2023 年电子行业投资策略：半导体国产替代持续加速，汽车电子迎来新机遇

电子

评级： 看好

日期： 2023.01.06

分析师 王少南

登记编码：S0950521040001

☎：0755-23375522

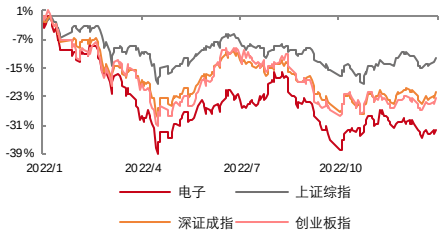
✉：wangshaonan@wkzq.com.cn

联系人 金凯笛

☎：021-61097712

✉：jinkaidi@wkzq.com.cn

行业表现 2023/1/5



资料来源：Wind，聚源

相关研究

- 《2023 年电子行业投资策略：半导体国产替代持续加速，汽车电子迎来新机遇》(2023/1/6)
- 《半导体材料行业深度：晶圆厂迎扩产潮，大国利剑国产替代前景可期》(2022/9/9)
- 《汽车智能化+网联化深度：自动驾驶逐步升级，摄像头+激光雷达星辰大海》(2022/6/29)
- 《汽车电动化深度：新能源车销量+渗透率双升，IGBT 与 SiC 大放异彩》(2022/5/13)
- 《2022 年电子行业投资策略：5G 渗透率持续提升，半导体供应链安全大势所趋》(2021/12/9)
- 《PCB 行业深度：通讯/消费电子/汽车齐发力，FPC 替代传统线束前景可期》(2021/12/7)
- 《半导体设备行业深度：新一轮景气周期，大国重器替代正当时》(2021/8/16)
- 《2021 年电子行业中期策略：5G+ARVR 引领新成长，国产替代奏响主旋律》(2021/8/6)
- 《需求错配+供给瓶颈+资源倾斜，汽车缺芯有望 2021Q2 开始改善》(2021/5/12)

报告要点

回首 2022 年，在消费电子等下游需求疲软，疫情对宏观经济造成扰动等背景下，电子行业经历了阵痛期。展望 2023 年，随着中国疫情政策逐步优化，宏观经济有望回暖，消费电子等下游需求有望触底反弹，伴随着晶圆厂/IDM 厂新建产能逐步投产，新能源车渗透率进一步提升，我们看好半导体及汽车电子行业迈入上升通道。

EDA：国产替代+下游需求共促 EDA 赛道高成长。2021 年全球 EDA 市场规模 133 亿美元，中国 EDA 企业与国外头部 EDA 企业在产品覆盖范围和先进制程上存在较大差距。随着美国对中国先进制程 EDA 工具的步步紧逼，EDA 软件国产替代势在必行。

半导体设备零部件：半导体设备上游制造基础，国产化加速。2021 年全球半导体设备零部件市场规模约为 513 亿美元；根据 SEMI 关于全球半导体设备市场规模的预测，全球半导体设备零部件市场规模将在 2022-2024 年分别达到 542.7/456/535.8 亿美元。半导体零部件相关企业主要集中在美国、日本和欧洲，中国的半导体零部件自给率不足 10%，国产替代空间广阔。

半导体设备：制造+封测核心上游，国产技术突破是关键。半导体设备包括硅片制造设备、前道晶圆制造设备和后道封装测试设备。根据 SEMI 数据，2021 年全球半导体设备市场规模为 1025 亿美元，预计 2022-2024 年将分别达到 1085.4/912/1071.6 亿美元。全球半导体设备生产厂商主要集中在欧洲、美国和日本，中国半导体设备整体国产化率不足 20%，仍有待提高。

半导体材料：制造+封装核心上游，未来空间广阔。半导体材料分为晶圆制造材料和封装材料。根据 SEMI 数据，2021 年全球半导体材料规模为 643 亿美元；预计 2022 年将达到 698 亿美元；2023 年将超过 700 亿美元。半导体材料的生产厂商主要集中在日本、美国、韩国和德国，中国的国产自给率仍偏低，国产化率不足 15%。

汽车电子：IGBT、SiC 和车载传感器前景可期。汽车电动化推动 IGBT 和 SiC 充分受益。根据 Infineon 和 Strategy Analytics 数据，从燃油车向纯电动汽车升级过程中，整车半导体价值量从 417 美元/辆提升至 834 美元/辆，增幅约 100%；功率半导体价值量从 88 美元/辆提升至 459 美元/辆，增幅约 421.6%。SiC 作为实现电动车 800V 高压快充的关键材料，有望大放异彩。根据 Yole 数据，2021-2027 年，电动车用 SiC 市场规模将由 6.85 亿美元增长到 49.86 亿美元，CAGR 高达 39.2%。其次，汽车智能化促进多传感器融合，单车传感器需求量提升。根据 Deloitte 数据，L2 级别需要 6 颗传感器，L3 级别需要 13 颗，L4 级别需要 29 颗，L5 级别需要 32 颗。

投资建议：我们认为，随着晶圆厂/IDM 厂扩产，汽车电动化智能化渗透率提升，半导体国产替代有望加速，汽车电子行业将有望迈入高速成长期。建议关注：华大九天、富创精密、北方华创、鼎龙股份、兴森科技、天岳先进。

风险提示： 1、消费电子、新能源车等下游需求不及预期；2、疫情反复影响生产及物流；3、国内厂商技术突破、验证导入不及预期。

内容目录

1. 2022 年历经坎坷，2023 年有望企稳复苏 6

2. 半导体：产业链上游价值突出，未来有望迎来高成长 8

2.1 EDA 软件：国产替代+下游需求双驱动 14
2.1.1 EDA 软件：集成电路设计、制造的必备工具 14
2.1.2 全球 EDA 市场规模稳步增长 17
2.1.3 三巨头垄断下的全球 EDA 市场竞争格局 20
2.1.4 美国政策趋严，EDA 国产替代加速 23
2.2 半导体设备零部件：设备上游核心支柱，自主可控刻不容缓 25
2.2.1 分类方式多，广泛应用于前道设备及工艺 25
2.2.2 欧洲、美国、日本厂商主导市场 29
2.2.3 技术难度大，国产化率低 30
2.2.4 中国厂商积极布局 32
2.3 半导体设备：半导体产业链核心支柱，全球需求有望继续扩大 34
2.3.1 硅片制造设备：需求持续上升，大硅片制造设备为未来主力 37
2.3.2 光刻机：ASML 为全球龙头，引领光刻机制程升级 38
2.3.3 涂胶显影设备前景开阔，干法去胶设备实现份额优势 41
2.3.4 刻蚀设备：芯片升级带动刻蚀机需求，TSV 设备为先进封装加码 42
2.3.5 薄膜沉积设备：芯片层数不断增加，薄膜沉积设备未来前景可期 45
2.3.6 离子注入设备：掺杂工艺核心设备，中国厂商进展不俗 46
2.3.7 热处理设备实现部分国产化，清洗设备与 CMP 设备保证芯片良率 47
2.3.8 后道封装测试设备：厂商集中海外，Chiplet 加速封装设备需求攀升 50
2.4 半导体材料：半导体制造核心上游支柱 51
2.4.1 材料种类丰富多样，工艺制造不可或缺 51
2.4.2 中高端依然由国外厂商主导，中国厂商积极研发布局 53

3. 汽车电动化：电动化推动 IGBT 和 SiC 充分受益 56

3.1 全球电动车渗透率持续提升 56
3.2 IGBT 最为受益 57
3.3 动力电池向 800V 升级，SiC 有望大放异彩 61

4. 汽车智能化：传感器是智能化快速发展的关键一环 64

4.1 L0 向 L5 逐步升级，高等级自动驾驶渗透率将持续提升 64
4.2 多传感器融合取长补短，数量及质量将持续增加 66

5. 投资建议 69

5.1 投资观点 69
5.2 建议关注 69
5.2.1 华大九天（301269.SZ） 69
5.2.2 富创精密（688409.SH） 70
5.2.3 北方华创（002371.SZ） 70
5.2.4 鼎龙股份（300054.SZ） 71
5.2.5 兴森科技（002436.SZ） 71
5.2.6 天岳先进（688234.SH） 72

6. 风险提示 72

图表目录

图表 1：2022 年 A 股各行业（申万一级）涨跌幅 6
图表 2：近 10 年电子行业涨跌幅 6
图表 3：2020-2022 年电子行业 PE-TTM 7
图表 4：2012-2022 年电子行业与相关指数对比 7
图表 5：2022 年电子细分行业涨跌幅 8
图表 6：2017 年至今美国对中国科技制裁封锁大事件统计 9
图表 7：2022 年至今美国对中国科技制裁封锁统计 9
图表 8：2020-2022Q1-Q3 半导体重点公司财务情况（亿元） 11
图表 9：全球晶圆厂新建及扩产情况（不完全统计） 12
图表 10：EDA 工具位于半导体产业链上游 14
图表 11：EDA 工具覆盖芯片设计、制造全流程 14
图表 12：数字电路与模拟电路对比 15
图表 13：数字芯片设计流程 16
图表 14：模拟芯片设计流程 17
图表 15：2007-2021 年全球 EDA 软件市场规模（亿美元） 18
图表 16：2007-2021 年全球集成电路行业市场规模（亿美元） 18
图表 17：2015-2025E 中国 EDA 软件市场规模（亿元） 19
图表 18：2015-2021 年中国集成电路市场规模（亿元） 19
图表 19：2007-2021 年全球 EDA 工具分类市场规模（亿美元） 19
图表 20：2021 年（内圈）和 2022H1（外圈）全球 EDA 区域占比 20
图表 21：全球主要区域 EDA 市场规模 CAGR5 和 CAGR10 20
图表 22：全球 EDA 分为 3 个梯队，第一梯队的三家企业占据 75% 20
图表 23：1984-2021 年全球 EDA 企业市场份额 21
图表 24：Synopsys、Cadence、Siemens EDA 对比 21
图表 25：Synopsys 上市以来兼并收购分类与次数（截至 2022 年 12 月 30 日） 22
图表 26：全球 TOP3 EDA 企业研发费用（亿美元）及费用率 22
图表 27：中国部分 EDA 企业研发费用（亿元）及费用率 22
图表 28：2020 与 2021 年全球部分 EDA 企业在中国的营收（亿元） 23
图表 29：中国代表性 EDA 企业部分数字电路 EDA 工具产品覆盖范围（截至 2022 年 12 月 30 日） 23
图表 30：中国代表性 EDA 企业部分模拟电路 EDA 工具产品覆盖范围（截至 2022 年 12 月 30 日） 24
图表 31：中国代表性 EDA 企业部分 EDA 工具可支持的最先进制程（截至 2022 年 12 月 30 日） 24
图表 32：台积电 N3E 制程节点 EDA 工具认证情况（截至 2022 年 10 月 26 日） 24
图表 33：半导体设备零部件产业链 26
图表 34：半导体设备零部件分类及市场情况 26
图表 35：不同零部件厂商及技术难度 27
图表 36：主要零部件对应半导体设备类型及工艺步骤 28
图表 37：全球半导体设备市场规模（亿美元） 29
图表 38：2021 年全球 Top 10 零部件厂商排名 29
图表 39：全球 Top 10 零部件厂商市占率 30
图表 40：2020 年中国大陆晶圆厂采购的 8-12 英寸晶圆设备零部件产品结构 31
图表 41：8-12 英寸晶圆设备部分零部件供应商及自给率 31
图表 42：半导体零部件技术难点 32

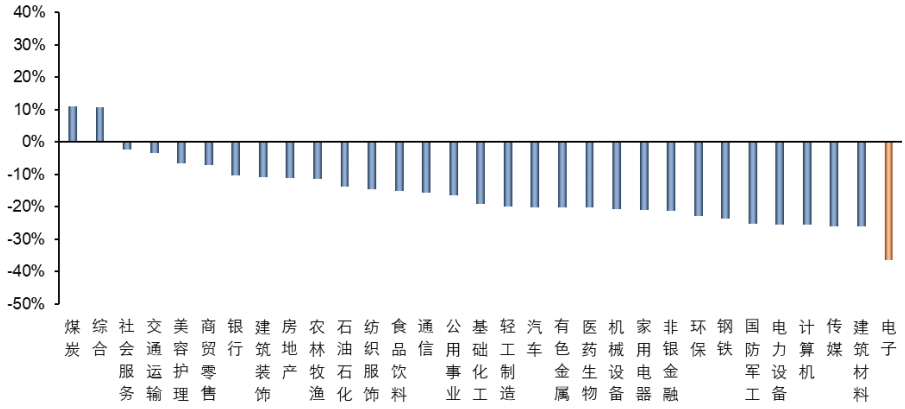
图表 43：全球主要半导体零部件及对应厂商.....33
图表 44：中国主要半导体零部件厂商及产品情况.....33
图表 45：IC 工艺流程及对应半导体设备.....35
图表 46：全球半导体设备销售额（亿美元）.....36
图表 47：各地区或国家集成电路销售额（亿美元）、半导体设备销售额与全球集成电路总销售额之比（%）.....36
图表 48：芯片制造各工艺环节半导体设备及主要厂商.....37
图表 49：2011-2025 年全球半导体硅片出货面积（百万平方英寸）.....38
图表 50：光刻工艺流程.....39
图表 51：光刻曝光前后对比.....39
图表 52：光刻机的基本示意图.....39
图表 53：2011-2021 年 TOP3 厂商各类光刻机出货量（台）.....40
图表 54：2011-2021 年 TOP3 厂商各类光刻机销售额（百万欧元）.....40
图表 55：2011-2021 年 TOP3 厂商市占率（以出货量计算）.....40
图表 56：2011-2021 年 TOP3 厂商市占率（以销售额计算）.....40
图表 57：2015-2023 年全球前道/后道涂胶显影设备市场规模（亿美元）.....41
图表 58：2016-2023 年中国前道/后道涂胶显影设备市场规模（亿美元）.....41
图表 59：全球涂胶显影设备市场格局.....41
图表 60：中国涂胶显影设备市场格局.....41
图表 61：2019-2025 年全球干法去胶设备市场规模（亿美元）.....42
图表 62：2020 年全球干法去胶设备行业竞争格局.....42
图表 63：薄膜沉积、光刻和刻蚀的联动工艺流程.....43
图表 64：2019-2022 年全球刻蚀机市场规模（亿美元）.....43
图表 65：全球干法刻蚀设备市场格局.....44
图表 66：2017-2022 年薄膜沉积设备市场规模（亿美元）.....45
图表 67：各类薄膜沉积设备市场占比.....45
图表 68：2020 年全球薄膜沉积设备市场竞争格局.....45
图表 69：2013-2031 年全球离子注入机市场规模（亿美元）.....47
图表 70：2016-2020 年中国离子注入机市场规模（亿元）.....47
图表 71：2016-2020 年中国离子注入机产量需求量（台）.....47
图表 72：集成电路领域离子注入机市场竞争格局.....47
图表 73：热处理设备、清洗设备和 CMP 设备简介.....48
图表 74：2019-2025 年全球热处理设备市场规模（亿美元）.....48
图表 75：2018-2024 年全球半导体清洗设备市场规模（亿美元）.....48
图表 76：2012-2027 年全球 CMP 设备市场规模（亿美元）.....49
图表 77：全球快速热处理设备、半导体清洗设备和 CMP 设备市场格局.....49
图表 78：清洗步骤随着制程节点缩小而增加.....50
图表 79：2016-2023 年全球半导体封装、测试设备规模（亿美元）.....50
图表 80：2018 年全球各类半导体封装设备占比.....51
图表 81：2021 年全球各类半导体后道测试设备占比.....51
图表 82：IC 工艺流程及对应半导体材料.....52
图表 83：2020 年全球晶圆制造材料细分产品结构.....52
图表 84：2019 年全球封装材料细分产品结构.....52
图表 85：全球半导体材料市场规模（亿美元）.....53
图表 86：半导体材料主要细分产品情况.....53
图表 87：全球半导体材料市场规模/主要厂商/自主化率.....54
图表 88：全球主要国家/地区 CO_2 排放量及规划.....56
图表 89：燃油车与电动车 CO_2 排放量.....56

图表 90：全球燃油车禁售和新车零排放时间表.....56
图表 91：欧洲城市燃油车/柴油车禁售时间表.....57
图表 92：2020-2022Q2 全球主要国家/地区电动车渗透率.....57
图表 93：全球汽车半导体市场规模（亿美元）.....58
图表 94：2021 年汽车半导体 Top 5 厂商市占率.....58
图表 95：2021 年汽车传感器 Top 5 厂商市占率.....58
图表 96：2021 年汽车 MCU Top 5 厂商市占率.....59
图表 97：2021 年汽车功率半导体 Top 5 厂商市占率.....59
图表 98：传统燃油汽车各类芯片占比.....59
图表 99：纯电动汽车各类芯片占比.....59
图表 100：2020 年电动车半导体价值量（美元/辆）.....60
图表 101：功率半导体在电动车中应用占比.....60
图表 102：全球 IGBT 市场规模及各下游应用规模（十亿美元）.....60
图表 103：中国 IGBT 下游应用占比.....60
图表 104：2020 年 IGBT 分立器件厂商市占率.....61
图表 105：2020 年 IGBT 模组厂商市占率.....61
图表 106：从家用插座到超高功率充电桩.....61
图表 107：不同功率直流充电桩充电时间对比（充到 200km 的时间）.....61
图表 108：Si、SiC、GaN 性能参数对比.....62
图表 109：2021-2027 年全球 SiC 功率器件及下游应用市场规模（百万美元）.....62
图表 110：2018-2020 年全球导电型 SiC 衬底市场规模（亿美元）.....63
图表 111：2019-2020 年全球半绝缘型 SiC 衬底市场规模（亿美元）.....63
图表 112：全球 SiC 衬底厂商市占率.....63
图表 113：2021 年全球 SiC 器件厂商市占率.....63
图表 114：SiC 产业链主要厂商.....64
图表 115：自动驾驶概念及定义.....65
图表 116：自动驾驶等级划分.....65
图表 117：2015-2035 年全球自动驾驶汽车渗透率.....66
图表 118：自动驾驶传感器参数对比.....66
图表 119：多传感器融合方案各传感器覆盖范围和作用.....67
图表 120：L1-L5 自动驾驶对应各类传感器数量（颗）.....68

1. 2022 年历经坎坷，2023 年有望企稳复苏

2022 年，上证综指、深证成指、中小板指、创业板指、沪深 300 指数分别下跌 15.13%/25.85%/26.49%/29.37%/21.63%，电子行业年初至今下跌 36.54%，表现低于上证综指、深证成指、中小板指、创业板指和沪深 300 指数。2022 年除煤炭、综合行业较年初上涨，其他 A 股申万一级行业均有所下跌，电子行业跌幅最大。

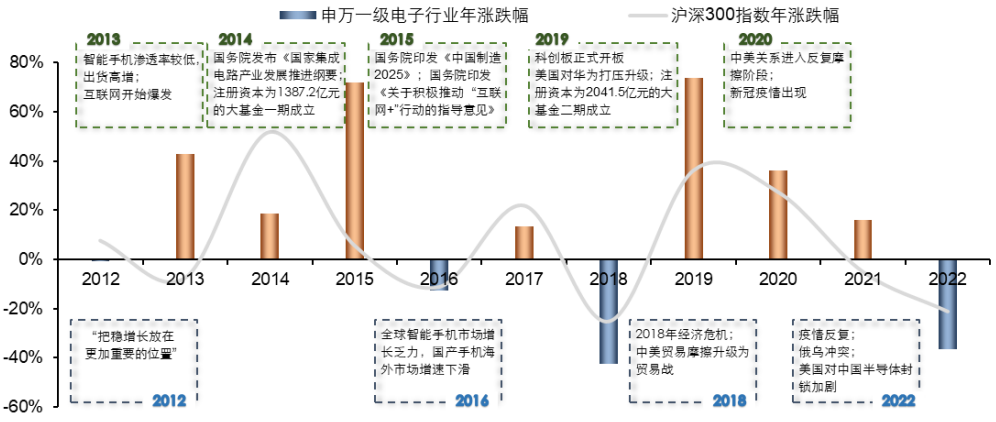
图表 1：2022 年 A 股各行业（申万一级）涨跌幅



资料来源：Wind，五矿证券研究所

回顾过去 10 年电子行业发展，我们认为电子行业涨跌幅主要受宏观经济与政策、行业供需关系、技术创新和产品迭代的影响。2012/2016/2018/2022 年电子行业处于下跌态势：2012 年电子行业在稳增长政策影响下，跌幅收窄至-0.74%（2011 年下跌 41.38%）；2016 年全球智能手机市场增长乏力，电子行业下跌 12.70%；2018 年，在全球经济危机、中美贸易战加剧等影响下，电子行业大幅下跌 42.37%；2022 年，由于疫情反复、美国对中国在先进制程等方面的半导体封锁加剧、俄乌危机等地缘政治冲突、产能供需周期性错配等多重因素，电子行业年初至今下跌 36.54%。在近十年上涨的年份中，2013-2015 年主要受到“互联网+”浪潮的推动；2017 年苹果新产品的推出引领智能手机产业链二次变革；2019 年初至今，“国产替代+5G 技术”是重要主题。

图表 2：近 10 年电子行业涨跌幅



资料来源：人民网，新华社，中国政府网，BIS，界面新闻，观察者网，光明网，前瞻产业研究院，IDC，Wind，五矿证券研究所

从估值角度来看，2020 年 7 月以来电子行业估值总体呈下行趋势，2022 年 10 月至今略有回升。行业整体估值处于近两年底部位置，由于国内疫情反复，2022 年 4 月下旬达到近两年 PE（TTM）最低值。当前，电子行业市盈率（TTM）为 28.66 倍，低于过去十年平均值（47.55 倍），低于过去五年平均值（37.21 倍），也低于过去两年平均值（34.52 倍）。

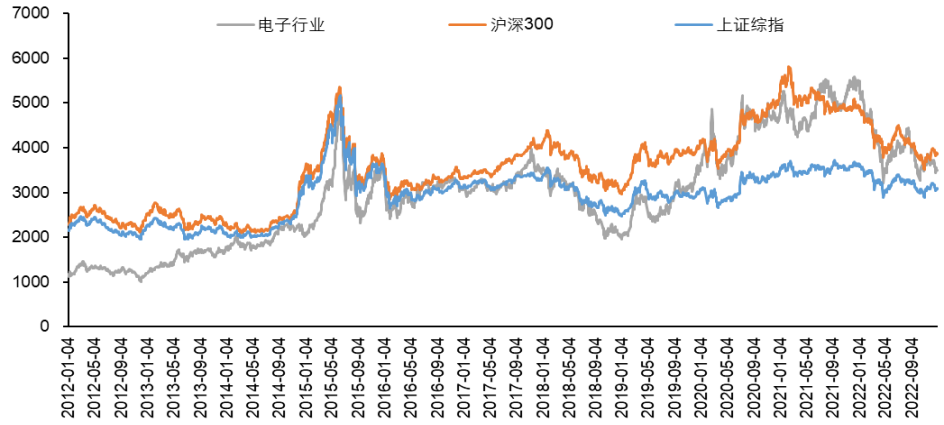
图表 3：2020-2022 年电子行业 PE-TTM



资料来源：Wind，五矿证券研究所

对比沪深 300、上证综指与电子行业近十年数据，沪深 300 指数总体高于电子行业，但近年来差距逐渐缩小；上证综指在 2012 至 2016 年总体高于电子行业，但 2019 年三季度以来被电子行业反超，且在 2019 年末至 2021 年末差距逐渐拉大。

图表 4：2012-2022 年电子行业与相关指数对比

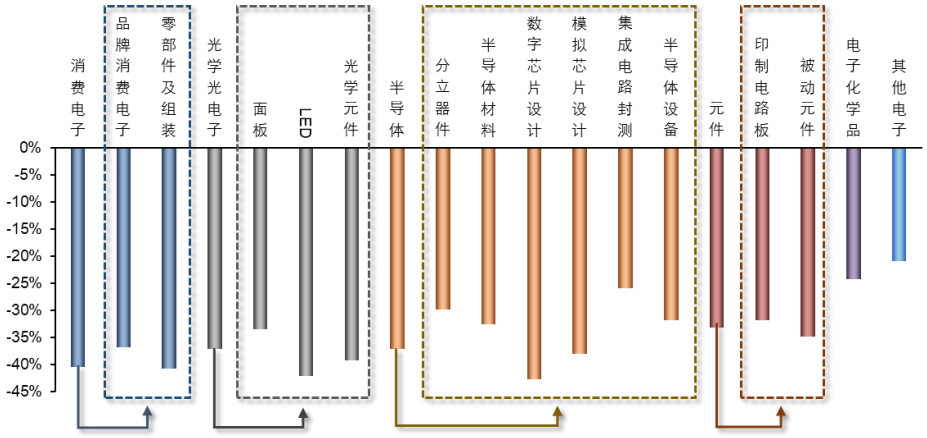


资料来源：Wind，五矿证券研究所

2022 年，电子行业各板块跌幅较大，回调较深。分业务板块来看，申万二级电子行业指标中，消费电子/光学光电子/半导体/元件/电子化学品/其他电子板块分别下跌 40.44%/37.04%/37.11%/33.10%/24.17%/20.92%。光学光电子方面，面板下跌 33.50%，LED 下跌 42.04%，光学元件下跌 39.20%。半导体方面，分立器件/半导体材料/数字芯片设计/模拟芯片设计/集成电路封测/半导体设备跌幅分别为 29.77%/32.55%/42.75%/37.94%/25.82%/31.84%。元件方面，印刷电路板下跌 31.80%，被动元件下跌 34.83%。我们认为行业下跌主要在于美联储加息、俄乌冲突、疫情反复等多因素

影响下，消费电子等下游需求疲软，库存水位较高，行业景气度下行，制约了元器件、半导体、PCB 等上游产品需求。展望 2023 年，我们认为随着美联储加息节奏放缓，中国疫情政策优化，行业有望于 2023Q2 开始企稳回暖，上游行业有望复苏。

图表 5：2022 年电子细分行业涨跌幅



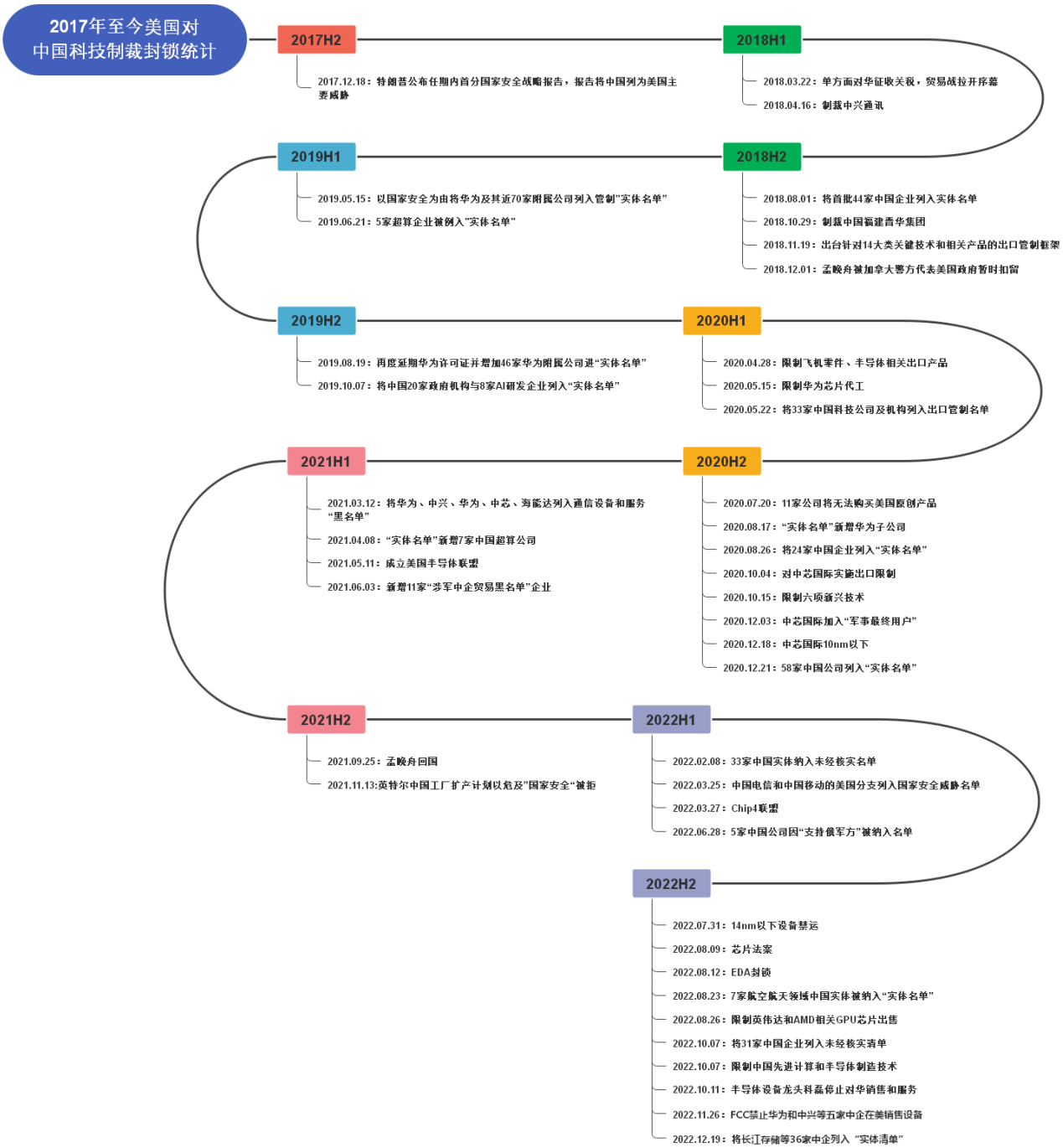
资料来源：Wind，五矿证券研究所

2. 半导体：产业链上游价值突出，未来有望迎来高成长

半导体作为科技强国的重要支柱，重要性不言而喻。回顾过去几年美国对中国科技领域的制裁和封锁，不难看出，不论是封锁的广度和深度都在不断加强，未来的竞争是科技的竞争，面对封锁，唯有依靠自主研发实现国产替代，才能实现真正意义上的自主可控。

复盘 2017 年至今，美国对中国科技制裁封锁重大事件，具体涉及行业领域包括通信、消费电子、3D 打印、机器人、脑机接口、新材料、超算芯片、半导体制造、EDA、半导体设备、光学、IDM、NAND 芯片、DRAM 芯片、逻辑芯片、GPU 高端芯片等，其中半导体领域最多。作为国家安全的重要组成部分，半导体供应链安全已经成为亟待解决的关键问题。目前半导体供应链中，设计端国产集成电路设计厂商已经能够设计出 5nm 芯片，但制造端上游，如 EDA、设备零部件、设备、材料等，相关产业国产化率普遍不高，在个别产品上甚至完全依赖进口，因此，上游的 EDA、设备零部件、设备、材料国产替代就成为了关键，是影响半导体供应链安全问题的主要瓶颈。

图表 6：2017 年至今美国对中国科技制裁封锁大事件统计



资料来源：中华人民共和国商务部，新华社，人民日报，环球网，BIS，FCC，Bloomberg，Thomson Reuters，半导体产业纵横，电子工程专辑，五矿证券研究所

图表 7：2022 年至今美国对中国科技制裁封锁统计

时间	事件	具体内容	涉及的细分行业
2 月 8 日	33 家中国实体纳入“未经核实清单”	被纳入美国商务部发布的“未经核实清单”多数是电子公司，但是也有光学公司、风涡轮叶片公司以及大学的国家实验室和其他公司，此次制裁行动或与奥运会上提供技术支持相关联。此外，中国先进光刻机供应商上海微电子亦在列，公司前几天刚刚交付了国内首台 2.5D/3D 先进封装光刻机，主要应用于高端数据中心高性能计算（HPC）和高端 AI 芯片等高密度异构集成领域，可满足 2.5D/3D 超大芯片尺寸的先封装应用需求，代表了行业同类产品的最高水平	半导体设备/光学等

3 月 25 日	中国电信和中国移动的美国分支列入国家安全威胁名单	美国商务部将中国移动和中国电信美国公司列入“对美国国家安全构成威胁的通信设备和服务”的清单，这意味着 FCC 每年这些 83 亿美元的万能服务基金的资金将不再被用于购买或维护公司的产品	通信
3 月 27 日	Chip4 联盟	韩媒《首尔经济日报》根据业界及政府消息报导，美国政府近日向韩国政府及主要半导体企业提议组成 Chip 4 同盟，也向日本及中国台湾提出邀请。该报分析，美国集结存储器最强的韩国、全球晶圆代工霸主中国台湾及拥有优越半导体技术的日本，是为筑起反制中国大陆的“半导体围墙”，将其排除在全球供应链以外	半导体
6 月 28 日	5 家中国公司因“支持俄军方”被纳入名单	美国商务部将 5 家中国公司因“支持俄军方”纳入名单。被列入制裁名单的公司是柯奈柯特电子、金派科技、信诺电子、维科电子和世捷达物流。美国商务部表示，这些公司继续为俄罗斯的军事和国防工业基地提供支持，它们的活动“违背了美国的国家安全和外交政策利益”	半导体
7 月 31 日	14nm 以下设备禁运	彭博社援引美国两大半导体设备供应商泛林集团和科磊的消息报道称，美国正在收紧对中国出口芯片制造设备的限制，已经禁止未经许可向中国大陆芯片制造商出售大多数可以制造 14nm 或更先进制程的芯片的设备	半导体设备
8 月 9 日	芯片法案	美国总统拜登正式签署《芯片和科学法案》，计划为美国半导体产业提供高达 527 亿美元的政府补贴。该法案融合了经济和国家安全政策的内容，主要包括两方面计划：一是向半导体行业提供约 527 亿美元的资金支持，并为企业提供价值 240 亿美元的投资税抵免，鼓励企业在美国研发和制造芯片；二是在未来几年提供约 2000 亿美元的科研经费支持，重点支持人工智能、机器人技术、量子计算等前沿科技	半导体/人工智能/机器人技术/量子计算
8 月 12 日	EDA 封锁	美国商务部发布最终规定，对设计 GAAFET 结构集成电路所必须的 EDA 软件；金刚石和氧化镓为代表的超宽禁带半导体材料；燃气涡轮发动机使用的压力增益燃烧等四项技术实施新的出口管制。禁令生效日期为 2022 年 8 月 15 日	EDA/半导体设备/制造/材料
8 月 23 日	7 家航空航天领域中国实体被纳入出口管制的“实体清单”	美国商务部将 7 家航空航天领域中国实体被纳入出口管制的“实体清单”	航空航天/半导体
8 月 26 日	限制英伟达和 AMD 相关 GPU 芯片出售	英伟达与 AMD 确认收到美国政府要求停止向中国出口用于人工智能的顶级计算芯片	GPU 高端芯片
10 月 7 日	31 家中国企业列入“未经核实清单”	美国商务部在其认为“未经核实清单”中添加了更多名称，包括 31 家中国实体。这意味着美国供应商在向这些实体销售技术时将面临新的障碍。被纳入这份名单的多数是生产、研发半导体、光电子、化工锂电等相关产品的公司大学，但是也不乏大学、国家重点实验室。此外，美国商务部还修改了 UVL 规则，如果不配合现场核实，将列入实体清单	半导体设备/光电子/化工锂电等
10 月 7 日	限制中国先进计算和半导体制造技术，禁止美国人为中国半导体产业工作	美国商务部工业发布《针对中国获取先进计算和半导体制造技术的新出口管制》。除了限制有关先进工艺半导体设备出口之外，还特别规定限制美国人未经许可在某些位于中国的半导体制造“设施”中，使用集成电路开发或生产的能力，对美国公民支持在某些位于中国本土的半导体制造“设施”的开发、生产或使用 IC 的能力的限制于 2022 年 10 月 12 日生效，这将影响在本土 IC 设备和 IC 制造领域的美籍华人的未来去留。其中，半导体制造项目的限制在提交给公众检查时于 2022 年 10 月 7 日生效；先进计算和超级计算机的控制，以及该规则的其他变化，将在 2022 年 10 月 21 日生效。此外，公众对所有这些变化的意见应在下列日期后 60 天内提交给 BIS	先进计算/超算/半导体设备/半导体制造
10 月 11 日	半导体设备龙头科磊停止对华销售和服务	路透社报道，中国工作人员收到了来自全球第五大半导体设备供应商科磊（KLA）法律部门的一封电子邮件，称从当地时间周二晚上 11:59（格林威治标准时间 15:59）开始，该公司将对中国的“先进晶圆厂”停止销售和服务 128 层以上的 NAND 芯片、18nm 及以下的 DRAM 芯片、先进的逻辑芯片技术	半导体设备/NAND 芯片/DRAM 芯片/逻辑芯片技术

