) 小信号器件市场持续稳步扩张，全球市场规模 2029 年有望增至 116 亿美元，2022-2029 年 CAGR 为 7.40%。根据 QYResearch 报告显示，2022 年全球小信号器件市场总体规模达 70 亿美元，2018-2022 年复合增长率为 9.10%，预计 2029 年将不断增长达到 116 亿美元，2019-2022 年均复合增长率为 7.40%。小信号器件市场总体发展较为稳定，小信号器件在芯片供电、小信号射频、ESD 等特定工作环境下，具有不可替代性，随着下游需求持续上涨，未来也将保持稳定增长态势。

图35 全球小信号器件市场规模



资料来源：QYResearch, 东海证券研究所

(3) 从小信号产业链来看，上游主要为晶圆代工厂、半导体材料与生产设备供应商，下游应用范围广泛。小信号产业链中游为小信号器件生产商，其中国产产品多为小信号二极管。小信号分立器件是电子电路的基础元器件，是各类电子产品线路中不可或缺的重要组件，广泛应用于小电流、高功率的工作场景，其中汽车电子、工业、消费电子是主要的三大应用领域，汽车电子领域主要由新能源汽车行业的快速崛起驱动，工业领域中工业控制细分市场是最重要的应用场景，作为高压高频要求的高端应用领域国产替代率较低，发展空间较大，消费电子中计算机、智能手机等移动设备及可穿戴设备中都广泛使用了小信号器件，例如一些手机中基带部分就使用了数十只小信号分立器件。此外，通讯及绿色照明市场等领域近年来也高速发展，成为下游中重要的增量市场。

图36 小信号产业链



资料来源：观知海内信息网，东海证券研究所

(4) 在小信号器件市场中，海外企业占据领先地位，但国内企业也处于高速发展，中低端领域基本实现了国产替代。欧美、日本、中国台湾地区等境外厂商具有先发优势，在全球竞争中保持优势地位，在中低端领域，国产小信号产品具有性价比基本形成了进口替代，在中高端领域客户以性能为主要考虑因素，仍以进口产品为主，例如在小信号 MOSFET 细分领域，海外厂商技术成熟，小信号 MOSFET 产品系列丰富以满足不同负载要求，下游客户为保证适配性更倾向于选择海外品牌产品，绝大多数市场份额被国际大厂占据，头部 TOP5 企业分别是 Infineon、NXP Semiconductor、Vishay、ON Semiconductor 和 Toshiba，市场份额超过了 52%。但近年来国产厂商加速赶超技术，国产替代率也在持续上升中，根据 QYResearch 报告显示，国内共有 8 家企业进入 2022 年全球小信号市场 TOP23 厂商行列，依次分别为闻泰科技收购的安世半导体、扬杰科技、乐山无线电、士兰微、燕东微、苏州固锝、捷捷微电、银河微电，其中安世半导体位列 13，扬杰科技位列 17。

图37 全球小信号器件市场 TOP23 厂商

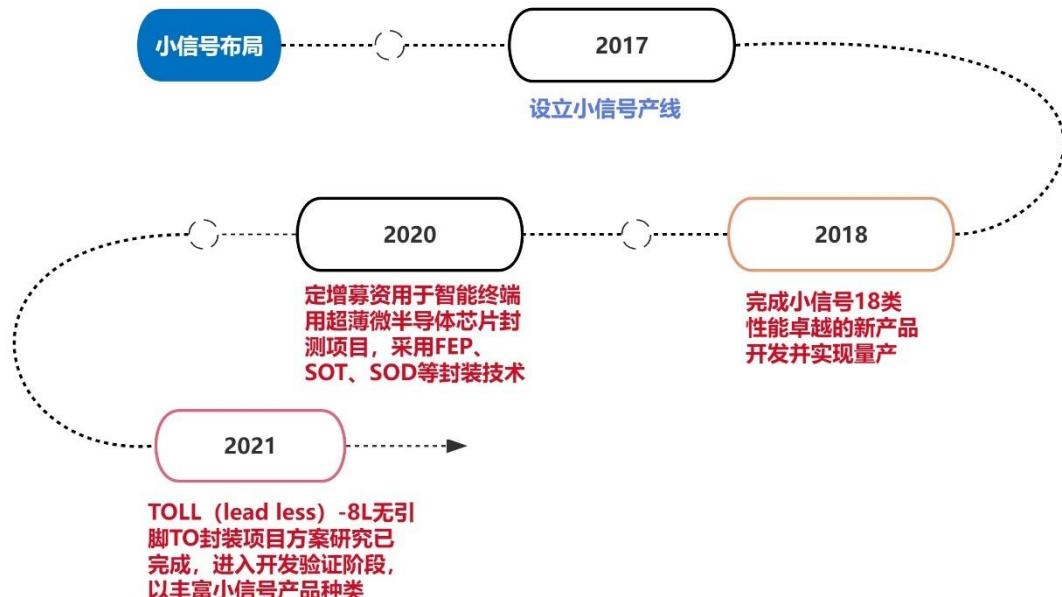


资料来源：QYResearch, 东海证券研究所

4.1.2. 小信号产品丰富，封装项目稳步推进

(1) 扬杰科技积极布局小信号器件，募资 12.9 亿元用于封装项目以扩张产能。公司 2017 年设立小信号产线，2018 年成功开发 18 类性能卓越的新产品并实现量产，2020 年定向增发股票将其中 12.9 亿元募集资金用于智能终端用超薄微半导体芯片封测项目，采用 FBP 平面凸点式封装、SOT 小外形晶体管封装、SOD 小外形二级管封装等封装技术，建成后智能终端用超薄微功率半导体器件产能达 2,000KK/月，可广泛应用于开关电源、变频器、驱动器等电路，作为高频、低压、大电流整流二极管、续流二极管、保护二极管使用，或是在 5G 通信、微波通信等电路中作为整流二极管、小信号检波二极管使用。2021 年公司新增 TOLL (lead less) -8L 无引脚 TO 封装项目，开发对标国际领先厂商的 TOLL 封装产品，以丰富小信号产品种类。

图38 扬杰科技小信号布局



资料来源：公司公告，东海证券研究所

(2) 公司加快小信号技术研发，消费电子领域新产品频出。目前普通电容单向、双向ESD芯片实现量产，多通道低电容ESD芯片、多通道低电容回扫的ESD芯片研发中，预计2024年实现量产。2023年公司推出小信号肖特基及开关二极管DFN0603封装新品，用于开关、检波等电路，目前为止是行业内DFN产品系列最小封装尺寸，产品具有开关效率高、工艺稳定、可靠性强的特性，应用于智能穿戴、家电、手机等消费电子领域。此外，针对消费电子领域还推出恒VC ESD产品，产品采用超薄封装外形，可应用于小型化电路，主要作用在低速信号线，控制总线，电源线的静电防护，应用于手机、数码产品、笔记本电脑、家用电器等场景。

表3 扬杰科技小信号产品规格

产品类别	电压范围/功耗	电流范围	最高规格
小信号开关二极管	75-300V	7.5-25A	300V 22.5A
小信号肖特基二极管	20-100V	0.015-1A	100V 0.2A
小信号稳压管	10-50W	-	-
小信号三极管	10-50W	-	-
小信号数字三极管	10-20W	-	-

资料来源：公司官网，东海证券研究所

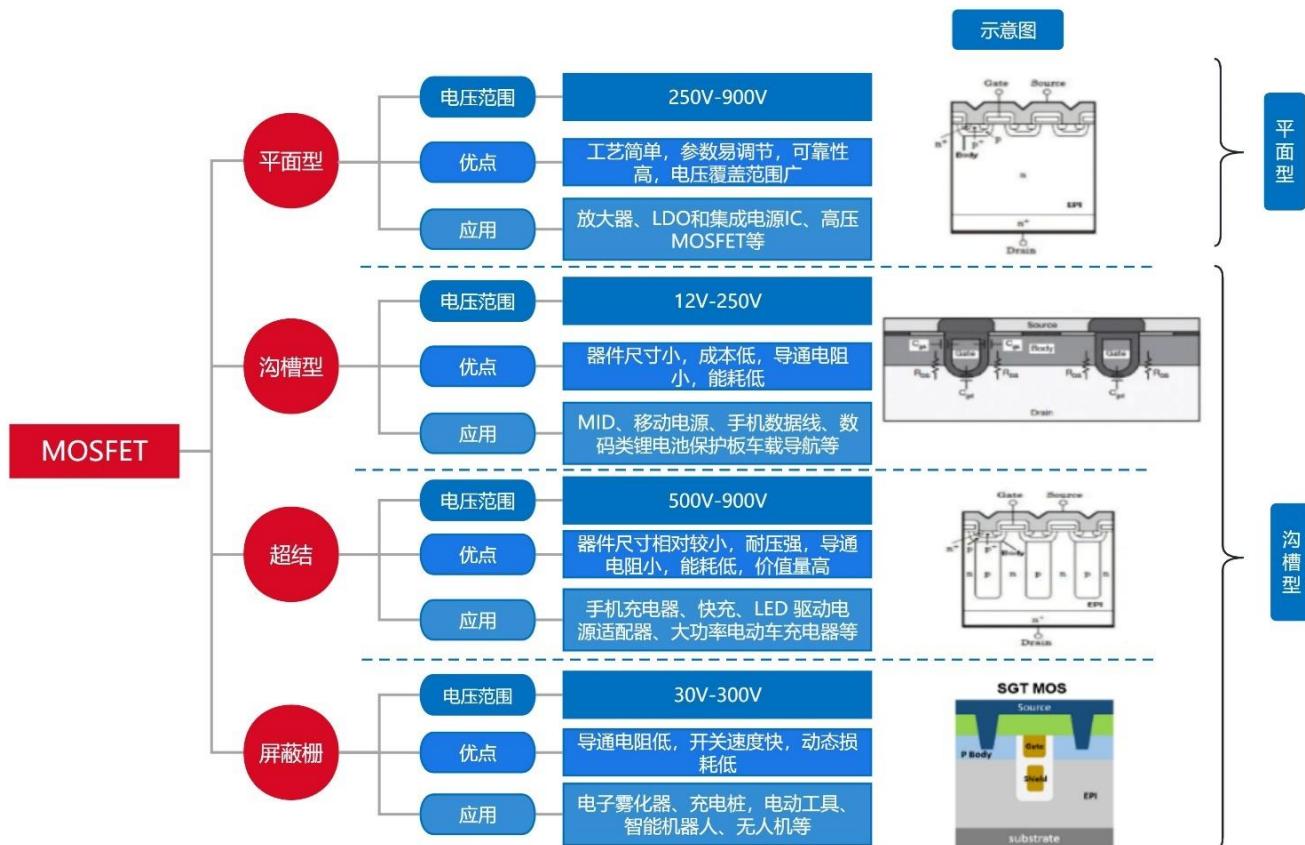
4.2.国内 MOSFET 市场领先企业

4.2.1.MOSFET 市场持续快速发展，2026 年国产化率有望达 64.5%

(1) MOSFET 全称金属氧化物半导体场效应管，是电压型控制器件，通过栅极电压的变化来控制输出电流的大小，并实现开通和关断。MOSFET 具有驱动电路简单，驱动功率小，开关速度快，工作频率高等特点，是功率半导体重要的基础元器件。随着沟道结构的不断演变，MOSFET 可细分为平面型、沟槽型、屏蔽栅和超结功率 MOSFET，平面型

