

## AI 拉动晶圆、封测厂扩产，国产设备替代进行时

2024年03月11日

- **本周关注：**思维列控、海油工程、杰瑞股份、天地科技、郑煤机、奥特维
- **人工智能和高性能计算等新兴应用拉动需求增长。**1) **AI 服务器全球需求增长强劲。**根据 MIC 预计，AI 服务器出货量将在 2024 达到 194.2 万台、2025 年达 236.4 万台，到 2027 年进一步增至 320.6 万台，2022 年至 2027 年间的复合成长率为 24.7%。2) **AIPC、AI 手机有望带来消费电子市场新增长动能。**根据 Gartner 预测，到 2024 年底，GenAI 智能手机和 AI PC 的出货量将分别达到 2.4 亿部和 5450 万台，分别占 2024 年智能手机和 PC 出货量的 22%。3) **人工智能带动对高带宽内存的需求。**头部存储厂商美光、SK 海力士等角逐先进封装。SK 海力士认为 2024 年存储市场有望回暖，PC、智能手机等应用将会带动包括 HBM、DDR3、LPDDR5T 等产品的需求，并计划将在韩国投资超过 10 亿美元以提升其先进封装产能及技术。
- **半导体设备归母有望于 2025 年创新高，国内需求强劲。**根据 SEMI 预计，2023 年半导体设备销售同比收缩 6.1%至 1000 亿美元，2024 年将是过渡年，而随着产能扩张，新晶圆厂项目以及前端和后端对先进技术和解决方案的高需求的推动下，2025 年将有望达到 1240 亿美元的新高；国内对更先进制程产线建设的需求驱动海内外设备厂商地区销售增长，据彭博社援引中国海关数据汇总显示，2023 年，中国大陆用于芯片制造的半导体设备的进口总额达到了接近 400 亿美元，同比增长了 14%。
- **先进封装需求带动封测设备市场再度增长。**在 AI 芯片及终端需求复苏的趋势下，2024 年封测企业资本开支恢复增长。根据拉姆研究首席执行官电话会议访谈，人工智能服务器和数据中心的渗透率每增加 1%，预计将带动 10 亿至 15 亿美元的额外（芯片设备）投资。根据 SEMI，预计 2024 年测试设备、组装和包装设备领域将分别增长 13.9%和 24.3%。预计 2025 年，后端市场将继续增长，测试设备销售额增长 17%，封装设备销售额增长 20%。
- **中国市场设备需求旺盛，国产替代加速进行。**中国大陆成熟制程扩产保持强劲，中芯国际指引 2024 年资本开支与 2023 年持平。华虹二期（华虹九厂）项目，投资 67 亿美元，新建一条产能 8.3 万片的 12 英寸特色工艺集成电路芯片生产线。国内厂商产品品类、制程、性能等方面不断实现突破，从最新披露的各大公司在手订单及市占率提升情况来看，国产替代正在加速进行。2023 年北方华创新签订单超过 300 亿元，其中集成电路领域占比超 70%，并已经完成功率半导体、先进封装等多领域的 PVD 量产应用。
- **投资建议：**AI 服务器及个人终端需求、智能驾驶、MR 等新兴应用有望带动半导体市场需求回暖，海外厂商积极竞争先进封装，国内厂商同样逐步向更先进制程迈进，扩充产能，国产设备需求持续。我们建议关注 1) 沉积设备：拓荆科技（薄膜沉积）、北方华创（刻蚀，PVD）；2)量测设备：精测电子、中科飞测；3) 后道封测设备：长川科技、华峰测控；4) 先进封装：赛腾股份等公司。随着现有产品的市占率提升和新产品、新客户拓展，国内设备厂商收入有望进一步增长。
- **风险提示：**国产替代进展不及预期，设备进出口限制影响，行业竞争加剧。

### 推荐

维持评级



**分析师 李哲**

执业证书：S0100521110006

邮箱：lizhe\_yj@mszq.com

**分析师 罗松**

执业证书：S0100521110010

邮箱：luosong@mszq.com

### 相关研究

- 1.一周解一惑系列：如何实现机器人触觉：电子皮肤与 MEMS 传感器-2024/02/26
- 2.一周解一惑系列：美国逐步进入补库阶段，我国机电类产品竞争力强-2024/02/18
- 3.一周解一惑系列：政策东风起，煤矿智能化加速-2024/01/22
- 4.一周解一惑系列：钙钛矿电池转换效率突破 18%，产业化拐点将现-2024/01/14
- 5.一周解一惑系列：可控核聚变开启未来清洁、安全、高效能源新解-2024/01/08

# 目录

<b>1 AI 和 高性能计算驱动半导体市场增长 .....</b>	<b>3</b>
1.1 AI 服务器、个人终端需求拉动设备投资 .....	3
1.2 先进封装推动数据传输速率提升，释放芯片性能 .....	5
<b>2 半导体设备市场有望恢复增长，国内扩产强劲 .....</b>	<b>7</b>
2.1 全球半导体市场有望于 2025 年创新高 .....	7
2.2 国内扩产需求持续，进口及国内设备销售增长 .....	9
2.3 先进封装市场需求上涨，相关设备需求增加 .....	10
2.4 TSV 带动电镀、测试、键合等设备需求 .....	12
<b>3 投资建议 .....</b>	<b>16</b>
3.1 行业投资建议 .....	16
3.2 重点公司 .....	16
<b>4 风险提示 .....</b>	<b>20</b>
<b>插图目录 .....</b>	<b>21</b>

# 1 AI 和 高性能计算驱动半导体市场增长

## 1.1 AI 服务器、个人终端需求拉动设备投资

### 1.1.1 AI 服务器建设有望拉动半导体设备需求

根据拉姆研究首席执行官电话会议访谈，与传统服务器相比，先进的人工智能服务器具有明显更高的前沿逻辑、内存和存储内容，人工智能服务器和数据中心的渗透率每增加 1%，预计将带动 10 亿至 15 亿美元的额外（芯片设备）投资。

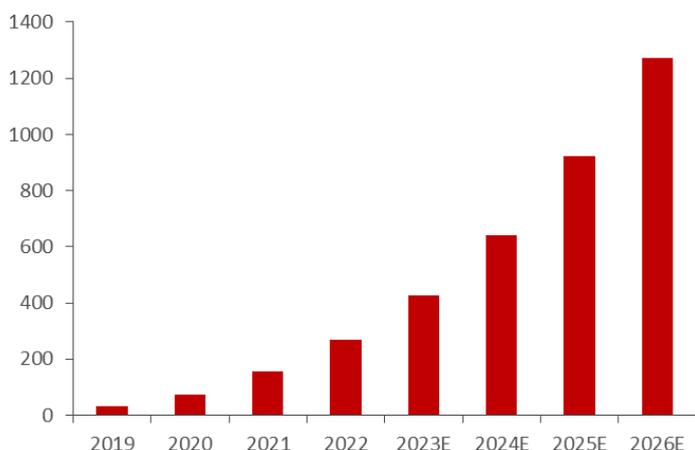
**全球 AI 服务器出货量高速增长，相应芯片提升。**伴随生成式 AI 市场的不断扩大，其对快速、强大的计算处理器，以及海量数据存储，提供了更高的要求。根据 IDC 数据显示，2022 年全球服务器出货量高达 1500 万台，销售额超过 1200 亿美元，同比分别增长 12%和 22.5%，全球 AI 服务器市场规模同比增长 17.3%，超过 180 亿美元。随着训练数据规模和模型复杂度暴增，全球 AI 服务器出货占比正在大幅提升，相应的 AI 芯片需求也在大增。