11 月 26 日	美国 FCC 禁止华为和中兴等五家中企在美销售设备	美国联邦通信委员会（FCC）宣布，禁止华为、中兴通讯、海康威视、海能达和浙江大华五家公司在美国销售设备。FCC 称这五家的产品“对美国国家安全构成不可接受的风险”。FCC 此举的依据是其于 2019 年颁布的一项旨在保护美国通信网络安全的法律	通信/半导体/消费电子/安防
12 月 19 日	将长江存储等 36 家中企列入“实体清单”	美国商务部将包括长江存储、寒武纪、上海集成电路研发中心、上海微电子、深圳鹏芯微等在内的 36 家中国实体（包括一家长江存储日本子公司）加入实体清单。理由是这些实体涉及人工智能（AI）芯片的研发、制造和销售，且试图通过获取美国原产物品以支持中国的军事现代化	半导体设计/半导体制造/人工智能芯片/先进计算/通信

资料来源：BIS，FCC，Bloomberg，Thomson Reuters，半导体产业纵横，电子工程专辑，五矿证券研究所

近年来中国已经加快了上游 EDA、设备零部件、设备、材料等赛道的研发进度，国产化导入也在加速进行，通过对比 2020 至 2022Q1-Q3 相关重点上市公司财报，不难发现大部分公司的营业收入与净利润在不断强化，毛利率基本维持稳定。

图表 8：2020-2022Q1-Q3 半导体重点公司财务情况（亿元）

板块	公司	2020					2021					2022Q1-Q3				
		收入	收入 YoY	净利润	净利润 YoY	毛利率	收入	收入 YoY	净利润	净利润 YoY	毛利率	收入	收入 YoY	净利润	净利润 YoY	毛利率
EDA	华大九天	4.15	61.3%	1.04	81.2%	87.3%	5.79	39.7%	1.39	34.5%	89.4%	4.83	40.0%	1.13	46.9%	88.9%
	概伦电子	1.37	109.9%	0.28	103.2%	89.5%	1.94	41.0%	0.28	-0.2%	92.0%	1.71	36.7%	0.29	84.4%	89.7%
	广立微	1.24	87.3%	0.50	162.0%	85.3%	1.98	59.9%	0.64	28.1%	76.5%	1.76	55.0%	0.34	30.6%	65.6%
半导体设备零部件	新莱应材	13.23	-4.6%	0.82	32.4%	26.7%	20.54	55.3%	1.70	106.9%	24.7%	19.90	34.6%	2.75	128.6%	28.8%
	富创精密	4.81	89.9%	0.94	380.4%	31.6%	8.43	75.2%	1.21	29.9%	32.0%	10.13	76.7%	1.54	87.0%	33.3%
	华亚智能	3.68	18.6%	0.72	30.7%	39.9%	5.30	43.9%	1.11	54.9%	39.4%	4.59	21.1%	1.20	44.6%	38.3%
	新松机器人	26.60	-3.1%	-3.90	-234.4%	19.2%	32.98	24.0%	-5.56	-42.6%	7.57%	18.13	2.3%	-2.18	17.6%	9.1%
	神工股份	1.92	1.9%	1.00	30.3%	65.2%	4.74	146.7%	2.18	117.8%	64.1%	3.91	11.8%	1.35	-20.0%	54.0%
	汉钟精机	22.72	25.7%	3.65	48.9%	36.0%	29.81	31.2%	4.88	33.8%	34.8%	23.36	6.5%	4.75	30.3%	35.9%
	英杰电气	4.21	-5.0%	1.05	-5.8%	41.6%	6.60	56.9%	1.57	50.6%	42.2%	7.72	63.6%	2.08	71.5%	39.2%
半导体设备	晶盛机电	38.11	22.5%	8.52	36.5%	36.6%	59.61	56.4%	17.28	102.9%	39.7%	74.63	87.0%	20.98	87.1%	40.1%
	精测电子	20.77	6.4%	2.16	-17.1%	47.4%	24.09	16.0%	1.40	-35.1%	43.3%	18.20	3.0%	1.03	-31.4%	44.3%
	万业企业	9.31	-50.2%	2.95	-48.6%	45.3%	8.80	-5.5%	3.77	27.8%	56.2%	2.50	-61.3%	0.43	-85.9%	47.6%
	华海清科	3.86	83.0%	0.98	163.4%	38.2%	8.05	108.6%	1.98	102.8%	44.7%	11.33	108.4%	3.43	131.4%	47.4%
	芯源微	3.29	54.3%	0.49	66.8%	42.6%	8.29	152.0%	0.77	58.4%	38.1%	8.97	63.9%	1.43	169.4%	40.1%
	盛美上海	10.07	33.1%	1.97	45.9%	43.8%	16.21	60.9%	2.66	35.3%	42.5%	19.78	81.9%	4.41	196.4%	47.0%
	拓荆科技	4.36	73.4%	-0.12	39.6%	34.1%	7.58	74.0%	0.67	672.0%	44.0%	9.92	165.2%	2.35	311.5%	48.3%
	中微公司	22.73	16.8%	4.92	161.1%	37.7%	31.08	36.7%	10.11	105.4%	43.4%	30.43	46.8%	7.91	46.1%	45.5%
	北方华创	60.56	49.2%	6.31	70.7%	36.7%	96.83	59.9%	11.93	89.1%	39.4%	100.12	62.2%	18.67	144.9%	44.0%
	至纯科技	13.97	41.6%	2.61	136.3%	36.8%	20.84	49.2%	2.84	9.0%	36.2%	19.25	50.1%	1.68	-9.1%	35.5%
	长川科技	8.04	101.5%	0.85	611.9%	50.1%	15.11	88.0%	2.22	161.4%	51.8%	17.54	64.1%	3.34	141.3%	54.1%
	赛腾股份	20.28	68.3%	1.84	42.3%	39.0%	23.19	14.3%	1.91	3.9%	39.1%	21.11	27.7%	2.39	49.0%	40.6%
	华峰测控	3.97	56.1%	1.99	95.3%	79.7%	8.78	121.0%	4.39	120.3%	80.2%	7.78	22.1%	3.82	22.6%	77.1%
半导体	沪硅产业	18.11	21.4%	0.90	188.9%	13.1%	24.67	36.2%	1.45	61.6%	16.0%	25.96	46.9%	1.34	32.2%	22.4%

材料	TCL 中环	190.57	12.8%	14.76	17.0%	18.9%	411.05	115.7%	44.35	200.6%	21.7%	498.45	71.4%	54.89	68.9%	17.9%
	立昂微	15.02	26.0%	2.15	42.4%	35.3%	25.41	69.2%	6.22	189.0%	44.9%	22.78	30.0%	6.61	58.0%	44.1%
	华特气体	10.00	18.4%	1.06	46.6%	26.0%	13.47	34.8%	1.29	21.4%	24.2%	14.03	41.0%	1.86	80.8%	27.8%
	金宏气体	12.43	7.1%	2.02	10.4%	36.5%	17.41	40.0%	1.67	-17.5%	30.0%	14.37	16.5%	1.80	30.7%	35.9%
	昊华科技	54.22	10.1%	6.54	17.5%	28.3%	74.24	36.9%	9.03	38.1%	27.2%	63.93	23.4%	7.60	16.8%	26.0%
	和远气体	8.24	23.8%	0.87	3.0%	35.4%	9.92	20.3%	0.90	3.6%	28.7%	9.48	30.3%	0.51	-13.1%	23.6%
	雅克科技	22.73	24.0%	4.13	32.3%	35.5%	37.82	66.4%	3.41	-17.5%	25.8%	31.67	17.6%	4.83	21.9%	31.5%
	南大光电	5.95	85.1%	1.09	76.1%	41.1%	9.84	65.5%	1.83	68.5%	43.4%	12.59	77.6%	2.78	68.0%	47.0%
	路维光电	4.02	84.0%	-0.04	92.0%	23.1%	4.94	22.9%	0.28	873.4%	26.3%	4.91	38.2%	0.76	344.9%	32.0%
	清溢光电	4.87	1.6%	0.76	8.5%	30.6%	5.44	11.6%	0.45	-41.6%	25.0%	5.47	41.5%	0.69	123.3%	24.6%
	晶瑞电材	10.22	35.3%	0.82	115.6%	21.7%	18.32	79.2%	2.07	152.3%	21.1%	13.38	2.2%	1.08	-36.7%	20.7%
	彤程新材	20.46	-7.3%	4.27	33.2%	33.5%	23.08	12.8%	3.10	-27.4%	24.9%	18.47	7.7%	2.30	-13.6%	24.0%
	上海新阳	6.94	8.3%	2.77	31.2%	34.2%	10.16	46.5%	1.03	-61.5%	35.4%	8.77	23.2%	0.17	-76.9%	32.1%
	华懋科技	9.50	-3.7%	2.01	-15.1%	35.9%	12.06	27.0%	1.75	-12.8%	36.4%	11.08	36.5%	1.24	-7.4%	31.8%
	安集科技	4.22	48.0%	1.54	133.9%	52.0%	6.87	62.6%	1.25	-18.8%	51.1%	7.94	68.7%	2.07	112.9%	52.6%
	江化微	5.64	15.0%	0.57	74.4%	25.8%	7.92	40.5%	0.56	-2.6%	22.2%	6.95	28.8%	0.72	163.3%	27.3%
	格林达	5.84	11.2%	1.01	-1.6%	29.0%	7.80	33.6%	1.41	39.4%	27.5%	6.43	20.7%	1.39	37.5%	30.1%
	飞凯材料	18.64	23.2%	2.39	-8.8%	39.5%	26.27	40.9%	4.01	67.6%	39.9%	22.40	18.7%	3.28	15.5%	39.4%
	新宙邦	29.61	27.4%	5.24	59.0%	36.0%	69.51	134.8%	13.64	160.5%	35.5%	73.29	64.0%	15.02	66.1%	32.7%
	鼎龙股份	18.17	58.2%	-1.31	-898.2%	32.8%	23.56	29.7%	2.45	286.9%	33.4%	19.55	18.4%	3.44	97.9%	38.3%
	江丰电子	11.67	41.4%	1.43	124.5%	28.1%	15.94	36.6%	0.99	-30.6%	25.6%	16.85	50.0%	2.11	137.8%	30.3%
	有研新材	129.69	24.1%	1.80	60.3%	4.1%	160.59	23.8%	2.51	39.3%	4.3%	117.35	-4.4%	2.73	26.6%	5.4%
	兴森科技	40.35	6.1%	5.47	69.7%	30.9%	50.40	24.9%	6.13	12.1%	32.2%	41.51	11.7%	4.93	-0.1%	29.6%
	深南电路	116.00	10.2%	14.31	16.0%	26.5%	139.43	20.2%	14.81	3.5%	23.7%	104.85	7.5%	11.82	15.1%	26.1%
	康强电子	15.49	9.2%	0.88	-4.9%	18.7%	21.95	41.7%	1.81	106.1%	18.9%	13.10	-21.1%	0.97	-22.3%	17.5%

资料来源：各公司公告，五矿证券研究所

为了进一步扩大产能，扩充市场份额，满足未来 5G、AI、物联网、消费电子、新能源车、数据中心等下游增长需求，国产重点半导体晶圆厂/IDM 厂普遍公布了扩产计划，根据我们统计，未来 1-3 年内，大部分国产新建产线将陆续投产，有望加强国产半导体晶圆厂/IDM 厂的全球竞争力。在美国的科技制裁和封锁下，中国半导体的韧性越来越强，自主可控、国产替代已经成为全产业链上下游企业的共识，唯有依靠自主研发，才能摆脱受制于人的局面，才能真正实现产业链健康发展。伴随着国产新建产线陆续投产，我们认为上游产业链将有望充分受益于国产化率提升，看好 EDA、设备零部件、设备、材料等细分赛道未来的高成长性。

图表 9：全球晶圆厂新建及扩产情况（不完全统计）

公司	地点	投资金额	产能	工艺制程	估计投产时间
台积电	美国亚利桑那	400 亿美元	3 万片/月	12 英寸 3nm	2026 年
	美国亚利桑那		2 万片/月	12 英寸 4nm	2024 年
	中国南京	28 亿美元	4 万片/月	12 英寸 28nm	2022 下半年
	中国台湾高雄	-	4 万片/月	6/7nm、22/28nm	2024 年

	中国台湾台南、新竹	-	台南 1.5 万片/月 新竹 1-2 万片/月	3nm	已投产
	中国台湾竹科宝山	-	4 座 12 英寸晶圆厂	2nm	2025 年
	日本熊本	86 亿美元	5.5 万片/月	12 英寸 12/16nm、22/28nm	2024 年
三星	美国德州	170 亿美元	3 万片/月	12 英寸 5-7nm	2024 年
格芯	马耳他	10 亿美元	扩建 Fab8	-	2023 年
	新加坡	40 亿美元	45 万片/年	12-90nm	2023 年
	德国德累斯顿	10 亿美元	-	12-90nm	2022 年
英特尔	美国俄亥俄州	200 亿美元	扩建 12 英寸产能，部分代工		2023 年
	德国	800 亿欧元	新建 8 座 12 英寸厂		-
德州仪器	美国理查德森	31 亿美元	2 万片/月	12 英寸	已投产
	美国 Lehi	-	收购美光 12 英寸工厂进行改造		2023 年
	美国谢尔曼	300 亿美元	新建 4 座 12 英寸厂		2025 年
意法半导体	意大利 Agrate	-	2 万片/月	12 英寸	2022 年
联电	中国台湾台南	15 亿美元	1 万片/月	12 英寸 28nm	已投产
	中国台湾台南	30 亿美元	3 万片/月	12 英寸 28nm	2023-2024 年
	中国苏州	-	1 万片/月	8 英寸	2022-2024 年
力积电	中国台湾铜锣	2780 亿新台币	10 万片/月	12 英寸 1x-50nm	2023 年
世界先进	中国台湾新竹	-	4 万片/月	8 英寸	2023-2025 年
中芯国际	北京	76 亿美元	10 万片/月	12 英寸 28nm	2024 年
	上海	88.7 亿美元	10 万片/月	12 英寸 28nm	2024-2026 年
	深圳	23.5 亿美元	4 万片/月	12 英寸 28nm	2022 年
	天津	75 亿美元	10 万片/月	12 英寸 28-180nm	-
	绍兴	-	扩增至 10 万片/月	8 英寸	2022 年
	宁波	-	3 万片/月	8 英寸	2022-2023 年
华虹集团	无锡	52 亿元（达到 6.5 万片/月）	2022 年底预计扩增至 9.45 万片/月	12 英寸 55/65-90nm	2022 年
晶合集成	合肥	6 亿元	-	2022 二季度完成 90 纳米后照式 CMOS 图像传感器芯工艺平台开发；完成 55 纳米后照式 CMOS 图像传感器芯工艺平台开发	
		3.5 亿元	-	2023 年四季度完成 55 纳米微控制器工艺平台开发；2025 年四季度完成 40 纳米微控制器工艺平台开发	
		15 亿元	-	2024 年中完成 40 纳米逻辑芯片工艺平台开发	
		24.5 亿元	-	2025 年二季度，完成 28 纳米 OLED 芯片工艺平台开发；2025 年底完成 28 纳米逻辑芯片工艺平台开发	
		165 亿元	4 万片/月	N2 厂建设项目规划	-
粤芯半导体	广州	370 亿元	8 万片/月	12 英寸 90-180nm	已投产
				12 英寸 55-90nm	已投产
				12 英寸 90-180nm	2024 年

海辰半导体	无锡	14 亿美元	11.5 万片/月	8 英寸	已投产
士兰微	厦门	15 亿元	14.4 万片/年	6 英寸	2025 年
	杭州	39 亿元	36 万片/年	12 英寸	2025 年
华润微	重庆	75.5 亿元	3 万片/月	12 英寸	已投产
闻泰科技	上海	120 亿元	36 万片/年	12 英寸	2023 年
比亚迪	长沙、济南	60 亿元	6-7 万片/月	8 英寸	2022-2023 年
广州智能传感器产业集团	广州	70 亿元	2 万片/月	12 英寸	2024 年
富芯半导体	杭州	180 亿元	5 万片/月	12 英寸 55-90nm	2023 年

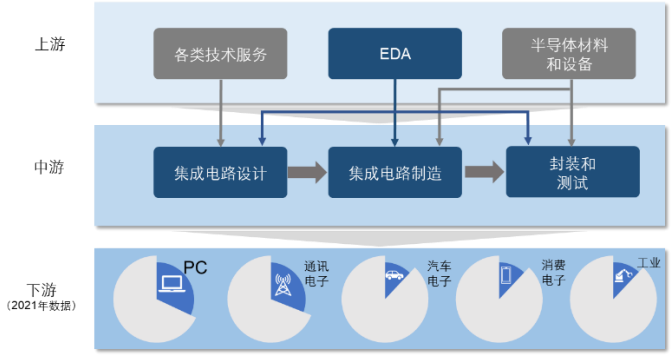
资料来源：芯思想研究院，半导体行业观察，全球半导体观察，半导体在线，公司公告，公司官网，联合新闻网，五矿证券研究所

2.1 EDA 软件：国产替代+下游需求双驱动

2.1.1 EDA 软件：集成电路设计、制造的必备工具

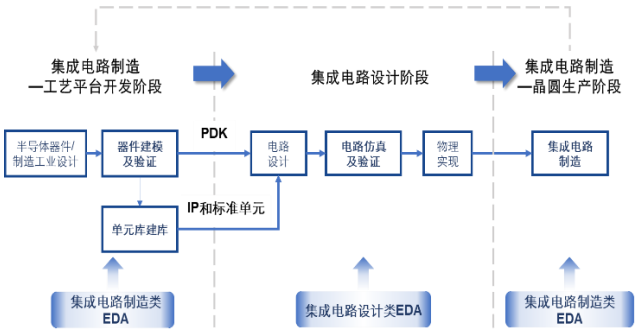
EDA（Electronic Design Automation，电子设计自动化）位于半导体产业链上游，是指利用计算机辅助设计软件，以硬件描述的方式来完成 VLSI（Very Large Scale Integration Circuit，超大规模集成电路)芯片的功能设计、综合、验证、仿真测试等流程的设计方式。芯片生产需经历芯片设计和芯片制造两大环节，其中芯片设计环节包括完善规格定义、系统级设计、电路图设计和版图设计等；芯片制造环节则需要经历光刻、切割、封测和 PCB 集成等环节。EDA 工具由于覆盖范围的差异，存在广义 EDA 和狭义 EDA 两种定义，广义 EDA 工具覆盖芯片设计、制造全流程，而狭义 EDA 工具仅包含电子设计的自动化部分。

图表 10：EDA 工具位于半导体产业链上游



资料来源：前瞻产业研究院，五矿证券研究所

图表 11：EDA 工具覆盖芯片设计、制造全流程



资料来源：概伦电子招股书，五矿证券研究所

根据信号的不同，EDA 设计工具可以进一步分为模拟电路设计 EDA 和数字电路设计 EDA。模拟电路设计 EDA 主要针对电源管理芯片或信号链芯片等的电路设计；数字电路设计 EDA 主要面向 MCU、CPU、GPU 等芯片的电路设计。数字电路与模拟电路在信号表示、器件状态、研究对象、基本单元电路、分析工具方面各有不同。数字电路处理的信号是数字信号，其时间变量是离散的；而模拟电路处理的信号是模拟信号，其时间变量是连续的。其次，在信号的表示上，数字信号常用二进制数来代表相互对立的两种状态，具体体现为矩形脉冲，但模拟信号则用一系列连续变化的电磁波或电压信号来表示。

相较于模拟芯片，数字芯片设计需要更丰富的 EDA 工具。尽管数字芯片与模拟芯片在设计流程都基本围绕“计划—设计—仿真—验证”四大环节，但是数字芯片设计的自动化程度和流

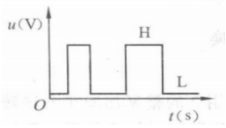
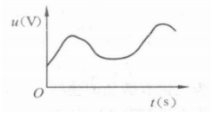
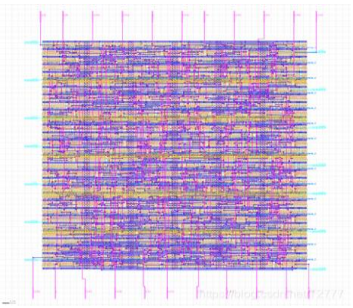
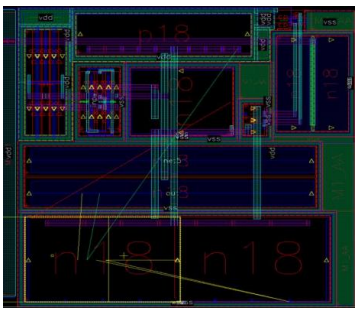
程复杂度远高于模拟芯片，需要更加丰富的 EDA 工具。

从自动化程度来看，数字电路只涉及到“0”、“1”信号，仅需考虑时序、功耗和面积等少量优化因素，但模拟电路涉及到复杂的信号环境，并存在噪声、失真、电压摆幅等多个优化因素，需要更多人工干预取舍，因此数字芯片设计相较于模拟芯片设计更容易实现自动化，对应来说，EDA 工具在数字芯片设计过程中参与度更高。

从复杂度来看，数字芯片设计流程更复杂、规模更大，因此对 EDA 工具产品丰富度要求更高。1975 年以来，摩尔定律强调单位面积芯片上的晶体管数量每两年翻番，这对数字芯片的设计和制造提出了更高的规模、工艺和更迭速度要求。从晶体管集成规模和芯片制程上来看，在数字芯片方面，苹果迄今打造的最大面积芯片 M1 Max 采用 5nm 制程工艺，封装晶体管数 570 亿个。而在模拟芯片方面，模拟芯片使用的制程主要采用 0.18μm/0.13μm，部分工艺使用 28nm，其特点是非尺寸依赖，更多要求的是工艺、器件、电路设计的反复迭代。从迭代速度来看，数字芯片生命周期为 1-2 年，而模拟芯片的生命周期一般在 5 年以上。

综上，对 EDA 工具使用者来说，数字芯片设计的学习门槛相对较低，且在设计流程上更能实现团队作战、流水线生产，因此从供应和需求两方面来看数字芯片设计的从业者群体规模更大，即对应的 EDA 工具需求量更大。

图表 12：数字电路与模拟电路对比

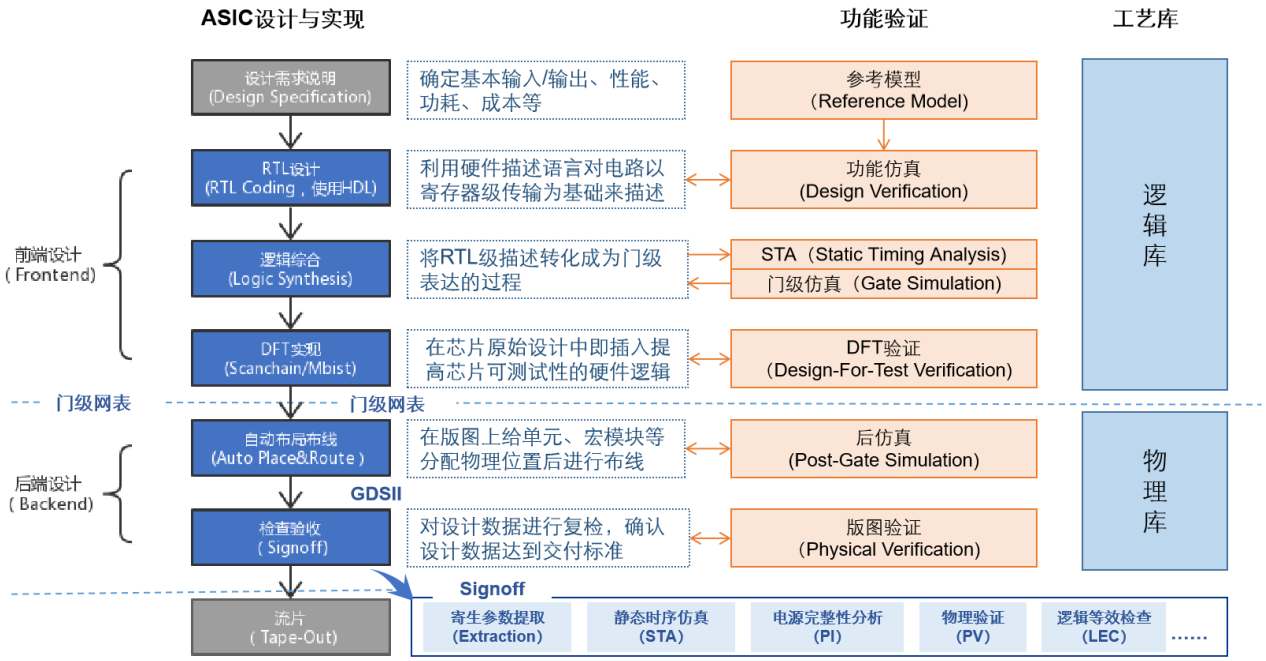
	数字电路	模拟电路
信号表示	二进制数；矩形脉冲 	连续时间信号 
器件状态	开关状态（或饱和/截止状态）	放大状态
研究对象	电路输入与输出的逻辑关系	电路对输入信号的放大和变换功能
基本单元	逻辑门和触发器	放大器
分析工具	逻辑代数	图解法和微变等效电路法
技术难度	电脑辅助设计，平均学习曲线 3-5 年	设计门槛高，平均学习曲线 10-15 年
产品认证	认证周期短（约 3 个月），生命周期短（一般在 1-2 年）	认证周期长（约 1 年以上），生命周期长（一般 5 年以上）
芯片版图		

资料来源：思瑞浦招股书，CSDN，电子工程技术，《数字电子技术》，华大九天官网，五矿证券研究所

在电路设计过程中，每个设计步骤需要一个或多个 EDA 工具进行设计、仿真或验证。数字电路设计包含功能设计、逻辑综合、物理实现以及电路与版图分析验证等过程，并以门级网表的产生为界，通常分为数字前端和数字后端两部分。数字前端设计流程从设计需求说明开始，再用硬件描述语言（HDL，Hardware Description Language）对电路以寄存器级传输为基础进行描述，实现对芯片功能的编码；对于该步骤，通过仿真工具对编码进行功能仿真，检验设计代码的正确性；然后通过逻辑综合（Logic Synthesis）将 RTL 级描述转化为门级表达，经

过静态时序仿真（STA，Static Timing Analysis)和门级仿真（Gate Simulation)以后，进行 DFT 验证。数字后端设计流程负责将前端设计生成的门级网表实现为可生产的物理版图。通过自动布局布线工具将门级网表中使用到的各种单元和宏模块在版图上进行合理摆放、连接，形成布局布线后的门级网表和版图；对布局布线后的版图进行检查验收（Signoff，具体包括如寄生参数提取、时序分析和优化、物理验证，逻辑等效检查）等工作，确认设计不存在功能和物理规则上的问题后进行版图集成，形成最终交付晶圆代工厂流片、生产的版图。

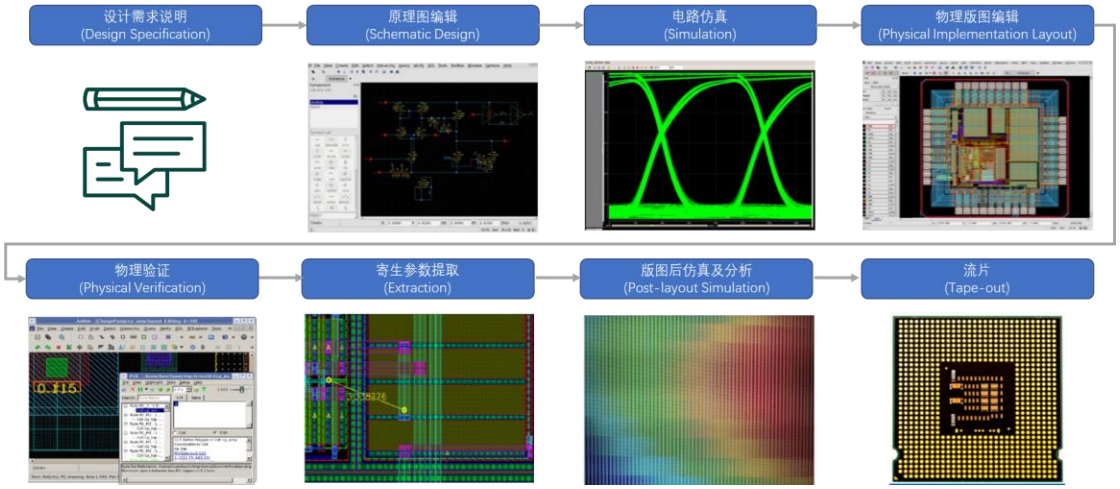
图表 13：数字芯片设计流程



资料来源：华大九天招股书，集成电路 IC，五矿证券研究所

模拟电路的设计从原理图设计开始，原理图包含抽象化的器件符号及连线。为了确保电路工作正确，设计师需要用到电路仿真工具来模拟电路的功能、性能等，并根据仿真的结果不断优化电路设计。电路仿真完成后，芯片设计进入版图设计环节，版图设计主要包括版图的布局和布线——设计师需要通过版图设计工具将每个器件放置到合适位置，并用图形将各个器件进行正确的连接。版图设计完成后，设计师需要对物理版图进行物理验证，以确保版图与原理图一致并且符合晶圆制造的要求。完成物理验证后，设计师还需对版图进行寄生参数提取，产生包含寄生参数的后仿真电路网表，并进行版图后仿真及分析，比如对压降和电流密度等进行可靠性分析。

图表 14：模拟芯片设计流程



资料来源：华大九天招股书，华大九天官网，五矿证券研究所

根据产品构成来看，EDA 工具被分为五大类：硅知识产权（SIP，Semiconductor Intellectual Property）、仿真模拟工具（CAE，Computer-Aided Engineering）、集成电路物理设计与验证工具（IC Physical Design and Verification）、PCB & MCM（Printed Circuit Board and Multi-Chip module）工具以及服务收入。

SIP 是指已验证、可复用、具有某种确定功能的集成电路模块，能够作为新设计的一部分向其他人提供商业上的可用性。在芯片设计过程中，通过使用改电路模块设计软件块，从而减少设计工作量，缩短设计周期，提高芯片设计的成功率。仿真模拟工具（CAE）包括电子系统级设计工具（electronic system level, ESL）、综合验证工具（Synthsis and Verification）、设计输入工具、逻辑验证工具、形式化验证等，其功能与通用的 CAE 软件具有原理与功能上的相似性。

集成电路物理设计与验证工具（IC Physical Design and Verification）支持在单元（cell）、块（block）和全芯片（chip）等级别上的数字、模拟和数模混合信号设计的物理实现。它还提供了通过嵌入式物理验证工具进行物理设计调试和验证的支持。此外，它可以加载第三方验证错误文件，并在布局和原理图上显示违规情况。

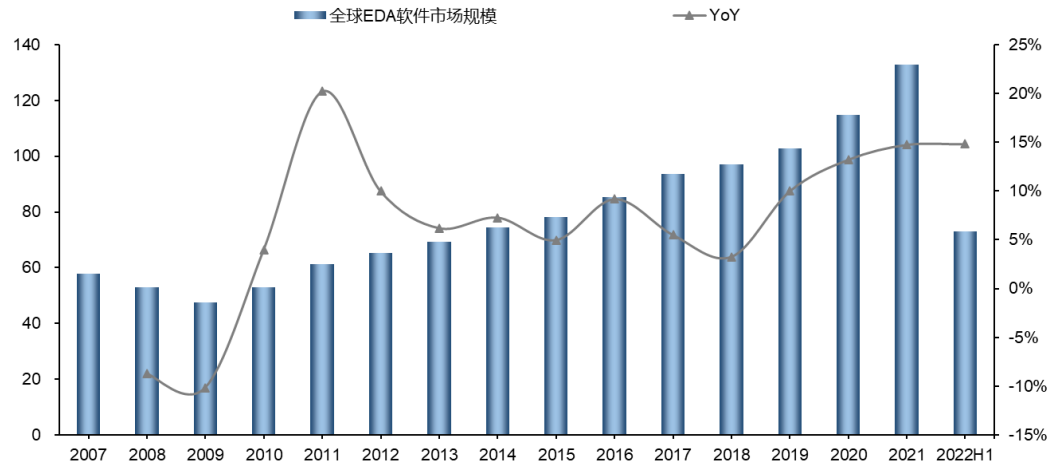
PCB & MCM（Printed Circuit Board and Multi-Chip module）工具包括 PCB 原理图输入，PCB 分析，IC 封装分析，PCB 仿真模拟，PCB 物理设计，IC 封装物理设计等。其中，印制电路板（PCB）是由玻璃纤维、复合环氧树脂或层压材料制成的薄板，用于固定和连接电子设备中的机械和电子组件；多芯片组件（MCM）是指多个集成电路芯片电连接于共用电路基板上，并利用它实现芯片间互连的组件。

2.1.2 全球 EDA 市场规模稳步增长

全球 EDA 软件市场规模呈加速增长态势。根据 ESD Alliance 数据显示，2022 年上半年，全球 EDA 软件市场规模为 72.89 亿美元，较 2021 年上半年同比增长 14.82%；2021 全球 EDA 软件市场规模为 132.75 亿美元，同比增长 14.76%；2016-2021 年 EDA 软件市场规模 CAGR 为 9.27%，2011-2021 年 EDA 软件市场规模 CAGR 为 8.04%。EDA 软件作为半导体行业上游，市场规模变化与下游集成电路市场景气度息息相关。2007-2021 年间，集成电路行业的市场规模同比变化趋势与 EDA 行业基本保持一致，但变化幅度较大。2021 全球集成电路市场规模为 4630 亿美元，同比增长 28.18%，2016-2021 年集成电路市场规模 CAGR 为 10.84%，

