仅供内部参考，请勿外传

国金证券 SINOLINK SECURITIES

2026 年 10 月 22 日

先进封装机械行业研究

买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

机械组
分析师：满在朋（执业 S1130522030002） manzaipeng@gjzq.com.cn
分析师：倪赵义（执业 S1130524120001） nizhaoyi@gjzq.com.cn
分析师：刘民喆（执业 S1130526060002） liuminzhe@gjzq.com.cn

CoWoS 需求孕育国产替代机遇，关注核心增量环节设备企业

投资逻辑：

后摩尔时代先进封装成为算力增长主线，AI 资本开支上行驱动 CoWoS 需求持续爆发。制程微缩边际效益递减背景下，芯片性能竞争从制程转向系统集成，先进封装承担延续算力曲线的核心角色。其中 2.5D 封装以 CoWoS 为核心方案，相比传统 FCBGA 封装，CoWoS 通过将互连介质升级，实现布线精度从约 10μm 到亚微米级的跃升。需求端来看，AI 资本开支正从英伟达单一驱动转向 GPU、CPU 与云厂商自研 ASIC 多元共振，据各公司官网数据，四大云厂商资本开支 2026H1 合计约 2948 亿美元、同比增长 84.1%；摩根士丹利预计全球 CoWoS 需求从 2026 年的 138.4 万片增至 2027 年的 268.2 万片，接近翻倍。供给端来看，台积电主导的格局短期难以撼动，但随着日月光、安靠加速布局类 CoWoS 产能，长电科技、通富微电、盛合晶微等大陆厂商沿差异化路径加速导入，供给格局有望走向多元。

CoWoS 封装工序重塑设备体系，键合与量检测环节价值量最高、弹性最大。CoWoS 将封装工序大幅前移，新增中介层制造与晶圆级组装两大环节簇，在封装产线中引入类前道工艺，设备体系随之重构。据 DataIntelo 数据，全球 2.5D/3D 封装设备市场规模有望从 2025 年的 87 亿美元增至 2030 年的 150 亿美元，复合增速约 11.5%。从价值量结构看，晶圆键合机占 34.2%、贴片键合机占 26.8%，键合类合计超六成为第一大投资方向。量检测设备占 22.1%位居第二，多芯片堆叠的零缺陷管控要求推动超扫需求提升。重视先进封装带来的键合、量检测设备机遇。

玻璃基板为先进封装基板核心升级方向。玻璃基板凭借与硅匹配的热膨胀系数、0.005 超低介电损耗、10 倍互连密度及 240×240mm 大尺寸封装能力，在翘曲控制、高频性能与尺寸扩展上全面超越有机基板，成为先进封装基板升级核心方向。其产业化高度依赖 TGV 成形质量，激光改性刻蚀路线具备侧壁光滑、高深径比优势，参数控制能力构成核心竞争壁垒。下游 AI 与数据中心封装需求推动下，英特尔、SKC、三星电机等龙头密集布局，预计 2027 年后逐步放量。

核心环节孕育国产替代机会，重点布局键合、超扫、直写光刻与隐切。键合方面，当凸点间距缩小 10μm 以下时，混合键合成为更优选择。超声扫描凭借无损透视与气隙高敏感特性填补 X 射线检测盲区，多层堆叠时代成为质控刚需。直写光刻以数字掩膜替代物理掩膜，精度较传统底片曝光提升两个数量级，匹配基板线宽微缩与快迭代需求。隐形切割以无碎屑、无负荷、窄切割道优势适配薄晶圆与玻璃基板切割，当前划片机国产化率<15%，国产替代前景广阔。

投资建议与估值

沿核心环节国产替代主线，核心看好稀缺卡位的设备厂商。键合环节相关标的拓荆科技与快克智能，拓荆科技依托沉积工艺沉淀向混合键合领域拓展，同时适配先进制程与先进封装双重需求；快克智能凭借精密焊接装联工艺积累卡位热压键合 TCB 国产稀缺赛道。检测环节相关标的中科飞测和骄成超声，中科飞测为国内量检测龙头，先进封装领域布局持续完善；骄成超声自研 2.5D/3D 先进封装超声扫描显微镜攻克高频脉冲发生器、超声换能器等核心部件，已批量供货并构建高性价比国产方案。直写光刻环节相关标的芯碁微装，作为直写光刻设备龙头，芯碁微装 PCB 与先进封装双赛道并行，充分受益于基板线宽微缩与数字化曝光替代趋势。激光工艺环节相关标的帝尔激光与德龙激光，帝尔激光以激光技术为底座，进一步布局 TGV 激光改性与玻璃基板加工；德龙激光深耕激光精细微加工，SDBG 工艺为薄晶圆与玻璃基板提供隐切方案。

风险提示

AI 算力需求波动风险；新技术量产导入进度不及预期的风险；行业竞争加剧与产能过剩的风险；地缘政治与供应链安全风险；客户集中度较高的风险。

内容目录

1 先进封装：后摩尔时代的算力底座，2.5D/3D 开启价值量跃升新周期 6
1.1 产业概览：从芯片保护到系统赋能，先进封装开启后摩尔时代 6
1.2 技术路径：2D 夯实基本盘，2.5D 步入产业化高峰，3D 有望逐步放量 8
2 CoWoS：2.5D 先进封装的核心方案，算力芯片核心放量环节 9
2.1 CoWoS 方案引领 2.5D 先进封装，CoWoS-S/CoWoS-R/CoWoS-L 适配多元需求 9
2.2 AI 资本开支上行带动 CoWoS 需求提升，台积电主导下国内 OSAT 企业加速导入 10
2.3 先进封装工序晶圆级化重塑设备体系，键合与量检测设备成为核心环节 12
3 玻璃基板：先进封装基板升级的核心方向，TGV 成形与激光改性构筑竞争壁垒 14
4 关注先进封装核心环节 16
4.1 键合：键合方式从 2.5D 焊料键合向 3D 混合键合演进 16
4.2 超扫：多层堆叠时代的无损检测刚需，国产替代加速落地 17
4.3 直写光刻：数字掩膜替代物理掩膜，匹配先进封装高精度快迭代双重诉求 18
4.4 隐切：激光内部改质实现无损分割，适配薄晶圆与玻璃基板新需求 20
5 投资建议 21
5.1 拓荆科技：沉积工艺沉淀与混合键合领域拓展，适配先进制程与先进封装 21
5.2 中科飞测：国内量检测设备龙头，前道制造与先进封装领域布局持续完备 24
5.3 芯碁微装：直写光刻设备龙头，PCB 与先进封装赛道并行 26
5.4 帝尔激光：激光为核心技术底座，先进封装为业绩第二增长曲线 29
5.5 骄成超声：超声设备龙头，赋能先进封装超声检测国产替代 31
5.6 德龙激光：深耕激光精细微加工，SDBG 工艺提供先进封装激光隐切方案 33
5.7 快克智能：精密焊接装联工艺积累深厚，先进封装 TCB 国产稀缺赛道卡位 35
风险提示 37

图表目录

图表 1： 电子封装示意图 6
图表 2： 常见封装方式分类 6
图表 3： 先进封装相比于传统封装，各项性能全面升级 6
图表 4： 芯片级封装技术演进经历三阶段，目前已迈入 3D 堆叠阶段 7
图表 5： 先进封装下游需求覆盖功率、算力、射频、光电与汽车五大高价值赛道 7
图表 6： 先进封装按互连方式可划分为 2D、2.5D 与 3D 三条技术路径 8
图表 7： 2033E 全球 AP 市场规模将达 660 亿美元 8
图表 8： 先进封装市场中 2.5D/3D 占比有望快速提升 8
图表 9： 台积电 CoWoS 结构示意图 9

图表 10： 英特尔 EMIB 结构示意图 9
图表 11： 根据中介层材料选择的差异，CoWoS 可以细分为 CoWoS-S、CoWoS-R 和 CoWoS-L 三条路线 9
图表 12： CoWoS 相对于传统 FCBGA 封装性能优势显著 10
图表 13： 英伟达 Blackwell B200 的查询性能显著提升 10
图表 14： 算力芯片使用 CoWoS 技术带来需求增量 10
图表 15： 2026E-2027E 全球 CoWoS 需求高增（千片） 11
图表 16： 全球 AI 巨头资本开支全面上行 11
图表 17： 全球 CoWoS 格局呈现“台积电主导，海内外 OSAT 厂商加速布局”的竞争态势 11
图表 18： 传统封装流程示意图 12
图表 19： 先进封装流程和新增设备需求示意图 12
图表 20： 2026E 全球 2.5D/3D 封装设备市场规模预计达 97 亿美元 12
图表 21： 封装设备中晶圆键合机、量检测设备与前道设备价值量占比提升 12
图表 22： 2.5D/3D 先进封装领域中，临时键合和混合键合是最为典型的晶圆键合工艺 13
图表 23： 2025 年晶圆键合设备国产化率低于 25% 13
图表 24： 全球先进封装量检测市场高度集中，国内厂商加速突围 14
图表 25： CoWoS 关键环节参数要求严格，超声扫描设备在检测领域应用广泛 14
图表 26： 先进封装对于基板的电气性能、信号完整性等指标要求不断提升 15
图表 27： 玻璃基板相对于有机基板具有显著互连密度、耐高温和平整度优势 15
图表 28： 选择性激光刻蚀为 TGV 成形技术核心方案 16
图表 29： 激光改性示意图 16
图表 30： 混合键合与其他两种键合方式的示意图对比 16
图表 31： 三种键合方式中混合键合工艺要求最为严苛 17
图表 32： 全球混合键合市场规模 2030E 年达 4.3 亿美元 17
图表 33： 超声波扫描可以弥补 X-Ray 检测短板 17
图表 34： 超声波扫描原理示意图 18
图表 35： 先进封装国产替代空间广阔 18
图表 36： 骄成超声与 Sonoscan 超扫设备核心参数对比 18
图表 37： 直写光刻原理示意图 19
图表 38： 直写光刻的精度、对位、换型效率与产品适应性均优于掩模光刻 19
图表 39： 2025-2030E 全球先进封装光刻设备市场规模迅速扩张（亿美元） 19
图表 40： 2025-2030E 全球先进封装直写光刻设备占比将不断提升 19
图表 41： 全球先进封装光刻设备主要玩家 20
图表 42： 隐形切割示意图 21
图表 43： 玻璃基板激光切割工艺中，超快激光在崩边与裂纹控制上优势突出 21
图表 44： 拓荆科技布局薄膜沉积与三维集成两大业务板块 22

图表 45： 拓荆科技 Dione 300/Dione 300 eX 示意图 22
图表 46： 拓荆科技混合键合设备关键指标可与国际龙头对标 22
图表 47： 拓荆科技向键合子公司增资 10.4 亿元 23
图表 48： 拓荆科技营收持续高增 23
图表 49： 26H1 拓荆科技归母净利增长迅猛 23
图表 50： 26H1 拓荆科技毛利率净利率有所回升 23
图表 51： 拓荆科技研发费用绝对值逐步增高 23
图表 52： 拓荆科技合同负债有较高增长 24
图表 53： 中科飞测产品矩阵示意图 24
图表 54： 中科飞测十大系列设备覆盖先进封装领域 24
图表 55： 中科飞测先进封装缺陷检测设备性能与国际竞品整体相当 25
图表 56： 中科飞测营业收入稳步扩张 25
图表 57： 中科飞测归母净利润有一定波动 25
图表 58： 中科飞测毛利率高位企稳 26
图表 59： 中科飞测研发费用率高企 26
图表 60： 中科飞测 26H1 合同负债大幅增长 26
图表 61： 芯碁微装产品覆盖线路与阻焊曝光，并延伸至 IC 载板、先进封装及掩膜版制造 27
图表 62： 芯碁微装 WLP2000 在先进封装关键制程中的应用 27
图表 63： 芯碁微装泛半导体业务营收占比有所提升 28
图表 64： 26H1 芯碁微装收入增速加快 28
图表 65： 26H1 芯碁微装利润增长加速 28
图表 66： 芯碁微装毛利率和净利率稳定提升 29
图表 67： 芯碁微装泛半导体系列毛利率水平高 29
图表 68： 帝尔激光 TGV 一体化方案 29
图表 69： 帝尔激光板级 TGV 设备参数比肩国际龙头水平 30
图表 70： 帝尔激光 26H1 营收短暂承压 30
图表 71： 帝尔激光 26H1 归母净利随营收下滑 30
图表 72： 帝尔激光历年盈利能力较优 30
图表 73： 帝尔激光研发投入持续推进 30
图表 74： 骄成超声超声波技术平台 31
图表 75： 骄成超声先进封装相关产品 31
图表 76： 骄成超声半导体先进超声设备研发及产业化项目预计投资 5.1 亿元 31
图表 77： 骄成超声营收增长提速 32
图表 78： 骄成超声归母净利润快速增长 32
图表 79： 骄成超声盈利能力持续向好 32

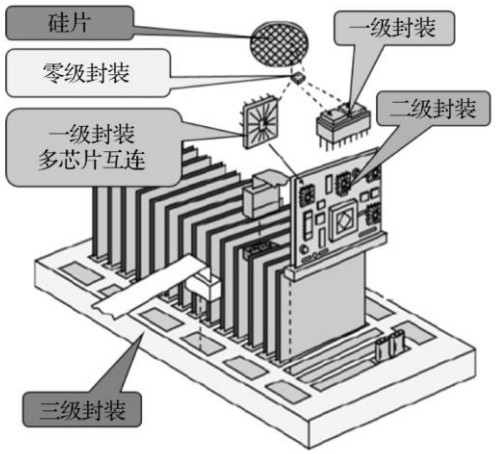
图表 80：骄成超声研发投入持续扩大 32
图表 81：骄成超声合同负债高增 32
图表 82：德龙激光先进封装相关产品矩阵 33
图表 83：德龙激光 LSD-6130 硅晶圆激光隐切设备 33
图表 84：德龙激光精密激光加工设备贡献主要收入 34
图表 85：半导体与电子为德龙激光 2025 年核心应用市场 34
图表 86：26H1 德龙激光营收受验收节奏影响略有下降 34
图表 87：26H1 德龙激光净利润短期承压 34
图表 88：德龙激光毛利率保持在 40%以上 35
图表 89：26H1 德龙激光合同负债较年初增长 72.6% 35
图表 90：快克智能业务围绕四大产品线展开 35
图表 91：快克智能热压键合固晶机（TCB）攻关多项关键技术 36
图表 92：快克智能营收修复并连续增长 36
图表 93：快克智能归母净利润呈现波动趋势 36
图表 94：快克智能毛利率较为稳定 36
图表 95：快克智能研发费用逐年攀升 36
图表 96：快克智能合同负债增长迅速 37

1 先进封装：后摩尔时代的算力底座，2.5D/3D 开启价值量跃升新周期

1.1 产业概览：从芯片保护到系统赋能，先进封装开启后摩尔时代

封装是将裸片（Die）加工为可交付成品芯片的最后一道关键环节，核心目的是解决芯片的电气引出、机械保护、散热与外界互连问题。从生产流程来看，晶圆制造完成后须经切割、装片、互连、塑封、测试等工序方能形成可装机使用的芯片，封装既保护裸片免受物理化学损伤，又通过管脚或凸点实现芯片与主板间的高速电气连接，对芯片性能、可靠性与体积起着决定性作用。封装环节主要承担四大核心功能：一是机械支撑，固定芯片及其他部件；二是保护，隔绝水汽、腐蚀、灰尘与冲击；三是电互连，引出电信号并构筑供电通路；四是散热，及时导出工作热量。从工艺阶段看，封装按层级递进分为零级至三级封装，分别对应芯片级互连、芯片级封装、模块级封装与系统级组装，逐级完成从晶圆到整机系统的集成。本文涉及的封装研究主要在一级封装维度上展开，即芯片级封装。

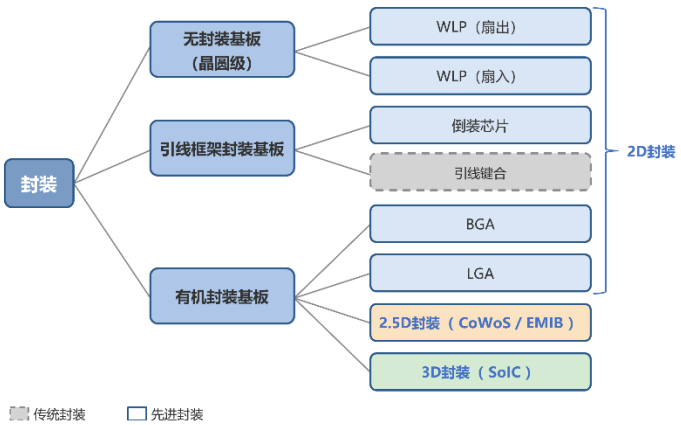
图表1：电子封装示意图



来源：《电子封装与测试》，国金证券研究所

先进封装相对于传统封装，主要区别在于键合方式差异，先进封装按集成深度可分为先进 2D、2.5D 和 3D。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，芯片级封装可以简要划分为传统封装和先进封装两大类。其中，传统封装指以引线框架为载体、芯片与外部管脚通过金线或铜线键合单向连接的封装方式，其管脚数量少且分布稀疏，封装尺寸远大于裸芯片，技术维度上属于 2D 平面封装。由于互连路径长、寄生参数大，传统封装在系统内存带宽、芯片功率比、散热效率与整体性能方面均较低，仅封装成本占优。先进封装则是采用凸点倒装键合、重布线层（RDL）、硅中介层、硅通孔（TSV）及混合键合等技术，实现多颗芯片高密度互连的封装。先进封装按集成深度可分为先进 2D（BGA、LGA、WLP 扇入/扇出）、2.5D（CoWoS、EMIB）和 3D（以 SoIC 为代表的垂直堆叠方案）三个层级。相比传统封装，先进封装互连路径大幅缩短、I/O 密度数量级提升，在带宽、功率比、散热与性能维度全面提升，芯片尺寸显著缩小、封装尺寸逼近裸片，代价是工艺复杂度与成本同步攀升。

图表2：常见封装方式分类



来源：《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，弗若斯特沙利文，芯德半导体港股招股说明书，国金证券研究所

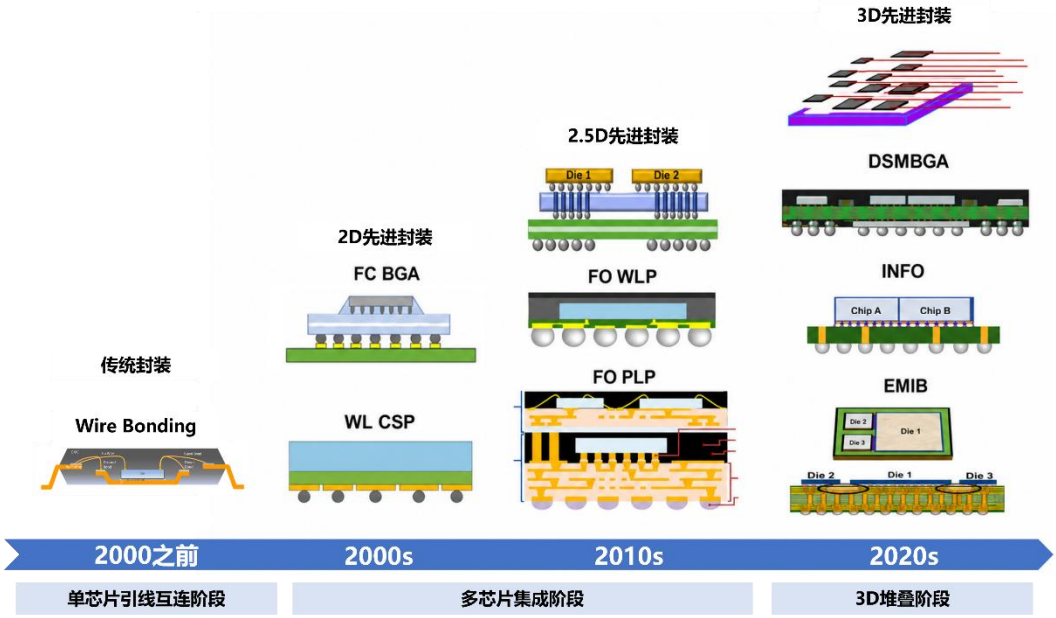
图表3：先进封装相比于传统封装，各项性能全面升级

对比维度	传统封装	先进封装	
技术类型	引线键合	BGA、LGA 等	2.5D/3D
系统内存带宽	低	中	高
芯片功率比	低	中	高
芯片尺寸	大	小	小
散热效率	低	高	高
封装成本	低	中	高
性能	低	中	高

来源：WSTS，弗若斯特沙利文，芯德半导体港股招股说明书，国金证券研究所

先进封装的兴起本质上是终端需求升级倒逼封装技术迭代的必然结果。电子系统的演进始终由市场驱动：一方面，智能手机、智能手表等便携式终端的普及要求封装尺寸持续缩小，以适应产品轻薄化、小型化的趋势；另一方面，应用终端对更强计算能力、更快传输速率的追求，要求封装在互连密度、信号完整性与散热性能上实现突破。然而，传统封装在引脚数量、互连距离与集成度上已接近物理极限，渐渐无法满足日新月异的高端应用需求，封装环节由此从“被动保护”走向“主动赋能”。回望技术演进路径，封装形式从直插式、小外形封装发展至 QFN、BGA，再进一步从单芯片封装升级为集成多元器件的系统级封装，技术指标一代比一代先进。究其根本，终端客户对性能、小型化、成本、可靠性、电源效率、上市时间与灵活性的综合诉求，共同构成了封装技术持续升级的市场驱动力，也奠定了先进封装在后摩尔时代不可替代的产业地位。