据资策会产业情报研究所(MIC)预测,全球 AI 服务器出货量占比将从 2023 年 12.4%增至 2027 年 20.9%。其中, AI 服务器出货量将在 2024 达到 194.2 万台、2025 年达 236.4 万台, 到 2027 年进一步增至 320.6 万台, 2022 年至 2027 年间的复合成长率为 24.7%。

**中国 AI 服务器市场领跑全球**，2021 年人工智能服务器市场规模 59.2 亿美元，与 2020 年相比增长 68.2%，**预计到 2026 年，中国人工智能服务器市场将达到 123.4 亿美元。**

根据 IDC 预测，到 2026 年，预计到 2026 年中国智能算力规模将达到 1271.4EFLOPS，未来五年复合增长率达 52.3%，同期通用算力规模的复合增长率为 18.5%。

图1：中国智能算力规模及预测（百亿亿次浮点运算/秒，EFLOPS）

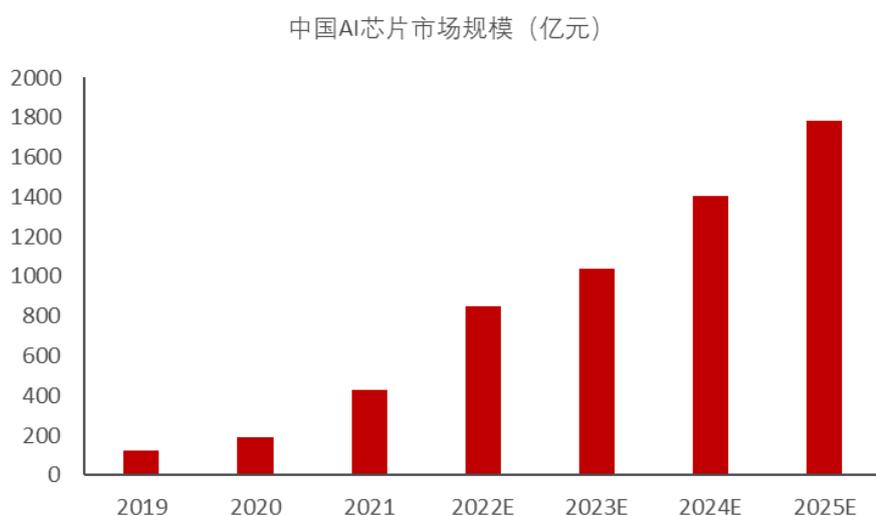


资料来源：IDC，民生证券研究院

2021年,《“十四五”规划纲要和2035年远景目标纲要》指出,“十四五”期间,我国新一代人工智能产业将聚焦高端芯片等关键领域。从国家战略高度为人工智能芯片行业建立了优良的政策环境。

根据亿欧智库预计,中国类脑等新型芯片预计最早于2023年进入量产,因此2024及2025年或有较大增长,预计市场规模将于2025年达到1740亿元。

**图2: 中国 AI 芯片市场规模 (亿元)**



资料来源: 亿欧智库, 民生证券研究院

**国内厂商也积极布局 AI 相关芯片。**华为推出了推理芯片昇腾 310 和训练芯片 910。此外, 壁仞科技还推出了首款用 GPU 芯片 BR100;以及天数智芯(智铠 100)、沐曦(N100)等发布 AI 推理芯片。与此同时, 专注于 NAND 闪存的长江存储(YMTC)和专注于 DRAM 存储的长鑫存储(CXMT)都将受益于 AI 热门的应用需求。

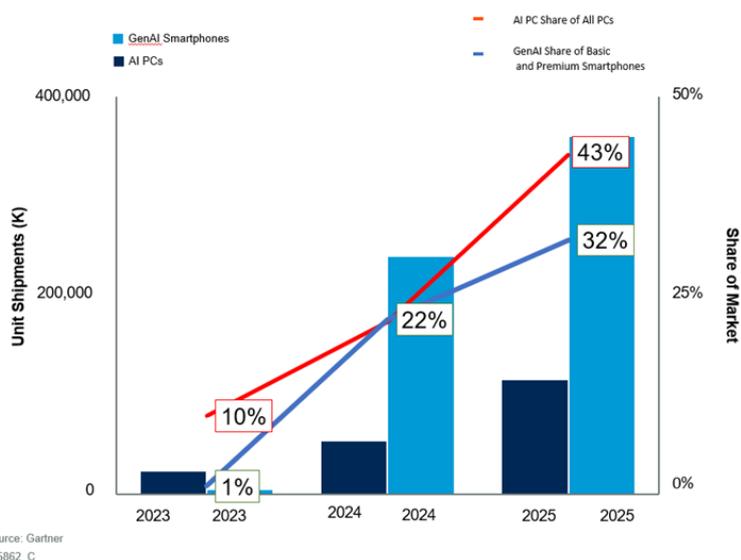
### 1.1.2 AI PC、AI 手机有望提升市占率

Canalys 公布的数据显示, 2023 年全年, 全球 PC 出货量总数为 2.47 亿台, 较 2022 年下降 13%, 降幅虽有所收窄, 但是依旧超过了 10%, PC 市场在连续 8 个季度下滑后, 于 2023 年第四季度恢复增长。

根据 Gartner 预测, 到 2024 年底内置人工智能的个人电脑 (AI PC) 和内置生成式人工智能 (GenAI) 的智能手机的全球出货量预计将从 2023 年的 2900 万台增加到 2.95 亿台。Gartner 将 AI PC 定义为配备专用 AI 加速器或核心、神经处理单元 (npu)、加速处理单元 (apu) 或张量处理单元 (tpu) 的 PC, 旨在优

化和加速设备上的 AI 任务。这在处理 AI 和 GenAI 工作负载时提供了改进的性能和效率，而无需依赖外部服务器或云服务，**到 2024 年底，GenAI 智能手机和 AI PC 的出货量将分别达到 2.4 亿部和 5450 万台，分别占 2024 年智能手机和 PC 出货量的 22%。**

图3: GenAI 智能手机和 AI PC 预测市场及增速 (千台/%)



资料来源: IDC, 民生证券研究院

在此次 MWC 2024 上, 联想发布了一系列 AI PC 产品, 例如 ThinkPad T14/T14s 第五代、ThinkPad T16 第三代、ThinkPad X12 Detachable 第二代和 ThinkBook 14 二合一第四代。

## 1.2 先进封装推动数据传输速率提升, 释放芯片性能

在 AI 应用当中, 内存和 I/O 带宽是影响系统性能至关重要的因素。如果内存性能跟不上, 对指令和数据的搬运 (写入和读出) 的时间将是处理器运算所消耗时间的几十倍乃至几百倍。换言之, 很多 AI 芯片所描述的实际算力会因为存储器的因素降低 50%甚至 90%。

