

证券研究报告|行业深度研究

电子

行业评级 强于大市（维持评级）

2024年05月13日



摩尔定律重要方向，先进封装大有可为

——半导体封测行业深度报告

证券分析师：

杨钟 执业证书编号：S0210522110003

联系人：

詹小瑁 执业证书编号：S0210123120002

请务必阅读报告末页的重要声明

- **半导体景气回暖渐进，封测环节有望充分受益。**在需求端，据美国半导体产业协会（SIA）最新发布的报告指出，2024年2月全球半导体行业销售额总计462亿美元，同比增长16.3%，创2022年5月以来的最大增幅。与此同时，2023年11月，全球半导体行业销售额实现自2022年8月以来的首次同比转正，2023年11月至2024年2月，全球半导体销售额持续保持同比正增长，整体呈现出稳步上升的态势。在供给端，据SEMI数据，一方面，到2024年，全球芯片产能将增长6.4%，且中国将引领世界半导体生产量的增长；另一方面，全球前端的300mm晶圆厂的设备支出将于2024年恢复增长。由此可见，半导体行业正多方面释放景气回暖的积极信号。其中，半导体封测环节作为集成电路生产的后道工序，其营收情况与半导体销售额呈高度的一致性。随着半导体景气度和下游需求的逐步修复，封测环节有望率先受益，并开启全新成长。
- **后摩尔时代来临，先进封装大放异彩。**随着AI、HPC等高算力需求日新月异，作为算力载体的高性能芯片的需求也随之水涨船高。然而，先进制程的进阶之路已困难重重，一方面，摩尔定律迭代进度的放缓使芯片性能增长的边际成本急剧上升；另一方面，受限于光刻机瓶颈，前段制程的微缩也愈发困难。在此背景下，先进封装因能提升芯片的集成密度与互联速度、降低芯片设计门槛，并增强功能搭配的灵活性，故而已成为超越摩尔定律、提升芯片系统性能的关键途径。相较传统封装，先进封装主要通过Bump、RDL、Wafer、TSV等工艺及技术，实现电气延伸、提高单位体积性能等作用，助力芯片集成度和效能的进一步提升。目前，主流的先进封装方案包括倒装封装、晶圆级封装、2.5D/3D封装以及系统级封装等，整体向连接密集化、堆叠多样化和功能系统化方向发展。据Yole预测，2022-2028年先进封装市场将以10.6%的年化复合增长率增至786亿美元，且2028年先进封装占封装行业的比重预计将达到57.8%，先进封装将成为全球封装市场的主要增长极。
- **乘AI时代之风，Chiplet带来全新产业机遇。**Chiplet既是先进封装技术的重要应用，亦是后道制程提升AI芯片算力的最佳途径之一。Chiplet适配AI时代的发展需求，通过“解构—重构—复用”来大幅降低芯片的设计与制造成本，并实现异构重组。目前，Chiplet主要通过MCM、InFO、CoWoS、EMIB等多项封装技术实现，这些先进封装技术横跨2D至3D等多个级别。当前，Chiplet由台积电、英特尔、三星等全球半导体龙头厂商主导，而AMD、Intel、苹果等海外大厂也已在自己的高性能运算芯片中广泛应用Chiplet技术，同时国内厂商亦加速推出Chiplet相关产品，以助力国内芯片产业升级。展望未来，随着Chiplet互连标准（UCle）联盟的逐步完善，Chiplet版图将持续深化，前景可期。
- **投资建议：**建议关注重点布局先进封装、核心封装设备及材料的相关企业，包括：封测厂（长电科技、通富微电、华天科技、晶方科技、气派科技、顾中科技、汇成股份、甬矽电子、华岭股份、伟测科技）、封测材料（深南电路、兴森科技、华海诚科、联瑞新材、康强电子、艾森股份、上海新阳）、封测设备（长川科技、精智达、芯碁微装、快克股份、光力科技、华峰测控）等。
- **风险提示：**下游需求不及预期风险、相关企业业务开展不及预期风险、先进封装研发进展不及预期风险、地缘政治风险、市场竞争格局恶化风险。

- **第一部分：半导体封测概览**
- **第二部分：半导体封测之——设备分类及工艺原理**
- **第三部分：半导体封测之——主要原材料**
- **第四部分：半导体封测之——封装技术深度解析**
- **第五部分：景气复苏需求回暖，封测环节加速发展**
- **第六部分：投资建议及封测行业相关公司**
- **第七部分：风险提示**

1.1 封测的定义、作用与工艺流程

- 封测是封装测试的简称，包括封装和测试两个环节。其中，封装是指将生产加工后的晶圆进行切割、焊线塑封，并加工为成品芯片的过程，测试则是指利用专业设备对产品进行功能和性能测试。
- 1.1.1 封装的定义、作用与工艺流程
- 封装，指用特定材料、工艺技术对芯片进行安放、固定、密封，并将芯片上的接点连接到封装外壳上的工艺流程，其可保护芯片性能并实现芯片内部功能的外部延伸。基本的封装工艺流程包括：晶圆减薄（wafer grinding）、晶圆切割（wafer Saw）、芯片贴装（Die Attach）、焊接键合、塑封工艺、后固化工艺、测试、打标工艺（电镀、打弯、激光打印）、包装、仓检、出货等工序。

图表1：半导体封装工艺流程



1.1 封测的定义、作用与工艺流程

➤ 1.1.1 封装的定义、作用与工艺流程

- **封装意义重大。**一方面，在芯片制造流程中，IC芯片相当小且薄，稍不注意则会被刮伤损坏，需要对其提供一定的保护；另一方面，因为芯片的尺寸微小，不易以人工安置在电路板上，此时若封装一个较大尺寸的外壳，则会大大降低技术难度。
- 总而言之，半导体封装可以提升产品的性能，降低技术成本，最终实现良品率的提高和工艺节点的突破，是后摩尔时代技术创新的主流方向之一。其作用主要体现在保护、支撑、连接和散热四个方面。

图表2：封装的四大主要作用

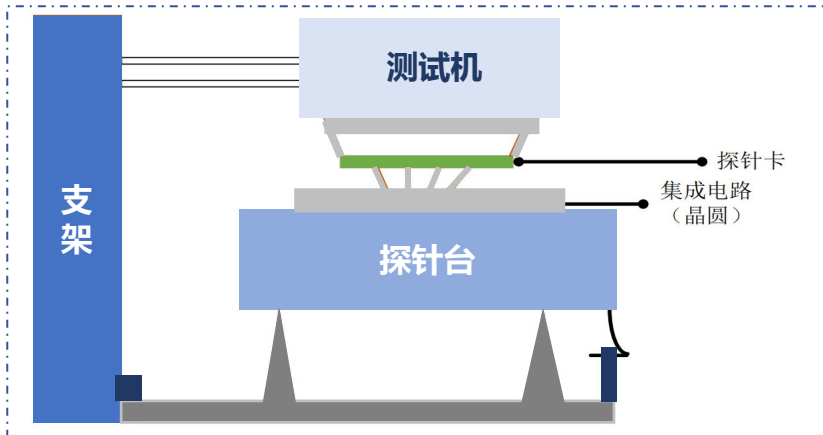
封装四大作用	
保护	半导体芯片的生产车间有着非常严格的生产条件：恒定的温度和湿度、严格的空气尘埃颗粒度控制和静电保护措施，裸露的芯片只有在这种严格的环境控制下才能正常进行制造。但是，大多时候周围环境很可能不符合需求，过高过低的温度、不匹配的湿度以及各种外界的杂质、静电等等问题会干扰脆弱的芯片。所以厂商需要封测来更好地保护芯片。
支撑	支撑有两个作用：一是支撑芯片，将芯片固定好便于电路的连接；二是封测完成以后，形成一定的外形以支撑整个器件，使得整个器件不易损坏。
连接	连接的作用是将芯片的电极和外界的电路连通。其中，引脚用于和外界电路连通，金线则将引脚和芯片的电路连接起来。
散热	所有半导体产品在工作的时候都会产生热量，而当热量达到一定程度时可能会影响芯片的正常工作。封装后，封装体的各种材料可以带走部分热量，从而进行散热。此外，大多数发热量大的芯片会额外安装一个金属散热片或风扇，以达到更好的散热效果。

1.1 封测的定义、作用与工艺流程

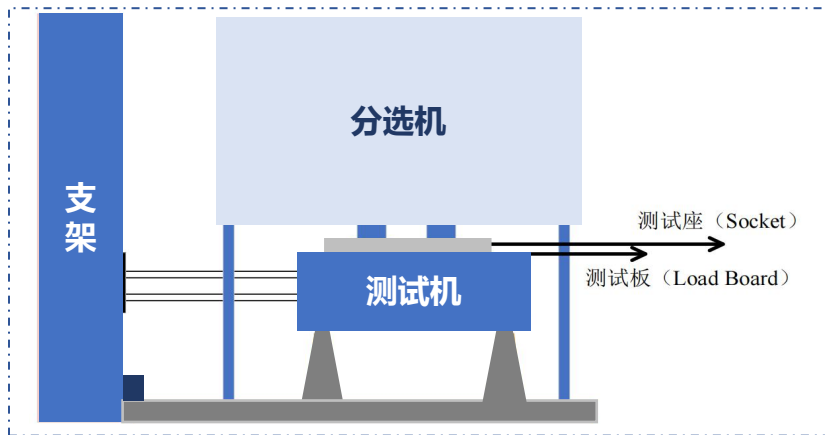
1.1.2 测试的定义、作用与工艺流程

- 测试**，指对芯片产品的性能和功能进行测试，并挑选出功能、性能不符合要求的产品。测试主要分为封装之前的晶圆测试（Chip Probing）和封装之后的芯片成品测试（Final Test）。测试在确保芯片良率、控制成本、指导芯片设计和工艺改进等方面起着至关重要的作用。
- 晶圆测试**：Chip Probing，简称 CP，指通过探针台和测试机的配合使用，对晶圆上的裸芯片进行功能和电参数测试。
- 测试过程**：探针台将晶圆逐片自动传送至测试位置，芯片的端点通过探针、专用连接线与测试机的功能模块进行连接，测试机对芯片施加输入信号并采集输出信号。测试结果通过通信接口传送给探针台，探针台据此对芯片进行打点标记，形成晶圆的Mapping，即晶圆的电性测试结果。
- 晶圆测试系统组成**：通常包含支架、测试机、探针台、探针卡等。
- 芯片成品测试**：Final Test，简称 FT，指通过分选机和测试机的配合使用，对封装完成后的芯片进行功能和电参数测试。
- 测试过程**：分选机将被测芯片逐个自动传送至测试工位，被测芯片的引脚通过测试工位上的基座、专用连接线与测试机的功能模块进行连接，测试机对芯片施加输入信号并采集输出信号。测试结果通过通信接口传送给分选机，分选机据此对被测芯片进行标记、分选、收料或编带。
- 芯片成品测试系统组成**：通常包含测试机、分选机、测试座等。

图表3：晶圆测试示意图



图表4：芯片成品测试示意图

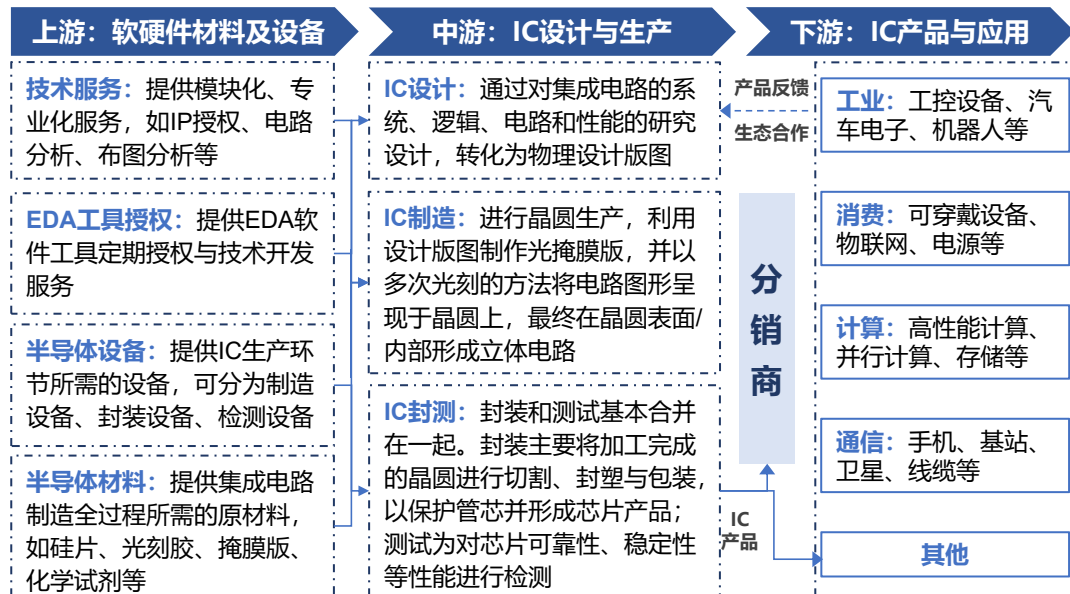


1.2 半导体封测产业链

1.2.1 封测产业链及分工环节

- **从半导体产业链来看，封测位于半导体产业链中游。**半导体产业链的上游是软硬件材料及设备，中游是集成电路的设计、生产，下游是终端产品应用。半导体产业链中游包括设计、制造和封测三大环节。封测是产业链中游的最后一个环节，芯片经过封测之后交付给芯片设计厂，再销售给下游终端产品应用企业。
- **在垂直分工模式中，封测属于最后环节。**半导体行业分工模式分为垂直整合（IDM）和垂直分工模式。垂直整合模式是指一家企业完整覆盖芯片设计、制造、封测环节。垂直分工模式中，芯片设计、制造和封测环节分别由芯片设计厂（Fabless）、晶圆代工厂（Foundry）和封测厂（OSAT）完成。

图表5：半导体产业链



资料来源：艾瑞咨询，华福证券研究所

图表6：半导体行业两种分工模式及部分典型企业



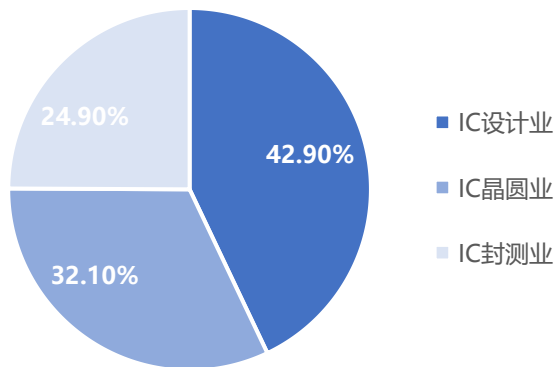
资料来源：思瀚产业研究院，华福证券研究所

1.2 半导体封测产业链

1.2.2 半导体封测产业链价值量

- **世界集成电路产业三业结构（设计：晶圆：封测）的合理占比为3：4：3。**根据中国半导体行业协会统计，2022年中国集成电路产业销售额为12006.1亿元，其中，设计业、制造业、封测业销售额分别为5156.2亿元、3854.8亿元、2995.1亿元，三者占比依次为42.9%：32.1%：24.9%。因此，中国集成电路封装测试业的比例处于比较理想的位置。
- **随着AI浪潮席卷全球、政策层面积极助力、库存压力逐步释放，国内半导体产业链的短板有望迎来新窗口期，而先进封装、高端封装材料等封测领域有望率先受益。**《中国半导体封测产业回顾与展望》报告指出，2023年我国封测行业销售额预计将达3060亿元，同比增长8.4%，增速远高于设计业与制造业，我国封测业未来市场潜力巨大。
- **在封测环节内部，封装环节占据封测价值量的绝大部分。**据Gartner统计，封装环节价值占比为80-85%，而测试环节价值占比仅为15%-20%。

图表7：中国集成电路三业（设计/制造/销售）占比



资料来源：《中国半导体封测产业回顾与展望》，半导体在线，华福证券研究所

图表8：2022-2023年中国集成电路三业销售额及增速

指标名称	2022年		2023年E	
	销售额 (亿元)	同比 (%)	销售额 (亿元)	同比 (%)
IC设计业	5156	14.8	5420	5.4
IC晶圆业	3855	14.1	4180	5.1
IC封测业	2995	21.8	3060	8.4
集成电路业合计	12006	8.4	12660	2.2

资料来源：《中国半导体封测产业回顾与展望》，半导体在线，华福证券研究所

- 第一部分：半导体封测概览
- 第二部分：半导体封测设备分类及工艺原理
- 第三部分：封装的源泉——封装行业原材料详述
- 第四部分：封装的基石——封装行业技术分析
- 第五部分：下游需求高增，封测机遇将至
- 第六部分：投资建议及封测行业相关公司
- 第七部分：风险提示

2.1 半导体封装设备分类及工艺原理

2.1.1 半导体与集成电路后道设备分类及工艺流程

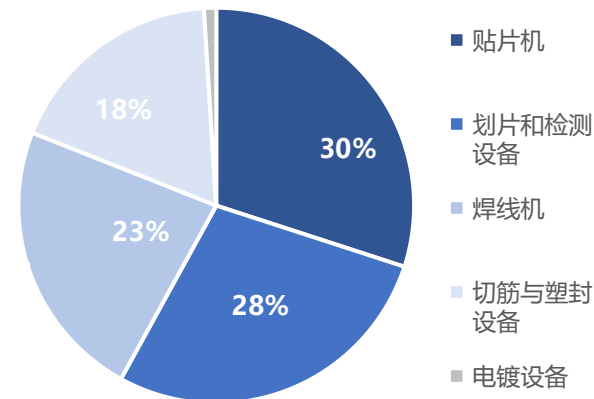
- 半导体封装设备包括减薄机、划片机、贴片机、固化设备、引线焊接/键合设备、塑封及切筋设备、清洗与搬运设备等。半导体测试设备则包括分选机、测试机和探针台。
- 集成电路后道设备主要包括贴片机、划片机、检测设备和焊线机，合计市场份额占比达到81%。

图表9：集成电路后道工艺流程、对应设备及主要生产商



资料来源：艾瑞咨询、未来半导体、华福证券研究所

图表10：集成电路后道设备市场占比



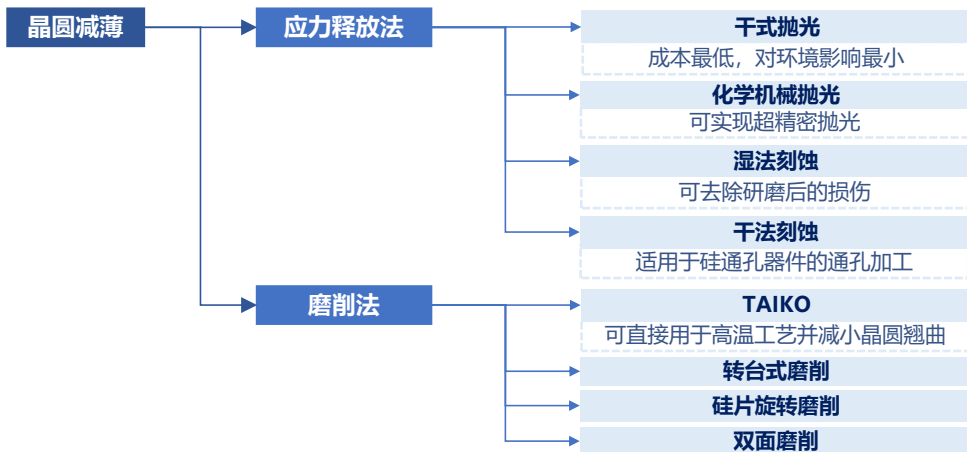
资料来源：旺材芯片、华福证券研究所

2.1 半导体封装设备分类及工艺原理

2.1.2 减薄机

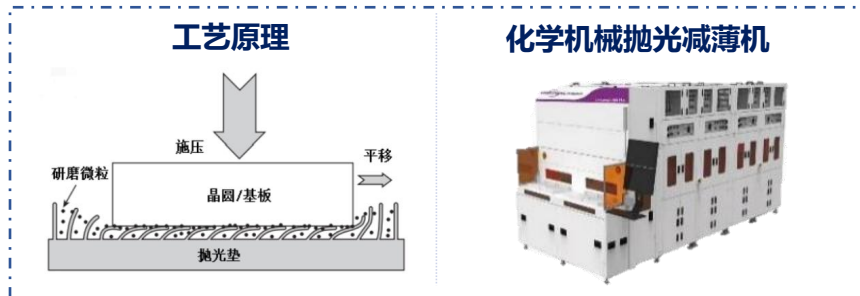
- **减薄机作用：**背面研磨前段制程产生的晶圆，从而减薄晶圆，达到封装所需要的厚度。
- **减薄机全球市场特点：**市场集中度较高，且长期被国外厂商垄断。日本DISCO与TOKYO SEIMITSU的合计市占比已超过65%。
- **晶圆减薄工艺分类：**根据不同的工艺方法主要分为应力释放法、磨削法和TAIKO。
 - ✓ **应力释放法：**通过化学和机械工艺去除由研磨造成的研磨面内部损伤和晶圆翘曲。
 - ✓ **磨削法：**通过金刚砂轮和吸附圆片的多孔陶瓷吸盘，以相反的方向旋转，将硅片磨削变薄，并用纯水带走磨削下来的硅渣。
 - ✓ **TAIKO：**与背面研削不同，该工艺本质上是一种新型磨削法，它保留晶圆外缘部分，只对圆内进行研削薄型化。

图表11：晶圆减薄工艺分类及特点



资料来源：半导体材料与工艺设备、《半导体集成电路制造手册》、谷歌专利，华福证券研究所

图表12：化学机械抛光工艺原理图及设备图



资料来源：华海清科招股书，华福证券研究所

图表13：TAIKO工艺原理图及设备图



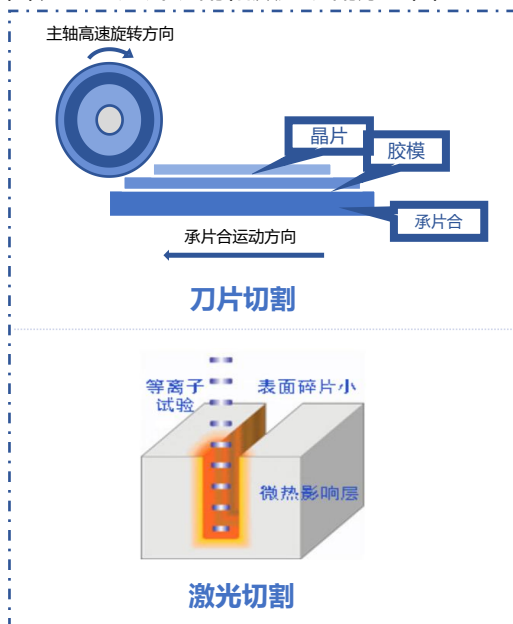
资料来源：半导体材料与工艺设备，DISCO官网，华福证券研究所

2.1 半导体封装设备分类及工艺原理

2.1.3 划片机

- **划片机**：也称切割机，是一种使用刀片或激光等方式切割晶片的高精度设备。其切割的质量与效率直接影响芯片的封装质量与生产成本。
- **划片机分类**：主要包括刀片切割机和激光切割机。
 - ✓ **刀片切割机**是使用最广泛的切割设备，市场占比约80%。该设备主要用于切割较厚的晶圆（>100微米），且生产成本低、使用寿命长。
 - ✓ **激光切割机**属于非接触式加工设备，市场占比约20%。该设备主要用于切割较薄的晶圆（<100微米），且高精度、高效率，是Chiplet技术切割芯粒最重要的设备。

图表14：刀片切割和激光切割原理图



图表15：刀片切割机结构图与设备图

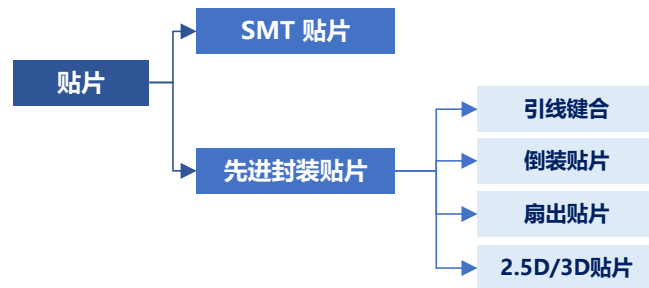


2.1 半导体封装设备分类及工艺原理

2.1.4 贴片机

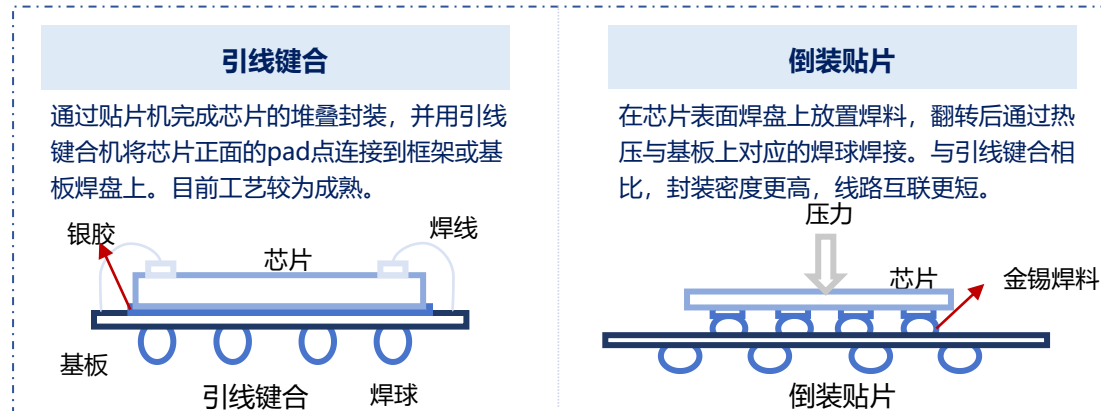
- **贴片机**：也称固晶机（Die bonder），是芯片封装中最关键的设备。贴片机将芯片从已经切割好的晶圆上抓取下来，并安置在基板上，利用银胶把芯片和基板粘接起来，并实现定位、对准、倒装、连续贴装等关键步骤。
- **贴片机市场特点**：目前全球市场规模超20亿美元，BESI公司（总部位于荷兰）和ASMPT公司（总部位于新加坡）分别占据50%和30%的市场份额。
- **贴片机分类**：主要分为SMT贴片机和先进封装贴片机。
 - ✓ **SMT 贴片机**是表面贴装工艺生产线的关键设备，用于将封装好的芯片、电子元器件（如电阻、电容等）安装到PCB板上。
 - ✓ **先进封装贴片机**用于裸芯片或微电子组件的贴装，其将芯片安装到引线框架、基板或直接安装到PCB板上。此外，不同的连接技术衍生出了多种贴片机。

图表16：贴片分类图



资料来源：《贴片设备的关键技术及现状》-程海林，华福证券研究所

图表17：引线键合、倒装贴片原理图



资料来源：《贴片设备的关键技术及现状》-程海林，华福证券研究所

图表18：贴片机设备图和子系统



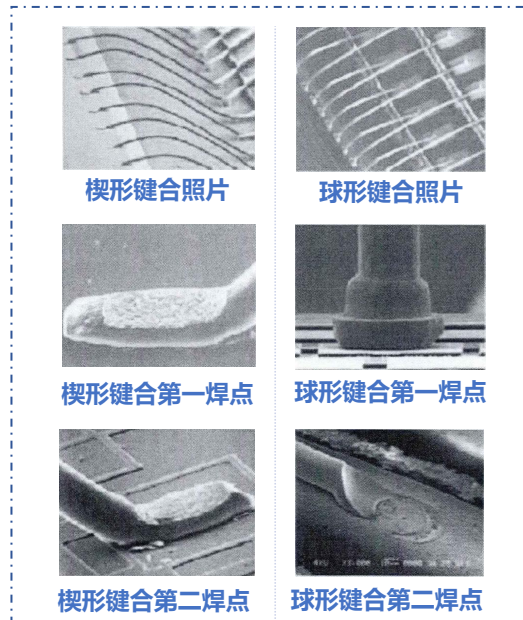
资料来源：《贴片设备的关键技术及现状》-程海林、BESI官网、ASMPT，华福证券研究所

2.1 半导体封装设备分类及工艺原理

2.1.5 焊线机

- **焊线机**：该设备使用键合线连接芯片的接触电极与引线框架，从而实现芯片与外界的信号传送。
- **焊线机分类**：主流的键合方式有超声键合、热压键合和热超声键合。而按键合工艺区分，焊线机则可分为楔形焊接机和球形焊接机。
 - ✓ **楔形键合**以超声或热超声键合方式，用楔形劈刀将芯片焊点与金、铜或铝线焊接，键合速度为4线每秒。
 - ✓ **球形键合**以超压或热超声键合方式，用毛细管状劈刀将芯片焊点与金或铜线焊接，键合速度可达10线每秒。

图表19：楔形键合与球形键合的实物图比较



图表20：焊线机设备图与子系统



2.1.6 塑封机

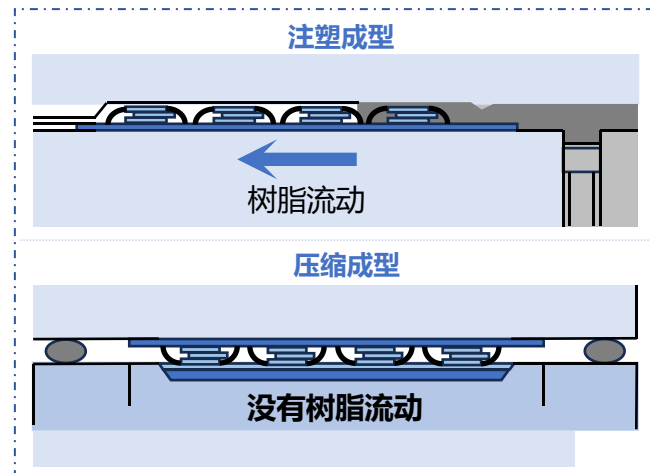
- **塑封机**：该设备使用流动性树脂从浇口注入半导体芯片周围，并使其固化从而起到保护芯片的作用。
- **塑封机市场特点**：目前塑封机市场被TOWA、ASM Pacific、APIC YAMADA等国外厂商垄断。
- **塑封工艺分类**：主要分为注塑成型和压缩成型。
 - ✓ **注塑成型**是传统半导体电子器件的封装方式，也是将料筒内熔融状树脂填充至型腔使其硬化的树脂封装方法。目前成熟的成形方法是采用多缸方式向型腔注入树脂。该方法不仅大幅提高了树脂利用率，而且使成形质量有了质的提升，同时也缩短了成形周期。此成形方法现已成为行业标准，并被广泛使用。
 - ✓ **压缩成型**是将液态树脂或颗粒状树脂放入型腔，并在树脂熔融状态下将产品浸入树脂进行成型封装的方法。该方法无需注塑成型所需的浇口和流道，树脂的利用率几乎可达到100%，大幅降低了客户材料成本，同时也减少了废料排放，是一项环保的成型技术。

图表21：塑封机设备图与子系统



资料来源：TOWA官网、《新型节能塑封设备的系统设计与研究》-鞠德宝，华福证券研究所

图表22：注塑成型与压缩成型工艺原理图

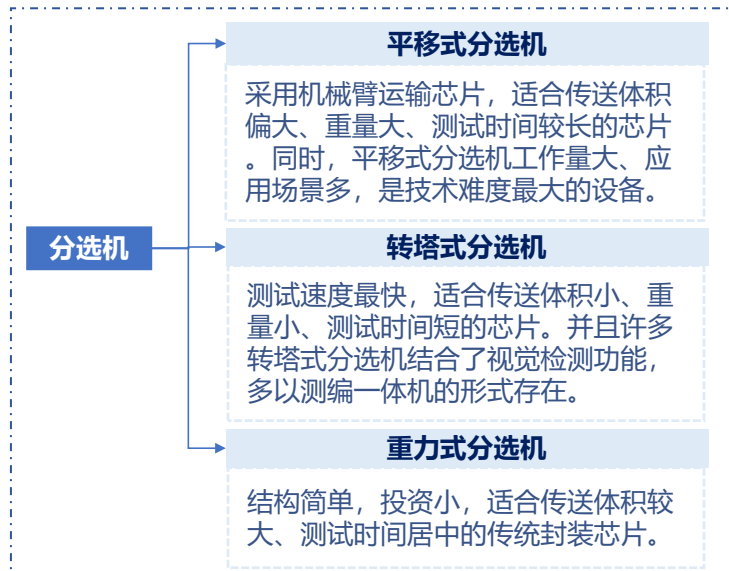


资料来源：TOWA官网，华福证券研究所

2.2.1 分选机

- **分选机**：该设备负责把半导体器件传送到指定测试位置，在测试结束后会自动地根据测试结果分类放置测试的器件。
- **分选机市场特点**：目前全球主要企业包括科休、爱德万（Advantest）、长川科技、台湾鸿劲科技和Techwing等。2022年前这5家企业市场份额占比超过56.54%。
- **分选机分类**：根据传输方式的不同可分为：重力式分选机、转塔式分选机、平移式分选机。当前市面上平移式分选机的应用份额最大，转塔式其次，重力式最小。

图表23：分选机分类及特点



图表24：平移式分选机与子系统

自动上下料：由传送机构实现Tray盘的自动上料及下料。

中转平台：传送芯片进出测试箱体，全过程密封。芯片转运位置由传感器监控。

移载机构：由直线模组与Z轴构成的抓取机构快速抓取芯片，实现芯片在中转平台、预热/预冷平台与测试位之间的传送。

预热/预冷平台：对芯片进行预热/预冷处理，缩短整体测试时间。

测试区与干燥密封箱：测试区域全程保持干燥、密封，确保低温测试过程中不产生结霜现象。

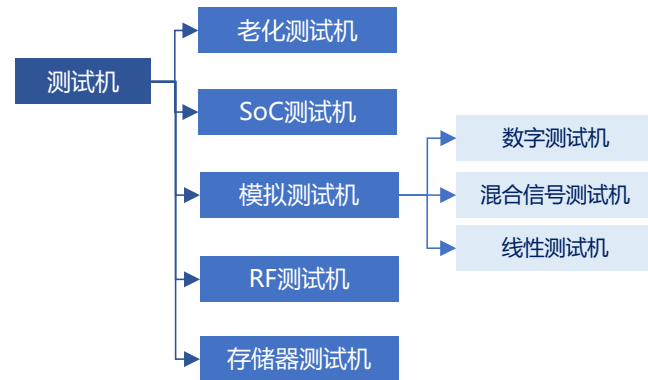


2.2 半导体测试设备分类及工艺原理

2.2.2 测试机

- **测试机**：也称半导体测试设备或自动测试设备（ATE），是一种检测芯片功能和性能的电子测量仪器。目前，全球测试机市场由爱德万、泰瑞达、科休公司引领，CR3超90%。
- **测试机分类**：根据测试类型不同可分为数字测试机、模拟测试机、SoC测试机、RF测试机、存储器测试机等。目前，SoC测试机在半导体器件的大批量制造中占据ATE主导地位。
 - ✓ **模拟测试机**：又可分为数字测试机（用于测试数字器件、逻辑器件）、混合信号测试机（用于测试DAC/ADC转换器、锁相环PLL电路和数字滤波器等混合信号器件）、线性测试机（用于测试电压调节器、运算放大器和模拟开关等线性器件）。
 - ✓ **老化测试机**：用作可靠性监视器或实现生产筛选，剔除潜在的早期失效器件。
 - ✓ **SoC测试机**：测试数字、存储器、低速/高速接口和RF模块的片上系统器件。
 - ✓ **RF测试机**：测试包含RF接收模块或发射模块的射频器件。
 - ✓ **存储器测试机**：用于测试易失型和非易失型存储器。

图表25：测试机分类图



资料来源：《半导体集成电路制造手册》，华福证券研究所

图表26：测试机设备图



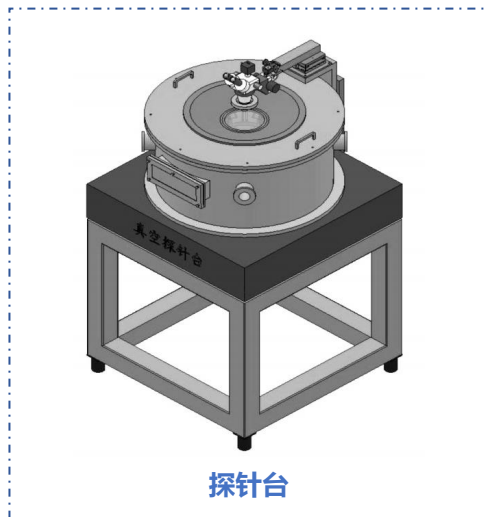
资料来源：华峰测控官网、爱德万官网、凯捷特官网、泰瑞达官网，华福证券研究所

2.2 半导体测试设备分类及工艺原理

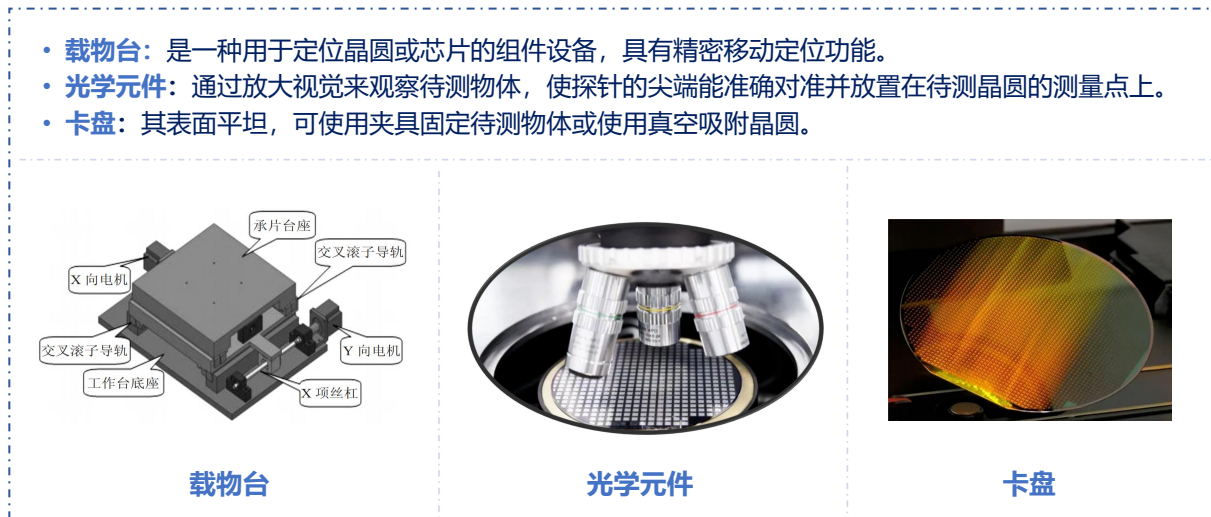
2.2.3 探针台

- **探针台**：是晶圆输送与定位任务的承担者，也是检测半导体芯片电、光参数的关键设备。
- **探针台全球市场特点**：2022年全球探针台市场规模达8.53亿美元。其中日本东京电子、东京精密两家企业垄断全球市场，市场占有率超过80%。
- **探针台分类**：按操作方式可分为手动探针台、半自动探针台、自动探针台。
 - ✓ **手动探针台**用手动控制来进行失效分析，其特点是机械系统精度高、光学系统倍率高，且可配置lastercutter，ccd等附件。
 - ✓ **半自动探针台**是在人工完成第一个芯片的对准后，按程序实现芯片测试功能的设备。
 - ✓ **自动探针台**是将上下片机械手和自动对准系统直接连接于半自动探针台的设备，产能较高。

图表27：探针台结构图



图表28：探针台子系统



- 第一部分：半导体封测概览
- 第二部分：半导体封测之——设备分类及工艺原理
- **第三部分：半导体封测之——主要原材料**
- 第四部分：半导体封测之——封装技术深度解析
- 第五部分：景气复苏需求回暖，封测环节加速发展
- 第六部分：投资建议及封测行业相关公司
- 第七部分：风险提示

3.1 原材料概览

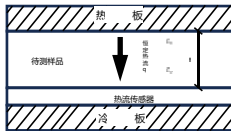
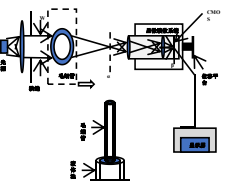

3.1.1 半导体封装原材料的不同种类与性能评价指标

- 当封装所采用的原材料类型不同时，封装产品的特质往往也有一定差异。目前常见的封装材料包括陶瓷、塑料和各类金属，封装原材料的性能与半导体封装产品的质量息息相关。
- 通常来说，从四个方面评价电子封装材料的性能：一是工艺性能，如黏度、流动性、凝胶化时间、后固化时间及温度等；二是湿-热机械性能，如热膨胀系数（CTE）、弯曲模量与强度、热导率、潮气扩散系数等；三是电学性能，如介电常数、击穿强度、损耗因子等；四是化学性能，如易燃性、离子杂质数量等。其中，工艺性能从工艺的角度进行评价，而其他三个性能从性能与功能的角度进行评价。

图表 29：封装材料决定封装产品质量

类型	优势	劣势
陶瓷基	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 低介电常数、高频性能好 ✓ 绝缘性能好、可靠性高 ✓ 机械强度高、热稳定性好 ✓ 低热膨胀系数、高热导率 ✓ 气密性好、化学性能稳定 ✓ 对电子系统可起到较强的保护作用 ✓ 耐湿性好、不易产生微裂现象 	<ul style="list-style-type: none"> • 成本较高，适用于高级微电子器件的封装（如航空航天/军事领域）
塑料基	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 材料成本低、工艺简单 ✓ 在电子封装材料中用量最大、发展最快 ✓ 助力实现电子产品小型化、轻量化、低成本化 	<ul style="list-style-type: none"> • 热膨胀系数不匹配 • 热导率低、介电损耗高、脆性大
金属基	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 热导率和强度较高 ✓ 加工性能较好 	<ul style="list-style-type: none"> • 热膨胀系数不匹配 • 密度大、价格昂贵，不宜广泛使用

图表30：常见的封装材料性能评价指标

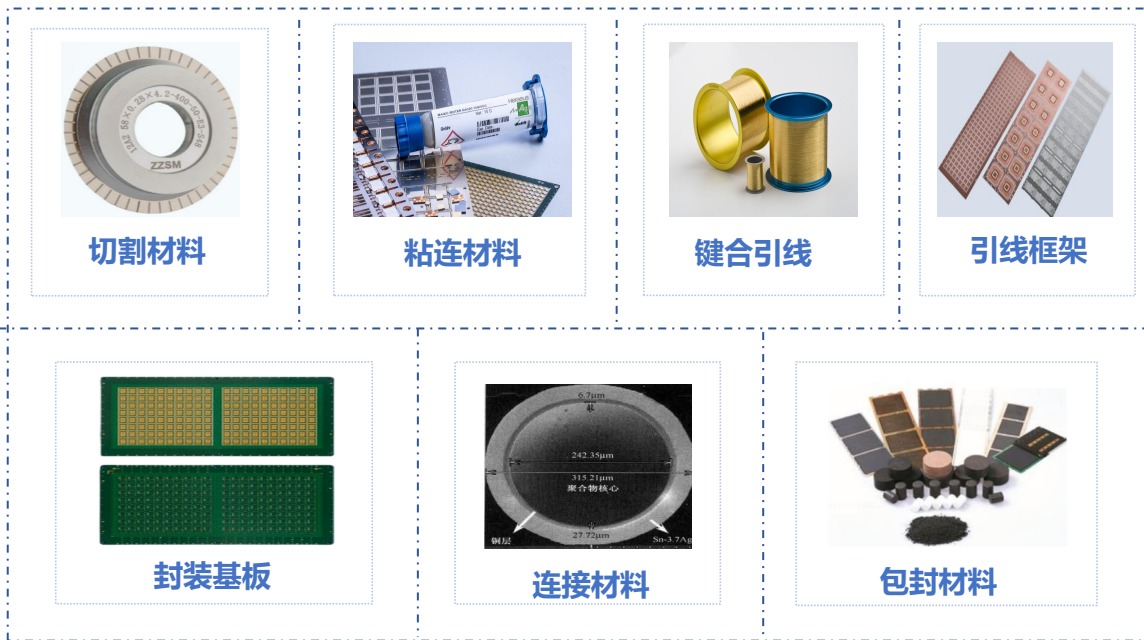
热导率	 <p style="text-align: center;">热流计法</p>	<p>热导率是材料传递热量的本征能力，而在常用电学分析中，热导率的倒数(即热阻率)则用来描述材料阻止热流扩散的能力。ASTM C177标准中的屏蔽热台方法是测量热导率的常用方法。</p>
潮气含量和扩散系数	 <p style="text-align: center;">扩散系数的测量装置</p>	<p>空气中的水气会逐渐改变器件的各项性能，因此需要进行潮气含量和扩散系数的精确测试。潮气含量评估的常用条件是在沸水中浸泡24h，潮气扩散系数测定的常用条件则是在85C/85%RH环境中暴露1周（168h）。</p>
化学性能	 <p style="text-align: center;">柱色谱法取样器</p>	<p>封装材料的化学性能包括反应化学元素（或离子）或涉及化学反应（可燃性）的性能，包括离子杂质、离子扩散和易燃性。</p>

3.1 原材料概览

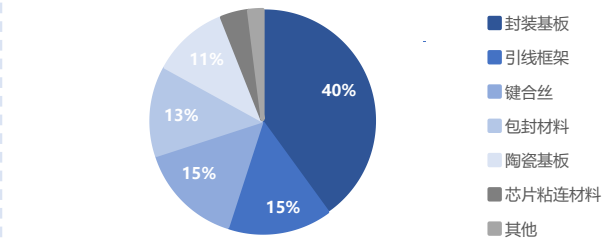
3.1.2 封测原材料分类及其对应市场规模占比

- 本章节所讨论的封装行业上游原材料主要指的是封装过程中的耗材。封装材料包括切割材料、芯片粘连材料、键合引线、封装基板、引线框架、包封材料、连接材料。根据SEMI报告，2022年，封装基板、引线框架、键合丝、包封材料、陶瓷基板及芯片粘接材料的市场规模在世界封装材料市场规模的占比分别为40%、15%、15%、13%、11%及4%。而封装材料的门槛相对晶圆材料门槛较低，中国目前已实现进口替代。

