

新质生产力系列 | 半导体设备：晶圆厂扩产带动行业复苏，国产替代加速

2024年10月31日
专题报告

主要内容：

中证鹏元资信评估股份有限公司
研究发展部
翁欣
wengx@cspengyuan.com



半导体设备处于半导体产业链上游，是电子行业的基石。半导体行业作为一个兼具成长性和周期性的行业，其发展受到多种因素的影响，包括技术创新、资本投资、库存周期等。2024年全球半导体市场在经历了先前的低迷之后，开始呈现复苏态势。受益于新晶圆厂项目的启动和技术升级，半导体设备的需求也在复苏，前道设备与后道设备均实现回暖并持续增长，目前中国已是半导体前道设备中最大的细分市场。国家大基金三期的成立，预计将激发新一轮国内半导体产业的投资热潮。

随着先进制程技术的不断开发，半导体设备支出的增加，12英寸晶圆已成为扩产的主要趋势，制程技术的升级导致半导体设备支出显著增长。中国大陆目前仍极为短缺先进制程产能，因此先进制程也是主要扩产对象。此外，随着集成电路芯片制造工艺的不断进步，芯片结构正趋向于采用3D化立体构造，并率先在Nand存储器件领域取得发展。

全球半导体设备高度集中，海外龙头厂商处于垄断地位，目前中国半导体设备厂商已覆盖多个细分行业，但仍处于国产化早期。目前国产替代第一阶段已完成，自给率已经从2010年的10%大增至2023年的23%，预计到2028年自给率或继续增长至27%。目前半导体设备行业国产替代第一阶段已完成，但部分国产化率仍存较大提升空间，仍处于“卡脖子”阶段。薄膜沉积、刻蚀和光刻设备是最重要的三大前道设备，在清洗、CMP、热处理等领域的国产化率已超30%，但在高端光刻机、量测/检测设备以及离子注入环节，国内替代进展仍较慢。

美国制裁对中国半导体产业的影响？近年来，美国对中国的半导体制策策略经历了显著转变，从先前的“有限出口”政策转变为“全面出口管制”，并且管制范围从“单边约束”扩展至“多边合围”，先进制程芯片是管制的重点。部分政策对我国半导体关键设备和技术的突破构成了一定的制约，但同时也强化了国产化进程与自主研发的需求，推动了持续的突破进展。

光刻机作为卡脖子的关键环节，目前制约有何变化？光刻机作为半导体制造

领域中至关重要的设备之一，目前其市场主要由 ASML、Nikon 以及 Canon 三大供应商所主导，其中 ASML 凭借其高达 82.14% 的市场份额，占据了绝对的主导地位。国内光刻机国产化率不足 3%，是国产设备里最需要突破的领域，其核心原因在于我国光刻机零部件供应与整机技术与海外存在显著差距，或需要长达 5-10 年甚至更久远时间才能逐步突破。2023-2024 年光刻机进口量价齐升，短期内半导体行业扩产趋势明显。**由于担忧美国进一步的高端装备管制，我国 2023 年进口光刻机数量创新高，占比已提升至 47%~49%，进口光刻机的平均单价也创下新高，表明高端设备的需求持续增长。**

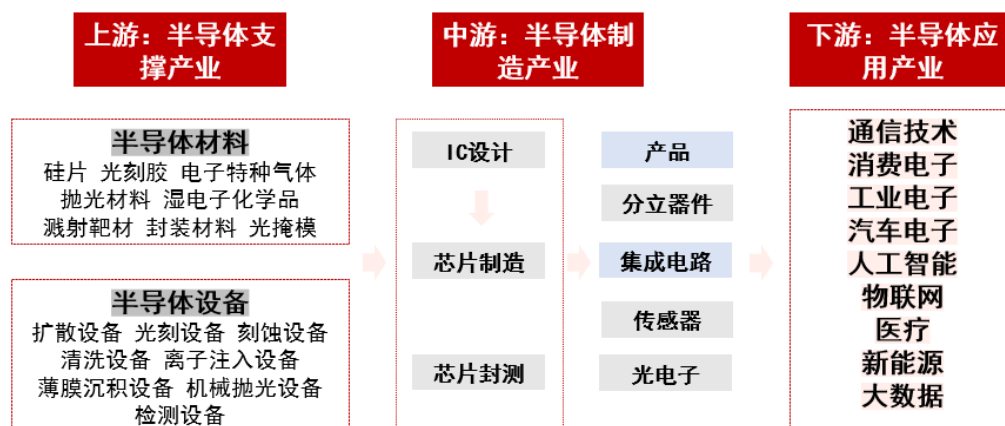
从转债市场来看，半导体行业当前存续有 35 只可转债，涉及 33 家主体，广泛分布于半导体材料、半导体设备、芯片设计、封装测试以及分立器件等多个子板块。**从财务报表来看，营业收入：**2024H1 半导体前道设备、后道设备及零部件营收较上年同期均有明显复苏。其中，前道设备营收维持增长，**后道设备随着晶圆厂稼动率提升营收改善明显，零部件经历行业去库存后 2024 年营收有所改善。****净利润：**除北方华创之外，前道设备厂商净利润增幅并不明显，主要原因是**先进制程研发投入加大影响短期盈利**，后道设备及零部件盈利边际向上。**合同负债：****前道设备 2024H1 新订单增速达到 40%，订单表现较好。**

一、半导体设备：电子行业基石产业，晶圆厂稼动率提升驱动周期复苏

半导体设备处于半导体产业链上游，是电子行业的基石。半导体行业作为一个兼具成长性和周期性的行业，其发展受到多种因素的影响，包括技术创新、资本投资、库存周期等。2024年全球半导体市场在经历了先前的低迷之后，开始呈现复苏态势。半导体设备的需求也在复苏，前道设备与后道设备均实现回暖并持续增长，目前中国已是半导体前道设备中最大的细分市场

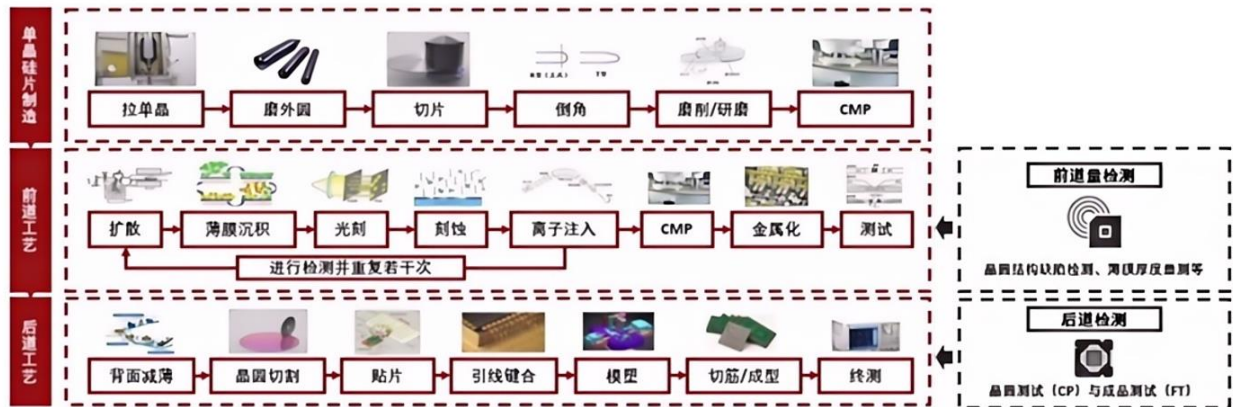
半导体设备处于半导体产业链上游，是电子行业的基石。半导体设备主要分为前道设备和后道设备两大类，前道设备涵盖了光刻、刻蚀、清洗、离子注入、薄膜生长、化学机械平坦等环节；后道设备包括减薄、划片、打线、Bonder、FCB、BGA植球、检查、测试设备等环节。产业链的中游环节涉及集成电路的制造与封装测试；其中芯片制造及芯片封测需要分别用到半导体前道和后道设备。而下游的应用市场则广泛涉及通信技术、汽车电子、工业电子等领域。从工艺流程来看，半导体工艺流程主要分为前道工艺和后道工艺，其中晶圆加工是前道工艺的核心部分。前道工艺主要指的是晶圆制造厂的加工过程，包括在空白的硅片上完成电路的加工，出厂产品依然是完整的圆形硅片。前道工艺包括光刻、刻蚀、薄膜生长、离子注入、清洗、CMP（化学机械抛光）、量测等工艺。这些工艺主要是利用薄膜沉积、光刻、刻蚀等工艺在硅片上雕刻复杂的电路和电子元器件，同时把需要的部分改造成有源器件（利用离子注入等）。前道工艺的技术难度较高，相对复杂。后道工艺则是指封装和测试的过程，在封测厂中将圆形的硅片切割成单独的芯片颗粒，完成外壳的封装，最后完成终端测试，出厂为芯片成品。后道工艺包括减薄、划片、装片、键合等封装工艺以及终端测试等。