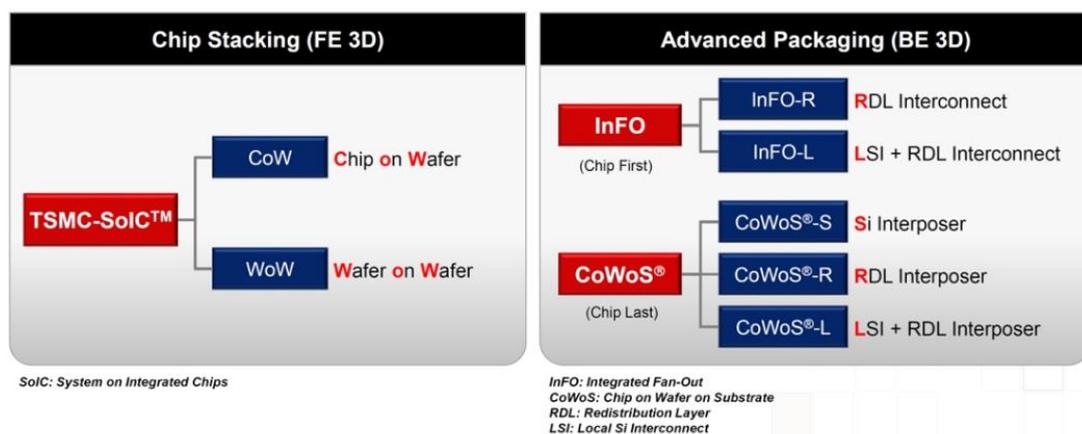
**GDDR 和 HBM 是 AI 应用中的主流解决方案, HBM 传输速率、信号完整性更优。**GDDR 发展自 DDR, 采用传统的方法将标准 PCB 和测试的 DRAMs 与 SoC 连接在一起, 具有较高的带宽和较好的能效效率。HBM 同样也基于 DRAM 技术, 使用 TSV (硅过孔) 技术将数个 DRAM 芯片堆叠起来。凭借 TSV 方式, HBM 大幅提高了容量和数据传输速率, HBM 具有更高带宽、更多 I/O 数量、更低功耗、更小尺寸等优势。目前, GDDR 成为中高端 GPU 搭载的主流内存方案, HBM 也在部分高端 GPU 中得到应用。根据台积电, HBM 高带宽显存技术的发展也会降

低系统功耗，第六代 CoWoS-S 技术甚至可能封装超过 8 颗 HBM。

**HBM 工艺复杂度高，良率因此下降。**每个 HBM 堆叠都有上千个连接，因此需要高密度的互连。HBM 通过 2.5D 封装把两个 Die 在 interposer（介质层）上互联到一起，这里面就会出现机械应力、散热等问题，如此复杂的工艺，还会使得良率下降。目前数据中心还是 HBM 最主要的使用场景，CPU 使用场景更多还是和 DDR 产品匹配。

**CoWoS 技术是目前 HBM 与 CPU/GPU 处理器集成的主流方案。**台积电已经开始大规模量产第六代 CoWoS 晶圆级芯片封装技术，集成度大大提高。CoWoS 可以将 CPU、GPU、DRAM 等各式芯片以并排方式（side-by-side）堆叠，有节省空间、减少功耗的优势；另外，因为 CoWoS 能将不同制程的芯片封装在一起，可达到加速运算但同时控制成本的目的，适用于 AI、GPU 等高速运算芯片封装。台积电的 3DFabric 技术平台包含台积电前端芯片堆叠 SoIC 技术和后端先进封装 CoWoS 和 InFO 技术。

图4：台积电先进封装方案分类



资料来源：TSMC，民生证券研究院

据 Gartner 预测，2023 年全球 HBM 存储市场规模约为 20 亿美元，预计到 2025 年将暴增至近 50 亿美元，增长率将近 150%。从应用需求来看，目前对 HBM 用量最多是 AIGPU 产品，而受益于推理模型应用的推动，FPGA 对 HBM 的用量或在 2025 年后出现显著增长。

**头部企业加大对 HBM 等先进封装技术的投资和研发力度。**SK 海力士计划将在韩国投资超过 10 亿美元，以扩大和改进其芯片制造的最后步骤。该工艺的创新是 HBM 作为最受欢迎的 AI 内存的优势的核心，降低功耗、提高性能是巩固公司在 HBM 市场领先地位的关键。SK 海力士正在将大部分新投资投入到推进 MR-MUF 和 TSV 技术中。

## 2 半导体设备市场有望恢复增长，国内扩产强劲

### 2.1 全球半导体市场有望于 2025 年创新高

全球半导体市场规模于 2023Q4 季度实现同比正向增长，主要由内存公司驱动。根据 WSTS 的数据，全球半导体市场在 2023 年第四季度比 2023 年第三季度增长了 8.4%。8.4%的季度增长率是自 2021 年第二季度 9.1%以来的最高季度增长率。各大内存公司均报告称，与 2023 年第三季度相比，2023 年第四季度的收入实现了健康增长。以美元计算，三星内存业务增长 49%，SK 海力士增长 24.1%，美光科技增长 17.9%。

终端需求有望于 2024 年恢复增长。智能手机出货量在 2023 年下降了 3.2%，但 IDC 预计到 2024 年将反弹至 3.8%的增长。智能手机推动了内存公司以及高通和联发科的收入增长。个人电脑出货量在 2023 年急剧下降 14%。IDC 预计，到 2024 年，个人电脑的增长率将达到 3.4%。

根据 SEMI 预计，半导体制造设备全球总销售额预计将在 2023 年达到 1000 亿美元，比 2022 年创下的 1074 亿美元的行业记录收缩 6.1%。预计半导体制造设备将在 2024 年恢复增长，在前端和后端市场的推动下，2025 年的销售额预计将达到 1240 亿美元的新高。

由于 memory 产能增加有限和成熟产能扩张暂停，晶圆厂设备领域的销售额预计在 2024 年将比 2023 年增长 3%。随着新的晶圆厂项目、产能扩张和技术迁移将投资提高到近 1100 亿美元，预计 2025 年将进一步增长 18%。

图5：2015-2024 年全球半导体设备市场规模及预测 (亿美元，%)



资料来源：SEMI，民生证券研究院

图6：全球半导体封装设备市场规模及占比 (亿美元，%)

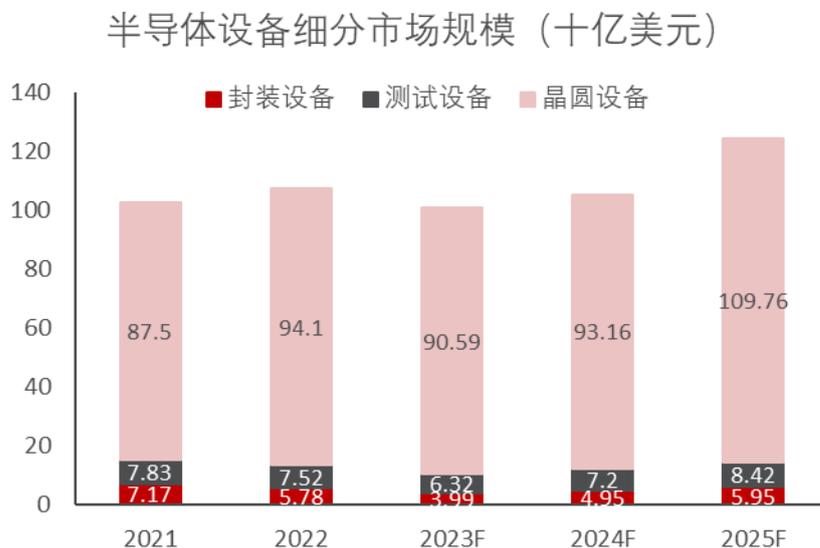


资料来源：SEMI，民生证券研究院

根据 SEMI 预测，2023 年，全球半导体测试设备市场销售额预计将收缩 15.9% 至 63 亿美元，而同年封装设备销售额预计将下降 31% 至 40 亿美元。预计 2024