图表31：封装行业原材料分类

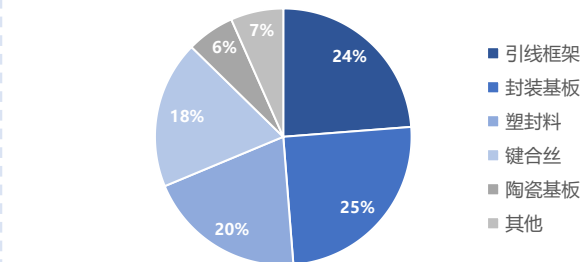


图表32：世界不同类型封装材料市场规模占比（2022年）



资料来源：SEMI，华福证券研究所

图表33：中国不同类型封装材料市场规模占比（2022年）

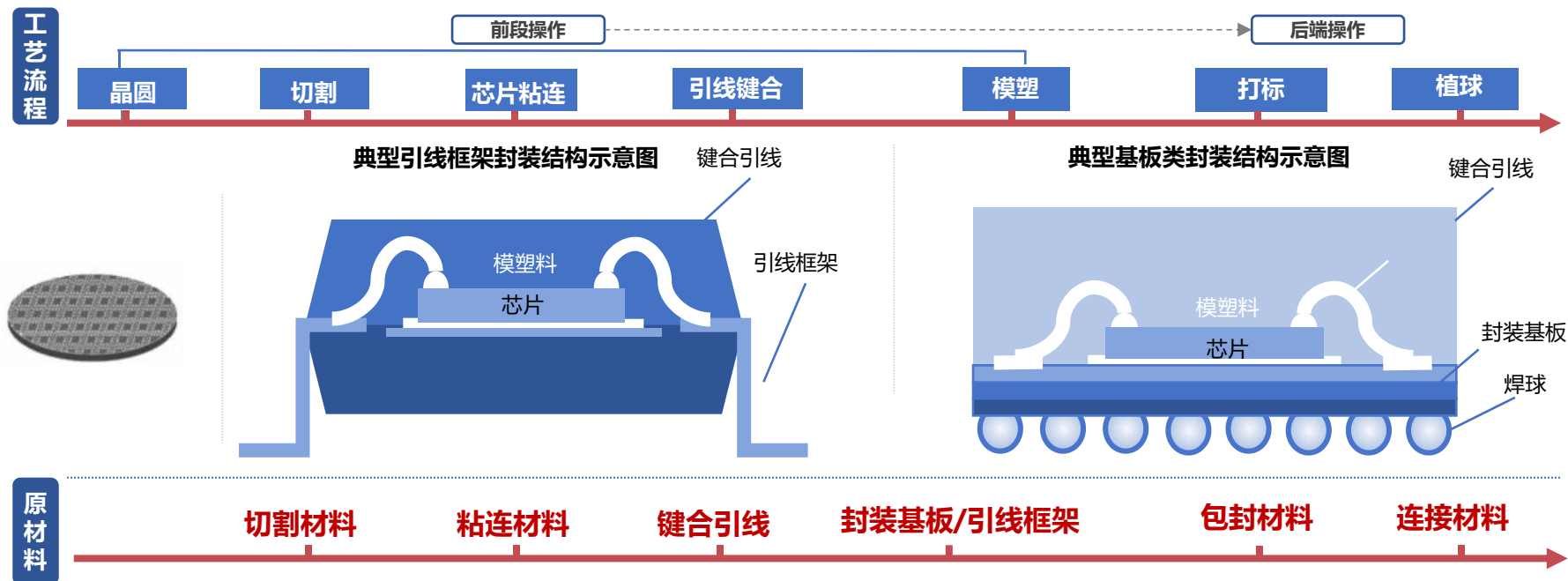


3.1 原材料概览

3.1.3 封装工艺全流程中的原材料使用

- 用一句话概括半导体封装中各种原材料的用途：半导体封装是使用**切割材料**将成品晶圆切割成小块芯片，然后使用**芯片粘连材料**、**键合引线**将芯片固定在**封装基板**或**引线框架**之上，最终在芯片表面覆盖**包封材料（模塑料）**并用**连接材料**将其连接于底板的过程。

图表34：芯片封装工艺及对应原材料

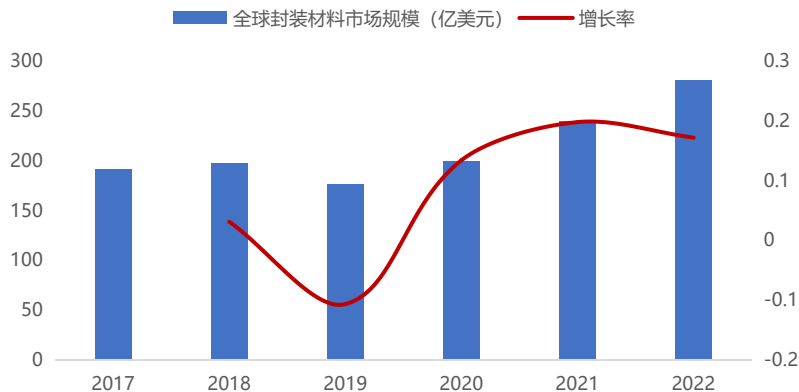


3.1 原材料概览

3.1.4 封装原材料市场规模

- 全球封装材料市场规模保持高速增长。根据SEMI的报告，2022年全球半导体封装材料市场规模达到280亿美元，较2021年同比增长17%。值得注意的是，全球封装材料市场规模已连续三年保持10%以上的同比增长率。

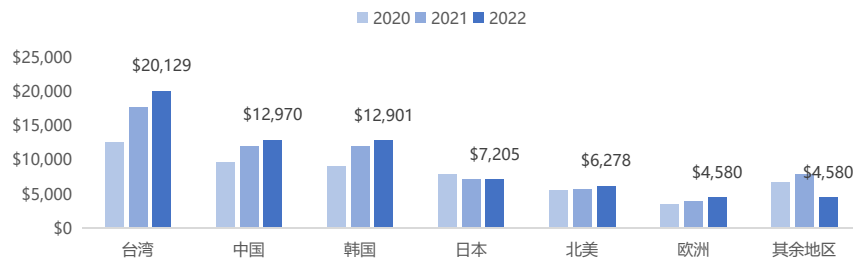
图表35：2017-2022年全球封装材料市场规模及增长率



资料来源：SEMI，华福证券研究所

- 如图36所示，2022年全球大部分地区的半导体材料市场都实现了高速增长，除日本外，其他列示地区均实现了同比超5%的增幅。其中，中国台湾以201亿美元的销售额连续第13年成为全球最大的半导体材料消费市场。

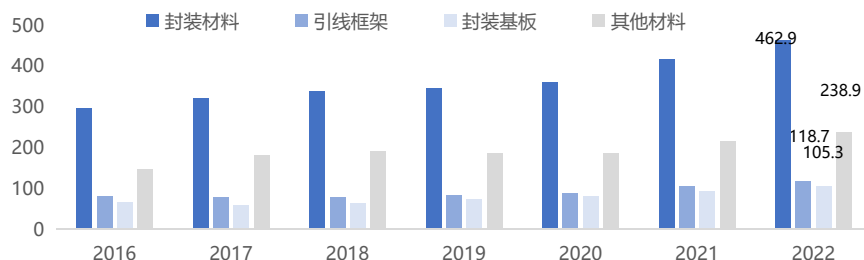
图表36：2020-2022年全球封装材料分地区市场规模（亿美元）



资料来源：SEMI，华福证券研究所

- 而受益于下游及终端应用领域的快速增长，近年来我国封装材料市场需求井喷式扩张，行业整体呈现也稳步增长趋势。2022年我国半导体封装材料市场规模已达462.9亿元，其中引线框架市场规模为118.7亿元，封装基板市场规模105.3亿元，其他材料238.9亿元。

图表37：2016-2022年中国封装材料市场规模（亿元）



资料来源：共研网，华福证券研究所

3.2 封装基板 (IC载板) —— 芯片封装的基座

3.2.1 封装基板主要产品类别

- 封装基板，又称IC载板，是一类用于承载芯片的线路板，它属于PCB的其中一个分支。封装基板具有高密度、高精度、高性能、小型化及轻薄化的特点，可为芯片起到支撑、连接、散热和保护的关键作用。封装基板的产品工艺随着封装形式的发展而不断演进，历经从减成法到半加成法、从打线到倒装、从有机基板到复合基板等多次升级。

图表38：封装基板产品主要分类



资料来源：艾邦半导体网、京瓷公司官网、欣興电子官网、中文百科全书、正业科技官网、汉高公司官网、维基百科全书、铂晟实业官网、华福证券研究所

3.2 封装基板 (IC载板) ——芯片封装的基座

3.2.2 封装基板生产工艺要求与产业链

- 从生产工艺来看**，封装基板的制程工艺复杂程度高于传统PCB产品。随着封装基板的线宽与线距持续演进至15/15um以下，原来普通多层PCB所采用的减成法工艺（线宽/线距对应30/30um范围）已不再适用，而半加成法工艺可实现10/10um线宽/线距的超细线路工艺制造，因此在制造工艺上更多采用半加成法等先进生产制造手段代替减成法。此外，随着IC封装基板精细线路向10/10um的超细线路“超连接技术”发展，精细线路工艺制造技术难度成倍增加。
- 从封装基板产业链来看**，封装基板产业链由上游原材料、中游IC封装和下游应用构成。原材料可分为结构材料（树脂、铜箔、绝缘材等）、化学品（干膜、油墨、金盐、光阻、蚀刻剂、显影剂）以及耗材（钻头）。其中，树脂、铜箔、铜球为占IC载板成本比重最大的原材料，占比分别为35%，8%，6%；封装基板下游则主要应用于移动终端、个人电脑、通讯设备、存储、工控医疗、航空航天、汽车电子等领域。

图表39：封装基板加工工艺流程介绍

封装基板加工工艺流程介绍	
减成法	在覆铜板上通过光化学法网印图形转移或电镀图形抗蚀层，然后蚀刻非图形部分的铜箔或采用机械方法去除不需要的部分而制成PCB
加成法	在绝缘基材表面上，有选择性地沉积导电金属从而形成导电图形
半加成法	利用图形电镀增加精细线路厚度，而未电镀加厚区域快速全部蚀刻，剩下的部分保留形成线路

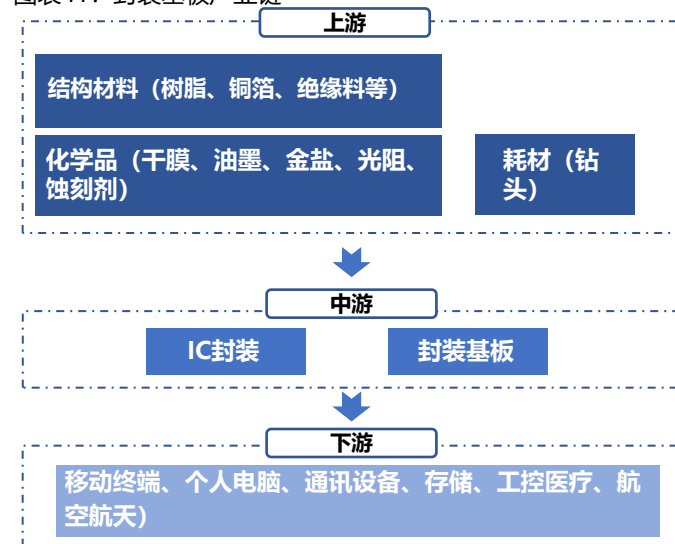
资料来源：华经情报网，华福证券研究所

图表40：封装基板与其他PCB产品工艺对比

产品	封装基板	类载板SLP	高密度互连板HDI	普通多层硬板PCB
层数	2~10层	2~110层	4~16层	1~90+层
板厚	0.08~11.2mm	0.02~11.5mm	0.25~12mm	0.3~17mm
最小线宽/线距	10~130um	20~130um	40~160um	50~1000um
最小环宽	12.5~130um	50~160um	75um	75um
单位尺寸	<150*150mm	/	300*210mm左右	/
制程工艺	减成法/半加工法	半加工法	减成法/半加工法	减成法

资料来源：华经情报网，华福证券研究所

图表41：封装基板产业链



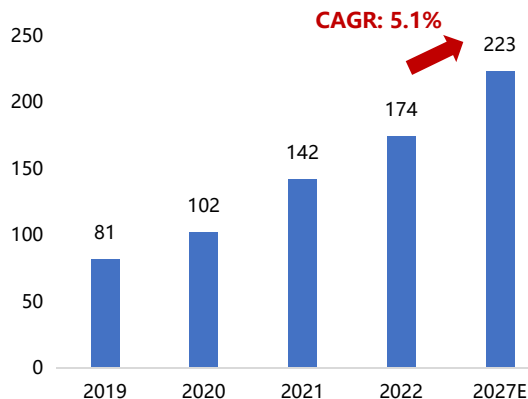
资料来源：华经情报网，华福证券研究所

3.2 封装基板 (IC载板) ——芯片封装的基座

3.2.3 封装基板市场分析

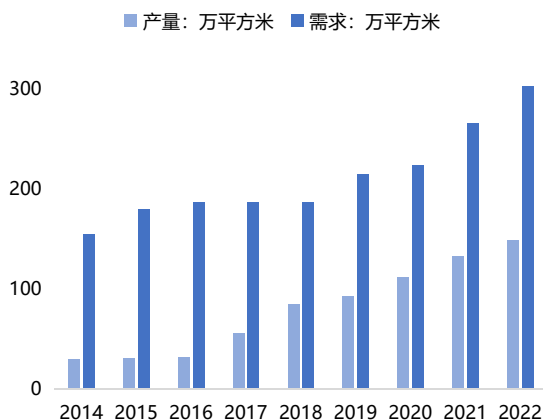
- 全球封装基板行业产值有望迎来高速增长。**受益于云计算、服务器、数据中心需求增长与ADAS渗透率不断提升，封装基板行业市场规模水涨船高。2022年全球封装基板产值为174亿美元，同比增长23%，预计将于2027年实现223亿美元的产值，未来5年封装基板的年复合增速为5.1%。
- 中国是全球最大的封装基板需求市场，中国的封装基板市场规模正在稳步上涨。**数据显示，2022年中国封装基板行业市场规模约为106亿元，同比增长11.6%。且从供需方面来看，2022年我国封装基板行业需求量大增加，产量增长有限。据统计，2022年我国封装基板行业产量约为152.0万平方米，需求量约为307.8万平方米，分别同比增长12.6%、14.1%。当前国内封装基板对外进口依赖度还处于较高的程度，后续封装基板领域有望成为国产替代的优质赛道。
- 受制于产品加工难度与前期高投资门槛，封装基板行业形成集中且稳定的供给格局。**从市占率看，封装基板产品前五大供应商集中度相对较高，前十大封装基板厂商集中度高达85%。其中，欣兴电子(17.7%)、南亚电路(10.3%)、揖斐电(9.7%)市占率位居全球前三。

图表42：全球封装基板行业产值（亿美元）



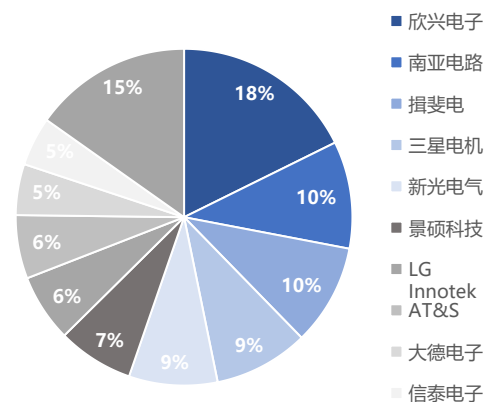
资料来源：华经情报网、Prismark、广东省电路板行业协会GPCA、艾邦半导体网，华福证券研究所

图表43：2014-2022年中国封装基板行业市场供需情况



资料来源：智研咨询，华福证券研究所

图表44：2022年全球封装基板供应商及市占率




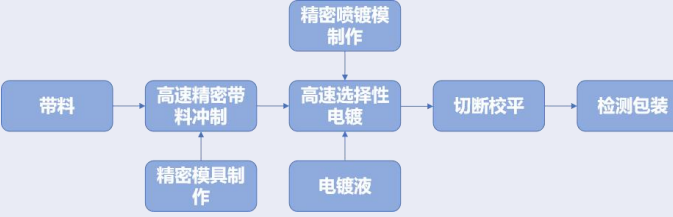
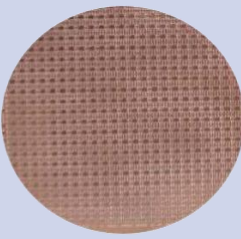
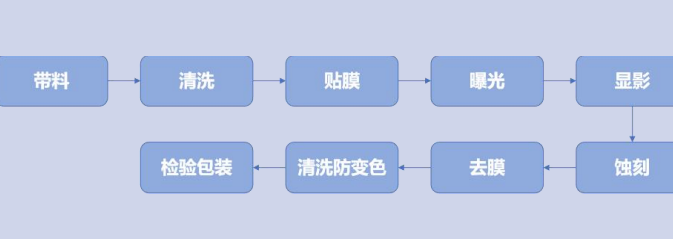
资料来源：芯东西，中国台湾电路板协会，华福证券研究所

3.3 引线框架——与外部导线连接的桥梁

3.3.1 引线框架结构与生产工艺

- 引线框架是指用于连接半导体集成块内部芯片的接触点和外部导线的薄板金属框架，在半导体封装材料市场中占比达15%。引线框架主要由两部分组成：**芯片焊盘和引脚**。在封装过程中，芯片焊盘为芯片提供机械支撑，而引脚则连接芯片到封装外的电学通路。引线框架借助于键合材料使芯片内部电路引出端（键合点）通过内引线与外引线的电气连接形成电气回路，它起到和外部导线连接的桥梁作用。**引线框架的加工工艺包括冲压型和蚀刻型两大类：**

图表45：引线框架生产工艺特点比较

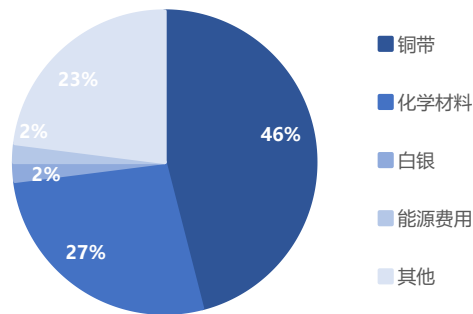
工艺种类	优点	缺点	密度图	工艺流程图
冲压型	①生产效率高，适用于大规模生产； ②资金投入少，进入门槛低； ③可生产带有凸性的产品； ④对于低脚位、产量大的产品生产成本较低。	①模具制作周期长； ②产品精度相对较低，不适合生产多脚位产品； ③不能生产超薄产品。		
蚀刻型	①生产调整周期短，方便转换生产，适用于多品种小批量生产； ②产品精度高，可生产多脚位（100脚以上）的产品； ③适合生产超薄产品。	①资金投入大，进入门槛高 ②不能生产带有凸性的产品 ③不适合生产厚的产品； ④对于低脚位、产量大的产品生产成本相对较高		

3.3 引线框架——与外部导线连接的桥梁

3.3.2 引线框架分类与原料

- 引线框架在半导体行业应用广泛，可将其分为集成电路引线框架和分立器件引线框架。集成电路引线框架是指用于封装集成电路芯片的引线框架，主要有QFP（四边平面）、QFN（四边无引脚）、SOIC（小型轮廓）、SOP（小型轮廓）、TSOP（薄型小型轮廓）、TSSOP（薄型微型轮廓）、SSOP（微型轮廓）等类型。分立器件引线框架是指用于封装分立器件芯片的引线框架，主要有TO（管状）、SOT（小型管状）、SOD（小型二极管）、SMA（表面安装）、SMB（表面安装）、SMC（表面安装）等类型。
- 引线框架材料主要有铁镍合金和高铜合金两大类，其中高铜合金引线框架凭借优良的导电导热性能，在引线框架领域得以广泛应用，占比80%以上。铜合金引线框架属于铜板带，其按合金系列主要分为铜-铁-磷、铜-镍-硅、铜-铬-锆三大系列，按照性能可分为高导电、高强度、中强中导等系列。
- 高铜合金引线框架生产原材料主要包括不同规格型号的铜带、白银和部分氰化物等化学材料。其中，铜带是成本占比最高的原材料，成本占46%左右。日本、德国是引线线框架铜合金材料的主要出口国，日本神户制钢、德国维兰德等外企在该领域处于世界领先水平。国内也已有博威合金、中铝洛铜、宁波兴业等公司实现了C19400、C70250牌号的批量化生产，高端铜合金材料国产化难题正被逐个击破，带动引线框架产业链整体国产化推进。

图表46：引线框架主要原材料成本结构占比情况



图表47：铜基引线框架材料的主要合金牌号及性能

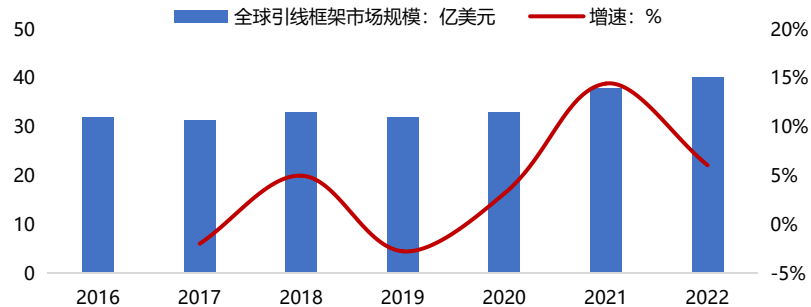
合金牌号	合金化学成分/% (质量分数)	抗拉强度/ MPa	伸长率 /%	电导率/ %IACS	热胀系数 (25~300°C) / ($\times 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)	软化温度/ ($^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$)	热导率/ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	维氏硬度
C19210	Cu-0.10Fe-0.03P	320~420	$\geq 5 \sim 10$	≥ 85	17.7	470/3	364	100~135
C19500	Cu-1.5Fe-0.8Co-0.05P	360~670	$\geq 3 \sim 13$	≥ 50	16.9	475/2	197	
C19700	Cu-0.6Fe-0.2Zn-0.04P	380~500	$\geq 2 \sim 10$	≥ 80	16.7	470/2	173	/
C64700	Cu-2.0Ni-0.6Si-0.3Zn	490~588	$\geq 8 \sim 15$	≥ 40	17.2	450/2	220	100~180
OMCL-1	Cu-0.3Cr-0.1Zr-0.05Mg	470~570	≥ 8	≥ 82	/	/	/	135~180
EFTEC-64	Cu-0.3Cr-0.25Sn-0.2Zn	490~580	$\geq 5 \sim 8$	≥ 75	17.0	/	/	125~195
C19400	Cu-2.3Fe-0.1Zn-0.03P	410~550	$\geq 4 \sim 8$	≥ 60	17.4	450/2	262	110~170

3.3 引线框架——与外部导线连接的桥梁

3.3.3 引线框架市场分析

- 作为半导体封装测试的关键材料，引线框架市场规模有望持续提升。2020年全球引线框架市场规模为33.5亿美元，2021年增至38.3亿美元，而2022年全球消费电子和通讯设备等需求不及预期，引线框架市场规模小幅增长至40.5亿美元。未来随着汽车电动化、人工智能与数据中心等领域持续发展，半导体整体需求有望持续向好并带动引线框架市场规模不断提升。

图表48：2016-2022年全球引线框架市场规模及增长率

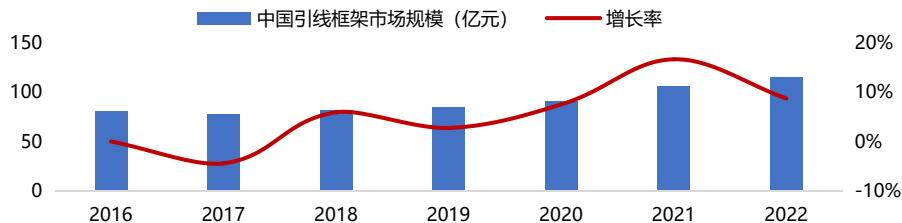


资料来源：智研咨询，华福证券研究所

- 全球前八大引线框架企业拥有62%左右的市场份额，全球引线框架市场的主要参与者有ASM、长华科技、三井高科技、顺德工业、新光电气、柏狮电子等外资企业，以及康强电子等内资企业。其中，日本三井高科技和新光为引线框架领域传统强者，分别为全球第一大和第三大引线框架厂商，占据12%和9%的市场份额。

- 国内引线框架增势强劲。近年受贸易摩擦加剧以及国产化进程加速等影响，我国集成电路市场实现逆势增长，并带动我国引线框架市场规模稳步上升。2022年我国引线框架市场规模约为114.8亿元，同比2021年增长9%。

图表49：2015-2022年中国引线框架市场规模及增长率



资料来源：共研网、中国半导体行业协会，华福证券研究所

- 高端引线框架的国产替代大有可为。目前高端的蚀刻引线框架主要依靠进口，境内蚀刻引线框架起步较晚，目前只有康强电子、新恒汇、天水华洋等少数企业涉足，且产能较小。目前高端引线框架市场基本被境外厂商垄断，未来国产替代空间十分广阔。

图表50：中国引线框架部分企业基本情况

企业	基本情况
康强电子	生产半导体塑封引线框架/键合丝；引线框架年生产能力超1000亿只
深圳先进微电子	主要从事半导体封装设备及引线框架制造，拥有大量现代化数控机床和自动化生产设备，是asmpt最大的制造基地
友润电子	主营产品为半导体集成电路和分立器件的塑封引线框架
蓝盾香山微电子	主要生产制造集成电路引线框架和模具

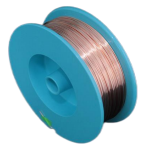
资料来源：智研咨询，华福证券研究所

3.4 键合引线——引线框架型封装的生命线

3.4.1 键合丝产品及其工艺

- **键合丝是芯片和引线框架间的连接线。**键合丝产品按照材质不同可分为键合金丝、键合铜丝、键合银丝和键合铝丝等。
- 由于黄金具有化学性能稳定、抗氧化，不与酸和碱发生反应等特性，因此黄金制成的键合金丝具有延展性好、导电性能佳、金丝球焊速度快及可靠性高等特点，是键合丝各品种中使用最早、用量最大的一类。但受到金价较高和键合铜丝生产技术不断发展的影响，近年来，键合金丝占比不断下降，铜丝占比不断提升。而银丝成本也低于金丝，且其键合过程不需要保护气体，所以银丝也成为了除铜丝以外替代金丝的另一种键合丝材料。

图表51：键合丝产品主要分类

<p>✓ 键合金丝因其独特的金属化学稳定性和极具作业效率的工艺应用优势，仍占据高端市场。</p>		<p>✓ 键合铝丝主要应用于功率半导体器件（IGBT、MOSFET、UPS、功率三极管）及LED数码管产品、COB面光源。</p>	
<p>✓ 键合银丝因其良好的键合性能和成本优势，在各类LED光源器件产品以及部分小型扁平式IC封装产品应用上推进较快。</p>		<p>✓ 键合铜丝已在半导体分立器件封装上完全取代键合金丝，在通用集成电路封装上也逐渐成为主流，且在LED显示屏用RGB产品中也开始普及应用。</p>	

资料来源：田中贵金属公司官网、微电子制造，华福证券研究所

✓ 按键合工艺分类：

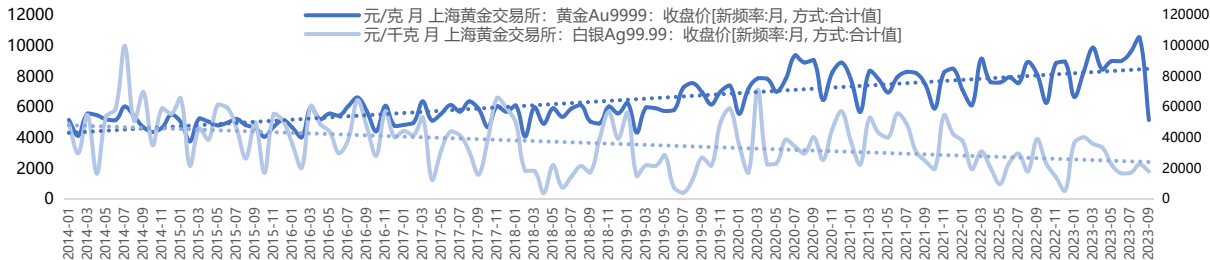
- **超声波键合**采用超声波发生器，通过能量转换使金属界面相互摩擦并形成原子间的结合。该技术稳定性强，设备投入成本与生产维护成本低。而**倒装芯片封装技术、TSV封装技术**则多适用于新兴技术和先进封装，发展速度快，但成本较高。
- 由于成熟工艺芯片总体产量较大且变化基本稳定，出于对成本的管控，超声波键合依然是主流的键合方式，市占率约为65%。

3.4 键合引线——引线框架型封装的生命线

3.4.2 键合丝原料与市场分析

制造键合丝的原材料主要包括铜、铜合金、铝、铝合金、镍、钯等金属材料。上述原材料的价格和供应量受到国际市场的影响，往往波动较大。2023年全球平均铜价为67706元/吨，较2022年上涨0.6%；2023年全球平均金价为450人民币/克，较2022年上涨14.7%。

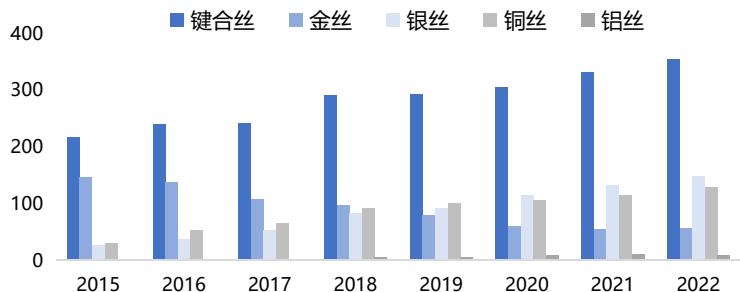
图表52：近10年来键合丝原材料价格波动图



资料来源：Wind，华福证券研究所

随着下游集成电路产业稳步扩张，我国键合丝需求量增长态势良好。根据智研咨询数据，2022年国内半导体键合丝需求量增长至360.1亿米，其中键合金丝、键合银丝、键合铜丝（含镀钯铜丝）、以及键合铝丝需求量分别为62.3亿米、152.4亿米、132.8亿米、12.6亿米。

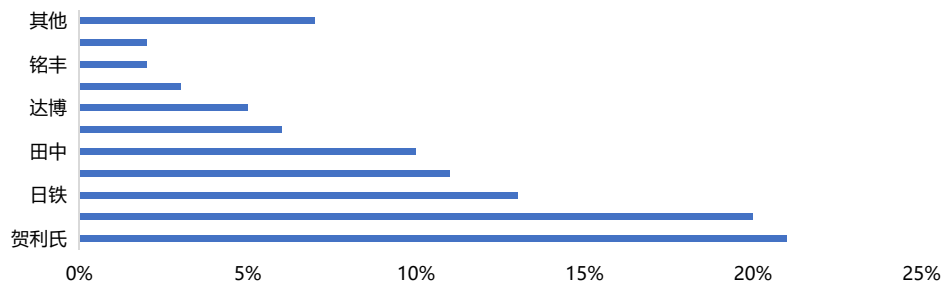
图表53：2015-2022年我国键合丝需求量（亿米）



资料来源：智研咨询，华福证券研究所

键合丝属于半导体封装的核心材料，产品门类多且应用场景复杂，同时质量要求高，产品制造具有一定的技术壁垒和工艺难度。从市场集中度来看：外资厂商仍占据国内主要市场，而国内从事全系列键合丝生产制造的厂家不多，产品相对单一或低端，且产地分布也相对分散，区域性特征并不明显。烟台一诺电子是纯内资企业中产能排名第一且具有自主研发能力的民族企业，其市占率也仅为11%。

图表54：键合丝主要厂商市场份额（2021年）



资料来源：华经情报网，华福证券研究所

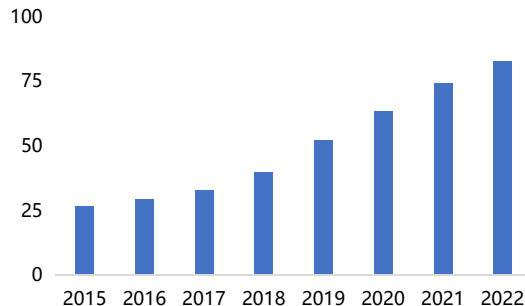
3.6 封装材料——塑封环节主要原材料

3.6.1 环氧塑封料 (EMC)

- **封装材料能够避免芯片发生机械或化学损伤，并保证芯片功能稳定实现。**因此，封装材料又被称为集成电路的“外壳”。
- 我国半导体封装中90%以上采用塑料封装，而在塑料封装中，有97%以上利用环氧塑封料（EMC）作为封装材料。因此，环氧塑封料已成为半导体行业发展的关键支撑产业。
- **环氧塑封料（Epoxy Molding Compound，简称 EMC）全称为环氧树脂模塑料**，是用于半导体封装的一种热固性化学材料。环氧塑封料是由环氧树脂为基体树脂，以高性能酚醛树脂为固化剂，加入硅微粉等填料，并添加多种助剂加工而成。EMC能够很好地保护半导体芯片不受外界环境（水汽、温度、污染等）的影响，并实现导热、绝缘、耐湿、耐压、支撑等复合功能。
- 环氧塑封料应用于半导体封装工艺中的塑封环节。在塑封过程中，封装厂商主要采用传递成型法，将环氧塑封料挤压入模腔并将其中的半导体芯片包埋，在模腔内二者交联固化成型后即成为具有一定结构外型的半导体器件。

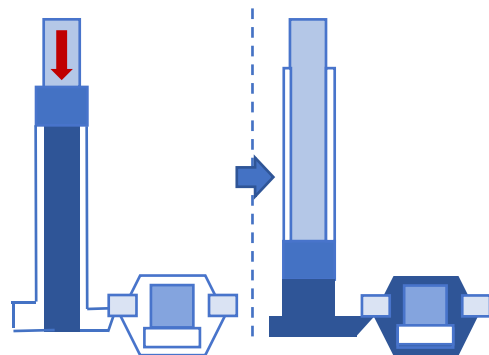
- **随着近两年中国半导体行业自主研发的能力提高，半导体环氧塑封料行业迎来快速发展。**根据智研咨询数据，2022年中国半导体用环氧塑封料行业市场规模约为84.94亿元。
- **我国环氧塑封料产业的供需情况呈现良好发展态势。**根据智研咨询数据，2022年我国环氧塑封料产量约为17.16万吨，需求年约为11.13万吨。且我国现已成为世界环氧塑封料的最大生产基地，国内环氧塑封料年产能约占全球35%。

图表56：中国环氧塑封料市场规模（亿元）



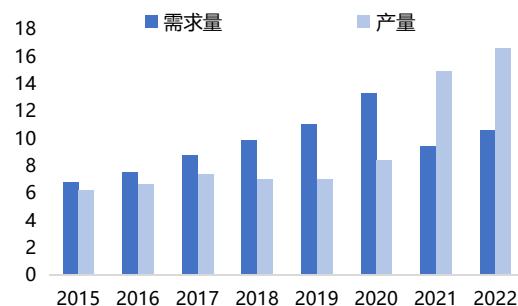
资料来源：智研咨询，华福证券研究所

图表55：环氧塑封料模塑成型的简要工艺流程图



资料来源：艾邦半导体，《功率半导体封装技术》虞国良主编，华福证券研究所

图表57：中国环氧塑封料产量及需求量（万吨）

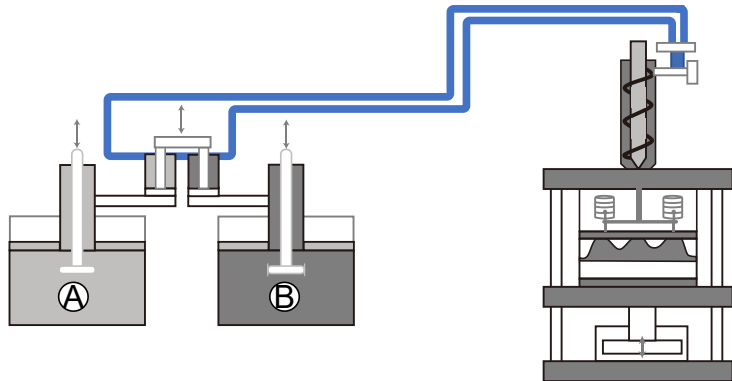


资料来源：智研咨询，华福证券研究所

3.6.2 硅凝胶

- **功率半导体模块封装对封装材料的要求相对较高，而硅凝胶是功率半导体模块封装的首选材料。**硅凝胶是以基础胶为主体，加入交联剂、偶联剂、催化剂、抑制剂、阻燃剂等制成的复合材料。硅凝胶对于PC、PP、ABS、PVC等塑料，及铜、铝、镍等金属材料有较强的粘接力，能够防止内部分层，从而确保固化后的硅凝胶具有优异的电绝缘性能和防水性能。因此，硅凝胶在高功率半导体器件或模块的灌封工艺中得到广泛应用。
- 功率半导体模块封装所用的硅凝胶通常采用双组分加成型有机硅凝胶，其一般呈无色透明状态，室温时黏度较低，适合用于液体灌封工艺。当硅凝胶的两组分接触后，它们在室温下开始发生缓慢固化反应，在高温时则快速发生反应，且固化反应中不会产生副产物。
- 在使用时分为A胶和B胶，两组分经过真空设备脱泡后，分别进入输送管道。它们在进入注胶头时开始混合，在通过混合料管时得到充分混合，然后在一定的压力下被注射进产品型腔内。

图表58：硅凝胶封装材料模塑成型的简要工艺流程图



资料来源：天梭硅胶官网，华福研究所

• 硅凝胶封装材料主要性能指标如下：

- ✓ A胶和B胶在灌封或浇注时混合，混合后常温即开始缓慢固化，**在中温或高温下可快速固化，提高生产效率。**
- ✓ **低黏度，流动性优异，特别适合常温下的浇注或灌封工艺。**优异的流动性能缩短灌封时间，且能够防止出现灌封死角与内部气泡；此外，还可以采用真空固化工艺，在固化的同时消除气泡。
- ✓ **耐高温性能优异**，并具有很宽的工作温度范围，一般为-50~250℃，有的甚至可达-60~320℃。
- ✓ **固化时不吸热、不放热，收缩率极小，成型尺寸稳定性好。**
- ✓ **粘接性能好，与塑料外壳及框架、芯片等材料结合良好。**
- ✓ **化学性能稳定，耐水、耐候性能好，长期使用不会发生性能的降级。**
- ✓ **灌封后，防潮、防尘、耐腐蚀、抗振性能好，且对内部元器件不产生内应力。**

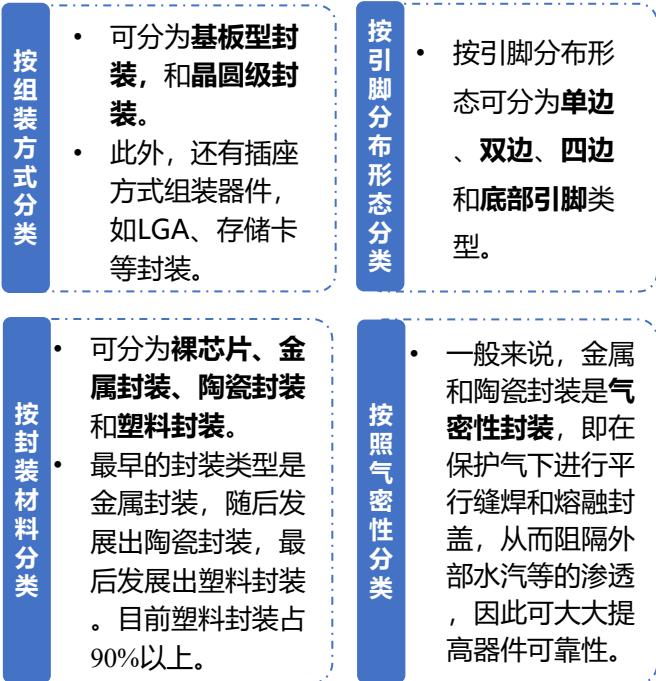
- 第一部分：半导体封测概览
- 第二部分：半导体封测之——设备分类及工艺原理
- 第三部分：半导体封测之——主要原材料
- 第四部分：半导体封测之——封装技术深度解析
- 第五部分：景气复苏需求回暖，封测环节加速发展
- 第六部分：投资建议及封测行业相关公司
- 第七部分：风险提示

4.1 半导体封装技术概览

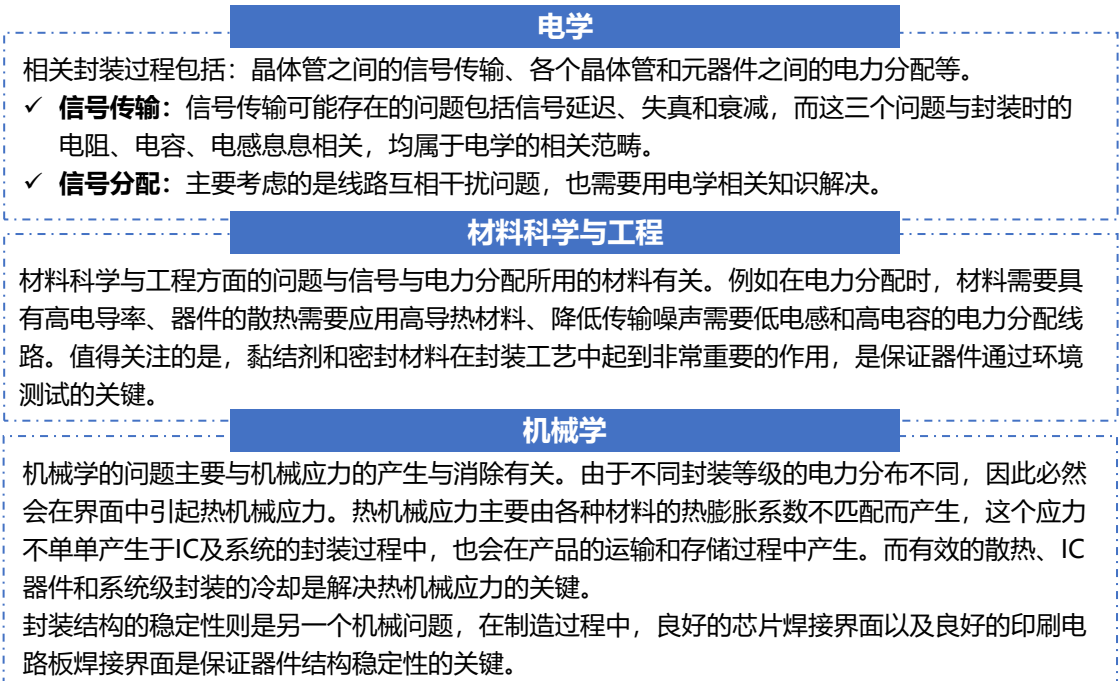
4.1.1 半导体封装的分类方式与技术领域

- **封装技术具有多种分类口径。** 目前主流的分类方式包括按组装方式分类、按引脚分布形态分类、按封装材料分类和按气密性分类等。
- **封装技术几乎覆盖了所有科学技术领域。** 除了信息技术、工业技术外，封装技术还涉及物理学、化学、电子工程、计算机工程、机械工程、材料科学与工程、化学工程、商学、经济学、管理学及环境工程学等。其中，封装主要包含了三个方面的技术，即电学、材料科学与工程和机械学方面的技术。

图表59：封装技术的不同分类方式



图表60：封装的技术领域

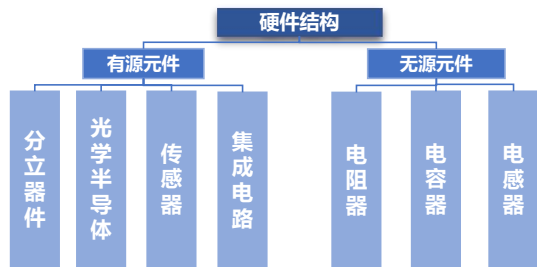


4.1 半导体封装技术概览

4.1.2 封装技术的四个等级

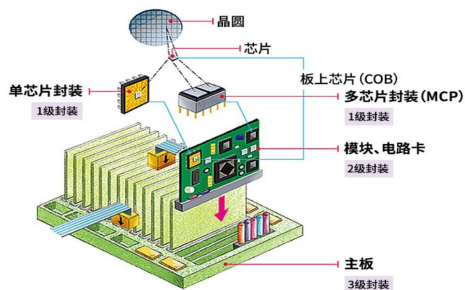
- 半导体封装技术与器件的硬件结构关系紧密。硬件结构可以分为有源元件和无源元件：有源元件是指需要外部电源才能实现特定功能的器件，例如半导体存储器和逻辑半导体；无源元件是指不具备放大或转换电能等主动功能的器件，例如电阻器和电容器。
- 电子封装技术涵盖的内容广泛，根据硬件结构的装载顺序，封装大体可分为0级封装到3级封装四个不同等级。

图表61：元件的分类



资料来源：松下官网，华福证券研究所

图表62：封装等级概览



资料来源：海力士官网，电子封装原理 (Principle of Electronic Packaging)，华福证券研究所

图表63：封装等级简介

半导体封装的四个等级

0级封装

集成电路芯片上的互连称为零级封装。通过零级封装得到的是芯片。



裸芯片

1级封装

一级封装，指将芯片固定在封装基板或引线框架上，将芯片的焊盘与封装基板/引线框架的内引脚互连，从而进一步与外引脚连通，并对芯片与互连进行保护性封装。通过一级封装得到的是封装好的电子器件。



封装基板

2级封装

将一级封装和其他电子元件安装在印制线路板表面，得到电子系统的插卡、插板或主板。



PCBA板

3级封装

将印制电路板组装到一个主板上，形成一个子系统。



整机

资料来源：《微电子封装技术》——周玉刚等、芯语官网、深南电路官网、恒耀电子官网，华福证券研究所

36

4.1 半导体封装技术概览

4.1.3 封装技术要求

- **微电子产业的发展给封装技术带来全新要求。**随着集成电路产业的高速发展，需要集成在芯片上的功能日益增多，整个系统的功能都需要集成在一块芯片上，因此芯片的集成度标准提高。除此之外，为了轻便或便于携带，小型化也是芯片发展的一个重要趋势。集成电路的不断发展对电子器件的封装技术提出越来越高的要求。

