

半导体封装行业深度：先进封装引领未来，上游设备材料持续受益

报告要点

半导体封测市场规模稳定增长，中国台湾与大陆厂商行业领先。半导体封测环节使得芯片能够可靠、稳定的进行工作，主要作用包括机械连接、机械保护、电气连接和散热。受益于半导体行业整体增长，根据 Yole 数据，2017-2022 年全球半导体封测市场规模从 533 亿美元增长到 815 亿美元，预计 2023 年将达到 822 亿美元，2026 年将达到 961 亿美元。竞争格局方面，根据芯思想研究院数据，2022 年全球委外封测 (OSAT) 厂商 Top10 合计占比 77.98%，主要为中国台湾和中国大陆厂商。其中日月光占比 27.11%，排名第 1；安靠占比 14.08%，排名第 2；中国大陆厂商长电科技/通富微电/华天科技/智路封测分列第 3/4/6/7 名，占比分别为 10.71%/6.51%/3.85%/3.48%。

后摩尔定律时代，先进封装成为提升系统整体性能的重要突破口。先进封装主要包括 FC (倒装芯片)、WLP (晶圆级封装)、2.5D 封装、3D 封装、SiP (系统级封装) 等。随着摩尔定律日渐趋缓，在 Chiplet、HBM 等新技术的推动下，先进封装愈发重要，不仅能够实现微型化、高密度集成，还能降低成本，符合高端芯片向更小尺寸、更高性能、更低功耗方向演进的趋势。根据 Yole 数据，全球封装市场结构中，先进封装占比由 2014 年的 38% 提升到了 2022 年的 47.2%，预计 2023 年将达到 48.8%，2026 年将首次超过传统封装，占比达到 50.2%。市场规模方面，2019 为 290 亿美元，2022 年增长至 378 亿美元，预计 2023 年将达到 408 亿美元，2026 年将达到 482 亿美元。2022 年全球先进封装厂商包括日月光、安靠、英特尔、台积电、长电科技、三星、通富微电等。

设备材料作为封装工艺核心环节，国产替代需求迫切。作为半导体封装上游的核心关键，设备和材料直接决定了封装工艺能否顺利完成，目前在相关环节已有国产厂商布局，但是整体国产化率仍然偏低，国产替代需求迫切。根据 SEMI 数据，全球半导体封装设备 2022 年市场规模为 57.8 亿美元，2023 年受消费电子等下游需求不足影响，预计市场规模将下降至 45.9 亿美元，随着 2024 年市场需求回暖，预计 2024 年将达到 53.4 亿美元。其中划片机、固晶机、引线键合机最为重要，占封装设备整体规模占比分别为 28%、30% 和 23%，此外，塑封机&电镀机占比 18%，其他设备合计占比 1%。全球半导体封装材料方面，根据 SEMI、TECHET 和 TechSearch International 数据，2022 年为 280 亿美元，占比 38.5%，预计 2027 年将达到 298 亿美元。其中封装基板占比最高，超过 50%，其次为引线框架和键合丝，此外还包括包封材料、底部填充物、芯片粘接材料、WLP 电介质、WLP 电镀化学品。

投资建议：在后摩尔定律时代，先进封装对于芯片及系统整体性能提升的重要性愈发明显，同时，作为封装工艺的核心关键，封装设备和材料的国产替代对于封装行业的自主可控尤为重要，我们看好在先进封装、核心封装设备及材料领域重点布局的相关厂商，有望在先进封装和国产替代浪潮下持续受益。建议关注：长电科技、通富微电、光力科技、兴森科技。

风险提示： 1、宏观经济复苏、消费电子、新能源车等下游需求不及预期；2、产品迭代、技术升级不及预期；3、国内厂商产品验证、导入不及预期。

电子

评级： 看好

日期： 2023.12.13

分析师 王少南

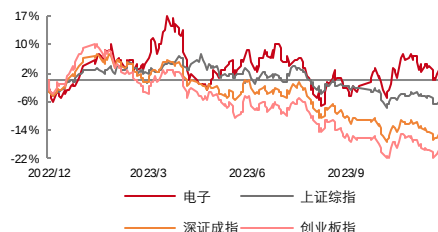
登记编码：S0950521040001

☎：0755-23375522

✉：wangshaonan@wkzq.com.cn

行业表现

2023/12/12



资料来源： ，聚源

相关研究

- 《电子行业半月报：英伟达发布新一代 H200 GPU，算力需求刺激半导体行业回暖》(2023/12/5)
- 《电子行业周报：Open AI 举办首届开发者大会，GPT-4 Turbo 与 GPT Store 等相继发布》(2023/11/14)
- 《电子行业点评：消费电子及半导体复苏迹象显现，行业景气度有望回升》(2023/11/12)
- 《电子行业周报：苹果发布 23FQ4 财报，同比下滑趋势有所收窄》(2023/11/7)
- 《电子行业周报：高通骁龙 8 Gen 3 与小米 14 齐发，全球智能手机出货量跌幅收窄》(2023/10/30)
- 《电子行业周报：美国商务部扩大出口禁令，AI 产业链国产替代势在必行》(2023/10/24)
- 《华为发布会点评：Mate60 系列引领创新，全场景新品技术升级》(2023/9/28)
- 《苹果发布会点评：iPhone15 系列创新不断，Apple Watch 系列持续升级》(2023/9/13)
- 《元宇宙行业深度：元宇宙关键入口，VR/AR 光学+显示方案带来新机遇》(2023/3/27)
- 《2023 年电子行业投资策略：半导体国产替代持续加速，汽车电子迎来新机遇》(2023/1/6)

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

内容目录

1. 半导体封装是芯片制造核心环节，种类丰富多样	5
1.1 封装技术历经 5 大发展阶段，技术逐步成熟完善	5
1.2 后摩尔定律时代，先进封装有望大放异彩	10
2. 全球半导体封装稳定增长，中国厂商重点布局	13
2.1 全球封装市场主要由中国台湾及中国大陆厂商主导	13
2.2 全球先进封装占比逐步增加，2026 年有望超过 50%	16
2.3 摩尔定律放缓及 AI 新需求带动下，龙头企业重点布局 Chiplet、CoWoS 等新技术	19
3. 封装设备为核心基础，国产化率亟需提升	25
3.1 划片机：金刚石切割为主流，日本厂商占据 90% 份额	27
3.2 固晶机：贴片环节核心设备，新加坡及荷兰厂商优势明显	30
3.3 引线键合机：实现芯片与基板的电气连接，美国及新加坡厂商主导	33
4. 封装材料：市场规模稳步提升，封装基板占比超 50%	34
4.1 封装基板：日本、韩国和中国台湾优势突出，中国大陆厂商奋力追赶	36
4.2 引线框架：芯片重要载体，日本和中国台湾厂商占据主导	38
5. 投资建议	39
5.1 投资观点	39
5.2 建议关注	40
5.2.1 长电科技 (600584.SH)	40
5.2.2 通富微电 (002156.SZ)	40
5.2.3 光力科技 (300480.SZ)	41
5.2.4 兴森科技 (002436.SZ)	41
6. 风险提示	41

图表目录

图表 1：半导体产业链	5
图表 2：半导体封测产业链	5
图表 3：半导体封装技术开发流程	6
图表 4：半导体封装工艺	6
图表 5：半导体封装作用	7
图表 6：集成电路封装四大功能	7
图表 7：半导体封装技术发展趋势	7
图表 8：集成电路封装发展阶段	8
图表 9：系统集成等级 Level 0~3	9
图表 10：封装技术分类	9
图表 11：先进封装成为后摩尔时代发展趋势	10
图表 12：半导体封装技术演进路径	10
图表 13：引线框架封装（表面贴装型）	11
图表 14：引线框架封装（通孔型）	11

图表 15: 基板封装 (球栅阵列 BGA 和平面网格阵列 LGA)	11
图表 16: 晶圆级封装 (扇入型 WLCSP 和扇外型 WLCSP)	11
图表 17: 晶圆级封装 (RDL)	11
图表 18: 晶圆级封装 (倒片封装 Flip Chip)	11
图表 19: 使用硅通孔技术的芯片剖面图	12
图表 20: 硅通孔堆叠和 SiP 信号传输路径比较	12
图表 21: 先进封装发展方向及代表性技术	12
图表 22: 先进封装发展方向	12
图表 23: 主要先进封装技术对比	13
图表 24: 大趋势推动全球半导体增长	14
图表 25: 全球半导体封测市场规模 (亿美元)	14
图表 26: 中国半导体封测市场规模 (亿元)	15
图表 27: 2022 年全球委外封测 (OSAT) 厂商市占率	15
图表 28: 2021 年中国封测厂商市占率	15
图表 29: 全球封测行业市场区域占比分布	16
图表 30: 先进封装 VS 先进制程技术路线图 (工艺尺寸)	16
图表 31: 先进封装技术路线图 (工艺尺寸)	16
图表 32: 全球半导体封装市场结构	17
图表 33: 中国半导体封装市场结构	17
图表 34: 全球半导体先进封装市场规模 (亿美元)	18
图表 35: 中国先进封装市场规模 (亿元)	18
图表 36: 2022 年全球先进封装厂商 Top10 (按收入规模, 百万美元)	18
图表 37: 2022 年中国先进封装厂商 Top10 (按收入规模, 百万美元)	18
图表 38: 2015-2021 年中国先进封装占全球比例	18
图表 39: 2022 年全球先进封装厂商资本开支 (百万美元)	19
图表 40: 2022 年全球先进封装厂商资本开支占比	19
图表 41: 先进封装细分市场规模 (亿美元)	19
图表 42: 各类先进封装技术在终端中应用	20
图表 43: 全球 Chiplet 处理器芯片市场规模 (亿美元)	20
图表 44: 基于 Chiplet 的异构架构应用处理器示意图	20
图表 45: Chiplet 联盟 UCle 各领域主要成员	21
图表 46: 开放式 Chiplet 封装平台	21
图表 47: MCM 封装	22
图表 48: RDL Interposer 封装	22
图表 49: Si Interposer 封装	22
图表 50: Chiplet 封装形式对比	22
图表 51: 半导体厂商积极布局先进封装	23
图表 52: 台积电先进封装技术	23
图表 53: 2022 年半导体大厂先进封装资本开支 (亿美元)	24
图表 54: CoWoS 整合过程	24
图表 55: 2022 年中国封测厂商销售规模 Top10 (亿元)	25
图表 56: 中国大陆综合性封测企业先进封装能力排名	25
图表 57: IC 工艺流程及对应半导体设备	26
图表 58: 全球半导体封装测试设备市场规模 (亿美元)	26
图表 59: 半导体封装工艺	27
图表 60: 全球半导体封装设备分类及占比	27
图表 61: 中国大陆封装测试设备国产化率	27

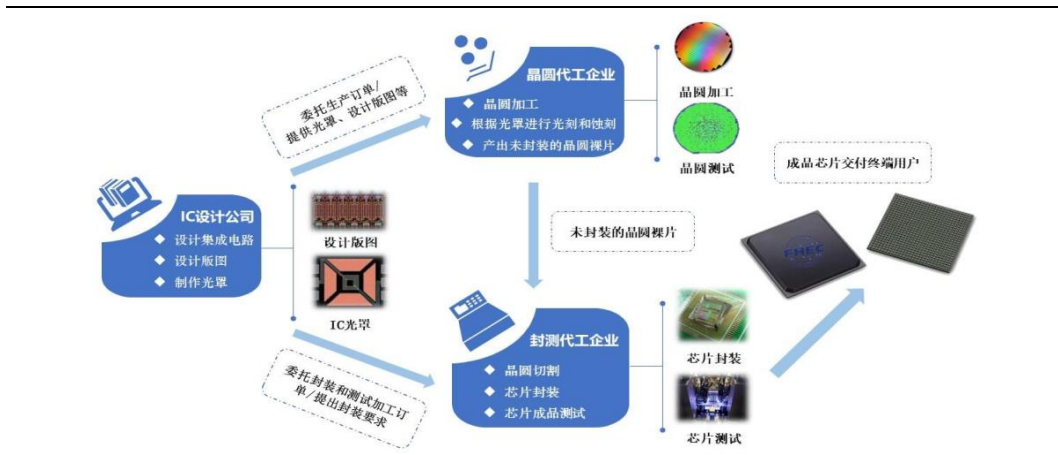
图表 62: 晶圆划片分类.....	28
图表 63: 划片机产业链.....	28
图表 64: 全球半导体划片机市场格局.....	28
图表 65: 全球划片机市场规模 (亿美元)	28
图表 66: 中国划片机市场规模 (亿美元)	28
图表 67: 主要划片机厂商汇总.....	29
图表 68: 固晶机产业链.....	31
图表 69: 固晶机下游占比.....	31
图表 70: 全球固晶机市场规模 (亿美元)	31
图表 71: 2018 年全球固晶机厂商市占率.....	31
图表 72: 中国固晶机市场规模 (亿元)	32
图表 73: 中国固晶机产销量 (万台)	32
图表 74: 主要固晶机厂商汇总.....	32
图表 75: 引线键合 VS 倒装芯片键合	34
图表 76: 引线键合工艺步骤.....	34
图表 77: 全球引线键合机市场规模 (亿美元)	34
图表 78: 全球引线键合机市场格局.....	34
图表 79: IC 工艺流程及对应半导体材料.....	35
图表 80: 全球半导体封装材料市场规模 (亿美元)	35
图表 81: 2022 年全球半导体封装材料细分产品结构.....	35
图表 82: 封装材料细分情况.....	36
图表 83: 全球 PCB 市场规模 (亿美元)	36
图表 84: 2021 年全球 PCB 下游应用领域结构	36
图表 85: 2021-2026 年全球 PCB 行业分产品市场规模 (亿美元) 及增速	37
图表 86: 中国台湾/日本/韩国封装基板情况	37
图表 87: 2020 年封装基板市场格局.....	38
图表 88: 全球 ABF 载板市场格局	38
图表 89: 冲压和蚀刻引线框架对比.....	38
图表 90: QFP 引线框架结构图	39
图表 91: 引线框架原材料成本占比.....	39
图表 92: 2015-2029 年全球引线框架市场规模 (亿美元)	39
图表 93: 2020 年全球引线框架市场格局.....	39

1. 半导体封装是芯片制造核心环节，种类丰富多样

1.1 封装技术历经 5 大发展阶段，技术逐步成熟完善

半导体产业链中，Fabless 模式下产业分工明确，按照设计-制造-封测的上中下游模式进行分工协作，设计公司通常完成电路、版图设计等，晶圆代工企业负责晶圆加工，封测代工企业进行晶圆切割、芯片封装及测试等工作。最终将芯片成品交付终端用户，下游应用包括消费电子、汽车、通信、工业、航空航天等领域。

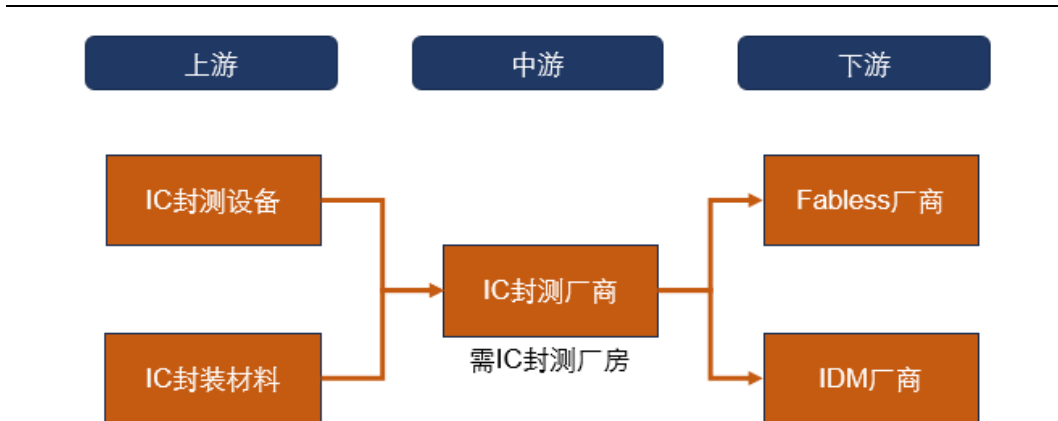
图表 1：半导体产业链



资料来源：甬矽电子招股书，五矿证券研究所

半导体封装是指对通过测试的晶圆进行划片、装片、键合、塑封、电镀，切筋成型等一系列加工工序，从而得到具有一定功能的半导体产品的过程，封测环节使得芯片能够可靠、稳定的进行工作。封装技术的好坏直接影响到芯片能否正常使用，衡量封装技术先进与否的重要指标是芯片面积与封装面积之比，比值越接近 1 越好。封测产业链中，上游主要包括封测设备和封装材料，中游为封测厂商，下游为 Fabless 厂商等。

图表 2：半导体封测产业链



资料来源：ChipInsights，芯思想研究院，艾瑞咨询，五矿证券研究所

封装开发流程方面，开始芯片设计和封装设计开发会同步进行，以便对特性进行整体优化。

封装部门进行可行性研究，包括对封装设计进行粗略测试，从而对便于对电气、热和结构进行评估分析，避免在量产阶段出现问题，之后会进行封装制造和特性及可靠性试验。

图表 3：半导体封装技术开发流程



资料来源：SK 海力士，五矿证券研究所

封装工艺过程较为复杂，先后要经过多个步骤，整个工艺流程包括来料检查-贴膜-磨片-贴片-划片-装片-键合-塑封-去毛刺、电镀-切筋打弯-品质检验-产品出货，每个工艺步骤都不可或缺。

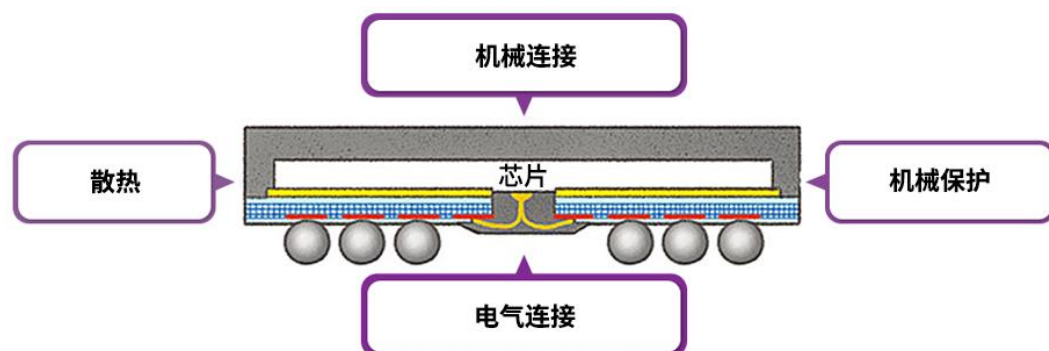
图表 4：半导体封装工艺



资料来源：上海新阳招股书，五矿证券研究所

半导体封装的作用主要是通过将芯片和器件密封在环氧树脂模塑料（EMC）等封装材料中，保护它们免受物理性和化学性损坏，核心包括机械连接、机械保护、电气连接和散热四项主要作用。

图表 5：半导体封装作用



资料来源：SK 海力士，五矿证券研究所

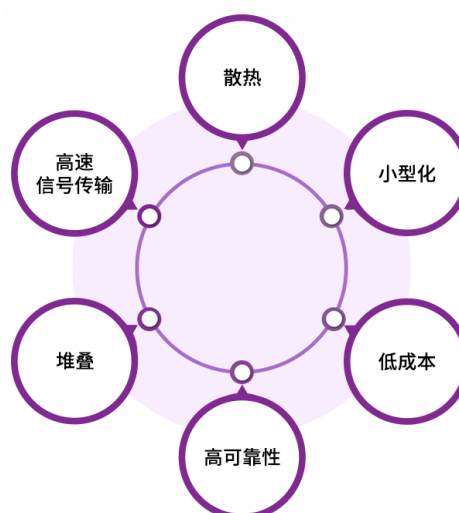
图表 6：集成电路封装四大功能

芯片电气特性保持功能	通过封装技术的进步，满足不断发展的高性能、小型化、高频化等方面的要求，确保芯片的功能性
芯片保护功能	保护芯片表面以及连接引线等，使其在电气或物理方面免受外力损害及外部环境的影响
应力缓和功能	受外部环境影响或芯片自身发热都会产生应力，封装可以缓解应力，防止芯片发生损坏失效，保证可靠性
尺寸调整配合功能	由芯片的微细引线间距调整到实装基板的尺寸间距调整，从而便于实装操作

