

后摩尔时代，玻璃基板或开启新一轮“材料革命” ——玻璃基板行业深度研究报告

西部证券研发中心

2026年5月17日

分析师 | 曹森元 S0800524100001

邮箱地址 | caosenyuan@research.xbmail.com.cn



核心结论

底层核心：半导体封装技术正经历从“硅基时代”向“玻璃基时代”跨越，玻璃通孔（TGV）技术已成为突破后摩尔定律物理极限的关键路径。硅基TSV（硅通孔）需额外沉积绝缘层，工艺复杂、成本高昂，且硅的半导体属性带来高频信号串扰、损耗大的先天缺陷；有机基板则在平整度、翘曲控制、互连密度上无法满足大尺寸多芯片集成的要求。在热机械性能方面，玻璃凭借其可定制CTE优势，可调节配方适应硅芯片与金属材料，从而有效控制封装翘曲等问题。通过在玻璃基板上制造微米级垂直导电通孔，为芯片间、芯片与基板间构建最短的传输路径，能够适配先进封装对超高互连密度、极低信号延迟、更低功耗、更高系统集成度的核心诉求，是TSV技术最具前景的替代方案。

需求核心：1) **AI与高性能计算HPC：**AI大模型、万亿参数训练芯片对信号完整性、散热与带宽提出更高要求；2) **高带宽存储（HBM）：**HBM3/HBM4对封装的散热、互连性能要求持续升级，玻璃基板凭借低翘曲、高稳定性的优势，成为下一代HBM封装的核心备选方案。3) **高频通信与光模块：**5G/6G、毫米波、CPO（光电共封装）等场景对低损耗信号传输需求刚性。玻璃的介电常数仅为硅的1/3左右，损耗因子低数个数量级，可显著降低高频信号的插损与串扰，是射频前端模组、封装天线（AiP）、高速光模块载板的理想选择。4) **MEMS封装、车载毫米波雷达与自动驾驶芯片、AR/VR微器件、医疗传感器等领域，也在加速导入TGV技术，持续扩容应用边界。**

TGV全球竞争格局呈“金字塔”结构，国内产业链全链条布局，进口替代窗口期开启。当前全球TGV行业处于从研发验证向规模化量产过渡的关键拐点，整体呈现“美欧日主导技术壁垒与量产话语权，中国厂商加速国产替代突破，市场高度集中、梯队分化显著”的核心格局。行业核心壁垒集中在特种玻璃材料配方、高精度成孔与金属化工艺、全流程量产良率控制三大维度，头部厂商凭借先发专利、产业链绑定优势占据绝对主导，同时下游AI芯片巨头的技术路线选择，正在深刻重塑行业的量产落地节奏与竞争格局。

投资建议：当前，玻璃基板行业是半导体材料领域“技术代际切换”与“供应链自主可控”双重逻辑交织的优质赛道，建议持续跟踪龙头企业产线建设进度与客户验证结果，相关企业包括**戈碧迦（上游材料，已覆盖）、蓝思科技&沃格光电&京东方（中游制造）、帝尔激光、大族激光（加工设备）、通富微电&新易盛（下游应用）等。**

风险提示：技术迭代风险、行业竞争加剧风险、市场需求减弱风险、供应链稳定性风险

行业评级	超配
前次评级	超配
评级变动	维持

近一年行业走势



相对表现	1个月	3个月	12个月
半导体	25.91	26.35	107.11
沪深300	2.60	4.27	24.95

目 录

CONTENTS

01

从硅到玻璃，TGV逐渐成为先进封装更优解

02

TGV市场空间广阔，行业集中度高

03

国内已形成TGV产业全链条布局，加速进口替代

04

投资建议与风险提示

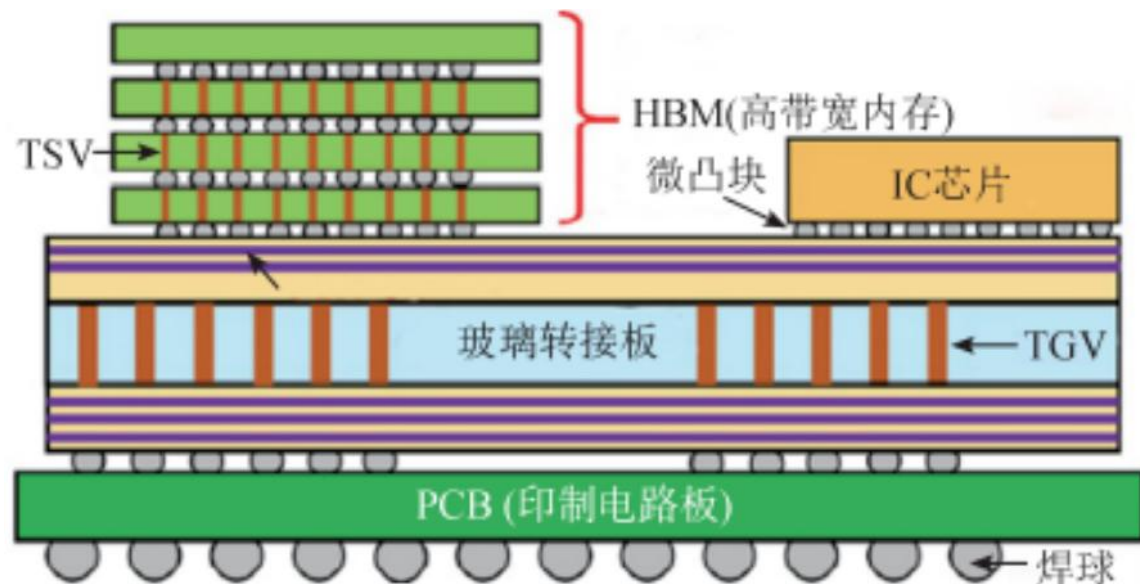


1.1 从硅到玻璃，后摩尔时代先进封装基板材料更替

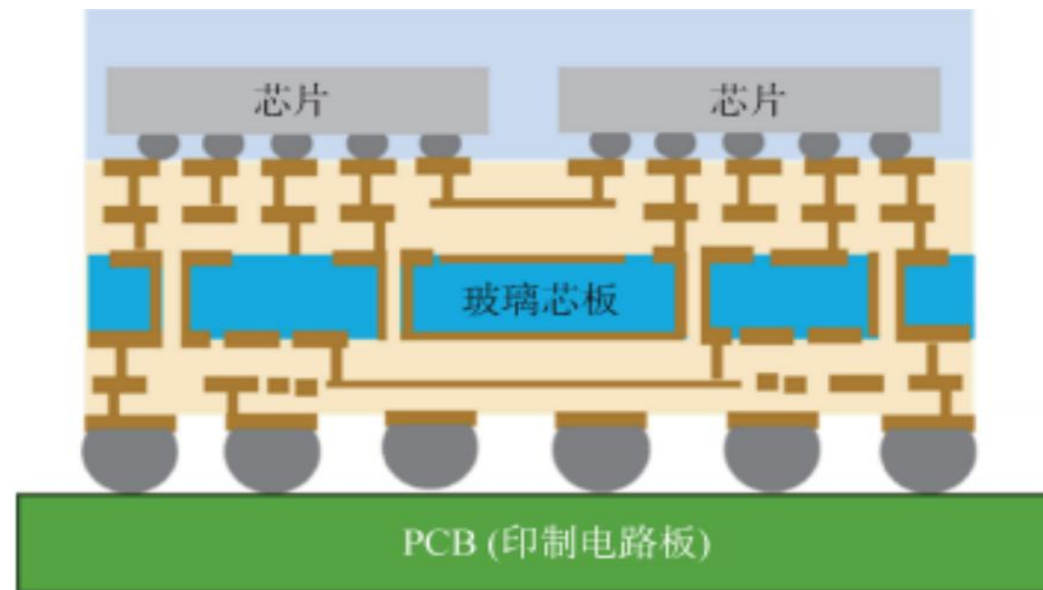
玻璃通孔（Through Glass Via, TGV），是指在超薄玻璃基板上制作巨量微米级通孔，并实现垂直电气互连。其核心优势在于：高精度（孔径可小至5 μ m）、高深宽比（100:1）。TGV依托具备优异电学和热机械性能的玻璃基板，为芯片与芯片、芯片与封装基板之间构建起最短的电信号和电源传输路径，降低了功耗，推动了系统级封装的极致小型化。

半导体产业链已形成技术共识，高度重视**TGV技术**的开发及应用，包括肖特、英特尔、三星在内的头部企业正加速布局玻璃芯封装基板产能建设。肖特公司已建立定制化开发体系，通过快速打样服务满足尖端封装需求；三星则重点攻关系统级封装的玻璃基板集成方案。随着英特尔、三星和台积电等公司不断提升这些能力，未来半导体预计对专用材料和精密工程工具的需求将激增，从而在半导体设备市场中催生一个价值数十亿美元的新兴子行业。

图：先进封装中的TGV玻璃转接板



图：多芯片模块封装中的TGV玻璃芯板





1.1 从硅到玻璃，后摩尔时代先进封装基板材料更替

人工智能芯片对计算能力的超高要求，使得传统有机基板面临替代风险

- 耐高温性：当人工智能加速器消耗数百瓦功率并升温时，芯片（硅）及其下方的基板都会膨胀，但膨胀率不同。有机基板的膨胀率是硅的六到七倍。对于小型封装，这种差异可以忽略不计。但当封装尺寸达到人工智能芯片级别时，这种翘曲就会变得非常严重，甚至导致开裂。
- 信号传输质量：当电信号穿过基板时，基板材料会吸收信号能量，因此人工智能芯片所需的超高频信号会变得模糊不清，难以辨认。恢复模糊的信号会迫使数字信号处理器 (DSP) 超负荷工作，这会消耗电能并产生热量，而热量又会进一步降低信号质量——形成恶性循环。

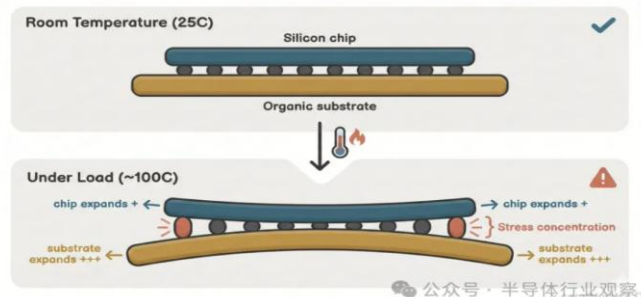
台积电CoWoS封装通过硅中间层解决有机基板的性能问题，但仍面临成本瓶颈

- CoWoS封装在芯片之间放置一块硅片作为中介层。由于使用的是同一种硅，因此热膨胀系数的差异得以缩小。并采用半导体工艺制造，使得布线比头发丝细几分之一成为可能。
- 但硅中介层是在半导体晶圆上制造的，它们不需要最先进的工艺节点，却仍然占用台积电的洁净室、晶圆产能和封装生产线，导致生产成本增加但效率大幅下降（一块大型硅中介层的价格就超过100美元，而且仅中介层一项就可能占到总封装成本的一半以上）。

玻璃基板应运而生，填补空白地带需求

- 方案一：用玻璃取代中介层，将原本由硅材料占据的桥接层，用显示器行业的大面积玻璃加工设备来构建。
- 方案二：用玻璃代替基板，从根本上突破有机基板的性能瓶颈。虽然比有机基板更昂贵，但物有所值。

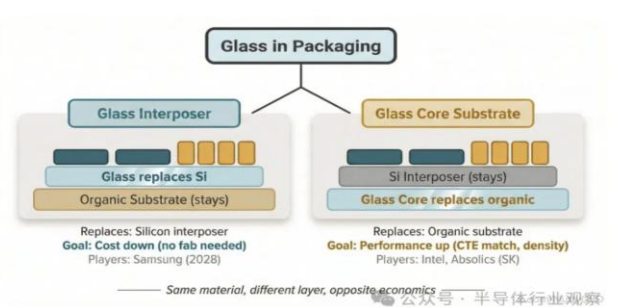
图：基板材料温度失效导致的翘曲问题



图：超高频信号传输导致的信号质量问题



图：玻璃基板的两种实现路径





1.1 从硅到玻璃，后摩尔时代先进封装基板材料更替

传统的CoWoS技术通过硅通孔（TSV）实现垂直互连，但TSV在热应力、工艺成本及电绝缘方面存在明显短板。因此在2010年，德国迈克尔博士首次提出了TGV技术概念，提出玻璃通孔在工艺稳定性、制程成本以及射频和微波电性能方面相对于TSV较为优越。在佐治亚理工学院诞生的首款基于超薄TGV转接板的集成封装器件，标志着2.5D/3D集成封装技术进入新的发展阶段。

英特尔率先将TGV技术延伸至封装基板领域，于2023年9月18日推出了业界首款用于下一代先进封装的玻璃芯封装基板，英特尔表示，这一创新将重新定义芯片封装的边界，为数据中心、人工智能和图形构建提供卓越解决方案。2026年英特尔的封装方案与硅的热膨胀系数（CTE）相匹配（3–5 ppm/°C），几乎完全消除了导致焊球开裂的机械应力。此外，玻璃的刚度远高于有机树脂，能够支持尺寸超过 100mm x 100mm 的“突破光罩限制”封装。为了连接这些巨型芯片的各个层，英特尔采用了间距小于 10μm 的高速激光蚀刻玻璃通孔（TGV）。这一改进使处理核心和高带宽内存（HBM4）堆叠之间的数据传输信号损耗降低了40%，能效提高了50%。

英伟达即将量产的Rubin架构集成了3360亿晶体管，并引入了高达288GB的下一代HBM4内存，内存带宽跃升至20TB/s以上。根据英伟达GTC 2026大会及GB200芯片封装测试报告显示，和传统的有机基板比起来，玻璃基板搭配TGV工艺后，信号传输速率能提升3.5倍，带宽密度提高3倍，功耗还能降低50%。这样的性能提升，刚好能支撑万亿参数AI模型的高效训练，也成了英伟达新一代GPU封装的核心选择，同时还能适配CPO技术的应用需求。