图表64：封装面临的技术要求

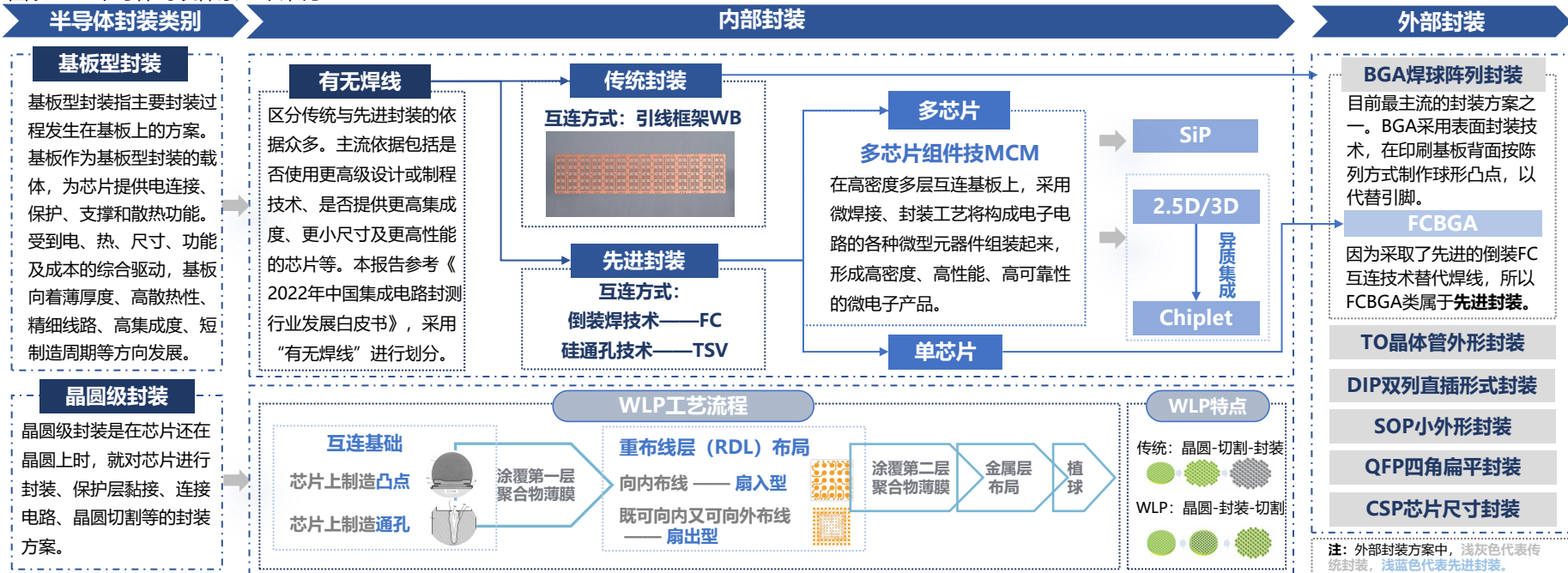
技术要求	具体介绍
小型化	电子封装技术继续朝着超小型化的方向发展，出现了与芯片尺寸大小相同的超小型化封装形式（晶圆级封装技术 WLP）。而低成本、高质量、短交货期、外形尺寸符合国际标准都是小型化所必需的条件。
适应高发热	由于IC的功耗越来越大，封装的热阻也会因为尺寸的缩小而增大。电子机器的使用环境复杂，必须解决封装的散热问题，保证在长期高温工作下的稳定性和可靠性。从一定程度上讲，半导体技术的发展就是降低功耗的制造技术的发展，低功耗仍然是突破的关键。
集成度提高	这是为了适应大芯片的要求，主要包括三种发展趋势：采用低应力贴片材料、采用低应力传递模压树脂和采用低应力液态密封树脂。
高密度化	由于元器件的集成度越来越高，要求封装的引脚数越来越多，引脚间的间距越来越小从而使封装的难度也越来越大。
适应多引脚	外引线越来越多是IC封装的一大特点和难点，因为引线间距不可能无限小到0.5mm以下，否则再次流焊时焊料难以稳定供给，故障率很高。多引脚封装是今后的主流，而TCP（载带封装）和 BGA（球栅阵列）将能满足这一要求。
适应高温环境	高温环境下，IC芯片上的键合焊点与金丝的连接处，即Au/Al连接部位，由于密封材料溴化环氧树脂的分解游离产生腐蚀性强的卤化物使之粘贴，生成易升华的溴化铵，形成空隙，使Au/Al连接处的接触电阻增大，出现接触不良甚至断线。现在人们正在开发溴化阻燃剂的替代材料。
适应高可靠性	性能稳定、工作可靠、寿命长是对一切电子产品的要求，对IC尤其如此。金属和陶瓷封装IC的可靠性已经很高，完全适应各种军事要求，但是成本太高已经成为能否广泛应用的制约因素。
考虑环保要求	半导体制造的突出问题是废弃的电子产品中铅的溶解引起酸雨、地下水污染、侵害人体健康；使用的树脂等含卤化物的溶解或者燃烧对环境产生危害等。因此对IC封装技术发展而言，无铅焊料的高熔点化，要求半导体部件、封装的耐热性条件更加严格。

4.2 传统封装稳步前行，先进封装锐意革新

4.2.1 传统封装与先进封装的划分与关联

- 目前半导体封装技术可分为**基板型封装**和**晶圆级封装**。根据有无焊线，基板型封装可分为传统封装与先进封装，而晶圆级封装本身即属于先进封装。此外，使用倒装（FC）技术、硅通孔（TSV）技术、多芯片组件技术（MCM）等先进技术也是先进封装的主要特征之一。
- 先进封装的发展可分为两个方向：**
 - ✓ **小型化：**3D封装可以突破传统的平面封装的概念，通过单个封装体内多次堆叠，实现存储容量的倍增。
 - ✓ **高集成：**SiP能将数字/非数字功能、硅/非硅材料、CMOS/非CMOS电路，以及光电、MEMS、生物芯片等器件进行集成，大幅提升性能。

图表65：半导体封装体系基本架构

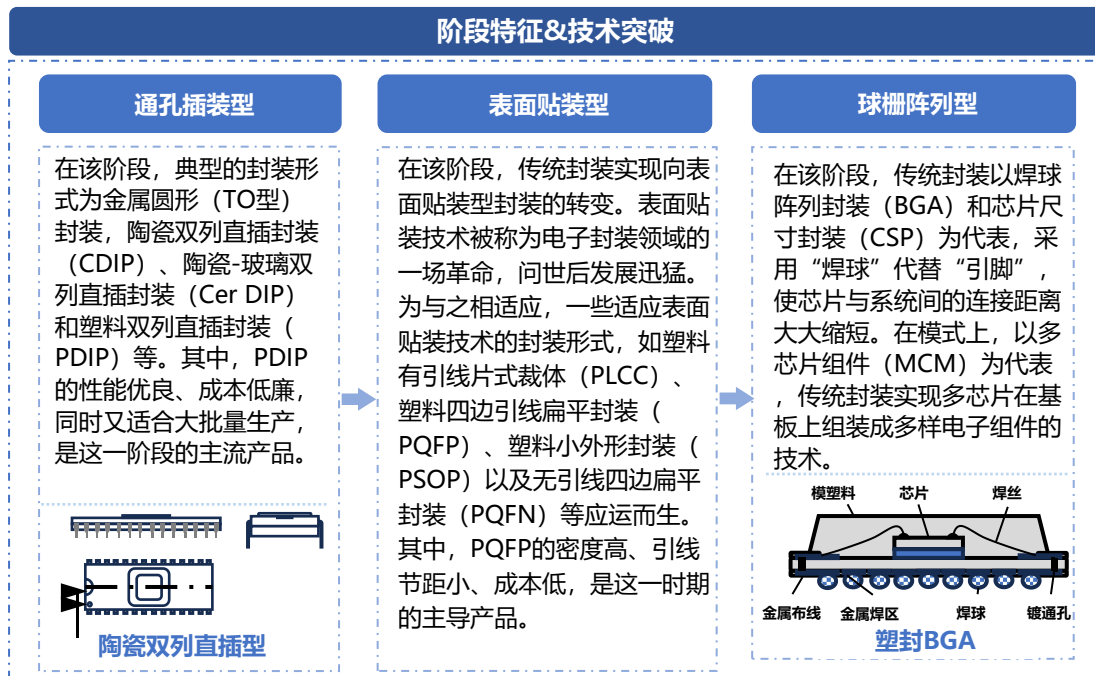


4.2 传统封装稳步前行，先进封装锐意革新

4.2.2 传统封装——技术突破开启新阶段

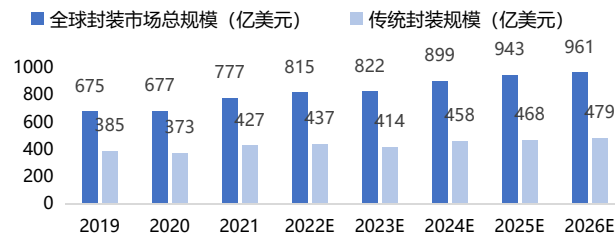
- 目前，业界主要以是否采用焊线为标准，区分传统封装和先进封装。二者的主要区别在于产品工艺复杂程度、封装形式、封装技术、封装材料是否为行业前沿等。
- 以新技术的突破为节点，传统封装的发展历经通孔插装型、表面贴装型和球栅阵列型三个阶段。

图表66：传统封装发展的三个阶段



- 相较于先进封装，传统封装具有性价比高、产品通用性强、使用成本低、应用领域广等优点。由于汽车、消费电子中采用的模拟芯片、功率器件、分立器件、MCU等核心芯片对于小型化和集成化的要求较低，对可靠性和稳定性的要求较高，因此传统封装市场仍将保持稳定成长。
- 根据Yole统计，2022年，全球传统封装市场规模约为430亿美元，仍大于先进封装市场规模；预计传统封装市场规模在2021-2026年的CAGR为2.3%，增长稳定。

图表67：全球封装市场规模和传统封装市场规模

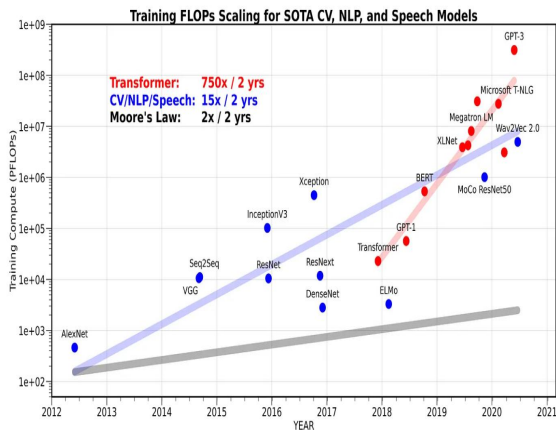


4.2 传统封装稳步前行，先进封装锐意革新

4.2.3.1 先进封装——后摩尔时代的璀璨明珠

- 摩尔定律由英特尔创始人之一戈登·摩尔提出，其核心内容为：集成电路上可以容纳的晶体管数目，在大约每经过18-24个月便会增加一倍，即处理器的性能每隔两年左右翻一倍。

图表68：晶体管数量历史走势



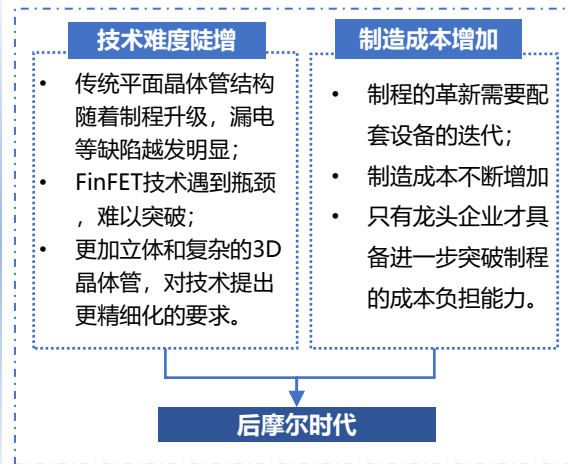
资料来源：riselab，华福证券研究所

- 近几年来，随着芯片工艺的发展，硅的相关工艺水平逐渐进入物理瓶颈期：

- ✓ **一方面**，鳍式场效应晶体管技术在沿用到5nm制程后陷入瓶颈。该技术能够改善电路控制、减少漏电、缩短晶体管栅长。厂商计划使用可以进一步减少漏电、增加驱动电流的闸极环绕场效应晶体管等新技术进行突破，但相关配套技术和设备还并不成熟，实现难度仍然较大。
- ✓ **另一方面**，技术节点的缩小需要制造设备更新迭代，使得集成电路制造成本越来越高，仅有少数龙头企业有能力继续攻克制程难题，晶体管缩小的进程愈加困难。

- 基于此，摩尔定律逐步失效，后摩尔时代到来。

图表69：后摩尔时代的产生标志



资料来源：中国科学院，华福证券研究所

- 随着摩尔定律逼近物理极限，依赖器件特征尺寸缩微来获得成本、功耗和性能方面的提升变得越来越困难。近年来，手机处理器、射频芯片、CPU/GPU、汽车芯片、AI芯片等应用场景在低功耗、高性能、小型化和多功能化等方面对芯片提出更高需求，故先进封装受到广泛重视。
- 不再使用引线框架的先进封装具有小型化和高集成的特点，能够实现封装方案的更多可能。**先进封装由于能够提升产品性能、降低制造成本，逐渐成为后摩尔时代实现节点突破的主流方向。**

4.2 传统封装稳步前行，先进封装锐意革新

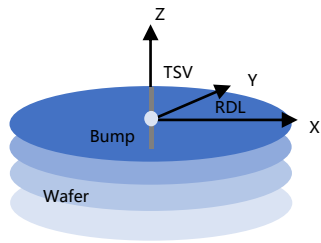
4.2.3.2 先进封装——变革创新，影响深远

- 在先进封装中，2.5D/3D封装是未来的发展主线，同时传统的基于引线键合的引线框架类封装也在不断发展和进步以适应不同的产品应用。自20世纪90年代中期，集成电路封装体的外观（形状、引脚样式）并未发生重大变化，但其内部结构发生了三次重大技术革新，分别为：倒装封装（Flip Chip）、系统级封装（SiP-System in a Package）和晶圆级封装技术（WLCSP-Wafer Level Chip Scale Package）。

先进封装与传统封装的主要区别

- 先进封装给芯片的功能拓展增加了可能性。
- ✓ **功能密度的提升**：先进封装可减少空间占用；
- ✓ **缩短互连长度**：传统封装中，引线穿过外壳和引脚需要数十毫米甚至更长，先进封装将互连长度从毫米级缩短至微米级，提升芯片的性能和功耗；
- ✓ **实现系统重构**：电子系统的构建可在芯片级基板级进行，在封装内部即可实现所谓系统级封装。

图表70：先进封装四要素



资料来源：CEIA电子智造，华福证券研究所

先进封装主要特征与发展趋势

- 先进封装较传统封装，提升了芯片产品的集成密度和互联速度，降低了设计门槛，优化了功能搭配的灵活性。例如，倒装将芯片与衬底互联，缩短了互连长度，实现了芯片性能增强和散热、可靠性的改善。
- 先进封装的主要特征包括：封装元件概念演变为封装系统；单芯片向多芯片发展；平面封装（MCM）向立体封装（3D）发展；倒装连接、TSV硅通孔连接成为主要键合方式等。具体的先进封装囊括倒装、晶圆级封装以及 POP/Sip/TSV 等。

图表71：传统封装与先进封装性能对比

	传统封装	先进封装（以Fan-out WLP 和2.5/3D 为例）	
		Fan-out WLP	2.5/3D
系统内存宽带	低	中	高
芯片能耗比	低	高	高
芯片厚度	高	低	中
芯片发热	中	低	高
封装成本	低	中	高
性能	低	中	高
形态	平面、芯片之间缺乏高速互联	多芯片、异质集成、芯片之间高速互联	

资料来源：彬复资本，华福证券研究所

图表72：先进封装的发展趋势

功能多样化	封装对象从最初的单裸片向多裸片发展，一个封装下可能有多种不同功能的裸片。
连接多样化	封装下的内部互连技术不断多样化，从凸块（Bumping）到嵌入式互连，连接的密度不断提升。
堆叠多样化	器件排列已经从平面逐渐走向立体，通过组合不同的互连方式构建丰富的堆叠拓扑。先进封装技术的发展拓展了封装的概念，从晶圆到系统均可用“封装”描述集成化的处理工艺。




资料来源：Yole，华福证券研究所

4.2 传统封装稳步前行，先进封装锐意革新

4.2.3.3 先进封装——兵家必争之地

- 在芯片短缺和地缘政治紧张的局势下，先进封装变得更为重要。2022年先进封装市场约占整个集成电路封装市场的48%，市场份额还在稳步提升。先进封装相较于传统封装具有更高的附加值，将成为全球封测市场的主要推动力和提升点。
- 相比芯片设计以及芯片制造，芯片封装的技术门槛较低，但实现先进封装技术仍需大量的资源支持。拥有得天独厚优势的晶圆厂商纷纷布局先进封装领域，以台积电、三星、英特尔为代表的晶圆厂商不断加大在先进封装领域的投资力度，频频推出先进封装领域的创新技术。

图表73：半导体大厂进军先进封装领域

半导体大厂成为先进封装玩家	
<p>台积电：2015年，台积电凭借InFO封装技术独揽苹果大单。在接下来的几年中，台积电在先进封装领域不断发力，推出CoWoS、SOIC 3D等技术，完善其在先进封装领域的布局。2020年，台积电将其旗下SoIC、InFO及CoWoS等3D IC技术平台进行整合，命名为3D Fabric。在产品设计方面，3D Fabric提供了最大的弹性，整合逻辑Chiplet、高带宽内存（HBM）、特殊制程芯片，全方位实现创新产品设计。</p>	
<p>三星：三星作为台积电在晶圆代工领域的劲敌，在先进封装的布局也毫不示弱。按照三星先前的计划，其目标是在2027年将先进制程产能较2022年提升3倍以上，并专门成立了先进封装部门（AVP）。</p>	
<p>英特尔：近年来，英特尔在先进工艺的研发方面遭遇挫折，与台积电、三星逐渐拉开差距。因此，英特尔愈发看重先进封装的研发，开始不断发力先进封装技术。英特尔计划在2025年之前重返产业巅峰，将先进封装技术视为重振旗鼓的关键。2021年12月，英特尔表示将投资70亿美元，以扩大其在马来西亚槟城的先进半导体封装工厂的生产能力。</p>	

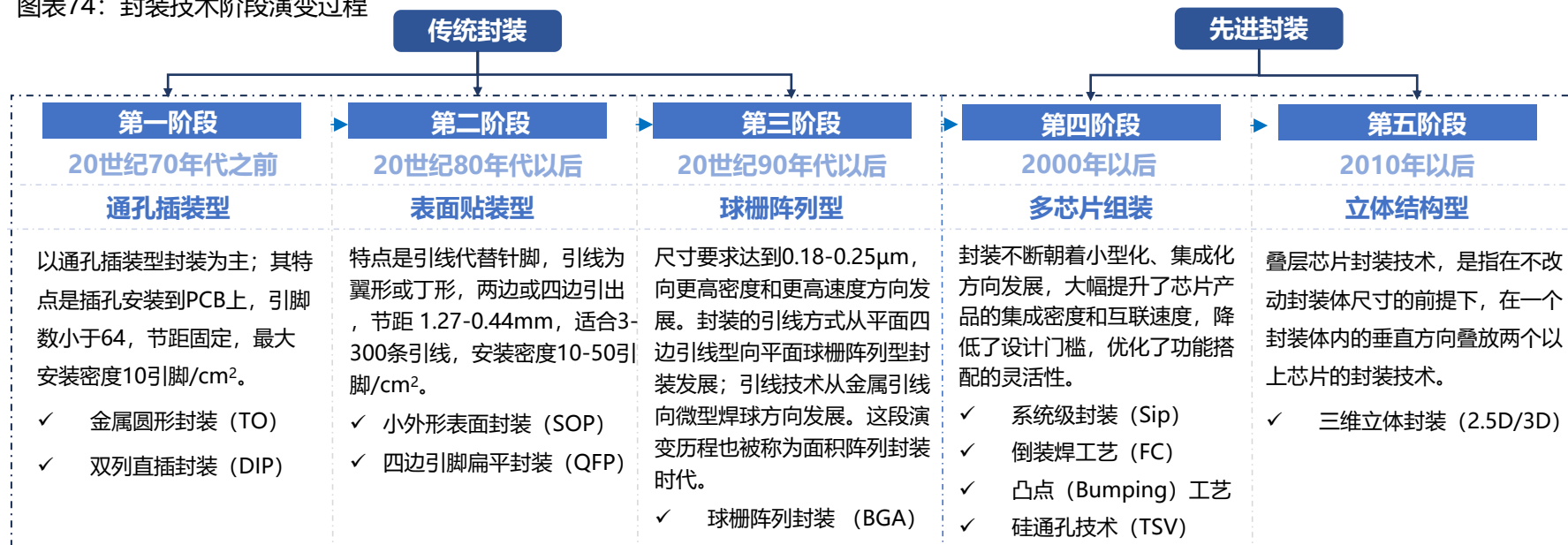
- 由于先进工艺的研发难度和成本巨大，一家晶圆制造厂不太可能有在性能、功耗、成本等领域全方位大幅领先于其他晶圆制造厂的情况，更多的是在不同的设计领域，不同的晶圆厂各有所长。同样，不同的厂商擅长不同领域的先进封装技术，例如台积电擅长高性能计算，三星擅长存储相关领域。
- 因为先进制程芯片离不开先进封装技术，二者紧密结合将是未来趋势，先进封装可能改变半导体大厂在先进制程领域的竞争格局。
- 在未来，先进封装的重要性不亚于先进制程的优化能力，未来的晶圆制造厂竞争力将会取决于半导体工艺和先进封装技术的综合实力。

4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

4.3.1 市场需求促进技术革新，封装技术发展历经五个阶段

- 随着5G通信技术、物联网、大数据、人工智能、视觉识别、自动驾驶等应用场景的快速兴起，终端市场对芯片功能多样化的需求越来越高。整体上看，封装技术主要沿着小型化、多引脚、高集成的方向发展。
- 根据《中国半导体封装业的发展》，全球封装技术经历了五个发展阶段。当前全球封装行业的主流处于以CSP、BGA封装为主的第三阶段，并向第四、第五阶段的SiP、SoC、TSV等封装迈进。近年来，国内领先封装企业通过自主研发和收购兼并等方式逐步掌握第三、四、五阶段的部分先进封装技术，但国内市场主流封装产品仍处于第二、三阶段，整体发展水平与国外仍存在一定差距。

图表74：封装技术阶段演变过程

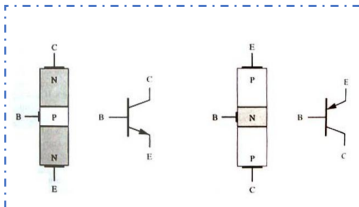


4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

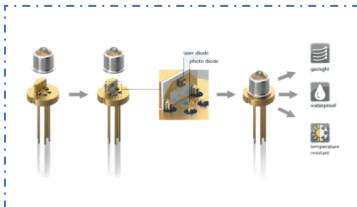
4.3.2.1 第一阶段 —— 晶体管封装TO

- **TO (Transistor Outline) 是一种晶体管封装，旨在使引线能够被成型加工并用于表面贴装。**其材质主要包括塑料和金属。随着晶体管的应用，TO封装技术也开始加速发展。

图表75：双极性和场效应晶体管



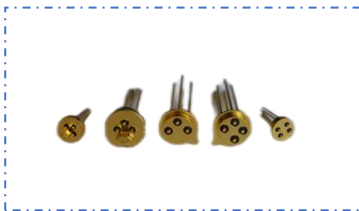
图表76：典型TO封装技术示意图



资料来源：ICNET官网，华福证券研究所 资料来源：肖特科技官网，华福证券研究所

- TO封装由一个TO管座和一个TO管帽组成。TO管座作为封装元件的底座为其提供电源，而管帽则可以实现平稳的光信号传输。这两个元件组成了保护敏感半导体元件的密封封装。

图表77：TO管座图



图表78：TO管帽图



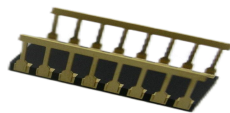
资料来源：博精电子官网，华福证券研究所 资料来源：丰雁电子官网，华福证券研究所

4.3.2.2 第一阶段 —— 双列直插封装DIP

- **DIP双列直插形式封装，引脚小于100，适合PCB穿孔焊接，操作方便。**
- DIP封装的引脚从两侧引出，可以直接焊在有特定结构的芯片插座上或焊在有相同焊孔数的焊位中。主要优势在于可以更方便地实现PCB板的穿孔和焊接，并和主板有更好的兼容性。双列直插封装的材料一般有塑料和陶瓷两种。

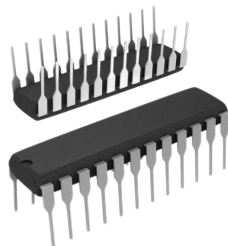
图表79：双列直插封装材料介绍

陶瓷双列直插封装CDIP



- ✓ 陶瓷双列直插封装 (CDIP / CerDIP) 是一种密封封装，由两块干压陶瓷包围一个双列直插成形的引脚框架组成。
- ✓ 在400至460摄氏度下，可用烧结玻璃将陶瓷、引脚框架和陶瓷密封系统回流密封联合在一起。

塑料双列直插封装PDIP



- ✓ 塑料双列直插封装PDIP是目前仍在使用的最成熟的塑料IC封装之一。PDIP是矩形的，引线沿其长边从两侧延伸。
- ✓ PDIP具有经济实惠、易于加工和维修、易于布局、通用性强等优点，但也有体积较大、引脚容易弯曲、信号传输效率较低等缺点。

资料来源：ICNET，河北厚膜科技中心官网，华福证券研究所

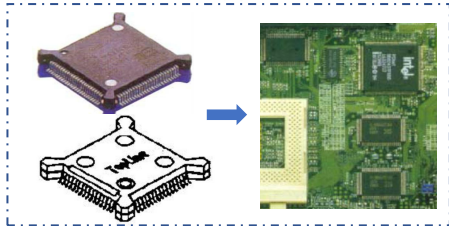
4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

4.3.3.1 第二阶段 —— 四角扁平封装 QFP

- QFP封装，中文为方型扁平式封装技术（Quad Flat Package），使用QFP技术进行封装的产品一般引脚之间距离很小，管脚很细，引脚数一般都在100以上，适用于大规模或超大规模集成电路。
- QFP必须采用SMT（表面安装设备技术）将芯片与主板焊接起来。采用SMT安装的芯片不必在主板上打孔，一般在主板表面上的设计好的相应管脚的焊点，因此将芯片各脚对准相应的焊点即可实现与主板的焊接。目前QFP封装应用广泛，很多MCU芯片都采用了该封装。

- **QFP封装的主要特点：**
- ✓ 封装CPU时操作方便，可靠性高；
- ✓ 外形尺寸较小，寄生参数减小，适合高频应用；
- ✓ 主要适合用SMT表面安装技术在PCB上安装布线等。

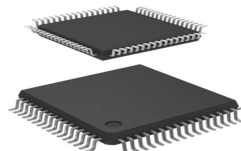
图表81：QFP结构示意图



资料来源：托普科公司官网，华福证券研究所

- **QFP的基材有陶瓷、金属和塑料，其中塑料封装占绝大部分。**
- ✓ 塑料QFP是普及程度最高的多引脚LSI封装，不仅能用于微处理器、门阵列等数字逻辑LSI电路，而且也用于VTR信号处理、音响信号处理等模拟LSI电路。引脚中心距有1.0mm、0.8mm、0.65mm、0.5mm、0.4mm、0.3mm等多种规格。引脚间距最小极限是0.3mm，最大是1.27mm。0.65mm中心距规格中的最多引脚数为304。
- ✓ 为了防止引脚变形，现已出现了几种改进的QFP品种。如四个角带有树脂缓冲垫（角耳）的BQFP等。

图表80：QFP封装外观



资料来源：诺的电子官网，华福证券研究所

4.3.3.2 第二阶段 —— 小外形表面封装 SOP

- SOP（Small Out-Line Package）是一种常见的元器件形式，属于表面贴装型封装之一。其特点是引脚从封装两侧引出呈海鸥翼状（L字形）。
- 常见的封装材料有：塑料、陶瓷、玻璃、金属等，目前基本使用塑料。
- SOP最早始于70年代末期。1968~1969年飞利浦公司已开发出小外形封装SOP。
- SOP封装的应用范围很广，而后逐渐派生出TSOP（薄小外形封装）、VSOP（甚小外形封装）、SSOP（缩小型SOP）等衍生封装类型。
- SOP封装的主要特点包括：重量轻、体积小、封装密度大；生产成本低、各功能模块可预先分别设计，市场现有的通用集成芯片和模块大部分都可采用，制造周期更短；各功能部件之间的连接减少，连接的损耗降低，性能优良，可靠性高；系统集成度高，可以通过多层立体结构实现对高Q电路和高功率模块的集成。

图表82：NXP的SOP产品



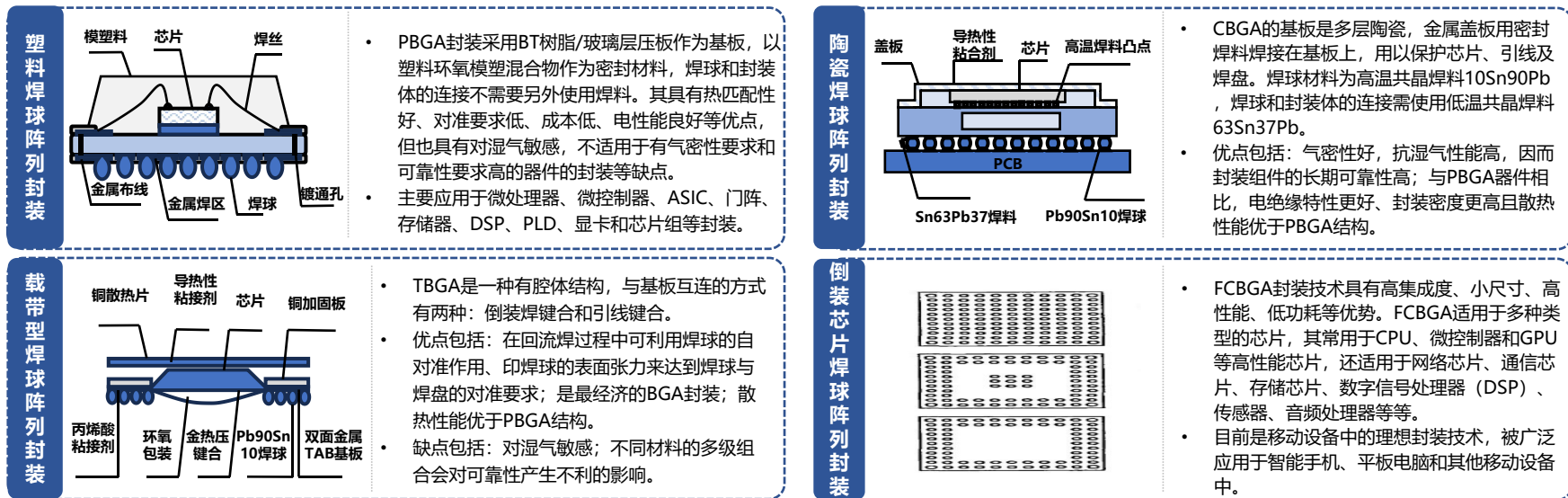
资料来源：NXP官网，华福证券研究所

4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

4.3.4.1 第三阶段 —— 球栅阵列封装BGA

- BGA (Ball Grid Array Package) 是将圆型或柱状焊点隐藏在封装体下面的一种封装形式。90年代后随着集成技术的进步，BGA技术迅速发展。目前高密度、高性能、高频率的IC芯片都已采用该类型的封装技术。此外，在SMT工艺质量控制相当成熟的今天，BGA的焊接一直是备受关注的环节。一个OEM代工电子厂的制程能力，在很大程度上取决于BGA的焊接水平。
- 如今，世界上许多国家都生产 BGA并对外销售。IBM、Motorola、Citizen、ISI Logic、AmkorAnam、Cassia、SAT、AT&T、National Semiconductor、Olin、ASE、Ball 等公司都有布局BGA产品。

图表83：BGA封装分类



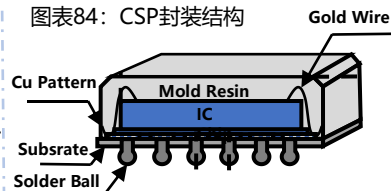
4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

4.3.4.2 第三阶段 —— 芯片级封装 CSP

- CSP是指封装尺寸不超过裸芯片1.2倍的一种先进封装形式。一般认为CSP技术是在现有的封装技术基础上，不断将各种封装尺寸进一步小型化而产生的封装技术。
- CSP技术可以确保超大规模集成电路在高性能、高可靠性的前提下，以最低廉的成本，实现封装的尺寸最接近裸芯片的尺寸。与QFP封装相比，CSP封装尺寸小于管脚间距为0.5mm的QFP封装的1/10；与BGA封装相比，CSP封装尺寸约为BGA封装的1/3。

多样类别与四大特点打造传统封装的前沿方案

- 终端产品的尺寸会影响便携式产品的市场，也驱动着CSP市场的进一步发展。要为用户提供尺寸最小的产品，CSP是首选的封装形式。IC制造商为顺应电子产品小型化发展的潮流，正致力于开发0.3mm甚至更小的、尤其是具有尽可能多I/O数的CSP产品。
- CSP封装拥有众多TSOP和BGA封装所无法比拟的优点，它代表了微型封装技术发展的方向。一方面，CSP将继续巩固在存储器中的应用并成为高性能内存封装的主流；另一方面，CSP会逐步开拓新的应用领域，尤其在网络、数字信号处理器、混合信号和RF领域、专用集成电路（ASIC）、微控制器、电子显示屏等方面会有大作为。



图表84：CSP封装结构
资料来源：电子时报，华福证券研究所

图表85：CSP封装分类

引线框架 LFCSP封装	通过将外围焊盘和封装底面上的裸露焊盘焊接到PCB上，可以实现电气接触并有效传导封装热量。稳定的电接地连接则可通过打地线和导电性粘片材料来实现。
柔性插入板 CSP封装	这类CSP封装主要由IC芯片、载带、粘接层、凸点（铜/镍）等构成。载带由聚酰亚胺和制箔组成。采用共晶焊料（63%Sn—37%Pb）作外部互连电极材料。其主要特点是结构简单，可靠性高，安装方便，可利用传统的TAB焊接机进行焊接。
硬质基片CSP封装	此类封装载体基材由多层线路板制成。基材材质可为陶瓷或层压树脂板。其产品封装工艺与柔性基片的封装工艺一样，芯片焊盘与基片焊盘之间的连接也可以是倒装片键合、TAB键合、引线键合。
晶圆级CSP封装	不同于传统的芯片封装方式，此种技术是先在整个晶圆上进行封装和测试，然后才切割成一个个的IC颗粒，因此封装后的体积即等同IC裸晶的原尺寸。其技术特点在于直接使用晶圆制程完成芯片封装。与其他各类CSP相比，晶圆级CSP所有工艺都使用相同制程完成，工艺稳定。
叠层CSP封装	一般为2个或3个功能芯片叠加在同一个封装体内。具有更大的存储器容量和更高效的存储器结构；更小、更轻，而且更富创新的新产品外观规格；具有成本更低，节省空间等优点。

资料来源：amkor官网，《FOW在叠层CSP封装中的应用》——张天刚，华福证券研究所

图表86：CSP封装特点

速度快	CSP封装内存不但体积小，同时也更薄，其金属基板到散热体的最有效散热路径仅为0.2毫米，大大提高了内存芯片在长时间运行后的可靠性，线路阻抗显著减小，芯片速度也得到大幅提升。
引脚数多	在相同的芯片面积下CSP所能达到的引脚数要比TSOP、BGA的引脚数多（TSOP最多304根，BGA以600根为限，CSP原则上可以制造1000根），使其可支持I/O端口的数目增加。
特殊引脚形式	CSP封装内存芯片的中心引脚形式有效缩短了信号的传导距离，使衰减随之减弱，因此芯片的抗干扰、抗噪性能也能得到大幅改善，这也使得CSP的存取时间比BGA改善15% - 20%。
热效率高	在CSP的封装方式中，内存颗粒是通过锡球焊接在PCB板上，由于焊点和PCB板的接触面积较大，所以内存芯片在运行中所产生的热量可以很容易地传导到PCB板上并散发出去。

资料来源：维库电子信息网，华福证券研究所

4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

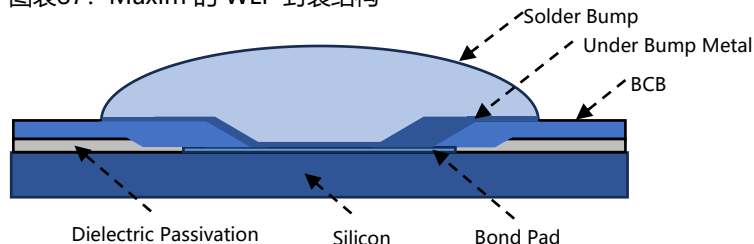
➤ 4.3.5.1 第四/五阶段 —— 封装方案①晶圆级芯片封装 WLP

- 晶圆级芯片封装 (Wafer Level Packaging) 是对整片晶圆进行封装测试后, 再切割得到单个成品芯片的技术。封装后的芯片尺寸与裸片一致。
- 晶圆级封装 (WLP) 可以使IC面向下贴装到印刷电路板上, 并采用传统的SMT安装工艺。芯片焊盘通过独立的焊球直接焊接到PCB焊盘。

➤ WLP的优势

- WLP技术与球栅阵列、引线型和基于层压成型的CSP封装技术不同, 没有绑定线或引出线。WLP通常无需填充材料, 但是在一些特定应用中, 填充材料能够增大WLP的机械强度。WLP的主要优势在于其封装尺寸小、IC到PCB之间的电感小、生产周期短。
- 例如, Maxim的WLP芯片是在硅晶片衬底上直接建立封装内部互连结构: 在晶片表面附上一层电介质重复钝化的聚合物薄膜。这层薄膜减轻了焊球连接处的机械压力并在管芯表面提供电气隔离。

图表87: Maxim 的 WLP 封装结构

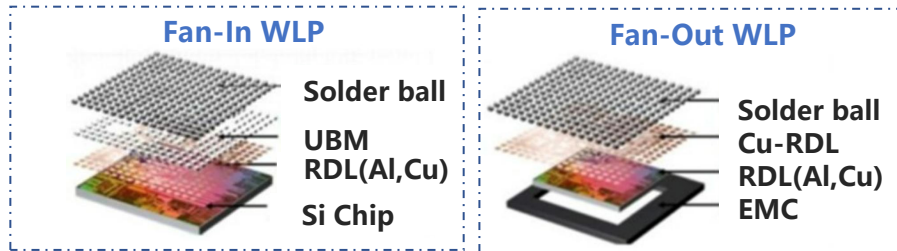


资料来源: 电子发烧友, 华福证券研究所

➤ WLP的两种类型——扇入型与扇外型

- 扇入型产品被限制在大约200个I/O和0.6mm的尺寸。扇入型是小体型的低价解决方案, 扇入型产品可作为理想的模拟芯片、电源管理芯片和射频器件。智能手机制造商正广泛使用扇入型WLP。
- 扇外型产品的市场应用领域包括汽车 (包括自动驾驶)、云计算、消费性电子产品、移动设备和医疗设备等。其他需要具有更小的外形尺寸、更高的性能、更密集的集成以及更低成本芯片的应用领域, 也在FOWLP的应用范围。

图表88: 扇入和扇外型晶圆级封装



资料来源: EDN电子技术设计官网, 华福证券研究所

4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

4.3.5.2 第四/五阶段 —— 封装方案②立体封装2.5D/3D

2.5D 封装

- 2.5D封装是指通过在共享基座上并排组装，将多个IC芯片组合到一个封装中的封装类型。其中基座通常是一个转接板，负责提供多个IC芯片之间的互连以及连接到外部的线路。
- 2.5D封装对芯片性能的提升和功耗的降低至关重要。芯片间的通信一般使用硅、玻璃或有机转接板来完成，相比于需运用硅通孔技术来实现IC堆叠的3D IC来说，2.5D IC的封装流程更为简单、更易实现。

3D 封装

- 3D封装是指元器件除了在X-Y平面上展开以外，还在垂直方向即Z方向上排列。
- 3D封装采用不同于2D封装的横向互连的特点，其降低了互连长度，可有效利用立体空间，提高封装密度，缩小封装体积，节省材料。
- 3D封装拥有超大带宽和更高性能，广泛应用于高性能计算领域，如数据中心、网络、服务器等，且3D结构还能满足CPU、GPU和存储器的计算和存储需求。据Yole数据，全球先进芯片3D封装市场2027年预计将达150亿美元。

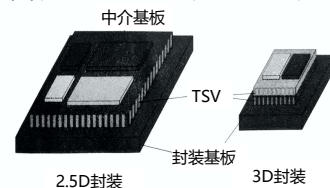
✓ 2.5D封装

- 2.5D封装与可比较的2D电路板组件相比，具有更好的尺寸、重量和功率特性。例如，2.5D封装与堆叠内存模块（特别是高带宽内存）联合使用可以进一步提高性能。
- 2.5D封装不仅仅是向3D IC过渡的阶梯，与3D封装相比，2.5D封装的面积要更大，互连长度要更长，在某些特定领域具有独特的优势。

图表89：2.5D封装的优点

集成门槛低	可以支持不同节距、尺寸、材料、工艺节点的芯片的异质集成
减少热的积累	将IC芯片并排放置比3D堆叠更能减少热的积累
升级容易	升级或修改2.5D组件较为容易，只需更换对应IC芯片和修改转接板，比修改整个3DIC或者片上系统更快
小芯片技术发展	2.5D的成功使Chiplet技术得以快速发展

图表90：2.5D封装与3D封装对比



4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

✓ 3D封装

- 从互连的结构来看，3D封装可以分为**封装堆叠**、**芯片堆叠**、**芯片埋入**、**封装内封装**、**双面封装**、**通过转接板互连**等基本实现形式，而这几种基本形式可以相互组合。
- 例如，某封装主体由多个芯片堆叠，同时还可以在其封装基板内埋入芯片（芯片堆叠+芯片埋入）。

图表91：3D封装的结构类型及其特点

封装堆叠	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 封装堆叠包括引线框架堆叠、无引脚陶瓷片式载体堆叠、TAB 引线堆叠、堆叠 BGA或基于焊球互连的堆叠、柔性载带折叠封装、侧面图形互连堆叠等形式。 ✓ 封装堆叠的优点是单层的封装经过测试后，有利于提升3D封装的良率。基于现有封装平台，封装堆叠较容易实现。封装堆叠对单层封装的要求是薄。如果采用回流方式堆叠，封装需能耐受多次回流的高温。
芯片堆叠	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 芯片堆叠是指在单个封装体内部堆叠多颗芯片。芯片堆叠的互连方式主要包括基于焊线的堆叠、基于倒装+焊线的堆叠、基于硅通孔的芯片堆叠、薄芯片集成、芯片堆叠后埋入。 ✓ 芯片堆叠的主要挑战是芯片良率和热管理。
芯片埋入	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 芯片埋入是指在封装基板结构内部埋入芯片。具体埋入方法包括模压和塑封等。 ✓ 采用埋入方式可以进一步提供封装的集成度，缩小封装尺寸，大幅度缩短互连尺寸和提高器件性能。
封装内封装	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 封装内封装 (Package in Package, PiP) 是指将预测试封装集成到3D堆叠中。导线键合用于将顶部封装连接到底部封装基板。
双面封装	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 双面封装是指将芯片贴装在同一个引线框架或者基板的正面和背面的封装结构。引线框架塑料封装的双面封装为双面引线键合。基板型双面封装可以分为双面引线键合、双面倒装或引线键合与倒装混合。
混合类型 3D 以及其他封装	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 互连形式多种多样，以上分类可能不够详尽。此外，在使用过程中也不是采取单一形式，而是根据需求和工艺特点灵活运用，且经常会组合使用。

图表92：3D封装的应用、面临挑战与发展趋势

3D封装的主要应用市场

- ✓ 由于3D封装可实现超大容量的存储，并利用高速的信号传输，最大限度地提高存储密度，还可能降低价格，因此3D封装结构将在未来的消费电子产品、人工智能、生物医学等领域扮演重要的角色。目前 3D 封装技术主要应用于 CPUDRAM, Flash 存储器, HBM, CMOS 图像传感器, 3D-MCM 微型摄像机等。

3D 封装面临的主要挑战

- ✓ 工艺成本高：影响 3D 堆叠成本的因素有：叠层高度及复杂性；每层的加工步骤数目；堆叠前的芯片测试；硅片后处理；3D 封装与目前传统封装工艺的兼容性问题。
- ✓ 散热困难：电路密度的提高意味着功率密度的提高，器件的整体产热更多；同时堆叠界面可能会增加热阻；芯片在热流路径上会导致芯片温度的上升。
- ✓ 垂直互连困难：垂直互连前芯片的处理、材料和互连工艺等都较为复杂，同时不同材料的组合与堆叠带来的应力情况更为复杂。

3D 封装的发展趋势

- ✓ 向更低成本、更高稳定性的方向发展
- ✓ 追求更短的互连和由此带来更高的性能
- ✓ 追求更加微缩化
- ✓ 与晶圆级封装结合
- ✓ 与芯片工艺制程的融合借鉴
- ✓ 走向异质集成

4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

4.3.5.3 第四/五阶段 —— 封装方案③系统级封装SiP

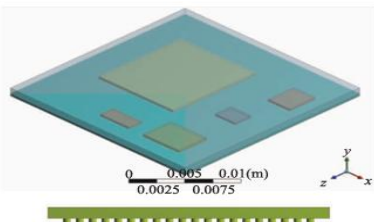
- SiP (System in Package, 系统级封装) 指将多个具有不同功能的有源电子元件与可选无源器件以及其他器件 (如MEMS或者光学器件) 优先组装到一起, 获得能够实现一定功能的单个标准封装件并形成系统或者子系统的封装方案。
- 近年来, 随着技术的成熟, SiP主要应用在消费电子、无线通讯、汽车电子、工业控制、云计算、医疗电子等诸多新兴领域。

SiP或成为后摩尔时代的重要发展路径

- SiP具有封装效率高、产品上市周期短、兼容性佳、系统成本低、物理尺寸小、电性能高、低功耗、稳定性好、应用广泛等优点, 被认为是超越摩尔定律的重要路径。

- SiP可以将最初单独制造和组装的半导体元件集成到一个封装中, 以更低的成本提供更多的功能, 也就是说, 其可以根据功能和需求提供更灵活的设计。SiP可以灵活应用引线键合、FC封装、无源元件和SMT等技术, 因此SiP的模块可以根据客户的需求来设计或成型为不同的形状, 更加多样。此外, SiP还适用于5G毫米波模块和真正的无线立体声 (TWS) 。

图表93: 塑封SiP结构模型



资料来源: 《系统级封装 (SiP) 模块的热阻应用研究》——刘鸿瑾, 华福证券研究所

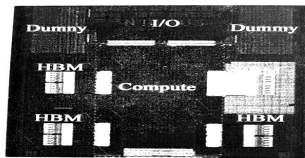
- **SiP是提升系统性能的关键。**把多个半导体芯片和无源器件封装在同一个芯片内, 不再用线宽密度较低的PCB作为芯片连接之间的载体, 可以解决PCB限制带来的系统性能瓶颈问题。以处理器和存储芯片为例, SiP内部走线的密度可以远高于PCB走线密度, 从而提升位宽; 另外, 互连长度缩小可以提高操作频率, 从而进一步提升带宽。

SiP封装的发展趋势与市场规模

- SiP是半导体封装发展的必然趋势, 代表了半导体封装发展的方向。SiP通过异质集成和工艺进步, 持续满足各领域电子产品的小型化、多功能化、性能更好、成本更低的需求。

- 基于小芯片的SiP解决方案近年来受到关注。AMD、Intel、Xilinx、华为海思等公司都已经发布了基于小芯片的产品。小芯片SiP的开发成本更低。

图表94: 华为 Ascend 910封装布局



资料来源: 《微电子封装技术》, 华福证券研究所

- 据Yole测算, 2026年SiP封装市场有望从2020年的140亿美元增长至2026年的190亿美元, CAGR超过5%, 其中消费电子市场规模最大, 2020年为119亿美元, 预计2026年增长至157亿美元。受益于汽车行业电动化、网联化、智能化、共享化发展, 汽车电子SiP市场规模将从2020年的8亿美元增长至2026年的13亿美元, CAGR为10%。