资料来源：甬矽电子招股书，五矿证券研究所

封装技术的发展始终伴随着用户对产品需求的不变升级而迭代，从技术角度看，散热、小型化、低成本、高可靠性、堆叠、高速信号传输是封装技术发展趋势。散热方面采用热传导性能较好的材料和可有效散热的封装结构；小型化可以压缩封装体积，给其他物料如电池、摄像头留出更多空间；由于封装会限制芯片的速度，可支持高速电信号传输的封装技术也成为了一种重要发展趋势，从而提高传输速度；三维堆叠技术则能够实现在一个封装外壳内堆叠多个芯片。

图表 7：半导体封装技术发展趋势



资料来源：SK 海力士，五矿证券研究所

全球集成电路封装技术一共经历了五个发展阶段。第一阶段为 20 世纪 70 年代以前，采用通孔插装型封装；第二阶段为 20 世纪 80 年代以后，采用表面贴装型封装；目前全球封装的主流技术处于以球栅阵列封装（BGA）、芯片级封装（CSP）为主的第三阶段，并在逐步向以三维立体封装（3D）、系统级封装（SiP）、倒装焊封装（FC）、芯片上制作凸点（Bumping）、硅通孔（TSV）、扇出型（Fan-Out）、扇入型（Fan-in）为代表的第四、第五阶段技术迭代升级。

图表 8：集成电路封装发展阶段

阶段	时间	封装	具体典型的封装形式
第一阶段	20 世纪 70 年代以前	通孔插装型封装	晶体管封装 (TO)、陶瓷双列直插封装 (CDIP)、塑料双列直插封装 (PDIP)
第二阶段	20 世纪 80 年代以前	表面贴装型封装	塑料有引线片式载体封装 (PLCC)、塑料四边引线扁平封装 (POFP)、小外形表面封装 (SOP)、无引线四边扁平封装 (PQFN)、小外形晶体管封装 (SOT)、双边扁平无引脚封装 (DFN)
第三阶段	20 世纪 90 年代	球栅阵列封装 (BGA)	塑料焊球阵列封装 (PBGA)、陶瓷焊球阵列封装 (CBGA)、带散热器焊球阵列封装 (EBGA)、倒装芯片焊球阵列封装 (FC-BGA)
		晶圆级封装 (WLP)	
		芯片级封装 (CSP)	引线框架 CSP 封装、柔性插入板 CSP 封装、刚性插入板 CSP 封装、圆片级 CSP 封装
第四阶段	20 世纪末开始	多芯片组封装 (MCM)	多层陶瓷基板 (MCM-C)、多层薄膜基板 (MCM-D)、多层印制板 (MCM-L)
		系统级封装 (SiP)	
		三维立体封装 (3D)	
		芯片上制作凸点 (Bumping)	
第五阶段	21 世纪前 10 年开始	微电子机械系统封装 (MEMS)	
		晶圆级系统封装-硅通孔 (TSV)	
		倒装焊封装 (FC)	
		表面活化室温连接 (SAB)	
		扇出型集成电路封装 (Fan-Out)	
		扇入型集成电路封装 (Fan-in)	

资料来源：甬矽电子招股书，五矿证券研究所

封装一般分为 4 级：

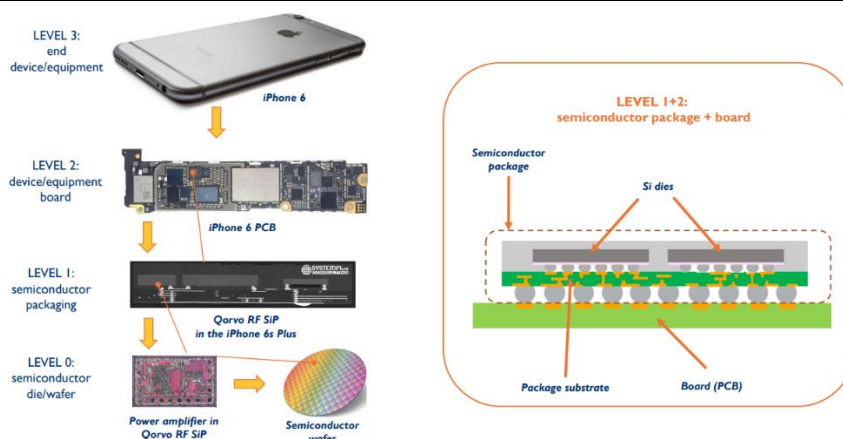
Level 0：零级封装，完成晶圆制造，将晶圆切割为裸芯片，裸芯片电极的制作、引线的连接等均在硅片之上完成；

Level 1：1 级封装，芯片级封装，将芯片封装在封装基板或引线框架内，完成密封保护和电路连线；

Level 2：2 级封装，电子装联，将封装好的芯片组合在电路板上；

Level 3：3 级封装，电子整机系统，将数个电路板组合在母板上或者将数个子系统组合为完整的电子产品。

图表 9：系统集成等级 Level0~3



资料来源：Yole，五矿证券研究所

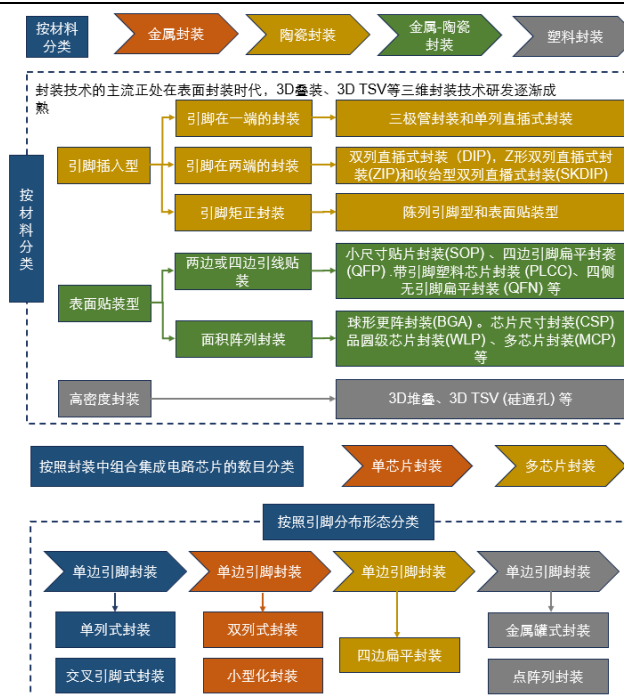
半导体封装的分类方式多样，按照材料分类，可以分为金属封装、陶瓷封装、-金属-陶瓷封装和塑料封装，其中塑料封装占全球集成电路市场的 95%以上。

按照形状分类，可以分为引脚插入型、表面贴装型和高密度封装。

按照封装中组合集成电路芯片的数目分类，可以分为单芯片封装和多芯片封装。

按照引脚分布形态分类，可以分为单边引脚封装、双边引脚封装、四边引脚封装和底部引脚封装。

图表 10：封装技术分类



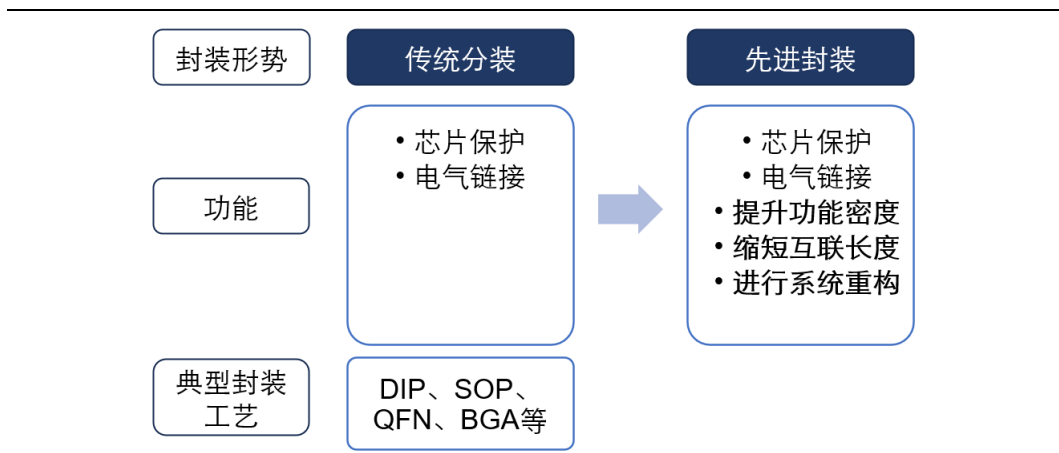
资料来源：新材料在线，五矿证券研究所

1.2 后摩尔定律时代，先进封装有望大放异彩

随着摩尔定律日渐趋缓，芯片先进制程提升的速度放慢，在后摩尔定律时代，先进封装成为提升系统整体性能的重要突破口，行业开始由之前的“如何把芯片变得更小”转变为“如何把芯片封得更小”，先进封装成为半导体行业发展的重点方向。

传统封装的功能主要在于保护芯片、电气连接，先进封装则在此基础上增加了提升功能密度、缩短互联长度、进行系统重构三项新功能。先进封装是在不考虑提升芯片制程的情况下，努力实现芯片体积的微型化、高密度集成，同时降低成本，这种技术的提升符合高端芯片向更小尺寸、更高性能、更低功耗方向演进的趋势。

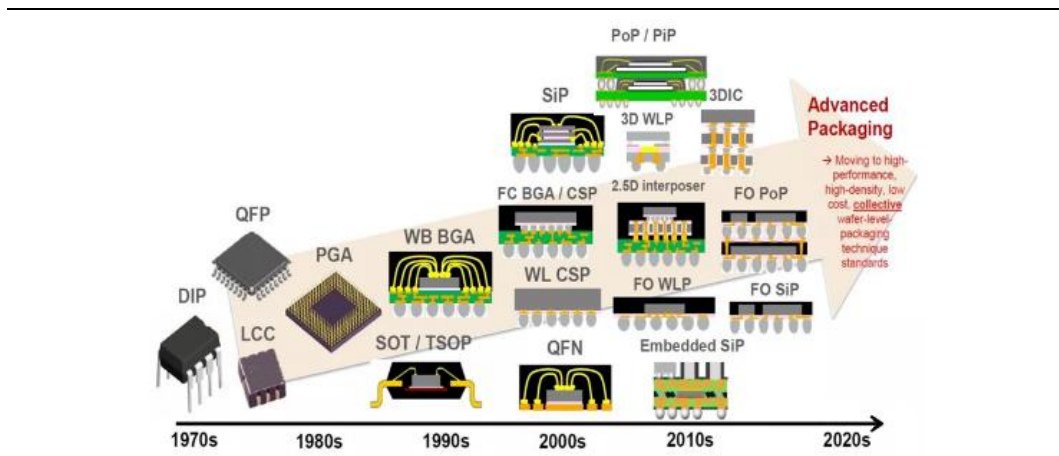
图表 11：先进封装成为后摩尔时代发展趋势



资料来源：中国半导体封装行业发展趋势分析与投资前景研究报告，五矿证券研究所

传统封装，是通常先将圆片切割成单个芯片，再进行封装的工艺形式。主要包括 DIP、SOP、TO、LCC、QFP、WB BGA 等封装形式，先进封装是指处于最前沿的封装形式和技术，主要包括 FC（倒装芯片）、WLP（晶圆级封装）、2.5D 封装、3D 封装、SiP（系统级封装）等。

图表 12：半导体封装技术演进路径



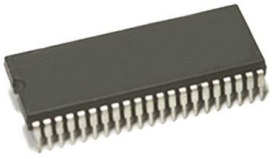
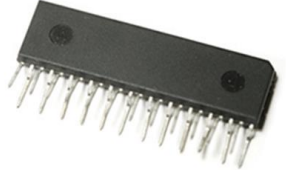
资料来源：Yole，华夏幸福产业研究院，五矿证券研究所

图表 13: 引线框架封装 (表面贴装型)

QFP/TQFP (Thin Quad Flat Package)	TSOP (Thin Small Outline Package)	SOJ (Small Outline J-leaded Package)
(薄型) 四侧引脚 扁平封装: 四侧引线型	薄小外形封装: 两侧海鸥翼状引线 表面贴装型	形引脚小外形封装: J形引线 表面贴装型
		

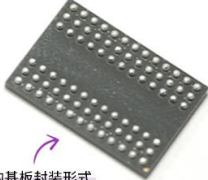
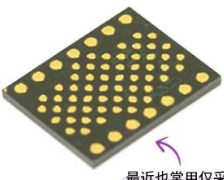
资料来源: SK 海力士, 五矿证券研究所

图表 14: 引线框架封装 (通孔型)

DIP (Dual In-line Package)	ZIP (Zig-zag In-line Package)
双列直插式封装: 引脚插入型(通孔)	锯齿型单列式封装: 单侧引线型
	

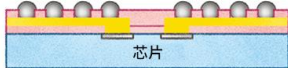
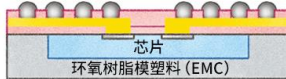
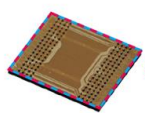
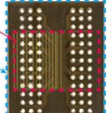
资料来源: SK 海力士, 五矿证券研究所

图表 15: 基板封装 (球栅阵列 BGA 和平面网格阵列 LGA)

BGA/FBGA (Fine pitch) Ball Grid Array Package)	LGA (Land Grid Array)
(细间距) 球栅阵列封装: 锡球固定在封装基板上	平面网格阵列封装: 基板上没有锡球焊盘阵列
 最常见的基板封装形式	 最近也常用仅采用平面焊盘的形式

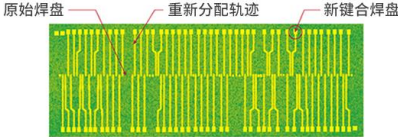
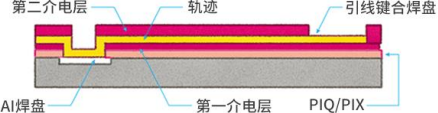
资料来源: SK 海力士, 五矿证券研究所

图表 16: 晶圆级封装 (扇入型 WLCSP 和扇出型 WLCSP)

扇入型 WLCSP 扇入型晶圆级芯片封装	扇出型 WLCSP 扇出型晶圆级芯片封装
 芯片	 芯片 环氧树脂模塑料 (EMC)
	
芯片 封装尺寸	

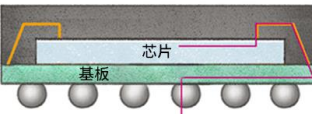
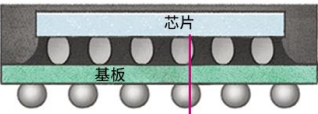
资料来源: SK 海力士, 五矿证券研究所

图表 17: 晶圆级封装 (RDL)

采用 RDL 技术的芯片
 原始焊盘 重新分配轨迹 新键合焊盘
芯片剖面图
 第二介电层 轨迹 引线键合焊盘 Al 焊盘 第一介电层 PIQ/PIX

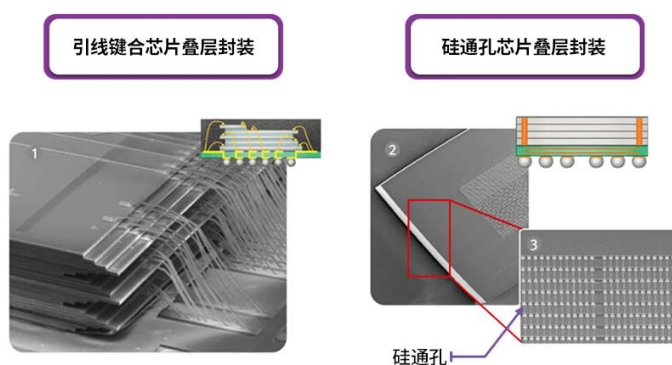
资料来源: SK 海力士, 五矿证券研究所

图表 18: 晶圆级封装 (倒片封装 Flip Chip)

传统细间距球栅阵列 (FBGA) 封装	倒片封装
 芯片 基板 信号路径	 芯片 基板 信号路径

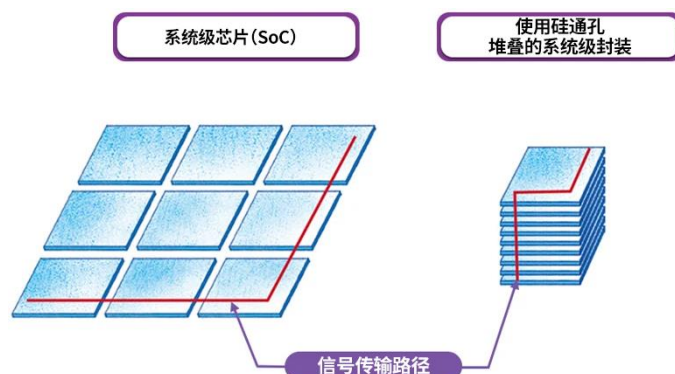
资料来源: SK 海力士, 五矿证券研究所

图表 19：使用硅通孔技术的芯片剖面图



资料来源：SK 海力士，五矿证券研究所

图表 20：硅通孔堆叠和 SiP 信号传输路径比较



资料来源：SK 海力士，五矿证券研究所

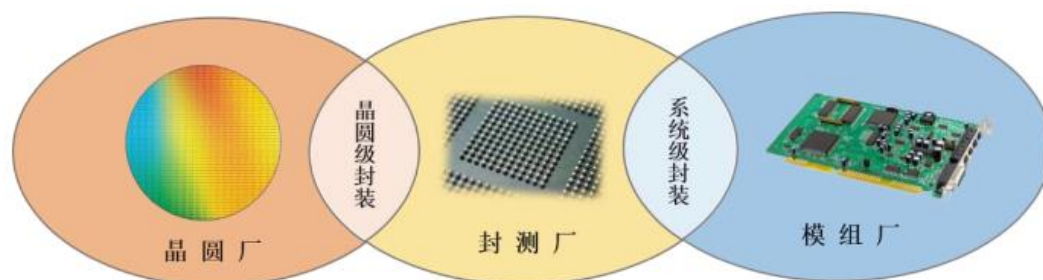
先进封装主要朝 2 个方向发展，第 1 是向上游晶圆制程领域发展（晶圆级封装），直接在晶圆上实施封装工艺，主要技术有 Bumping、TSV、Fan-out、Fan-in 等；第 2 是向下游模组领域发展（系统级封装），将处理器、存储等芯片以及电容、电阻等集成为一颗芯片，压缩模块体积，提升芯片系统整体功能性和灵活性，主要技术包括采用了倒装技术（FC）的系统级封装产品。

图表 21：先进封装发展方向及代表性技术

发展方向	相关说明	代表性技术
向上游晶圆制程领域发展(晶圆级封装)	为了在更小的封装面积下容纳更多的引脚，先进封装向晶圆制程领域发展，直接在晶圆上实施封装工艺，通过晶圆重构技术在晶圆上完成重布线并通过晶圆凸点工艺形成与外部互联的金属凸点	晶圆上制作凸点工艺(Bumping)、晶圆重构工艺、硅通孔技术 (TSV)、晶圆扇出技术晶圆扇入技术(Fan-out)、(Fan-in)等
向下游模组领域发展(系统级封装)	将以前分散贴在 PCB 板上的多种功能芯片，包括处理器、存储器等功能芯片以及电容、电阻等元器件集成为一颗芯片，压缩模块体积，缩短电气连接距离，提升芯片系统整体功能性和灵活性	系统级封装技术 (SiP)，包括采用了倒装技术(Flip-Chip)的系统级封装产品