年测试设备、组装和包装设备领域将分别增长 13.9%和 24.3%。预计 2025 年，后端市场将继续增长，测试设备销售额增长 17%，封装设备销售额增长 20%。

**图7：2021-2025 年全球半导体设备市场规模及预测（十亿美元）**



资料来源：SEMI，民生证券研究院

**晶圆出货量有望随着 AI 等需求再创新高，从而拉动设备需求增长。**随着人工智能 (AI)、高性能计算 (HPC)、5G、汽车和工业应用推动着硅需求的增加，从 2024 年开始的反弹势头预计将持续到 2026 年，晶圆出货量将创下新高。根据 SEMI，《世界晶圆厂预测报告》显示，从 2022 年至 2024 年，全球半导体行业计划开始运营 82 个新的晶圆厂，其中包括 2023 年的 11 个项目和 2024 年的 42 个项目，晶圆尺寸从 300mm 到 100mm 不等。

**晶圆代工先进制程需求飞速提升。**晶圆代工产业受到市场库存调整影响，2023 年产能利用率大幅下滑，尤其 28nm 以上的成熟制程需求下滑较重，不过受部分消费电子需求回温与 AI 需求提振，12 寸晶圆厂已于 2023 年下半年缓步复苏，尤其以先进制程的复苏最为明显。

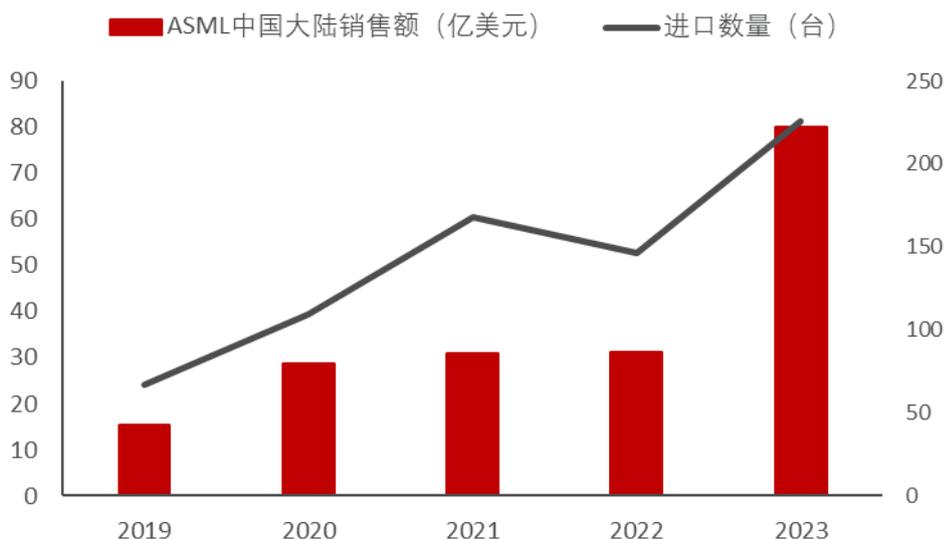
**根据 SEMI，Foundry 供应商预计将成为最大的半导体设备买家，**2023 年产能将增至每月 930 万片晶圆，2024 年产能将达到创纪录的每月 1020 万片晶圆。存储领域 2023 年扩产放缓，DRAM 领域预计 2023 年产能将增加 2%，达到每月 380 万片晶圆，2024 年产能将增加 5%，达到每月 400 万片晶圆。3DNAND 的装机容量预计在 2023 年将持平于每月 360 万片晶圆，2024 年将增长 2%，达到每月 370 万片晶圆。

## 2.2 国内扩产需求持续，进口及国内设备销售增长

### 2.2.1 国内晶圆厂设备资本开支可观

国内 2023 年半导体设备进口金额大幅增长，成为全球半导体设备需求重要来源。据彭博社援引中国海关数据汇总显示，2023 年，中国大陆用于芯片制造的半导体设备的进口总额达到了接近 400 亿美元，同比增长了 14%，这也是自 2015 年有记录以来的第二大进口额。仅在光刻机方面，据荷兰阿斯麦 ASML 发布的 2023 年财报数据显示，2023 年 ASML 营收大增 34%，利润大增 43%，而所有光刻机销售中，中国贡献的营收，超过 82 亿美元，**中国区域光刻机收入占比由 2022 年 14% 增长为 29%**。2023 年第三季度全球半导体制造设备投资较去年同期下降 11%；从地区来看，中国是唯一增长的国家，增幅高达 42%。剔除中国后，全球投资金额同比下降 31%。

图8：2019-2023 年 ASML 光刻机中国大陆销售情况



资料来源：海关总署，民生证券研究院

根据 SEMI 预计，中国芯片制造商将在 2024 年开始运营 18 个项目，2023 年产能同比增长 12%，达到每月 760 万片晶圆，2024 年产能同比增加 13%，达到每月 860 万片晶圆。中国台湾预计仍将是半导体产能第二大地区，2023 年产能将增长 5.6% 至每月 540 万片晶圆，2024 年增长 4.2% 至每月 570 万片晶圆。根据 IDC 预测，IC 设计领域去库逐步结束，亚太地区有望增长 14%。IC 设计领域各业者在智能手机应用持续深耕之外，纷纷切入 AI 与汽车应用，以适应快速变化的市场环境，在全球个人装置市场逐步复苏下将有新的成长机会，预计 2024 年整体市场年增长将达 14%。

中国大陆成熟制程扩产保持强劲，中芯国际指引 2024 年资本开支与 2023 年持平，产能将保持线性释放，折旧预计今年增长三至四成，公司 2023 年第四季资本开支为 23.4 亿美元，2023 年全年资本开支约为 74.7 亿美元。公司认为每年

持续增加 4 万到 5 万片 12 英寸晶圆的产能还是比较合理的。华虹宏力在无锡高新区启动实施华虹无锡集成电路研发和制造基地二期（华虹九厂）项目，投资 67 亿美元，新建一条产能 8.3 万片的 12 英寸特色工艺集成电路芯片生产线。

### 2.2.2 国内设备厂商品类覆盖能力及市占率提升

按照 SEM 数据显示，2022 年中国晶圆厂商半导体设备国产化率较 2021 年明显提升，从 21% 提升至 35%，进步明显。从 2023 年各大半导体设备厂商在手订单及业绩情况来看，国产设备需求持续增长。截至当前披露的 2023 年公司快报及业绩预告，从收入端和归母净利润来看，中科飞测、华海清科、拓荆科技、北方华创均实现了 40% 以上的同比增长。

**北方华创：**公司 2023 年应用于高端集成电路领域的刻蚀、薄膜、清洗和炉管等数十种工艺装备实现技术突破和量产应用，新签订单超过 300 亿元，其中集成电路领域占比超 70%。

**拓荆科技：**2023 年，公司在新工艺应用及新产品开发方面取得显著成效，PECVD 设备、ALD 设备、SACVD 设备持续拓展工艺，量产规模不断扩大，销售收入大幅度提升；HDPCVD 设备、混合键合设备表现出色，顺利通过客户端产业化验证，实现了产业化应用。公司客户群体覆盖度进一步扩大，销售订单持续增长，**2023 年年末在手销售订单金额超过 64 亿元（不含 Demo 订单）。**