4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

➤ 4.3.5.4 第四/五阶段 —— 工艺技术①倒装键合技术FC

- 倒装键合工艺是指通过芯片上的凸点与基板布线或者基板上的凸点与芯片上的焊盘，来实现电互连的同时进行机械键合的过程。根据键合材料的不同可分为焊料焊接、金属直接键合和导电胶黏结，对应的键合方法也不同。**使用倒装键合的封装方式一般称为倒装封装（Flip-Chip）。**
- 传统的引线键合方式，芯片通过金属线键合与基板连接，此种封装工艺封装出的芯片面积较大，逐渐不能满足智能设备的小型化需求。倒装芯片工艺是指在芯片的 I/O 焊盘上直接沉积，或通过RDL布线后沉积凸块，然后将芯片翻转进行加热，使熔融的焊料与基板或框架相结合，芯片电气面朝下，利用熔融的锡铅球与陶瓷基板相结合来替换传统的打线键合，具有其独特优势。
- 倒装芯片最大的优点是能减少封装尺寸，改进功耗和信号传输过程。由于其长度较短，受到电阻和周边噪音的影响较小，所以速度更快。

➤ 倒装封装的分类及市场格局

- 倒装封装工艺可细分为倒装球栅格阵列封装（FCBGA）和倒装芯片尺寸封装（FCCSP）两种工艺。
- 倒装球栅格阵列封装（FCBGA）在倒装封装中拥有较高的市场份额；倒装芯片尺寸封装（FCCSP）为倒装封装中成长性较好的细分工艺，对于高性能移动设备、汽车电子、人工智能等对性能和外观均有很高要求的应用端具有较大的吸引力。

图表95：FCCSP与FCBGA的市场规模

FCCSP

- ✓ 从长期来看，FCCSP主要用于DRAM的封测，因此随着ADAS、工业物联网和服务器中DRAM用量的提升。
- ✓ 2021年智能手机、平板电脑、个人电脑和数据中心内存需求强劲，并且5G技术的应用加速落地，对FCCSP封装市场起到了极大的促进作用。2021年，FCCSP封装市场规模约60.08亿美元，预计2026年将达到90.83亿美元，年均复合增长率为8%。就封装市场来说，FCCSP的主要企业是日月光、安靠、长电、矽品精密等，FCCSP的订单主要来自主流的DRAM制造商如美光、SK hynix和三星。

FCBGA

- ✓ 根据Yole统计，在AI、数据中心和HPC的推动下，FCBGA封装收入预计将从2020年的100亿美元（约642.5亿人民币）到2025年达到120亿美元（约771亿人民币）。这种空前的增长是由于汽车，高性能计算，笔记本电脑和客户端计算领域的需求增加以及消费者和服务器应用中对图形的需求增加。
- ✓ 2021年，FCBGA封装市场规模约为117.49亿美元，未来五年，随着网络、汽车、人工智能和服务器的进一步放量，FCBGA封装市场预计2026年将达到123.80亿美元。传统的CPU和新增的XPU市场，将会为FCBGA封装提供新的市场增量。

4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

➤ 4.3.5.5 第四/五阶段 —— 工艺技术②凸点工艺Bumping

- 互连环节是倒装芯片或板级半导体封装的关键。凸点是一种先进的晶圆级工艺技术，在将晶圆切成单个芯片之前，在晶圆上形成由焊料制成的“凸点”或“球”。这些“凸块”可以由共晶、无铅、高铅材料或晶圆上的铜柱组成，是将芯片和基板连接在一起的基本互连组件。这些凸点不仅提供了芯片和基板之间的连接路径，而且对倒装芯片封装的电气、机械和热性能也起着重要作用。
- 圆片级凸点制作工艺常用的方法有多种，每种方法都各有其优缺点，适用于不同的工艺要求。要使wafer级封装技术得到更广泛的应用，选择合适的凸点制作工艺极为重要。在晶圆凸点制作中，金属沉积占到全部成本的50%以上。最为常见的金属沉积步骤是UBM（凸点下金属化层）的沉积和凸点本身的沉积，而UBM的沉积通常采用Sputter（溅射），Electroless（化学镀），Plating（电镀）方式实现；凸点本身的沉积通常采用电镀，植球，印刷的方式实现。

➤ 凸点制造的基本材料

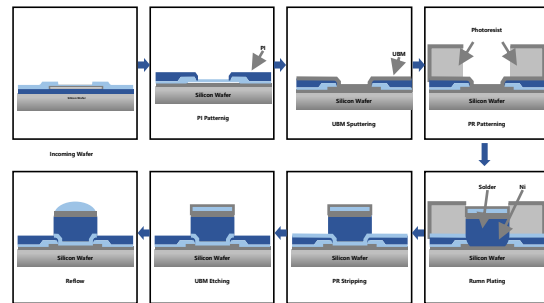
- 凸点代替焊线作芯片与基板或芯片与芯片之间的互连，主要应用于倒装芯片焊接工艺中，凸点根据材质主要分为金凸点、铜凸点、焊料凸点和铜柱凸点。

图表97：凸点分类

金凸点	✓ 金凸点分为钉头金凸点和电镀金凸点。钉头金凸点采用引线键合中使用的球焊焊机，用引线键合中使用的标准方法并进一步经过饼压来形成凸点。电镀金凸点采用在UBM上电镀金实现，可实现尺寸低至15μm的凸点节距。
铜凸点	✓ 铜凸点一般采用电镀方法实现。铜凸点的铜-铜键合可以通甲酸以防止表面氧化，更容易实现键合。
焊料凸点	✓ 焊料凸点包括含铅焊料凸点和无铅焊料凸点。含铅焊料可以分为共晶铅锡焊料凸点和高铅焊料凸点。 ✓ 焊料凸点根据组装方式分为共晶铅锡凸点与预制焊料结合、高铅凸点与预制焊料结合、无铅焊料凸点与预制焊料结合三种。
铜柱凸点	✓ 铜柱凸点根据结合方式主要分为铜柱锡帽与凸点导线焊盘结合、铜柱锡帽/铜凸点与预制焊料结合。

资料来源：《微电子封装技术》——周玉刚等，-华福证券研究所

图表96：凸点工艺流程



资料来源：安泊智汇官网，华福证券研究所

➤ 凸点工艺的国产化进程

- 凸点的制造过程与前道晶圆制造步骤相似，涉及光刻、薄膜沉积、溅镀等工艺，但工艺特征尺寸较小，相对晶圆制造来说较为简单。凸点工艺在产业链中的位置介于前道晶圆制造和后道封装测试之间，因而被称作“中道”制造。
- 高密度芯片需求的增加带来倒装需求的增加，凸点的需求将不断提升，国产化进程不断加快。目前国内主要封测厂商如长电科技、通富微电、华天科技、晶方科技等都已具备凸点制造能力。

4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

➤ 4.3.5.6 第四/五阶段 —— 工艺技术③硅通孔技术 TSV

- TSV (Through -Silicon-Via) 技术主要是指在芯片和芯片之间、晶圆和晶圆之间制作垂直导通，并通过铜、钨、多晶硅等导电物质的填充，实现硅通孔的垂直电气互连。
- TSV是先进封装工艺中的重要一环。在TSV诞生之前，芯片之间的大多数连接都是水平的，这意味着板上芯片与芯片之间将散布在板上，整体的占用空间将随着具体功能的增加而指数性增大。由于TSV的诞生，半导体裸片和晶圆可以实现以较高的密度互联堆叠在一起，这也成为了先进封装的标志之一。
- TSV可以通过垂直互连减小互联长度，减小信号延迟，降低电容/电感，实现芯片间的低功耗，高速通讯，增加宽带和实现器件集成的小型化。

➤ TSV技术的关键工艺及难点

- **TSV的工艺流程具体包括：**在硅片上钻深孔到超过TSV目标厚度——沉积介质层——在硅片表面和深孔中沉积阻挡、黏附和种子金属层——电镀Cu或用其他导电材料填孔——化学机械抛光表面平坦化和去除多余的种金属层——磨削/刻蚀露铜或者通孔导电层。

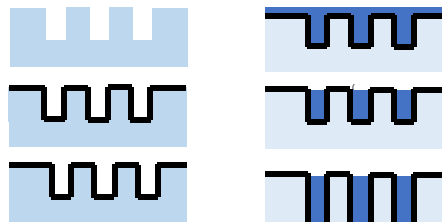
- **TSV的关键工艺技术包括晶圆减薄、通孔和键合等。**

- ✓ **通孔的形成和金属化：**目前通孔加工的技术主要有三种，一种是干法刻蚀，一种是湿法刻蚀，还有一种是激光打孔。Si基板本身导电性较差，不能直接进行电沉积；需要首先使用PVD沉淀出电子层，使得Si基板有导电性之后，再进行电镀。

- ✓ **相关特殊晶片的制作：**在减薄的过程中需要晶片始终保持平整状态，否则易发生翘曲、下垂、表面损伤扩大、晶片破裂等问题。

- ✓ **TSV键合：**指通孔金属化和连接端子的晶片间的互连。以金属—金属键合为主要方式。

图表98：TSV工艺流程



资料来源：《微电子封装技术》，华福证券研究所

图表99：TSV技术的优点

高密度集成	通过先进封装，可以大幅度地提高电子元器件集成度，减小封装的几何尺寸和封装重量，能够克服现有的 2D-SIP (System In a Package 二维系统级封装) 和 POP (package on package 三维封装堆叠) 系统的不足并满足微电子产品对于多功能和小型化的要求。
提高电性能	由于TSV技术可以大幅度地缩短电互连的长度，从而可以很好地解决出现在 SOC (二维系统级芯片) 技术中的信号延迟等问题，提高电性能。
多种功能集成	通过 TSV 互连的方式，可以把不同的功能芯片 (如射频、内存、逻辑、数字和 MEMS 等) 集成在一起实现电子元器件的多功能。
降低制造成本	TSV 三维集成技术虽然目前在工艺上的成本较高，但是可以在元器件的总体水平上降低制造成本。

4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

➤ 4.3.5.7 第四/五阶段 —— 工艺技术④多芯片组封件技术MCM

- 多芯片组件技术 (Multi-Chip Module) 是为适应现代电子系统短、小、轻、薄和高速、高性能、高可靠性、低成本的发展方向，而在PCB和SMT的基础上发展出的新一代微电子封装与组装技术，也是实现系统集成的有力手段。随着技术的进步和成本的降低，MCM在计算机、通信、雷达、数据处理、汽车工业、工业设备、仪器与医疗等电子系统产品上得到了越来越广泛的应用。

图表100: MCM分类

多层陶瓷基板MCM-C	
✓	这类MCM的基板为共烧结 (cofired) 陶瓷，有两种类型：HTCC (高温共烧结陶瓷) 和LTCC (低温共烧结陶瓷)。
✓	主要用于军事、航天、超级计算机和医用电子领域。与MCM-L相比，MCM-C的成本要高得多。但随着陶瓷共烧技术的不断进步，MCM-C的成本亦在不断下降。MCM-C的另一个优点是可进行多层布线。
多层薄膜基板MCM-D	
✓	MCM-D由导体和介电层在基板衬底上依次沉积而构成的。对于同等互联密度，MCM-D所需要的布线层数远远小于MCM-C，甚至可以超过一个数量级。
✓	然而用于制造MCM-D基板的半导体材料及工艺成本较高。对封装厂，这意味着增加一笔额外的设备和工艺投资。
多层印制板MCM-L	
✓	MCM-L结构通常是适应MCM的尺寸要求而将几层印制线路板按比例缩小的一种结构，该基板制造技术主要来自印制板工业。导体一般为铜，在制造工艺上和印制板是相似的。有机层压材料的主要缺点是走线密度低、导热性差以及比硅高的热膨胀系数。
✓	改性聚酯亚胺、芳族聚酰胺、含氟聚合物等新材料的介电常数和热膨胀系数特性可以进行人为控制。

➤ MCM的优势

- 多芯片组件已有十几年的历史，MCM的组装对象是超大规模集成电路和专用集成电路的裸片，而不是中小规模的集成电路；技术上，MCM追求高速度、高性能、高可靠和多功能，而不像一般混合IC技术以缩小体积重量为主。
- 电子系统 (整机) 向小型化、高性能化、多功能化、高可靠和低成本发展已成为目前的主要趋势，从而对系统集成的要求也越来越迫切。MCM技术基于自身优点，现已成为实现系统集成的主要技术途径之一。

图表101: MCM的主要特点

成本低	MCM是将多块未封装的IC芯片高密度安装在同一基板上构成的部件，省去了IC的封装材料和工艺，节约了原材料，减少了制造工艺，缩小了整机 / 组件封装尺寸和减轻了重量。
高速化	MCM是高密度组装产品，芯片面积占基板面积至少20%以上，互连线长度极大缩短，封装延迟时间缩小，易于实现组件高速化。
减少干扰	MCM的多层布线基板导体层数应不少于4层，能把模拟电路、数字电路、功率器件、光电器件、微波器件及各类片式元器件合理而有效地组装在封装体内，形成单一半导体集成电路不可能完成的多功能部件、子系统或系统；同时使线路之间的干扰噪声减少，阻抗易控，电路性能提高。
可靠性强	MCM避免了单块IC封装的热阻、引线及焊接等一系列问题，使产品的可靠性获得极大提高。
技术协同	MCM集中了先进的半导体IC的微细加工技术，厚、薄膜混合集成材料与工艺技术，厚膜、陶瓷与PCB的多层基板技术以及MCM电路的模拟、仿真、优化设计、散热和可靠性设计、芯片的高密度互连与封装等一系列新技术，因此，有人称其为混合形式的全片规模集成WSI技术。

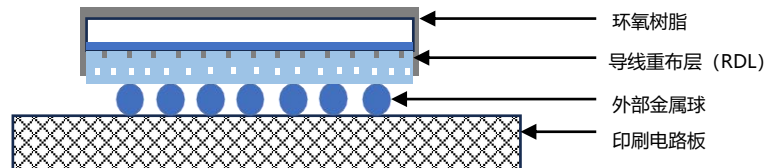
4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

4.3.5.8 第四/五阶段 —— 工艺技术⑤扇入/扇外型封装技术

扇入型集成电路封装Fan-in

- 扇入型封装的工艺流程大致为：从晶圆代工厂生产完成的晶圆经过测试后进入生产线→为了将晶圆上的接口（I/O）引出至方便焊接的位置，在晶圆上通过金属布线工艺制作再布线层→为使芯片成品更轻薄，对晶圆进行减薄加工→再在布线层所连接的金属焊盘上，进行植球，方便后续芯片→在印刷电路板上的焊接→将晶圆进行切割，以得到独立的芯片，芯片产品通过最终测试后，即可出厂成为芯片成品。

图表102：扇入型封装结构

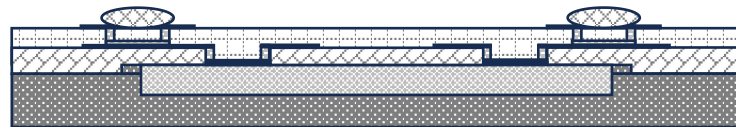


资料来源：爱集微，华福证券研究所

扇外型集成电路封装Fan-Out

- 扇外型封装是指在晶圆的制程中，从半导体裸晶的端点上，拉出所需的电路到重分布层，进而形成封装。在这样的基础上封装不需要封装基板，更不用打线以及凸块，进而得以降低30%的生产成本，以及减少芯片的厚度。
- 扇外型技术主要可以分作三种类型：芯片先装/面朝下、芯片先装/面朝上和芯片后装。
- 最新的高密度扇外型封装技术正在突破1 μ m线宽/间距限制并提供更好的性能，但是要达到并突破1 μ m的壁垒，还面临着制造技术和成本的挑战。

图表103：扇外型封装结构



资料来源：国知局，华福证券研究所

✓ 扇入型与扇外型封装的区别

- 扇入型封装与扇外型封装最大的差异为RDL布线，在扇入型封装中RDL向内布线，而在扇外型封装中，RDL既可向内又可向外布线，所以扇外型封装可以实现更多的I/O。
- 以WLP封装为例，扇入型WLCSP工艺将导线和锡球固定在晶圆顶部，而扇外型WLCSP则将芯片重新排列为模塑晶圆。这样做是为了通过晶圆级工艺形成布线层，并将锡球固定在比芯片尺寸更大的封装上。

图表104：扇入型封装与扇外型封装区别



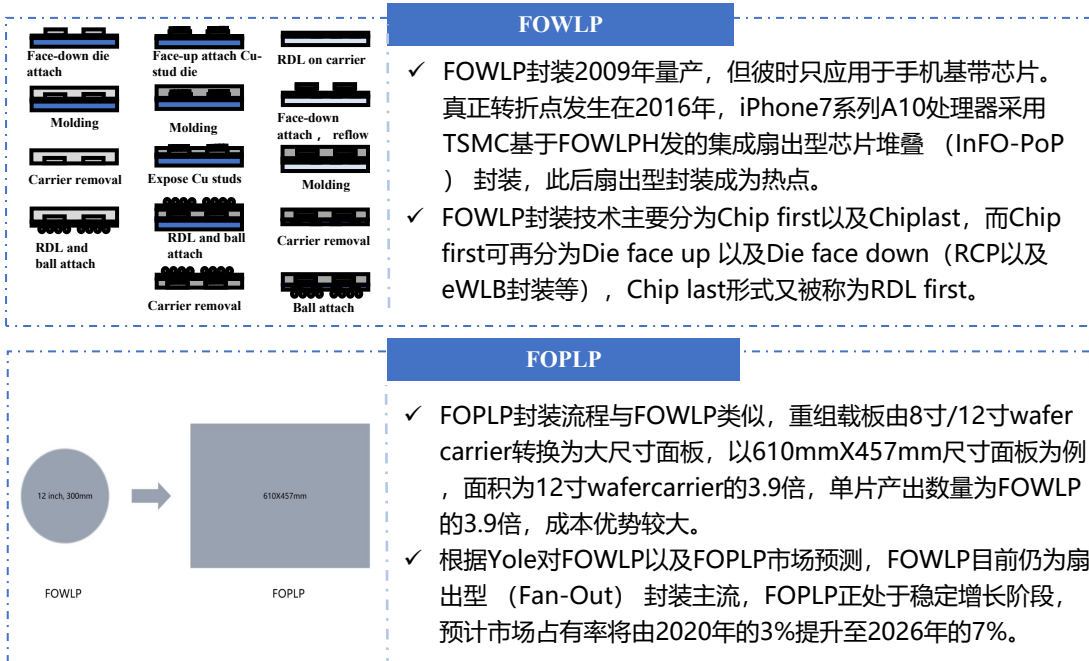
资料来源：电子发烧友，华福证券研究所

4.3 封装技术的演变历程与工艺解析

✓ 扇外型封装的两大技术分支

- 经过多年的发展和沉淀，半导体芯片封装技术已经趋向成熟，如今已有数百种封装类型。而在这数百种封装类型中，扇外型封装逐渐成为焦点，其更被认为是延续和超越摩尔定律的关键技术方案。
- 扇外型封装目前存在两大技术分支，即扇外型晶圆级封装（FOWLP）以及扇外型面板级封装（FOPLP）。

图表105：扇外型晶圆级封装（FOWLP）与扇外型面板级封装（FOPLP）

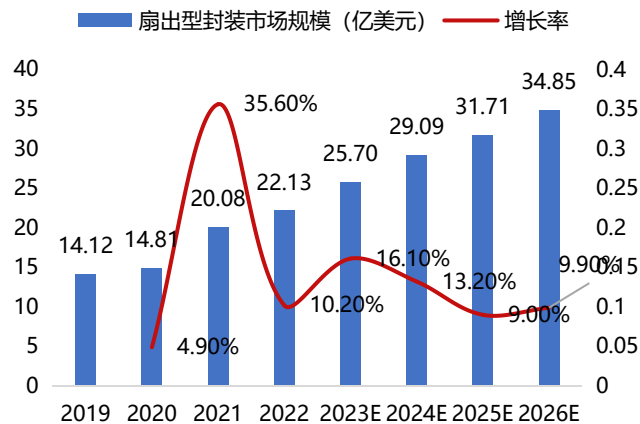


资料来源：电子发烧友，华福证券研究所

✓ 扇外型封装的市场前景预测

- 根据Yole数据，扇外型封装增长势头正旺，预计InFO封装市场在2020-2026年的CAGR为12%。到2026年，整体扇出封装市场预计将达到35亿美元。

图表106：2019-2026扇外型封装市场规模及预测



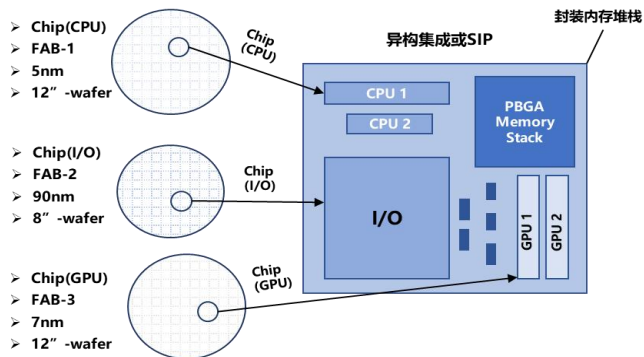
资料来源：Yole，华福证券研究所

4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.1 Chiplet应运而生，化整为零优势显著

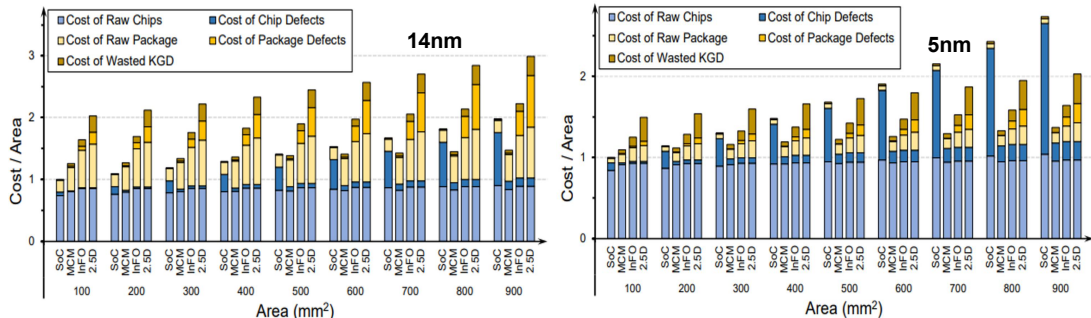
- Chiplet正是先进封装技术的重要应用，亦是后道制程提升AI芯片算力的最佳途径之一。** AI大模型等新一代信息技术加速演进，对算力资源提出更高要求，也加速了芯片性能的发展。传统芯片的设计与制造通常采用单片式SoC方案，将多个负责不同类型任务的单元通过光刻的形式制作到同一块晶圆上。但传统SoC在算力时代下面临着许多挑战：随着芯片尺寸的增加与工艺节点的逐渐减小，良率不断降低从而引起硬件成本飙升；传统SoC方案采用统一的工艺制程，导致SoC芯片上各部分需要同步进行迭代。在上述背景下，Chiplet技术应运而生，成为芯片行业的新兴发展方案。
- Chiplet的原理：旨在将大芯片“化整为零”，实现硅片级别的“解构—重构—复用”。** Chiplet将原本一块复杂的SoC芯片，从设计时就按照不同的计算单元或功能单元对其进行分解，然后每个IP单元选择最适合的工艺制程进行制造，再将这些模块化的裸片互联起来，通过先进封装技术，将不同功能、不同工艺制造的Chiplet封装成一个SoC芯片。后续Chiplet芯片的升级也可以选择仅升级部分IP单元对应的Chip，而将部分IP保留，实现一种新形式的IP复用。
- Chiplet的优势：**
 - 1.大幅降低芯片成本：**不同的Chiplet可以根据需要分别进行设计，且硅片级别的IP可以复用，设计成本大幅降低；由于晶圆的缺陷率是恒定值，芯片面积越小，良率越高，所以Chiplet可有效改善良率，减少制造环节产生的成本。且当芯片面积越大、工艺制程越先进时，Chiplet的成本优势更加显著。
 - 2.通过多个Chiplets级联获得性能的线性增长：**如苹果可以通过堆叠两颗M1 Max芯片使M1 Ultra直接获得两倍M1 Max的算力；
 - 3.异构重组：**不同IP单元可以采用不同的工艺，例如，对CPU等工艺提升敏感的模块，可以采用先进制程生产，而对I/O等工艺提升不敏感的模块，则可以采用成熟制程制造，这大大提升了芯片设计与制造的灵活性，后续选择性迭代也能缩短产品的上市周期。

图表107：Chiplet原理图



资料来源：张志伟等《先进封装 Chiplet 技术与 AI 芯片发展》，JH Lau 《Heterogeneous Integration》，华福证券研究所

图表108：5Chiplets，不同制程与不同封装方式下的单位面积成本对比（左为14nm制程，右为5nm制程）



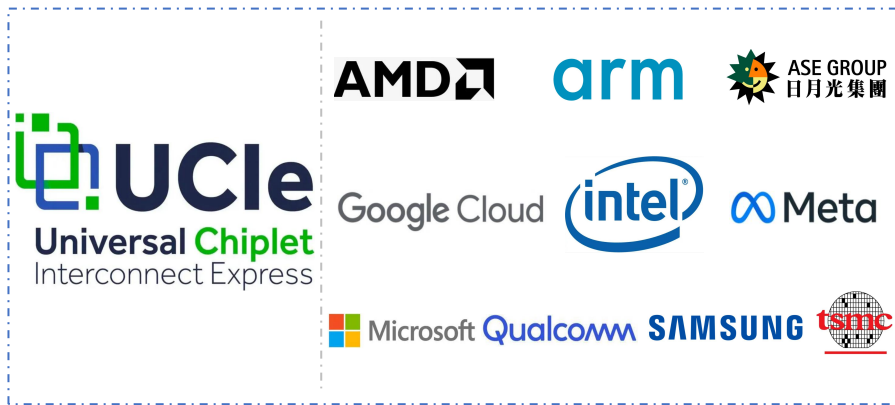
资料来源：Yinxiao Feng and Kaisheng Ma 《Chiplet Actuary: A Quantitative Cost Model and Multi-Chiplet Architecture Exploration》，华福证券研究所

4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.2 互联标准统一加速落地，Chiplet未来市场空间广阔

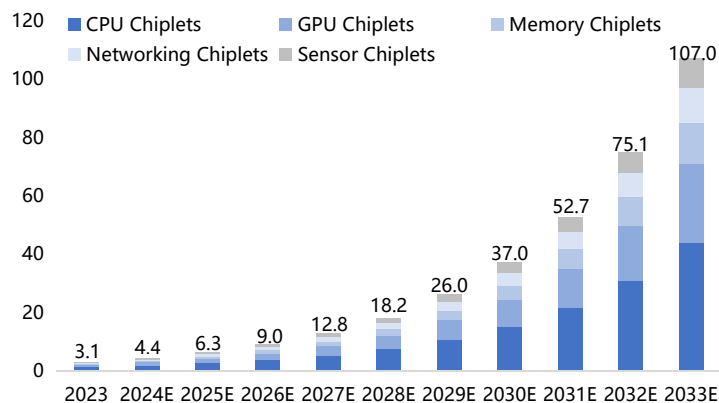
- 行业互联标准确立，打破Chiplet落地瓶颈。** Chiplet通过先进封装技术整合多个独立的芯粒，而如何让整合后的芯粒之间高速互联，则是Chiplet技术落地的关键。此前，众多芯片厂商的互联标准各有不同；但随着Chiplet技术的发展与IP复用新模式的开启，来自不同厂商芯粒之间的互联需求持续提升，行业厂商急需搭起一座Chiplet互联接口标准化的“桥梁”。因此，2022年3月，AMD、英特尔、台积电、三星、日月光等十余家半导体行业巨头宣布成立Chiplet互联标准（Ucle）联盟，携手推动Chiplet接口规范的标准化；而我国自主制定的国产Chiplet互联协议标准《芯粒间互联通信协议》也于2024年开始实施。芯片互连的规范化后续有望带来Chiplet生产成本的进一步降低，并助力开放和标准化的Chiplet生态建立。
- Chiplet迈入加速发展的关键期，未来发展前景广阔。** 根据市场调查机构Market.us公布的最新报告，2023年全球Chiplet行业市场规模为31亿美元，其中，CPU Chiplet占据主导地位，其占据份额超过41%。而据Market.us预计，2024年Chiplet市场规模将达到44亿美元，2033年Chiplet市场规模将达到1070亿美元，2024年至2033年CAGR高达42.5%。受益于互联标准的逐步统一与下游AI服务器、AI PC终端、汽车电子等需求的高增，Chiplet市场规模有望快速扩张。

图表109：Ucle联盟发起人



资料来源：Ucle，华福证券研究所

图表110：全球Chiplet市场规模（单位：十亿美元）



资料来源：Market.us，华福证券研究所

4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.3 Chiplet先进封装方案选择

- Chiplet技术发展的基础是先进封装，而业界对Chiplet所采用的先进封装技术各有不同。**传统封装技术已不能适应Chiplet技术发展的需要，因此先进封装技术在Chiplet中被大量应用：封装结构从2D到3D封装，在各个维度提高互连密度，缩小互连距离，同时降低成本；芯片焊接工艺从回流焊发展到热压焊、混合键合，芯片互连节距从100 μm 以上缩小到3 μm 甚至更小，互连带宽更大，互连质量更好。按封装介质材料和封装工艺划分，当前Chiplet的实现方式主要包括以下几种：2D封装、2D+封装、2.5D封装、3D封装。

图表111：Chiplet先进封装技术指标对比

封装技术		互连线宽或间距/ μm	bump节距/ μm	Chiplet gap/mm	硅通孔 (TSV)	工艺复杂度	互连带宽	代表技术
2D MCM		9/12	130	>1	不需要	低	较高	台积电InFo 长电科技Chip-First、Chip-Last
2D+封装		10/10	80	>1	不需要	低	较高	-
2.5D	转接板	0.5/0.5	36	<0.2	重要	高	高	台积电CoWoS 英飞凌eWLB 日月光FoCus 英特尔EMIB 三星I-Cube、H-Cube、R-Cube 安靠SLIM
	FOP	2/2	40	<0.2	不需要	较高	高	
	硅桥	0.5/0.5	36	<0.5	不需要	高	高	
3D	Bumped	0.5/0.5	36	<0.2	需要	高	高	台积电SOIC 英特尔Foveros、Hybrid Bonding 三星 X-cube、SAINT 安靠SWIFT 长电Chip-on-Chip
	Bumpless	<0.5	3	垂直堆叠 X/Y方向为0	需要	超高	超高	

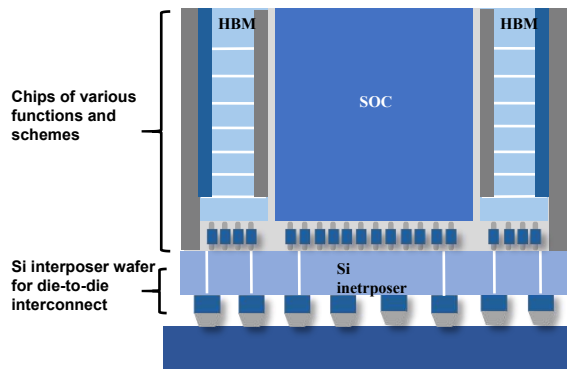
4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.4 台积电Chiplet封装技术布局

台积电CoWoS

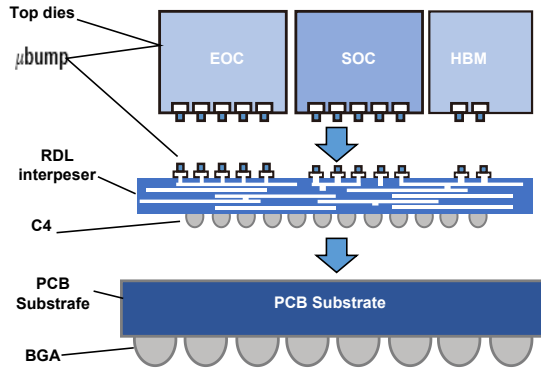
- **CoWoS (Chip On Wafer On Substrate)** 是一种2.5D的整合生产技术，其核心是将不同的芯片堆叠在同一片硅中介层以实现多颗芯片互连。具体而言，CoWoS由CoW和oS组合而来：先将芯片通过Chip on Wafer (CoW) 的封装制程连接至硅晶圆，再把CoW芯片与基板 (Substrate) 连接，整合形成CoWoS。
- 台积电根据不同的互连方式，把“CoWoS”封装技术分为三种类型：
 - ✓ **CoWoS-S**: 使用Si中介层，该方案是台积电于2011年开发的第一种“CoWoS”技术，主要应用于高性能SoC和HBM；
 - ✓ **CoWoS-R**: 使用重新布线层 (RDL) 进行布线，更强调Chiplet间的互连；这种方式能够降低成本，但牺牲了I/O密度；
 - ✓ **CoWoS-L**: 使用小芯片 (Chiplet) 和LSI (本地硅互连) 进行互连，结合了CoWoS-S和InFO技术的优点，具有灵活集成性。
- 继英伟达10月确定扩大对台积电的订单后，苹果、AMD、博通、Marvell等客户近期也对台积电追加CoWoS订单。台积电为应对高增的客户需求，加快了CoWoS先进封装产能的扩充规划，2024年CoWoS的月产能预计将同比增长120%，达3.5万片。

图表112: 台积电CoWoS-S



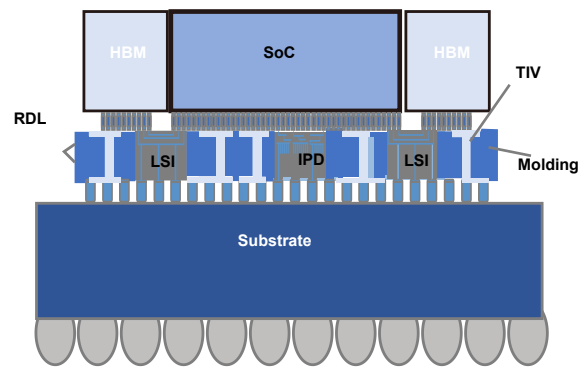
资料来源: 半导体行业观察, 华福证券研究所

图表113: 台积电CoWoS-R



资料来源: TSMC官网, 华福证券研究所

图表114: 台积电CoWoS-L



资料来源: TSMC官网, 华福证券研究所

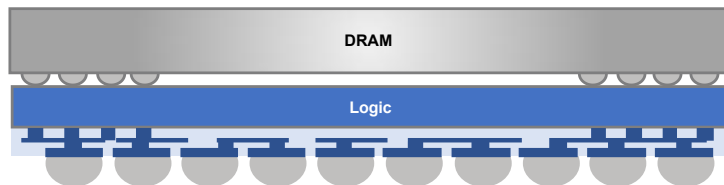
4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.4 台积电Chiplet封装技术布局

台积电InFO

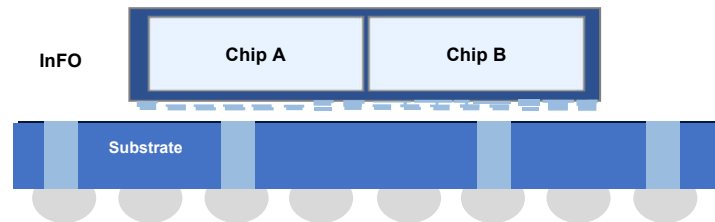
- 虽然CoWoS能够为芯片成品带来优势，但受限于成本，在推出的早期只有少数厂家的高端产品采用。对此，台积电决定给CoWoS做“减法”，开发出了廉价版的CoWoS技术，即InFO技术。
- 相较于在硅晶圆中间布线做连接的CoWoS技术，InFO封装把硅中介层换成了polyamide film材料，从而降低了单位成本和封装高度。这促使了InFO技术在移动应用和HPC市场的推广与应用。

图表115：台积电InFO_PoP



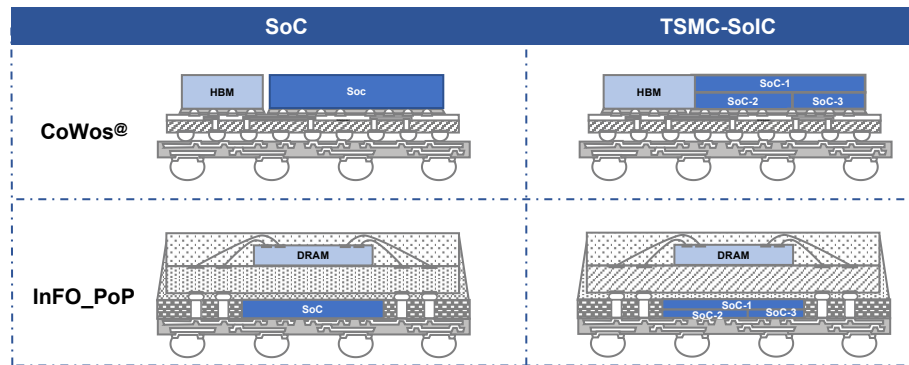
资料来源：TSMC官网，华福证券研究所

图表116：台积电InFO_oS



资料来源：TSMC官网，华福证券研究所

图表117：台积电整体三维集成方案



资料来源：TSMC官网，华福证券研究所

台积电SoIC

- SoIC是基于台积电的CoWoS与多晶圆堆叠（WoW）封装技术开发的一代创新封装技术，是业内第一个高密度3D Chiplet堆叠技术。
- SoIC技术最鲜明的特点是没有凸点（no-Bump）的键合结构，因此具有更高的bump密度、更快的速度和更佳的性能，同时消耗更少的电能。且相比同等的DIP封装，SoIC能够减少约30%-50%的空间和70%左右的厚度；这意味着在10纳米以下的制程，使用SoIC技术封装的芯片能在接近相同的体积里，增加双倍以上的性能。
- 此外，针对多种先进封装技术方案，台积电宣布将其2.5D和3D封装产品合并为一个全面的品牌3DFabric，该平台由SoIC、CoWoS和InFO等3D堆叠和2.5D先进封装技术所组成。目前台积电在竹南已拥有首座3DFabric的全自动化工厂。

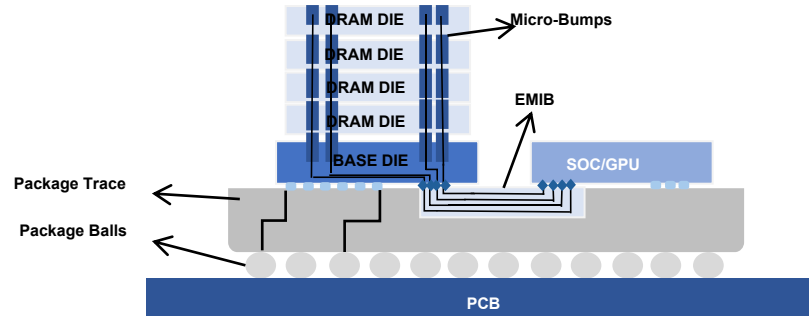
4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.5 英特尔Chiplet封装技术布局

英特尔EMIB

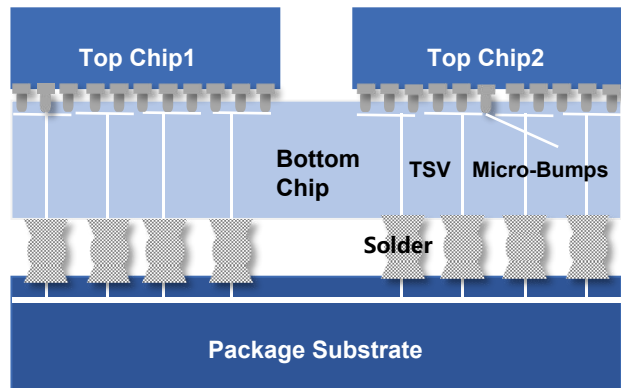
- EMIB (Embedded Multi-Die Interconnect Bridge) 是英特尔在2.5D IC上的尝试，该方案没有引入额外的硅中介层，而是只在两枚裸片边缘连接处加入了一条硅桥接层 (Silicon Bridge)，并重新定制裸片边缘的I/O引脚以配合桥接标准。
- EMIB类似于微型硅中介层，仅覆盖小芯片之间需要连接的区域。它通过非常小的凸点间距来提供高互连密度，并允许芯片之间具有更高带宽；此外，由于走线长度较短，使用EMIB比使用有机基板具有更低的功耗。

图表118：英特尔EMIB



资料来源：半导体行业观察，华福证券研究所

图表119：英特尔Foveros



资料来源：半导体行业观察，华福证券研究所

英特尔Foveros与Hybrid Bonding

- 在3D封装技术方面，英特尔推出了“Foveros”和“Hybrid Bonding”方案。
- Foveros最显著的特点是IP组合灵活（异构），并且占用面积小、功耗低。不同于以往单纯连接逻辑芯片、存储芯片，Foveros创新性地把不同逻辑芯片堆叠、连接在一起，还可以“混搭”不同工艺、架构、用途的技术IP模块、各种内存和I/O单元，其中I/O、SRAM缓存、传输总线整合在基础晶圆中，高性能逻辑单元则堆叠在顶部。
- 英特尔在3D封装技术领域的另一新进展则是“混合键合 (Hybrid bonding)”技术，它与当今大多数封装技术中使用的传统“热压键合”技术不同，Hybrid Bonding能够将具有优良电性能的铜与铜直接连接起来，加速实现10微米及以下的凸点间距，从而提供更高的互连密度、带宽和更低的功率。这些封装技术也可以相互叠加，叠加后能够带来更大的扩展性和灵活性。

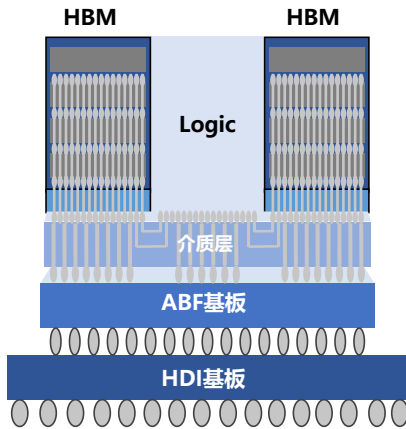
4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.5 三星Chiplet封装技术布局

三星I-Cube、H-Cube

- 2018年，三星发布了I-Cube2，该技术可以集成一个逻辑裸片和两个HBM裸片。2020年，三星又推出新一代2.5D封装技术I-Cube4，它使用硅中介层，包含一个逻辑裸片和四个HBM裸片，是I-Cube2的进一步升级。
- H-Cube则是由三星与Amkor于2021年共同开发的全新2.5D封装解决方案。H-Cube将连接芯片和基板的焊锡球间距缩短35%以缩小ABF基板的尺寸，同时在ABF基板下添加HDI基板以确保与系统板的连接，通过整合ABF和HDI两种不同特点的基板可以实现更大的2.5D封装。H-Cube适用于需要集成大量硅片的高性能芯片，该技术的出现进一步降低了HPC等市场的准入门槛。

图表120：三星X-Cube

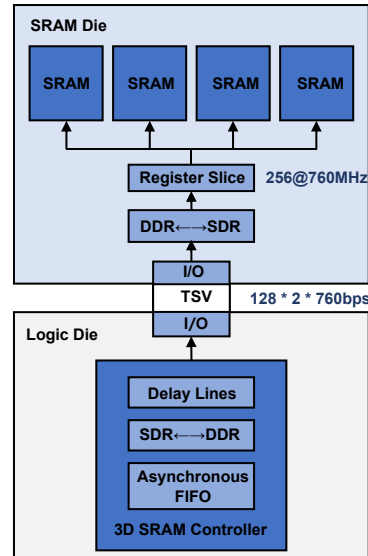


资料来源：半导体行业观察，华福证券研究所

三星X-Cube

- X-Cube是三星于2020年推出的3D封装技术方案。X-Cube技术最早用于三星的7nm及5nm工艺，它使用TSV技术在逻辑芯片上堆叠SRAM芯片，更易于扩展SRAM芯片的容量；另外，3D封装缩短了裸片之间的信号距离，能够提升数据传输速度并提高能效。X-Cube技术有助于满足最前沿的5G、AI、AR、HPC、移动芯片以及VR等领域的严格性能要求。
- X-Cube可以进一步细分为TCB和HCB两种方案。TCB和HCB的区别是有无凸块连接技术：TCB采用了25 μ m的微凸块间距和40 μ m的硅片厚度，而HCB则具有仅4 μ m的微凸块间距和更薄的10 μ m硅片厚度，在精密度上进一步得到提高。

图表121：三星X-Cube

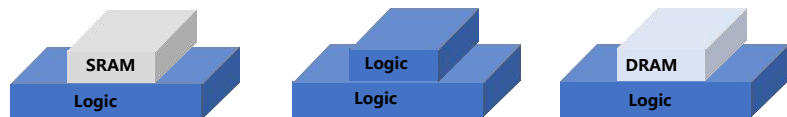


资料来源：Censtry，华福证券研究所

三星SAINT

- 三星还宣布将在2024年推出名为“SAINT”（Samsung Advanced Interconnection Technology）的全新3D半导体封装技术，这一新方案包括SAINT S（用于垂直堆叠SRAM内存和CPU）、SAINT D（用于CPU、GPU和DRAM内存的垂直封装）和SAINT L（用于堆叠应用处理器），目前SAINT S技术已经通过了验证测试。SAINT技术方案或将为三星应对生成式AI和终端装置AI的快速发展和广泛应用提供重要支持。

图表122：三星SAINT









资料来源：芝能智芯，华福证券研究所

4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.6 国内厂商Chiplet封装技术布局

- 国内封测厂商奋力追赶，有望实现弯道超车。我国封装市场目前主要以传统封装业务为主，但随着国内领先厂商不断进行海内外并购及研发投入，国内先进封装业务也迎来了快速发展。而针对先进封装技术的重要应用领域Chiplet，以长电科技、通富微电、华天科技等大厂为代表的封装企业也正在不断完善其Chiplet相关的布局并持续释放封装产能。当前国内外先进封装技术差距较小，中国企业若紧跟产业趋势、大力进行技术研发并积极参与国内国际行业技术标准制定，后续有望进一步推动Chiplet技术的独立自主并实现弯道超车。

