

AI 拉动先进逻辑及存储需求，半导体设备受益

2025 年 10 月 28 日

➤ **本周关注：**精智达、精测电子、银龙股份、山推股份、奥来德

➤ **全球半导体设备需求保持增长，先进逻辑及存储技术迭代对设备要求升级。**

根据 SEMI 预计，2025 年全球半导体设备总销售额预计将达 1255 亿美元，创历史新高，主要受为支持人工智能应用而进行的先进逻辑和存储端的产能扩张，以及各个主要细分领域市场的工艺迭代影响。根据 SEMI 报告预测，中国大陆预计将继续领先全球 300mm 设备支出，2026 至 2028 年间投资总额将达 940 亿美元。在逻辑不断向更先进制程演绎的过程中，将进一步拉动对刻蚀、薄膜沉积、键合、涂胶显影设备的需求；HBM 兴起带动晶圆减薄、TSV 刻蚀填充、晶圆堆叠封装等环节。NAND 领域将持续带来沉积设备投入增加（因为需要铺设更多沉积/刻蚀机台来堆叠层数）、高深宽比刻蚀技术以及先进封装/键合设备的需求增长。

➤ **AMD 与 OpenAI 携手 AI 基建，AI 需求推动逻辑、存储市场增长。** 根据 IDC 预测，从 2020 年到 2028 年，数据中心投资预计从 170 亿美元增长到 453 亿美元。据 CNBC 等媒体报道，OpenAI 将在未来数年内部署总计 6（GW）的 AMDGPU 算力。两家公司估计，将 1 吉瓦的 AI 算力上线大约需要 500 亿美元，其中约三分之二将用于芯片和支持数据中心基础设施。根据 IDC 预测，从 2020 年到 2030 年，AI 半导体的整体收入增长非常强劲，预计将从 82 亿美元增长到 413 亿美元，年均增长率为 24.4%。根据 TrendForce，随着 AI 从“训练”转向“推理”（如 ChatGPT 等应用的实时响应），AI 推理服务器的部署量将快速增长，直接拉动“企业级 SSD”需求，而由于三大 DRAM 原厂持续优先分配先进制程产能给高阶 Server DRAM 和 HBM，排挤 PC、Mobile 和 Consumer 应用的产能，同时受各终端产品需求分化影响，第四季旧制程 DRAM 价格涨幅依旧可观，新世代产品涨势相对温和。随海外厂商产能升级，国内长存及长鑫的产能扩充，也将逐步提升国内存储在全球市场中的份额。

➤ **海外科技产品供应波动，自主可控仍是供应链安全最优解。**（1）半导体关键设备获取存在限制。根据美国国会议员的两党联合调查，美国及其盟友的供应链限制仍有漏洞，这使得中国能够购买近 400 亿美元的尖端芯片制造设备。因此，众议院委员会新提议包括：对向中国出售的芯片制造工具实施更广泛的禁令，而不是仅仅针对特定的中国芯片制造商实施更狭隘的禁令，并建议盟友之间加强协调并扩大限制范围。（2）10 月 16 日，英伟达创始人黄仁勋在演讲中提到：由于美国出口管制，英伟达 100%退出了中国市场。中国市场份额从 95%降到了 0%。随着后续国内算力基建推进，对国产 AI 芯片的需求有望进一步增加。

➤ **投资建议：**随着中美科技交锋以及 AI 算力需求持续演绎，建议关注后期催化。刻蚀、沉积、键合设备、CMP 设备、用量增加，建议关注中微公司、拓荆科技、华海清科等。国产算力测试机配套方面，关注：长川科技、精智达、华峰测控。量检测设备：量检测设备仍是国产化率较低的环节，关注：精测电子、中科飞测、骄成超声、苏大维格；离子注入设备：万业企业、华海清科。

➤ **风险提示：**下游扩产进度不及预期，国产化率提升不及预期，技术突破不及预期风险。

推荐

维持评级

**分析师 李哲**

执业证书：S0100521110006

邮箱：lizhe_yj@glms.com.cn

分析师 周晓萌

执业证书：S0100525080003

邮箱：zhouxiaomeng@glms.com.cn

相关研究

- 1.一周解一惑系列：全球 AI 数据指引视角，北美有望成为机器人率先落地市场-2025/10/09
- 2.一周解一惑系列：AI 驱动 PCB 设备需求提升-2025/09/21
- 3.机械行业 2025 年中报业绩综述：科技创新百花齐放，通用设备部分复苏-2025/09/18
- 4.一周解一惑系列：8.6 代 OLED 产线建设加速，车载、IT 等需求逐步释放-2025/09/16
- 5.可控核聚变行业深度：聚变时代加速到来，Z 箍缩路线走进主流视野-2025/09/10

目录

1 半导体制程升级，AI 应用拉动资本开支向上	3
1.1 半导体设备市场规模持续增长	3
1.2 AI 应用驱动资本开支持续增长	4
1.3 先进逻辑已演绎至 2nm 节点，设备要求升级	6
2 AI 应用带来存储需求增长，拉动设备需求提升	9
2.1 受 DDR4 减产影响，存储价格持续上涨	9
2.2 高阶存储技术不断迭代，工艺升级	11
3 自主可控仍是解决供应链安全最优解	15
3.1 AI 基建相关芯片及设备从海外获取存在一定阻碍	15
3.2 自主可控相关标的	15
4 风险提示	20
插图目录	21

1 半导体制程升级，AI 应用拉动资本开支向上

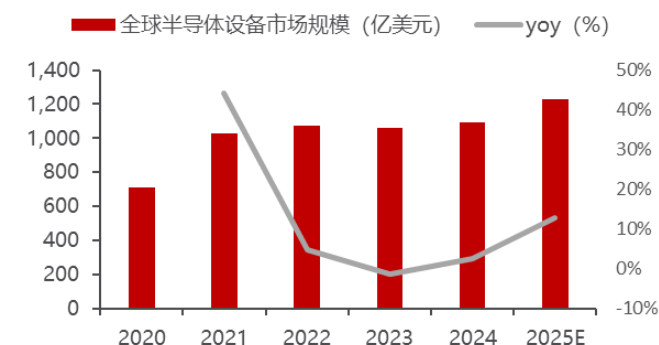
1.1 半导体设备市场规模持续增长

1.1.1 全球市场

根据 SEMI 报告预测，预计 2025 年全球 300mm 晶圆厂设备支出将首次超过 1,000 亿美元，增长 7%，达到 1,070 亿美元，2026 年投资将增长 9%，达到 1,160 亿美元；2027 年增长 4%，达到 1,200 亿美元；2028 年将增长 15%，达到 1,380 亿美元。Logic 和 Micro 领域预计将在 2026 至 2028 年间以 1,750 亿美元的设备投资总额领先。受益于 2nm 以下制程产能的建设，代工厂将成为主要推动力；Memory 预计将在三年间以 1,360 亿美元的支出位居第二，标志着该领域新一轮增长周期的开始。其中，DRAM 相关设备投资预计将超过 790 亿美元，3DNAND 投资将达到 560 亿美元。AI 训练与推理对各类存储器需求全面上升。AI 训练需要更高的数据传输带宽和极低延迟，显著提升对高带宽存储器（HBM）的需求；而模型推理则生成更高质量和多样化的 AI 数字内容，推动终端存储容量需求，进而带动 3DNANDFlash 需求。

