

2025年中国先进封装设备行业

科技自立，打造国产高端封装新时代

概览标签：半导体、先进封装设备

China advanced Packaging Equipment Industry

中国の先進的なパッケージング装置産業

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文本、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施、追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

研究目标

研究背景

先进封装技术旨在通过创新的封装架构和工艺，提高芯片性能、增强功能集成度、缩小产品尺寸以及改善热管理能力，从而满足市场对于高性能电子产品的需求。而实现这些先进封装技术的关键在于先进的封装设备。近年来，随着晶圆级封装（WLP）、三维封装（3D IC）、系统级封装（SiP）等先进封装技术的发展，对封装设备的精度、效率以及自动化程度的要求也在不断提高。

研究目标

- 梳理先进封装技术下，需要哪些半导体设备
- 探究不同类型的半导体封装设备的产品类型、市场竞争格局情况

本报告的关键问题

- 先进封装需要哪些传统后道封装设备
- 相较于传统封装，先进封装需要哪些新增设备
- 半导体封装设备的海内外供应商分别有哪些，国产化率如何

观点摘要

01 未来IC封装设备市场规模：

- ◆ 3nm以下制程的每单位晶体管成本已接近临界点，制程微缩成本与难度陡增，先进封装可在不缩小制程节点的情况下提升性能。虽然当下后道设备销售额占比较低，但先进封装作为“超越摩尔定律”的核心且高性价比路径，将推动封装设备销售额占比不断提升，形成“前道突破性能极限，后道整合性能优势”的协同模式。未来，后道设备的高精度、异构集成能力将成为半导体产业竞争力的关键。

02 封装工艺所需半导体设备：

- ◆ 不同先进封装与传统封装工艺流程差距较大，先进封装新增应用包括晶圆研磨薄化、RDL制作、Bump制作、TSV制作等，其所需的半导体封装设备由原有后道封装设备和新增中前道设备构成。
- ◆ 在先进封装技术中，传统后道封装设备需针对更小尺寸、更高集成度、更复杂结构（如3D封装、TSV、扇出型封装等）进行技术升级，主要体现在精度提升、材料兼容性、工艺控制、自动化与智能化等方面。

目录

◆ 半导体封装设备行业综述	05
• 工艺流程及封装方式分类	06
• 后道封装设备市场规模	07
• 封装工艺所需半导体设备	08
• 传统后道设备升级及厂商	10
◆ 先进封装设备分析	11
• 传统后道设备：减薄机	12
• 传统后道设备：划片机	14
• 传统后道设备：贴片机	16
• 传统后道设备：键合机	18
• 传统后道设备：塑封机	20
• 传统全流程设备：量检测设备	22
• 新增中前道设备：光刻设备	24
• 新增中前道设备：涂胶显影设备	25
• 新增中前道设备：薄膜沉积设备	26
• 新增中前道设备：刻蚀设备	27
◆ 头豹业务合作介绍	28
◆ 方法论与法律声明	29

名词解释

- ◆ **Bump（凸点）**：在芯片与封装基板或另一芯片之间形成电气连接的小球状金属。通常由焊料、铜或金制成，用于实现芯片间的电性连接及热传导。
- ◆ **Chiplet（小芯片）**：指一种设计方法，通过将多个较小、较简单的芯片（chiplets）组合在一起以构建更复杂的集成电路，而不是使用单个大型芯片。这种方法可以提高制造效率和灵活性，并有助于降低成本。
- ◆ **FOWLP（扇出型晶圆级封装）**：一种先进的封装技术，通过在原始硅片之外扩展I/O接口来增加布线密度，允许更多的外部连接点而无需增加封装尺寸，从而支持更高性能和更多功能的集成。
- ◆ **RDL（重分布层）**：在半导体封装中，用于重新布局芯片上的输入/输出端口，使得这些端口可以被更有效地连接到封装基板或其他芯片上。RDL能够提供更灵活的设计选择，尤其是在高密度互连中。
- ◆ **SiP（系统级封装）**：将多个具有不同功能的电子元件集成到一个封装内，形成一个完整的功能系统。这些组件可能包括集成电路、被动元件等，旨在缩小整体尺寸并提升性能。
- ◆ **TSV（硅通孔）**：一种垂直互连技术，通过在硅片上钻微小的孔并填充导电材料，如铜，以实现芯片内部不同层次之间的直接电气连接。TSV技术对于三维集成电路(3D IC)的实现至关重要，因为它可以显著缩短互连线长度，减少信号延迟和功耗。
- ◆ **WLP（晶圆级封装）**：一种封装工艺，在整个晶圆阶段进行处理，而不是单独切割成芯片后进行封装。这样可以在不牺牲性能的情况下减小最终产品的尺寸，并且由于是在晶圆级别上进行，因此可以实现更高的生产效率。

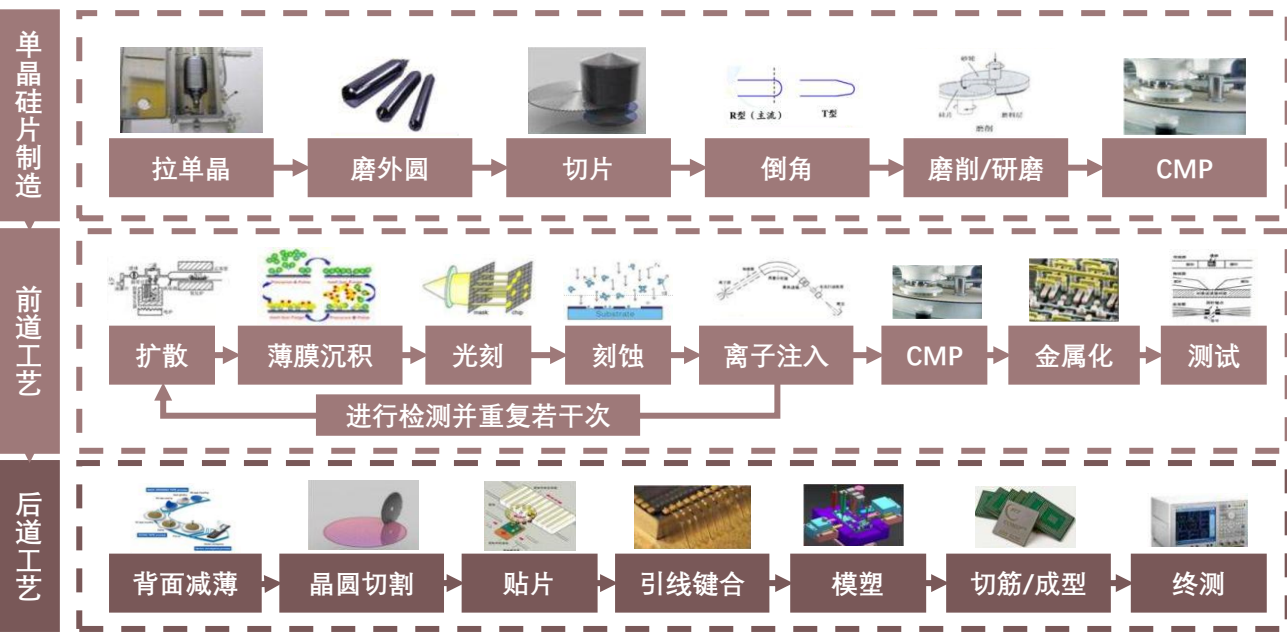
Chapter 1

半导体封装设备行业综述

■ 半导体封装设备行业综述——工艺流程及封装方式分类

- 传统封装以低成本和简单结构为主，先进封装通过高密度互连、异构集成、三维堆叠等技术，满足高性能计算、5G、AI等对算力、能效和小型化的需求，代表半导体行业的前沿发展方向

半导体制造工艺流程



■ 半导体制造工艺流程可分为前道工艺和后道工艺，前道工艺主要是晶圆制造环节，后道工艺主要是封装测试环节。其中，后道工艺中的封装（Package）是指通过一系列技术手段将经过测试的集成电路裸芯片（Die）与外部电路连接，并通过封装材料进行物理保护和环境隔离，最终形成可安装、可操作的独立电子器件的过程。