图表123：国内部分Chiplet封装厂商介绍

 	<ul style="list-style-type: none">长电科技面向Chiplet异构集成应用推出XDFOI™系列解决方案，包含多种半导体先进集成技术：2D封装（包括应用于移动与汽车应用的Chip-First、应用于通信应用的Chip-Last）、2.5D封装（包括应用于计算与汽车应用的Chip-Last）、3D封装（包括应用于医疗及传感器应用的Chip-on-Chip）。目前 XDFOI™ Chiplet 高密度多维异构集成系列工艺已按计划进入稳定量产阶段，同步实现国际客户4nm节点多芯片系统集成封装产品出货和最大封装体面积约为1500mm²的系统级封装。
 	<ul style="list-style-type: none">通富微电通过在多芯片组件、集成扇出封装、2.5D/3D等先进封装技术方面的提前布局，推出融合了2.5D、3D、MCM-Chiplet等技术的先进封装平台——VISionS，可为客户提供多样化的Chiplet封装解决方案，并且已开始大规模量产Chiplet产品。在2016年，通富微电收购AMD位于苏州和槟城的两家工厂，与AMD形成“合资+合作”的战略合作伙伴关系，承担了AMD包括数据中心、客户端、游戏和嵌入式等板块80%以上的封测业务。因此，背靠AMD的通富微电或将深度受益于Chiplet及高性能计算芯片未来的广阔前景。
 	<ul style="list-style-type: none">华天科技基于3D Matrix3D晶圆级封装平台开发的系统集成封装技术eSinc SiP，通过集成硅基扇出封装、bumping技术、TSV技术、C2W和W2W技术，可以实现多芯片高密度高可靠性的3D异质异构集成。eSinC技术由华天科技独立自主开发而来，并不依赖台积电3D fabric等技术为蓝本，对推动我国Chiplet技术的独立自主具有重要的战略意义。华天科技目前已经具备5nm芯片的封装技术，Chiplet封装技术也已实现量产。

4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.7 国外厂商Chiplet产品布局

- 海外大厂陆续入局，Chiplet产品优势明显。**随着AI应用的不断演进，对于具有更高计算能力、更低功耗和更高集成度的芯片的需求持续增加。而当前AMD、Intel、苹果等大厂已在自己的高性能运算芯片中广泛使用Chiplet技术来应对这一趋势，如英特尔的“Ponte Vecchio” Max系列GPU和AMD的“Antares” Instinct MI300X GPU运用Chiplet来突破带宽限制。

图表124：国外Chiplet主要产品介绍

企业	产品	技术	亮点
Intel	Emerald Rapids	现有第四代Sapphire Rapids的升级版，平台兼容，Chiplet设计由四芯片简化为双芯片。	拥有多达64核，三级缓存是上一代产品的近3倍； 具备8条DDR5通道，支持高达5600MT/s的传输速率，且采用英特尔UPI 2.0以增加跨插槽内带宽，提供高达20 GT/s的传输； 每个内核均具备AI加速功能，可将参数量多达200亿的大语言模型的推理性能提高42%，延迟低于100毫秒。
	Mentor Lake	采用了Chiplet架构，分为Base Tile（Intel 16制程）、Compute Tile（Intel 4制程）、GPU Tile（台积电N5）、SoC Tile（台积电N6）和I/O Tile（台积电N6），并通过英特尔3D Foveros封装技术整合在一起。	标志着PC处理器基于先进封装Chiplet时代的到来； 核显性能2倍提升并支持光追，新增SoC tile上的LP E-core作为更高能效比及更低功耗区间的第三个集群加入到CPU核心中，且新增NPU加速单元
	Pike Creek	通过EMIB先进封装技术，同时整合了基于Intel 3工艺的Intel IP芯粒、基于台积电N3E工艺的Synopsys IP芯粒。	首款采用通用 Chiplet Interconnect Express（UCIe）协议的测试芯片。
	Ponte Vecchio	利用英特尔自家的 Foveros 和 EMIB 技术构建，通过多达 47 颗小芯片的堆叠，为每个不同小芯片单元分配 5 种不同制程。	包含有超过1000亿晶体管，具有多达408MB的L2缓存和128GB的HBM2e显存； 使用该大型二级服务器，AI工作负载的性能可获得2倍提升。
	Sapphire Rapids	在单个封装上组合了多达四个Intel 7工艺的tiles，使用英特尔EMIB封装技术进行连接。	英特尔首个基于Chiplet设计的至强处理器； 包含52款CPU，最多支持60核，还支持了PCIe 5.0、DDR5内存和CXL 1.1接口，提供最多80个PCIe 5.0通道、最高支持1.5TB的DDR5-4800内存，TDP最高达350W。

4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.7 国外厂商Chiplet产品布局

图表125：国外Chiplet主要产品介绍（续上表）

企业	产品	技术	亮点
AMD	Instinct MI300系列	AMD首款数据中心/HPC级的APU，采用了Chiplet技术，在4块6纳米芯片上，堆叠了9块5纳米的计算芯片，以及8颗共128GB的HBM3显存芯片。	AMD首款结合了Zen 4 CPU与CNDA 3 GPU的产品，也是市场上首款“CPU+GPU+内存”一体化产品；分为数据中心APU、专用GPU两条路线，重点提升了统一内存、AI性能、节点网络等方面的表现，以满足生成式AI的强劲需求，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 EYPC处理器	采用Chiplet设计，布局在中间的是全新设计的IO芯片，周围的CCD单元数量增加到12个；其中，每个CCD中依旧包含了8个CPU核心和相应的缓存，以及32MB L3缓存。	依靠最新的Zen 4架构和5nm工艺实现先进的单核心性能和单插槽性能；具有12通道的DDR5内存，配备超大的内存带宽和容量；采用全新的下一代IO接口，包括最大160通道的PCIe 5.0控制器以及可以利用CXL协议扩展的内存寻址功能等。
	RX7000 系列	全球首款 Chiplet 小芯片封装的游戏 GPU，基于新一代 RDNA 3 架构，搭载 Navi 31 核心，图形计算模块（GCD）采用了 5nm 工艺，内存缓存模块（MCD）采用 6nm 工艺。	提供32个全新的统一计算单元、32MB第二代AMD高速缓存技术、8GB高速GDDR6内存、高达128位的内存接口，以及专用的AI和光线追踪硬件；支持人工智能加速的视频编码和硬件加速AV1编码、AMD FidelityFX超级分辨率锐画（FSR）技术和AMD Radeon Super Resolution（RSR）等技术。
	Ryzen 5000系列	采用基于3D Chiplet的3D V-Cache技术，处理器和堆叠的L3 Cache都使用了Chiplet，其互联密度较2D Chiplet高两百多倍，相比传统的3DiC技术也能提高15倍。	在其每个CPU内核的顶部直接堆叠64MB 7nm SRAM，成功地将高速L3缓存的容量增加了两倍，有效地为Zen 3处理器内核提供动力；通过TSV技术，将3D 缓存直接贴装到Zen 3的CCD上，实现信号和电源在堆栈芯片之间的直接传递，并获得超过2 TB/秒的带宽。
苹果	M2 Ultra 芯片	采用Chiplet封装结构，将两个 M2/M1 Max 芯片通过UltraFusion 封装架构相连。	晶体管数量达到1340亿，整体的CPU核心数量最高达到24核，GPU核心最高能达到76核；相比M1 Ultra的CPU性能提升了近20%，GPU性能提升近30%；还支持高达800GB/s的内存带宽以及高达192GB 统一内存，并拥有多核的神经网络引擎。
	M1 Ultra 芯片		拥有 1140 亿个晶体管，数量达到了M1的 7 倍之多；在新架构加持下，两颗 Max 之间的互连带宽可达 2.5TB/s。

4.4 Chiplet——算力时代的共同选择

4.4.8 国内厂商Chiplet产品布局

- Chiplet助力中国芯片破局，国产Chiplet新品迭出。**近年来美国联合芯片产业链头部的其他国家对中国实施技术封锁，尤其是在高端芯片制程进行技术锁定，中国芯片产业的商业化遭遇极大挑战。而Chiplet在不突破制程的情况下，能够短期大幅提高芯片效能，有望成为中国芯片产业升级的突破口。国内多家头部企业已经敏锐地嗅到Chiplet领域的机遇，纷纷推出Chiplet相关产品。

图表126：国内Chiplet主要产品介绍

企业	产品	技术	亮点
华为	鲲鹏920处理器	采用Chiplet技术，将7nm逻辑芯片与16nm I/O芯片等集成在SoC中	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；业界首个内置直出100GE网络能力的通用处理器；通过优化分支预测算法、提升运算单元数量、改进内存子系统架构等一系列微架构设计大幅提高了处理器性能，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%。
寒武纪	AI芯片思元370	搭载MLU-Link™多芯互联技术，将2颗AI计算芯粒封装为一颗AI芯片	寒武纪首款采用Chiplet技术的AI芯片，基于7nm制程工艺，集成了390亿个晶体管，最大算力256TOPS（INT8），是思元270算力的2倍；国内第一款公开发布支持LPDDR5内存的云端AI芯片，内存带宽是上一代产品的3倍，访存能效达GDDR6的1.5倍。
芯动科技	风华一号	首次成功实施了中国自主标准的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；同时支持32路1080P@60fps和64路720P@30fps强渲染+低延迟编解码+AI计算，显存达到32GB。
壁仞科技	BR100	采用Chiplet与2.5D CoWoS封装技术，原创BLink™高速GPU互连技术	国内率先采用Chiplet技术、率先采用新一代主机接口PCIe 5.0、率先支持CXL互连协议的通用GPU芯片；INT8算力达2048 TOPS，BF16算力达1024 TFLOPS，TF32+算力达512 TFLOPS，FP32算力达256 TFLOPS。
北极雄芯	AI芯片启明930°	国内首款基于异构Chiplet集成的智能处理芯片，采用国产基板以及2.5D封装	HUB Chiplet采用国产RISC-V CPU核心，Side Die搭载自研第三代“MUSE”NPU，且可灵活配置不超过6个Side Die扩展；可提供8~20TOPS（INT8）稠密算力。
云天励飞	DeepEdge10	采用了基于D2D（Die to Die）互联的Chiplet先进封装架构	集成了2大核+8小核的国产RISC-V CPU内核，最高主频1.8GHz；还集成了性能可对标Arm Mali-G52的GC8000L GPU，主频800MHz，支持最大8K@30fps的视频编解码能力和最大2亿像素的JPEG编解码能力，并且支持双屏异显（2K@60fps）；内置云天励飞最新一代自主知识产权NPU NNP400T，int8算力可达12Tops。
芯砺智能	CL-Link芯片	采用全球首个车规级ISO 26262 ASIL-D Ready认证的全自研Chiplet Die-to-Die互连技术	通过一种用于片间互连的总线流水线结构，做到了以较小位宽来实现片间高带宽及低延迟的互连，每条信号速率高达16Gbps，其总线到总线的延时小于5ns，和片内总线延迟在同一量级，可以支持不同处理器和存储器之间的低延迟互连要求。

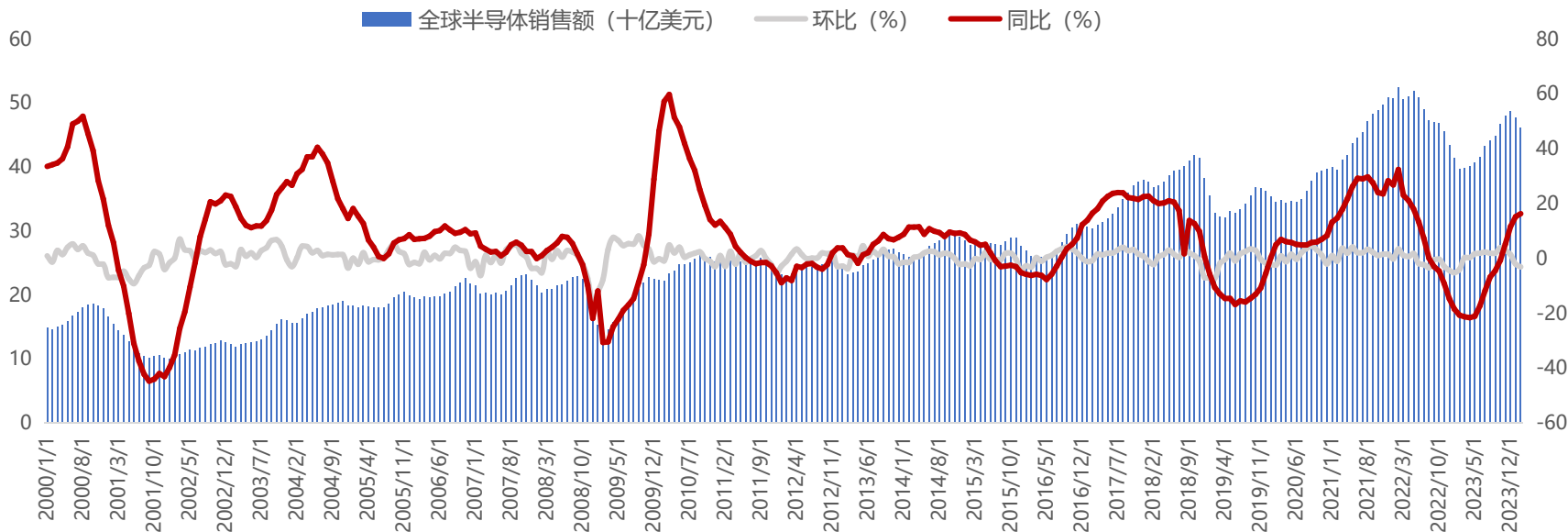
- 第一部分：半导体封测概览
- 第二部分：半导体封测之——设备分类及工艺原理
- 第三部分：半导体封测之——主要原材料
- 第四部分：半导体封测之——封装技术深度解析
- **第五部分：景气复苏需求回暖，封测环节加速发展**
- 第六部分：投资建议及封测行业相关公司
- 第七部分：风险提示

5.1 景气周期回暖，复苏信号初显

半导体行业景气度触底回升

- 受宏观经济、供求关系和技术创新等多种因素影响，半导体市场呈周期性波动。据SIA统计数据，一方面，根据以往经验，半导体周期普遍为3~4年，而上一次半导体市场销售额低点出现在2019年4月，至2024年4月已过去60个月。另一方面，自2023年3月至2023年12月，全球半导体市场销售额已连续10个月环比上升，呈现复苏迹象；且2023年11月全球半导体销售额实现自2022年8月以来的首次同比转正，2023年11月至2024年2月，全球半导体销售额持续保持同比正增长，且2024年2月增幅创2022年5月以来的新高，半导体行业景气度整体呈现出稳步上升的态势。

图表127：全球半导体销售额

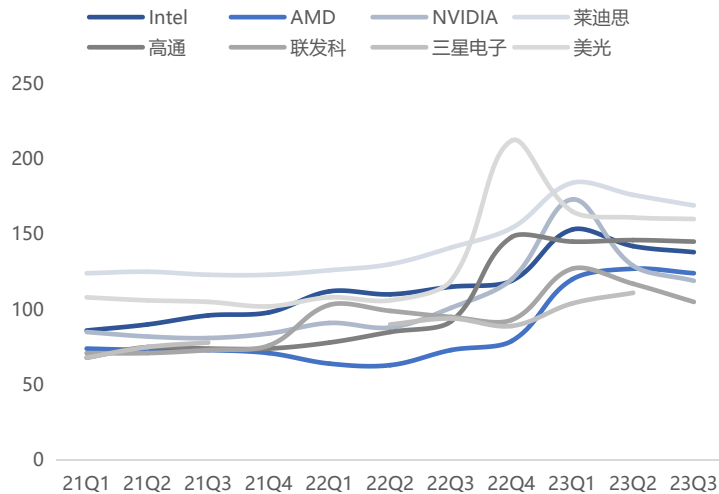


5.1 景气周期回暖，复苏信号初显

芯片厂库存企稳，封测厂商业绩回暖，释放行业复苏信号

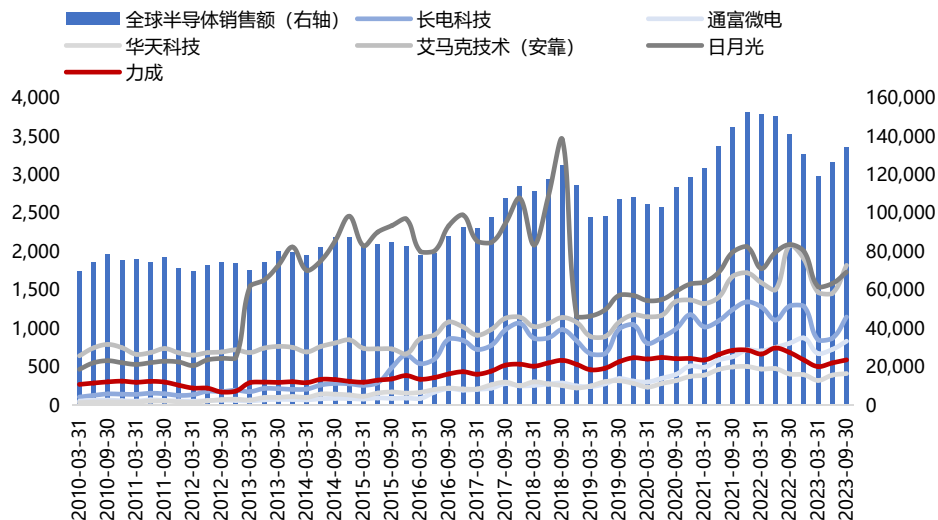
- 从库存角度看，自23年年初开始，英特尔、AMD、美光等全球主要芯片厂库存企稳，存货周转天数普遍逐季回落。这进一步表明下游需求呈现复苏迹象，半导体行业有望迎来周期拐点。
- 封测是半导体工艺流程的下游环节，并且封测产业的排产周期和生产周期相对于芯片制造产业较短，因此对行业周期反应更为敏感。**23年Q2、Q3，日月光、长电科技等多家头部封测厂的营收已连续两季度环比上升**，封测厂商业绩回暖，进一步释放了行业复苏信号。

图表128：21Q1-23Q3全球主要芯片厂存货周转天数（天）



资料来源：芯八哥，华福证券研究所

图表129：2010Q1-2023Q3头部封测厂营收与全球半导体销售额（百万美元）



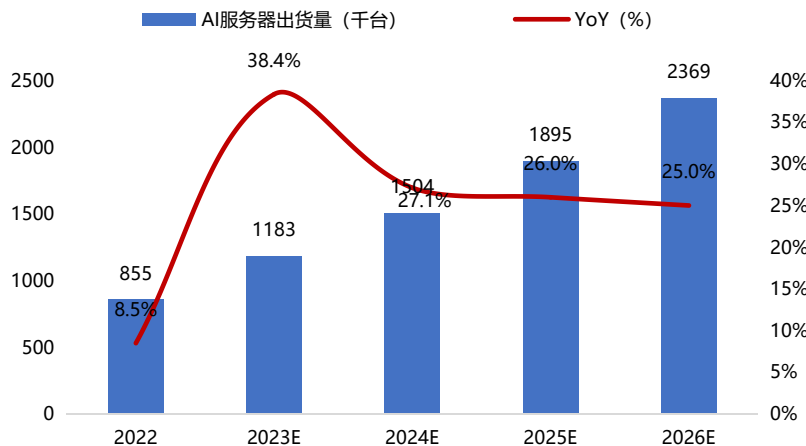
资料来源：WSTS，台湾证券交易所，同花顺iFind，华福证券研究所

5.2 AI/汽车电子需求强劲，消费电子温和回升

➤ 5.2.1 AIGC迅速发展，先进封装需求提升

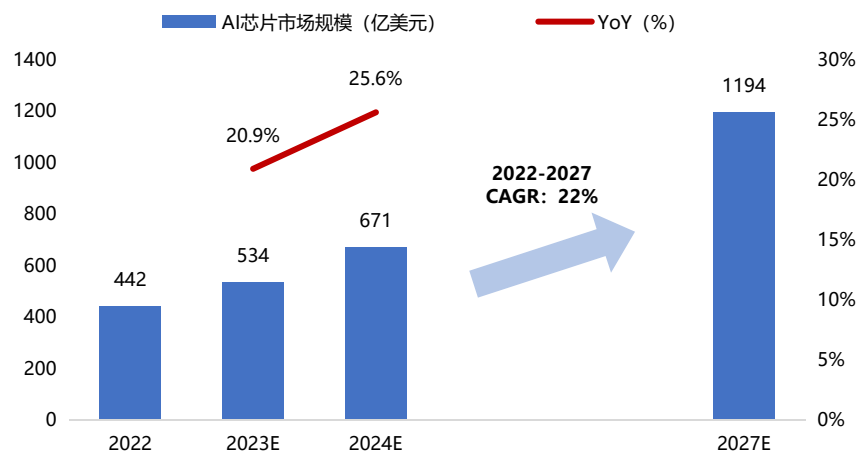
- ChatGPT发布以来，AIGC迎来爆发式增长，带动AI服务器需求迅速上升。2023年以来，国内外大厂陆续发布AIGC产品，AIGC市场规模迅速扩张，且未来伴随AIGC的产业化应用落地，AIGC市场规模有望仍保持高速增长。AIGC的快速发展带动了AI服务器需求迅速上升，因为AIGC大规模运算的实现，离不开AI服务器的算力支撑。TrendForce集邦咨询预计，2023年AI服务器出货量将同比增长38.4%，突破一百万台，到2026年，AI服务器出货量将达约237万台。
- AI服务器增长刺激AI芯片需求，先进封装技术需求日益提升。Gartner预计，2023年AI芯片市场规模将达534亿美元，2027年市场规模将达到1194亿美元。AI及HPC等芯片对先进封装技术的需求日益提升。目前，AI服务器的芯片封装以台积电的CoWoS为主力，同时英伟达、AMD等AI芯片头部企业均在争抢台积电CoWoS产能，但先进封装仍然面临供给不足的情况。

图表130：2022-2026E全球AI服务器出货量



资料来源：TrendForce集邦咨询，华福证券研究所

图表131：2022-2027EAI芯片市场规模



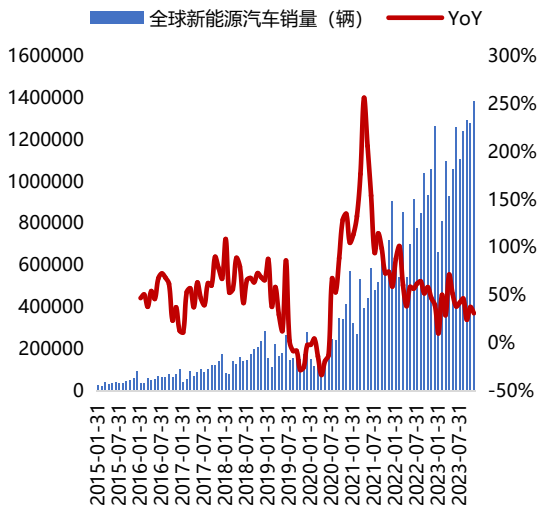
资料来源：Gartner，爱集微，华福证券研究所

5.2 AI/汽车电子需求强劲，消费电子温和回升

5.2.2 汽车电动化智能化加速，汽车电子成封测新增长点

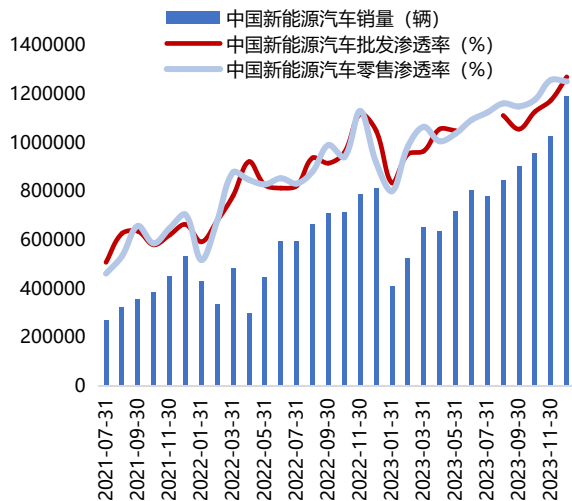
- 根据CleanTechnica数据，2023年1-11月全球新能源车销量达1214万辆，同比增长38%。据乘联会数据，2023年中国市场乘用车零售量为2169.9万辆，同比增长为5.6%，且全年中仅有3个月份销量同比下滑，其余月份均实现正增长。此外，辅助驾驶渗透率也逐年提升，据工信部数据，2022年中国搭载辅助驾驶的智能网联乘用车销量约700万辆，渗透率34.9%，2023H1渗透率进一步升至42.4%。
- 汽车电动化、智能化的快速发展，推动车规级芯片封测需求提升。据WSTS和SIA数据，2022年汽车电子占半导体销售额份额的14%，较2021年提升了2%。据亿欧智库测算，到2025年，燃油车平均芯片搭载量将达1243颗，电动车的平均芯片搭载量将达2072颗。受益于新能源汽车市场繁荣，主要汽车电子元件如IGBT在本轮周期下行中保持增长，据Yole预测，全球IGBT市场规模在2023年将达71亿美元，同比增长4.4%。车规级芯片需求强劲有望带来封测需求的大幅提升。

图表132：全球新能源汽车销量



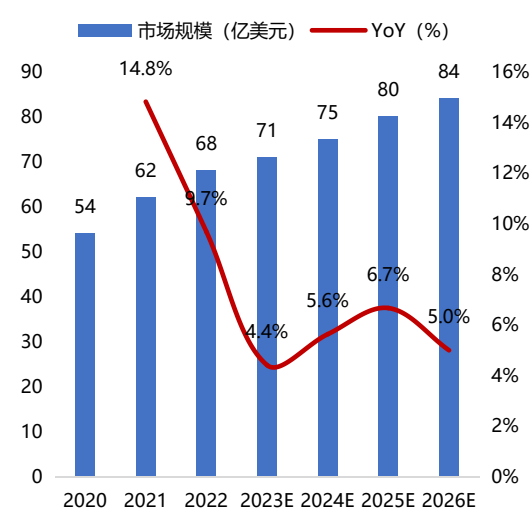
资料来源：CleanTechnica，同花顺iFind，华福证券研究所

图表133：中国新能源汽车销量及渗透率



资料来源：中国汽车工业协会、乘联会，同花顺iFind，华福证券研究所

图表134：2020-2026E全球IGBT市场规模



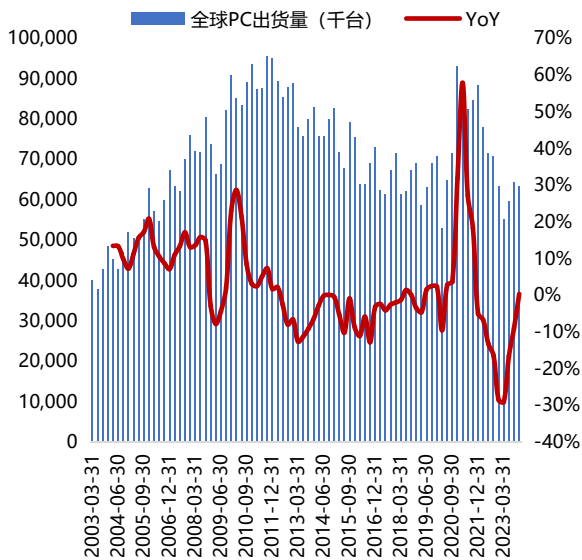
资料来源：Yole，中商产业研究院，华福证券研究所

5.2 AI/汽车电子需求强劲，消费电子温和回升

5.2.3 消费电子或迎回暖，封测需求有望回升

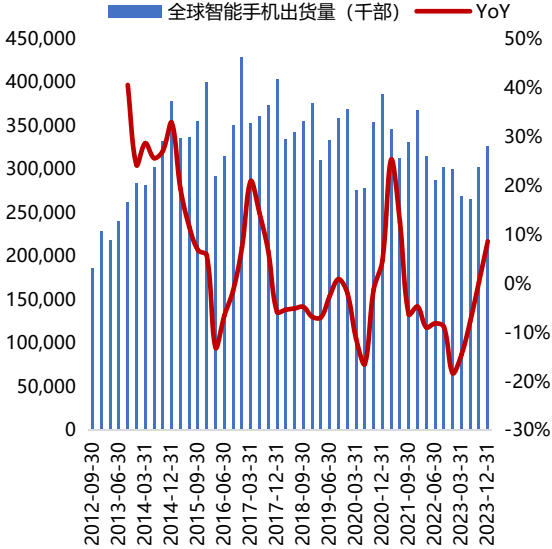
- 消费电子有望迎来复苏拐点。PC方面，23年年初以来，全球PC出货量同比降幅持续收窄，呈现复苏迹象。智能手机方面，据群智咨询数据，2023年全球智能手机出货量约为11.1亿部，同比下滑3.9%，降幅百分比收窄低至个位数，初显落底抬头之势。据IDC报告显示，2023年第四季度，中国智能手机市场出货量约7363万台，同比增长1.2%，在连续同比下降10个季度后首次实现反弹。
- 消费电子回暖或将快速带动封测行业复苏。据Yole统计，2022年移动和消费电子是先进封装最大的应用领域，占其市场份额的70%。

图表135：全球PC出货量



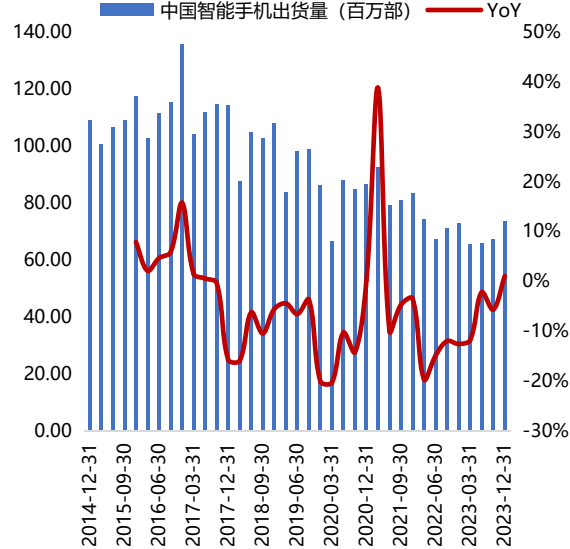
资料来源：Gartner, 同花顺iFind, 华福证券研究所

图表136：全球智能手机出货量



资料来源：IDC, 同花顺iFind, 华福证券研究所

图表137：中国智能手机出货量



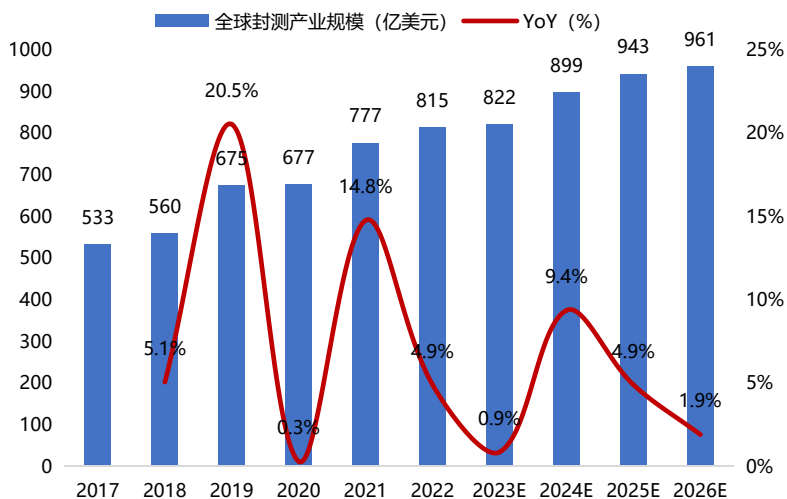
资料来源：IDC, 同花顺iFind, 华福证券研究所

5.3 先进封装前景可期，各大巨头发力布局

➤ 5.3.1 先进封装增速快于传统封装，销售额占比持续上升

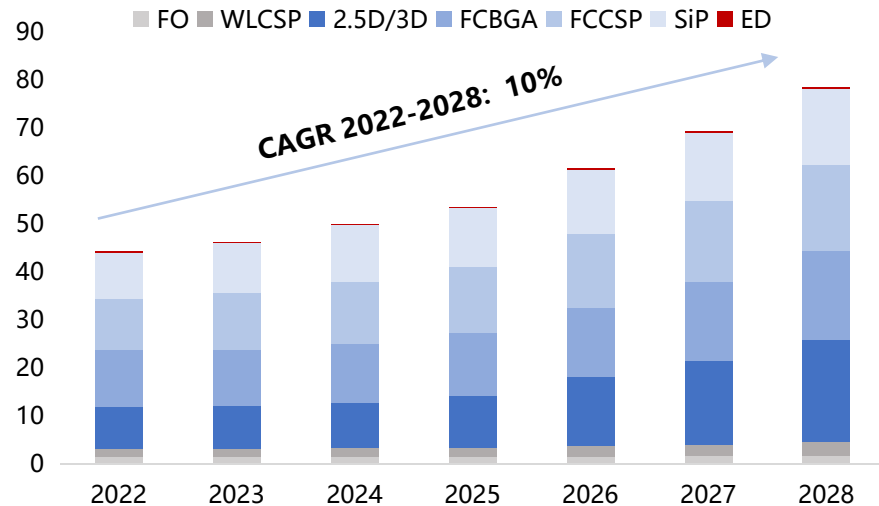
- 据集微咨询预测，2022年全球封测市场规模为815亿美元左右，汽车电子、人工智能等应用领域的快速发展将推动全球封测市场持续成长，预计到2026年将达到961亿美元。高端消费电子、人工智能、数据中心等快速发展的应用领域大量依赖先进封装，推动全球各大半导体厂商纷纷布局先进封装。
- 因此，先进封装较传统封装成长性更强，且2022年先进封装市场整体继续保持弹性，据Yole最新报告显示，2022年全球先进封装市场达到443亿美元，较上年增长了约10%，预计2022年-2028年的复合增长率为10.6%，到2028年达到786亿美元。

图表138：2017-2026E全球封测市场规模



资料来源：Yole，集微咨询，华福证券研究所

图表139：2022-2028E全球先进封装市场规模



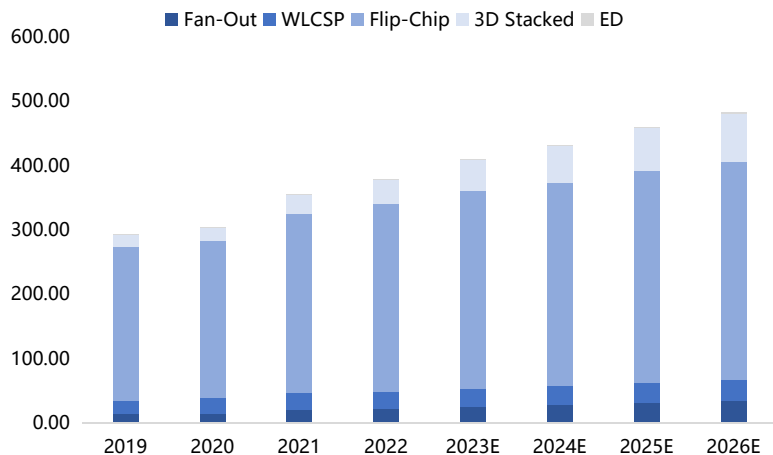
资料来源：Yole，华福证券研究所

5.3 先进封装前景可期，各大巨头发力布局

5.3.2 倒装芯片为先进封装最大细分市场，不同经营模式厂商共同参与先进封装市场竞争

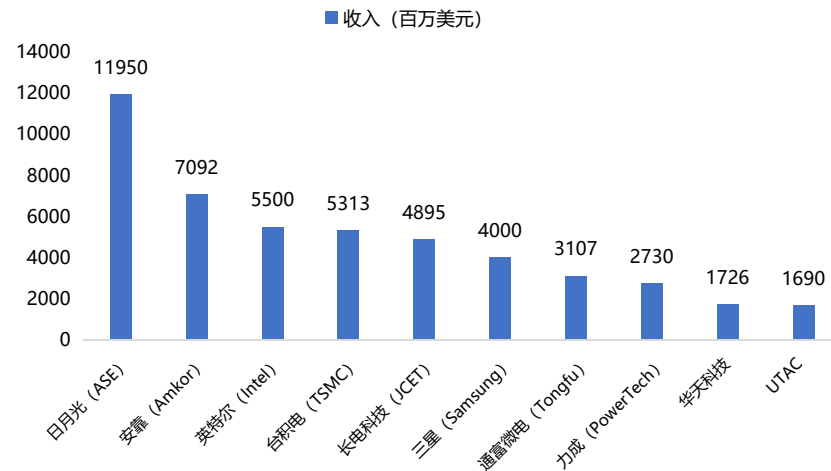
- 在先进封装细分技术方向中，倒装芯片仍然占据市场大多数份额，3D堆叠技术增长较快。据Yole数据，在先进封装中，包括FCBGA和FCCSP在内的倒装芯片在2022年占据了51%的市场份额。3D堆叠则被主要用于HBM、NAND和核心SoC的晶圆堆叠封装，受益于下游市场的快速增长，3D堆叠市场规模增长迅速，Yole预计其2027年市场规模将高达150亿美元。
- 在先进封装市场占据主导地位的有7家企业，包括OSAT厂商、Foundry厂商和IDM厂商。从收入看，日月光在先进封装市场排名第一，其2022年先进封装收入为119.5亿美元。英特尔、台积电、三星作为Foundry和IDM头部厂商在先进封装市场也占据重要地位，分别位列第3、4、6位。

图表140：先进封装细分市场情况（亿美元）



资料来源：Yole，集微咨询，华福证券研究所

图表141：2022年全球先进封装主要企业收入



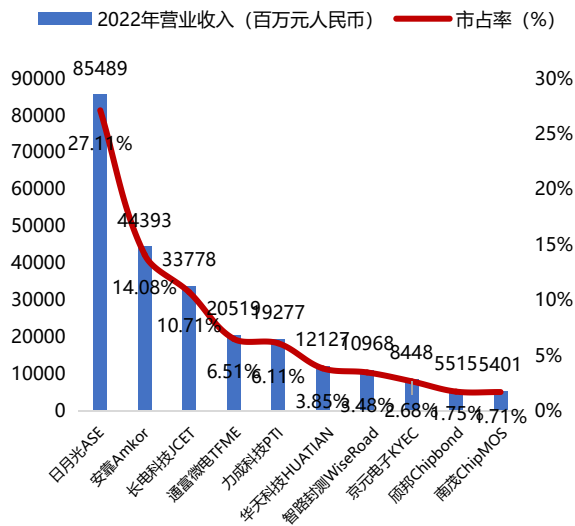
资料来源：Yole，集微咨询，华福证券研究所

5.3 先进封装前景可期，各大巨头发力布局

5.3.3 全球市场较为集中，国内封测发展迅猛且先进封装有望加速突破

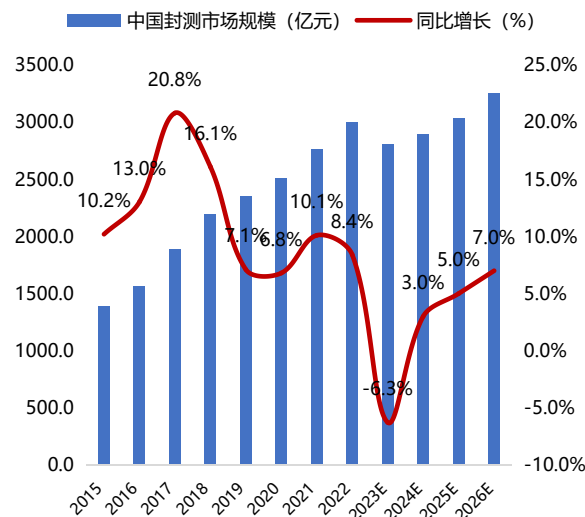
- 据芯思想统计，2022年全球委外封测CR10为77.98%，市场集中度较高。按总部所在地区划分，中国大陆有四家晶圆厂进入营收前十，分别是长电科技（第三）、通富微电（第四）、华天科技（第六）和智路封测（第七），市占率合计为24.54%。中国台湾有五家企业进入营收前十，市占率合计为39.08%。美国的一家企业进入前十，市占率为14.08%。
- 中国封测行业发展迅速。据中国半导体行业协会统计，2022年中国封测市场规模2995亿元，较2015年实现翻番，且集微咨询预计2026年中国封测市场规模将达到3248.4亿元。从全球封测市场地域分布看，据Gartner统计，2022年中国大陆占全球封测市场的25%。

图表142：2022全球封测厂营收排名



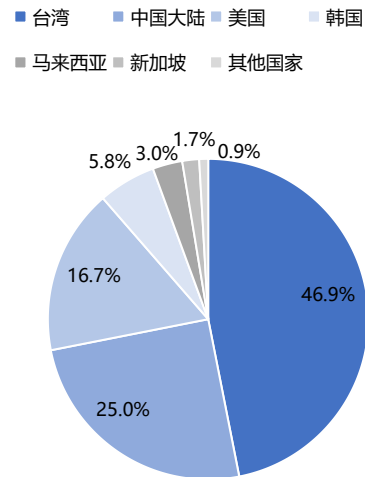
资料来源：芯思想，华福证券研究所

图表143：2015-2026E中国封测市场规模



资料来源：Yole，集微咨询，华福证券研究所

图表144：2022年全球封测市场份额



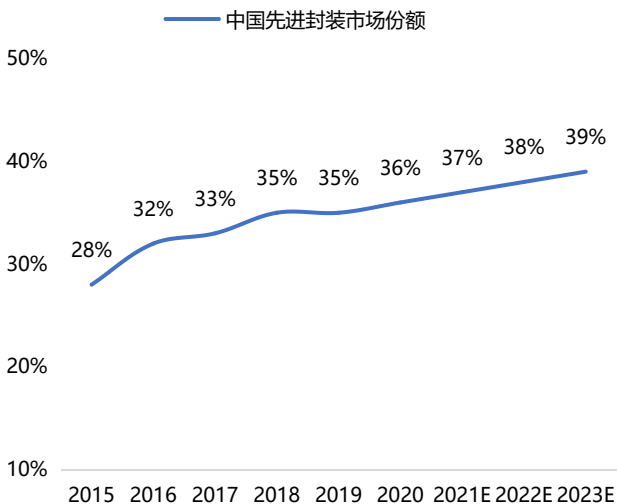
资料来源：芯思想，华福证券研究所

5.3 先进封装前景可期，各大巨头发力布局

➤ 5.3.3 全球市场较为集中，国内封测发展迅猛且先进封装有望加速突破

- 据集微咨询，2020年中国先进封装产值为903亿元，占封装市场的36%，预计2023年先进封装产值将达1330亿元，占封装市场的比例将增至39%；且中国先进封装在全球先进封装市场的份额将逐渐增加，据中商产业研究院，中国先进封装占全球先进封装比例预计将从2016年的10.9%增至2022年的16.6%。目前国内封测厂商积极布局先进封装，未来先进封装的增长空间广阔，渗透率或将提升，前景可期。

图表145：中国先进封装占封装行业市场份额



资料来源：Yole，集微咨询，华福证券研究所

图表146：部分大陆封测厂先进封装布局

长电科技	在 5G 通信类、高性能计算、消费类、汽车和工业等重要领域拥有行业领先的半导体先进封装技术（如 SiP、WL-CSP、FC、eWLB、PiP、PoP 及 XDFOI™ 系列等）。
通富微电	在高性能计算、新能源、汽车电子、存储、显示驱动等领域立足长远，大力开发扇出型、圆片级、倒装焊等封装技术并扩充其产能；此外，积极布局 Chiplet、2.5D/3D 等顶尖封装技术，形成了差异化竞争优势。
华天科技	公司现已掌握了 SiP、FC、TSV、Bumping、Fan-Out、WLP、3D 等集成电路先进封装技术。
甬矽电子	公司从成立之初即聚焦集成电路封测业务中的先进封装领域，全部产品均为 QFN/DFN、WB-LGA、WB-BGA、Hybrid-BGA、FC-LGA 等中高端先进封装形式，并在系统级封装（SiP）、高密度细间距凸点倒装产品（FC 类产品）、大尺寸/细间距扁平无引脚封装产品（QFN/DFN）等先进封装领域具有较为突出的工艺优势和技术先进性。
晶方科技	公司掌握了引进的光学型晶圆级芯片尺寸封装技术、空腔型晶圆级芯片尺寸封装技术，并自主独立开发了超薄晶圆级芯片尺寸封装技术、硅通孔封装技术、扇出型封装技术、SiP 及应用于汽车电子产品的封装技术等。目前公司为全球 12 英寸 WLCSP 技术的开发者，且同时具备 8 英寸、12 英寸的 WLCSP 技术与规模量产能力。

资料来源：各公司半年报，华福证券研究所

- 第一部分：半导体封测概览
- 第二部分：半导体封测之——设备分类及工艺原理
- 第三部分：半导体封测之——主要原材料
- 第四部分：半导体封测之——封装技术深度解析
- 第五部分：景气复苏需求回暖，封测环节加速发展
- 第六部分：投资建议及封测行业相关公司
- 第七部分：风险提示

建议关注重点布局先进封装、核心封装设备及材料的突出厂商：

- **长电科技**：世界领先的集成电路制造商和封装测试服务提供商，2022年市占率全球第三。
- **通富微电**：封装业务类型齐全，包含框架类封装、基板类封装、圆片类封装、COG、COF和SIP等。
- **华天科技**：主要从事集成电路、半导体元器件的封装测试业务，提供从设计到配送的一站式服务。
- **晶方科技**：全球晶圆级芯片尺寸封装服务的主要提供者与技术引领者，同时拥有8英寸和12英寸晶圆级芯片尺寸封装技术的规模量产封装线，能够提供从晶圆级到芯片级的一站式综合封装服务能力。
- **气派科技**：十余年专注封装测试业务，目前已成为华南地区规模最大的内资集成电路封装测试企业。
- **硕中科技**：国内最大的显示驱动芯片全制程封测企业，在非显示类芯片封测领域也持续发力。
- **汇成股份**：聚焦于显示驱动芯片领域，形成显示驱动芯片全制程封装测试综合服务能力。
- **甬矽电子**：专注于中高端先进封装领域，封装产品主要包括FC、SiP、QFN/DFN、MEMS四类。
- **华岭股份**：国内第一家集成电路测试服务企业，目前公司晶圆测试及成品测试已处于行业领先水平。
- **伟测科技**：独立第三方的集成电路测试服务企业，主要业务可分为晶圆测试和芯片成品测试。
- **深南电路**：中国印制电路板行业的领军企业与封装基板领域的先行者，核心产品包括大容量通信背板、高速多层板、多功能金属基板、厚铜板、高频微波板、刚挠结合板、封装基板等。
- **兴森科技**：立足印制电路板制造，业务围绕传统PCB和半导体两大主线开展。
- **华海诚科**：主要产品为环氧塑封料和电子胶黏剂，是国内少数具备芯片级固体和液体封装材料研发量产经验的企业。
- **联瑞新材**：国内电子级硅微粉领军企业，主要产品包括结晶硅微粉、熔融硅微粉、球形硅微粉、球形氧化铝粉以及氮化物等粉体材料。
- **康强电子**：专业从事各类引线框架、键合丝、电极丝等半导体封装基础材料开发、生产和销售的高新技术企业，其引线框架和键合丝产品均处于国内领先水平。
- **艾森股份**：公司产品包括电镀液、光刻胶以及相关配套试剂，广泛应用于晶圆制造、半导体封装、显示面板等领域。
- **上海新阳**：主要开发用于集成电路制造的关键工艺材料，包括电镀液及添加剂、清洗液、光刻胶、研磨液四大系列产品；公司用于晶圆电镀与晶圆清洗的第二代核心技术已达到国内领先水平。
- **长川科技**：产品覆盖测试机、分选机、探针台、AOI设备和自动化设备等多个品类。公司模拟/数模混合的测试机以及分选机在核心性能指标上已达到国内领先且接近国外先进水平，实现了进口替代。
- **精智达**：产品广泛应用于以AMOLED为代表的新型显示器件制造中光学特性、显示缺陷、电学特性等功能检测及校准修复，并逐步向半导体存储器测试设备领域延伸。
- **芯碁微装**：专业从事以微纳直写光刻技术为核心的直接成像设备及直写光刻设备的研发和生产。
- **快克智能**：主要产品包括精密焊接装联设备、机器视觉制程设备、智能制造成套设备和固晶键合封装设备四大类。
- **光力科技**：全球排名前三的半导体切割划片装备企业，是全球少数同时拥有切割划片量产设备、核心零部件（空气主轴）和刀片等耗材的企业。
- **华峰测控**：国内最大的半导体测试系统本土供应商，其产品主要用于模拟、数模混合、分立器件和功率模块等集成电路的测试，且公司已获得大量国内外知名半导体厂商的供应商认证。
- **宏昌电子**：是国内首家电子级环氧树脂生产企业，积极拓展先进封装增量膜新材料开发。