资料来源：甬矽电子招股书，五矿证券研究所

图表 22：先进封装发展方向



资料来源：甬矽电子招股书，五矿证券研究所

图表 23：主要先进封装技术对比

	相关说明	主要优点	分类	主要应用
BGA 封装	BGA(球栅阵列式)封装是 1990 年初由美国 Motorola 与日本 Citizen 公司共同开发的先进高性能封装技术。基板背面按阵列方式支出球形触点作为引脚，在基板正面装备 IC 芯片(有的 BGA 的芯片与引脚在基板同一面)	缩短互联长度、缩小互联面积、成品率高、焊接工艺要求低、散热好	PBGA(塑料球栅阵列)CBGA(陶瓷球栅阵列)、CCGA(陶瓷圆柱栅格阵列)和 TBGA(载带球栅阵列)	CSP (芯片尺寸封装)、FC(芯片倒装封装)、MCM(多芯片模块)等先进封装都采用 BGA 技术
CSP 封装	(芯片尺寸封装)，全称 Chip Scale Package，是指封装外壳的尺寸不超过裸芯片尺寸 1.2 倍的一种先进封装形式，是 BGA 向小型化、薄型化方向发展形成的一种封装，典型结构有 4 个部分组成:IC 芯片、互连层、焊球(或凸点、焊柱)、保护层	封装密度高、电学性能优良、散热性能优良、测试和筛选容易	柔性基板封装、刚性基板封装、引线框架式 CSP 封装、晶圆级 CSP 封装(WLP)、薄膜型 CSP	存储器领域 (闪存 SRAM 和高速 DRAM)，正向着不同的产品渗透，如 LED、DSP、ASIC 等
Flip-chip 封装	Flip-chip(FC)即倒装封装技术，通过芯片上呈陈列排布的凸点实现贴装与引线键合工序的合二为一。由于与常规封装中芯片的放置方向相反，故而称为倒装。凸点技术(Bumping)是实现倒装的关键，凸点工艺直接影响到倒装技术的可行性和性能的可靠性	高密度 I/O 数、电性能优异散热良好	控制塌陷芯片连接(C4)直接芯片连接(DCA)和黏着剂连接	广泛应用于 CSP、BGA 中目前主流产品是引脚在 100 左右的存储器件或逻辑 IC 以及无引线模块的高频系统等
WLP 封装	WLP (晶圆级封装)是以 BGA 技术为基础的 CSP 封装中的一种，是封装技术取得革命性突破的标志，WLP 的 I/O 可以分布在 IC 芯片的整个表面，解决了随着 IC 尺寸减小、集成规模扩大带来的 I/O 高密度、细间距问题，WLP 以晶圆片为加工对象，直接在晶圆片上对众多芯片封装、老化、测试	封装效率高;同时具有 FCP 和 CSP 轻、薄、短、小的优点;电性能优异;工艺技术基于已存在的成熟技术	薄膜再分布技术、凸点制作技术	闪存、EEPROM、高速 DRAM、SRAM、LCD 驱动器、射频器件、电源/电池管理元器件、模拟元器件
3D 封装	3D 封装是指芯片在 Z 方向(垂直方向)上的垂直互连结构。TSV 是新兴的一种技术解决方案，可以进一步加快产品的时钟频率、降低功耗和提高集成度，与 POP 相比，封装尺寸缩小 35%，功耗降低 50%，带宽提升了 8 倍	大幅度缩小尺寸、减轻重量(40~50 倍);硅片效率 (超过 100%);延迟(缩短超过 300%);降低噪声干扰功耗(降低超 5 倍)等	三个阶段:采用引线和倒装键合技术堆叠;封装体堆叠 (POP); 采用硅通孔技术(TSV)	随着元器件和电路集成密度的不断提高 3D 封装技术将成为未来封装的最佳选择
SiP 封装	SiP(System in Package) 系统级封装是与 SoC(系统级芯片)并行发展起来的一项新技术。采用不同芯片进行并排或叠加的封装方式，将多种功能芯片，包括处理器、存储器等功能芯片集成在一个封装内，从而实现一个基本完整的功能	大幅减少开发时间、节约成本，有较强的灵活性和适应性，符合未来的发展方向	包含多个芯片及可能的无源器件构成的高功能系统;一个封装形成一个功能性器件，可以实现较高的功能性密度	应用于小型消费类电子产品，如可穿戴设备、智能手表、手环等

资料来源：新材料在线，五矿证券研究所

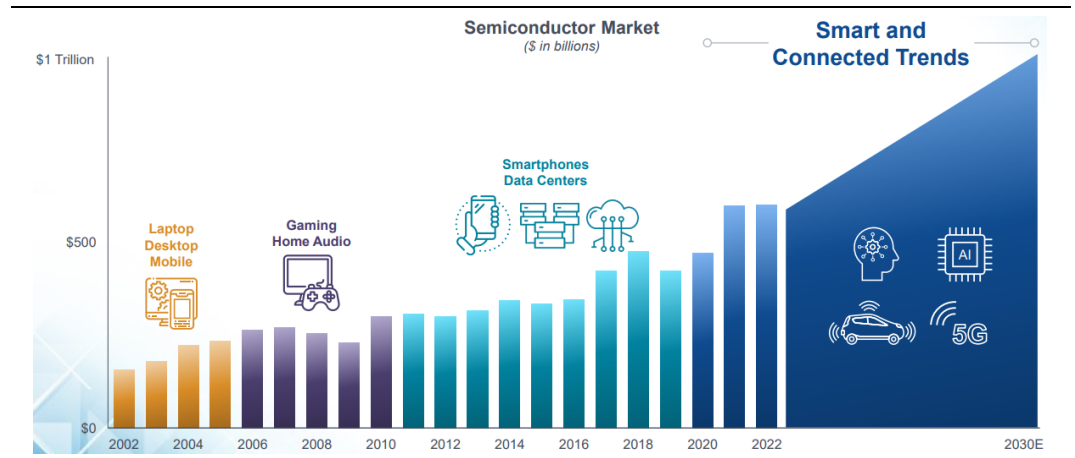
2. 全球半导体封装稳定增长，中国厂商重点布局

2.1 全球封装市场主要由中国台湾及中国大陆厂商主导

全球半导体行业市场规模在过去 20 年实现了整体较为稳定的正增长，根据 Gartner 和 McKinsey 数据，2002-2005 年，主要依靠笔记本电脑、台式电脑、功能机拉动，2006-2010

年，主要依靠游戏、音频等拉动，2011-2019 年主要依靠智能机、数据中心拉动，2020 年之后，在 AI、智能化时代，半导体行业有望继续保持正增长。

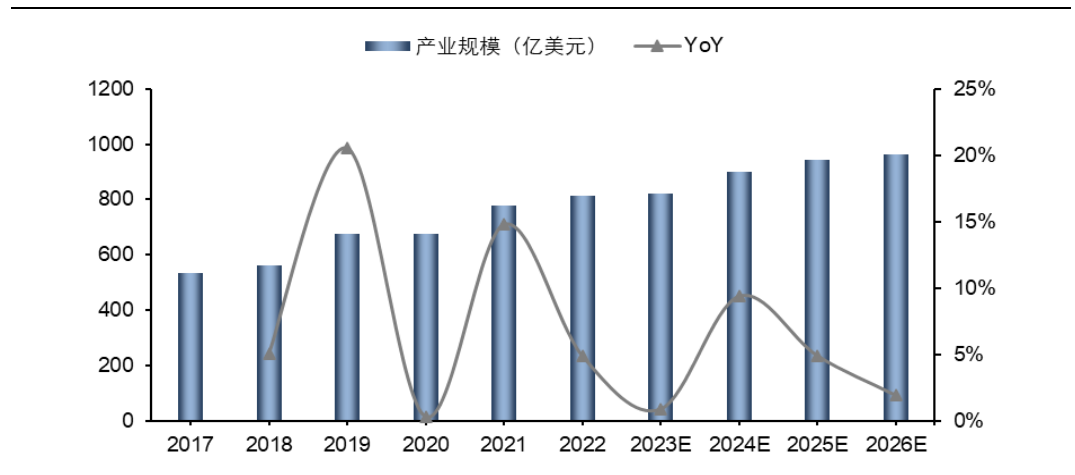
图表 24：大趋势推动全球半导体增长



资料来源：Gartner, McKinsey, Amkor, 五矿证券研究所

受益于半导体行业整体增长，半导体封测市场也有望保持稳定增长。根据 Yole 数据，2017-2022 年全球半导体封测市场规模从 533 亿美元增长到 815 亿美元，预计 2023 年将达到 822 亿美元，2026 年将达到 961 亿美元。

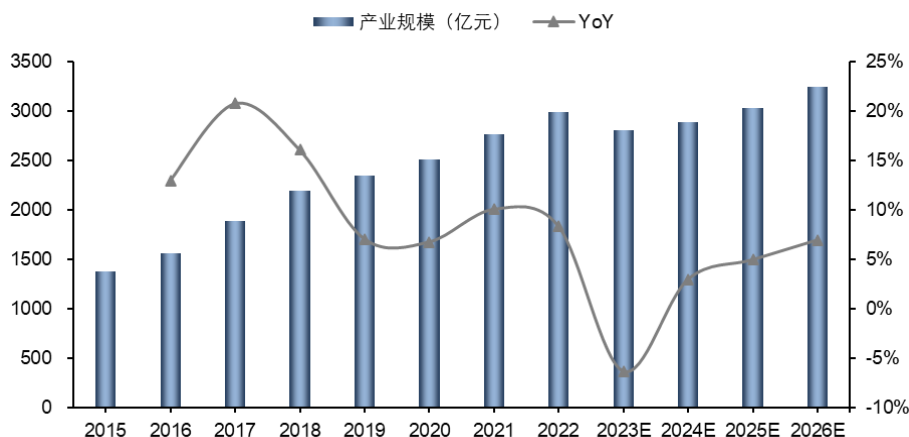
图表 25：全球半导体封测市场规模（亿美元）



资料来源：Yole, 集微咨询, 五矿证券研究所

中国作为全球最大的半导体消费市场，封测行业市场规模与全球规模保持基本同步。根据中国半导体行业协会数据,2015-2022 年中国半导体封测市场规模从 1384 亿元增长到 2995 亿元，预计 2023 年将达到 2807.1 亿元，2026 年将达到 3248.4 亿元。

图表 26：中国半导体封测市场规模（亿元）

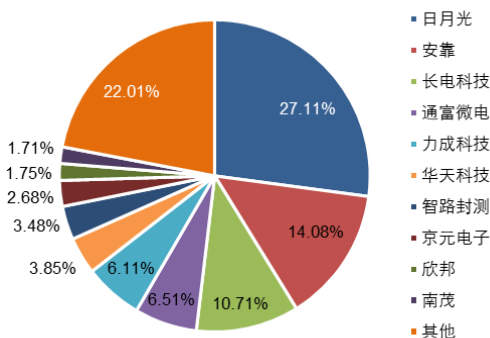


资料来源：中国半导体行业协会，集微咨询，五矿证券研究所

行业竞争格局方面，根据芯思想研究院数据，2022 年全球委外封测（OSAT）厂商 Top10 合计占比 77.98%，基本被中国台湾和中国大陆厂商包揽。其中日月光占比 27.11%，排名第 1；安靠占比 14.08%，排名第 2；中国大陆厂商长电科技/通富微电/华天科技/智路封测分列第 3/4/6/7 名，占比分别为 10.71%/6.51%/3.85%/3.48%。

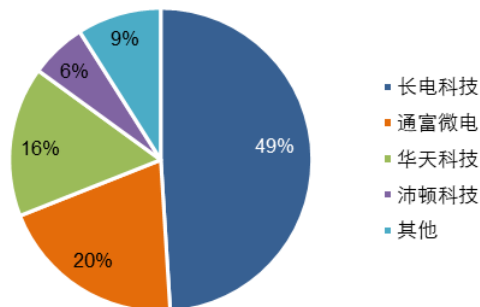
根据 Yole 数据，2021 年中国大陆委外封测厂商中，长电科技占比 49%，排名第 1；通富微电占比 20%，排名第 2；华天科技占比 16%，排名第 3。

图表 27：2022 年全球委外封测（OSAT）厂商市占率



资料来源：芯思想研究院，五矿证券研究所

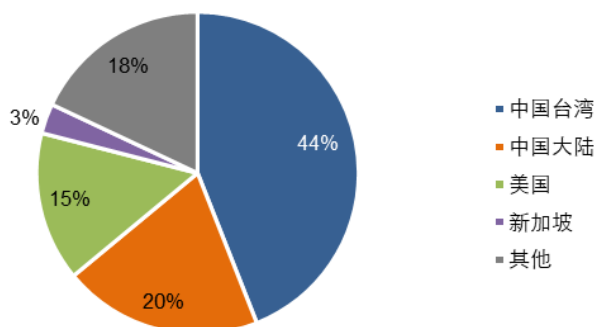
图表 28：2021 年中国封测厂商市占率



资料来源：Yole，五矿证券研究所

按区域分，全球封测市场中，中国台湾占比 44%，排名第 1；中国大陆占比 20%，排名第 2；美国占比 15%，排名第 3。中国是全球封测行业重心。

图表 29：全球封测行业市场区域占比分布



资料来源：华经产业研究院，五矿证券研究所

2.2 全球先进封装占比逐步增加，2026 年有望超过 50%

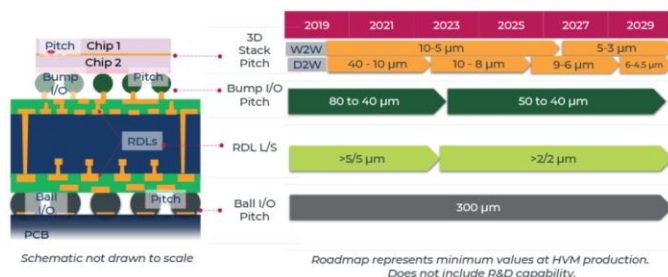
对比先进封装和先进制程技术水平，二者的工艺制程有着明显不同。先进制程方面，台积电、三星领先全球，英特尔也在奋力追赶，目前全球先进制程水平已经达到 4nm，未来还将继续向 3nm、2nm 迈进。先进封装方面，不同封装技术有所不同，有的几十 μm ，有的上百 μm ，甚至一些新技术未来将做到几 μm ，但是整体而言，先进封装尺寸仍处于 μm 级水平。

图表 30：先进封装 VS 先进制程技术路线图（工艺尺寸）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

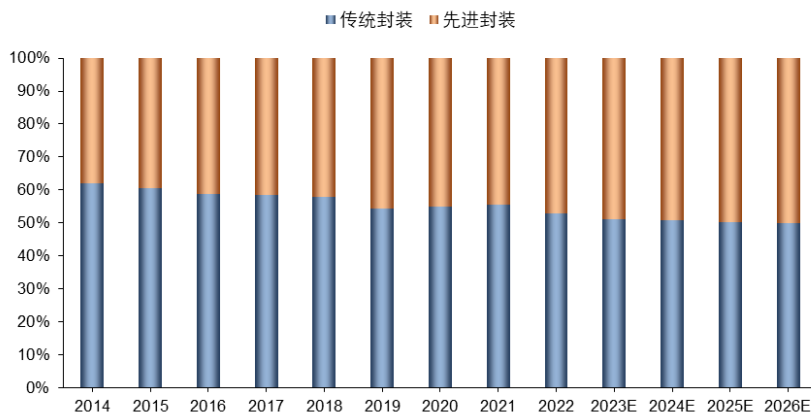
图表 31：先进封装技术路线图（工艺尺寸）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

回顾全球封装市场结构，根据 Yole 数据，先进封装占比有 2014 年的 38% 提升到了 2022 年的 47.2%，占比逐步提升，展望未来，随着先进制程进步放缓，先进封装作用将越来越重要，因此，先进封装未来占比将越来越大，封装技术将继续向小型化、集成化、低功耗方向发展，在新兴市场的带动下，附加值更高的先进封装将得到越来越多的应用，预计 2023 年先进封装占比将达到 48.8%，2026 年将首次超过传统封装，占比达到 50.2%。

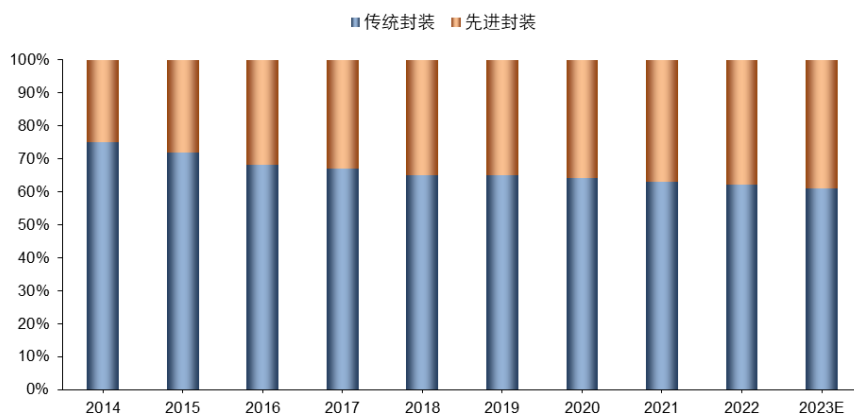
图表 32：全球半导体封装市场结构



资料来源：Yole，集微咨询，五矿证券研究所

根据集微咨询数据，中国半导体封装市场结构中，先进封装占比低于全球水平，但整体趋势方面，先进封装占比一直在提升，从 2014 年的 25% 提升到 2022 年的 38%，预计 2023 年将达到 39%。

图表 33：中国半导体封装市场结构

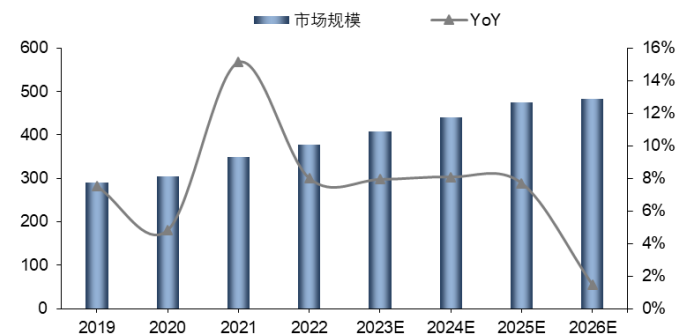


资料来源：集微咨询，五矿证券研究所

受益于半导体封装规模增长以及先进封装占比提升，全球半导体先进封装市场规模稳步提升，根据 Yole 数据，2019-2022 年，市场规模由 290 亿美元增长到 378 亿美元，预计 2023 年将达到 408 亿美元，2026 年将达到 482 亿美元。

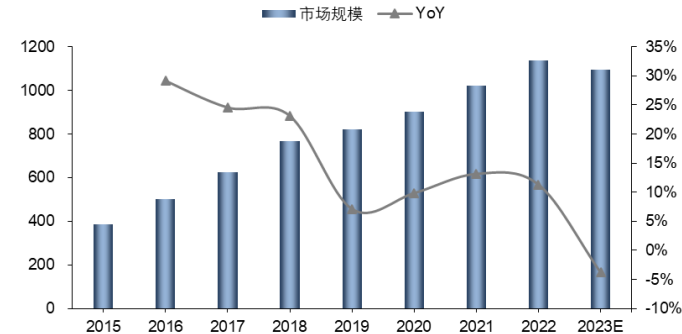
根据中国半导体行业协会和集微咨询数据，2015-2022 年，中国先进封装市场规模由 387.5 亿元增长到 1138.1 亿元，预计 2023 年将达到 1094.8 亿元。