主要封装方式分类

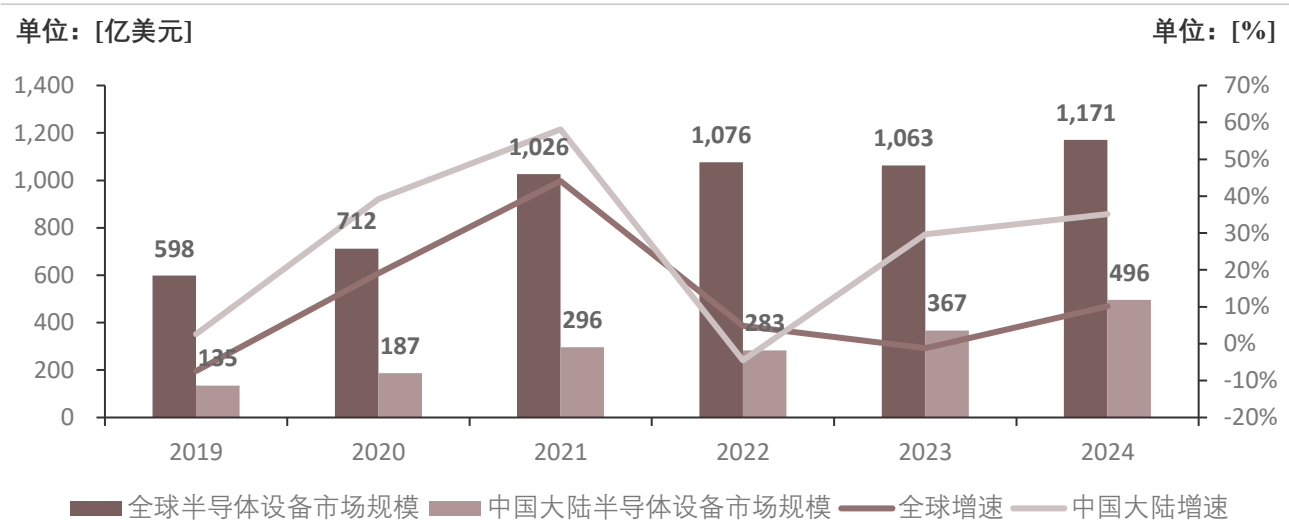
传统封装	打线类封装	DIP、LCC、QFP、WBBGA、SOT/TSOP、PGA等	以金属线连接芯片与基板/引线框架，工艺成熟、成本低，但存在引脚密度低、体积大、信号延迟高等局限，适用于低速、低密度场景，如功率器件、传感器等
	倒装	FCBGA、FCCSP、FC-SiP	芯片与基板直接通过凸点互连，无需打线
先进封装	晶圆级封装	WLCSP	芯片尺寸与封装尺寸一致，成本低
		Fan-Out	扩展I/O区域，支持大尺寸芯片
	Chiplet封装	MCM	通过高密度基板或混合互连整合多个功能芯片
		2.5D封装	采用有机材料如BT树脂，成本低但性能受限
			使用硅基材料，提供高导热和低延迟的精细布线
			通过硅基桥接结构实现复杂多芯片互连
		3D IC	芯片垂直堆叠，TSV实现层间互连
		3D FO	结合3D堆叠与扇出技术，兼顾性能与成本
	其他	FOPLP等	面板级扇出，适合大尺寸面板驱动IC

来源：头豹研究院

■ 半导体封装设备行业综述——后道封装设备市场规模

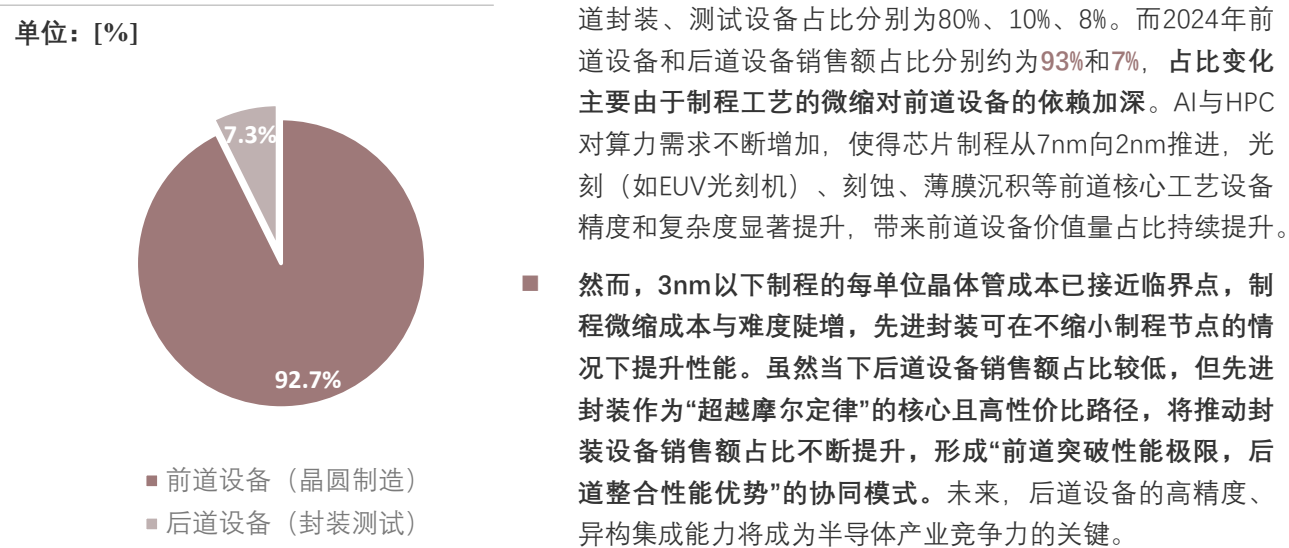
- 全球半导体制造设备销售额从2023年的1063亿美元增长至2024年的1171亿美元，其中后道设备占比约为7%。未来，先进封装作为“超越摩尔定律”的核心且高性价比路径，将推动封装设备占比不断提升

全球与中国半导体设备销售额，2019-2024



- 根据SEMI数据，全球半导体制造设备销售额从2023年的1063亿美元增长至2024年的1171亿美元，同比增长10%。其中，前道设备市场增长显著，晶圆加工设备销售额增长9%，其他前道细分市场销售额增长5%。前道设备市场的增长主要得益于尖端和成熟逻辑、先进封装和高带宽存储器（HBM）产能扩张的投资增加，以及来自中国大陆的投资大幅增加；后道设备市场在经历了两年的连续低迷后，在AI芯片和HBM制造日益复杂且需求不断增长的推动下，在2024年迎来了转机。其中，封装设备销售额同比增长25%，测试设备销售额同比增长20%。

半导体前/后道设备销售额占比，2024



来源：SEMI，头豹研究院

■ 半导体封装设备行业综述——封装工艺所需半导体设备

- 不同先进封装与传统封装工艺流程差距较大，先进封装新增应用包括晶圆研磨薄化、RDL制作、Bump制作、TSV制作等，其所需的半导体封装设备由原有后道封装设备和新增中前道设备构成



- 报告完整版/高清图表或更多报告：请登录 www.leadleo.com
 - 如需进行品牌植入、数据商用、报告调研等商务需求，欢迎与我们联系
- 首席分析师：oliver.yuan@leadleo.com
- 主笔分析师：jacob.zhang@leadleo.com

来源：头豹研究院

（接上页——封装工艺所需半导体设备）

- 不同先进封装与传统封装工艺流程差距较大，先进封装新增应用包括晶圆研磨薄化、RDL制作、Bump制作、TSV制作等，其所需的半导体封装设备由原有后道封装设备和新增中前道设备构成

先进封装新增中前道设备及原有后道设备

分类	设备名称	先进封装应用实例	作用说明
新增中前道设备	光刻机	RDL制作	在芯片表面或中介层上定义金属布线的图案，实现信号的重新分布
		Bump制作	定义微凸点或铜柱图案，用于芯片与基板的电气连接
		TSV对准与图案化	3D封装中通过光刻定义TSV孔的开口位置
	刻蚀设备	TSV刻蚀	3D封装中在硅中介层或芯片中刻蚀深宽比高的TSV孔
		TDL图形化	刻蚀金属层以形成精细的金属线路
	薄膜沉积设备	RDL沉积	沉积铜、铝等金属层，形成电路连接
		TSV金属填充	填充TSV孔以实现垂直互连
		介质层沉积	沉积绝缘层（如SiO ₂ 、SiN），隔离金属线路
	涂胶显影设备	光刻工艺配套	在光刻前涂覆光刻胶，显影后形成图案
		TSV/凸点工艺	在TSV或凸点制作中，光刻胶用于定义刻蚀或电镀区
原有后道设备	划片机	薄片切割	3D堆叠中切割超薄芯片
		WLP	切割晶圆级封装后的芯片
	减薄机	芯片薄化	3D堆叠或扇出型封装中将芯片减薄
		中介层处理	减薄硅中介层
	固晶机	高精度贴装	将芯片以纳米级精度贴装到中介层或基板
		多芯片堆叠	实现多层芯片的垂直堆叠
	键合机	混合键合	实现Cu-Cu或SiO ₂ -SiO ₂ 共价键合
		热压键合	用于TSV凸点或微凸点的回流焊接
		临时键合	将芯片键合到载片以实现薄化或堆叠
	模塑机	扇出型封装	将芯片嵌入环氧树脂并形成RDL
		多芯片模塑	封装多芯片异构集成（如Chiplet）
	电镀设备	TSV填充	电镀铜或钨填充深孔
		RDL金属化	沉积铜或铝作为重布线层
		Bump制作	形成微凸点（如铜柱或金凸点）
	清洗设备	TSV/混合键合前清洗	去除表面颗粒和有机物（如等离子清洗）
		电镀后清洗	清除金属残留和溶液污染