图表4：芯片级封装技术演进经历三阶段，目前已迈入 3D 堆叠阶段



来源：Amkor 官网，《Qualifying ExposedPad TQFP for AEC-Q006 Grade 0》，《Advanced Electronic Packaging Technologies: A Comparative Review of Architectures, Applications, Reliability》，国金证券研究所

先进封装下游需求已从单一的消费电子扩展至功率、算力、射频、光电与汽车五大高价值赛道。功率电子领域，器件向高压大电流与高温工况演进，传统单面散热结构的热阻与寄生电感成为核心瓶颈，双面散热与嵌入式封装可将热阻降低近三成，支撑 900V 级模块在 200°C 下稳定运行。算力领域，AI 加速器功耗攀升至 700W 量级，HBM 带宽需求逼近 5TB/s，唯有 2.5D 中介层与 3D 堆叠才能实现逻辑芯片与高带宽内存的高密度集成。射频领域，毫米波频段对互连寄生极度敏感，扇出与天线封装通过极致缩短射频路径，使 77GHz 雷达实现厘米级距离分辨率。光电领域，晶圆级气密封装与倒装互连突破了精密对准与光电混合集成的工艺边界。汽车电子则以最严苛的认证标准牵引封装可靠性升级，车规级 SiP 在−40 至 150°C 全温域内实现雷达与功率电子的高集成度上车。当芯片性能竞争从制程微缩转向系统集成，先进封装已成为各领域突破性能瓶颈的共性技术底座。

图表5：先进封装下游需求覆盖功率、算力、射频、光电与汽车五大高价值赛道

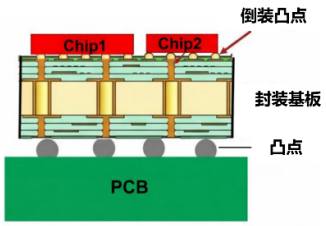
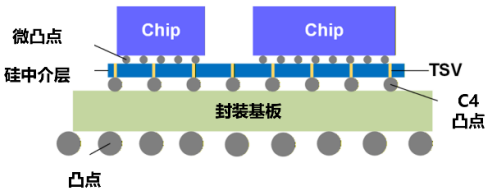
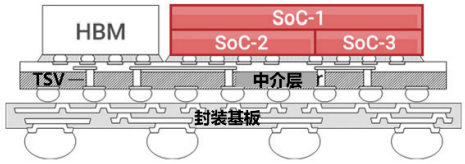
应用领域	需求痛点	为什么需要先进封装	先进封装方案
功率模块	大电流、低电感、高温可靠性	传统单面散热结构热阻高、寄生电感大，无法匹配功率器件向高压大电流与高温工况的演进	嵌入式封装、双面散热功率模块，必要时引入 2.5D 布线
HPC 与 AI	算力芯片功耗飙升、内存带宽瓶颈	加速器 TDP 已达 700W 量级，HBM 带宽需求突破数 TB/s，单芯片封装无法承载高带宽内存与大功耗芯片的集成	全中介层、RDL 或桥接平台的 2.5D 集成，部分层级采用 3D 堆叠
5G/6G 与雷达	毫米波频段下寄生效应与损耗敏感	76–81GHz 车载雷达要求极短射频路径与低互连损耗，传统封装的引线寄生已无法达到	扇出型封装、AiP 天线封装、射频 SiP，局部异构集成
MEMS 与光子	精密对准、气密性与光电混合集成	光电器件对互连精度、气密封装与光学耦合的要求远超传统封装能力边界	倒装芯片、中介层、晶圆级气密或光学封装
汽车电子	极端温度循环与长寿命认证	AEC-Q100 Grade0 要求−40 至 150° C 全温域可靠运行且需集成毫米波雷达与功率电子，传统封装在尺寸与可靠性上双重受限	车规级 SiP 与功率模块，采用保守互连规则

来源：《Advanced Electronic Packaging Technologies: A Comparative Review of Architectures, Applications, Reliability》，国金证券研究所

1.2 技术路径：2D 夯实基本盘，2.5D 步入产业化高峰，3D 有望逐步放量

先进封装按互连方式可划分为 2D、2.5D 与 3D 三条技术路径，划分的核心标准在于芯片的空间排布方式、互连介质的布线精度以及由此决定的凸点间距与互连通道长度。2D 先进封装以平面有机基板为载体，芯片通过倒装凸点或扇出型重布线层在平面内完成互连，凸点间距约 100-130μm，通道长度在 25mm 以内，工艺成熟、成本可控，广泛服务于移动设备、物联网与射频模块等主流场景。2.5D 先进封装引入硅中介层、局部硅桥或先进扇出作为高密度互连介质，多颗芯片并排置于其上，芯片间信号经亚微米级布线横向传输，凸点间距缩至 25-55μm，通道长度压缩到 2mm 以内，互连带宽密度较 2D 提升一个数量级以上，成为高性能计算、AI 加速器与 GPU 集成高带宽内存的标准方案，台积电 CoWoS 与英特尔 EMIB 是其中的代表路线。3D 先进封装则突破平面限制，将芯片沿垂直方向堆叠，通过 TSV、垂直微凸点乃至铜对铜混合键合实现层间直连，以台积电 SoIC 为代表的混合键合间距已进入 10μm 以下，互连密度再上一个台阶，主要面向 AI、高速计算与射频系统等对带宽和能效要求最苛刻的场景。

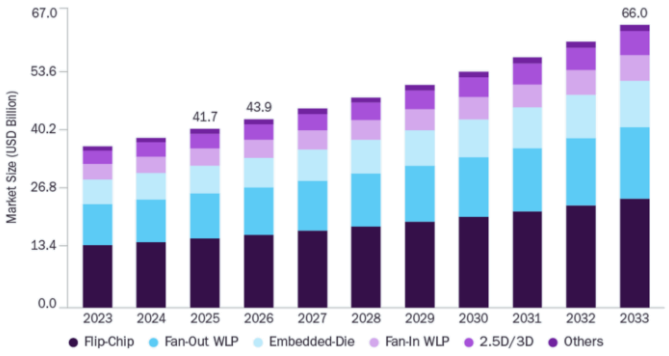
图表6：先进封装按互连方式可划分为 2D、2.5D 与 3D 三条技术路径

技术	结构/代表规格	应用	结构示意图
2D先进封装	平面有机基板；凸点间距 100–130 μm，通道长度 <25 mm，带宽密度 22-125GB/s/mm²	移动设备、物联网、射频模块	
2.5D先进封装	硅中介层、局部桥接或先进扇出；凸点间距 25–55 μm，通道长度 <2 mm，带宽密度 188-1350GB/s/mm²	高性能计算（HPC）、AI 加速器、GPU	
3D先进封装	垂直微凸点或Cu-Cu混合键合堆叠；SoIC 键合间距已进入 10 μm 以下，9 μm的带宽密度 4000GB/s/mm²	AI、高速计算、射频系统	

来源：台积电官网，《Advanced Electronic Packaging Technologies: A Comparative Review of Architectures, Applications, Reliability》，UCIe，国金证券研究所

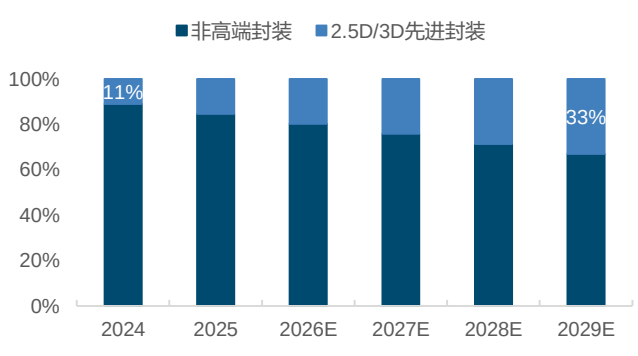
从产业化节奏看，2D 已成熟量产，2.5D 正随 CoWoS 进入产业化高峰，而 3D 混合键合有望逐步放量。据 Grand View Research 数据，2D 先进封装已全面成熟并承担市场基本盘，倒装芯片单一品类在 2025 年先进封装市场中占比约 38.7%；2.5D/3D 则是最快的增长引擎，增量主要由 AI 与高性能计算贡献。其中 2.5D 已随 CoWoS 的大规模量产进入产业化高峰期，据 TrendForce 预计，2026 年全球 CoWoS 月产能预计达 12-14 万片晶圆；而 3D 混合键合正处于从存储端向逻辑端渗透的产业化初期，逻辑对逻辑堆叠预计随台积电 SoIC 路线在 2027-2029 年逐步放量。

图表7：2033E 全球 AP 市场规模将达 660 亿美元



来源：Grand View Research，国金证券研究所

图表8：先进封装市场中 2.5D/3D 占比有望快速提升



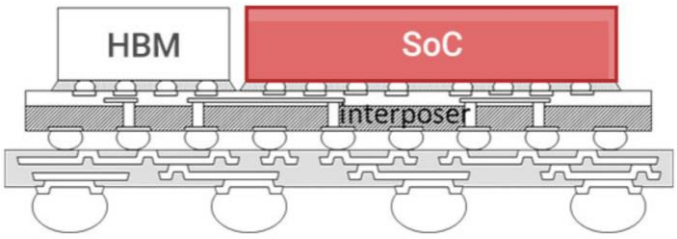
来源：Yole，国金证券研究所

2 CoWoS：2.5D 先进封装的核心方案，算力芯片核心放量环节

2.1 CoWoS 方案引领 2.5D 先进封装，CoWoS-S/CoWoS-R/CoWoS-L 适配多元需求

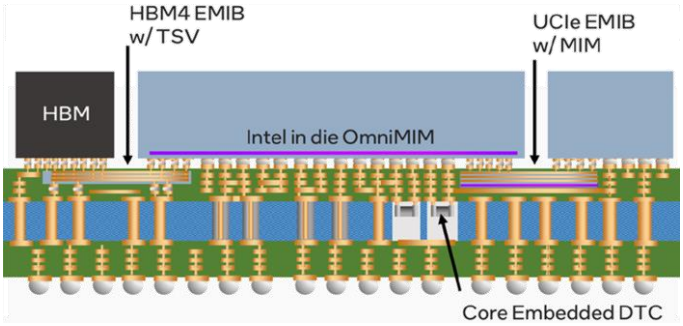
2.5D 先进封装主要存在两种技术路径：以台积电 CoWoS 为代表的整片中介层方案和以英特尔 EMIB 为代表的局部硅桥方案。CoWoS 采用全覆盖式中介层方案，将逻辑芯片与 HBM 整体置于一块硅或 RDL 中介层之上，芯片间所有高速信号均经由中介层内的亚微米布线传输，互连密度与带宽上限最高，已演进出 CoWoS-S、CoWoS-R 与 CoWoS-L 三个变体以覆盖不同成本与尺寸需求，英伟达 H100、B200 等 AI 加速器均基于此平台。其代价在于大面积硅中介层成本高昂、良率随面积放大而下降，且产能扩张长期滞后于需求。EMIB 则放弃整片中介层，仅在两颗芯片需要互连的边界位置将几毫米宽的小型硅桥嵌入有机基板内部，芯片通过微凸块与硅桥局部对接，其余区域沿用常规有机基板布线，以“按需架桥”换取显著的成本与良率优势，并规避了大中介层的尺寸约束，单封装可扩展至 120mm 级别。升级版的 EMIB-T 进一步在硅桥中引入 TSV，实现垂直供电并支持 HBM4e 与 64Gb/s UCIe 高速互连。两条路线的竞争实质是互连密度与成本效率的权衡：CoWoS 以极致密度占据性能高点，EMIB 则以更好的成本优势吸引寻求第二供应来源的芯片客户。此外，台积电 CoWoS-L 采用局部硅桥互连的设计向 EMIB 思路靠拢，也表明桥接式互连正在成为行业共识。

图表9：台积电 CoWoS 结构示意图



来源：台积电官网，国金证券研究所

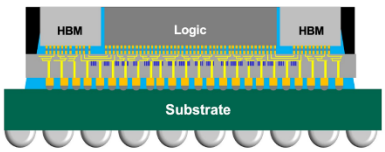
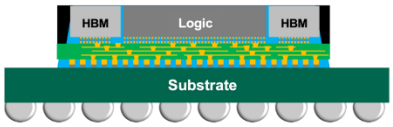
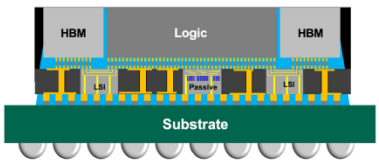
图表10：英特尔 EMIB 结构示意图



来源：英特尔官网，国金证券研究所

台积电在 CoWoS 平台基础上演进出 CoWoS-S、CoWoS-R 与 CoWoS-L 三条路线，三者核心差异在于中介层材料的选择。CoWoS-S 采用整片硅中介层，在大面积硅基内提供高密度互连并嵌入深沟槽电容，可集成多颗逻辑芯片与高带宽存储，中介层尺寸已拓展至 3.3 倍光罩面积，互连性能最强，是 H100 等旗舰 AI 芯片的主力方案，但大面积硅中介层带来高昂成本与良率压力。CoWoS-R 以 RDL 聚合物中介层替代硅，布线最小间距约 4μm，凭借较低的 RC 延迟实现良好的信号与功率完整性，电气性能依然出色，同时 C4 凸点区域内的应变能密度大幅降低，成本与翘曲控制更优，适配对成本敏感的规模产品。CoWoS-L 则融合两条思路，以 LSI 局部硅桥加 RDL 构成重组中介层：硅桥通过多层亚微米铜线实现芯片间高密度互连，仅在需要的区域部署，从而突破整片硅中介层的面积上限，并可在 SoC 芯片下方集成独立深沟槽电容以强化电源管理，英伟达 Blackwell 系列已采用该方案。CoWoS 由此从单一技术演变为覆盖极致性能、成本均衡、超大集成三种需求的平台化产品矩阵。

图表11：根据中介层材料选择的差异，CoWoS 可以细分为 CoWoS-S、CoWoS-R 和 CoWoS-L 三条路线

对比维度	CoWoS-S	CoWoS-R	CoWoS-L
示意图			
中介层材料	硅中介层	RDL聚合物中介层	LSI局部硅桥+RDL+模塑重组中介层
成本	较高，TSV工艺成本高	低于CoWoS-S，无TSV	-
性能	极致互连密度、成熟稳定电气性能、一体化稳压供电	互连密度、内置电容能力不及纯硅中介层，主打超大封装拓展性与机械柔性	局部硅互连区域与CoWoS-S相当，高速信号传输过程中高频损耗更低
代表芯片	英伟达Hopper系列、华为Ascend 910B、曦云C系列	Vera CPU、Trainium、 Maia300	英伟达Blackwell系列、MITA 400、Trainium

来源：台积电官网，国金证券研究所

2.2 AI 资本开支上行带动 CoWoS 需求提升，台积电主导下国内 OSAT 企业加速导入

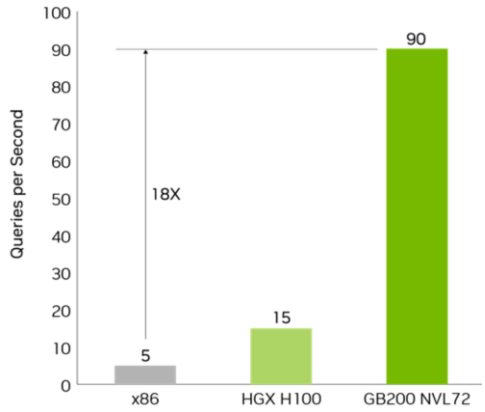
相比于传统封装和板级互连，CoWoS 能够满足 AI 芯片对内存带宽的极致需求。与传统 FCBGA 封装相比，CoWoS 实现了三个维度的跃升：一是超高互连密度，互连介质从有机基板升级为硅/RDL 中介层，布线精度从约 10μm 线宽线距提升至亚微米级，以数千个微小凸点将 GPU 直接连接到 HBM 堆栈；二是低延迟与低功耗，HBM 与 GPU 的逻辑物理距离仅毫米级，电信号传播路径极短，寄生电容与电阻大幅降低，驱动信号所需的功耗随之下降；三是突破光罩面积限制，单颗芯片无法超越光刻光罩的物理尺寸，而 CoWoS 允许将两颗 GPU 芯片通过 10TB/s 级互连整合为一体，并与八组 HBM3e 堆栈共同封装，集成规模达到 120×120mm 量级。

图表12：CoWoS 相对于传统 FCBGA 封装性能优势显著

特征	FCBGA	CoWoS
模具配置	单芯片	多芯片（逻辑+HBM+输入输出）
互连介质	有机介质	硅/RDL 介质
痕量密度	10 微米	亚微米
内存集成	外部（PCB 上的 DDR/GDDR）	封装内（HBM 叠在中介层上）
带宽上限	数百 GB/s	数 TB/s
包装尺寸	<50×50 毫米	~120×120 毫米
成本收益	低成本，高产率	成本极高，供应紧张

来源：NextPCB，国金证券研究所

图表13：英伟达 Blackwell B200 的查询性能显著提升



来源：英伟达官网，国金证券研究所

从应用领域看，CoWoS 的核心市场集中于对内存带宽最敏感的 AI 训练与推理加速器。英伟达从 A100 到 H100 再到 Blackwell B200 的代际飞跃均以 CoWoS 为封装底座，H100 依托 CoWoS 集成 HBM3 实现 3.35TB/s 内存带宽，B200 进一步将带宽推至 8TB/s；内存集成方式也从 FCBGA 时代的外部 DDR/GDDR 演进为封装内 HBM 堆栈，使 CoWoS 成为 AI 算力芯片的核心集成平台。

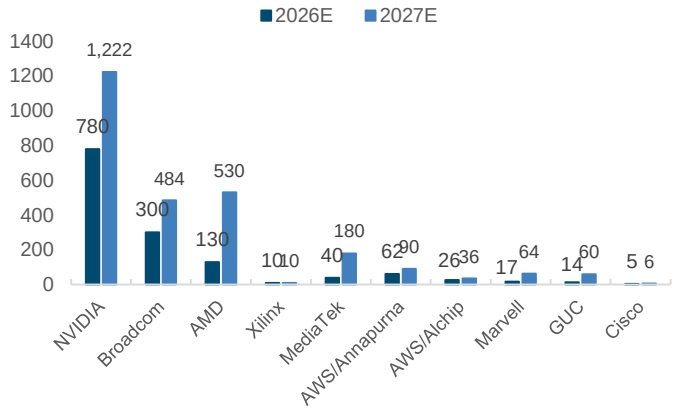
图表14：算力芯片使用 CoWoS 技术带来需求增量

厂商	芯片型号	封装类型	CoWoS 产能需求
英伟达	H100/H200、GB200/GB300、Vera Rubin、Vera CPU	Hopper 系列-CoWoS-S、Blackwell/Rubin-CoWoS-L、Vera CPU-CoWoS-R	2026 年 780 片；2027 年 120 万片，CoWoS-L 约 91 万片，CoWoS-R 超 10 万片
AMD	MI400 系列	CoWoS-L	2026 年 13 万片；2027 年 53 万片，CoWoS-L 预计 24 万片
谷歌	TPU	CoWoS	2026 年博通预订 9 万片
Marvell	AI ASIC	CoWoS	2026 年 1.7 万片；2027 年 6.4 万片
META	MITA 400、Maia 200/300	MITA 400-CoWoS-L、Maia 200-CoWoS-S、Maia 300-CoWoS-R	2026 年博通预订 5 万片
AWS	Trainium、AI ASIC	CoWoS-R、2027 年将使用 CoWoS-L	2026 年 8.8 万片；2027 年 12.6 万片
华为	Ascend 910B	CoWoS	单颗芯片中介层需求达 2-4 片
寒武纪	思元 590	CoWoS	单颗芯片中介层需求达 2-4 片
沐曦	曦云 C 系列、曦思 N 系列、曦彩 G 系列	CoWoS-S、引入 CoWoS-L	-

来源：TrendForce，AMD 官网，钛媒体、半导体产业纵横，工商时报，eet-china，沐曦招股说明书，华盛通，半导体行业观察，摩根士丹利，国金证券研究所

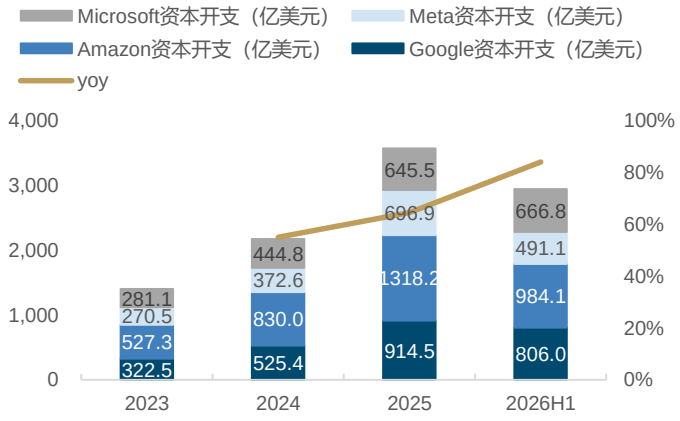
全球 AI 巨头资本开支全面上行，CoWoS 需求正从英伟达单一驱动转向 GPU、CPU 与云厂商自研 ASIC 多元共振。据各公司官网数据，微软、亚马逊、Meta、谷歌四大厂商资本开支合计从 2023 年的约 1401 亿美元增至 2025 年的约 3575 亿美元，2025 年同比增幅达 71.7%，且 2026 年上半年合计资本开支已达约 2948 亿美元，扩张势头持续。摩根士丹利预计，全球 CoWoS 需求将从 2026 年的 138.4 万片增至 2027 年的 268.2 万片，同比增长 94%。英伟达仍是绝对主力，2027 年需求达 122.2 万片，主要投向 Blackwell 与 Rubin 系列，但份额从 56%降至 45%；AMD 增速最快，需求从 13 万片增至 53 万片，占比升至 20%；谷歌 TPU 跃升为台积电 CoWoS 第二大需求来源，博通、联发科合计承接超 50 万片，叠加亚马逊 Trainium、微软 Maia、Meta MTIA 等项目，ASIC 构成第三条增长曲线。