MOSFET 电压覆盖范围广，适用于 250-900V，应用领域众多；Trench（沟槽型）MOSFET 主要用于低压领域，适用于 12V-250V，在移动电源、手机数据线等场景中应用；SGT（屏蔽栅沟槽）MOSFET 在传统沟槽 MOSFET 器件 PN 结垂直耗尽的基础上引入了水平耗尽获得更高的击穿电压，主要用于中压和低压领域，适用于 30V-300V，在充电桩、智能机器人、无人机等场景中应用；SJ-（超结）MOSFET 打破了硅材料极限，大幅降低了器件的导通电阻和开关损耗，主要在高压领域应用，适用于 500V-900V，在 LED 驱动电源适配器、大功率电动车充电器等场景中应用。

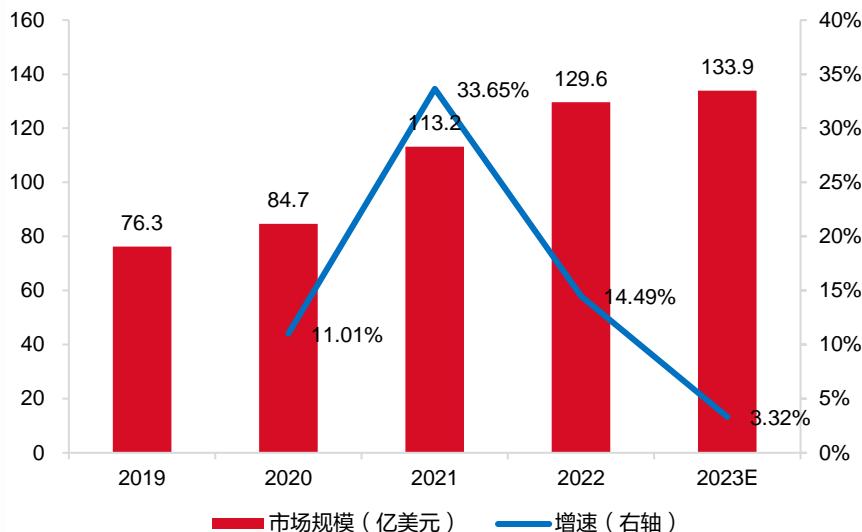
图39 MOSFET 产品分类及特性



资料来源：华经产业研究院，芯谋研究，东海证券研究所

(2) MOSFET 行业发展前景广阔，全球市场规模有望在 2023 年达到 133.9 亿美元。
 MOSFET 器件应用广泛，规模也较为可观，是功率半导体中非常重要的细分领域。根据中商产业研究院数据，2022 年全球 MOSFET 市场规模达到 129.6 亿美元，2019-2022 年均复合增速 CAGR 为 19.31%，保持较高速增长态势，2023 年有望继续增长达到 133.9 亿美元。

图40 全球 MOSFET 市场规模



资料来源：中商产业研究院，东海证券研究所

(3) 从 MOSFET 产业链来看，上游包括半导体材料和设备，中游为 MOSFET 生产制造商，下游终端应用需求领域广泛。上游半导体材料包括硅片、电子特气、光掩模、光刻胶和半导体设备包括光刻机、刻蚀机、清洗和离子注入等；中游制造企业包含 IDM 以及 Fabless 模式等厂商，海外包括英飞凌、安森美、东芝等欧美日国际巨头，国内企业以华润微电子为代表；MOSFET 驱动简单且高效的性能优势明显，下游应用领域众多，包含通信、消费电子、汽车电子、工业控制、计算机、电源管理等。

图41 MOSFET 产业链

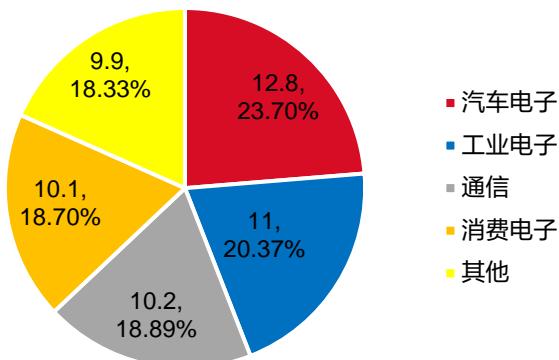


资料来源：智研咨询，东海证券研究所

(4) 在国内 MOSFET 市场中，汽车电子是体量最大的下游应用市场，2026 年应用领域占比有望从 2022 年的 23.70% 增长至 28.20%。在国内 MOSFET 市场中，汽车电子、工业、通信、消费电子是主要的四大应用领域，根据芯谋研究数据，汽车电子领域占比最大，受益于新能源汽车景气持续，主体地位将继续得到巩固，2026 年国内汽车电子领域 MOSFET 市场规模有望从 2022 年的 12.8 亿美元增长至 19.6 亿美元，CAGR 达 11.24%，

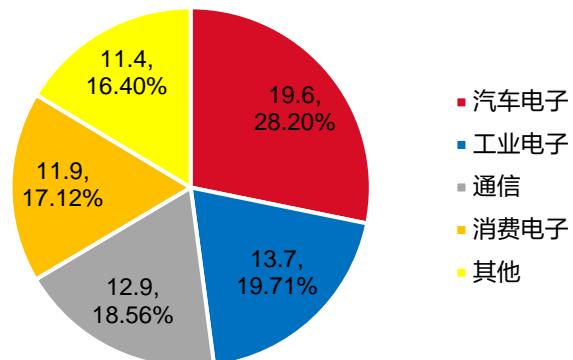
下游占比也将从 2022 年的 23.70% 提高到 28.20%，其他领域占比变动不大，2026 年工业、通信、消费电子各下游领域占比将分别达到 19.71%、18.56%、17.12%。

图42 2022 年国内 MOSFET 市场下游应用规模及占比（亿美元，%）



资料来源：芯谋研究，东海证券研究所

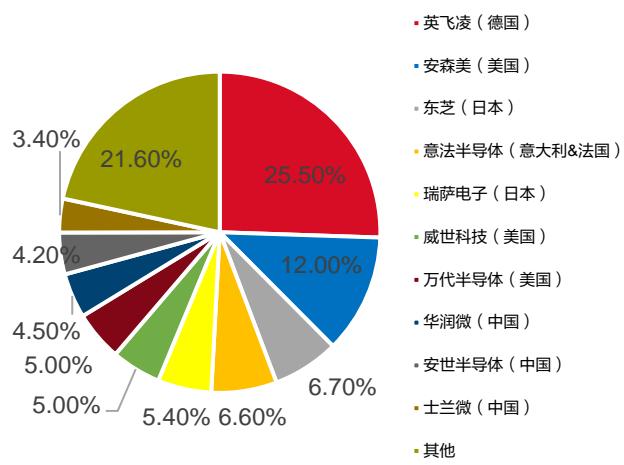
图43 2026 年国内 MOSFET 市场下游应用规模及占比（亿美元，%）



资料来源：芯谋研究，东海证券研究所

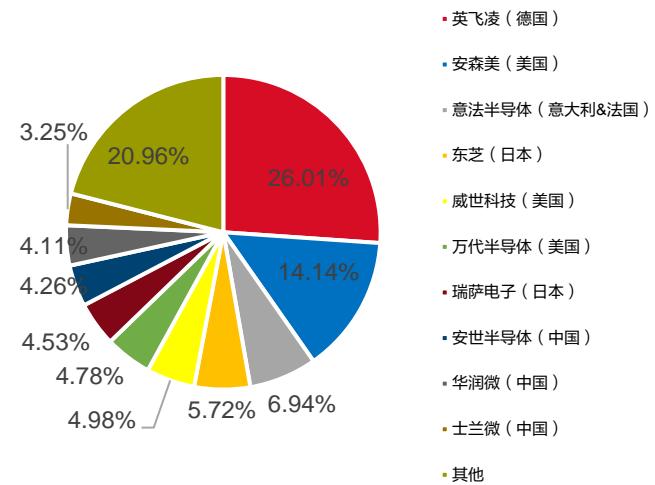
(5) 2022 年全球 MOSFET 市场中前五大厂商占有超过 50% 的市场份额，以海外企业为主体，国内企业有 3 家企业进入 TOP10 行列。根据 omdia 数据，在全球 MOSFET 市场中，2022 年 TOP10 厂商与 2021 年相同，排名次序稍有变化，但英飞凌和安森美一直稳居龙头地位，其中英飞凌处于绝对主导地位，MOSFET 营收远超第二名安森美，前五大厂商均为具有先发优势和技术优势的海外企业，2021 年和 2022 年 CR5 分别为 56.20% 和 57.79%，集中度较高，国内主要是闻泰科技旗下的安世半导体、华润微电子、士兰微 3 家企业上榜，2022 年安世半导体以 4.26% 的市占率超过华润微成为国内 MOSFET 市场第一，3 家企业 2021 年和 2022 年市场份额总计均不超过 12%，随着未来国产替代程度加深，核心竞争力提高，国内企业在全球范围内有望占据更大的市场份额。

图44 2021 年全球 MOSFET 市场竞争格局



资料来源：omdia，东海证券研究所

图45 2022 年全球 MOSFET 市场竞争格局

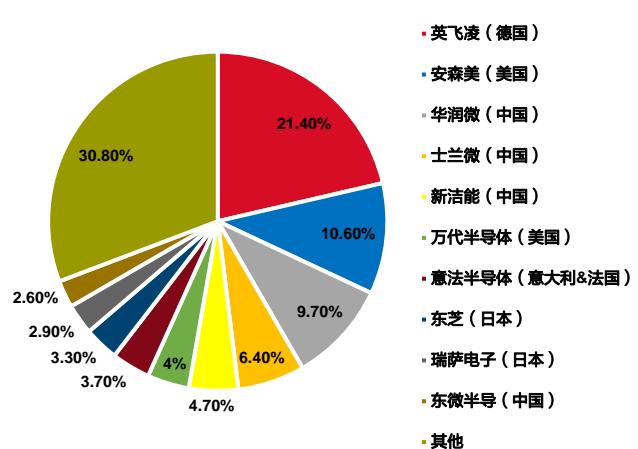


资料来源：omdia，东海证券研究所

(6) 国内 MOSFET 市场国产替代进程加快步伐，2026 年国产化率有望从 2022 年的 35.3% 快速提升至 64.5%。根据芯谋研究报告数据，2021 年国内 MOSFET 市场中海外龙

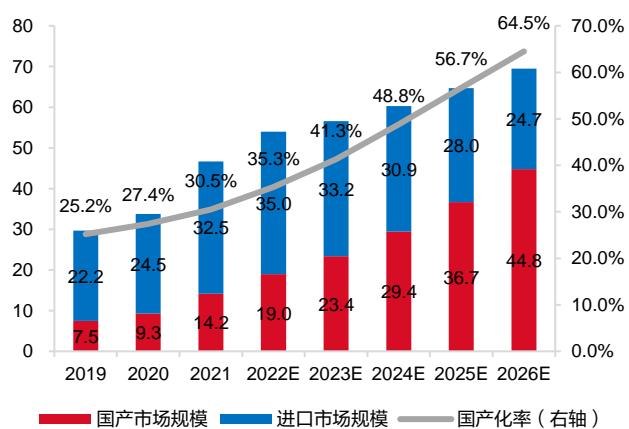
头企业英飞凌和安森美占据 32%的份额，国内企业华润微、士兰微、新洁能、东微半导这 4 家企业进入前十大厂商行列，共计占据 23.4%的市场份额，目前国内 MOSFET 市场中海外厂商占比仍然较大，国内厂商也加速提高其竞争力逐步迈入行业前列。国内 MOSFET 市场规模预计从 2022 年的 54 亿美元将逐年增长至 69.5 亿美元，2026 年国产 MOSFET 市场规模有望达 44.8 亿美元，随着国内厂商逐步扩大市场，未来产品性能赶超国际先进水平同时产能大量释放，2026 年国产化率也将从 2022 年的 35.3%快速增长至 64.5%，基本形成国产替代局面。