来源：头豹研究院

■ 半导体封装设备行业综述——传统后道设备升级及厂商

- 在先进封装技术中，传统后道封装设备需针对更小尺寸、更高集成度、更复杂结构（如3D封装、TSV、扇外型封装等）进行技术升级，主要体现在精度提升、材料兼容性、工艺控制、自动化与智能化等方面

先进封装下的传统后道设备技术升级及国内供应商

后道设备	先进封装下的技术升级	国内供应商
减薄机	<ul style="list-style-type: none">超薄晶圆处理：支持10μm以下的晶圆减薄，甚至亚微米级（如硅通孔TSV工艺）精度与稳定性：提升厚度均匀性（如±0.1μm），避免晶圆破损或表面划伤材料兼容性：适应不同基材（如玻璃、化合物半导体、复合材料）温控系统：防止减薄过程中晶圆因摩擦生热导致变形或应力损伤非接触式工艺：引入化学机械抛光或等离子辅助减薄技术，减少机械应力	<ul style="list-style-type: none">华海清科晶盛机电中电科迈为股份
划片机	<ul style="list-style-type: none">高精度切割：定位精度达纳米级（如±1μm），切割宽度更窄（<10μm）激光切割技术：采用紫外（UV）或CO₂激光切割，减少热影响区（HAZ）和微裂纹异形切割能力：支持曲线、盲孔等复杂形状切割（如扇外型封装）薄晶圆支撑：配备真空吸附或液态介质支撑系统，防止超薄晶圆断裂自动化检测：集成实时裂纹检测和碎片回收系统	<ul style="list-style-type: none">光力科技大族激光迈为股份京创先进和研科技
固晶机	<ul style="list-style-type: none">超高精度贴装：对位精度达亚微米级（如±1μm），支持微米级芯片（如0.5mm×0.5mm）非接触式对位：采用3D视觉或激光对位技术，适应TSV、铜柱等复杂结构	<ul style="list-style-type: none">新益昌华封科技普莱信



- 报告完整版/高清图表或更多报告：请登录 www.leadleo.com
 - 如需进行品牌植入、数据商用、报告调研等商务需求，欢迎与我们联系
- 首席分析师：oliver.yuan@leadleo.com
- 主笔分析师：jacob.zhang@leadleo.com

来源：头豹研究院

Chapter 2

先进封装设备分析

先进封装设备分析——传统后道设备：减薄机

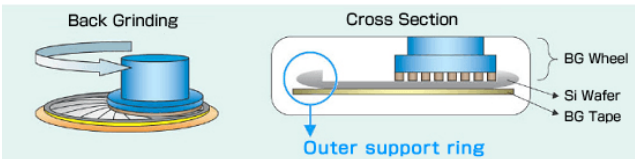
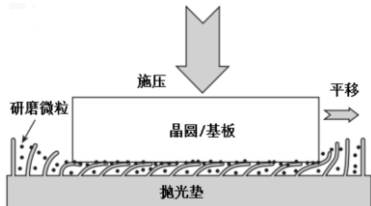
- 在先进的多层封装技术(如2.5D/3D封装)中，所需的芯片厚度通常低于100um甚至50um以下。超薄晶圆由于其柔软性、较低的刚性和易脆性，对减薄设备的精度和工艺控制提出了极高的挑战

晶圆减薄工艺分类及特点

晶圆减薄	机械磨削 (Grinding)	工作原理：通过高速旋转的磨具（如金刚石砂轮）与晶圆表面摩擦，物理去除材料，分为粗磨、精磨和抛光阶段。 优势：高效低成本，适应性强；劣势：表面损伤大，破片风险高。
	化学机械研磨 (CMP)	工作原理：结合化学腐蚀与机械抛光，利用研磨液软化晶圆表面，通过抛光垫摩擦去除材料，实现全局平坦化。 优势：超高平整度，无应力；劣势：工艺复杂，成本高。
	湿法刻蚀	工作原理：通过化学药剂（如碱性溶液）选择性腐蚀晶圆表面，可分为各向同性（均匀腐蚀）或各向异性（沿晶向定向腐蚀）。 优势：设备简单，局部可控；劣势：速度慢，均匀性差。
	干法刻蚀	工作原理：通过等离子体或离子束轰击晶圆表面，利用物理溅射或化学反应去除材料，如反应离子刻蚀或离子束刻蚀。 优势：高选择性，环保无残留；劣势：成本高，表面粗糙度高。

- 不同先进封装技术路径的工艺流程与传统封装相比差异较大，但划片、贴片、键合、塑封设备仍为必备工艺。其中，晶圆减薄机（Wafer Thinning Machine）是半导体制造中的关键设备，主要用于对半导体晶圆进行减薄处理，以满足后续工艺（如封装、测试）的要求。其核心作用包括减小晶圆厚度、改善表面质量，以及适应先进封装。
- 晶圆减薄工艺指在圆片背面采用机械或化学机械方式进行研磨，将圆片减薄到适合封装的程度。其原理主要是通过机械磨削、化学机械研磨、湿法刻蚀、干法刻蚀等方法来去除晶圆表面的材料。在减薄过程中，需要严格控制晶圆的平整度和厚度，以确保晶圆的质量和性能。晶圆减薄机是实现晶圆减薄工艺的关键设备。典型的晶圆减薄工艺的技术流程通常包括前期准备、晶圆固定、粗磨、精磨、抛光（可选）、清洗、检测和后续处理等多个关键步骤。
- 晶圆厚度一般约为750μm，可将晶圆减薄至100um左右（最厚的晶圆用于逻辑门，厚度为100μm），以确保机械稳定性并防止高温加工过程中的翘曲。随着3D封装应用逐渐增多，要求晶圆厚度减薄至50-100um甚至50um以下，将显著增加对减薄设备的品质需求。此外，DRAM内存通常需要厚度为50um的晶圆，而MEMS存储器的厚度通常约为30μm。

化学机械抛光（CMP）工艺原理图及设备图



CMP设备主要依托CMP技术的化学-机械动态耦合作用原理，通过化学腐蚀与机械研磨的协同配合作用，实现晶圆表面多余材料的高效去除与全局纳米级平坦化。

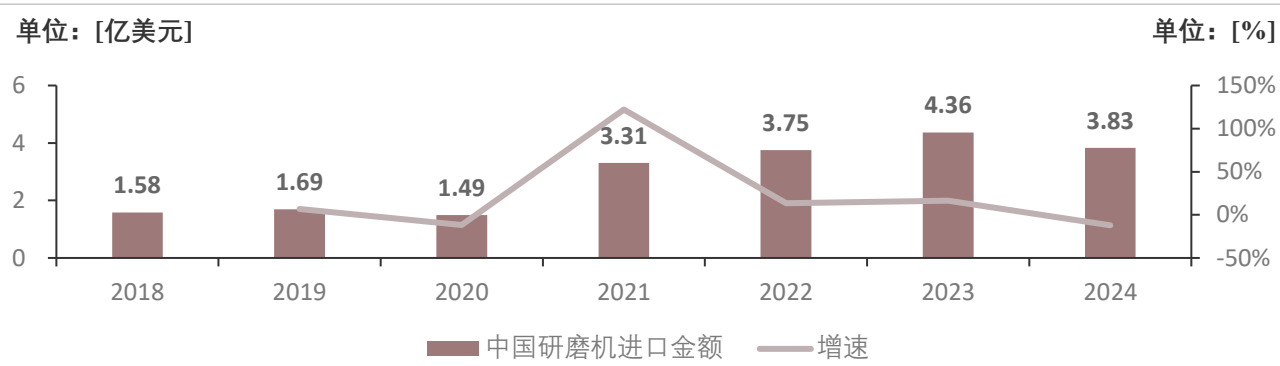
TAIKO工艺是一种晶圆减薄技术，与以往的背面研削不同，在对晶圆进行研削时，将保留晶圆外围边缘部分（约3mm左右），只对圆内进行研削薄型化的技术。

来源：华海清科招股书，DISCO官网，艾邦半导体，头豹研究院

（接上页——传统后道设备：减薄机）






- 全球减薄机市场集中度较高，主要由日本企业主导，包括日本Disco、东京精密、G&N等，CR3约为85%。其中，DISCO市场份额最高。中国企业包括华海清科、晶盛机电、中国电科、迈为股份等

中国研磨机进口金额，2018-2024



- 根据海关总署数据，2024年1-12月中国半导体制造设备总进口金额为196.12亿美元，同比增长8.5%。其中，中国进口研磨机金额为**3.83亿美元**，同比减少**12.2%**，2018-2024年CAGR为**15.9%**。
- 全球减薄机市场集中度较高，主要由日本企业主导，包括日本Disco、东京精密（TOKYO SEIMITSU）、G&N、Okamoto Semiconductor Equipment Division等，CR3约为85%，其中DISCO份额最高，占据全球主导地位。中国本土企业有华海清科、晶盛机电、中国电科、迈为股份等。海外头部减薄机厂商如DISCO、东京精密的单台设备价格在300~500万元人民币左右，且其设备自动化程度较高。而国产减薄机单价约在300万元人民币左右，单台减薄机年产在6万片左右。