图：TGV发展历程

T
G
V
发
展
历
程

2010年：德国迈克尔博士首次提出TGV技术概念

2010年：佐治亚理工学院制备首款基于TGV的集成无源器件（IPD）

2013年：佐治亚理工学院诞生首款基于超薄TGV转接板的集成封装器件

2023年：英特尔率先将TGV技术延伸至封装基板领域

目前：肖特、英特尔、三星等头部企业加速布局玻璃芯封装基板产能建设



1.2 TGV vs TSV：为何玻璃基板是先进封装的更优解

TSV 基板凭借其成熟的工艺和先进的半导体制造技术，可实现极小的 I/O 节距与业界领先的互连密度，是目前高性能互连的主流方案。然而，硅基板固有的介质损耗会导致高频信号的显著衰减。为改善电学性能，必须在 TSV 基板内壁额外沉积绝缘层。这进一步增加了本就十分复杂的 TSV 制造成本，成为其产业化推广的主要壁垒。同时，由于铜的与硅的 CTE 之间存在较大的失配，在热循环工况下极易产生热应力，进而引发界面分层、互连结构失效等可靠性问题。这些技术瓶颈共同制约了 TSV 基板技术的大规模商业化应用进程。

TGV 基板在高性能的 TSV 基板与低成本的有机基板之间取得了关键平衡，有效填补了现有技术方案的空白。

- TGV 拥有 **优异的电学性能**：**TGV 极高的电阻率、较低的介电常数，能有效减少信号传播延迟，抑制信号衰减，保障信号完整性，降低系统功耗。**玻璃材料作为绝缘体，其相对介电常数大约为 3.8，远低于硅材料的 11.7。此外，玻璃的损耗因子 (0.0002@100MHz 和 0.00006@3GHz) 显著低于硅材料 (0.005@1GHz 和 0.015@10GHz)，两者相差 2 到 3 个数量级。可使信号传输速率提升 3.5 倍，带宽密度提高 3 倍，能耗降低 50%。
- TGV 拥有 **良好的热机械性能**：**玻璃基板具有“可调 CTE”优势，通过选用特定 CTE 的玻璃牌号，玻璃基板能够更好地与硅芯片匹配，或在硅芯片与有机基板间充当 CTE 缓冲介质，有效控制整个封装的翘曲变形，缓解内部应力，显著提升了长期可靠性。**
- TGV 的 **表面平整度高、制作成本低**：**目前，TGV 技术支持直径为 150~300 mm 的晶圆规格，也涵盖超过 1 m 的大尺寸面板级加工，厚度在 30~100 μm。不仅有助于实现规模经济，降低单位制造成本，其优异的表面平整度也为精细布线创造了有利条件。**

表：TSV与TGV的对比

项目	TSV	TGV
基材	单晶硅	特种玻璃(Borofloat、Corning、Schott等)
孔径	5-50μm	20—150μm
孔深	30-100 μm	100-400μm
绝缘性	需额外绝缘层	玻璃本身绝缘
热膨胀系数匹配	与Cu差异较大	与Cu接近，热应力小
工艺成本	工艺成本高，涉及复杂的硅刻蚀技术，并需额外沉积绝缘层	工艺成本相对低，激光钻孔与玻璃加工工艺逐步成熟，适合大面积面板化生产
介电损耗	介电损耗较高，硅是半导体材料，电信号在传输过程中会与硅衬底产生较强的电磁耦合效应，影响信号完整度	低介电损耗，玻璃的介电常数约为硅的1/3，可显著减少信号串扰与损耗
热稳定性	热稳定性较差，在热循环工况下极易产生热应力，引发界面分层、互连结构失效等可靠性问题	热稳定性优异，CTE接近常见的金属材料，热应力更小
应用方向	逻辑/存储3D堆叠	SiP、传感、光电封装、天线、MEMS等



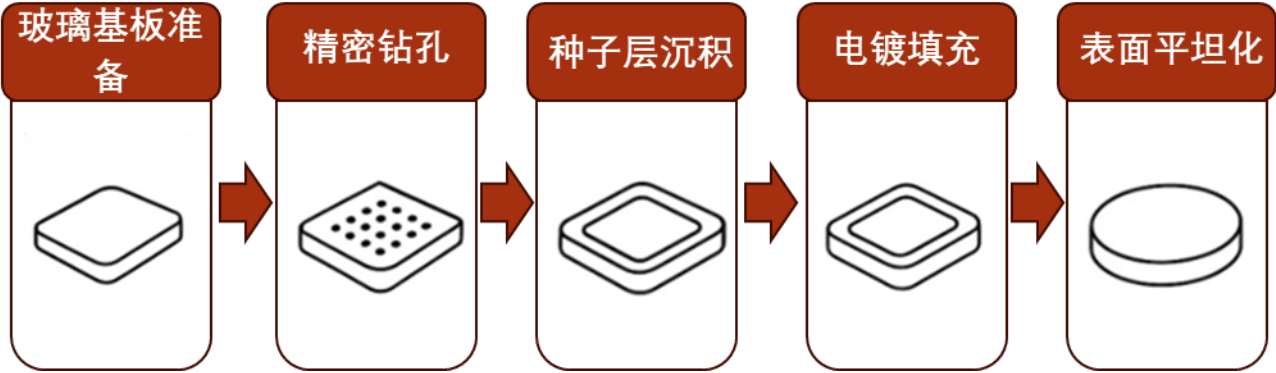
1.3 TGV核心工艺流程与技术难点

TGV的核心工艺流程包括：晶圆清晰与热处理、盲孔制备（核心步骤）、PVD种子成沉积、电镀填充、CMP平坦化和去种子层并退火。其中，最核心的环节在于在脆性玻璃上高质量的形成微米级通孔，二是对这些通孔进行可靠的金属化填充。

在不引入微裂纹等缺陷的前提下形成高深宽比的通孔，是 TGV 技术面临的首要挑战，也是整个TGV 工艺中最核心、最具技术壁垒的环节，直接决定了通孔的质量、密度和成本。目前主流技术路径主要有两种：激光诱导刻蚀和直接激光烧蚀。

通孔金属化是指在已成型的微孔内填充导电金属，从而构建垂直方向的电连接。作为 TGV 基板制造工艺中的一个关键环节，其质量直接决定了半导体封装的性能与可靠性。例如，不良填充会导致通孔内形成空洞缺陷，进而影响电流密度、电效率、局部发热、芯片性能和元器件寿命等。目前通孔填充主要有两种技术路线:电镀和导电浆料填充。

图：TGV核心工艺流程



表：不同TGV成孔技术的优缺点

玻璃通孔制 作方法	优点	缺点
喷砂法	工艺简单	制作的玻璃通孔孔径大、孔间距大
光敏玻璃法	工艺简单，可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔	价格昂贵，不同图形的精度区别较大
聚焦放电法	成孔快，可制作最小孔径为20μm、深宽比5~8的玻璃通孔	玻璃通孔垂直性有限
等离子刻蚀法	玻璃通孔侧壁粗糙度小，无损伤	工艺复杂，成本高，刻蚀速率低
激光烧蚀法	可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔	存在侧裂纹，粗糙度略大
电化学法	成本低，设备简单，成孔快	仅能加工出孔径大于300μm 且上开口大于下开口的锥形玻璃通孔，孔径大且适配性差
激光诱导刻蚀法	成孔快，可在50~500 μm 厚的玻璃上形成孔径大于20 μm 的玻璃通孔/盲孔，一致性好，且成孔快成本低	玻璃通孔不太垂直，激光设备昂贵

资料来源：真空电子技术微信公众号，广东振华科技有限公司微信公众号，《玻璃通孔技术研究进展》陈力等，西部证券研发中心

请务必仔细阅读报告尾部的投资评级说明和声明



1.4 TGV当前正处于工艺突破到规模化量产降本阶段

过去TGV技术长期停留在实验室阶段，核心瓶颈在于成孔、金属化等关键工艺的良率、效率、精度无法满足量产要求。近年来，全球产业链的持续研发投入，已实现核心工艺的快速发展，打通了从实验室到量产线的壁垒。

成孔工艺迭代：成孔是TGV的核心工艺，直接决定了通孔的精度、良率与加工效率。国内企业沃格光电于2024年已实现**最小3μm孔径、150:1高深宽比的加工能力**；

金属化工艺突破：通孔金属化是实现垂直互连的关键，过去高深宽比通孔的无孔洞填充、均匀镀层一直是行业痛点。目前，磁控溅射+电镀填充、化学镀等工艺已实现成熟应用，**可实现20:1深宽比通孔的均匀填充**，解决了量产化的核心难题；

高密度布线工艺成熟：玻璃基板的表面平坦化、超薄介质层沉积、精细光刻布线工艺已实现突破，**可实现2μm/2μm以下的线宽线距**，满足先进封装的高密度布线需求，打通了“成孔-填充-布线”的全流程工艺闭环。

表：TGV核心工艺演化进程

工艺	原始技术	最新技术
成孔工艺	德国LPKF公司通过脉冲激光诱导技术，可以制备孔径最小为10um的TGV通孔，典型深宽比在10:1。	(1) 2024年，沃格光电凭借自主研发的TGV技术，可实现深宽比150:1的玻璃巨量通孔，效率高达5000via/s，最小孔径可做到3 μm。 (2) 2026年，华日激光工业级Revo-1035能够实现高精度微孔加工，孔径可小于3 μm，百万孔一致性大于95%，深径比可达150:1。
金属化工艺	早期，TGV孔金属化工艺主要延续TSV孔电镀铜金属化工艺路线，采用Ti、TiW、Cr、TaN/Ta等作为黏附层/阻挡层，溅射Cu作为种子层，在单面玻璃晶圆上电镀铜实现盲孔全实心填充。如2020年，康宁公司公开了通过电镀铜工艺在深宽比为6:1的X型TGV通孔内侧壁上实现了铜层保形生长。	上海天承科技自主研发的电镀技术，采用脉冲搭桥和直流填孔工艺，满足介厚200-400 μm，孔径20-50 μm，实现完全填充且无空心。
高密度布线工艺	2013年，佐治亚理工学院首次提出一种以玻璃为载体的光电协同封装架构，在约150 μm厚的玻璃基板上实现了几十Gbit/s的带宽。	2025年芯德半导体突破TGV超细线路RDL（再布线层），实现线宽/线距≤2 μm，支持10 ⁴ I/O/mm ² 的高密度互连，完美满足HBM（高带宽存储器）集成需求。



1.4 TGV当前正处于工艺突破到规模化量产降本阶段

TGV技术的渗透速度，核心取决于成本下降的曲线。随着量产产能的释放、工艺的成熟、大尺寸面板级技术的普及，**TGV基板**的单位成本有望进入快速下降通道，形成“量产规模扩大→成本下降→应用场景扩容→需求进一步增长”的正向循环。随着成本持续下降，**TGV技术**将从**高端AI、HBM**场景，逐步下沉至**高端消费电子、车载电子、工业控制**等更大规模的市场，行业天花板有望大幅扩容。

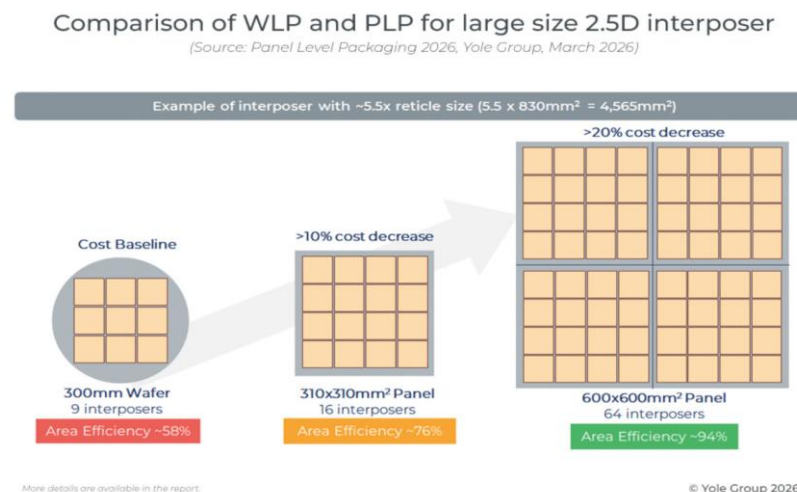
当前成本现状：目前晶圆级TGV基板的成本仍处于较高水平，主要应用于**高端AI芯片、光模块**等对成本不敏感的场景，但已较传统**TSV**技术下降了近30%。

- 核心因素：TGV较TSV总体步骤更为简便，减少了绝缘层的制备，以20万片/年计算，成本大约是TSV的76%。

核心降本路径：

- 从晶圆级向面板级（PLP）升级：采用G5.5代及以上的大尺寸玻璃基板，单块基板的面积是12英寸晶圆的7倍，利用率突破90%，单位面积加工成本可下降10%~30%；
- 良率提升：全流程量产良率提升至85%以上，单位成本可下降40%；
- 产业链国产化：国内材料、设备、制造的协同，可进一步降低供应链成本。

图：面板级封装的降本路径





1.5 TGV已获得获得全球巨头的路线图背书

TGV通过在特种玻璃基板上制备微米级垂直导电通孔，构建芯片间最短的垂直互连路径，完美解决了传统方案的痛点，成为全球半导体巨头公认的下一代先进封装核心技术路线。

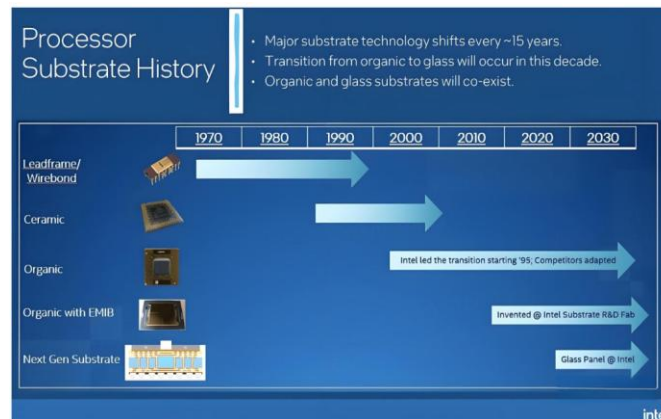
英特尔明确将玻璃基板纳入2026-2030年封装技术路线图的核心支柱，目标是通过玻璃基板实现10倍以上的互连密度提升、50%的翘曲变形缩小。2026年1月，英特尔首度公开展示集成 EMIB 技术、尺寸达 78mm×77mm 的巨型玻璃芯基板原型；