图表15：2026E-2027E 全球 CoWoS 需求高增（千片）



来源：财联社，摩根士丹利，国金证券研究所

图表16：全球 AI 巨头资本开支全面上行



来源：Google、Amazon、Meta、Microsoft 公告，国金证券研究所

全球 CoWoS 及类 CoWoS 先进封装市场目前由台积电主导，国内外 OSAT 厂商跟随布局。台积电作为 CoWoS 技术的发明者和绝对主导者，以晶圆代工龙头地位绑定英伟达、AMD 等核心 AI 芯片客户，其 CoWoS-S、CoWoS-R 与 CoWoS-L 三条技术路径全面覆盖 2.5D 集成的不同性能与成本区间，是当前 AI 算力芯片封装产能的绝对主体。专业封测厂商方面，日月光以 26.10%的 OSAT 市场份额居首，通过 FOCoS-CL、FOCoS-Bridge 及 TSV 基 2.5D/3D 方案布局类 CoWoS 产能；安靠以 14.30%的份额紧随其后，形成 2.5D/3D TSV、s-swift 扇出与 s-connect 硅桥的完整产品矩阵。而大陆厂商正沿差异化技术路径加速切入，长电科技推出 TSV-free 的高密度 RDL 扇出平台 XDFOI，以 12.20%的 OSAT 份额跻身全球前三；通富微电依托与 AMD 的深度绑定布局 HBM/Chiplet/HPC 方向的 VISionS 平台，份额达 8.25%；华天科技以 eSiFO 扇出方案占据 5.19%份额；盛合晶微则构建了覆盖硅中介层、RDL/有机转接板、硅桥及微凸块、混合键合 3DIC 的 SmartPoser 全系列平台，成为国内 2.5D/3D 封装技术布局最完整的独立中道封测厂商。整体来看，短期内台积电在高端 AI 芯片封装环节的主导地位难以撼动，但随着 OSAT 厂商扇出型与硅桥类替代方案成熟、大陆厂商在自主可控需求牵引下加快产能验证与导入，全球 2.5D 先进封装的供给格局有望从单极主导逐步走向多元补充。

图表17：全球 CoWoS 格局呈现“台积电主导，海内外 OSAT 厂商加速布局”的竞争态势

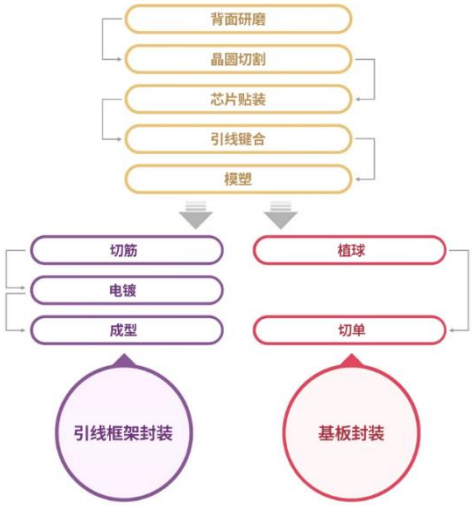
公司	产品	核心技术路径	2025 年 OSAT 市场份额
台积电	CoWoS-S	硅中介层 +高密度互连 + HBM	-
	CoWoS-R	RDL 中介层 + SoC/HBM	
	CoWoS-L	RDL 中介层 + 局部硅互连 LSI + eDTC	
日月光	FOCoS-CL	1ASIC + 2HBM（RDL + Cu 微凸点）	26.10%
	FOCoS-Bridge	1ASIC +1HBM（硅桥 + 扇出 RDL）	
	TSV-based 2.5D/3D	硅中介层 + TSV	
安靠	2.5D/3D TSV	硅中介层	14.30%
	s-swift	Fan-Out + RDL + BGA 基板	
	s-connect	硅桥	
长电科技	XDFOI	高密度 RDL /扇出 + TSV-free	12.20%
通富微电	VISionS	HBM / Chiplet / HPC	8.25%
盛合晶微	SmartPoser®-Si	2.5D，硅中介层 + TSV	2.01%
	SmartPoser®-RDL	2.5D，RDL/有机转接板	
	SmartPoser®-BD	2.5D，Silicon Bridge	
	SmartPoser®-3DIC-BP	3D，基于微凸块的 CoW（芯片对晶圆异构集成）3DIC 技术平台	
	SmartPoser®-3DIC-HB	3D，基于混合键合的 CoW（芯片对晶圆异构集成）3DIC 技术平台	
华天科技	Fan-out：eSiFO	扇出	5.19%

来源：台积电官网，日月光官网，安靠官网，长电科技官网，通富微电官网，盛合晶微官网，华天科技官网，iFinD，国金证券研究所

2.3 先进封装工序晶圆级化重塑设备体系，键合与量检测设备成为核心环节

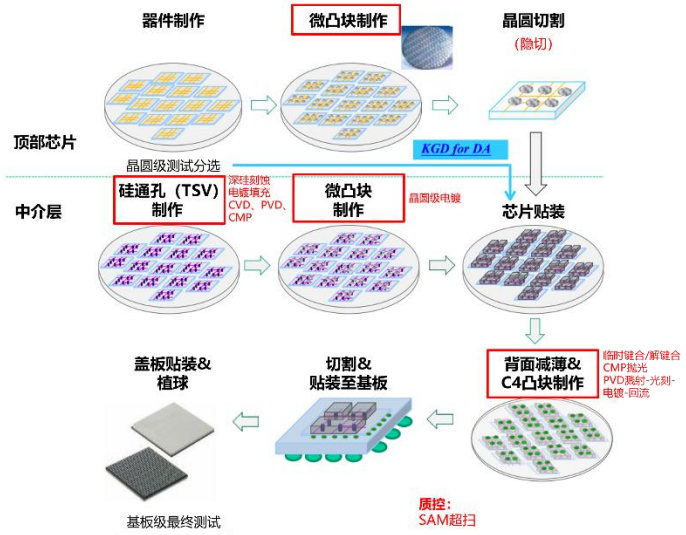
相比于传统封装，以 CoWoS 为代表的先进封装将封装工序大幅前移并晶圆级化，新增中介层制造与晶圆级组装两大环节簇，同时对互连与测试方式进行了根本优化。从新增环节看，一是硅中介层制造，需在空白晶圆上完成 TSV 深孔刻蚀、绝缘与阻挡层沉积、电镀填铜、CMP 平坦化及多层 RDL 重布线，相当于在封装环节引入了一套不含晶体管的前道晶圆工艺；二是微凸块制作与晶圆级测试分选，顶部芯片与中介层均需先行制作微凸块，并在切割前完成 CP 测试分选，以已知良品芯片（KGD）进入贴装，避免坏芯拖累整模组良率；三是晶圆级组装，芯片以倒装方式直接贴装于中介层晶圆，随后进行底部填充、中介层背面减薄暴露 TSV、制作 C4 凸块，再切割后倒装至基板、加盖板并回流植球。从优化环节看，互连方式由引线键合升级为微凸块倒装互连，线长与寄生效应大幅缩减；芯片与基板间引入硅中介层作为高密度布线桥梁，实现亚微米级互连；测试节点由封装后单一终测前移为“晶圆级 CP 分选+基板级终测”的多段式质量管控。由此也催生了对 TSV 刻蚀、电镀、混合键合、超声检测等设备与工艺的全新需求。

图表18：传统封装流程示意图



来源：SK 海力士新闻中心，国金证券研究所

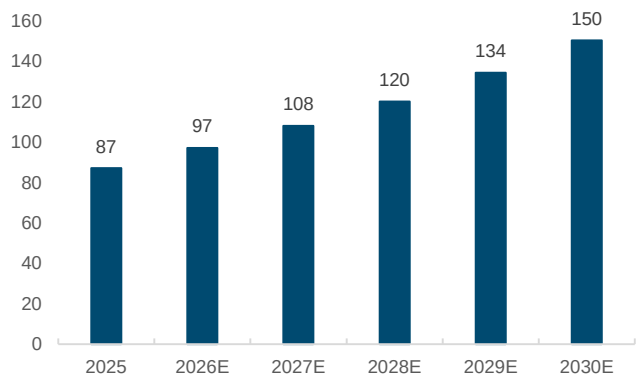
图表19：先进封装流程和新增设备需求示意图



来源：《Assembly Challenges in Developing 3D IC Package with Ultra High Yield and High Reliability》，国金证券研究所

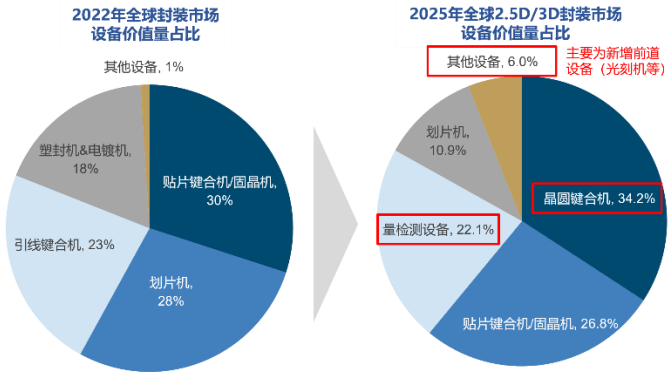
全球 2.5D/3D 先进封装设备市场正处于高速扩容通道，晶圆键合、量检测设备与前道设备成为核心收益环节。据 DataIntelo 数据，全球 2.5D/3D 先进封装设备市场规模有望从 2025 年的 87 亿美元增长至 2030 年的 150 亿美元，期间复合增速约 11.5%，AI 加速器 Chiplet 化与 HBM 堆叠层数提升是最核心的需求驱动。从设备价值量结构看，2025 年全球 2.5D/3D 先进封装设备市场中键合类设备占据绝对主导，晶圆键合机以 34.2%的份额位居第一大品类，贴片键合机/固晶机占 26.8%，二者合计占比约 61%。此外，量检测设备占 22.1%，主要源于多芯片集成下良率乘数效应带来的零缺陷管控刚性需求；而划片机占 10.9%，其余光刻、电镀、刻蚀等前道类设备合计占 6.0%。对比 SEMI 统计的 2022 年全球封装市场设备价值量占比结构，先进封装设备投资的弹性将集中兑现于精度持续升级的晶圆键合环节、贯穿全流程的量检测环节以及新增的前道环节，相关设备厂商有望充分受益于 CoWoS 扩产与混合键合产业化的双重拉动。

图表20：2026E 全球 2.5D/3D 封装设备市场规模预计达 97 亿美元



来源：DataIntelo，国金证券研究所

图表21：封装设备中晶圆键合机、量检测设备与前道设备价值量占比提升



来源：智研咨询，SEMI，DataIntelo，国金证券研究所

晶圆键合设备是 2.5D/3D 封装设备市场中规模最大的品类，其中混合键合正成为增长最快的细分方向。据 DataIntelo 数据，2025 年晶圆键合设备收入约 29.8 亿美元，占全球 2.5D/3D 封装设备市场总收入的 34.2%。晶圆键合设备是实现 2.5D CoWoS 中介层制造与 3D 芯片堆叠的核心装备，通过熔融键合、热压键合、阳极键合及混合键合等工艺，在硅层之间建立可靠、低电阻的电气与机械互连。从增长动能看，行业互连路线正从微凸点向直接混合键合演进：微凸点互连间距极限约 40μm，而混合键合可将间距缩至 10μm 以下，是下一代 HBM4 与 3D 逻辑堆叠实现密度跃升的必经路径，混合键合细分因此呈现最快的增长轨迹。展望未来，随着混合键合从早期量产走向 HBM、3D 逻辑与图像传感器堆叠等场景的主流应用，晶圆键合设备市场预计至 2034 年复合增速约 12.4%，持续领跑整体设备市场。

图表22：2.5D/3D 先进封装领域中，临时键合和混合键合是最为典型的晶圆键合工艺

晶圆键合工艺	工程衬底	MEMS 盖帽	MEMS-CMOS 集成	微流控	3D 电子集成	薄晶圆加工
高温直接键合	++	--	--	+	--	--
低温直接键合	+	+	+	+	+[1]	--
玻璃浆料键合	--	++	++	-	-	--
玻璃晶圆阳极键合	--	+	-	++	-	--
共晶键合	--	++	++	-	+	--
焊料键合	--	++	++	-	+	--
金属直接键合	--	++	++	-	+	--
永久性粘合剂键合	--	+[2]	+	++	-	--
临时性粘合剂键合	--	--	--	--	+[3]	++
表面活化键合	++	+	+	++	+	+
反应式晶圆键合	--	+	+	-	+	--
混合键合	--	-	+	--	++	--

图例：++ 典型应用；+ 可行应用；- 较难实现的应用；-- 无法实现的应用

脚注：[1] 作为混合键合工艺的一部分；[2] 当不要求气密性键合时；[3] 作为层转移方法的一部分

来源：《Wafer bonding technologies for nano-, micro- and macrosystem realization and integration》，国金证券研究所

晶圆键合设备目前由海外厂商主导，当前国产化率低于 25%。全球晶圆键合设备市场由 EV Group、Tokyo Electron 和 SUSS MicroTec 三家海外厂商占据超八成份额，其中 EV Group 以 GEMINI® FB XT 机型实现<50 nm 的对准精度，居全球及中国大陆市场第一。EVG 设备已应用于 SK 海力士与三星的多条 HBM 产线，东京电子亦通过自研与合作积极扩充键合设备组合。国产厂商中，拓荆键科全球份额 2.72%、中国大陆份额 8.28%，其 Dione 300eX 机型键合后 Overlay 达百纳米级，排名大陆第四；华卓精科全球份额 1.11%、中国大陆份额 3.39%，UP HBS300 机型对准精度 100 nm（3σ），位列大陆第六。此外，ASMPT、芯慧联和上海微电子均已推出晶圆键合设备。我们认为，海外龙头在 50 nm 级高精度键合上仍保持代际领先，但国产设备已在 200/300 mm 主流机型上完成布局，叠加中国大陆晶圆厂扩产与设备国产化政策驱动，键合环节有望复刻刻蚀、薄膜沉积设备的国产替代路径，份额提升空间明确。

图表23：2025 年晶圆键合设备国产化率低于 25%

	全球晶圆键合设备市场份额	排名	中国大陆晶圆键合设备市场份额	排名	最高端设备机型	晶圆尺寸	对准精度
EV Group	36.02%	1	38.50%	1	GEMINI® FB XT	200/300 mm	<50 nm
Tokyo Electron	24.70%	2	18.26%	3	Synapse™ Si	300 mm	≤50 nm（3σ），键合后 Overlay<75nm
SUSS MicroTec	20.38%	3	20.38%	2	XBC300 Gen2 D2W	200/300 mm	±100 nm，键合后 Overlay<±200 nm
ASMPT	-	-	-	-	LITHOBOLT® G2	300 mm	-
拓荆键科	2.72%	5	8.28%	4	Dione 300eX	200/300 mm	键合后 Overlay 百纳米级
华卓精科	1.11%	8	3.39%	6	UP HBS300	200/300 mm	100 nm（3σ）
芯慧联	-	-	-	-	CANOPUS RT300（W2W）	300 mm	-
上海微电子	-	-	-	-	SWB 系列	200/300 mm	-

来源：华卓精科公告，各公司官网，光电汇，国金证券研究所

量检测设备方面，全球先进封装量检测市场高度集中，中科飞测等国内厂商加速突围。分厂商看，KLA 以 34%的先进封装量检测市占率居首，具备光学缺陷检测、全表面检测、3D/形貌量测全链条能力，绑定台积电、英特尔；Camtek 是先进封装业务占比最高的纯检测设备商，Hawk 平台卡位 HBM 与混合键合超高层凸点检测；Onto 凭 Dragonfly 平台打通宏观检测、亚表面检测与 3D 凸点量测，深度绑定 SK 海力士；Nova 聚焦光学/尺寸量测与混合键合。技术护城河在于单一技术路线难以覆盖多参数场景，光学 2D/3D、X 射线、超声扫描、干涉测量、AFM 等多物理量方案将长期并存。国产端，中科飞测已实现凸点高度共面性全检、纳米级 3D 形貌与关键尺寸量测，客户覆盖长电、华天、通富；长川科技以晶圆外观检测、明/暗场及 IR 内部裂纹检测切入，进入德州仪器、安靠、三星、日月光、美光、力成供应链。但超高密度凸点三维量测、混合键合高精度表面检测、亚表面缺陷检测仍是核心短板，国产替代正从晶圆外观检测、宏观 AOI、常规 3D 光学量测等易突破环节向高壁垒场景渗透。

图表24：全球先进封装量检测市场高度集中，国内厂商加速突围

企业	2025 年全球先进封装市占率	先进封装量检测能力	主要客户
KLA	34.0%	光学缺陷检测、全表面检测、3D/形貌量测、叠层、变形、包装检查	台积电、英特尔
ONTO	14.0%	宏观检测、表面下检测、3D 凸起测量、叠层	SK 海力士、台积电
Camtek	19.0%	2D 检测、3D 量测、微凸点、高带宽存储器、芯粒、混合键合	英特尔
NOVA	5.5%	光学 / 尺寸量测、混合键合	英特尔
中科飞测	-	先进封装 2D/3D 缺陷检测、凸点高度及共面性全检、纳米级 3D 形貌、双/多层膜厚、关键尺寸及偏移量测	长电科技、华天科技、通富微电
长川科技	-	晶圆外观检测，明/暗场、内部裂纹及 IR 检测、3D 封装外观检测/编带、全自动关键尺寸量测	德州仪器、安靠、三星、日月光、美光、力成

来源：QYReseach，各公司官网，中科飞测 2025 年年度报告，长川科技 2025 年年度报告，国金证券研究所

CoWoS 五大关键环节参数要求严苛，超声扫描设备在检测领域应用广泛。先进封装制程精度持续向微米级逼近，超声扫描（SAM/SAT）凭借其非破坏、高灵敏的界面缺陷成像能力，深度嵌入 CoWoS 核心工艺链。分环节看：TSV 钻孔环节孔径 5–10μm、深度 50–100μm、垂直度±0.5°，GHz 高频 SAM 可识别填充体内部约 10μm³级空洞及孔壁分层；微凸点电镀环节高度 15–25μm、共面度±3μm、间距 20–40μm，SAM 用于界面类缺陷检测；贴片键合环节对位精度±1μm、接合力 50–200N、温度 250–320°C，SAM 通过分层成像完成界面结合强度评估；底部填充环节流速 0.5–2.0mm/s、覆盖率>99%、气泡<1%，C-SAM 用于检测空洞与分层；RDL 重布线层线宽 2–10μm、厚度 0.8–3.0μm、缺陷密度<0.1/cm²，UHR-SAM 可实现亚微米级薄 RDL 缺陷检测。我们认为，CoWoS 工艺参数每提升一档，检测精度要求同步升级，超声扫描已从“抽检+失效分析”工具演变为贯穿 TSV、键合、填充、RDL 全链条的核心质控设备。随着 HBM 堆叠层数与封装面积持续扩大，超扫设备需求不断提升，国产超声检测设备厂商有望在该环节加速进口替代。

图表25：CoWoS 关键环节参数要求严格，超声扫描设备在检测领域应用广泛

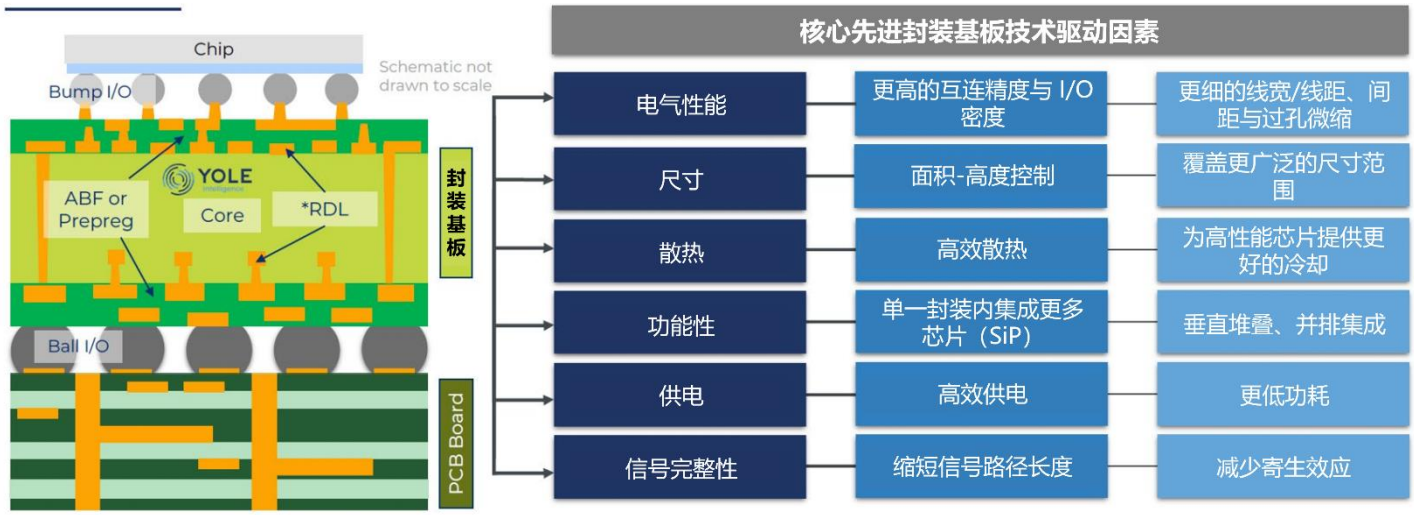
环节	关键参数	规格要求	超扫应用
TSV 钻孔	孔径/深度/垂直度	5-10μm / 50-100μm / ±0.5°	GHz 高频 SAM 可识别约 10μm³空洞
微凸点电镀	高度/共面度/间距	15-25μm / ±3μm / 20-40μm	检测界面类缺陷
贴片键合	对位精度/接合力/温度	±1μm / 50-200N / 250-320° C	分层成像+界面结合强度评估
底部填充	流速/覆盖率/气泡	0.5-2.0mm/s / >99% / <1%	检测空洞与分层
RDL 重布线层	线宽/厚度/缺陷密度	2-10μm / 0.8-3.0μm / <0.1/cm²	检测薄 RDL 缺陷

来源：东茂科技，上海骄成，《Innovative failure analysis solutions for advanced packaging》，PVA TePla 官网，《Recent Progress in Structural Integrity Evaluation of Microelectronic Packaging Using Scanning Acoustic Microscopy (SAM): A Review》，国金证券研究所

3 玻璃基板：先进封装基板升级的核心方向，TGV 成形与激光改性构筑竞争壁垒

电气性能、尺寸、散热、功能性、供电与信号完整性六大维度的同步升级构成先进封装基板技术演进主线。先进封装基板的技术驱动因素可归纳为六个维度：电气性能上要求更高的互连精度与 I/O 密度，推动线宽/线距、间距与过孔持续微缩；尺寸上要求面积与高度的协同控制，以覆盖更广泛的封装尺寸范围；散热上要求为高性能芯片提供更高效的冷却路径；功能性上要求单一封装内集成更多芯片，支持垂直堆叠与并排集成的 SiP 形态；供电上要求高效供电以降低功耗；信号完整性上要求缩短信号路径以减少寄生效应。相比于传统封装，先进封装对于基板的各维度指标要求全面提升。

图表26：先进封装对于基板的电气性能、信号完整性等指标要求不断提升



来源：IMAP《High Density Organic Substrates for Chiplet Technologies》，国金证券研究所

玻璃基板凭借接近硅的热膨胀系数、超低介电损耗与十倍级互连密度潜力，在翘曲控制、高频性能与尺寸扩展三大维度全面超越传统有机基板，成为先进封装基板演进的核心趋势之一。传统有机基板虽已实现大规模量产且成本更低，但线宽/线距止步于 10/10μm 以上，热膨胀系数约 17ppm/°C 与硅芯片差异悬殊，损耗因子约 0.02 难以支撑高频传输，大尺寸封装下的翘曲问题更成为主要良率障碍，应用场景逐渐局限于中低端市场。相比之下，玻璃基板当前已实现 5/5μm 以下线宽/线距并有望在未来几年推进至 2/2μm，热膨胀系数可调至 3–8ppm/°C 与硅高度匹配，损耗因子仅约 0.005，热导率约为有机基板的 3 倍，图形变形减少 50%，互连密度可达有机基板的 10 倍，并可支撑 240×240 毫米的超大尺寸封装与 1:50 深径比的 TGV 垂直互连。英特尔、台积电、三星等头部厂商均已将玻璃基板纳入先进封装路线图，产业竞争重心正转向 TGV 成孔与填孔、翘曲控制等量产工艺瓶颈的突破，玻璃基板替代有机基板的长期趋势有望确立。

图表27：玻璃基板相对于有机基板具有显著互连密度、耐高温和平整度优势



来源：IMAP《High Density Organic Substrates for Chiplet Technologies》，国金证券研究所

玻璃基板的产业化高度依赖 TGV 成形质量。深径比、锥角、侧壁粗糙度与微裂纹等关键指标直接决定后续种子层覆盖与电镀填铜的可靠性，而成形路线之争的本质是精度、良率与产能的平衡，激光改性刻蚀路线凭借侧壁质量与深径比优势成为主流方向。目前 TGV 成形主要有四类技术：激光钻孔产能高且适用各种厚度玻璃，但侧壁粗糙、锥度不稳并伴随微裂纹与热损伤；湿法与干法刻蚀分别受困于各向同性钻蚀导致的孔型失控和厚玻璃刻蚀速率低、设备成本高的问题；光敏玻璃加工精度与阵列一致性出色，但玻璃成分受限、材料成本高。选择性激光刻蚀即 LIDE 路线则先以超短脉冲激光对玻璃进行局部改性，再利用改性区与未改性区在化学药液中最高可达百倍以上的刻蚀速率差实现选择性成孔，兼具侧壁光滑、孔型可控与高深径比能力，是当前兼顾精度与量产效率的路线。由于通孔质量直接影响金属化

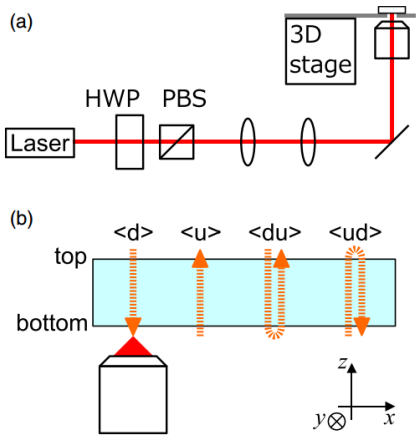
环节种子层覆盖完整性与填铜空洞率，激光改性的参数控制水平已成为玻璃基板与激光设备商的核心竞争壁垒。

图表28：选择性激光刻蚀为 TGV 成形技术核心方案

工艺方法	工艺原理	优势与局限
激光钻孔	激光直接去除玻璃	产能高、灵活、适用各厚度；但侧壁粗糙、锥度不稳，有微裂纹和热损伤
选择性激光刻蚀	激光改性+化学刻蚀	侧壁好、精度高、深径比高；但为两步工艺，刻蚀选择性管控要求高
湿法刻蚀	HF/BOE 溶液刻蚀	简单、可批量大面积处理；但各向同性、有钻蚀、孔型难控
干法刻蚀	等离子体刻蚀	保真度高、各向异性；但速率低、设备贵、产能低
光敏玻璃加工	曝光+热处理+选择性刻蚀	精度高、阵列一致性好；但玻璃成分受限、成本高

来源：《Process Integration and Reliability Challenges of Through-Glass Vias for Glass-Based Advanced Packaging: A Focused Review》，国金证券研究所

图表29：激光改性示意图



来源：《Scanning strategy-dependent etching rate in the formation of through-via holes by femtosecond laser-assisted etching》，国金证券研究所

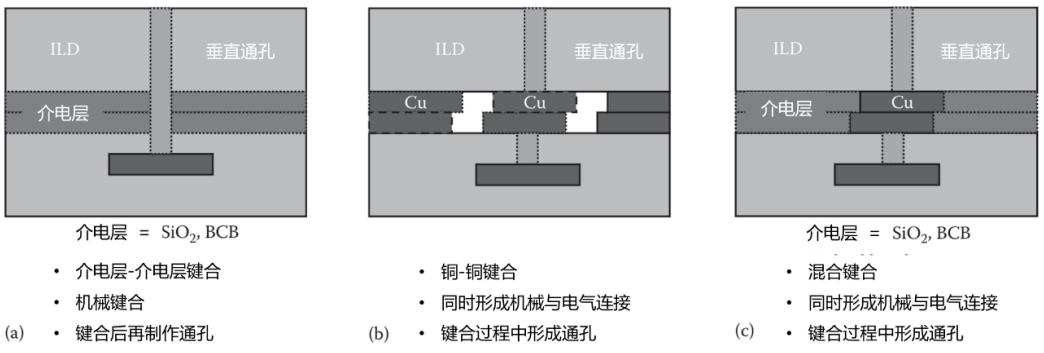
AI 与数据中心先行、龙头厂商主导，玻璃基板 2027 年后有望逐步放量。从下游应用看，英特尔官网显示，玻璃基板凭借极低平整度、更优热机械稳定性，互连密度较有机基板可提升 10 倍、图案变形减少 50%，且耐受更高温度、可无缝集成光学互连并将电感电容嵌入玻璃，因此将率先进入数据中心、人工智能、图形等大规模形态封装及高速应用场景，英特尔计划于本十年下半期向市场交付完整玻璃基板解决方案，支撑 2030 年实现单封装 1 万亿晶体管目标。从商业化节奏看，全球龙头已密集落子。SKC 及其子公司 Absolics 计划今年年底前启动全球首个商业化玻璃基板生产项目；三星电机在世宗工厂运营玻璃基板试点线，目标 2027 年后量产；中国显示面板厂商京东方正与美国康宁合作，覆盖玻璃基板、光通信及钙钛矿业务。我们认为，上游材料厂商康宁、SKC 率先卡位，封测与面板厂商接力验证，而 AI 算力芯片对封装尺寸与互连密度的极限需求是核心拉动力。短期看玻璃基板将率先渗透大尺寸高端封装，中期有望向主流 2.5D/3D 封装延伸，但工艺成熟度与成本良率仍是量产节奏的关键变量。

4 关注先进封装核心环节

4.1 键合：键合方式从 2.5D 焊料键合向 3D 混合键合演进

键合方式从 2.5D 焊料键合向 3D 混合键合演进，互连间距突破 10μm 物理极限是核心驱动力。当前主流 2.5D 先进封装采用焊料键合，台积电 CoWoS-S 即通过硅中介层 TSV 加微凸块互连。而当凸点间距缩小至 10μm 以下，传统焊料键合因凸点物理尺寸极限难以继续支撑互连密度提升，混合键合成为 3D 先进封装的更优解，台积电推出的 SoIC 技术即采用晶圆对晶圆（WoW）混合键合方案，实现了真正的 3D 芯片堆叠。与仅提供机械连接的介电层键合、存在焊盘间隙腐蚀风险的铜-铜键合不同，混合键合在原理上实现两者无缝结合，由于介电层在室温下自融合形成牢固机械键合，铜焊盘在退火过程中经原子扩散完成电气互连，全程无需焊料或胶黏剂。

图表30：混合键合与其他两种键合方式的示意图对比



来源：《3D 集成晶圆键合技术》，国金证券研究所

混合键合作为面向高密度 3D 封装的核心技术路径，市场规模有望快速扩张。从键合方式对比看，介质-介质键合以氧化硅或 BCB 聚合物为介质、以机械连接为主，需在键合后另行形成通孔，适用于互连密度要求较宽松的异构集成；铜

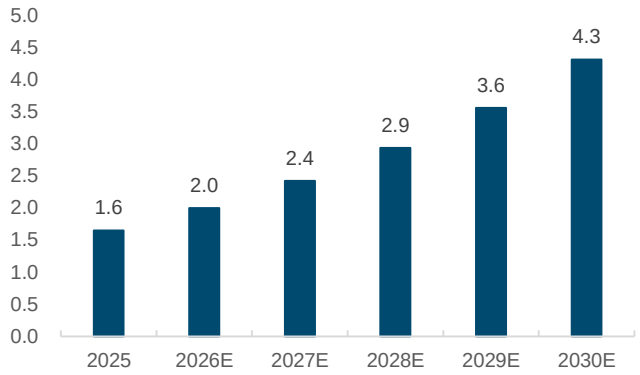
-铜键合以铜直接键合实现电气互连，通孔在键合中同步完成，但焊盘间隙易腐蚀且需冗余焊盘增强强度；混合键合则在键合界面内同步完成介质与铜的结合，实现机械与电气功能一体化，但同时对表面平整度和防铜污染提出了最严苛的工艺要求，存在工艺窗口窄、对准难度大等挑战，是高密度 3D 封装的必然选择。据 MarketsandMarkets 数据，全球混合键合市场规模有望从 2025 年的 1.6 亿美元增长至 2030 年的 4.3 亿美元，期间复合增速约 21.2%，随着 HBM、3D 堆叠逻辑芯片等下游应用放量，混合键合设备及工艺环节将迎来确定性的需求扩容。

图表31：三种键合方式中混合键合工艺要求最为严苛

维度	介质-介质键合	铜-铜键合	混合键合
键合介质	氧化硅/BCB	铜直接键合	介质+铜复合界面
核心功能	机械连接为主	电气互连为主	机械+电气一体化
通孔形成	键合后另行形成	键合中同步完成	键合界面内同步完成
工艺要求	氧化硅需原子级平滑	需冗余焊盘增强强度	最严苛，高平整度+防铜污染
主要局限	晶圆翘曲影响键合强度	焊盘间隙易腐蚀，减薄后更明显	工艺窗口窄、对准难
适用场景	异构集成、密度要求宽松	微处理器等高密度互连	高密度的 3D 封装

来源：《3D 集成晶圆键合技术》，国金证券研究所

图表32：全球混合键合市场规模 2030E 年达 4.3 亿美元



来源：Markets and markets，国金证券研究所

4.2 超扫：多层堆叠时代的无损检测刚需，国产替代加速落地

在精密器件无损检测中，超扫与 X-Ray 为高度互补的核心检测手段。X-Ray 采用穿透式成像，可输出样品整体厚度的合成图像，擅长识别金属异物、结构性断裂、大体积焊点空洞等高密度、体积型缺陷，但对材料分层、微裂纹、细微虚焊等界面缺陷敏感度极低，存在明显检测盲区。超扫则依托反射回波成像模式，可分层展示产品内部结构，由于超声波易被分层缺陷阻断，对界面分层、脱粘缺陷识别精度极高，因此可精准判定焊接与结合层完整性，弥补 X-Ray 检测短板。二者联用可实现缺陷全覆盖检测，有效规避漏检风险，是半导体高端封装质控的重要方案。

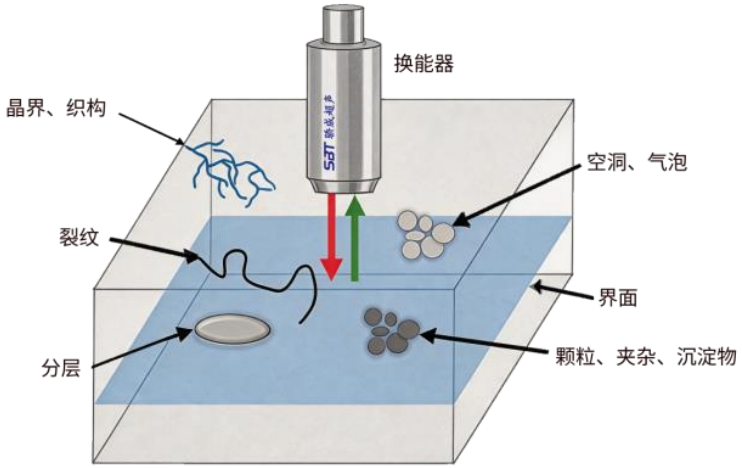
图表33：超声波扫描可以弥补 X-Ray 检测短板

对比维度	X-RAY	超声波扫描显微镜
检测模式	穿透模式	反射回波模式（CSAM）
成像特点	获取样品整体厚度的合成图像	可清晰呈现产品不同分层结构
检测优势	擅长识别结构性断裂等高密度、体积型缺陷	擅长判定焊接层、结合层的完整性，对分层缺陷敏感度高

来源： SGS 检测技术中心，国金证券研究所

先进封装多层堆叠结构对内部缺陷检测提出更高要求，超声扫描（SAM）凭借无损、深层透视与气隙高敏感特性，成为先进封装质量管控的关键手段。AI 算力需求推动 2.5D/3D 封装走向多芯粒异构集成，键合界面气泡、中介层分层、TSV 填充缺陷、微凸点裂纹等微米级缺陷直接影响良率与可靠性。SAM 通过高频超声波在材料界面的反射信号重建内部图像，具备四重优势：一是 100%无损非接触，适配 D2W 工艺，杜绝芯粒污染风险；二是深层透视，可穿透硅、玻璃、塑封料，覆盖全堆叠层缺陷定位；三是气隙高敏感，可识别微米级气泡与分层，填补光学与射线检测盲区；四是高效适配量产，兼容 6/8/12 英寸晶圆，支持全自动在线检测。

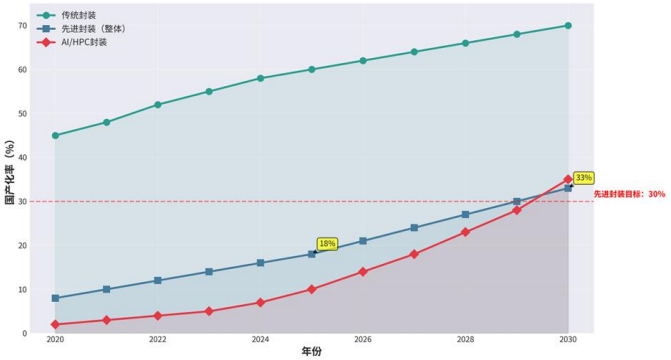
图表34：超声波扫描原理示意图



来源：上海骄成，国金证券研究所

先进封装国产替代空间广阔，骄成超声高频超扫实现量产突破，适配先进封装需求。当前先进封装赛道国产化率尚不足 20%；其中面向 AI、高性能计算等高精尖领域的高端封装业务，国产化率更是低于 10%，国产替代空间广阔。据半导体产业研究预计，2030 年国内先进封装国产化率有望攀升至 30%-35%，国产替代潜力突出。超声扫描显微镜的探头频率决定成像分辨率，频率越高、微缺陷检测能力越强，但穿透深度随之下降，需按样品厚度与材质灵活选型。国内超声设备龙头骄成超声深耕行业 18 年，拥有有效知识产权 385 项，其自研的 2.5D/3D 先进封装超声扫描显微镜实现高频脉冲发生器、超声换能器、高速采集卡等核心部件自主可控，搭载 75-230MHz 高频超声与 AI 智能分析算法，可识别微米级缺陷并自动生成检测报告，目前已批量供货，为国内先进封装提供高性价比国产方案。

图表35：先进封装国产替代空间广阔



来源：半导体产业研究，国金证券研究所

图表36：骄成超声与 Sonoscan 超扫设备核心参数对比

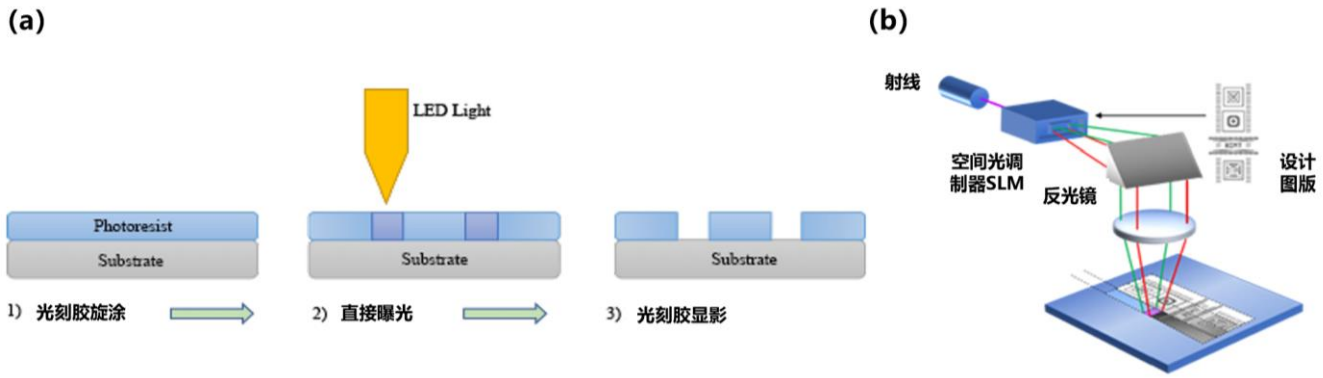
	骄成超声 Wafer400-F2	Sonoscan Gen6
超声发射接收带宽	1~500MHz	-
图像分辨率	1~4000μm	最高可达 0.1μm
超声探头频率	可兼容 1~300MHz	5~400MHz
扫描频率	6G/s	2G/s

来源：骄成超声官网，天津昀恺科技有限公司，国金证券研究所

4.3 直写光刻：数字掩膜替代物理掩膜，匹配先进封装高精度快迭代双重诉求

直写光刻以数字掩膜替代物理掩膜版，通过空间光调制器（SLM）将设计版图直接调制到光束上完成曝光，省去了掩膜制作环节，是先进封装 RDL 与凸块图形化的关键工艺。从工艺流程看，直写光刻与传统光刻共享“光刻胶旋涂-曝光-显影”的基本框架，区别在于曝光环节不再需要掩膜版，涂胶后的基板直接接受经数字图形调制的 LED 或激光光源照射，显影后即获得目标图形。其核心硬件是空间光调制器，主流实现形式为 DMD 数字微镜器件——器件上集成数十万至上百万个可独立偏转的微镜，计算机将设计版图数据实时加载至 DMD，各微镜按像素信号选择性反射光线，经反光镜与投影透镜缩小成像于基板表面，配合精密位移台扫描拼接实现大面积图形化。由于图形由数字文件直接生成，直写光刻具备零掩膜成本、设计可随时修改、可实时对焦补偿基板翘曲等优势，与先进封装大尺寸基板和板级封装的工艺需求高度契合。

图表37：直写光刻原理示意图



来源：《Pyrolytic Carbon Micro and Nano Topographies for Stem Cell Differentiation》，国金证券研究所