图表 34：全球半导体先进封装市场规模（亿美元）



资料来源：Yole，集微咨询，五矿证券研究所

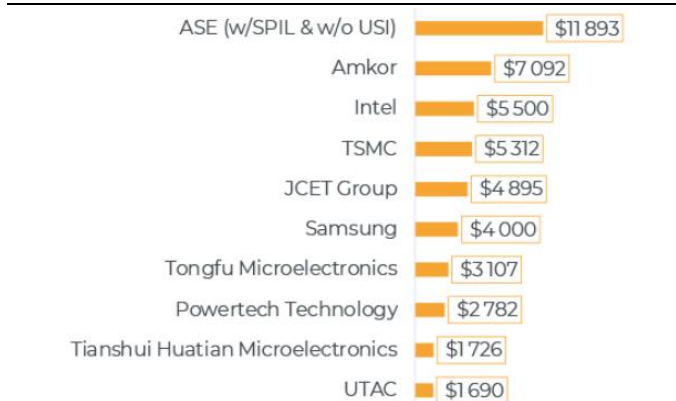
图表 35：中国先进封装市场规模（亿元）



资料来源：中国半导体行业协会，集微咨询，五矿证券研究所

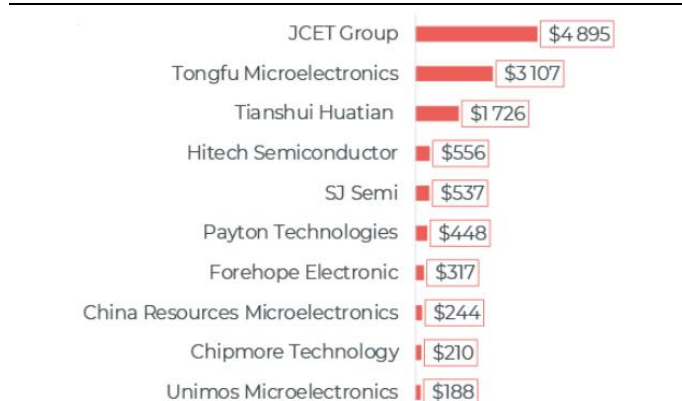
先进封装厂商主要以中国台湾、中国大陆、美国厂商为主，根据 Yole 数据，按收入规模排名，2022 年全球先进封装厂商包括日月光、安靠、英特尔、台积电、长电科技、三星、通富微电等，2022 年中国先进封装厂商包括长电科技、通富微电、华天科技等。

图表 36：2022 年全球先进封装厂商 Top10（按收入规模，百万美元）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

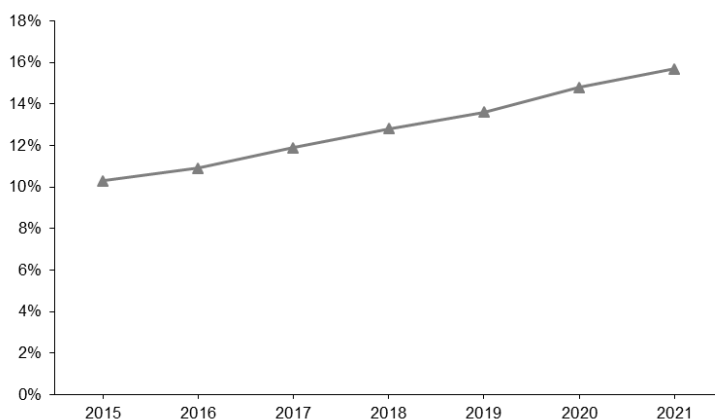
图表 37：2022 年中国先进封装厂商 Top10（按收入规模，百万美元）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

近年来，中国大陆厂商通过并购，快速积累先进封装技术，目前技术平台基本做到与海外同步，大陆先进封装产值占全球比例也在逐渐提升，根据观研天下数据，从 2015 年的 10.3% 增长至 2021 年的 15.7%，预计未来占比有望进一步提高。

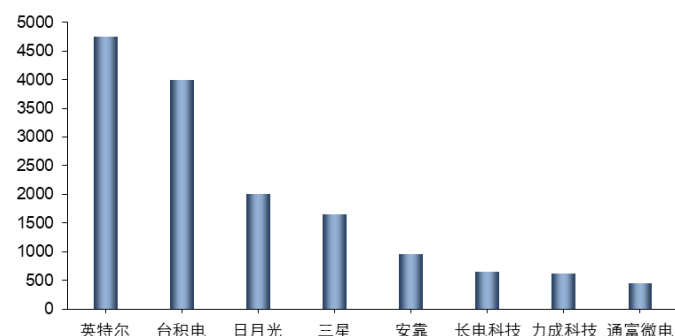
图表 38：2015-2021 年中国先进封装占全球比例



资料来源：观研天下，五矿证券研究所

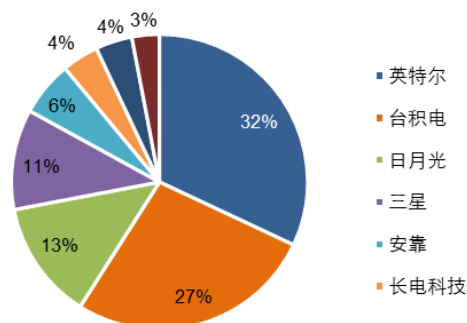
资本开支方面，2022 年全球先进封装厂商中，英特尔为 47.5 亿美元，占比 32%，排名第 1；台积电为 40 亿美元，占比 27%，排名第 2；日月光为 20 亿美元，占比 13%，排名第 3。

图表 39：2022 年全球先进封装厂商资本开支（百万美元）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

图表 40：2022 年全球先进封装厂商资本开支占比

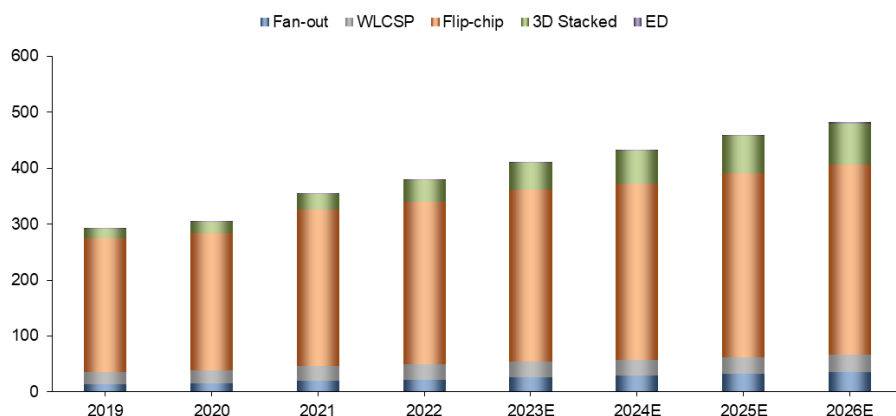


资料来源：Yole，五矿证券研究所

2.3 摩尔定律放缓及 AI 新需求带动下，龙头企业重点布局 Chiplet、CoWoS 等新技术

先进封装各细分技术方向中，2022 年扇出 (Fan-out) /晶圆级芯片封装 (WLCSP) /倒装 (Flip-Chip) /3D 堆叠封装/嵌入式芯片封装 (ED) 市场规模分别为 22.05/26.98/290.94/38.33/0.78 亿美元，预计 2023 年分别为 25.60/28.19/307.07/48.24/0.92 亿美元，预计 2026 年分别为 34.73/31.25/340.32/73.67/1.89 亿美元。倒装 (Flip-Chip) 规模最大，嵌入式芯片封装 (ED) 和 3D 堆叠封装增速最快，2020-2026 年 CAGR 分别为 25% 和 24%。

图表 41：先进封装细分市场规模（亿美元）



资料来源：Yole，集微咨询，五矿证券研究所

先进封装技术广泛应用于各类芯片和下游应用中，根据 Yole 数据，下游应用包括人工智能、智能汽车、AR/VR、高性能计算、物联网、5G、智能手机、区块链等，芯片包括 CPU/GPU、MCU、ASIC、FPGA、存储、传感器、模拟芯片、光电子等。

图表 42：各类先进封装技术在终端中应用

	CPU /GPU	APU	MCUs	ASICs	FPGAs	Memory	Sensors/ Actuators/CIS	Analog / Discretes	Opto-electronics
AI/ML				FC, FO					
Smart automotive /Electrification/ ADAS	FC, 2.5D/3D, FO, SiP	FC, FO, ED	FC, WB, QFN, WLCSP		FC, 2.5D/3D, FO		FC, FO, WB, QFN, WLCSP, SiP	FC, WB, FO, QFN, ED, SiP	
AR/VR									
HPC					FC, 2.5D/3D, FO				SiP, 2.5D/3D, FC, WB
IoT			FC, WB, QFN, WLCSP			FC, 3D, WB, QFN, WLCSP, SiP	FC, FO, WB, QFN, WLCSP, SiP		
5G	FC, 2.5D/3D, FO, SiP	FC, FO, ED						FC, WB, FO, QFN, ED, SiP	SiP, 2.5D/3D, FC, WB
Mobile							FC, FO, WB, QFN, WLCSP, SiP		
Blockchain / Cryptocurrency	FC, 2.5D/3D, FO			FC, 2.5D/3D, FO				FC, WB, FO, QFN, ED, SiP	

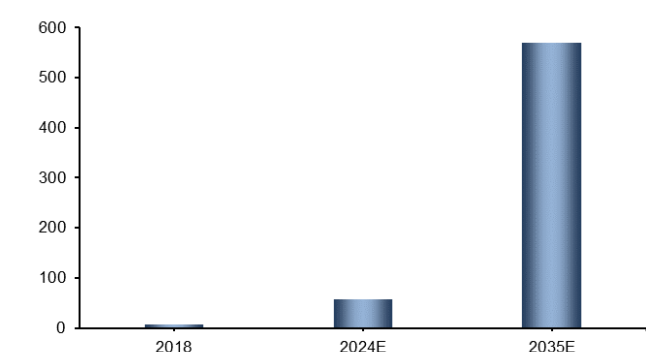
资料来源：Yole，五矿证券研究所

后摩尔定律时代的 Chiplet 已成为重要方向，Chiplet 通常被翻译为“粒芯”或“小芯片”，即为“粒度更小的芯片”。通过将原来集成于同一芯片中的各个元件分拆，独立为多个具特定功能的小芯片，分开制造后再透过先进封装技术将彼此互联，最终集成封装为系统芯片组。在摩尔定律放缓，高性能计算的设计成本、风险和设计时间不断攀升的前提下，Chiplet 技术是“后摩尔时代”集成电路技术发展的最优解。这种方式可以使得芯片中的各个功能模块与最合适的工艺制程相匹配，从而实现最优的性价比，在设计端降低了复杂度和成本、在制造端降低了成本并且提升了良率，同时大幅缩减芯片设计迭代的周期和风险。

根据 Omdia 数据，全球 2018 年 Chiplet 处理器芯片市场规模为 6.45 亿美元，2024 年将达到 58 亿美元，2035 年将达到 570 亿美元。

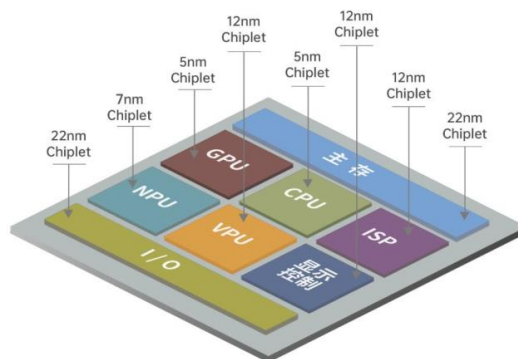
随着 AMD 和英特尔等企业将 Chiplet 技术商业化落地，这也开启了 IP 的新型复用模式，即硅片级别的 IP 复用，新的模式为 IP 厂商，尤其是具备设计能力的 IP 厂商，拓展了商业灵活性和发展空间。

图表 43：全球 Chiplet 处理器芯片市场规模（亿美元）



资料来源：Omdia，五矿证券研究所

图表 44：基于 Chiplet 的异构架构应用处理器示意图



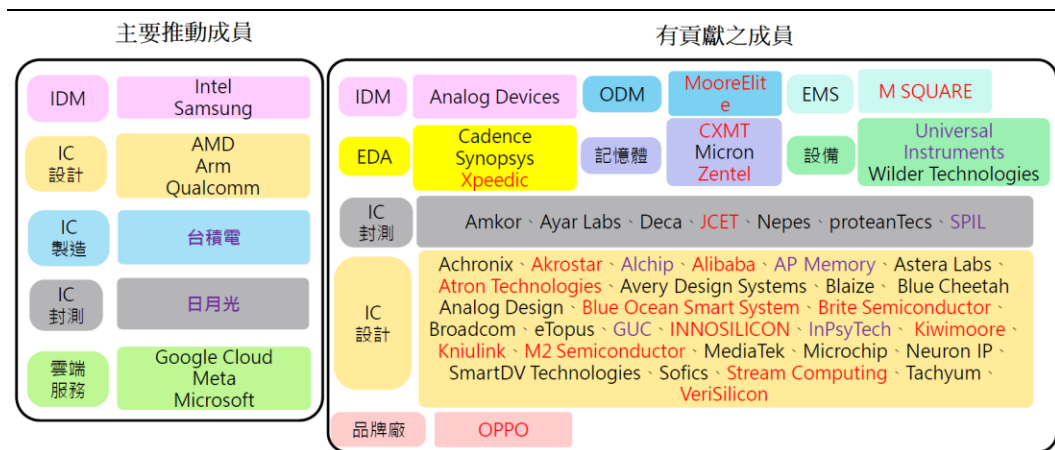
资料来源：芯原股份公告，五矿证券研究所

采用 Chiplet 技术的优势在于：1) 芯片可分解成特定模块。这可使单个芯片变得更小并可选择合适的工艺，以提高工艺良率，摆脱制造工艺的限制，降低成本；2) Chiplet 小芯片可被视为固定模块，并可在不同产品中进行复用，具有较高的灵活性。这不仅可以加快芯片的迭代速度，还能提高芯片的可扩展性；3) Chiplet 可以集成多核，能够满足高效能运算处理器的需求；4) 相较于更先进的半导体工艺制程，Chiplet 的综合成本更低，收益更高。

目前行业包括 Intel、AMD、Marvell 等在内的众多厂商都在积极开展 Chiplet 技术布局，相关产业生态链也在逐步完善中。2022 年 3 月，Intel 牵头并联合高通、ARM、AMD、台积电、日月光、三星、微软、谷歌云、Meta 共 10 大行业巨头联合成立了 Chiplet 标准联盟，正式推出了通用 Chiplet 的高速互联标准“Universal Chiplet Interconnect Express”（通用小芯片互连，简称“UCIe”），旨在定义一个开放的、可互操作的 Chiplet 生态系统标准。此标准实现了互连接口标准的统一，使不同芯片都可以通过统一的协议互连互通，大幅改善了 Chiplet 技术生态。

UCIe 自成立以来，已有数十家包含 IC 设计、封测、材料设备、电子设计自动化系统等不同类型的业者纷纷加入，显示 Chiplet 先进封装的跨领域特性。

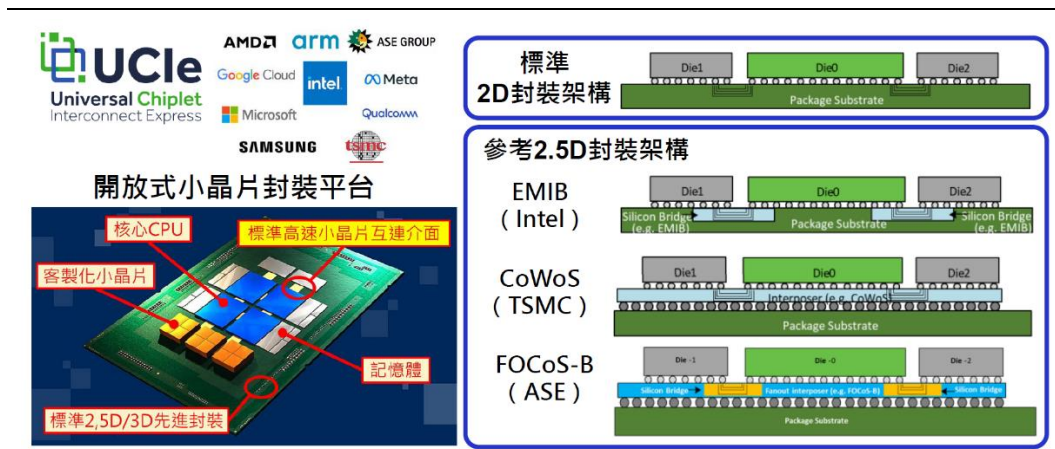
图表 45：Chiplet 联盟 UCIe 各领域主要成员



资料来源：UCIe，MIC，五矿证券研究所

Intel 作为 Chiplet 联盟的牵头人，推出了自己的开放式 Chiplet 封装平台，此外联盟目前已提供了数个 Chiplet 封装可用的架构，包括标准 2D 封装架构及 2.5D 封装架构，预计未来还将推出 3D 封装架构。

图表 46：开放式 Chiplet 封装平台



资料来源：UCIe，MIC，五矿证券研究所

Chiplet 技术发展的基础是先进封装。要将多颗芯片高效地整合起来，必须采用先进封装技术。在芯片尺寸不断增大、架构变得复杂的情况下，封装结构由原先的二维发展至三维。按封装

介质材料和封装工艺划分，Chiplet 的实现方式主要包括以下几种：MCM、2.5D 封装、3D 封装。

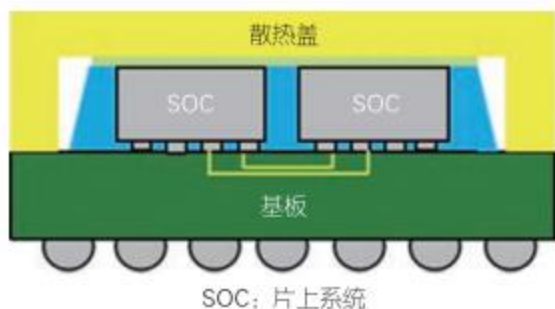
MCM 封装是指通过引线键合、倒装芯片技术在有机基板上进行高密度连接的封装技术。引线键合与框架封装一般用于 I/O 数目较少、对信号速率要求较低的情况，而倒装芯片技术可以支持更高的信号速率、更短的信号传输路径。封装尺寸可以达到 110mm×110mm，线宽/间距一般为 9μm/12μm。

2.5D 封装是指在 Chiplet 芯片之间通过中介层（转接板）进行高密度 I/O 互连的封装，其特点是多 Die 集成和高密度性，具体装又分为重布线层（RDL）Interposer 和 Si Interposer。

RDL Interposer 封装通过 RDL 在晶圆级上使多个芯片完成电性连接，可以将芯片与芯片之间的距离变得更小，使信号线宽和间距大幅度降低，提高了单位面积的信号密度，信号线宽/线距最小可达到 2μm/2μm。Si Interposer 技术是基于硅工艺的传统 2.5D 封装技术，通过在基板和裸片之间放置额外的硅层，可以实现裸片间的互连通信，信号线宽/线距最小可以做到 0.4μm/0.4μm。

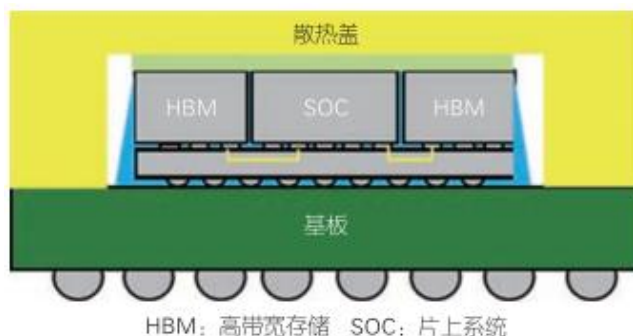
3D 封装是指在 2.5D 封装技术的基础上为了进一步压缩 bump 密度，直接在晶圆上通过硅穿孔实现连接的一种封装技术，二者的主要区别是 2.5D 封装是在 Interposer 上进行布线和打孔，而 3D 封装是直接在芯片上打孔和布线，电气连接上下层芯片。目前 3D 封装主要采用 Wafer on Wafer、Chip on Wafer 的混合键合技术。该方法能够实现的最小键合距离为 9μm，芯片厚度可以薄至 20~30μm。