台积电将玻璃基板作为CoWoS封装技术下一代迭代的核心方向，以解决当前硅中介层的成本与尺寸瓶颈，满足英伟达、AMD等客户对大尺寸AI芯片封装的需求；

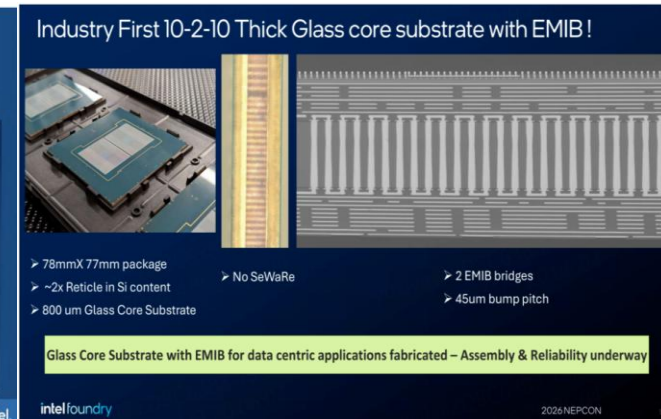
三星、SK海力士在HBM3/HBM4的封装路线中，已将玻璃基板作为核心备选方案，解决多层堆叠带来的翘曲与良率问题。2026年4月，三星电机开始向苹果供应半导体玻璃基板样品（它将传统 Flip Chip-Ball Grid Array (FC-BGA) 基板中由有机材料构成的核心部分替换为玻璃），2027年后量产。

巨头的集体路线背书，确立了**TGV**在先进封装领域的核心地位，推动行业从技术研发向标准化、规模化量产快速迈进。

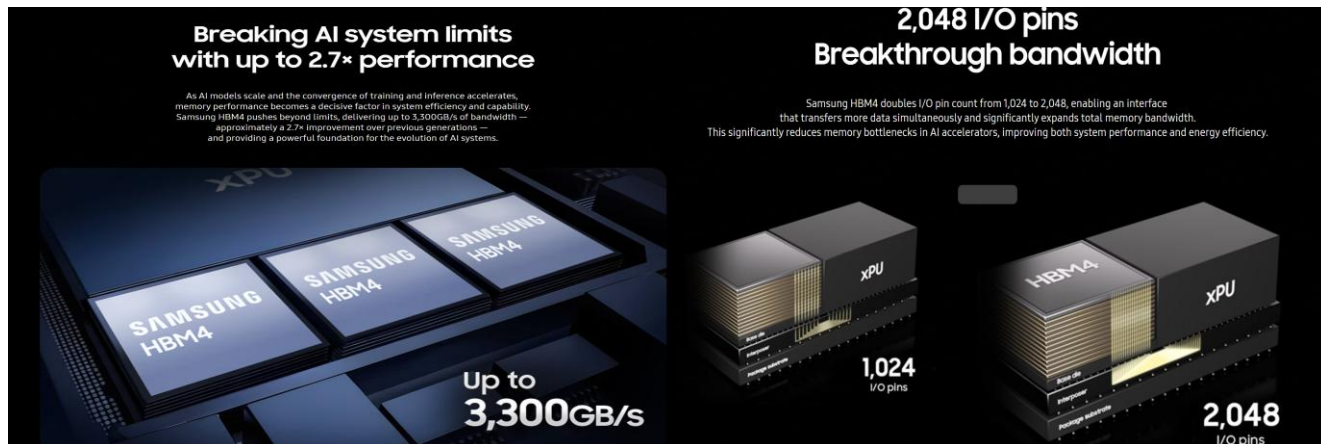
图：英特尔未来封装技术路径



图：英特尔首个量产玻璃基板指标数据



图：三星HBM4指标数据



目 录

CONTENTS

01

从硅到玻璃，TGV逐渐成为先进封装更优解

02

TGV市场空间广阔，行业集中度高

03

国内已形成TGV产业全链条布局，加速进口替代

04

投资建议与风险提示



2.1 产业链分析：上游材料、中游设备&制造、下游应用

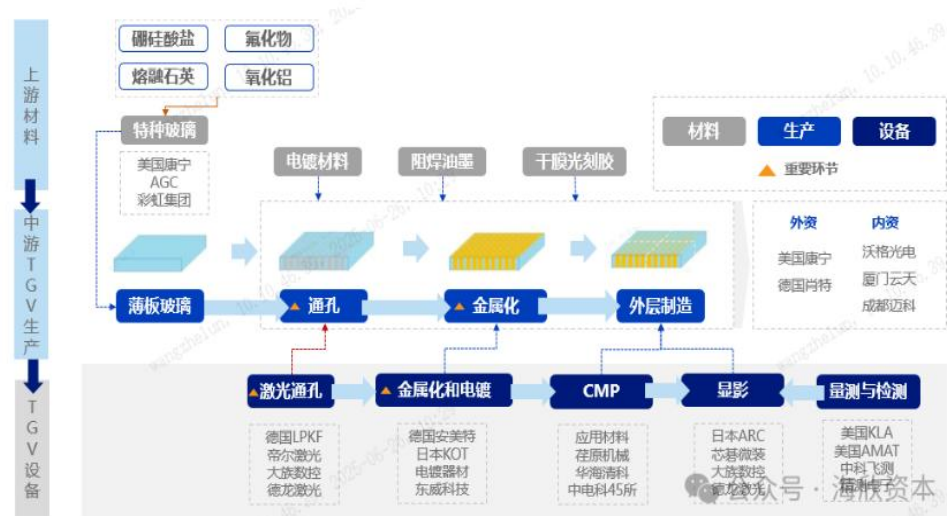
玻璃基板产业链大致分为原料、设备、技术、生产、封装检测、应用等重要环节。上游为生产原料、设备环节，中游为技术、封装、检测环节，下游为应用环节。

- 上游：**玻璃基板原料环节，材料与设备是产业链基础，材料端主要由海外巨头美国康宁、德国肖特等玻璃厂商供应，国内厂商如戈碧迦正在实现突破。设备端国内帝尔激光、大族激光、德龙激光等占据一定地位。
- 中游：**玻璃基板制造领域，制造与加工工艺是核心环节，国外主要有康宁、三星、LG以及AGC等巨头公司；国内的京东方、沃格光电等是目前少数掌握TGV技术的企业，在玻璃薄化、双面镀铜以及微电路图形化技术方面具有行业领先地位。国内厂商厦门云天半导体也开发了先进TGV激光刻蚀技术。
- 下游：**应用场景全面铺开，本土需求旺盛。

TGV技术已从实验室走向产业化，下游应用覆盖覆盖 AI 芯片、先进封测、光模块、射频前端、MEMS、车载电子、射频 / 毫米波、光通信等多个领域。

- CPU/GPU大芯片：**代替部分先进封装有机基板（主要为2.5D/3D封装基板）。
- 光模块：**适用于大功率器件封装和高算力数据中心服务器。
- MEMS：**MEMS晶圆级封装会用到玻璃晶圆，并作为其他电子产瓶中硅晶圆的替代衬底。

图：TGV产业链图谱



表：TGV下游主要应用

下游应用	TGV玻璃基板应用介绍	驱动因素	产业化进展	下游布局厂商	壁垒	市场空间
CPU/GPU等大芯片	替代部分先进封装有机基板（主要为2.5D/3D封装基板）	AI芯片，通讯芯片对芯片性能要求的提高。可以改善电气、机械性能和热稳定性	起步阶段	封测厂、IDM	●	■
IPD器件	替代射频芯片封装基板，且在高频应用中表现出色	具有低介电常数和低损耗优势，可提高射频器件的传输速度和质量	大规模量产	华为	●	■
Micro/Mini LED	主要用于LED芯片于驱动电路的集成，主要替代传统PCB基板	提高显示亮度和分辨率，降低能耗	小规模量产	宸显、BOE、华星、海信	●	■
光模块	适用于大功率器件封装和高算力数据中心服务器	5G 发展对模块高精度组件的需求不断上升，玻璃基板可提高信号传输性能，功耗更低	初期	英特尔、Coherent	●	■
MEMS	MEMS晶圆级封装会用到玻璃晶圆，并作为其他电子产品中硅晶圆的替代衬底。	玻璃晶圆可更好的保护敏感元件防止其被侵蚀或损坏；利用玻璃基底优良的电学性能，帮助实现很多MEMS器件的开发和制造	初期	博通、华为、海思	●	■



2.2 下游需求之AI算力与高性能计算（HPC）：TGV的基本盘

随着生成式人工智能训练模型向万亿参数规模演进，算力基础设施的物理性能正面临严峻瓶颈。在摩尔定律放缓的背景下，先进封装技术已不再是单纯的芯片组装，而是提升半导体系统性能的关键路径，直接催生了对**TGV玻璃基板**的需求。

互连密度与尺寸需求：AI芯片的单芯片I/O数量不断突破，台积电CoWoS-S技术也将转接板需求从17年的1200mm²快速提升至21年的2500mm²，再到26年的2700mm²，传统硅中介层在大尺寸下良率暴跌、成本指数级上升，而玻璃基板可轻松实现大尺寸制备，同时保持极低的翘曲度，大幅提升封装良率。

高频信号完整性需求：AI芯片推动信号频率进入毫米波频段，传统硅基与有机基板的高频插损、串扰已成为系统性能的核心瓶颈，而玻璃的低Dk/Df特性，可使信号传输速率提升3.5倍，带宽密度提高3倍，能耗降低50%，更好的适配高速信号传输需求。

市场空间测算：AI芯片封装是**TGV**最大的应用市场，预计**2028**年全球先进封装**TGV**市场渗透率将达到**30%**，市场规模将接近**80**亿美元，**2030**年伴随**TGV**渗透率提升至**50%**，市场规模有望进一步扩大。

表：TGV市场规模预测（注：灰色为预测数据）

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026E	2027E	2028E
全球先进封装IC基板市场规模（亿美元）	55.00	62.00	68.00	158.00	182.00	149.00	188.00	217.00	246.00	281.00	312.00
假设：其中ABF基板占比（%）	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%
ABF基板市场规模（亿美元）	20.90	23.56	25.84	60.04	69.16	56.62	71.44	82.46	93.48	106.78	118.56
假设：玻璃基板渗透率（%）									5%	15%	30%
玻璃基板在AI芯片领域市场规模（预测值_亿美元）									4.67	16.02	35.57
假设：AI芯片占玻璃基板下游应用的比例（%）									65%	55%	45%
玻璃基板市场规模（预测值_亿美元）									7.19	29.12	79.04
玻璃基板市场规模增速（%）										305.0%	171.4%

资料来源：台积电官网，IEE官网，YOLE，讯石光通讯网，海欣资本，集微网，CIOE，半导体产业纵横，西部证券研发中心

请务必仔细阅读报告尾部的投资评级说明和声明



2.2 下游需求之HBM高带宽存储：第二增长曲线，需求刚性较强

HBM是AI算力产业链的核心瓶颈，而封装技术又是HBM性能提升与良率控制的核心环节，随着HBM从HBM3向HBM4/HBM5迭代，对封装载体的要求已突破有机基板的物理极限。

核心痛点：HBM4的堆叠层数已达到12-16层，未来HBM6将突破24层，对封装基板的平整度、翘曲度、热稳定性提出较高要求；同时，HBM与逻辑芯片的2.5D集成，需要更高密度的互连与更低的信号损耗，有机基板的CTE不匹配导致的翘曲，会直接造成HBM堆叠的良率损失，甚至芯片失效。

TGV的不可替代性：玻璃基板的CTE可精准匹配硅芯片与DRAM芯片，大幅降低翘曲度，提升HBM封装的良率与可靠性；同时，玻璃的高散热特性可缓解多层堆叠带来的散热瓶颈，高密度互连能力可支撑HBM更高的带宽需求。

产业进展：三星、SK海力士已启动玻璃基板在HBM封装中的验证，成为TGV行业的第二大核心应用市场。

- **三星：**三星联合Chemtronics开发71×71mm玻璃中介层，应用于高性能计算（HPC）芯片中GPU与HBM的互连，2028年有望量产。
- **海力士：**SK海力士在HBM4路线图中明确提及将探索采用玻璃基板技术，以优化散热与互连性能。其在CES 2026上展示了16层48GB HBM4器件，计划2026年第三季度量产。



2.2 下游需求之光通信与CPO光电共封装：高速光模块的核心升级方向

全球光模块市场正从**800G**向**1.6T/3.2T**快速迭代，**CPO**（光电共封装）、**LPO**（线性直驱）技术成为主流方向，对封装载体的高频性能、集成度提出了刚性要求，成为**TGV**率先落地的细分场景之一。

高频低损耗需求：1.6T/3.2T光模块的电信号速率已突破100Gbps PAM4，高频下的插损与串扰直接决定了光模块的性能与功耗，传统有机基板的介电损耗已无法满足需求，而玻璃基板的低Dk/Df特性，可显著降低高频损耗，减少信号失真，提升模块的良率与可靠性。

光电集成需求：CPO技术将光芯片与电芯片共封装在一起，需要高密度的垂直互连与更高的集成度，TGV技术可实现玻璃基板上的光学窗口、导电通孔、高密度布线一体化制备，适配光电共封装的需求，是CPO技术落地的核心载体。