图46 2021年国内MOSFET市场竞争格局



资料来源：芯谋研究，东海证券研究所

图47 中国MOSFET市场规模及国产化率(亿美元，%)

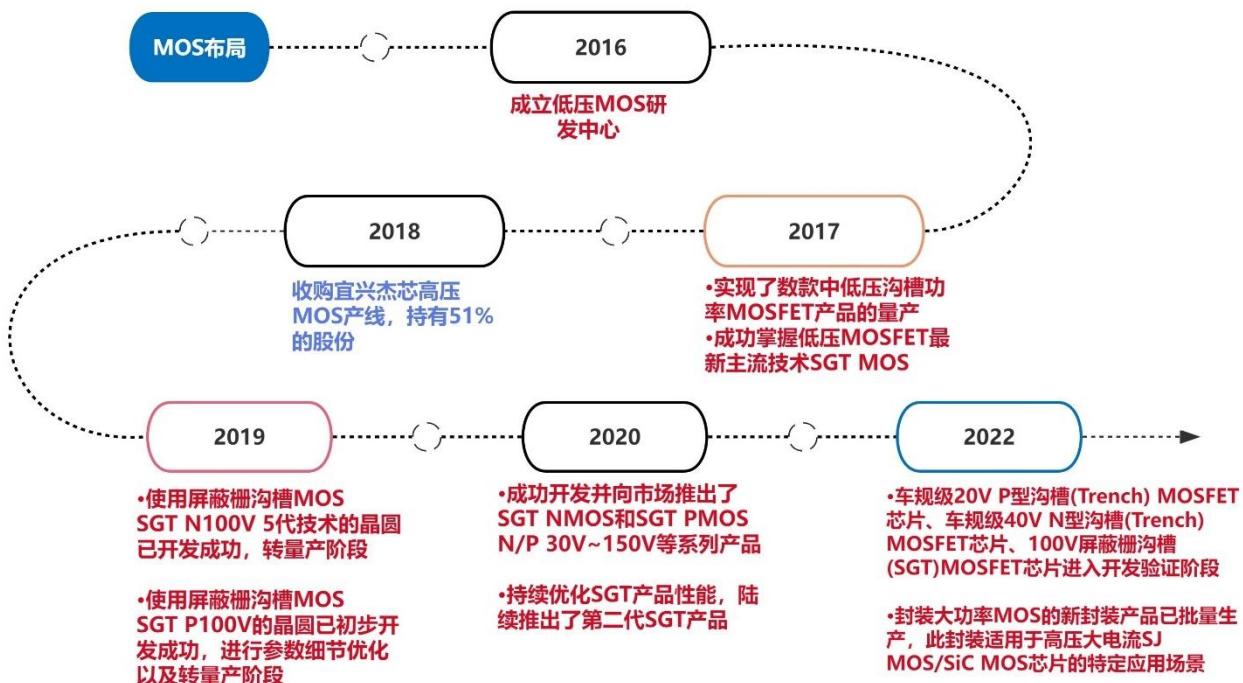


资料来源：芯谋研究，东海证券研究所

4.2.2.MOS 技术研发和产品优化持续进行，满足客户多样性需求

(1) 扬杰科技加速研发 MOSFET 高端产品。公司 2016 年成立低压 MOS 研发中心，2017 年实现中低压沟槽 MOSFET 产品的量产，掌握低压 MOSFET 最先进技术 SGT MOS，2018 年收购宜兴杰芯高压 MOS 产线。公司聚焦于高端领域进行开发以满足市场需求，1) SGT-MOSFET 板块，公司 2020 年推出 SGT MOS 30V~150V 系列产品，并持续优化 SGT 产品性能，陆续推出了第二代 SGT 产品，2022 年 100V 屏蔽栅沟槽 (SGT) MOSFET 芯片进入开发验证阶段；2) SJ-MOSFET 板块，2022 年封装大功率 MOS 的新封装产品已批量生产，此封装适用于高压大电流 SJ MOS/SiC MOS 芯片的特定应用场景，新封装技术将驱动端的源极单独引出，可以降低内部源极连接电感的干扰，有助于提高 MOSFET 开关速度，降低导通损耗，抑制栅极振荡，并且开通损耗减小 19%-5%；3) 车规级 MOSFET 板块，2022 年车规级-20V P 型沟槽 (Trench) MOSFET 芯片、车规级 40V N 型沟槽 (Trench) MOSFET 芯片进入开发验证阶段。此外，公司完成了 CLIP、TOLL 等封装形式的开发，PDFN5060 高性能超低阻抗 Clip/ Dual Pad 产品处于开发验证中，可以配合超低内阻 MOSFET 芯片研发进行新品开发，减小封装的寄生电阻，进一步优化公司低内阻产品性能。

图48 扬杰科技 MOSFET 布局



资料来源：公司公告，东海证券研究所

(2) 2023年扬杰科技在各领域继续推出性能更优、更加符合市场需求的MOSFET新产品。1) 在光伏领域，推出N800V超结TO-263和N150V SGT PDFN5X6 MOSFET新品，用于光伏微逆产品的输出逆变与初级电路控制，可以支持更高频率与动态响应。2) 在快充领域，推出用于PD VBUS的N30V Trench MOSFET，采用Trench技术，产品封装小，内阻低，短路能力与ESD能力强。3) 在消费电子领域，推出用于散热风扇控制的N+P Dual 30V Trench MOSFET，简化产品电路桥接结构的同时保留了工程师应用的灵活性，并可较大限度节省PCB尺寸面积，适用于内部空间狭小的各类散热风扇产品；以及推出用于吸尘器N40V SGT MOSFETs新品，产品采用PDFN5060-8L封装，相较于TO252封装更适用于紧凑设计，具有过流能力强，热阻低的特性。4) 在安防、基站等通信领域，推出用于以太网供电(POE/PoE+)的N150V SGT MOSFETs新品，采用SGT技术，相比于传统Trench MOS产品拥有更高的开关速度以及更低损耗。

表4 扬杰科技 MOSFET 产品规格

类别	封装形式	电压范围	电流范围	最高规格
车规级 MOSFET	-	650-900V	5-17A	900V 5A
	DFN	-100~100V	-15~70A	100V 40A
	PDFN	-100~150V	-80~320A	150V 55A
	SOT	-60~60V	-5.4~6.8A	60V 5A
	TO	-100~100V	-18~200A	100V 55A
	TOLL	100、40V	300、225A	100V 300A

资料来源：公司官网，东海证券研究所

5.IGBT 产品技术领先、SiC 早期布局

5.1.国内 IGBT 市场优势企业

5.1.1.IGBT 市场前景广阔，新能源驱动+国产替代加速

(1) IGBT 全称为绝缘栅双极型晶体管，是由双极型三极管(BJT)和绝缘栅型场效应管(MOS)组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件。IGBT 兼具 MOSFET 及 BJT 两类器件优势，驱动功率小而饱和压降低。金氧半场效晶体管(MOSFET)输入阻抗高、驱动功率小、开关速度快；而双极型三极管(BJT)饱和压降低，BJT 更强调工作功率，MOSFET 更强调工作频率，因此 IGBT 兼有以上两种器件的优点，性能优势显著。

表5 MOSFET、IGBT 和 BJT 性能对比

特性	BJT	MOSFET	IGBT
驱动方法	电流	电压	电压
驱动电路	复杂	简单	简单
输入阻抗	低	高	高
驱动功率	高	低	低
开关速度	慢	快	中
开关频率	低	快	中
安全工作区	窄	宽	宽
饱和电压	低	高	低

资料来源：智研咨询，东海证券研究所

(2) IGBT 芯片随着每一代产品的升级，各项性能指标均有提升，考虑成本后，当前性价比较高、应用广泛的是第四代产品。如下所表示，全球 IGBT 龙头企业英飞凌有史以来诞生了七代不同的产品，每一代产品在结构上有较大的差异，在关键性能指标上也都有较大的提升，相对来说越是先进的产品，性能效果越高，能够将产品研发到第几代技术，某种程度上也说明了企业在绝对技术上的研发实力。如果考虑到成本等因素，IGBT 目前性价比较高的产品属于第四代产品。

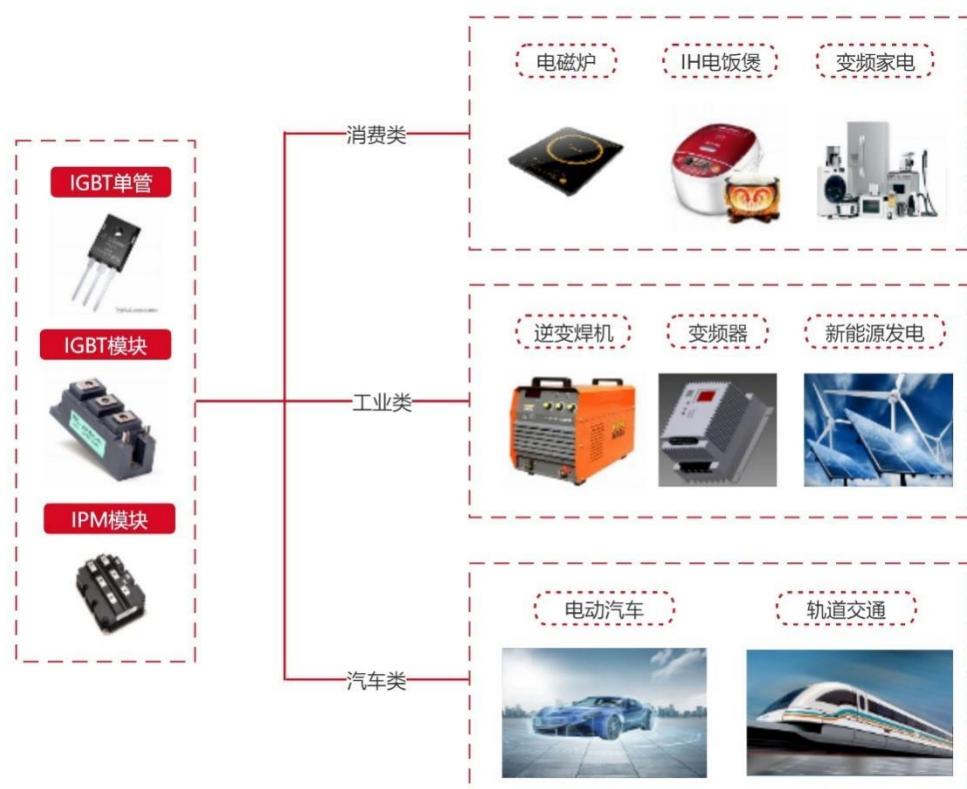
表6 英飞凌的七代产品之间核心参数对比

产品代数	以技术特点命名	芯片面积(相对值)	工艺线宽(微米)	通态饱和压降(伏)	关断时间(微秒)	功率损耗(相对值)	断态电压(伏)	出现时间
1	平面穿通型	100	5	3	0.5	100	600	1988
2	改进的平面穿通型	56	5	2.8	0.3	74	600	1990
3	沟槽型	40	3	2	0.25	51	1200	1992
4	非穿通型	31	1	1.5	0.25	39	3300	1997
5	电场截止型	27	0.5	1.3	0.19	33	4500	2001
6	沟槽型电场-截止型	24	0.5	1	0.15	29	6500	2003
7	精细沟槽棚场截止型	20	0.3	0.8	0.12	25	7000	2018