**中微公司：**2023 年公司 CCP（电容性耦合的等离子体源）和 ICP（电感性耦合的等离子体源）刻蚀设备均在国内主要客户芯片生产线上**市占率大幅提升**。公司**2023 年新增订单金额约 83.6 亿元**，较 2022 年新增订单的 63.2 亿元增加约 20.4 亿元，同比增长约 32.3%。其中刻蚀设备新增订单约 69.5 亿元，同比增长约 60.1%；MOCVD 设备新增订单约 2.6 亿元，由于终端市场波动影响，同比下降约 72.2%。

**盛美上海：**2023 年，三维堆叠电镀设备（应用于填充 3d 硅通孔 TSV 和 2.5D 转接板的三维电镀设备 UltraECP3d。）在客户端量产并继续取得批量重复订单，开发出针对 20-200 $\mu\text{m}$  深的电镀工艺。公司先进封装电镀设备 2023 年进一步获得国内头部先进封装客户订单；同时开发出针对 chiplet 助焊剂清洗的负压清洗设备取得多台订单；在新客户开发其他金属合金电镀工艺，并实现验收。

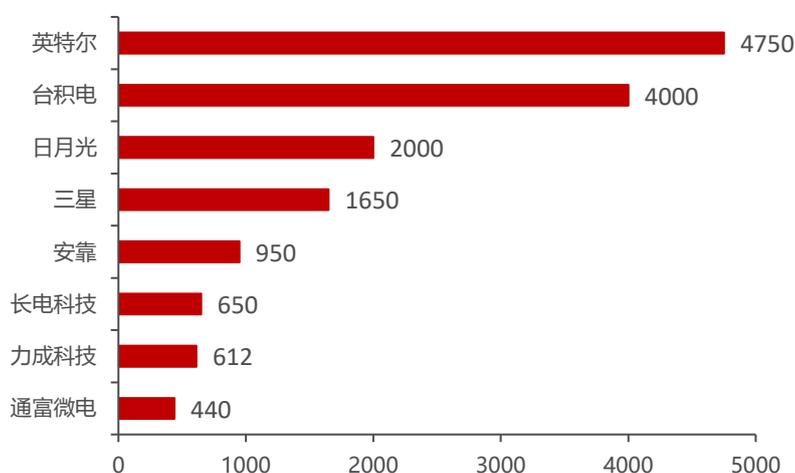
## 2.3 先进封装市场需求上涨，相关设备需求增加

**先进封装市场持续上扬。**据 Yole 数据，2021 年全球先进封装市场总营收达 321 亿美元，同比增幅高于 2020 年，2016-2021 年年复合增长率达 7.9%。预计到 2027 年，全球先进封装市场总营收将增长至 572 亿美元，年复合增长率将达到 10%，将为全球封测市场贡献主要增量。此外，Yole 预计到 2026 年，先进封装市场将会追赶上传统封装的规模，占整体规模比例的 50%，先进封装的市场应

用规模不断扩大。

**封测厂及晶圆厂龙头在先进封装领域加大资本开支。**根据 Yole 数据, 2022 年 8 大龙头企业在先进封装行业的资本支出合计约为 150 亿美元。晶圆厂阵营方面, 英特尔以 47.5 亿美元的资本支出排名第一, 主要用以支持 Foveros 和 EMIB 技术。台积电、三星以 40 亿美元和 16.5 亿美元的资本支出分别排名第二、第四。而封测厂阵营方面, 日月光以 20 亿美元的资本支出排名第三, 其是最大也是唯一能够与代工厂和集成设备制造商形成竞争的 OSAT。中国大陆封测厂长电科技和通富微电在先进封装资本支出方面则分居第六、八名。

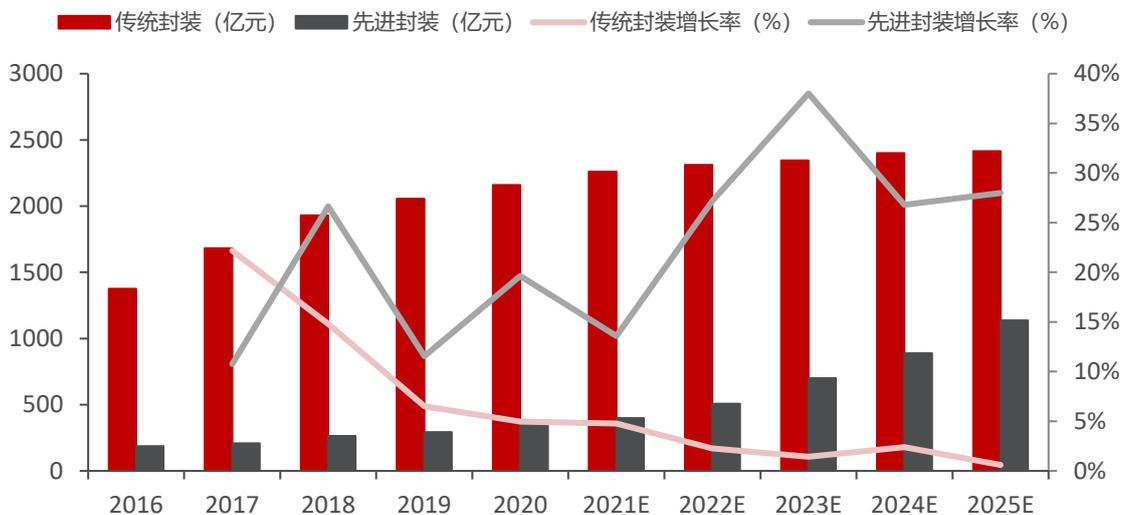
**图9：2022 年各大公司先进封装资本支出 (百万美元)**



资料来源: Yole, 民生证券研究院

**国内市场先进封装增速更为亮眼。**2021 年中国封测产业市场规模为 2763 亿元, 同比增长 10.1%。2017-2021 年, 中国大陆封测产业市场规模 CAGR 为 9.9%, 增速高于全球。根据 Frost&Sullivan 数据, 2020 年中国大陆封装市场规模 2509.5 亿元, 其中先进封装市场规模 351.3 亿元, 占大陆封装市场规模的比例约 14%, 相较于全球先进封装占封装 44.9% 的比例低出不少。但随着中国大陆半导体产业发展, 尤其是先进制程比例的提高, 先进封装渗透率有望加速提高。根据 Frost&Sullivan 预测, 2021-2025 年, 中国先进封装市场规模复合增速达到 29.9%, 预计 2025 年中国先进封装市场规模为 1137 亿元, 占中国大陆封装市场的比例将达到 32.0%。

图10：2016-2025 年中国大陆封装市场规模及预测



资料来源：Frost&Sullivan，民生证券研究院

## 2.4 TSV 带动电镀、测试、键合等设备需求

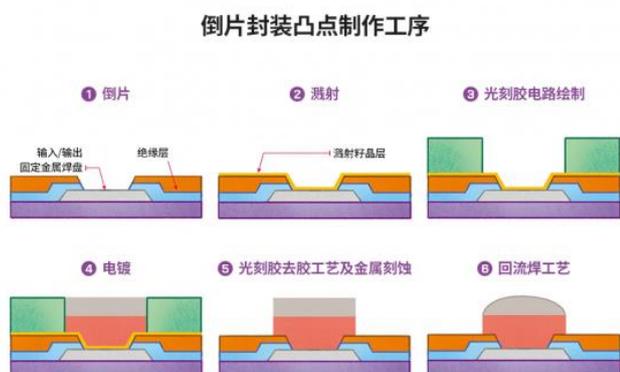
### 2.4.1 先进封装工艺分类及生产流程

倒片封装工艺经过凸点制作、背面研磨、晶圆切割/划片、倒片键合、底部填充、模塑、打标、植球、切单工序组成。倒片封装体中凸点 (Bump) 是基于晶圆级工艺而完成的，而后续工序则与传统封装工艺相同。

铜柱凸块 (CPB) 需要先后经历铜电镀和焊料电镀两道工序后形成，所使用的焊料通常为不含铅的锡银合金。电镀完成后，光刻胶随即被去除，并采用金属刻蚀工艺去除溅射而成的凸点下金属层 (UBM)，随后通过晶圆级回流焊设备将这些凸点制成球形。这里采用的焊接凸点回流焊工艺可以最大限度减少各凸点的高度差，降低焊接凸点表面的粗糙度，同时去除焊料中自带的氧化物，进而保障在倒片键合过程中增加键合强度。

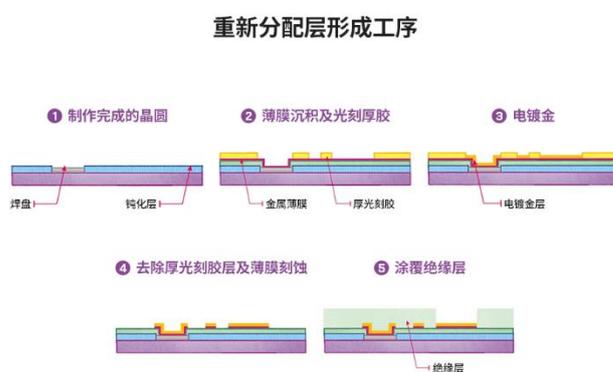
重新分配层封装工艺 (RDL)：首先通过溅射工艺创建一层金属薄膜，之后在金属薄膜上涂覆厚层光刻胶。随后利用光刻工艺绘制电路图案，在电路图案的曝光区域电镀金层，以形成金属引线。由于重新分配工艺本身就是重建焊盘的工艺，因此确保引线键合强度是十分重要的。这也正是被广泛用于引线键合的材料—金，被用于电镀的原因。

图11：倒片封装凸点工艺



资料来源：SK 海力士，民生证券研究院

图12：重新分配层封装工艺 (RDL)

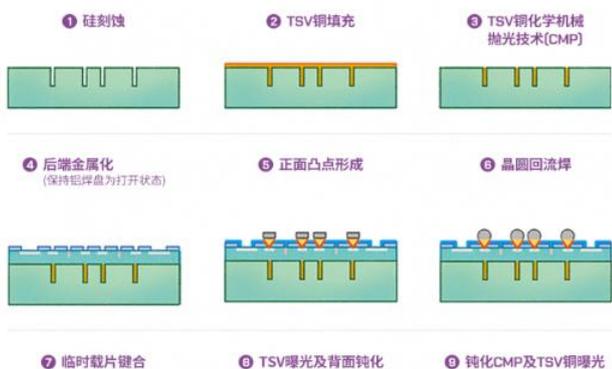


资料来源：SK 海力士，民生证券研究院

**扇外型晶圆级芯片封装工艺：**在扇外型晶圆级芯片封装工艺中，首先需要在等同于晶圆形状的载片上贴附一层薄膜。切割晶圆后，再按照一定间距将优质芯片贴在薄膜上，接下来对芯片间隔区域进行模塑，以形成新形状。晶圆模塑完成后，载片和薄膜将被移除。随后在新形成的晶圆上，利用晶圆设备创建金属导线，并附着锡球以便封装。最后，将晶圆切割成多个独立封装体。

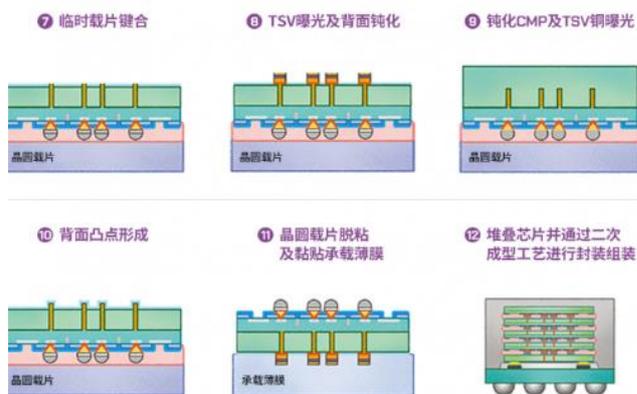
**硅通孔封装工艺：**首先在晶圆制造过程中形成通孔。随后在封装过程中，于晶圆正面形成焊接凸点。之后将晶圆贴附在晶圆载片上进行背面研磨，在晶圆背面形成凸点后，将晶圆切割成独立芯片单元，并进行堆叠。

图13：硅通孔封装工艺-1



资料来源：SK 海力士，民生证券研究院

图14：硅通孔封装工艺-2



资料来源：SK 海力士，民生证券研究院

## 2.4.2 先进封装工艺核心设备

HBM 带动对前道设备及后道封测设备需求增长。HBM 芯片为上游设备带来了新的增量：前道环节，HBM 需要通过 TSV 来进行垂直方向连接，增加了 TSV 刻蚀设备需求；中段环节，HBM 带来了更多的晶圆级封装设备需求；后道环节，HBM 的多芯片堆叠带来 diebond 设备和测试设备需求增长

TSV 技术主要涉及以下几个关键工艺：深反应离子刻蚀 (DRIE) 制作 TSV 孔，等离子增强化学气相沉积 (PECVD) 制作介电层，物理气相沉积 (PVD) 制作阻挡层和种子层，电镀铜 (Cu) 填孔，化学机械抛光 (CMP) 去除多余的金属。另外由于芯片堆叠集成的需要，对于 3DIC/Si 集成而言，还有晶圆的减薄和薄晶键合等关键工艺。每一步工艺都有相当的技术难度。其中深孔刻蚀、气相沉积、铜填充、CMP 去除多余的金属、晶圆减薄、晶圆键合等工序涉及的设备最为关键。

### ➤ 深孔刻蚀设备

深孔刻蚀是 TSV 的关键工艺，目前首选技术是基于 Bosch 工艺的干法刻蚀。深反应等离子刻蚀设备就是感应耦合高密度等离子体干法刻蚀机 (Inductively Coupled Plasma Etcher)，它采用半导体刻蚀机的成熟技术，独特设计的双等离子体源，实现了对腔室内等离子体密度的均匀控制，满足硅高深宽比刻蚀工艺的要求。具有稳定可靠的工艺性能、宽阔的工艺窗口和良好的工艺兼容性，用于晶片的高深宽比刻蚀。

**国内供应商主要包括中微公司、北方华创，海外竞争对手主要有泛林、应用材料、科磊等公司。**

### ➤ 气相沉积设备

气相沉积设备主要用于薄膜电路表面的高低频低应力氧化硅等薄膜沉积。设备具有低温 TEOS 工艺沉积氧化硅薄膜，应力易调控，适用于薄膜电路制造中保护膜层的沉积。设备应具有预真空室、基片传送模块以及工艺模块等，传片及工艺过程自动化。

