

半导体

报告日期：2023年06月03日

封测·价值重启（一）：Chiplet与周期共振

——行业深度报告

投资要点

□ **Chiplet 凭借设计灵活、上市周期短、成本低等优势，成为全球延续“摩尔定律”重要路径之一，也是我国破解海外技术封锁的关键。**近年来国际厂商积极推出相关产品，比如 AMD Milan-X、英伟达 H100、苹果 M1 Ultra、英特尔 Sapphire Rapids、华为鲲鹏 920 等。目前，国际 Intel、TSMC Chiplet 技术相对成熟，国内长电、通富已具备量产能力。未来，随着算力需求增加催化 Chiplet 提速渗透，叠加国内安全自主可控需求，将加速推动我国 IC 载板、封测、设备等相关产业链环节革新与国产化进程。

□ **终端产品：Chiplet 破解后摩尔时代的算力焦虑**

后摩尔时代先进制程开发难度和成本不断攀升，Chiplet 工艺能避开先进制程提升障碍和解决 SoC 研发问题，具备设计灵活、上市周期短、成本低等优势，已成为全球半导体产业重点关注的赛道之一。**1) 海外：**AMD、英伟达、苹果、英特尔等巨头已纷纷入局，并已取得显著成果。其中，Intel 依靠 Chiplet 技术研发推出 Sapphire Rapids 处理器，包含 52 款 CPU，最多支持 60 核，算力比上一代芯片提高 53%。**2) 国内：**目前国内华为、北极雄芯等厂商也在不断加速 Chiplet 产品研发。其中，华为在 2019 年 1 月研发推出鲲鹏 920 处理器，采用 7nm 制造工艺，基于 ARM 架构授权，典型主频下 SPECint Benchmark 评分超过 930，超出业界标杆 25%，能效比优于业界标杆 30%。

□ **技术布局：龙头强势入局把握 Chiplet 时代机遇**

Chiplet 不仅可满足不断增长的芯片性能需求和功能多样化需求，还有望为我国争取芯片发展战略缓冲期。**1) 国际：**国际先进封装巨头 Intel、TSMC 已拥有相对成熟的 Chiplet 产能布局，技术领先引领发展。其中，TSMC 已推出 InFO、CoWoS、SoIC 等先进封装技术；Intel 已推出 EMIB、Foveros、Co-EMIB 等。**2) 国内：**长电科技、通富微电等前瞻布局奋力追赶，已具备 Chiplet 量产能力。其中，长电 XDFOI Chiplet 高密度多维异构集成系列工艺已进入稳定量产阶段，实现国际客户 4nm 节点多芯片系统集成封装产品出货。通富可为客户提供晶圆级和基板级 Chiplet 封测解决方案，已为 AMD 大规模量产 Chiplet 产品。

□ **产业升级：Chiplet 加速催化产业链革新**

随着 Chiplet 技术生态逐渐成熟，国内厂商通过自重及自迭代利用技术的多项优势，推动各环节价值重塑。**1) IC 载板：**Chiplet 应用将增加芯片封装面积，同时下游高性能、高算力芯片需求增加，均将带动 ABF 载板用量增加。根据华经产业研究院数据，2019 年国产化率约为 4%，国产化空间大。国内鹏鼎控股、东山精密、深南电路、兴森科技等纷纷布局载板赛道，同时上游厂商生益科技、华正新材、方邦股份等积极研发推动载板原材料国产化发展。据 Prismark 数据，2026 年全球 IC 封装基板行业规模为 214 亿美元，2021-2026E CAGR 为 8.6%。**2) 封测技术：**Chiplet 对封装工艺提出更高要求，将推动先进封装技术整合和芯片测试需求，先进封装将成为未来封测市场的主要增长点。据 Yole 数据，2026 年先进封装全球市场规模为 475 亿美元，占比达 50%，2020-2026E CAGR 约为 7.7%。**3) 封测设备：**Chiplet 技术为保证最后芯片良率，对检测设备的需求将大幅增加。我国大陆测试设备增速高于全球，MIR DATABANK 数据显示 2021 年半导体封装设备国产化率 10%，国产替代空间大。据 SEMI 数据，我国大陆集成电路测试设备市场规模自 2015 年稳步上升，2020 年市场规模为 91.35 亿元，2015-2020 CAGR 达 29.32%，增速高于全球。

□ **风险提示**

科技领域制裁加剧、先进封装进展不及预期、下游需求不及预期等风险。

行业评级：看好(维持)

分析师：蒋高振
执业证书号：S1230520050002
jianggaozhen@stocke.com.cn

研究助理：褚旭
chuxu@stocke.com.cn

相关报告

- 《强国补链系列：ABF 载板与材料国产化提速》2022.12.21
- 《长电科技：先进封装助力新成长——复苏系列之封测产业研究》2022.12.27
- 《复苏之封测行业：周期底部，复苏可期》2023.02.06
- 《通富微电：高性能计算赋能未来成长》2023.02.18

正文目录

1 终端产品：Chiplet 破解后摩尔时代的算力焦虑	4
2 技术布局：龙头强势入局把握 Chiplet 时代机遇	6
2.1 国际：技术领先引领发展	6
2.2 国内：前瞻布局奋力追赶	9
3 产业升级：Chiplet 加速催化产业链革新	10
3.1 ABF 载板：打破垄断强化自主可控	10
3.2 封测技术：先进工艺升级注入活力	12
3.3 封测设备：国产化渗透有望提速	13

图表目录

图 1: 2022 通富微电研发技术成果	10
图 2: 2023 年 ABF 载板下游市场占比	10
图 3: 2021-2026 年全球 IC 载板产值 (亿美元)	10
图 4: 2020 年全球 IC 载板市场 CR10 高达 83%	11
图 5: 2019 年中国大陆 IC 载板产能占全球产能 16%	11
图 6: IC 载板中基材成本占比最高达 35%	11
图 7: 带载体可剥离超薄铜箔结构	11
图 8: 基于 Chiplet 的异构架构应用处理器示意图	12
图 9: Chiplet 方案下芯片良率显著提升	12
图 10: 2020-2026 年全球封装规模及结构	13
图 11: 2025 年先进封装预计占整个封装市场近 50%	13
图 12: 封测设备部分主要产品	14
图 13: 2019-2022 年全球封测设备规模呈上升趋势	15
图 14: 中国大陆半导体检测设备规模稳步上升	15
表 1: 海外 Chiplet 部分产品推出情况 (截至 2023 年 3 月)	4
表 2: 国内 Chiplet 部分产品推出情况 (截至 2023 年 3 月)	5
表 3: 2D、2D+、2.5D、3D 封装技术对比	7
表 4: 台积电和英特尔系统级先进封装技术平台	7
表 5: 长电科技产品聚焦领域	9
表 6: 国内重点公司 IC 载板相关投资项目	12
表 7: 国内面向 Chiplet 的先进封装方案 (截至 2023 年 3 月)	13
表 8: 国内封测设备供应商 (截至 2023 年 5 月 31 日)	14
表 9: 中国大陆封装测试设备国产化率总体呈上升趋势	15

