



电力设备与新能源行业研究

买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

新能源与电力设备组

分析师：姚遥（执业 S1130512080001）

yaoy@gjzq.com.cn

液冷肌理系列深度（二）：热界面材料

高热流密度时代，芯片近端热管理重估 TIM 材料价值

投资逻辑：

高功率芯片驱动热管理从“填隙导热”转向“低热阻系统优化”。AI GPU/ASIC、HBM 与高速光模块的功耗和封装密度同步提升，热量需要依次穿过 TIM1、Lid（封装盖板）、TIM2、冷板，热界面材料（TIM）的配置不再只依赖于标称导热系数适配，而是材料本体、键合层厚度（BLT）、两侧接触热阻、装配压力和热循环可靠性的协同，在大尺寸芯片翘曲、多芯片共面和局部热点强化的条件下，材料、结构与工艺共同决定实际散热效果，目前看下一代热界面材料往往既需要具备导热性能，也需要有均热能力。

聚合物基 TIM 仍是应用面最广、产业化最成熟的基础路线。导热膏、凝胶、垫片、导热胶分别对应薄界面、不规则间隙、自动化贴装和结构粘接等需求，为了实现更高的导热性能可以通过多粒径堆积、填料表面改性及三维/定向导热网络，以更低填充量形成连续、短程、沿厚度方向贯通的热通道，例如金刚石粉末作为填料，可使 TIM 产品的导热系数从低于 0.3 W/(m·K) 提升至 40 W/(m·K)；聚合物 TIM 的另一条高性能路径是相变材料，除了具备更低的结构热阻外，相变时吸收的潜热可以在芯片瞬时温升中起到热缓冲的作用，是当前高功率芯片应用的重要材料之一。

金属基 TIM 面向芯片近端的更低热阻需求。焊料型 TIM 已在 TIM1 超薄界面具备长期应用基础，其中铜片依靠较高导热性与延展性，可缓解大尺寸芯片的热应力失配；金属基路线上，液态金属以自由电子传热和优异润湿性被认为有望成为下一代芯片近端热界面材料之一，但短期由于导电泄漏、金属兼容问题、氧化层控制和自动点胶等量产可靠性问题，在 AI 领域的大规模应用仍然存在技术瓶颈和长期验证积累。

碳基材料是下一代高性能 TIM 的重点方向。碳基 TIM 主要通过石墨、石墨烯、碳纤维和 CNT 等构建高导热或定向导热网络，其中石墨烯拥有极高的面内导热性能，工程应用上，通过表面功能化、三维连续骨架或石墨烯-CNT 桥接降低跨片层热阻，以石墨烯为骨架、树脂为基体，通过机械加工、切片翻转等形式使材料面内方向沿器件垂直方向放置，充分应用石墨烯面内导热能力，行业头部公司量产的垂直取向石墨烯垫片导热系数可达到 130W/(m·K)，在高热流密度 GPU 等场景中有望优先导入。此外，碳基方向的碳纤维垫片通过纤维沿厚度方向有序排布构建 Z 向导热通路，在兼顾柔顺贴合性的同时具备提升 TIM2 导热效率的潜力；铜-金刚石热沉片则依托高导热金刚石与铜基体的复合及界面工程，实现高热流密度芯片的高效导热与均热，是下一代先进封装热扩散层的重要候选方案。

高性能产品迭代推动具备先发优势的企业率先享受高毛利和需求放量。我们对比了国内头部热界面材料供应商 2024-2025 年导热材料业务的收入和盈利能力，收入上来看，行业平均增速在 20%-30%，其中碳基导热垫片全球头部供应商鸿富诚 2025 年热管理材料及器件收入同比增速高达 185%；盈利能力来看，导热材料毛利率方差较大、跨度 10%-70%，随着整体行业的技术迭代，老产品盈利能力逐年下降，具备高性能、新产品批量供应能力或者新产品占比较高的企业，盈利能力相对优异并展现逐年提升态势。

投资建议与估值

高功率芯片功耗持续提升，在高集成度算力机柜的有限空间中，热流密度以及器件运行时产生的单点瞬时热量增大，迫使热界面材料的导热性能必须随着提升，相关标的 鸿富诚、科创新源、中石科技、飞荣达、德邦科技 等。

风险提示

下游需求及应用渗透不及预期；产品验证和产业化进度不及预期；原材料价格、技术路线与市场竞争风险。



内容目录

一、热界面材料（TIM）服务于从裸 Die 到冷板的连续传热路径	5
二、聚合物基 TIM	6
2.1 聚合物基 TIM 的核心是基体-填料协同和贯通导热网络	6
2.2 金刚石粉填充：以绝缘高导热填料打开聚合物 TIM 性能上限	7
2.3 相变材料：聚合物 TIM 中面向高功率芯片的关键分支	7
三、金属基 TIM	9
3.1 焊料：金属基热界面方案中最成熟、最传统的刚性键合路线	9
3.2 液态金属：性能跷跷板，低热阻与可靠性的博弈	10
四、碳基 TIM	12
4.1 石墨烯垫片：新一代高性能 TIM1 材料，兼具界面导热与均热能力	12
4.2 碳纤维垫片：具备优异导热性能和高可靠性的 TIM2 选择	16
4.3 铜-金刚石：由石墨烯均热进一步走向极限热流密度热沉材料	18
五、投资建议	19
5.1 鸿富诚：垂直取向石墨烯垫片实现量产，全球碳基导热材料头部企业	20
5.2 科创新源：兆科并表补齐 TIM 矩阵，材料与液冷部件协同推进	22
5.3 中石科技：材料-组件-模组全栈协同，光模块及算力散热打开增量	23
5.4 飞荣达：国内电磁屏蔽及热管理解决方案供应商	24
5.5 德邦科技：封装材料平台切入 TIM 升级，TIM1 验证推动高端进阶	25
风险提示	27

图表目录

图表 1：TIM 可以分为聚合物基、金属基和碳基三大类	5
图表 2：各类 TIM 材料关键导热性能对比	5
图表 3：聚合物 TIM 由聚合物基体、导热填料和助剂构成	6
图表 4：聚合物 TIM 导热机理是形成连续、短程、贯通的热通道	6
图表 5：聚合物基 TIM 的产品形态由间隙、装配方式与可靠性要求共同决定	7
图表 6：高性能金刚石填料 TIM 已具备商品化案例	7
图表 7：相变 TIM 由相变基体、导热填料和载体/增强体系协同构成	7
图表 8：相变 TIM 的总热阻由材料层本体热阻与两侧接触热阻共同构成	8
图表 9：全球代表性高端相变 TIM 产品以低键合层厚度和低界面热阻为核心竞争指标	8
图表 10：焊料型 TIM 传热机理	9
图表 11：金属焊料型 TIM 中铜基材料导热系数最为优异	9