图 1 半导体设备是半导体产业链的支撑



资料来源：拓荆科技，中证鹏元整理

图 2 半导体制造工艺流程



资料来源：头豹研究院，中证鹏元整理

半导体行业作为一个兼具成长性和周期性的行业，其发展受到多种因素的影响，包括技术创新、资本投资、库存周期等。全球半导体产业呈现周期性波动特征，一般而言，这个周期的平均跨度为4-5年一轮。技术创新作为长期驱动力，其周期可能更长，大约为十年；而资本投资则作为短期驱动力，其周期为4-5年。每个周期的峰谷通常与当时的技术发展和市场需求紧密相关。例如，个人电脑、功能手机、智能手机等下游终端的发展在过去几十年中是半导体需求增长的主要动力。随着技术的不断进步，新的应用场景如人工智能、5G、物联网、自动驾驶等正在成为推动半导体行业增长的新动力。从技术进程来看，1965年至今半导体已经发展到以EUV（极紫外光刻技术）光刻机为代表的第六代技术，制程节点方面台积电最新发布的1.6nm半导体工艺。

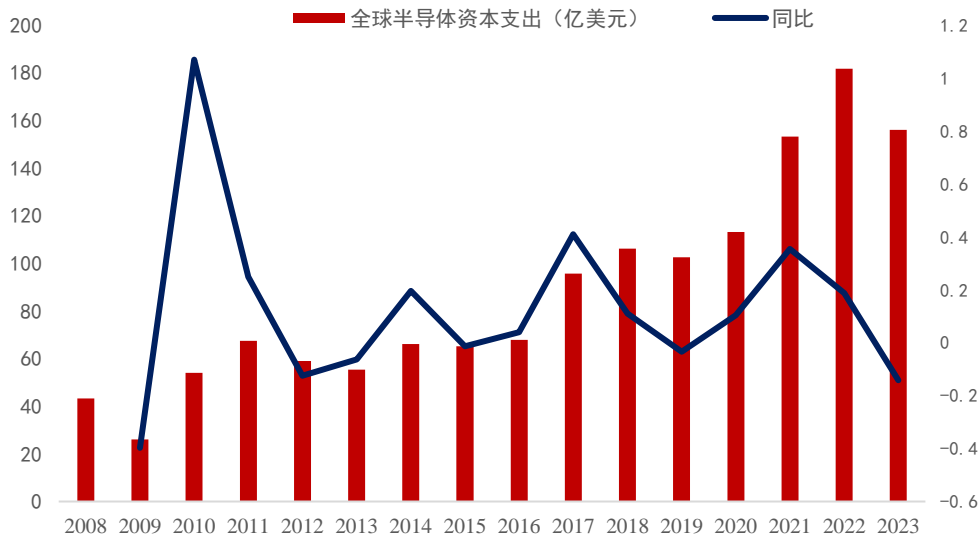
表1 全球半导体技术发展情况

	第一代	第二代	第三代	第四代	第五代	第六代
时间区间	1965-1975	1975-1985	1985-1995	1995-2005	2005-2015	2015-2025
特征尺寸	12-3μm	3-1μm	1-0.35μm	0.35μm-65nm	65-22nm	22-1.6nm
存储器	小于 1KB 到 16KB	16KB-1MB	1-64MB	64MB-1GB	1-16GB (芯片组)	16GB 到 1TB 以上 (芯片组)
CPU 字长 (bit)	4,8	8,16	16,32	32,64	64	64

CPU 晶体管数	1000	10 ⁴ -10 ⁵	10 ⁵ -10 ⁶	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁸ -10 ⁹ 多核结构	多核结构
主流圆片直径	2-4in	4in-150mm	150mm,200mm	200mm,300mm	200mm,300mm	200mm,300mm,450mm
主流设计工具	手工	从逻辑编辑到布局布线	从布局布线到综合	从综合到 DFM	SoC、IP	SoC、IP、SIP
主要封装形式	从 TO 到 DIP	DIP	从 DIP 到 QFP	DP、GFP、BGA	多种封装、SIP	SiP、3D 封装、Chiplet 等

资料来源：IC Insights，中证鹏元整理

图 3 全球半导体资本开支情况及增速

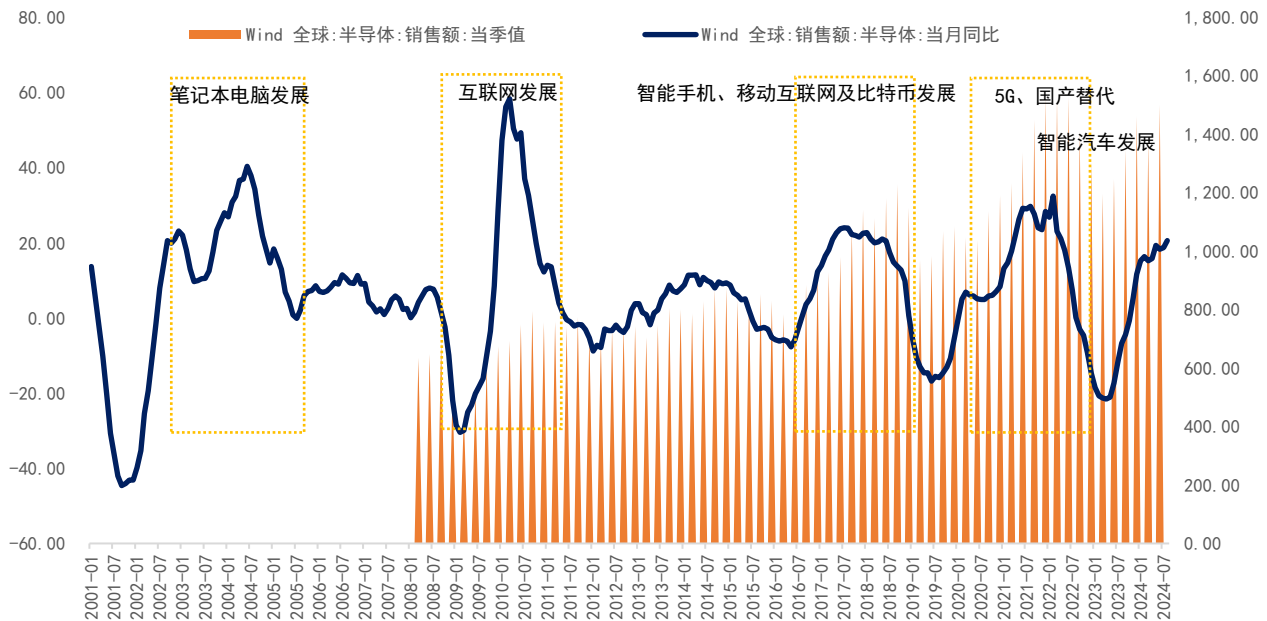


资料来源：Wind，中证鹏元整理

2024 年全球半导体市场在经历了先前的低迷之后，开始呈现复苏态势。受益于晶圆厂项目的启动和技术升级，半导体设备的需求也在复苏，前道设备与后道设备均实现回暖并持续增长，目前中国已是半导体前道设备中最大的细分市场。根据全球半导体行业协会（SIA）的数据，2024 年一季度全球半导体收入达到了 1377 亿美元，同比增长 15.2%。这一增长趋势在二季度得到了延续，WSTS 的数据显示，2024 年第二季度全球半导体市场规模达到 1499 亿美元，较 2024 年第一季度增长 6.5%，较去年同期增长 18.3%。这显示出市场整体已初步呈现复苏态势。在地区方面，中国市场的表现尤为突出，2024 年 8 月份销售额同比增长 19.2%。此外，半导体设备的需求也在复苏，**2024 年半导体设备市场前道设备与后道设备均实现回暖并持续增长。**SEMI 的报告预计，2024 年全球半导体设备总销售额将达到 1090 亿美元，同比增长 3.4%，2025 年这一数字预计将增长至 1280 亿美元。2024 年半导体设备市场前道设备与后道设备均实现回暖并持续增长