1 终端产品：Chiplet 破解后摩尔时代的算力焦虑

Chiplet 已成为全球半导体产业重点关注的赛道之一。后摩尔时代 3nm 以下制程推进难度陡升，先进制程几乎达到物理极限，继续缩进程程需付出极大成本。目前 SoC 架构存在灵活性低、成本高、上市周期长等缺陷。而 Chiplet 可将不同工艺节点、材质、功能、供应商的具有特定功能的商业化裸片集中封装，以解 7nm、5nm 及以下工艺节点中性能与成本的平衡，并有效缩短芯片的设计时间并降低风险，具备开发周期短、设计灵活性强、设计成本低等优势。

Chiplet 能够避开先进制程提升障碍及解决 SoC 研发问题，已成为各大厂商追逐的焦点。目前，海外的半导体巨头苹果、AMD、英伟达、英特尔等开始纷纷入局 Chiplet，希望以更小的成本来追求更佳的性能。其中，2022 年 3 月苹果发布的 M1 Ultra 芯片采用台积电 CoWoS-S 桥接工艺，通过 UltraFusion 封装架构实现核心传输速率 3200M，算力大幅提升；2023 年 1 月，Intel 官宣推出依靠 Chiplet 技术研发的 Sapphire Rapids 处理器，包含 52 款 CPU，最多支持 60 核，计算能力比上一代芯片提高 53%。

表 1：海外 Chiplet 部分产品推出情况（截至 2023 年 3 月）

企业名称	产品	推出时间	技术	成果
苹果	M1 Ultra 芯片	2022/03	采用台积电 CoWoS-S 桥接工艺，UltraFusion 封装架构，将两枚 M1 Max 晶粒内部互连	利用硅中介层来连接多枚芯片，可同时传输超过 10,000 个信号，从而实现高达 2.5TB/s 低延迟处理器互联带宽。M1Ultra 内部集成内存 128GB，内存带宽提升至 800GB/s，达到最新型号的台式个人电脑芯片的 10 倍以上，最高更可选择配置总计 128GB 的统一内存
AMD	Instinct MI300 (计划推出)	2023H2	采用 Chiplet 技术，Zen 4 CPU 内核，在 4 块 6 纳米芯片上，堆叠 9 块 5 纳米的计算芯片，以及 8 颗共 128GB 的 HBM3 显存芯片	相较于上一代的 Instinct MI250，提升了 8 倍的 AI 训练算力和 5 倍的 AI 能效
	第四代 EPYC 处理器	2022/11	使用 Zen 4 核心，5nm 技术，3D V-Cache 堆叠技术	每核 1MB L2 高速缓存，每 CCD 32MB L3 高速缓存，12 个 DDR5 通道支持高达 12TB 内存、CXL™ 内存扩展和 PCIe® 5.0，多达 128 个高带宽通道支持最新的图形和存储技术。与上一代 AMD EPYC（霄龙）处理器及行业基准相比，基于第四代 AMD EPYC（霄龙）9654 处理器的服务器带来高达 3 倍的云性能优势、2.5 倍的高性能计算性能优势和 2.9 倍的企业应用性能优势
	GPU RX7000 系列	2022/11	基于 RDNA 3 架构，使用小芯片设计，5nm 工艺	提供多达 32 个新的统一计算单元、32MB 第二代 AMD Infinity Cache™ 技术、8GB 高速 GDDR6 内存以及高达 128 位内存接口，以及专用 AI 和光线追踪硬件，预计每瓦性能提升超 50%
NVIDIA	H100	2022/03	基于 Hopper 架构，采用第四代 Tensor Core 和具有 FP8 精度的 Transformer 引擎以及台积电 4nm 工艺	最多可以连接 256 个 H100 以加速百亿亿次级工作负载，以及专用的 Transformer Engine 来解决万亿参数的语言模型。H100 的综合技术创新可以将大型语言模型的速度比上一代提高 30 倍。H100 将双精度 Tensor Core 的每秒浮点运算 (FLOPS) 提高了三倍，为 HPC 提供了 60 teraFLOPS 的 FP64 计算
	BlueField®-3	2021/04	通过 400Gb/s 以太网或	提高数据中心的性能、效率和安全性，相比上一代产品，

	DPU		NDR 400Gb/s InfiniBand 网络连接，通过 NVIDIA DOCA™ 软件框架实现完全的软件向后兼容性	BlueField-3 具有 10 倍加速计算能力、16 个 Arm A78 CPU 核，和 4 倍的加密速度；也是首款支持第五代 PCIe 总线并提供数据中心时间同步加速的 DPU
	Atlan SoC	2021/04	CPU 使用 ARM 针对服务器领域的 Zeus 架构，增加 Bluefield 部分	单颗 SoC 的算力能够达到 1000TOPS，相比上一代 Orin SoC 算力提升接近 4 倍（上代为 254TOPS）
Intel	Ponte Vecchio (计划推出)	2023	采用 3D 封装的 Chiplet 技术，英特尔 7nm 工艺、台积电 7nm 工艺	在单个产品上整合 47 个小芯片，综合实现计算、存储、网络多项功能，将异构集成的技术提升至新水平
	Sapphire Rapids	2023/01	采用“Intel 7”工艺制造、2.5D 嵌入式桥接解决方案	包含 52 款 CPU，最多支持 60 核，可以提供最多 80 个 PCIe 5.0 通道、最高支持 1.5TBDDR5-4800 内存，计算能力比上一代芯片提高 53%