全球主要减薄机厂商产品情况

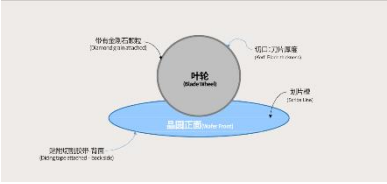
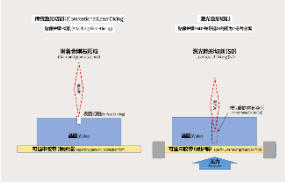
主要企业	减薄机产品	图示
DISCO	DISCO的研削机型号包括DFG8340/8540/8541/8561/8640/8830、DGP8761、DAG810。其中，DPG-8761机型在中国大陆市场应用广泛，可稳定地进行厚度在25μm以下的减薄加工。	 DISCO 研削抛光机 DGP8761
东京精密	东京精密的减薄研磨机型号为PG3000RMX，可实现15um晶圆高速量产的研磨抛光一体化生产系统。此外，公司还提供高刚性研磨机，分别为HRG3000RM、HRG300/HRG300A、HRG200X。	 东京精密 减薄研磨机 PG3000RMX
G&N	G&N于1964年开发了世界第一台半导体晶圆研磨机，G&N的减薄研磨机有型号MPS2 R300 CV、MPS R400 CV、MPS R400 CV TWIN、MPS RC Vacuum。可实现TTV≤3um，片差厚度≤2μm。	 G&N 减薄研磨机 MPS R400 CV
华海清科	华海清科减薄设备有Versatile-GP30和Versatile-GM300。2023年5月，华海清科Versatile-GP300量产机台出机发往集成电路龙头企业，产业化取得重要突破。	 华海清科 减薄抛光一体机 Versatile-GP300
中国电科	中国电科的全自动减薄机型号包括WG1230/1261/1240/1281等，此外还有晶片双面研磨机WP301D、精密研磨机WP4300等。2023年9月，中国电科司8-12寸系列减薄机发货突破百台。	 中国电科 自动减薄机 WG-1220

来源：海关总署，公司官网，头豹研究院

先进封装设备分析——传统后道设备：划片机

- 晶圆划片机是使用刀片或通过激光等方式将含有很多芯片的晶圆分割成晶片颗粒的装置。在先进封装背景下，采用激光切割（尤其是激光隐形切割）是主要趋势

不同晶圆切割工艺对比

	刀片切割	激光切割
示意图		
技术原理	空气主轴固定刀片划切晶圆	激光头划切晶圆
核心零部件	空气主轴	激光器及光学聚焦系统
技术优势	成本低、寿命长	切割精度高、切割速度快
适用领域	较厚的晶圆（> 100μm）	较薄的晶圆（< 100μm）

- 晶圆划片机是使用刀片或通过激光等方式将含有很多芯片的晶圆分割成晶片颗粒的装置，是半导体后道封测中晶圆切割和WLP切割环节的关键设备。切割的质量与效率直接影响芯片的质量和生产成本。
- 根据晶圆工艺制程及对产品需求的不同，一片晶圆通常由几百至数万颗小芯片组成,业内大部分晶圆的Dice之间有着40μm-100μm不等的间隙区分，此间隙被称为切割道，而圆片上99%的芯片都具有独立的性能模块（1%为边缘dice，不具备使用性能）。为将小芯片分离成单颗dice，就需要使用切割工艺对圆片进行切割。划片工艺主要分为刀片切割和激光切割，激光切割又可分为传统激光切割和激光隐形切割。传统激光切割要在晶圆表面上事先涂层保护膜，再通过 在晶圆的划片槽上施加高能量的激光来切割硅；而隐形激光切割则是先用激光能量切割晶圆的内部，再向贴附在背面的胶带施加外部压力，使其断裂，从而分离芯片的方法。

砂轮切割和激光隐形切割芯片产出量对比

芯片尺寸/mm*mm	0.5*0.5	1*1	2*2	5*5	8*8
砂轮切割 间隙宽度80μm	100880	57706	15434	2525	974
隐形切割： 间道宽度15μm	254919	65367	16454	2592	990
芯片差值	54039	7661	1020	67	16
增值占比	26.9%	13.3%	6.6%	2.7%	1.7%

分别将常规砂轮切割所需80μm的划片间道宽度，与隐形切割仅需15μm划片间道宽度进行同尺寸晶圆可产出芯片数量对比，可看出对尺寸1mm×1mm的芯片，间道宽度由80μm缩小至15μm，可增加13.3%的芯片量；而对于0.5mm×0.5mm的芯片，因间道宽度的减少，出现了晶圆总出芯片量26.9%的增加。因此，采用隐形切割是提高晶圆利用率、增加芯片产出量的重要手段。

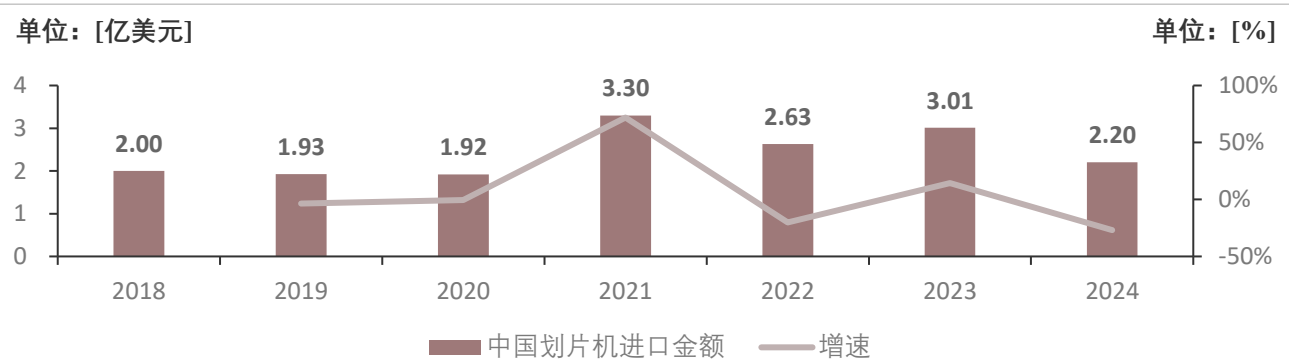
- 在先进封装背景下，激光切割（尤其是激光隐形切割）的应用趋势显著超越传统刀片切割，其核心优势在于：1) 满足高精度、低损伤的需求，保护先进封装中的微纳结构；2) 灵活适应复杂设计，如薄晶圆、异构集成和3D堆叠。

来源：SK hynix Newsroom，《激光技术在半导体晶圆划片工艺中的应用》，头豹研究院

（接上页——传统后道设备：划片机）





- 全球划片机市场主要被日资垄断，行业进口依赖程度较高。全球前三大半导体划片机厂商为日本的DISCO、东京精密，以及中国的光力科技,三者合计占据市场份额接近90%

中国划片机进口金额，2018-2024



- 根据海关总署数据，2024年1-12月中国进口划片机（切割设备）金额为**2.20亿美元**，同比减少**27.0%**，2018-2024年CAGR为**1.6%**。
- 全球划片机市场主要被日资垄断，行业进口依赖程度较高。2022年，全球前三大半导体划片机厂商为日本的DISCO、东京精密，以及中国的光力科技。三者合计占据市场份额超87%，其中DISCO占据65%的份额，东京精密为25%。
- 中国划片机厂商包括光力科技、和研科技、京创先进、大族激光、迈为股份、博捷芯、达仕科技、中科电、腾盛精密等。近年来，中国划片机厂商通过并购整合模式迅速切入中高端机型市场，部分产品性能、精度和速度等指标已达到国际一流水平，国内主要的OSAT和IDM厂商陆续批量导入国产划片机。

全球主要划片机厂商产品情况

主要企业	划片机产品	图示
DISCO	DISCO的激光切割机型号为DFL系列，刀片切割机型号为DFD系列和DAD系列。2023年12月，DISCO推出全新的SiC（碳化硅）切割设备，可将碳化硅晶圆的切割速度提高10倍，首批产品已交付客户。	 DISCO 激光隐形切割机 DFL7362
东京精密	东京精密切割机型号为AD3000/2000/20系列和SS10/20/30系列，激光切割机型号为ML300系列（已停产）。	 东京精密 切割机 AD3000T-PLUS
光力科技	光力科技先后在半导体划片机业务板块通过三次海外并购,快速成长为全球排名第三的半导体切割划片设备供应商。光力科技拥有12英寸双轴全自动划片机ADT-8230（定位精度3μm，重复定位1μm）、双轴半自动划片机ADT-6231等系列产品。	 光力科技 双轴全自动划片机 ADT-8230
和研科技	和研科技DS系列精密划片机（DS260\9240\9100/9202等型号），以及JS系列全自动切割分选一体机。	 和研科技 划片机 DS9260