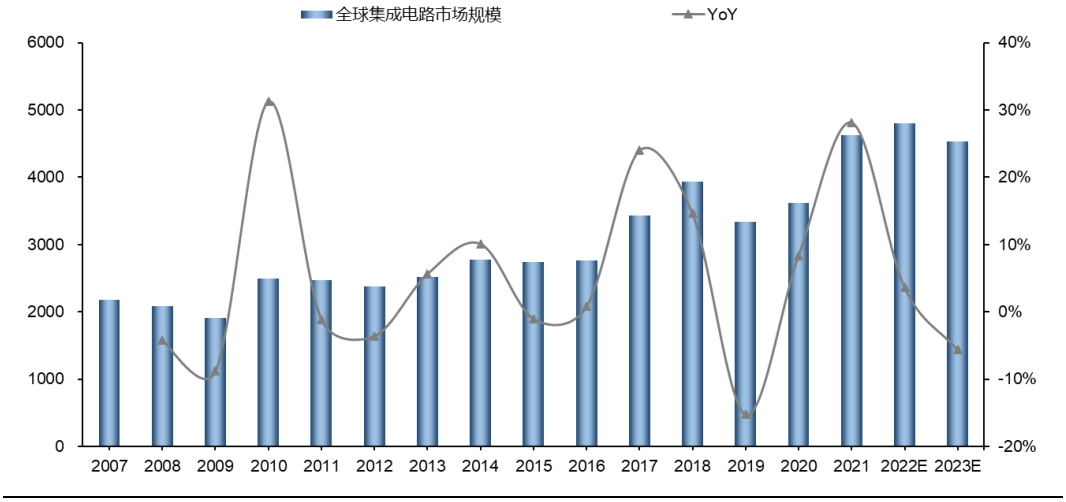
2011-2021 年集成电路市场规模 CAGR 为 6.48%。

图表 15：2007-2021 年全球 EDA 软件市场规模（亿美元）



资料来源：ESD Alliance，五矿证券研究所

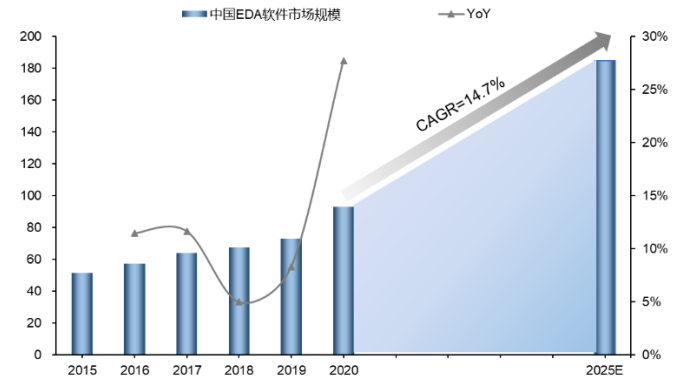
图表 16：2007-2021 年全球集成电路行业市场规模（亿美元）



资料来源：WSTS，五矿证券研究所

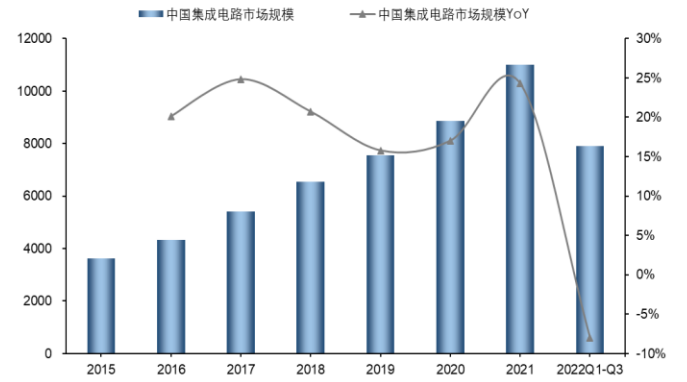
中国 EDA 行业处于高速增长期，中国集成电路行业高景气加速 EDA 产业发展。据中国半导体行业协会(CSIA)数据显示，2020 年中国 EDA 行业市场规模为 93.1 亿元，同比增长 27.71%，远高于同年全球 EDA 市场规模 13.23%的同比增速。据 CISA 预测，2025 年中国 EDA 市场规模为 184.9 亿元，2020-2025 年，中国 EDA 市场规模 CAGR 为 14.7%，处于加速发展期。2020 年中国集成电路市场规模为 8848 亿元，同比增长 17%；2021 年中国集成电路市场规模为 10996 亿元，同比增长 24.28%；2016-2021 年，中国集成电路市场规模 CAGR 为 20.46%，高于全球集成电路市场规模增速。

图表 17：2015-2025E 中国 EDA 软件市场规模（亿元）



资料来源：CSIA，五矿证券研究所

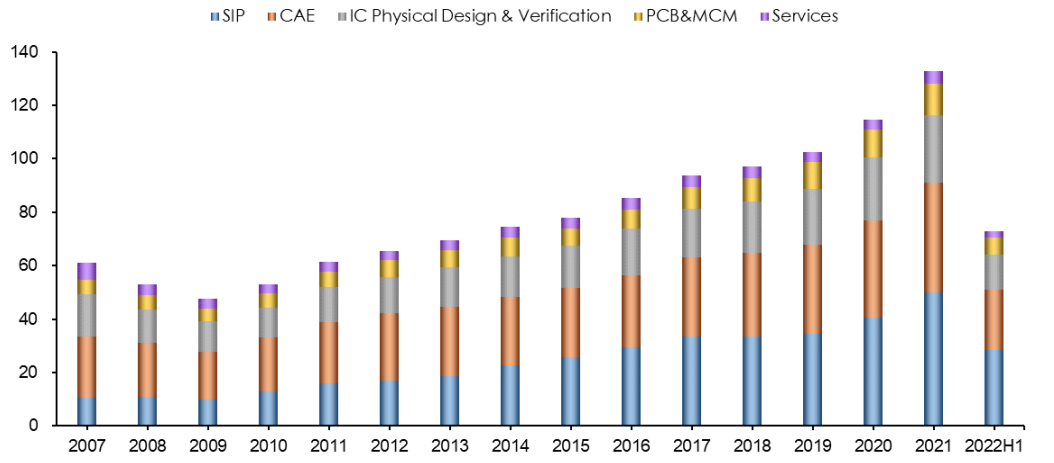
图表 18：2015-2021 年中国集成电路市场规模（亿元）



资料来源：CSIA，五矿证券研究所

分产品结构看，2007-2021 年，SIP 市场份额提升明显，CAE/IC 物理设计和验证/PCB&MCM/服务市场份额较为稳定。根据电子系统设计联盟（ESD Alliance）数据显示，2021 年，SIP/CAE/IC 物理设计和验证/PCB&MCM/服务，五大类 EDA 工具收入分别为 50.06/41.08/25.01/12.06/4.55 亿美元，同比增长 23.95%/12.20%/7.01%/15.02%/43.12%，占 2021 年 EDA 市场规模的 37.71%/30.95%/18.84%/9.08%/3.43%；2022 年上半年，五大类 EDA 工具收入分别为 28.53/22.56/12.88/6.40/2.52 亿美元，较 2021 年上半年同比增长分别为 14.82%/23.09%/13.42%/1.91%/11.65%/22.98%，分别占 2022 年上半年全球 EDA 市场规模的 39.14%/30.94%/17.67%/8.79%/3.46%。

图表 19：2007-2021 年全球 EDA 工具分类市场规模（亿美元）

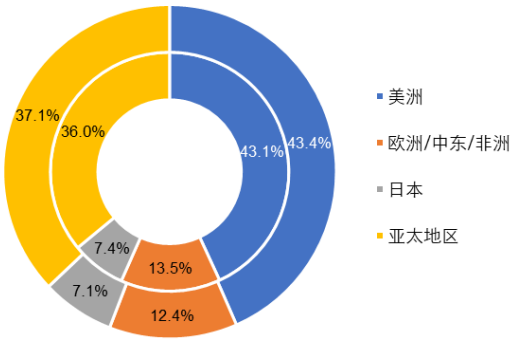


资料来源：ESD Alliance，五矿证券研究所

截至 2022 年上半年，美洲地区为全球 EDA 最主要需求区域，亚太地区是 EDA 市场规模增长的主要来源。根据 ESD Alliance 数据，2022 年上半年，美洲地区购买 EDA 产品和服务 31.66 亿美元，同比增长 19.36%，占比 43.43%；欧洲/中东/非洲地区购买 EDA 产品和服务 9.06 亿美元，同比增长 5.08%，占比 12.4%；日本购买 EDA 产品和服务 5.16 亿美元，同比增长 3.85%，占比 7.1%；亚太地区（不含日本）购买 EDA 产品和服务 27.01 亿美元，同比增长 15.56%，占比 37.1%。比较全球近 5 年和近 10 年年均复合增长率，亚太地区（不含日

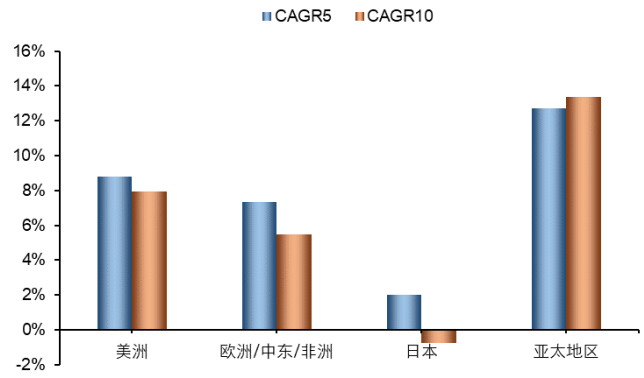
本）增长最快，过去 5 年年均复合增长率为 12.73%，过去 10 年年均复合增长率为 13.38%。

图表 20：2021 年（内圈）和 2022H1（外圈）全球 EDA 区域占比



资料来源：ESD Alliance，五矿证券研究所

图表 21：全球主要区域 EDA 市场规模 CAGR5 和 CAGR10

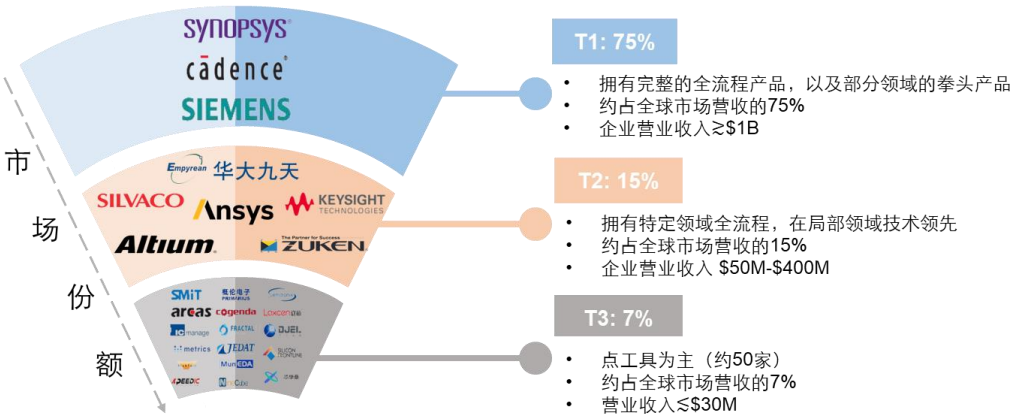


资料来源：ESD Alliance，五矿证券研究所

2.1.3 三巨头垄断下的全球 EDA 市场竞争格局

EDA 行业集中度高，三巨头垄断优势明显。按照收入规模划分，当前全球 EDA 企业主要分为三个梯队：1）Cadence、Synopsys 和 Siemens EDA 三者凭借全流程 EDA 工具居于垄断地位，稳居第一梯队，约占全球市场营收的 75%；2）Ansys、Silvaco、Aldec、ZUKEN、华大九天等，在市场耕耘较长时间，拥有部分全流程工具和部分特色点工具，居于第二梯队，约占全球市场营收的 15%；3）国内大部分拥有部分仿真验证点工具的 EDA 公司主要集中在第三梯队，如概伦电子、广立微、国微思尔芯、芯愿景等，约占全球市场营收的 7%。

图表 22：全球 EDA 分为 3 个梯队，第一梯队的三家企业占据 75%

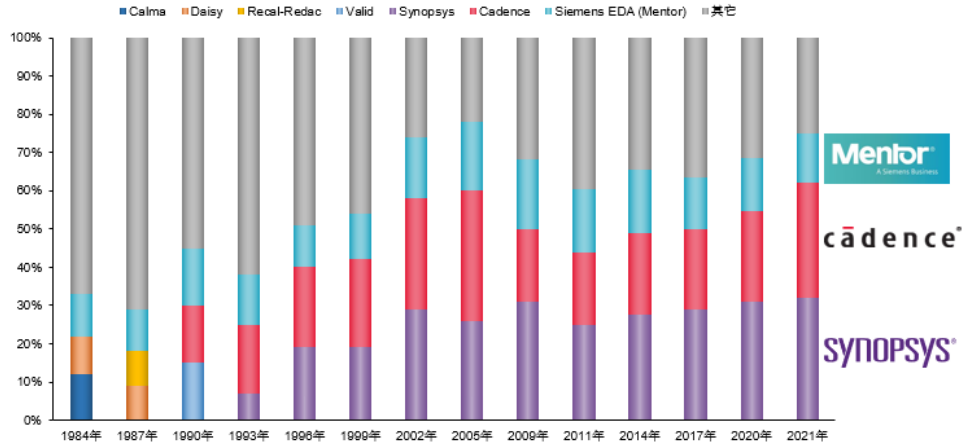


资料来源：华大九天招股书，赛迪智库，TrendForce，EDACafe，五矿证券研究所

EDA 行业发展 40 年来，“三足鼎立”格局逐步稳固。1984-2021 年，Synopsys、Cadence 和 Mentor Graphics 三家企业的合计营收从 11%提升至 75%。2021 年，Synopsys 营收 42.04 亿美元，较上年同比增长 14.08%，约占全球市场份额的 32%，过去 10 年营收年均复合增长率为 10.60%。Cadence 营收 29.88 亿美元，较上年同比增长 13.37%，约占全球市场份额的 23%，过去 10 年营收年均复合增长率为 10.02%。Mentor Graphics 于 2017 年 3 月，被西门子以 45 亿美元收购，并加入了西门子的 PLM 软件部门。根据 TrendForce 于 2022 年 8 月发

布的 EDA 软件报告显示，2021 年，Siemens EDA 约占据全球 13%的市场份额，由此推测出 2021 年 Siemens EDA 2021 年营收约为 17.25 亿美元，过去 10 年营收年均复合增长率约为 5.45%。

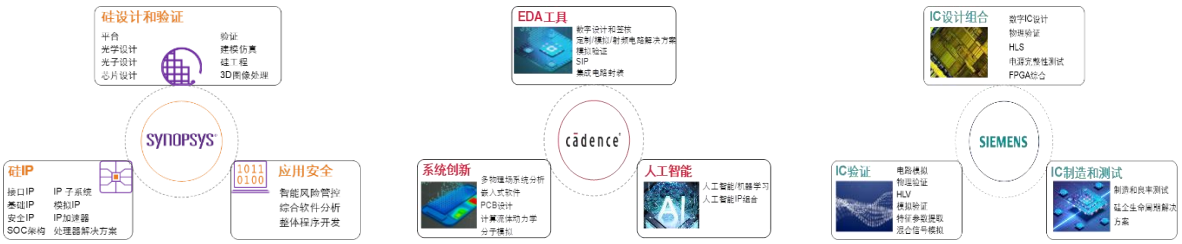
图表 23：1984-2021 年全球 EDA 企业市场份额



资料来源：edacafe，eefocus，前瞻产业研究院，TrendForce，ESD Alliance，Wind，五矿证券研究所

三巨头在实现 EDA 工具全流程覆盖的同时，凭借其强项各占一隅。Synopsys、Cadence、Siemens EDA 三家巨头提供的 EDA 工具覆盖半导体产业链所有环节，且各自拥有拳头产品，并与全球领先半导体企业合作；Synopsys 主攻数字芯片设计、静态时序验证确认以及 SIP 产品，长期与台积电、英特尔、三星、Ansys、是德科技等客户合作；Cadence 主攻模拟/数模混合平台、数字后端、DDR4 IP 等，长期与台积电、FDXcelerator、Global Foundries、ARM 等客户合作；Siemens EDA 主攻后端验证、可测试性设计、光学临近修正等环节，长期与台积电、ARM、XILINX、AMD 等客户合作。

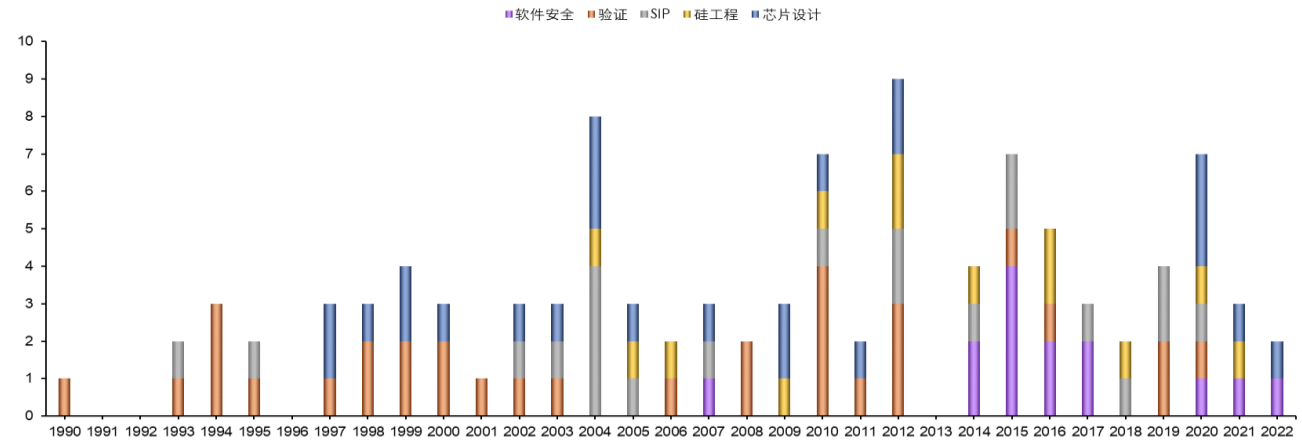
图表 24：Synopsys、Cadence、Siemens EDA 对比

公司	Synopsys	Cadence	Siemens EDA
成立时间	1986 年	1988 年	1981 年（前身 Mentor Graphics）
员工数量（人）	19000+	~9300	~6000
2021 年营收（亿美元）	42.04	29.88	~17.25
产品覆盖	芯片设计全流程	芯片设计全流程	芯片设计全流程
优势领域	数字芯片设计、静态时序验证确认、SIP	模拟和说墨痕和平台、数字后端、DDR4 IP	后端验证、可测试性设计、光学验证
产品覆盖			

资料来源：各公司官网，前瞻产业研究院，芯智讯，Wind，五矿证券研究所

兼并收购是 EDA 行业寡头垄断局面形成的重要因素，也是 EDA 三巨头持续推陈出新的重要动力来源。EDA 企业通过兼并收购能够快速获得互补产品，并与已有的 IC 设计工具串联，不断完善产品矩阵，提供更加完备的解决方案，并将潜在挑战者扼杀在萌芽状态，进而进一步巩固垄断地位。其次，兼并收购能够通过多元化经营的方式分散风险，例如 Synopsys 和 Cadence 的 SIP 业务一定程度上跳脱了 EDA 工具软件，以增加经营项目的方式实现增收，且有利于促进 EDA 产品与集成电路设计、制造之间的关联。

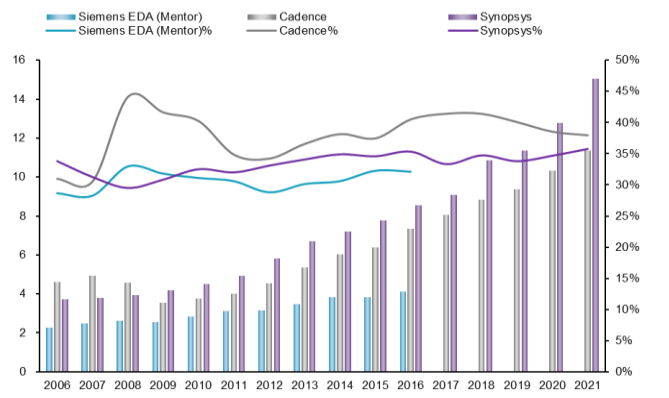
图表 25：Synopsys 上市以来兼并收购分类与次数（截至 2022 年 12 月 30 日）



资料来源：Synopsys 官网，五矿证券研究所

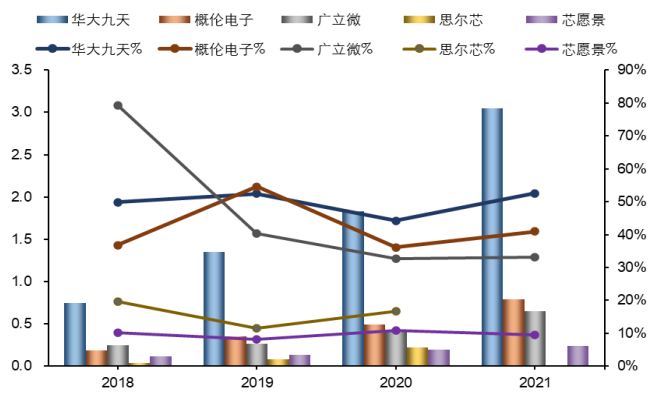
“自研+并购”的结合是 EDA 企业有效整合资源，迅速补齐短板的重要手段。高额的研发投入是 EDA 软件技术进步的重要保障，也是头部 EDA 软件企业保持市场竞争力的关键。Cadence 和 Synopsys 研发费用率长期保持在 30%以上，Siemens EDA 原身为 Mentor Graphics，在 2016 年被西门子收购后，不再公开具体研发投入数据，但根据 2006 年至 2016 年数据可知，Mentor Graphics 的研发费用率也长期保持在 30%以上。2021 年中国华大九天、概伦电子、广立微等部分 EDA 企业研发费用率也保持在 30%以上，但由于在营收规模上存在差距，中国 EDA 企业在研发费用上仍显不足。2021 年，Synopsys 研发费用投入为 15.05 亿美元，研发费用率为 35.79%；Cadence 研发费用投入为 11.34 亿美元，研发费用率为 37.96%；华大九天研发费用为 3.05 亿元，研发费用率为 52.57%；概伦电子研发费用为 0.79 亿元，研发费用率为 40.99%；广立微研发费用为 0.65 亿元，研发费用率为 33.05%。

图表 26：全球 TOP3 EDA 企业研发费用（亿美元）及费用率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

图表 27：中国部分 EDA 企业研发费用（亿元）及费用率



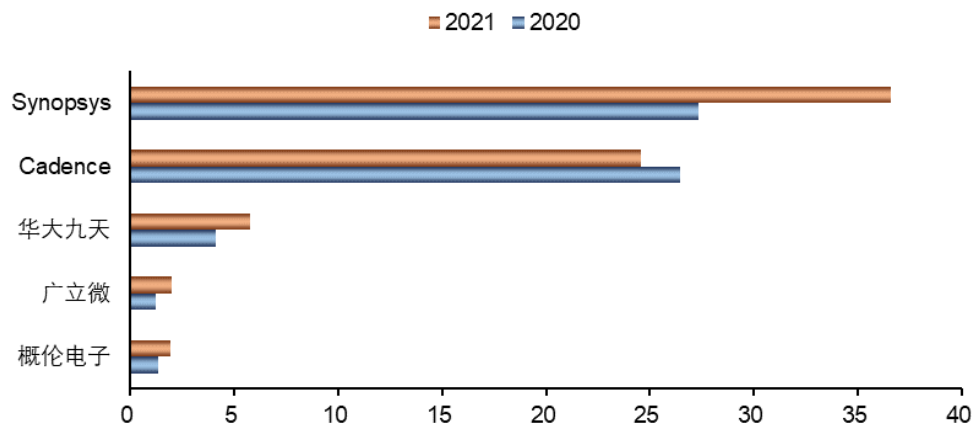
资料来源：Wind，五矿证券研究所

2.1.4 美国政策趋严，EDA 国产替代加速

美国对面向中国出口 EDA 产品的政策趋严。21 世纪以来，美国政府对中国在 EDA 领域共发起三次出口管制，管制手段从个别企业扩大到面向先进制程的所有中国企业。第一次是针对中兴，2018 年美国商务部将中兴通讯列入实体清单，禁止中兴通讯从美国购买零部件。第二次是针对华为，2019 年 EDA 三巨头终止了与华为海思的合作，2020 年美国商务部提升对华为及海思的出口管制要求，要求使用美国软件、设备和技术的半导体公司须获美国政府许可才能向华为供货。第三次于 2022 年 8 月，美国商务部工业和安全局把开发 GAAFET（全栅场效应晶体管）必需的 EDA 软件纳入出口管制。此外，美国对集成电路行业的政策封锁也会对中国 EDA 产业造成不利影响，例如 2022 年 10 月禁止美国籍人才为中国半导体行业工作的政策，会直接影响部分 EDA 企业的核心高管、技术人员和相关专利。

国产 EDA 工具相较于国际龙头企业，在全流程和先进制程上仍有不小差距，国产化率水平较低。从市场竞争格局来看，2021 年，Synopsys 在中国地区的营收 36.58 亿元，约为同年华大九天在中国地区营收的 6.31 倍。从产品线来看，国产 EDA 企业主要集中在点工具的供给上，尤其是在数字电路 EDA 工具方面尚未实现全流程覆盖。其次，从制程工艺上来看，中国仅有部分 EDA 企业的部分点工具能够满足 3nm 先进制程的需要，尚未实现先进制程全流程 EDA 工具国产化，而根据台积电官网显示，Ansys、Cadence、Siemens EDA 和 Synopsys 分别有多类产品经过台积电 N3E 制程节点的认证，并已经有部分工具正在使用中。

图表 28：2020 与 2021 年全球部分 EDA 企业在中国的营收（亿元）



资料来源：Wind，各公司公告，五矿证券研究所

图表 29：中国代表性 EDA 企业部分数字电路 EDA 工具产品覆盖范围（截至 2022 年 12 月 30 日）

公司名称	成立时间	RTL 设计	功能仿真	逻辑综合	形式验证	静态时序分析	DFT 实现	布局规划	时钟树综合	布线规划	后仿真	Signoff
广立微	2007							■		■		
华大九天	2009					■			■			■
概伦电子	2010		■		■						■	
若贝电子	2014	■	■									
奇捷科技	2014							■	■	■		
法动科技	2017											■
鸿芯微纳	2018							■	■	■	■	■
立芯软件	2018					■		■		■		
行芯科技	2018											■

芯华章	2020	
阿卡思	2020	
合见工软	2021	
九霄智能	2021	
芯行纪	2021	

资料来源：各公司公告，各公司官网，五矿证券研究所

图表 30：中国代表性 EDA 企业部分模拟电路 EDA 工具产品覆盖范围（截至 2022 年 12 月 30 日）

企业	成立时间	原理图编辑	电路仿真	物理版图编辑	物理验证	寄生参数提取	版图后仿真	可靠性分析工具	PCB 设计仿真与验证	封装	SIP 设计和验证	逆向设计
芯愿景	2002											
国微思尔芯	2004											
广立微	2007											
华大九天	2009											
亚科鸿禹	2009											
概伦电子	2010											
芯和半导体	2010											
嘉立创	2010											
若贝电子	2014											
飞谱电子	2014											
法动科技	2017											
九同方	2018											
行芯科技	2018											
芯瑞微	2019											
合见工软	2021											

资料来源：公司公告，公司官网，五矿证券研究所

图表 31：中国代表性 EDA 企业部分 EDA 工具可支持的最先进制程（截至 2022 年 12 月 30 日）

企业	成立时间	可支持的最先进制程	EDA 产品简介
华大九天	2009 年	5nm	模拟电路设计全流程
概伦电子	2010 年	3nm	以仿真验证工具与制造工具为起点纵向突破
广立微	2007 年	3nm	主要运用于测试芯片领域
芯愿景	2002 年	5nm	主要用于芯片逆向设计领域
国微思尔芯	2004 年	10nm	以原型验证工具为出发点发展数字 EDA 工具

资料来源：各公司公告，各公司官网，五矿证券研究所

图表 32：台积电 N3E 制程节点 EDA 工具认证情况（截至 2022 年 10 月 26 日）

N3E 节点 EDA 工具类型	Ansys	Cadence	Siemens EDA	Synopsys
APR – High Density		O	√	O
APR – HPC		O		O
Timing		O		O
Pow er		O		O
EMIR	O	O	√	Ansys*
DRC		O	O	O

Dummy Fill		O	O	O
LVS/LPE		O	O	O
RC		O	O	O
Custom Design		O		O
Tx EM/IR	O	O	O	O
Tx STA				O
Simulators		O	O	O

资料来源：台积电官网，五矿证券研究所（O 表示已认证，√表示正在使用中，Ansys*是 Synopsys 和 Ansys 合作开发平台）

国家政策对 EDA 企业的支持是推动国产 EDA 软件发展的重要力量。国家政策对 EDA 企业的支持主要来自两方面，一是各层级政府政策支持、激励与补助。政府政策支持从顶层设计向各省市、各行业细化。2022 年 10 月，《深圳市关于促进半导体与集成电路产业高质量发展的若干措施（征求意见稿）》中提到，对购买国产 EDA 工具软件的企业或科研机构，按照不超过实际支出费用的 70%给予补助，每年最高 1000 万元；对租用国产 EDA 工具软件的企业或科研机构，按照不超过实际支出费用的 50%给予补助，每年最高 500 万元。2022 年 11 月 13 日，上海市经济信息化委、市财政局印发《上海市集成电路和软件企业核心团队专项奖励办法》，对于年度主营业务收入首次突破 15 亿元/10 亿元/5 亿元/2.5 亿元的集成电路电子设计自动化（EDA）工具开发企业,分别给予核心团队累计不超过 3000 万元/2000 万元/1000 万元/500 万元的奖励。另一方面是大基金的投资，截至 2022 年三季度，国家集成电路产业投资基金股份有限公司在华大九天持股 8.88%，在鸿芯微纳通过大股东深圳鸿泰鸿芯股权投资基金合伙企业，持股 38.68%。

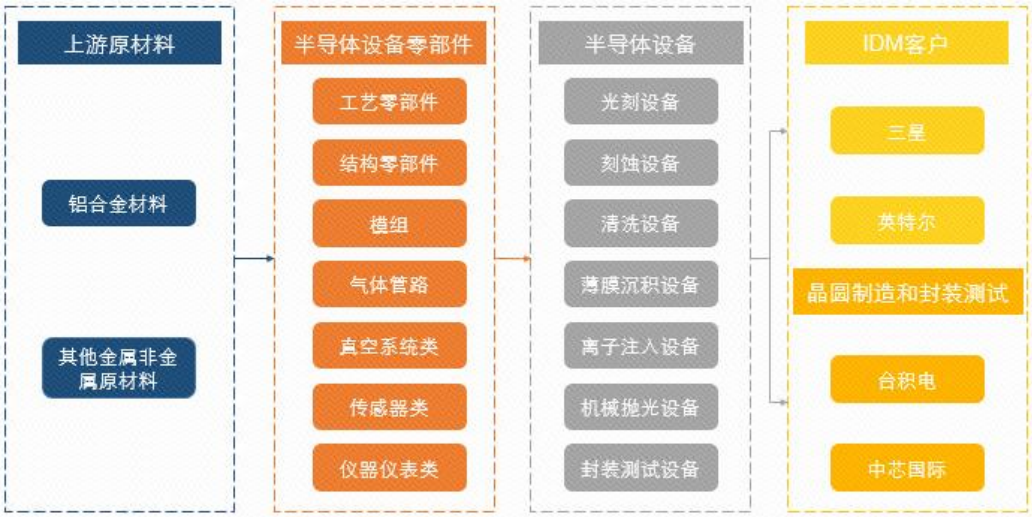
展望未来，我们认为 EDA 工具国产化虽然道阻且长，但势在必行。从供应端来看，作为芯片领域最上游的产业，尽管中国 EDA 企业与国际领先企业在产品覆盖度、制程先进水平上都存在较大差距，但为了实现在“卡脖子”环节的供应链安全，国产替代问题亟待解决。从需求端来看，一方面，中国集成电路产业处于快速扩张阶段，随着中国晶圆厂在建产线的陆续投产和扩产、集成电路设计行业从中低端向中高端的转型，未来中国对 EDA 工具的需求将进一步增加，另一方面，在技术更迭上，后摩尔时代芯片复杂度提升、工艺制程升级、Chiplet 等先进封装技术的出现，说明 EDA 工具伴随产业技术演进，需要不断更新迭代，实现品类、功能的扩充和性能的提升。

2.2 半导体设备零部件：设备上游核心支柱，自主可控刻不容缓

2.2.1 分类方式多，广泛应用于前道设备及工艺

半导体设备零部件是指在材料、结构、工艺、品质和精度、可靠性及稳定性等性能方面达到了半导体设备及技术要求的零部件，作为半导体设备的重要组成部分，零部件的质量、性能和进度优劣直接决定了半导体设备的可靠性和稳定性，重要性不言而喻。从产业链角度，零部件位于半导体设备上游，零部件上游则为铝合金材料以及其他金属非金属原材料等。

图表 33：半导体设备零部件产业链



资料来源：富创精密招股书，五矿证券研究所

零部件种类众多，分类方式也多种多样：

按照集成电路设备腔体内部流程分，可以分为 5 大类：分别为电源和射频控制类、气体输送类、真空控制类、温度控制类、传送装置类。

按照主要材料和使用功能分，可以分为 12 大类：分别为硅/碳化硅件、石英件、陶瓷件、金属件、石墨件、塑料件、真空件、密封件、过滤部件、运动部件、电控部件、其他部件。

按照服务对象分，可以分为 2 类：分别为精密机加件、通用外购件。

按照类型分，可以分为 6 类：分别为机械类、电气类、机电一体类、气体/液体/真空系统类、仪器仪表类、光学类。

图表 34：半导体设备零部件分类及市场情况

分类	占设备成本的比例	零部件具体类别	技术要求	所应用的主要设备	在设备中发挥的主要作用
机械类	20%-40%	金属工艺件：反应腔、传输腔、过渡腔、内衬、匀气盘等 金属结构件：托盘、冷却板、底座、铸钢平台等 非金属机械件：石英、陶瓷件、硅部件、静电卡盘、橡胶密封件等	满足加工精度、耐腐蚀性、密封性、洁净度、真空度等指标	应用于所有设备	设备中起到构建整体框架、基础结构、晶圆反应环境和实现零部件特殊功能的作用，保证反应良率，延长设备使用寿命
电气类	10%-20%	射频电源、射频匹配器、远程等离子源、供电系统、工控电脑等	满足输出功率的稳定性、电压质量、波形质量、频率质量等指标	应用于所有设备	在设备中起到控制电力、信号、工艺反应制程的作用
机电一体类	10%-25%	EFEM、机械手、加热带、腔体模组、阀体模组、双工机台、浸液系统、温控系统等	满足真空度、洁净度、放气率、SEMI 定制标准等指标，同时保证多次使用后的一致性和稳定性，不同具体产品要求差别较大	应用于所有设备，其中双工机台和浸液系统仅用于光刻设备	在设备中起到实现晶圆装载、传输、运动控制、温度控制的作用，部分产品包含机械类产品
气体/液体/真空系统类	10%-30%	气体输送系统类：气柜、气体管路、管路焊接件等	满足真空度、耐腐蚀性、洁净度、SEMI 定制标准等指标	主要应用于薄膜沉积设备、刻蚀设备和离子注入设备等干法设备	在设备中起到传输和控制特种气体、液体和保持真空的作用

		真空系统类：干泵、分子泵、真空阀门等	满足抽气后的真空指标、可靠性、稳定性、一致性等指标	主要应用于薄膜沉积设备、刻蚀设备和离子注入设备等干法设备	
		气动液压系统类：阀门、接头、过滤器、液体管路等	满足真空度、表面粗糙度、洁净度、使用寿命、耐液体腐蚀等指标	主要应用于化学机械抛光设备、清洗设备等湿法设备	
仪器仪表类	1%-3%	气体流量计、真空压力计等	满足量程时间、流量测量精度、温度测量精度、压力测量精度、温度影响小等指标	应用于所有设备	在设备中起到控制和监控流量、压力、真空度、温度等数值的作用
光学类	55%	光学元件、光栅、激光源、物镜等	满足制造精度、分辨率、曝光能力、光学误差小等指标	主要应用于光刻设备、量测设备等	在光学设备中起到控制和传输光源的作用
其他	3%-5%	定制装置、耗材等	满足相应设备要求的定制化指标	应用于所有设备	实现设备运行的作用