图表147：国内厂商对应封测领域布局

长电科技	全球先进封测领导者
通富微电	先进封装前沿领先厂商
华天科技	半导体封测一站式服务商
晶方科技	晶圆级封装领先企业
气派科技	华南地区封测领先企业
硕中微电	全球显示驱动芯片封测顶尖企业
汇成股份	专注于显示驱动芯片先进封测
甬矽电子	先进封装新星企业
华岭股份	北交所领先的测试技术服务提供商
伟测科技	冉冉兴起的第三方芯片测试企业
深南电路	封装基板领域的先行者
兴森科技	PCB巨头，加注封装基板
华海诚科	国内第一家上市的环氧塑封料企业
联瑞新材	打破国外球形硅微粉技术垄断
康强电子	引线框架和键合丝领军企业
艾森股份	国内领先的封装材料供应商
上海新阳	电镀清洗技术领先的半导体材料企业
长川科技	国产测试设备领先企业
精智达	新型显示器件检测设备领先企业
芯碁微装	直写光刻设备领军企业
快克智能	为半导体封测提供智能装备解决方案
光力科技	全球半导体划片机
华峰测控	半导体测试系统领先企业
宏昌电子	国内首家电子级环氧树脂企业

资料来源：华福证券研究所整理

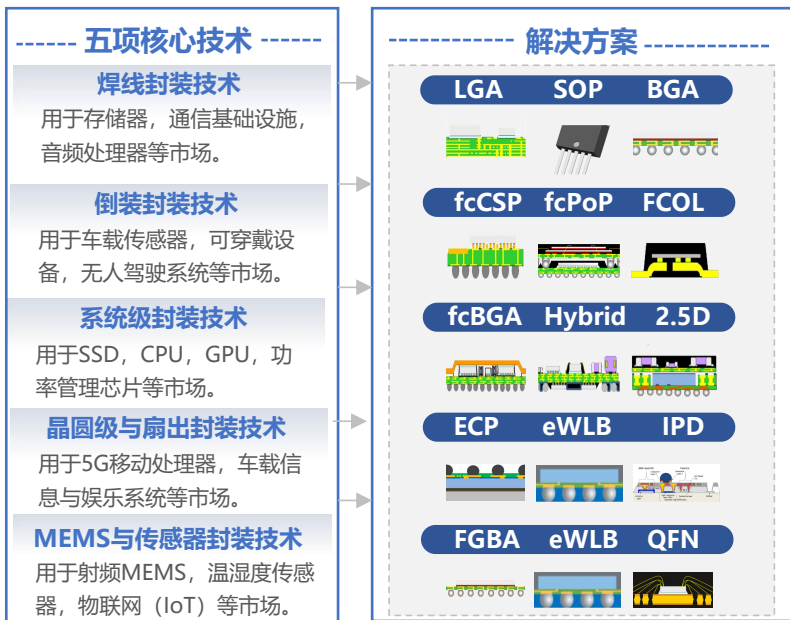
➤ 封测业务全球领先

- 长电科技是世界领先的集成电路制造商和封装测试服务提供商，公司2022年封测业务的市占率全球第三，中国大陆第一。
- 公司基于系统级封装、晶圆级封装和2.5D/3D封装等先进封装技术，以及混合信号/射频集成电路测试技术，为通讯电子、消费电子、运算电子、汽车电子、工业及医疗电子等领域客户提供芯片成品制造的一站式服务，包括系统集成、设计仿真、技术开发、晶圆级中道封装测试、系统级封装测试、芯片成品测试。
- 凭借行业领先的封装技术，长电科技与国内外头部厂商达成长期战略合作，并被授予多项荣誉。截至2023年5月，公司七次获得德州仪器颁发的“年度卓越供应商奖”，并获得众多半导体领军企业颁发的合作奖项，包括高通“卓越供应商奖”、西部数据“最佳合作伙伴奖”等。

图表148：长电科技主要客户



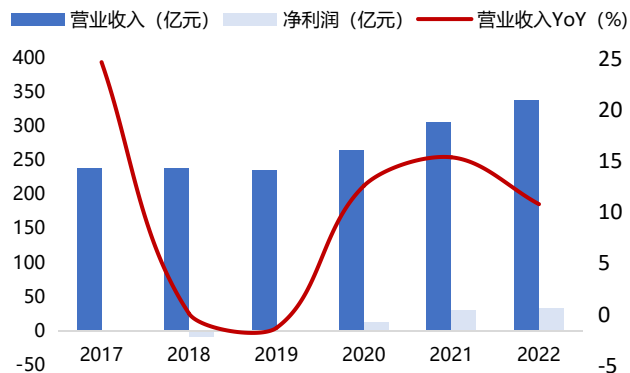
图表149：长电科技核心技术的应用及解决方案



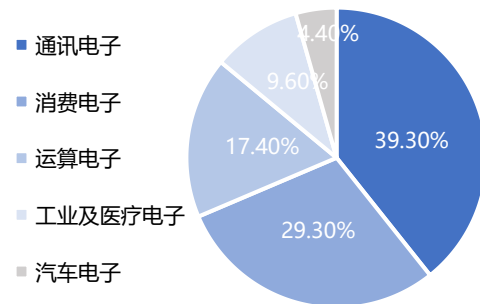
➤ 营收业绩持续向好

- **2019年度，长电科技扭亏为盈，此后四年，营业收入保持稳定增长。**公司2022年营业收入为337.62亿元，较2021年增加32.60亿元，增幅10.69%，净利润与归母净利润均达到32.31亿元，比上年同期增长9.15%和9.20%。
- **按应用领域划分，通讯电子与消费电子领域为公司的主要收入来源，同时，运算电子与汽车电子领域营收稳步增长。**2022年，通讯电子与消费电子业务营收占公司总营收的68.6%，其中通讯电子业务营收达132.68亿元，占比39.3%。此外，面对高性能计算、汽车电子等领域市场需求的快速增长，公司正在加速布局，已完成多项新技术开发，实现新产品量产，带动运算电子业务与汽车电子业务实现营收58.75亿元、14.86亿元，分别增长4.2个百分点和1.8个百分点。

图表150：公司业绩情况



图表151：各应用领域的营收占比



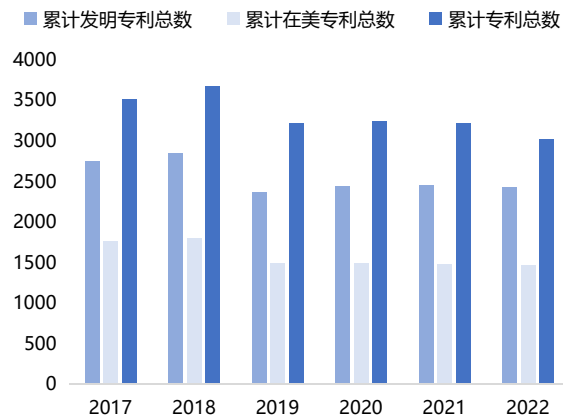
资料来源：iFinD，华福证券研究所

资料来源：2022长电科技年报，华福证券研究所

➤ 科研实力雄厚

- 长电科技拥有强大的科研实力。公司在中国与韩国设有两大研发中心，配备“高密度集成电路封测国家工程实验室”、“国家级企业技术中心”等研发平台
- 长电科技持有专利众多。截至2022年末，公司共持有专利3019项，其中发明专利2427项，全面覆盖中、高端封测领域，半数以上发明专利为在美专利。

图表152：公司累计专利数（项）



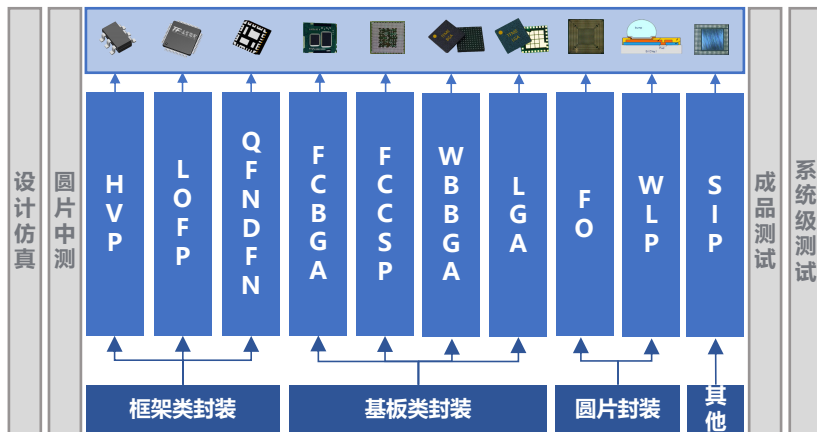
资料来源：2017至2022长电科技年报，华福证券研究所

6.2 通富微电——先进封装前沿领先厂商

➤ 深耕集成电路封测领域，扩张强势

- 通富微电为全球客户提供设计仿真和封装测试服务。公司的封装业务类型齐全，包含框架类封装、基板类封装和圆片类封装，以及COG，COF和SIP等其他封装。
- 公司的产品、技术、服务全方位涵盖人工智能、高性能计算、大数据存储、显示驱动、5G、信息终端、消费终端、物联网、汽车电子、工业控制等众多领域。
- 在2022年全球前十大委外封测企业排行中，公司市占率增幅第一，营收规模首次进入全球四强。

图表153：通富微电主营业务



资料来源：通富微电官网，华福证券研究所

➤ 客户覆盖国内外巨头

- 通富微电积极渗透全球半导体产业链，客户覆盖多数世界前二十强半导体企业和绝大多数国内知名集成电路设计公司。
- 国内客户包括士兰微电子、普诚科技、友旺电子、新进半导体制造、华润矽科微电子、龙芯中科等主流半导体设备厂商；国外客户包括Freemscale、东芝、Renesas、ST、TI等全球领先的半导体企业。此外，公司通过并购与AMD建立了“合资+合作”的战略联合模式，成为AMD最大的封装测试供应商，AMD80%以上的封测订单由通富微电获得。

图表154：通富微电国内外主要客户

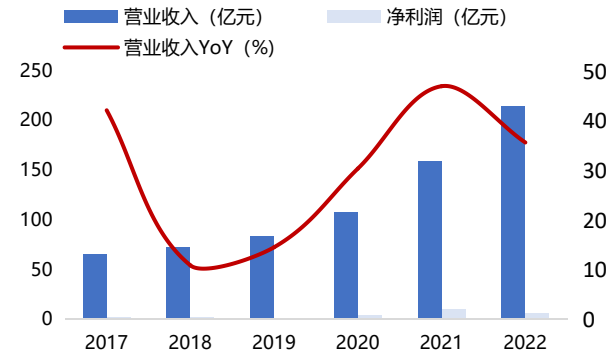


资料来源：通富微电招股书、公司官网，华福证券研究所绘制

➤ 营收高速增长

- 得益于 7nm、5nm、FCBGA、Chiplet 等先进技术，通富微电不断强化与 AMD 等行业领先企业的深度合作，巩固并扩大先进产品市占率。2020-2022年，公司总营收保持高速增长。在全球前十大封测企业中，**公司营收增速连续三年排名第一，达30%以上**。2022年，公司实现营业收入214.29亿元，同比增长35.52%。
- 2022年，公司实现归属于母公司股东的净利润5.02亿元，同比下降47.53%。利润的下降主要有三方面原因：一是汇率波动产生汇兑损失，导致归属于母公司股东的净利润减少2.11亿元；二是由于集成电路行业景气度下行，部分终端产品需求疲软，导致公司产能利用率及毛利率下降；三是**公司加大了Chiplet等先进封装技术创新研发投入**，研发费用增加，导致利润下降。

图表155：公司业绩情况



资料来源：iFinD，华福证券研究所

➤ 积极布局高端封测，研发成果突出

- **研发平台方面**：公司建有国家认定企业技术中心、国家级博士后科研工作站、江苏省企业院士工作站等高层次创新平台。**校企合作方面**：公司与清华大学、北京大学、华中科技大学等知名高校建立了紧密的合作关系。**跨企业合作方面**：公司先后从富士通、卡西欧、AMD 获得技术许可，得以快速切入高端封测领域。
- **公司取得了丰硕的技术创新成果**：基于Chip Last工艺的Fan-out技术，可实现5层RDL超大尺寸封装（65×65mm）；多芯片FCBGA MCM技术，可实现最高13颗芯片集成及100×100mm以上超大封装。

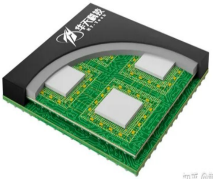
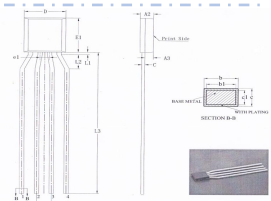




图表156：通富微电主要在研项目及预期成果

<p>✓ 智能芯片圆片级基板扇外型封装技术开发及产业化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 公司将成为国内第一家有自主能力能提供高阶扇外型封装服务的厂家。 	<p>✓ 智能终端快充芯片的铜互连封装工艺技术开发及产业化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 公司将成为国内首家开发并量产体积最小的Clip DFN封装体的厂家，达到世界一流水平。
<p>✓ 应用于智能手机终端的12寸bumping研发与产业化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 提升功率器件封装技术水平，给公司带来新的封装业务。 	<p>✓ 5G抗电磁干扰的SiP射频模块封装技术研发及产业化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 建成一条世界先进的抗EMI的SiP射频模块封装生产线。

➤ 提供从设计到配送的一站式服务，多年耕耘成为行业领军者之一

- 华天科技成立于2003年12月，并于2007年11月在深交所成功上市。公司深耕半导体封测领域，秉持着“客户至上，质量第一”的宗旨，已成为该领域的首选品牌。2015年和2018年，华天科技收购FCI、Unisem；2019年，华天科技已在全球布局6座净化车间；2022年，被评为中国芯片产业优秀数智化服务商中国封测厂TOP3；2023年，获得海关高级认证（AEO）企业证书。
- **作为全球半导体封测知名企业，华天科技主要从事半导体集成电路、半导体元器件的封装测试业务。**依据行业标准分类口径，其业务可分为集成电路和LED，其中，集成电路为主营业务。“一站式服务商”的定位使得公司业务横跨封装设计、封装仿真、引线框封装、基板封装、晶圆级封装、晶圆测试及功能测试和物流配送完整产业链条。目前公司集成电路封装产品主要有DIP/SDIP、SOT、SOP、SSOP、TSSOP/ETSSOP、QFP/LQFP/TQFP、QFN/DFN、BGA/LGA、FC、MCM (MCP)、SiP、WLP、TSV、Bumping、MEMS、Fan-Out等，主要应用于计算机、网络通讯、消费电子及智能移动终端、物联网、工业自动化控制、汽车电子等电子整机和智能化领域。

图表157：华天科技产品矩阵

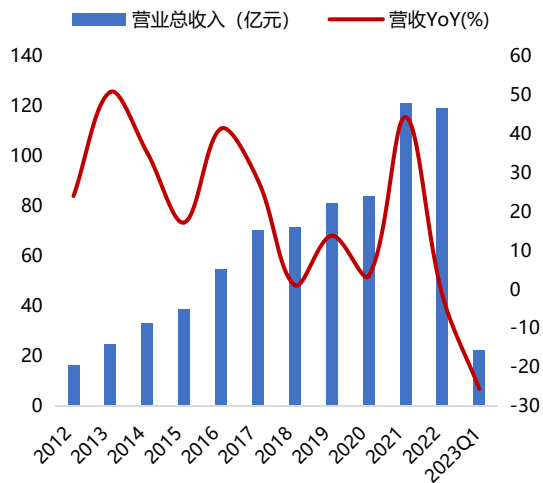
<p>◆ 3D Chiplet</p> <p>公司实现了3D FO SiP 封装工艺平台的开发，现已具备由TSV、eSiFo、3D SiP构成的最新先进封装技术平台——3D Matrix。</p> 	<p>◆ 射频</p> <p>实现5G FCPA集成多芯片SiP等5G射频模组的量产，完成EMI工艺技术研究和产品导入。</p> 	<p>◆ 汽车电子</p> <p>通过WLP、Fan-Out等系列产品布局汽车领域。目前公司已通过IATF16949及ISO9001等体系认证，进一步完善质量管理体系架构。</p> 
<p>◆ 高性能计算</p> <p>FCBGA是一种印刷电路板，其通过将高密度半导体芯片连接到主板上来传输信号和供电，主要用于连接高性能和高密度的CPU和GPU。公司目前已实现大尺寸FCBGA高算力系列产品的量产。</p> 	<p>◆ 存储</p> <p>实现基于TCB工艺的3D Memory封装技术的开发；已实现基于232层3D NAND Flash Wafer DP工艺的存储器产品、长宽比达7.7: 1的侧面指纹、PAMiD等产品的量产。</p>  <p>3D-VNAND</p>	<p>◆ FA&RA</p> <p>提供系统可靠性测试及失效分析，可进行MSL/THT、PCT、HTST、Solderability等性能测试，并利用SAT、DECAP、X-RAY等10项FA技术确定原因，有效保障产品质量。</p> 

6.3 华天科技——半导体封测一站式服务商

➤ 市场份额不断扩大，总体经营状况稳中有升

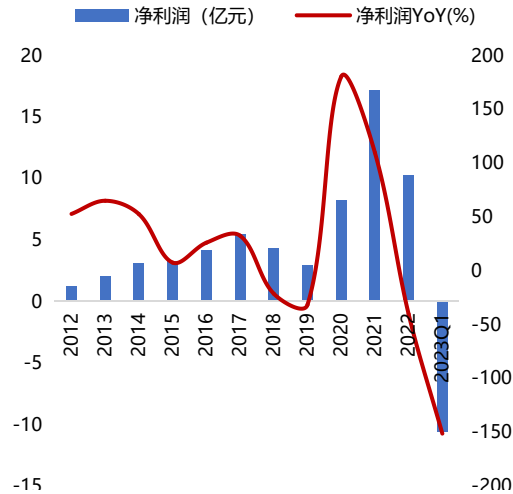
- 得益于全球半导体行业的高速发展和智能产品需求的增加，公司营收从2012年的16.23亿元增加至2022年的119.06亿元，CAGR为19.86%；净利润由2012年的1.22亿元增加至2022年的10.23亿元，CAGR为21.33%。
- 根据2020年中国半导体行业协会封测分会发布的数据，公司以115亿元的营收总额和3.93%的全球市场占有率排名全球半导体封测第六名、全国第三名。

图表158：公司营业收入及增长率



资料来源：Choice数据库，华福证券研究所

图表159：公司净利润及增长率



资料来源：Choice数据库，华福证券研究所

➤ 布局全球市场

- 华天科技的主要客户为豪威科技、索尼、比亚迪、汇顶、博通、思佳讯、格科微等，涵盖半导体、电子产品、汽车等国内外知名企业。

图表160：华天科技主要客户



资料来源：icspec，华福证券研究所

- 面对激烈的市场竞争，华天科技遵循稳中求进的战略布局。2019年，公司收购主板企业Unisem，扩展全球客户来源，推进Unisem Gopeng项目；2022年，两家子公司落地上海自由贸易试验区和甘肃省天水市，进一步提高公司生产能力和主营业务规模，为平稳发展提供坚实保障。

6.4 晶方科技——晶圆级封装领先企业

➤ 提供一站式综合封装服务，下游产品应用广泛

- **晶方科技是全球晶圆级芯片尺寸封装服务的主要提供者与技术引领者。**公司专注于传感器领域的封装测试业务，具备多样化的先进封装技术。目前，公司同时拥有8英寸和12英寸晶圆级芯片尺寸封装技术的规模量产封装线，能够提供从晶圆级到芯片级的一站式综合封装服务能力。
- **公司相关产品广泛应用于半导体设备、工业自动化和车用智能交互等市场领域。**公司最初的封装产品涵盖图像传感器芯片、生物身份识别芯片和MEMS芯片等，这些产品被广泛应用于手机、安防监控、汽车电子和3D传感等电子领域。此外，公司通过并购及业务技术整合，成功扩展了微型光学器件的设计、研发与制造业务，目前公司已具有一站式的光学器件设计与研发能力，以及完整的晶圆级光学微型器件核心制造能力。更重要的是，在收购Anteryon并增资VisiC后，公司形成了封装、WLO和GaN器件的三线布局，使公司能够充分受益于汽车电动化、网联化和智能化的趋势。
- **公司深度绑定全球知名CIS客户，构建全面供应链体系。**在保持技术发展更新的同时，公司不断拓展自身核心客户群体，涵盖SONY、豪威科技、格科微、思特威等全球知名传感器设计企业，建立了从设备到材料的核心供应链体系与合作生态。

图表161：晶方科技主要客户



图表162：晶方科技厂房信息

	厂房一	厂房二	厂房三	厂房四
成立时间	2006年	2011年	2014年	2014年
产线业务	1、200毫米晶圆级影像传感器TSV芯片尺寸封装 2、200毫米MEMS TSV 芯片尺寸封装 3、晶圆级和芯片级功能测试 4、集成模块组装	1、300毫米晶圆级影像传感器TSV芯片尺寸封装 2、生物身份识别传感器封装 3、晶圆级和芯片级外观检验及功能检测	1、引线/fcBGA/fcLGA 封装 2、Fan-out CIS wb芯片尺寸封装和fc芯片尺寸封装 3、生物识别传感器模块组装 4、Burn-In 和测试	1、汽车影像传感器封装 2、汽车摄像头模块组装 3、汽车传感器和摄像头模块测试

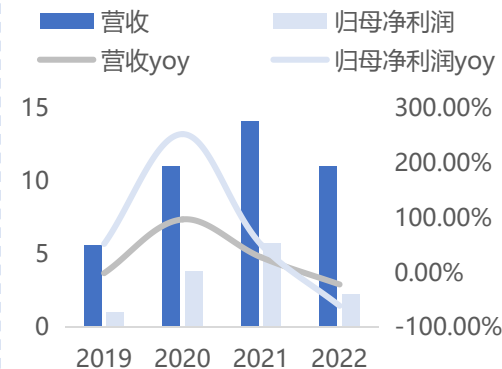
➤ 晶方科技三线布局概况

- **1、光学领域：**公司持续拓展微型光学器件业务，提升量产与商业应用规模。
- **2、汽车电子领域：**公司不断提升车规STACK封装技术的工艺水平，已建设车规级12寸晶圆级TSV封装产线，并已通过车厂认证。且公司晶圆级微型陈列镜头已在车用智能照明市场实现规模量产。
- **3、手机/安防领域：**积极布局拓展新的应用市场，大力推进MEMS、Filter、AR/VR等应用领域的项目落地。

➤ 下游需求逐渐回暖，业绩承压有望缓解

- 根据公司2023Q3业绩报告所示，2023年前三季度公司实现营收6.28亿元，同比下降22.14%；实现归母净利润1.11亿元，同比下降49.88%。分季度看，公司2023年Q3实现营收2.00亿元，同比下降21.65%，环比下降22.66%；实现归母净利润0.34亿元，同比增长14.22%，环比下降29.11%。2023年Q3业绩下滑主要系Q3消费电子需求回暖不及预期、手机CIS芯片需求减少以及上游CIS芯片厂商库存去化周期拉长导致公司封装产品出货量减少。23Q4随着CIS芯片厂商积极推进库存去化，叠加手机厂商新品发售双十一等各类促销活动，消费电子需求加速回暖，公司业绩承压有望于Q4得到缓解。

图表164：公司营收/净利润及yoy（亿元）



资料来源：IFind，华福证券研究所

图表163：晶方科技核心技术方案

	移动安全方案	移动影像方案	汽车影像方案	运动传感方案
产品名称	超薄的指纹传感器模块	微型化的图像传感器模块	高集成度、高可靠性的汽车传感器封装	MEMS陀螺仪和加速度计
技术概况	模块采用ETIM™ 技术方案，包括晶圆级互连方法，先进的模块制造等众多先进的传感器封装相关的技术，是目前全球领先的指纹传感器模块技术解决方案。同时该技术符合JEDEC 1级潮湿敏感度的要求，适用于汽车和其他需要更高水平可靠性的器件市场领域。	模块采用世界上领先的硅通孔芯片尺寸封装技术，消除了传统相机模块组装过程中所带来的良率损失。同时公司是业界率先提供300毫米晶圆级封装CMOS影像传感器解决方案的制造商。为实现更小的尺寸要求，这种技术使用硅通孔和空腔—玻璃—硅夹层结构来提高相机模块的可靠性及良率。	公司在车规级CIS领域的TSV封装技术与量产能力处于显著领先地位。此外公司持续推进对被收购企业VisiC公司的协同整合，并积极推动氮化镓产品技术开发和供应链布局。	超微型化的 HCSP™ 密封芯片尺寸封装技术。HCSP™ 是一个具有突破性、创新性、可靠性且性价比较高的晶圆级MEMS传感器封装技术。HCSP™ 可以减小50%的尺寸，将成为手机、平板电脑、玩具和可穿戴设备等新一代移动消费产品的可用技术。
产品图例				

资料来源：晶方科技公司官网，华福证券研究所整理绘制

➢ 客供+自购双模式芯片封测，华南地区规模最大

- 气派科技自成立以来，十余年专注封装测试业务，目前已成为华南地区规模最大的内资集成电路封装测试企业之一。
- 公司主营业务分为客供芯片封装测试和自购芯片封装测试。客供芯片封装测试：公司采购引线框架、丝材、装片胶和塑封树脂等原辅料，按照客户要求对其提供的晶圆芯片进行一系列内部工艺加工以及外协辅助加工，完成封装测试后将成品交付客户并收取加工费。自购芯片封装测试：在了解客户需求的基础上，公司采购少量通用的晶圆，在订单不饱和时进行封装测试形成成品，在客户有需求时将这些成品销售给客户并获得收益。
- 气派科技作为国内集成电路封装测试头部企业，近几年被授予多项荣誉。截至2024年2月，公司已荣获专精特新中小企业、创新型中小企业、省级企业技术中心、专精特新“小巨人”企业、高新技术企业、国家高新技术企业等。

图表165：气派科技主要荣誉



图表166：气派科技核心技术的应用及产品系列

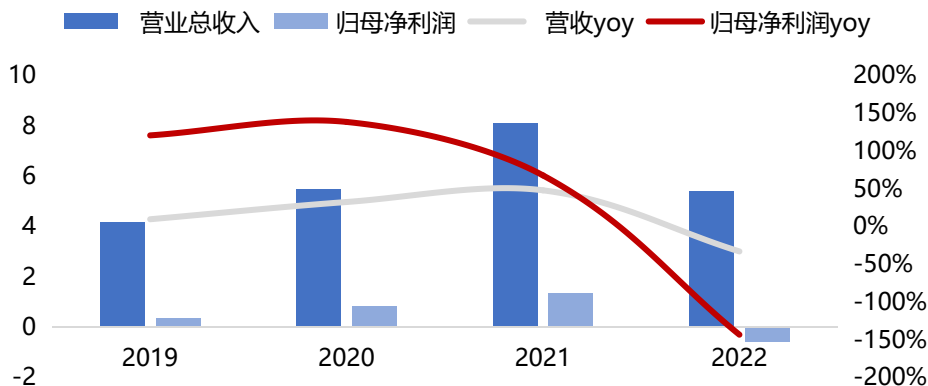


6.5 气派科技——华南地区封测领先企业

下游需求回暖叠加GaN产品出货，公司业绩有望持续增长

- 公司业绩有望受益于下游消费电子需求回暖。2018-2021年度，气派科技连续4年营业收入保持稳定增长。2022年，公司下游需求不及预期，营业收入为5.4亿元，同比减少33.23%，归母净利润相较2021年减少1.94亿元，同比下滑143.51%。然而，2023年以来，下游消费电子行业逐渐回暖，有望带动封测行业的复苏和公司业绩的增长。
- 多类型封装产线放量助力公司业绩增长。公司现有的封装产品逐步完善，如FC封装已持续批量生产、MEMS硅麦产品已实现稳定小批量生产。此外，公司第三代半导体GaN封装产线也已具备大批量生产能力。未来随着各类封装在下游应用领域的持续渗透，以及公司相关封装产能的持续提升，公司业绩或将持续受益。

图表167：公司营收/归母净利润及yoy（亿元）

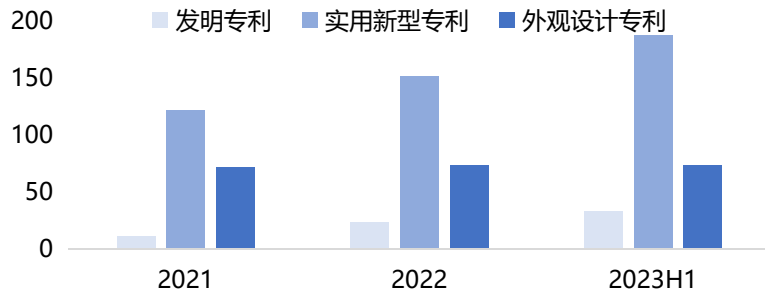


资料来源：Ifind，华福证券研究所

科研实力雄厚，研发成效显著

- 公司自成立以来，一直高度重视研发创新工作。目前，公司已掌握第三代半导体封装的核心技术，如多芯片平铺堆叠、烧结银焊接等工艺，这为公司继续拓展第三代半导体产品如碳化硅（SiC）产品的导入打下了基础。如公司已立项“第三代功率半导体碳化硅芯片塑封封装研发项目”并完成1200V第三代半导体SiC封装产品的设计和工艺验证，还开发了基于工业标准TO-247封装的SiC-MOSFET器件封装平台和封装技术。且根据公司2023年半年报所示，公司持续对5G宏基站超大功率超高频异结构GaN功放塑封封装关键技术进行研发，具备批量供货能力。
- 截至2023年8月，公司共持有发明专利33项、实用新型专利145项、外观设计专利73项。

图表168：公司累计专利数（项）



注：2023H1数据含已失效专利

资料来源：2021-2023气派科技年报、半年报，华福证券研究所

► 显示封测优势明显，非显封测持续发力

- 公司自成立以来专注显示驱动芯片封测领域，是国内最大的显示驱动芯片全制程封测企业。根据赛迪顾问及沙利文数据测算，2019-2021年，公司是境内收入规模最大、出货量最大的显示驱动芯片封测企业，位列该领域全球第三。
- 公司还于2015年进入非显示类芯片封测领域，根据公司招股说明书所示，2019-2022年1-6月，公司非显示类芯片封测业务收入占比分别为2.00%、4.57%、7.76%和9.60%，占比呈现逐年上升的趋势。

图表169：顾中科技主营业务应用

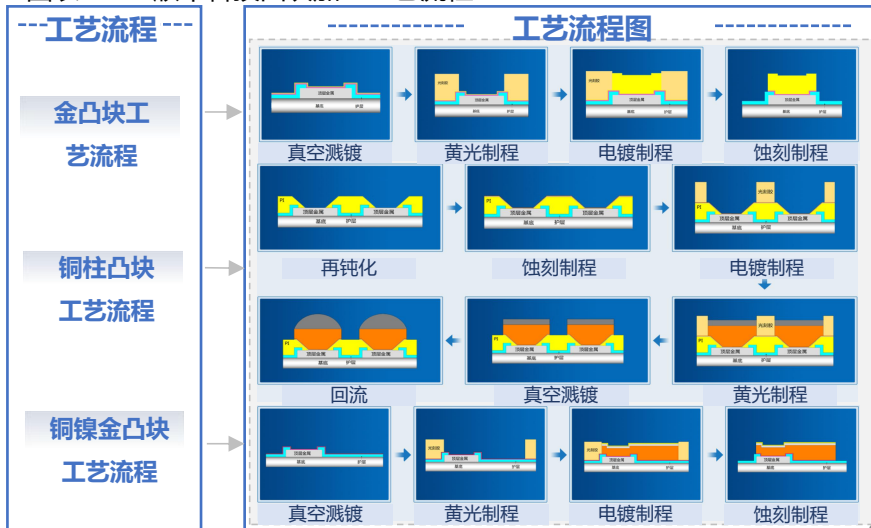


资料来源：顾中科技官网，华福证券研究所

► 工艺流程先进

- **显示驱动芯片封测业务**：按照工艺流程划分，可分为前段的金凸块制造、晶圆测试以及后段的玻璃覆晶封装、柔性屏幕覆晶封装、薄膜覆晶封装等主要制程环节。
- **非显示驱动芯片封测业务**：现可为客户提供包括铜柱凸块、铜镍金凸块、锡凸块在内的多种高端金属凸块制造，也可同时提供后段的DPS封装服务，形成了先进的扇入型晶圆级芯片尺寸封装解决方案。

图表170：顾中科技凸块加工工艺流程



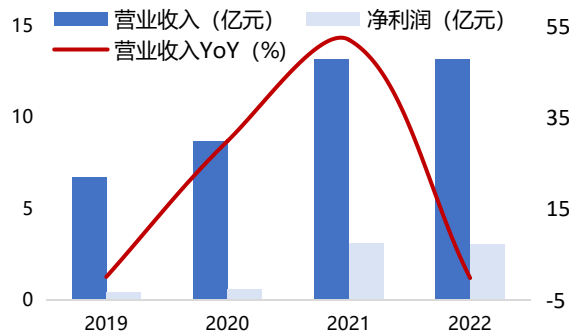
资料来源：公司官网，华福证券研究所绘制

6.6 顾中科技——全球显示驱动芯片封测顶尖企业之一

➤ 营收利润双增长，业绩改善明显

- 根据最新业绩快报，公司2023年实现营收16.29亿元，同比增长23.71%；归母净利润3.70亿元，同比增长22.10%；扣非归母净利润3.25亿元，同比增长19.93%。单季度看，23Q4公司实现营收4.82亿元，同比增长43.45%，环比增长5.24%；归母净利润1.25亿元，同比增长123.21%，环比增长1.63%。
- 2023年公司利润的增长主要有三方面原因：1、显示驱动芯片及电源管理芯片、射频前端芯片等非显示类芯片封装测试需求回暖；2、非显示业务的营收增长主要系来自于射频前端芯片封测业务的增长，主要增量客户包括唯捷创芯、昂瑞微等；3、公司持续扩大封装与测试产能，不断提升产品品质及服务质量，加大对新客户开发的同时，持续增加新产品的开发力度，使得公司封装与测试收入保持较快增长。

图表171：公司业绩情况



资料来源：I/Find，华福证券研究所绘制

➤ 产能布局加快，客户资源优质

- 产能布局方面：**合肥厂初期产能规划为BP/CP约1万片/月，COF约3千万EA/月，产能爬坡期预计为3-6个月。此外，公司表示，当前公司AMOLED业务在2023年Q3单季营收占比已超过2成，且呈逐步上升趋势；2024年随着中低端品牌手机及平板等终端产品陆续采用AMOLED显示屏，且境内面板厂持续投资AMOLED生产线，预期后续AMOLED渗透率将再进一步提升。
- 主要客户群体：**在显示驱动芯片封测领域：公司积累了联咏科技、敦泰电子、奇景光电、等境内外知名的客户。在非显示驱动芯片封测领域：公司开发了矽力杰、杰华特、南芯半导体、艾为电子、唯捷创芯、希荻微等优质客户资源。

图表172：顾中科技主要在研项目及产能布局情况

研发项目名称	进度	产能布局项目	达到预定可使用状态日期
超高硬度金凸块的研究	在研	顾中科技(苏州)高密度微尺寸凸块封装及测试技术改造项目	2024年3月
大尺寸高厚度覆铜芯片的研究	在研		
覆晶封装接合精度及检测技术的研究	在研		
高密度覆晶芯片凸块的研究	在研	顾中先进封装测试生产基地二期封测研发中心项目(合肥厂)	2024年12月
晶圆级芯片先进封装技术的研究	在研		
应用于晶圆级显示驱动芯片同测数的研究	在研		
应用于高频告诉通信封装技术芯片的研究	在研		

资料来源：顾中科技招股说明书、2023年半年报，华福证券研究所整理绘制

6.7 汇成股份——集成电路高端先进封测服务商

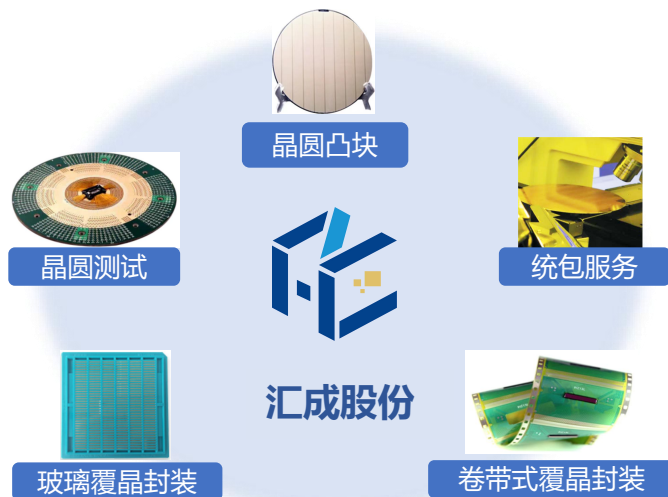
► 专注显示驱动芯片先进封测，打造世界级显示驱动芯片封装服务商

- 汇成股份目前聚焦于显示驱动芯片领域，主营业务以前段金凸块制造为核心，并综合晶圆测试及后段玻璃覆晶封装和薄膜覆晶封装环节，形成显示驱动芯片全制程封装测试综合服务能力。公司的封装测试服务主要应用于LCD、AMOLED等各类主流面板的显示驱动芯片，该类芯片系日常使用的智能手机、智能穿戴、高清电视、笔记本电脑、平板电脑等各类终端产品得以实现画面显示的核心部件。
- 以公司先进封测技术之一COF为例，COF除具备连接面板功能，又可承载主被动组件，使产品更加轻薄化。
- **公司凭借先进的封测技术、稳定的产品良率与优质的服务能力，积累了丰富的客户资源。**公司的客户包括联咏科技、天钰科技、瑞鼎科技、奇景光电等全球知名显示驱动芯片设计企业，且其所封测芯片已主要应用于京东方、友达光电等知名厂商的面板。2020年度全球排名前五的显示驱动芯片设计公司中三家系公司主要客户，2020年度中国排名前十的显示驱动芯片设计公司中九家系公司主要客户。

图表173： 汇成股份主要客户



图表174： 汇成股份卷业务矩阵



6.7 汇成股份——集成电路高端先进封测服务商

► 公司营收提升较大，产能扩张有望持续推动业绩抬升

• 2023年公司实现营业收入12.38亿元，同比增长31.78%；实现扣非归母净利润为1.68亿元，同比增长33.25%。报告期内，公司的合肥生产基地募投项目逐步实施完成，产能持续提升；在显示驱动芯片市场景气度波动的背景下，公司采取产品结构调整、增加研发投入、提升精细化管理水平等策略进行积极应对，随着消费电子等终端市场需求逐步修复，公司订单趋势回暖，整体经营情况自2023年第二季度起显著改善，营业收入及经营业绩较上年同期有较大提升。

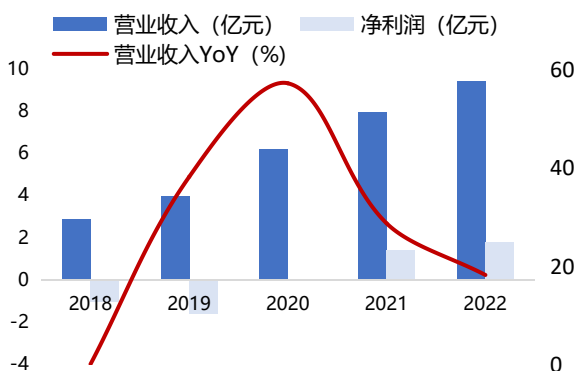
► 技术水平跻身前列，统包生产树立标杆

• **技术研发优势：**公司拥有微间距驱动芯片凸块制造技术、高精度晶圆研磨薄化技术、高稳定性晶圆切割技术、高精度高效内引脚接合工艺等多项较为突出的先进技术与优势工艺，该部分技术在行业内处于发展前沿，拥有较高的技术壁垒。根据公司2023年三季报所示，公司拥有已授权发明专利 23 项、实用新型专利 357 项，软件著作权 2 项。

• **统包生产优势：**公司是中国大陆少数同时拥有8吋和12吋产线的显示驱动芯片全流程封测企业，也是全球少数可以实现显示驱动芯片封装测试服务一体化的企业。

• **公司未来布局：**公司顺应产业转移趋势，持续布局OLED与车载显示市场，向高端市场进发。近期公司发布可转债发行公告，募集资金用于“12吋先进制程新型显示驱动芯片晶圆金凸块制造与晶圆测试扩能项目”和“12吋先进制程新型显示驱动芯片晶圆测试与覆晶封装扩能项目”，项目主要投向OLED等新型显示驱动芯片产品封测领域。

图表175：公司业绩情况



资料来源：Ifind，华福证券研究所，2023年业绩快报

图表176：汇成股份在研项目及所处阶段

研发项目名称	研发所处阶段
CMOS影像传感器工艺	样品试制
一种高温测试效率提升设计	样品试制
先进封装倒装技术键合品质工艺的研发	工艺设计与开发
提高驱动芯片凸块高度的均匀性工艺的研发	样品试制
提高晶圆表面有效使用面积工艺的研发	样品试制
柔性基板封装工艺中智能化控制技术的研发	工艺设计与开发
提高驱动芯片封装压合效果工艺的研发	工艺设计与开发

资料来源：汇成股份招股说明书，华福证券研究所整理绘制

6.8 甬矽电子——先进封装新星企业

▶ 先进封装后起之秀，多产线助力企业发展

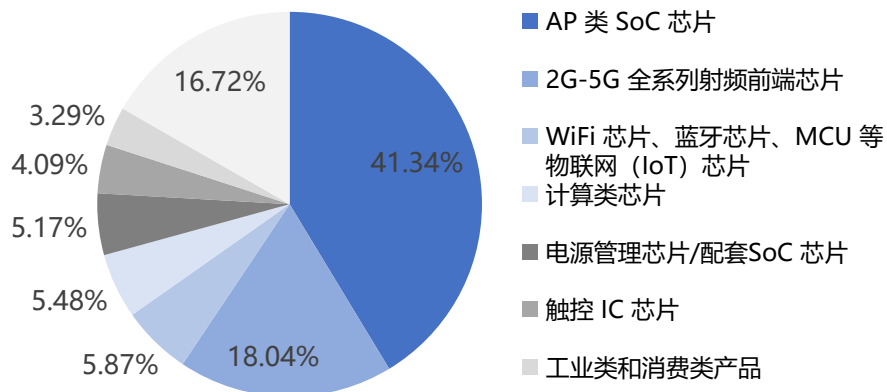
- **甬矽电子是一家新锐半导体集成电路封装测试企业。**公司主要从事集成电路的封装和测试业务，专注于中高端先进封装领域，封装产品主要包括“高密度细间距凸点倒装产品（FC类）、系统级封装产品（SiP）、扁平无引脚封装产品（QFN/DFN）、微机电系统传感器（MEMS）”4大类别，下辖9种主要封装形式，共计超过1900个量产品种。其产品主要应用于射频前端芯片、AP类SoC芯片、触控芯片、WiFi芯片、蓝牙芯片、MCU等物联网芯片、电源管理芯片、计算类芯片等。随着智能驾驶、AR/VR等场景对高端芯片需求持续增加，市场对于先进封装技术的要求也逐步提升，公司现有的多产线布局有望在未来助力企业发展。
- 公司下游客户主要为集成电路设计企业，公司凭借超过99.9%的封测良率、灵活的封装设计实现性与不断提升的量产能力和交付及时性，获得了其客户的广泛认可。公司客户包括翱捷科技、唯捷创芯、晶晨股份、星辰科技、国民飞骧等。

图表177：甬矽电子主要客户



资料来源：甬矽电子招股说明书，华福证券研究所整理绘制

图表178：甬矽电子下游主要应用的收入占比（2022H1）

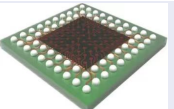
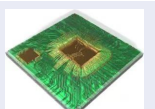
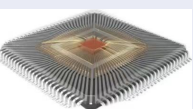

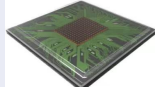



资料来源：甬矽电子招股说明书，华福证券研究所整理绘制

多款高端封装产品实现量产，二期项目初步形成交付

- **公司坚持中高端先进封装定位，部分高端封装产品已实现量产。**根据2022年年报所示，公司完成了基于FC+WB Stacked die的Hybrid BGA混合封装技术开发及量产；应用于5G通讯的高密度射频模组PAMiF的量产；DiFEM和PAMiD封装工艺开发；双面模组(HD DSSiP)封装技术开发；汽车电子应用的高清图像Sensor封装工艺开发；高集成小型化的电磁屏蔽（EMI Shielding）技术开发及量产；高密度引脚双圈QFN（Dual Row QFN，DR-QFN）产品及量产。
- 此外，公司二期项目打造的“Bumping+CP+FC+FT”一站式交付能力已经初步形成，可以有效缩短客户从晶圆裸片到成品芯片的交付时间，并实现更好的品质控制。该项目已开始逐步贡献营收。
- 截至2022年7月31日，公司共取得专利授权200项，其中发明专利95项、实用新型专利103项、外观专利2项，公司具备独立的持续研发能力。

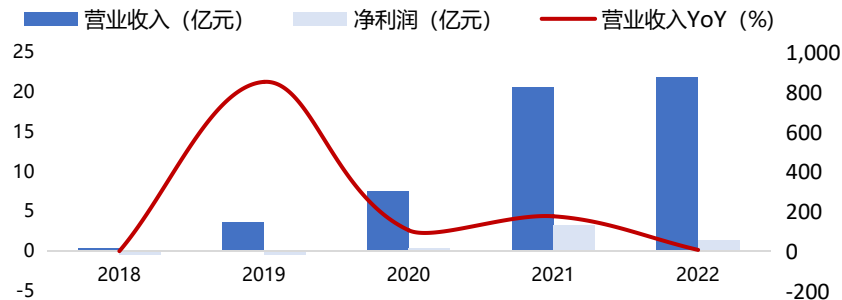
图表179：甬矽电子主要产品及封装方案

Bumping&WLP封装		BGA封装		QFN/QFP引线框封装	
					
产品尺寸	产品应用	产品尺寸	产品应用	产品尺寸	产品应用
8~12inch	Bumping&WLP封装	22.5X25.3mm	BGA封装	1.1X0.7~12.3X12.3mm	QFN/QFP引线框封装
MEMS/Optical传感器封装		倒装芯片 (Flipchip)		SiP系统级封装	
					