来源：海关总署，未来半导体，头豹研究院

先进封装设备分析——传统后道设备：贴片机

- 贴片机，也称固晶机。在由于先进封装技术如3D堆叠、SiP、FOWLP等需要处理更小尺寸的元件、更密集的布局以及更复杂的结构，因此对于固晶机的精度、效率提出了更高的要求

贴片设备分类

应用领域	IC	传感器	分立器件	LED
精度要求	高	低	低	很低
效率要求	低	高	高	高
封装类型	传统封装&先进封装		传统封装	传统封装

- 贴片机（Die bonder），也称固晶机，将芯片从已经切割好的晶圆（Wafer）上抓取下来，并安置在基板对应的Die flag上，利用银胶（Epoxy）把芯片和基板粘接起来。贴片机可高速、高精度地贴放元器件，并实现定位、对准、倒装、连续贴装等关键步骤。
- 封装贴片机分为FC封装贴片机、FO封装贴片机和2.5D/3D贴片机。按照应用类型，可分为IC固晶机、分立器件固晶机、LED固晶机（贴片固晶机和COB固晶机），主要应用于半导体电芯片、光芯片、光模块、硅光器件、传感器等封装制程。

先进封装对于贴片机的精度和效率要求

	精度	效率
传统封装贴片机	一般为±25μm以上	中速贴片机UPH约12~15K，部分国产设备可达15K以上
叠层封装贴片机	需精确堆叠对准，约为±10~20μm	速度较低，UPH约为2K
倒装封装贴片机	需应对倒装芯片的Bump精准对位，约为±3~5μm	UPH为10~27K
晶圆级封装贴片机	因直接在晶圆上进行封装，需亚微米级精度，约为±1~5μm	兼顾高精度与中等速度，UPH约为5~8K
2.5D、3D封装贴片机	需处理硅通孔（TSV）和复杂堆叠结构，约为±1~3μm	精度模式下UPH约为2~3K
SiP系统级封装贴片机	因集成多芯片和被动元件，需要中高精度，约为±5~10μm	取决于集成模块类型，UPH约为1K
PLP板级封装贴片机	一般为3~5μm	UPH约为10K

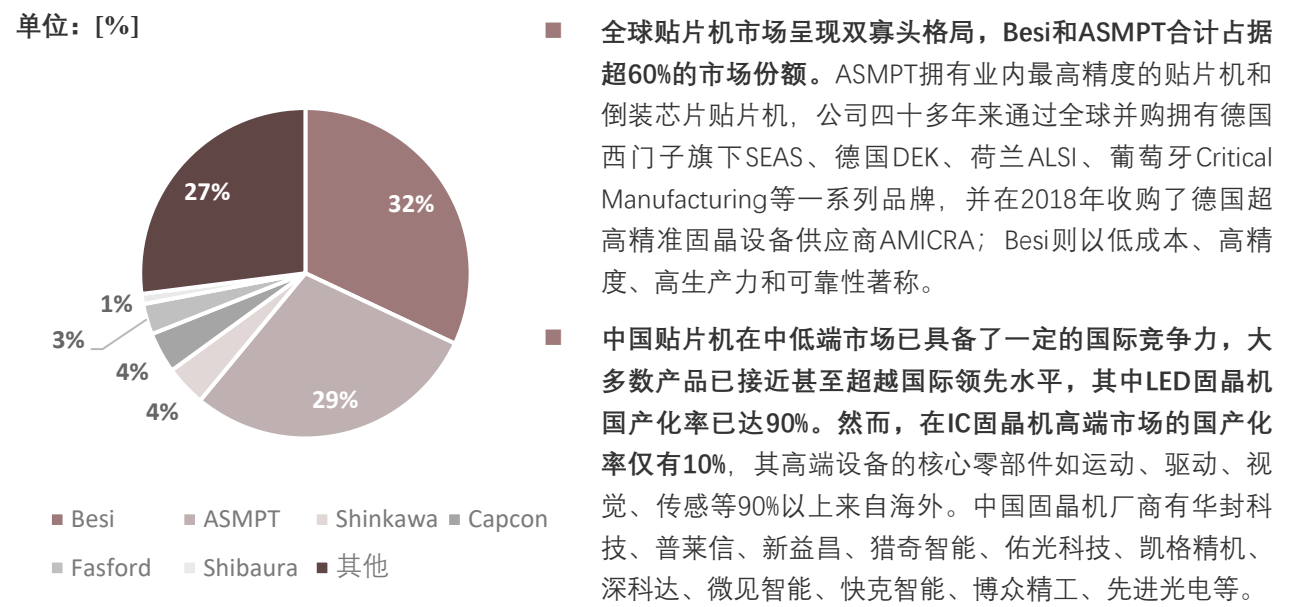
- 由于先进封装技术如3D堆叠、系统级封装（SiP）、扇出型晶圆级封装（FOWLP）等需要处理更小尺寸的元件、更密集的布局以及更复杂的结构，因此对于贴片机的精度、效率提出了更高的要求。精度方面，当前国产IC固晶机普遍精度为±25μm以上，而国际领先水平为±3~5μm，高端机型可达±1μm（如ASMP T COS贴片机）。先进封装需求下，3D NAND、HBM等要求精度达到±1~3μm，以确保芯片与基板的精准对位和互连密度提升；效率方面，当前国产设备内UPH约为12-15K，而国际领先机型的中高精度设备UPH可达15-20K，高速机型（如ASMP T FC/FB系列）可突破25K。先进封装产线上，为满足高产能需求，需UPH提升至20K以上，甚至30K。

来源：未来半导体，头豹研究院






（接上页——传统后道设备：贴片机）

- 全球贴片机市场呈现双寡头格局，Besi和ASMPT合计占据超60%的市场份额。中国贴片机在中低端市场已具备国际竞争力，大多数产品已接近甚至超越国际领先水平，然而在高端市场国产化率仅10%

全球先进封装贴片机市场格局，2021



全球主要贴片机厂商产品情况

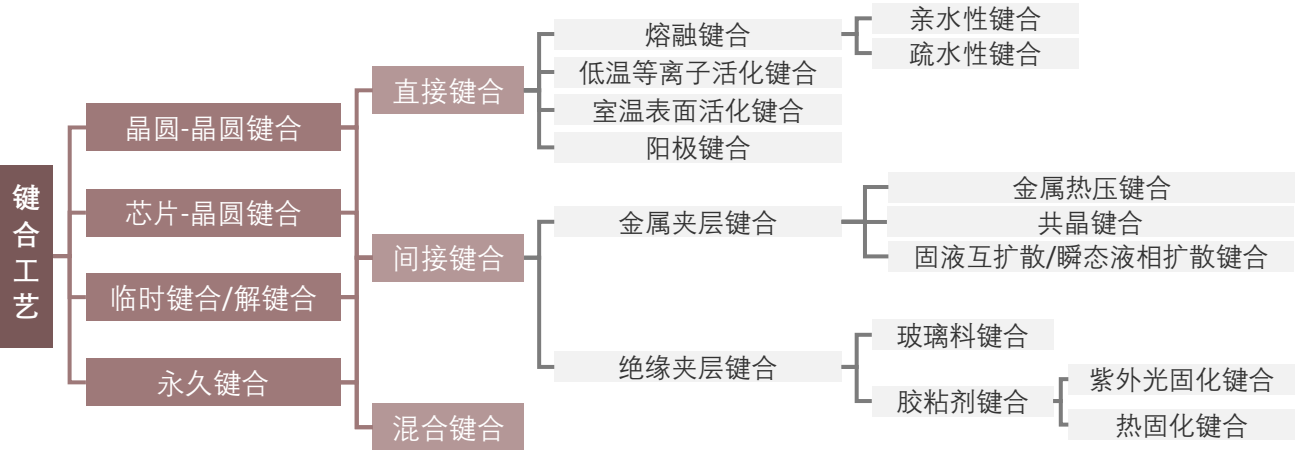
主要企业	固晶机产品	图示
Besi	Besi拥有Esec和Datacon两大贴片机品牌，包括面向先进封装提供多模块连接产品Datacon 2200 evo系列、倒装芯片Datacon 8800系列，固晶贴装产品Esec 2100系列、功率半导体Esec 2009系列等。	 <div>Besi 多芯片贴片机 Datacon 2200 evo</div>
ASMPT	ASMPT拥有业内最高精度的贴片机。其中，Nova Plus精度为±1.0 μm，可适用于半导体先进封装、微机电系统、汽车传感器、射频识别和光电系统；AFC Plus具有极高的精度和贴装精度（±1.5μm），应用在微光学、LED和MEMS组装、半导体先进封装；COS贴片机精度为±1.5μm，适用于矽光电子、光器件封装等。	 <div>ASMPT 贴片/倒装 贴片机 Nova Plus</div>
华封科技	华封科技是国内高端贴片机厂商共规划了六大系列产品（A系列、L系列、R系列、M系列、V系列和E系列），来支持多种场景下的先进制程。同时，公司拥有2060W-晶圆级封装贴片机、2060P-倒装晶片封装贴片机、2060M-SIP系统级封装贴片机。	 <div>华封科技 倒装晶片封装 贴片机 2060P</div>
新益昌	新益昌提供LED和IC固晶机，其LED固晶机在国内市占率第一。公司IC固晶机有HAD810/812/816系列，LED固晶机有GTS100系列、HAD129F、GT836M、GS128V等。	 <div>新益昌 平面式高速LED 固晶机 GTS-100AH-N</div>
微见智能	微见智能提供通用高精度固晶机系MV-15D、MV-15H、MV-15T、MV-50A、MV-05A；专用高精度固晶机系列有微组装固晶机MV-MAR、光学模组贴片机MV-AVR、烧结工艺固晶机MV-50S、Mini-LED修补设备MV-15L、激光加热固晶机MV-15LAB等。	 <div>微见智能 1.5μm多功能 固晶机 MV-15D</div>