资料来源：富创精密招股书，五矿证券研究所

图表 35：不同零部件厂商及技术难度

分类	占半导体设备市场的比例	中国大陆以外主要厂商	中国大陆主要厂商	国产化率	技术突破难度
机械类	12%	金属类：京鼎精密、Ferrortec 等 非金属类：Ferrotec、Hana、中国台湾新鹤、美国杜邦等	金属类：富创精密、靖江先锋、托伦斯、江丰电子（少量产品）等 非金属类：菲利华（石英零部件）、神工股份（硅部件）等	品类繁多，中国已出现富创精密等进入国际半导体设备厂商的供应商，整体国产化率相对较高，但高端产品国产化率较低	作为应用最广，市场份额最大的零部件类别，具体品类繁多，主要产品技术已实现突破和国产替代，应用于高制程设备的产品技术突破难度仍较高
电气类	6%	Advanced Energy、MKS 等	英杰电气、北方华创（旗下的北广科技）等	对于核心模块（射频电源等），中国企业尚未进入国际半导体设备厂商，少量应用于中国半导体设备厂商，主要应用于光伏、LED 等泛半导体设备，国产化率低，高端产品尚未国产化	设备中作为控制工艺制程的核心部件，技术突破难度较高
机电一体类	8%	京鼎精密、Brooks Automation、Rorze、ASML（自产双工机台和浸液系统）等	富创精密、华卓精科（双工机台）、新松机器人（机械手）、京仪自动化（温控系统）等	品类较为繁多，中国已出现富创精密等进入国际半导体设备厂商的供应商，大多品类中国厂商主要供应中国半导体设备厂商，整体国产化率不高，功能复杂的高端产品未国产化	品类繁多，部分产品已实现技术突破，但产品稳定性和一致性与国外有差距，技术难度适中
气体/液体/真空系统类	9%	超科林、Edwards、Ebara、MKS 等	富创精密、万业企业（收购的 Compart System）、新莱应材、沈阳科仪、北京中科仪等	品类较为繁多，少数企业通过自研或收购部分产品已进入国际半导体设备厂商，整体国产化率处于中等水平，大部分品类的高端产品未国产化	品类繁多，部分产品已实现技术突破，但产品稳定性和一致性与国外有差距，技术难度适中
仪器仪表类	1%	MKS、Horiba 等	北方华创（旗下的七星流量计）、万业企业（收购的 Compart System）等	中国企业通过收购进入国际半导体设备厂商，中国企业自研产品仅少量用于中国半导体设备厂商，由于产品成本占比较低，中国企业主要以采购进口产品为主，国产化率低，高端产品尚未	对测量的精准度要求高，国产化率低，技术突破难度较高

				国产化	
光学类	8%	Zeiss、Cymer、ASML	北京国望光学科技有限公司、长春国科精密光学技术有限公司等	中国企业尚未进入国际半导体设备厂商，已少量应用于中国光刻设备，国产化率较低，高端产品尚未国产化	对光学性能要求高，鉴于光刻设备国际市场高度垄断，高端产品一家独大，中国光刻设备尚在发展，相应配套光学零部件国产化率低，技术突破难度较高

资料来源：富创精密招股书，五矿证券研究所

具体产品方面，在设备及产线上应用数量较多的主要零部件产品有 O-Ring 密封圈、精密轴承、金属零部件、Valve 阀、泵、MFC 流量计等，基本涉及了包括光刻、刻蚀、薄膜沉积、CMP 抛光、氧化、清洗、离子注入、RTP 等在内的全部主流工艺步骤。因此零部件的性能直接决定了设备的性能，是半导体设备制造过程中非常重要的一环。

图表 36：主要零部件对应半导体设备类型及工艺步骤

零部件	主要服务的半导体设备类型及工艺步骤
O-Ring 密封圈	单晶炉、氧化炉、清洗、等离子刻蚀设备、湿刻（WET）、化学气相沉积（CVD）、物理气相沉积（PVD）、化学机械抛光（CMP）
精密轴承	离子注入、物理气相沉积（PVD）、快速热处理（RTP）、湿刻（WET）
金属零部件	物理气相沉积（PVD）
Valve 阀	化学气相沉积（CVD）、光刻、离子注入、物理气相沉积（PVD）、快速热处理（RTP）、湿刻（WET）、CMP
硅/SiC 件（硅环、硅电极）	等离子刻蚀设备
Robots	光刻、薄膜（TF）、刻蚀、扩散（DIFF）
石英件（电容石英、电解石英）	刻蚀、炉管
Filter	光刻、快速热处理（RTP）、湿刻（WET）
射频电源	离子注入、物理气相沉积（PVD）、化学气相沉积（CVD）、刻蚀
陶瓷件	物理气相沉积（PVD）、化学气相沉积（CVD）、刻蚀、离子注入
ESC 静电吸盘	等离子刻蚀设备、湿法刻蚀设备、物理气相沉积（PVD）、化学气相沉积（CVD）、原子层沉积（ALD）
压力 Gauge	离子注入、湿刻（WET）
泵	湿刻（WET）、离子注入、物理气相沉积（PVD）
MFC 流量计	化学气相沉积（CVD）、离子注入、快速热处理（RTP）
步进马达	化学气相沉积（CVD）、物理气相沉积（PVD）、刻蚀

资料来源：《半导体零部件产业现状及对我国发展建议，朱晶》，五矿证券研究所

半导体零部件行业特点同样明显，表现为高技术密集、学科交叉融合、市场规模占比小且分散，但在价值链上却举足轻重等特点。

1）技术密集型行业，对精度和可靠性要求高：由于需要组成半导体设备，用于芯片生产，因此其尖端技术密集的特性尤其明显，有着精度高、批量小、多品种、尺寸特殊、工艺复杂、要求苛刻等特点。此外，还需要兼顾强度、应变、抗腐蚀、电子特性、电磁特性、材料纯度等复合功能要求；

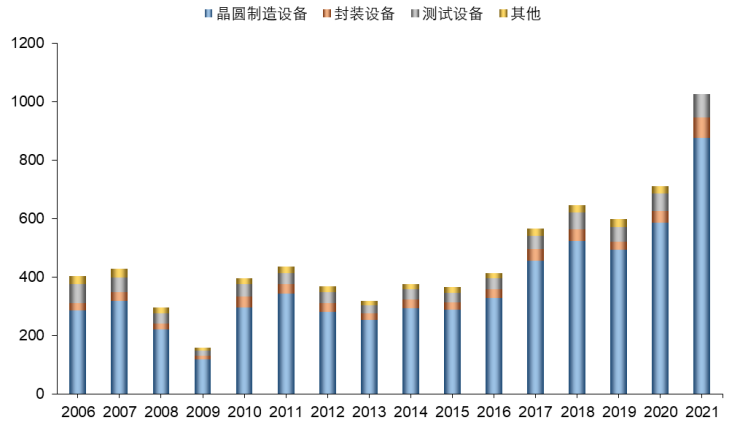
2）多学科交叉融合，对复合型人才需求大：零部件行业往往涉及到材料、机械、物理、电子、精密仪器等多学科知识，因此对复合型、交叉型人才的需求较为迫切；

3）行业碎片化特征明显，企业多采用并购及多产品线发展策略：半导体零部件种类多，单一细分领域市场规模小，呈现出碎片化特点。此外，由于零部件技术门槛高、制造工序繁琐，行业内多数企业只专注于个别生产工艺，或专注于特定精密零部件产品，行业相对分散，因此企业多通过并购方式做大做强，半导体零部件往往只是公司整体零部件业务中的一块。

2.2.2 欧洲、美国、日本厂商主导市场

2005-2020 年，受消费电子、PC 等下游景气度提升拉动，全球半导体需求整体向好，根据 SEMI 及 SEAJ 数据，全球半导体设备市场规模呈现总体上升趋势，2005 年为 328.8 亿美元；2021 年达到历史最高的 1025 亿美元，同比增长 44%；SEMI 预计 2022 年将达到 1085.4 亿美元，同比增长 5.9%，2023 年将达到 912 亿美元，2024 年将达到 1071.6 亿美元。

图表 37：全球半导体设备市场规模（亿美元）



资料来源：SEMI，SEAJ，五矿证券研究所

在半导体设备成本构成中，零部件产品占比超过 90%，国际半导体设备厂商毛利率普遍在 40-45%，因此零部件市场规模约为半导体设备市场规模的 50-55%，因此 2021 年全球半导体设备零部件市场规模约为 513 亿美元，中国大陆半导体设备零部件市场规模约为 148 亿美元。根据 SEMI 关于全球半导体设备市场规模的预测，预计半导体设备零部件市场规模 2022 年约为 542.7 亿美元，2023 年约为 456 亿美元，2024 年约为 535.8 亿美元。

全球半导体零部件厂商市场格局中，主要以欧洲、美国、日本企业为主。根据 TechInsights 数据，2021 年全球 Top 10 零部件厂商分别为蔡司、MKS、爱德华、先进能源、Horiba、VAT、Ichor、超科林、ASML、荏原。

图表 38：2021 年全球 Top 10 零部件厂商排名

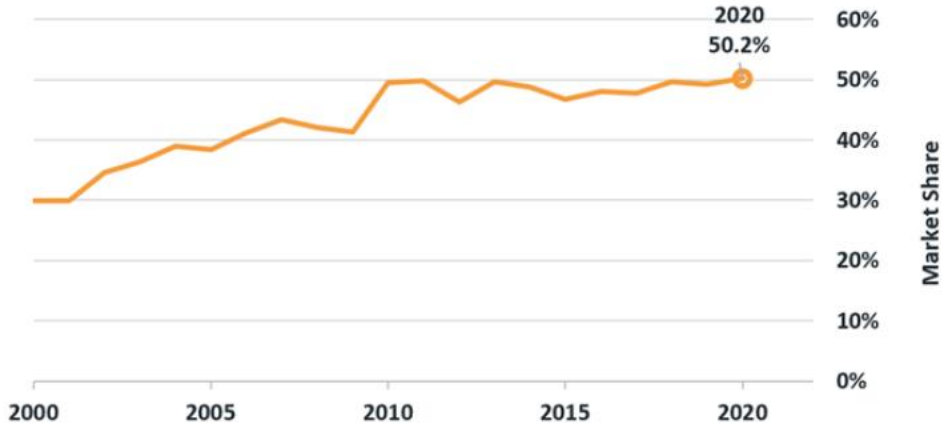
企业名称	所在国家	主要产品	2020 年半导体/泛半导体零部件收入规模（亿美元）
ZEISS 蔡司	德国	光学镜头	21.2
MKS 万机仪器	美国	MFC、射频电源、真空产品	14
Edwards 爱德华	英国	真空泵	~13.8

（2014 年加入瑞典 Atlas 集团，Atlas2018 年收购 Brooks 半导体低温业务）			
Horiba 堀场	日本	MFC	4.94
Advanced Energy 先进能源	美国	射频电源	6.12
VAT 徽拓	瑞士	真空阀件	~4.3
Ultra Clean Tech 超科林	美国	真空阀件	~3.5
Ichor Systems	美国	模块化气体输送系统及其他组件	~3.8
ASML 阿斯麦	荷兰	光学部件及光刻机组件服务	~3
EBARA 荏原	日本	干式真空泵	~3
合计	/	/	~75-80

资料来源：TechInsights，各公司年报， 五矿证券研究所

零部件行业头部厂商集中度稳步提升并趋于平稳，根据 VLSI 数据，到 2020 年，全球前 10 大零部件厂商市占率已经稳定在 50%左右。

图表 39：全球 Top 10 零部件厂商市占率

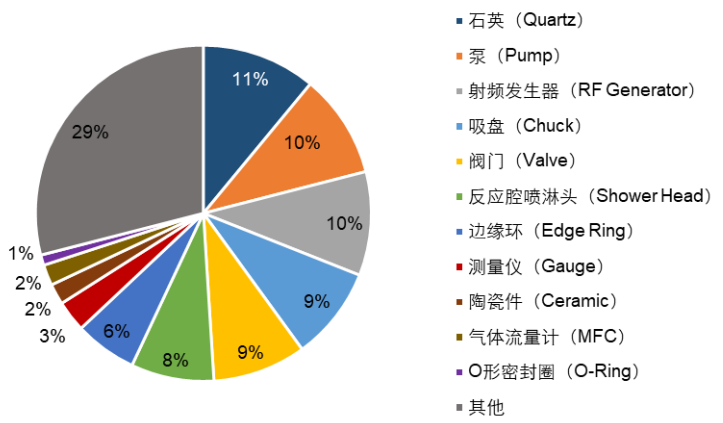


资料来源：VLSI，五矿证券研究所

2.2.3 技术难度大，国产化率低

根据芯谋研究数据，2020 年中国大陆晶圆厂采购的 8-12 英寸设备零部件产品种类丰富，其中石英（Quartz）、射频发生器（RF Generator）、泵（Pump）排名前 3，占比分别为 11%/10%/10%，阀门（Valve）、吸盘（Chuck）占比均为 9%，此外还包括反应腔喷淋头（Shower Head）、边缘环（Edge Ring）等。

图表 40：2020 年中国大陆晶圆厂采购的 8-12 英寸晶圆设备零部件产品结构



资料来源：芯谋研究，五矿证券研究所

零部件自给率仍然偏低。根据芯谋研究数据，石英（Quartz）、反应腔喷淋头（Shower Head）、边缘环（Edge Ring）自给率超过 10%；泵（Pump）和陶瓷件（Ceramic）自给率 5-10%；射频发生器（RF Generator）、机械臂（Robot）和气体流量计（MFC）自给率 1-5%；阀门（Valve）、测量仪（Gauge）和 O 形密封圈（O-Ring）自给率不足 1%。整体而言，半导体零部件国产替代空间大。

上述产品对应海外公司主要有 Ferrotec、Heraeus、Tokai Carbon、新鹤、MKS、VAT、Horiba 等，中国厂商主要有菲利华、太平洋石英、神工半导体、靖江先锋、江丰电子、沈阳科仪、苏州柯玛、新松机器人、北方华创等。

图表 41：8-12 英寸晶圆设备部分零部件供应商及自给率

主要零部件	海外供应商	中国供应商	自给率
石英（Quartz）	Ferrotec、Heraeus	菲利华、太平洋石英	>10%
边缘环（Edge Ring）	Tokai Carbon、EPP	珍宝、神工半导体	>10%
反应腔喷淋头（Show er Head）	新鹤	靖江先锋、江丰电子	>10%
泵（Pump）	Alcatel、Pfeiffer、Edwards、Ebara、Ulvac、Leybold、Varian	沈阳科仪、京仪	5~10%
陶瓷件（Ceramic）		苏州柯玛	5~10%
射频发生器（RF Generator）	AE、MKS、Kyosan、Daihen	北广科技、中科院微电子	1~5%
机械臂（Robot）	Brooks、Yaskawa、Kawasaki、JEL、Rorze、Sankyo、Robostar、RND、Kostek	新松机器人	1~5%
气体流量计（MFC）	Brooks、MKS、Fujikin、Horibe、CDK	北方华创	1~5%
阀门（Valve）	Fujikin、VAT、MKS、Sw agelok、Hamlet		<1%
测量仪（Gauge）	MKS、Inficon		<1%
O 形密封圈（O-Ring）	Dupont		<1%

资料来源：芯谋研究，五矿证券研究所

虽然目前零部件国产化率不高，但同样需要认识到，半导体零部件技术难度大，对精密机械制造技术、表面处理特种工艺技术、焊接技术等要求较高，因此，企业需要不断研发生产工艺技术以满足产品高精密、高洁净、超强耐腐蚀能力、耐击穿电压的要求，并实现较高的生产效率，从而满足半导体设备的工程化和量产化。

此外，半导体设备厂商为了降低成本和提升生产效率，将会简化零部件供应链，并对标准化、模块化、流程化、精密度、洁净度等提出更高要求，未来能提供多种工艺、多品类产品、生产更加智能化的零部件厂商将会具备更强的竞争力。

图表 42：半导体零部件技术难点

种类	技术难点
硅/碳化硅件	原物料，加工工艺和精度均存在难点
石英件	纯度，加工精度存在难点 杂质含量、原材料匹配性、表面颗粒质量、应力质量、加工精度都是关键因素
陶瓷件	难点在 ESC 静电吸盘
真空件	真空泵：气体动力学设计、材料、微米级精密加工、表面处理、精密装配 真空规：测量工艺真空、压力测量的要求高，型号多样 高真空压力计：测量超高真空工艺环境压力，形制特殊 气体流量计：要求响应速度快，精确度高，稳定性好，耐腐蚀性好，使用寿命长 真空阀件：材料等级高，耐磨抗腐蚀，不能有颗粒
密封件	材料特殊：需要做成分分析及各种掺杂 耐化性：需要应对各种腐蚀性气体及化学品，臭氧等离子体等，耐高温，机械摩擦等 形状特殊，模具加工难度较大
金属件	难点集中在加工精度，分析检测、焊接及表面处理
过滤件	难点在制作耐腐蚀、高温件的原始辅料
石墨件	石墨基材：参考标准为石墨等级 机械精加工 表面镀膜/微处理/纯化 关键工艺参数：表面最大颗粒度
运动部件	机械臂类：难点在通讯 马达类：品质风险
电控部件	RF 电源、电路板、电磁阀、控制器、种类多，产品杂，涉及功能各不相同：如正向研发需要结合使用功能
塑料件	缺少图纸、缺少精度数据、表面处理缺乏经验、多为非标准件、结构复杂

资料来源：《半导体零部件产业现状及对我国发展建议，朱晶》，中芯国际，江丰电子，五矿证券研究所

2.2.4 中国厂商积极布局

目前在晶圆代工厂日常运营过程中领用的零部件（括维保更换和失效更换的零部件）达到 2000 种以上，但国产占有率仅为 8%左右，美国和日本占有率分别为 59.7%和 26.7%。高端零部件方面，主要被美国、日本、欧洲厂商主导，中低端零部件方面，主要被韩国、中国台湾厂商占据。

近年来，随着美国对中国半导体行业的封锁愈演愈烈，国产替代已成为全行业共同呼声，对应零部件厂商也积极加大研发力度，不断提升研发水平和产能，虽然仍然与国际龙头企业有一定差距，但是国产厂商目前已经在多个领域实现了突破，包括北方华创、新莱应材、江丰电

子、富创精密、华亚智能、华卓精科、万业企业（Compart）等众多厂商已经实现相关零部件产品的量产，并且未来还将进一步拓宽品类、扩大产能、向先进制程精进，不断提升中国半导体零部件技术水平和国产化率水平。

图表 43：全球主要半导体零部件及对应厂商

零部件	国际领先企业
O-Ring 密封圈	Dupont、Greene Tweed
精密轴承（陶瓷）	Fala、Kaydon
压力计	MKS、Inficon
ESC 静电吸盘	Shinko、TOTO、NGK
射频电源	AE、MKS
真空泵（干泵、分子泵、冷泵）	Edwards、Ebara、Pfeiffer Vacuum、Kashiyama、Brooks、Sumitomo
石英件	Wonik、Ferrotec
陶瓷件	Kyocera、CoorsTek
残余气体分析仪 RGA	Inficon、MKS
制冷机 Chiller	SMC、ATS
MFC 气体流量计	Horiba、Brooks
Robot 机械手臂	Brooks、MKS
EFEM 传输系统	Brooks、Rorze
ShowerHead 气体喷淋头	AMSEA、UMS

资料来源：《半导体零部件产业现状及对我国发展建议，朱晶》，VLSI，五矿证券研究所

图表 44：中国主要半导体零部件厂商及产品情况

厂商名称	主要产品	类别	核心客户	2021 年营业收入（亿元）	公司毛利率
江丰电子	PVD 机台用 Clamp Ring、Collimator；CVD、etching 机台用 face plate、shower head 等；化学机械研磨机台用金刚石研磨片、Retaining Ring 等	机械类	中芯国际、台积电、格罗方德、意法半导体、东芝、海力士、北方华创等	15.9（其中零部件业务实现收入 1.8 亿元，占比 11.6%）	25.6%
新莱应材	高真空和超高真空的法兰、管件、钢瓶、传输阀、铝合金闸阀、闸阀、角阀、腔体、加热带、视窗、无氧铜垫片等	气体/液体/真空系统类	北方华创	20.5	24.7%
华亚智能	应用于晶圆刻蚀气体输送中心、晶圆（清洗、沉积）控制平台、晶圆成膜（PECVD）设备气体输送平台、超高亮度 LED 薄膜沉积设备、全自动锡膏印刷机、晶圆检测设备（AWX）成像检测平台等半导体设备的精密金属结构件	机械类	应用材料、泛林半导体、中微公司、Rudolph Technologies	5.3（其中精密金属结构件业务实现收入 5.2 亿元，占比 98.3%）	39.4%
神工股份	硅零部件，应用于刻蚀机	机械类	泛林半导体、东京电子、北方华创、中微公司	4.7（其中硅零部件业务实现收入 0.06 亿元，占比 1.2%）	64.1%
英杰电气	半导体材料生产设备的电源控制系统，应	电气类	晶盛机电、中微公司、	6.6	42.2%

	用于电子级多晶硅、半导体用单晶硅、碳化硅晶体、LED 用蓝宝石、LED 外延片等生产设备		隆基绿能等	（其中半导体等电子材料设备电源业务实现收入 0.7 亿元，占比 10.7%）	
汉钟精机	干式真空泵	气体/液体/真空系统类	晶盛机电、TCL 中环、隆基绿能等	29.8	34.8%
富创精密	工艺零部件、结构零部件、模组产品和气体管路	机械类；机电一体类；气体/液体/真空系统类	东京电子、日立高新、ASMl、北方华创、屹唐股份、中微公司、拓荆科技、华海清科、芯源微、中科信、凯世通	8.4（其中半导体设备零部件业务实现收入 7.3 亿元，占比 86.8%）	32.0%
北方华创	电源模块、晶体器件、精密电阻器、微波组件、钽电容器	仪器仪表类；电气类	中芯国际、长江存储、华虹集团、隆基绿能、三安光电等	96.8（其中电子元器件业务实现收入 17.2 亿元，占比 17.7%）	39.4%
晶盛机电	磁流体部件、精密零部件、尾气处理装置、半导体阀门及管接头、半导体合成石英坩埚、金刚线	机械类	TCL 中环、有研新材等	59.6	39.7%
新松机器人	真空机械手、集束型设备、半导体物料搬运系统等	机电一体类	北方华创、中微半导体、美光半导体、晟碟半导体、华海清科、Sandisk、赛意法等	33.0	7.6%

资料来源：各公司官网，各公司公告，各公司招股书，五矿证券研究所

半导体晶圆厂扩产给上游设备带来发展机遇，进而有利于本土零部件厂商快速发展，叠加现阶段国产化率较低的现状，我们认为未来零部件未来几年有望保持高景气，看好半导体零部件行业在晶圆厂扩产及国产化率提升双轮驱动下的高成长。

2.3 半导体设备：半导体产业链核心支柱，全球需求有望继续扩大

半导体设备泛指用于制造各类半导体产品所用的生产设备，属于半导体产业链的关键支撑环节。半导体设备的技术升级与半导体制造的工艺发展相辅相成。半导体设备的技术升级为半导体制造工艺创造了发展空间，而半导体制造工艺的改进是半导体设备实现技术突破的推动力。在半导体制造的工艺流程中，半导体设备扮演着十分重要的角色。

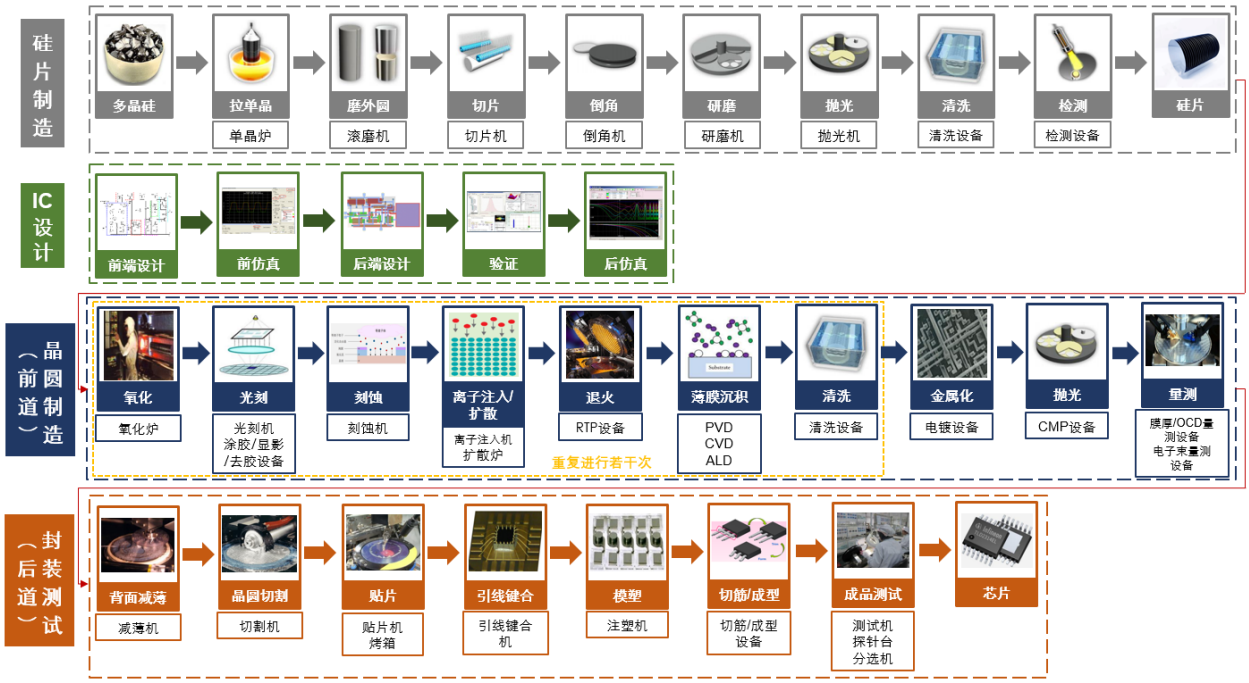
半导体制造的步骤繁多且精细，主要可分为三大类：硅片制造、前道晶圆制造和后道封装测试。在硅片制造流程中，首先需将多晶硅提纯后得到单晶硅棒，经过磨外圆、切片得到初始硅片，之后再进行倒角、研磨、抛光、清洗和检测等工艺，最终得到可用于生产加工的半导体硅片。其间主要设备包括单晶炉、滚圆机、切片机、倒角机、研磨机、抛光机、清洗设备和检测设备等。在 IC 设计完成之后，就进入到正式的芯片制造环节。

晶圆制造流程是芯片制造中最为核心的环节，晶圆制造的七大步骤分别为热处理（氧化/扩散/退火）、光刻、刻蚀、离子注入、薄膜沉积、清洗和抛光。通常热处理、光刻、刻蚀、离子注入、薄膜沉积、清洗步骤需要重复进行若干次，之后进行 CMP 及金属化，最终还需要进行前道量测，只有量测合格的晶圆才能进入封装测试环节。其间主要设备包括热处理设备（氧化炉/扩散炉/退火炉）、光刻机、涂胶显影/去胶设备、刻蚀机、离子注入机、薄膜沉积设备（PVD/CVD/ALD）、清洗机、CMP 设备和晶圆量测设备（厚膜/OCD 关键尺寸量测设备、电

子书量测设备）等。

封装测试包括封装和测试两个环节，封装过程主要包括背面减薄、晶圆切割、贴片、引线键合、模塑和切筋/成型，需用到减薄机、切割机、贴片机、烤箱、引线键合机、注塑机以及切筋/成型设备等。封装结束后做最后的成品测试，主要用到测试机、探针台、分选机等。测试合格后的芯片将被应用于消费电子、IoT、汽车电子、工控、医疗、通信等各下游领域。

图表 45：IC 工艺流程及对应半导体设备

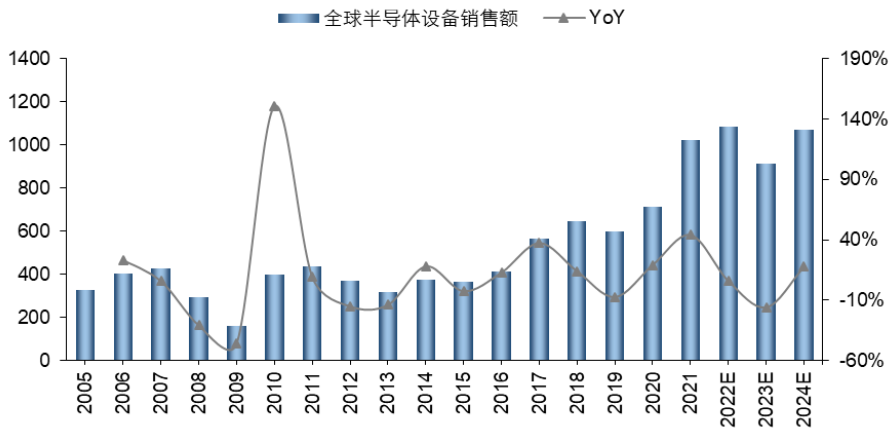


资料来源：前瞻产业研究院，华峰测控招股书，五矿证券研究所

根据 SEMI 数据，全球半导体设备销售额不断上升，2021 年销售额为 1205 亿美元，同比增长 44%。根据 WSTS 数据，全球集成电路销售额在 17 年间整体趋势向上，2021 年销售额达 5559 亿美元;按区域分类,亚太区为全球最大的集成电路销售市场,2021 年销售额达 3429.67 亿美元，占比超 50%。在全球集成电路销售额不断突破前值的情境下，全球半导体设备销售额与集成电路销售额之比从 2013 年的 10%稳步上升至 2021 年的 18%。

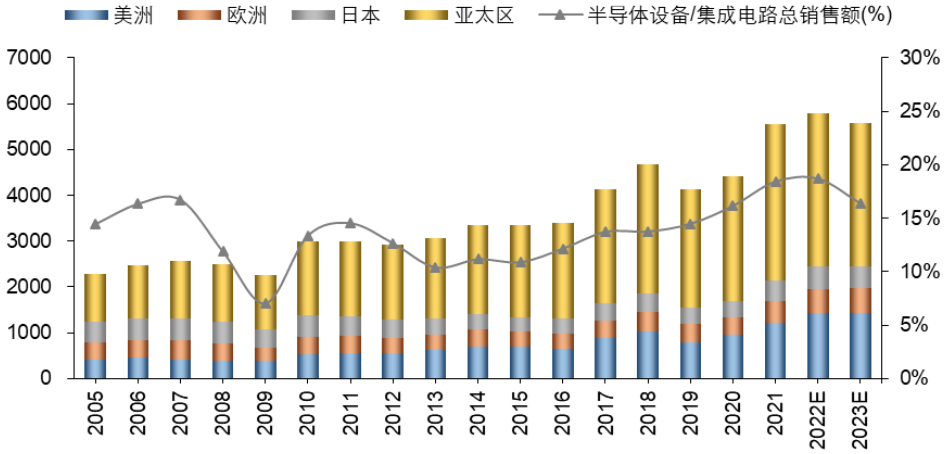
展望未来，受益于 5G、汽车电子、IoT、数据中心和 AI 的需求拉动，头部晶圆厂为应对各类芯片缺货不断扩充产能，厂商纷纷扩大投资，带动大量半导体设备的采购需求，因此未来全球半导体设备市场前景可期。据 SEMI 预测，2023 年和 2024 年的全球半导体设备销售额将分别达到 912 亿美元和 1071.6 亿美元，同比增速分别为-16%和 18%。据 WSTS 预测，2022 年和 2023 年的全球集成电路销售额将达到 5801 亿美元和 5566 美元，其中亚太区的集成电路销售额或将分别回落至 3361.51 亿美元和 3110.05 亿美元。

图表 46：全球半导体设备销售额（亿美元）



资料来源：SEMI，五矿证券研究所

图表 47：各地区或国家集成电路销售额（亿美元）、半导体设备销售额与全球集成电路总销售额之比（%）



资料来源：WSTS，SEMI，五矿证券研究所

全球半导体设备市场主要由光刻相关设备、刻蚀设备和薄膜沉积设备所主导，合计市占率约为 58%。总体来看，全球半导体设备的生产厂商主要集中在欧洲、美国和日本，中国本土的半导体设备厂商的市占率有待提高，国产替代空间仍较大。目前中国半导体设备的国产化率已接近 20%；其中已实现较高国产化率的设备为去胶设备（<70%）。展望未来，随着中国半导体设备制造商持续扩充产能、加大研发以及拓宽品类，中国半导体设备行业有望充分受益。

图表 48：芯片制造各工艺环节半导体设备及主要厂商

设备 (约)(亿美元)			市场规模 (约)(亿美元)	市占率 (约)	国外主要厂商 （市占率）	中国主要厂商 （市占率）
硅片制造设备			102	10%	德国 PVA TePla AG、美国 Kayex、日本 Ferrotec	晶盛机电、南京晶能
前道设备	光刻（219）	光刻曝光	189	18%	阿斯麦（82%）、尼康（3%）、佳能（5%）	上海微电子、中电科（45 所）、华卓精科
		涂胶显影	23	2%	东京电子（88%）、迪恩士+细美事+苏斯微（10%）	芯源微（中国 4%）
		去胶	7	1%	比思科（26%）、日立高科（19%）、泛林半导体（12%）	屹唐股份（31%）
	刻蚀（172）	干法	155	15%	泛林半导体（47%）、东京电子（27%）、应用材料（17%），合计 91%	中微公司（1.4%）、北方华创（0.9%）、屹唐股份（0.1%）
		湿法	17	2%	泛林半导体、迪恩士	芯源微、华林科纳
	薄膜沉积（210）	CVD	126	12%	应用材料（30%）、泛林半导体（21%）、东京电子（19%），合计 70%	中微公司、北方华创、拓荆科技（中微公司持股 11.2%，第三大股东）
		PVD	61	6%	应用材料（85%）	北方华创
		ALD	23	2%	东京电子（31%）、ASMI（29%），合计 60%	拓荆科技、北方华创
	离子注入		25	2%	应用材料（70%）、Axcelis（20%），合计 90%	中电科（中科信）、万业企业（凯世通）
	热处理		19	2%	RTP：应用材料（70%）、国际电气（9%），合计近 80%	屹唐股份（12%）
	清洗		27	3%	迪恩士（45%）、东京电子（25%）、细美事（15%）、泛林半导体（13%），合计 98%	盛美股份（中国 21%）、北方华创（中国 1%）、芯源微（中国 0.5%）
	CMP		28	3%	应用材料（70%）、荏原机械（25%），合计 95%	华海清科、天隽机电
	量测		73	7%	科磊（58%）、应用材料（12%），合计 70%	精测电子（上海精测）、赛腾股份（Optima）、上海睿励（中微公司持股 20.45%，第一大股东）、中科飞测、东方晶源
后道设备	封装		72	7%	Besi、ASM 太平洋科技、K&S	艾科瑞思、中电科（45 所）、富士三佳
	测试	测试机	49	5%	爱德万（50%）、泰瑞达（40%）、科休（8%），合计 98%	长川科技、华峰测控（模拟测试机中国 60%）
		探针台	14	1%	东京精密（46%）、东京电子（27%），合计 73%	长川科技、中电科（45 所）、深圳矽电
		分选机	12	1%	爱德万+科休+爱普生（60%）	长川科技、上海中艺
		其他	3	0%		
总体			1025	100%		

资料来源：SEMI，Gartner，ASML 官网，半导体综研，VLSI，华经产业研究院，Allied Market Research，盛美股份招股书，国际招标网，中商产业研究院，前瞻产业研究院，云岫资本，五矿证券研究所

2.3.1 硅片制造设备：需求持续上升，大硅片制造设备为未来主力

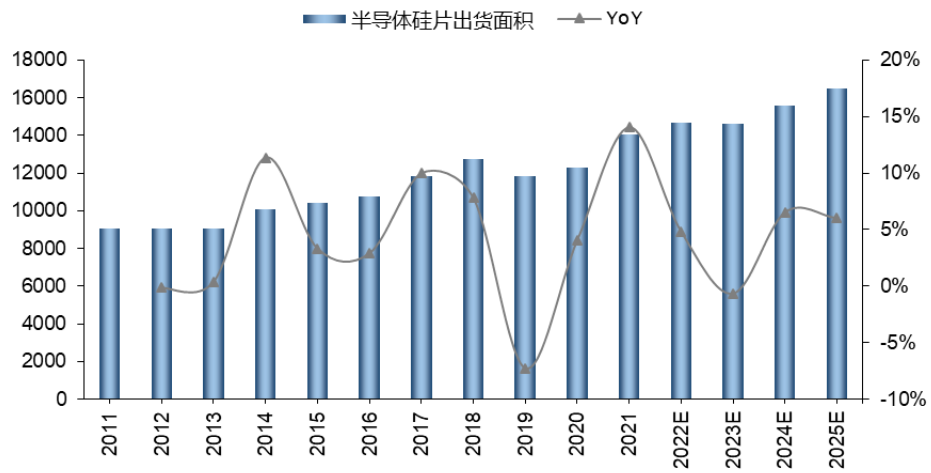
生产半导体硅片是实现半导体制造的第一步，主要设备涵盖单晶炉、滚磨机、切片机、倒角机、研磨设备、CMP 抛光、清洗设备、检测设备等。每一项设备对于硅片生长都不可或缺。