产品尺寸	产品应用	产品尺寸	产品应用	产品尺寸	产品应用
2.75*1.85/3.76*2.24	MEMS/Optical传感器封装	28nm~5nm	倒装芯片 (Flipchip)	2X1.6~50~56mm	SiP系统级封装

资料来源：甬矽电子官网，华福证券研究所

- 根据公司2023年年度业绩快报显示，公司预计实现营收23.92亿元，同比增长约9.90%；预计归母净利润为-0.97亿元。营收增长主要得益于行业景气度回升及新老客户销售份额提升。随着公司不断构建技术壁垒与持续扩大产品线规模，公司市场竞争力有望稳步提升。

图表180：公司业绩情况



资料来源：Ifind，华福证券研究所

➤ 专注于集成电路测试业务，测试水平行业领先

上海华岭成立于2001年，并于2022年10月28日在北交所上市。公司是国内第一家集成电路测试服务企业，主营包括测试技术研究、测试软硬件开发、测试装备研制、测试验证分析、晶圆测试、集成电路成品测试、可靠性试验、自有设备租赁。公司承担了国家01/02科技重大专项，且已建设完成国内第一条12英寸晶圆测试线。值得注意的是，目前公司晶圆测试及成品测试已处于行业领先水平。

图表181：华岭股份主营业务

技术与服务	晶圆测试	<ul style="list-style-type: none"> 公司为晶圆级测试提供了众多测试平台，测试温度范围为-55°C~150°C，能够测试5、6、8和12英寸晶圆。 	主要性能
	成品测试	<ul style="list-style-type: none"> 公司提供先进的成品测试解决方案，通过自主OCR系统，可实现测试数据与成品对应的溯源功能，测试平台来自国际先进供应商且测试能力涵盖3 mm x 3 mm~70 mm x 70 mm的产品。 	

- CIS产品10级/100级净化标准，其他1000级净化标准
- 量产测试覆盖12/28/40等先进工艺
- 提供多种测试类型：Direct Docking方式的高速高密度晶圆测试；超薄晶圆测试（背金/背银工艺），可实现最小90um厚度晶圆的测试；满足汽车电子、工业级芯片测试需求的-55°C~+150°C的量产级高低温晶圆测试等
- “芯片测试云”服务体系
- 涵盖以下封装类型：BGA、QFP、QFN等先进封装
- 定制化设备及装置、OCR mark自动识别
- 亿门级可编程器件、CPU三温自动测试
- -55°C 到+125°C宽温高可靠检测

➤ 公司服务于产业链多环节的优质客户

- 华岭股份客户包括集成电路设计、制造、封装等多类型企业，复旦微电、晶晨股份、瑞芯微、中芯国际、长电科技等行业内知名企业均为公司重要客户。

图表182：华岭股份核心客户

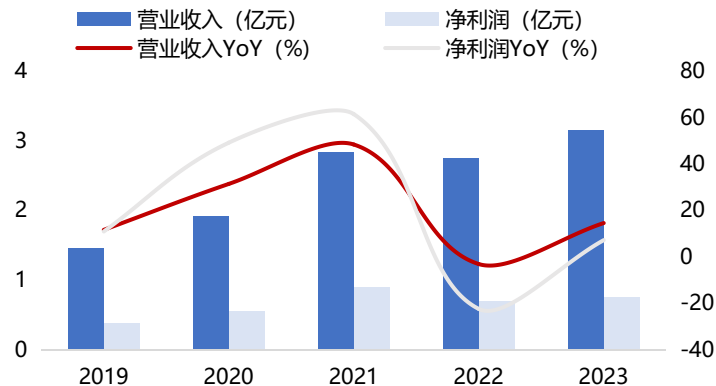


6.9 华岭股份——北交所领先的测试技术服务提供商

营业收入和净利润持续向好

- 2019-2021年公司营业收入与净利润稳定增长，而2022年业绩有所下滑，主要原因是2022年上海市因疫情封控影响，产业供应链受阻，产能利用率下降明显。
- 2023年，华岭股份的营业收入和净利润均有所回升。**2023年度公司实现营业收入3.15亿元，同比增长14.52%，主要是由于公司加大了市场的开拓，现有市场销售团队已有效覆盖长三角、珠三角客户；且2023年度公司实现净利润0.75亿元，同比增长7.15%，这得益于公司进一步调整内部经营布局，产能得到实质性提升。

图表183：公司营业收入、净利润、营收YoY和净利润YoY



资料来源：iFind，华福证券研究所

临港产业基地年内有望实现量产，突破现有产能瓶颈

- 临港产业基地是华岭股份的上市募投项目，项目投资总额8亿元，其中固定资产7.5亿元。临港产业基地匹配国内高端集成电路行业发展需求，通过建设5nm-28nm制程12英寸测试线、特色封装研发平台，打造一站式、高质量测试服务平台和特色封装研发中心。临港产业基地量产后有望大幅提高公司产能，并有利于提升公司在高端集成电路测试领域的市场份额。

华岭股份加入中国汽车芯片产业创新战略联盟

- 华岭股份于2023年通过联盟理事会审核，正式加入中国汽车芯片产业创新战略联盟。通过联盟这一平台，华岭股份有望与众多杰出的中国汽车芯片企业展开深度合作，共同探索创新机会，为产业提供专业、领先的汽车芯片测试技术服务。目前，华岭股份已建立了专人专线的高标准车规芯片测试线，并提供满足IATF16949标准的全过程高质量测试服务。

6.10 伟测科技——冉冉兴起的第三方芯片测试企业

▶ 专注于芯片测试领域，测试产品应用广泛

- 伟测科技是独立第三方的集成电路测试服务企业。公司成立于2016年，总部位于上海浦东新区，在上海、无锡、南京、深圳设有4大测试中心。公司坚持“以中高端晶圆及成品测试为核心，积极拓展工业级、车规级及高算力产品测试”的竞争策略，始终专注于芯片测试领域，主要业务可分为晶圆测试和芯片成品测试，以及与集成电路测试相关的配套服务，如提供测试设备租赁、测试辅材的销售等服务。其测试产品广泛应用于通讯、计算机、汽车电子、工业控制、消费电子等领域。
- 公司提供测试方案开发、晶圆测试、芯片成品测试、SLT测试、老化测试、In Tray Mark、Lead Scan等全流程测试服务。

图表184：伟测科技解决方案

解 决 方 案			
 <p>测试开发</p>		<p>可开发平台: Accotest 8200、Ultra Flex、Ultra Flex Plus Chroma3380P、Advantest 93000、Advantest 93000 EXA Scale等</p>	 <p>SLT测试</p>
 <p>AOI</p>		<p>机台设备: Camtek-AOI</p>	 <p>Burn In 测试</p>
 <p>CP测试</p>		<p>机台设备: Tester: Accotest 8200、NI、Ultra Flex、Ultra Flex Plus、Chroma 3380P、J750HD、Advantest 93000、Advantest 93000 EXA Scale等 Prober: Opus/STK 低温</p>	 <p>In Tray Mark</p>
 <p>FT测试</p>		<p>机台设备: Tester: Accotest 8200、NI、Ultra Flex Plus、Chroma 3380P、J750HD、Advantest 93000、Advantest 93000 EXA Scale、转塔等; Handler: HT-低温分选机、HT-常高温分选机</p>	 <p>Lead Scan</p>

资料来源：公司官网

- 公司客户数量超过 200 家，客户涵盖芯片设计、制造、封装、IDM 等类型企业，其中不乏长电科技、通富微电、华天科技等国内主要集成电路封测企业。

图表185：伟测科技核心客户

客户类型	典型客户
芯片设计公司	紫光展锐、中兴微电子、晶晨半导体、比特大陆、普冉半导体、卓胜微、兆易创新、安路科技、恒玄科技、复旦微电子、中颖电子、东软载波、唯捷创芯、华大半导体、艾为电子、富瀚微电子、北京君正、芯海科技、思瑞浦、晶丰明源
封测厂	长电科技、甬矽电子、通富微电、华天科技、日月光
晶圆厂	中芯国际、武汉新芯
IDM	华润微电子、吉林华微

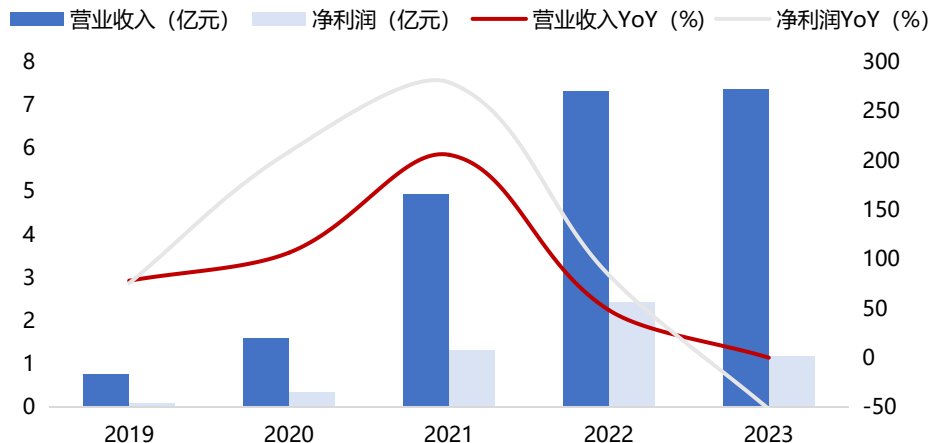
资料来源：伟测科技招股书

6.10 伟测科技——冉冉兴起的第三方芯片测试企业

➤ 公司业绩稳中向好，短期承压暂待恢复

- 公司业绩：**2018-2022年，公司营业收入和净利润保持稳定增长。2023年度，公司实现营业收入7.37亿元，较2022年度略有增长，增幅为0.48%。而2023年度公司净利润有所下滑，为1.18亿元，较上一年下降51.57%。公司业绩短期承压，主要是由于2023年度公司计提股份支付费用、加大研发投入、扩大产能导致的刚性固定成本增加以及部分测试设备产能利用率下降等。后续公司业绩有望随着国产替代的深化及市占率的提升而迎来新的增长。

图表186：2019-2023年公司营业收入、净利润、营收YoY以及净利润YoY



资料来源：iFind，华福电子研究所

➤ “高端化”布局加速国产替代，突破测试工艺难点向国际一流厂商看齐

- 公司采取“以中高端晶圆及成品测试为核心”的差异化战略，把握集成电路测试产业国产替代趋势，积极扩充高端测试产能规模，并加大研发投入以突破各类高端芯片测试工艺难点。
- 公司重点攻克5nm-14nm先进制程芯片、5G射频芯片、高性能CPU芯片、高性能计算芯片、FPGA芯片、复杂SOC芯片等各类高端芯片的测试工艺难点，在晶圆测试的尺寸覆盖度、温度范围、最高PIN数、最大同测数、最小PAD间距以及芯片成品测试的封装尺寸大小、测试频率等技术指标上保持国内前列，达到或者接近国际一流厂商水平。
- 公司的高端测试设备数量已在中国大陆第三方独立测试企业中处于领先地位，并已成为中国大陆高端芯片测试服务的主要头部供应商之一。

6.11 深南电路——PCB为基，持续发力封装基板

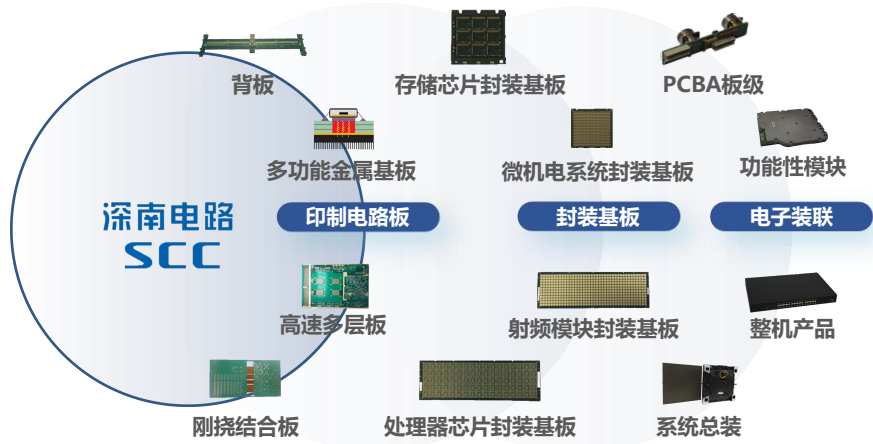
➤ 专注电子互联，打造世界级电子电路技术与解决方案的集成商

- 深南电路成立于1984年，总部位于广东省深圳市，在北美设有子公司，在欧洲设有研发站点。公司的核心产品包括大容量通信背板、高速多层板、多功能金属基板、厚铜板、高频微波板、刚挠结合板、封装基板，应用领域相对高端。据此，公司以三大业务搭建了业内独特的“3-In-One”布局，即以互联为核心，不断强化印制电路板业务领先地位，发展与其“技术同根”的封装基板业务及“客户同源”的电子装联业务。
- 深南电路是中国印制电路板行业的领军企业与封装基板领域的先行者。公司客户覆盖通信、航空航天、工控医疗等多个领域，在部分细分市场竞争优势明显，如公司制造的硅麦克风微机电系统封装基板在全球的市场占有率超过30%，大量应用于苹果和三星等智能手机。

图表188：深南电路核心客户

应用领域	核心客户及对应定位
通信	华为、诺基亚、中兴、三星
	业内领先的通信设备制造商
航空航天	霍尼韦尔、罗克韦尔柯林斯
	全球领先的航科航天设备制造商
工控医疗	通用电气医疗、西门子医疗、迈瑞医疗 艾默生、安络杰
	全球工控医疗领域领导者
汽车电子	博世、比亚迪、长城汽车
	业内领先的汽车制造商
服务/存储	联想、希捷
	软硬件存储系统供应商
半导体/消费电子	日月光、安靠科技、长电科技
	全球前三大半导体封测企业

图表187：深南电路主营业务

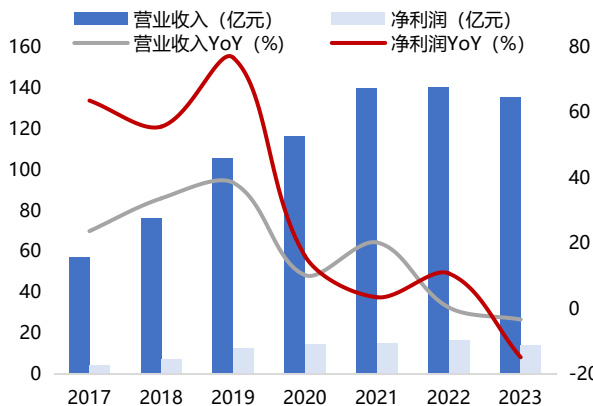


6.11 深南电路——PCB为基，持续发力封装基板

营业收入连年增长，利润稳步提升

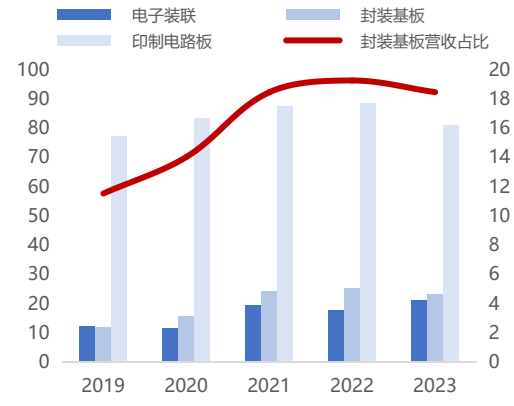
- 公司总营收连续七年保持增长，近三年增速略有放缓。2023年，受国际形势动荡、美元汇率提升等多因素影响，全球经济复苏显著放缓，电子产业受经济环境影响较为显著，导致整体需求进一步承压。为了应对外部环境带来的挑战，公司不断优化产品结构、提升生产经营效率。2023年，公司总营收135.26亿元，同比减少3.33%；净利润与归属于上市公司股东的净利润皆达到13.98亿元，同比减少14.86%。
- 按业务划分**，印制电路板业务为公司营收的主要来源，2023年该业务营收达80.73亿元。在此基础上，公司将PCB技术优势延申至封装基板业务，2023年达23.06亿元。除此之外，电子装联业务2023年实现较快增长，2023年营收为21.19亿元，较2022年同比增长21.50%。

图表189：公司业绩情况



资料来源：iFinD，华福证券研究所

图表190：公司三大业务营收情况

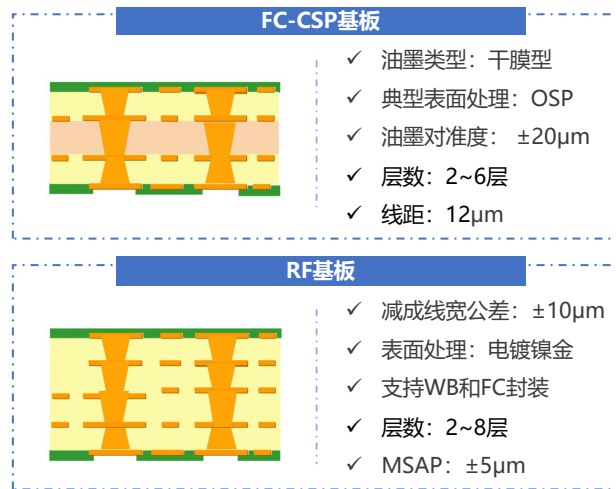


资料来源：Choice，华福证券研究所

加速布局封装基板，覆盖先进技术

- FC-CSP、FC-BGA技术广泛应用于半导体先进封装。公司的FC-CSP封装基板在MSAP和ETS工艺方面已达到行业先进技术水平。同时，公司已具备FC-BGA封装基板中阶产品样品的制造能力。此外，公司的RF封装基板已实现产品全系列覆盖，高阶产品的研发项目也如期推进。

图表191：深南电路封装基板技术参数



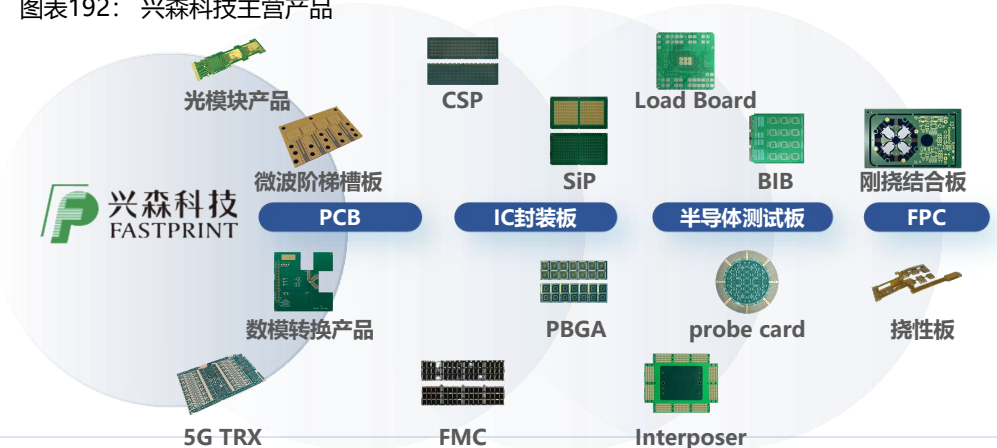
资料来源：2022深南电路年报，公司官网，华福证券研究所

6.12 兴森科技——PCB领先企业，加注封装基板

➤ IC封装基板行业的先行者，助力国产先进封装产业

- 兴森科技立足印制电路板制造，积极打造板卡业务、半导体业务。公司未来的目标是在PCB样板及多品种小批量领域建立起全球规模最大的快速制造平台，提供先进IC封装基板产品的快速打样、量产制造服务及IC产业链配套技术服务，构建开放式技术服务平台，打造业内资深的技术顾问专家团队，为客户提供个性化的一站式服务。
- 兴森科技作为我国PCB样板领军企业，客户广泛分布于各大下游行业，包括通讯设备行业、计算机行业、国防科教行业、汽车行业等，华为、中兴通讯、上海掌微电子、中国航天、中国船舶重工、比亚迪均为其核心客户。
- 公司专注于印制电路板产业，业务围绕传统PCB和半导体两大主线开展。PCB业务聚焦样板快件及批量板的研发、设计、生产、销售和表面贴装，目前致力于提升客户满意度、大客户突破和降本增效；半导体业务聚焦IC封装基板（含CSP封装基板和FCBGA封装基板）及半导体测试板，立足于芯片封装和测试环节的关键材料自主配套，一方面积极加快投资扩产，实现从CSP封装基板到FCBGA封装基板的突破，另一方面拓展与行业主流大客户的合作深度和广度。

图表192：兴森科技主营产品



资料来源：兴森科技官网，华福证券研究所

图表193：兴森科技核心客户

下游行业	公司核心客户
通信设备	华为、中兴通讯、武汉虹信、武汉电信器件公司、上海贝尔阿尔卡特、飞博创、WTD、依赛通信、烽火通信、迈普、新飞通、大唐移动通信
计算机	上海掌微电子、ADVANCED TEST SERVICESINT'L LTD、腾龙志远科技、意法半导体、科达科技
工业及医疗电子	安捷伦、康泰克电子技术、核达中远通、安美达色选、霍尼韦尔、迈瑞医疗、理邦精密仪器、开立科技、通用电气医疗、飞利浦医疗
国防科教	中国航天、中国船舶重工、中国电子科技集团下属研究所
汽车电子	比亚迪、伯恩氏电子、易罗信息、德尔福（中国）科技研发中心、博声电子
消费电子	好易通科技、长安权智、远峰计算机
其他	Aviv PCB & Technologies、万特电子、勤基电子、伟创力电子、新美亚电子

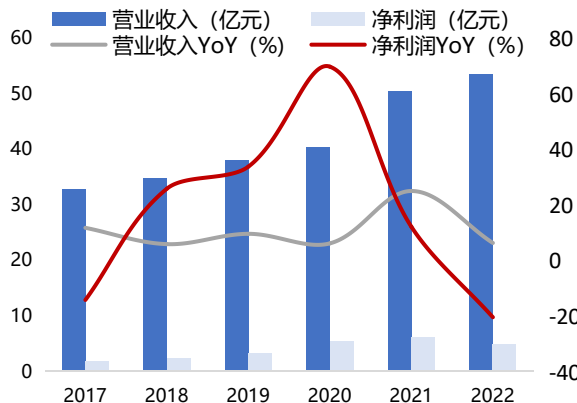
资料来源：兴森科技招股说明书，华福证券研究所

6.12 兴森科技——PCB领先企业，加注封装基板

公司业务结构稳定，营收稳中向好

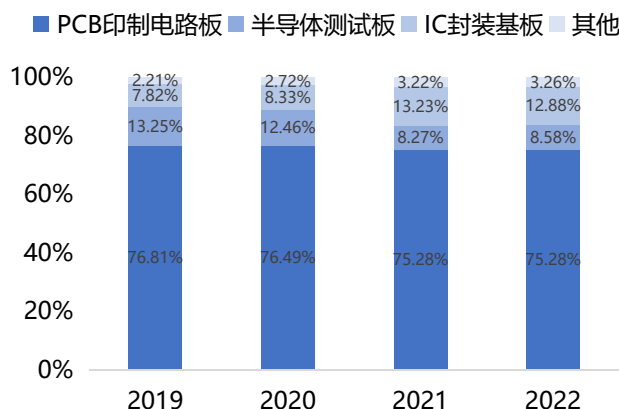
- **公司业绩：**兴森科技自成立以来业务稳定，始终坚持PCB、半导体两大业务，近四年来，公司营业收入保持稳定增长，2022年度实现营业收入53.54亿元，较2021年度增加3.14亿元，增幅为6.23%。公司净利润2022年小幅跌落，为4.87亿元，较2021年下降20.55%，公司业绩短期承压，主要系IC载板领域行业需求不足，且FCBGA载板仍处于建设阶段，未产生收益。
- **营收构成：**按照公司产品划分，PCB印制电路板为公司营收的主要来源，近四年该产品营收占比保持在75%以上，2022年PCB印制电路板营收为40.3亿元，同比增长6.22%；2020年以前，公司第二大主营产品为半导体测试板，占比达12%左右，2020年后，IC封装基板占比上升，成为公司第二大主营产品，随着IC基板业务在营收中的占比提升，公司整体营收也呈现增长态势。
- **研发投入：**近四年公司研发投入不断上涨，从2019年1.98亿元增长至2022年3.83亿元，研发费用始终占据营业收入的5%以上。

图表194：公司业绩情况



资料来源：iFinD，华福证券研究所

图表195：2019-2022年主要产品的营收占比



资料来源：兴森科技2020年、2022年年报，华福证券研究所

ABF载板业务未来可期

- 在ABF载板作为IC封装载板的一种，凭借其优势已成为FC-BGA封装的标配。高性能计算应用以及PC、处理器等芯片，都对FC-BGA封装存在需求。
- **产业布局：**公司珠海基地于2022年12月启动试生产，16层以上高端FCBGA载板可保持一定良率，预计在2023年二季度完成客户认证，三季度实现量产，目标达50%良率。广州基地目前已完成厂房封顶，正在进行厂房装修。预计广州两期项目达产后增加收入56亿元，长期增长动力充足。
- 2023年8月2日兴森科技发布公告称，为推进FCBGA封装基板项目建设进程，拟对控股子公司广州兴森半导体有限公司增资，并引入国开制造业转型升级基金等5名战略投资者，拟增资金额合计16.05亿元。

6.13 华海诚科——环氧塑封材料专业生产者

► 专注于半导体封装材料的研发及产业化，覆盖传统封装与先进封装领域

- 华海诚科主要产品为环氧塑封料和电子胶黏剂，是国内少数具备芯片级固体和液体封装材料研发量产经验的专业工厂。依托公司的核心技术体系，公司形成了可覆盖传统封装领域与先进封装领域的全面产品布局。在国内中高端半导体封装材料大部分被外资厂商垄断的背景下，公司立足于传统封装领域，并积极布局先进封装领域，推动高端产品的产业化。
- **在传统封装领域：**公司产品具备品质稳定、性能优良、性价比高等优势，其中，应用于 SOT、SOP 领域的高性能类环氧塑封料产品的性能已达到了与外资厂商相当的水平，且该产品已在长电科技、华天科技等部分主流厂商中逐步实现了对外资厂商产品的替代；
- **在先进封装领域：**公司已成功研发了应用于 QFN/BGA、FC、SiP、FOWLP/FOPLP 等封装形式的封装材料，且公司应用于 QFN 的 700 系列产品已实现小批量生产与销售，应用于 FC、SiP、FOWLP/FOPLP 等领域的相关产品正逐步通过客户的考核验证，有望逐步实现产业化并打破外资厂商的垄断地位。未来，华海诚科有望对标全球龙头住友、昭和电工等厂商，成为 GPU 先进封装材料的核心供应商。

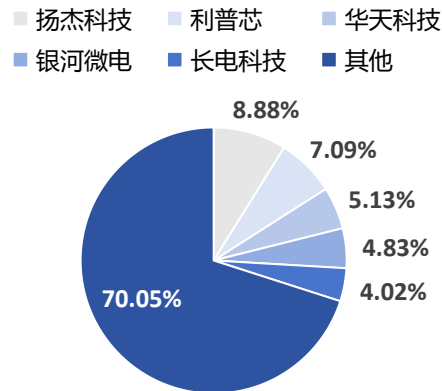
图表196：华海诚科产品版图

主营产品	环氧塑封料				电子胶黏剂		
产品分类	基础类	高性能类	先进封装类	其他应用类	PCB板级组装用电子胶黏剂	芯片级电子胶黏剂	其它应用类
应用形式/具体分类	DO/TO/SMX/桥块 DIP TO220F/TO3PF/TO247	SOD/SOT/SOP/TSSOP/QFP/LQFP/TO252/263/IGBT	LGA/BGA/能源 SiP/IPM FOWLP/FOPLP	DIP/SOT 稀土永磁 无铁芯电机、电磁屏蔽、PoP	紫外光固化组装机 板级贴片胶 模组组装机 板级底部填充胶	芯片粘接胶 LED封装胶 倒装芯片底部填充材料（FC底填胶） 液态塑封料（LMC）	
终端应用	消费电子、家用电器、工业应用、新能源、网络通信、汽车电子、物联网等				照明、家用电器、通讯设备、手机、笔记本、汽车电子、显示器等		

下游客户：

已与国内多家领先封装厂商建立良好的合作关系，包括长电科技、通富微电、华天科技、富满微、气派科技、扬杰科技、晶导微、银河微电等。

图表197：2022年1-6月公司客户营收占比



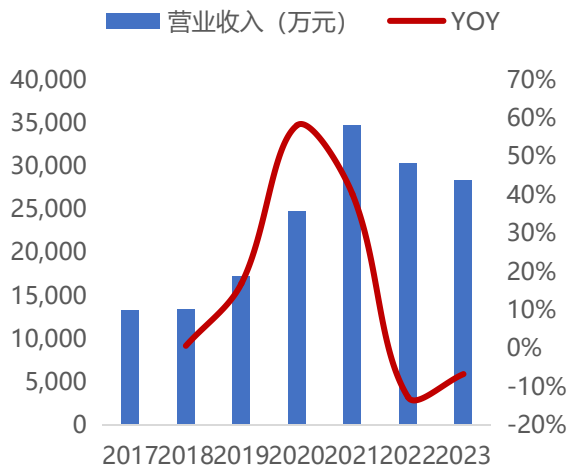
► 公司GMC系列产品取得突破，后续有望受益于下游HBM需求高增

- 在高性能环氧塑封料领域，国内市场的主要份额被日企占据，国内仅少数公司可实现批量供货。目前，华海诚科在高性能环氧模塑料业务的收入已占全部收入的50%以上，正在逐步实现高性能环氧塑封料的国产替代。
- 随着AI大潮席卷全球，高带宽存储器（HBM）已经成为高端GPU的标配，未来HBM市场有望迎来高速增长。而HBM的上游封装核心材料正是颗粒状环氧塑封料（GMC）。而华海诚科的GMC系列产品处于布局阶段，公司自研的GMC设备可以满足GMC的生产制造，且有部分产品已实现小批量生产，有部分产品在送样、验证的过程中。

► 业绩开始回暖，后续增长可期

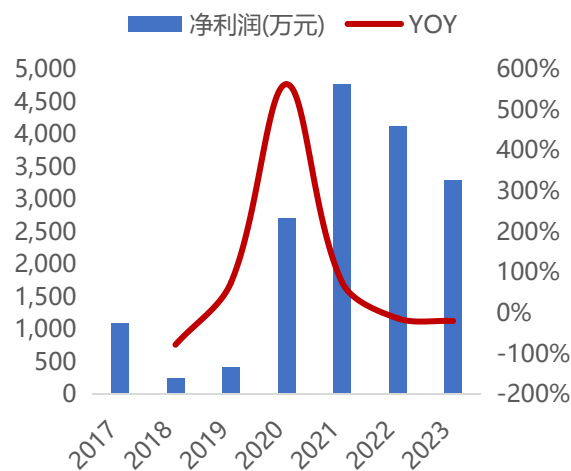
- 2017年至2021年，公司营业收入与净利润整体呈上升趋势。
- 由于消费电子等终端设备的需求不及预期，消费类芯片需求有所下滑，公司相关订单也对应减少，因此公司2022年与2023年业绩有所回落。但公司2023年度1-3季度数据环比已有所增长，初现回暖迹象。
- 后续随着半导体市场的持续复苏与下游需求的逐步扩张，公司业绩有望迎来稳健增长。

图表198：2017-2023营业收入与同比增长率



资料来源：华海诚科年报，2023年业绩快报，华福证券研究所

图表199：2017-2023净利润与同比增长率



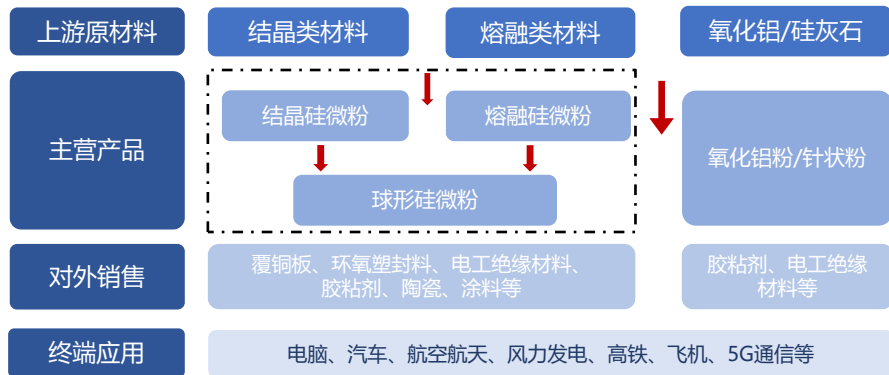
资料来源：华海诚科年报，2023年业绩快报，华福证券研究所

6.14 联瑞新材——打破国外球形硅微粉技术垄断

国内电子级硅微粉领军企业，持续推进产品升级迭代

- 公司致力于无机填料和颗粒载体行业产品的研发、制造和销售，运用功能性无机粉体材料的制造技术、超微粒子的分散技术、超微粒子的填充排列技术和以超微粒子为载体的表面处理技术来研发新材料、新技术、新工艺和新应用。
- **主要产品**：结晶硅微粉、熔融硅微粉、球形硅微粉、球形氧化铝粉以及氮化物等粉体材料，广泛应用于芯片封装用环氧塑封材、电子电路用覆铜板、热界面材料、特种蜂窝陶瓷载体、3D打印材料等领域。
- **下游应用**：公司持续聚焦高端芯片（AI、5G、HPC等）封装、异构集成先进封装（Chiplet、HBM等）、新一代高频高速覆铜板（M7、M8等）、新能源汽车用高导热热界面材料、先进毫米波雷达和光伏电池胶黏剂等应用领域的先进技术，持续推出多种规格低CUT点Low α 微米/亚微米球形硅微粉，低CUT点Low α 微米/亚微米球形氧化铝粉，高频高速覆铜板用低损耗/超低损耗球形硅微粉，新能源电池用高导热微米/亚微米球形氧化铝粉。

图表200：联瑞新材产品布局



图表201：联瑞新材客户版图

行业名称	客户名称
覆铜板行业	建滔集团、南亚集团、联茂集团、生益科技、金安国纪和超华科技
环氧塑封料行业	日立化成、KCC 集团、华威电子、长兴电子、科化新材和长春封塑料
电工绝缘材料行业	陶氏化学、思源电气和长缆科技
胶黏剂行业	康达新材、回天新材和硅宝科技

6.14 联瑞新材——打破国外球形硅微粉技术垄断

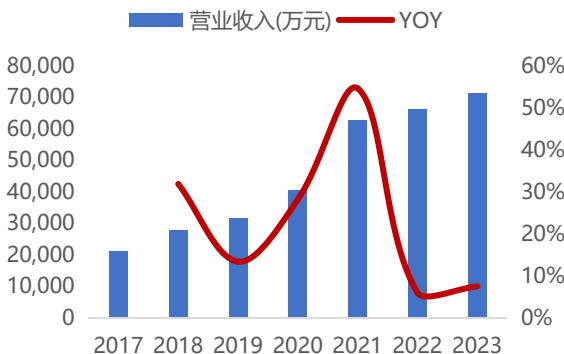
布局多年打破垄断，产线扩张前景可期

- 我国芯片封装用的电子级硅微粉特别是球形硅微粉，以往大部分依赖于进口，价格居高，且供应周期长。早在2000年，联瑞新材就开始研发生产球形硅微粉，将每年投入营收额的5%以上作为研发资金。2010年，公司通过了江苏省重大科技成果转化项目“大规模集成电路封装及IC基板用球形硅微粉产业化”的鉴定，一举打破国外对球形硅微粉的技术垄断。
- 目前，联瑞新材拥有了独立自主的系统化知识产权，生产出的高端球形硅微粉产品的球形度、球化率与磁性异物等关键指标均达到了国际先进水平，被广泛应用于5G通信、汽车电子等重点领域。截至2022年底，公司电子级新型功能性材料产线顺利运行，年产15000吨高端芯片封装用球形粉体产线也于2022Q4顺利调试。且2023年下半年，公司再新增投资1.28亿元建设集成电路用电子级功能粉体材料，设计产能2.52万吨/年，建设周期为24个月，该项目投产后预计将进一步巩固公司在电子级粉体的头部供应商地位。
- 此外，公司的Low α 亚微米级球形氧化铝、氮化铝、氮化硅、球形氧化锌、球形氧化镁、硅基空心球（用于医药微球）及微纳米球形二氧化硅等产品仍积极在研，未来产品扩张潜力极强。

盈利短期承压，但业绩韧性充足

- 联瑞新材在2017-2022年业绩持续稳定增长，但2023年终端消费电子需求复苏缓慢，且新的产线投入使用带来了折旧增加，导致2023年公司净利润有所下滑，同比下降7.57%。
- 随着新产线项目建成，公司产品高端化成效也开始显现，公司未来业绩有望持续受益。

图表202：2017-2023营业收入与同比增长率



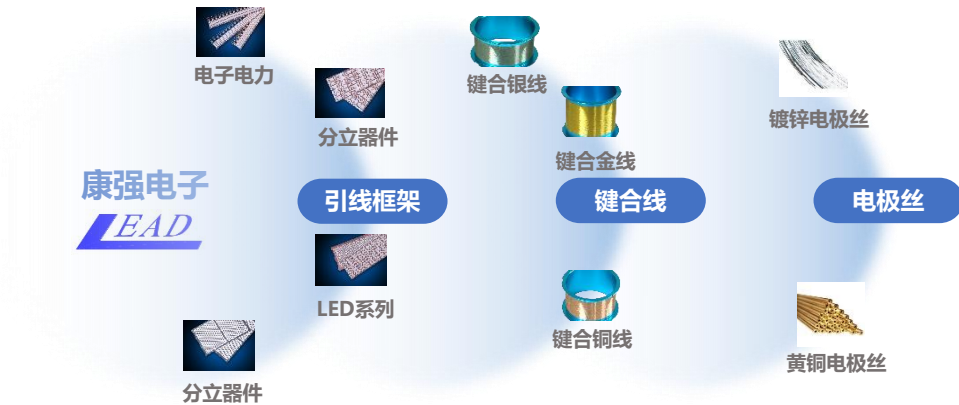
图表203：2017-2023净利润与同比增长率



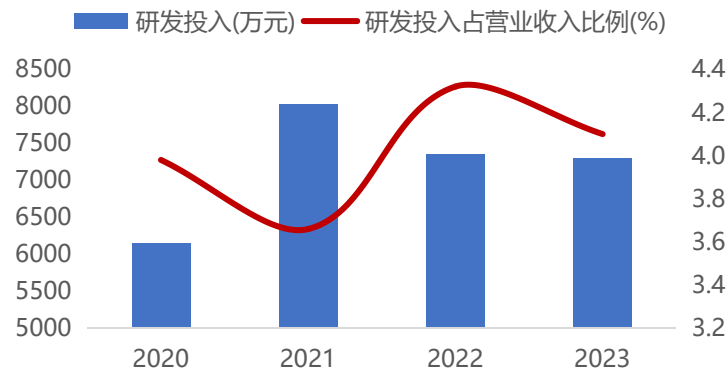
➤ 专注于半导体封装基础材料开发，引线框架和键合丝行业领先

- 康强电子是一家专业从事各类引线框架、键合丝、电极丝等半导体封装基础材料开发、生产和销售的高新技术企业。
- 公司的引线框架和键合丝产品均处于国内领先水平。
 - ✓ 引线框架：公司全资子公司北京康迪普瑞拥有业内先进的集成电路引线框架的多工位级进模具、电机高速冲压模具、军工产品专用级进模具的设计与研发能力。且公司已快速突破和掌握了蚀刻法生产工艺的技术难点和要点，成为使用蚀刻法批量生产和销售引线框架的少数厂家之一。此外，在高精密局部电镀技术上，公司拥有多项专利，处于行业领先地位。
 - ✓ 键合丝：公司在引进国外生产设备的基础上不断创新，掌握了合金元素配方、热处理、复绕等多项核心技术。公司现已具备生产超细、超低弧度键合金丝的能力，产品各项技术指标已经达到国际同档次产品水平。
- 截至2022年，公司建有省级研发中心和研究院，拥有128名研发人员、发明专利42项、实用新型专利102项，且被中国半导体行业协会等四个机构评定为中国半导体行业支撑业最具影响力企业之一。

图表204：产品矩阵图



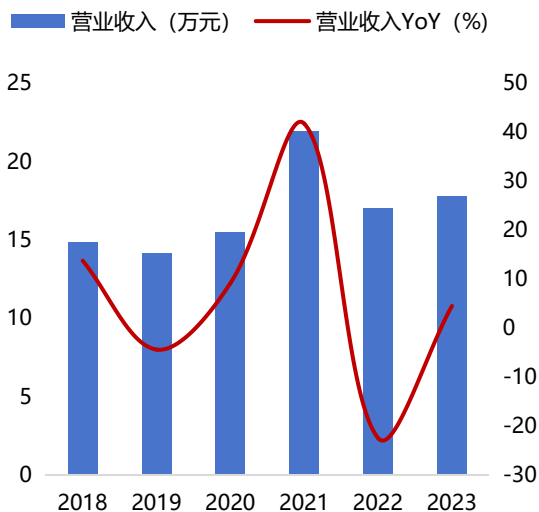
图表205：公司研发投入



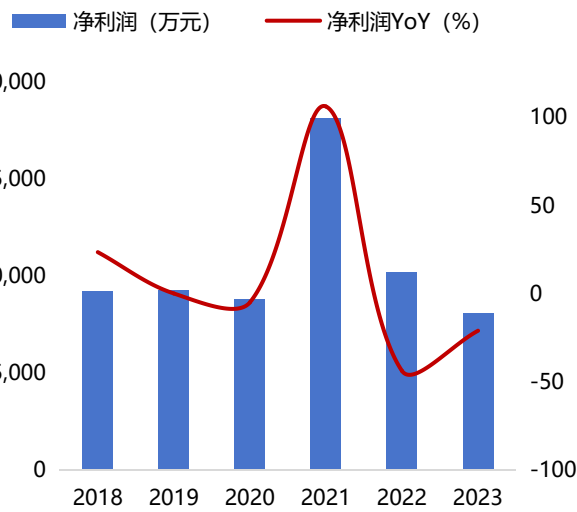
财务分析

- 受相关市场需求减少等影响，公司业绩于2022年度下滑较显著，但2023年温和回暖。2023年，公司实现营业收入17.80亿元，同比增加4.53%，同比增速转正；归母净利润0.81亿元，同比减少20.99%，同比降幅收窄。而后续消费电子、汽车电子、物联网、人工智能等新兴领域的强劲发展有望为公司业绩带来新的增长动力。
- 公司的主营业务构成相对稳定，引线框架和键合金丝的营收占比合计超过80%。其中，2023年公司引线框架业务实现营业收入9.90亿，占营业收入约55.61%；键合线业务实现营业收入4.89亿，占营业收入约27.46%；电极丝业务实现营业收入2.64亿，占营业收入约14.86%。

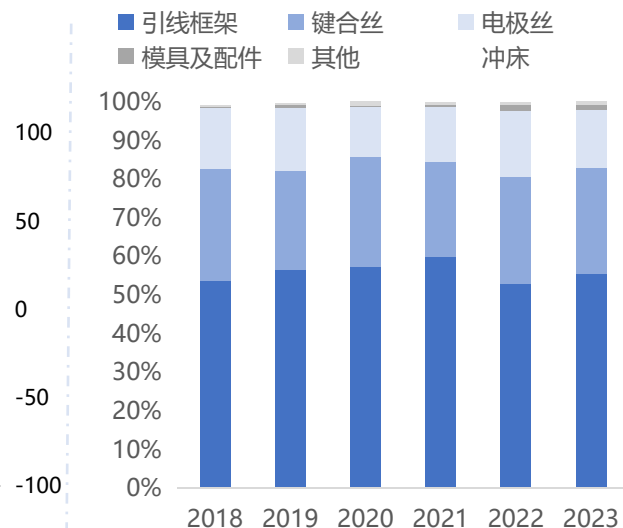
图表206：公司营业收入及增长率



图表207：公司净利润及增长率



图表208：康强电子各业务营收占比



► 专精特新小巨人，推动先进封装材料的国产替代

- 艾森股份是从事高端电子化学品研发、制造和销售的高新技术企业。公司产品包括电镀液、光刻胶以及相关配套试剂，广泛应用于晶圆制造、半导体封装、显示面板等领域。
- 在先进封装领域，电子化学品市场主要为外资厂商占据。而艾森股份结合国内封装产业的技术发展趋势及客户工艺需求，针对性地研发电子化学品配方与生产工艺，在先进封装的电镀和光刻两个工艺环节均取得了一定的突破，目前拥有发明专利30项，核心技术12项。且公司自研先进封装用电镀铜基液（高纯硫酸铜）已在华天科技正式供应；电镀锡银添加剂通过长电科技认证；先进封装用g/i线负性光刻胶已通过长电科技、华天科技认证并实现批量供应。

图表209：产品矩阵图



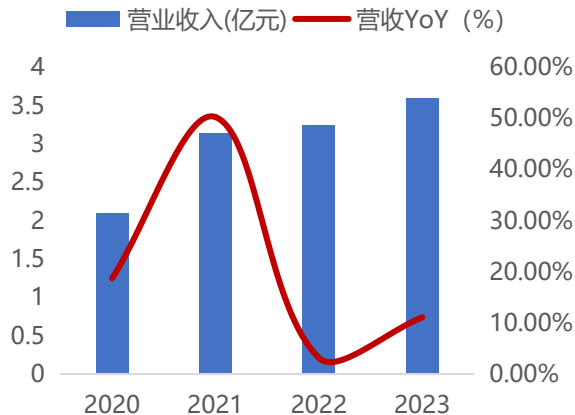
图表210：12项核心技术

序号	核心技术名称	序号	核心技术名称
1	化学及点解去溢料化学品制备及应用技术	7	Bumping厚膜负性光刻胶制备及应用技术
2	环保清洗化学品制备及应用技术	8	晶圆制造用i线光刻胶制备及应用技术
3	防高温回流焊变色化学品制备及应用技术	9	OLED光刻胶制备及应用技术
4	电镀液抗氧化添加剂制备及应用技术	10	凸块铜/锡银电镀液制备及应用技术
5	非金属底材上的表面金属化产品制备及应用技术	11	附着力促进剂制备及应用技术
6	非金属底材上的表面金属化产品制备及应用技术	12	防腐蚀及高效率剥离液制备及应用技术