图表 12:	金属焊料型 TIM 领域, 海外厂商的产品成熟度和产业化能力更强	10
图表 13:	液态金属选型以镓基为主	10
图表 14:	液态金属 TIM 通过自由电子获得连续传热路径	11
图表 15:	液态金属在 AI 领域的量产导入取决于封装可靠性和自动化工艺	11
图表 16:	阿里提出 2028 年 AL144 采用“垂直微通道+液态金属”散热方案	12
图表 17:	碳的同素异形体十分丰富	12
图表 18:	石墨烯产业链较为成熟	13
图表 19:	2026 年全球石墨烯市场有望达到 14.7 亿美元	13
图表 20:	2025 年, 石墨烯薄膜仅占市场空间不到 20%	13
图表 21:	提高石墨烯纵向导热性能的主要方法	14
图表 22:	石墨烯多层堆叠的面内方向最终沿器件垂直方向放置使用	14
图表 23:	石墨烯垫片主要工艺流程分为 6 步	15
图表 24:	鸿富诚是行业内少数能够量产制备石墨烯导热垫片并实现规模应用的企业	15
图表 25:	碳纤维垫片结构图	16
图表 26:	碳纤维垫片示意图	16
图表 27:	全球碳纤维导热垫片公开产品热导率以 15-45W/(m·K) 为主	16
图表 28:	碳纤维相比石墨烯垫片适用于装配间隙较大的 TIM2 位置	17
图表 29:	碳纤维垫片有望成为同时具备优异导热性能和高可靠性的 TIM2 选择	17
图表 30:	基体侧活性合金化使 Cu-金刚石界面由弱接触转变为冶金结合	18
图表 31:	金刚石表面金属化需要制作内外侧两层活性反应层	18
图表 32:	Cu-金刚石商业化目前集中用于高功率激光器、功率器件、先进封装热扩散层	19
图表 33:	国内头部公司导热材料业务收入逐年提升 (百万元)	19
图表 34:	高端热界面材料盈利能力显著优秀 (毛利率, %)	19
图表 35:	TIM 公司估值表 (亿元, 倍)	20
图表 36:	公司于 2009 年正式切入热管理材料市场	20
图表 37:	热管理材料主要为导热界面材料	21
图表 38:	2025 年公司热管理材料及器件占主营收入超 80%	21
图表 39:	数据中心在热管理材料及器件业务应用场景中的比重显著提升	22
图表 40:	2025 年公司境外收入占比提升至 66%	22
图表 41:	2026 年公司完成对东莞兆科的收购事项	22
图表 42:	公司产品以导热材料为核心, 向温控与电磁管理延伸	23
图表 43:	公司业务从电磁屏蔽拓展至导热材料与液冷, 全球产能布局持续完善	23
图表 44:	公司构建“材料-组件-模组-液冷”全栈热管理体系	24
图表 45:	中际旭创持有公司 10.47% 的股份	24
图表 46:	公司产品生态链主要分为热管理、电磁屏蔽及整机和轻量化等业务	25



图表 47: 公司子公司涵盖通信、消费电子、服务器、新能源、机器人等多个行业	25
图表 48: 公司深耕电子材料领域, 通过并购与泰国基地建设推进国际化布局	26
图表 49: 公司界面填隙材料分为三大类	26
图表 50: 26H1 实现收入/净利润 6005.5/1339.8 万元	27
图表 51: 26H1 毛利率及净利率分别为 25.3%、22.3%	27

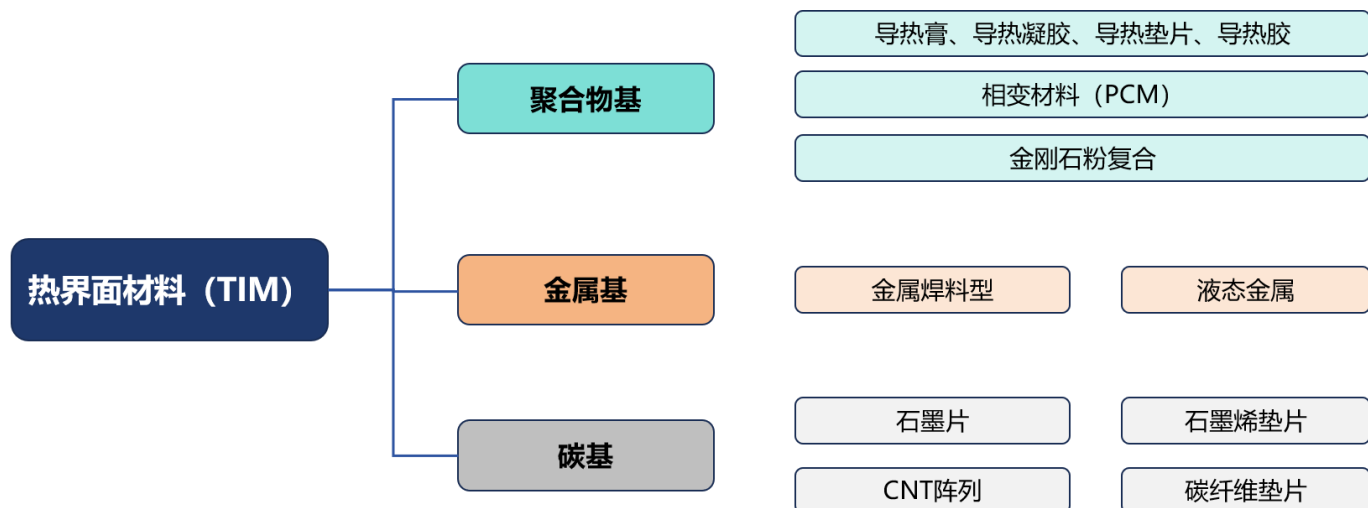


一、热界面材料（TIM）服务于从裸 Die 到冷板的连续传热路径

热界面材料（TIM）服务于一条连续的热路径：热量从裸 Die 或芯片封装出发，依次穿过 TIM1、盖板或热扩散层、TIM2，再进入冷板、散热器或其他系统级冷却部件。TIM 的核心任务是以尽可能小的键合层厚度（BLT）和接触热阻，跨越两个固体表面的微观粗糙度与装配公差。

从材料体系看，TIM 可以分为聚合物基、金属基和碳基三大类。聚合物基以导热膏、凝胶、垫片、导热胶和相变材料为主要形态，是解决大多数 TIM2 间隙、绝缘和自动化装配问题的基础方案；金属基包括焊料、液态金属，适合键合层更薄、热流密度更高的芯片近端界面；碳基则通过石墨、石墨烯、碳纤维和 CNT 等构建高导热或定向导热网络，除传热外还可引入快速均热能力。不同体系的标称导热系数并不能直接决定系统散热效果，总热阻还受到 BLT、两侧接触热阻、材料压缩模量、装配压力和热循环可靠性的共同影响。

图表1：TIM 可以分为聚合物基、金属基和碳基三大类



来源：国金证券研究所绘制

若仅比较材料本征导热性能，金刚石和高质量石墨烯处于较高水平，但在实际芯片热路径中，最重要的是材料能否在目标厚度、压力、可靠性和成本下形成稳定的低热阻通道。以量产成熟度看，聚合物基 TIM 仍是最成熟、覆盖场景最广的路线；焊料在高端封装的超薄界面中具有长期应用基础；碳基材料凭借优异的本征导热性能有望应用于新一代高功率 AI 芯片。

我们认为 TIM 材料的产品迭代可概括为三条路径：第一，聚合物体系由普通硅脂和垫片向高导热填料复配、相变材料升级，主要用于 TIM2 位置；第二，芯片近端界面由传统焊料向铜片及受控液态金属演进，目标是降低超薄层与两侧接触热阻；第三，碳基材料具有丰富的同素异形体，垂直取向石墨烯垫片、定向碳纤维垫片、铜-金刚石等技术有望逐步成为更高功率、更强局部热点和更复杂的多芯片封装的最优选。