设备供应商以国外厂商为主，中国厂商由于起步晚，相对落后，但是在单晶炉、滚磨机、CMP 抛光机、清洗设备等环节也实现了一定的自主可控。

单晶炉是最重要的硅片制造设备。单晶炉在全球范围内的供应商主要有德国 PVA TePla AG 和 Gero，日本 Ferrotec、美国 Quantum Design 和 Kayex。其中德国 PVA TePla AG、美国 Kayex 与日本 Ferrotec 为主要的供应商，在全球的市场份额较高。PVA TePla AG 集团在欧洲晶圆生长晶体设备市场的市占率高达九成以上。中国厂商已具备单晶炉生产能力，代表厂商为晶盛机电。2022 年上半年，晶盛机电已实现 8 英寸晶体生长、切片、抛光和 CVD 等环节的设备全线覆盖，12 英寸的长晶、切片、抛光和研磨等设备已实现批量销售。

半导体硅片是行业发展的基础，全球硅片出货面积有望持续上升，带动硅片制造设备的需求。据 SEMI 数据，2020 年硅片约占据晶圆制造材料规模的 35%，为占比最多的材料。据 SEMI 数据，全球半导体硅片出货面积持续高升，从 2011 年的 9043 百万平方英寸上升至 2021 年的 14017 百万平方英寸，总涨幅为 55.16%。SEMI 预计，2025 年全球半导体出货面积将上升至 16490 百万平方英寸。

图表 49：2011-2025 年全球半导体硅片出货面积（百万平方英寸）



资料来源：SEMI，五矿证券研究所

8 英寸和 12 英寸硅片制造设备或将继续成为主力。目前 8 英寸和 12 英寸大硅片通常应用于 90-55nm 与 28-5nm 制程芯片的制备。据 SEMI 数据，8 英寸硅片占比为 24%，12 英寸硅片占比为 69%。未来随着新增 12 英寸晶圆厂不断投产，12 英寸硅片仍将是主流，小尺寸硅片将逐渐被淘汰（短期内 8 英寸硅片除外）。目前，量产硅片止步 300mm（12 英寸），450mm（18 英寸）硅片由于设备及制造成本过高仍未商用。据 SEMI 预测，每块 450mm 晶圆的单位面积芯片成本只下降 8%，此时，晶圆尺寸不再是降低成本的主要途径，因此厂商难以有动力投入 450mm 量产。

2.3.2 光刻机：ASML 为全球龙头，引领光刻机制程升级

光刻机被誉为半导体工业中“皇冠上的明珠”，是光刻工艺的核心设备。光刻工艺一般包括脱水烘烤、旋转涂胶、软烘、曝光、曝光后烘焙、显影、坚膜烘焙、显影检查等 8 个步骤。光刻机在曝光环节中使用。光刻机的功能在于利用光源系统将光束投射在光掩膜上，再通过物镜组弥补光学误差并将光掩膜上的芯片蓝图缩小投射在涂有光刻胶的硅片上。在半导体复杂的制造流程中，光刻工艺有着不可或缺的作用。光刻机作为实现光刻工艺的核心设备，是芯片

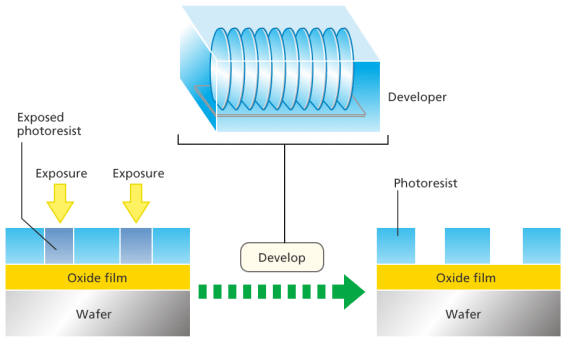
产业蓬勃发展的基石。

图表 50：光刻工艺流程



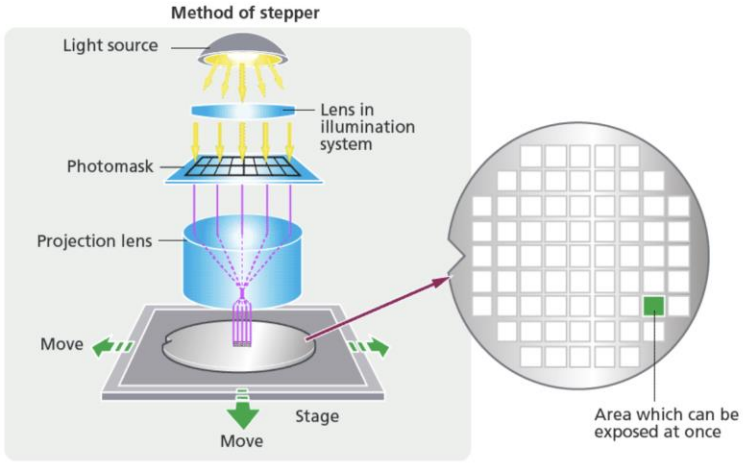
资料来源：芯源微招股书，五矿证券研究所

图表 51：光刻曝光前后对比



资料来源：Nikon，五矿证券研究所

图表 52：光刻机的基本示意图

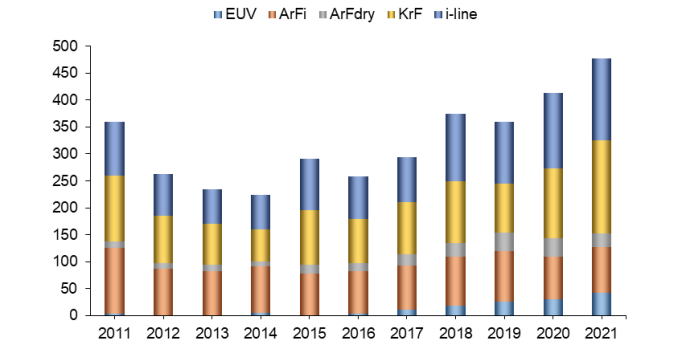


资料来源：Nikon，五矿证券研究所

随着光源、曝光方式不断改进，光刻机前后共经历了 5 代产品，每一代产品都在不断降低光源波长,同时缩小芯片制程。第四代浸入步进式光刻机(ArFi 光刻机)的最低制程可实现 7nm。第五代光刻机为 EUV 光刻机，其采用波长为 13.5nm 的 EUV 极紫外光源，制程节点为 7-3nm，是目前最先进的光刻机。

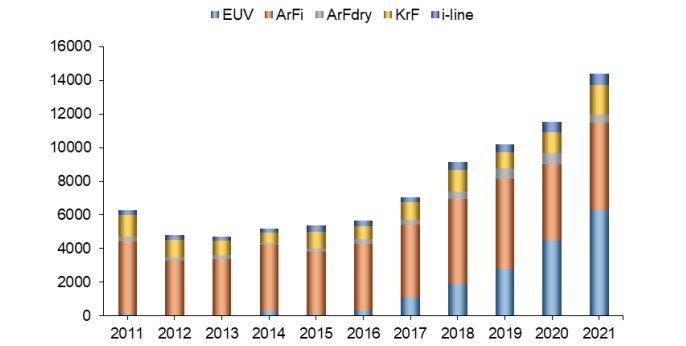
由于光刻机制造具有高壁垒性，因此市场上的光刻机制造商寥寥无几。光刻机制造企业中的 Top3 分别为 ASML、Nikon 和 Canon，三者市场集中度超过 90%。2011 至 2021 年，TOP3 光刻机制造商的出货量呈先降后升趋势，2021 年总出货量达 478 台，主要以 i-line、KrF 和 ArFi 光刻机为主。2011 至 2021 年，TOP3 厂商的销售额基本处于上涨趋势，2021 年的总规模达 143.90 亿欧元，主要以 EUV 和 ArFi 光刻机为主。

图表 53：2011-2021 年 TOP3 厂商各类光刻机出货量（台）



资料来源：半导体综研，五矿证券研究所

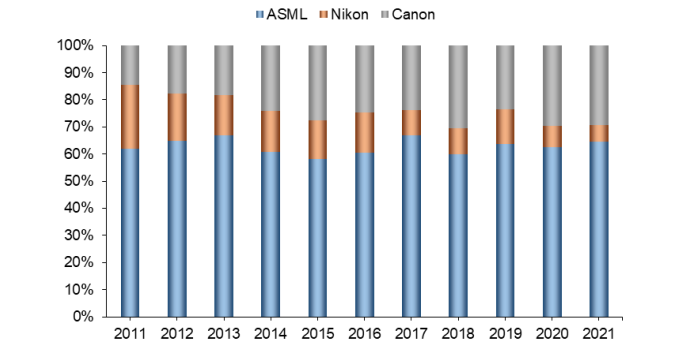
图表 54：2011-2021 年 TOP3 厂商各类光刻机销售额（百万欧元）



资料来源：半导体综研，ASML，五矿证券研究所

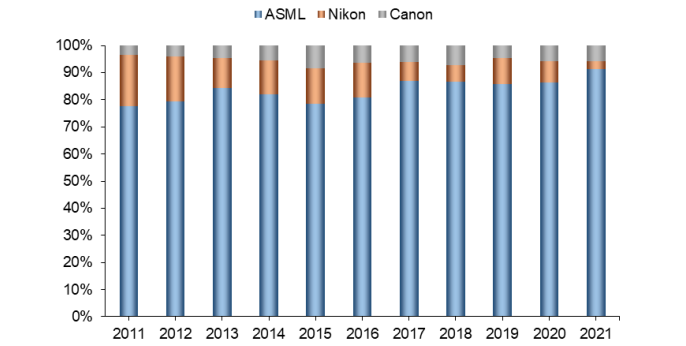
在 TOP3 厂商中的市场竞争格局中，以出货量计算市场份额，ASML 十年间维持在第一水平，2021 年占比为 65%。Nikon 的出货量市占率逐步走低，从 2011 年的 24%缩减至 2021 年的 6%。Canon 的出货量市占率稳步提高，从 2011 年的 14%增长至 2021 年的 29%。以销售额计算市场份额，ASML 更显龙头地位，其市场份额从 2011 年的 78%提升至 2021 年的 91%。Nikon 的销售额市占率从 2011 年的 19%跌至 2021 年的 3%。Canon 的销售额市占率基本维持稳定在 6%的水平。

图表 55：2011-2021 年 TOP3 厂商市占率（以出货量计算）



资料来源：半导体综研，五矿证券研究所

图表 56：2011-2021 年 TOP3 厂商市占率（以销售额计算）



资料来源：半导体综研，ASML，五矿证券研究所

ASML 已实现全线光刻机的覆盖，最小制程节点可达 3nm，2024 至 2025 年间即将出货的 High NA 高数值孔径 EUV 光刻机或将实现 2nm 及以下的制程节点。上海微电子的 IC 前道制造用 SSX600 系列步进扫描投影光刻机，可满足 IC 前道制造 90nm、110nm、280nm 关键层和非关键层的光刻工艺需求。

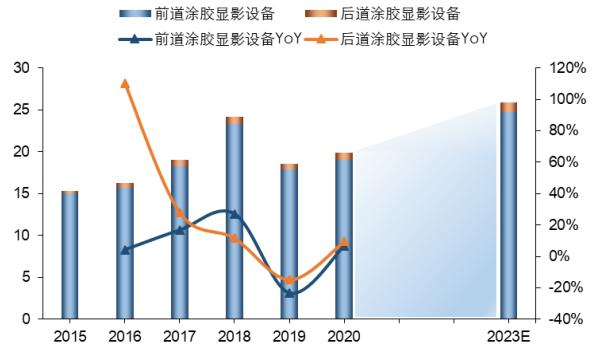
未来制程有望持续升级，光刻机行业或将迎来持续增长。芯片制程是反映芯片先进程度最直接的指标。更小的芯片制程使得单片芯片能够容纳更多的晶体管，同时也提高了芯片的运算能力，从而实现更高级的指令。据官网消息，台积电宣布将于 2024 年和 2026 年在美国亚利桑那的新厂分别投产 4nm 和 3nm 制程的晶圆。据三星 2022 年 6 月 30 日的公告，公司已实现首次生产基于 GAA 架构的 3nm 芯片。未来芯片制程有望继续升级，三星和台积电分别布局 2nm 制程的研发并规划量产，Intel 也将继续缩小工艺制程。随着先进制程的进一步突破，先进制程光刻机的需求或将相应扩大，有望带给先进制程光刻机市场新增长点。

2.3.3 涂胶显影设备前景开阔，干法去胶设备实现份额优势

涂胶显影设备是与光刻机配套使用在光刻工艺中的关键设备，主要负责曝光前在硅片上涂覆光刻胶，以及曝光后进行图像显影，期间通过机械手臂使晶圆在各系统之间传输和处理。涂胶和显影不仅直接影响光刻工序曝光图案的形成，图形质量对后续刻蚀和离子注入等工艺中图形转移的结果也有着重要影响。

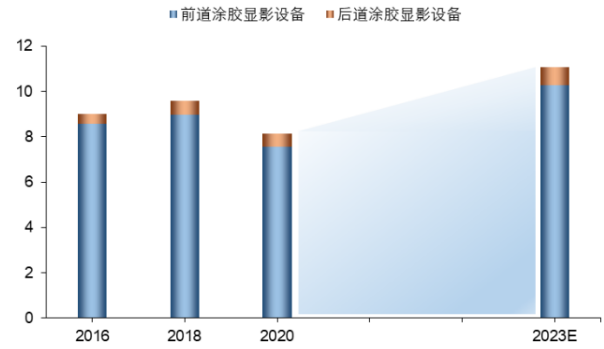
涂胶显影设备可按照所处工艺环节的不同分为前道设备和后道设备，其中前道涂胶显影设备为主要设备，被运用在晶圆制造环节；根据 VLSI 数据，2020 年前道涂胶显影设备占涂胶显影设备总市场规模的 95.9%。根据 VLSI 数据，2020 年全球前道涂胶显影设备市场规模为 19.06 亿美元，2021 年约为 23.24 亿美元，预计到 2023 年将上升至 24.76 亿美元。据华经产业研究院数据，2020 年中国前道涂胶显影设备市场规模为 7.55 亿美元，2021 年约为 9.35 亿美元，预计到 2021 年将上升至 10.26 亿美元。

图表 57：2015-2023 年全球前道/后道涂胶显影设备市场规模（亿美元）



资料来源：VLSI，芯源微招股书，五矿证券研究所

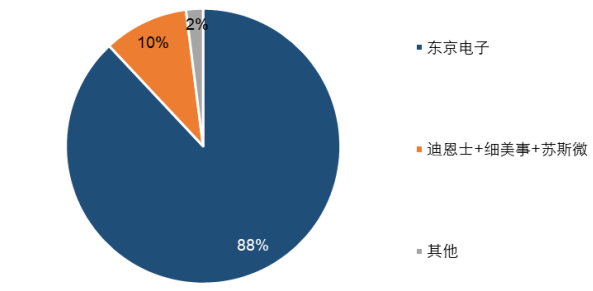
图表 58：2016-2023 年中国前道/后道涂胶显影设备市场规模（亿美元）



资料来源：华经产业研究院，五矿证券研究所

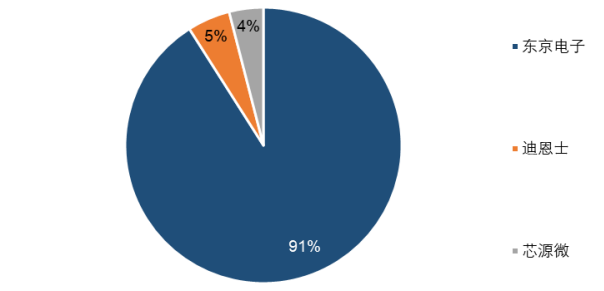
目前国际上主流的涂胶显影设备生产商主要集中在日本、德国和韩国，分别是东京电子、迪恩士、苏斯微、细美事等，其中东京电子的全球市占率达 88%，迪恩士、细美事和苏斯微合计占比 10%，其他厂商占比 2%。在中国的涂胶显影设备市场中，东京电子和迪恩士分别占据 91%和 5%的市场份额，芯源微的涂胶显影设备在中国的市占率达 4%。芯源微的前道涂胶显影机 offline、i-line 和 KrF 机台均已实现批量销售，并已开始部分量产 28nm 技术节点的涂胶显影设备。

图表 59：全球涂胶显影设备市场格局



资料来源：VLSI，勾股大数据，五矿证券研究所

图表 60：中国涂胶显影设备市场格局

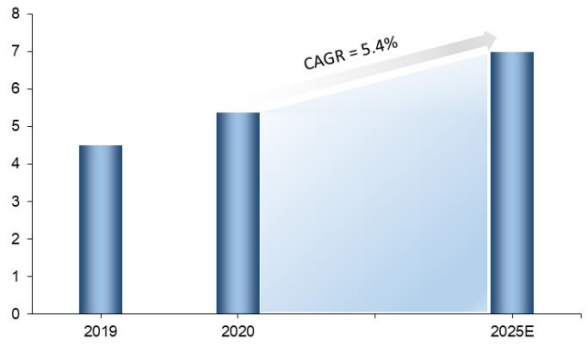


资料来源：华经产业研究院，五矿证券研究所

去胶设备主要用于曝光后将光刻胶从晶圆上移除，以此来保证晶圆顺利进入下一步制造步骤。去胶工艺可分为湿法去胶和干法去胶，湿法去胶主要采用溶剂对光刻胶进行溶解；干法去胶主要采用离子轰击的方法去除表面光刻胶，为当前主流技术。

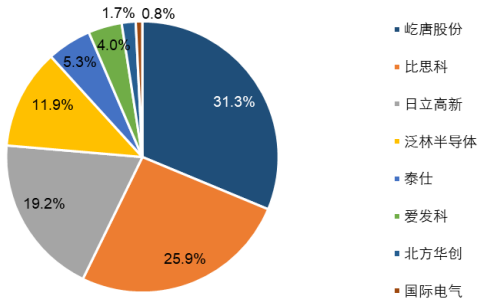
据 Gartner 数据，2020 年全球干法去胶设备市场规模为 5.38 亿美元，2021 年约为 6.61 亿美元，预计到 2025 年将增长至 6.99 亿美元，复合增长率为 5.40%。目前国际上主流的去胶设备生产商主要集中在中国、韩国、日本和美国。据 Gartner 数据，2020 年屹唐股份去胶设备市占率为 31.3%，为全球第一；北方华创的市占率为 1.7%，为全球第七；其余厂商以国外企业为主，包括比思科、日立高新、泛林半导体、泰仕半导体等。2018 至 2020 年，屹唐股份在干法去胶设备领域分别位于全球第三、全球第二和全球第一的市场地位，市场占有率逐年提升，不断巩固在全球的领先地位。根据屹唐股份招股书公告，公司当前已量产的干法去胶设备已可用于 90-5nm 逻辑芯片、1Y 到 2Xnm（约 14-29nm）系列 DRAM 芯片以及 32-128 层 3D NAND 芯片的生产。

图表 61：2019-2025 年全球干法去胶设备市场规模（亿美元）



资料来源：Gartner，华经产业研究院，五矿证券研究所

图表 62：2020 年全球干法去胶设备行业竞争格局



资料来源：Gartner，屹唐股份招股书，五矿证券研究所

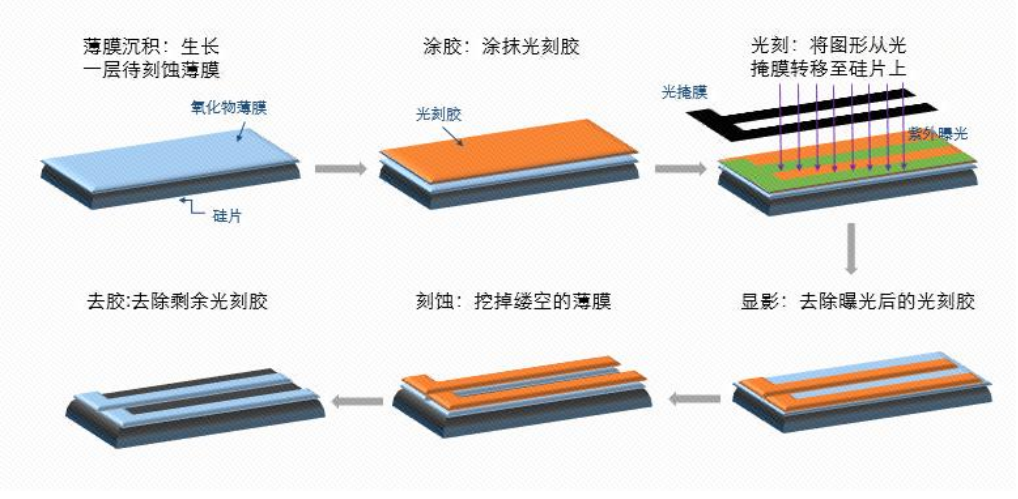
涂胶显影设备为光刻工艺中与光刻机联机使用的设备，未来涂胶显影设备的制程有望继续升级。随着芯片性能的不断突破，光刻机的制程也在不断升级，使得涂胶显影设备需要相应的缩小制程和提升精度。涂胶显影设备的吞吐量也将成为未来研发突破的重点。由于涂胶显影设备分别用在光刻机前后，因此需要联机涂胶显影设备的吞吐量大于光刻机的吞吐量。涂胶显影设备国产替代空间较大。当前中国涂胶显影设备市场被东京电子主导，芯源微的市场占有率仅为 4%。根据中芯国际 2021 年度报告数据，28nm 及以上制程节点占公司全年营收的 91.6%，其余中国晶圆代工厂所覆盖的最小制程节点均未突破 28nm。当前芯源微涂胶显影设备的技术指标已达 28nm，未来中国的晶圆代工厂仍将继续扩建或扩产，国产替代空间较大。

干法去胶设备已实现份额优势，未来技术指标有望进一步突破。屹唐股份规划未来加大干法去胶设备的深入研发，以满足市场对于 3nm 及以下逻辑芯片、先进 10nm DRAM 芯片和 176-256 层 3D NAND 芯片的工序需求。

2.3.4 刻蚀设备：芯片升级带动刻蚀机需求，TSV 设备为先进封装加码

刻蚀工艺是 IC 前道制造中至关重要的一环，与光刻工艺和薄膜沉积并列为 IC 前道制造中的三大核心工艺。在光刻工艺结束后，刻蚀工艺会以光刻胶所形成电路图为模板，通过物理或化学的手段将硅片或薄膜腐蚀，从而在硅片或薄膜上形成电路图。同光刻工艺一道，刻蚀技术也决定着集成电路图形的精细程度。

图表 63：薄膜沉积、光刻和刻蚀的联动工艺流程

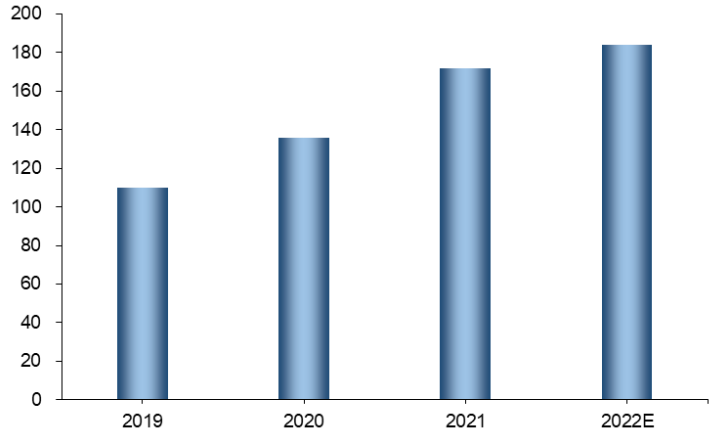


资料来源：中微公司招股书，五矿证券研究所

刻蚀工艺主要被分为两大类，湿法刻蚀和干法刻蚀。湿法刻蚀运用液态化学品（酸、碱溶液）将硅片表面腐蚀出芯片的结构。干法刻蚀利用电子气体轰击硅片表面从而形成芯片结构。干法刻蚀为当前最为主流的刻蚀方法，其市场规模约占全球刻蚀设备规模的 90%，湿法刻蚀约占 10%。湿法刻蚀分为两大类，化学刻蚀和电解刻蚀。干法刻蚀主要分为三大类，等离子体刻蚀（化学性刻蚀）、溅射刻蚀（物理性刻蚀）和反应离子刻蚀。湿法刻蚀在控制线宽和各向异性度方面有所局限，无法实现 3μm 以下的线宽，同时只能保持各项同性（有一定程度的钻蚀发生）。干法刻蚀的优点在于能够实现线宽 3μm 以下的刻蚀，同时能够较好的保持各向异性，刻蚀均匀性和选择比都可控。将干法刻蚀按照刻蚀材料细分可分为三类，介质刻蚀、硅刻蚀和金属刻蚀。根据 PW Consulting 的数据，2020 年介质刻蚀占据干法刻蚀市场 49%的份额，硅刻蚀占比 48%，金属刻蚀占比 3%。

根据 Gartner 数据，2019 至 2021 年全球刻蚀设备市场规模分别为 110 亿美元、136 亿美元和 172 亿美元，呈持续增长态势。据 Gartner 预测，2022 年全球刻蚀机的市场规模将达到 184 亿美元。

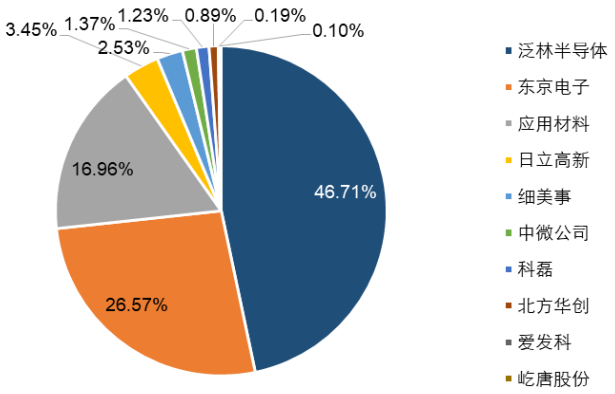
图表 64：2019-2022 年全球刻蚀机市场规模（亿美元）



资料来源：Gartner，五矿证券研究所

全球刻蚀设备厂商竞争激烈，中国企业崭露头角。据 Gartner 的数据，2020 年全球刻蚀机的市场份额仍被泛林半导体（46.71%）、东京电子（26.57%）和应用材料（16.96%）三巨头主导。日立高新和细美事分别占据全球 3.45%和 2.53%的市场份额。中微公司在全球市场的占有率为 1.37%，科磊占比 1.23%，北方华创占比 0.89%，爱发科占比 0.19%，屹唐股份占比 0.10%。

图表 65：全球干法刻蚀设备市场格局



资料来源：Gartner，五矿证券研究所

国外厂商方面，已能实现最小制程节点为 3nm 的覆盖，中国厂商起步较晚，因此技术实力仍有待提高。中微公司开发的 12 英寸高端刻蚀设备已应用于部分国际先进产线上的若干 5nm 及 5nm 以下的关键步骤的加工；其 ICP 刻蚀设备未来将继续向 5nm 及以下的逻辑芯片、1Xnm 的 DRAM 和 200 层以上的 3D NAND 上突破；其 CCP 刻蚀设备已取得 5nm 及以下逻辑电路客户的重复订单，并在存储电路方面可应用于量产 64 层、128 层与更高层数的 3D NAND；公司未来还将继续开发用于逻辑器件制造的大马士革刻蚀技术与用于存储器件制造的极高深宽比刻蚀设备。北方华创开发的刻蚀机已突破 14nm 技术节点，并在客户端通过多道制程工艺验证，且已实现量产应用。屹唐股份的干法刻蚀设备主要可用于 65-5nm 逻辑芯片、1Y 到 2Xnm（约 14-29nm）系列 DRAM 以及 32 层到 128 层 3D NAND 制造，设备已用于三星电子、长江存储等国内外知名存储芯片制造企业。

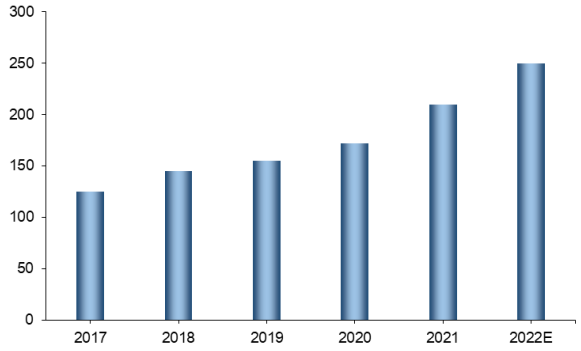
制程的缩小与芯片结构 3D 化将持续推动刻蚀机用量提升。当前芯片的制程节点继突破 7nm 后仍在继续向 3nm 及以下迈进。受限于浸没式光刻机的波长，14nm 及以下的逻辑器件微观结构的加工多通过等离子体刻蚀和薄膜沉积的组合工艺来实现更小的尺寸，这使得刻蚀步骤进一步增多。据 SEMI 数据，14nm 制程所需使用的刻蚀步骤为 64 次，较 28nm 提升 60%；5nm 制程所需刻蚀步骤高达 160 次，较 14nm 提升 150%。闪存芯片步入 3D 时代，当前 64 层 3D NAND 已实现大规模量产，96 层和 128 层 3D NAND 已实现批量生产，未来 3D NAND 的层数有望突破 238 层。因此更高深宽比的刻蚀设备将为芯片结构 3D 化事业持续加码。

后摩尔时代带动 TSV 刻蚀设备需求。深硅刻蚀 TSV 技术可通过在硅晶圆上打通孔实现芯片的侧面到背面有效且最短距离的电连接，是实现硅器件或芯片 3D 堆叠最高效的技术，也是实现垂直电互连的唯一途径。随着全球半导体逐渐步入后摩尔时代，芯片开发者和应用者对于芯片性能提升和制程缩小的需求加速扩大，采用光刻机缩小制程的方案成本加速提升，使得 2.5/3D 封装受到业内高度关注。同时，在中国半导体设备受限的情况下，2.5/3D 封装成为当前能够快速突破瓶颈的有效方法。TSV 设备的市场前景有望随着其在 2.5/3D 封装方面的应用的增加而愈渐开阔。

2.3.5 薄膜沉积设备：芯片层数不断增加，薄膜沉积设备未来前景可期

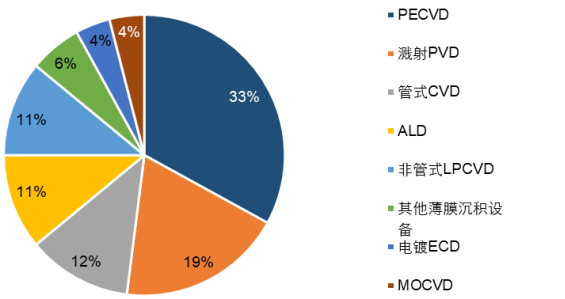
薄膜沉积是半导体器件制造过程中的重要环节，主要让硅片表面形成各种导电薄膜层和绝缘薄膜层，从而使晶圆拥有多层结构。按照工作原理分类，薄膜沉积工艺大体可分为三类， PVD（物理气相沉积设备）、CVD（化学气相沉积设备）和 ALD（原子层沉积设备）。根据 SEMI 数据，2021 年全球薄膜沉积设备市场规模为 210 亿美元，2022 年有望达 250 亿美元。其中，PECVD、溅射 PVD 和管式 CVD 为市场占比最多的设备，分别为 33%、19%和 12%。

图表 66：2017-2022 年薄膜沉积设备市场规模（亿美元）



资料来源：SEMI，Maximize Market Research，五矿证券研究所

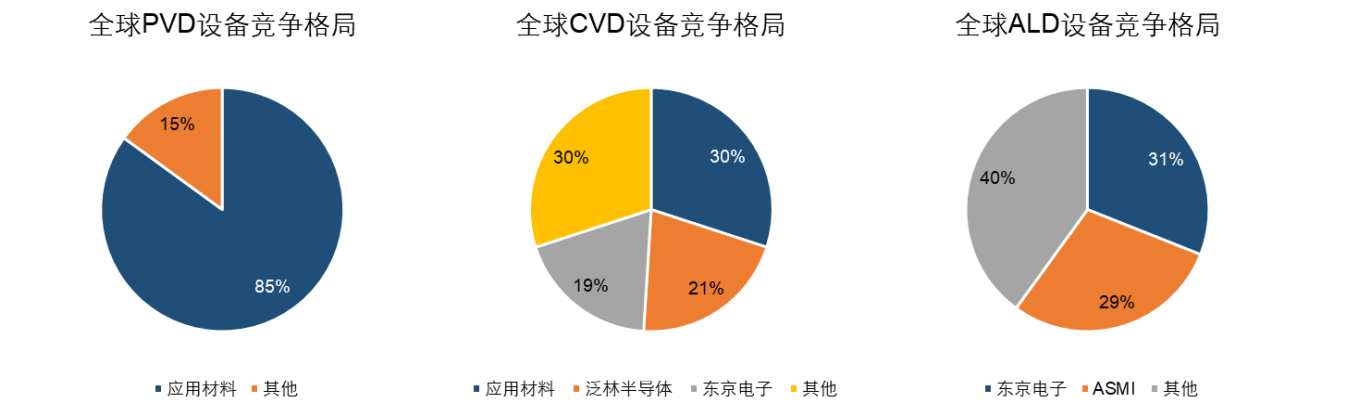
图表 67：各类薄膜沉积设备市场占比



资料来源：Gartner，五矿证券研究所

薄膜沉积设备主要被日本、美国和欧洲的厂商主导。据 Gartner 数据，PVD 设备方面，应用材料具有绝对份额优势，占据 85%的市场份额；应用材料、泛林半导体和东京电子是 CVD 设备市场中的佼佼者，分别占比 30%、21%和 19%；ALD 设备中，东京电子和 ASMI 是行业龙头，分别占有 31%和 29%的市场份额。

图表 68：2020 年全球薄膜沉积设备市场竞争格局



资料来源：Gartner，五矿证券研究所

在先进薄膜沉积技术被海外厂商掌控的情况下，中国相关企业正在紧锣密鼓的布局薄膜沉积设备的研发工作。在中国厂商中，北方华创和拓荆科技的薄膜沉积设备研发进展较为领先，中微公司在深耕用于 LED 制造的 MOCVD 的同时加码钨填充 CVD 设备。北方华创的 CVD、PVD 等相关设备已具备 28nm 工艺水平；14nm 先进制程薄膜沉积设备与 ALD 设备已在客户端通过多道制程工艺验证并实现应用。中微公司的钨填充 CVD 设备可应用于先进逻辑器件接触孔填充，以及 64 层、128 层和 200 层以上的 3D NAND 中的若干关键薄膜沉积步骤，目前

公司的钨填充 CVD 已通过关键客户验证；公司未来将加大在 CVD 和 ALD 设备方向的研发；公司持有薄膜沉积设备专业制造商拓荆科技 11.2%的股份。拓荆科技的部分 CVD 设备已广泛应用于中国晶圆厂 14nm 及以上制程集成电路制造产线，并已展开 14nm 及以下制程产品验证测试；公司的部分 ALD 设备已应用于中国晶圆厂 28nm 及以上制程集成电路制造产线，并已展开 28nm 及以下制程产品验证测试。