产业落地进度：国内头部光模块厂商已率先启动**TGV**玻璃基产品的验证与导入，部分厂商已实现小批量出货。

- **沃格光电/通格微（沃格光电子公司）：**1.6T光模块玻璃基载板相关产品已完成小批量送样。
- **京东方：**公司在BOE IPC 2024正式发布并展出面向半导体封装的玻璃基面板级封装载板，成为大陆第一家从显示面板转向先进封装的业务部门。
- **云天半导体：**成功突破4um孔径；目前已突破2.5D高密度玻璃中介层技术，实现8：1高深宽比的TGV无孔洞填充。
- **三叠纪：**在行业内率先提出TGV3.0，首次突破亚10微米通孔和填充技术。



2.3 海外龙头技术研发领先，国内企业成本优势显著

为突破传统材料的物理极限，英特尔、三星、英伟达、台积电等大厂纷纷入局玻璃基板，本土企业凭工艺突破与成本优势加速国产替代。

- 从英特尔的率先入局，到三星、英伟达、台积电等企业加速布局，用玻璃材料取代有机基板正成为业内共识。
- 中国拥有全球最大的半导体消费市场和封测产能，为玻璃基板本土化提供了土壤。我国在玻璃基板等高端半导体材料领域长期存在进口依赖，国产化替代空间广阔。随着国内企业技术突破和产能建设，实现自主可控已成为明确的产业趋势。从替代节奏看，部分材料与设备环节有望率先取得突破。例如，在高纯石英砂等材料领域，国内企业正努力实现技术突破；在TGV激光加工等设备领域，国产设备厂商正积极参与客户验证，如帝尔激光，已将TGV激光微孔设备作为研发和拓展方向之一；在基板制造端，沃格光电等企业正投资建设玻璃基板产线，推动技术产业化。

表：国内外主要参与者技术进展

企业	技术进展
康宁	熔融制程为康宁的专利创新技术核心。公司能为3D IC基板生产出表面极为纯净、光滑平坦且尺寸稳定的玻璃基板，做到TGV孔径20~100um, 纵横比10:1
英特尔	英特尔采用激光改质+化学蚀刻复合工艺，实现间距小于10μm的高速垂直互连，通孔深径比可达100:1、最小孔径仅5μm，这一指标较行业现有水平提升30%以上。同时，英特尔在玻璃基板上成功实现了MTL-P（Meteor Lake-P）芯片组的点亮。2026年，英特尔发布展示全球首款集成EMIB的10-2-10厚玻璃基板。
旭硝子	开发兼容激光改性 + 氢氟酸蚀刻的 TGV 工艺，实现高密度、高精度通孔制备，适配12 英寸晶圆及 510×515mm 矩形基板；通孔金属化良率提升，支撑 Chiplet 垂直互连，降低 AI 芯片封装成本。
三星	三星采用FOPLP技术，使用510mm×515mm玻璃面板，通孔位置精度<±2um（激光位移补偿算法），HBM4全面采用TGV，实现大尺寸面板级TGV突破。
企业	核心进展
沃格光电	截至2026年5月，公司可实现高精度（孔径可小至5μm）、高深宽比（100:1）TGV技术。是全球少数掌握TGV全制程能力和制备装备的企业，目前已具备TGV玻璃基板的量产能力和年产10万平方米的智能化产线（湖北通格微）。
京东方	公司自2024年启动玻璃基板中试线项目，截至2025年6月底，已实现设备进场。
云天半导体	截至2024年，公司已实现深宽比70:1加工，支持200*200mm晶圆级先进封装。
戈碧迦	截至2025年9月，公司TGV封装基板产品已向国内多家知名半导体厂商送样。

目 录

CONTENTS

- 01 从硅到玻璃，TGV逐渐成为先进封装更优解
- 02 TGV市场空间广阔，行业集中度高
- 03 国内已形成TGV产业全链条布局，加速进口替代
- 04 投资建议与风险提示

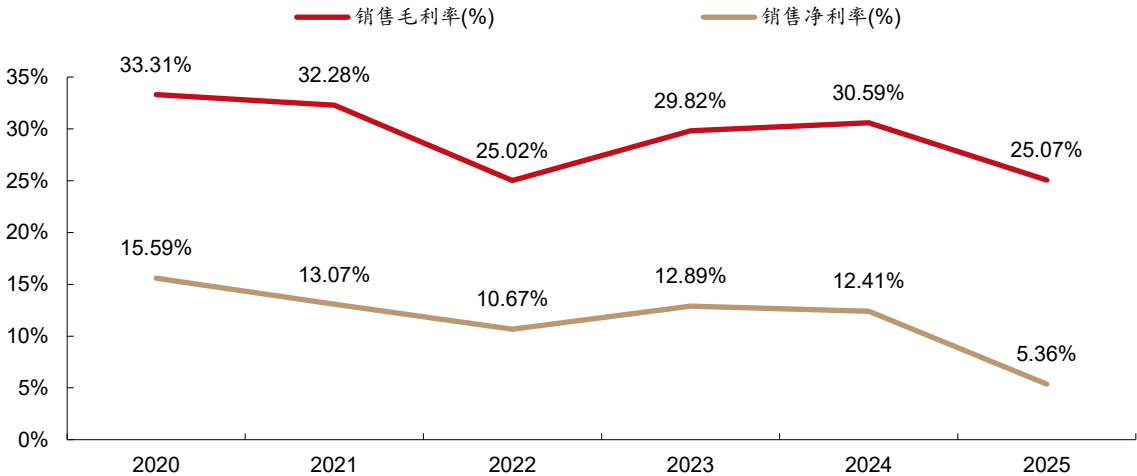


3.1 戈碧迦——高端光学材料龙头，先进封装及AI上游核心材料替代先锋

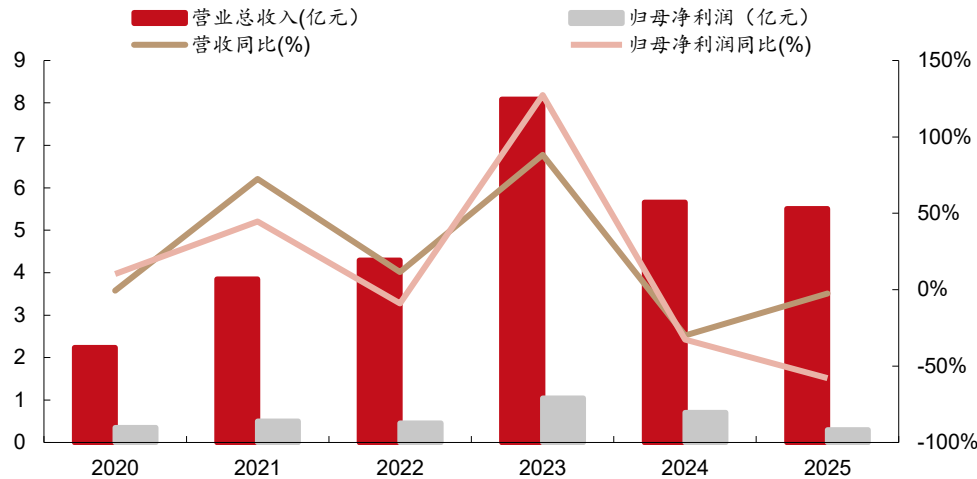
戈碧迦是一家从事光学玻璃及特种功能玻璃研发、制造和销售的高新技术企业。

- 主要产品：1) 光学玻璃：已形成冕牌玻璃、火石玻璃、铜系玻璃、磷酸盐玻璃等产品系列。2) 特种功能玻璃：根据不同功能可分为纳米微晶玻璃、防辐射玻璃、耐高温高压玻璃等。
- 公司亮点：1) 技术投入：公司积极推进拥有全产业链自主知识产权的微晶玻璃产品研发，整合从原片到终端的全产业链布局。半导体应用领域开发了多款产品，经下游客户加工后的产品已通过部分知名半导体厂商验证，2025下半年开始将持续获得产品销售收入。同时，公司在低介电常数玻璃纤维（二代布）产品研发上取得较大的进展，并开始筹建相应产线。2) 产业协同：公司对熠铎科技（江苏）有限公司股权投资人民币1,000 万元，通过对外投资加强产业链上下游合作。

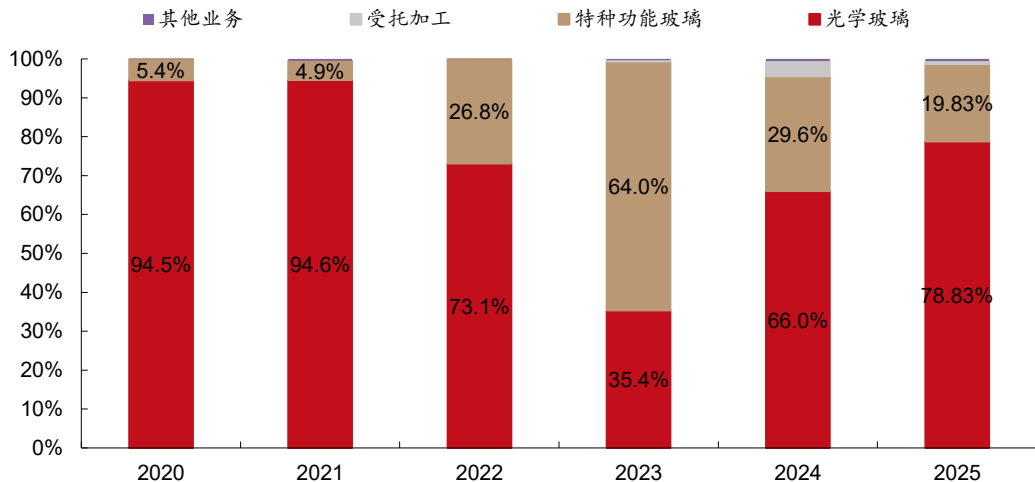
图：毛利率净利率走势



图：营业收入及归母净利润



图：分业务营收占比情况



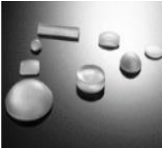
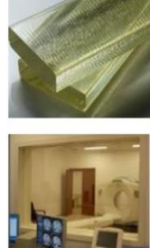
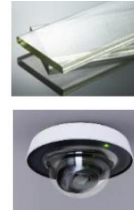
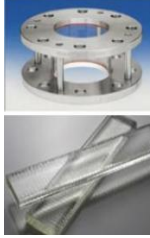


3.1 戈碧迦——高端光学材料龙头，先进封装及AI上游核心材料替代先锋

表：公司主要产品简介

公司光学玻璃市占率领先，特种玻璃对标海外巨头实现国产替代

- 光学玻璃：可生产牌号从成立初期的2个增加到100余个，已覆盖光学玻璃主流品种。
- 特种玻璃：1) 纳米微晶玻璃：对标美国康宁的超瓷晶玻璃，已应用在包括华为昆仑玻璃在内的多家手机厂商盖板玻璃产品上；2) 半导体玻璃基板/载板：载板产品已通过多家知名半导体厂商验证并成功获得订单，玻璃基板产品也已经成功开发，并已向国内多家知名半导体厂商送样；3) 电子布：公司拟投资不超过10亿元建设6条特种电子玻纤生产线，主要用于AI服务器、5/6G通信、自动驾驶、军工/航天等领域。

各类光学玻璃材料				光学玻璃型件			特种功能玻璃			
产品类别	产品特点	应用产品	产品及下游应用图例	细分产品	产品简介	产品图例	产品类别	产品简介	应用产品	产品图例
冕牌玻璃	折射率低、阿贝数较高，物理与化学性质高度均匀，从紫外到可见波段具有较高透过率	主要用于光学成像系统的凸透镜、棱镜、反射镜及高端工艺品		压型件	各种透镜、棱镜毛坯，产品单重在0.3g-5,000g之间		纳米微晶玻璃	纳米微晶玻璃是一种含有高强度纳米晶体的材料、具有机械强度高、化学及热稳定性好、电学性能优良、抗跌耐摔等特点	可用于制作智能手机盖板和电子触屏盖板等电子领域，也可用于义齿、牙齿贴面、骨骼修复等	
火石玻璃	具有高折射率和低阿贝数的特性，在光学成像中火石与冕牌玻璃组合可有效消除色差	主要用于光学成像系统的凹透镜、棱镜等		切割件	直径在3mm-200mm之间的切割件毛坯产品		防辐射玻璃	防辐射玻璃是指对X射线、γ射线等放射性具有较大吸收屏蔽射线能力的特种功能玻璃	主要应用于医疗、核工业领域的防辐射器具和观察窗口等	
钢化玻璃	具有高折射率、高阿贝数的特性，能有效简化光学成像系统，扩大视角，使产品轻量化、小型化。	主要用于小型化、高成像质量的凹凸透镜、棱镜等		棒料	直径5mm-20mm、长度300mm以内的各种规格产品		耐高温高压玻璃	具有软化点高、抗化学侵蚀性好、抗热冲击性强、强度高特性的特种功能玻璃	主要用于制作高温高压环境下的玻璃视镜及爆破片，应用于石油勘探、钢铁冶金、海洋工程等领域	
磷酸盐玻璃	有特殊的光学常数，可以很好的消除球面光学元件的色差	主要应用于高精度、高分辨率的光学仪器系统。		-	-	-	-	-	-	-