图表 47：MCM 封装



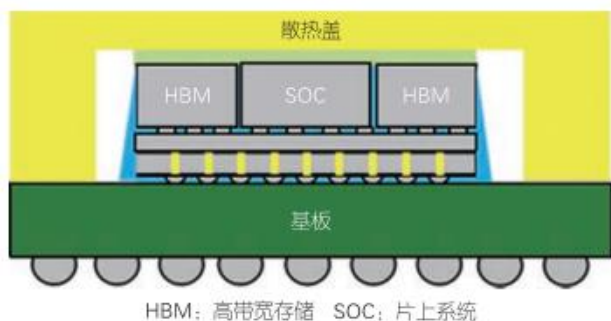
资料来源：ZTE，五矿证券研究所

图表 48：RDL Interposer 封装



资料来源：ZTE，五矿证券研究所

图表 49：Si Interposer 封装



资料来源：ZTE，五矿证券研究所

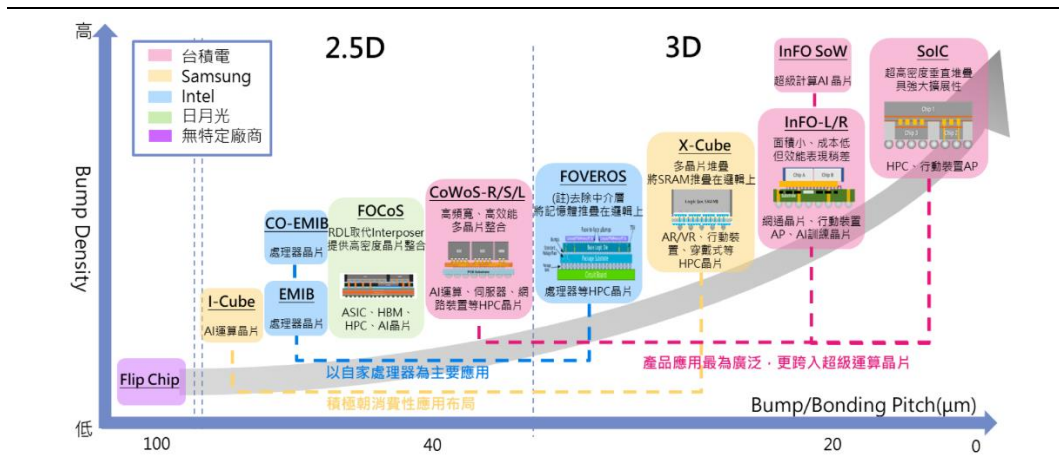
图表 50：Chiplet 封装形式对比

性能参数	MCM	RDL Interposer	Si Interposer	3D 封装
集成密度	低	较高	较高	高
布线密度 (μm/μm)	12/12	2/2	0.4/0.4	0.4/0.4
bump 密度 /μm	90	45	30	9
设计复杂度	低	中	较高	高
信号传输长度/mm	<10	<5	<5	<0.03
成本	低	中	较高	高
供应商	封测厂	晶圆厂/封测厂	晶圆厂	晶圆厂

资料来源：ZTE，五矿证券研究所

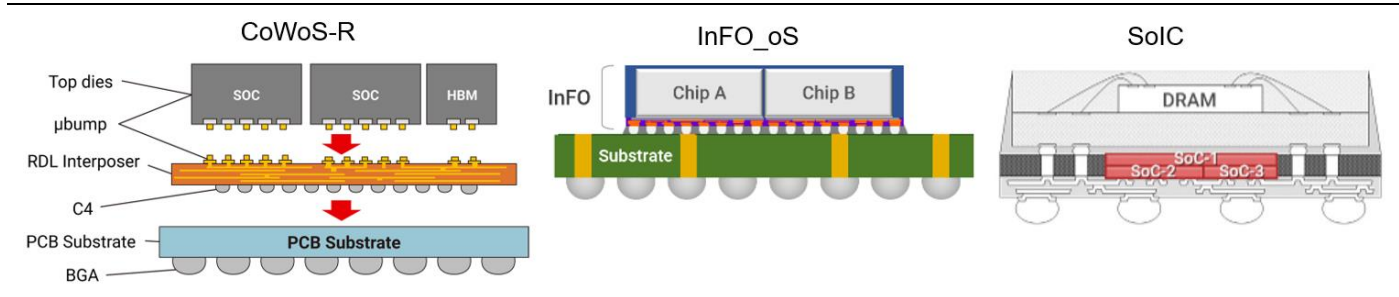
在芯片堆叠密度增长及多芯片整合的需求下，大厂纷纷投入先进封装技术的发展。其中台积电、三星、Intel 三大晶圆制造大厂通过将其先进制程技术所产出的芯片配合自家先进封装，来完成客户产品；而全球封测龙头日月光则从自身封装技术出发，逐步发展出 2.5D 及 3D 先进封装技术。整体而言，台积电目前处于领先地位，从 2.5D 到 3D 封装都有相当完整的技术，公司旗下 3D Fabric 平台拥有 CoWoS、InFO 和 SoIC 三种封装工艺，三星则拥有 I-Cube、H-Cube 和 X-Cube 技术，Intel 的 EMIB 及 Foveros 技术也逐渐形成了一个平台。I-Cube、EMIB 是类似于 CoWoS 的 2.5D 方案，X-Cube、Foveros 是类似于 SoIC 的 3D 方案。

图表 51：半导体厂商积极布局先进封装



资料来源：MIC，五矿证券研究所

图表 52：台积电先进封装技术



资料来源：TSMC，五矿证券研究所

先进封装技术水平高，因此大厂也投入高资本开支用于新技术的研发量产。根据 MIC 数据，2022 年 Intel 先进封装资本开支为 30-40 亿美元，台积电先进封装资本开支为 25-35 亿美元，三星先进封装资本开支为 10-20 亿美元，日月光先进封装资本开支为 15-25 亿美元，各大厂资本开支主要用于 2.5D 和 3D 封装技术发展。

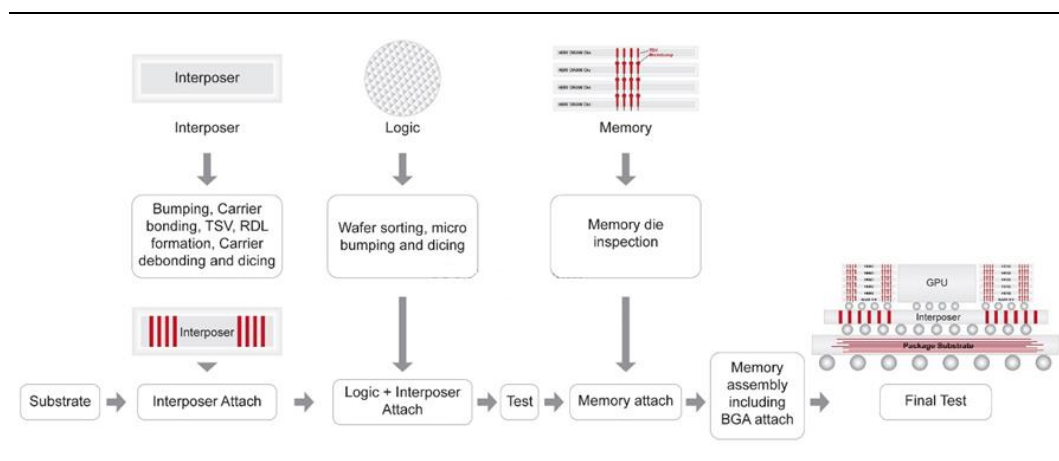
图表 53：2022 年半导体大厂先进封装资本开支（亿美元）

排名	厂商	资本支出	主要发展的封装技术	采用先进封装技术的新产品
1		30-40	EMIB、Foveros	2022 年推出的 Sapphire Rapids 伺服器处理器、Ponte Vecchio 资料中心绘图晶片、与开始试产的 Meteor Lake 处理器皆采用 Foveros
2		25-35	3DSolC™所需的 Ultra-High-Density Fan-Out(UHD FO)、CoWoS [®]	Graphcore 的 Bow IPU 为世界首个采用 3D 晶圆封晶圆堆叠 (Wafer-on-Wafer,Wow)先进封装的处理器
3		15-25	FOCoS、FO-EB 唯一有 UHD FO 解决方案的 OSAT	以有机载板 PoP 封装(HBPoP)封装联发科 2022 年发表之旗舰 5G AP 天玑 9000
4		10-20	2.5D: 矽中介层的 I-Cube™·RDL 中介层的 R-Cube™、混合载板大面积封装的 H-Cuber™ 3D: TSV 堆叠技术的 X-Cube™	Samsung 自有处理器、记忆体

资料来源：MIC，五矿证券研究所

2023 年，在以 ChatGPT 为代表的 AIGC 驱动下，英伟达、AMD 的 GPU、CPU 等需求大幅增加，这些芯片大多采用了台积电的 CoWoS 封装，同时亚马逊 AWS、博通、思科和赛灵思等公司也都提高了对台积电的产能需求，CoWoS 先进封装产能告急，台积电未来将扩大产能满足客户需求。

图表 54：CoWoS 整合过程



资料来源：Counterpoint，五矿证券研究所

中国封测厂商亦在发力先进封装，根据《上海集成电路产业发展研究报告》，2022 年中国大陆封测企业 Top10 中，长电科技、通富微电、华天科技包揽前 3 名，长电科技的先进封装主要有 SiP、WL-CSP、FC、eWLB、PiP、PoP、2.5D、3D，同时 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。通富微电在 WLP、SiP、Fanout、2.5D、3D 堆叠等先进封装技术方面均有布局和储备，拥有多样化 Chiplet 封装解决方案，已具备 7nm、5nm、FCBGA、Chiplet 等先进技术优势。华天科技则已掌握了 SiP、FC、TSV、Bumping、Fan-Out、WLP、3D 等集成电路先进封装技术，具备 5nm 芯片的封装技术，Chiplet 封装技术已经量产。



图表 55：2022 年中国封测厂商销售规模 Top10（亿元）

排名	公司名称	总部所在地	主要封装技术	2021 年	2022 年	增长率
1	长电科技	江苏无锡	Wire bonding、QFN 到 WLP、FCBGA、2.5/3D	305.02	337.62	10.7%
2	通富微电	江苏南通	Bumping、WLCSP、FC、BGA、SiP、QFN、QFP、SO、MES	158.12	214.29	35.5%
3	华天科技	甘前天水	DIP、SOP、SiP、CSP、WLP/WLCSP、2.5D/3D (TSV)	120.97	119.06	-1.6%
4	智路封测	江苏苏州	Bumping、WLCSP、FC、BGA、SiP、QFN、QFP、SO、EMS	91.46	109.68	19.9%
5	沛顿科技	广东深圳	BGA、FC、WLBGA	25.38	26.00	2.4%
6	甬矽电子	浙江宁波	FCCSP、FCBGA、FC、SiP、BGA、QFN、MEMS	20.55	21.84	6.3%
7	盛合晶微	江苏江阴	BUMPING、WLCSP	14.96	18.38	22.9%
8	颀中科技	安徽合肥	COF、COG、COP、BUIPPING、TLCSP、FC	13.20	13.17	-0.2%
9	宏茂微	上海	TSOP、BGA、IEMS、DFN、TSOP、BGA	8.80	12.77	45.1%
10	晶方科技	江苏苏州	MEMS、WLBGA	14.11	12.00	-15.0%

资料来源：《上海集成电路产业发展研究报告》，五矿证券研究所

从各大厂商先进封装业务占比来看，甬矽电子占比 100%，通富微电、华天科技、长电科技占比分别为 75%、70%和 65%，智路占比>50%。先进封装无论是在技术壁垒、还是利润贡献上都优于传统封装，因此头部企业优先布局或转型先进封装业务，不仅符合未来封装业发展方向，同时也有助于公司保持核心竞争力。

图表 56：中国大陆综合性封测企业先进封装能力排名

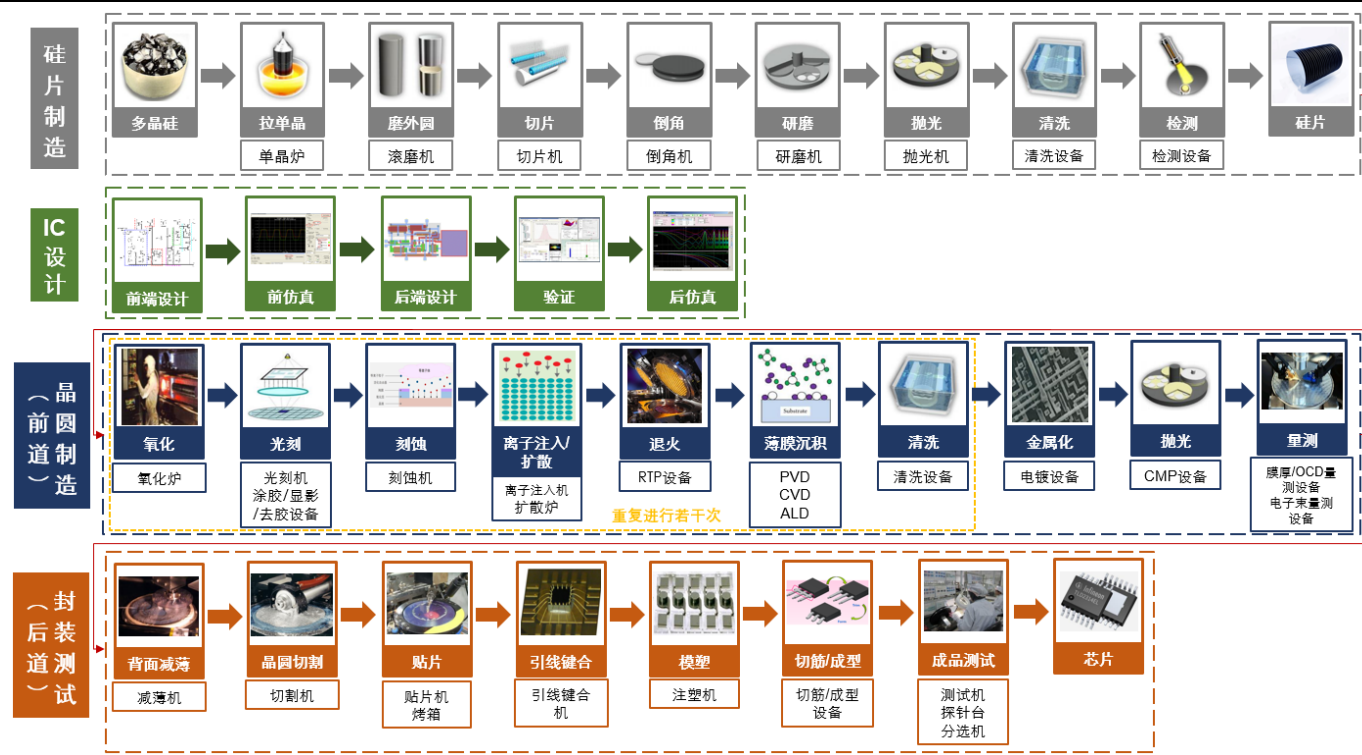
排名	企业	先进封装占比
1	甬矽微电子	100%
2	通富微电	75%
3	华天科技	70%
4	长电科技	65%
5	智路联合体	>50%
6	气派科技	25%
7	华宇电子	15%
8	华润微	10%
9	利普芯	<5%
10	蓝箭电子	<5%

资料来源：公司年报，集微咨询，五矿证券研究所

3. 封装设备为核心基础，国产化率亟需提升

封装工艺上游核心环节包括设备和材料，设备和材料决定了封装工艺能否顺利完成。封装过程主要包括背面减薄、晶圆切割、贴片、引线键合、模塑和切筋/成型，需用到减薄机、划片机、固晶机、烤箱、引线键合机、注塑机以及切筋/成型设备等。封装结束后做最后的成品测试，主要用到测试机、探针台、分选机等。测试合格后的芯片将被应用于消费电子、IoT、汽车电子、工控、医疗、通信等各下游领域。

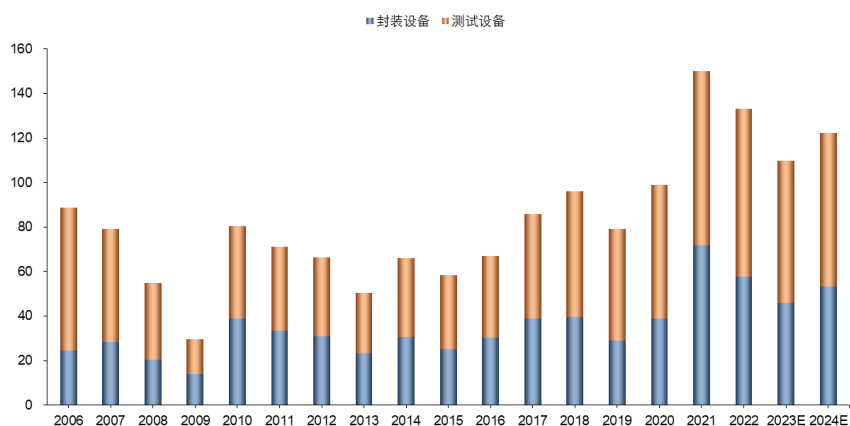
图表 57：IC 工艺流程及对应半导体设备



资料来源：前瞻产业研究院，华峰测控招股书，五矿证券研究所

全球半导体封装设备市场规模整体保持向上趋势，根据 SEMI 数据，2022 年市场规模为 57.8 亿美元，2023 年由于消费电子等下游需求不足，预计市场规模将下降至 45.9 亿美元，随着 2024 年市场需求回暖，预计 2024 年将达到 53.4 亿美元。

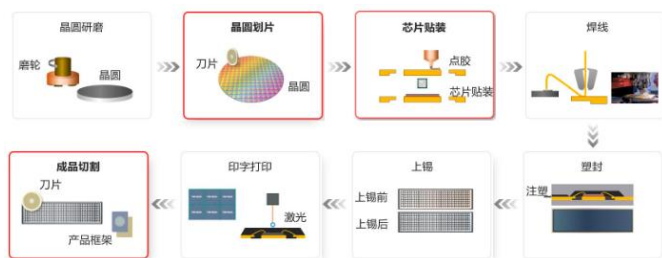
图表 58：全球半导体封装测试设备市场规模（亿美元）



资料来源：SEMI，五矿证券研究所

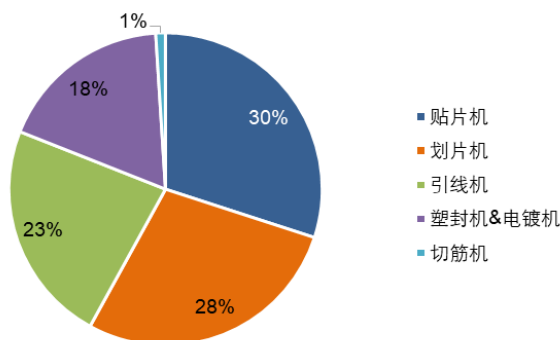
各类封装设备中，划片机（切割机）、固晶机（贴片机）、引线键合机最为重要，占封装设备整体规模占比分别为 28%、30%和 23%，此外，塑封机&电镀机占比 18%，其他设备合计占比 1%。

图表 59：半导体封装工艺



资料来源：腾盛精密，五矿证券研究所

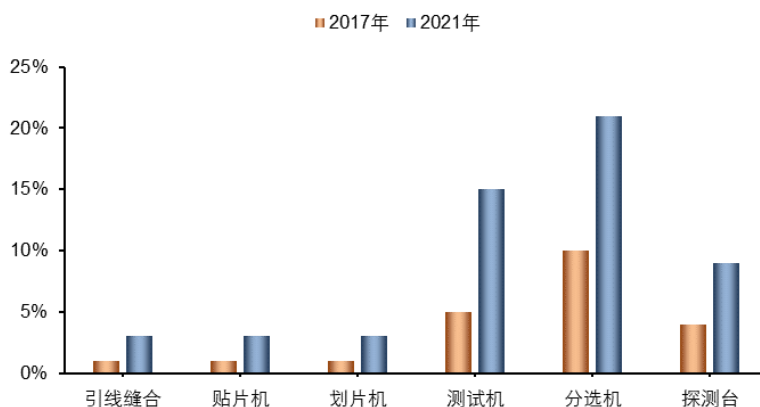
图表 60：全球半导体封装设备分类及占比



资料来源：SEMI，五矿证券研究所

根据华经产业研究院数据，2021 年中国大陆主要封装设备国产化率仍然偏低，其中划片机、固晶机、引线键合机均为 3%，国产替代需求迫切。

图表 61：中国大陆封装测试设备国产化率



资料来源：华经产业研究院，五矿证券研究所

3.1 划片机：金刚石切割为主流，日本厂商占据 90% 份额

晶圆划片机，又称切割机（Dicing Equipment），是一种使用刀片或激光方式切割芯片的高精度设备，主要用于半导体后道封测中晶圆切割和 WLP 切割环节，切割的质量与效率会直接影响芯片的封装质量和成本。下游应用包括 IC、分立器件、传感器、光电器件等多种半导体产品。