图表2：各类 TIM 材料关键导热性能对比

材料路线	代表材料及导热系数	热阻
聚合物基 TIM	常规导热垫片/凝胶约 1-15 W/(m·K)；	PTM7950: 0.04°C·cm² /W
	高性能 GAP PAD (导热垫片) 可达 40 W/(m·K)；	(测试条件: 0.2-0.5mm 样品软化后)
	Honeywell PTM7950 (相变材料) 为 8.5 W/(m·K)	GAP PAD: 0.34°C·cm² /W
金属基 TIM		(测试条件: 50psi、厚度 1.016mm)
	纯铜: 86 W/(m·K)；	99.99% 铜: 0.0514°C·cm² /W
	In52Sn48: 40 W/(m·K)；	(测试条件: 100psi、厚度 102 μm)
碳基 TIM	Indium PCMA 产品覆盖 18.4-86 W/(m·K)	LM/In/LM 防泄漏液金夹层 TIM: 0.036°C·cm² /W
	碳纤维垫片: 16-35 W/(m·K)；	(测试条件: 50psi、厚度 240 μm)
	石墨烯垫片: 70-130 W/(m·K)；	GT200: 0.020 °C·cm² /W
	Smart High Tech GT200 (高性能石墨烯垫片): 200 W/(m·K)	(测试条件: 40psi、厚度 200 μm)

来源：Honeywell 官网，Indium 官网，Smart High Tech 官网，Leader Tech 官网，国金证券研究所整理



二、聚合物基 TIM

2.1 聚合物基 TIM 的核心是基体-填料协同和贯通导热网络

聚合物基 TIM 通常由有机聚合物基体、导热填料及少量助剂构成，是当前应用范围最广、产品形态最丰富的热界面材料体系。聚合物基体常选用有机硅、环氧、丙烯酸酯或聚氨酯等材料，其本征导热系数通常低于 $0.3 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，主要起粘接、绝缘、耐温和加工流变等性能；填料决定材料的导热能力和电学边界，可选材料包括氧化铝、氮化铝和氮化硼等陶瓷填料，铜、铝、银等金属填料，以及石墨、石墨烯、碳纳米管和碳纤维等碳基填料，其中陶瓷填料是服务器聚合物 TIM 最主流的路径。

图3: 聚合物 TIM 由聚合物基体、导热填料和助剂构成

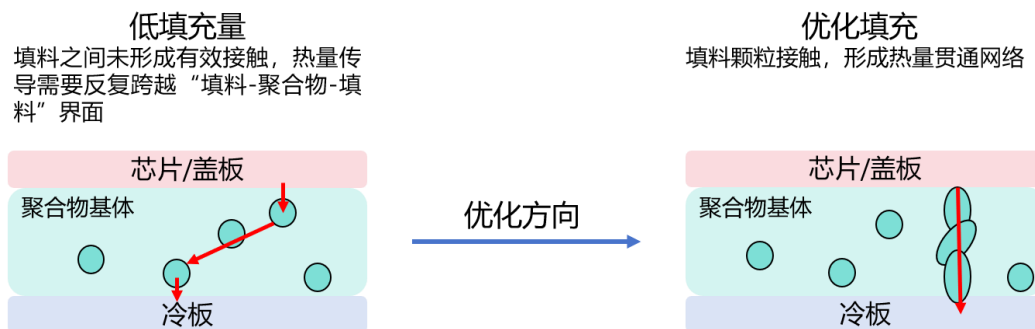
关键要素	体系	典型材料或工艺	在 TIM 中的作用	主要权衡
基体	有机聚合物	有机硅、环氧、丙烯酸酯、聚氨酯	提供柔顺贴合、粘接/固化、绝缘、耐温及加工窗口	本征导热能力低，提高交联度有利于可靠性
	绝缘陶瓷	氧化铝、氮化铝、氮化硼	商业化最主流的导热相，适合需电绝缘的功率和电子封装	填充率提升会增加粘度、硬度和装配压力；高导热填料通常成本更高
	金属/碳基	铜、银、铝；石墨、石墨烯、CNT、碳纤维	本征导热能力高，适用于可接受导电或具有额外绝缘设计的场景	导电、氧化、各向异性、分散及界面相容性是关键约束

来源:《Fillers and methods to improve the effective (out-plane) thermal conductivity of polymeric thermal interface materials – A review》,《Thermal Conductivity Enhancement of Polymeric Composites Using Hexagonal Boron Nitride: Design Strategies and Challenges》,《Emerging interface materials for electronics thermal management: experiments, modeling, and new opportunities》, 国金证券研究所整理

从导热网络看，TIM 中的热流主要沿厚度方向穿过芯片、盖板或冷板之间的界面。低填充量下，填料之间未形成有效接触，热量传导需要反复跨越“填料-聚合物-填料”界面；高填充量下，虽有助于形成渗流网络，却会抬升体系粘度和模量，削弱材料对翘曲、公差和微观孔隙的适应能力。

因此产业化优化通常包括多粒径填料堆积、球形颗粒填充片状填料空隙、表面偶联或包覆降低界面热阻，以及磁场、剪切或模板法构建三维/定向导热通道，目的是以更低填充量建立连续、短程且朝厚度方向贯通的热通道。

图4: 聚合物 TIM 导热机理是形成连续、短程、贯通的热通道



来源: 国金证券研究所绘制

聚合物基 TIM 一般被制成导热膏、导热凝胶、导热垫片、导热胶等产品形态应用。形态差异的选择，主要取决于最小键合层厚度、高度差、自动化装配、长期可靠性等器件需求。对于平整度较高、间隙极小且热流密度高的界面，导热膏可将键合层压缩至更薄，通常具备更低的界面热阻；对于多芯片共用冷板、器件高度差较大或翘曲明显的场景，导热凝胶和垫片可填充更大的结构间隙，但材料厚度增加会放大体积热阻。

导热膏以非固化或低交联体系为主，能够在压力下充分润湿微观粗糙表面，适合薄层界面；导热凝胶可通过点胶覆盖不规则表面和多器件高度差，兼顾自动化与贴合能力；导热垫片作为预成型片材，尺寸、厚度和装配一致性较好，适合模切与自动贴装，需要依赖压缩形变消除界面空隙；导热胶在传热之外承担粘接和固定功能，适合缺乏机械压紧结构的组件。



图表5: 聚合物基 TIM 的产品形态由间隙、装配方式与可靠性要求共同决定

产品形态	主要特征	适配场景	主要优势	主要约束
导热膏/硅脂	可流动或半流动, 依靠压力填充微观粗糙度	平整度高、间隙极小的芯片/盖板/散热器界面	可形成极薄键合层, 润湿性和返修性较好	点胶量、泵出、析油及污染控制要求高
导热凝胶	可点胶, 通常为单组分或双组分体系, 可实现固化或半固化	多器件高度差、不规则表面、自动点胶装配	填隙能力强, 适合复杂几何和批量工艺	流变、固化收缩、出胶一致性和返工需验证
导热垫片	预成型弹性片材, 可模切并通过压缩贴合	板卡、存储、电源、光模块及结构间隙较大的 TIM2 场景	尺寸和厚度一致性高, 便于自动贴装与质量追溯	BLT 通常更大, 导热表现对压缩率和接触压力敏感
导热胶	导热与结构粘接一体化, 固化后形成固定界面	无机机械锁附或需兼顾固定、防振的组件	减少紧固件和装配步骤, 可承担粘接功能	固化后返修困难, 热应力和粘接可靠性需长期评估
相变 TIM	室温为固态片/膜或可印刷形态, 升温后软化流动	高功率芯片至热沉/冷板等薄界面	兼具片材装配一致性与受热后的表面润湿能力	要求工况温度跨越软化区间, 不适合承担大间隙填充