图：熠铎科技产品简介

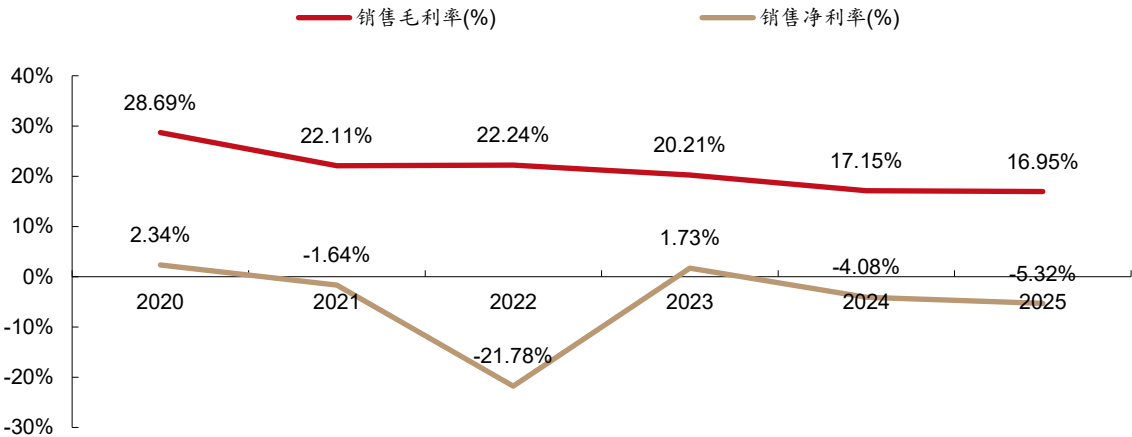




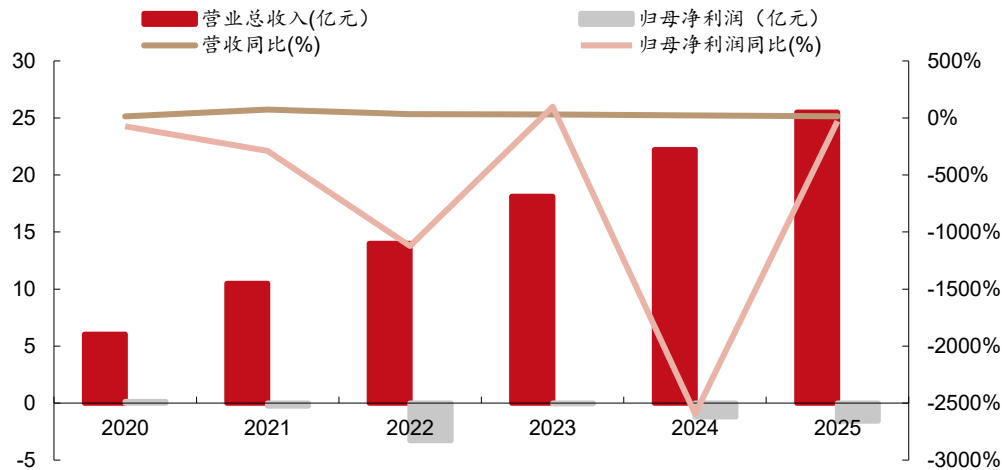
3.2 沃格光电——玻璃基板量产先行者，光学精密加工向先进封装延伸

拥有一系列自主研发技术的沃格，是全球目前极少数掌握**GCP**全制程工艺能力和制备装备的公司。沃格聚焦半导体先进封装载板与第三代半导体显示两大方向，领先于全球同业进行**GCP**产品的产业化布局。目前，沃格已形成覆盖光电玻璃精加工、玻璃基**Mini/Micro LED**，以及玻璃基高算力芯片载板、射频器件玻璃基板、光通讯模块玻璃基板等多领域的产品体系，为新型显示、半导体先进封装、高性能**AI**大算力芯片、光通讯、射频器件、生物医学**MEMS**器件等领域提供高性能的**GCP**解决方案，推动电子器件向更轻薄、更高集成度、更高频信号传输等方向演进。**公司在玻璃基核心技术领域成果丰硕，是全球目前极少数拥有全制程工艺能力和制备装备的公司，也是全球最早实现玻璃基产业化的企业。**

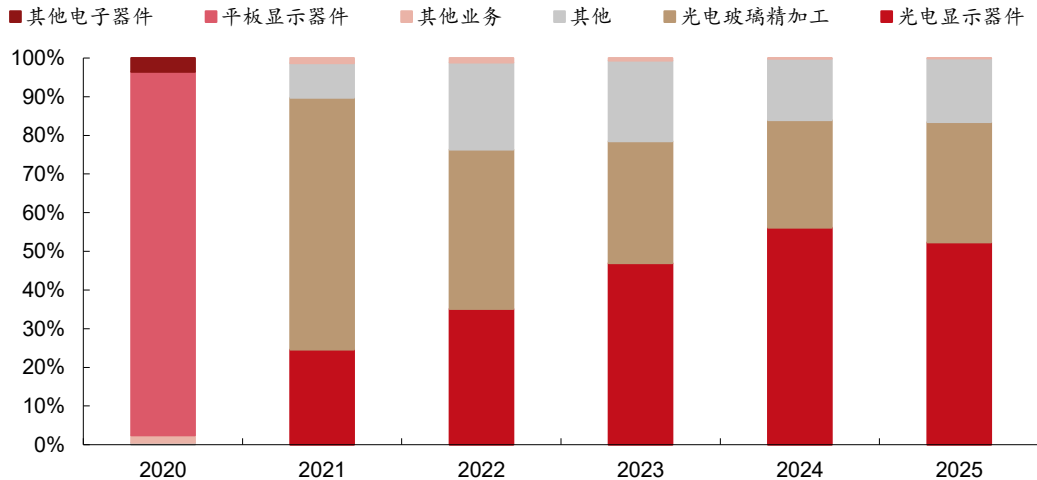
图：毛利率净利率走势



图：营业收入及归母净利润



图：分业务营收占比情况



资料来源：同花顺，沃格光电公司官网，金融界，广东省电路板行业协会GPCA，西部证券研发中心

请务必仔细阅读报告尾部的投资评级说明和声明

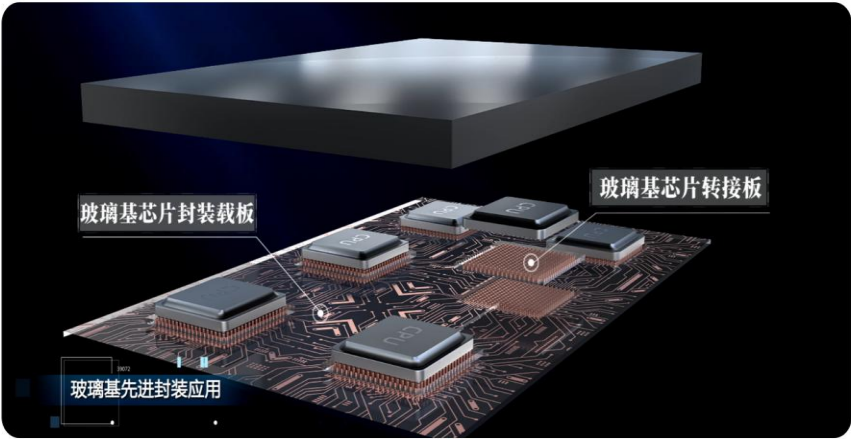


3.2 沃格光电——玻璃基板量产先行者，光学精密加工向先进封装延伸

先进玻璃基光刻技术，奠定产品领先优势

- TGV通孔技术：**公司是全球少数掌握TGV全制程能力和制备装备的企业，目前已具备TGV玻璃基板的量产能力和年产10万平方米的智能化产线。可实现深宽比100:1的玻璃通孔，最小孔径 $\geq 5\mu\text{m}$ 。
- 玻璃基PVD镀铜技术：**可对应G5尺寸，附着力5B，方阻 $0.1\sim 0.003\Omega$ 。最大镀铜铜厚可达 $7\mu\text{m}$ ，可过大电流。
- 玻璃基高精密多层布线技术：**以玻璃为基底，通过一系列精密加工工序，在玻璃表面或内部制作出具有特定形状和功能的精密线路。

图：公司玻璃基产品示例图



表：公司核心技术及产品应用

核心技术名称	核心技术特点及其领先性	产品应用/服务	取得方式	产业化阶段及实施主体
玻璃基MiniLED精准光源背光技术	1. 该技术结合公司玻璃超薄技术、玻璃蚀刻等表面处理工艺、玻璃厚镀铜技术以及黄光工艺等玻璃基金属化技术能力，可实现玻璃基超薄载板厚度200um，玻璃基线宽线距20um适配，实现稳定的载流能力和上万级分区； 2. 运用公司独家开发的玻璃扩散板，利用玻璃独特的光学透射和折射性能，可实现玻璃基精准背光，与传统背光或PCB/铝基Mini LED混光背光光源相比，玻璃基Mini灯板搭配玻璃扩散板的光场控制板光学组件可降低整机厚度60-70%，使LCD显示进入新的显示形态； 3. 玻璃基以其耐高温和抗振动设计，可适配复杂车载环境。其广色域和高亮度特性，显著提升HUD、中控屏等场景的驾驶信息可视性，符合车规级标准。	Mini LED 背光模组(显示器、TV、车载等LCD高端显示)	自主研发	部分产品应用已进入批量量。产商用阶段；
玻璃基TGV技术	1. 公司自主研发玻璃通孔(TGV)技术，创新利用超快激光加湿法混合刻蚀工艺，可对多种类型的大板玻璃材料(钠钙玻璃、硼硅玻璃、无碱玻璃、石英玻璃等)进行高深宽比TGV 通孔的高精度加工。 2. 公司目前量产线可加工玻璃常规尺寸为:510*515mm，可加工玻璃厚度为:0.05-1.1mm，可实现最大深宽比100:1的TGV通孔的制备，最小TGV孔径5um。	Micro LED 直显 射频天线、相控阵、雷达、光模块(CPO)	自主研发 自主研发	小批交付和良率爬升阶段； 产品开发验证阶段；
CPI膜材研发、生产和纳米薄膜制备技术	1. 公司具备CPI膜材的研发和生产能力，CPI材料在光学穿透度、机械特性、热稳定性及可弯折恢复性方面表现优异，其设计为可溶性聚酰亚胺，烘烤温度低且时间需求短，膜厚在2~100um范围可控，Td点(分解温度)>500° C，可持续使用高温>350° C以上，具有优异的光学特性和抗化学性能。其CPI薄膜的透光率可达92%以上，且在-200° C超低温下仍保持柔韧性。这种材料特性使其能承受卫星在轨期-150° C至+120° C的极端温度循环，避免传统CPI膜在高温下的黄变和脆化问题。 2. 公司镀膜开发经验10余年，采用低温等离子体刻蚀活化CPI表面，结合化学接枝技术，使镀层与基材结合可靠，膜层无开裂无脱落;依托多层镀膜技术的协同设计，开发了抗辐射层加增透层的复合膜系，可抗UV辐射及可见光和红外波段高穿透率，不降低电池发电效能，镀层为金属氧化物与氧化硅等多层复合薄膜，可屏蔽太空环境高能质子及抗原子氧侵蚀。3. 公司研发能力及产业化优势明显，从CPI浆料膜材生产、纳米薄膜制备均可自主完成，生产效率高、品质可控。产品可用于卫星太阳翼、空间站等。	航天卫星太阳翼保护膜	自主研发	完成小批产品交付，测试阶段；
全玻璃基多层线路叠层及玻璃互互联键合技术(GCP技术)	1. 公司全玻璃基多层线路叠层及玻璃互互联键合技术采用TGV(玻璃通孔)及金属化工艺实现上下表面的电气互联，结合表面金属沉积与图形化工艺形成高精度线路，并借助玻璃键合技术完成多层玻璃基板之间的垂直互连，构建出结构紧凑、性能优越的三维集成封装载板。 2. 针对板级尺寸带来的热失配、翘曲与应力集中难题，公司致力于研发多路径键合技术矩阵:Cu-Sn共晶键合工艺以Cu:Sn=5:3 的膜层比例精确控制金属间化合物厚度，既保证适中的工艺窗;口，又兼顾电-热-机械综合性能;热压键合则可灵活选用 Au-Au、Cu-Cu或 Cuw/Ni/Au-Cu/Ni/Au体系，通过压力-温度耦合窗口抑制界面空洞，提升长期可靠性。 3. 公司主导完成键合设备设计 & 核心材料选型及开发，获得性能优异且可靠性良好的全玻璃基芯片封装载板，为高密度、高频率芯片封装提供了先进的材料与工艺解决方案。	高端算力芯片先进封装、Chiplet 多芯粒异构封装；	自主研发	产品方案确定和联合开发阶段；
超精密玻璃光学器件加工与成型技术	1. 公司自主研发超精密玻璃光学器件加工与成型技术，可对玻璃进行异性精密结构加工，通过超快激光切割、钻孔、高精度CNC雕刻异性，抛光、研磨(包括CMP)表面处理，实现0.1~10mm厚度，尺寸510*515mm，厚度TTV≤1um，表面粗糙度≤1nm，孔径崩边≤5um，异性结构:凹/凸型，侧边掏孔型等，精度≤5um； 2. 公司自主研发高精度线路加工技术，可对玻璃进行各种金属镀膜，黄光工艺，电镀，化镀等;磁控溅射金属膜层类型:Cu, Ti, Mo, ITO, ATO, 光学膜等;黄光工艺:湿法蚀刻，半加成，lift-off，曝光，显影，涂胶，丝印等工艺制程;最小解析度L/S=3/5um, overlay±2um, 镀膜均匀性≥97%，PVD厚度≤10um, 电镀均匀性≥95%等。 3. 基于上序工艺实现对精密光学器件灵活使用，如应用半导体蚀刻设备、光刻机，微纳DOE器件等。	半导体蚀刻设备、光刻机	自主研发	目前有多个项目在进行，部分产品分别处于小批量交付和持续配合研发阶段；
ECI (Etching-Cutting-Ink) 技术:玻璃基薄化、切割、丝印一体化技术	公司独有的玻璃基薄化、切割和丝印技术(ECI技术)，通过前置激光工艺，对中大尺寸AMOLED显示屏玻璃基进行选择性图形蚀刻工艺，玻璃减薄后无需再分割成小片和钻孔，直接蚀刻成穿孔后的cell,该制程相对传统切割磨边工艺大幅提升了面板强度。该技术属于行业独创技术，达到行业领先水平，产品主要应用于笔电、pad、显示器等。	OLED显示	自主研发	已通过客户验证并进入产能建设配套阶段；