来源：头豹研究院

先进封装设备分析——传统后道设备：键合机

- 传统的引线键合技术通过使用金属引线完成电气连接，但由于物理空间限制和信号延迟问题，难以适应现代先进封装的需求。为克服这些挑战，热压键合与混合键合被视为关键技术发展方向

键合工艺分类



- 键合（Bonding）是通过物理或化学的方法将两片表面光滑且洁净的晶圆贴合在一起，以辅助半导体制造工艺或形成具有特定功能的异质复合晶圆。
- 键合技术种类繁多，根据晶圆类型划分的晶圆-晶圆键合（Wafer-to-Wafer，W2W）和芯片-晶圆键合（Die-to-Wafer，D2W）；根据键合后是否需要解键合可分为临时键合（Temporary Bonding）和永久键合（Permanent Bonding）；根据是否引入辅助界面夹层分为直接键合、间接键合和混合键合（Hybrid Bonding）等。另外，传统键合方法如引线键合（Wire Bonding）正逐渐被先进方法如倒装芯片键合（Flip Chip Bonding）和混合键合等所取代。

封装形式对键合设备的要求

	引线键合（1975）	倒装封装（1995）	热压键合（2012）	扇出封装（2015）	混合键合（2018）
连接类型	引线	锡球/铜柱	铜柱	RDL/铜柱	铜-铜
连接密度	5-10/mm ²	25-400/mm ²	156-625/mm ²	500+/mm ²	10K-1MM/mm ²
基板	有机物/引线	有机物/引线	有机物/硅	无	无
精度	20-10μm	10-5μm	5-1μm	5-1μm	0.5-0.1μm
能量	10pJ/bit	0.5pJ/bit	0.1pJ/bit	0.5pJ/bit	< 0.05pJ/bit

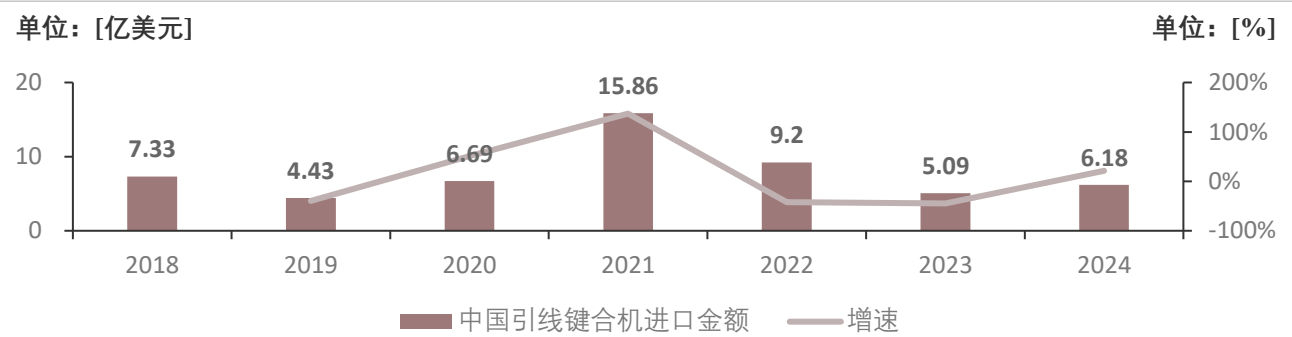
- 随着封装技术的持续进步，键合设备现在需要达到更高的精度以及更精细的能量控制。根据Besi的数据，在最新混合键合技术的推动下，键合精度已从原先的5-10/mm²大幅提升至10K-1MM/mm²，同时能量消耗显著降低至每比特仅需0.05pJ。进入后摩尔时代，封装技术的重点转向了提高传输效率和减小芯片尺寸。传统的引线键合技术通过使用金属引线完成电气连接，但由于物理空间限制和信号延迟问题，难以适应现代先进封装的需求。为克服这些挑战，热压键合（TCP）与混合键合（Hybrid Bonding）被视为关键技术发展方向。特别是混合键合技术，它采用铜触点代替传统引线，实现了晶圆间的直接电气互连，使得互连密度相比过去提升了十倍以上。然而，这种方法对晶圆表面的光滑度、清洁程度以及对准精度提出了极高的要求。目前，混合键合技术主要应用于高性能存储领域，如HBM和3D NAND等。

来源：《异质集成核心工艺晶圆键合综述》，Besi，头豹研究院

（接上页——传统后道设备：键合机）







- 全球键合机行业集中度较高，龙头企业占据市场主导地位。新加坡ASMPT公司以及美国库力索法公司为全球键合机主要供应商，中国厂商有迈为股份、奥特维、拓荆科技、芯源微、华卓精科等

中国引线键合机进口金额，2018-2024



- 根据海关总署数据，2024年1-12月中国进口引线键合机金额为**6.18亿美元**，同比增长**21.2%**，2018-2024年CAGR为**-2.8%**。
- 全球键合机行业集中度较高，龙头企业占据市场主导地位。新加坡ASMPT公司以及美国库力索法公司（Kulicke & Soffa）为全球键合机主要供应商，合计占据市场近八成份额。中国键合机行业起步较晚，本土厂商包括拓迈为股份、奥特维、拓荆科技、芯源微、华卓精科、芯睿科技、青禾晶元等。

全球主要键合机厂商产品情况

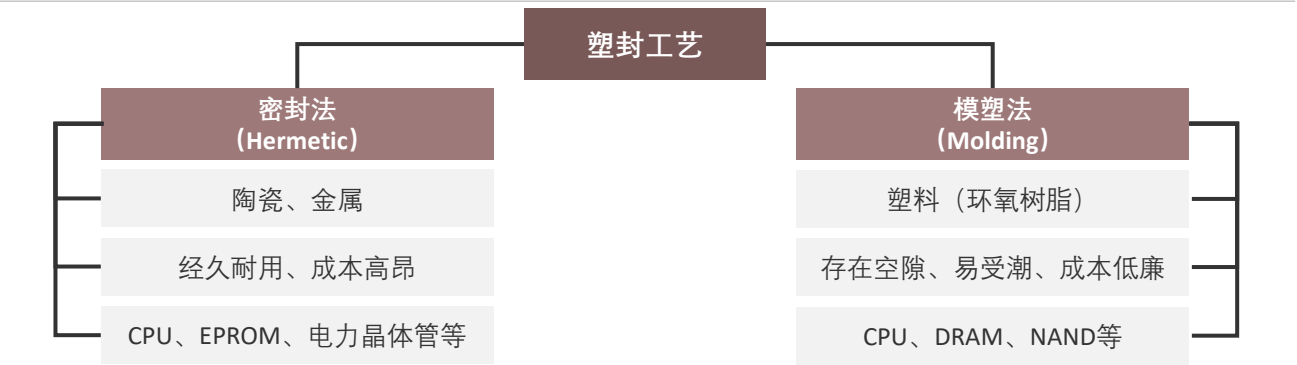
主要企业	键合机产品	图示
Kulicke & Soffa	库力索法公司的晶圆级键合机为ATPremierPS PLUSTM，该键合机可能够粘合直径达300mm的晶圆、陶瓷或基板，焊接准确率为±3.5m@3 sigma (200mm工件)及±5.0m@3 sigma (300 mm工件)。	 Kulicke & Soffa 晶圆级键合机 ATPremierPS PLUSTM
ASMPT	ASMPT键合机包括FIREBIRD TCB系列，主要用于异构集成的芯片2D、2.5D及3D封装。ASMPT已向美光提供了用于HBM生产的演示热压(TC)键合机。双方已开始联合开发下一代键合机，用于HBM4生产。	 ASMPT 热压键合机 FIREBIRD TCB
华卓精科	华卓精科可提供混合键合设备和临时键合设备，包括混合键合设备(UP-UMA®HB300)、熔融键合设备(UP-UMA®FB300)、芯粒键合设备(UP-D2W-HB)。	 华卓精科 混合键合设备 HBS300系列
青禾晶元	青禾晶元可提供晶圆及芯片键合设备，涵盖超高真空常温键合（SAB61系列）、亲水/混合键合（SAB62、SAB82系列）、热压/阳极键合（SAB63系列）、临时键合/解键合（SAB64系列）以及高精度TCB键合（SAB83系列）等。	 青禾晶元 超高真空室温 晶圆键合机 SAB6110 CST
芯睿科技	芯睿科技最新键合机产品包括4-8寸全新Carriera系列临时键合解键合设备、12寸全新Aviator系列临时键合&12寸全新Libera系列激光解键合设备、8-12寸全新Divina系列永久键合机。	 芯睿科技 全自动永久 键合机 APB-08
拓荆科技	拓荆科技的12英寸键合机产品为Dione 300系列，用于实现在常温下多材料表面的晶圆键合。系列产品包括Dione 300和Dione 300F，可搭载晶圆表面活化、清洗、键合和键合精度量测模块。	 拓荆科技 晶圆级键合设备 Dione 300