资料来源：苹果官网，AMD 官网，英伟达官网，英特尔官网，IT 之家网站，浙商证券研究所

国内厂商抓住当前机遇，不断推进基于 Chiplet 技术的产品布局。由于我国半导体行业起步较晚，尚与国外存在一定差距。近年来，我国已实施“十四五”在内等一系列政策，不断推动半导体产业发展，加快科技自立自强步伐。加之，美国目前仍在加大对于我国半导体产业的封锁力度，国内亟需建立起安全自主可控的半导体产业生态。Chiplet 能够缓解设备和材料受限的压力，一定程度上解决国内高端芯片难题，是破解海外技术封锁的关键。Chiplet 作为提升算力密度的重要路径，有望成为我国缩小与国外差距、解决“卡脖子”问题的重要机会，目前国内相关厂商大力布局中。其中，华为 2019 年 1 月研发推出鲲鹏 920 处理器，采用 7nm 制造工艺，基于 ARM 架构授权，典型主频下，SPECint Benchmark 评分超过 930，超出业界标杆 25%，能效比优于业界标杆 30%；国产 GPU 厂商壁仞科技 2022 年 8 月发布运用 Chiplet 工艺的 BR100 系列 GPU，包含 2 颗计算芯粒，采用 7nm 制程，实现高达 2048TOPS INT8 算力。

表 2：国内 Chiplet 部分产品推出情况（截至 2023 年 3 月）

企业名称	产品	推出时间	技术	成果
北极雄芯	AI 芯片“启明 930”	2023/02	芯片中央控制芯粒采用 RISC-V CPU 核心，同时可通过高速接口搭载多个功能型芯粒，基于国产基板材料以及 2.5D 封装	采用 12nm 工艺生产，HUB Chiplet 采用 RISC-V CPU 核心，可通过灵活搭载多个 NPU Side Die 提供 8-20TOPS (INT8) 稠密算力
壁仞科技	BR100	2022/08	包含 2 颗计算芯粒，通过台积电 CoWoS-S 工艺 die to die 互连	采用 7nm 制程，实现了高达 2048TOPS INT8 算力
寒武纪	AI 芯片思元 370	2021/11	采用 Chiplet 技术将 2 颗 AI 计算芯粒 (MLU-Die) 封装为一颗 AI 芯片	基于 7nm 制程工艺，集成了 390 亿个晶体管，最大算力高达 256TOPS (INT8)，是寒武纪第二代产品思元 270 算力的 2 倍。
芯动科技	风华一号	2021/11	采用中国自主标准的 Innolink Chiplet 多晶粒技术	通过 Innolink Chiplet 扩展，“风华 1 号”GPU 显卡服务器用 B 卡，在 A 卡基础上直接性能翻倍，渲染能力达到 320GPixel/秒，FP32 浮点性能达到 10T FLOPS
华为	鲲鹏 920 处理器	2019/01	采用 Chiplet 技术，通过采用 Chiplet 技术，将 7nm 逻	采用 7nm 制造工艺，基于 ARM 架构授权，由华为公司自主设计完成，通过优化分支预测算法、提升运算单元数量、

		辑芯片与 16nm I/O 芯片等集成在 SoC 中	改进内存子系统架构等一系列微架构设计，大幅提高处理器性能。典型主频下，SPECint Benchmark 评分超过 930，超出业界标杆 25%。同时，能效比优于业界标杆 30%
--	--	----------------------------	---

资料来源：北极雄芯官网，壁仞科技官网，寒武纪官网，芯动科技官网，华为海思官网，浙商证券研究所

2 技术布局：龙头强势入局把握 Chiplet 时代机遇

Chiplet 有望满足不断增长的芯片性能需求和功能多样化需求。国外巨头 Intel、AMD、苹果、SAMSUNG、台积电等已积极布局 Chiplet 领域。2022 年 3 月，Intel、AMD 等十大芯片行业巨头联合组建“UCle 联盟”，推出全新的通用芯片互联标准，使市场上不同 IP 芯粒之间实现高速互联，旨在打造开放性的 Chiplet 生态系统，有望推动解决 Chiplet 标准化问题，有望带动全球 Chiplet 产业链快速发展。

在 EUV 光刻机技术落后情况下，Chiplet 有望为我国争取芯片发展战略缓冲期。目前国内 Chiplet 产业链还存在许多挑战，从芯片 IP 到封装封测环节，相对依赖海外制程和工艺，距离全面自主可控任重道远。国内长电科技、通富微电等封测公司已具备 Chiplet 量产能力。2022 年 4 月芯源微电子加入 UCle 联盟；2023 年 2 月存储制造商华邦电子宣布加入 UCle，有望推动国内 Chiplet 产业链实现进一步突破。

2.1 国际：技术领先引领发展

目前国际先进封装巨头 Intel、台积电已拥有相对成熟的 Chiplet 产能布局。1) 台积电开发的 InFO、CoWoS 以及 SoIC 先进封装技术现已应用于智能手机、5G 网络、AI、电子穿戴设备等多个领域。2) Intel 开发的 EMIB、Foveros 以及基于以上二者开发的 Co-EMIB 先进封装技术，开拓了全新的 3D+2D 封装设计思路。

台积电：1) InFO 属于 2D 封装技术，可应用于射频、无线芯片、处理器、基带芯片、图形处理器和网络芯片的封装。TSMC 依靠 InFO 取代三星成为苹果 iPhone 处理器的生产厂商。2) CoWoS 属于 2.5D 封装技术，于 2012 年开始量产，是将芯片封装到硅转接板（中介层）上，使用硅转接板上的高密度布线进行互连，再安装在封装基板上。CoWoS 与 InFO 的区别是，前者通过硅转接板互连，主要针对高端市场，连线数量和封装尺寸相对较大；后者通过基板互连，主要针对性价比市场，封装尺寸和连线数量相对较少。3) SoIC 技术采用创新的多芯片堆栈技术，包含 CoW（Chip-on-wafer）和 WoW（Wafer-on-wafer）两种技术，属于 3D 封装。SoIC 没有凸点的接合结构，因而拥有更高的集成密度和更好的性能。

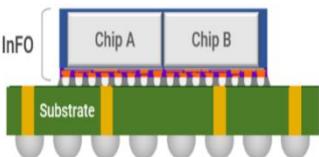
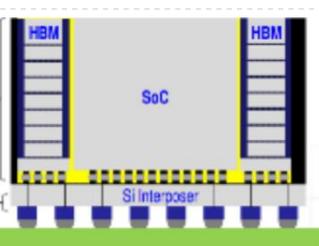
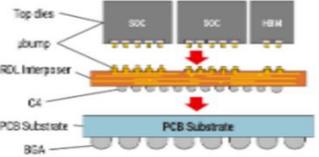
Intel：1) EMIB 是 Intel 提出的 2D 封装技术，属于有基板类封装。因为没有 TSV，EMIB 与 2.5D 封装相比工艺和设计更加简单，封装良率更高。同时相比于传统的 SoC 芯片，EMIB 可以把 10nm 工艺（CPU、GPU）、14nm 工艺（IO 单元、通讯单元）和 22nm 工艺（内存）整合到一起。2) Foveros 是 Intel 推出的 3D 堆叠封装技术，与 EMIB 相比，Foveros 在性能和功能方面差异不大，但在体积、功耗方面占优势，更适用于小尺寸产品。3) Co-EMIB 是 EMIB 和 Foveros 的结合体，其中 EMIB 主要负责横向连接，Foveros 负责纵向堆栈。通过 Co-EMIB 可将多个 3D Foveros 芯片进行拼接以制造更大的芯片系统，提供堪比单片的性能。