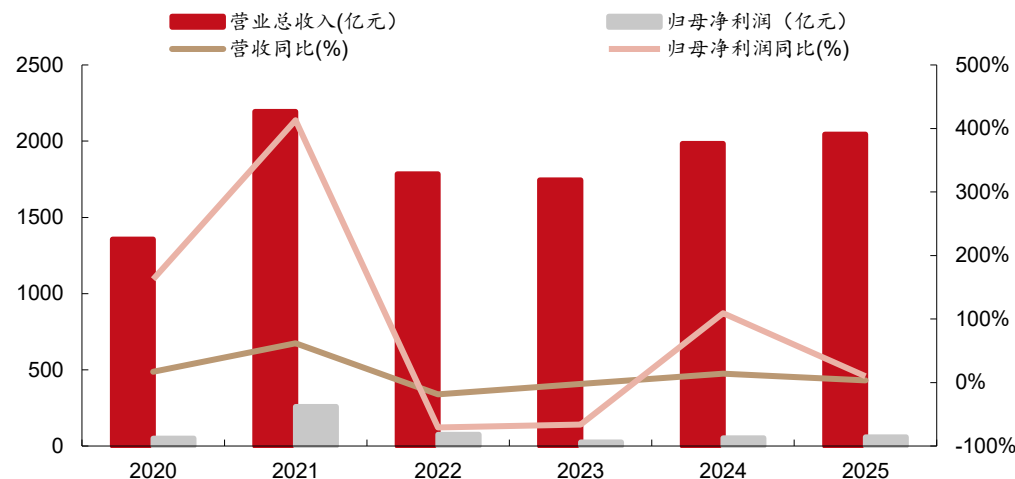
资料来源：沃格光电2025年半年报，沃格光电官网， 西部证券研发中心



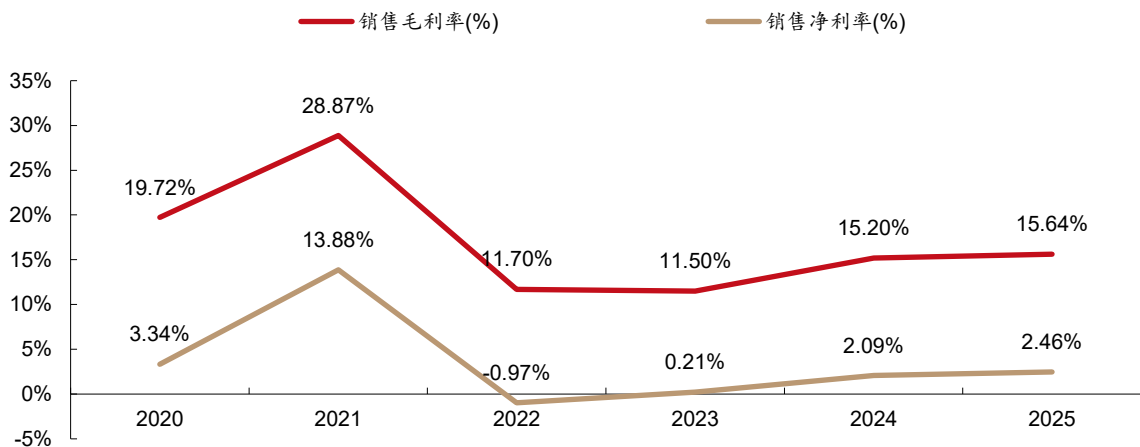
3.3 京东方——显示面板巨头，半导体先进封装玻璃基载板转型领航者

作为显示面板龙头企业，京东方依托二十余年玻璃基板技术积累跨界布局半导体先进封装领域，成为中国大陆首家从显示领域转型先进封装玻璃基板的企业。

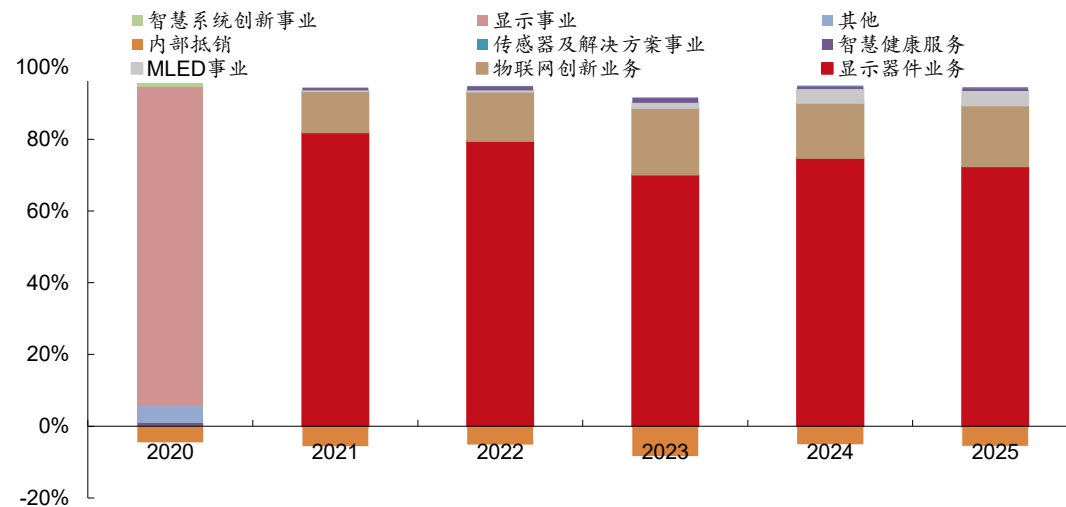
图：营业收入及归母净利润



图：毛利率净利率走势



图：分业务营收占比情况





3.4 云天半导体——晶圆级封装方案专家，国内率先实现TGV规模化量产

厦门云天半导体科技有限公司成立于2018年7月，致力于面向新兴半导体产业的先进封装与系统集成，通过自主研发与持续创新，为客户提供从产品协同设计、工艺研发到批量生产的全流程解决方案和服务。

主营业务包括:晶圆级三维封装(WLP)、晶圆级扇出型封装(WL-FO)、系统级封装(SiP)及模块(Module)、IPD无源器件制造、高密度2.5D转接板(基于TGV技术)和高精度天线制造等，广泛应用于射频、功率器件、MEMS、生物医疗、AI等领域。为国内外百余家客户提供了设计、封装、集成服务。云天半导体拥有卓越创新能力，具备从4寸、6寸、8寸到12寸全系列晶圆级系统封装和精密制造能力。

云天半导体特色的玻璃通孔技术（TGV）与2.5D/3D集成，率先实现国内规模化量产TGV技术，深宽比突破100:1，支持高密度互连与高频信号传输，应用于光电器件、射频模组等领域。图：云天半导体TGV技术进展

Parameters	2021	2022	2023	2024
Wafer size	6'	8'	12'	
*Panel size (THK: 500um)	106X149mm		200X200mm	
Glass thickness	150~500um	100~500um	100~800um	
Min. Via diameter	25um	10um	7um	5um
Min. Via pitch	50um	20um	15um	10um
Thickness/Diameter	5:1(Glass A) 20:1(Glass B)	50:1(Glass C)	75:1	100:1
CD tolerance	±5um		±3um	
Via taper	78±5°(Glass A)	82±5°(Glass B)	89±3°(Glass C)	

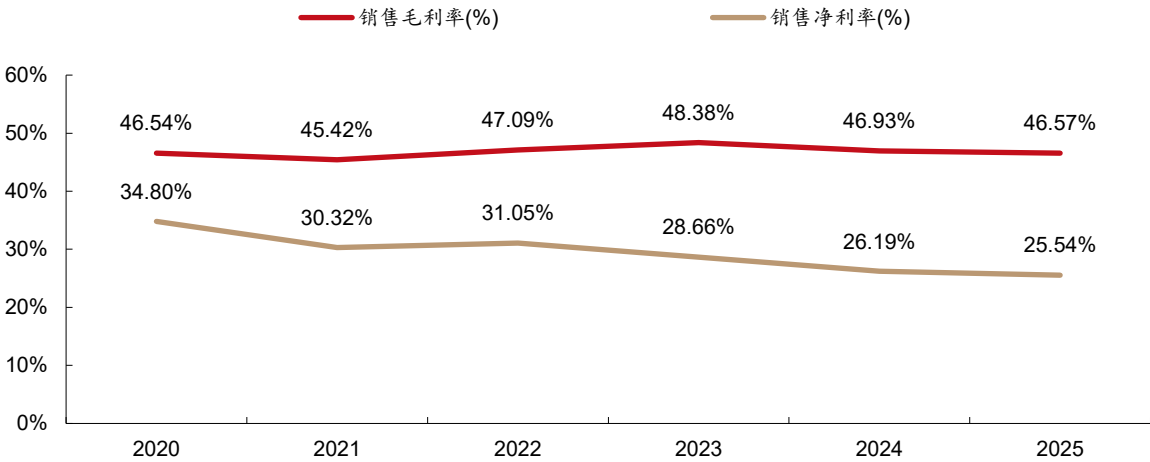


3.5 帝尔激光——精密激光设备制造企业，推动通孔工艺精度与效率升级

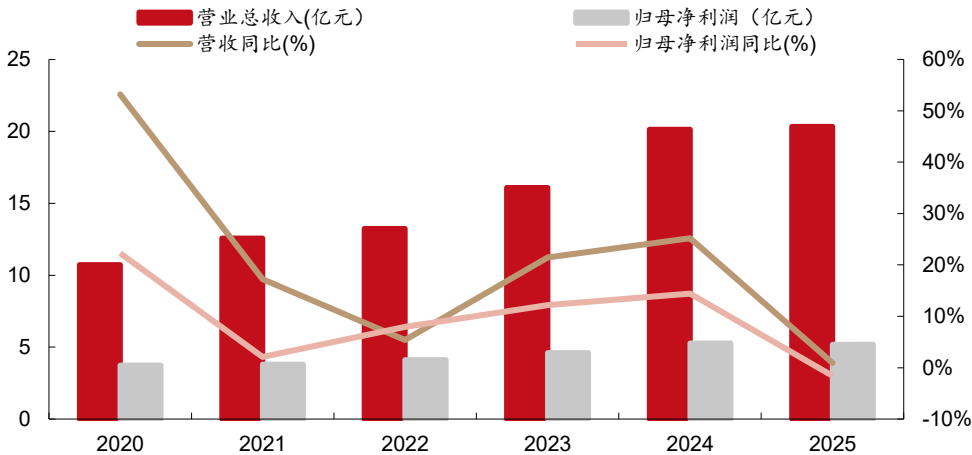
公司是一家以自主创新激光技术为核心，面向光伏、新型显示和半导体等领域提供一体化加工解决方案的激光装备制造企业。在集成电路领域，帝尔激光聚焦第三代半导体、先进封装等技术发展与革新需求，瞄准半导体领域关键需求和核心问题，开发多款先进半导体激光技术，推出了TGV激光微孔、IGBT/SiC激光退火、晶圆激光隐切等装备。

技术层面，公司坚持持续研发投入，在 TGV 封装激光设备领域成果显著，2026年1月已顺利完成面板级玻璃基板通孔设备的首批出货，打破了海外厂商在该领域的技术与市场垄断，形成了坚实的技术壁垒。

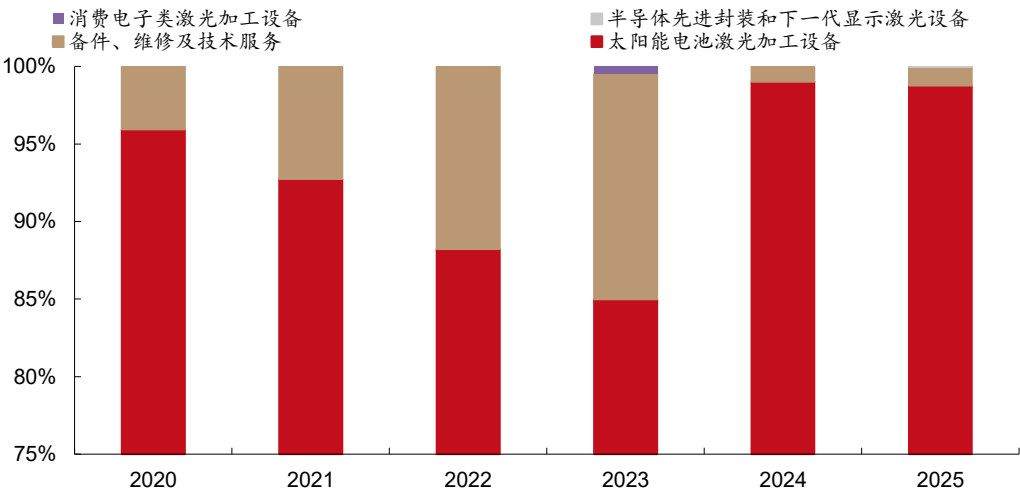
图：毛利率净利率走势



图：营业收入及归母净利润



图：分业务营收占比情况



资料来源：每日经济新闻，帝尔激光公司官网，同花顺，未来半导体微信公众号，西部证券研发中心

请务必仔细阅读报告尾部的投资评级说明和声明

3.5 帝尔激光——精密激光设备制造企业，推动通孔工艺精度与效率升级

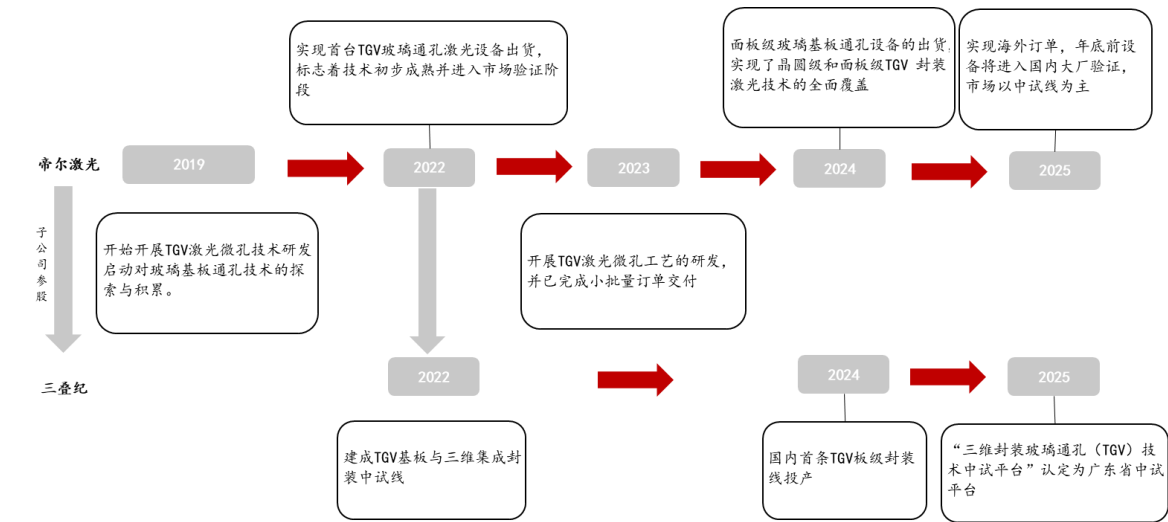
上游设备端国内主要参与者，技术发展推动TGV渗透率提升

- 公司主要产品为应用于光伏产业的精密激光加工设备。同时公司正在积极研发消费电子、新型显示和集成电路等领域的激光加工设备。TGV激光微孔设备是帝尔激光泛半导体领域的重点产品之一，该设备通过精密控制系统及激光改质技术，实现对不同材质的玻璃基板进行微孔、微槽加工，提升基板的电气性能和热性能，为后续的金属化工艺实现提供条件。应用于半导体芯片封装、显示芯片封装等领域。