来源: AMD 官网, Parker Chomerics 官网, Henkel BERGQUIST 官网, 国金证券研究所整理

2.2 金刚石粉填充: 以绝缘高导热填料打开聚合物 TIM 性能上限

金刚石具备极高本征导热能力和优异电绝缘性, 将合成金刚石微粉作为高导热、绝缘填料, 分散于有机硅、环氧等聚合物基体中形成复合材料, 可以显著提高传统聚合物 TIM 的导热系数, 2026 年一项环氧/金刚石研究通过三峰粒径堆积、85vol%高填充和界面工程, 将 TIM 的导热系数提升至 40 W/(m·K)。

与传统聚合物 TIM 的导热路径一致, 热量需要依次通过金刚石颗粒、颗粒-聚合物界面及相邻颗粒之间的接触区域, 若颗粒随机分散, 热量会频繁跨越高热阻界面, 实际有效导热能力低于块体金刚石, 多数金刚石填充聚合物的导热系数仍低于 3 W/(m·K), 大规模产业化应用仍存在一致性和可靠性挑战。

图表6: 高性能金刚石填料 TIM 已具备商品化案例

厂商/产品	产品形态及材料体系	导热性能	其他性能/应用信息
Singleton Polyplate TGL180	金刚石粉作为填充剂的导热凝胶	18 W/(m·K)	40psi 下热阻 0.143 °C·cm ² /W; BLT 190 μm; 1mm 击穿电压 8 kV
AI Technology COOL-GREASE CGR7019-LB	金刚石填充导热膏	10 W/(m·K)	—
Innovation Cooling IC Diamond	金刚石微粉填充无硅导热膏	4.5 W/(m·K)	100 μm BLT 下热阻 0.25 °C·cm ² /W; 最大颗粒小于 40 μm
Alfa ULTRATHERM 500	合成金刚石填料硅基导热膏	4.6 W/(m·K)	标称热阻 0.012 °C·in ² /W; 颗粒小于 40 μm
YINCAE TM158D	金刚石填充固化型导热胶	60 W/(m·K)	—
YINCAE SMT 158D8	金刚石填充环氧底部填充胶	>6 W/(m·K)	—

来源: Singleton 官网, AI Technology 官网, Innovation Cooling 官网, Alfa 官网, YINCAE 官网, 国金证券研究所整理

2.3 相变材料: 聚合物 TIM 中面向高功率芯片的关键分支

相变材料是指在特定温度区间发生相态转变, 并在转变过程中吸收或释放潜热的一类材料。芯片稳定运行时, 热量经由导热材料连续传导至盖板或冷板, 相变所吸收的潜热可以在升温或降温阶段发挥短时热缓冲的作用。相变材料的配方选型思路与传统聚合物 TIM 类似, 主要由相变基体、导热填料、载体等组成。

图表7: 相变 TIM 由相变基体、导热填料和载体/增强体系协同构成

关键组成	常见材料体系	在 TIM 中的作用
相变基体	低熔点烃/蜡类、合成蜡及树脂/聚合物相变体系	决定室温形态、软化温度、流动性和对表面的润湿能力
导热填料	以氧化铝、氮化硼、氮化铝等绝缘导热填料为主; 部分高	建立材料层内的导热路径, 提高本体导热系数



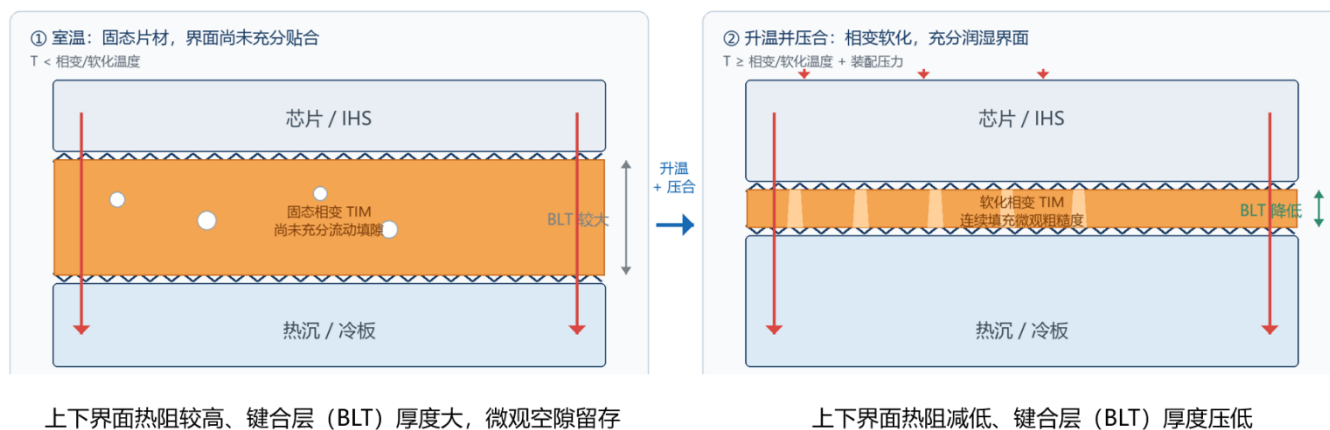
关键组成	常见材料体系	在 TIM 中的作用
	性能体系可引入石墨或金属/合金类填料	
载体/增强体系	聚酰亚胺、聚酯、玻纤、金属箔等	提升片材强度、模切性、自动贴装适配性，部分体系兼顾电绝缘或机械保护
聚合物焊料复合	相变聚合物与低熔点合金填料复合，兼具聚合物和合金的双相变特征	在较低 BLT 下进一步降低界面热阻，是介于聚合物相变 TIM 与焊料 TIM 之间的增强路线

来源：Honeywell 官网，Parker 官网，国金证券研究所整理

相变 TIM 在平整薄界面中优于普通垫片的主要原因是，当界面温度达到设计的软化或相变窗口后，材料在装配压力下润湿两侧表面、填充微观凹凸并排出空气，将键合层厚度和两侧接触热阻同步压低，实现接触热阻下降。

相变 TIM 的总热阻由材料层本体热阻与两侧接触热阻共同构成。键合层厚度，是芯片与热沉/冷板实际压合后 TIM 的最终厚度，根据 $R(\text{热阻}) = t(\text{键合层厚度}) / kA(\text{系数})$ ，键合层厚度直接影响材料本体热阻，当材料的导热系数不变时，键合层厚度增加一倍，材料层热阻也增加一倍。

图表8：相变 TIM 的总热阻由材料层本体热阻与两侧接触热阻共同构成



来源：国金证券研究所绘制

从产业化产品看，相变 TIM 产品的性能跨度较大，实际热阻随测试温度、压力、材料厚度和压缩后的键合层厚度显著变化，其中 Honeywell、Henkel 与 Parker Chomerics 构成海外相变 TIM 的重要代表。Honeywell PTM 系列面向数据服务器、HPC 和高性能消费电子等薄层界面；Henkel BERGQUIST 具备从中等导热到高导热、从无增强到聚酰亚胺增强的产品组合；Parker 同时覆盖标准相变材料与聚合物焊料复合材料。