长。受益于晶圆厂项目的启动和技术升级，预计 2025 年前道设备销售额有望达到 1100 亿美元。在 DRAM 方面，由于对高性能计算和高带宽存储器需求的稳步增长，尤其是高带宽内存（HBM）市场的快速兴起，DRAM 的资本开支预计在 2023 年和 2024 年将分别实现微幅增长 1%及 3%，有望在 2025 年迎来 20%的显著增长，有望达到 155 亿美元。截至目前，中国大陆占全球半导体前道设备市场份额约 35%，是目前半导体前道设备中最大的细分市场。

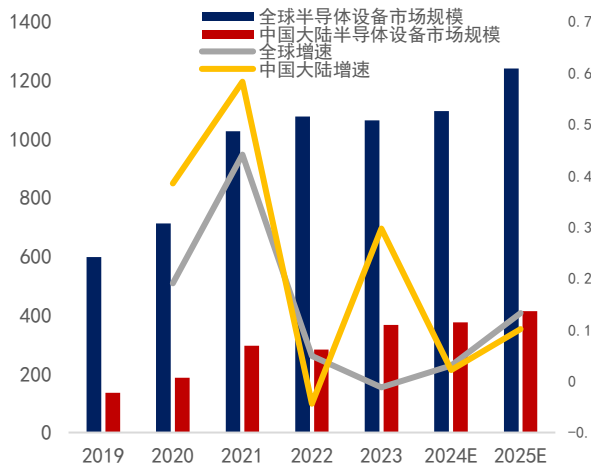
图 4 全球半导体设备销售额情况



资料来源：Wind，中证鹏元整理

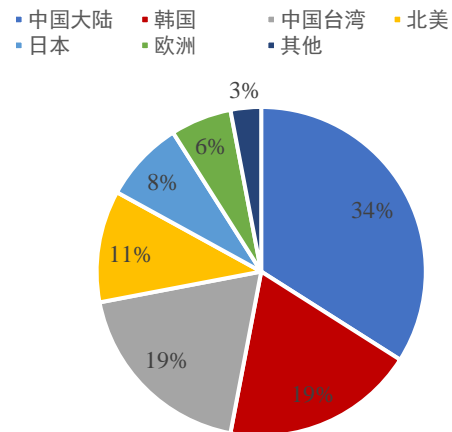
国家大基金三期的成立，预计将激发新一轮国内半导体产业的投资热潮。2024年5月，国家大基金三期正式成立，其资金规模达到3440亿元人民币，超过了前两期资金的总和。除了财政部、政策性银行及地方国资这些一期、二期大基金的股东之外，三期还新增了六家国有大型商业银行作为股东，共承诺出资1140亿元，约占总资金的三分之一。国家大基金三期的投资方向可能包括：（1）继续支持前两期的重点领域，提升半导体产业链中国产化率较低的环节，特别是那些仍受制于技术瓶颈的环节。在半导体设备方面，光刻机、量测/检测设备、涂胶显影设备、离子注入设备等关键设备的国产化率目前仍处于较低水平。在半导体材料方面，大尺寸硅片、光刻胶、光掩模、电子特气和抛光材料等尚未完全实现国产替代。（2）前瞻性地支持具有战略意义的前沿技术领域，例如高带宽内存（HBM）、AI芯片、先进制造技术和先进封装技术。大基金的成立体现了中国打造本土半导体供应链的坚定决心，为半导体行业注入了更多资金和研发活力，国内半导体产业链有望迎来新的发展机遇。

图5 全球半导体设备市场规模（亿美元）



资料来源：Wind，中证鹏元整理

图6 全球不同地区半导体设备出货占比（%）



资料来源：Wind，中证鹏元整理

二、技术迭代：12英寸晶圆先进制程成为扩产主流，芯片结构向3D化方向发展

随着先进制程技术的不断开发，半导体设备支出的增加，12英寸晶圆已成为扩产的主要趋势，制程技术的升级导致半导体设备支出显著增长；此外，芯片结构正向3D化方向发展，刻蚀与薄膜沉积设备呈现出“量价齐升”的态势

随着先进制程技术的持续研发与推进，半导体设备支出的规模不断攀升，预计未来12英寸晶圆厂设备支出将持续增长，成为扩产主流。据SEMI预测，至2025年全球300毫米（即12英寸）设备支出将历史性突破1000亿美元大关，并在2027年达到1370亿美元的历史峰值。在中国，受政策激励与国产芯片发展战略的双重驱动，未来四年内中国将维持每年超过300亿美元的投资规模，不断扩大12英寸晶圆代工产能。

表2 2023-2026年全球待建造晶圆厂情况（个）

产品	全球总计	中国大陆	中国台湾	日本	韩国	美国	EMEA区	ROW区
逻辑芯片	28	6	10	1	1	4	4	2
模拟芯片	7	2				3		2
存储	10	1	1	2	5	1		
光电器件/传感器/分立器件	15	12				1	2	
总计	60	21	11	3	6	9	6	4

资料来源：McKinsey，中证鹏元整理

表3 中芯国际持续扩产，成为中国大陆晶圆厂扩产主力(万片/月)

厂商	实施主体	工厂代码	工艺	尺寸类型	项目地点	2021 年底产能	规划产能	状态
中芯国际	中芯南方	SN1	逻辑代工 FinFET14-7nm	12 寸	上海	1.5	3.5	建成
	中芯南方	SN2	逻辑代工 FinFET14-7nm	12 寸	上海	0	3.5	在建
	中芯北方	B1(Fab4、6)	逻辑代工 0.18μm~55nm	12 寸	北京	5.2	6	建成
	中芯北方	B2	逻辑代工 65-24nm	12 寸	北京	6.2	10	建成
	中芯京城	B3P1	逻辑代工 45/40-32/38nm	12 寸	北京	0	5	在建
	中芯京城	B3P2	逻辑代工 45/40-32/38nm	12 寸	北京	0	5	计划
	中芯深圳	Fab16A/B	逻辑代工 28nm	12 寸	深圳	0	4	建成
	中芯西青		28~180nm 逻辑	12 寸	天津	0	10	在建
	中芯东方		28nm 逻辑	12 寸	上海临港	0	10	计划