资料来源：斯达半导招股说明书，东海证券研究所

(3) IGBT 应用范围按照领域的不同主要可以分为三大类：消费类，工业类，汽车类。IGBT 单管主要应用于小功率家用电器、分布式光伏逆变器；IGBT 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；而 IPM 模块应用于变频空调、变频冰箱等白色家电产品。

图49 IGBT 应用领域



资料来源：君芯科技，东海证券研究所

(4) 受益于新能源汽车和新能源发电的需求大幅增加，中国 IGBT 市场规模将持续增长，根据之前 IGBT 行业深度报告测算，到 2026 年，中国 IGBT 市场规模将有望达到 685.78 亿人民币，年复合增长率达 21.48%。在各下游市场中，新能源汽车市场依然是增速最快的部分，其市场规模 2022-2026 年复合增速高达 32.84%；而新能源发电市场也将获得 21.34% 的行业增速，成为第二大增速较高的领域；轨道交通市场的增速也相对较快达 17.04%，由于其体量较小，对 IGBT 市场规模扩张提供的贡献相对较小，但仍然是具有良好发展前景的应用领域；工控市场发展较为成熟，波动较小成为下游市场稳健支撑，工控 IGBT 市场规模保持稳定增长；变频白电虽然增速最低，但其体量大、应用渗透率高，也是不可或缺的重要助力。

表7 中国 IGBT 市场规模测算（亿元）

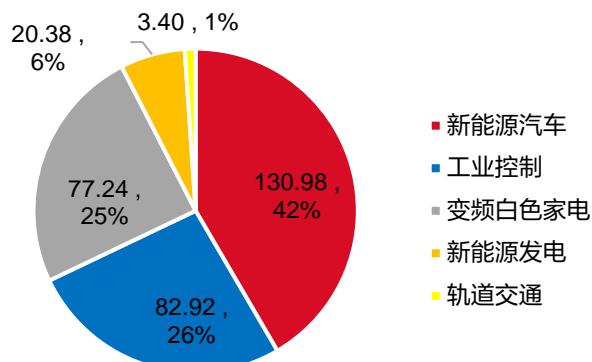
	2022A	2023E	2024E	2025E	2026E	CAGR
新能源汽车 IGBT 市场规模	130.98	172.40	255.89	328.53	407.84	32.84%
新能源发电 IGBT 市场规模	20.38	29.82	36.66	42.08	44.19	21.34%
工业控制 IGBT 市场规模	82.92	91.50	101.00	111.52	123.52	10.48%
变频白电 IPM 模块市场规模	77.24	84.00	90.70	96.70	103.85	7.68%
轨道交通用 IGBT 市场规模	3.40	5.12	5.71	5.94	6.38	17.04%
IGBT 市场规模合计	314.92	382.84	489.95	584.77	685.78	21.48%

资料来源：东海证券研究所测算

(5) 从下游占比来看，2026 年预计新能源汽车、工业控制、变频白电、新能源发电、轨道交通分别为 60%、18%、15%、6% 以及 1%。下游应用领域中规模占比最大的前三大领域始终为新能源汽车、工业控制和变频白电，新能源汽车市场将在双碳政策和技术升级

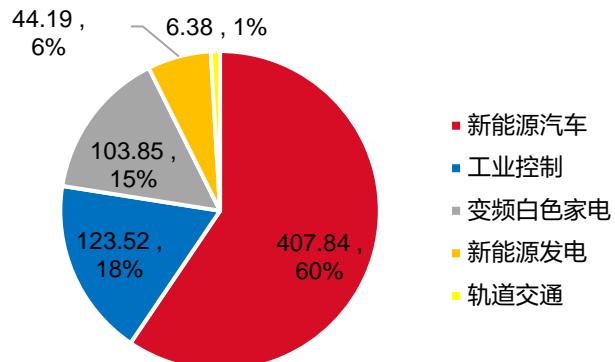
双轮驱动下继续保持旺盛需求，其主导地位未来有望得到进一步巩固，市场占比从 2022 年的 42% 有望在 2026 年提升至 60%，占据 IGBT 市场一半以上的份额。

图50 2022年我国IGBT应用领域市场规模（亿元）及占比



资料来源：公开资料整理，东海证券研究所

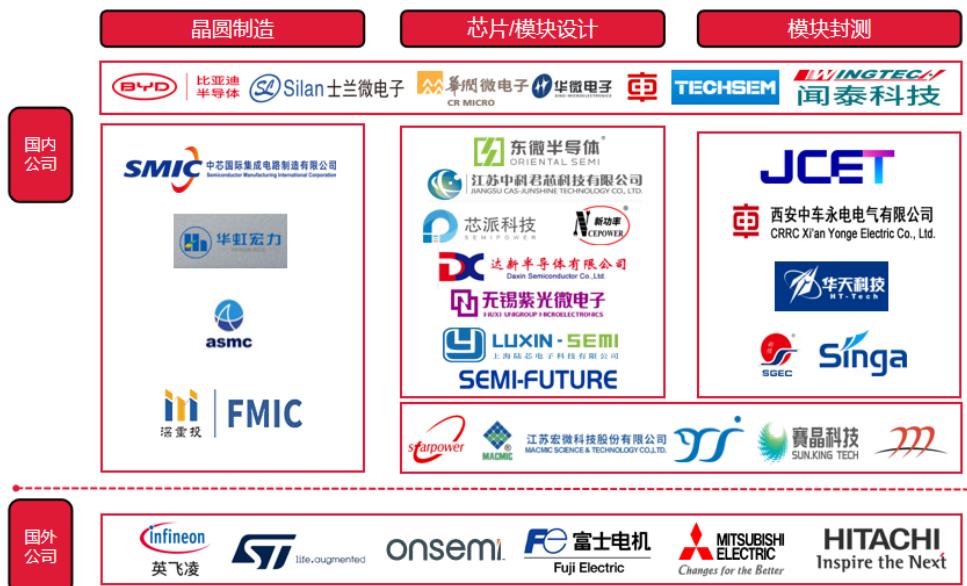
图51 预计2026年我国IGBT应用领域市场规模（亿元）及占比



资料来源：公开资料整理，东海证券研究所测算

(6) 从整个 IGBT 的产业链来看，核心环节几乎都是海外企业为主，但在每一个产业链环节，我国均有企业在积极布局。海外龙头企业多为 IDM 模式，如英飞凌、安森美等企业，国内 IDM 模式的公司较少，绝大多数为上市公司，但在全球市场中占据一定的市场份额，如比亚迪半导体、士兰微、中车时代电气等公司。国内主流的芯片生产是采用 Fabless 的代工模式，典型公司有斯达半导、宏微科技等，而代工厂根据公司提供的工艺流程和设计版图，生产出各项参数符合设计指标的芯片，华虹宏力目前是国内最先进，最全面的半导体功率器件代工厂。

图52 IGBT产业链图

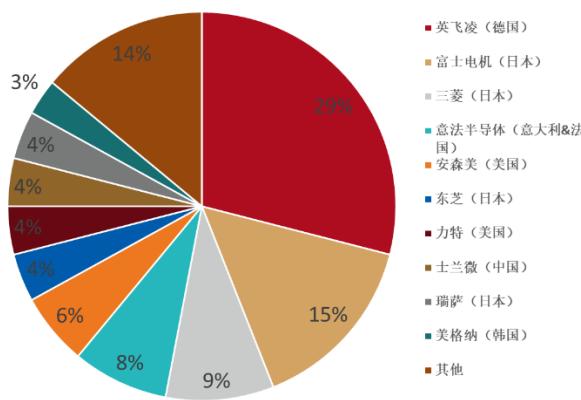


资料来源：各公司官网，东海证券研究所

(7) 全球 IGBT 市场呈现出集中度高，海外厂商英飞凌、富士电机、三菱这 TOP3 大企业占据了超过 50% 的市场份额。根据 Omdia 数据，2021 年全球 IGBT 单管市场中，中国大陆企业只有士兰微进入前十大厂商中，占据 4% 的市场份额；2021 年全球 IGBT 模块市

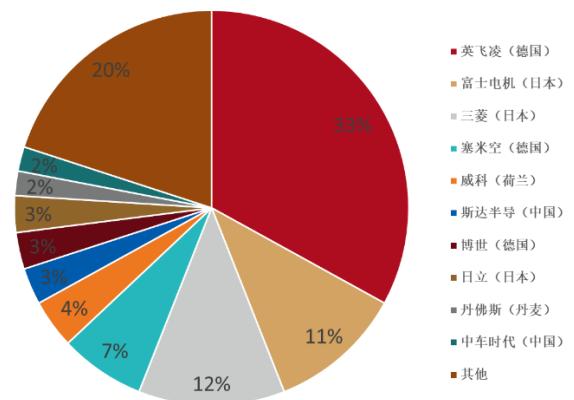
场中，中国大陆只有斯达半导和中车时代进入前十大厂商，分别占据 3% 和 2%。国外巨头英飞凌无论在单管还是模块都处于绝对龙头地位，而国内厂商市场份额较低，且只在某一产品上具备竞争优势。国内厂商和国外厂商存在差距的原因主要是国外厂商成立时间早，比如富士电机成立于 1923 年，三菱电机成立于 1921 年，技术积累丰富，同时与海外汽车、工控等大型企业合作十分紧密，在技术与生态上优势显著。国内的几大厂商主要集中在 1997—2005 年，技术追赶较慢，产业资源十分稀缺，但国内企业已经完成 0-1 的技术突破，先从消费级、工业级中低端产品入手逐步打开市场，目前已经有一些企业带来车规级高端产品市场，随着国产化不断深入，国内企业未来迎来加速发展期。