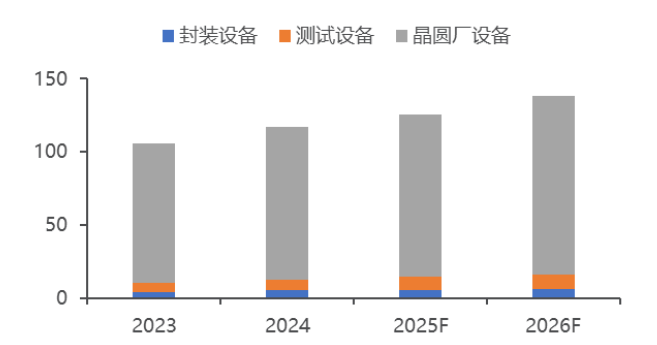
根据 SEMI 预计，2025 年全球原始设备制造商（OEM）的半导体制造设备总销售额预计将创下 1255 亿美元的新纪录，同比增长 7.4%。在先进逻辑、存储器及技术迁移的持续推动下，2026 年设备销售额有望进一步攀升至 1381 亿美元，实现连续三年增长。展望 2026 年，WFE 领域预计将进一步增长 10.2%，达到 1221 亿美元，增长动力来自为支持人工智能应用而进行的先进逻辑和存储器产能扩张，以及各主要细分市场的工艺技术迁移。

图1：全球半导体设备市场规模（亿美元）



资料来源：中商产业研究院，民生证券研究院

图2：全球半导体设备市场规模（亿美元）



资料来源：SEMI，民生证券研究院

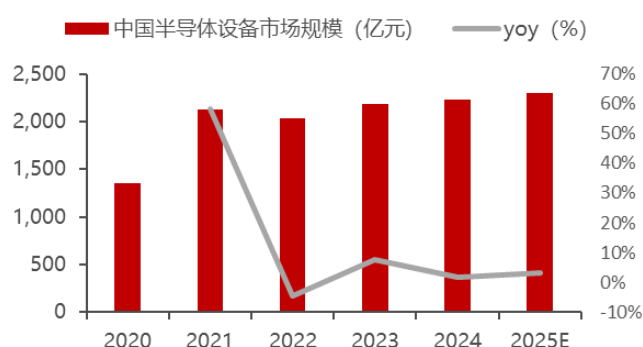
根据 SEMI 预计，后端设备领域预计将在 2024 年开始的强劲复苏基础上继续增长。继 2024 年同比增长 20.3% 后，2025 年半导体测试设备销售额预计将进一步增长 23.2%，达到创纪录的 93 亿美元。2024 年，封装设备销售额增长 25.4%，2025 年预计将再增长 7.7%，达到 54 亿美元。2026 年，后端设备领域扩张势头将继续，测试设备销售额预计增长 5.0%，封装设备销售额预计增长 15.0%，实现

连续三年增长。

1.1.2 地区市场

根据 SEMI 报告预测，中国大陆预计将继续领先全球 300mm 设备支出，2026 至 2028 年间投资总额将达 940 亿美元，受益于国家政策的持续推动。根据中商产业研究院，2023 年中国半导体设备市场规模约为 2190.24 亿元，占全球市场份额的 35%，2024 年约为 2230 亿元，预计 2025 年中国半导体设备市场规模将达 2300 亿元。

图3：中国半导体设备市场规模（亿元）



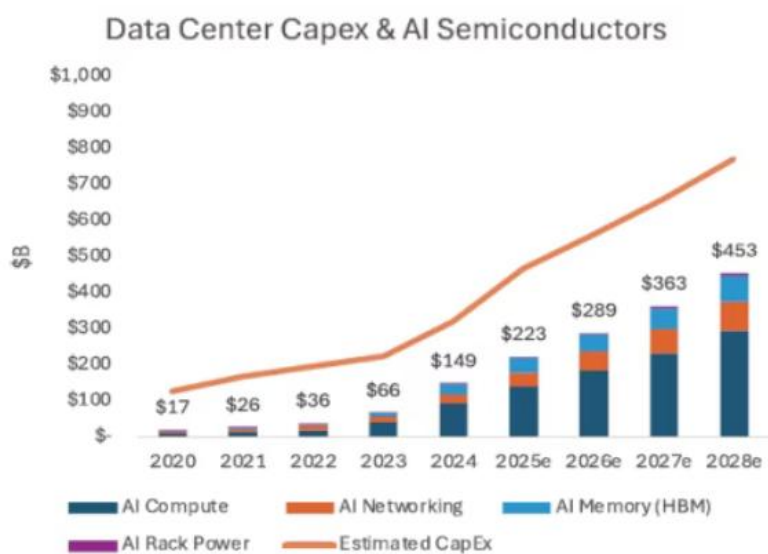
资料来源：中商产业研究院，民生证券研究院

制造业方面，根据 SEMI 数据，2024 年-2028 年，中国晶圆厂产能的复合年均增长率为 8.1%，关于晶圆厂产能的复合年均增长率为 5.3%。细分来看，成熟节点（55nm 及以上）产能的复合年均增长率为 3.7%。主流芯片节点（22nm-40nm）产能的复合年均增长率为 26.5%。先进节点（14nm 及以下）产能的复合年均增长率为 5.7%。中国将在主流节点占主导地位，2024 年，中国主流节点产能占全球 25%，今年将达到 32%，预计到 2028 年，在不断投资的带动下，占比将达到 42%。

1.2 AI 应用驱动资本开支持续增长

根据 IDC 预测，从 2020 年到 2028 年，数据中心投资预计从 170 亿美元增长到 453 亿美元。数据中心将迎来大量对 AI 计算、网络和存储（HBM）的投资需求。。IDC 数据显示，2024 年全球人工智能 IT 总投资规模为 3158 亿美元，中国占亚太地区人工智能总支出超五成。预计到 2028 年中国人工智能总投资规模将突破 1,000 亿美元，生成式 AI 投资占比将达到 30.6%

图4：数据中心资本开支及 AI 芯片需求（亿美元）



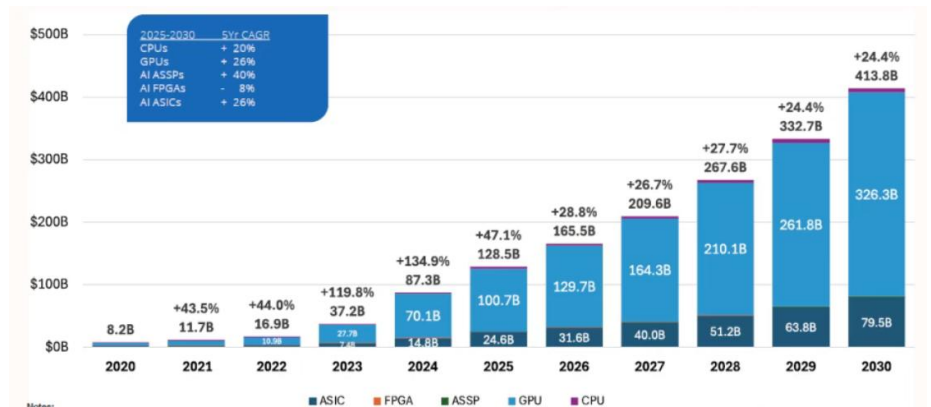
资料来源：IDC，民生证券研究院

据CNBC等媒体报道, OpenAI将在未来数年内部署总计6(GW)的AMDGPU算力。首批 1GW 的 AMDInstinctMI450GPU 的部署预计将于 2026 年下半年启动, 两家公司估计, 将 1 吉瓦的 AI 算力上线大约需要 500 亿美元, 其中约三分之二将用于芯片和支持数据中心基础设施。根据三星和海力士周三发布的声明, OpenAI CEO Sam Altman 在首尔签署了一份意向书。该协议旨在将这两家在存储芯片领域占主导地位的公司, 纳入到英伟达和甲骨文等巨头也参与其中的星际之门数据中心建设计划中。据声明透露, 随着星际之门项目在全球扩张, 来自 OpenAI 的总需求可能达到每月 90 万片晶圆。SK 集团在声明中强调, 这一预测需求是当前全球高带宽存储器 (HBM) 产能的两倍多。