资料来源：公司财报，中证鹏元整理

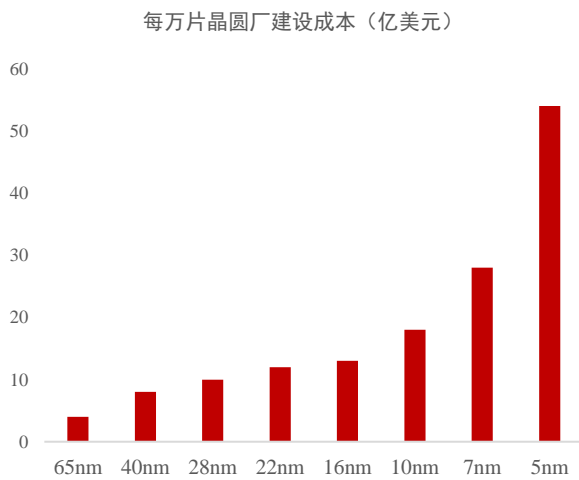
半导体设备支出的增长，在很大程度上归因于先进制程技术突破所带来的建设成本急剧上升。随着先进制程技术的持续研发，芯片制程不断缩小，摩尔定律逐步失效，导致晶圆代工的建设成本急剧增加。技术节点的提升，将显著增大资本开支。根据IBS的统计数据，以28nm技术节点为例，每万片晶圆产能的设备投资额达到7.9亿美元；当技术节点提升至14nm/7nm时，每万片晶圆产能的设备投资额分别为12.54亿美元和22.84亿美元；而5纳米芯片晶圆厂的建设成本更是高达54亿美元，是7纳米芯片晶圆厂成本的1.8倍。由此可见，随着晶圆厂技术节点的不断升级，晶圆扩产所带来的设备资本开支将大幅提升，这对设备公司而言是一个利好趋势。截至2023年底，中国大陆拥有建成和在建的40个12英寸晶圆厂，以及9个计划建设中的晶圆厂，49座晶圆厂合计规划产能417.3万片/月；8英寸和6英寸晶圆厂规划产能分别为160万片/月和45万片/月。

中国大陆目前仍极为短缺先进制程产能，因此先进制程也是主要扩产对象。据芯思想公布的数据显示，2023年全球晶圆代工（不包含IDM）市场中，台积电的份额达到了66%，而中芯国际和华虹合计的份额虽然已经达到了9.6%，但台积电凭借其在先进制程方面的优势，自2019年至2024年第一季度，主力制程从16nm逐步演进至7nm，再到5nm，其最新的3nm制程自2023年第三季度起开始贡献收入。相比之下，华虹的收入主要来源于成熟制程，其中0.35μm及以上制程仍占据最大收入占比，超过60%。储存端亦是如此，2023年全球DRAM+NAND产能为250万片/每月，以中国大陆占全球三分之一的需求来看，国内存储扩产的空间依然巨大，尤其是先进存储且具备持续扩产能力的领域。

随着集成电路芯片制造工艺的不断进步，芯片结构正趋向于采用3D化立体构造，并率先在Nand存储器

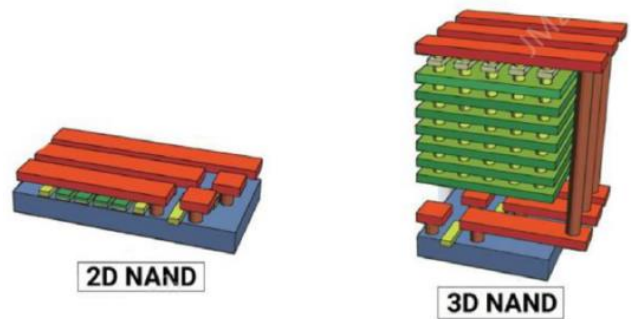
件领域取得发展。鉴于当前先进工艺芯片加工中所运用的光刻机受到波长因素的限制，针对14纳米及以下级别的逻辑器件，其微观结构的制造愈发依赖于等离子体刻蚀与薄膜沉积技术的综合应用。这一转变使得刻蚀等相关设备的加工工序有所增加，且对60:1及以上高深宽比设备的使用频率亦呈现出上升态势。随着芯片堆叠层数的不断增加，刻蚀设备与薄膜沉积设备在芯片制造流程中的应用频次及单价均实现了大幅度提升。此外，部分行业领军企业亦着手在其他先进制程的逻辑芯片及高密度存储DRAM领域探索3D结构的布局。

图 7 5nm 芯片晶圆厂建设成本高达 54 亿美元



资料来源：Wind，中证鹏元整理

图 8 存储器件从 2D 到 3D：等离子体刻蚀是最关键的加工步骤



资料来源：Wind，中证鹏元整理

表4 晶圆对应制程节点和应用领域

尺寸	制程	应用领域
12 英寸先进制程	10nm/7nm/5/3nm	高端智能手机处理器、高性能计算机、显卡
	16/14nm	高端显示卡 (GPU)、智能手机处理器、高端存储芯片，计算机处理、FGPA 芯片等
	20-22nm	存储芯片、中低端智能手机处理器、计算机处理器、移动端图像处理器等
12 英寸成熟制程	28-32nm	Wi-Fi/蓝牙通信芯片、音效处理芯片、存储芯片、FPGA 芯片、ASIC 芯片等
	45-65nm	DSP 处理器、传感器、射频、Wi-Fi /蓝牙/GPS/NFC 通信芯片、存储芯片等
	65-90nm	物联网 MCU 芯片、射频芯片、模拟芯片、功率器件等
8 英寸	90nm-0.13μm	汽车 MCU 芯片、基站通信设备、物联网 MCU 芯片、射频芯片\模控芯片、功率器件等
	0.13μm -0.15μm	指纹识别芯片、图像传感、通信 MCU、电源管理芯片、功率器件、LED 驱动、传感器芯片等
	0.18μm -0.25μm	图像传感器、嵌入式非易失性存储芯片等

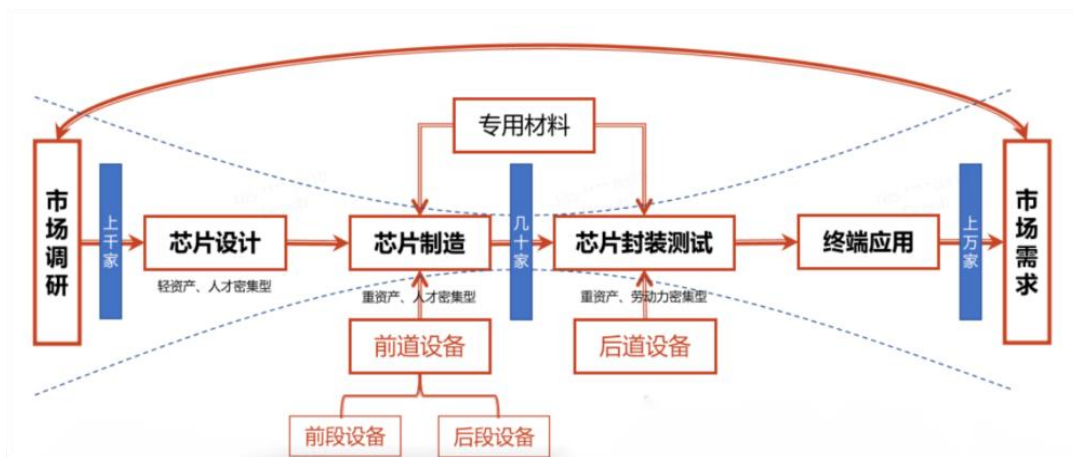
6 英寸	0.35μm -0.5μm	MOSFET 功率器件, IG8T 等
	0.5μm -1.2μm	MOSFET 功率器件, IG8T 等、MEMS、分立器件

资料来源：头豹研究院，中证鹏元整理

三、国产替代加速：第一阶段已完成，部分仍有较大提升空间

全球半导体设备高度集中，海外龙头厂商处于垄断地位，目前中国半导体设备厂商已覆盖多个细分行业，但仍处于国产化早期。目前国产替代第一阶段已完成，自给率已经从2010年的10%大增至2023年的23%，预计到2028年自给率或继续增长至27%