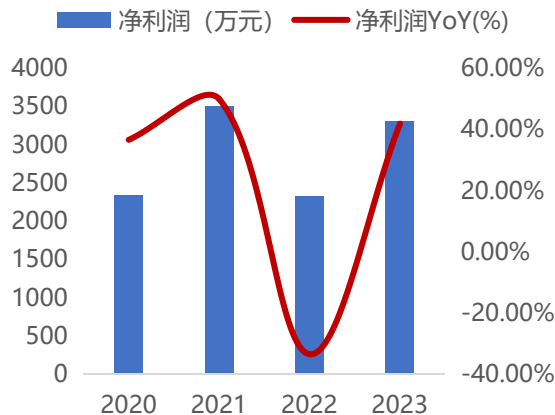
经营业绩稳健增长，客户群体遍及中外

- 2020年至2022年，艾森股份经营业绩稳中有进，营业收入年复合增长率为24.54%。而2023年度，公司正式登陆科创板上市。同年，公司实现营业收入36003.93万元，同比增长11.20%；实现归母净利润3302.81万元，同比增长41.84%。
- 从主营业务构成来看，2023年1-6月，电镀液及配套试剂业务实现营收7364.81万元，占比50.28%；电镀液配套材料业务实现营收4332.23万元，占比29.58%；光刻胶及配套试剂业务实现营收2824.26万元，占比19.28%；其他电子化学品业务实现营收125.27万元，占比0.86%。
- 艾森股份下游客户主要集中在集成电路封装和新型电子元件制造领域，涵盖了长电科技、通富微电、华天科技、日月新等国内集成电路封测头部厂商以及国巨电子、华新科等国际知名电子元件厂商。2022年度，公司前五大客户为：华天科技、通富微电、长电科技、捷敏电子、乐山索尼克斯，销售额占营业收入的比重依次为：20.80%、13.19%、8.84%、7.66%、3.78%，共计54.26%。

图表211：公司营业收入及增长率



图表212：公司净利润及增长率



图表213：客户版图



6.17 上海新阳——国内半导体材料领先企业

► 电镀清洗技术国内领先，高分辨光刻胶即将量产，外购拓展涂料业务

- 上海新阳创立于1999年7月，2011年6月29日在深圳证券交易所创业板上市。上海新阳主要开发用于集成电路制造的关键工艺材料，包括电镀液及添加剂、清洗液、光刻胶、研磨液四大系列产品。
- 公司目前已形成电子电镀和电子清洗两大核心技术，其中，用于晶圆电镀与晶圆清洗的第二代核心技术已达到国内领先水平。迄今为止，公司是国内唯一能够满足芯片90-14纳米制程全部技术节点对电镀、清洗产品要求的本土企业。
- 公司第三大核心技术产品——光刻胶也不断取得重大突破，自主研发的KrF光刻胶、ArF光刻胶产品目前均处于客户端认证阶段，光刻胶系列产品后续增势较为强劲。
- 公司于2013年收购了国内第一家生产PVDF氟碳粉末涂料的企业——江苏考普乐新材料，成功布局氟碳涂料工程防腐与装饰业务领域。

图表214：上海新阳主要产品

业务类别	产品	应用	产品名称
集成电路制造及先进封装用关键工艺材料	电镀液	用于晶圆制造及先进封装	包括大马士革铜互连、TSV Bumping电镀液及配套添加剂。
	清洗液、蚀刻液	用于晶圆制造	包括铜/铝制程蚀刻后清洗液、氮化硅/钛蚀刻液、化学机械研磨后清洗液等。
	光刻胶	用于逻辑、模拟和存储芯片生产制造	包括I线光刻胶、KrF光刻胶、ArF干法、浸没式光刻胶以及稀释剂、底部抗反射膜（BARC）等配套材料
	研磨液	用于晶圆制造	包括适用于浅槽隔离研磨液、金属钨研磨液、金属铜研磨液、硅氧化层研磨液，多晶硅层研磨液等系列产品，研磨液产品可覆盖14nm及以上技术节点。
	电子化学材料	用于半导体引线脚表面镀锡及其配套电镀前/后处理	包括无铅纯锡电镀液及添加剂、去毛刺溶液等。
环保型功能性涂料	氟碳涂料	用于整体涂装业务	包括PVDF氟碳粉末涂料、氟碳喷涂涂料、氟碳辊涂涂料、超细耐候粉末涂料等。

资料来源：上海新阳2023半年报，华福证券研究所

► 与众多知名客户建立长期合作关系

- 公司二十多年来已为超120家半导体封装企业、超20家芯片制造企业提供产品和服务。中芯国际、上海华力、中国电科等晶圆制造企业及台积电、长电科技、华天科技、通富微电等封测公司均是上海新阳的客户。

图表215：上海新阳主要客户

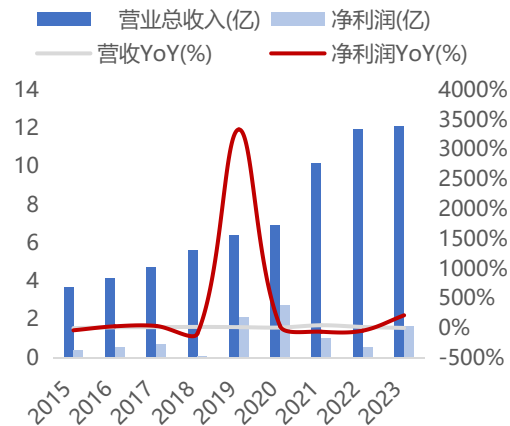


资料来源：新阳硅密官网，上海新阳2022年度网上业绩说明会，华福证券研究所

营业收入持续增长

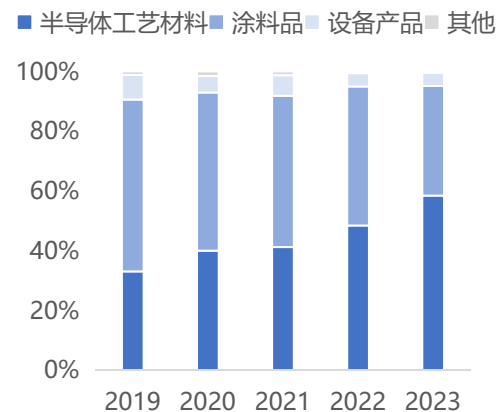
- **公司业绩：**2015年-2023年，上海新阳营业收入保持稳定增长。2023年度，公司实现营业收入12.12亿元，同比增幅为1.40%；公司实现净利润1.67亿元，同比高增213.41%。
- **营收构成：**按照公司产品划分，半导体工艺材料和涂料品为公司营收的主要来源，两项产品的营收合计占比公司总营收的90%以上。
- **研发费用：**近五年来，公司研发费用从2019年的0.53亿元逐年增长至2023年的1.49亿元。2023年，研发费用占营业收入的比重已达20.05%。

图表216：公司营业收入、净利润及增长率



资料来源：Choice, iFind, 华福证券研究所

图表217：公司营收占比（按产品）



资料来源：Choice, iFind, 华福证券研究所

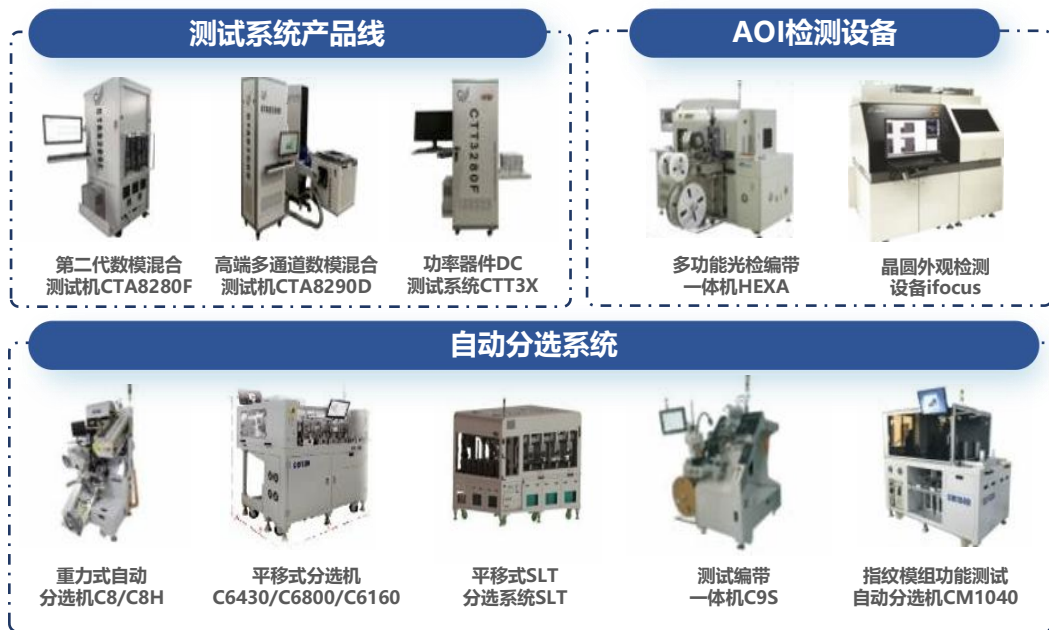
半导体材料国产替代进展

- **新项目启动，再扩产能：**上海新阳近年来大举布局集成电路关键工艺化学材料，不断扩充产能以抢占未来市场。2023年2月，上海新阳启动位于上海化学工业区的项目建设。该项目主要用于开发集成电路关键工艺材料。项目预计年产500吨I线、KrF、ArF干/湿法光刻胶；年产10000吨光刻胶稀释剂；年产5000吨高选择比氟化钛刻蚀液系列产品；年产15000吨干法蚀刻清洗液系列产品。据公告披露，项目拟于2025年底前竣工，2026年6月底前投产。
- **深耕高端光刻胶领域，多次取得重要突破：**光刻胶中的KrF、ArF和EUV光刻胶是高端光刻胶产品，目前国内在该领域进展相对缓慢。上海新阳多年来深耕高端光刻胶领域，并于2021年6月宣布了KrF（248nm）厚膜光刻胶产品认证的通过及订单的取得。目前，上海新阳正在稳步推进ArF干法、KrF厚膜胶、I线等高端光刻胶的验证工作，部分光刻胶产品已取得优异的线外测试数据。且公司采购的光刻机设备正陆续到位，有望加速公司在光刻技术的全产业链布局及市场开拓。

➤ 后道检测设备全品类覆盖，技术水平国内领先

- 长川科技成立于2008年4月，公司主要为集成电路封装测试企业、晶圆制造企业、芯片设计企业等提供测试设备，产品覆盖测试机、分选机、探针台、AOI设备和自动化设备等多个品类。
- 公司模拟/数模混合的测试机以及分选机在核心性能指标上已达到国内领先且接近国外先进水平，实现了进口替代，并获得长电科技、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厂商的使用和认可。

图表218：长川科技主要产品



- 长川科技主要客户包括我国封装测试龙头企业长电科技、华天科技、通富微电以及国内知名IDM厂商华润微电子、士兰微等。
- 2019年公司收购了STI，既完成了产品的拓展，又成功整合了日月光、安靠、矽品、星科金朋、UTAC、力成、德州仪器、瑞萨、意法、美光等国际客户资源。

图表219：长电科技主要客户



6.18 长川科技——国产测试设备领先企业

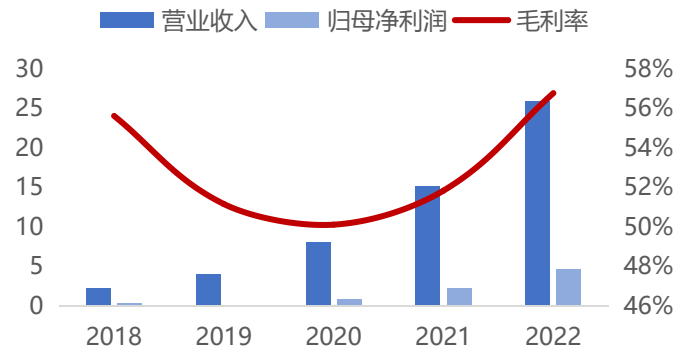
➤ 公司业绩短期承压，毛利率保持较高水平

- 2018-2022年，长川科技的营收、净利润维持较高速增长，营收年复合增速达85.85%，归母净利润年复合增速达89.17%。
- 2023年前三季度，公司营业收入为12.09亿元，归母净利润为0.01亿元，同比均有所下滑。这主要是由于半导体市场景气度下降、下游需求缩减及大客户收入确认节奏调整导致了销售收入下滑。但分季度看，2023年第三季度单季度相比一二季度，收入同比下降的幅度已有所缩小。
- 公司毛利率多年来一直稳定维持在50%以上，且受益于2021年以来毛利率更高的测试机业务收入占比提升，公司毛利率近年来呈现上升趋势。2023年前三季度，长川科技毛利率已增长至57.51%

➤ 持续加大研发投入，积极布局中高端市场

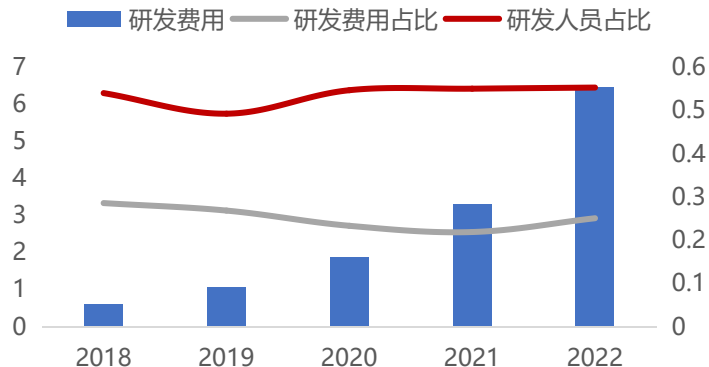
- 公司自成立以来，在研发端持续发力，先后被认定为高新技术企业、国家工信部专精特新小巨人、浙江省重点企业研究院和省级高新技术企业研发中心、省“隐形冠军”企业、省级企业技术中心、浙江省科技领军企业等。
- 截止2023年6月30日，公司已拥有海内外授权专利708项（其中发明336项），软件著作权60项。公司研发人员占公司员工总人数的54%以上，且核心技术人员均具有半导体测试设备专业背景和丰富产业经验，为公司持续的技术创新提供了可靠保障。

图表220：公司营收、归母净利润及毛利率（亿元）



资料来源：iFind，2018-2022长川科技公司年报，华福证券研究所

图表221：公司研发费用（亿元）

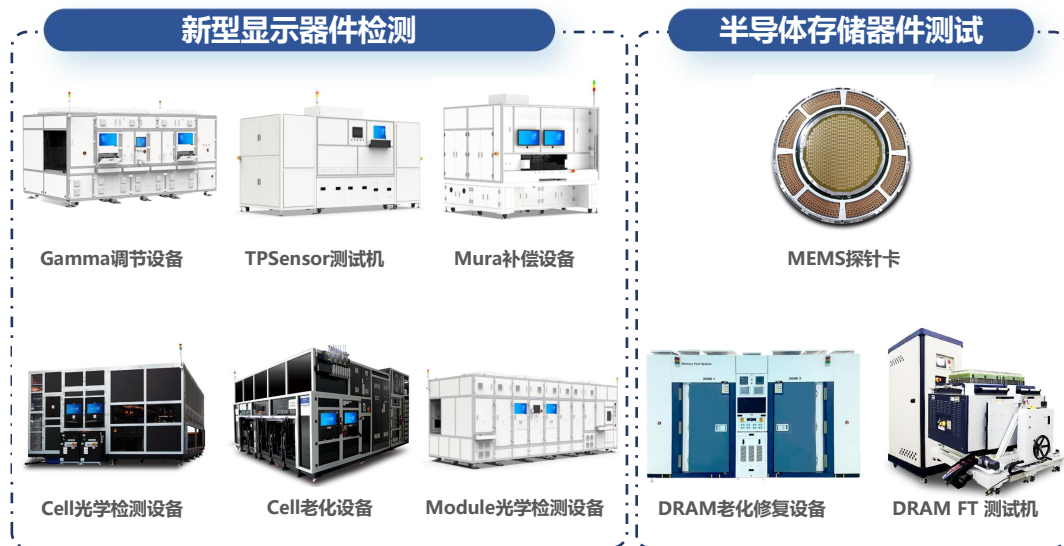


资料来源：iFind，2018-2022长川科技公司年报，华福证券研究所

▶ 新型显示器件和半导体存储器双轮驱动，助力公司未来发展

- 精智达创立于2011年5月，是检测设备与系统解决方案提供商，主要从事新型显示器件检测设备的研发、生产和销售业务，产品广泛应用于以AMOLED为代表的新型显示器件制造中光学特性、显示缺陷、电学特性等功能检测及校准修复，并逐步向半导体存储器件测试设备领域延伸，相关产品应用于以DRAM为代表的半导体存储器件。
- **新型显示检测**：如下图所示，公司的新型显示器件检测设备主要包括光学检测及校正修复系统、老化系统、触控检测系统、信号发生器及检测系统配件等。
- **半导体存储器**：公司的半导体存储器件测试设备主要包括存储器晶圆测试系统、存储器老化修复系统、存储器封装测试系统及其他测试配件等。

图表222：精智达主要产品



资料来源：精智达官网，华福证券研究所

- 公司实现关键检测设备国产替代，与维信诺股份、TCL科技、京东方、广州国显、合肥维信诺、深天马等客户建立了稳定的合作关系；在半导体领域公司与UniTest合作开展DRAM晶圆老化测试设备产品的研发和DRAM老化修复设备产品的本地化生产，同时独立开展MEMS探针卡、DRAMFT测试机等产品研发，已开发国内众多顶尖企业为公司客户

图表223：长电科技主要客户



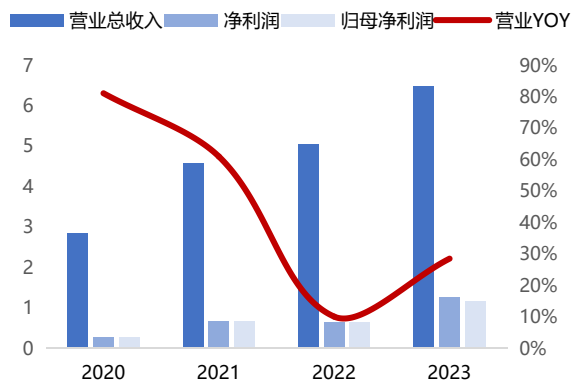
资料来源：2023精智达半年报，华福证券研究所

6.19 精智达——新型显示器件检测设备领先企业

营业收入连年增长，利润稳步提升

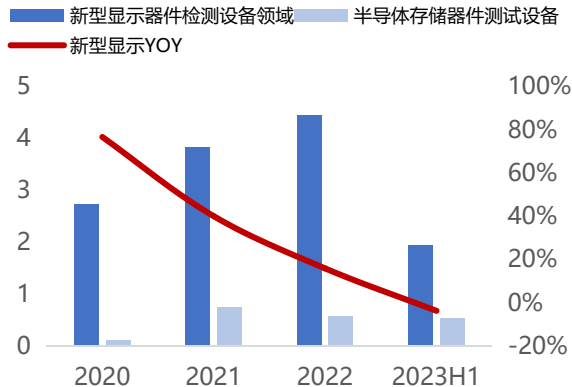
- 公司自2019年至今总营收连续五年保持增长，2022年营收同比下降是由于下游市场景气度较低所致。根据公司2023年业绩快报所示，公司2023年度实现营业总收入6.49亿元，同比增长28.53%；归属于母公司所有者的净利润1.17亿元，同比增长76.73%；归属于母公司所有者的扣除非经常性损益的净利润0.85亿元，同比增长62.29%。2023年营收增长的原因在于产品销售规模的扩大。
- 按业务划分**，新型显示器件检测设备为公司营收的主要来源，近3年增长稳定。2022年该业务营收达4.43亿元。2020年-2023H1年公司半导体测试设备营收从0.1亿元增长至0.53亿元，同比增长显著，半导体测试业务营收占比逐年提升。

图表224：公司营收、净利润及归母净利润（亿元）



资料来源：Ifind，华福证券研究所

图表225：公司主营业务营收情况（亿元）



资料来源：Ifind，华福证券研究所

致力国产替代，产品研发持续突破

- 公司自主研发的新型显示器件检测设备已具有新型显示器件Cell及Module制程的光学检测及校正修复系统、老化系统、触控检测系统等拥有自主知识产权的丰富产品线。
- 半导体存储器件方面，公司开展了DRAM测试机及探针卡预研，形成了MEMS探针卡连接系统设计、老化修复系统调试及应用等阶段性技术储备，并实现了部分型号探针卡的批量销售，个别型号测试设备也已经进入验证阶段。

图表226：精智达部分在研项目

项目名称	研发内容
DRAM测试机及探针卡预研	设计面向新一代DRAM存储器的高并测大容量晶圆测试机，及符合存储芯片量产测试要求、三温（125°C/98°C/-40°C）10万级别针数的探针卡。
新型显示AOI检测系统研制	研制适用于AMOLED/TFT-LCD全尺寸的点、线、Mura、外观缺陷检测系统，并集成AI模块辅助进行缺陷检测。
显微外观检测系统研发	利用显微成像光学系统，针对巨量转移后的Micro LED产品的芯片、过程基板、屏体背板的LED芯片位置及状态的外观检测设备。
DRAM晶圆老化测试设备研发	设计针对DRAM晶圆的高温老化测试设备，根据待测产品规格及测试要求，编写特定的测试向量与测试条件程序，专门用于DRAM晶圆的早期缺陷发现和剔除，优化晶圆测试流程。
微型显示晶圆AOI检测系统	研究微型显示晶圆晶粒成像技术，及针对死点、暗点、亮点、暗线、亮线等缺陷的AOI检测技术，并通过软件及算法逻辑优化，满足晶圆量产检测速度要求。

资料来源：2022深南电路年报，公司官网，华福证券研究所

➤ 领衔直写光刻领域，泛半导体与PCB主业扎实

- 芯碁微装专业从事以微纳直写光刻技术为核心的直接成像设备及直写光刻设备的研发和生产，主要产品及服务包括PCB直接成像设备及自动线系统、泛半导体直写光刻设备及自动线系统、其他激光直接成像设备。
- **公司深耕泛半导体直写光刻设备与PCB直接曝光设备，已成为国内直写光刻设备领军企业。**泛半导体领域，公司的WLP2000设备是国内首款专门为晶圆级先进封装量产的直写光刻设备，已交付大陆头部先进封装客户的连续重复订单，产品稳定性和功能得到验证；PCB直接成像领域，公司不断提升PCB线路曝光和阻焊曝光领域的技术水平，业务范围从单层板、多层板、柔性板等PCB中低阶市场向HDI板、类载板等高阶市场拓展，用于HDI/柔性板的MAS35T产能已达480面/小时。

图表227：芯碁微装的主营产品



- **公司凭借强竞争力产品，不断开拓下游市场。**泛半导体领域，芯碁微装积累了华天科技、维信诺、辰显光电、佛智芯、矽迈微、立德半导体、华芯中源等企业级客户；IC载板领域，公司拓展了上达电子、日翔股份、浩远电子、维信电子、明阳电路、深南电路等客户。

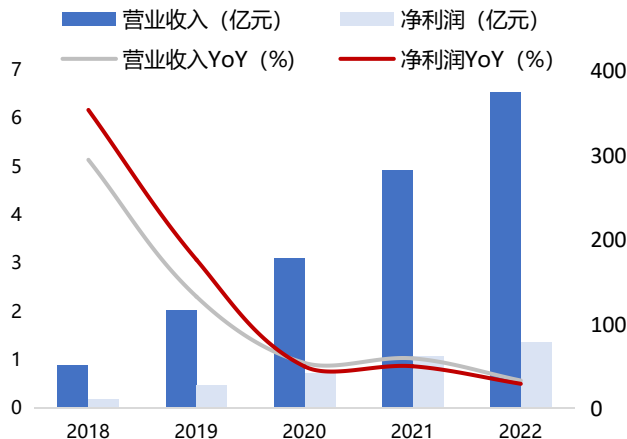
图表228：芯碁微装的主要客户



➤ 创收与盈利能力表现良好

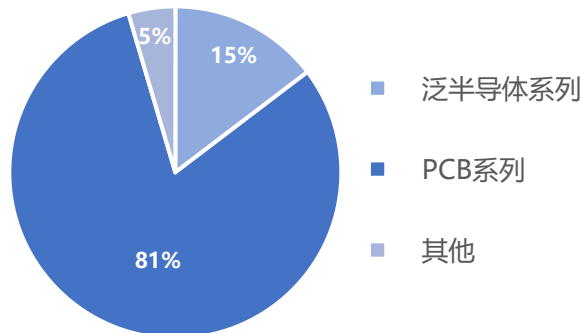
- **公司业绩：**2017-2022年，芯碁微装营业收入从0.22亿元增长至6.52亿元，期间CAGR达到97%。2022年公司实现营业收入65227.66万元，同比增长32.51%；归属于上市公司股东的净利润13658.50万元，同比增长28.66%，业绩实现稳健增长。芯碁微装毛利率基本保持在40%以上，净利率基本保持在20%左右，盈利能力较强。
- **营收构成：**2022年，芯碁微装PCB业务实现营业收入5.27亿元，占营业总收入约81%；泛半导体业务实现营业收入0.96亿元，占营业总收入约15%。
- **研发费用：**2017-2022年，公司研发费用不断上涨，从2017年的0.08亿元增长至2022年的0.85亿元，且研发费用始终占据营业收入的10%以上。

图表229：公司业绩情况



资料来源：iFinD，华福证券研究所

图表230：各应用领域的营收占比



资料来源：Choice数据库，华福证券研究所

➤ 技术实力雄厚，科研成果突出

- 2022年度，公司累计获得授权专利136项，其中，已授权发明专利60项，实用新型专利71项，外观设计专利5项。此外，公司还拥有软件著作权27项，实现软件与硬件设备有效配套。
- 公司获批建立了“外国专家工作室”和“第十批省级博士后科研工作站”，先后荣获“科技小巨人培育企业”、“合肥市直写光刻设备工程技术研究中心”、“2018年度中国电子电路行业百强企业”等多项殊荣。
- 在研发管理体系建设方面，公司扎实推进IPD系统落地，40+项目纳入IPD项目管理，保证产品立项开发以及人力资源有效调配。

6.21 快克智能——半导体封装检测领域高精尖企业

► 打造功率半导体封装成套解决方案，覆盖众多头部客户

- 快克智能创立于1993年，致力于为精密电子组装半导体封装检测领域提供智能装备解决方案。公司主要产品包括精密焊接装联设备、机器视觉制程设备、智能制造成套设备和固晶键合封装设备四大类。
- 公司客户涵盖国内外行业巨头。公司的下游客户包括苹果、立讯精密等智能终端行业龙头，宁德时代、比亚迪等新能源车及相关零部件行业龙头，中芯国际、扬杰科技等半导体行业巨头。

► 公司突破“卡脖子”工艺，助力封测设备国产替代

- 根据咨询机构MIRDATABANK报告，IGBT功率器件所用的固晶和键合设备，中国市场空间超过100亿元，但国产化率不足5%。作为SiC器件/模块主流核心封装工艺装备的纳米银烧结设备，中国市场空间超20亿元，国产化率不足1%。
- 而公司封测设备研发多次取得重大突破，随着IGBT多功能固晶机、甲酸焊接炉及纳米银烧结设备等开发成功，公司已成功打造功率半导体封装成套解决方案。值得注意的是，公司自主研发的纳米银烧结设备突破了“卡脖子”技术，已被江苏省工信厅认定为关键核心技术（装备）攻关产业化项目。

图表231：快克智能核心技术设备

高速高精固晶机

应用于分立器件小芯片（0.2~1.5mm）共晶固晶工艺，固晶速度、固晶范围、固晶精度具备世界领先水平。



IGBT多功能固晶机

应用于功率半导体封装的固晶工艺，配置不同模块以实现IGBT模块锡膏及锡片工艺的固晶，以及SiC模块预烧结固晶；支持多种上料方式：晶圆、Tray盘、锡片、飞达，可满足客户多产品应用需求。



固晶键合AOI

应用于功率半导体固晶键合AOI检测工艺，采用2D数据与3D点云数据深度融合，检测DBC/AMB基板翘曲问题，且通过AI深度学习可提升芯片反光、芯片破损/划伤/异物的检出率和直通率。



微纳金属烧结设备

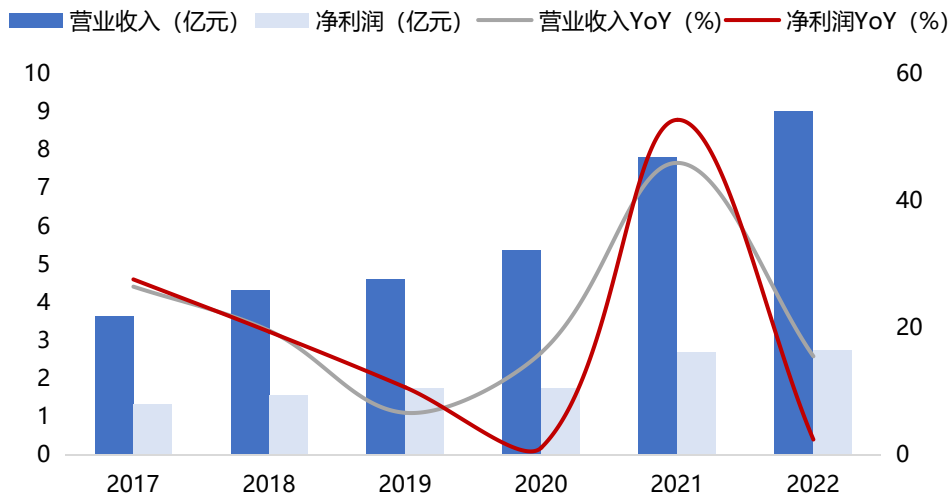
应用于功率半导体封装工艺的微纳金属烧结工艺，可实现芯片、基板、散热器等烧结工艺的高可靠性连接。



财务分析

- 2022年公司实现营收9.01亿元，同比上升15.48%；实现归母净利润2.73亿元，同比增长2.14%。值得注意的是，自上市以来，公司2016-2022年营收CAGR高达21.1%。但由于2023年下游消费电子行业周期波动、新能源汽车主机厂及tie 1扩产放缓，部分客户订单有所延后，2023年前三季度公司实现营收5.93亿元、归母净利润1.56亿元，同比均有所下降。

图表232：快克智能业绩情况

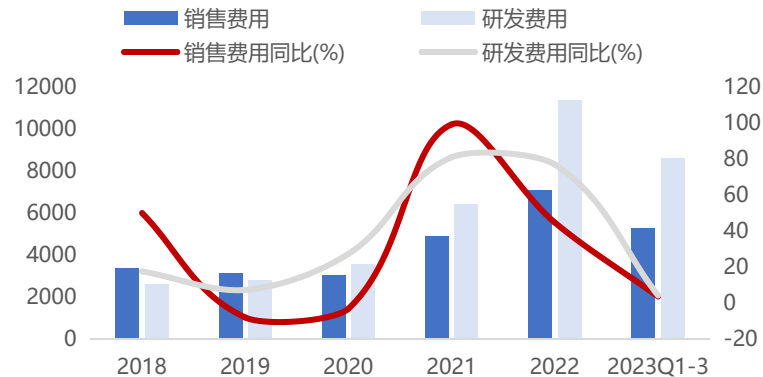


资料来源：iFinD，华福证券研究所

重视研发

- 近年来，公司业务向半导体封装设备领域拓展，持续增加了研发费用投入，2023年前三季度公司研发费用率增加至14.51%。且由于半导体封装设备的推出，公司宣传力度有所增强，2023年前三季度销售费用率上升至8.93%。
- 公司经营性现金流占总营收的比例多年在30%左右，2023年前三季度公司经营性现金流占总营收的比例为30%。可以看出，公司是在保障现金流平稳的情况下，对研发、销售领域加大投入。

图表233：快克股份研发费用与财务费用



资料来源：Choice数据库，华福证券研究所

6.22 光力科技——全球半导体划片机

整合海外优质资产，强势入局封测赛道

- 光力科技成立于1994年，并于2015年在深交所上市。2016年，光力科技并购半导体划片机公司英国Loadpoint（“LP公司”），强势入局半导体封测装备领域；2017年，公司并购主轴公司英国Loadpoint Bearings（“LPB公司”），成功布局半导体装备关键零部件板块；2019年，公司还参股了半导体划片设备公司以色列ADT。
- 目前，**光力科技已经发展成为全球排名前三的半导体切割划片装备企业**，是全球少数同时拥有切割划片量产设备、核心零部件（空气主轴）和刀片等耗材的企业，可以为客户提供个性化的划切整体解决方案。此外，公司的高端切割划片设备与耗材已经能够适用于先进封装中的切割工艺。

图表234：光力科技主营业务

刀片	空气主轴	封测精密加工设备				
		12英寸全自动双轴晶圆切割划片机-8230	12英寸双轴三工位全自动减薄机3230	12英寸双轴全自动切割划片机80WT	71XX系列	72XX系列
						

资料来源：2023光力科技半年报，华福证券研究所

公司已积累大量优质客户

- 公司的半导体封装设备可广泛用于集成电路、分立器件、光电器件、传感器等多种半导体产品的封装工艺中，因此公司下游客户覆盖面较广。
- 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。
- 控股子公司ADT客户遍布全球，大尺寸切割设备、软刀等产品的技术水平均处于世界领先地位，客户认知度高。
- 全资子公司英国LP公司是半导体切割划片机的发明者，其产品在电子工业中的切割、汽车工业中的喷漆、接触式透镜行业中的金刚石车削等领域中有着很高的客户认可度。

图表235：光力科技主要客户



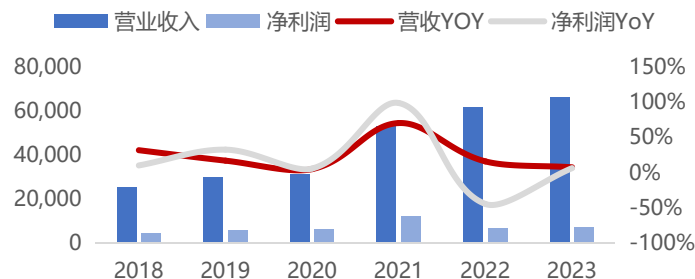
资料来源：2023光力科技半年报，华福证券研究所

6.22 光力科技——全球半导体划片机

➤ 营收高速增长，半导体封测装备业务占比持续扩大

- 2016-2023年，光力科技营业收入、净利润总体维持高速增长，营收年复合增速达到21.11%。2022年，公司净利润首次出现下降，但半导体封测设备业务的营业利润较2021年依旧保持大幅提升，同比增长47.32%，展现出较好的成长性和盈利能力。2023年，公司业绩增速得到较好的修复。
- 2023年，光力科技实现营业收入66083.49万元，同比上升7.54%；净利润6923.76万元，同比上升6.33%；半导体封测装备制造业务收入为公司的主要营收来源。

图表236：公司财务情况



资料来源：iFind, 2016-2023光力科技年报, 华福证券研究所

图表237：公司并购积累的技术优势

子公司	产品	技术优势
英国LP公司	半导体划片机	LP是半导体切割划片机的发明者，其在加工超薄和超厚半导体器件方面具有世界领先的优势。
英国LPB公司	主轴	LPB是全球首个将空气主轴应用到半导体划片机上的公司，目前LPB开发的基于空气承载的主轴的定位精度已达到了纳米级，通常在10纳米以下。在满足客户对高性能主轴和新概念主轴的需求上，LPB公司在业界居于绝对领先地位。
以色列ADT公司	半导体划片机	ADT公司生产的半导体划片设备核心耗材——软刀在全球处于领先地位，客户认知度很高。

➤ 相关产品国产替代进展迅速

- 国产化半导体切割划片机**生产基地在郑州航空港厂区，航空港厂区一期目前已进入正常化生产，预计一期年产能可达500台套。
- 公司正在快速推动刀片耗材的国产化工作。**国产化软刀**正处于小批量试产阶段，部分型号产品已发往客户处验证；**国产化硬刀**也正处于测试和验证阶段。
- 国产化切割空气主轴**已完成小批量试生产，目前进入批量生产阶段。

深耕测试系统，广受客户认可

- 华峰测控为国内半导体测试系统的领军本土供应商，公司目前已获得大量国内外知名半导体厂商的供应商认证，包括但不限于长电科技、通富微电、华天科技、华润微电子、华为、意法半导体、芯源系统、微矽电子、日月光集团、三星等。
- 公司主营业务为半导体自动化测试系统的研发、生产和销售，其产品主要用于模拟、数模混合、分立器件和功率模块等集成电路的测试。华峰测控深耕半导体测试三十年，打破国外厂商在模拟及数模混合测试领域的垄断地位，拥有模拟、数模混合、分立器件以及功率模块等测试领域的诸多核心技术，包括 V/I 源、精密电压电流测量、宽禁带导体测试和智能功率模块测试等。

图表238：华峰测控主要产品

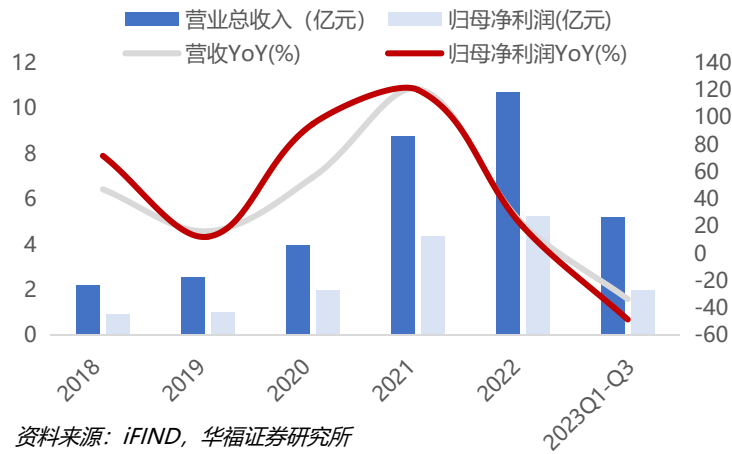
产品	简介	产品图片
STS8200	用于电源管理、信号链类、智能功率模块、第三代化合物半导体 GaN 类等模拟、混合和功率集成电路的测试	
STS8300	用于更高引脚数、更高性能、更多工位的电源管理类 and 混合信号集成电路测试	
功率模块测试产品	为客户提供基于STS8200测试平台的 PIM 专用测试解决方案、针对用于大功率 IGBT / SiC 功率模块及 KGD 测试	

资料来源：华峰测控官网，华福证券研究所

财务状况

- 2022年，公司实现营业收入10.71亿元，同比增长21.89%；实现归母净利润5.26亿元，同比增长19.95%。
- 分业务来看，2022年公司测试系统业务实现营收10.15亿元，同比增长23.6%，毛利率为77.04%；配件实现营收0.54亿元，毛利率为76.60%。

图表239：华峰测控财务数据（单位：亿元）



资料来源：iFIND，华福证券研究所

➤ 专注电子级环氧树脂，积极拓展先进封装增层膜新材料开发

- 宏昌电子成立于1995年，于2012年主板上市，主要产品为电子级环氧树脂，为中国第一家有能力生产电子级环氧树脂的专业生产厂商，填补了中国在电子级环氧树脂的空白，公司旗下（珠海宏昌电子）已于2018年5月份投产，产能达15.5万吨/年，产品品质国际领先。
- 2023年6月26日，珠海宏昌与晶化科技股份有限公司在先进封装过程中集成电路载板之增层膜新材料（该增层膜新材料产品应用于半导体FCBGA〈倒装芯片球栅格数组〉及FCCSP〈倒装芯片级封装〉先进封装制程使用之载板中），或特定产品开展密切的研发及销售合作关系。

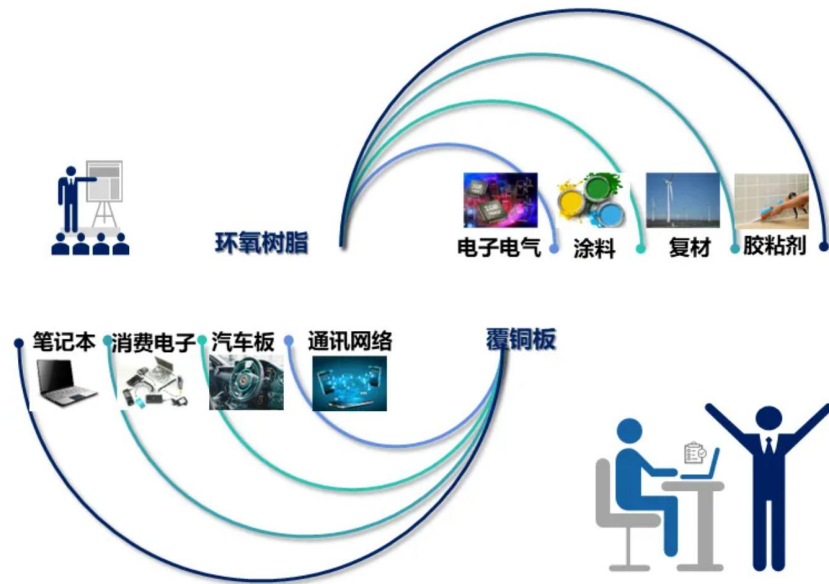
• 主要合作内容：

1. 现有产品国产化认证推广：晶化科技股份有限公司已具有八年集成电路先进封装材料布局钻研，其封装增层膜产品已有厂商验证通过，技术在行业内较成熟领先，双方将合作通过公司平台，国产化向下游客户认证推广“增层膜新材料”。
2. 下世代产品开发：基于公司在高频高速树脂及板材方面技术积累，双方将合作开展下世代“增层膜新材料”，技术内容以低介电损耗（Low Df）树脂体系为基础，开发高端增层膜，应用于FCBGA〈倒装芯片球栅格数组〉、FCCSP(倒装芯片级封装)等先进封装制程

图表161：ABF增层膜原型及应用



图表240：宏昌电子产品应用领域



6.24 宏昌电子——国内首家电子级环氧树脂生产企业

非经常性损益导致2023年业绩暂时性承压，行业回暖有望推动业绩抬升

- 根据公司2023年业绩快报所示，公司2023年实现归属于上市公司股东的净利润人民币8,337万元到9,214万元，与上年同期相比，减少46,464万元到47,342万元，同比减少83%到85%。归母净利润为人民币7,750万元到8,566万元，与上年同期相比，减少5,092万元到5,908万元，同比减少37%到43%。主要原因系公司上期存在大额土地收储非经常性损益事项及由于环氧树脂、覆铜板下游市场需求不振，产品获利同比去年同期减少，实现归属于上市公司股东的扣除非经常性损益后的净利润同比减少。随着2024年下游市场需求逐步回暖，有望推动公司业绩抬升。

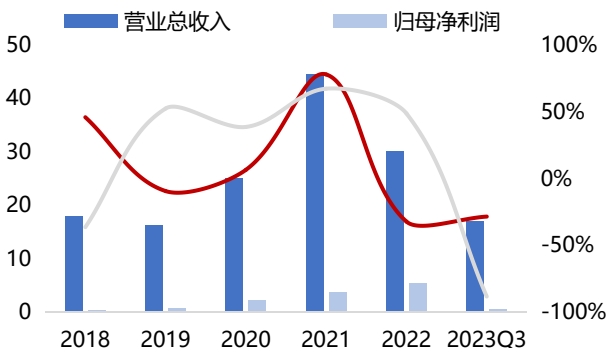
非公开发行股票募集资金，持续加大研发投入

- 非公开发行募集资金：**2022年6月25日公司披露《2022年度非公开发行A股股票预案》，募集资金15亿元用于公司项目建设及产品研发，2023年11月非公开发行募集资金已到位并已用于项目及产品研发。
- 持续推动产品技术研发，替代进口产品，打破国外技术垄断：**环氧树脂业务方面公司针对多种高频高速树脂进行开发，其中常规聚醚树脂已经在2022年推广至终端客户进行评估认证,评估结果均合格；特殊型树脂在2022年获得国内专利授权，同时进入下游评估阶段。覆铜板业务方面，公司参考M4、M6、M7材料的性能指标，根据市场及客户端的具体需求，自主开发出适用于高速需求的5G覆铜板材料，已实现量产；参考M8材料的性能指标、以及下一代高频高速产品已启动实验室研发。

公司未来布局：

- 环氧树脂：**2021年，公司超5G树脂已经获得实验室成品，2022年完成产品优化及评估,2023年预计在下游客户处进行评估认证。
- 覆铜板：**公司M6材料已通过部分PCB客户端认证，并通过终端广达、富士康、Intel认证，同时终端AMD已在认证中。此外，积极推进无卤高CTI材料开发。
- ABF增层膜：**持续推动与晶化科技相关合作

图表241：公司营收、净利润及归母净利润（亿元）



资料来源：Ifind，华福证券研究所

图表241：宏昌电子部分在研项目及所处阶段

研发项目名称	研发所处阶段
低介电性能聚醚树脂中间体的开发	全面推广
低介电性能聚醚树脂的开发	全面推广
长碳链聚醚树脂的开发	实验室评估
含磷聚醚树脂的开发	实验室评估
GA-888, 应用于高端服务器、高端通讯板大型交换机、数据中心	试产、终端认证中
GA-688, 应用于高端服务器、高端通讯板大型交换机、数据中心	实验室开发中
GA-LD-15	小量产、客户端认证中

资料来源：宏昌电子2023半年报，华福证券研究所整理绘制

- 第一部分：半导体封测概览
- 第二部分：半导体封测之——设备分类及工艺原理
- 第三部分：半导体封测之——主要原材料
- 第四部分：半导体封测之——封装技术深度解析
- 第五部分：景气复苏需求回暖，封测环节加速发展
- 第六部分：投资建议及封测行业相关公司
- 第七部分：风险提示

➤ 下游需求不及预期风险

- 若半导体领域下游市场需求乏力，则会影响相关公司的经营表现不达预期。

➤ 相关企业业务开展不及预期风险

- 如果相关公司在技术研发及市场拓展方面进展缓慢，则国内厂商面临的订单机会可能会低于预期，从而影响公司的盈利表现。

➤ 先进封装研发进展不及预期

- 先进封装对技术及工艺的要求日益提高，封测企业需大量投入研发资金与生产设备，若国产封测企业不能准确把握市场需求或取得预期成果，其成长性可能受到不利影响。

➤ 地缘政治风险

- 近年来，美国频繁对我国高科技领域实施技术封锁，地缘政治因素可能影响国内封测行业厂商业绩表现。

➤ 市场竞争格局恶化风险

- 除了专业的封测厂商，众多晶圆厂巨头亦积极布局先进封装技术，这有可能抢占传统封测厂商市场份额，致使封测行业竞争格局恶化。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，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。

一般声明

华福证券有限责任公司（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。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，之后可能会随情况的变化而调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券有限责任公司”所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

特别声明

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	评级	评级说明
公司评级	买入	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在20%以上
	持有	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于10%与20%之间
	中性	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与10%之间
	回避	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市	未来6个月内，行业整体回报高于市场基准指数5%以上
	跟随大市	未来6个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与5%之间
	弱于大市	未来6个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下

备注：评级标准为报告发布日后的6~12个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中，A股市场以沪深300指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

诚信专业 发现价值

联系方式

华福证券研究所 上海

公司地址：上海市浦东新区浦明路1436号陆家嘴滨江中心MT座20楼

邮编：200120

邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn