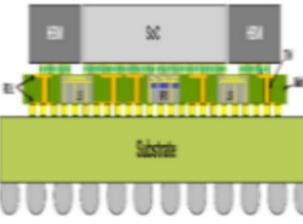
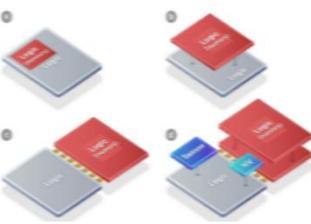
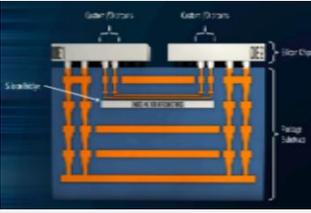
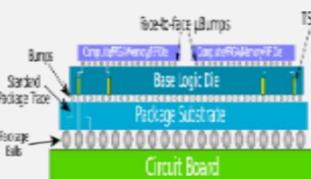
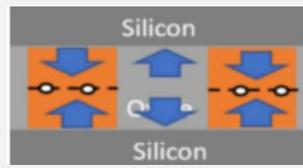
表 3: 2D、2D+、2.5D、3D 封装技术对比

类型	定义	物理结构	电气互连方式	特点	代表技术
2D 封装	芯片平铺安装在基板上	平铺	通过基板	扇外型晶圆级封装属于 2D 封装的创新技术, 具有高密 MCM、台积电 InFO、日月光 RDL 和 TIV, 可用于高密度互连	台积电 InFO、日月光 eWLB
2D+封装	芯片堆叠在基板上, 通过键合线连接到基板	堆叠	通过基板	保留基板电气连接, 结构上采用堆叠, 可节省封装空间	
2.5D 封装	通过硅中介层 TSV 连接到基板	堆叠	硅中介层	技术相对 3D 成熟, 系统散热性能较好, 支持多 die 高速互连, 适用于大面积芯片, 适合移动设备、笔记本电脑、可穿戴电子设备等应用	英特尔 EMIB、台积电 CoWoS、三星 I-Cube
3D 封装	芯片直接通过 TSV 电气连接	堆叠	芯片直连	高密度、高带宽、低延迟, 可支持数据中心、服务器的高性能计算	台积电 SoIC、英特尔 Foveros、三星 X-cube

资料来源: SiP 与先进封装技术公众号, CSDN, 浙商证券研究所

表 4: 台积电和英特尔系统级先进封装技术平台

厂商	封装技术	特点	结构图示例	凸点间距	应用领域
	InFO	一种创新的晶圆级扇外型封装平台, 具有高密度 RDL 和 TIV 的。主要针对性价比市场, 封装尺寸较小, 外形轻薄, 连线数量也比较少		>90μm	智能手机、5G、AI
台积电 3D-Fabric 平台	CoWoS_S	高性能 2.5D 封装实际行业标准之一, 具有高带宽、低延迟、高成本特征。适用于大尺寸芯片, 其中 CoWoS_S 以硅衬底作为中介层		<50μm	HPC, AI
	CoWoS_R	使用 RDL 作为中介层, RDL 中介层由聚合物和铜走线组成, 在机械方面相对灵活			

	CoWoS_L	<p>使用带有 LSI（本地硅互连）芯片的中介层提供灵活高密度的芯片互联；能够在 SoC 裸片下方集成其他元件，例如独立 IPD</p>			
	SoIC	<p>3D 封装，可实现具有不同芯片尺寸、功能和晶圆节点技术的芯片异构集成，具备尺寸小、高性能、低功耗优势。采用混合键合技术可以达到无凸起的键合结构，实现小芯片高密度互连，将同质和异质小芯片集成到单个类似 SoC 的芯片，并使用 CoWoS 或 InFO 再次和内存或逻辑模块封装。</p>		<10μm	数据中心、云计算
	EMIB	<p>基于 MCM 的优化封装，是 2.5D 实际行业标准之一。嵌入式硅桥在基板上集成了小的薄层——硅桥用于芯片间的互连，并将硅桥嵌入封装基板中。区别于传统 2.5D 封装，具备良率高、设计简单、经济效益高等优势</p>		36-55μm	
Intel Co-EMIB 平台	Foveros	<p>3D 封装，封装基板的底层芯片起到主动中介层作用，中介层大量 TSV 实现上层芯片和其他系统模块通信，进一步缩短连线，降低时延</p>		25-50μm	HPC
	Hybrid Bonding	<p>服务于英特尔 FOVEROS Direct 平台，该技术去除了焊料凸点，进一步缩小了凸点间距和总体厚度，具备更高的电流负载能力和热性能，技术门槛非常高</p>		<10μm	

资料来源：台积电官网，英特尔官网，浙商证券研究所

2.2 国内：前瞻布局奋力追赶

根据芯思想研究院数据，2022年长电科技是全球第三，中国大陆第一OSAT厂商，全球市场占有率10.71%。2023年，公司将主要投资的重点放在汽车电子专业封测基地，2.5D Chiplet，新一代功率器件封装产能规划等未来发展项目。Chiplet小芯片解决方案的多样化研发、PLP面板级封装实用技术研发、碳化硅，氮化镓等新一代功率器件模组的研发将是2023年的重点推进方向。2023年1月，公司宣布XDFOI Chiplet高密度多维异构集成系列工艺进入稳定量产阶段，同步实现国际客户4nm节点多芯片系统集成封装产品出货。