表：公司主要产品简介

产品名称	产品特点	产品图片
板级TGV激光微孔设备	高精度动态跟随运动平台，配合高响应运动控制模块，使玻璃改质加工具备快速、准确、高效特性 定制化成套光路系统，适用于多种玻璃材料加工，工艺效果稳定可靠 多种视觉定位模式，可适应Mark、外轮廓等定位方式 控制软件由帝尔自主研发，支持中英文操作，交互体验更友好	
晶圆级TGV激光微孔设备	兼容性好，同时支持石英、硼硅、钠钙、铝硅等多种不同玻璃材质 可根据需求在基板上实现圆孔、方孔、埋孔、通孔以及微槽等多形态工艺 优异的深孔特性，径深比高达1:100，最小孔径≤5um 良好的孔质量，侧壁光滑、无裂痕 优异的产能 良好的定位及重复精度	
激光巨量转移设备	集视觉定位校正、观察、转移和自动上下料为一体，智能化程度高 配备高精度视觉定位、高精度运动控制平台，转移精度高 芯片无损伤，转移效果好	
OLED阵列激光修复设备	支持G6代OLED TFT基板 兼容性好，支持OLED制程中所有膜层材料修复(P-Si/Mo/Ti/Al/ITO/Ag等) 选配灵活，可根据客户制程技术任意配置 修复成功率≥99.9% 精密的光路控制系统，高精度对位及定位精度 对接CIM系统，智能化/闭环反馈	
MiniLED激光修复设备	智能化高，集视觉坏点识别、去除、修复、复检功能一体 可根据不同条件(芯片/锡膏类别)对焊接参数自动补偿 基板兼容玻璃，印制线路板，柔性电路板，覆盖8~30寸，可兼容3x5mil~60x60mil芯片尺寸 高贴装精度，低偏移角度 返修成功率>95%，芯片返修推力≥400g(0922产品)	

图：公司TGV激光微孔业务发展历程



资料来源：维科网激光，帝尔激光2024年年报，证券之星，帝尔激光公司官网，迈科科技公众号，帝尔激光投资者交流公告，西部证券研发中心

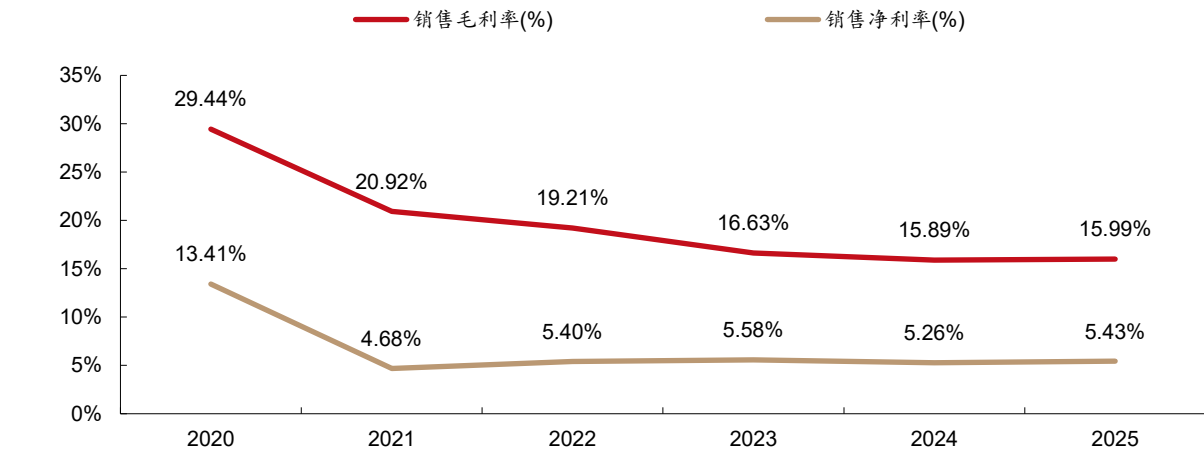


3.6 蓝思科技——玻璃基板技术双线突破，领航AI存储与先进封装

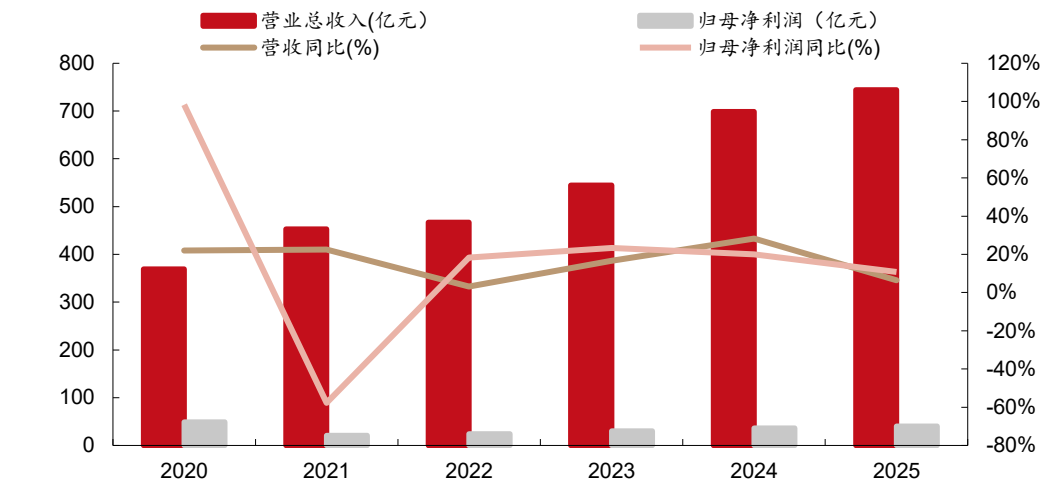
公司是以科技创新为核心、智能智造为驱动的高新技术企业，定位为业内领先的智能终端全产业链一站式精密制造解决方案提供商。业务涵盖企业级存储、AI服务器、HDD玻璃基板、TGV玻璃基板及配套散热、航天级UTG玻璃等领域。

凭借对十余种材料的深度技术积累构建起坚实技术壁垒，公司拓展HDD用玻璃基板业务，实现了从消费电子玻璃向高端半导体存储材料的能力跨越，同时覆盖了AI数据中心热数据高性能存储与冷数据大容量低成本存储两大核心场景，完成了在AI算力基础设施核心环节的关键卡位。公司在HDD玻璃基板的技术突破将直接冲击日本企业长达数十年的独家垄断。

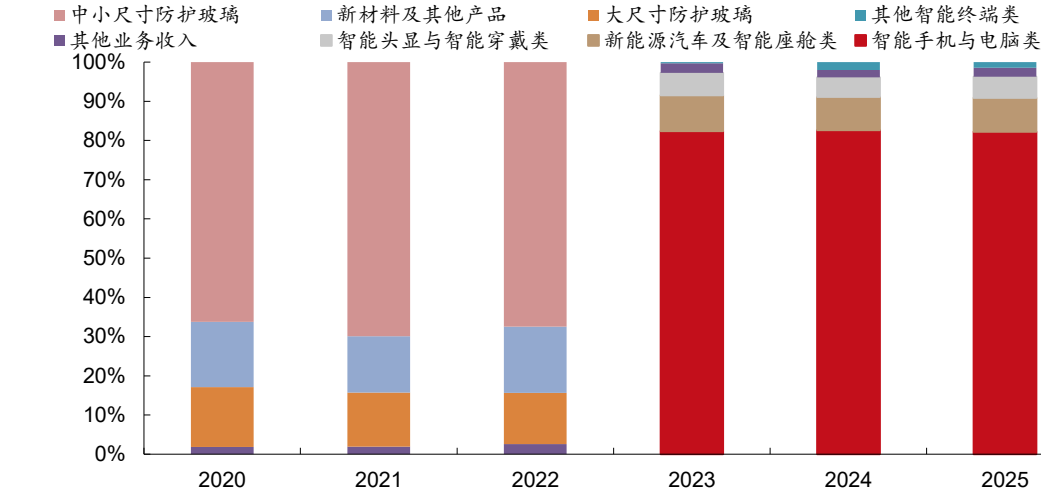
图：毛利率净利率走势



图：营业收入及归母净利润



图：分业务营收占比情况



资料来源：蓝思科技官网，同花顺，半导体之窗微信公众号，蓝思科技2025年年报，西部证券研发中心

请务必仔细阅读报告尾部的投资评级说明和声明

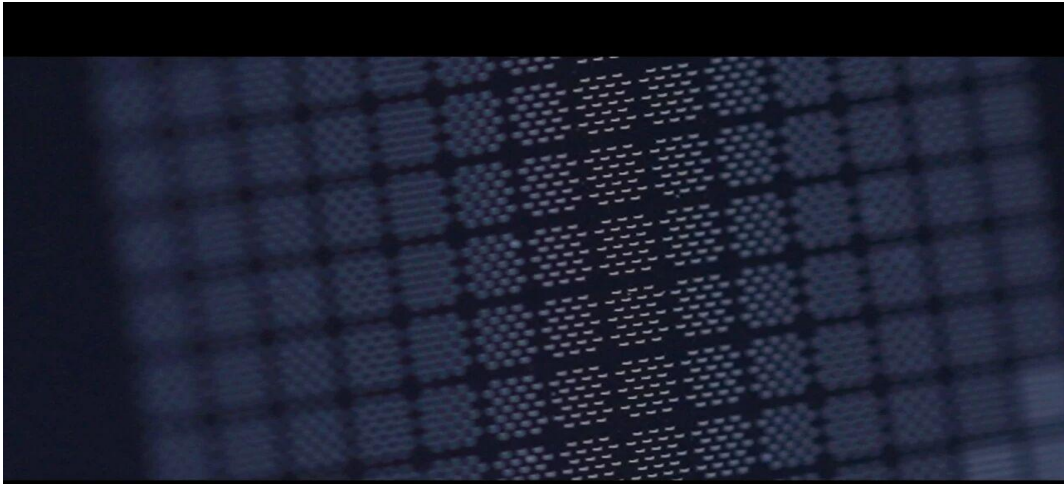


3.6 蓝思科技——玻璃基板技术双线突破，领航AI存储与先进封装

前瞻性布局玻璃基板，打造TGV+HDD两大前沿产品

- 早在2023年公司便将TGV玻璃基板、HDD玻璃硬盘作为重点研发方向，并作为主要起草单位参与了《3D封装玻璃通孔（TGV）工艺技术规范》团体标准的制定。
- 蓝思科技自主研发的HDD玻璃基板正推进客户验证工作，该基板主要用于支持HAMR高密度机械硬盘量产，可实现单盘30TB以上容量，其耐热性能优于传统铝合金基板，表面粗糙度达到埃米级精度，公司通过SSD组装与HDD玻璃基板同步推进的模式，布局高端存储供应链相关环节。