来源：头豹研究院

■ 先进封装设备分析——传统后道设备：塑封机

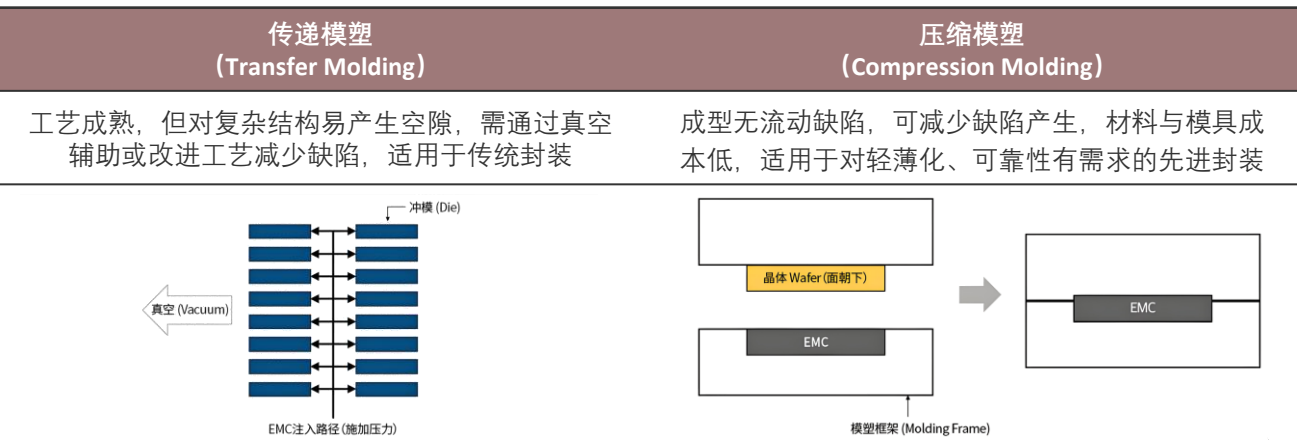
- 塑封机是一种将芯片封装在塑料（如环氧树脂）或其他材料中的设备。塑封工艺可分为密封法和模塑法，而模塑法又可分为传递模塑和压缩模塑，压缩模塑更适合先进封装中对轻薄化、高可靠性有需求的场景

塑封工艺分类



- 塑封机是一种将芯片封装在塑料（如环氧树脂）或其他材料中的设备，其核心功能是为芯片提供物理保护盒电气绝缘，将芯片、引线框架或基板与封装体牢固结合，确保信号传输和散热性能。
- 塑封工艺通常包含以下步骤：芯片贴装、预热与合模、注塑/传压、固化、去飞边与成型。
- 塑封工艺大体上可分为密封法（Hermetic）和模塑法（Molding）：密封法(Hermetic)指附接陶瓷板或金属盖板进行密封；模塑法(Molding)指先熔化再固化塑料环氧材料(Epoxy)进行密封。在这两种方法中，目前很少使用密封法(Hermetic)，而多采用使用环氧树脂模塑料的模塑法(Molding)。
- 模塑法又可进一步分为传递模塑（Transfer Molding）和压缩模塑（Compression Molding）：传递模塑将熔化的环氧树脂通过压力推过模具中的狭窄通道，注入模具空腔，固化成型。传递模塑工艺成熟，但对复杂结构（如多层芯片）易产生空隙，需通过真空辅助或改进工艺减少缺陷，适用于传统封装；压缩模塑法则将环氧树脂颗粒直接放入模具中，加热熔化后施加高压，使其均匀填充模具并固化。压缩模塑工艺具有缺陷检测、成本低廉和环境影响小等优点，尤其适合先进封装中对轻薄化、高可靠性有需求的场景（如WLCSP、多层封装）。

模塑法工艺分类

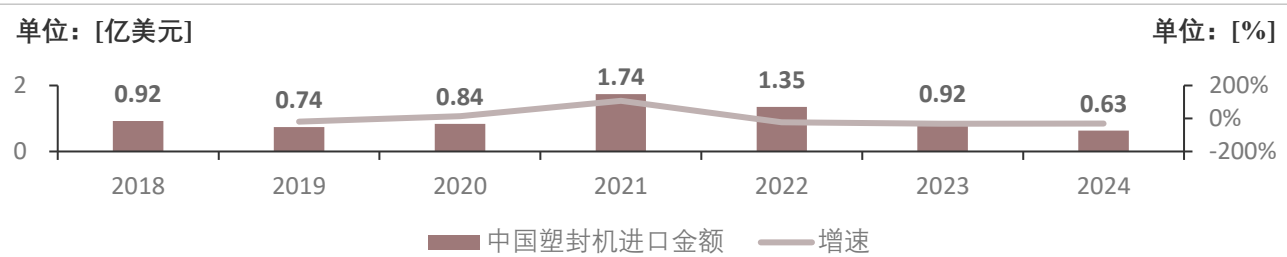


来源：头豹研究院

（接上页——传统后道设备：塑封机）

- 全球半导体塑封机市场呈现寡头垄断格局，TOWA、YAMADA等公司占据了绝大部分半导体全自动塑封机市场。中国仅少数塑封机厂商可满足多数产品的塑封要求，国内代表厂商有三佳科技、耐科装备等

中国塑封机进口金额，2018-2024






■ 根据海关总署数据，2024年1-12月中国进口塑封机金额为**0.63亿美元**，同比减少**31.1%**，2018-2024年CAGR为**-6.1%**。

中国半导体全自动塑封机市场格局，2020



全球主要塑封机厂商产品情况

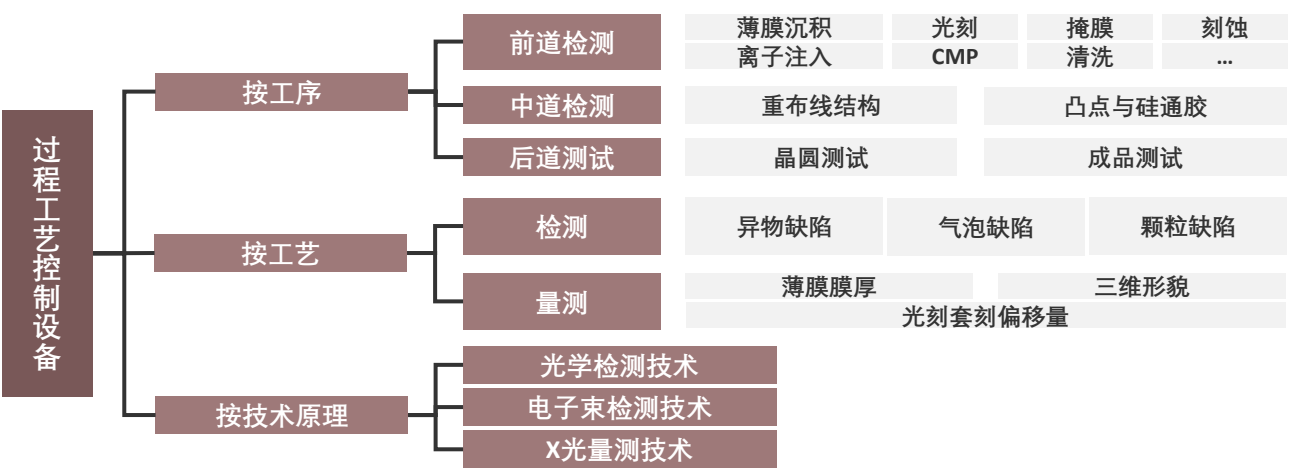
主要企业	塑封机产品	图示
TOWA	TOWA提供压缩成型塑封设备，包括CPM系列、PMC系列、LCM系列和FFT系列，以及注塑成型封装设备，包括YPM系列、EZS系列、Y1E系列。	 TOWA 全自动压缩成型系统 CPM1180
耐科装备	耐科装备提供从手动塑封压机到120T、180T多品种类型的半导体全自动封装设备，可用于DIP、SOT、SOP、DFN、QFP、QFN、BGA等产品不同形式的封装。	 耐科装备 120/180吨全自动封装系统
三佳科技	三佳科技（文一科技）自动封装系统产品包括FSAM120/180、FSFC120/180、FSDM180，以及晶圆级塑封装备。	 三佳科技 自动封装系统 FSAM180