表5：长电科技产品聚焦领域

领域	产品覆盖领域	长电优势	部分进展情况
汽车电子	智能座舱、ADAS传感器和功率器件等	通过ISO9001, IATF16949认证； 零缺陷质量守则； 大功率分立器件封装； 系统级封装； 经量产验证的ADAS封装方案	应用于智能车77Ghz Radar系统的eWLB方案已验证通过并证明为性能最佳的封装方案； 应用于车载安全系统（安全气囊）、驾驶稳定检测系统的传感器的SOIC方案已验证通过并量产； 应用于LiDAR的LGA封装方案也通过车规认证并量产，此外多个LiDAR相关封装(QFN等)在开发验证中； 星科金朋韩国厂获得了多款欧美韩车载大客户的汽车产品模组开发项目，主要应用为智能座舱和ADAS； 中国大陆的厂区已完成IGBT封装业务布局，同时具备碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)芯片封装和测试能力，目前已在车用充电桩出货第三代半导体封测产品。
通信	射频前端模组(RFFE)、毫米波天线AiP模组等产品	射频系统协同设计与仿真； 低介质损耗物料清单选配服务； RFFE SiP和5G AiP工具箱； 高速EMI屏蔽技术实现； 一站式、全方位5G测试服务	5G 通讯应用市场领域 星科金朋在大颗fcBGA封装测试技术上累积有十多年经验，得到客户广泛认同，具备从12x12mm到67.5x67.5mm全尺寸fcBGA产品工程与量产能力，同时认证通过77.5x77.5mm的fcBGA测试产品，目前正在与客户共同开发更大尺寸的封装产品，如接近100x100mm的技术； 星科金朋与客户共同开发了基于高密度Fan out封装技术的2.5D fcBGA产品，同时认证通过TSV异质键合3DSoC的fcBGA，为进一步全面开发Chiplet所需高密度高性能封装技术奠定了坚实的基础。 5G 移动终端领域 完成多项5G射频模组的开发和量产，已应用于多款高端5G移动终端； 移动终端的主要元件上，基本实现了所需封装类型的全覆盖； 移动终端用毫米波天线AiP产品等已验证通过并进入量产阶段； 星科金朋新加坡厂拥有可应用于高性能高像素摄像模组的CIS工艺产线。
高性能计算	在对集成度和算力有较高要求的FPGA、CPU、GPU、AI和5G网络芯片等	高性价比2.5D封装； 超高密度凸块封装技术； 完整的芯片倒装产品线； 经量产验证的WLP解决方案； 丰富的区块链芯片封装经验	已推出XDFOI™全系列产品，为全球客户提供业界领先的超高密度异构集成解决方案。
存储	DRAM, Flash等	丰富的闪存和DRAM产品经验； 拥有领先的芯片堆叠技术； 完整的银线引线类封装产品线； 与全球前三大存储器制造商密切合作；	星科金朋厂拥有20多年memory封装量产经验，16层NAND flash堆叠、35um超薄芯片制程能力、Hybrid异型堆叠等，均处于国内行业领先的地位。

资料来源：长电科技官网、长电科技2021年年报、浙商证券研究所

根据芯思想研究院数据，2022年通富微电是全球第四，中国大陆第二OSAT厂商，全球市占率6.51%。公司收购AMD苏州及AMD槟城各85%股权，是AMD最大的封测供应商，占其订单总数80%以上，已为其大规模量产Chiplet产品。目前，公司自建2.5D/3D产线全线通线，1+4产品及4层/8层堆叠产品研发稳步推进；基于Chip Last工艺的Fan-out技术，实现5层RDL超大尺寸封装（65×65mm）；基于超大多芯片FCBGA MCM技术，实现最高13颗芯片集成及100×100mm以上超大封装；完成高层数再布线技术开发，可为客户提供晶圆级和基板级Chiplet封测解决方案，并充分利用其CPU、GPU量产封测平台，深度参与国产半导体高端芯片产业化过程。

图1：2022通富微电研发技术成果



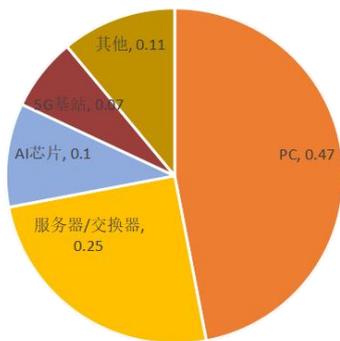
资料来源：通富微电定期公告，浙商证券研究所

3 产业升级：Chiplet 加速催化产业链革新

3.1 ABF 载板：打破垄断强化自主可控

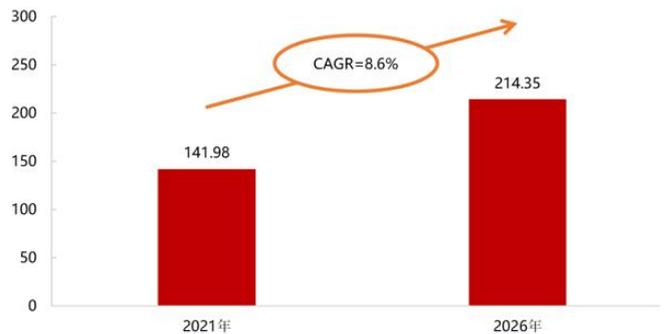
Chiplet 应用增加芯片封装面积，同时下游高性能、高算力芯片需求增加，均将带动 ABF 载板用量增加。受益于云技术、AI 等新应用领域蓬勃发展，AI 芯片需求激增，ABF 载板需求量大幅提升。据 WSTS 预测，2025 年全球 AI 芯片市场规模将达到 726 亿美元，2021-2025ECAGR 约为 29%。据 Prismark 数据，2021 年全球 IC 封装基板行业规模达到 142 亿美元，同比增长近 40%，预计 2026 年将达到 214 亿美元，2021-2026E CAGR 为 8.6%。