绝缘层做好后，通过物理气相沉积法 (PVD) 沉积金属扩散阻挡层和种子层，为后续的铜填充做好准备。后续的电镀铜填充要求 TSV 侧壁和底部具有连续的阻挡层和种子层。种子层的连续性和均匀性被认为是 TSV 铜填充最重要的影响因素。根据硅通孔的形状、深宽比及沉积方法不同，种子层的特点也各有不同，种子层沉积的厚度、均匀性和粘合强度是很重要的指标。

**国内供应商主要包括拓荆科技、北方华创，海外公司主要包括奥宝、应用材料、泛林集团。**

### ➤ 铜填充设备

深孔金属化电镀设备用于新一代高频组件高深宽比通孔填孔电镀铜工艺，解

决高深宽比微孔内的金属化问题，提高互联孔的可靠性。TSV 填孔镀铜工序是整个 TSV 工艺里最核心、难度最大的工艺，对设备的要求比较高，成熟的用于 TSV 填孔镀铜的设备价格昂贵。

海外电镀设备公司主要包括东京电子、安美特、Ebara、应用材料、泛林集团。

#### ➤ 减薄抛光设备

一旦完成了铜填充，则需要对晶圆进行减薄抛光。TSV 要求晶圆减薄至 50 $\mu$ m 甚至更薄，要使硅孔底部的铜暴露出来，为下一步的互连做准备。目前晶圆减薄可以通过机械研磨、化学机械抛光、湿法及干法化学处理等不同的加工工序来实现。但晶圆很难容忍减薄过程中的磨削对晶圆的损伤及内在应力，其刚性也难以使晶圆保持原有的平整状态，同时后续工艺的晶圆传递、搬送也遇到了很大的问题。目前业界的多采用一体机的思路，将晶圆的磨削、抛光、贴片等工序集合在一台设备内。

## 3 投资建议

### 3.1 行业投资建议

半导体设备国产化的趋势锐不可挡，成为支撑上述本土厂商业绩增长的动力所在。同时，部分领先的中国半导体设备厂商开始发力国际市场，并逐步获得海外客户的认可。

1) 国内半导体产能需求仍旺，国内厂商陆续打破海外技术垄断，国产替代加速进行。国内设备厂商陆续完成对工艺段各类设备品类的覆盖，并不断向更先进制程产品进行研发，随着国内厂商销售品类数量的增长及客户端市占率提升，收入和盈利规模有望进一步改善。

2) 先进封装为后道封测及部分前道设备厂商带来市场新机遇。由于独特的 3D 堆叠结构，HBM 芯片为上游设备带来了新的增量：前道环节，HBM 需要通过 TSV 来进行垂直方向连接，增加了 TSV 刻蚀设备需求；中段环节，HBM 带来了更多的晶圆级封装设备需求；后道环节，HBM 的多芯片堆叠带来 diebond 设备和测试设备需求增长。同时，国内部分企业在该领域的部分设备品类上已经具备了一定的竞争力，有望进一步打开海外市场。

### 3.2 重点公司

#### 3.2.1 赛腾股份

公司在消费电子、半导体、新能源等智能组装及检测方面具有较强的竞争优势和自主创新能力，同时拥有多项自主研发的核心技术成果。赛腾股份的产品主要运用于消费电子、半导体、新能源等行业，适用于智能手机、平板电脑、笔记本电脑、可穿戴设备、新能源零部件、锂电池、8 寸/12 寸晶圆等。公司已成为国内外许多知名企业优质的合作伙伴。

晶圆检测是所有半导体检测赛道中壁垒最高的环节之一。公司通过收购全球领先的晶圆检测设备供应商日本 OPTIMA 涉足晶圆检测装备领域，经过研发人员不断的努力陆续扩充了半导体设备种类，实现了在国内高端集成电路设备市场的进一步突破。公司还研发了针对晶圆边缘轮廓形状、倒角粗糙度检测，晶圆 ID 字符，晶圆膜厚检测等设备，组合起来，能够有效识别晶圆研磨、蚀刻，cmp 以及薄膜沉积后的各制程的外观及尺寸缺陷，并进行智能打码标注。

目前公司在硅片段已经获得了较高的占有率，国内硅片厂很多都是公司客户，在日韩市场也获得客户广泛认可，同时公司也在积极拓展 FAB 厂端业务，以及新机型研发。

### 3.2.2 北方华创:

北方华创作为中国 PVD 工艺装备技术的开拓者,早在 2008 年就开始了 PVD 装备的研发工作,经过十六年的技术沉淀与创新突破,已发布多款量产型 PVD 设备,累计出货超千腔,成为国内 PVD 设备最大的解决方案提供商,2023 年应用于高端集成电路领域的刻蚀、薄膜、清洗和炉管等数十种工艺装备实现技术突破和量产应用,新签订单超过 300 亿元,其中集成电路领域占比超 70%。

北方华创 PVD 事业部自成立以来先后突破了磁控溅射源设计、等离子体产生及控制、腔室设计与仿真模拟、颗粒控制、软件控制等多项关键技术,建立起了核心技术优势,实现了设备的产业化及对逻辑芯片和存储芯片金属化制程的工艺覆盖。截至 2023 年底,集成电路领域 Cu(铜)互连、AlPad(铝垫层)、MetalHardmask(金属硬掩膜)、MetalGate(金属栅)、Silicide(硅化物)等工艺设备在客户端的稳定量产,成为多家客户的基线设备,并均已成为行业优选。其中, MetalGate(金属栅) PVD 产品成功实现了 28nm 金属栅核心工艺的量产突破; Cu(铜)互连 PVD 产品支持了 InterMetal(内部互连线)和 TopMetal(顶部互连线)工艺的批量生产; Al(铝) PVD 产品大批量应用在逻辑、DRAM(动态随机存储器)、3DNAND(闪存)等不同领域,覆盖 Pad(铝垫层)、RDL(再布线层)等所有工艺应用。

### 3.2.3 中微公司

中微公司预计 2023 年营业收入约 62.6 亿元,较 2022 年增加约 15.2 亿元,同比增长约 32.1%; 预计 2023 年度实现归属于母公司所有者的净利润为 17.85 亿元,同比增加 58.67%。其中用于集成电路生产线的 CCP 和 ICP 等离子体刻蚀设备是中微公司的主力设备,2023 年公司 CCP(电容性耦合的等离子体源)和 ICP(电感性耦合的等离子体源)刻蚀设备均在国内主要客户芯片生产线上市占率大幅提升。公司 2023 年新增订单金额约 83.6 亿元,较 2022 年新增订单的 63.2 亿元增加约 20.4 亿元,同比增长约 32.3%。其中刻蚀设备新增订单约 69.5 亿元,同比增长约 60.1%; MOCVD 设备新增订单约 2.6 亿元,由于终端市场波动影响,同比下降约 72.2%。

### 3.2.4 拓荆科技

拓荆科技专注于薄膜沉积设备,公司 PECVD、ALD、SACVD、HDPCVD 等系列薄膜设备均已实现量产,其中, PECVD 设备作为公司的主打产品,已实现规模量产,订单量占比相对较高,ALD、SACVD、HDPCVD 等新产品正在逐步扩大量产规模。

目前公司晶圆对晶圆键合产品(Dione 300)已实现量产,并获得复购订单,芯片对晶圆键合表面预处理产品(Pollux)已出货至客户端验证。混合键合设备主要应用于三维集成领域,其未来市场需求规模目前很难量化,随着“后摩尔时代”的来临,预估混合键合设备潜在市场需求和增长空间较大。