图：公司TGV玻璃基板



表：公司主要产品简介

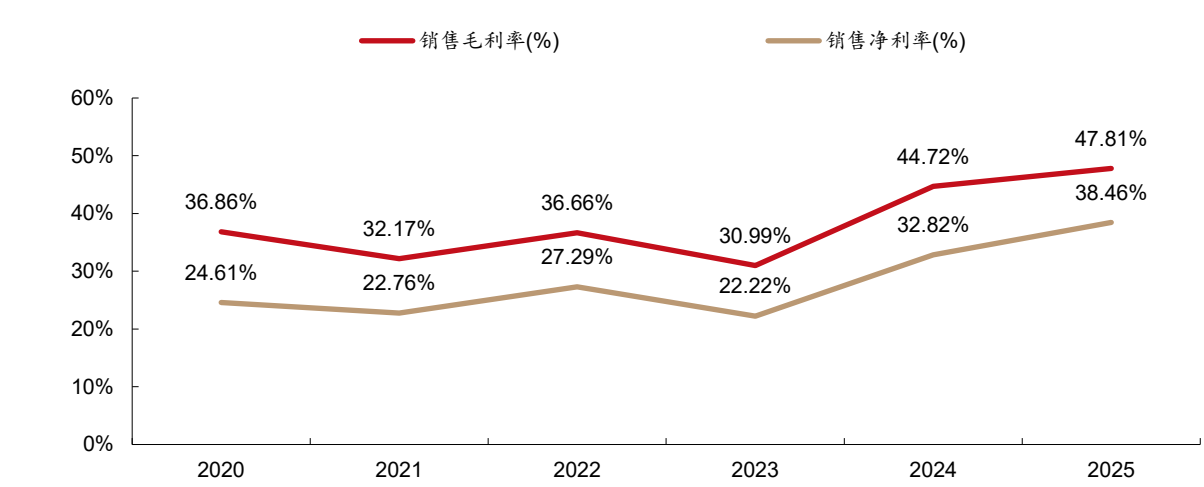
产品名称	产品特点	产品图片
玻璃类	蓝思加工后的视窗防护玻璃、后盖玻璃等系列产品，具有质感轻薄、透明洁净、抗划伤、抗指纹等特性，通过双面AR工艺前盖透光率最高可达98%，通过化学强化技术生产的产品表面硬度可达680HV以上，4PB、ROR测试性能大大提升。 后盖玻璃表面多样化处理技术包括NCVM颜色膜、渐变色镀膜、丝印、移印、黄光、磨砂面处理、菲林贴合、纹理以及拉丝等，为全球头部品牌提供了全套技术解决方案。 公司防护玻璃产品主要分为中小尺寸、大尺寸不同规格，尺寸范围从3mm到2500mm，精度可达纳米级别。	
金属类	公司具备多种金属材料加工能力，包括不锈钢、太空铝、镁铝合金、钛合金等多种新型复合材料；全面配套表面处理能力，全自动3D抛光、超硬PVD镀膜工业4.0阳极处理、金属表面T处理等一应俱全。产品加工采用国内外先进设备，加工精度可以稳定在0.01mm。	
蓝宝石类	公司最早于2012年投资研发、生产蓝宝石材料，具备从长晶设备制造到切、抛、磨、成品一条龙研发、生产能力。我司生产的蓝宝石纯度达99.999%，莫氏硬度达到9，接近于钻石，其晶格结构决定了强度高、硬度大、超耐磨，产品透光率>91%，被广泛用作手机摄像头盖板、手机指纹识别盖板、手机显示屏盖板、LED衬底，为客户高端系列产品提供了优质选择。	
陶瓷类	公司掌握精密陶瓷的多种成型技术，涵盖干压成型、注塑成型和流延成型，同时提供多种表面处理工艺，涵盖高光处理、沙面、拉丝、雕刻字符、镀膜镭射和抗指纹处理等。生产的陶瓷硬度高、耐划伤，莫氏硬度达到9；耐高温耐酸碱腐蚀、信号穿透性强，手感温润如玉，是高端产品的特质，被广泛应用于手机后盖、侧键、摄像头圈口、按键，手表的表壳、表圈、表带、表扣以及汽车等部件上。	
塑胶类	公司成型设备均为全球顶级的高速注塑机，产品应用覆盖智能穿戴、智能手机、笔记本电脑、平板电脑、新能源汽车等，设备从单射机到双射机及模内注塑，各级吨位的设备均有配置。	
触控模组	公司拥有世界一流的电容式触控屏（GF/GFF/OGS/GG）、柔性触控技术、FILM SENSOR（10/10um NarrowBorder）、高精度2.5D/3D精密贴合工艺、全自动化技术和生产能力，为电子信息、智能汽车提供了稳定的高质量产品。	
指纹模组	公司生产的指纹模组广泛应用于手机、电脑、门锁、箱包等消费终端。技术系自主研发，可为客户提供多样化解决方案：前置电容模组、后置电容模组、侧边电容模组、屏下光学模组等方案；自动化程度达92%，品质管控追溯颗粒度涵盖所有物料。	
整机组装	基于精密结构件的技术和资源优势，蓝思科技成功向蓝宝石、陶瓷、金属等结构件和触控、指纹、天线及摄像头模组延伸，已经形成结构件+模组的一站式供货，实现了智能手机端到端的供应链垂直整合。	



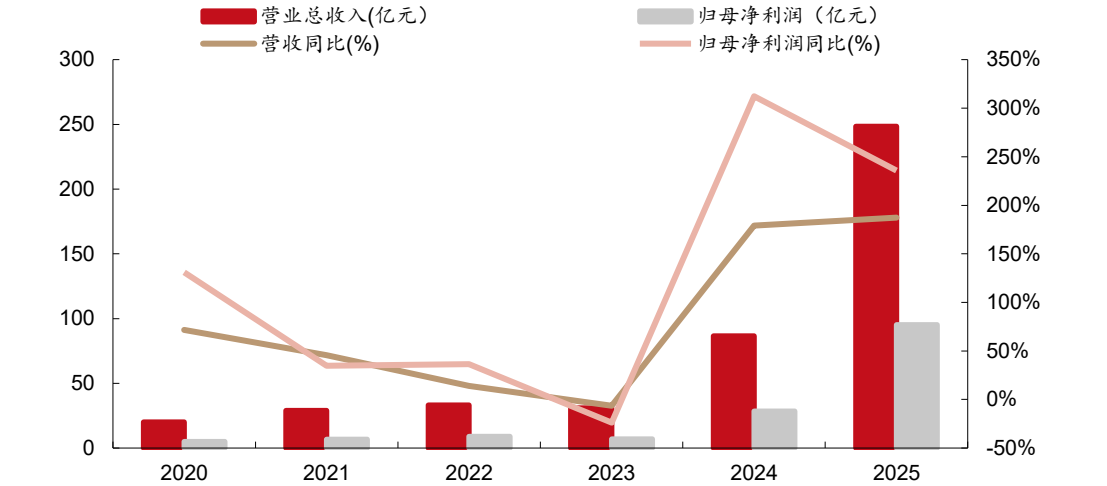
3.7 新易盛——全球光模块龙头，以玻璃基板技术引领CPO与超高速传输升级

公司专注耕耘光通信领域**20**余年，产品技术迭代一直处于行业领先地位。公司作为**2024**年全球光模块市场排名前三、国内第二的龙头厂商，业务主要涵盖全系列光通信应用的光模块，公司一直致力于高性能光模块的研发、生产和销售，产品服务于人工智能/机器学习集群、云数据中心、数据通信、**5G**无线网络、电信传输、固网接入等领域的国内外客户。技术层面，公司明确官宣已具备**CPO** 晶圆级需要的封装工艺技术条件，进一步巩固其在全球超高速光模块市场的竞争优势。

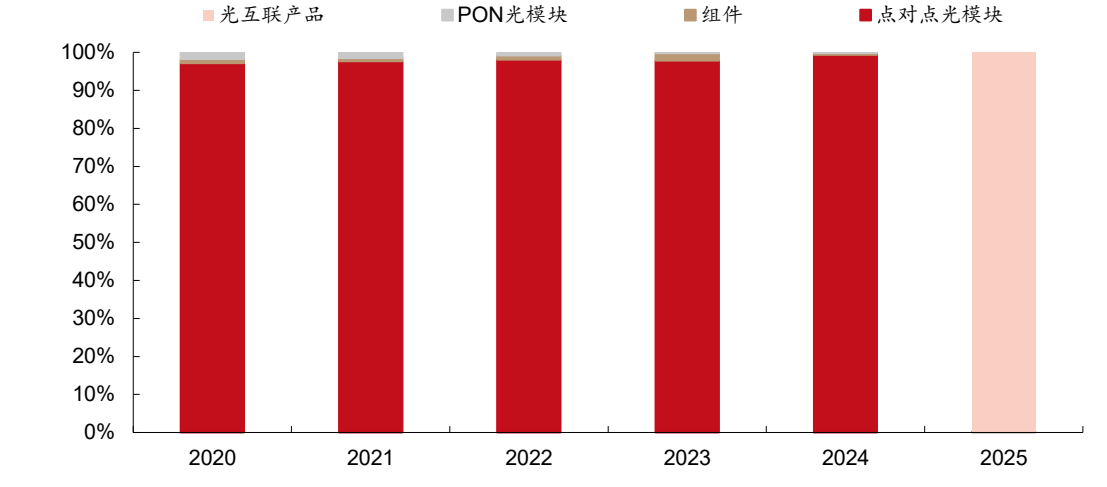
图：毛利率净利率走势



图：营业收入及归母净利润



图：分业务营收占比情况



目 录

CONTENTS

01

从硅到玻璃，TGV逐渐成为先进封装更优解

02

TGV市场空间广阔，行业集中度高

03

国内已形成TGV产业全链条布局，加速进口替代

04

投资建议与风险提示



4.1 投资建议

传统有机基板技术已触及物理极限，其高介电损耗、高制造成本、热膨胀系数失配等固有缺陷，在AI算力芯片、5G/6G高频通信等场景下愈发凸显。在此技术迭代的关键节点，英特尔、三星、台积电等全球半导体巨头的集体入局，标志着产业界已形成“从硅到玻璃”的技术共识，玻璃基板（TGV）技术在当下已成为半导体行业中“技术代际切换”与“供应链自主可控”双重逻辑交织的优质赛道。

建议投资者参考三条投资主线，持续跟踪龙头企业产线建设进度与客户验证结果。

- **主线一：全链条布局的行业龙头：**优先关注具备特种玻璃基材量产能力、TGV 全链条技术布局、下游客户生态完善的厂商，这类厂商具备最强的成本控制能力与技术壁垒，是国产替代的核心受益者。相关企业：戈碧迦（已覆盖）、蓝思科技等。
- **主线二：核心工艺突破的设备厂商：**关注在 TGV 通孔制备、金属化核心工艺上实现突破，已进入国内头部光模块、封测厂供应链，量产进度领先的设备厂商，这类厂商具备较高的业绩弹性。相关企业：沃格光电、云天半导体、苏州熠铎、帝尔激光、德龙激光等。
- **主线三：下游应用落地的龙头厂商：**关注率先布局 TGV 技术应用，实现产品性能升级、巩固市场份额的先进封测、光模块龙头厂商，这类厂商将率先享受技术升级带来的盈利提升。相关企业：通富微电、长电科技、新易盛等。



4.2 风险提示

- **技术迭代风险：**TGV工艺尚未完全成熟，高深宽比通孔及金属化填充良率仍需进一步提升，技术迭代存在不确定性；
- **行业竞争加剧风险：**国际巨头技术领先，康宁、英特尔等企业在专利、工艺、产能方面具有先发优势，国产企业面临激烈竞争；
- **市场需求减弱风险：**玻璃基板渗透率提升速度若低于预期，将影响TGV行业整体的规模发展；
- **供应链稳定性风险：**玻璃基板核心原材料（高纯度石英玻璃）、高端激光钻孔设备等部分依赖进口，供应链安全可能存在不确定性。

 投资评级说明

西部证券—投资评级说明

行业评级	超配： 行业预期未来6-12个月内的涨幅超过市场基准指数10%以上
	中配： 行业预期未来6-12个月内的波动幅度介于市场基准指数-10%到10%之间
	低配： 行业预期未来6-12个月内的跌幅超过市场基准指数10%以上
公司评级	买入： 公司未来 6-12个月的投资收益率领先市场基准指数20%以上
	增持： 公司未来 6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%到20%之间
	中性： 公司未来 6-12个月的投资收益率与市场基准指数变动幅度相差-5%到5%
	卖出： 公司未来 6-12个月的投资收益率落后市场基准指数大于5%
报告中所涉及的投资评级采用相对评级体系，基于报告发布日后6-12个月内公司股价（或行业指数）相对同期当地市场基准指数的市场表现预期。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；美国市场以标普500指数为基准。	

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、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，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。

联系地址

联系地址： 上海市浦东新区耀体路276号12层
北京市西城区丰盛胡同28号太平洋保险大厦513室
深圳市福田区深南大道6008号深圳特区报业大厦10C

联系电话： 021-38584209



免责声明

本报告由西部证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）制作。

本报告在未经本公司公开披露或者同意披露前，系本公司机密材料，如非收件人（或收到的电子邮件含错误信息），请立即通知发件人，及时删除该邮件及所附报告并予以保密。发送本报告的电子邮件可能含有保密信息、版权专有信息或私人信息，未经授权者请勿针对邮件内容进行任何更改或以任何方式传播、复制、转发或以其他任何形式使用，发件人保留与该邮件相关的一切权利。同时本公司无法保证互联网传送本报告的及时、安全、无遗漏、无错误或无病毒，敬请谅解。

本报告基于已公开的信息编制，但本公司对该等信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断，该等意见、评估及预测在出具日外无需通知即可随时更改。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。对于本公司其他专业人士（包括但不限于销售人员、交易人员）根据不同假设、研究方法、即时动态信息及市场表现，发表的与本报告不一致的分析评论或交易观点，本公司没有义务向本报告所有接收者进行更新。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。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供投资者参考之用，并非作为购买或出售证券或其他投资标的的邀请或保证。客户不应以本报告取代其独立判断或根据本报告做出决策。该等观点、建议并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素，必要时应就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业财务顾问的意见。本公司以往相关研究报告预测与分析的准确，不预示与担保本报告及本公司今后相关研究报告的表现。对依据或者使用本报告及本公司其他相关研究报告所造成的一切后果，本公司及作者不承担任何法律责任。

在法律许可的情况下，本公司可能与本报告中提及公司正在建立或争取建立业务关系或服务关系。因此，投资者应当考虑到本公司及/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。对于本报告可能附带的其它网站地址或超级链接，本公司不对其内容负责，链接内容不构成本报告的任何部分，仅为方便客户查阅所用，浏览这些网站可能产生的费用和风险由使用者自行承担。

本公司关于本报告的提示（包括但不限于本公司工作人员通过电话、短信、邮件、微信、微博、博客、QQ、视频网站、百度官方贴吧、论坛、BBS）仅为研究观点的简要沟通，投资者对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“西部证券研究发展中心”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。如未经西部证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司保留追究相关责任的权力。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

本公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：91610000719782242D。