图2：2023年ABF载板下游市场占比



资料来源：立鼎产业研究网，浙商证券研究所

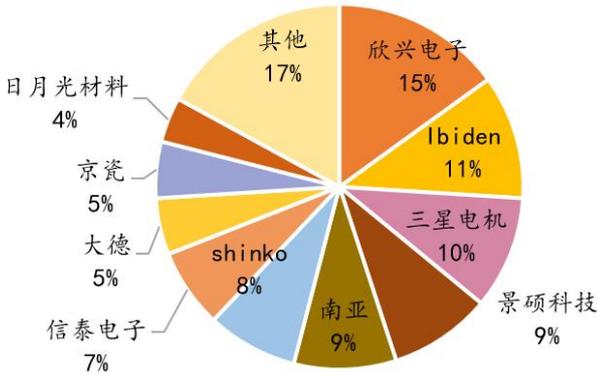
图3：2021-2026年全球IC载板产值（亿美元）



资料来源：Prismark，兴森科技公告，浙商证券研究所

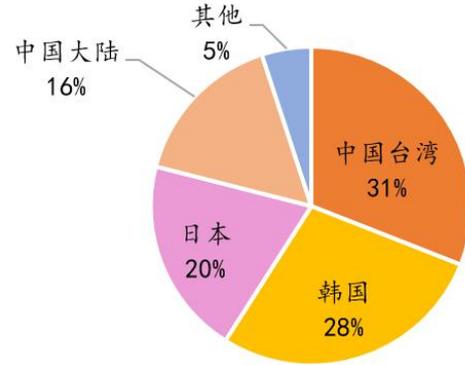
全球 IC 载板产能集中于日、韩、中国台湾。根据华经产业研究院数据，2019 年按制造地划分统计，日、韩、中国台湾 IC 载板产能合计约占全球产能的 79%，中国大陆占 16%，其中内资为 4%。根据华经产业研究院数据，其中，IC 载板原材料树脂基板材料成本占比最高，超过 30%。ABF 堆积膜为 ABF 载板核心基材，其发明者日本味之素公司占据绝大多数市场份额。目前，上游厂商生益科技、华正新材、方邦股份等公司均在积极研发推动载板原材料国产化发展。其中，华正新材 2022 年 7 月与深圳先进电子材料国际创新研究院设立合资公司，开展 CBF 积层绝缘膜开发、生产和销售。

图 4： 2020 年全球 IC 载板市场 CR10 高达 83%



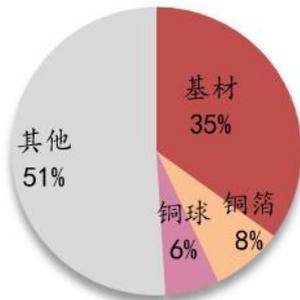
资料来源：IC Insights，浙商证券研究

图 5： 2019 年中国大陆 IC 载板产能占全球产能 16%



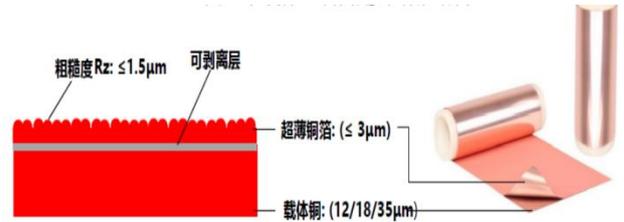
资料来源：华经产业研究院，浙商证券研究所

图 6： IC 载板中基材成本占比最高达 35%



资料来源：华经产业研究院，浙商证券研究所

图 7： 带载体可剥离超薄铜箔结构



资料来源：方邦股份定期公告，浙商证券研究所

IC 载板加速国产化，国内鹏鼎控股、东山精密、兴森科技积极投资扩产。2023 年 1 月，鹏鼎控股宣布投资礼鼎半导体，布局高阶半导体封装载板赛道。兴森科技 2022 年 2 月宣布规划投资 60 亿元分两期建设广州 FCBGA 封装基板项目，完产可新增产能 24000 万颗 FC-BGA/年；2022 年 6 月，投资 12 亿元用于珠海 FCBGA 封装基板项目，预计完产可新增产能 2400 万颗 FC-BGA/年。

表 6: 国内重点公司 IC 载板相关投资项目

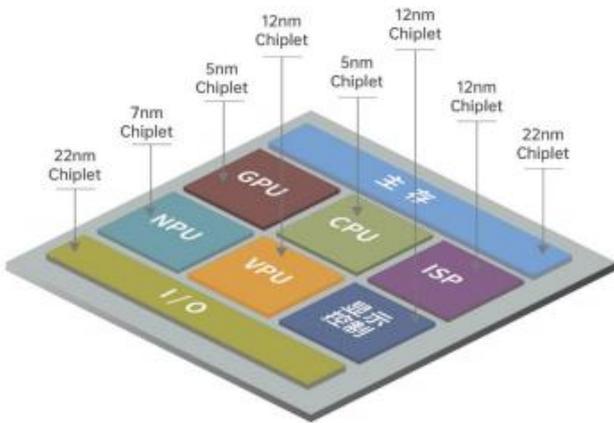
公司名称	公告日期	公司 IC 载板相关投资项目
鹏鼎控股	2023/1/13	公司公告表示向礼鼎半导体增资 1.36 亿美元，礼鼎半导体专注于高阶半导体封装载板的研发、生产和销售。通过投资礼鼎半导体有助于公司借此加大半导体领域的战略布局，充分把握电子行业的技术发展趋势。
深南电路	2022/8/19	定期公告显示，新项目建设方面，面向高端存储与 FC-CSP 封装基板的无锡基板二期项目建设推进顺利，预计 2022 年第四季度连线投产；面向 FC-BGA、RF 及 FC-CSP 等封装基板的广州封装基板项目有序推进建设中。
兴森科技	2022/2/9、 2022/6/2	2022 年 2 月 9 日，公司公告称已通过在中新广州知识城内设立全资子公司建设广州 FCBGA 封装基板生产和研发基地项目，分两期建设月产能为 2,000 万颗的 FCBGA 封装基板智能化工厂，为芯片国产化解决卡脖子技术及产品难题，项目总投资额预计约人民币 60 亿元。 2022 年 6 月 2 日，公司发布公告称全资子公司珠海兴森半导体有限公司拟投资 12 亿元投资建设 FCBGA 封装基板项目，配套国内 CPU/GPU/FPGA 等高端芯片产业的发展。
东山精密	2021/7/29	作为全球领先的电子电路研发、设计、生产、销售企业，为进一步巩固和提升行业地位，拓宽高端电子电路产品体系，更好的服务全球优质客户，公司拟投资设立全资子公司专业从事 IC 载板的研发、设计、生产和销售，投资总额不超过人民币 150,000 万元。