直写光刻相对传统底片曝光实现了图形转移方式的数字化跃迁，在精度、对位、换型效率与产品适应性四个维度形成全面优势，是封装基板精细线路制造的更优选择。传统掩膜光刻依赖底片/菲林进行图形转移，光刻精度仅 50-100μm，且对位精度易受底片热膨胀影响，制程长、换型慢，目前主要用于 IC 载板制造中的常规线路。直写光刻则无需底片、以数字化方式直接曝光，光刻精度可达 0.5μm-2nm，较传统方式提升两个数量级；对位上可根据实测偏差实时调整，规避了底片胀缩带来的误差；生产上制程更短、换型更快，特别适合精细线路、高精度与多品种产品的制造需求。在先进封装基板线宽持续微缩、产品迭代加速的背景下，直写光刻的数字化属性恰好匹配行业“高精度+快迭代”的双重诉求，其对传统底片曝光的替代趋势较为明确。

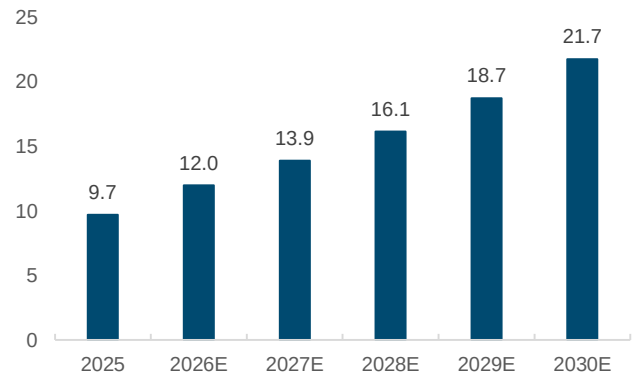
图表38：直写光刻的精度、对位、换型效率与产品适应性均优于掩模光刻

对比维度	掩模光刻	直写光刻
图形转移方式	依赖底片/菲林	无需底片，数字化直接曝光
光刻精度	50-100μm	0.5μm-2nm
对位能力	易受底片膨胀影响	可根据实测偏差调整
生产方式	制程长；换型慢	制程短；换型快，
应用场景	目前主要用于 IC 载板的制造	精细线路、高精度和多品种产品

来源：芯碁微装招股说明书，国金证券研究所

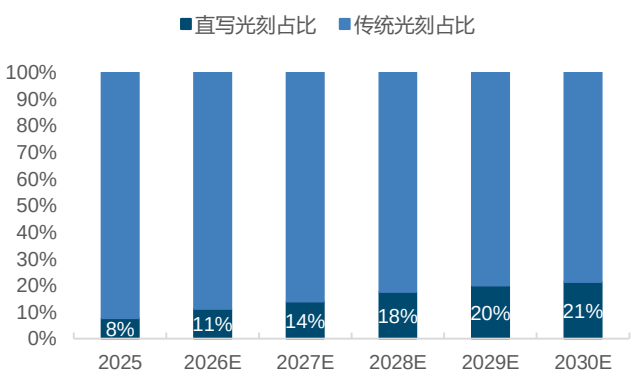
先进封装扩产潮正沿设备链向上游光刻环节传导，直写光刻将成为结构性增量。先进封装光刻需求集中于 RDL、凸点、TSV 等环节，传统掩膜版光刻在大基板、小批量场景适用性受限。根据 QYResearch 预测，全球先进封装光刻设备市场规模将从 2025 年的 9.7 亿美元增至 2030E 的 21.7 亿美元，五年复合增速约 17.5%。从产品结构看，根据 QYResearch、芯碁微装招股书及 SEMI 预测数据，直写光刻设备在先进封装光刻设备中的占比将从 2025 年的 7.7%持续提升至 2030E 的 21.3%，渗透率提升约两倍。我们认为，无掩膜、柔性化的直写光刻适配 Chiplet 定制化集成趋势，叠加国产厂商已实现 PCB 向先进封装的跨场景迁移，该环节将成为封装设备国产替代的重要突破口。

图表39：2025-2030E 全球先进封装光刻设备市场规模迅速扩张（亿美元）



来源：QYResearch，国金证券研究所

图表40：2025-2030E 全球先进封装直写光刻设备占比将不断提升



来源：QYResearch，芯碁微装招股书，SEMI，IEA，Prismark，Yole，灼识咨询，

全球先进封装光刻设备市场由海外厂商主导，国产厂商正沿直写与大板方向寻求突破。海外方面，Onto Innovation 的 JetStep S3500 支持 650×650mm 面板级封装，客户覆盖欣兴、英特尔、日月光、安靠、长电科技，2025 年相关业务收入 5.0 亿美元；Canon 的 FPA-8000iW 独家供应台积电；Veeco AP300E 可容忍 4.0mm 晶圆翘曲，主要服务台积电与日月光；SUSS MicroTec 的 MA/BA Gen4 套刻精度达 0.5μm，目前进入台积电、安靠、日月光供应链；而 EV Group 的 LITHOSCALE XT 采用 Maskless 直写方案，主要供给台湾工研院。国产端，上海微电子 SSB500 分辨率 0.8–2μm、支持 600×600mm 方板曝光，已进入日月光、通富微电、长电科技。在直写光刻占比向 20% 跃升的窗口期，国产设备具备换道超车机遇。

图表41：全球先进封装光刻设备主要玩家

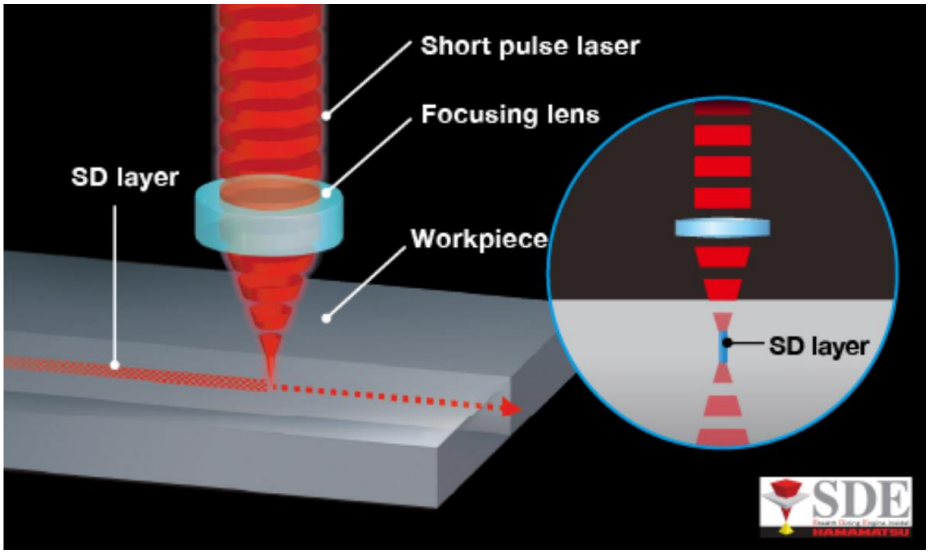
公司	2025 年细分领域营业收入	主要设备及参数	主要客户
Onto Innovation	先进封装与专用器件 5.0 亿美元	**JetStep S3500：**面向 FOPLP；最大 650×650mm；曝光场 59.4×59.4mm；分辨率 2/2μm L/S，可选 1/1μm	欣兴电子、Nepes、英特尔、日月光、精材科技、安靠、长电科技
Canon	工业部门 3611.0 亿日元	**FPA-8000iW：**i-line stepper；最大 panel 515×510mm；曝光场 52×68mm/55×65mm；分辨率 1.0μm	台积电
Veeco (Ultratech)	半导体业务 47.7 亿美元	**AP300E Lithography System：**分辨率 2.0μm；曝光视场 68×26mm；支持 200/300mm 晶圆；Fan-Out 300 配置下 300mm 晶圆最大翘曲可达 4.0mm	台积电、日月光
SUSS MicroTec	先进后端解决方案业务 3.5 亿欧元	**MA/BA Gen4：**mask aligner；分辨率最低 0.8μm；DirectAlign 可做到 0.5μm overlay	台积电、安靠、日月光
EV Group	-	**LITHOSCALE XT：**Maskless/Digital Lithography；支持 300mm wafer、300mm square substrate；分辨率<2μm L/S；375/405nm 双波长	台湾工研院
芯碁微装	泛半导体系列 2.33 亿元	**WLP2000 晶圆级直写光刻设备：**最小线宽线距 2μm；套刻精度±0.6μm；支持 200/300mm 晶圆	长电科技、通富微电、甬矽等
上海微电子	-	**SSB500 系列步进光刻机：**分辨率 0.8-2μm；支持 200/300mm 晶圆及最高 600×600mm 方板曝光	日月光、通富微电、长电科技

来源：Onto Innovation 2025Q4 电话会，各公司官网，ASE 公告，semiconductor-digest，EDN， Bridge Tronic，科创板日报，台湾电子时报，国金证券研究所

4.4 隐切：激光内部改质实现无损分割，适配薄晶圆与玻璃基板新需求

隐形切割通过激光内部改质实现无接触分割，凭借无碎屑、无负荷、窄切割道三大优势，成为先进封装中薄晶圆与敏感器件切割的理想方案。隐形切割将激光聚光于工件内部，在工件内部形成改质层，再通过扩展胶膜等方式将工件分割成芯片，全程不接触工件表面。其优势体现在三方面：一是加工碎屑少，由于改质发生在工件内部，可有效抑制加工屑产生，适用于抗污垢性能差的工件；二是无机械负荷且为干式加工，无需清洗，适用于 MEMS 等抗负荷能力差的器件；三是切割道宽度小，有助于缩小芯片间隔、提升单片晶圆的芯片产出数量。随着先进封装中晶圆持续减薄、芯片集成度提升，传统砂轮切割面临的崩边、污染与应力损伤问题日益突出，隐形切割在高端封装产线中的渗透率有望持续提升。据德龙激光 2025 年年报，其硅晶圆激光隐切设备支持 SDBG（研磨前隐切）与 SDAG 工艺，特别适用于厚度 35–85μm 的超薄晶圆，SDBG 技术正成为 3D NAND、DRAM、CIS 及高端逻辑芯片领域的主流制程方案。

图表42：隐形切割示意图



来源：Disco 官网，国金证券研究所

超快激光工艺凭借冷加工特性在崩边与裂纹控制上优势突出，正成为先进封装超薄玻璃加工的主流方向。玻璃基板激光切割存在 CO_2激光、超快激光与激光光丝三条技术路线，其中 CO_2激光切割通过热应力引导裂纹扩展或高能烧蚀穿透，适用厚度 0.1–1.0mm，设备成熟、成本低，烧蚀方式还可钝化微裂纹、适配含 RDL 布线层的基板，但热影响区大、边缘微裂纹风险较高，且对金属布线切割速率极慢。超快激光切割利用非线性吸收在玻璃内部形成改性通道，适用厚度 0.1–10.0mm，热效应极小、崩边小，结合贝塞尔光束可实现无崩边无微裂纹切割、速度可达 400mm/s 且一次扫描即可完成厚板改性，但设备成本高、光路控制复杂。激光光丝切割依靠克尔自聚焦与等离子体散焦的动态平衡形成光丝，适用厚度 0.2–10.0mm，单次扫描即可实现深切割、焦深大、断裂行为精准可控，但参数窗口窄、成丝稳定性难控，工艺与成本门槛最高。总体来看，随着先进封装玻璃基板向大尺寸、超薄化演进，切割质量直接决定后段良率，具备低损伤、高精度特性的超快激光路线产业化前景最为明确。

图表43：玻璃基板激光切割工艺中，超快激光在崩边与裂纹控制上优势突出

激光切割	CO_2激光切割	超快激光切割	激光光丝切割
原理	激光热应力引导裂纹扩展/高能烧蚀穿透	非线性吸收+内部改性/贝塞尔光束形成改性通道	克尔自聚焦与等离子体散焦动态平衡形成光丝
适用厚度	0.1~1.0mm	0.1~10.0mm	0.2~10.0mm
崩边/裂纹控制	热应力切割边缘微裂纹风险较高；烧蚀切割可钝化微裂纹	热效应极小，崩边小；贝塞尔光束可实现无崩边无微裂纹	崩边极微；裂纹可控
切割速度	热应力切割快（数百 mm/s）；烧蚀切割慢（含铜时尤甚）	高斯光束中等；贝塞尔光束快（可达 400mm/s）	较快（10~100mm/s 量级）
产业化	设备成熟，成本低	设备成本高	成本高（需精确控制自聚焦效应）
主要优势	成本低，适合直线切割；烧蚀切割适合含 RDL 基板	冷加工特性，边缘强度高；贝塞尔光束一次扫描可完成厚板改性，效率高	单次扫描深切割，焦深大，断裂行为精准可控
主要局限	热影响区大，难以实现异形切割；对金属布线切割速率极慢	系统复杂，需精确光路控制	参数窗口窄，成丝稳定性难控，工艺控制要求高，成本高

来源：《电子封装用超薄玻璃基板切割方法研究进展》，国金证券研究所

5 投资建议

5.1 拓荆科技：沉积工艺沉淀与混合键合领域拓展，适配先进制程与先进封装

薄膜沉积设备和先进键合设备领域领军企业，覆盖先进封装从基础薄膜沉积到 3D 键合集成的关键环节。拓荆科技薄膜沉积设备已形成 PECVD、ALD、SACVD、HDPCVD、Flowable CVD 系列，其中 ALD 设备可以实现高深宽比、极窄沟槽开口的优异台阶覆盖率及精确薄膜厚度控制，是结构复杂、薄膜厚度要求精准的先进逻辑芯片、存储芯片制造及先进封装的核心设备。三维集成领域，已形成覆盖 W2W 混合键合、W2W 熔融键合、D2W 键合前表面预处理、D2W 混合键合，以

及键合后量测和激光剥离的设备组合，Dione 300 eX 是拓荆科技 W2W 混合键合环节的核心设备，与 Dione 300F eX、Propus 300、Pleione 300、Crux 300 等构成设备矩阵。拓荆科技两大业务板块协同发力，先进制程领域的核心竞争力显著提升，业务规模实现大幅增长；先进封装领域新产品不断送样验证，W2W 混合键合设备获得客户复购订单并实现量产应用，客户群体持续拓展。

图表44：拓荆科技布局薄膜沉积与三维集成两大业务板块

设备领域	产品系列	代表产品	主要工艺/应用
薄膜沉积	PECVD 系列	PF-300T	SiO2 等通用介质薄膜材料及 SiB 等先进介质薄膜材料
	ALD 系列	PF-300T Astra	高温、低温、高质量 SiO2、SiN、SiCO 等多种介质薄膜材料
	SACVD、HDPCVD、Flowable CVD 系列	PF-300T SA	SA BPSG、SA TEOS 等介质薄膜材料
三维集成	W2W 混合键合	Dione 300 eX	高速高精度晶圆对晶圆混合键合
	W2W 熔融键合	Dione 300F eX	晶圆对晶圆低应力熔融键合
	D2W 键合前表面预处理	Propus 300	晶圆及切割后芯片的表面活化和清洗
	D2W 混合键合	Pleione 300	芯片对晶圆混合键合
	量测	Crux 300	混合键合后的键合套准精度量测
	激光剥离	Lyra 300	永久键合后晶圆激光剥离

来源：拓荆科技年报，国金证券研究所

核心混合键合设备达到国际同类水平，国产量产先行者。Dione 300 为国产首台应用于量产的晶圆对晶圆混合键合设备，应用于存储器、逻辑芯片、三维集成芯片及 Micro LED 等产品的生产。设备集成等离子活化、清洗、键合和量测等单元，支持 12 英寸/8 英寸晶圆适配，采用室温等离子活化键合，配备超精密光学对准系统和可配置键合波自动控制系统，可实现百纳米级键合后 Overlay、无键合气泡以及高精度在线量测能力，整体性能指标已达到国际同类产品水平，是拓荆科技面向先进封装和三维集成量产需求的核心键合设备之一。

图表45：拓荆科技 Dione 300/Dione 300 eX 示意图



来源：拓荆科技官网，国金证券研究所

图表46：拓荆科技混合键合设备关键指标可与国际龙头对标

	拓荆科技 Dione 300/300 eX	EVG GEMINI FB XT
键合类型	W2W	W2W
晶圆尺寸	200mm/300mm	200mm/300mm
对准精度	官方披露 300 eX 可达到国际同类最先进水平	sub-50nm
键合后 Overlay	百纳米级	sub-100nm

来源：拓荆科技官网，拓荆科技年报，EVG 官网，国金证券研究所

产能扩容与资本运作双轮驱动，研发与产业化进程加速。2025 年，拓荆科技上海二厂落地扩充先进 ALD 研发与产业化空间；对键合子公司增资 10.4 亿元，将资源进一步聚焦到混合键合、熔融键合及配套量检测等关键环节，补齐 3DIC 量产链条。与此同时，围绕原子层刻蚀和 3DIC 后道工艺的股权投资，向减薄、环切、划片及耗材、核心软件与零部件延伸，形成横向协同。整体看，拓荆科技产业布局既巩固先进薄膜沉积优势，又卡位先进封装核心工序，有望缩短客户验证周期、提升国产设备配套能力，加速产业化进程。

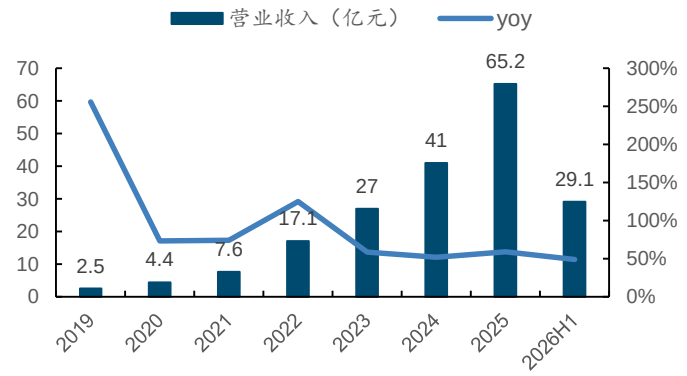
图表47：拓荆科技向键合子公司增资 10.4 亿元

项目概况	产业布局
上海二厂投入使用	先进 ALD 设备及工艺的研发，临港中心客户群半导体设备产业化
控股子公司拓荆键科增资 10.4 亿	聚焦应用于三维集成领域先进键合设备（包括混合键合、熔融键合设备）及配套使用的量检测设备的研发与产业化应用
对原子启智、芯丰精密的股权投资	围绕原子层刻蚀领域产业链横向布局；研发和生产应用于 3DIC、先进封装等工艺环节的减薄、环切、划片设备以及耗材产品，研制核心软件、零部件

来源：拓荆科技官网，国金证券研究所

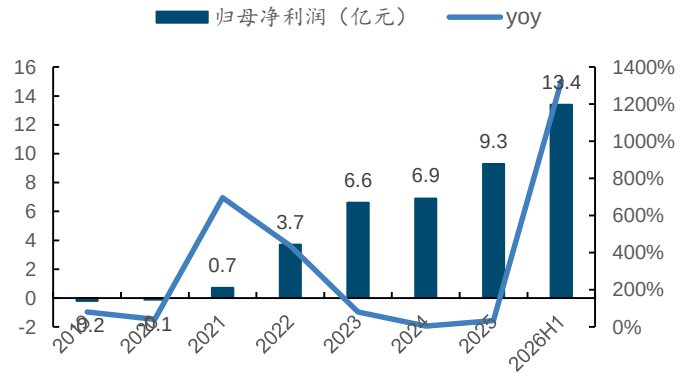
营收持续高增，扣非归母净利爆发式增长。拓荆科技营收从 2019 年的 2.5 亿元扩大到 2025 年的 65.2 亿元，复合年增长率高达 72.2%，26H1 营收达到 49.1 亿元，同比增长 29.1%。盈利端亦有较为亮眼的增长，归母净利润从 2021 年的 0.7 亿增长到 2025 年的 9.3 亿，五年间扩大超 10 倍。2026 上半年，随着营收扩大，各项费用率的下降以及公允价值变动收益大幅增加，归母净利润达到 13.4 亿元，扣非归母净利同比增长 861.9%，盈利水平显著提升。

图表48：拓荆科技营收持续高增



来源：iFinD，国金证券研究所

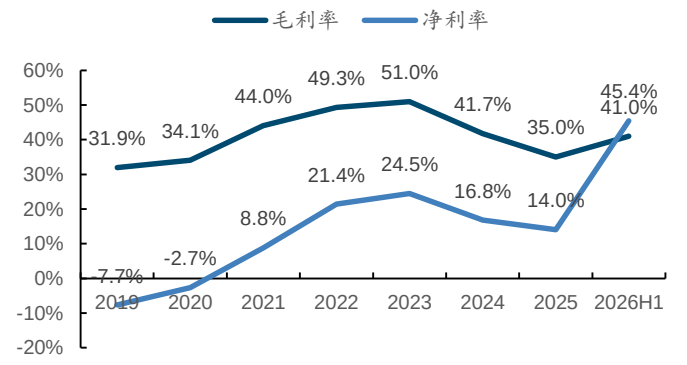
图表49：26H1 拓荆科技归母净利增长迅猛



来源：iFinD，国金证券研究所

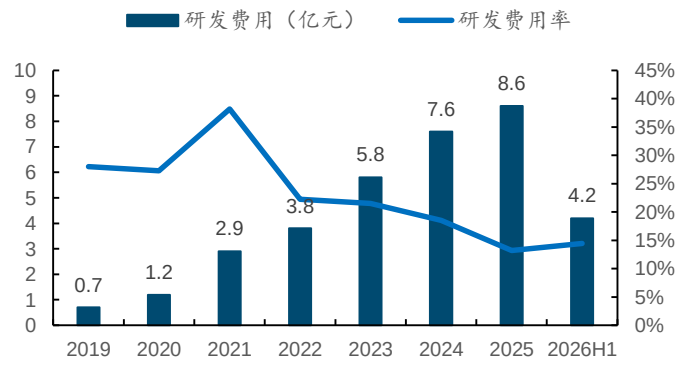
产品进入量产阶段盈利质量有所回升，研发投入持续加码。拓荆科技 2023 年起毛利率净利率双双承压，主要由于新设备、新工艺验证导入成本较高，规模效应暂未显现。26H1 两个指标均回升，产品端进入量产阶段，预计后续盈利水平保持稳定。研发费用自 2019 年的 0.7 亿元扩大到 2025 年的 8.6 亿元，2019-2024 年均保持 30%以上的增速。2025 年，拓荆科技在研项目投入主要围绕 PECVD 系列及 ALD 系列产品及三维集成领域设备，应用聚焦逻辑芯片、存储芯片制造及先进封装领域，具有良好行业前景。2022 年以来，随着营收规模快速扩张，研发费用率呈现自然摊薄，在研发投入持续提升的基础上，盈利端逐步释放弹性。