图53 2021年全球IGBT单管竞争格局



资料来源：Omdia, 中商产业研究院, 东海证券研究所

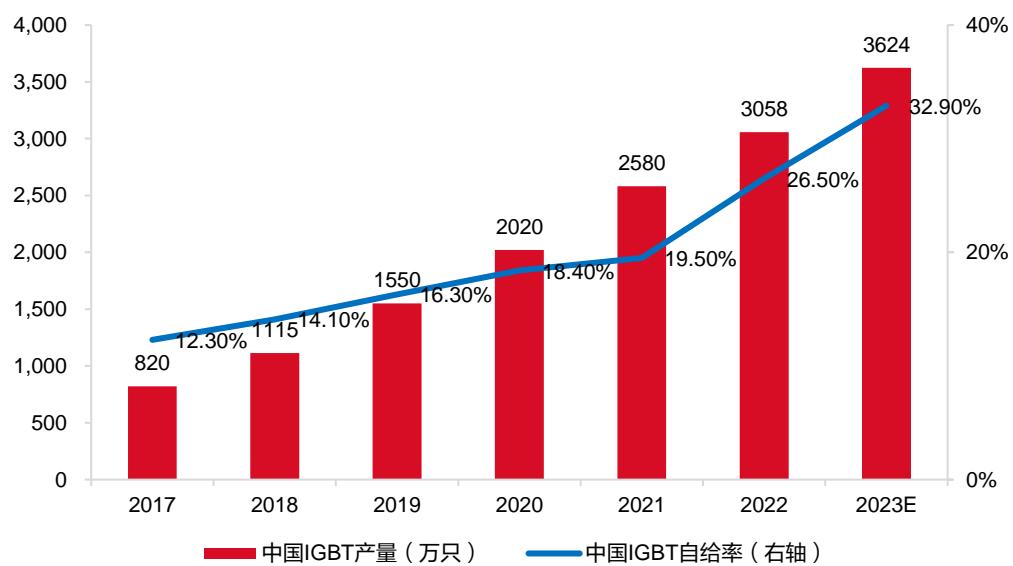
图54 2021年全球IGBT模块竞争格局



资料来源：Omdia, 中商产业研究院, 东海证券研究所

(8) 国内 IGBT 产量稳步提升，国产化率长期不断上升。根据中商产业研究院预计，2023 年中国 IGBT 产量有望快速增长达到 3624 万只，自给率也将达到 32.90%，近年来，随着我国 IGBT 技术的不断更新迭代，国产厂商逐步突破产能受限问题，加速产能布局，目前正处于国产替代的增长阶段。

图55 中国IGBT产量及自给率趋势图

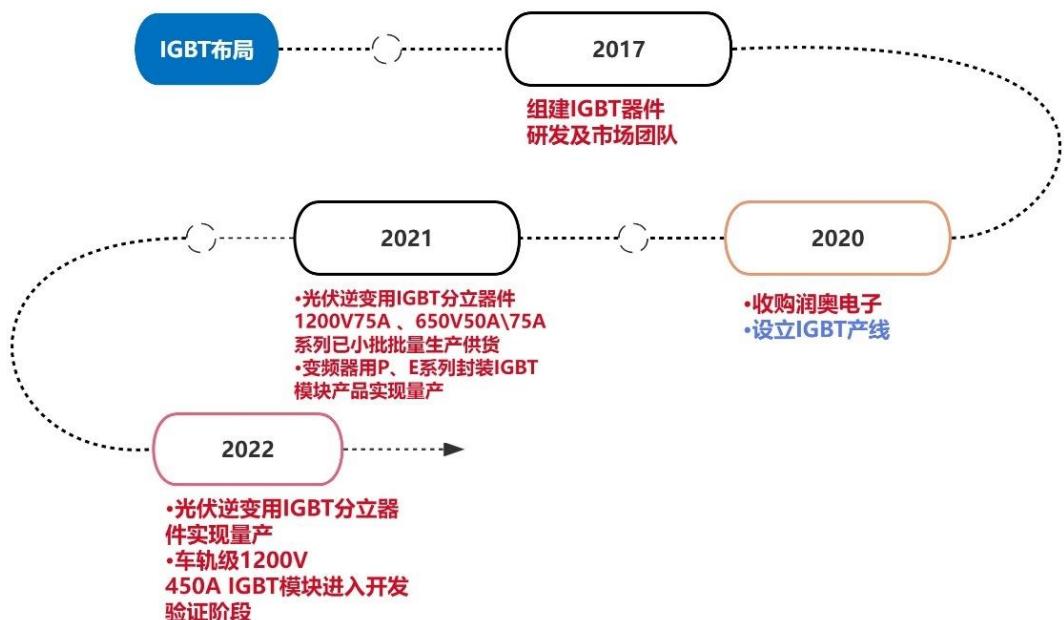


资料来源：中商产业研究院, 东海证券研究所

5.1.2.IGBT业务高速发展，重点布局光伏、工业、新能源汽车领域

(1) IGBT 产品以光伏和工业应用为主，逐步接入汽车领域。公司在 IGBT 模块市场是一家集芯片设计和模块封装的重要参与者，瞄准清洁能源市场，利用 Trench Field Stop 型 IGBT 技术，通过采用高密度器件结构设计以及先进的背面加工工艺，显著降低了器件饱和压降和关断损耗，成功推出 1200V 系列、650V 系列 TO220、TO247、TO247PLUS 封装产品，性能对标国外主流标杆。公司 IGBT 板块发展迅速，2020 年收购润奥电子，设立 IGBT 产线，2021 年工业领域中变频器用 P、E 系列封装 IGBT 模块产品实现量产，2022 年光伏逆变用 IGBT 分立器件实现量产，车规级 1200V450A IGBT 模块进入开发验证阶段。

图56 扬杰科技 IGBT 布局



资料来源：公司公告，东海证券研究所

(2) 扬杰科技 IGBT 模块开始批量交付，2023 年上半年 IGBT 营收同比超 50%。根据公司 2023 年半年报，2023 年上半年 IGBT 产品营收同比增长超过 50%，目前公司 IGBT 产品应用领域占比中，在光伏领域具备先天优势和客户资源积累从而占据主导地位，占比约 60%~70%，工业占比约 20%，汽车占比约 10%。2023 年以来公司以下游需求为导向获得行业内订单并持续进行产品开发，1) 针对新能源汽车领域，公司新能源汽车 PTC 用 1200V 系列单管通过车规认证，大批量交付客户；2) 在新能源汽车控制器应用上，重点解决了低电感封装、多芯片均流、铜线互连、银烧结等关键技术，研制了 750V/820A IGBT、750V400A SiC 三相桥大电流、高可靠功率模块；3) 针对光伏领域，成功研制了 650V/400A 三电平 IGBT 模块，并投放市场，同时着手开发下一代 950V/600A 三电平 IGBT 模块。

表8 扬杰科技 IGBT 产品规格及最新进展

产品类别	电压范围	电流范围	最高规格	最新进展
IGBT 模块	1200V	10-450A	1200V 450A	在新能源汽车控制器应用上，研制了 750V/820A IGBT 大电流、高可靠功率模块；针对光伏领域，成功研制了 650V/400A 三电平 IGBT 模块，并投放市场，同时着手开发下一代 950V/600A 三电平 IGBT 模块。
IGBT 单管	1200V 650V	10-75A 10-60A	1200V 75A	公司新能源汽车 PTC 用 1200V 系列单管通过车规认证，大批量交付客户
车规级 IGBT	1200V	40/80A	1200V 80A	-

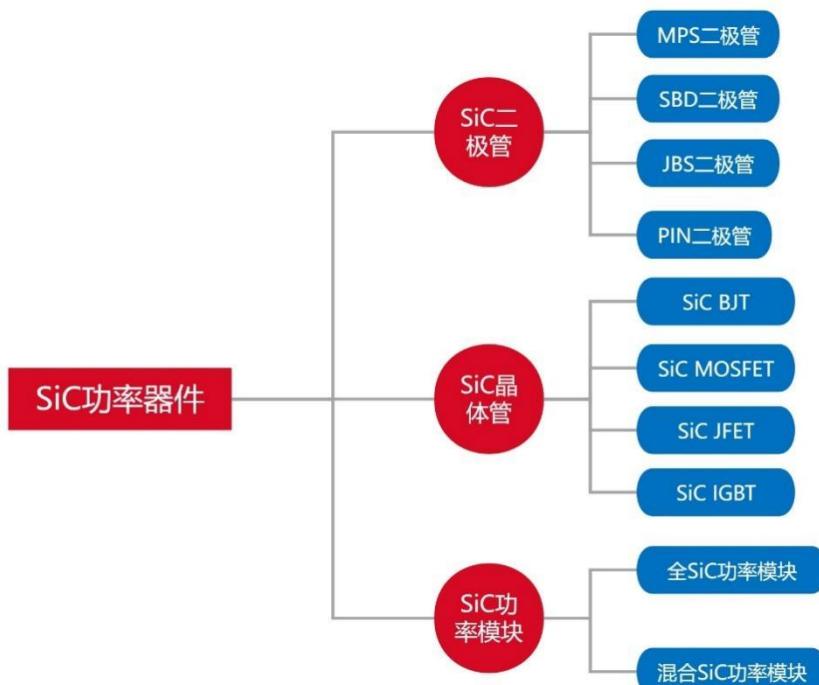
资料来源：公司官网，东海证券研究所

5.2.国内 SiC 市场先锋企业

5.2.1.新能源汽车驱动 SiC 器件市场规模高速增长

(1) SiC 属于第三代宽禁带半导体材料，是由碳元素和硅元素组成的一种化合物半导体材料。SiC 器件具有耐高温、高频、耐高压、大功率的特性。SiC 功率器件包括 SiC 二极管、SiC 晶体管和 SiC 功率模块，根据性能不同，SiC 二极管可以细分为四种：SBD（肖特基）二极管、PIN（混合 PN 结）二极管、JBS（结势垒肖特基）和 MPS（混合 pin/肖特基）二极管，JBS 和 MPS 这两类导通电阻较低浪涌能力较好；SiC 晶体管也分为四种：SiC BJT、SiC MOSFET、SiC JFET、SiC IGBT，与硅基期间相比具有更高的击穿电压和更低的导通电阻；SiC 功率模块也分为全 SiC 功率模块、混合 SiC 功率模块，混合 SiC 功率模块用 SiC SBD 替换 Si FRD，全 SiC 模块采用 SiC SBD 与 SiC MOSFET 一体化封装。目前 SiC SBD 二极管和 SiC MOSFET 应用最广泛、市场化成熟度最高。

图57 SiC 功率器件分类



资料来源：共研网，东海证券研究所

(2) 相较于第一、二代半导体材料，碳化硅材料禁带宽度更大、热导率和击穿场强更高，在高温、高压、高频、大功率电子器件领域优势显。半导体材料历经了三代发展，第一代半导体以硅、锗为代表，带动以集成电路为核心的微电子产业的快速发展，第二代半导体材料以砷化镓为代表，具有较好的电子迁移率和带隙，在卫星通讯等领域广泛应用，第三代半导体以碳化硅、氮化镓为代表，在高温、高耐压以及承受大电流等方面更具优势。相比于传统硅基材料，SiC 的禁带宽度在 2.2~3.26ev 之间，是硅的 3 倍左右，击穿场强在 3~5MV/cm 之间，是硅的 8-10 倍，能承受更大的电流和电压，具有耐高压特性，热导率在 3.6~4.9W/cm*K 之间，是硅的 4-5 倍，能在更高温度下工作，具有耐高温特性。因此碳化硅器件在高温、高压、大功率电子器件和航天、军工等极端应用领域中具有不可替代的优势。此外，碳化硅基模块集成度更高，可以缩小模块体积 50%以上，从而消减功率损耗，降低综合成本。