随着芯片线宽的不断缩小，薄膜沉积设备的需求量越大。当前芯片一直在朝着微小化、精密化和复杂化的发展方向前进，随之带来了晶圆制造步骤的难度提升与工序增加。在 90nm CMOS 工艺中，大约需要 40 道薄膜沉积工序，在 3nm FinFET 工艺中，所需的薄膜沉积工序则升至 100 道。在芯片制程更小的产线中，为了在工序变复杂的同时确保产能充裕，则需要配备更多台薄膜沉积设备来增加单位时间吞吐量。

闪存芯片 3D 堆叠加速，薄膜沉积设备用量或将上升。3D NAND 芯片的每一层几乎都会进行薄膜沉积。从首块 3D NAND 芯片发货至今，已经实现了从 24 层到 232 层的突破，多家存储大厂都做出 200 层以上 3D NAND 的量产规划，因此未来层数不断突破是大趋势。随着 3D NAND 结构的复杂化，未来薄膜沉积设备需求有望扩大。

ALD 设备和 SACVD 设备或将成为未来应用趋势。芯片结构的复杂化和精密化也衍生出了对薄膜均匀性、颗粒数量控制、金属污染控制要求的提高。ALD 设备的优点在于台阶覆盖力强和薄膜厚度控制精准。SACVD 设备的优点在于高深宽比沟槽填充能力强和沉积速度快。因此 ALD 和 SACVD 设备更适应未来芯片制造演变趋势。

2.3.6 离子注入设备：掺杂工艺核心设备，中国厂商进展不俗

在晶圆制造中，由于纯硅材料的导电性能较差，须采用掺杂工序，通过加入部分杂质来改变半导体载流子浓度和导电类型，从而达到提升硅片导电性能的目的。通常有两种掺杂方法，高温扩散法和离子注入法。

高温扩散法：将掺杂气体导入放有硅片的高温炉，并将杂质扩散到硅片内。由于高温扩散存在精度控制的缺陷以及均匀性和重复性较差，现已较少使用。

离子注入法：通过离子注入机的加速和引导，将要掺杂的离子以离子束形式射入材料。与高温扩散工艺相比，离子注入的优势在于可对注入剂量、角度、深度、横向扩散等方面进行精确控制，同时还拥有纯度高和均匀性好的特点，使得离子注入法在半导体制造中被广泛应用。

离子注入设备大体可分为三类，低能大束流离子注入机、中低束离子注入机和高能离子注入机，市场占比分别为 61%、20%和 18%。不同设备的运行原理相似，但主要应用范围有所区分。

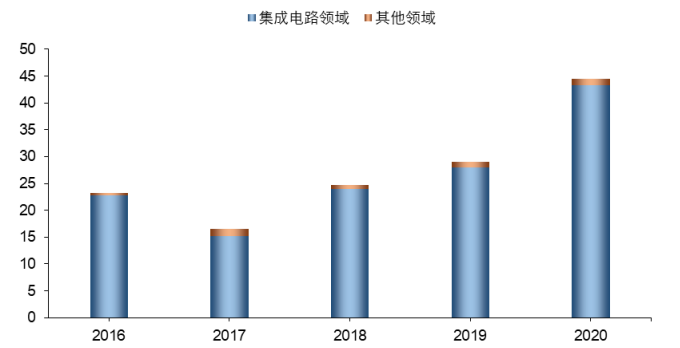
据 SEMI 数据，2013 至 2019 年全球离子注入机市场大体呈现上升趋势，2019 年全球离子注入机市场规模达 18 亿美元。Transparency Market Research 预测全球离子注入及设备的市场规模将在 2031 年达到 29 亿美元，2020 至 2031 年间复合增长率为 5%。据智研咨询统计，中国市场 2016 年离子注入机市场规模为 23.2 亿元，2020 年为 44.5 亿元，其中集成电路用离子注入机规模最大，2020 年市场规模为 43.2 亿元，占比 97.1%。在集成电路用离子注入机领域，市场高度集中，应用材料的市场占比达 70%，Axcelis 占比 20%，其他厂商占比 10%。

图表 69：2013-2031 年全球离子注入机市场规模（亿美元）



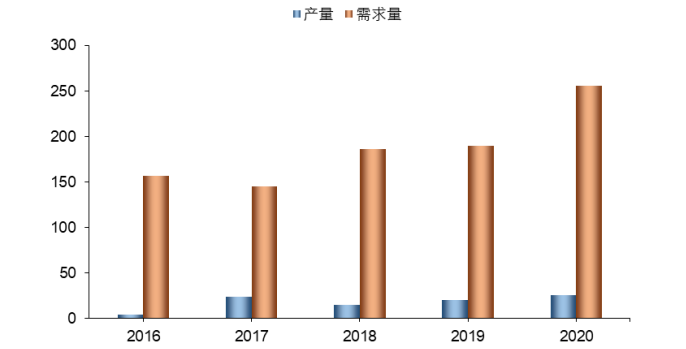
资料来源：SEMI，Transparency Market Research，五矿证券研究所

图表 70：2016-2020 年中国离子注入机市场规模（亿元）



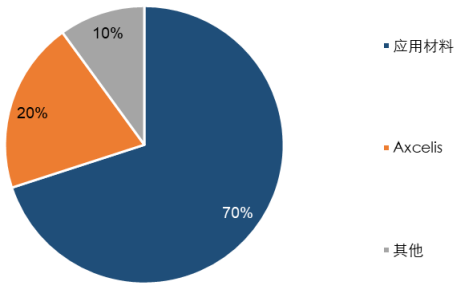
资料来源：智研咨询，五矿证券研究所

图表 71：2016-2020 年中国离子注入机产量需求量（台）



资料来源：智研咨询，五矿证券研究所

图表 72：集成电路领域离子注入机市场竞争格局



资料来源：SEMI，五矿证券研究所

全球共有 6 家企业以集成电路用离子注入机为主要业务，分别为应用材料、Axcelis、SMIT、Nissin、AIBT 和中科信。中科信已成功实现离子注入机全谱系产品国产化，包括中束流、大束流、高能、特种应用及第三代半导体等离子注入机，工艺覆盖至 28nm，目前正在进行先进制程工艺设备的研发。此外，万业企业（凯世通）积极布局低能大束离子注入机和高能离子注入机等设备的研发与生产，目前已经覆盖 28nm 及更先进制程到成熟制程的多个节点的技术需求。万业企业（凯世通）已与多家 12 英寸晶圆厂签署离子注入机（含低能大束流离子注入机和低能大束流超低温离子注入机）的订单，并已将首批多套大束流离子注入机交付重要客户。

中科信与万业企业（凯世通）的离子注入设备满足中国多数晶圆产线需求，未来中国下游客户有望加速导入。当前中科信与万业企业（凯世通）的离子注入设备均能覆盖 28nm 的技术需求，并且都已实现低能大束流离子注入机的国产化，未来中国离子注入设备市场有望迎来加速国产替代。

2.3.7 热处理设备实现部分国产化，清洗设备与 CMP 设备保证芯片良率

晶圆前道制造工艺中还包括热处理设备、清洗设备和 CMP 设备。热处理设备可对晶圆在高温环境中进行氧化/扩散/退火工艺加工。清洗设备可将晶圆表面的残留物或多余颗粒清除以保证晶圆的洁净度。CMP 设备可使晶圆平坦化。

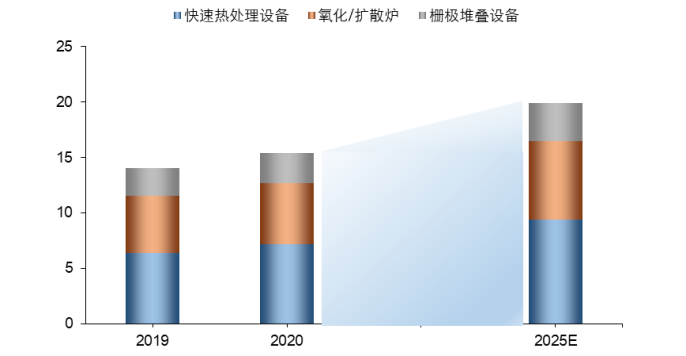
图表 73：热处理设备、清洗设备和 CMP 设备简介

设备名称	设备简介
热处理设备	热处理工艺包括氧化/扩散/退火。氧化是通过在氧化剂环境中高温热处理硅片，使硅片形成氧化膜，氧化膜可作为离子注入的阻挡层、绝缘栅材料以及器件保护层、隔离层、器件结构的介质层等。扩散是将掺杂气体导入放有硅片的高温炉，将杂质扩散到硅片内，从而提升硅片导电性能。退火是指在不活泼气体中加热离子注入后的硅片，修复离子注入带来的晶圆缺陷。
清洗设备	清洗工艺用于去除硅片或晶圆上所残留的污染物与残留物。清洗工艺包括干法清洗和湿法清洗。干法清洗不采用化学溶剂清洗，通常采用高能量束流、气体或等离子体清洗，只可用于 28nm 及以下制程的逻辑产品和存储产品的清洗。湿法清洗采用化学溶剂或去离子水清洗，为当前主流清洗方法，占总清洗步骤数量的 90%以上。
CMP 设备	CMP 全称化学机械抛光，采用化学抛光液腐蚀和机械打磨协同配合的方法使硅片或晶圆表面平坦化。

资料来源：盛美上海招股书，华海清科招股书，博客园， 五矿证券研究所

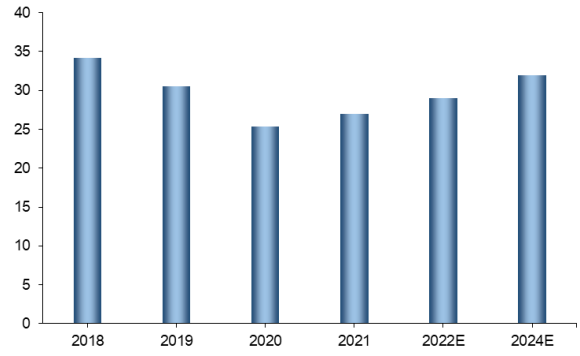
据 Gartner 数据，2020 年全球快速热处理设备市场规模为 7.19 亿美元，氧化/扩散炉市场规模为 5.52 亿美元，栅极堆叠设备市场规模为 2.66 亿美元；2021 年全球快速热处理设备市场规模约为 8.87 亿美元，氧化/扩散炉市场规模约为 6.83 亿美元，栅极堆叠设备市场规模约为 3.25 亿美元。Gartner 预计，2025 年全球快速热处理设备、氧化/扩散炉和栅极堆叠设备的市场规模将分别增至 9.37/7.10/3.44 亿美元。据 Gartner 数据，2021 年全球半导体清洗设备的市场规模为 27 亿美元，2024 年预计将增长至 31.93 亿美元。据 Research and Market 的 CMP 市场报告，2020 年全球 CMP 设备市场规模达 24 亿美元，预计 2027 年将增长至 37 亿美元，2020 至 2027 年的复合增长率为 5.9%。

图表 74：2019-2025 年全球热处理设备市场规模（亿美元）



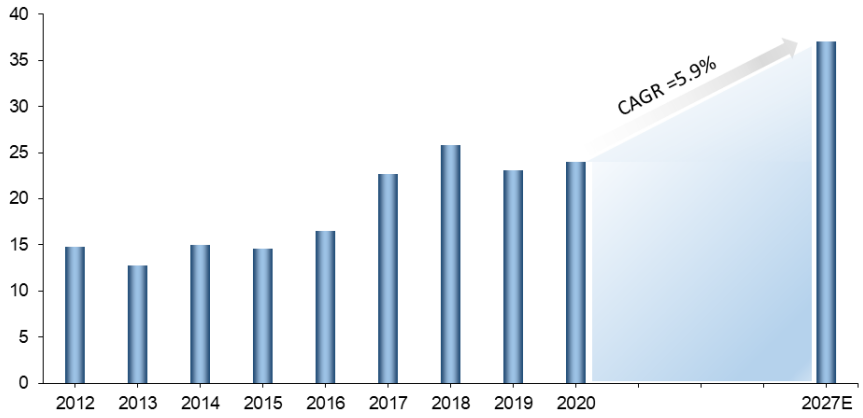
资料来源：Gartner，屹唐股份招股书，五矿证券研究所

图表 75：2018-2024 年全球半导体清洗设备市场规模（亿美元）



资料来源：Gartner，五矿证券研究所

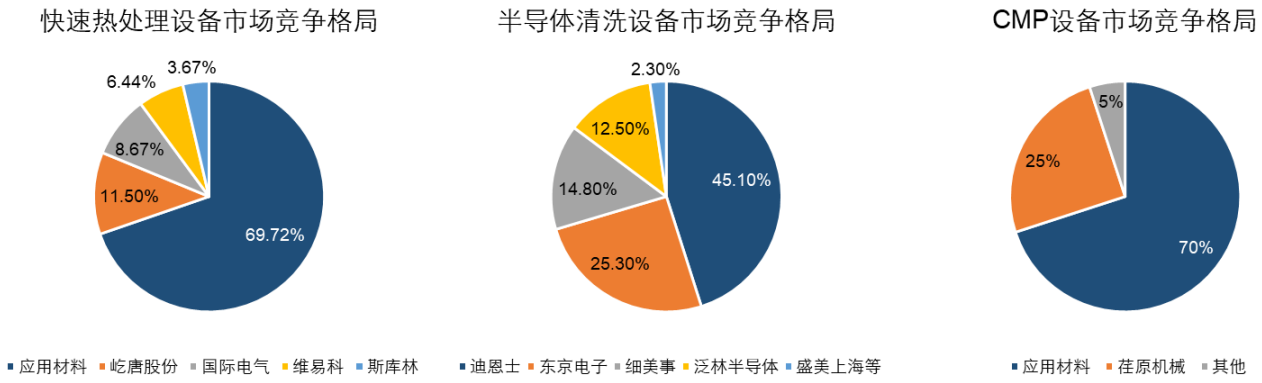
图表 76：2012-2027 年全球 CMP 设备市场规模（亿美元）



资料来源：SEMI，Research and Market，五矿证券研究所

全球快速热处理设备和 CMP 设备市场集中度高，应用材料分别占据两种设备市场 69.72%和 70%的市场份额。屹唐股份在全球快速热处理设备市场中的占有率为 11.50%。半导体清洗设备市场的行业龙头为迪恩士，市占率达 45.1%。盛美上海在全球半导体清洗设备市场的占有率小于 2.30%。

图表 77：全球快速热处理设备、半导体清洗设备和 CMP 设备市场格局



资料来源：Gartner，SEMI，屹唐股份招股书，前瞻产业研究院，五矿证券研究所

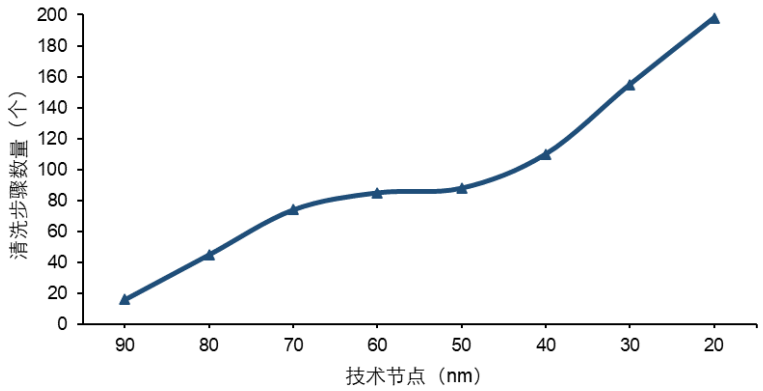
中国热处理设备技术研发进展方面，北方华创的部分热处理设备已可用于 28nm 及以上工艺的制造；屹唐股份的快速热处理设备可用于 90-5nm 逻辑芯片、1Y 到 2Xnm（约 14-29nm）系列 DRAM 和 32-128 层 3D NAND 制造中的若干关键步骤。

中国半导体清洗设备技术研发进展方面，盛美上海的前道刷洗设备正在进行 14nm 及以下工艺验证，多款清洗设备已实现 28nm 工艺验证并进入生产线量产阶段；至纯科技的单片清洗设备可覆盖 40-7nm 制程，槽式清洗设备已能覆盖至 28nm 制程，并已取得多家客户订单；芯源微已掌握前道单片式清洗机的核心技术，并已实现国产替代，已获得中芯国际、上海华力等前道客户订单。

CMP 设备技术研发方面，应用材料和荏原机械均已实现 5nm 及以下制程工艺；华海清科的 CMP 设备可用于 28nm 及以上制程生产，其 14nm 制程工艺仍在客户验证中。

随着芯片制程持续升级，清洗设备和 CMP 设备是保证芯片良率的关键。目前 3nm 制程工艺已部分量产。越小的芯片线宽或越多的芯片内部层数需要越多的加工步骤，且对于芯片的表面洁净度和平坦度要求越高，因此工艺步骤的增多带来了清洗步骤和抛光步骤的增加。

图表 78：清洗步骤随着制程节点缩小而增加

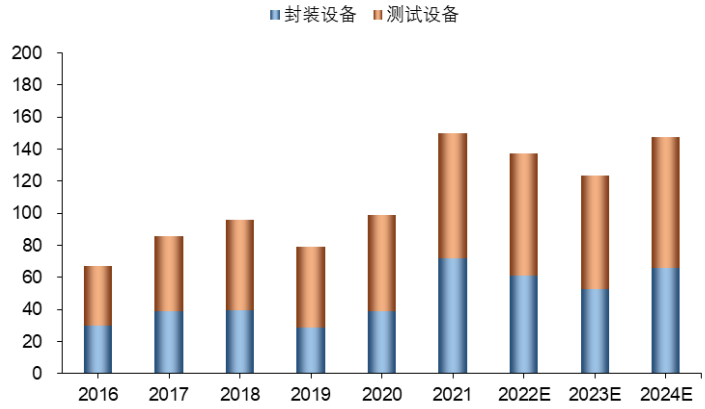


资料来源：盛美上海招股书，五矿证券研究所

2.3.8 后道封装测试设备：厂商集中海外，Chiplet 加速封装设备需求攀升

据 SEMI 数据，2021 年全球半导体封装和测试设备的规模分别为 71.7 亿美元和 78.3 亿美元，预计 2024 年全球半导体封装和测试设备的规模将分别达到 65.7 亿美元和 81.9 亿美元。

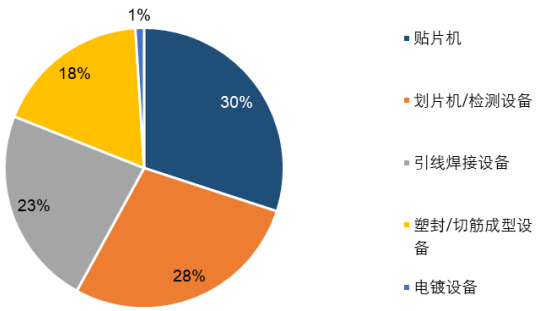
图表 79：2016-2023 年全球半导体封装、测试设备规模（亿美元）



资料来源：SEMI，五矿证券研究所

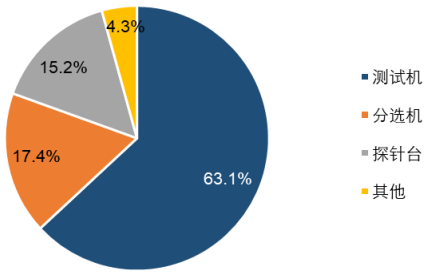
全球半导体封装设备市场主要以贴片机、划片机/检测设备、引线焊接设备和塑封/切筋成型设备为主；2018 年，贴片机占比 30%，划片机/检测设备占比 28%，引线焊接设备占比 23%，塑封/切筋成型设备占比 18%，电镀设备占比 1%。全球测试设备市场主要以测试机、分选机和探针台为主；2021 年，测试机占比 63.1%，分选机占比 17.4%，探针台占比 15.2%，其他设备占比 4.3%。

图表 80：2018 年全球各类半导体封装设备占比



资料来源：SEMI，VLSI，五矿证券研究所

图表 81：2021 年全球各类半导体后道测试设备占比



资料来源：SEMI，五矿证券研究所

封装设备的生产商主要集中在国外，中国只有少量企业覆盖。贴片机厂商有荷兰 Besi、新加坡 ASM Pacific、美国 K&S 等，中国厂商有艾科瑞思、大连佳峰等；划片机/检测设备和引线焊接设备厂商有 ASM Pacific、K&S 等，中国厂商有中电科 45 所等；塑封/切筋成型设备厂商有 Town、YAMADA、Besi、ASM Pacific 等，中国厂商有富士三佳等。

目前全球先进测试设备制造技术基本掌握在美国、日本等厂商手中。全球后道测试机厂商中，爱德万和泰瑞达占据全球垄断地位，合计占比超过 90%。中国测试机厂商有长川科技、华峰测控、联动科技等，其中华峰测控和长川科技分别占中国测试机市场份额的 6.1%和 2.4%。全球探针台厂商中，东京精密占和东京电子为全球龙头企业，占比分别为 46%和 27%，中国探针台厂商主要有中国台湾旺矽、惠特、深圳矽电、长川科技、中电科 45 所等。全球分选机厂商中，爱德万、科休和 Xcerra 合计市占率约 59%，中国企业主要有长川科技，其全球市占率达 2%。

Chiplet 工艺被寄予厚望，先进封装加速封装设备的需求与迭代。芯片制造逐渐步入后摩尔时代，Chiplet 工艺被市场认为是缓解先进制程产能压力和降低芯片成本的有效方法。同时，在当前中国芯片制程受限的情况下，Chiplet 工艺或将成为破局关键。Chiplet 是继 SoC 之后的又一先进集成方法，采用先进封装技术将不同制程的裸芯片互联从而集成为系统性芯片组。因此，在 Chiplet 工艺发展的催化下，全球封装设备有望需求加大和技术升级。

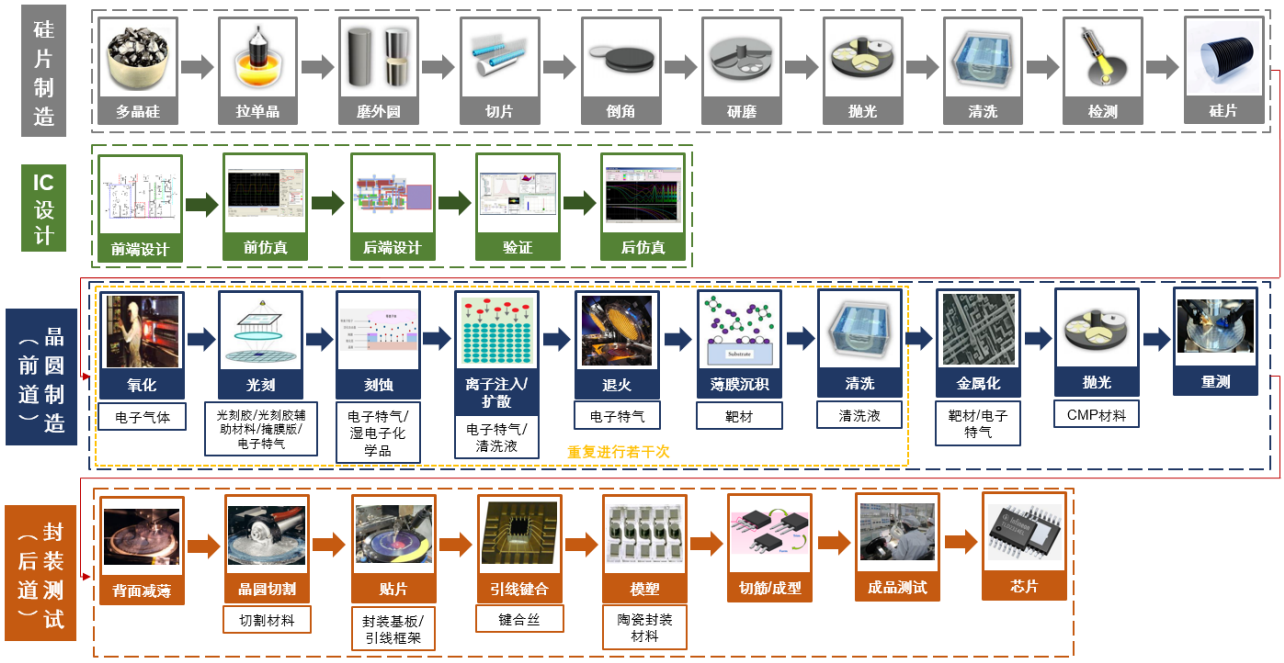
2.4 半导体材料：半导体制造核心上游支柱

2.4.1 材料种类丰富多样，工艺制造不可或缺

作为芯片制造上游重要支柱，半导体材料决定了芯片性能优劣，目前全球半导体材料依然由日本、美国、韩国、德国等厂商主导，整体国产化率不足 15%，未来国产替代空间大。我们认为，伴随着国产晶圆厂扩产，将加速国产半导体材料向本土晶圆厂/IDM 厂导入，半导体材料厂商有望深度受益。

半导体材料分为晶圆制造材料和封装材料。在半导体制作过程中，晶圆制造材料主要用于前道工艺，包括氧化、光刻、刻蚀、离子注入、退火、薄膜沉积、清洗、CMP 抛光等，封装材料主要用于后道工艺，包括晶圆切割、贴片、引线键合、模塑等。

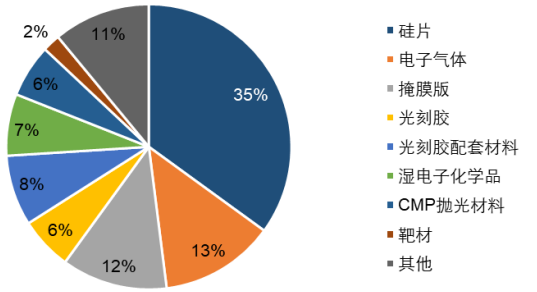
图表 82：IC 工艺流程及对应半导体材料



资料来源：前瞻产业研究院，中商产业研究院，五矿证券研究所

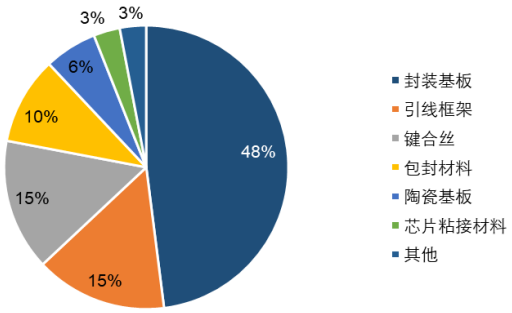
晶圆制造材料包括硅片、电子气体、掩膜版、光刻胶及配套材料、湿电子化学品、CMP 抛光材料以及靶材等，根据 SEMI 数据，硅片、电子气体、掩膜版占比最高，分别为 35%、13%、12%；封装材料则包括封装基板、引线框架、键合丝、包封材料、陶瓷基板、芯片粘接材料等，根据 SEMI 数据，封装基板、引线框架、键合丝占比最高，分别为 48%、15%、15%。

图表 83：2020 年全球晶圆制造材料细分产品结构



资料来源：SEMI，五矿证券研究所（注：硅片包括抛光片、外延片、SOI 片）

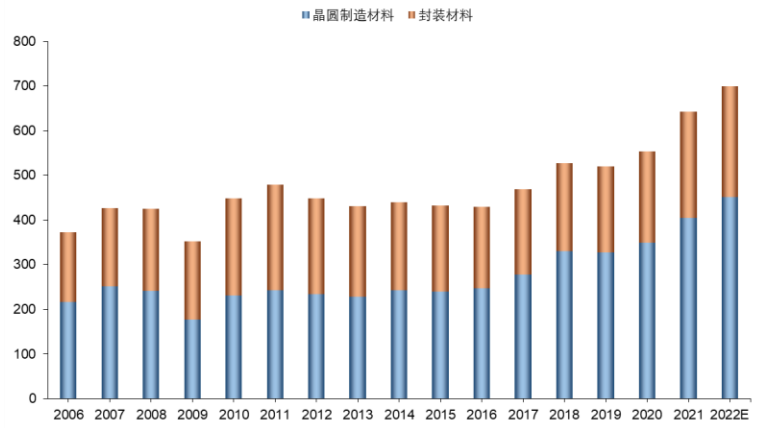
图表 84：2019 年全球封装材料细分产品结构



资料来源：SEMI，五矿证券研究所

回顾全球半导体材料发展历程，行业市场规模整体呈现稳步向上趋势，根据 SEMI 数据，2021 年为 643 亿美元，创历史新高，其中晶圆制造材料 404 亿美元，占比 62.8%，封装材料 239 亿美元，占比 37.2%；SEMI 预计 2022 年将达到 698 亿美元，其中晶圆制造材料 451 亿美元，封装材料 248 亿美元；2023 年将超过 700 亿美元。

图表 85：全球半导体材料市场规模（亿美元）



资料来源：SEMI，五矿证券研究所

各类半导体材料的作用不尽相同，硅片是晶圆制造基底材料，电子气体用于氧化、还原、除杂工艺，掩膜版是微电子制造过程中的图形转移工具或母版，光刻胶则是将掩膜版上的图形转移到硅片上的关键材料，封装基板用于保护、支撑、散热，连接芯片与 PCB，引线框架可以保护、支撑，连接芯片与 PCB，键合丝是芯片和引线框架、基板间连接线。

图表 86：半导体材料主要细分产品情况

材料类型	主要材料	主要用途
晶圆制造材料	硅片	晶圆制造基底材料
	电子气体	氧化、还原、除杂
	掩膜版	是微电子制造过程中的图形转移工具或母版，用于下游电子元器件行业批量复制生产
	光刻胶	将掩膜版上的图形转移到硅片上的关键材料
	湿电子化学品	微电子、光电子湿法工艺制程中使用的各种电子化工材料
	CMP 材料	通过化学反应与物理研磨实现大面积平坦化
	靶材	制备薄膜的元素级材料
封装材料	封装基板	保护、支撑、散热，连接芯片与 PCB
	引线框架	保护、支撑，连接芯片与 PCB
	键合丝	芯片和引线框架、基板间连接线
	陶瓷封装体	绝缘打包

资料来源：《集成电路产业全书》，五矿证券研究所

2.4.2 中高端依然由国外厂商主导，中国厂商积极研发布局

半导体重点材料领域，中国大陆目前已经基本实现了布局或量产，整体自主化率 10-15%，其中晶圆制造材料自主化率<15%，封装材料自主化率<30%。具体产品来看，自主化率较高的产品中，电子气体 30%、光刻胶配套材料<25%、（通用）湿电子化学品 23%、引线框架 40%，自主化率较低的产品中，掩膜版 1%，KrF/ArF/EUV 光刻胶 1%/1%/0%，硅片（含 SOI 硅片）5-10%，封装基板 5%，国产替代需求迫切。

从工艺制程技术水平看，中国大陆厂商整体仍然以中低端产品为主，高端材料依然被海外厂商主导，并且在产能及市场规模方面与海外厂商也有较大差距。比如晶圆制造材料方面，12

英寸 SOI 片还未实现量产，ArF/EUV 光刻胶仍然高度依赖进口，独立第三方掩膜版主要集中在 100nm 节点以上的晶圆制造用掩膜版以及 IC 封装/IC 器件掩膜版；封装材料方面，ABF 载板还未能量产，芯片粘接材料 DAF 和 CADF 基本依赖进口。

但是在国家政策引导，产业资本助力，产业链厂商自研，下游晶圆厂/IDM 厂认证和导入加快背景下，部分产品已经取得突破，比如目前部分高端产品如 ArF 光刻胶已经通过一些企业认证，而在硅片、电子气体、氢氟酸、靶材中的部分高端产品已经取得突破并打入 ASML、台积电、三星、格芯、联电、中芯国际、意法半导体、SK 海力士、德州仪器、英飞凌等行业龙头公司供应链。

图表 87：全球半导体材料市场规模/主要厂商/自主化率

材料		市场规模(约)(亿美元)	分别在对应工艺环节中市占率（约）	中国大陆以外主要厂商（市占率）	中国大陆主要厂商（市占率）	中国大陆自主化率（约）
晶圆制造材料	硅片（含 SOI 硅片）	139.9	35%	信越化学（27.5%）、胜高（21.5%）、环球晶（14.8%）、世创（11.5%）、SK Siltron（11.3%）、Soitec（5.7%）	沪硅产业（2.2%）、TCL 中环、立昂微、中欣晶圆、奕斯伟	5-10%
	电子特气	62.5	15%	林德（28%）、液化空气（25%）、大阳日酸（13%）、空气化工（11%）	华特气体、金宏气体、昊华科技、绿菱气体、派瑞特气、和远气体、雅克科技、南大光电、久策气体	30%
	掩膜版	46.5	12%	自行配套工厂：英特尔、三星、台积电； 独立第三方：Toppan（31.4%）、Photronics（28.6%）、DNP（22.9%）、中国台湾光罩（5.7%）、HOYA（5.7%）	自行配套工厂：中芯国际、华润微（迪思微）； 独立第三方：路维光电、清溢光电、中微掩模	<1%
	光刻胶 g/i 线	2.9	5%	东京应化（25.2%）、杜邦（19.1%）、住友化学（15.7%）、富士胶片	晶瑞电材（苏州瑞红）、彤程新材（北京科华）	10%
	光刻胶 KrF	6.9		东京应化（31.4%）、信越化学（21.9%）、合成橡胶（20.9%）、杜邦（10.9%）、富士胶片	彤程新材（北京科华）、上海新阳、晶瑞电材（苏州瑞红）、华懋科技（徐州博康）	1%
	光刻胶 ArF	9.6		合成橡胶（24.9%）、信越化学（21.8%）、住友化学（16.8%）、东京应化（15.8%）、富士胶片	南大光电、晶瑞电材（苏州瑞红）、彤程新材（北京科华）、上海新阳、华懋科技（徐州博康）	1%
	光刻胶 EUV	0.5		东京应化（51.8%）、合成橡胶、信越化学	-	0%
	光刻胶 小计	19.9		东京应化（23%）、合成橡胶（21%）、杜邦（16%）、住友化学（15%）、信越化学（10%）、富士胶片（8%）	彤程新材（北京科华）、南大光电、晶瑞电材（苏州瑞红）、上海新阳、华懋科技（徐州博康）	<5%
	光刻胶配套材料	32.3	8%	Versum、Entegris	安集科技、上海新阳	<25%
	（通用）湿电子化学品	25.9	6%	巴斯夫、默克、汉高、杜邦、亚什兰、霍尼韦尔、ATMI、空气化工、英特格、关东化学、三菱化学、住友化学、信越化学、Stella、东友精细化工、东进世美肯、Soul-brain、东应化、联仕、三福化工	江化微、晶瑞电材、上海新阳、安集科技、格林达、飞凯材料、新宙邦、中巨芯、兴福电子、润玛股份	23%
	CMP 抛光材料 抛光垫	11.5	9%	杜邦（79%）、卡博特（5%）、Thomas West（4%）、Fojibo（2%）、合成橡胶（1%）	鼎龙股份	<5%
	CMP 抛光材料 抛光液	18.9		卡博特（33%）、日立（13%）、Fujimi（10%）、Versum（9%）	安集科技（2%）、鼎龙股份	<20%