图表50：26H1 拓荆科技毛利率净利率有所回升



来源：iFinD，国金证券研究所

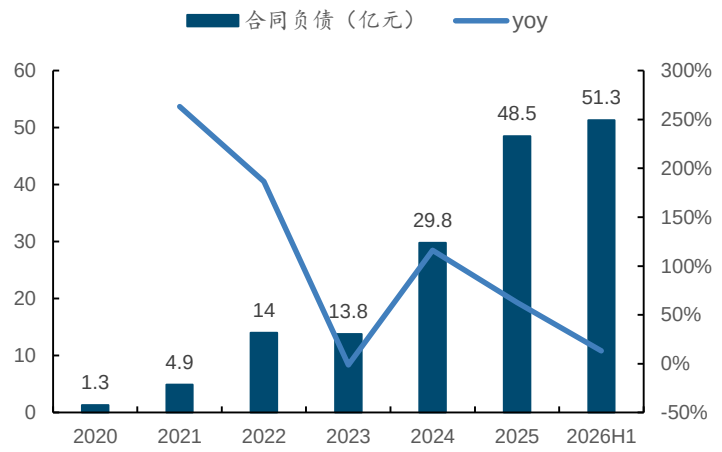
图表51：拓荆科技研发费用绝对值逐步增高



来源：iFinD，国金证券研究所

合同负债保持较高增长，在手订单饱满。2021-2024 年拓荆科技合同负债增长亮眼，除 2023 年外，三年合同负债增速均超过 100%，反映下游订单火热程度。2025 年延续高增长，同比扩大 62.7%，合同负债 48.5 亿元，26H1 合同负债 51.3 亿元，同比增长 13.1%。

图表52：拓荆科技合同负债有较高增长

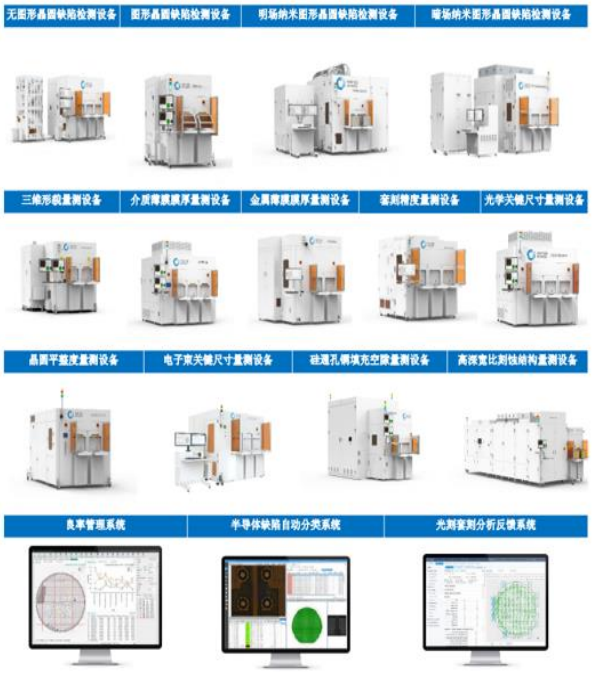


来源：iFinD，国金证券研究所

5.2 中科飞测：国内量检测设备龙头，前道制造与先进封装领域布局持续完备

覆盖“光学+电子束+X 光”三大核心技术路线，产品持续迭代更新。中科飞测聚焦半导体前道制造及先进封装领域，产品布局完善，依托核心技术持续突破不断完成产品迭代升级，现已形成十三大系列设备。先进封装领域，七大系列设备已覆盖主流客户并实现批量量产及应用，三大系列设备正在验证与应用开发阶段：明场纳米图形晶圆缺陷检测设备已批量出货至多家国内头部客户开展产线工艺验证和应用开发，晶圆平整度量测设备已出货头部 HBM 客户开展产线工艺验证和应用开发，硅通孔铜填充空隙量测设备系列主要应用于先进封装和 HBM 芯片制造，基于 X 光核心技术，可以实现对亚微米级硅通孔铜填充空隙的高分辨、快速、无损量测。客户方面，中科飞测已广泛覆盖逻辑、存储、功率半导体、MEMS 等前道制程企业，晶圆级封装和 2.5D/3D 封装等先进封装企业等。

图表53：中科飞测产品矩阵示意图



来源：中科飞测 2025 年年报，国金证券研究所

图表54：中科飞测十大系列设备覆盖先进封装领域

	产品类型	市场空间占比	逻辑芯片	存储芯片	特色工艺	先进封装	硅片及制造设备
检测设备	明场纳米图形晶圆缺陷检测设备	19.4%	■	■	■	■	/
	图形晶圆缺陷检测设备	10.2%	■	■	■	■	/
	无图形晶圆缺陷检测设备	10.0%	■	■	■	■	■
	暗场纳米图形晶圆缺陷检测设备	7.3%	■	■	■	■	/
量测设备	光学关键尺寸量测设备	9.1%	■	■	■	/	/
	套刻精度量测设备	6.3%	■	■	■	■	/
	电子束关键尺寸量测设备	6.1%	▒	▒	▒	/	/
	介质薄膜膜厚量测设备	3.3%	■	■	■	■	■
	三维形貌量测设备	0.5%	■	■	■	■	■
	金属薄膜膜厚量测设备	0.4%	■	■	■	■	/
	晶圆平整度量测设备	/	■	■	■	■	/
	高深宽比刻蚀结构量测设备	/	■	■	■	/	/
	硅通孔铜填充空隙量测设备	/	■	■	■	■	/
智能软件	良率管理系统		■	■	■	■	/
	缺陷自动分类系统		■	■	■	■	/
	光刻套刻分析反馈系统		■	■	■	/	/

注 1：市场空间占比数据来源 VLSI 关于 2024 年全球各类型设备市场空间占比情况；
注 2：/：该领域无相应设备或软件需求

■：具备批量销售的技术能力，且全面覆盖国内主流客户并实现批量量产及应用
■：具备为相应客户供货的技术能力，完成设备样机研发，出货客户开展工艺验证和应用开发中
▒：具备为相应客户供货的技术能力，完成设备样机研发，出货客户开展工艺验证和应用开发中

来源：中科飞测 2025 年年报，国金证券研究所

设备性能与国际龙头相当，导入国内头部先进封装产线并向海外推广。中科飞测多系列设备应用于先进封装，无图形晶圆缺陷检测设备 SPRUCE-800 的最小灵敏度达到 23nm，与国际龙头科磊 Surfscan SP3 处于同一水平；图形晶圆缺陷检测设备 FIR-80/100 的最小灵敏度优于 0.5μm，与创新科技 Rudolph F30 性能相当，已在长电先进、华天科技等先进封装厂商产线实现无差别应用。另外，产品还积极向海外推广，2026 年无图形晶圆缺陷检测设备、图形晶圆缺陷检测设备、三维形貌量测设备、介质膜厚量测设备等多系列设备已通过多家海外先进封装客户的产线验证并实现批量

销售。

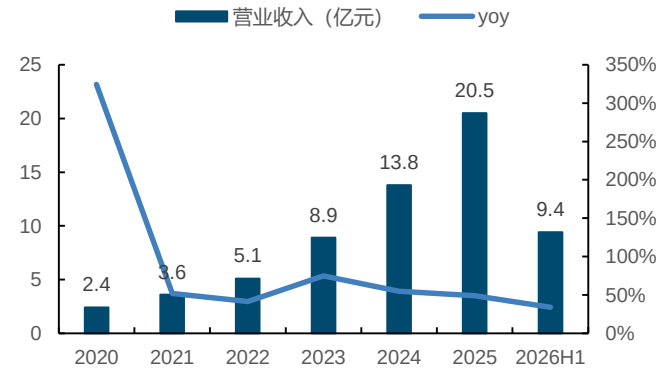
图表55：中科飞测先进封装缺陷检测设备性能与国际竞品整体相当

核心指标	中科飞测 SPRUCE-800	科磊 Surfscan SP3
设备类型	无图形晶圆缺陷检测设备系列	无图形晶圆缺陷检测设备系列
工艺节点	2Xnm 或以上	2Xnm 或以上
最小灵敏度	23nm	23nm
吞吐量	25wph（灵敏度 26nm）	-
核心指标	**中科飞测 FIR-80/100**	**创新科技 Rudolph F30**
设备类型	图形晶圆缺陷检测设备系列	图形晶圆缺陷检测设备系列
最小灵敏度	<0.5μm	0.5μm
吞吐量	80wph（灵敏度 3μm）	120wph（灵敏度 10μm）
缺陷复查模型	支持三种彩色复查模式	支持三种彩色复查模式

来源：中科飞测招股说明书，Kanaue 官网，国金证券研究所

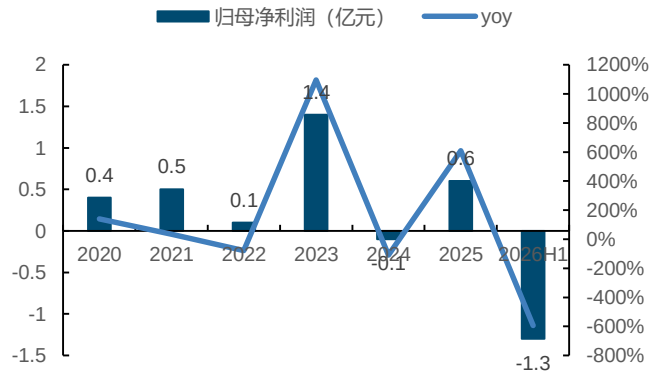
中科飞测营收稳步扩张，归母净利润呈现波动态势。2020 至 2025 年，中科飞测营业收入从 2.4 亿元增至 20.5 亿元，2021 年始连续多年全年增速在 40.0%以上，26H1 营收 9.4 亿元，同比增长 34.0%，收入端延续扩张态势。利润端则呈现一定波动态势，2024 年及 26H1 归母净利分别亏损 0.1 亿元与 1.3 亿元，主要与研发投入、市场投入较大及股份支付有关。

图表56：中科飞测营业收入稳步扩张



来源：iFinD，国金证券研究所

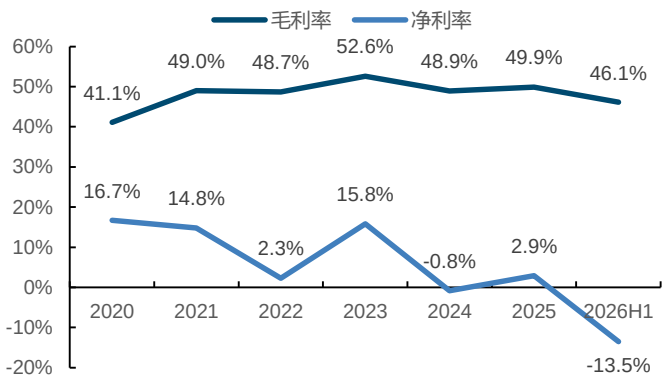
图表57：中科飞测归母净利润有一定波动



来源：iFinD，国金证券研究所

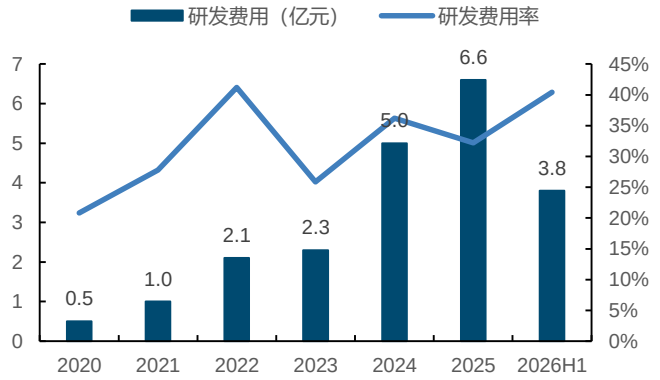
毛利率维持较高水平，保持较高研发投入力度。2020-2025 年，中科飞测毛利率从 41.1%提升至 49.9%，2023 年达到阶段高点 52.6%，2026 年上半年为 46.1%，整体维持在较高区间，盈利水平较高。净利率端较为波动，2024 年及 26H1 分别为-0.8%与-13.5%，主要是由于研发与市场投入强度较大侵蚀利润。研发费用从 2020 年 0.5 亿元增至 2025 年 6.6 亿元，五年间扩大超 10 倍，26H1 研发费用 3.8 亿元，同比大幅提升 33.6%。2020-2025 年研发费用率在 20.8%-41.2%区间，2026 年上半年为 40.4%，保持较高投入力度。

图表58：中科飞测毛利率高位企稳



来源：iFinD，国金证券研究所

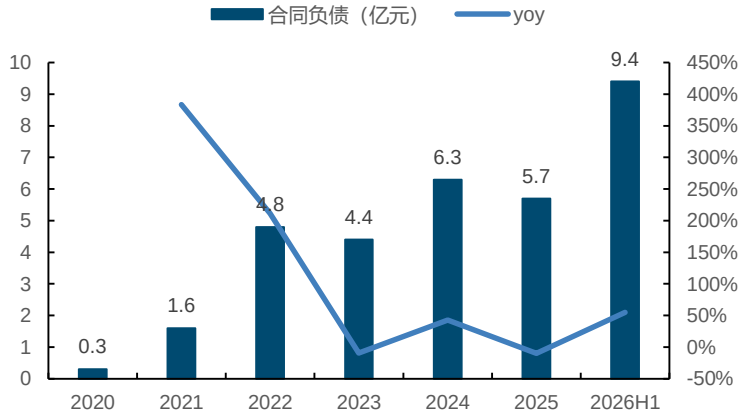
图表59：中科飞测研发费用率高企



来源：iFinD，国金证券研究所

26H1 合同负债创历史新高，新产品推广有效在手订单充沛。2020-2025 年，中科飞测合同负债从 0.3 亿元增至 5.7 亿元，26H1 合同负债达 9.4 亿元，同比+54.80%，创历史新高。合同负债高增反映中科飞测在手订单饱满，从订单结构看，新产品暗场纳米图形晶圆缺陷检测设备自 2025 年末以来持续通过多家国内头部逻辑、存储及先进封装客户验证并实现销售，已成为订单结构中占比最大的产品，其他系列订单亦有提升。随着订单逐步交付验收，中科飞测业绩有望进一步提升。

图表60：中科飞测 26H1 合同负债大幅增长

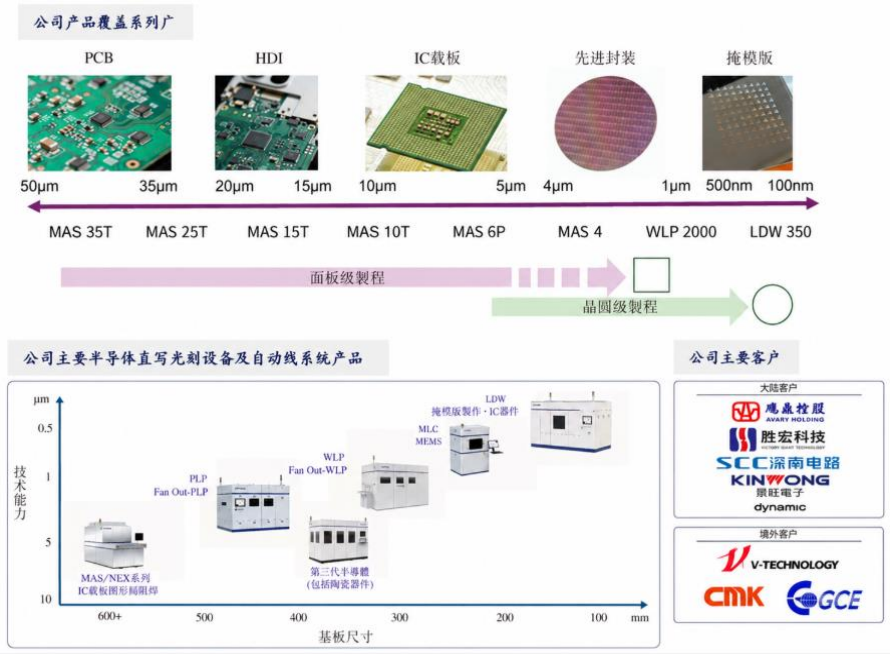


来源：iFinD，国金证券研究所

5.3 芯碁微装：直写光刻设备龙头，PCB 与先进封装赛道并行

产品覆盖线路与阻焊曝光，并延伸至 IC 载板、先进封装及掩膜版制造。芯碁微装是全球直写光刻龙头，在 PCB 领域，形成 MAS、FAST、RTR 及 NEX 等产品系列，分别适配精细线路、柔性板及阻焊层等加工需求；在半导体领域，布局 WLP、PLP 及 LDW 等系列，拓展晶圆级封装、面板级封装和掩膜版直写应用，设备支持 350nm 最小线宽，具备多光学引擎并行扫描、先进的对准及补偿算法，可用于先进制程节点直写，并实现实时工艺监控及反馈，与 MES 无缝连接。

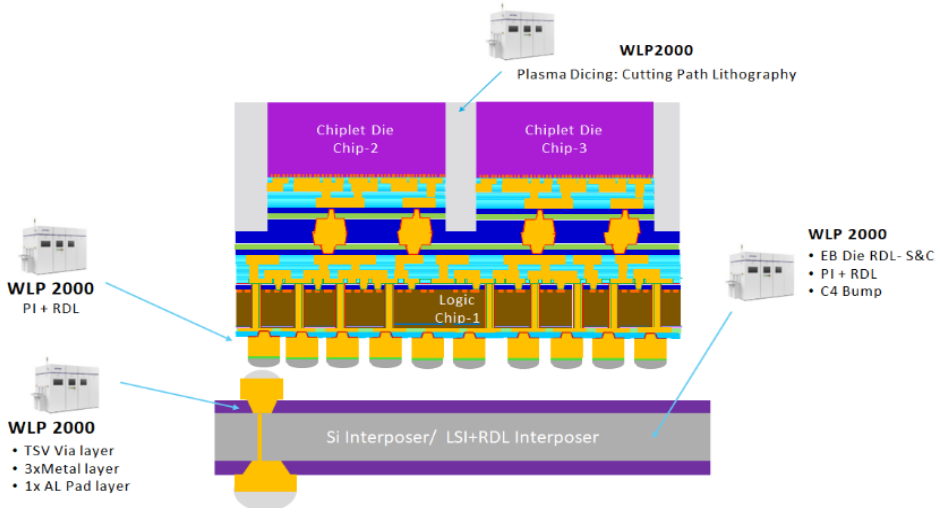
图表61：芯碁微装产品覆盖线路与阻焊曝光，并延伸至 IC 载板、先进封装及掩膜版制造



来源：芯碁微装公司公告，国金证券研究所

先进封装领域直写光刻技术具备多维度优势，相关设备已深度参与核心工艺环节。相较于传统步进式光刻，直写技术无需掩模，大幅缩短了研发到量产的周期并降低成本，并且能灵活适应复杂的 RDL 设计和多层封装结构。同时，该技术减少了掩模交换和拼接，有效应对 CoWoS-L 和 FoPLP 等大尺寸封装挑战，并凭借智能纠偏能力解决芯粒偏移、衬底翘曲等难题，确保高良率与高一致性。芯碁微装 WLP 系列设备早已实现 2um 线宽距，现已实现纳米级线宽距，涉及工艺包括垂直布线 TSV、水平布线 Bumping 的 RDL 环节等，以灵活的数字掩模和高良品率满足了先进封装客户的要求，已实现批量交付，产品的稳定性和功能已经得到验证。

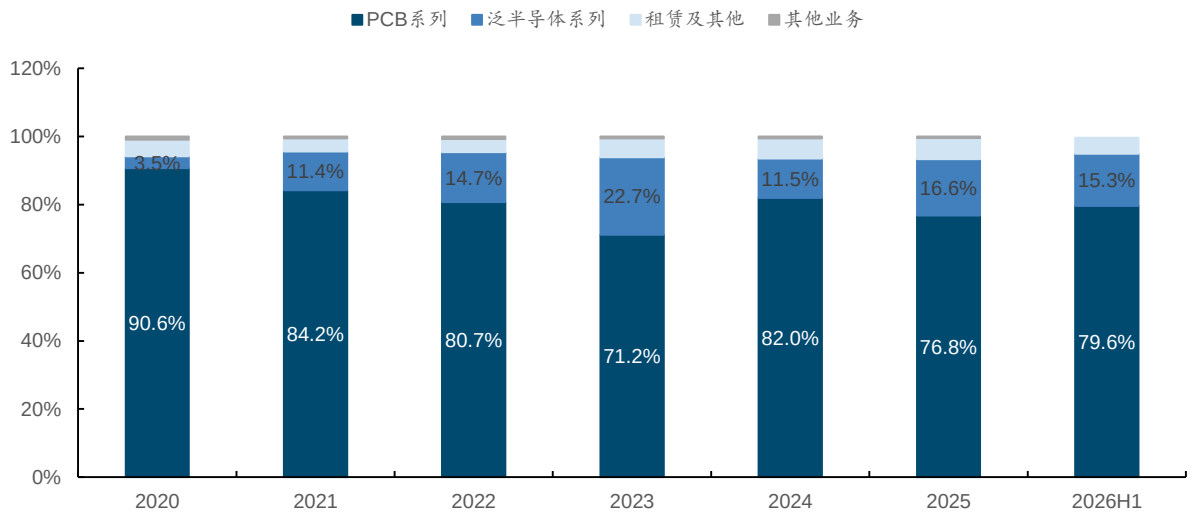
图表62：芯碁微装 WLP2000 在先进封装关键制程中的应用



来源：爱集微，国金证券研究所

PCB 设备贡献主要收入，泛半导体业务营收占比提升。2025 年芯碁微装 PCB 系列收入 10.8 亿元，同比增长 38.1%，占营业收入约 76.7%，26H1 收入为 8.8 亿元，同比增长 85.4%，占营业收入约 79.6%；2025 年泛半导体系列收入 2.3 亿元，同比增长 112.5%，收入占比由 2024 年的约 11.5%提升至 16.6%，26H1 收入为 1.7 亿元，同比增长 22.2%，占营业收入约 15.3%。PCB 业务受益于高端直接成像设备需求增长，泛半导体业务则随着 WLP 系列设备批量交付及客户量产应用实现快速放量，成为芯碁微装新的增长来源。