根据 IDC 预测, 从 2020 年到 2030 年, AI 半导体的整体收入增长非常强劲, 预计将从 82 亿美元增长到 413 亿美元, 年均增长率为 24.4%。GPU (图形处理单元) 和 CPU (中央处理器) 是主要的增长点, 尤其是 GPU 的增长非常迅速, 年均增长率达 26%。AIASICs (应用特定集成电路) 和 AIASSPs (应用特定标准产品) 也将保持稳定增长, 年均增长率分别为 26%和 40%。

根据国际市场调研机构 Omdia2024 年末报告则显示, 2024 年英伟达 Hopper (包括 H100、H200, 以及特供中国市场的 H20) 系列芯片全球最大买家分别是微软 (48.5 万枚)、字节跳动 (23 万枚)、腾讯 (23 万枚)、Meta (22.4 万枚)、亚马逊 (19.6 万枚)、xAI (19.6 万枚)、谷歌 (16.9 万枚)。英伟达 2025 财年 (约为 2024 年, 英伟达的财年为每年 1 月末-次年 1 月末) 报告显示, 它在中国大陆市场及中国香港市场合计收入 171 亿美元, 同比增长 66%, 而美国出口管制导致英伟达中国大陆地区收入占比已连续三年下滑。

图5：AI 芯片需求（亿美元）



资料来源：IDC，民生证券研究院

1.3 先进逻辑已演绎至 2nm 节点，设备要求升级

芯片制造商不断缩小晶体管尺寸，改进铜互连技术以制造更先进制程的芯片。大约在 2010 年代，平面晶体管技术发展在发展到大约 20nm 工艺达到了物理极限，因此止步于 28nm 制程节点，而要实现更小晶体管尺寸就需要引入新技术。2011 年，英特尔在 22 纳米节点上推出了一种名为 finFET 的新型晶体管。后来，GlobalFoundries、三星和台积电在 16 纳米/14 纳米节点上转向了 finFET。与二维结构的平面晶体管不同，finFET 是一种类似三维的器件。finFET 能够以更低的功耗实现更快的芯片速度。但通过 finFET 叠加使用新的铜互连的材料，能够开发出低至 3nm 的先进芯片，而随着制程更加先进，仍需要新的技术来解决问题。

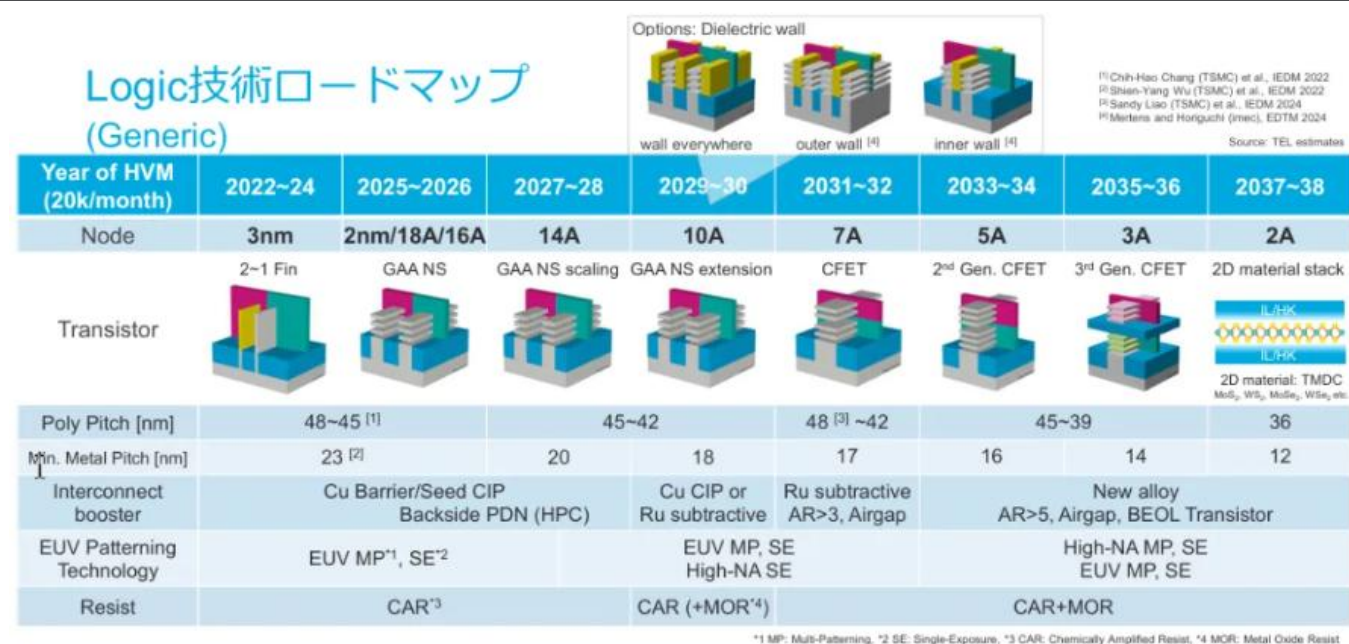
台积电、英特尔已经开始推进 2nm 及更先进制程的产业化应用。英特尔以 18A 制程开启全新 AI 计算时代，其首个基于 18A 制程的 Panther Lake 架构性能较前代提升 50%，能耗降低约 30%。Panther Lake 芯片将于年底量产，2026 年上市。

从 3 纳米到 2 纳米节点的飞跃需要十多年来晶体管设计中最重大的变化之一：从 FinFET 架构过渡到 GAA 架构。2nm 工艺的核心技术优势体现在以下三大方面，一是性能提升，二是功耗大幅度下降，三是晶体管密度飞跃。GAA 架构的性能优于鳍式场效应晶体管（finFET），但在晶圆厂制造也更困难、成本更高。此外，2 纳米及以上节点的互连也面临一些新的挑战。从后续发展来看，在 VLSI 2018 技术会议上，imec 发表的论文《The Complementary FET (CFET) for CMOS scaling beyond N3》中提出互补场效应晶体管（CFET，Complementary FET）概念。CFET 采用 Nanosheet 结构，将一个 p 型 Nanosheet FET 叠加在一个 n 型 Nanosheet FET 之上，形成三维晶体管，可以显著增强晶体管性能，并减小其尺寸。CFET 技术有望成为继 GAA 后的新技术。