图表9：全球代表性高端相变 TIM 产品以低键合层厚度和低界面热阻为核心竞争指标

产品	对应引用数据
Honeywell PTM7950	相变温度 45 °C； 导热系数 8.5 W/(m·K)； 热阻抗 0.04-0.08 °C·cm ² /W； 最小键合层厚度 38 μm； 标准厚度 0.20-0.50 mm
Henkel BERGQUIST HI FLOW THF 5000UT	相变温度 45°C； 导热系数 8.5 W/(m·K)； 最小键合层厚度 25 μm； 35psi 下热阻抗 0.04 °C·cm ² /W
Henkel BERGQUIST HI FLOW THF 3000UT	相变温度 52 °C； 导热系数 3.0 W/(m·K)； 25psi 下热阻抗 0.05 °C·in ² /W
Parker Chomerics THERMFLOW T557/T558/T777	聚合物/合金双相变温度 45 °C/62 °C； 70°C、25psi 下热阻抗分别为 0.015、0.013、0.015 °C·in ² /W

来源：Honeywell 官网，Henkel 官网，Parker 官网，国金证券研究所整理

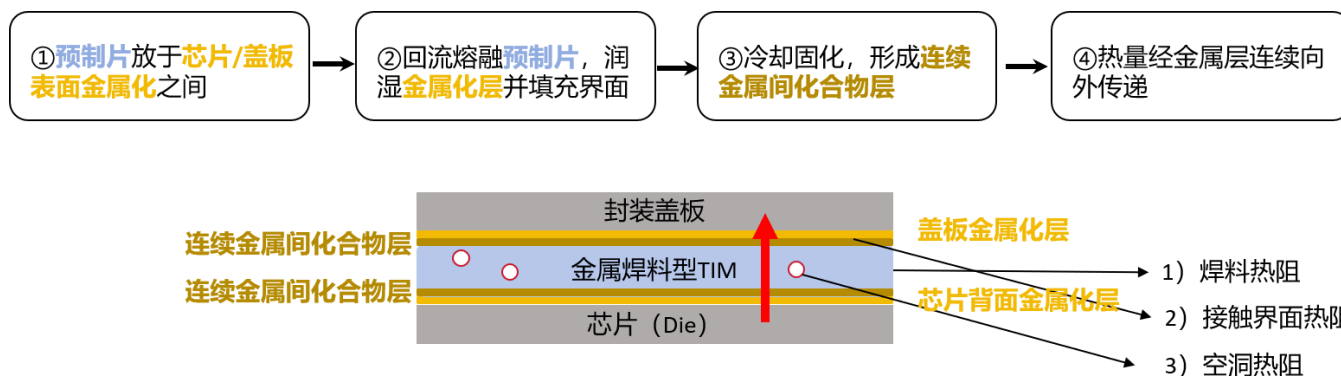


三、金属基 TIM

3.1 焊料:金属基热界面方案中最成熟、最传统的刚性键合路线

金属焊料型导热材料是 TIM1 的常见应用方案之一。从传热机理看,焊料 TIM 的热阻由金属层本体、两侧接触界面及空洞共同构成。回流过程使熔融焊料润湿芯片背面和盖板金属化层,并在界面生成薄而连续的金属间化合物层,冷却固化后,热量可在金属网络中沿垂直方向连续传递。相较于依靠聚合物填料导热的 TIM,焊料型 TIM 可将键合层控制至数十微米级,且避免聚合物基体中的填料-基体界面热阻,因此适合高热流密度器件的低热阻需求。

图表10: 焊料型 TIM 传热机理



来源: 国金证券研究所绘制

从材料体系看,金属焊料型 TIM 的主要材料以同时具备低熔点和高导热性能为佳,因此实际应用以锡基、金锡和铜基三类为主: 1) 锡铅、锡银、锡银铜、锡铋等属于传统或无铅锡基体系; 2) $\text{Au}_{80}\text{Sn}_{20}$ 是面向高温、高可靠性封装的贵金属体系; 3) 高纯铜及 In-Ag 兼具低熔点、高导热和优异延展性,是高功率芯片 TIM1 最具代表性的金属焊料路线。

不同焊料体系的取舍,本质是导热、回流温度、应力适配和成本之间的平衡。锡基体系供应链成熟、成本较低,但其工艺温度较高,固化后刚性较强; $\text{Au}_{80}\text{Sn}_{20}$ 具备 $57 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的导热系数、 280°C 共晶熔点和优异的抗蠕变、耐腐蚀特征,通常用于激光器、射频和高可靠性光电封装; 铜/铜银则以低温、软金属和高导热见长,高纯铜的导热系数约 $82\text{--}86 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,纯铜熔点约 156°C ,能够在装配压力和温度循环中发生一定塑性形变,从而贴合微观不平整并部分缓解大尺寸封装的 CTE 失配。

图表11: 金属焊料型 TIM 中铜基材料导热系数最为优异

材料体系	代表成分	导热系数 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	熔化温度/区间	典型定位与特点
铜基	In_{99} / $\text{In}_{90}\text{Ag}_{10}$	82 / 67	In_{99} : 156°C In-Ag : 随组分变化	低温回流、高延展性、可缓解 CTE 失配; 高功率盖板封装 TIM1 的重点材料。
锡铅	$\text{Sn}_{63}\text{Pb}_{37}$ / $\text{Sn}_{62}\text{Pb}_{36}\text{Ag}_2$	50.9 / 49	183°C / $179\text{--}189^\circ\text{C}$	导热与工艺成熟度较高; 受 RoHS 约束,主要用于高可靠性豁免或存量应用。
无铅锡基	$\text{Sn}_{96.5}\text{Ag}_{3.5}$ / $\text{Sn}_{95}\text{Sb}_5$	33 / 28	221°C / $232\text{--}240^\circ\text{C}$	无铅电子互连和高功率封装; 耐温较高,但延展性及大尺寸热应力适配性弱于铜。
金锡	$\text{Au}_{80}\text{Sn}_{20}$	57	280°C	高熔点、低蠕变、耐腐蚀; 适用于激光器、射频、光电及高可靠性封装,但成本和工艺温度较高。

来源: 《sTIM Solder Thermal Interface Material》,《Gold/Tin $\text{Au}_{80}/\text{Sn}_{20}$ -Material Information》,《Indium-Thermal Management Electronics》,《Characterization of nano-scale materials for interconnect and thermal dissipation application in electronics packaging》,国金证券研究所

因此,铜片被视为金属焊料型 TIM 中的高性能分支,根据 Indium Corporation,铜及铜基合金可服务于 TIM1 和 TIM1.5,并通过多次回流实现对不同金属化层的润湿。铜片可制成预制箔材、异形预制片或带状材料,经过回流与金、银、镍/金等金属化表面形成低空洞焊接界面,也可以在特定封装中利用其软金属特性改善共面度和翘曲容忍度。

焊料型 TIM 的实际性能并不只由金属材料的导热系数决定。首先,空洞会减少有效传热面积并抬升局部热阻,助焊剂残留、氧化层去除和回流曲线决定空洞控制能力; 其次,金属间化合物层虽然提供了冶金结合,但也可能在长期高温和热循环中增厚、变脆; 最后,硅、铜、封装基板和盖板之间的热膨胀系数差异会将温度变化转化为剪切应力。因此在大尺寸芯片封装中,键合层厚度、IMC 演化、热循环后的裂纹及翘曲,也是重要的 TIM 材料工程评价指标。