晶圆划片主要分为刀片切割和激光切割两种，刀片切割是最为广泛使用的切割工艺，占整体划片市场份额的 80%，主要用于切割较厚的晶圆（>100μm），具有效率高、成本低、使用寿命长等优势，预计刀片切割在未来较长时期内仍将是主流方式，其中金刚石切割是主流刀片技术。激光切割属于非接触式加工，占整体划片市场份额的 20%，主要用于切割较薄的晶圆（<100μm），具有精度高、效率高等优点，并且可以避免对晶体硅表面造成损伤（厚度不到 30μm 的晶圆则使用等离子切割，切割速度更快）。Chiplet 技术切割芯粒最重要的设备就是激光划片机。

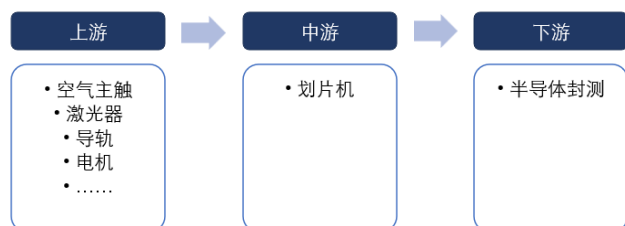
图表 62：晶圆划片分类

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

资料来源：西斯特，五矿证券研究所

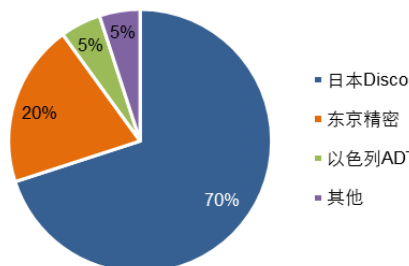
划片机产业链上游包括空气主轴、激光器、导轨和电机等，中游为划片机设备，下游为半导体封测厂商。根据华经产业研究院数据，全球半导体划片机市场集中度高，日本厂商 DISCO 占比 70%，排名第 1；日本厂商东京精密占比 20%，排名第 2；中国厂商光力科技（ADT）占比 5%，排名第 3。

图表 63：划片机产业链



资料来源：共研网，五矿证券研究所

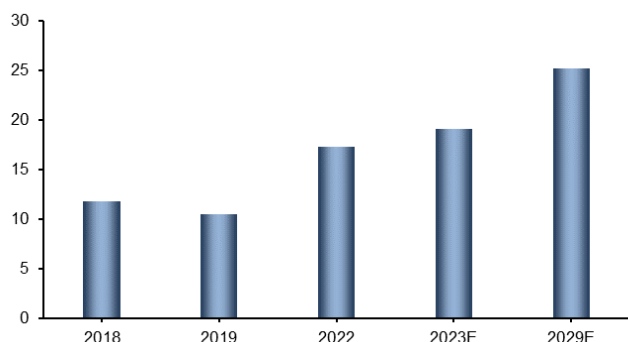
图表 64：全球半导体划片机市场格局



资料来源：华经产业研究院，五矿证券研究所

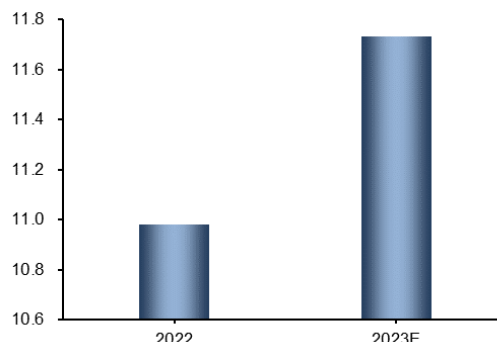
根据共研网和 Global Info Research 数据，2022 年全球划片机市场规模为 17.25 亿美元，预计 2023 年将达到 19.10 亿美元，2029 年将达到 25.18 亿美元。中国市场 2022 年市场规模为 10.98 亿美元，预计 2023 年将达到 11.73 亿美元，2029 年将达到 16.20 亿美元。

图表 65：全球划片机市场规模（亿美元）



资料来源：共研网，Global Info Research，五矿证券研究所

图表 66：中国划片机市场规模（亿美元）



资料来源：共研网，Global Info Research，五矿证券研究所

全球划片机主要厂商中，DISCO 是全球晶圆划片机最大厂商，代表了国际半导体划片机技术的最高水平，产品在精度、稳定性、市占率等方面始终保持市场领先，可以做到定位精度 3 μ m，重复定位精度 2 μ m。

东京精密最初从测量仪器起家，1970 年开发了第一台晶圆切割机 A-WD-75A，2011 年开始量产半导体生产线中全球最小、速度最快的划片机 AD3000T/S(1000 mm/s),定位精度 2 μ m，重复精度 1 μ m，最高速度 1000mm/s。

光力科技是中国刀片划片机的引领者。公司通过收购全球切割划片机发明者 LP 公司和全球第三大半导体切割划片机公司 ADT 公司，使得光力科技在半导体后道封测装备领域拥有设备、零部件、耗材等全面的研发能力和技术积累与生产实践经验。LP 是全球第一家发明半导体切割划片机的企业，且拥有高性能高精空气主轴，和 DISCO 为业内仅有的两家既有划片设备，又有核心零部件高精空气主轴的公司；ADT 是全球排名第三的切割划片机制造企业，ADT 刀片在业界享有盛名。公司在郑州航空港建设划片机产业基地一期，预计 2023 年底国内半导体切割划片机可以达到年产 500 台的生产能力。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。新品进度方面，公司 12 英寸双轴三工位全自动减薄机 3230 即将进入客户端进行验证，用于 wettable QFN 切割的 12 英寸双轴全自动切割划片机 80WT 已通过客户端验证，性能得到客户的高度认可并形成订单，国产化空气主轴和刀片预计 2023 年底实现批量生产，国产化激光划片机也在按计划研发。

图表 67：主要划片机厂商汇总

企业名称	企业介绍	新品应用
DISCO 迪斯科公司	主要产品有晶圆划片机、抛光机、平坦机、分割机、切割刀片等。在划片机领域，Disco 约占全球 70%左右的划片机市场份额	全自动划片机 DFD6760，配置两个工作台，采用对象式双主轴，选配 DFD6362 中备受好评的切割部双流液体喷射，磨轮罩以及工作台水帘
东京精密	东京精密仅次于 DISCO，东京精密的划片设备市占仅次于有利用激光，进行完全干式切割的机器已投放市场	AD3000T-PLUS 为 12 英寸兼容全自动划片机以世界上最小的占地面积、高吞吐量和高加工质量实现卓越的 CoO（拥有成本），充分利用我们的核心
光力科技	于 2019 年光力科技全资子公司光力瑞弘参股收购了国际第三大的半导体切割装备企业以色列 ADT 公司进入半导体划片机领域，和 Disco 为业内仅有的两家既有划片设备，又有核心零部件高精空气主轴的公司	全自动双轴 12 寸全自动划片机 ADT-8230(定位精度 3 μ m，重复定位 1 μ m)，半自动双轴晶圆切割划片机 ADT-6230、半自动单轴切割机 ADT-610 等系列产品
和研科技	主营 6-12 英寸 DS 系列精密划片机 D5260920091008301820623V616 等型号)、JS 系列全自动切割分选一体机等半导体专用精密切割设备	并推出全新 HG 系列磨片设备、升级迭代 JS、DS 系列划片设备面向市场
京创先进	量产了 JDV-9230JIG SAWARP9100 Panel Saw、AR3000AR6000、AR7000、AR7200.AR8000、AR8200、AR9000 系列 6-12 英寸系列	目前旗下已拥有涵盖 AR 系列精密自动划片机、Jig Saw 全自动切割分选一体机、AG 系列自动减薄机。JDV-9230 JIG SAW 参数定位精度 3 μ m，重复精度 1 μ m
北京中电科	致力于集成电路封装设备、半导体材料加工设备的研发、制造与市场服务，主要产品有减薄、划切设备	公司有全自动划片机 HP-1221/1201/808/6103/6100 系列，激光划片机 JHQ-410 系列。十余年来，公司累计为国内外客户提供划片机等设备 1000 多台(套)
迈为股份	公司凭借在激光技术在光伏领域的积累，已率先实现了半导体晶圆激光开槽、激光改质切割等装备的国产化，并聚焦半导体泛切割	激光改质切割设备 MX-SSD2C，切割速度可达 1000mm/s;激光开槽设备 MX-SLG1C，开槽深度 210 μ m，切割速度可达 1000mm/s

大族激光	作为中国工业激光设备制造的开拓者，凭借先进的激光加工技术整合与应用，致力为高端芯片制造提供专业的加工方案和技术支持服务	在晶圆切割设备领域有全自动晶圆激光开槽设备 DSI-S-GV5232 (600mm/s，加工精度<+3um)，碳化硅晶圆改质切割设备 DSI-S-TC9310 (加工速度 400-1000mm/s，加工精度+1um，重复定位精度 1um)
博捷芯(深圳)半导体有限公司	为博杰股份控股子公司，通过收购陆芯半导体，升级为一专业从事半导体材料划片设备及配件耗材的研发、生产、销售于一体的高新技术企业	型号有 BJX3252/3352/3356/6366。6366 全自动精密划片机，直线度实测 0.9um/全程 2um。定位精度可达 2um，最大速度 600mm/s
达仕科技	是专注于晶圆及封测领域的高端设备供应商，拥有第三代激光划片机主要包含无缝切割、激光开槽、激光隐形切割三类设备	开槽深度可做到 20um 以上，热影响区控制在 2um 以内，槽底平整度小于 1um
美迪凯	有半导体零部件及精密加工服务	公司晶圆背部减薄及切割工艺，实现 12 英寸晶圆 TTV<2.5um、切割后崩边<10um 及芯片表面的高标准外观要求
腾盛精密	拥有半导体封测晶圆划片、成品切割/分选方案，产品型号有 ADS1010/1220/1210//2100/3200	定位精度<03um@310mm，重复定位精度:1ummm
镁伽	半导体领域制造和测试装备的创新者，拥有众多成熟可靠的产品和解决方案	晶圆切割设备 Y 轴定位精度 0.003mm/305mmZ 轴重复精度 0.001mm
沈阳科晶	已经拥有涵盖材料切割、研磨、抛光、涂膜、镀膜、混合、压轧、烧结、分析等领域以及相关耗材的上百种产品	有 SYJ-1610 精密划片机
艾凯瑞斯	公司目前的核心产品为半导体划片机及划切整体解决方案，主要应用于半导体晶圆切割	SD1222/612A/1212A/1222A,定位 2um,重复定位 1um
德龙激光	公司主营业务为精密激光加工设备及激光器的研发、生产、销售，并为客户提供激光设备租赁和激光加工服务	有半导体晶圆激光隐形切割设备、晶圆激光开槽设备(lowk)、LED 晶圆激光应力诱导切割设备
深圳市纬迪科技有限公司	纬迪科技主打产品有精密划片设备贴膜设备以及清洗设备等	成功研发了 WAD3900 精密划片机
郑州轨交院联合河南通用智能装备有限公司	中国长城旗下单位	研制出我国首台半导体激光隐形晶圆切割机 HGL1341 晶圆激光隐切设备
郑州轨交院联合河南通用智能装备有限公司	中国长城旗下单位	研制出我国首台半导体激光隐形晶圆切割机 HGL1341 晶圆激光隐切设备
苏州硅时代	有晶圆切割划片业务	激光切割支持 Si 基 MEMS 产品，切割宽度<10um
深科达	一家后道封装设备厂商	公司正在研发的芯片划片机可以应用于碳化硅
深圳市华腾半导体设备有限公司	集研发、制造、销售、服务于一体的中国领先 LED 封装设备企业，有全自动划片机业务	有机台 AD1221A，FAD1220A.FAD1210A，平整度 5um，定位 1.5um,重复定位 1um
郑州琦升机械设备有限公司	主要生产精密划片机、高精度划片刀、陶瓷吸盘、修刀板等应用于电子行业的切削设备及超硬材料切削工	划片机产品已在国内多家企业成功投产刀具产品已成功配套各类划片机及各种材料的切割

资料来源：共研网，未来半导体，五矿证券研究所

3.2 固晶机：贴片环节核心设备，新加坡及荷兰厂商优势明显

固晶机（Die bonder），也称贴片机，是封测的芯片贴装（Die attach）环节中最关键、最核心的设备，能够保证高速、高精度地贴放元器件，并实现定位、对准、倒装、连续贴装等关键功能和步骤。固晶机工作时，会将芯片从已经切割好的晶圆上抓取下来，并放置在基板对

应的 Die flag 上，最后用银胶（Epoxy）把芯片和基板粘接在一起。

封装贴片机分为 FC 封装贴片机、FO 封装贴片机和 2.5D/3D 贴片机。

按照下游应用类型，可分为 IC 固晶机、分立器件固晶机、LED 固晶机，主要应用于半导体电芯片、光芯片、光模块、硅光器件、传感器等封装制程。

按照精度等级：可分为超高精度固晶机、中高精度固晶机、低精度固晶机。超高精度固晶机，精度在 $\pm 3\sim 5\mu\text{m}$ 以内，主要品牌有 Datacon、MRSI、ASM，在 IC 先进封装领域，目前全球最高精度的是 ASMPT COS 贴片机，精度可做到 $\pm 1\mu\text{m}$ 。国产设备中，最高精度为华封科技 AvantGo 2060W 贴片机，精度可做到 $\pm 3\mu\text{m}$ ；中高精度固晶机，精度约在 $\pm 25\mu\text{m}$ 范围，UPH 约在 15~20K，主要品牌有 ASM、ESEC、雅马哈、日立等；国产 IC 固晶机的普遍精度 $\pm 25\mu\text{m}$ 以上，UPH 在 12-15K。

固晶机产业链上游包括取料、推料、点胶、摆臂等，中游为固晶机设备，下游为 LED、逻辑芯片、分立器件、内存等。根据 Yole 数据，2024 年全球半导体固晶机下游市场中，LED 占比为 22%，排名第 1；逻辑芯片占比为 21%，排名第 2；分立器件和光电子占比均为 15%，并列第 3。

图表 68：固晶机产业链



资料来源：华经产业研究院，五矿证券研究所

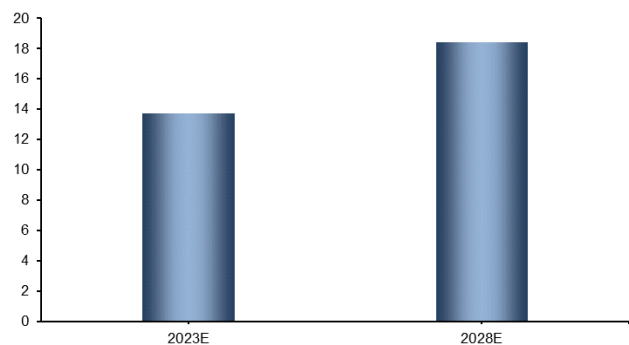
图表 69：固晶机下游占比



资料来源：Yole，五矿证券研究所

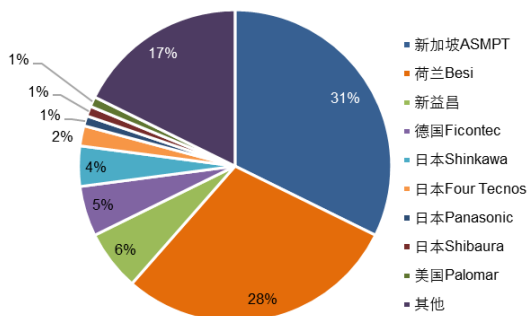
根据 Mordor intelligence 数据，预计 2023-2028 年全球固晶机市场规模将从 13.7 亿美元增长至 18.4 亿美元。2018 年主要厂商中，新加坡厂商 ASMPT 占比 31%，排名第 1；荷兰厂商 Besi 占比 28%，排名第 2；中国厂商新益昌占比 6%，排名第 3。

图表 70：全球固晶机市场规模（亿美元）



资料来源：Mordor intelligence，五矿证券研究所

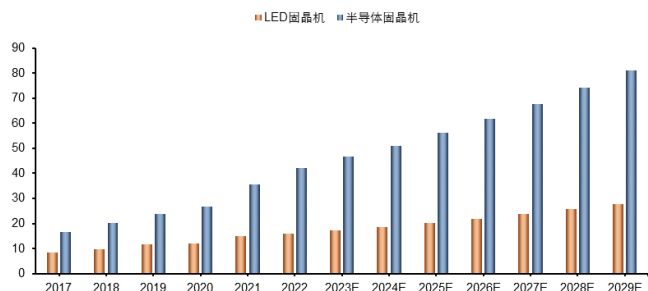
图表 71：2018 年全球固晶机厂商市占率



资料来源：Yole，五矿证券研究所

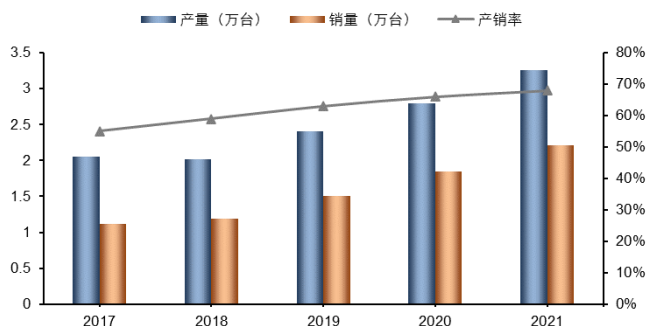
根据观研天下数据，中国固晶机主要分为半导体固晶机和 LED 固晶机，2022 年半导体固晶机和 LED 固晶机市场规模分别为 42.11 和 15.96 亿元，预计 2023-2029 年半导体固晶机市场规模将从 46.6 亿元增长至 81.17 亿元，LED 固晶机市场规模将从 17.28 亿元增长至 27.85 亿元。产销量方面，根据华经产业研究院数据，2021 年中国固晶机产销量分别为 3.26 万台和 2.21 万台，产销率达到 67.8%。

图表 72：中国固晶机市场规模（亿元）



资料来源：观研天下，五矿证券研究所

图表 73：中国固晶机产销量（万台）



资料来源：华经产业研究院，五矿证券研究所

全球固晶机主要厂商中，ASMPT 是全球最大的半导体元件集成和封装设备供应商，公司拥有世界最高精度的贴片机与倒装芯片贴片机，其中 Nova Plus 精度能够达到 $\pm 1.0 \mu m$ ，适用于半导体先进封装（TSV、eWLB、扇出、WLP、3D、Stack Die）、MEMS、汽车传感器、射频识别和光电系统。BESI 是全球半导体和电子行业的半导体装配设备的先行供应商，诞生了全球第一个固体晶体机品牌，产品以低成本、高精度（在 X/Y 贴装精度为 $\pm 2 \sim 5 \mu m$ ）、高生产力和可靠性著称，旗下有 Esec 和 Datacon 两大固晶机品牌。

中国厂商华封科技是国产高端固晶机的领军者。产品对先进封装贴片工艺实现了全面覆盖，包括 FOWLP(Face Up/Down)、POP、MCM、EMCP、Stack Die、SIP、2.5D/3D、FCCSP、FCBGA 等。

新益昌是固晶机龙头厂商，公司已经成为中国 LED 固晶机和电容器老化测试智能制造装备领域的领先企业，并导入半导体固晶机和锂电池设备领域。受益于 MiniLED 市场崛起，公司 LED 固晶机在国内占有率第一。