设备大厂也开始结合新工艺需求来开发更适合先进制程的半导体设备。随着

行业规模缩小至 2 纳米及以下，介电材料变得更薄。因此，芯片的机械性能会下降。此外，RC 延迟问题也难以解决。为了解决这个问题，应用材料公司开发了适用于 2nm 及以上节点的 BEOL 互连工艺。在应用材料公司的工艺中，铜仍然是导电材料，并且仍然采用双大马士革工艺。自 imec 官网获悉，比利时微电子研究中心 imec 与 TEL 宣布深化双方战略合作伙伴关系，启动新一期五年联合研发联盟。这将使 imec 和 TEL 能够在下一代光刻、先进逻辑器件加工、未来存储器开发和 3D 集成等关键领域深化联合研发工作，旨在开发 2nm 以下的半导体节点。

图6：逻辑技术路线图



资料来源：TEL，民生证券研究院

先进逻辑生产制造采用多重曝光工艺，制程从 5nm 向更先进发展需要使用极紫外光刻设备：从 20nm/16nm/14nm 开始，需要开始采用双重或者多重曝光技术来突破光刻机分辨率的极限，193nm 水浸没式光刻设备通过多重曝光工艺可以实现 7nm 节点。从 5nm 技术节点开始，到更先进的 3nm、2.1nm 甚至 1nm 技术节点，除了前段仍然使用 193nm 水浸没式配合自对准双重或四重图形技术 (SADP/SAQP) 外，对于前段鳍和栅极沟槽尺寸较小的剪切层以及中-后段的金属、通孔层次，193nm 水浸没式光刻工艺不再适用。这是因为这些层次可能需要 6~8 次曝光，一方面掩模版数目增多，大大增加了工艺成本，另一方面，太多的曝光次数使得本就不够的套刻精度更加难以控制，同时还伴随着复杂的薄膜和刻蚀工艺。因此，从 5nm 技术节点开始，大多数中-后段层次和前段的鳍和栅极的剪切层次都采用极紫外光刻工艺来实现。

在逻辑不断向更先进制程演绎的过程中，将进一步拉动对刻蚀、薄膜沉积、键合、涂胶显影设备的需求。GAA 纳米片引入需要新的选择性刻蚀技术来刻除牺牲层释放纳米片，以及高精度的原子层沉积(ALD)来形成环绕栅极；CFET 堆叠需要

极精确的层对准和键合工艺，可能促进新的沉积/刻蚀设备研发；2D 材料晶体管需要全新的 CVD/ALD 流程来合成长晶薄膜半导体。互连方面，背面电源网络需要硅通孔刻蚀、填金属的新设备，新合金的应用需要新的 PVD/CVD 技术和抛光工艺。光刻方面，高 NA EUV 和多重曝光增加了图形工艺步骤，意味着更多的涂胶、显影、刻蚀、清洗设备需求。在逻辑半导体进入 2nm 以下时代，制造工艺愈加复杂，步骤数大增，这对设备性能、精度提出更高要求，同时也拓宽了设备厂商的市场。

2 AI 应用带来存储需求增长，拉动设备需求提升

2.1 受 DDR4 减产影响，存储价格持续上涨

受主流大厂 DDR4 产品减产影响，DDR4 自 2025 年以来价格持续上涨，DDR5 价格同样上涨，但近期上涨趋势或减弱。本轮存储涨价的关键因素之一是三大 DRAM 内存原厂相继宣布，旗下以 DDR4 和 LPDDR4X 为代表的老款产品即将 EOL（生命周期结束），引发市场对这些产品积极备货，进而从 2024 年下半年的供应过剩状态急速转向 2025 年上半年的供不应求，其价格甚至反超了作为当下主流产品的 DDR5 产品。同时，DDR6 技术也处于紧锣密鼓的筹备和研发阶段，三星、SK 海力士和美光已完成 DDR6 原型芯片设计，预计 2026 年起新款处理器开始支持 DDR6。

供给端的收缩是推动价格上涨的关键因素之一。随着 DDR5 DRAM 技术的逐渐成熟和市场份额的不断扩大，三星、SK 海力士、美光等全球主要的 DRAM 原厂纷纷将产能重心转向 DDR5 和 HBM 等高利润、高性能的产品领域。根据中国电子报，从 2025 年 2 月起，市场就传出美光、三星和 SK 海力士可能在年底前停止生产 DDR3 和 DDR4 内存的消息。4 月，三星通知 PC 制造商将在年底前停产 DDR4，最后订购日期定在 6 月；SK 海力士也计划将 DDR4 产能压缩至 20% 以下，预计 2026 年 4 月正式停产。6 月，美光正式向客户发出 DDR4 停产通知，预计未来 2~3 个季度陆续停止出货，消费性、PC 及数据中心用 DDR4 将逐步减产或减产，未来仅向“车用、工业、网通”的长期合作客户供应。

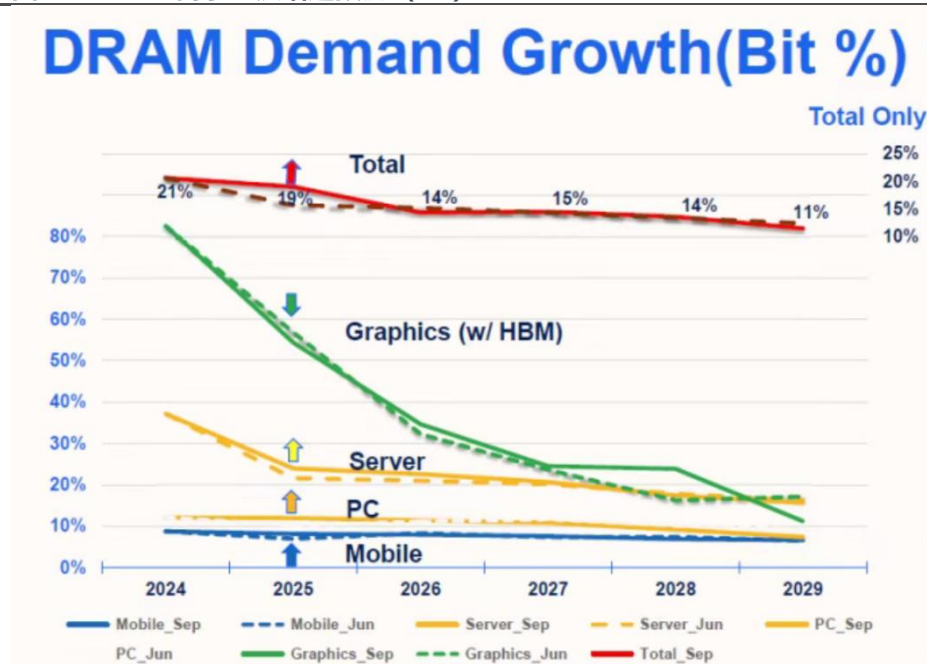
在需求端，在性价比的驱动下，DDR4DRAM 在中低端 PC 市场仍占据主导地位。一方面，大量预算有限的消费者更倾向于选择搭载 DDR4 内存的 PC，因其价格相对亲民，能有效控制整机成本。根据中国电子报，在 2024 年全球出货的消费级 PC 中，约 60% 仍配备 DDR4 内存。另一方面，PC 厂商此前预估 DDR4 将平稳过渡到 DDR5，库存备货并不充足。如今原厂停产消息一出，为满足后续至少 1-2 年的市场需求，大厂纷纷加入抢购行列，力求在 DDR4DRAM 产品供应彻底枯竭前，备足维持生产线运转的内存芯片。在 PC 市场，DDR5 对于 DDR4 的替代将在 2026 年完成。英特尔和 AMD 计划在 2025 年底推出的新平台不再支持 DDR4，这将倒逼 PC 厂商全面转向 DDR5。TrendForce 预计，2026 年 PC 用 DDR5 渗透率将突破 80%，带动整体需求同比增长 30%。