图表12: 金属焊料型 TIM 领域, 海外厂商的产品成熟度和产业化能力更强

公司	相关产品/材料体系	性能或工艺指标	应用定位
Indium Corporation	铟基 TIM	高纯铟导热系数约 86W/(m·K); 熔点约 157° C; 支持 TIM1、TIM1.5 及多次回流	高功率 CPU、GPU、AI 芯片的 Die-to-Lid 界面
MacDermid Alpha / Kester	铟基 TIM、锡基/金锡焊料	In 约 82W/(m·K); In90Ag10 约 67W/(m·K); Au80Sn20 约 57W/(m·K);	Die-to-heat spreader 无机界面, 全球最大高纯铟 TIM 供应商
Heraeus Electronics	铟基 TIM、SAC305 焊料预制片	模块贴装焊料预制片导热系数通常低于 65W/(m·K)	功率模块—底板/散热器贴装
Mitsubishi Materials	金锡合金焊膏	Au-20Sn 熔点 280 °C; 导热系数 57.3W/(m·K); Au-90Sn 熔点 217 °C	高亮度 LED、激光器、晶振气密封装及功率器件 die attach
Ametek Interconnect / Coining	金锡预制焊料、焊丝、焊片	导热系数 57.3W/(m·K), 共晶熔点 280 °C; 抗拉强度 275MPa	高可靠性光电、射频、激光器和金属盖板封装

来源: Indium Corporation 官网, MacDermid Alpha 官网, Mitsubishi Materials 官网, Ametek Interconnect 官网, 国金证券研究所整理

3.2 液态金属: 性能跷跷板, 低热阻与可靠性的博弈

液态金属是指在室温或接近室温下保持液态的金属或合金。不同于金属焊料型需经回流, 使熔融金属润湿两侧金属化表面、形成连续金属间化合物层, 服役时以固态键合层传热; 液态金属 TIM 可在非回流条件下依靠流动性、表面润湿和装配压力填充芯片与盖板/冷板之间的微观空隙, 在器件服役过程中持续保持流动状态。

液态金属 TIM 以镓基为主, 并常与铟、锡或锌等元素合金化, 典型体系包括共晶镓铟及镓铟锡类合金。镓是“常温液态化能力、导热、界面润湿和合金可设计性”综合平衡最优选, 纯镓的熔点约 29.8°C, 远低于铟的 156.6°C、锡的 231.9°C, 与铟、锡合金化后, 液相线可降至约 10-16°C, 能够覆盖多数常温储运和芯片工作环境; 合金体系使材料性能调节至最佳, 铟主要提升延展性和导热能力, 锡有助于降低液相线、黏度和表面张力, 锌可改善润滑性、耐腐蚀性及界面热阻; 相比常温液态的汞, 镓基体系蒸气压低、相对低毒, 更适合电子封装和消费电子应用。

图表13: 液态金属选型以镓基为主

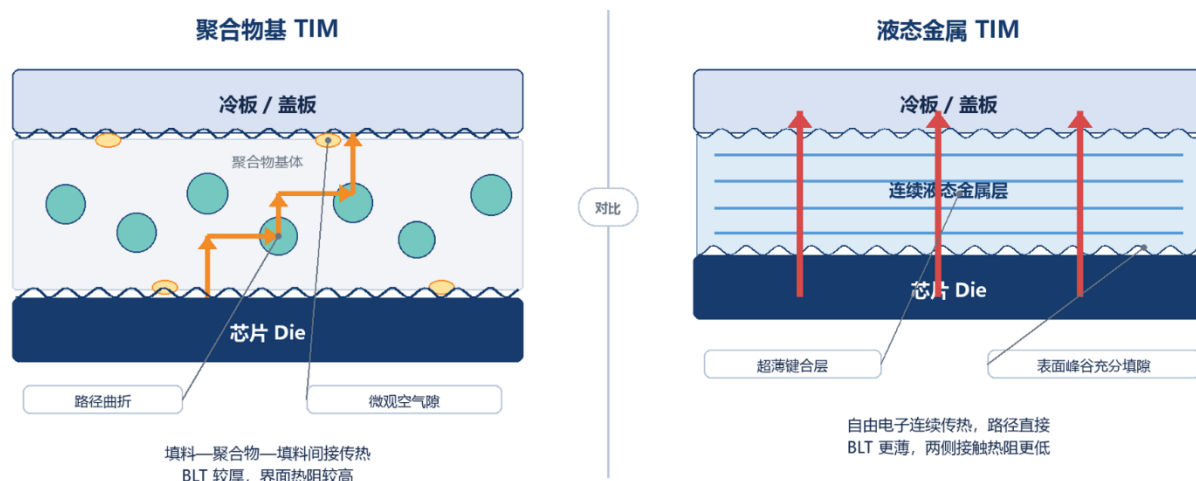
材料体系	代表成分	液相线/熔点	导热系数	合金元素的主要作用	适用性与注意事项
纯镓	Ga	29.8°C	28.1 W/(m·K)	提供镓基金属基体与较高导热能力	熔点接近室温; 凝固时约 3% 体积膨胀, 不宜作为通用量产 TIM
镓铟二元体系	78.6Ga/21.4In	15.7°C, 共晶	44 W/(m·K)	铟提升延展性和导热能力	更适合追求高导热、高热流密度的 TIM1/TIM1.5
镓铟锡三元共晶体系	66.5Ga/20.5In/13Sn	11°C, 共晶	37 W/(m·K)	锡降低液相线、黏度和表面张力, 改善铺展与点胶	工艺窗口较宽, 适合点胶、喷射和印刷
镓铟锡三元体系	68.5Ga/21.5In/10Sn	固相线 10°C、液相线 19°C	35 W/(m·K)	在低温流动性、铺展性与热性能间折中	非共晶体系存在固液共存温区, 需关注储运与低温服役条件
镓铟锌或镓铟锡-锌改性体系	-	-	-	锌可改善耐腐蚀性、润滑性并降低界面热阻	面向特定界面和自动点胶工艺; 需逐一验证金属兼容性与热循环可靠性
铋铟锡锌低熔点合金	Bi35In48.6Sn15.9Zn0.4	58.3° C	23.05 W/(m·K)	以 Bi/In/Sn/Zn 平衡熔点、导热与相变性能	更接近低熔点相变金属, 常温下并非液态

来源: Indium Corporation 官网, 《Gallium-Based Liquid Metals: From Fundamental Properties to State-of-the-Art Applications》, 国金证券研究所整理

从导热机制看, 液态金属的自体传热与固态金属一样主要依赖自由电子输运, 因此具有各向同性、高于多数聚合物 TIM 的自体导热能力, 在压力下液态金属贴合粗糙表面并排除空气间隙, 使界面热阻显著下降, 根据文献报道, Ga₇₅In₂₅ 液态金属面热阻为 0.028 cm²·K/W。



图表14：液态金属 TIM 通过自由电子获得连续传热路径



来源：国金证券研究所绘制

在消费级高性能 PC、部分笔记本和受控的高性能散热系统中，液态金属已经形成商品化产品，但在面向 AI/HPC 大尺寸芯片、长寿命热循环、裸 Die 直冷和大规模自动化封装中，液态金属的量产应用还未完全成熟，核心瓶颈主要包括 1) 导电与泄漏风险。镓基材料一旦外溢可能造成短路，需对点胶量、围坝、边缘密封和装配姿态实施严格控制。2) 材料兼容性。镓与铝不兼容，并可能与铜、镍等金属界面发生反应或生成金属间化合物，导致长期热阻和机械可靠性发生变化。3) 氧化层与界面一致性。氧化膜会改变润湿、流动和界面热阻，复杂表面、不同金属化层及热循环下的性能差异较大。4) 量产工艺。超薄液态层对自动点胶、剂量控制、洁净度、在线检测和返工工艺提出要求，材料本体性能优异并不等同于封装良率和全寿命可靠性达标。