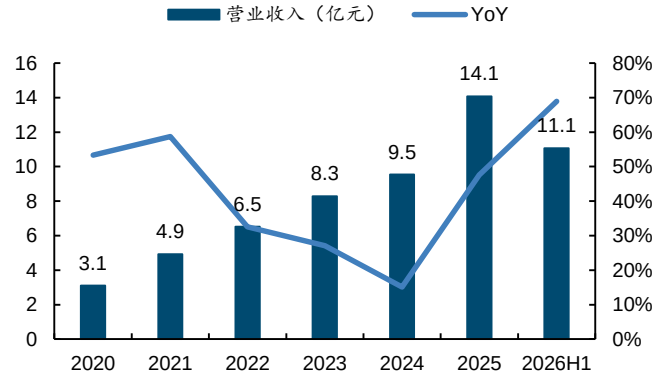
图表63：芯碁微装泛半导体业务营收占比有所提升



来源：iFinD，芯碁微装中报，国金证券研究所

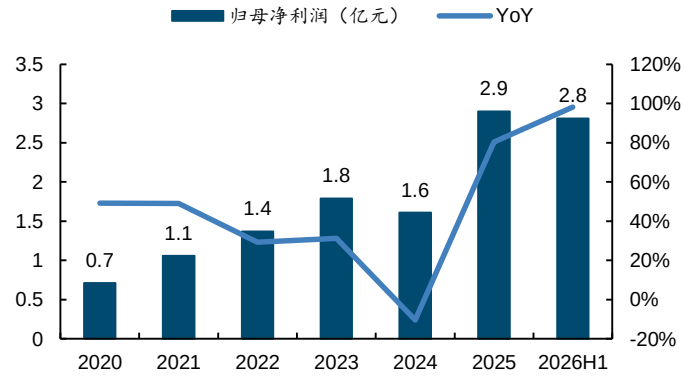
高端 PCB 与先进封装需求共同驱动，26H1 收入和利润延续高增长。2020-2025 年，芯碁微装营业收入由 3.1 亿元增至 14.1 亿元，CAGR 为 46.0%，归母净利润由 0.7 亿元增至 2.9 亿元，CAGR 为 42.2%。26H1 芯碁微装实现收入 11.1 亿元，同比增长 69.0%；归母净利润 2.8 亿元，同比增长 98.1%。AI 算力建设拉动高阶 PCB 资本开支，高端 LDI 设备量价齐升，先进封装光刻设备订单落地形成增量，叠加二期基地产能释放及交付能力改善，共同推动业绩增长。

图表64：26H1 芯碁微装收入增速加快



来源：iFinD，国金证券研究所

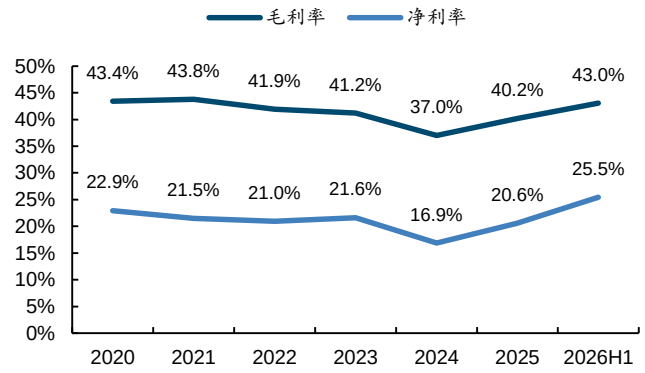
图表65：26H1 芯碁微装利润增长加速



来源：iFinD，国金证券研究所

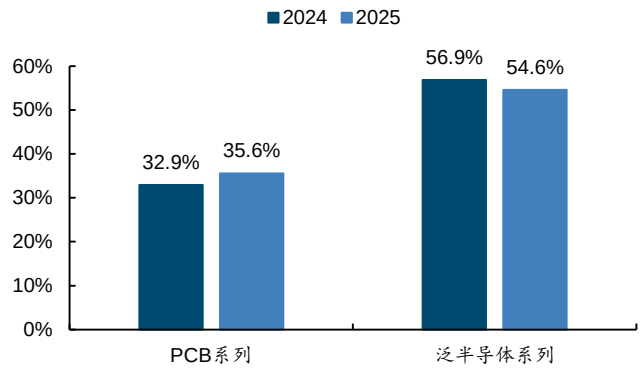
PCB 业务毛利率提升叠加泛半导体高毛利业务占比扩大，推动芯碁微装盈利能力改善。2025 年芯碁微装毛利率、净利率分别为 40.2%、20.6%，同比分别提升 3.2、3.7 个百分点。其中，PCB 系列毛利率为 35.6%，同比提升 2.7 个百分点；泛半导体系列毛利率为 54.6%，其收入占比提升进一步优化整体盈利结构。26H1 芯碁微装毛利率、净利率分别达到 43.0%、25.6%，研发费用同比增长 4.5%，低于收入增幅，研发费用率同比下降 3.6 个百分点至 5.8%，收入放量带来的费用摊薄效应逐步体现。

图表66：芯碁微装毛利率和净利率稳定提升



来源：iFinD，国金证券研究所

图表67：芯碁微装泛半导体系列毛利率水平高



来源：iFinD，国金证券研究所

5.4 帝尔激光：激光为核心技术底座，先进封装为业绩第二增长曲线

以自主激光技术为核心，光伏业务为主向半导体及先进封装、新型显示领域拓展。帝尔激光是面向光伏、新型显示和半导体等领域提供激光精密加工装备的企业，在光伏设备领域有较强市场地位，覆盖 BC、TOPCon、HJT、钙钛矿、PERC 等全系技术路线。战略层面，帝尔激光锚定先进封装、化合物半导体、新型显示/光源领域前沿方向，打造第二增长曲线，重点研发并产业化 TGV、PCB 超快激光加工设备等关键核心设备。在 TGV 领域，帝尔激光已形成覆盖激光改质、化学蚀刻及 AOI 检测的一体化解决方案。

图表68：帝尔激光 TGV 一体化方案



来源：帝尔激光官网，国金证券研究所

帝尔激光 TGV 设备国际领先，产业化落地持续推进。帝尔激光先进封装领域主要布局 TGV 激光微孔、晶圆激光隐切、晶圆激光清洗/减薄等设备，TGV 是帝尔激光与玻璃基先进封装结合最直接的核心产品，并覆盖晶圆级和板级两类设备。从板级 TGV 设备的各项参数来看，帝尔激光在最小孔径、定位精度等核心指标上已具备与国际龙头 LPKF 相近的技术水平，部分指标具有竞争力。从产业化进展看，帝尔激光已完成多批次晶圆级及板级 TGV 设备交付，并于 2026 年实现面板级 TGV 激光微孔设备出口发货，显示 TGV 业务正由技术验证向产业化落地进一步推进。

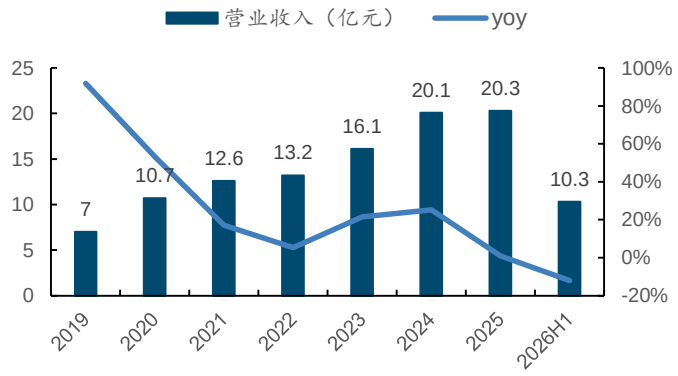
图表69：帝尔激光板级 TGV 设备参数比肩国际龙头水平

核心指标	帝尔激光板级 TGV 激光微孔设备	LPKF NEXAR LIDE 5000 M
技术路线	激光改质+化学蚀刻	超快激光改质+选择性湿法蚀刻
应用	玻璃基芯片封装、显示芯片封装等	玻璃通孔(TGV)生产、中介层制造、先进封装解决方案
基板尺寸	＜650x650mm 向下兼容	＜515x510mm
最小孔径	5μm	5μm
最大深径比	≥100:1	50:1
位置精度	重复定位精度≤±1.5um；定位精度≤±3um	精度±5μm

来源：帝尔激光官网，LPKF 官网，国金证券研究所

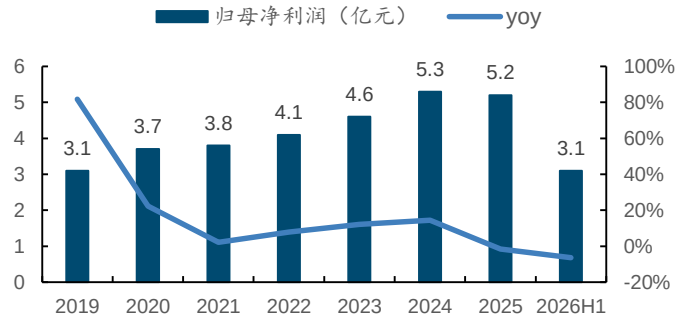
业绩短暂承压，新技术布局有望贡献增量。帝尔激光 2019-2024 年营收由 7.0 亿元增长至 20.1 亿元，归母净利润由 3.1 亿元稳步增长至 5.3 亿元，2025 年营收基本持平至 20.3 亿元，归母净利润小幅下降至 5.2 亿元，主要是由于设备验收节奏的变化。2026H1 帝尔激光实现营收 10.3 亿元、归母净利润 3.1 亿元，分别同比下降 12.0%、6.4%，主要与光伏行业阶段性波动、客户资本开支节奏、设备交付及收入确认节奏等因素有关，季度间收入确认存在一定波动。TGV 设备玻璃基板方向已有复购需求，激光改质设备与刻蚀设备已开始出现成套订单，AOI 检测设备正在积极验证，随着订单持续兑现，半导体设备布局有望为业绩增长打开新的空间。

图表70：帝尔激光 26H1 营收短暂承压



来源：iFinD，国金证券研究所

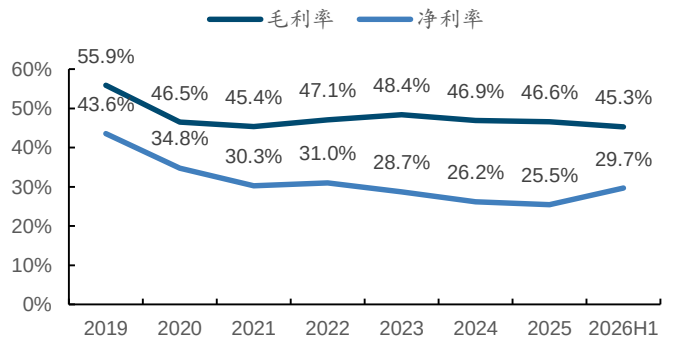
图表71：帝尔激光 26H1 归母净利随营收下滑



来源：iFinD，国金证券研究所

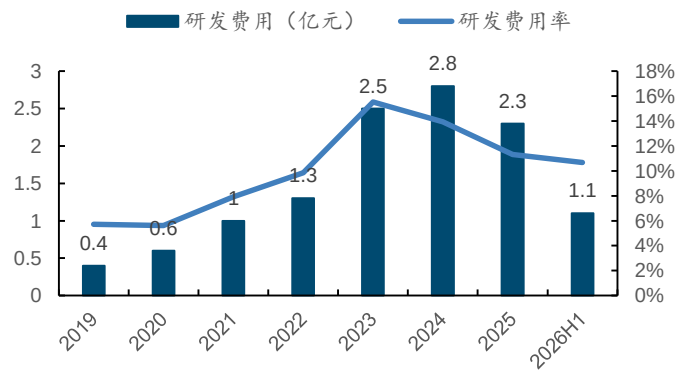
盈利能力整体较优，研发投入持续推进。毛利率方面，帝尔激光 2020 年至 2026H1 毛利率保持在 45.0%以上，净利率维持在 25.0%以上，整体盈利质量较好。研发方面，帝尔激光研发费用由 2019 年的 0.4 亿元增至 2024 年的 2.8 亿元，5 年间扩大近 7 倍，研发费用率达到 15%左右的较高水平，2025 年研发费用维持较高基数，达 2.3 亿元，研发费用率仍保持在 10%以上，研发投入聚焦半导体、新型显示等领域，持续推进。

图表72：帝尔激光历年盈利能力较优



来源：iFinD，国金证券研究所

图表73：帝尔激光研发投入持续推进

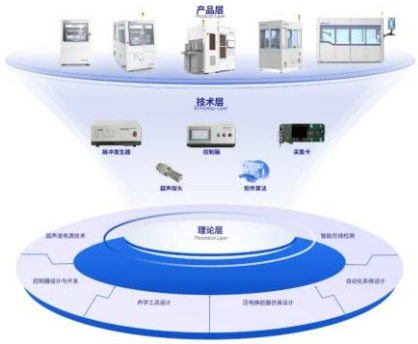


来源：iFinD，国金证券研究所

5.5 骄成超声：超声设备龙头，赋能先进封装超声检测国产替代

高频超扫实现量产突破，适配先进封装需求。作为国内超声设备龙头，骄成超声自成立以来搭建起覆盖理论、核心部件至终端产品的完整超声波技术平台，下游聚焦新能源与半导体领域，持续向半导体先进封装等高精尖领域延伸。高端超声波扫描显微镜设备是国内半导体产业链的“卡脖子”环节，根据 Global Info Research，2025 年全球半导体用扫描声学显微镜市场前五大龙头公司市占率超过 70.0%，头部厂商包括 Nordson、PVA TePla 和 KSI 等外国厂商，国产化率较低，市场空间广阔。骄成超声自研的 2.5D/3D 先进封装超声扫描显微镜攻克多项行业核心技术，已实现批量供货。硬件端完成高频脉冲发生器、超声换能器、高速采集卡等关键部件自研，达成整机及核心元器件自主可控；软件搭载高精成像与 AI 智能分析算法，可自动完成缺陷量化分析并生成报告。目前骄成超声先进封装超声波扫描检测系列应用已覆盖 CoWoS 等前沿方向，兼容晶圆级与面板级封装，并配套先进封装其他工艺环节设备，如固晶机和键合设备，为国内先进封装领域提供高性价比国产方案。

图表 74：骄成超声超声波技术平台



来源：骄成超声年报，国金证券研究所

图表 75：骄成超声先进封装相关产品



来源：骄成超声官网，国金证券研究所

上市后首次定增，助力半导体先进超声设备扩产。2026 年 4 月骄成超声披露定增预案，拟募资不超 13.4 亿元，系上市后首次股权再融资。募集资金主要投向半导体先进超声设备、高性能功率超声设备、检测超声技术平台三大主业项目，同时补充流动资金，其中半导体先进超声设备研发及产业化项目预计投资 5.1 亿元。本次融资聚焦产能扩张与技术研发，紧抓半导体、新能源设备国产替代机遇，有助于骄成超声进一步巩固其在超声设备领域的技术与产业优势。

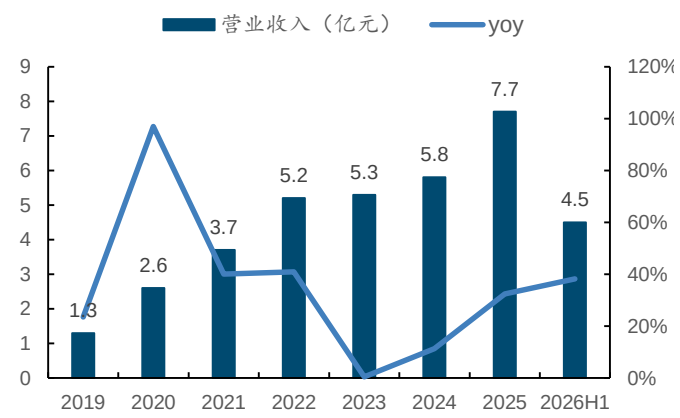
图表 76：骄成超声半导体先进超声设备研发及产业化项目预计投资 5.1 亿元

项目名称	投资总额（亿元）	拟投入募集资金金额（亿元）
半导体先进超声设备研发及产业化项目	5.1	5.1
高性能功率超声设备研发升级及产业化项目	3.2	3.2
检测超声技术平台建设项目	3.4	3.4
补充流动资金项目	1.7	1.7
合计	**13.4**	**13.4**

来源：骄成超声公告，国金证券研究所

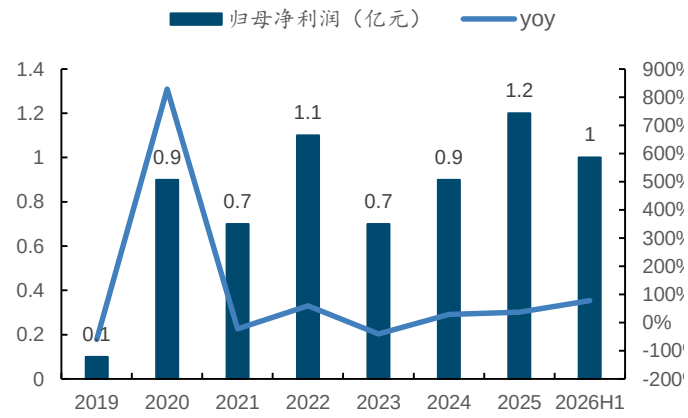
营收利润双提速，基本面稳步向好。从收入端来看，2019 至 2025 年骄成超声营收从 1.3 亿元攀升至 7.7 亿元，2026 年上半年营收 4.5 亿元，同比增长 38.2%。从利润端来看，2025 年骄成超声归母净利润为 1.2 亿元，2026 年上半年归母净利润达 1.0 亿元，同比大幅增长 77.4%。整体来看，骄成超声近年来营收利润双双提速，经营基本面稳步向好。

图表77：骄成超声营收增长提速



来源：iFinD，国金证券研究所

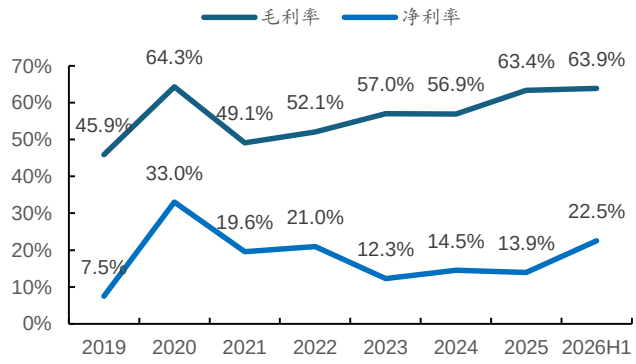
图表78：骄成超声归母净利润快速增长



来源：iFinD，国金证券研究所

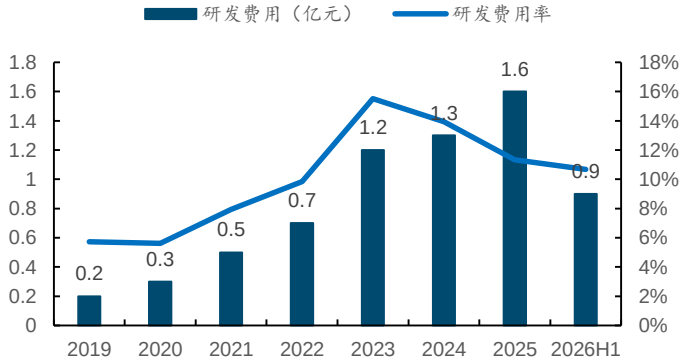
盈利能力持续向好，研发投入持续加码。骄成超声毛利率自 2021 年基本维持高位增长，2025 年及 26H1 毛利率达到 60.0%以上。2021-2025 年净利率则受到研发、销售等各项费用影响，增长趋势并不明显。研发费用从 2019 年的 0.2 亿元扩张至 2025 年的 1.6 亿元，2025 年与 26H1 费用分别同比增长 26.4%、13.7%，投入规模持续扩大，研发费用率受营收规模扩张而平摊，但仍保持在 10%以上。