图 9 半导体设备在集成电路产业链中的地位



资料来源：中证鹏元整理

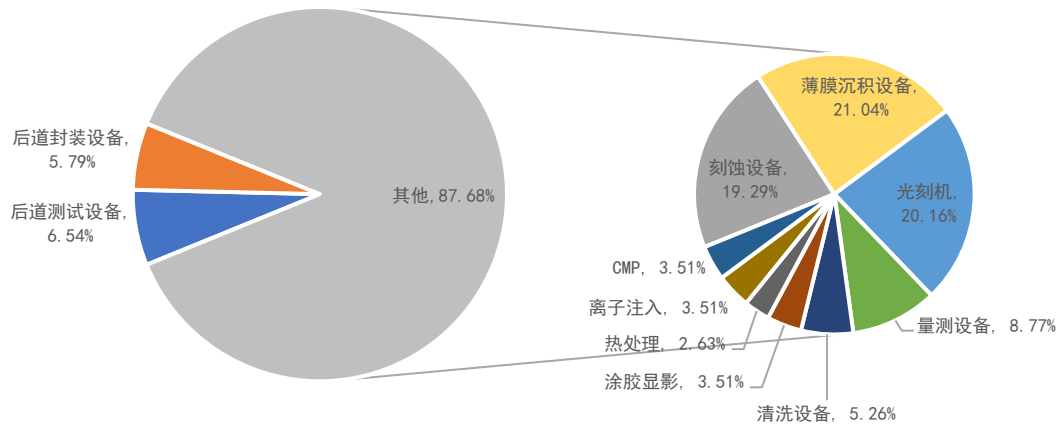
全球半导体设备市场确实呈现出高度集中的特点，其中芯片制造和芯片封装测试环节属于重资产行业，具有较高的行业集中度，也是半导体产业链中的“卡脖子”环节。在芯片设计领域，有数千家公司。而芯片制造领域，行业仅有数十家公司，且前80%的市场份额集中在前5-6家厂商手中。在半导体下游终端应用方面，有数万家公司。目前，芯片制造和封装测试环节是半导体产业链中的“卡脖子”环节，主要是因为这些环节需要大量的资本投入。而海外龙头厂商如阿斯麦（ASML）、东京电子（Tokyo Electron）等在全球市场中占据垄断地位。全球龙头半导体设备厂商中，多家企业通过不断整合并购，横跨多个工艺制程，形成平台型公司。

目前半导体设备行业国产替代第一阶段已完成，但部分国产化率仍存较大提升空间，仍处于“卡脖子”阶段。薄膜沉积、刻蚀和光刻设备是最重要的三大前道设备，在清洗、CMP、热处理等领域的国产化率已

超30%，但在高端光刻机、量测/检测设备以及离子注入环节，国内替代进展仍较慢

光刻、薄膜沉积以及刻蚀设备是最重要的三个前道设备，其价值量占比分别达 20.2%、21.0%、19.3%，远超其他设备。中国半导体产业近年来迎来高速发展期，在清洗、CMP、热处理等领域的国产化率已超 30%，但在高端光刻机、量测/检测设备以及离子注入环节，国内替代进展仍较慢，不足 10%。光刻机是半导体制造中最关键的设备之一，目前市场主要被 ASML、Nikon 和 Canon 三大供应商占据，其中 ASML 以 82.14% 的市场份额占据绝对霸主地位。国内光刻机国产化率不足 3%，是国产设备里最需要突破的领域。上海微电子装备公司在 2021 年初于长江存储中标一台光刻机，实现了国产零的突破，但在光刻机领域，国产设备与龙头厂商阿斯麦之间差距仍较为明显。

图 10 薄膜沉积、刻蚀和光刻设备是最重要的前道设备



资料来源：SEMI，中证鹏元整理

表5 光刻、量/检测、涂胶显影以及离子注入环节国产化率较低

设备种类	国产化率	国外企业	国内企业
薄膜沉积设备	<20%	AMAT、LAM、TEL	北方华创、拓荆科技、中微公司、微导纳米、晶盛机电、盛光上海等
光刻机	<3%	ASML、Nikon、Canon	上海微电子等
刻蚀设备	>20%	LAM、TEL、AMAT	中微公司、北方华创等
量/检测设备	<5%	KLA、AMAT、日立高新	精测电子、中科飞测、上海睿励等
清洗设备	>30%	DNS、TEL、KLA、LAM	盛美上海、北方华创、至纯科技、芯源微等
涂胶显影设备	<10%	TEL、DNS	芯源微等
CMP 设备	>30%	AMAT、Revasum、Ebara	华海清科等
热处理设备	>30%	AMAT、TEL	北方华创、屹唐半导体、盛美上海等

离子注入设备

<10%

AMAT、Axcels、Nissin

万业企业、中科信

资料来源：SEMI，中证鹏元整理

美国制裁对中国半导体产业的影响？

近年来，美国对中国的半导体制管策略经历了显著转变，从先前的“有限出口”政策转变为“全面出口管制”，并且管制范围从“单边约束”扩展至“多边合围”，先进制程芯片是管制的重点

在2018年对中兴通讯实施出口禁令之前，美国对华芯片管制的基本立场是“有限出口”。2018年修订的《出口管制改革法》赋予了政府更大的自由裁量权，使得商务部工业与安全局能够根据需要更新“管制条例实体清单”，对中国芯片企业实施出口管制。到了2023年10月，美国政府针对中国的人工智能芯片和半导体设备出口限制措施进行了更新。2024年2月，美国商务部工业与安全局（BIS）宣布，将33家中国实体列入出口管制的“未经核实名单”（UVL），其中包括半导体设备制造商上海微电子。这些实体被加入UVL的原因是BIS暂时无法完成对它们的最终用途核查。这表明，在向UVL名单内的实体出口、再出口或转让受美国出口管制条例（EAR）管辖的物品时，即便无需申请出口许可，出口商仍需要要求这些实体提供最终用户和最终用途声明。荷兰方面，2023年荷兰半导体出口管制措施，2024年进一步扩大对光刻机的管制范围。

随着人工智能（AI）应用如大型模型和无人驾驶技术的迅速发展，AI芯片已超越5G芯片，成为美国政府技术遏制的核心环节。通过审视美国商务部历次更新的“实体清单”，可以观察到2019年之前，美国对华芯片管制的重点集中在5G芯片及通信领域，清单中主要涉及华为及其子公司、亨通光电、中天海缆、华海通信等通信企业。特朗普政府签署《美国人工智能倡议》后，美国开始从国家战略层面调动更多资源，以遏制中国AI产业的发展，半导体企业的管制范围也从5G芯片扩展至AI芯片。2019年10月，国内最大的AI独角兽企业商汤科技被列入清单；2021年6月，国内图形处理芯片（GPU）领先企业景嘉微被列入清单；2022年12月，曾为华为提供AI处理器的寒武纪被列入清单；2023年10月更新的清单显示，新增的13家中国企业均为AI企业，包括壁仞科技、摩尔线程及其子公司或关联企业。目前清单上的535家中国大陆企业中，有86家是AI企业，这一数字已超过通信企业数量。预计未来美国将加强对中国AI领域的战略打压，除了GPU芯片，还可能在高带宽存储芯片等关键领域对中国实施更严格的限制。

部分政策对我国半导体关键设备和技术的突破构成了一定的制约，但同时也强化了国产化进程与自主研发的需求，推动了持续的突破进展。近年来，半导体设备指数显著受到美国、荷兰、日本三国对我国半导体设备企业实施管制以及国产化率不断提升的影响。此外，在税收优惠、产业支持及投资扶持等多项政策的激励下，我国半导体设备行业企业的竞争力持续增强，逐步在先进制程及低国产化率产品领域取得突破，国产化进程得以稳步前行。

表6 美国等对中国半导体设备制裁措施

国家	时间	主要半导体设备制裁措施
美国	2022年10月	先进芯片、设备、人员全面管控、设备管控范围为16nm或14nm以下的逻辑芯片、128层以上NAND存储芯片以及半间距为18nm或以下的DRAM芯片的制造设备
美国	2023年10月	发布《先进计算芯片规则》及《半导体制造物项出口管制规则》为BIS针对其于2022年10月7日发布的出口管制规则的修订，细化关于半导体设备及人员管制范围
日本	2023年5月	宣布修订《外汇与对外贸易法》，将包括先进芯片制造设备在内的23类商品列入管制出口清单，2023年7月23日政策生效
日本	2024年4月	宣布将半导体和量子相关的4个品类列为新的出口管制对象，此举影响用于分析纳米粒子图像的扫描电子显微镜、三星电子为改进半导体设计而采用的全环绕栅极晶体管技术。日本还将要求出口用于量子计算机的低温CMOS电路及出口量子计算机本身须获得许可
荷兰	2023年6月	先进光刻机、ALD设备、Epi设备及low-k沉积设备、EUV光罩保护膜及生产设备受到出口管制