在手机方面，TrendForce 集邦咨询表示，如果按 2025 年移动 DRAM 的总产出量来看，LPDDR4X 仍然占比大约 42%，剩下的就是 LPDDR5X。不过最近因为手机市场对 LPDDR4X 的需求突然增加，再加上预计 2026 年的产出量会比今年再减少两位数的百分比，这就使得供需失衡的情况更加严重，进而导致 LPDDR4X 的价格不断上涨。

服务器与数据中心对 DDR4DRAM 的需求同样旺盛，根据市场研究机构

Gartner 数据显示,截至 2024 年底,全球在用服务器中约 45%使用 DDR4 内存。这些服务器承担着企业核心业务数据存储、处理以及云计算服务等重任,其内存升级换代需要复杂的兼容性测试和系统调试,成本高昂且耗时较长。因此,像亚马逊 AWS、微软 Azure 等大型云服务提供商,以及众多企业级数据中心运营者,也开始加大对于 DDR4 DRAM 的采购,以应对未来一段时间内的需求。IDC 预测,2025 年全球 AI 服务器出货量将同比增长 80%,而每台 AI 服务器搭载的 DDR5 容量是普通服务器的 3~4 倍。这意味着仅 AI 服务器领域就将新增约 20 亿 GB 的 DDR5 需求,相当于当前全球 DDR5 月产量的 1.5 倍。

图7: DRAM 需求量及增速预测 (bit)

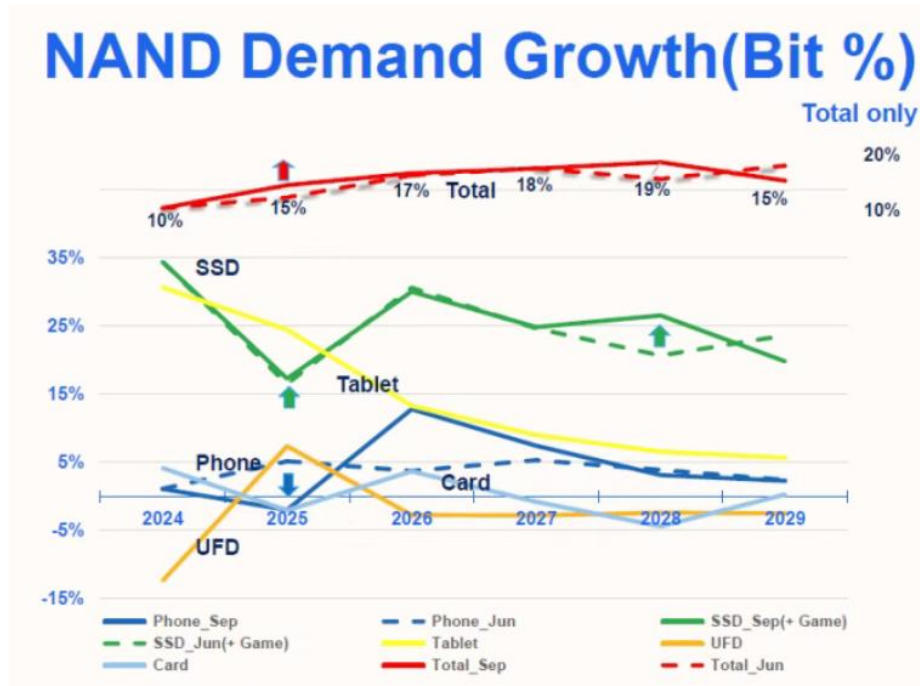


资料来源: IDC, 民生证券研究院

AI 大模型的训练和推理需要处理海量数据,这对存储和计算提出了前所未有的要求。以自然语言处理 (NLP) 为例,训练一个大型语言模型 (如 GPT 系列) 需要使用数以百亿计的文本数据,这些数据不仅需要存储,还需要高效地在各个计算节点之间进行传输。而在图像识别等领域,训练数据的大小和复杂性更是呈现出指数级增长。AI 大模型通常由数百亿甚至数万亿个参数组成,处理这些庞大的数据集需要极其高效的存储解决方案。

在这个过程中,数据存储技术扮演着至关重要的角色,尤其是企业级 SSD (固态硬盘)。传统的硬盘驱动器 (HDD) 已经难以满足现代 AI 大模型的需求,而企业级 SSD 凭借其高速读写、高容量和高耐用性,成为解决这一瓶颈的核心技术之一。

图8: NAND 需求量及增速预测 (bit)



资料来源: IDC, 民生证券研究院

根据 IDC, NAND 存储的整体需求预计将在 2024 到 2029 年期间增长约 15%, 其中 SSD 和手机领域的需求增速较快。SSD 的需求增长预计将达到 24%, eSSD 的增长速度将超过 cSSD, 并预计在 2026 年下半年迎来大规模 QLCSSD (高容量存储) 的增长。