图表79：骄成超声盈利能力持续向好



来源：iFinD，国金证券研究所

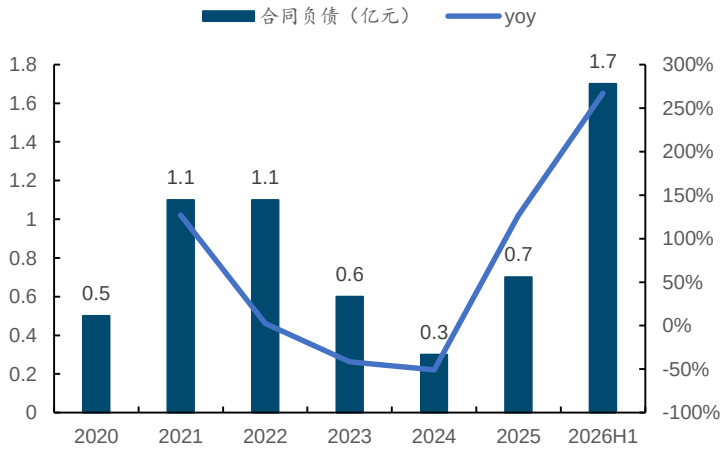
图表80：骄成超声研发投入持续扩大



来源：iFinD，国金证券研究所

合同负债高增，显示订单景气度高。骄成超声 2025 年及 2026 年上半年合同负债均实现大幅增长，分别增长 127.0%和 266.9%，反映在手订单充沛，看好业绩进一步高增长。

图表81：骄成超声合同负债高增



来源：iFinD，国金证券研究所

5.6 德龙激光：深耕激光精细微加工，SDBG 工艺提供先进封装激光隐切方案

自研激光器与加工设备协同布局，布局先进封装等高端应用方向。德龙激光主要产品包括精密激光加工设备及纳秒、皮秒、飞秒等激光器，下游覆盖半导体、电子、新能源及显示面板。德龙激光形成系列化、平台化产品布局，先进封装微加工方面，提供晶圆 EMC 环切/开槽、TGV 激光微孔加工、基板模组切割分选等设备，全面支撑 2.5D/3D 封装、异构集成等高端应用场景，助力客户提升良率与集成密度；面向晶圆切割，推出覆盖硅/存储/砷化镓/碳化硅/玻璃晶圆的隐形切割设备，以及晶圆 low-k 层激光开槽等关键设备，满足先进封装与高端芯片制造对切割精度、效率与稳定性的严苛要求；晶圆背面、正反面及 Wafer ID 打标设备广泛应用于晶圆制造及封装前后段；板级激光打标领域，板边 2DBC 打标、塑封后打标、IC in tray 打标、Flip Chip 产品 On boat 打标等多种解决方案适配先进封装模组和板级产品。

图表82：德龙激光先进封装相关产品矩阵



来源：德龙激光官网，国金证券研究所

2.5D/3D 封装芯片切割要求提升，德龙激光设备工艺适配更高要求并通过验证。半导体封装技术向 2.5D/3D 集成发展，芯片厚度不断减薄，单片功能密度显著提升，要求晶圆切割保证高精度、高良率。SDBG 先进工艺不仅避免了对超薄晶圆的机械应力影响，也显著减少了崩边与微裂纹，实现更高良率、更清洁的分割效果，正成为 3D NAND、DRAM、CIS 及高端逻辑芯片等领域的主流制程方案。德龙激光自主研发的 LSD-6130 硅晶圆激光隐切设备针对 12 英寸硅存储芯片研发，全面支持 SDAG 与 SDBG 工艺，特别适用于厚度 35～85μm 的超薄晶圆隐切与减薄前加工，是先进封装制程中不可或缺的关键装备。设备已获得存储芯片国内头部厂商的首个国产量产订单，项目已通过客户端量产验证，后续将持续优化并逐步扩大应用规模。

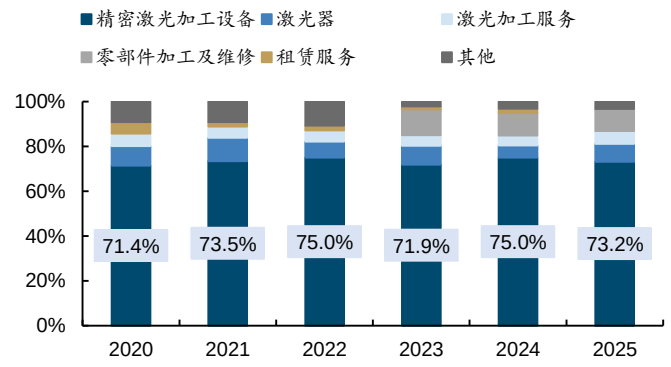
图表83：德龙激光 LSD-6130 硅晶圆激光隐切设备



来源：激光制造网 LaserfairCom，国金证券研究所

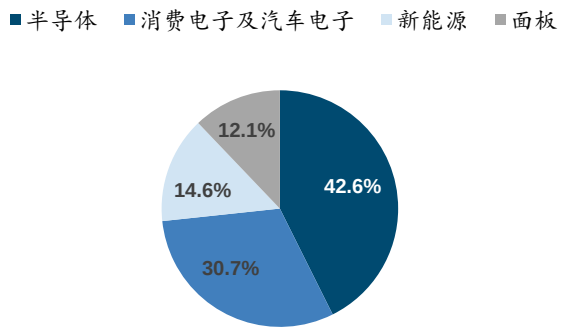
精密激光加工设备贡献主要收入，半导体与电子为核心应用市场。2025 年德龙激光精密激光加工设备收入 5.8 亿元，占营业收入的 73.3%；激光器收入 0.6 亿元，占比 8.0%；激光加工服务收入 0.5 亿元。从设备下游看，2025 年半导体相关设备收入 2.46 亿元，占比 42.6%，为核心应用市场，消费电子及汽车电子、新能源、面板显示相关设备收入占比分别为 30.7%、14.6%和 12.1%，多领域应用共同支撑业务拓展。

图表84：德龙激光精密激光加工设备贡献主要收入



来源：iFinD，国金证券研究所

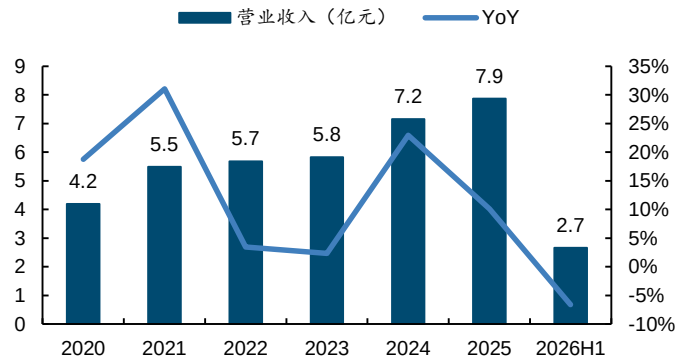
图表85：半导体与电子为德龙激光 2025 年核心应用市场



来源：德龙激光年报，国金证券研究所

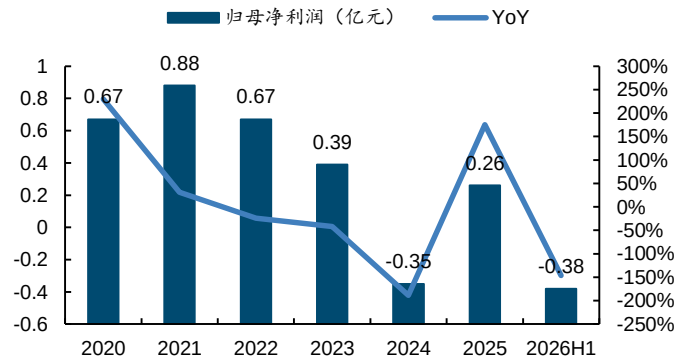
德龙激光收入规模持续扩大，26H1 受验收节奏及费用增加影响，业绩阶段性承压。2025 年德龙激光收入为 7.9 亿元，同比增长 10.1%，归母净利润为 0.3 亿元，实现扭亏为盈。26H1 实现收入 2.7 亿元，同比下降 6.6%，归母净利润为-0.4 亿元。主要原因是新签订单增长较快，德龙激光资源向交付环节倾斜，当期设备验收减少；同时，销售人员投入、新基地折旧摊销及子公司前期投入增加，叠加汇兑净损失上升，共同影响利润表现。

图表86：26H1 德龙激光营收受验收节奏影响略有下降



来源：iFinD，国金证券研究所

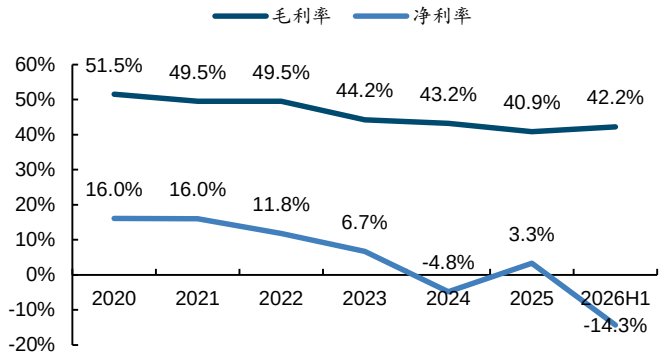
图表87：26H1 德龙激光净利润短期承压



来源：iFinD，国金证券研究所

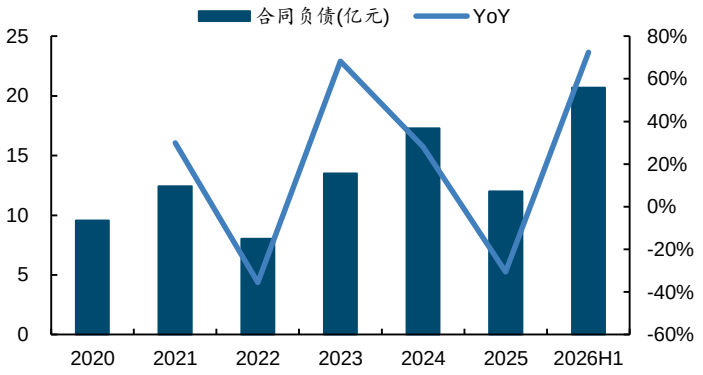
德龙激光毛利率保持在 40%以上，盈利改善有待收入放量与费用摊薄。26H1 毛利率为 42.2%，毛利率相对稳定，26H1 净利率为-14.3%，业绩短期承压。截至 2026 年 6 月末，德龙激光合同负债达到 2.1 亿元，较年初增长 72.6%，客户预付款增加为后续收入确认提供支撑，随着设备交付验收推进，盈利能力有望逐步改善。

图表88：德龙激光毛利率保持在40%以上



来源：iFinD，国金证券研究所

图表89：26H1德龙激光合同负债较年初增长72.6%



来源：iFinD，国金证券研究所 注：26H1的YoY数据相对于2026年初

5.7 快克智能：精密焊接装联工艺积累深厚，先进封装TCB国产稀缺赛道卡位

深耕半导体封装核心环节，逐步切入先进封装领域。快克智能聚焦半导体封装、新能源汽车电动化和智能化、精密电子组装，主要产品包括精密焊接装联设备、机器视觉制程设备、智能制造成套装备和固晶键合封装设备，下游覆盖消费电子、汽车电子、数据中心与光通信、半导体等多个领域，锁定富士康、安费诺、博世汽车、比亚迪等行业头部客户。几大产品线相互协同，精密焊接装联设备需求受益AI服务器与高速光模块驱动，是业绩一大驱动力，机器视觉设备应用于各领域量测环节。在半导体封装领域，快克智能持续推进产品研发与产业化，现已形成微纳金属烧结设备、真空/甲酸焊接炉、芯片封装AOI、高速高精固晶机及先进封装TCB热压键合设备等核心产品布局，构建起完整的半导体封装成套解决方案能力。

图表90：快克智能业务围绕四大产品线展开



来源：快克智能年报，国金证券研究所

先进封装TCB国产领军者，设备进入验证阶段。以热压键合（TCB）为代表的高端键合技术成为AI芯片制造的核心瓶颈，其在CoWoS和HBM封装中发挥关键作用，全球TCB设备市场呈现较高集中度，海外厂商凭借长期量产经验、客户验证和装机基础占据主导。行业龙头ASMPT已形成500+台全球TCB装机基础，2025年将TCB市场份额目标设定为35%-40%。相比之下，国内厂商目前仍主要处于技术研发、样机开发及客户验证阶段，TCB国产化率较低。快克智能围绕先进封装TCB热压键合设备技术持续攻关，已相继突破高精度对位系统、超薄芯片顶针机构、高精度Bond Head、分区域共面性调整算法、Flux-less键合、高速脉冲加热器及超大尺寸脉冲加热器等关键技术，设备可适配HBM堆叠、CoWoS封装及CPO光电共封等先进封装场景。目前TCB设备已完成样机开发，并与多家客户推进打样验证，若顺利进行预计后续订单将进入起量阶段，有望显著提升业绩表现。

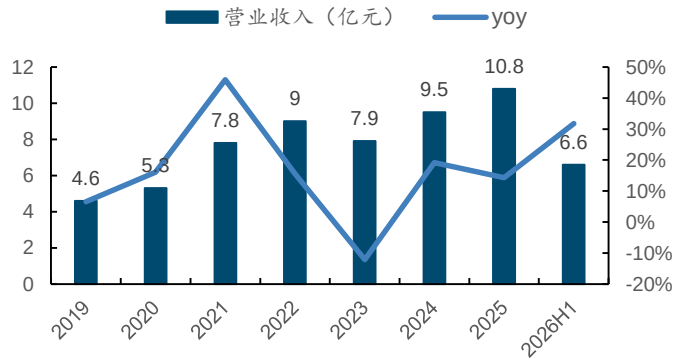
图表91：快克智能热压键合固晶机（TCB）攻关多项关键技术

技术模块	具体能力
精密对位	XY 精度±1μm、角度 0.004°
顶针机构	超薄芯片顶针机构
高精度键合	高精度 Bond Head、主动倾斜控制
共面性控制	分区域共面性调整算法，共面性 1μm
Flux-less 键合	无助焊剂方案，氢等离子体，无化学残留
热管理	高速脉冲加热器及超大尺寸脉冲加热器

来源：快克智能年报，快克智能官网，国金证券研究所

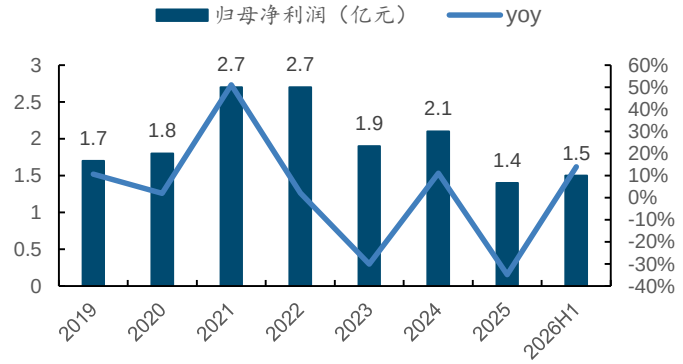
营收连续增长，盈利端略有波动。快克智能 2023 年受消费电子行业复苏缓慢影响，业绩短暂承压，营收达 7.9 亿元，同比下滑 12.1%。2024 年始，随着消费电子复苏，以及受到 AI、半导体及汽车电子等领域驱动，营收恢复增长态势，2024 年同比增长 19.2%，实现营收 9.5 亿元，2025 年同比增长 14.3%，营收 10.8 亿元，2026 上半年增长亮眼，营收达到 6.6 亿元，同比提升 31.8%。盈利端，2023 年由于营收承压归母净利润负增长，2025 年由于补税款及股份支付费用的影响，归母净利润负增长，实现 1.4 亿元，扣除这部分影响归母净利润达 2.2 亿元。26H1 盈利 1.5 亿元，同比提升 14.0%。

图表92：快克智能营收修复并连续增长



来源：iFinD，国金证券研究所

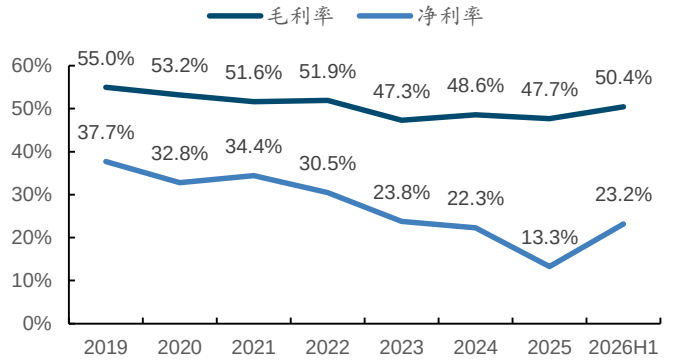
图表93：快克智能归母净利润呈现波动趋势



来源：iFinD，国金证券研究所

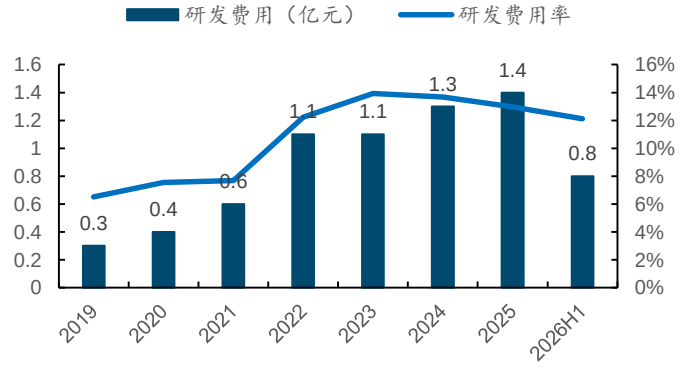
盈利能力较为稳定，研发费用逐年攀升。快克智能毛利率基本在 50.0%上下浮动，维持较高水平，在保持研发支出的同时，2023-26H1 快克智能净利率基本在 20.0%以上，展现出较好盈利韧性，2025 年由于子公司补税款影响归母净利润导致净利率较低。快克智能研发费用自 2019 年的 0.3 亿元扩大至 2025 年的 1.4 亿元，2026 上半年公司研发投入 0.8 亿元，同比高增 25.5%。费用率方面，自 2022 年开始维持在 12.0%以上，象征快克智能对研发投入保持重视，为产品核心技术不断突破建立资金层面的保障。

图表94：快克智能毛利率较为稳定



来源：iFinD，国金证券研究所

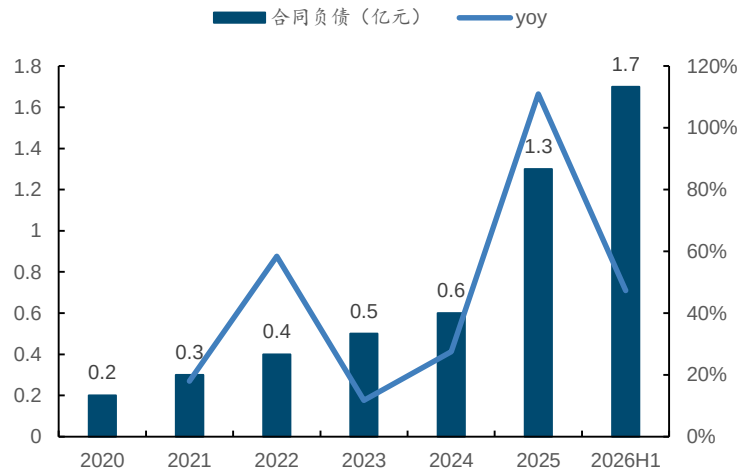
图表95：快克智能研发费用逐年攀升



来源：iFinD，国金证券研究所

合同负债增长迅速，显示订单储备持续增加。快克智能合同负债逐年攀升，2020-2024 年间合同负债逐年稳步增长，2025 年合同负债同比高增 111.0%，达 1.3 亿元，26H1 同比扩大 47.3%，半年间达到 1.7 亿元。AI 算力爆发带动下游各领域持续高景气，快克智能各领域产品亦受到行业头部客户认可，预计随着订单不断兑现，经营将有更大程度改善。

图表96：快克智能合同负债增长迅速



来源：iFinD，国金证券研究所

风险提示

AI 算力需求波动风险。先进封装的需求核心由 AI 算力芯片与高性能计算驱动，若全球 AI 服务器出货增速放缓、云厂商资本开支出现下修，或大模型商业化落地进度低于预期，将直接传导至 CoWoS 等先进封装产能利用率与扩产节奏，相关设备与材料订单存在延后或缩减的风险。

新技术量产导入进度不及预期的风险。玻璃基板、混合键合、面板级封装等技术仍处于产业化早期，良率爬坡、成本下降与可靠性验证存在不确定性；若新技术量产时点晚于预期，或现有技术路线被替代方案颠覆，提前布局的厂商可能面临产能闲置与研发投入减值的风险。

行业竞争加剧与产能过剩的风险。台积电、三星、英特尔及日月光、安靠等头部厂商均在大幅扩张先进封装产能，国内 OSAT 厂商亦加速跟进。若产能集中释放快于需求增长，行业可能陷入价格竞争，封装代工与设备企业的盈利能力将承压。

地缘政治与供应链安全风险。先进封装所依赖的高端键合设备、量检测设备、ABF 载板及关键材料仍以海外供应为主，若出口管制进一步收紧，国内厂商的设备获取、技术授权与材料供应可能受限，国产替代进程与扩产计划均存在不及预期的风险。

客户集中度较高的风险。先进封装需求高度集中于英伟达、AMD 等少数 AI 芯片大客户，封装厂与上游设备材料商的订单波动与大客户的产品节奏、份额分配高度绑定，单一客户需求变化或转单行为可能对产业链公司业绩造成显著冲击。

行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。

特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海
电话：021-80234211
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn
邮编：201204
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号紫竹国际大厦 5 楼

北京
电话：010-85950438
邮箱：researchbj@gjzq.com.cn
邮编：100005
地址：北京市东城区建内大街 26 号新闻大厦 8 层南侧

深圳
电话：0755-86695353
邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：518000
地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心 18 楼 1806

【小程序】
国金证券研究服务

【公众号】
国金证券研究