资料来源：兴森科技公告、深南电路定期报告、东山精密公告、鹏鼎控股公告，浙商证券研究所

3.2 封测技术：先进工艺升级注入活力

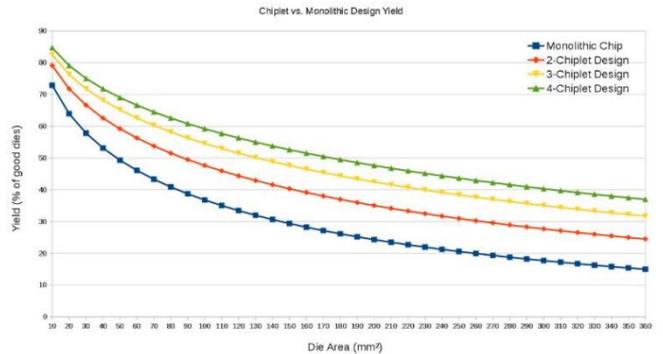
Chiplet 推动封装技术升级，带动测试需求同步增长。 1) Chiplet 对封装工艺提出更高要求。Chiplet 与 SiP 相似，都是进行不同元件间的整合与封装，而 Chiplet 的各裸芯片之间是彼此独立的，整合层次更高。Chiplet 方案需要减少 die-to-die 互连时延同时保证信号传输质量，要求实现更高的芯片布线密度，进一步催化先进封装向高集成、高 I/O 密度的路线发展。2) Chiplet 将推动芯片测试需求增长。相比 SoC 封装，基于 Chiplet 架构的芯片制作需要多个裸芯片，单个裸芯片失效会导致整个芯片失效，需要进行更多测试以减少失效芯片带来的损失，带动芯片测试业务需求增加。

图 8: 基于 Chiplet 的异构架构应用处理器示意图



资料来源：芯原股份年报，浙商证券研究所

图 9: Chiplet 方案下芯片良率显著提升



资料来源：WikiChip，浙商证券研究所

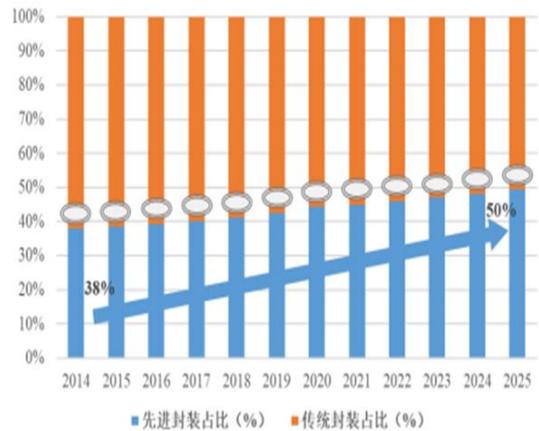
先进封装是未来封测市场主要增长点，在整体封测市场中所占份额将持续增加。 随着电子产品进一步朝向小型化与多功能的发展，芯片尺寸越来越小，芯片种类越来越多，其中输出脚数大幅增加，使得 3D 封装、扇形封装(FOWLP/PLP)、微间距焊线技术，以及系统封装(SiP)等技术的发展成为延续摩尔定律的最佳选择之一，先进封装技术在整个封装市场的占比正在逐步提升。据 Yole 数据，2020 年先进封装全球市场规模为 304 亿美元，占比为 45%；预计 2026 年市场规模增至 475 亿美元，占比达 50%，2020-2026E CAGR 约为 7.7%，优于整体封装市场和传统封装市场成长性。

图 10: 2020-2026 年全球封装规模及结构



资料来源: Yole, 长电科技定期公告, 浙商证券研究所

图 11: 2025 年先进封装预计占整个封装市场近 50%



资料来源: Yole, 甬矽电子招股说明书, 浙商证券研究所

国内领先封测企业顺应趋势，在支持 Chiplet 方案的先进封装布局已初显成果。长电科技 XDFOI Chiplet 高密度多维异构集成系列工艺已进入稳定量产阶段，实现国际客户 4nm 节点多芯片系统集成封装产品出货。XDFOI 可将有机重布线堆叠中介层厚度控制在 50μm 以内，微凸点(μBump)中心距为 40μm，实现在更薄和更小单位面积内进行各种高密度工艺集成，最大封装体面积约为 1500mm²系统级封装。通富微电是 AMD 重要封测代工厂，在 Chiplet、WLP、SiP、Fanout、2.5D、3D 堆叠等方面均有布局和储备。公司开启“立足 7nm、进阶 5nm”的战略，已具备 7nm Chiplet 先进封装技术大规模生产能力，深入开展 5nm 新品研发，全力支持客户 5nm 产品导入，现已完成研发逐步量产，助力大客户高端进阶。

表 7: 国内面向 Chiplet 的先进封装方案 (截至 2023 年 3 月)

公司名称	方案	技术类型	现有特点	凸点密度	工艺节点	项目进展
长电科技	XDFOI	2.5D	1. 平台灵活支持 TSV 和无 TSV 方案 2. 利用有机重布线堆叠中介层 (RSI) 最小线宽线距 2 μm 及多层再布线的优势，缩小芯片互连间距，具备性能和成本双重优势，涵盖 2D、2.5D、3D Chiplet 集成 3. 在封装体背面进行金属沉积，有效提高散热效率	40μm	4nm	稳定量产
通富微电	-	2.5D	1. 高密度扇外型封装平台支持 6 层 RDL 2. 2.5D/3D 先进封装平台 BVR 技术实现通线并完成客户首批产品验证，2 层芯片堆叠的 CoW 技术完成技术验证	-	7nm	7nm 量产、5nm 预计 2022H2 小规模试产

资料来源: 长电科技官网, 通富微电公告, 浙商证券研究所

3.3 封测设备: 国产化渗透有望提速

Chiplet 提高封测设备要求，市场需求大幅增加。1) Chiplet 实施关键之一在于先进封装技术的实现，因此对封装设备提高了要求及需求。封装设备需求增加: 例如研磨设备增加 (晶圆需要做的更薄)、切割设备需求增加、固晶设备增加 (DieBond 要求更高); 新设备需求: 如凸块 (bump) 工艺涉及到曝光、回流焊等设备。先进封装设备包括刻蚀机、光刻机、PVD/CVD、涂胶显影设备、清洗设备等。2) Chiplet 技术为保证芯片良率，购置检测设备的数量将大幅增加。Chiplet 需要的测试机数量将远高于 Soc 芯片测试机。目前 Soc 芯片测试对于可能数模混合的低成本存储芯片等采用抽检方式，而 Chiplet 技术为保证最后芯片的良率，需保证每个 Chiplet 的 die 有效，将对每个 die 进行全检。

图 12: 封测设备部分主要产品



资料来源: 长川科技官网, 华兴源创官网, 和林微纳官网, 新益昌官网, 浙商证券研究所

表 8: 国内封测设备供应商 (截至 2023 年 5 月 31 日)