据 2023 年业绩快报,2023 年营收 27.05 亿元,同比+59%,公司归母净利

润和扣非归母净利润分别为 6.65 亿元、3.13 亿元，分别同比+80%、+76%。2023 年年末在手销售订单金额超过 64 亿元（不含 Demo 订单），为后续业绩的增长提供保障。

### 3.2.5 精测电子

上海精测膜厚系列产品、OCD 设备、电子束设备已取得国内多家客户的批量订单，且上述产品均已取得先进制程订单，公司先进制程产品订单已实现部分交货且取得重复订单；半导体硅片应力测量设备也取得客户重复订单；明场光学缺陷检测设备已完成首台套交付，且已取得更先进制程订单；有图形暗场缺陷检测设备等其余储备的产品目前正处于研发、认证以及拓展的过程中。

此外，公司在新型显示相关检测、调试设备产品持续发力，AR/VR/MR 等头显设备配套检测的布局全面、深入且已取得突破性进展，奠定了在该领域检测设备提供商的领导地位。

由于主业显示面板 2023 年行业整体下滑，2023 年公司预计业绩有所下降，预计归母净利润为 1.5 亿元-1.8 亿元，比上年同期下降 33.78%-44.82%；预计扣非后的净利润为 2500 万元-5500 万元，比上年同期下降 54.53%-79.33%。

### 3.2.6 中科飞测

公司无图形晶圆缺陷检测设备持续保持竞争优势，量产设备型号已覆盖 2Xnm 及以上的集成电路工艺节点客户需求，公司设备灵敏度和吞吐量可以满足不同客户需求，已广泛应用在国内知名晶圆制造厂商的产线上，客户订单量稳步增长，市占率不断提升。公司图形晶圆缺陷检测设备持续拓展应用领域，产品广泛应用在国内各类集成电路客户产线，包括逻辑芯片、存储芯片、先进封装等制造领域，公司设备与国际竞品整体性能相当，已在国内知名客户的产线上与国际竞品实现无差别使用。

公司全年业绩预计高速增长公司预计 2023 年实现营收 8.9 亿元，同比增长 74.95%；归母净利润 1.43 亿元，同比增长 1,102.03%；扣非归母净利润 0.35 亿元，同比实现扭亏为盈。2023 年公司业绩实现大幅增长主要系 1) 在国内半导体检测与量测设备市场高速发展、下游客户设备国产化需求迫切的背景下，依托于公司产品种类日趋丰富、品牌认可度不断提升、客户群体覆盖度进一步扩大、客户订单量持续增长等积极因素影响，公司营业收入快速增长；2) 随着经营规模的快速增长，规模效应逐步凸显，盈利水平明显提升。

### 3.2.7 光力科技

光力科技为半导体划片机龙头企业，订单同比快速上涨。全球半导体划片机市场主要由 Disco 占据，市场份额高，行业国产化空间大。光力科技通过持续收购 LP、LPB、ADT 等公司迅速进入了半导体划片机及核心零部件空气主轴领域，拥有 LP、ADT 多年积累的技术及经验，且基于上述优势在郑州持续推进半导体划片机国产化。根据光力科技 2022 年 4 月 12 日发布的投资者调研纪要，光力科技半导

体划片设备最关键的精密控制系统可以对步进电机实现低至 0.1 微米的控制精度，处于业内领先水平。虽然目前半导体行业去库存周期仍在继续，但光力科技 2023 年 Q1-Q3 国产化半导体划片机订单持续增长。随着行业逐步复苏以及产能持续扩大，光力科技划片机国产替代进程有望持续推进。目前，光力科技已与华天科技、日月光、嘉盛半导体、长电科技、华润微等国内外封测头部企业建立了稳定的合作关系。

### 3.2.8 亚威股份

公司从事的主要业务包括三大板块：金属成形机床业务、激光加工装备业务、智能制造解决方案业务。目前公司在国内金属成形机床行业规模效益稳居前三，未来一方面稳固发展数控折弯机、数控转塔冲床等优势产品业务，持续提升市场占有率，扩大领先优势；一方面大力发展压力机及自动化业务，以新老业务的协同成长推动成形机床业务增长。

公司投资苏州芯测，稳定供货海力士、安靠等龙头厂商。2021 年 2 月投资苏州芯测电子有限公司，持有 25% 的股权，苏州芯测布局高端半导体存储芯片测试设备业务。目前苏州芯测已完成对韩国 GSI100% 的股权收购，GSI 成立于 2014 年，拥有技术难度较高的存储测试机业务，并稳定供货 SK 海力士、安靠等厂商。公司 2023 年度预计实现归母净利润 9,500 万元-12,350 万元，比上年同期上升 1168.19%-1548.65%。

### 3.2.9 长川科技

公司产品包括测试机、分选机、探针台、AOI 设备等，基本覆盖后道测试设备全品类，其测试机具备模拟、功率和数字信号测试机量产能力，正从 SoC 测试领域向存储等领域延伸。分选机包括重力下滑式和平移式分选机等，通过收购马来西亚 EXIS 获得转塔式分选机产品线，当前三温分选机正在快速放量。探针台产品以全自动晶圆探针台为主，12 寸晶圆探针台实现量产出货，正在逐步起量。公司产品获得了长电科技、华天科技、通富微电、士兰微、华润微电子、日月光等多个一流集成电路企业的使用和认可，以自主研发的产品实现了测试机、分选机的部分进口替代。

## 4 风险提示

**1) 国产替代进展不及预期。**半导体设备技术壁垒高，客户验证周期较长，具有不确定性，如果国产设备供应商产品验证进展不及预期，则可能对短期内公司营收规模及盈利水平带来不利影响。

**2) 设备进出口限制影响。**全球在高端半导体设备领域的出口限制依然存在，可能导致海外设备供应商交货存在不确定性，从而影响下游厂商扩产节奏，从而导致设备订单招标时间延后，或者产线运行延后。

**3) 行业竞争加剧的风险。**在国际品牌、国内品牌纷纷加大投入的情况下，功效性护肤品市场竞争变得越来越激烈。若公司不能及时开发出适应市场需求的新产品，可能会影响公司在细分市场的领先地位，从而使得公司销售收入增长放缓甚至出现下滑，公司的盈利能力可能会受到不利影响。

## 插图目录

图 1: 中国智能算力规模及预测 (百亿亿次浮点运算/秒, EFLOPS) .....	3
图 2: 中国 AI 芯片市场规模 (亿元) .....	4
图 3: GenAI 智能手机和 AI PC 预测市场及增速 (千台/%) .....	5
图 4: 台积电先进封装方案分类 .....	6
图 5: 2015-2024 年全球半导体设备市场规模及预测 (亿美元, %) .....	7
图 6: 全球半导体封装设备市场规模及占比 (亿美元, %) .....	7
图 7: 2021-2025 年全球半导体设备市场规模及预测 (十亿美元) .....	8
图 8: 2019-2023 年 ASML 光刻机中国大陆销售情况 .....	9
图 9: 2022 年各大公司先进封装资本支出 (百万美元) .....	11
图 10: 2016-2025 年中国大陆封装市场规模及预测 .....	12
图 11: 倒片封装凸点工艺 .....	13
图 12: 重新分配层封装工艺 (RDL) .....	13
图 13: 硅通孔封装工艺-1 .....	13
图 14: 硅通孔封装工艺-2 .....	13

## 分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

## 评级说明

投资建议评级标准	评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
	谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上

## 免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，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，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

## 民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F；200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层；100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元；518026