目前中国固晶机厂商在中低端市场已具备了国际竞争力，大部分产品已接近并超过国际领先水平，其中 LED 固晶机国产化率达到 90%；但在 IC 高端市场的国产化率仅有 10%，在高速度、高精度、高效率和稳定性的固晶机产品方面需要加强研发攻关，不断提升国产化率。同时高端设备的核心部件如运动、驱动、视觉、传感等 90%以上来自欧美日发达国家，这些核心部件同样需要提升研发制造能力。

图表 74：主要固晶机厂商汇总

企业	业务简介	新品应用
ASMPT	是全球唯一一家为电子制造过程所有主要步骤提供高质量解决方案的公司：从设备到多工厂级自动化概念的智能制造	Photon Pro 自动化高精度固晶机，适用专利 Look-through pattern 识别技术；AD300Pro 自动固晶系统，适用巨量转移及巨量焊接技术
Besi	是全球半导体和电子行业半导体装配设备的领先供应商，开发领先的装配工艺和设备，用于引线框架、衬	新型 Esec 2100 hSi 配备新型双点胶模块、新的高精度键合头和高分辨率视觉系统，还包括一个仰视系

	底和晶圆级封装应用，广泛应用于电子、移动互联网、计算、汽车、工业、LED 和太阳能等终端用户市场	统。点胶量控制和低对比度套件将过程控制提升到前所未有的水平，并引入了自动优化的拾取工具偏移和注射器更换后分配压力
华封科技	是国产高端贴片机的领军者，贴片机产品对先进封装贴片工艺实现了全面覆盖，包括 FOWLP(FaceUp/Dow n)POP、MCM、EMCPStack Die、SIP、2.5D/3D、FCCSPFCBGA 等	面向 2060W-晶圆级封装贴片机，可适用于 info、COWOS、M-Series、EWLB 工艺，精度可达 $\pm 5\mu\text{m}@3\text{a}$ ，高精度模式下可以达到 $\pm 3\mu\text{m}@3$ (单头工作模式)在与欧系、日系设备同一精度的水平上速度则快 2-3 倍
普莱信	致力于打造国际领先的高端装备领域平台型企业是国内领先的固晶设备独角兽，在半导体封装领域推出本土化的 8 寸，12 寸 IC 级固晶机(DA801、DA1201SkyBonder);光通讯领域，开发出 DA401，DA401A，DA402 等超高精度固晶机;在 MiniLED 封装领域有 XBonder Pro 超高速刺晶机	IC 贴装精度为 10~25 微米，光通讯领域设备贴装精度为 ± 3 微米;MiniLED 封装为 $\pm 5\mu\text{m}$
微见智能	是专业从事高精度光电芯片封装设备研发和生产的高科技企业	有生产的 1.5um 级系列高精度固晶机已经成功量产并正式规模商用并以其比肩国际一流的产品功能和品质。主要应用于光通讯、存储 MiniLED、激光器、激光雷达等领域
佑光科技	国内知名半导体和 LED 封装装备供应商	DB810S 高精密自动固晶机，针对高端 LEDCOB、光通讯产品自动固晶，定位精度： $\pm 5\sim 10\mu\text{m}$
快克股份	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，有高速固晶机	公司布局的 Flip Chip 固晶机用于 Chiplet 先进封装工艺
大族封测	是大族激光拆分的集半导体及泛半导体封测专用设备制造企业	有 HANS-3300L 高速 IC 固晶机、HANS3202 高速平面固晶机

资料来源：未来半导体，五矿证券研究所

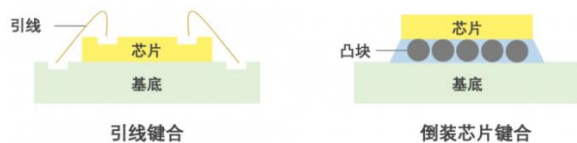
3.3 引线键合机：实现芯片与基板的电气连接，美国及新加坡厂商主导

只有提供偏压和输入后，半导体芯片才能正常工作，因此就需要将金属引线和芯片焊盘进行连接。从 1965 年至今，连接方法也在不断发展，从引线键合(Wire Bonding)，到加装芯片键合(Flip Chip Bonding)，再到最新的 TSV。引线键合是利用金属引线进行连接的方法；加装芯片键合则是利用凸点 (bump) 代替了金属引线，从而增加了引线连接的柔韧性；TSV 作为一种全新的方法，通过数百个孔使上下芯片与 PCB 相连。

在半导体工艺中，“键合”是指将芯片固定于基板上，具体分为传统方法和先进方法。传统方法采用芯片键合(Die Bonding) (或芯片贴装(Die Attach)) 和引线键合(Wire Bonding)，而先进方法则采用倒装芯片键合(Flip Chip Bonding)技术。

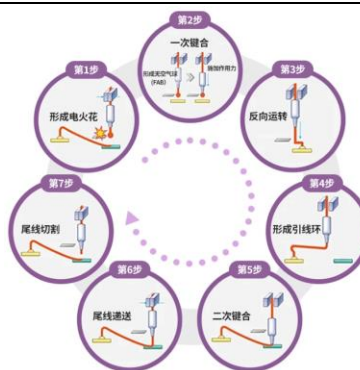
引线键合使用金属线，利用热、压力和振动实现芯片与基板间的电气连接的工艺。由于金具有良好的导电性和延展性，因此金属引线的材质通常用金。倒装芯片键合是通过在芯片顶部形成的凸点来实现芯片与基板间的电气和机械连接，倒装芯片键合的电气性能优于引线键合。

图表 75: 引线键合 VS 倒装芯片键合



资料来源: 与非网, 五矿证券研究所

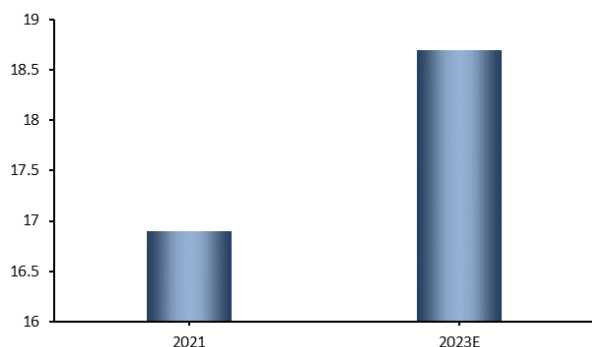
图表 76: 引线键合工艺步骤



资料来源: SK 海力士, 五矿证券研究所

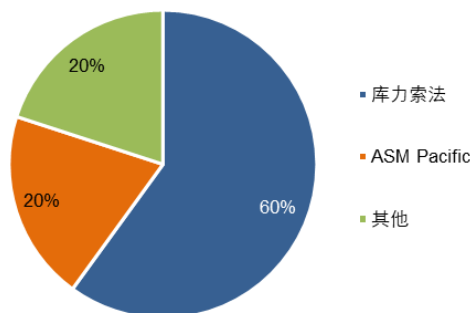
根据恒州诚思数据,2021 年全球引线键合机市场规模 16.9 亿美元,预计 2023 年将达到 18.7 亿美元。全球引线键合机厂商集中度高,其中美国厂商库力索法 (Kulicke & Soffa) 市占率 60%,ASMPPT 市占率 20%。中国厂商主要有中电科、奥特维、新益昌、德沃先进等,其中奥特维主要生产铝线键合机,新益昌旗下开玖自动化的主导产品是全自动超声波引线键合设备,是国内 TO56 焊线机(三维立体引线键合)行业的开拓者、粗铝丝压焊机行业领先者。

图表 77: 全球引线键合机市场规模 (亿美元)



资料来源: 恒州诚思, 五矿证券研究所

图表 78: 全球引线键合机市场格局

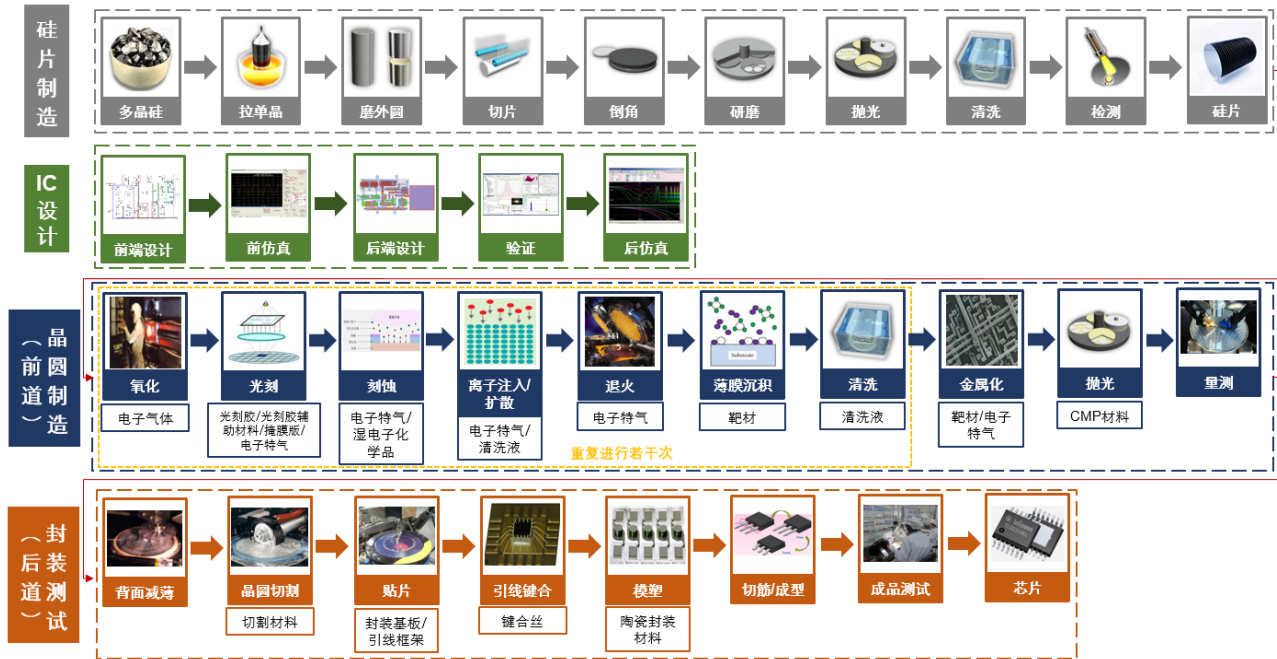


资料来源: 华经产业研究院, 五矿证券研究所

4. 封装材料: 市场规模稳步提升, 封装基板占比超 50%

半导体材料是制作晶体管、集成电路、电力电子器件、光电子器件的重要材料。按照工艺的不同,可分为晶圆制造材料和封装材料。封装材料主要有封装基板、引线框架、键合丝、封装材料、陶瓷基板、芯片粘接材料等。

图表 79：IC 工艺流程及对应半导体材料

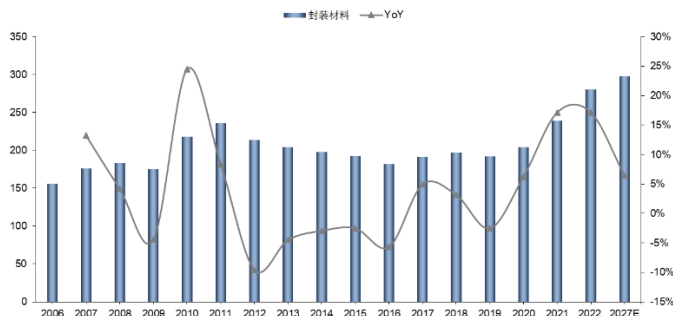


资料来源：前瞻产业研究院，中商产业研究院，五矿证券研究所

根据 SEMI、TECHET 和 TechSearch International 数据，2006-2022 年，全球半导体封装材料市场规模在波动中成长，从 2006 年的 155.4 亿美元提升至 2011 年的 236.2 亿美元高点之后，到 2020 年下降至 204 亿美元，2022 年又上升至 280 亿美元，占比 38.5%，预计 2027 年将达到 298 亿美元。

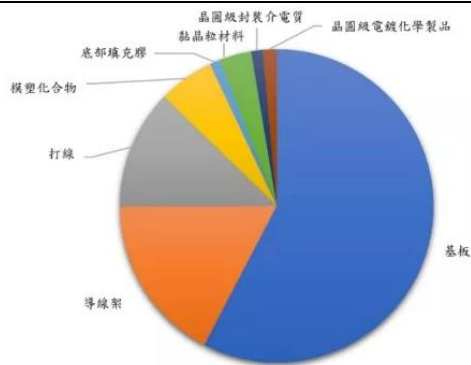
全球封装材料中，封装基板占比最高，超过 50%，其次为引线框架和键合丝，此外还包括包封材料、底部填充物、芯片粘接材料、WLP 电介质、WLP 电镀化学品。

图表 80：全球半导体封装材料市场规模（亿美元）



资料来源：SEMI, TECHET, TechSearch International, 五矿证券研究所

图表 81：2022 年全球半导体封装材料细产品结构



资料来源：SEMI, TECHET, TechSearch International, 五矿证券研究所

芯片封装工艺流程包括来料检查、贴膜、磨片、贴片、划片、划片检测、装片、键合、塑封、打标、切筋打弯、品质检验，最终是产品出货。在这一过程中，就需要用到封装基板、引线框架、键合丝、芯片粘接材料等封装材料，这些材料是芯片完成封装出货的重要支撑。

图表 82：封装材料细分情况

细分材料	主要用途	主要应用环节	发展趋势
封装基板	主要对芯片起到固定、支撑、散热以及连接下层电路板的作用	贴片、重组晶圆、切筋/成型	1) 先进封装占比将逐步超越传统封装，先进封装材料成为主流； 2) 封装基板已经逐渐取代传统引线框架成为主流封装材料补； 3) 封装基板正朝着高密度化方向发展
引线框架	承托芯片和外引管脚	装片、引线键合	
键合丝	连接芯片焊点和引线框架或基板，以实现芯片和外电路的电气连接	引线键合	
塑封材料	对芯片和引线框架起到密封和保护的作用	塑封	
芯片粘接材料	将芯片与承载体连接的材料，以起到固定芯片的作用	贴片、塑封	

资料来源：中国产业信息网，五矿证券研究所

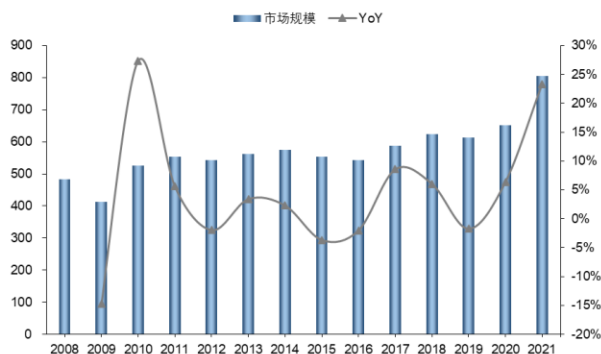
4.1 封装基板：日本、韩国和中国台湾优势突出，中国大陆厂商奋力追赶

根据 Prismark 数据，2021 年全球 PCB 行业产值为 804.49 亿美元，同比增长 23.4%，预计 2021-2026 年全球 PCB 行业的复合增长率为 4.8%。下游应用中，通讯占比 32%，计算机占比 24%，消费电子占比 15%，汽车电子占比 10%，服务器占比 10%。

从产品结构来看，IC 封装基板和 HDI 板虽然占比不高，分别占比 17.6%和 14.7%，但却是主要的增长驱动因素。2021 年全球 IC 封装基板行业整体规模达 141.98 亿美元、同比增长 39.4%，已超过柔性板成为印制电路板行业中增速最快的细分子行业。2021 年中国 IC 封装基板（含外资厂商在国内工厂）市场规模为 23.17 亿美元、同比增长 56.4%，仍维持快速增长的发展态势。

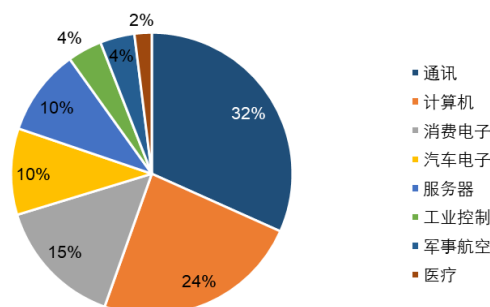
预计 2026 年全球 IC 封装基板、HDI 板的市场规模将分别达到 214.35/150.12 亿美元，2021-2026 年的 CAGR 分别为 8.6%/4.9%。预计 2026 年中国市场 IC 封装基板（含外资厂商在国内工厂）市场规模将达到 40.19 亿美元，2021-2026 年 CAGR 为 11.6%，高于行业平均水平。

图表 83：全球 PCB 市场规模（亿美元）



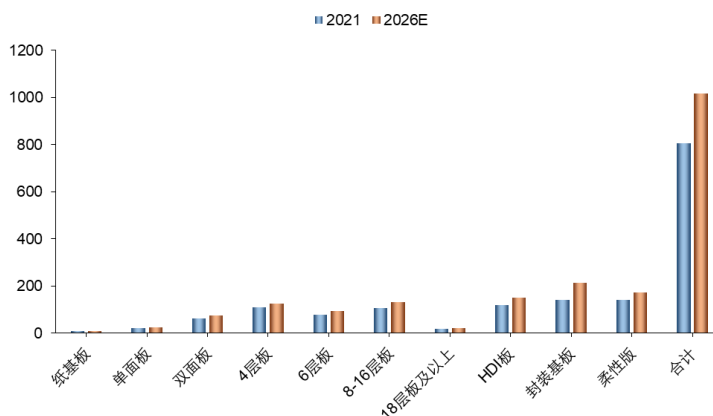
资料来源：Prismark，五矿证券研究所

图表 84：2021 年全球 PCB 下游应用领域结构



资料来源：Prismark，五矿证券研究所

图表 85：2021-2026 年全球 PCB 行业分产品市场规模（亿美元）及增速



资料来源：Prismark，五矿证券研究所

目前全球封装基板厂商主要分布在日本、韩国和中国台湾，根据 Prismark 和集微咨询数据，2020 年封装基板市场格局较为分散，中国台湾厂商欣兴电子/南亚电路/景硕科技/日月光材料占比分别为 15%/9%/9%/4%，产品主要有 WB 和 FC 封装基板；日本厂商揖斐电/新光电气/京瓷占比分别为 11%/8%/5%，产品主要为 FC 封装基板；韩国厂商三星电机/信泰电子/大德电子占比分别为 10%/7%/5%，产品主要为 FC 封装基板。

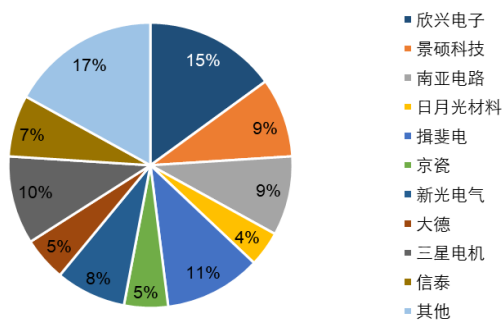
目前全球 ABF 载板主要有 7 大供货商，中国台湾和日本厂商占据主导地位。根据 WaferChem 数据，市占率分别为：欣兴电子 24%、南亚电路 20%、景硕科技 5%、Ibiden（揖斐电）20%、Shinko（新光电气）11%、AT&S（奥特斯）11%、Semco（三星电机）9%，2022 年除 Semco 外，其余厂商于皆有进行扩产。中国厂商兴森科技、深南电路等已经有所布局。

图表 86：中国台湾/日本/韩国封装基板情况

企业	国家/地区	封装基板情况
欣兴电子	中国台湾	WBCSP、WBBGA、FCCSP、FCBGA、PoP
景硕科技	中国台湾	WBCSP、WBBGA、FCCSP、FCBGA、COP、COF 等
南亚电路	中国台湾	FC、WB 封装基板
日月光材料	中国台湾	IC 载板
揖斐电	日本	FCBGA、FCCSP
京瓷	日本	FC 基板和模块基板
新光电气	日本	FC 基板
大德	韩国	FC 基板
三星电机	韩国	FCCSP、FCBGA 和射频模组封装基板
信泰	韩国	FBGA/CSP、BOC、FMC、MCP/UTCSP、FCCSP