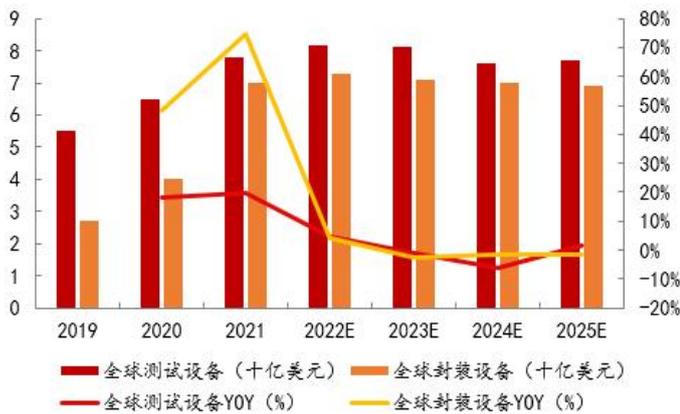
公司名称	市值 (亿)	主要产品类型	主要客户
深科达	18	平板显示器件生产设备、半导体类设备、摄像头模组京东方、群创光电、清越科技、高视科技、振力达类设备、智能装备关键零部件等	科技等
长川科技	307	测试机、分选机、自动化设备及 AOI 光学检测设备等	-
华峰测控	238	模拟、数模混合、分立器件和功率器件等半导体的测长电科技、通富微电、承欧科技、杰群电子、华天试设备	科技等
华兴源创	172	平板显示检测设备、微显示检测设备、消费电子检测设备、半导体检测设备、新能源汽车电子检测设备等	-
新益昌	135	LED 固晶机、半导体设备、电容器老化测试设备和锂电兆驰股份、三安半导体、艾华集团、鸿利智汇、鑫电池设备	锋旺五金等
和林微纳	88	半导体芯片测试探针、精微屏蔽罩等	法迪特精密等
北方华创	1607	电子工艺装备和电子元器件, 电子工艺装备主要包括半导体装备、真空装备和新能源锂电装备	-
金海通	83	测试机、分选机和探针台等	通富微电、伟测科技、矽佳测试、国芯科技、UTAC Holdings LTD. 等

资料来源: 深科达、长川科技、华峰测控、华兴源创、新益昌、林微纳、北方华创定期报告, 金海通招股说明书, Choice, 浙商证券研究所

封测设备市场规模持续增长。据 SEMI、KLA、Gartner 数据, 2020 年全球半导体设备市场规模约 712 亿美元, 同比增长 19.2%, 2015-2020 CAGR 为 14.3%。全球后道封测设备市场规模约为 98.6 亿美元, 同比增长 24.9%, 占半导体设备市场约 14%; 其中, 封装设备 38.5 亿美元, 后道测试设备 60.1 亿美元。据 SEMI 数据, 2021 年全球半导体设备销售额首次突破千亿达到 1,026.4 亿美元, 其中封测设备市场约占半导体设备市场 14%。

中国大陆测试设备市场规模整体保持快速增长。据 SEMI 数据, 我国大陆集成电路测试设备市场规模自 2015 年稳步上升, 2020 年市场规模为 91.35 亿元, 2015-2020 CAGR 达 29.32%, 高于同期全球半导体测试设备市场规模增速。2022 年, 全球晶圆制造设备市场规模有望达 988.8 亿美元, 同比增长 12.35%; 封装设备市场规模有望达 72.9 亿美元, 同比增长 4.29%; 测试设备市场规模有望达 81.7 亿美元, 同比增长 4.88%, 三者在全球半导体设备市场的占比分别为 86.48%、7.15%和 6.38%。

图 13: 2019-2022 年全球封测设备规模呈上升趋势



资料来源: Omdia, Semiconductor-Digest, 浙商证券研究所

图 14: 中国大陆半导体检测设备规模稳步上升



资料来源: SEMI, 金海通招股说明书, 浙商证券研究所

半导体封测设备国产化率仅 10%，国产替代空间大。大量核心半导体设备长期依赖进口，封测设备基本被国外厂商垄断，目前国产化率整体仅 10%，在最为核心的 IC 固晶机、焊线机、磨片机等封装设备领域国产化率更低。据 MIR DATABANK 数据表明，2021 年中国大陆各类封装测试设备的市场规模均有高速增长，探针台、引线键合、贴片机设备甚至接近翻倍增长，增速均超 85%。

表 9: 中国大陆封装测试设备国产化率总体呈上升趋势

设备类型	国产化率			外资厂商	国产厂商
	2017	2021	2025E		
引线键合	1%	3%	10%	ASM, K&S, Besi, Shinkawa	中电科 45 所、深圳翠涛
贴片机	1%	3%	12%	ASM, Besi, Canon, Shinkawa	艾科瑞思、大连佳峰
划片机	1%	3%	10%	Disco, Accretech	中电科 45 所
测试机	5%	15%	25%	Teradyne, Advantest, Cohu	长川科技、华峰测控
分选机	10%	21%	35%	Advantest, Cohu	长川科技
探针台	4%	9%	20%	TEL, Accretech, Formfactor	深圳矽电
综合国产化率	4%	10%	18%		

资料来源: MIR DATABANK, 浙商证券研究所

4 风险提示

1、科技领域制裁加剧风险。我国半导体产业的集成电路装备制造业规模小、技术水平落后、创新能力不足，尚不具备为集成电路制造、封装及测试产业提供充分配套设备的能力。国产集成电路部分设备主要集中在中低端领域，高端设备主要依赖于进口，若海外科技制裁加剧，一定程度上会限制国内半导体行业的发展。

2、**先进封装研发进展不及预期风险。**封测是较为典型的技术密集型行业，技术和工艺更新迭代速度较快。目前已发展到以先进封装为主的第五阶段，为了保持工艺和技术先进性，封测企业必须持续进行技术研发和生产设备投入，对资金、技术等实力具有较高要求。若无法准确把握市场需求或研发进展不及预期，或将失去市场竞争中的优势地位。

3、**下游需求不及预期。**集成电路行业具有周期性波动的特点，且半导体行业周期的频率要远高于经济周期，在经济周期的上行或下行过程，都可能出现完全相反的半导体周期，进而半导体行业能否持续回暖具有不确定性，或对下游需求复苏节奏和强度有所扰动。

股票投资评级说明

以报告日后的6个月内，证券相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 买入：相对于沪深300指数表现+20%以上；
2. 增持：相对于沪深300指数表现+10%~+20%；
3. 中性：相对于沪深300指数表现-10%~+10%之间波动；
4. 减持：相对于沪深300指数表现-10%以下。

行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 看好：行业指数相对于沪深300指数表现+10%以上；
2. 中性：行业指数相对于沪深300指数表现-10%~+10%以上；
3. 看淡：行业指数相对于沪深300指数表现-10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>