表9 三代半导体材料核心参数对比

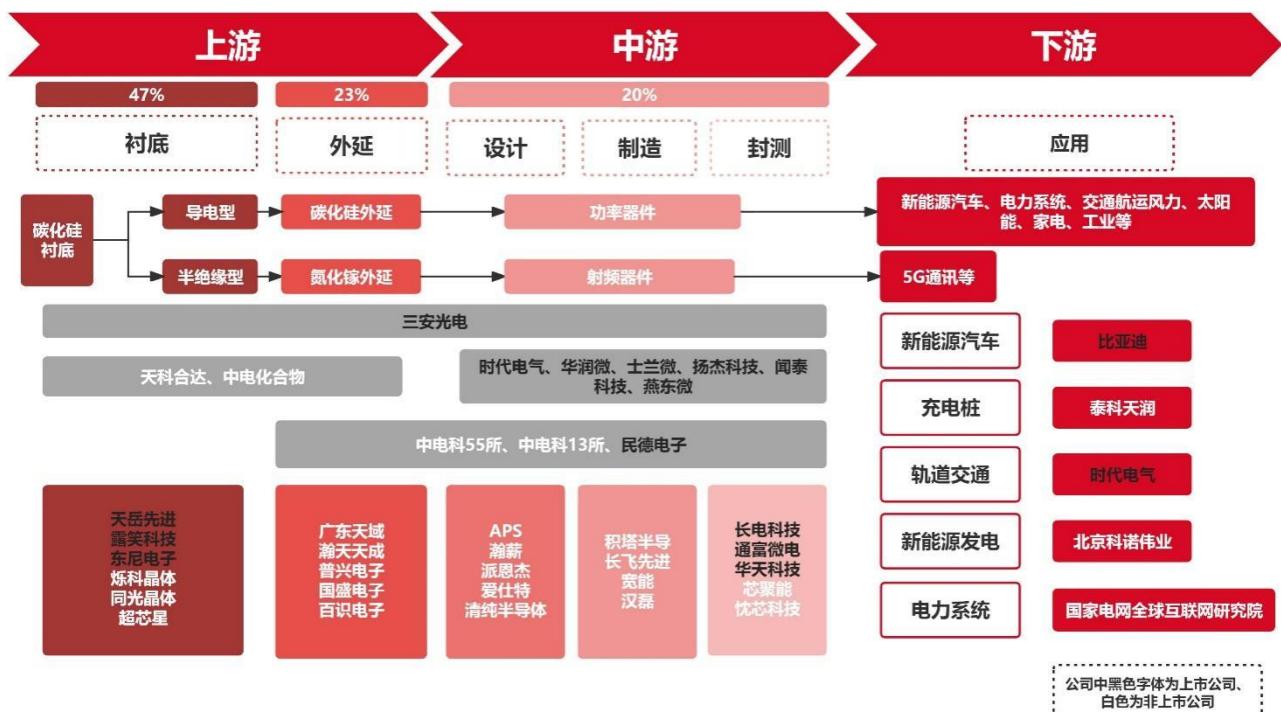
指标参数	第一代半导体		第二代半导体		第三代半导体		
	Si	Ge	GaAs	4H-SiC	6H-SiC	3C-SiC	GaN
禁带宽度(ev)	1.12	0.67	1.43	3.26	3	2.2	3.37
击穿场强(MV/cm)	0.3	0.1	0.06	3	5	3	5
电子迁移率(cm ² /vs)	1350	3900	8500	800	<400	<800	1250
空穴迁移率(cm ² /vs)	480	1900	400	115	90	320	<200
热导率(W/cm*K)	1.3	0.58	0.55	4.9	4.9	3.6	2

资料来源：亿渡数据，东海证券研究所

(3) 在碳化硅器件的成本结构中，上游中的衬底占比 47%，是价值量最大的环节。

SiC 产业链上游是衬底和外延，中游是器件的设计、制造和封测环节，下游是终端应用，碳化硅产业链价值量集中于上游，成本占比为 70%，其中衬底占比 47%，价值量最大，也是最重要的环节，衬底的性质决定器件的最终应用领域，根据所生长外延片的不同，碳化硅衬底可分为导电型和半绝缘型，导电型衬底的外延是碳化硅，主要用于制造耐高温、耐高压的功率器件，广泛应用于新能源汽车、光伏新能源发电、电力系统、轨道交通等领域，而半绝缘型衬底的外延是氮化镓，主要用于制造微波射频器件，应用于 5G 通信、国防军工等领域。国内上游中游全布局的企业仅有三安光电，布局上游衬底的公司以天科合达和天岳先进为主，布局中游的 IDM 厂商包括时代电气、华润微、扬杰科技等，晶圆制造的 foundry 厂商主要是以积塔半导为代表，封测厂商主要包括长电科技、通富微电等。

图58 SiC 产业链

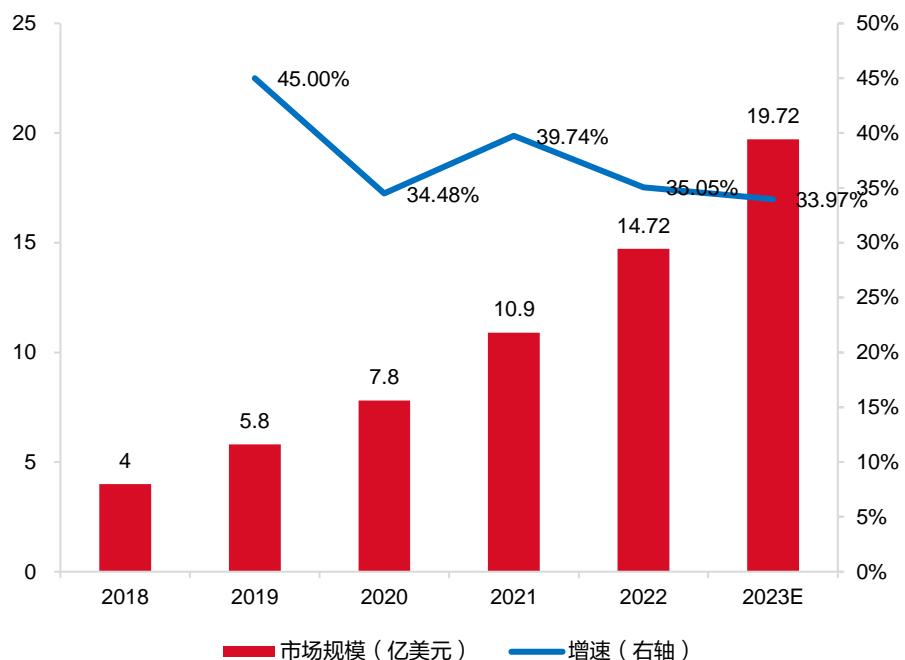


资料来源：亿渡数据，东海证券研究所

(4) 全球 SiC 功率器件市场规模高速增长，有望在 2023 年达到 19.72 亿美元。碳化硅功率器件优势显著，近年来步入快速发展期，根据 Yole 数据，2022 年全球碳化硅功率器

件市场规模为 14.72 亿美元，2019-2022 年 CAGR 高达 36.40%，随着技术突破和成本下降，在电动汽车、充电桩、光伏新能源等高增长领域中的应用规模有望继续高速扩张，2023 年全球碳化硅功率器件市场规模将增长至 19.72 亿美元，同比增速达 33.97%，成为功率半导体中增速最高的细分产品。

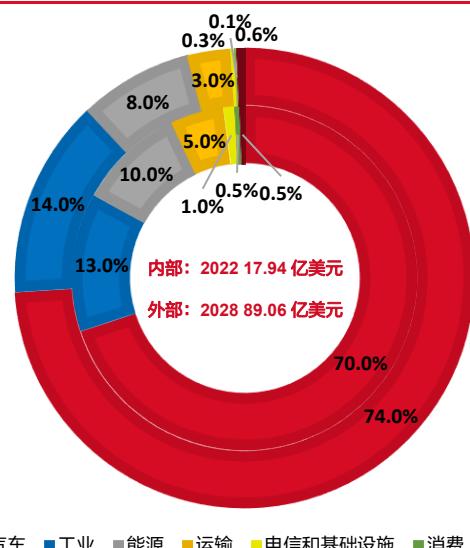
图59 全球 SiC 功率器件市场规模



资料来源：Yole，东海证券研究所

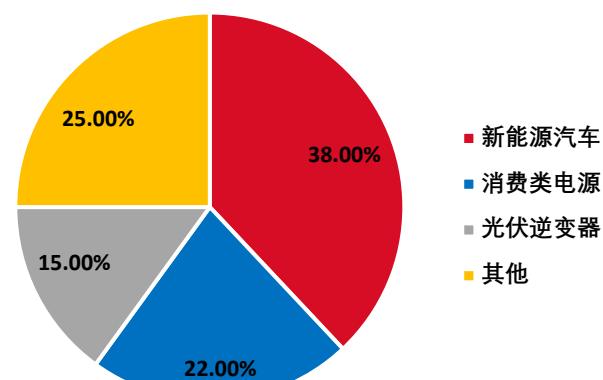
(5) 汽车市场是全球 SiC 功率器件市场中的第一大应用市场，2028 年占比有望从 2022 年的 70% 提高至 74%，在国内新能源汽车也是高增长下游市场，2021 年占比为 38%。根据 Yole 报告中数据，2028 年碳化硅功率器件市场规模有望达 89.06 亿美元，汽车、工业、能源成为全球碳化硅功率器件市场的主要的三大应用市场，其中汽车市场主导整个应用市场，2028 年下游占比将从 2022 年的 70% 提升至 74%，这主要受益于新能源汽车的高速发展推动，由于碳化硅耐高压的优势性能，在 800V 电动汽车和 DC 充电器中的应用成为 SiC 器件高增的关键驱动因素，工业市场是第二大市场，占比提升幅度较小，将从 2022 年的 13% 提升至 2028 年的 14%，是下游最重要的存量市场，能源市场也为碳化硅的发展贡献了相对较大的力量，2028 年占比将达到 8%，主要是受光伏和风电等装机量的增长驱动，其他领域占比较小，包括运输、消费、通讯和基础设施等。国内碳化硅器件市场主要是受新能源汽车、消费类电源、光伏逆变器这三大领域驱动，根据 CASA 数据，2021 年占比分别为 38%、22%、15%，新能源汽车市场景气持续，消费电子持续复苏，光伏等新能源发展快速，未来市场规模有望继续高增长。

图60 2022/2028年全球SiC器件下游应用占比



资料来源：Yole，东海证券研究所

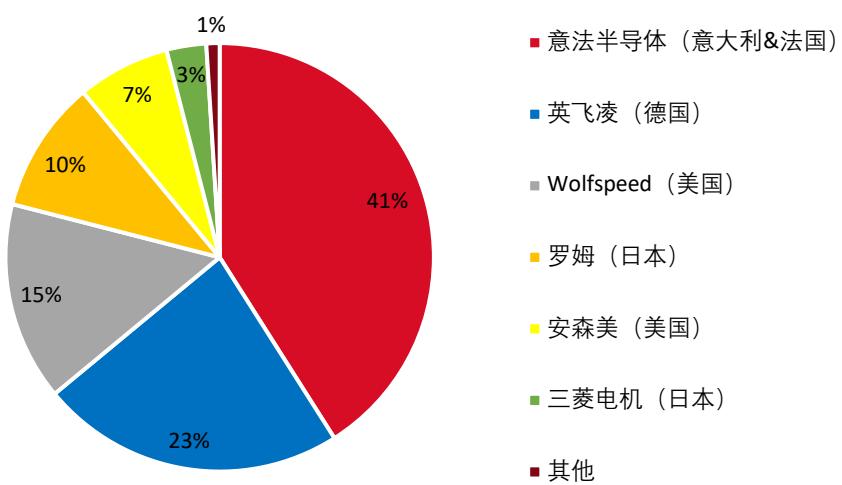
图61 2021年国内SiC器件下游应用占比



资料来源：CASA，东海证券研究所

(6) 全球SiC功率器件绝大多数市场份额由海外巨头攫取，2021年全球市场CR3为79%。根据yole数据，2021年全球碳化硅器件市场中海外龙头占据90%以上的市场份额，前三大企业分别为意法半导体、英飞凌、wolfspeed，市场份额分别为41%、23%和15%，CR3为79%。国内厂商占据的市场份额不足1%，国内企业在材料、产能、尺寸、器件各方面的技术水平与国外相比都存在一定差距，致使国内企业的竞争力水平均低于国外企业，随着国内产能逐步释放，技术水平持续提升，成本降低驱使国产替代需求提升，国内企业的竞争能力有望进一步提升。

图62 2021年全球SiC功率器件市场竞争格局



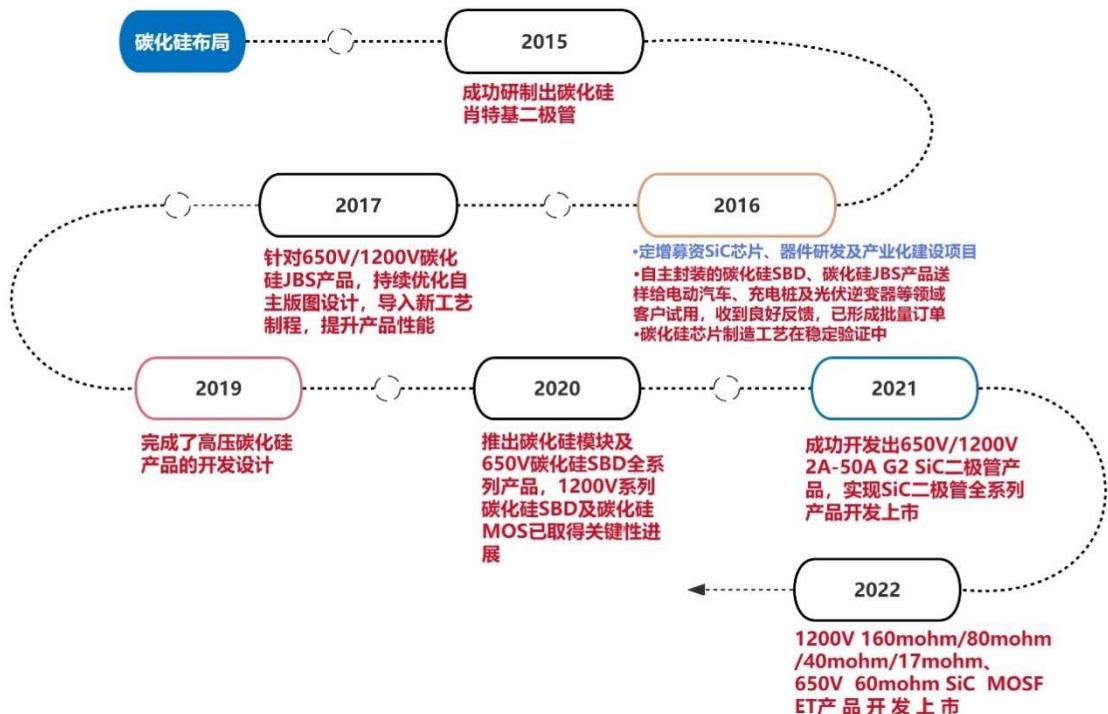
资料来源：Yole，东海证券研究所

5.2.2.SiC领域早期布局优势，晶圆产线持续建设保障产能

(1) 公司SiC主驱模块将完成A样试制，已获多家Tier1和车企合作意向。公司在碳化硅上布局较早，2016年自主封装的碳化硅SBD、碳化硅JBS产品获得电动汽车、充

桩及光伏逆变器等领域客户的批量订单，定增募资 1.5 亿元投资 SiC 芯片、器件研发及产业化建设项目；2021 年，公司成功开发出 650V/1200V 2A-50A G2 SiC 二极管产品，实现 SiC 二极管全系列产品开发上市，同步在年底完成 AECQ 和 PPAP 车规级认证和产品上市，在 OBC、光伏储能、充电桩、工业电驱等市场均已得到国内 TOP10 客户的认可，累计出货量突破 10kk；2022 年开始，成功陆续完成 1200V 17-240mohm、650V 20-120mohm SiC MOSFET 产品开发上市，产品性能对标国际标杆 SiC MOS 平面栅企业的第三代水平，1200V MOS 平台的比导通电阻（RSP）做到 $3.5\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 以下，FOM 值达到 $3300\text{m}\Omega\cdot\text{nC}$ 以下，在国内已上市的平面栅器件中表现优异受到多家光伏储能以及充电桩模块客户的青睐，目前累计出货量已突破 1kk。车载模块方面，公司自主开发的 HPD 以及 DCM 全碳化硅主驱模块将在今年完成 A 样试制，目前已经获得多家 Tier1 和终端车企的测试及合作意向，计划于 2025 年完成全国产主驱碳化硅模块的批量上车。

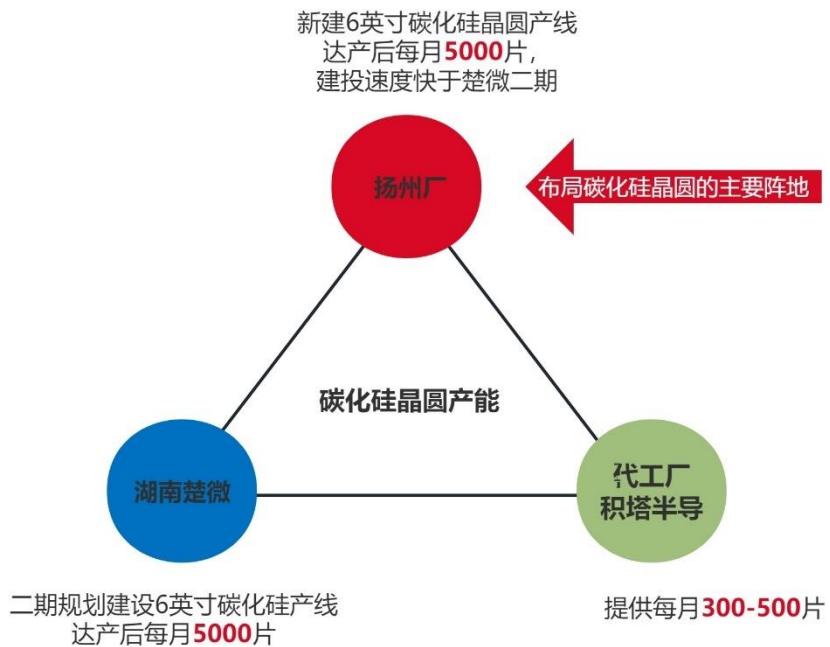
图63 扬杰科技 SiC 布局



资料来源：公司公告，东海证券研究所

(2) 公司推进 SiC 芯片产线建设，产能供应有望突破 1 万片/月。2022 年 4 月，扬杰科技斥资 2.95 亿收购中电科四十八所旗下湖南楚微 40% 股份，楚微对应估值 7.375 亿，截至 2021 年底，楚微净资产 6.51 亿，营收 2655 万，净利润 1433 万（包含政府的 1.1 亿补贴），对应 PB1.13，2023 年 3 月又以 2.94 亿再次收购了楚微 30% 的股权，实现对楚微的控股，成为子公司纳入合并报表，楚微二期规划建设 6 寸碳化硅产线，达产后产能 5000 片/月。2023 年 4 月与扬州市邗江区政府签署《6 英寸碳化硅晶圆项目进园框架协议》，拟在当地投资新建 6 英寸碳化硅晶圆生产线项目，总投资约 10 亿元，分两期实施建设，全部建成投产后，形成碳化硅 6 英寸晶圆产能 5000 片/月，扬州厂是公司布局碳化硅晶圆产能的主要阵地，建设投产速度将快于楚微二期碳化硅产线。此外，公司目前在上游代工厂积塔半导体获得碳化硅晶圆产能为 300-500 片/月。

图64 扬杰科技碳化硅晶圆产能



资料来源：公司公告，东海证券研究所

6. 估值假设与投资建议

6.1. 盈利预测假设与业务拆分

根据下游应用领域我们将公司业务拆分成汽车、风电储能、光伏、消费、工业、同行六大领域业务，2023 年占比将分别达到 12.0%、1.5%、22.5%、25.5%、27.5%、11%。根据公司 2023 年公告，汽车电子和清洁能源业务持续高景气，同时公司产品聚焦新能源领域进行开发与突破，并获得大客户订单，未来新能源汽车和新能源发电市场将作为公司主要的增量市场，汽车、风电储能业务将保持高速增长。结合各领域市场未来发展情况，公司 2024、2025 年汽车业务增速预计为 40% 和 25%，风电储能业务增速预计为 30% 和 25%，光伏由于市场产能大幅上升导致供需关系有所变化，预计增速不及汽车和风电储能，但也保持相对较快增长，2024、2025 年光伏业务增速预计分别为 19% 和 18%，随着公司 4、5 寸晶圆稼动率提升，消费电子、家电等细分市场回暖，消费行业将有望复苏，2024、2025 年增速预计分别保持在 17% 和 18%，工业作为维稳的最大存量市场，2024、2025 年增速预计分别保持在 16% 和 15%。

表10 公司各应用领域业务预测（百万元）

各领域业务	2023E	2024E	2025E
汽车	670.88	939.23	1174.04
YOY	-	40%	25%
风电储能	83.86	109.02	136.27
YOY	-	30%	25%
光伏	1257.90	1496.90	1766.34
YOY	-	19%	18%
消费	1425.62	1667.98	1968.21
YOY	-	17%	18%
工业	1537.43	1783.42	2050.94
YOY	-	16%	15%
同行	614.97	737.97	885.56
YOY	-	20%	20%

资料来源：东海证券研究所预测

盈利预测结果：公司 2023-2025 年营业收入分别为 55.91、67.35、79.81 亿元，同比增速分别为 3.46%、20.46%、18.51%；归母净利润分别为 8.84、12.03、17.01 亿元，同比增速分别为 -16.64%、36.11%、41.37%。预期未来高毛利率海外业务去库存结束后有望复苏与增长，公司 2023-2025 年毛利率分别为 32.87%、33.18%、36.10%。

表11 2021-2025年扬杰科技盈利预测结果（百万元）

财务指标	2021	2022	2023E	2024E	2025E
营业收入	4,396.59	5,403.53	5,590.67	6,734.52	7,981.37
营业成本	2,853.15	3,442.36	3,753.24	4,500.00	5,100.00
毛利率(%)	35.11%	36.29%	32.87%	33.18%	36.10%
营业税金及附加	14.10	15.95	32.76	16.16	19.95
销售费用	146.41	170.91	216.78	235.71	271.37
管理费用	227.96	271.21	280.41	336.73	311.27
研发费用	241.84	292.70	325.28	392.62	488.46
财务费用	-4.91	-10.69	-3.71	-58.04	-73.02
营业利润	955.76	1,262.50	1,023.91	1,394.65	1,985.36
营业外收支	-12.65	-12.03	-21.19	-13.87	-13.44
利润总额	943.11	1,250.47	1,002.72	1,380.78	1,971.92
所得税	117.59	156.76	110.98	165.69	236.63
净利润	825.51	1,093.71	891.74	1,215.09	1,735.29
归母净利润	768.10	1,060.15	883.79	1,202.93	1,700.59