资料来源：中证鹏元整理

图11 美国主导建立的对华半导体“合围圈”



资料来源：中证鹏元整理

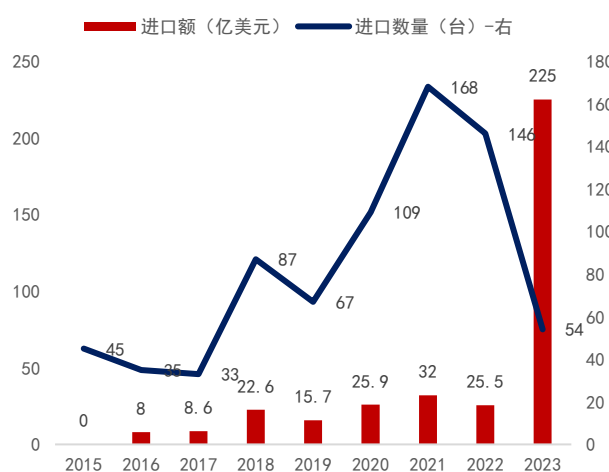
光刻机

光刻机作为半导体制造领域中至关重要的设备之一，目前其市场主要由ASML、Nikon以及Canon三大供应商所主导，其中ASML凭借其高达82.14%的市场份额，占据了绝对的主导地位。国内光刻机国产化率不足3%，是国产设备里最需要突破的领域，其核心原因在于我国光刻机零部件供应与整机技术与海外存在显著差距，或需要长达5-10年甚至更久远时间才能逐步突破。2023-2024年光刻机进口量价齐升，短期内半导体行业扩产趋势明显

作为中国大陆稀缺的光刻机整机制造商，上海微电子在光刻领域内拥有全面且完善的布局。公司的光刻产品广泛覆盖IC前道制造光刻、后道封装光刻以及衬底光刻等多个细分领域，并能满足IC前道制造90nm、110nm以及280nm等光刻工艺需求。当前，其设备已能够适用于8寸或12寸产品的大规模生产。然而，相较于行业龙头阿斯麦，国产光刻机设备仍存在明显差距。

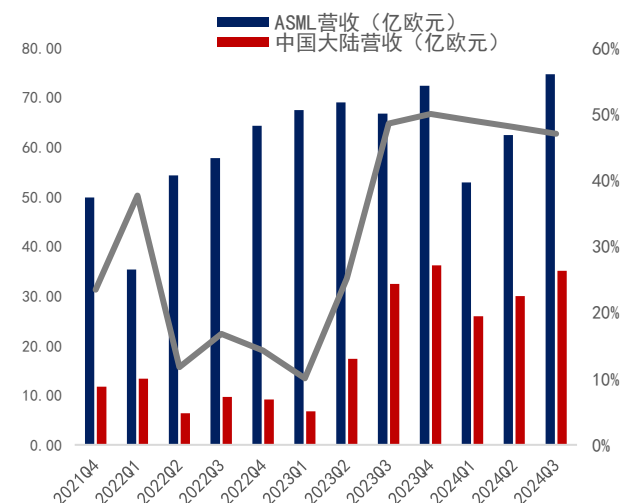
由于担忧美国进一步的高端装备管制，我国2023年进口光刻机数量创新高，占比已提升至47%~49%，进口光刻机的平均单价也创下新高，表明高端设备的需求持续增长。2023年我国进口光刻机225台，进口金额高达87.54亿美元，进口金额创下历史新高，预计3~5年内我国光刻机主要依赖进口。根据ASML年报，2023年中国大陆占据公司销售额的29%，相比2022年的14%有较大比例提升，而2024年一季度中国大陆订单持续交货，占比已提升至49%。主要原因在于2021-2022年积压的中国大陆客户订单，而国内晶圆制造厂担忧美国进一步的高端装备管制，提前下海外光刻机设备订单。随着ASM设备的交付，其他环节设备需求开始释放。2023年有大量的光刻机进口中国大陆，2023年我国的光刻机进口金额高达87.54亿美元，创下历史新高。2024年三季度ASML在中国大陆销售额27.75亿欧元，中国大陆占比高达47%，反映国内逆势扩产，设备需求强劲。2023年11月，中国从荷兰进口的光刻机均价比10月进口的光刻机高出46%。进口光刻机的平均单价也创下新高，表明高端设备的需求持续增长。2024年1-7月，光刻机到货主要集中于上海、北京、广东、安徽四大省市。全国共有11个省市参与进口，总计进口光刻机数量呈现地域性集中趋势。其中，上海市、北京市、广东省、安徽省、四川省位列进口量前五名，合计占全国光刻机进口总量的76.95%。其中，山东省于2月进口一台约1.12亿美元的光刻机。

图 12 中国光刻机进口数量及金额大幅增长



资料来源：海关总署，中证鹏元整理

图 13 ASML 出口中国大陆占比 2024 年提升至 47%



资料来源：Wind，中证鹏元整理

光刻机核心壁垒之一就是零组件国产化率极低，我国企业处于长期不断追赶海外龙头的发展阶段。光刻机除了本身的整机壁垒极高之外，零部件的供应也十分关键，一台先进的光刻机高达10万个零部件，零部件的供应十分关键。半导体设备的零组件有很多的公用属性，整体来看我国半导体零组件的国产化率非常低，距离海外企业依然有较大的差距。

表7 上海、北京、广东、安徽、四川五大省市合计占荷兰光刻机进口总量75%

省市	数量 (台)	金额 (亿美元)	占比	主要晶圆厂
江苏省	19	3.45	6.7%	无锡海力士、华虹半导体、华润微、无锡和舰科技、南京台积电、扬州晶新
北京市	20	8	15.6%	中芯国际、长鑫存储、赛微电子、燕东微电子
上海市	40	13.75	26.8%	中芯国际、积塔、上海台积电、华虹、晶泰匠心、上海格科微、Diodes
福建省	4	1.21	2.4%	福建晋华、士兰微、联芯集团
山东省	9	4.74	9.3%	青岛芯恩、比亚迪济南
广东省	28	7.53	14.7%	比亚迪半导体、中芯国际、粤芯半导体
陕西省	1	0.11	0.2%	西安三星
安徽省	7	5.31	10.4%	晶合集成、长鑫存储
四川省	12	4.87	9.5%	英特尔、德州仪器、华虹集团
吉林省	1	0.01	0.01%	华微电子、长光圆展
湖北省	6	2.29	4.5%	长江存储

资料来源：ASML财报，中证鹏元整理

表8 半导体设备零组件成本占比及国产化率

领域	国产化率	主要产品	国内龙头	海外龙头
机械类	品类繁多，整体国产化率相对较高，但高端产品国产化率较低	金属工艺件：反应腔、传输腔、过度强、内衬、匀气盘等	金属件：富创精密、靖江先锋、托伦斯、江丰电子（少量产品）	金属件：京鼎精密（中国台湾）、Ferrotec（日本）
		金属结构件：托盘、冷却板、底座、铸钢平台等	非金属机械件：石英、陶瓷件、硅部件、静电卡盘、橡胶密封件等	非金属件：菲利华（石英零部件）、神工股份（硅部件）