	其他	4.4		3M、中砂	鼎龙股份、鼎龙汇达	-
	小计	34.8		-	-	<15%
靶材		10.5	3%	日矿金属（30%）、霍尼韦尔（20%）、东曹（20%）、普莱克斯（10%）、世泰科	江丰电子（中国 3%）、有研新材（有研亿金）	<10%
其他		31.7	8%	-	-	-
小计		404	100%	-	-	<15%
封装基板	ABF 载板	-	59%	欣兴电子（24%）、南亚电路（20%）、景硕科技（5%）、揖斐电（20%）、新光电气（11%）、奥特斯（11%）、三星电机（9%）	兴森科技、深南电路、珠海越亚、奥特斯（重庆）	5%
	小计	142.0		欣兴电子（15%）、南亚电路（9%）、景硕科技（9%）、日月光材料（4%）、揖斐电（11%）、新光电气（8%）、京瓷（5%）、三星电机（10%）、信泰电子（7%）、大德电子（5%）	兴森科技、深南电路、珠海越亚、奥特斯（重庆）	
引线框架		28.0	12%	三井高（12%）、长华科技（11%）、新光电气（9%）、HDS（8%）、顺德工业（7%）、ASM（7%）、界霖科技（4%）、Enomoto（3%）、Possehl（3%）	康强电子（4%）、华洋科技、新恒汇、立德半导体、芯恒创半导体、华龙电子、永红科技、丰江微电子、华晶利达、晶恒精密、金湾电子、三鑫电子、东田电子	40%
键合丝		28.0	12%	贺利氏（21%）、MKE（20%）、日铁（13%）、田中（10%）	一诺电子（11%）、万生合金（6%）、达博有色（5%）、铭沣科技（2%）、康强电子	-
陶瓷基板		11.2	5%	京瓷+村田+西铁城（50%）	富乐华	-
芯片粘接材料	DAP	-	2%	汉高（65.3%）、京瓷（10%）、日立化成（6.1%）、住友化学（3.2%）、信越化学（3.3%）	永固科技（8.1%）、德邦科技（1.2%）、本诺电子	-
	DAF	-		非存储器：汉高（61%）、日立化成（29.9%）、日东电工（8.2%）； 存储器：日东电工（91.4%）、日立化成（8%）、汉高（0.6%）	-	-
	CDAF	-		汉高（100%）	-	-
	小计	5.6		-	-	-
包封材料		18.7	8%	住友电木（40%）、日立化成	凯华材料、飞凯材料、华海诚科、北京科化、衡所华威、长春封塑料、盛远达	-
其他		5.6	2%	-	-	-
小计		239	100%	-	-	<30%
总体		643	100%	-	-	10-15%

资料来源：SEMI，TECHCET，Institut Montaigne，Cabot Microelectronics，Prismark，WaferChem，CEPEM，中国电子材料行业协会，中商产业研究院，新材料在线，五矿证券研究所测算

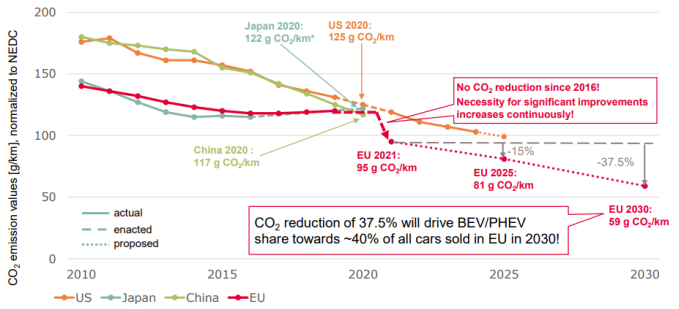
3. 汽车电动化：电动化推动 IGBT 和 SiC 充分受益

3.1 全球电动车渗透率持续提升

汽车工业发展到今日，电动化和智能化已经成为大趋势，全球主要国家/地区也陆续公布了 CO_2 排放量及规划，整体计划是逐步降低。根据 ICCT 数据，美国计划 2020-2026 年从 125g/km 降至 108g/km，2050 年碳中和；日本计划 2020-2026 年从 122g/km 降至 73.5g/km，2050 年碳中和；中国计划 2020-2026 年从 117g/km 降至 93.4g/km，2060 年碳中和；欧盟计划 2021-2026 年从 95g/km 降至 81g/km，2030 年降至 59g/km，2050 年碳中和。

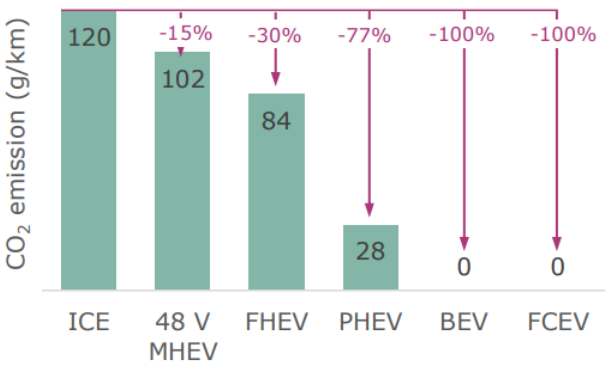
在资源与环境双重压力下，在政策和技术进步的驱动下，新能源汽车已成为未来汽车工业发展的方向，传统动力系统将会逐渐被驱动电机、动力电池与控制器所取代。汽车电动化已是大势所趋。根据 ICCT 数据，ICE 排放量 120 g/km；48V 轻混（MHEV）为 102g/km；全混（FHEV）为 84g/km；插混（PHEV）为 28g/km；纯电动（BEV）与燃料电池（FCEV）均能实现 CO_2 零排放。

图表 88：全球主要国家/地区 CO_2 排放量及规划



资料来源：ICCT，五矿证券研究所

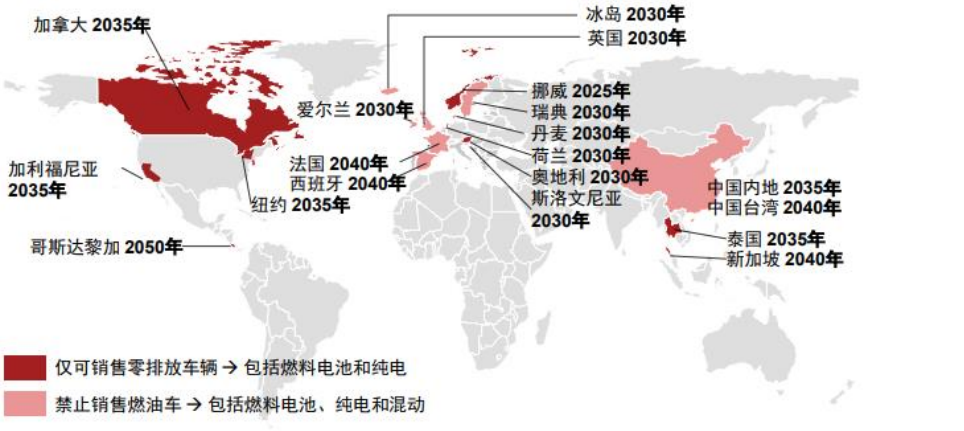
图表 89：燃油车与电动车 CO_2 排放量



资料来源：ICCT，五矿证券研究所

伴随着全球 CO_2 排放量逐步减少，电动车普及计划也相继出炉，根据 PwC 数据，全球主要国家/地区中，大部分将在 2030-2040 年间，通过仅可销售零排放车辆或者禁止销售燃油车等方式，来实现 CO_2 减排。

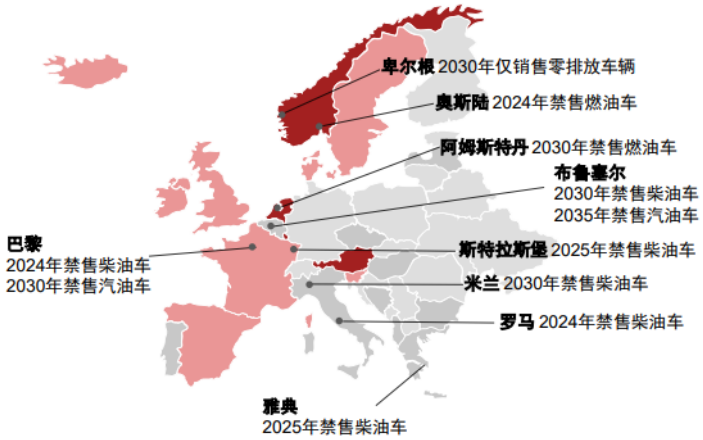
图表 90：全球燃油车禁售和新车零排放时间表



资料来源：PwC，五矿证券研究所

而另一方面，包括巴黎、雅典、罗马、阿姆斯特丹、奥斯陆等欧洲主要城市中，也提出了禁售燃油车/柴油车的计划，普遍将在 2024-2030 年实施禁售。

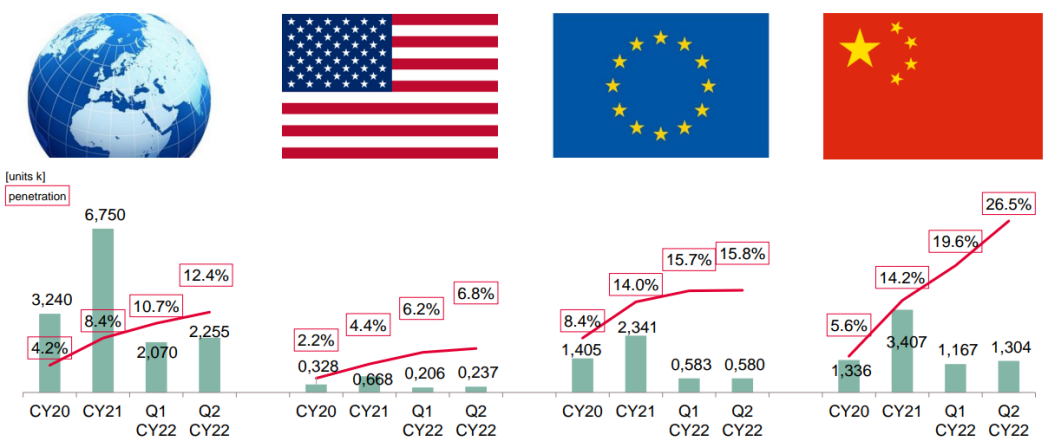
图表 91：欧洲城市燃油车/柴油车禁售时间表



资料来源：PwC，五矿证券研究所

汽车电动化已成为全球汽车产业大趋势，根据 IHS Markit 数据，全球主要国家/地区电动车（PHEV+BEV）渗透率持续稳步提升，截止 2022Q2，全球渗透率为 12.4%，美国渗透率为 6.8%，欧盟渗透率为 15.8%，中国渗透率为 26.5%，中国已大幅超越美国和欧洲电动车渗透率水平，汽车产业电动化升级领先全球。

图表 92：2020-2022Q2 全球主要国家/地区电动车渗透率

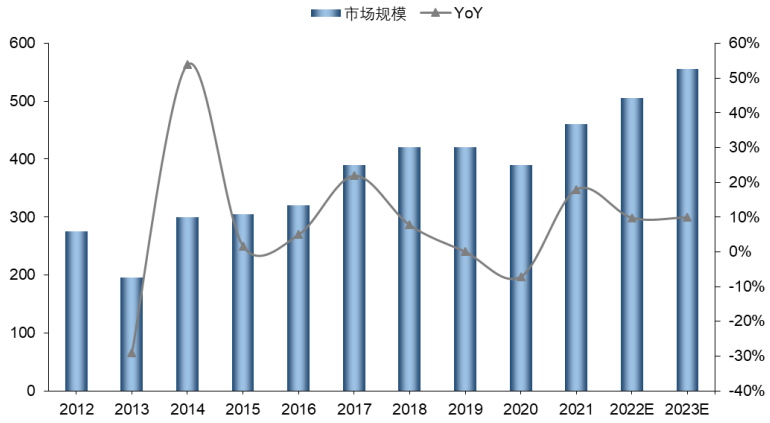


资料来源：IHS Markit，五矿证券研究所

3.2 IGBT 最为受益

受益于汽车行业发展全球汽车半导体市场规模整体保持增长。根据 Gartner 和 Statista 数据，2021 年为 460 亿美元，随着近年来电动车出货量及渗透率快速提升，预计到 2022 年和 2023 年，全球汽车半导体市场规模将分别达到 505 和 555 亿美元。

图表 93：全球汽车半导体市场规模（亿美元）

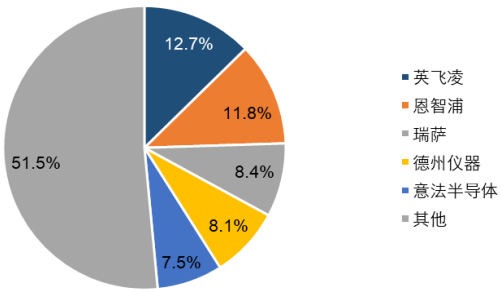


资料来源：Gartner，Statista，盖世汽车研究院，五矿证券研究所

全球汽车半导体厂商主要分布在欧洲、美国和日本。根据 Strategy Analytics 数据，2021 年全球汽车半导体市场规模 467 亿美元，同比+31.5%，其中英飞凌、恩智浦、瑞萨、德州仪器、意法半导体排名前 5，市占率分别为 12.7%、11.8%、8.4%、8.1%、7.5%。

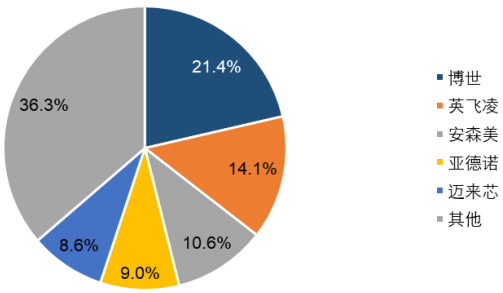
汽车传感器方面，博世、英飞凌、安森美、亚德诺、迈来芯排名前 5，市占率分别为 21.4%、14.1%、10.6%、9.0%、8.6%。微控制器（MCU）方面，瑞萨、恩智浦、英飞凌、德州仪器、微芯分列前 5 名，市占率分别为 28.8%、24.9%、21.9%、7.5%、7.4%。功率半导体方面，英飞凌、意法半导体、德州仪器、安森美、罗姆排名前 5，市占率分别为 31.7%、16.2%、10.8%、8.0%、6.0%。

图表 94：2021 年汽车半导体 Top 5 厂商市占率



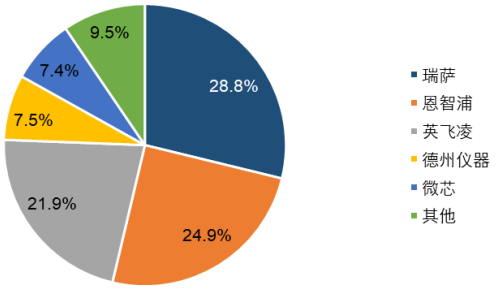
资料来源：Strategy Analytics，五矿证券研究所

图表 95：2021 年汽车传感器 Top 5 厂商市占率



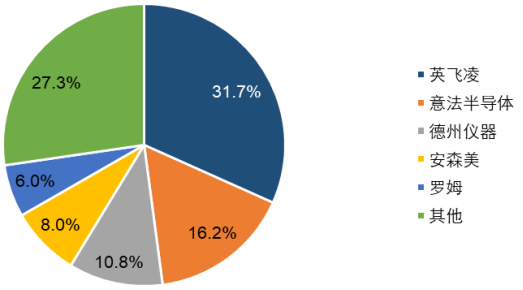
资料来源：Strategy Analytics，五矿证券研究所

图表 96：2021 年汽车 MCU Top 5 厂商市占率



资料来源：Strategy Analytics，五矿证券研究所

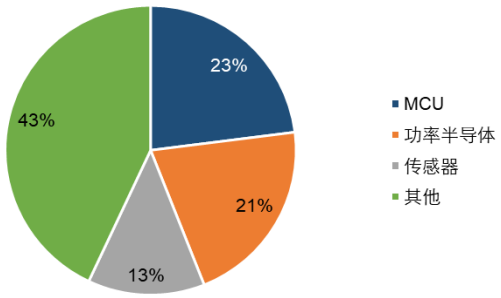
图表 97：2021 年汽车功率半导体 Top 5 厂商市占率



资料来源：Strategy Analytics，五矿证券研究所

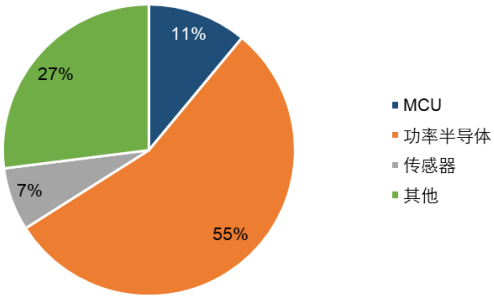
电动车渗透率逐步提升过程中，汽车电动化程度也将持续提升，相关供应链也有望充分受益。在各类汽车半导体产品中，功率半导体受益最大。根据 Strategy Analytics 数据，在传统燃油车中，MCU 价值占比最高，达到 23%；其次为功率半导体，达到 21%；传感器排名第三，占比为 13%。而在纯电动车型中，功率半导体使用量大幅提升，占比最高，达到 55%，其次为 MCU，达到 11%；传感器占比为 7%。

图表 98：传统燃油汽车各类芯片占比



资料来源：Strategy Analytics，五矿证券研究所

图表 99：纯电动汽车各类芯片占比



资料来源：Strategy Analytics，五矿证券研究所

根据 Infineon 和 Strategy Analytics 数据，传统燃油车半导体价值量为 417 美元/辆，其中 MCU 价值量为 96 美元/辆，功率半导体价值量为 88 美元/辆，传感器价值量为 54 美元/辆。48V 轻混半导体价值量为 572 美元。纯电动车半导体价值量为 834 美元/辆，其中 MCU 价值量为 92 美元/辆，功率半导体价值量为 459 美元/辆，传感器价值量为 58 美元/辆。因此，在从燃油车向纯电动车升级过程中，半导体价值量提升幅度明显，整车半导体价值量增长 100%，功率半导体价值量提升幅度最大，增幅高达 421.6%。

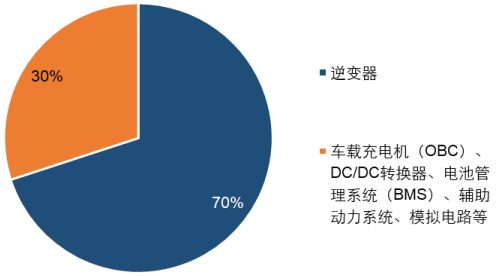
功率半导体在电动车中主要用于逆变器、车载充电机（OBC）、DC/DC 转换器、电池管理系统（BMS）等，根据 Infineon 数据，逆变器用量最大，占比 70%；车载充电机（OBC）、DC/DC 转换器、电池管理系统（BMS）等合计占比 30%。

图表 100：2020 年电动车半导体价值量（美元/辆）



资料来源：Infineon，五矿证券研究所

图表 101：功率半导体在电动车中应用占比

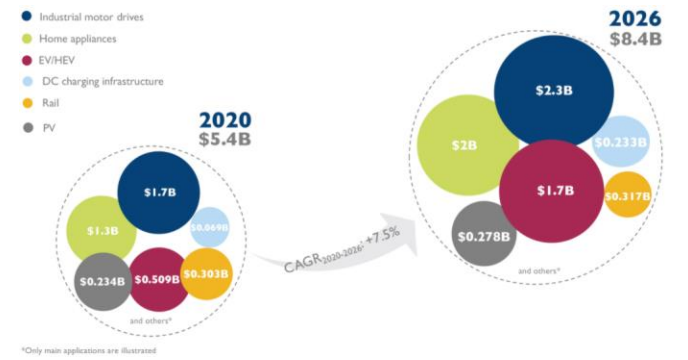


资料来源：Infineon，五矿证券研究所

在电动车中，逆变器通过将直流电转变为交流电，从而驱动交流电机工作，进而驱动汽车行驶，因此，逆变器直接关系到驱动电机能否可靠和高效的运行。IGBT 作为逆变器的核心器件，将深度受益汽车电动化发展浪潮。

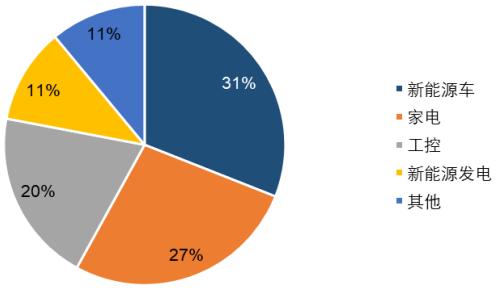
根据 Yole 数据，全球 IGBT 市场规模，2020 年为 54 亿美元，2026 年将增长到 84 亿美元，CAGR 为 7.5%。各下游应用中，全球市场前三大下游应用中，工控占比 31.5%，家电占比 24%，新能源车占比 9.4%；中国市场前三大下游应用中，新能源车占比 31%，家电占比 27%，工控占比 20%。

图表 102：全球 IGBT 市场规模及各下游应用规模（十亿美元）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

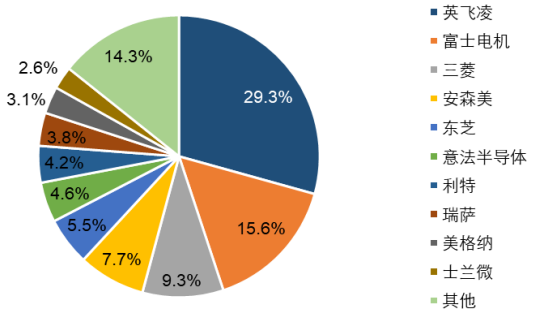
图表 103：中国 IGBT 下游应用占比



资料来源：华经情报网，五矿证券研究所

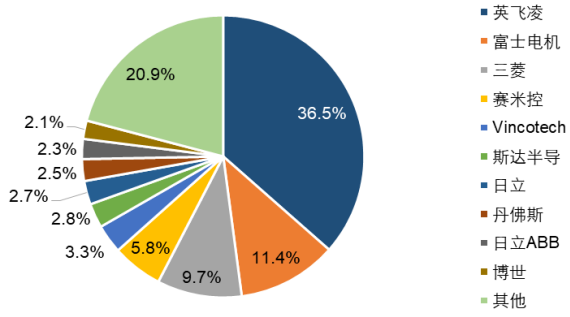
根据 Omdia 数据，2020 年全球 IGBT 分立器件市场规模为 15.9 亿美元，全球各厂商排名中，英飞凌占比 29.3%，排名第 1；富士电机占比 15.6%，排名第 2；三菱占比 9.3%，排名第 3；中国厂商士兰微占比 2.6%，排名第 10。2020 年全球 IGBT 模组市场规模为 36.3 亿美元，英飞凌占比 36.5%，排名第 1；富士电机占比 11.4%，排名第 2；三菱占比 9.7%，排名第 3；中国厂商斯达半导占比 2.8%，排名第 6，是唯一进入前 10 的中国厂商。

图表 104：2020 年 IGBT 分立器件厂商市占率



资料来源：Omdia，五矿证券研究所

图表 105：2020 年 IGBT 模组厂商市占率



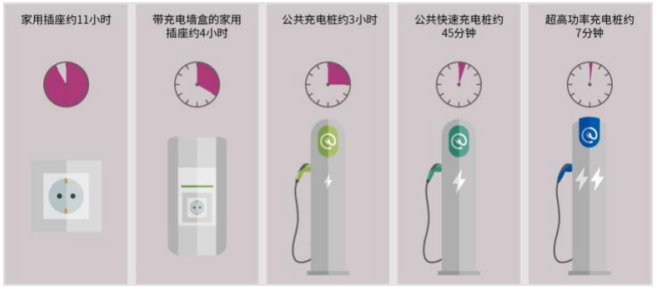
资料来源：Omdia，五矿证券研究所

3.3 动力电池向 800V 升级，SiC 有望大放异彩

如今电动车续航里程已经能和燃油车媲美，甚至有的已经超过燃油车里程，但是充电一直是瓶颈，往往充电时间要远高于燃油车加油时间，所以提高充电时间就成为了必须要解决的问题，也是影响电动车渗透率进一步提升的关键。目前的解决方法是采用大功率快充来缩短充电时间，而对于电动车来说，就需要更高电压来匹配大功率快充，因此，电动车电压平台将从 400V 向 800V 及以上升级。

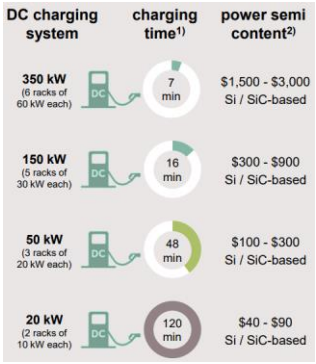
根据英飞凌数据，对于直流充电桩，20kW 充电桩充满电需要 120min，150kW 需要 16min，而 350kW 仅需要 7min，因此 800V 高压平台+超级充电桩已成为趋势，而在 800V 及以上高压情况下，Si 基材料由于其材料的局限性，SiC 等第三代半导体将有望大放异彩。

图表 106：从家用插座到超高功率充电桩



资料来源：Infineon，五矿证券研究所

图表 107：不同功率直流充电桩充电时间对比（充到 200km 的时间）



资料来源：Infineon，五矿证券研究所

对比 Si 与 SiC，最核心的指标包括击穿场强、饱和电子漂移速率、热导率。击穿场强决定了耐压性，SiC 击穿场强最高，更适合高压场景，如果在相同电压情况下，SiC 器件厚度更薄，尺寸更小，重量更轻，导通电阻更低，能量损失更小；热导率决定了散热性，SiC 的热导率最高，因此散热片等冷却部件体积可以做到更小。

图表 108：Si、SiC、GaN 性能参数对比

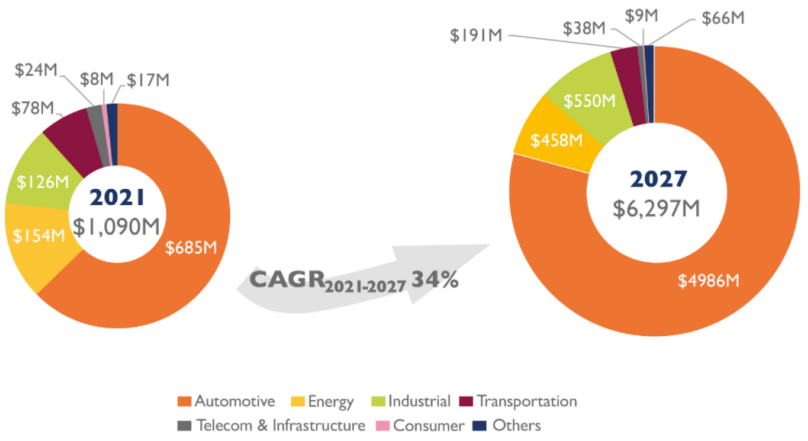
指标参数	Si	SiC	GaN
禁带宽度（eV）	1.12	3.26	3.4
相对介电常数	11.9	9.7	9.5
击穿场强（10^6V/cm）	0.3	3.5	3.3
饱和电子漂移速率（10^7cm/s）	1.0	2.0	2.5
电子迁移率（cm^2/Vs）	1350	1000	900
热导率（W/cmK）	1.5	4.0	1.3

资料来源：《宽禁带半导体高频及微波功率器件与电路》，ROHM，天岳先进招股书，五矿证券研究所（注：表中所列 SiC 数值为目前主流的 SiC 晶型 4H-SiC 的参数）

SiC 在电动车中主要用在逆变器中，此外还有车载充电机（OBC）、DC/DC 转换器等，绝大部分将用于逆变器，SiC 在上述零组件中的应用将越来越多。目前包括特斯拉 Model 3、比亚迪汉以及蔚来 ET7 等车型都已经采用了 SiC 器件，未来有望会有更多车型采用 SiC 器件，带动 SiC 器件市场规模持续提升。

根据 Yole 数据，2021-2027 年，全球 SiC 功率器件市场规模将由 10.9 亿美元增长到 62.97 亿美元，CAGR 为 34%；其中电动车用 SiC 市场规模将由 6.85 亿美元增长到 49.86 亿美元，CAGR 为 39.2%，电动车（逆变器+OBC+DC/DC 转换器）是 SiC 最大的下游应用，占比由 62.8%增长到 79.2%，市场份额持续提升。

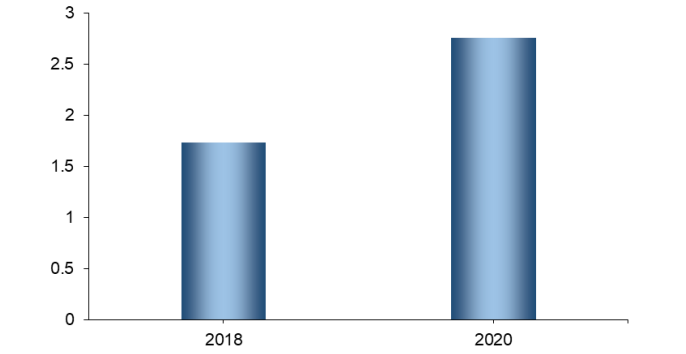
图表 109：2021-2027 年全球 SiC 功率器件及下游应用市场规模（百万美元）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

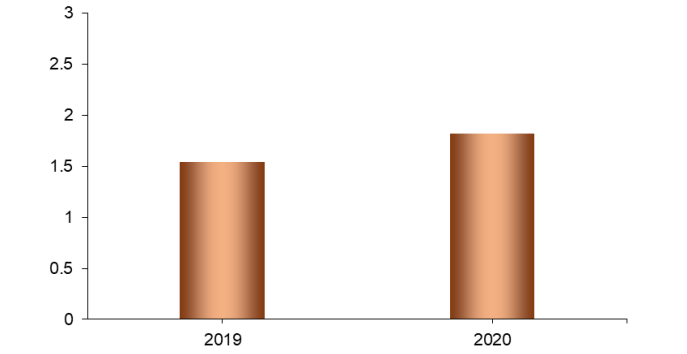
SiC 衬底方面，根据 Yole 数据，全球导电型 SiC 衬底市场规模由 2018 年的 1.73 亿美元增长至 2020 年的 2.76 亿美元，CAGR 为 26.36%；全球半绝缘型 SiC 衬底市场规模由 2019 年的 1.54 亿美元增长至 2020 年的 1.82 亿美元，同比增长 18.2%。

图表 110：2018-2020 年全球导电型 SiC 衬底市场规模（亿美元）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

图表 111：2019-2020 年全球半绝缘型 SiC 衬底市场规模（亿美元）

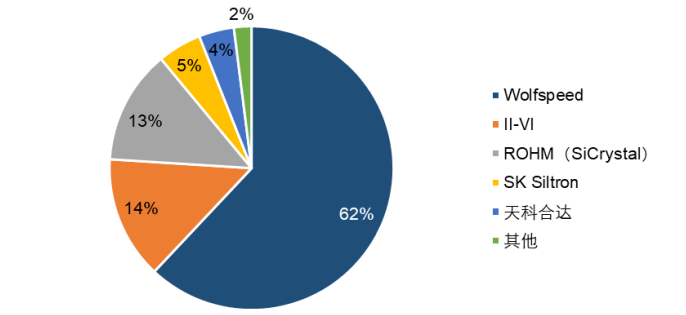


资料来源：Yole，五矿证券研究所

根据 Wolfspeed 数据，全球 SiC 衬底厂商中，Wolfspeed 占比 62%，排名第 1；II-VI 占比 14%，排名第 2；ROHM（SiCrystal）占比 13%，排名第 3；中国厂商天科合达占比 4%，排名第 5。CR3 占比达到 89%，市场集中度高。

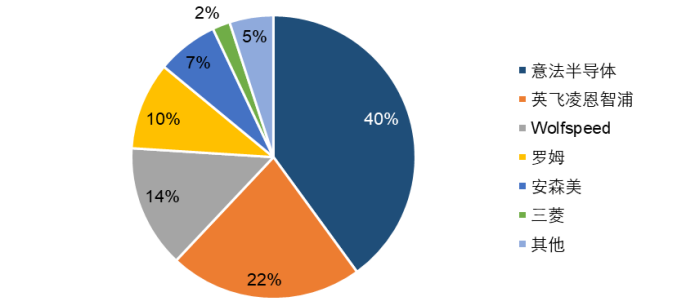
根据 Yole 数据，2021 年全球 SiC 器件厂商中，意法半导体占比 40%，排名第 1；英飞凌占比 22%，排名第 2；Wolfspeed 占比 14%，排名第 3；罗姆、安森美和三菱分列 4-6 名，占比分别为 10%、7%和 2%。

图表 112：全球 SiC 衬底厂商市占率



资料来源：Wolfspeed，Yole，五矿证券研究所

图表 113：2021 年全球 SiC 器件厂商市占率



资料来源：Yole，Infineon，五矿证券研究所

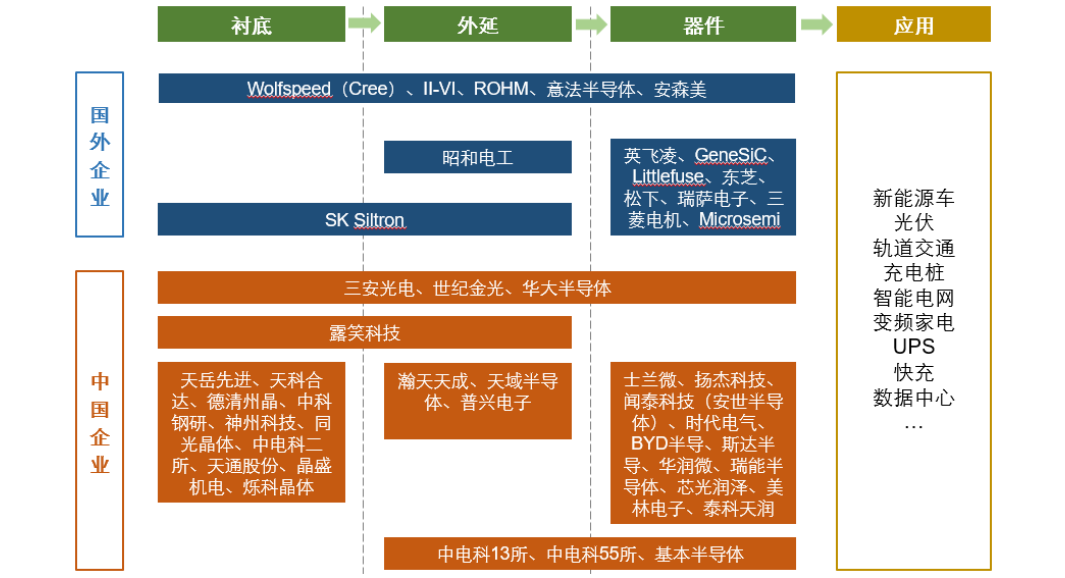
总体而言，我们认为未来几年，在汽车电动化浪潮下，IGBT 仍然是逆变器主流器件，随着 SiC 成本进一步下降，电动车电池电压增加，SiC 逆变器渗透率将逐步提升，相关产业链厂商有望进一步受益。

国外厂商中，Wolfspeed 公司的 SiC 晶片供应量位居世界第一，能够批量供应 4 英寸至 6 英寸导电型和半绝缘型 SiC 晶片，且已成功研发并投建 8 英寸产品生产线；II-VI 公司的 SiC 晶片供应量位居世界第二，能够提供 4 至 6 英寸导电型和半绝缘型晶片，并已成功研制 8 英寸导电型 SiC 晶片；德国 SiCrystal（2009 年被日本罗姆收购）生产的 SiC 衬底主要用于罗姆公司生产各种 SiC 器件，主要生产 4-6 英寸导电 SiC 衬底。

中国厂商中，天岳先进主要产品是 4 英寸半绝缘型碳化硅衬底，6 英寸半绝缘型和 6 英寸导电型衬底已形成小批量销售，是全球第三大半绝缘型衬底供应商，在导电型 SiC 衬底领域，公司 6 英寸产品已送样至多家国内外知名客户，并于 2019 年中标国家电网的采购计划；天科合达能批量供应 2-6 英寸各种类型的 SiC 衬底。三安光电、世纪金光等能实现衬底、外延

到器件全流程，露笑科技主攻衬底和外延片，天域半导体等可生产外延片，士兰微、扬杰科技等主要生产 SiC 器件。

图表 114：SiC 产业链主要厂商



资料来源：天科合达招股书，各公司官网，各公司公告，五矿证券研究所

4. 汽车智能化：传感器是智能化快速发展的关键一环

4.1 L0 向 L5 逐步升级，高等级自动驾驶渗透率将持续提升

伴随着汽车工业电动化发展，汽车智能化重要性也日益凸显。汽车电动化改变了汽车动力模式，而智能化则将汽车从传统的交通工具升级成为了智能终端，相比于智能手机等其他类型的智能终端，汽车由于体积大，单个产品对智能化零部件的需求量更大，种类也更多，此外，由于关系到驾驶员及乘客的人身安全，对零部件的可靠性要求也更高。