资料来源：Wind，东海证券研究所预测

6.2. 可比公司估值

公司作为国内功率器件 IDM 领先厂商，我们选取 A 股中四家在业务结构上较为相似的 A 股领先公司，包括产品覆盖 IGBT、MOSFET、IPM、FRD、SiC 等的斯达半导，功率器件产品以 IGBT 和 MOSFET 为主的 IDM 厂商士兰微，主营业务为 IGBT 和 FRED 的宏微科技，主营 IGBT、MOSFET 以及 IPM 的新洁能。四家可比公司 2023-2025 年 Wind 一致预期下 PE 均值分别为 48.7、29.1、22.8 倍，考虑到公司聚焦于新能源领域拓展产品品类，逐步扩张产能建设，海外业务有望回暖，2023-2025 年营收有望持续增长，而公司当前估值水平显著低于可比公司均值，应当享受更高的估值溢价。

表12 可比公司估值

股票代码	公司简称	市值（亿元）	EPS（元/股）			PE（倍）		
			2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E
603290.SH	斯达半导	247.56	5.70	7.37	9.17	29.97	23.18	18.62
688711.SH	士兰微	383.24	0.30	0.66	0.78	44.72	27.29	18.21
600460.SH	宏微科技	62.29	0.92	1.50	2.25	87.74	40.62	34.17
605111.SH	新洁能	111.71	1.16	1.48	1.85	32.38	25.31	20.24
可比公司均值			2.02	2.75	3.51	48.70	29.10	22.81
300373.SZ	扬杰科技	193.14	1.63	2.22	3.14	21.85	16.06	11.36

资料来源：Wind，东海证券研究所预测（注：可比公司数据采用 Wind 一致预期，市值日期为 2023 年 12 月 15 日）

6.3. 投资建议

首次覆盖，给予“买入”评级。随着新产品持续放量，海外业务增长，各产线产能释放，我们认为公司业绩将会重启增长态势。预计公司 2023-2025 年营业收入分别为 55.91、67.35、79.81 亿元，同比增速分别为 3.46%、20.46%、18.51%；归母净利润分别为 8.84、12.03、17.01 亿元，同比增速分别为 -16.64%、36.11%、41.37%。首次覆盖，给予“买入”评级。

7. 风险提示

- 1) **下游需求增长不及预期风险：**目前消费电子行业处于复苏阶段，未来复苏情况受到多种因素制约，新能源行业是主要增量市场，未来消费电子复苏不及预期叠加新能源汽车以及清洁能源需求增长不及预期，可能导致公司业绩增长改善程度不及预期风险。
- 2) **研发进展不及预期风险：**公司所处的功率器件多个产品与世界先进水平还有空间，公司在积极研发，新产品研发不及预期可能影响企业业务开拓，从而产品销量存在不及预期的风险。
- 3) **产能扩张不及预期风险：**公司积极进行产线建设扩张，受到技术研发进展困难、资金投入可持续性以及劳动力因素等方面以及代工厂不确定性因素影响可能出现产能吃紧不及预期风险。

附录：三大报表预测值

利润表

单位: (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E	资产负债表	单位: (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入	5,404	5,591	6,735	7,981	货币资金	1,457	4,326	5,048	5,949	
%同比增速	23%	3%	20%	19%	交易性金融资产	63	33	73	113	
营业成本	3,442	3,753	4,500	5,100	应收账款及应收票据	1,221	1,231	1,393	1,626	
毛利	1,961	1,837	2,235	2,881	存货	1,213	1,115	1,063	1,185	
%营业收入	36%	33%	33%	36%	预付账款	117	38	45	51	
税金及附加	16	33	16	20	其他流动资产	389	326	425	528	
%营业收入	0%	1%	0%	0%	流动资产合计	4,461	7,069	8,047	9,452	
销售费用	171	217	236	271	长期股权投资	467	467	467	467	
%营业收入	3%	4%	4%	3%	投资性房地产	0	0	0	0	
管理费用	271	280	337	311	固定资产合计	2,914	2,786	2,661	2,542	
%营业收入	5%	5%	5%	4%	无形资产	130	136	142	148	
研发费用	293	325	393	488	商誉	164	164	164	164	
%营业收入	5%	6%	6%	6%	递延所得税资产	9	7	7	7	
财务费用	-11	-4	-58	-73	其他非流动资产	1,340	1,488	1,612	1,754	
%营业收入	0%	0%	-1%	-1%	资产总计	9,483	12,117	13,098	14,534	
资产减值损失	-46	-32	-30	-28	短期借款	273	523	373	493	
信用减值损失	-4	-30	-16	-12	应付票据及应付账款	1,450	1,460	1,738	1,955	
其他收益	32	47	61	80	预收账款	0	0	0	0	
投资收益	17	53	67	80	应付职工薪酬	144	169	207	240	
净敞口套期收益	0	0	0	0	应交税费	22	28	34	40	
公允价值变动收益	42	0	0	0	其他流动负债	175	276	291	305	
资产处置收益	0	1	1	2	流动负债合计	2,065	2,456	2,642	3,032	
营业利润	1,263	1,024	1,395	1,985	长期借款	400	450	460	440	
%营业收入	23%	18%	21%	25%	应付债券	0	0	0	0	
营业外收支	-12	-21	-14	-13	递延所得税负债	197	214	214	214	
利润总额	1,250	1,003	1,381	1,972	其他非流动负债	484	556	576	556	
%营业收入	23%	18%	21%	25%	负债合计	3,145	3,676	3,893	4,243	
所得税费用	157	111	166	237	归属母公司所有者权益	6,153	8,248	9,001	10,052	
净利润	1,094	892	1,215	1,735	少数股东权益	185	193	205	239	
%营业收入	20%	16%	18%	22%	股东权益	6,338	8,441	9,206	10,291	
归属于母公司的净利润	1,060	884	1,203	1,701	负债及股东权益	9,483	12,117	13,098	14,534	
%同比增速	38%	-17%	36%	41%						
少数股东损益	34	8	12	35						
EPS (元/股)	2.07	1.63	2.22	3.14						

现金流量表

单位: 百万元	2022A	2023E	2024E	2025E
经营活动现金流净额	798	1,615	1,782	2,012
投资	-389	30	-40	-40
资本性支出	-826	-347	-449	-518
其他	452	-87	27	45
投资活动现金流净额	-763	-404	-462	-513
债权融资	317	430	-120	80
股权融资	42	1,418	0	0
支付股利及利息	-130	-325	-478	-678
其他	54	50	0	0
筹资活动现金流净额	283	1,573	-598	-598
现金净流量	371	2,869	721	901

资料来源：携宁，东海证券研究所，截至 2023 年 12 月 15 日

资产负债表

单位: (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
货币资金	1,457	4,326	5,048	5,949
交易性金融资产	63	33	73	113
应收账款及应收票据	1,221	1,231	1,393	1,626
存货	1,213	1,115	1,063	1,185
预付账款	117	38	45	51
其他流动资产	389	326	425	528
流动资产合计	4,461	7,069	8,047	9,452
长期股权投资	467	467	467	467
投资性房地产	0	0	0	0
固定资产合计	2,914	2,786	2,661	2,542
无形资产	130	136	142	148
商誉	164	164	164	164
递延所得税资产	9	7	7	7
其他非流动资产	1,340	1,488	1,612	1,754
资产总计	9,483	12,117	13,098	14,534
短期借款	273	523	373	493
应付票据及应付账款	1,450	1,460	1,738	1,955
预收账款	0	0	0	0
应付职工薪酬	144	169	207	240
应交税费	22	28	34	40
其他流动负债	175	276	291	305
流动负债合计	2,065	2,456	2,642	3,032
长期借款	400	450	460	440
应付债券	0	0	0	0
递延所得税负债	197	214	214	214
其他非流动负债	484	556	576	556
负债合计	3,145	3,676	3,893	4,243
归属母公司所有者权益	6,153	8,248	9,001	10,052
少数股东权益	185	193	205	239
股东权益	6,338	8,441	9,206	10,291
负债及股东权益	9,483	12,117	13,098	14,534

主要财务比率

	2022A	2023E	2024E	2025E
EPS	2.07	1.63	2.22	3.14
BVPS	12.00	15.23	16.62	18.56
PE	25.41	21.85	16.06	11.36
PEG	0.67	—	0.44	0.27
PB	4.38	2.34	2.15	1.92
EV/EBITDA	16.80	11.26	8.55	6.03
ROE	17%	11%	13%	17%
ROIC	15%	9%	11%	15%

一、评级说明

	评级	说明
市场指数评级	看多	未来 6 个月内沪深 300 指数上升幅度达到或超过 20%
	看平	未来 6 个月内沪深 300 指数波动幅度在-20%—20%之间
	看空	未来 6 个月内沪深 300 指数下跌幅度达到或超过 20%
行业指数评级	超配	未来 6 个月内行业指数相对强于沪深 300 指数达到或超过 10%
	标配	未来 6 个月内行业指数相对沪深 300 指数在-10%—10%之间
	低配	未来 6 个月内行业指数相对弱于沪深 300 指数达到或超过 10%
公司股票评级	买入	未来 6 个月内股价相对强于沪深 300 指数达到或超过 15%
	增持	未来 6 个月内股价相对强于沪深 300 指数在 5%—15%之间
	中性	未来 6 个月内股价相对沪深 300 指数在-5%—5%之间
	减持	未来 6 个月内股价相对弱于沪深 300 指数 5%—15%之间
	卖出	未来 6 个月内股价相对弱于沪深 300 指数达到或超过 15%

二、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，具备专业胜任能力，保证以专业严谨的研究方法和分析逻辑，采用合法合规的数据信息，审慎提出研究结论，独立、客观地出具本报告。

本报告中准确反映了署名分析师的个人研究观点和结论，不受任何第三方的授意或影响，其薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

署名分析师本人及直系亲属与本报告中涉及的内容不存在任何利益关系。

三、免责声明：

本报告基于本公司研究所及研究人员认为合法合规的公开资料或实地调研的资料，但对这些信息的真实性、准确性和完整性不做任何保证。本报告仅反映研究人员个人出具本报告当时的分析和判断，并不代表东海证券股份有限公司，或任何其附属或联营公司的立场，本公司可能发表其他与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告可能因时间等因素的变化而变化从而导致与事实不完全一致，敬请关注本公司就同一主题所出具的相关后续研究报告及评论文章。在法律允许的情况下，本公司的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告仅供“东海证券股份有限公司”客户、员工及经本公司许可的机构与个人阅读和参考。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何机构和个人的投资建议，任何形式的保证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，本公司亦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。本公司客户如有任何疑问应当咨询独立财务顾问并独自进行投资判断。

本报告版权归“东海证券股份有限公司”所有，未经本公司书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的翻版、复制、刊登、发表或者引用。

四、资质声明：

东海证券股份有限公司是经中国证监会核准的合法证券经营机构，已经具备证券投资咨询业务资格。我们欢迎社会监督并提醒广大投资者，参与证券相关活动应当审慎选择具有相当资质的证券经营机构，注意防范非法证券活动。

上海东海证券研究所

地址：上海市浦东新区东方路1928号东海证券大厦
网址：[Http://www.longone.com.cn](http://www.longone.com.cn)
座机：(8621) 20333275
手机：18221959689
传真：(8621) 50585608
邮编：200215

北京东海证券研究所

地址：北京市西三环北路87号国际财经中心D座15F
网址：[Http://www.longone.com.cn](http://www.longone.com.cn)
座机：(8610) 59707105
手机：18221959689
传真：(8610) 59707100
邮编：100089