			(日本)、TOTO (日本)、NGK (日本)
电气类	对于核心模块（射频电源等）国内企业尚未进入，高端产品尚未国产化	射频电源、射频匹配器、远程等离子源、供电系统、工控电脑等	英杰电气、北方华创（旗下的北广科技） Advanced Energy（美国）、MKS（美国）
机电一类	品类较为繁多，整体国产化率不高，功能复杂的高端产品未国产化	EFEM、机械手、加热带、腔体模组、阀体模组、双工机台、浸液系统、温控系统等	富创精密、华卓精科（双工机台）、新松机器人（机械手）、京仪自动化（温控系统） 京鼎精密（中国台湾）、Brooks Automation（美国）、Rorze（日本）、ASML（荷兰）、NINEBELL（韩国）
气体/液体/真空系统类	品类较为繁多，少数企业通过自研或收购部分产品已进入，整体国产化率处于中等水平，大部分品类的高端产品尚未国产	气体输送系统类：气柜、气体管路、管路焊接件等 真空系统类：干泵、分子泵等 气动液压系统类：阀门、接头、过滤器、液体管路等	超科林（美国）、Ebara（日本）、MKS（美国）Edwards（英国）、Ichor（美国）、VAT（瑞士）、Ultra Clean Tech（美国）、Pfeiffer Vacuum（德国）、Kashiyama（日本）、Sumitomo（日本） 富创精密、万业企业（收购的 Compart System）、新莱应材、沈阳科仪、北京中科仪
仪器仪表类	国内企业通过收购进入，自研产品少量用于国内半导体设备厂商，高端产品尚未国产化	气体流量计、真空压力计等	北方华创（旗下的七星流量计）、万业企业（收购的 Compart System） MKS（美国）、Horiba（日本）、Inficon（瑞士）
光学类	国内企业尚未进入国际半导体设备厂商，已少量应用于国内光刻设备，国产化率较低，高端产品尚未国产化	光学元件、光栅、激光源、物镜等	北京国望光学科技有限公司、长春国科精密光学技术有限公司 Zeiss（德国）、Cymer（美国）、ASML（荷兰）

资料来源：中商产业研究院，中证鹏元整理

量/检测

量检测设备是半导体制造中的关键设备之一，目前国产化率不足10%，是国内半导体设备领域中需要重点突破的环节之一。全球半导体量/检测市场呈现高度垄断格局，前五名市场份额超80%，科磊半导体（KLA）市占率超50%，中国晶圆检测设备基本实现了28nm及以上制程产品的初步覆盖。

量检测设备是半导体设备中技术壁垒高、种类多的环节，国产化率相对较低。中国市场中，半导体量/检测设备国产化率已由2020年的2%左右提升至2023年的5%左右，整体呈现增长趋势，但总量仍然较低，国内企业如精测电子、中科飞测等正在加速研发纳米图形晶圆缺陷检测、关键尺寸量测等设备，以满足市场需求。尽管国产化率不高，但本土企业如中科飞测、上海精测、睿励科学等已在质量检测领域取得一定突破，部分产品已运用于国产晶圆产线，开始打破国际设备厂商在国内市场长期垄断的局面。中国晶圆检测设备

厂商产品已覆盖有图形/无图形缺陷检测、电子束缺陷检测/复查等检测设备，并基本实现了28nm及以上制程的初步覆盖，国产头部厂商正在进行更先进工艺节点产品的研发或验证。

四、财务分析：设备厂商新订单高增，研发投入加大影响前道设备短期盈利

营业收入来看，2024H1半导体前道设备、后道设备及零部件营收较上年同期均有明显复苏。其中，前道设备营收维持增长，后道设备随着晶圆厂稼动率提升营收改善明显，零部件经历行业去库存后2024年营收有所改善。净利润来看，除北方华创之外，前道设备厂商净利润增幅并不明显，主要原因是先进制程研发投入加大影响短期盈利，后道设备及零部件盈利边际向上。从合同负债来看，前道设备2024H1新订单增速达到40%，订单表现较好

营业收入来看，前道设备方面，2024年H1北方华创、盛美上海、微导纳米在营收增长方面表现尤为突出，同比增速均超过45%；拓荆科技、华海清科、芯源微则随着订单的加速确认，第二季度营收实现了显著改善，2024年上半年整体营收表现稳定。**后道测试设备方面**，2024年H1长川科技、精智达的营收改善显著，同比分别增长100.46%和46.15%；华峰测控、金海通则随着行业的回暖，第二季度营收同比转正，同时新接订单情况也有所好转。**零部件方面**，2024年H1富创精密、珂玛科技的同比增幅超过60%，表现极为优异，这主要得益于国内半导体相关订单的旺盛需求以及相关核心部件的突破；正帆科技、江丰电子2024年上半年的营收同比增速也超过了35%。

净利润来看，前道设备方面，2024H1十二家半导体前道设备公司合计归母净利润44.86亿元，同比增长4.12%。**后道测试设备方面**，四家半导体后道测试设备公司合计归母净利润4.05亿元，同比增长55.11%。**零部件方面**，六家半导体设备零部件公司合计归母净利润7.19亿元，同比增长21.05%。**除北方华创之外，前道设备厂商净利润增幅并不明显，主要原因是先进制程研发投入加大，导致期间费用率增长，影响短期盈利，长期来看，随先进制程量产费用率或有所降低；后道设备及零部件盈利边际向上。**

合同负债来看，合同负债一直是半导体设备（前道设备、零部件）厂商最重要的指标之一，代表了未来**营收**。因后道测试设备交期短，预付款较少，其合同负债指标意义不大。**前道设备方面**，2024H1十二家半导体前道设备公司合同负债209.06亿，同比增长14.47%。**零部件方面**，六家半导体设备零部件公司合同负债27.57亿元，同比增长39.05%。**从实际订单来看**，部分前道厂商与大客户绑定加深，实际在手订单要好于合同负债指标，晶圆厂招标向好，半导体设备厂商新接订单仍延续高速增长态势。**从订单构成来看**，2024H1半导体刻蚀龙头、薄膜沉积龙头、CMP龙头订单构成中，应用于先进制程的设备交付量及规模持续提升，证明了先进制程已经成为中国大陆晶圆厂扩产的产业趋势。

表9 半导体设备、零部件行业重点公司2024H2主要业绩情况（亿元）

公司	2023 营收	同比	2024 年 H1 营收	同比	2023 年净利润	同比	2024 年 H1 净利润	同比
前道设备								
北方华创	220.44	50%	123.19	47%	40.33	59%	27.80	50%
中微公司	62.64	32%	34.48	36%	17.84	53%	5.16	-48%
拓荆科技	26.34	56%	12.16	23%	6.64	82%	1.22	-3%
华海清科	25.08	52%	14.97	21%	7.24	44%	4.33	16%
盛美上海	37.15	35%	23.26	51%	9.11	36%	4.43	1%
中科飞测	8.76	74%	4.57	28%	1.40	1095%	-0.68	-248%
精测电子	23.83	-12%	10.98	0%	0.89	-57%	0.44	-695%
芯源微	16.79	23%	6.72	-1%	2.50	25%	0.75	-45%
微导纳米	16.78	145%	7.85	106%	2.70	399%	0.43	-38%
京仪装备	7.42	14%	5.05	17%	1.19	31%	0.80	2%
万业企业	20.14	33%	9.00	-15%	5.13	-4%	1.88	-46%
至纯科技	31.45	3%	15.24	4%	3.28	17%	0.44	-49%
后道测试								
长川科技	15.75	-36%	14.46	111%	0.61	-87%	2.26	890%
华峰测控	25.92	77%	13.98	29%	4.01	79%	1.79	-1%
金海通	6.88	-36%	3.78	-1%	2.52	-52%	1.12	-30%
精智达	6.48	29%	3.61	46%	1.12	74%	0.37	17%
半导体零部件								
正帆科技	44.66	-3%	15.80	-53%	10.65	-6%	1.03	-89%
富创精密	38.35	42%	18.52	38%	4.23	62%	1.24	-25%
新莱应材	26.95	3%	14.18	12%	8.69	-34%	9.89	14%
江丰电子	66.26	41%	29.01	1%	7.53	26%	7.55	14%
华亚智能	4.59	-26%	2.42	-1%	19.11	-21%	21.08	2%
珂玛科技	4.78	4%	0.00	-	17.04	-15%	36.18	149%