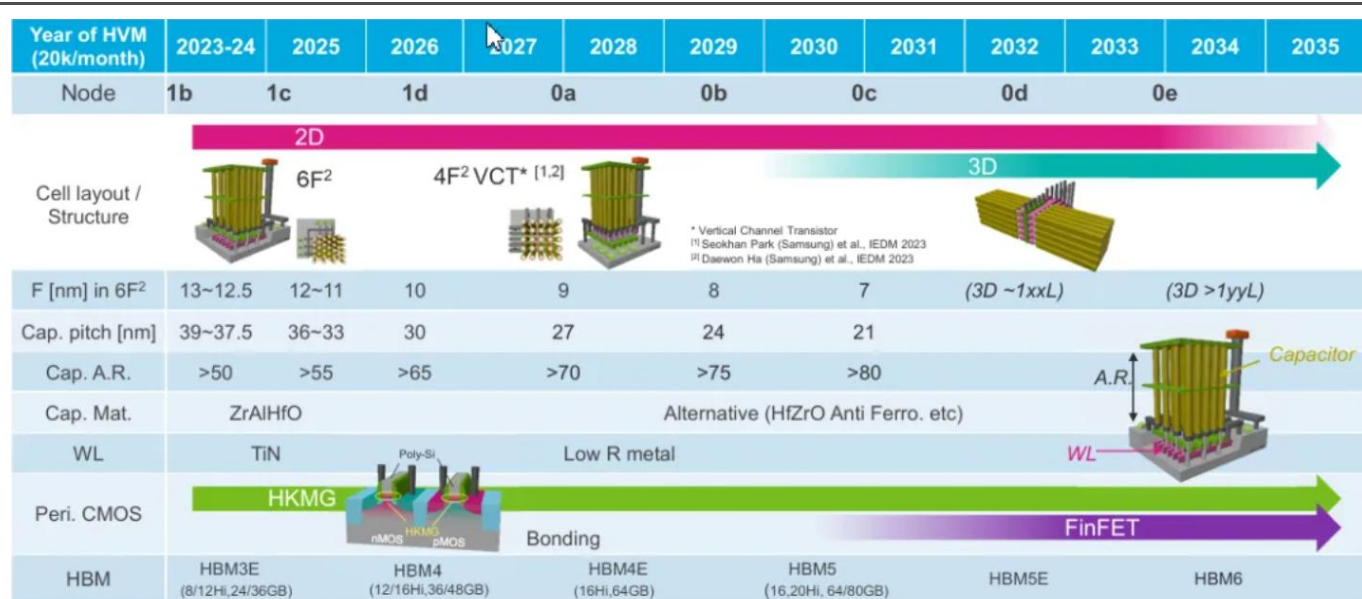
2.2 高阶存储技术不断迭代, 工艺升级

根据 TechInsights, 未来 3DNAND 的层数将持续增加, 预计达到约 1000 层。不同公司在采用晶圆堆叠技术和逻辑存储分离的路线时, 长江存储 (YMTC) 采用了晶圆键合技术, 大幅提升了存储密度, 并计划进一步推动该技术的发展。三星和海力士在 3DNAND 的高层次堆叠技术上不断进行优化, 逐步提高比特密度, 并在生产中应用新的材料和技术。美光和铠侠 (Kioxia) 在 QLC 技术上也加大了投入, 计划在更高容量的 eSSD 中应用这一技术, 以满足日益增长的企业级存储需求。在 DRAM 领域, Mo (钼) 材料的应用正在逐步增加, 海力士和美光等公司已开始使用这种新材料, 以满足更高密度和低功耗的需求。长江存储 (YMTC) 也在研发新型 3D 堆叠 DRAM, 提升内存性能的同时, 减少了传统电容的限制。

随着 3DNAND 的层数增加, 内存的堆叠高度也在不断增加。1) 蚀刻厚度限制: 单次蚀刻的厚度限制促使了“串堆叠”的使用, 即将蚀刻过程拆分为多个蚀刻步骤。2) 每个串堆叠增加工艺复杂性: 每增加一个串堆叠, 工艺的复杂性就增加, 因为它需要使用多个掩膜和更多的工艺步骤。3) 更高堆叠高度的蚀刻技术: 能够蚀刻更高堆叠的蚀刻技术有助于简化工艺流程。

DRAM 工艺在未来十年将面临两大变革：一是在二维平面内逼近物理极限（ $F \sim 7\text{nm}$ ）时，通过 VCT 等新结构和新材料延续微缩；二是在逼近极限后转向 3D 堆叠架构，实现存储单元立体集成。这两方面都对前道工艺提出严苛挑战。例如，2D 时期不断增长的电容 AR 要求极高的深孔刻蚀技术和介质沉积控制；VCT 的实现需要在深沟槽中精确形成栅极和沟道（涉及高深宽比刻蚀、侧壁沉积以及精密的刻蚀终止控制）；采用新介电材料需要新的薄膜沉积和热处理工艺。转向 3DDRAM 后，需要重复多轮的沉积/刻蚀来形成层叠结构（类似 3D NAND 的成百上千层沉积和图案化），这将使工艺流程大幅增加。另外，异构键合 DRAM 意味着需要装备晶圆键合设备和相关工艺。

图9：DRAM 技术路线图



资料来源：TEL，民生证券研究院

HBM 通过多颗 DRAM 芯片堆叠并用硅通孔（TSV）互联，实现大带宽和大容量。随着 DRAM 工艺演进，HBM 堆叠的高度和容量也快速提升。这意味着晶圆制程需要支持更多的 TSV 穿孔及更大的晶粒尺寸，以及封装需要更精细的键合和散热设计。虽然 HBM 本身属于封装层面的集成，但其需求会反向影响 DRAM 芯片设计（例如保留 TSV 孔位），也成为评估 DRAM 技术的一项指标。对于设备商，HBM 兴起带动的晶圆减薄、TSV 刻蚀填充、晶圆堆叠封装等环节，都是重要的市场领域。

图10: NAND 技术路线图

Year of HVM (20k/month)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Stack (~1.3x/1.5years)	3xxL	4xxL	5xxL	7xxL	1xxxL	*1yyyL	*1zzzL	*2xxxL				
Tier	2 or 3	3 or 4	3 or 4	3 - 5	4 - 6	5 - 7	6 - 8	7 - 10				
Vertical pitch [nm]	39 - 45	38 - 43	38 - 42	37 - 41	36 - 40	35 - 39	34 - 38	33 - 37				
Memory height [μm]	12 - 14	15 - 19	18 - 27	24 - 36	34 - 45	45 - 62	57 - 74	70 - 84				
Charge trap (CT)	Continuous CT			CT isolation								
Channel	Poly Si grain CIP			MILC ¹ /MIC ²								
WL metal	W or Mo	Mo										
#holes btw. Slits	14 - 20	19 - 25	24 - 32	30 - 36	> 36	#of memory holes b/w slits						
Layout/Structure	Under array or Bonding	Bonding		Bonding or Multi Bonding								
Peri. CMOS	Poly Si Gate			HKMG								

* Trend Extrapolation

¹ Metal induced lateral crystallization, N. Ishihara (Kioxia) et al., VLSI 2023

² Metal induced crystallization

³ Jeehoon Han (Samsung) et al., IEDM 2023

资料来源: TEL, 民生证券研究院

3DNAND 闪存的演进主要通过增加垂直堆叠层数来提升密度。一般每 1.5 年左右层数增加 1.3 倍的速度(如从 300 层→400 层→500 层...)。**对于设备厂来说,这会带来对准式键合设备需求,以及如何在多层堆叠之间形成电连接的工艺挑战。**

混合键合主要分为晶圆到晶圆(Wafer-to-Wafer, W2W)键合和芯片到晶圆(Die-to-Wafer, D2W)键合两种类型。W2W 键合适用于面积较小、良率较高的芯片,如 CMOS 图像传感器和 3D NAND,其优势在于对准和键合步骤分开,颗粒更少,更加干净,但无法执行晶圆分类来选择已知良好芯片,可能导致缺陷芯片粘合到良好芯片上。D2W 键合适用于大芯片和异构集成,能够测试和键合已知良好芯片,提高良率,但更容易形成污染,且技术实现难度更高,主要体现在亚微米级对准精度和界面共面性控制。关键设备包括晶圆键合设备、芯片键合设备和表面处理设备。设备核心组件包括高精度对准系统、真空系统、温度控制系统、压力控制系统、清洁模块和等离子体激活模块。

混合键合技术具有优势。首先,混合键合实现极高密度互连,互连间距可达亚微米级乃至纳米级,较热压键合技术提高 15 倍密度,允许更多连接点,增加数据通信带宽。其次,由于省去中间介质如焊锡,直接铜对铜连接具有更低电阻,降低信号传输能量损失和时间延迟,速度提升 11.9 倍,带宽密度提升 191 倍。第三,紧凑结构和直接导电路径改善热管理,降低 20%堆叠热阻提升散热效率。第四,推动 2.5D 和 3D 封装发展,减少 87%的 TSV 互连面积需求,提升空间利用率,实现小型化与高性能封装。

NAND 未来的发展主要以提升堆叠层数为驱动,同时辅以单元结构与材料创新来支撑多层结构的正常工作,这带来的最突出挑战就是超高深宽比的刻蚀和填充环节。总之,NAND 工艺正在向更高层、更细节距、更新材料迈进,每一步都伴