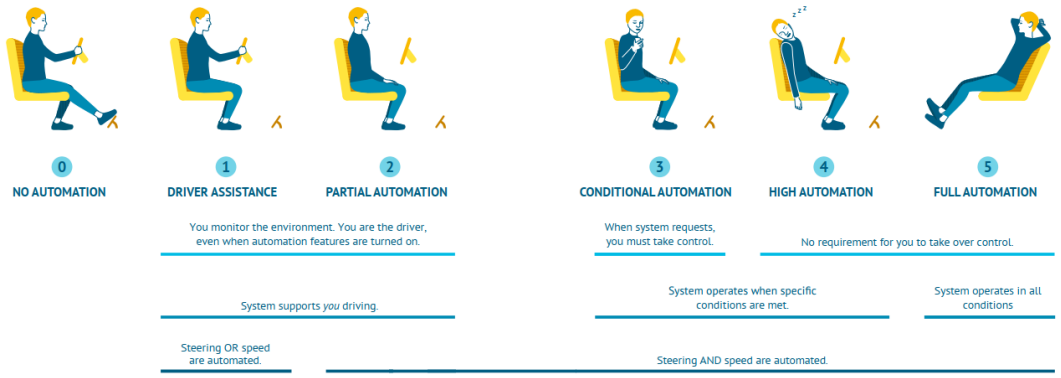
在汽车智能化趋势下，汽车自动驾驶功能也将逐步提升，在自动驾驶等级划分上，SAE（国际汽车工程师学会）将自动驾驶技术分为 L0-L5，共 6 个等级，NHTSA（美国国家公路交通安全管理局）将自动驾驶分为 L0-L4 共 5 个等级。目前部分车企已经推出了具有 L2 功能的车型，L1 和 L2 仍然需要驾驶员驾驶，属于 ADAS（高级辅助驾驶系统）范畴。而 L3 将是一个分水岭，从 L3 开始，汽车才真正进入到自动驾驶范畴，L3 指在特定场景下，系统可以实现对车辆的完全接管，当系统失效时，驾驶员取得驾驶权。

图表 115：自动驾驶概念及定义

NHTSA	SAE	定义	动态驾驶任务（DDT）		动态驾驶任务支援（DDT Fallback）	设计适用范围（ODD）	典型应用
			横/纵向运动控制	物体和时间的探测响应			
L0	L0	系统辅助增强驾驶员环境感知能力，驾驶员执行全部驾驶任务	驾驶员	驾驶员	驾驶员	无	碰撞预警（FCW）、车道偏离预警（LDW）、行人预警（PCW）、盲点监测（BSM）
L1	L1	在适合的设计范围内，系统可执行车辆运动控制中的某一子任务（不可同时执行），驾驶员执行其他的动态驾驶任务	驾驶员和系统	驾驶员	驾驶员	特定场景	巡航控制（ACC）、自动制动（AEB）、车道保持（LKA）、智能车速控制（ISA）
L2	L2	在适合的设计范围内，系统可持续执行车辆运动控制任务（涉及到多个 ECU 配合），驾驶员负责执行 OEDR 任务并监督自动驾驶系统	系统	驾驶员	驾驶员	特定场景	车道居中辅助（LCC）、自动变道（ALC）
L3	L3	在适合的设计范围内，系统可持续执行完整的动态驾驶任务，用户在系统失效时接受系统的干预请求，及时作出响应	系统	系统	驾驶员在系统失效时取得驾驶权	特定场景	交通堵塞辅助（TJP）、高速公路辅助（HWP）、自动泊车
L4	L4	在适合的设计范围内，系统可以自动执行完整的动态驾驶任务和动态驾驶任务支援，用户无需对系统请求做出回应	系统	系统	系统	特定场景	Robotaxi、无人物流车、无人巴士等
	L5	系统能在所有道路环境执行完整的动态驾驶任务和动态驾驶任务支援，驾驶员无需介入	系统	系统	系统	全部场景	

资料来源：SAE，NHTSA，艾瑞，五矿证券研究所

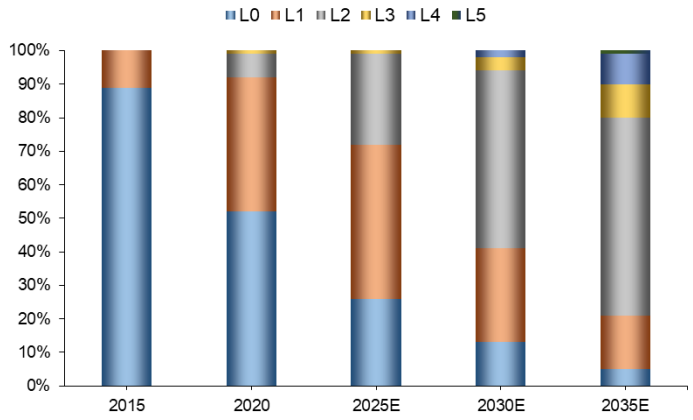
图表 116：自动驾驶等级划分



资料来源：Nexperia，五矿证券研究所

未来自动驾驶渗透率有望持续提升，并且高级别自动驾驶占比将逐步增大。根据 Strategy Analytics 数据，全球自动驾驶汽车渗透率方面，预计到 2025 年，L2 渗透率将达到 27%，L3 渗透率将达到 1%；2035 年，L2 渗透率将达到 59%，L3 渗透率将达到 10%，L4 渗透率将达到 9%，L5 渗透率将达到 1%。

图表 117：2015-2035 年全球自动驾驶汽车渗透率



资料来源：Strategy Analytics，五矿证券研究所

4.2 多传感器融合取长补短，数量及质量将持续增加

为了实现自动驾驶功能，其中感知层的作用非常重要，用于收集周围环境，如车辆、行人、交通标识等信息，以便决策层做出最准确、最合理的判断，实现安全驾驶。感知层主要包括摄像头、超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达等几类常用自动驾驶传感器，根据工作原理不同，性能方面各有优劣。

摄像头技术成熟、造价低，也是唯一能识别颜色和标识的传感器，但是受光照、天气影响大，机器学习数据库训练样本大、周期长；超声波雷达受天气干扰小，但是测量精度差，距离短；毫米波雷达不受天气影响，穿透烟雾、雨雪、灰尘能力强，探测距离远，但无法识别物体颜色，视场角较小，对金属表面非常敏感，在隧道里效果不佳；激光雷达能够很好的探测障碍物的距离、大小、表面形状，算法简单，但是在雨雪云雾天气下衰减严重，技术门槛和成本较高。从频谱角度讲，主动传感器从超声波雷达到毫米波雷达，再到激光雷达，工作频率越来越高，波长越来越短；被动传感器摄像头则工作在可见光（VIS，visible）及红外线（IR，infrared）范围，红外又分为近红外（NIR，near-infrared）和中红外（MIR，mid-infrared），中红外就是熟知的热成像（thermal camera）。

图表 118：自动驾驶传感器参数对比

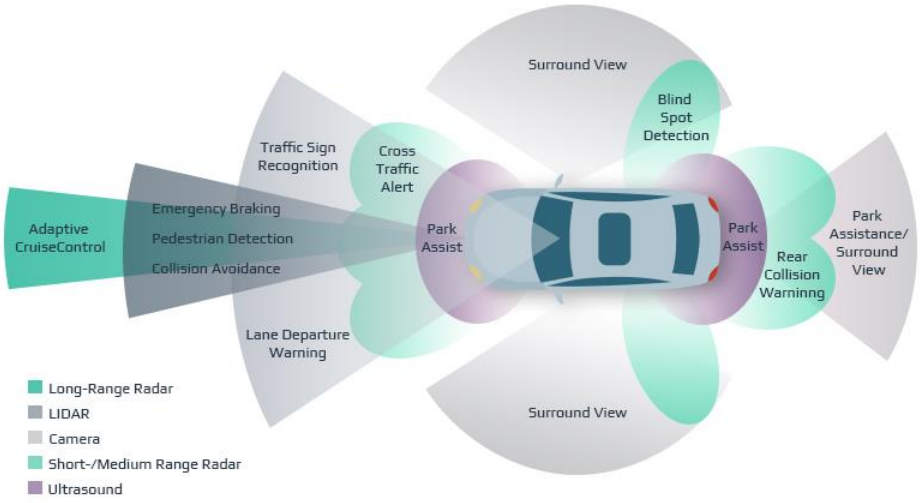
参数	摄像头	超声波雷达	毫米波雷达	激光雷达
测距/测速	可测距、精度低	高精度	纵向精度高、横向精度低	高精度
感知距离	0-100m	0.1-10m	200-250m	200m
分辨率/角分辨率	差/好	差/一般 90°	20-60cm/1-2°	最小 1mm/最小 1°
行人/物体识别	通过 AI 算法识别	可识别	难以识别	3D 建模、易识别
道路标线/交通信号	可识别	无法识别	无法识别	无法识别
恶劣天气	易受影响	不受影响	不受影响	易受影响
光照	受影响	不受影响	不受影响	不受影响
电磁干扰/屏蔽能力	不受影响	不受影响	易受影响	不受影响
算法/技术成熟度	高	高	较高	一般
成本	一般	低	较高	高

	（4-200 美元）	（30-400 美元）	（30-400 美元）	（1000-75000 美元）
频率	-	>20KHz	30GHz-300GHz	100000GHz
优点	能识别道路标线、交通信号	价格低、数据处理简单	不受天气和夜间影响、探测距离远	探测范围广、探测距离/角度精度高
缺点	易受天气影响、机器学习训练所需样本大、周期长	受天气影响、探测距离短	行人反射波弱、无法识别物体颜色、对金属表面非常敏感、隧道里效果不佳	成本高、易受天气影响
功能	障碍物识别、车道线识别、辅助定位、道路信息读取、地图构建	障碍物探测	障碍物探测	障碍物探测识别、辅助定位、地图构建
应用举例	车道偏离预警（LDW）、辅助车道保持（LKA）、预碰预警（PCW）	倒车雷达、自动泊车	自适应巡航控制（ACC）、盲区监测（BSD）、自主紧急制动（AEB）	探测车辆周围交通信息，实现自动驾驶功能

资料来源：盖世汽车，艾瑞，Sino-Glavo，Nexperia，五矿证券研究所

从覆盖范围和功能上，各类传感器各有专长。长距毫米波雷达位于车头，探测距离最远，主要用于自适应巡航控制；激光雷达一般位于车顶前方，探测距离次之，主要用于车辆紧急制动、行人检测和碰撞避免；摄像头位于车身四周，探测距离更短一些，但是能覆盖周围 360°范围，前视摄像头主要用于交通标志识别和车道偏离报警，侧视摄像头主要用于车身两侧环视，后视摄像头主要用于停车辅助和车身后方环视；中短距毫米波雷达位于车头和车尾，探测距离比摄像头稍短，前置主要用于倒车横向车流预警，侧后方主要用于盲点检测，后置主要用于后方碰撞预警；覆盖范围最小的是超声波雷达，位于车头和车尾，主要用于停车辅助；全球卫星导航系统位于车顶，主要用于车辆定位和导航。

图表 119：多传感器融合方案各传感器覆盖范围和作用



资料来源：intellias，五矿证券研究所

随着自动驾驶级别逐步提升，功能逐渐丰富，传感器用量及价值量也水涨船高。根据 Deloitte 数据：

L1 级别具备主动巡航控制（ACC）、车道偏离警告系统（LDWAS）功能；

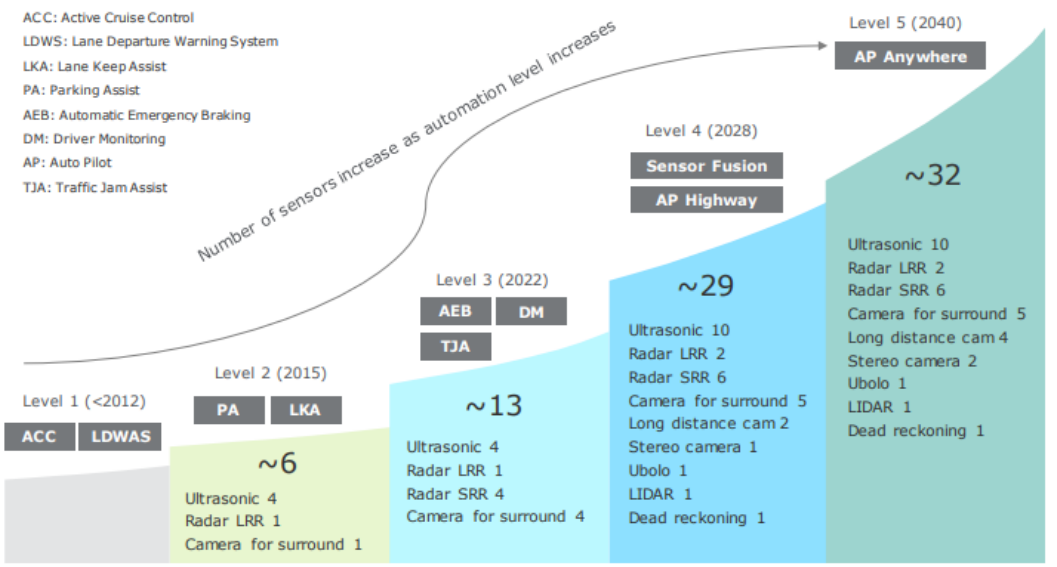
L2 级别增加了停车辅助（PA）、车道维持辅助（LKA）功能，需要 6 颗传感器，包括 4 颗超声波雷达、1 颗毫米波雷达（长距）、1 颗摄像头；

L3 级别增加了自动紧急制动（AEB）、驾驶员监控（DM）、交通堵塞辅助（TJA）功能，需要 13 颗传感器，包括 4 颗超声波雷达、5 颗毫米波雷达（1 颗长距+4 颗短距）、4 颗摄像头；

L4 级别增加了传感器融合（Sensor Fusion）、高速自动驾驶（AP Highway）功能，需要 29 颗传感器，包括 10 颗超声波雷达、8 颗毫米波雷达（2 颗长距+6 颗短距）、8 颗摄像头、1 颗激光雷达等；

L5 级别增加了随时随地自动驾驶（AP Anywhere）功能，需要 32 颗传感器，包括 10 颗超声波雷达、8 颗毫米波雷达（2 颗长距+6 颗短距）、11 颗摄像头、1 颗激光雷达等。

图表 120：L1-L5 自动驾驶对应各类传感器数量（颗）



资料来源：Deloitte，五矿证券研究所

因此，随着汽车智能化程度及普及率提升，传感器作为感知层的核心零部件，起到探测收集周围一手环境信息的重要作用，未来将扮演更加重要的角色。传感器的重要性不仅仅体现在数量上，而且体现在信息融合上，多种传感器可以分别探测收集多种周围环境、路况信息，从而帮助决策层做出更加准确与合理的判断，而且在质量上，对单个传感器的性能要求也将不断提升，以求做出更为快速、准确的信息采集和反馈，因此，我们认为传感器将深度受益汽车智能化发展浪潮，在汽车智能化过程中大放异彩。

5. 投资建议

5.1 投资观点

EDA：供给端，在美国对中国 EDA 工具步步紧逼的态势下，中国 EDA 工具自主可控需求愈发迫切；复盘国际头部 EDA 企业发展历程，我们认为，兼并收购是 EDA 企业发展壮大的重要途径。需求端，晶圆厂在建产线陆续投产、集成电路设计行业从中低端向中高端转型、后摩尔时代芯片复杂度提升、工艺制程升级、Chiplet 等先进封装技术出现，中国 EDA 行业将持续高速成长，CSIA 预计，2025 年中国 EDA 市场规模将达到 184.9 亿元。

半导体零部件：根据 SEMI 关于全球半导体设备市场规模数据，2021 年全球半导体零部件市场规模约为 513 亿美元；我们预计 2022-2024 年全球半导体零部件市场规模约为 542.7/456/535.8 亿美元。竞争格局方面，相关企业主要集中在美国（59.7%）和日本（26.7%），国产供给率仅占 8%。中国的半导体零部件自给率不足 10%，国产替代空间较大。在晶圆厂扩产+国产化率提升的双轮驱动下，我们看好中国半导体零部件行业在未来几年的增长潜能。

半导体设备：根据 SEMI 数据，2021 年全球半导体设备市场规模为 1025 亿美元，预计 2022-2024 年将分别达到 1085.4/912/1071.6 亿美元。目前中国半导体设备整体国产化率不足 20%，未来国产替代或将成为主线。头部晶圆厂持续扩产，带动大量半导体设备采购需求。国际晶圆厂三巨头持续深耕先进制程工艺，有望拓宽先进半导体设备需求。在国产替代加速+晶圆厂扩产+制程升级的情境下，我们认为半导体设备市场前景可期，有望迎来新一轮景气周期。

半导体材料：根据 SEMI 数据，2021 年全球半导体材料规模为 643 亿美元；预计 2022 年将达到 698 亿美元；2023 年将超过 700 亿美元。当前中国半导体材料的国产化率不足 15%。在政策扶持、研发加码与资本助力的背景下，部分高端材料已实现研发突破，正在进行客户验证。未来国产化半导体材料事业或将持续推进，随着国产晶圆厂的扩产，国产半导体材料或将实现快速的本土客户导入，因此我们认为中国半导体材料厂商在未来有望充分受益。

汽车电子：在资源、环境压力下，政策、技术驱动下，汽车电动化和智能化成为大势所趋，根据 Gartner 和 Statista 数据，2021 全球汽车半导体市场规模为 460 亿美元，预计 2022-2023 年分别为 505/555 亿美元。在汽车电动化趋势下，从燃油车向纯电动汽车升级过程中，整车半导体价值量和功率半导体价值量大幅提升；SiC 作为实现电动车 800V 高压快充的关键材料，有望大放异彩。在汽车智能化趋势下，自动驾驶渗透率提升，单车传感器用量逐步增加。

5.2 建议关注

EDA：华大九天（301269.SZ）；

零部件：富创精密（688409.SH）；

设备：北方华创（002371.SZ）；

材料：鼎龙股份（300054.SZ），兴森科技（002436.SZ）；

汽车电子：天岳先进（688234.SH）。

5.2.1 华大九天（301269.SZ）

公司主要从事 EDA 工具软件的开发、销售及相关服务。公司主要产品包括模拟电路设计全流

程 EDA 工具系统、数字电路设计 EDA 工具、平板显示电路设计全流程 EDA 工具系统和晶圆制造 EDA 工具，下游客户主要为集成电路设计、制造、封装、测试公司。2022 年前三季度公司实现营收 4.83 亿元，YoY+40.04%；归母净利润 1.13 亿元，YoY+46.88%；扣非归母净利润 0.28 亿元，YoY+43.65%；毛利率 88.90%，净利率 23.37%。

公司深耕 EDA 行业十四载，是中国 EDA 企业龙头。公司初始团队部分成员曾参与中国第一款具有自主知识产权的全流程 EDA 系统“熊猫 ICCAD 系统”的公关任务，技术底蕴深厚。公司当前已实现模拟电路设计与平板显示电路设计的全流程工具覆盖，并布局了数字电路设计和晶圆制造领域的部分关键点工具；在模拟全流程 EDA 工具中，原理图编辑工具、版图编辑工具、物理验证工具、寄生参数提取工具、可靠性分析工具可支持 28nm 工艺制程，电路仿真工具可支持目前国际最先进的 5nm 工艺制程；数字电路 EDA 工具中，公司单元库/IP 质量验证工具、高精度时序仿真分析工具、时序功耗优化工具、版图集成与分析工具和时钟质量检视与分析工具均可支持目前国际最先进的 5nm 量产工艺制程，处于国际领先水平；单元库特征化提取工具目前可支持 40nm 量产工艺制程。公司通过外延并购与内部研发并举，丰富 EDA 产品。2022 年 10 月，公司拟通过全资子公司深圳华大九天科技有限公司以 1000 万美元现金收购芯達芯片科技有限公司 100%股权。被收购方芯達科技从事存储器/IP 特征化提取工具的开发，该工具是数字设计和晶圆制造领域的关键环节工具之一。收购芯達科技有助于公司不断丰富 EDA 工具、补齐数字设计和晶圆制造 EDA 工具短板，加速实现公司 EDA 工具的全流程覆盖。此外，公司拥有优质的客户资源，与 Diodes、韦尔股份、华虹宏力、理光微电子、瑞萨电子、TowerJazz、平头哥、华力微电子、京东方等知名集成电路设计企业、晶圆制造企业和平板厂商建立了良好的业务合作关系，有利于公司产品迭代升级。

5.2.2 富创精密（688409.SH）

公司核心产品分为四大类，工艺零部件、结构零部件、模组产品和气体管路，主要应用于半导体设备制造，覆盖设备有刻蚀机、薄膜沉积设备、光刻及涂胶显影设备、CMP 设备和离子注入设备等。公司的相关半导体零部件已进入国内外各大一线半导体设备制造商生产线，其中有日立高新、ASMI、北方华创、上海微电子、芯源微、中微公司、中科信、万业企业（凯世通）、拓荆科技、华海清科等。其生产的立式扩散炉、刻蚀设备、薄膜沉积设备相关零部件的最高应用制程水平已达 7nm，未来公司仍将加大 5nm 制程及以下的精密零部件开发。2022 年前三季度公司实现营收 10.13 亿元，YoY+76.70%；归母净利润 1.63 亿元，YoY+98.37%；扣非归母净利润 1.24 亿元，YoY+134.25%；毛利率 33.29%，净利率 15.21%。

由于半导体零部件行业技术壁垒高且集中度较为分散，因此公司的核心竞争力在于多种工艺完备性较高，产品品类丰富，各类零部件技术领先，为全球业界内少有。近年来，公司年均向客户交付首件种类三千余种，首件实现量产种类两千余种。未来公司将采取国内外双线并行的策略服务客户。其中，沈阳生产基地将会专注于供应海外客户；南通和北京生产基地将服务于周边客户。全球各大晶圆厂已作出相应的扩产规划，受半导体设备需求拉动，全球半导体零部件市场规模或将进一步扩大。国产替代呼声渐高，公司的产品具备较强的技术优势，在下游设备需求提升+国产化浪潮持续的情境下，公司有望进入高成长阶段。

5.2.3 北方华创（002371.SZ）

公司主营业务宽泛，可分为核心四大类，分别为半导体设备、真空装备、电子元器件和新能源锂电装备。公司生产研发的半导体设备覆盖刻蚀设备、薄膜沉积设备、氧化/扩散/退火设备和清洗设备等；真空装备包括钎焊工艺设备、晶体生长设备、热处理工艺设备、烧结工艺设备和磁性材料设备等；电子元器件产品由电源模块、晶体器件、精密电阻器和钽电容器等组成；新能源锂电装备覆盖制浆系统、极片涂布机、极片切分机和锂电池整线方案设计等。上述产品

广泛用于集成电路、先进封装、半导体照明、第三代半导体、新能源光伏、新型显示、真空热处理、新能源锂电、精密仪器仪表、自动控制等领域。2022 年前三季度公司实现营收 100.12 亿元，YoY+62.16%；归母净利润 16.86 亿元，YoY+156.13%；扣非归母净利润 14.76 亿元，YoY+181.08%；毛利率 43.98%，净利率 18.65%。

公司研发进展优异，其开发的刻蚀机已突破 14nm 技术节点，并在客户端通过多道制程工艺验证，且已实现量产应用；其 CVD、PVD 等薄膜沉积设备已具备 28nm 工艺水平，其 14nm 先进制程薄膜沉积设备与 ALD 设备已在客户端通过多道制程工艺验证并实现应用；其部分热处理设备已可用于 28nm 及以上工艺的制造。当前汽车电子与高性能芯片需求居高不下，芯片市场面临结构性供不应求，受下游需求拉动，公司半导体设备业务有望充分受益；在新能源光伏领域，中国明确碳中和与碳达峰要求，有望带给公司光伏类产品业务成长新机遇。半导体设备国产化浪潮持续，自主可控是首要任务。公司作为中国半导体设备制造商中品类多样、技术领先的标杆企业，其产品已顺利进入若干中国逻辑芯片、存储芯片、功率器件与先进封装等一流产线。随着国产化进程的推进，公司所具备的核心竞争优势有望更加凸显。

5.2.4 鼎龙股份（300054.SZ）

公司主要从事集成电路芯片及制程工艺材料、光电显示材料、打印复印耗材等的研发、生产及服务。公司已形成打印复印耗材全产业链、集成电路芯片及制程工艺材料、光电显示材料等三大板块的产业布局。2022 年前三季度公司实现营收 19.55 亿元，YoY+18.42%；归母净利润 2.95 亿元，YoY+97.91%；扣非归母净利润 2.69 亿元，YoY+80.06%；毛利率 38.28%，净利率 17.6%。

分业务来看，在打印复印耗材方面，耗材上游的彩粉、芯片产品在 2022 年前三季度的营业收入均同比显著增长，高毛利优势明显；终端的硒鼓业务通过强化专利布局、市场持续拓展及内部管理效率优化、风险控制等重点工作，营收大幅增长；终端墨盒业务持续丰富客群层次，优化客户结构，以获得持续竞争力。公司目前重点聚焦在于半导体创新材料领域，主要包含半导体 CMP 制程工艺材料、半导体显示材料、半导体先进封装材料三个细分板块。在半导体制程工艺材料领域，公司布局了集成电路制程 CMP 环节的四款核心材料，包括 CMP 抛光垫、CMP 抛光液和清洗液，以及联合开发的钻石碟产品。目前公司是中国唯一一家全面掌握抛光垫全流程核心研发和制造技术的 CMP 抛光垫的国产供应商，也是全球范围内唯一的一家在 CMP 环节的 4 款核心材料都有产品线布局的供应商。国产替代空间广阔。在半导体显示材料领域，公司目前已有 YPI、PSPI 两款材料。两款材料的研发难度高，验证门槛高，验证的周期长，存在核心技术优势。在半导体先进封装材料领域，相关技术门槛也非常高，很多核心材料以海外进口为主，公司前瞻性探索布局临时键合胶、封装光刻胶（PSPI）、底部填充剂等先进封装上游材料产品，助力国产先进封装技术的发展和突破。

5.2.5 兴森科技（002436.SZ）

公司主要围绕传统 PCB 和半导体两大业务主线，其产品被广泛运用于通信、网络、工业控制、计算机应用、国防军工、航天、医疗等行业领域。2022 年前三季度公司实现营收 41.51 亿元，YoY+11.7%；归母净利润 5.18 亿元，YoY+5.84%；扣非归母净利润 4 亿元，YoY-15.68%；毛利率 29.56%，净利率 11.88%。

传统 PCB 业务聚焦于样板快件及批量板的研发生产，其中样板快件业务用于满足下游客户的打样需求，批量板业务拥有满足下游客户的量产需求。公司传统 PCB 业务打通“研发-设计-生产-SMT 表面贴装-销售”全产业链，目前已顺利通过大客户认证。公司半导体业务聚焦于 IC 封装基板和半导体测试板。伴随未来中国晶圆和封测产能扩产，国产替代进程加速，IC 封

装基板和半导体测试板作为芯片制造和测试的关键材料，下游应用需求将迎来快速增长。根据 Prismark 数据显示，2021 年全球 IC 封装基板市场规模为 141.98 亿美元，预测 2026 年全球市场规模达到 214.35 亿美元，2021-2026 年均复合增长率为 8.59%。公司以传统 PCB 业务为基本盘，并看好半导体业务未来成长性，聚焦 IC 载板业务，不断加大产能投入。2021 年，由于广州生产基地 2 万平方米/月的产能释放，封装基板业务占营业收入的比例由 2018 年的 6.8%增长至 2021 年的 13.2%，毛利率从 2020 年的 8.3%增长至 2021 年的 13.2%。半导体测试板是芯片测试环节的基础耗材，产品应用与从晶圆测试到封装后芯片测试各环节，产品类型包括探针卡、负载板和老化板等。测试板业务与样板业务经营模式类似，属于多品种、小批量、定制化生产模式，产品单价和附加值较高。

5.2.6 天岳先进（688234.SH）

公司核心产品为碳化硅衬底，主要由半绝缘型和导电性碳化硅衬底组成，可广泛用于微波电子、电力电子等领域。公司自成立以来深耕碳化硅单晶半导体的制备技术，目前已完成 4 英寸半绝缘型碳化硅衬底的产业化、6 英寸半绝缘型与导电型碳化硅衬底的小批量销售和 8 英寸导电型衬底的研发，未来还将继续加大 8 英寸导电型衬底的技术和量产突破。据 Yole 数据，公司在全球半绝缘型碳化硅衬底市场中连续三年市占率排名前三，为中国领先企业。2022 年前三季度公司实现营收 2.69 亿元，YoY-27.19%；归母净利润-1.17 亿元，YoY-319.17%；扣非归母净利润-1.69 亿元，YoY-837.18%；毛利率-10.68%，净利率-62.77%。

公司具备较好的客户优势，其多数产品已批量供应给下游核心客户，其 6 英寸导电型产品在下游客户验证端表现良好。公司于 2022 上半年通过了车规级 IATF16949 体系认证，其产品可应用于汽车电子领域，进一步丰富了公司产品的终端应用方向。公司正在加快推进相关产品的客户认证工作，公司预计导电型衬底的产能将在上海工厂投产后陆续释放。受益于下游新能源车、轨交等领域的快速发展，在当前碳化硅衬底供应短缺的背景下，公司发展前景可期。

6. 风险提示

1、 消费电子、新能源车等下游需求不及预期；

2、 疫情反复影响生产及物流；

3、 中国厂商技术突破、验证导入不及预期。

分析师声明

作者在中国证券业协会登记为证券投资咨询(分析师)，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。作者保证：（i）本报告所采用的数据均来自合规渠道；（ii）本报告分析逻辑基于作者的职业理解，并清晰准确地反映了作者的研究观点；（iii）本报告结论不受任何第三方的授意或影响；（iv）不存在任何利益冲突；（v）英文版翻译若与中文版有所歧义，以中文版报告为准；特此声明。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的 6 到 12 个月内的公司股价(或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在 20%及以上；
		增持	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于 5%～20%之间；
		持有	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于-10%～5%之间；
		卖出	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在-10%及以下；
		无评级	预期对于个股未来 6 个月市场表现与基准指数相比无明确观点。
	行业评级	看好	预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%～10%之间；
		看淡	预期行业整体回报低于基准指数整体水平-10%以下。

一般声明

五矿证券有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本公司不会因接收人收到本报告即视其为客户，本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。本报告的版权仅为本公司所有，未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式对本研究报告的任何部分以任何方式制作任何形式的翻版、复制或再次分发给任何其他人。如引用须联络五矿证券研究所获得许可后，再注明出处为五矿证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。在刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的同时，也应注明本报告的发布人和发布日期及提示使用证券研究报告的风险。若未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。
本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入或将产生波动；在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告；本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。
本报告的作者是基于独立、客观、公正和审慎的原则制作本研究报告。本报告的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。在任何情况下，报告中的信息或意见不构成对任何人的投资建议，投资者据此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、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。本公司及作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。
五矿证券版权所有。保留一切权利。

特别声明

在法律许可的情况下，五矿证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到五矿证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

联系我们

上海

地址：上海市浦东新区东方路 69 号裕景国际商务广场 A 座 2208 室
邮编：200120

深圳

地址：深圳市南山区滨海大道 3165 号五矿金融大厦 23 层
邮编：518035

北京

地址：北京市海淀区首体南路 9 号 4 楼 603 室
邮编：100037

Analyst Certification

The research analyst is primarily responsible for the content of this report, in whole or in part. The analyst has the Securities Investment Advisory Certification granted by the Securities Association of China. Besides, the analyst independently and objectively issues this report holding a diligent attitude. We hereby declare that (1) all the data used herein is gathered from legitimate sources; (2) the research is based on analyst's professional understanding, and accurately reflects his/her views; (3) the analyst has not been placed under any undue influence or intervention from a third party in compiling this report; (4) there is no conflict of interest; (5) in case of ambiguity due to the translation of the report, the original version in Chinese shall prevail.

Investment Rating Definitions

The rating criteria of investment recommendations
The ratings contained herein are classified into company ratings and sector ratings (unless otherwise stated). The rating criteria is the relative market performance between 6 and 12 months after the report's date of issue, i.e. based on the range of rise and fall of the company's stock price (or industry index) compared to the benchmark index. Specifically, the CSI 300 Index is the benchmark index of the A-share market. The Hang Seng Index is the benchmark index of the HK market. The NASDAQ Composite Index or the S&P 500 Index is the benchmark index of the U.S. market.

	Ratings	Definitions
Company Ratings	BUY	Stock return is expected to outperform the benchmark index by more than 20%;
	ACCUMULATE	Stock relative performance is expected to range between 5% and 20%;
	HOLD	Stock relative performance is expected to range between -10% and 5%;
	SELL	Stock return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%;
	NOT RATED	No clear view of the stock relative performance over the next 6 months.
Sector Ratings	POSITIVE	Overall sector return is expected to outperform the benchmark index by more than 10%;
	NEUTRAL	Overall sector expected relative performance ranges between -10% and 10%;
	CAUTIOUS	Overall sector return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%.

General Disclaimer

Minmetals Securities Co., Ltd. (or "the company") is licensed to carry on securities investment advisory business by the China Securities Regulatory Commission. The Company will not deem any person as its client notwithstanding his/her receipt of this report. The report is issued only under permit of relevant laws and regulations, solely for the purpose of providing information. The report should not be used or considered as an offer or the solicitation of an offer to sell, buy or subscribe for securities or other financial instruments. The information presented in the report is under the copyright of the company. Without the written permission of the company, none of the institutions or individuals shall duplicate, copy, or redistribute any part of this report, in any form, to any other institutions or individuals. The party who quotes the report should contact the company directly to request permission, specify the source as Equity Research Department of Minmetals Securities, and should not make any change to the information in a manner contrary to the original intention. The party who re-publishes or forwards the research report or part of the report shall indicate the issuer, the date of issue, and the risk of using the report. Otherwise, the company will reserve its right to taking legal action. If any other institution (or "this institution") redistributes this report, this institution will be solely responsible for its redistribution. The information, opinions, and inferences herein only reflect the judgment of the company on the date of issue. Prices, values as well as the returns of securities or the underlying assets herein may fluctuate. At different periods, the company may issue reports with inconsistent information, opinions, and inferences, and does not guarantee the information contained herein is kept up to date. Meanwhile, the information contained herein is subject to change without any prior notice. Investors should pay attention to the updates or modifications. The analyst wrote the report based on principles of independence, objectivity, fairness, and prudence. Information contained herein was obtained from publicly available sources. However, the company makes no warranty of accuracy or completeness of information, and does not guarantee the information and recommendations contained do not change. The company strives to be objective and fair in the report's content. However, opinions, conclusions, and recommendations herein are only for reference, and do not contain any certain judgments about the changes in the stock price or the market. Under no circumstance shall the information contained or opinions expressed herein form investment recommendations to anyone. The company or analysts have no responsibility for any investment decision based on this report. Neither the company, nor its employees, or affiliates shall guarantee any certain return, share any profits with investors, and be liable to any investors for any losses caused by use of the content herein. The company and its analysts, to the extent of their awareness, have no conflict of interest which is required to be disclosed, or taken restrictive or silent measures by the laws with the stock evaluated or recommended in this report.
Minmetals Securities Co. Ltd. 2019. All rights reserved.

Special Disclaimer

Permitted by laws, Minmetals Securities Co., Ltd. may hold and trade the securities of companies mentioned herein, and may provide or seek to provide investment banking, financial consulting, financial products, and other financial services for these companies. Therefore, investors should be aware that Minmetals Securities Co., Ltd. or other related parties may have potential conflicts of interest which may affect the objectivity of the report. Investors should not make investment decisions solely based on this report.

Contact us

Shanghai

Address: Room 2208, 22F, Block A, Eton Place, No.69 Dongfang Road, Pudong New District, Shanghai
Postcode: 200120

Shenzhen

Address: 23F, Minmetals Financial Center, 3165 Binhai Avenue, Nanshan District, Shenzhen
Postcode: 518035

Beijing

Address: Room 603, 4F, No.9 Shoutinan Road, Haidian District, Beijing

Postcode: 100037