资料来源：Wind，中证鹏元整理

五、半导体转债标的梳理

从转债市场来看，半导体行业当前存续有35只可转债，涉及33家主体，广泛分布于半导体材料、半导体设备、芯片设计、封装测试以及分立器件等多个子板块，主要包括：（1）材料与设备相关标的，具体包

括：①光刻胶领域有南电、晶瑞/晶瑞2、飞凯、彤程、强力；②电子特气领域有南电、金宏、华特；③溅射靶材领域有隆华；④其他材料领域有宙邦（冷却液、蚀刻液）、华懋（光刻材料）；⑤设备领域有华亚（蚀刻设备）、昌红（晶圆载具）、永吉（硅外延片设备）。**（2）Fabless相关标的**，包括韦尔（专注于CMOS、TDDI）、国微（智能安全芯片、特种IC）、富瀚（汽车电子领域）、芯海（全信号链）、力合（物联网通信）、睿创（专用集成电路）。**（3）IDM与OSD器件相关标的**，包括闻泰（功率半导体IDM）、捷捷（功率半导体IDM）、立昂（半导体硅片、射频芯片）、银微（分立器件）、宏微（功率半导体芯片）。**（4）封装测试相关标的**，分为两类：①检测设备领域有精测/精测转2（覆盖前道、后道）、兴森（封装基板）、光力（划片机）、华兴、联得；②检测服务领域有博杰、利扬、汇成（显示驱动芯片全制程服务）、宏微、聚飞。值得注意的是，IDM厂商中的闻泰科技主营业务为通讯而非半导体业务；上游行业厂商中的彤程新材、飞凯材料，以及中游封测厂商精测电子的半导体业务并非其主要收入来源。然而，上述公司在各自半导体细分领域内仍具备一定的影响力。

表10 半导体转债标的梳理

环节	细分领域	转债名称	2024 年		2024 年 H1		转股溢价率 (%)
			H1 营收 (亿元)	同比	净利润 (亿元)	同比	
制造	智能安全芯片、特种 IC	国微转债	28.37	-24%	7.44	-47%	20.73
制造	CMOS、TDDI	韦尔转债	120.7	37%	13.61	821%	20.89
制造	物联网通信	力合转债	2.63	4%	0.42	-17%	43.94
制造	全信号链	芯海转债	3.5	122%	-0.56	-19%	23.52
制造	汽车电子领域	富瀚转债	8	-9%	0.83	-36%	9.5
封装测试	检测设备	联得转债	6.69	23%	1.11	44%	44.8
封装测试	前道、后道	精测转债	10.98	0%	0.44	-695%	5.26
封装测试	前道、后道	精测转 2	10.98	0%	0.44	-695%	60.86
封装测试	封装基板	兴森转债	27.94	11%	-0.89	-5364%	13.43
封装测试	检测设备	华兴转债	8.38	-5%	0.31	-76%	23.3
封装测试	检测服务	博杰转债	5.71	27%	0.15	-1575%	44.39
封装测试	检测服务	利扬转债	2.17	-8%	-3.16	-135%	39.58
封装测试	检测服务	汇成转债	6.11	17%	8.86	-40%	79.71
封装测试	检测服务	利扬转债	2.17	-8%	-3.16	-135%	2.07
封装测试	检测服务	聚飞转债	13.76	20%	10.54	3%	12.37

封装测试	划片机	光力转债	2.33	-24%	-27.43	-286%	0
材料与设备	光刻胶	晶瑞转债	6.92	11%	-0.14	-353%	11.09
材料与设备	光刻胶	彤程转债	15.71	16%	3.22	50%	17.87
材料与设备	光刻胶、电子特气	南电转债	10.64	34%	2.38	24%	9.55
材料与设备	电子特气	金宏转债	11.9	18%	1.67	-2%	-1.98
材料与设备	光刻胶	飞凯转债	13.95	8%	1.36	-26%	3.51
材料与设备	溅射靶材	隆华转债	11.89	5%	9.4	-14%	1.08
材料与设备	光刻胶	强力转债	4.59	19%	0.02	-116%	24.62
材料与设备	光刻材料	华懋转债	9.49	10%	13.51	71%	48.13
材料与设备	电子特气	华特转债	6.92	-1%	13.44	32%	17.21
材料与设备	光刻胶	晶瑞转 2	6.92	11%	-2.04	-329%	60.11
材料与设备	冷却液、蚀刻液	宙邦转债	35.67	4%	11.68	-23%	1.07
材料与设备	蚀刻设备	华亚转债	2.42	-1%	21.08	2%	9.3
材料与设备	晶圆载具	昌红转债	4.82	-6%	7.19	0%	0
材料与设备	硅外延片设备	永吉转债	3.7	21%	21.55	140%	8.83
IDM 与 OSD							
器件、检测服务	功率半导体芯片	宏微转债	6.31	-17%	-	-101%	142.2
IDM 与 OSD 器件	半导体硅片、射频芯片	立昂转债	14.47	9%	-1.19	-184%	87.6
IDM 与 OSD 器件	功率半导体 IDM	捷捷转债	12.46	39%	2.28	158%	10.14
IDM 与 OSD 器件	分立器件	银微转债	3.98	24%	8.23	-11%	48.79
IDM 与 OSD 器件	功率半导体 IDM	闻泰转债	335.36	15%	0.46	-89%	17.5

资料来源：Wind，中证鹏元整理

免责声明

本报告由中证鹏元资信评估股份有限公司（以下简称“本公司”）提供，旨在派发给本公司客户使用。

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。

本报告基于我们认为可靠的公开信息和资料，但我们对这些信息的准确性和完整性均不作任何保证。需要强调的是，报告中观点仅是相关研究人员根据相关公开资料作出的分析和判断，并不代表公司观点。

本公司可随时更改报告中的内容、意见和预测，且并不承诺提供任何有关变更的通知。

本报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券的买卖出价。投资者应根据个人投资目标、财务状况和需求来判断是否使用报告所载之内容和信息，独立做出投资决策并自行承担相应风险。本公司及其雇员不对使用本报告而引致的任何直接或间接损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面同意，本报告不得以任何方式复印、传送或出版作任何用途。任何机构和个人如引用、刊发本报告，须同时注明出处为中证鹏元研发部，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。合法取得本报告的途径为本公司网站及本公司授权的渠道，非通过以上渠道获得的报告均为非法，本公司不承担任何法律责任。

独立性声明

本报告所采用的数据均来自合规渠道，通过合理分析得出结论，结论不受其它任何第三方的授意、影响，特此声明。

中证鹏元资信评估股份有限公司

深圳 地址：深圳市深南大道 7008 号阳光高尔夫大厦（银座国际）三楼 邮编：518040
电话：0755-82872897 传真：0755-82872090

北京 地址：北京市朝阳区建国路甲 92 号世茂大厦 C 座 23 层 邮编：100022
电话：010-66216006 传真：010-66212002

上海 地址：上海市浦东新区民生路 1299 号丁香国际商业中心西塔 9 楼 903 室 邮编：200120
总机：021-51035670 传真：021-51035670

湖南 地址：湖南省长沙市雨花区湘府东路 200 号华坤时代 2603 邮编：410000
电话：029-88626679 传真：029-88626679

江苏 地址：南京市建邺区黄山路 2 号绿溢国际广场 B 座 1410 室 邮编：210019
电话：025-87781291 传真：025-87781295

四川 地址：成都市高新区天府大道北段 869 号数字经济大厦 5 层 5006 号
电话：+852 36158343 传真：+852 35966140

山东 地址：山东自由贸易试验区济南片区经十路华润中心 SOHO 办公楼 1 单元 4315 室
总机：0531-88813809 传真：0531-88813810

陕西 地址：西安市莲湖区桃园南路 1 号丝路国际金融中心 C 栋 801 室
电话：029-88626679 传真：029-88626679

香港 地址：香港中环德辅道中 33 号 21 楼
电话：+852 36158342 传真：+852 35966140