随制程复杂度指数式上升。NAND 领域将持续带来沉积设备投入增加（因为需要铺设更多沉积/刻蚀机台来堆叠层数）、高深宽比刻蚀技术（例如新一代等离子体刻蚀机）以及先进封装/键合设备的需求增长。

3 自主可控仍是解决供应链安全最优解

3.1 AI 基建相关芯片及设备从海外获取存在一定阻碍

美拟加强对中半导体先进制造设备制裁。根据国际电子商情报道，根据美国国会议员的一项两党联合调查，美国及其盟友为限制中国制造先进计算芯片能力所做的努力中存在漏洞，这使得中国能够购买近 400 亿美元的尖端芯片制造设备。这一数字比许多工具出口限制措施出台的 2022 年增加了 66%。该数字还占应用材料、泛林集团、科磊、阿斯麦和东京电子五家公司总销售额的近 39%。因此，众议院委员会新提议包括：对向中国出售的芯片制造工具实施更广泛的禁令，而不是仅仅针对特定的中国芯片制造商实施更狭隘的禁令，并建议盟友之间加强协调并扩大限制范围，包括限制中国可用于制造其自己芯片制造工具的零部件。阿斯麦和科磊表示，在看到报告全文之前无法置评。该委员会表示，这些工具制造商就该报告与委员会进行了合作，并被告知了调查结果。

而在 AI 算力芯片、存储芯片方面，亦存在着部分对于海外产品获取的限制。英伟达创始人兼 CEO 黄仁勋在 2025 年 10 月表示，由于美国出口管制政策，英伟达在中国市场的份额已从 95% 降至 0%。这一变化主要源于美国政府自 2022 年起持续升级的芯片出口管制措施，限制英伟达向中国出口高端 AI 芯片（如 A100、H100 等）。10 月 17 日，据路透社报道，全球第三大存储芯片制造商美光科技已正式停止向中国境内数据中心提供服务器芯片。2024 财年美光在中国大陆营收达 34 亿美元，占总收入的 12%。

海外存储供应紧张给予了国内存储厂商抢占市场份额的机遇。后续随着长鑫 IPO 进程推进，扩产有望拉动国内半导体设备公司订单增长。中国证监会网站显示，长鑫科技集团股份有限公司（以下简称长鑫科技）完成 IPO 辅导工作，由中金公司与中信建投担任辅导机构。据市场分析机构 Counterpoint 预测，长鑫存储今年将在去年大幅增产的基础上产能进一步同比增长近 50%；到今年末，长鑫存储的按比特出货量计市占比例将从一季度的 6% 提升到 8%，长鑫存储今年 DDR5/LPDDR5 的市场份额预计将从一季度的 1% 左右分别提升到 7% 和 9%。先进存储的产能扩充，以及国产 HBM 产品逐步进入量产阶段，将持续利好上游设备和材料环节。

3.2 自主可控相关标的

3.2.1 北方华创

根据北方华创半年报，2025 年上半年，公司刻蚀设备收入超 50 亿元，公司薄膜沉积设备收入超 65 亿元人民币。此外，热处理设备领域，已形成了立式炉和

快速热处理设备（RTP）的全系列布局。北方华创在湿法设备领域，已形成了单片设备、槽式设备全面布局。2025 年上半年，公司完成对沈阳芯源微电子设备股份有限公司的并购，丰富了公司在前道物理清洗和前道化学清洗领域的布局。2025 年上半年，公司湿法设备收入超 5 亿元人民币。（公司自 2025 年 6 月 30 日起将芯源微纳入合并财务报表范围，以上收入不含芯源微湿法设备收入）。芯源微是国内领先的前道涂胶显影机的厂商，主要产品包括前道涂胶显影机、后道先进封装涂胶显影机、化合物小尺寸涂胶显影机等。芯源微也是国内临时键合设备的领先厂商，主要产品包括临时键合机、解键合机等。2025 年 3 月，北方华创正式宣布进军离子注入设备市场，并发布多款 12 英寸离子注入设备。

3.2.2 中微公司

中微公司的主打产品等离子体刻蚀设备和薄膜沉积设备是除光刻机以外的核心微观加工设备，具有制程步骤最多、工艺过程开发难度最高的特点。微观器件的不断缩小推动了器件结构和加工工艺的变化。存储器件从平面 2D 到立体 3D 架构的转换，显著提升了等离子体刻蚀和薄膜沉积工艺的关键性，相应设备的需求量大大增加。同时，光刻机由于波长的限制，更小的微观结构要靠等离子体刻蚀和薄膜沉积设备的组合“二重模板”和“四重模板”工艺技术来加工，刻蚀机和薄膜设备的重要性和市场空间持续提升，相关设备市场的年平均增长速度远高于其他种类的设备，为中微公司带来了强劲增长动力。此外，随着半导体工艺节点持续缩小，量检测设备需满足更高精度要求，推动该设备市场快速增长，已成为占半导体前道设备总市场约 13% 的第四大设备门类。量检测设备主要涵盖光学量检测设备和电子束量检测设备。中微公司于 2024 年新发起设立了超微公司，重点开发电子束量检测设备等，公司将通过多种方式扩大对多门类量检测设备的市场参与和产品覆盖。

3.2.3 华海清科

华海清科主要产品包括 CMP 装备、减薄装备、划切装备、湿法装备、晶圆再生、关键耗材与维保服务等，初步实现了“装备+服务”的平台化战略布局。公司基于自身对 CMP 装备领域的深耕和技术积累，开发出适用于先进封装领域和前道晶圆制造背面减薄工艺的减薄装备，已覆盖存储、CIS、先进封装等多种工艺客户，在手订单充足。公司减薄装备、划切装备等作为芯片堆叠与先进封装技术实现高密度集成、高可靠性运行的关键核心装备，将获得更加广泛的应用，公司将根据客户需要，积极开发更高 WPH、更低 TTV 的全新机型，提高市场竞争力。公司积极拓展晶圆再生业务，已成为具备 Fab 装备及工艺技术支持的晶圆再生专业代工厂，获得多家大生产线批量订单并长期稳定供货。同时，为有效抢抓晶圆厂加速扩产的窗口期，扩大先发优势和规模效应，公司拟在昆山建设晶圆再生扩产项目，规划扩建总产能为 40 万片/月，其中首期建设产能为 20 万片/月，进一步扩大晶圆再生加工能力以便更好地响应客户的需求。公司通过收购切入离子注入设备领域，芯

公司主要从事集成电路离子注入机的研发、生产和销售，目前实现商业化的主要产品为低能大束流离子注入设备，相关产品已发往客户端验证。

3.2.4 拓荆科技

拓荆主要产品包括等离子体增强化学气相沉积(PECVD)设备、原子层沉积(ALD)设备、次常压化学气相沉积(SACVD)设备、高密度等离子体化学气相沉积(HDPCVD)设备、超高深宽比沟槽填充(Flowable CVD)设备和三维集成(W2W/D2W Hybrid Bonding)设备以及相关量测设备等系列，拥有自主知识产权，技术指标达到国际同类产品的先进水平。产品主要应用于集成电路晶圆制造、先进存储和先进封装、HBM、MEMS、Micro-LED 和 Micro-OLED 显示等高端技术领域。

3.2.5 精测电子

截至《2025 年半年度报告》披露日，公司取得在手订单金额总计约 36.09 亿元，其中半导体领域在手订单约 18.23 亿元、显示领域在手订单约 14.40 亿元、新能源领域在手订单约 3.46 亿元，公司显示领域订单得到明显好转，半导体业务已成为公司经营业绩核心。

公司子公司上海精测主要聚焦半导体前道量检测设备领域，掌握光谱散射测量、光学干涉测量、光学显微成像、电子束/离子束成像、电学测试等关键核心技术，致力于半导体前道量测检测设备的研发及生产，设备广泛应用于硅片加工、晶圆制造、科研实验室、第三代半导体四大领域。公司膜厚系列产品、OCD 设备、电子束设备、半导体硅片应力测量设备、明场光学缺陷检测设备等核心产品均处于国内行业领先地位，竞争优势明显。其中膜厚系列产品、OCD 设备、电子束设备已取得国内先进制程重复性订单；半导体硅片应力测量设备验证通过且已取得国内多家头部客户重复批量性订单；明场光学缺陷检测设备已取得多台正式订单，其中先进制程明场缺陷检测设备已正式交付客户，28nm 制程工艺节点的明场缺陷检测设备已在客户端完成验收；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。

公司子公司武汉精鸿主要聚焦自动测试设备(TE)领域(主要产品是存储芯片测试设备)，老化(Burn-In)产品线在国内一线客户实现批量重复订单、CP(Chip Probe, 晶片探测)/FT(Final Test, 最终测试, 即出厂测试)产品线相关产品已取得相应订单并完成交付。在晶圆外观检测设备领域，公司于 2019 年开始晶圆级产品的立项,现已成功推出 W1200 系列与 WST1200 系列产品并交付封测头部客户。此外，公司自主研发的探针卡产品系列产品也已实现量产。

3.2.6 骄成超声

在功率半导体领域，公司有超声波端子焊接机、超声波 PIN 针焊接机、超声波键合机、超声波扫描显微镜等全工序超声波解决方案，并均已实现批量出货。在

该领域，公司与上汽英飞凌、中车时代、振华科技、宏微科技、士兰微、芯联集成等知名企业保持良好合作。在半导体先进封装领域，公司大力推动先进超声波扫描显微镜以及超声波固晶机（超声热压焊机）等新产品设备的研发和推广；在该领域，公司可应用于半导体晶圆级封装、2.5D/3D 封装、面板级封装等产品检测的先进超声波扫描显微镜，成功获得了国内知名客户正式订单并完成交付；超声波固晶机（超声热压焊机）已获得客户正式订单。

3.2.7 精智达

9月25日，精智达发布自愿性披露公告称，公司近日已向国内重点客户成功交付首台高速测试机。该设备专项适配半导体存储器测试环节的高速需求，不仅是公司产品技术能力的重要验证，更标志着其在半导体测试设备领域的全站点布局实现关键落地。据公告披露，此次交付的高速测试机是精智达针对半导体存储器件测试场景打造的核心设备，重点解决行业内日益迫切的高速测试需求。从公司整体布局来看，目前已基本完成半导体存储器件测试设备主要产品的全面覆盖，能够为下游客户提供贯穿测试环节的系统化解决方案，初步形成全站点服务能力。

3.2.8 华峰测控

从订单结构来看，2025年上半年公司在功率器件、电源芯片和消费电子领域的出货保持稳健，带动整体增长。海外市场收入同比增长明显，其中印度市场实现突破，从零起步形成实质贡献，美国市场受实体清单等因素影响有所放缓，但海外整体需求较为乐观。国内市场则受益于国产化趋势及设计公司、封测厂扩产的带动。下半年，公司预计数据中心相关需求将进一步放量，功率器件（碳化硅、氮化镓）应用也将贡献增量。STS8600平台是公司切入SOC测试市场的核心产品，首批聚焦算力类芯片（CPU/GPU/DPU），目前已在核心客户中展开验证。由于产品复杂度高，验证周期较长。公司在电源供电能力、向量深度以及整机水冷散热等方面具备优势，能够满足先进封装和高算力芯片的需求。

3.2.9 万业企业

公司营收的增长动力主要来自于万导铋相关业务和凯世通离子注入机销售收入的增加。一，在铋深加工部分，利用集团赋予的上游原材料成本和资源优势，获取更具成本优势的原材料，并依托集团全球4000多个海外客户资源，打造万业企业新的材料主营业务；二，聚焦凯世通离子注入机业务。随着凯世通全谱系设备的推出、交机数量增加、产能提升以及国产供应链置换率提高，将进一步提升业务的毛利率。

截至2025年6月末，凯世通低能大束流离子注入机客户突破12家，超低温机型客户7家，高能机型客户3家。上半年新增交付8台设备，覆盖逻辑、存储、CIS等领域，累计安全生产晶圆超过500万片，实现从样机到规模量产的跨越。

3.2.10 长川科技

长川科技专注于集成电路测试设备领域，后重点开拓覆盖 SoC、逻辑等多种高端应用场景的数字测试设备、三温探针台、三温分选机等产品，不断拓宽产品线。2025 年上半年，公司营收高增 41.80%至 21.67 亿元。分品类来看，2025 年上半年，公司测试机收入为 12.50 亿元，同比增长 34.30%；分选机收入为 7.09 亿元，同比增长 50.36%。公司于 2019 年完成了对 STI 的收购。在技术研发方面，STI 的 2D/3D 高精度光学检测技术（AOI）居行业前列，通过公司与 STI 在研发方面的深度合作，STI 可为公司探针台等产品在光学领域技术难题的突破提供有力支持；在客户方面，STI 与德州仪器、安靠、三星、日月光、美光、力成等多家国际 IDM 和封测厂商建立了长期稳定的合作关系，为公司进入国际知名半导体企业的供应体系提供了有力支持。

4 风险提示

1) 下游扩产进度不及预期。半导体设备的核心需求来自于新增产能，若国内晶圆厂或者封测厂扩产计划推迟或者资本开支规模减少，半导体设备相关订单可能不及预期。

2) 国产化率提升不及预期。若半导体设备里面国产化率水平提升不及预期，则国内半导体设备公司相关订单可能低于预期。

3) 技术突破不及预期风险。若国内半导体设备技术突破不及预期，则可能国内相关设备订单不及预期。

插图目录

图 1: 全球半导体设备市场规模 (亿美元)	3
图 2: 全球半导体设备市场规模 (亿美元)	3
图 3: 中国半导体设备市场规模 (亿元)	4
图 4: 数据中心资本开支及 AI 芯片需求 (亿美元)	5
图 5: AI 芯片需求 (亿美元)	6
图 6: 逻辑技术路线图.....	7
图 7: DRAM 需求量及增速预测 (bit)	10
图 8: NAND 需求量及增速预测 (bit)	11
图 9: DRAM 技术路线图	12
图 10: NAND 技术路线图.....	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。	公司评级	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获取本报告的机构及个人的具体投资目的、财务状况、特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，进行独立评估，并应同时考量自身的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代自身的独立判断。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：上海市虹口区杨树浦路 188 号星立方大厦 7 层；200082

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：深圳市福田区中心四路 1 号嘉里建设广场 1 座 10 层 01 室；518048