来源：海关总署，耐科装备招股书，头豹研究院

先进封装设备分析——传统全流程设备：量检测设备

- 量检测设备为集成电路生产过程中的核心设备之一，贯穿于集成电路生产的全过程。先进封装由于其更高的复杂性和精度要求，需要更频繁地使用量检测设备来确保各层精确对准及无缺陷

量检测过程工艺控制设备分类



半导体检测分类（按工序）

半导体生产环节	前道量检测	后道检测	实验室检测
检测对象	加工中的晶圆	加工后的晶圆 封装后的芯片	产业链任一环节的样品
检测项目	薄膜厚度量测、 晶圆图形缺陷检测等	晶圆测试（CP）、 成品测试（FT）等	失效分析（FA）、材料分析（MA）、 可靠性分析（RA）等
检测方式	全检	全检	非全检
	非破坏性	非破坏性	破坏性、非破坏性
主要检测目的	控制生产工艺缺陷	监控前道工艺良率、保证 出厂产品合格率	确定样品失效原因、测定材料结构与成分、 验证产品可靠性
服务机构	厂内产线在线监控	厂内产线在线监控	厂内自建实验室
		第三方测试	第三方实验室检测

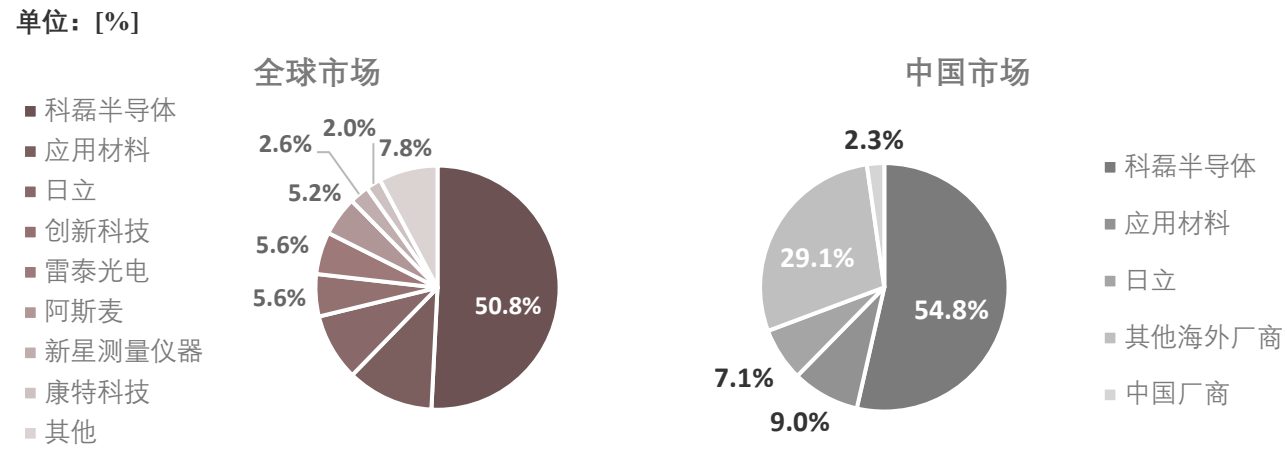
- 半导体过程控制（量/检测）设备为集成电路生产过程中的核心设备之一，贯穿于集成电路生产的全过程，是保证芯片生产良品率的关键。量/检测设备按工艺可分为检测（Inspection）和量测（Metrology）。检测涉及识别晶圆表面或电路结构中的异质情况，如颗粒污染、划伤、开短路等缺陷；量测则是对晶圆电路的结构尺寸和材料特性进行量化，例如薄膜厚度、关键尺寸、刻蚀深度和表面形貌等参数。从工序角度，半导体检测包括前道检测、后道检测及实验室检测。前道量检测主要用于晶圆加工过程，而后道检测则针对晶圆加工后的芯片进行电性及功能性测试。
- 相较于传统封装，先进封装由于其更高的复杂性和精度要求，如3D堆叠和TSV技术的应用，需要更频繁地使用量检测设备来确保各层精确对准及无缺陷；同时，为了提高生产良率和可靠性，整个制造过程从晶圆处理到最终封装都需要多次严格的检测；此外，新材料和新工艺的引入也要求专门的量测工具进行评估，以保证产品质量和性能。因此，先进封装对量检测设备的要求更高，应用频率也更加频繁。

来源：中科飞测招股书，胜科纳米招股书，头豹研究院

（接上页——传统全流程设备：量检测设备）

- 全球半导体量/检测设备市场呈现高度垄断格局，美国厂商科磊半导体一超多强。中国市场也呈现一超多强格局，国产厂商包括中科飞测、精测电子、上海睿励等，国产量检测设备支撑主要覆盖成熟制程

全球及中国半导体量/检测设备市场格局，2020



- 全球半导体量/检测设备市场呈现高度垄断格局，美国厂商科磊半导体一超多强。2020年，全球量/检测设备市场主要被美日厂商所垄断，市场集中度较高，CR5超过80%。其中，科磊半导体（50.8%）、应用材料（11.5%）、日立（8.9%）、创新科技（5.6%）、雷泰光电（5.6%）。中国半导体量/检测设备市场也呈现一超多强的格局，2020年科磊半导体市占率达54.8%，而中国厂商中科飞测、精测电子、睿励科学仪器合计贡献了2.3%的市场份额。

中国大陆半导体检测设备厂商产品进展

厂商	半导体检测设备产品	制程	进度
中科飞测	无图形晶圆缺陷检测设备	28nm及以上	已取得批量订单
		20-14nm	在研
	图形晶圆缺陷检测设备	28nm及以上	已取得批量订单
	明场纳米图形缺陷检测设备	2Xnm及以上	小批量出货
	暗场纳米图形缺陷检测设备	2Xnm及以上	验证中
上海精测	明场纳米图形缺陷检测设备	2Xnm及以上	已取得更先进制程订单
	晶圆外观缺陷光学检查设备	2Xnm及以上	首台设备已交付并验证成功
	电子束晶圆缺陷复查设备	28nm及以上	已获得一线客户批量订单
	电子束晶圆缺陷复检设备	28nm及以上	已获得一线客户批量订单
	半导体硅片应力及外貌检测设备	-	取得客户重复订单
上海睿励	明场光学缺陷检测设备	28nm及以上	已获得一线客户批量订单
东方晶源	电子束缺陷检测设备	28nm及以上	已进入一线客户产线
	电子束缺陷复检设备	28nm及以上	完成头部客户产线验证
赛腾股份 (收购Optima)	无图形晶圆缺陷检测设备	28nm及以上	已批量出货海外客户
诚锋科技	纳米图形晶圆检测设备	28nm及以上	已交付客户，并获得复购订单
		14nm	研发中
矽行半导体 (天准科技参股)	明场缺陷检测设备	14nm	已通过专业验证
上海御微	无图形晶圆缺陷检测设备	28nm及以上	已获得一线客户批量订单

来源：VLSI，公司公告，头豹研究院

业务合作

会员账号

可阅读全部原创报告和百万数据，提供PC及移动端，方便触达平台内容

定制报告/词条

行企研究多模态搜索引擎及数据库，募投可研、尽调、IRPR等研究咨询

定制白皮书

对产业及细分行业进行现状梳理和趋势洞察，输出全局观深度研究报告

招股书引用

研究覆盖国民经济19+核心产业，内容可授权引用至上市文件、年报

市场地位确认

对客户竞争优势进行评估和证明，助力企业价值提升及品牌影响力传播

云实习课程

依托完善行业研究体系，帮助学生掌握行业研究能力，丰富简历履历

报告作者



袁栩聪
首席分析师
oliver.yuan@leadleo.com



张俊雅
行业分析师
jacob.zhang@leadleo.com

业务咨询

- 客服电话：400-072-5588
- 官方网站：www.leadleo.com

深圳办公室

广东省深圳市南山区粤海街道华润置地大厦E座4105室
邮编：518057

上海办公室

上海市静安区南京西1717号会德丰国际广场 2701室
邮编：200040

南京办公室

江苏省南京市栖霞区经济开发区兴智科技园B栋401
邮编：210046

方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究19大行业，持续跟踪532个垂直行业的市场变化，已沉淀超过100万行业研究价值数据元素，完成超过1万个独立的研究咨询项目。
- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。本报告所指的公司或投资标的的价值、价格及投资收入可升可跌。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本文所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本文所载资料、意见及推测不一致的报告和文章。头豹不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。