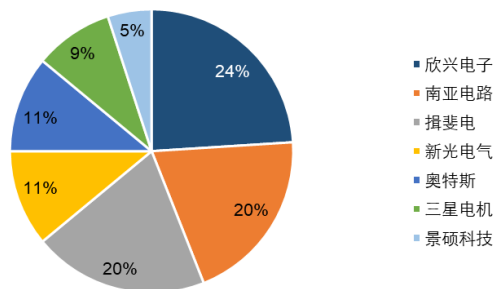
资料来源：集微咨询，五矿证券研究所

图表 87：2020 年封装基板市场格局



资料来源：Prismark，五矿证券研究所

图表 88：全球 ABF 载板市场格局



资料来源：WaferChem，五矿证券研究所

4.2 引线框架：芯片重要载体，日本和中国台湾厂商占据主导

引线框架是一种集成电路芯片载体，并借助于键合丝使芯片内部电路引出端（键合点）通过内引线实现与外引线的电气连接，形成电气回路的关键结构件。主要作用包括稳固芯片、传导信号、传输热量等，核心性能指标有强度、弯曲、导电性、导热性、耐热性、热匹配、耐腐蚀、步进性、共面形、应力释放等，均需要达到较高标准。

根据生产工艺不同，引线框架分为冲压型和蚀刻型两种。按照国际生产经验，100 脚位以上主要采用蚀刻型生产工艺，100 脚位以下主要采用冲压型生产工艺。

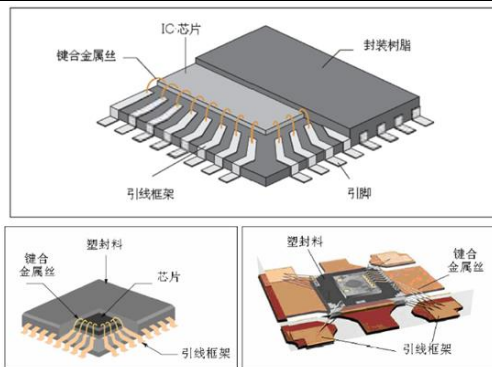
图表 89：冲压和蚀刻引线框架对比

引线框架	优点	缺点
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、可以生产带有凸性的引线框架； 4、对于低脚位、产量大的引线框架产品，生产成本较低	1、模具制造周期较长，一般在两到三个月以上，供货周期较长； 2、产品精度没有蚀刻型生产工艺的产品精度高，不适合生产多脚位（100 脚以上）引线框架； 3、囿于材料的机械性能，不能生产超薄的引线框架
蚀刻型	1、生产线调整周期短，可以方便的转换所生产的引线框架的型号，适用于多品种小批量生产； 2、产品精度高，可以生产多脚位（100 脚以上）引线框架； 3、适合生产超薄的引线框架	1、资金投入大，进入门槛高； 2、不能生产带有凸性的引线框架； 3、不适合生产厚的引线框架； 4、对于低脚位、产量大的引线框架，生产成本较高

资料来源：康强电子招股书，五矿证券研究所

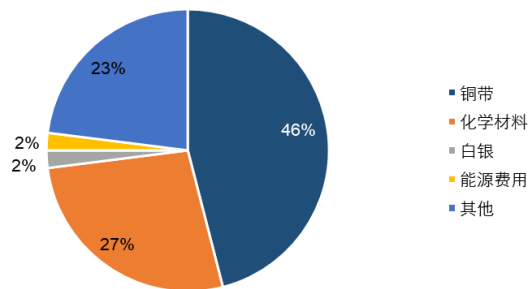
芯片在引线框架内与环氧树脂接触置于引线框架上，通过键合丝与引线框架引脚连接，外部加盖模塑料进行保护。根据华经产业研究院数据，引线框架上游原材料成本占比中，铜带占 46%，化学材料占 27%，白银占 2%，铜带是引线框架最重要的上游原材料。

图表 90: QFP 引线框架结构图



资料来源: 产业信息网, 五矿证券研究所

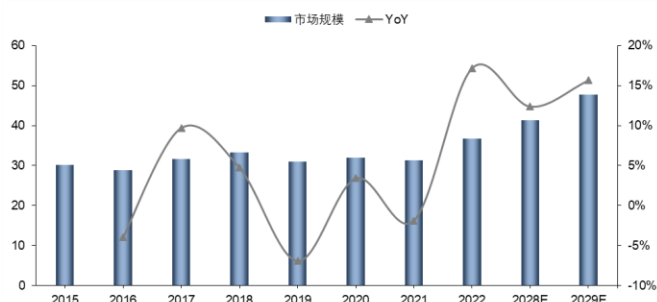
图表 91: 引线框架原材料成本占比



资料来源: 华经产业研究院, 五矿证券研究所

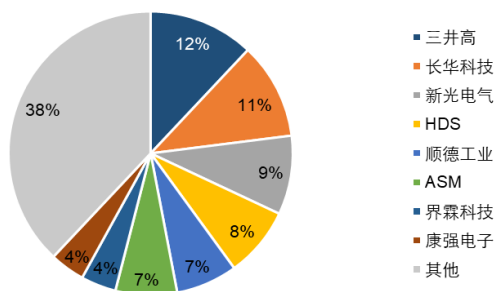
根据 SEMI 数据, 全球引线框架市场规模常年保持稳定, 2022 年为 36.73 亿美元, 预计 2029 年将达到 47.72 亿美元。市场格局方面, 在中国台湾厂商并购部分日本厂商之后, 目前由日本和中国台湾厂商占据主导地位, 日本三井高排名第 1, 占比 12%; 中国台湾长华科技 (收购日本住友金属引线框架部门) 排名第 2, 占比 11%; 日本新光电气排名第 3, 占比 9%; 韩国 HDS (2014 年由三星 Techwin 剥离)、中国台湾顺德工业、新加坡 ASM、中国台湾界霖科技分列第 4-7 位, 占比分别为 8%/7%/7%/4%; 中国大陆康强电子排名第 8, 占比 4%, 也是唯一进入全球前 10 的中国大陆厂商。全球前 8 大引线框架企业掌握了 62% 的市场份额。

图表 92: 2015-2029 年全球引线框架市场规模 (亿美元)



资料来源: SEMI, GII, GIR, 五矿证券研究所

图表 93: 2020 年全球引线框架市场格局



资料来源: 集微咨询, 五矿证券研究所

5. 投资建议

5.1 投资观点

看好先进封装: 1) 摩尔定律延缓, 先进封装提升系统性能发展空间大; 2) Chiplet、HBM 等新技术、新方案对先进封装带来新的需求; 3) 中国晶圆制造先进制程 14nm 以下面临技术封锁, 晶圆制造工艺制程在 nm 级, 封装工艺制程在 μm 级, 技术难度相对较低, 中国厂商与国际厂商技术差距小, 更容易实现追赶超越, 先进封装是提升中国本土半导体产品整体性能的重要突破口, 具备核心技术的厂商将充分受益; 4) 中国是全球最大的半导体消费市场, 发展本土先进封装更有成本优势和地缘优势, 能实现技术上较快的升级迭代, 本土优质厂商具备成本优势、服务优势以及国产替代优势; 5) 封装上游核心供应链为封装设备和封装材料, 因

此设备和材料国产化对于本土先进封装的发展至关重要，看好封装设备和材料厂商国产替代。

5.2 建议关注

封测厂商：长电科技、通富微电

设备：光力科技

材料：兴森科技

5.2.1 长电科技（600584.SH）

公司是全球领先的封测厂商，在中国、韩国及新加坡拥有两大研发中心和六大集成电路成品生产基地，拥有晶圆级 WLP、2.5D/3D、系统级（SiP）封装技术和高性能的 Flip Chip 和引线互联封装技术，下游包括网络通讯、移动终端、高性能计算、汽车电子、大数据存储、人工智能与物联网、工业智造等领域。受全球半导体市场下行以及终端市场需求疲软影响，公司 2023H1 业绩有所下滑，2023Q1-Q3 公司实现营收 204.3 亿元，YoY-17.6%；归母净利润 9.7 亿元，YoY-60.3%；扣非归母净利润 7.5 亿元，YoY-65.8%；毛利率 13.9%，净利率 4.8%。

公司在 2022 年全球委外封测（OSAT）厂商中排名 3，市占率 10.71%，在中国大陆厂商中排名第 1，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）以及混合信号/射频集成电路测试和资源优势。在 5G 通讯领域，已经具备从 12x12mm 到 77.5x77.5mm 全尺寸 fcBGA 量产能力。在 5G 移动终端领域，公司深度布局高密度异构集成 SiP 解决方案，并且将模组密度提升至上一代产品的 1.5 倍。在汽车电子领域，已经在临港新片区建立汽车芯片成品制造封测生产基地，不断加强在汽车电子领域布局。在存储领域，能够覆盖 DRAM、Flash 等多种存储芯片产品。此外，XDFOI™ Chiplet 高密度多维异构集成系列工艺已进入稳定量产阶段。未来公司将继续在高性能封装领域、汽车电子领域重点布局，聚焦高附加值产品，不断巩固和提升自身的核心竞争力。

5.2.2 通富微电（002156.SZ）

公司是一家国内领先、世界先进的集成电路封装测试服务提供商，公司先后在江苏南通崇川、南通苏通科技产业园、安徽合肥、福建厦门、南通市北高新区建厂布局；通过收购 AMD 苏州及 AMD 槟城各 85% 股权，在江苏苏州、马来西亚槟城拥有生产基地。产品广泛应用于 AI、HPC、显示驱动、5G、物联网、汽车电子等领域。2023Q1-Q3 公司实现营收 159.1 亿元，YoY+3.8%；归母净利润-0.6 亿元，YoY-113.4%；扣非归母净利润-1.6 亿元，YoY-140.8%；毛利率 11.3%，净利率-0.4%。

公司在 2022 年全球委外封测（OSAT）厂商中排名 4，市占率 6.51%，在中国大陆厂商中排名第 2。通过并购 AMD 苏州及槟城股权，与 AMD 形成了“合资+合作”的强强联合模式，随着 AMD 完成对 Xilinx 的收购，AMD 实现了 CPU+GPU+FPGA+AI 的全方位布局，公司是 AMD 全球最大的封测供应商，占其订单总数的 80% 以上，将有望充分受益于 AMD 的产品线拓展带来的新机遇。此外，公司紧跟市场动向，不断向高附加值产品以及市场热点方向布局，在 HPC、新能源、汽车电子、存储、显示驱动等重点业务领域，积极开发并扩产扇出型、WLP、倒装焊等封装技术，同时在 Chiplet、2.5D/3D 等先进封装领域形成了差异化优势。

5.2.3 光力科技 (300480.SZ)

公司主营半导体封测装备和物联网安全生产监控装备两大块业务。封测设备方面，公司是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，主要客户包括华天科技、日月光、嘉盛半导体、长电科技、华润微等封测行业领先企业。2023Q1-Q3 公司实现营收 4.8 亿元，YoY+11.3%；归母净利润 0.7 亿元，YoY+16.3%；扣非归母净利润 0.7 亿元，YoY+44.5%；毛利率 52.1%，净利率 15.7%。

通过收购英国 LP 公司和以色列 ADT 公司，公司深入布局半导体封测装备业务，拥有设备、零部件、耗材等全面的研发能力和技术积累，并不断投入研发，新的 12 英寸双轴全自动切割划片机已通过客户端验证并形成订单。此外，公司努力拓展产品线，12 英寸双轴三工位全自动减薄机即将进入客户端进行验证。产能方面，航空港区新工厂一期工程建设已基本完成并投产，预计 2023 年底半导体划片机年产能可达 500 台/套。2023 年下半年启动二期项目建设，建筑面积将是一期工程的两倍。安全生产方面主要产品各类管控平台、监控系统、检测仪器（含部件）及监控设备等，此外还包括款全自动智能钻机，实现了智能、安全高效钻探。

5.2.4 兴森科技 (002436.SZ)

公司主营业务专注于印制电路板产业，包括 PCB 业务和半导体业务，PCB 业务聚焦于样板快件及批量板的研发、设计、生产、销售和表面贴装，半导体业务聚焦于 IC 封装基板及半导体测试板，下游应用包括存储芯片、应用处理器芯片、射频芯片、传感器芯片、指纹识别芯片等。因下游需求不足，FCBGA 封装基板项目的费用投入、珠海兴科产能爬坡阶段的亏损以及员工持股计划的费用摊销，2023Q1-Q3 公司实现营收 39.9 亿元，YoY-3.9%；归母净利润 1.9 亿元，YoY-63.3%；扣非归母净利润 0.3 亿元，YoY-91.6%；毛利率 25.5%，净利率 4.0%。

FCBGA 封装基板项目方面，珠海项目拟建设产能 200 万颗/月（约 6000 平方米/月）的产线，已于 2022 年 12 月底建成并成功试产。广州项目拟分期建设 2000 万颗/月（2 万平方米/月）的产线，一期厂房已于 2022 年 9 月完成厂房封顶，目前处于设备安装阶段，预计 2023Q4 完成产线建设、开始试产。北京揖斐电项目已经完成收购，未来公司仍将坚定加码数字化转型和高端封装基板战略，稳步推进 FCBGA 封装基板客户认证、良率提升及产线建设。

6. 风险提示

- 1、宏观经济复苏、消费电子、新能源车等下游需求不及预期；
- 2、产品迭代、技术升级不及预期；
- 3、国内厂商产品验证、导入不及预期。

分析师声明

作者在中国证券业协会登记为证券投资咨询(分析师)，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。作者保证：(i) 本报告所采用的数据均来自合规渠道；(ii) 本报告分析逻辑基于作者的职业理解，并清晰准确地反映了作者的研究观点；(iii) 本报告结论不受任何第三方的授意或影响；(iv) 不存在任何利益冲突；(v) 英文版翻译与中文版有所歧义，以中文版报告为准；特此声明。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即以报告发布日后的 6 到 12 个月内的公司股价(或行业指数)相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。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；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在 20%及以上；
		增持	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于 5%~20%之间；
		持有	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于-10%~5%之间；
		卖出	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在-10%及以下；
		无评级	预期对于个股未来 6 个月市场表现与基准指数相比无明确观点。
	行业评级	看好	预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%~10%之间；
		看淡	预期行业整体回报低于基准指数整体水平-10%以下。

一般声明

五矿证券有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本公司不会因接收人收到本报告即视其为客户，本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。本报告的版权仅为本公司所有，未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式对本研究报告的任何部分以任何方式制作任何形式的翻版、复制或再次分发给任何其他人。如引用须联络五矿证券研究所获得许可后，再注明出处为五矿证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。在刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的同时，也应注明本报告的发布人和发布日期及提示使用证券研究报告的风险。若未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入或将产生波动；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保持在最新状态。同时，本公司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。

本报告的作者是基于独立、客观、公正和审慎的原则制作本研究报告。本报告的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。在任何情况下，报告中的信息或意见不构成对任何人的投资建议，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。本公司及作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

五矿证券版权所有。保留一切权利。

特别声明

在法律许可的情况下，五矿证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司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。因此，投资者应当考虑到五矿证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，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。

联系我们

上海	深圳	北京
地址：上海市浦东新区东方路 69 号裕景国际商务广场 A 座 2208 室 邮编：200120	地址：深圳市南山区滨海大道 3165 号五矿金融大厦 23 层 邮编：518035	地址：北京市海淀区首体南路 9 号 4 楼 603 室 邮编：100037

Analyst Certification

The research analyst is primarily responsible for the content of this report, in whole or in part. The analyst has the Securities Investment Advisory Certification granted by the Securities Association of China. Besides, the analyst independently and objectively issues this report holding a diligent attitude. We hereby declare that (1) all the data used herein is gathered from legitimate sources; (2) the research is based on analyst's professional understanding, and accurately reflects his/her views; (3) the analyst has not been placed under any undue influence or intervention from a third party in compiling this report; (4) there is no conflict of interest; (5) in case of ambiguity due to the translation of the report, the original version in Chinese shall prevail.

Investment Rating Definitions

The rating criteria of investment recommendations The ratings contained herein are classified into company ratings and sector ratings (unless otherwise stated). The rating criteria is the relative market performance between 6 and 12 months after the report's date of issue, i.e. based on the range of rise and fall of the company's stock price (or industry index) compared to the benchmark index. Specifically, the CSI 300 Index is the benchmark index of the A-share market. The Hang Seng Index is the benchmark index of the HK market. The NASDAQ Composite Index or the S&P 500 Index is the benchmark index of the U.S. market.	Ratings		Definitions
	Company Ratings	BUY	Stock return is expected to outperform the benchmark index by more than 20%;
		ACCUMULATE	Stock relative performance is expected to range between 5% and 20%;
		HOLD	Stock relative performance is expected to range between -10% and 5%;
		SELL	Stock return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%;
		NOT RATED	No clear view of the stock relative performance over the next 6 months.
	Sector Ratings	POSITIVE	Overall sector return is expected to outperform the benchmark index by more than 10%;
		NEUTRAL	Overall sector expected relative performance ranges between -10% and 10%;
		CAUTIOUS	Overall sector return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%.

General Disclaimer

Minmetals Securities Co., Ltd. (or "the company") is licensed to carry on securities investment advisory business by the China Securities Regulatory Commission. The Company will not deem any person as its client notwithstanding his/her receipt of this report. The report is issued only under permit of relevant laws and regulations, solely for the purpose of providing information. The report should not be used or considered as an offer or the solicitation of an offer to sell, buy or subscribe for securities or other financial instruments. The information presented in the report is under the copyright of the company. Without the written permission of the company, none of the institutions or individuals shall duplicate, copy, or redistribute any part of this report, in any form, to any other institutions or individuals. The party who quotes the report should contact the company directly to request permission, specify the source as Equity Research Department of Minmetals Securities, and should not make any change to the information in a manner contrary to the original intention. The party who re-publishes or forwards the research report or part of the report shall indicate the issuer, the date of issue, and the risk of using the report. Otherwise, the company will reserve its right to taking legal action. If any other institution (or "this institution") redistributes this report, this institution will be solely responsible for its redistribution. The information, opinions, and inferences herein only reflect the judgment of the company on the date of issue. Prices, values as well as the returns of securities or the underlying assets herein may fluctuate. At different periods, the company may issue reports with inconsistent information, opinions, and inferences, and does not guarantee the information contained herein is kept up to date. Meanwhile, the information contained herein is subject to change without any prior notice. Investors should pay attention to the updates or modifications. The analyst wrote the report based on principles of independence, objectivity, fairness, and prudence. Information contained herein was obtained from publicly available sources. However, the company makes no warranty of accuracy or completeness of information, and does not guarantee the information and recommendations contained do not change. The company strives to be objective and fair in the report's content. However, opinions, conclusions, and recommendations herein are only for reference, and do not contain any certain judgments about the changes in the stock price or the market. Under no circumstance shall the information contained or opinions expressed herein form investment recommendations to anyone. The company or analysts have no responsibility for any investment decision based on this report. Neither the company, nor its employees, or affiliates shall guarantee any certain return, share any profits with investors, and be liable to any investors for any losses caused by use of the content herein. The company and its analysts, to the extent of their awareness, have no conflict of interest which is required to be disclosed, or taken restrictive or silent measures by the laws with the stock evaluated or recommended in this report.

Minmetals Securities Co. Ltd. 2019. All rights reserved.

Special Disclaimer

Permitted by laws, Minmetals Securities Co., Ltd. may hold and trade the securities of companies mentioned herein, and may provide or seek to provide investment banking, financial consulting, financial products, and other financial services for these companies. Therefore, investors should be aware that Minmetals Securities Co., Ltd. or other related parties may have potential conflicts of interest which may affect the objectivity of the report. Investors should not make investment decisions solely based on this report.

Contact us

Shanghai

Address: Room 2208, 22F, Block A, Eton Place, No.69 Dongfang Road, Pudong New District, Shanghai
 Postcode: 200120

Shenzhen

Address: 23F, Minmetals Financial Center, 3165 Binhai Avenue, Nanshan District, Shenzhen
 Postcode: 518035

Beijing

Address: Room 603, 4F, No.9 Shoutinan Road, Haidian District, Beijing
 Postcode: 100037