图表15：液态金属在 AI 领域的量产导入取决于封装可靠性和自动化工艺

厂商/区域	产品或路线	公开导热性能及其他参数	公开应用定位
Indium Corporation (美国)	Indalloy 51E、300E、306； Ga-In-Sn 或 Ga-In 液态金属； m2TIM 固液混合方案	51E、300E、306 导热系数分别为 37、 44、37 W/(m·K)	TIM1 Die-to-Lid、TIM1.5 Bare Die-to-Cold Plate；PDS 列示 TIM2 可用
Thermal Grizzly (德国)	Ga-In-Sn 共晶液态金属导热剂	密度 6.24 g/cm ³ ； 工作温度-50~200℃	CPU、GPU、笔记本及 IC 等高性能 消费级散热界面
鸿富诚	LM-P、LM-G 等液态金属； LM-I 等钎基金属产品	—	消费电子、通信、光学、半导体 热管理
科创新源 (兆科)	TIG 7835L、TIG 7835N 液态金属导 热膏	导热系数 35 W/(m·K) ； 7835L 工作温度-40~250℃，7835N 为 -40~200℃； N 型适配垂直安装及震动工况	微处理器、AI 芯片、GPU、服务 器散热
TOUPPER (中国台湾)	SIBIN 105 低熔点相变液态金属； 非室温流动液态金属	导热系数 33.2 W/(m·K)， 熔点 100~108℃	TIM1、TIM1.5、TIM2；AI 加速器、 GPU 及高性能 CPU 等细间隙散热 接口

来源：Indium Corporation 官网，Thermal Grizzly 官网，鸿富诚官网，兆科电子官网，TOUPPER 官网，国金证券研究所整理

2026 年云栖大会上，阿里云首次系统展示下一代 AI Native 磐久超节点服务器，其中面向 2028 年的旗舰产品磐久 AL144 明确提出采用“垂直微通道+液态金属”散热方案，因此我们认为液态金属凭借结构特性和导热性能，仍然是市场持续验证的芯片近端导热方案之一。



图表16: 阿里提出 2028 年 AL144 采用“垂直微通道+液态金属”散热方案

2026年 AL128	2027年 AL128	2027年 AL64	2028年 AL144
128卡 单柜 350kW 150ns 极低延时 Pb级ScaleUp带宽	128卡 单柜 350kW 150ns 极低延时 Pb级ScaleUp带宽 800V HVDC	64卡 分布式机柜部署 ScaleUp to 1024 SNPO全光互连	144卡 单柜650kW ScaleUp to 10368 ScaleUp带宽翻倍 垂直微通道+液态金属 Native 800V HVDC

来源：零氦 1+1，智能计算芯世界，国金证券研究所

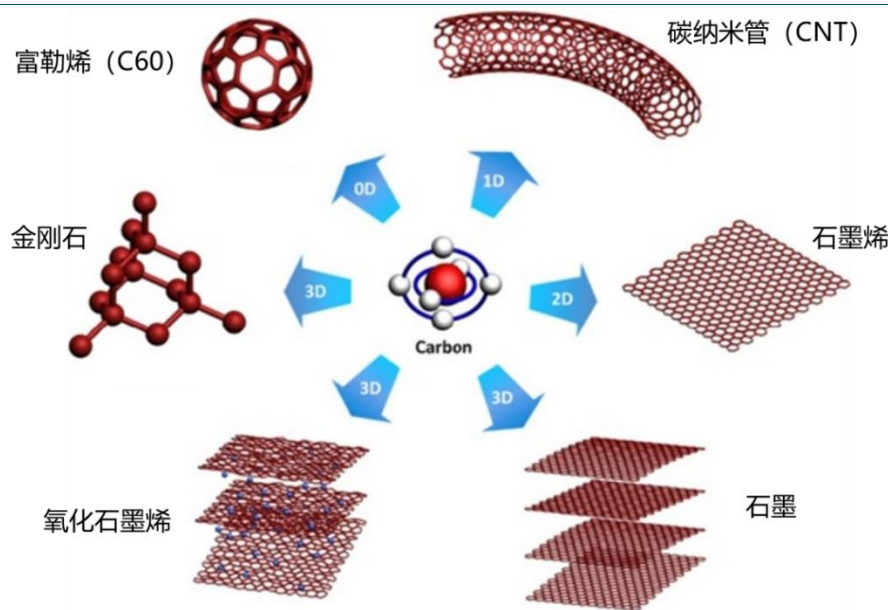
四、碳基 TIM

4.1 石墨烯垫片：新一代高性能 TIM1 材料，兼具界面导热与均热能力

石墨是碳元素的结晶矿物,每层6个碳原子形成正六边形共价键网络,多层原子面通过范德华力堆叠形成的层状材料,该结构使石墨具备金属导电性、层间易滑动特性,以及超过 3000°C 的熔点和化学稳定性。

石墨与石墨烯、金刚石、C₆₀、碳纳米管等都是碳元素的单质,互为同素异形体。其中,石墨烯是单原子层厚度的二维碳材料,由于片层内碳原子之间以强共价键连接,石墨烯兼具高比表面积、优异的机械强度和电学性能。

图表17: 碳的同素异形体十分丰富

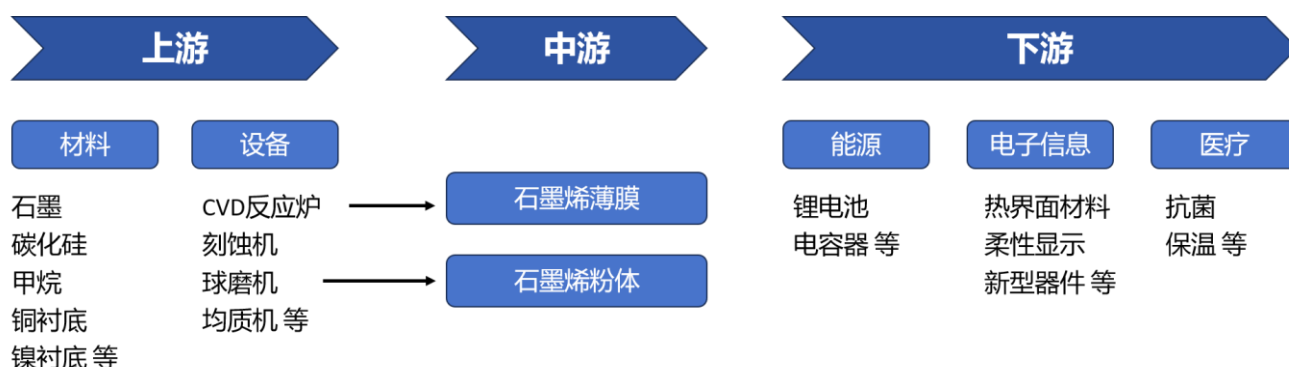


来源：《Carbon nanotubes and graphene towards soft electronics》，国金证券研究所

中国石墨储量丰富,国内石墨烯产业链已经较为成熟。上游以石墨为核心原材料,碳化硅、甲烷、铜衬底、镍衬底等作为辅助材料,配合 CVD 反应炉、刻蚀机、球磨机、均质机,制备得到石墨烯粉体或者石墨烯薄膜,最终应用于下游能源、电子信息、医疗等领域。



图表18：石墨烯产业链较为成熟

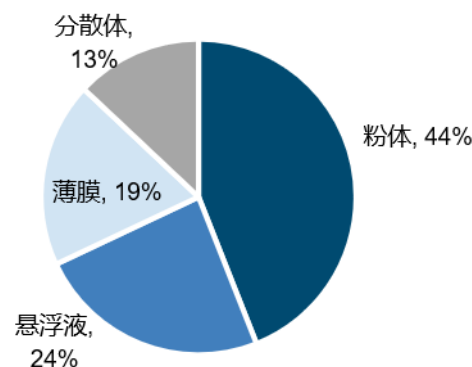
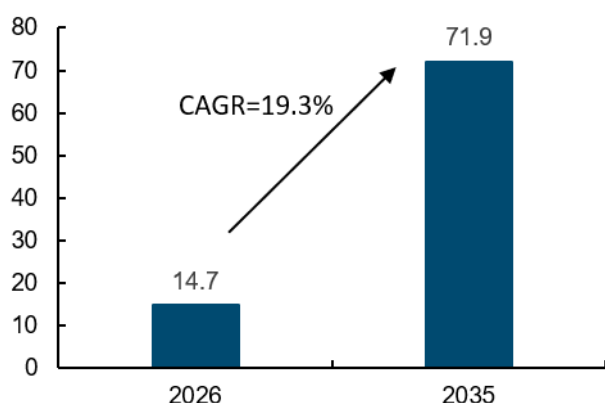


来源：扎鲁特旗招商引资，国金证券研究所绘制

根据 Business Research Insights 报告，2025 年石墨烯粉体占全市场的 44%，其下游主要应用为新能源领域，是重要的锂电池负极材料之一；2025 年石墨烯薄膜占全市场的 19%，但随着 AI 算力和 5G 高速传输的热管理需求提升，预计未来石墨烯薄膜的市场占比将逐步提高。

图表19：2026 年全球石墨烯市场有望达到 14.7 亿美元

图表20：2025 年，石墨烯薄膜仅占市场空间不到 20%



来源：Business Research Insights，国金证券研究所

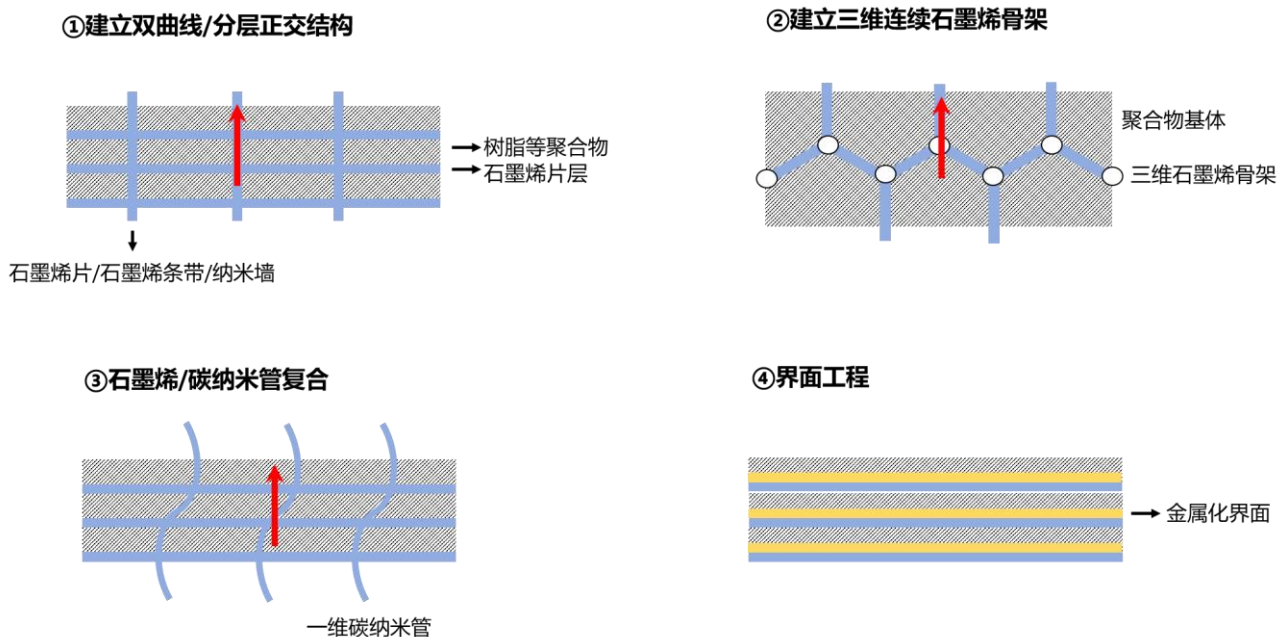
来源：Business Research Insights，国金证券研究所

从热力学性能来说，热量主要由声子沿片层方向传递，高质量石墨烯的本征面内导热系数约为 2000-5000 W/(m·K)，但多层石墨烯堆叠结构沿 c 轴（垂直片层方向）的导热系数仅约 7 W/(m·K)。

在工程实践中，提高石墨烯 c 轴方向导热性能的关键在于构建“导热桥 + 低热阻界面”，包括 1) 建立双取向或分层正交结构：在局部引入厚度方向的石墨烯片、石墨烯条带或纳米墙，建立 c 轴导热通路；2) 制作三维连续石墨烯骨架：避免片层随机分散时大量“片层-聚合物-片层”界面造成的声子散射；3) 石墨烯与碳纳米管的 1D-2D 复合：碳纳米管作为一维“桥梁”连接相邻石墨烯片，缩短跨片层热路。4) 界面工程：以石墨烯表面金属化为主要方式，降低跨界面声子散射。



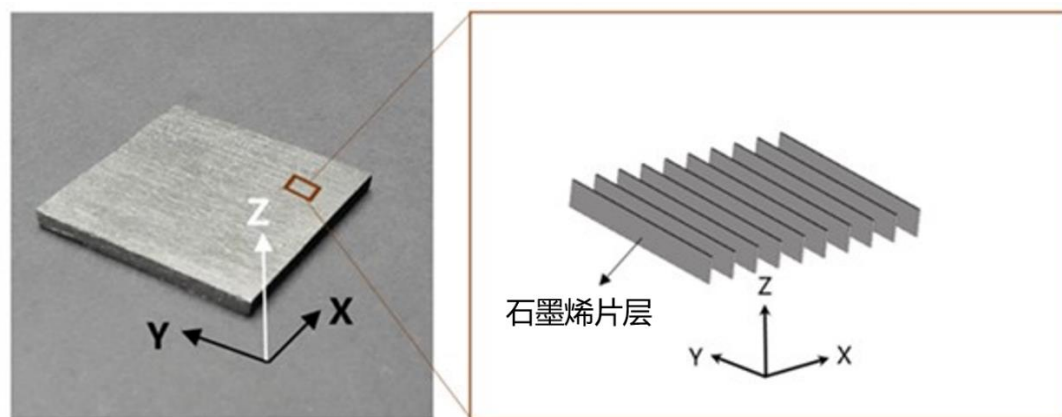
图表21：提高石墨烯纵向导热性能的主要方法



来源：《Graphene-Based Thermal Interface Materials: An Application-Oriented Perspective on Architecture Design》，《Graphene Film for Multifunctional Graphene-Based Thermal Interface Material with Bidirectional High Thermal Conductivity》，《Recent Advances in the Multifunctional Properties and Applications of Carbon Nanotube/Graphene Hybrid Polymer Nanocomposites》，《Functionalization mediates heat transport in graphene nanoflakes》，国金证券研究所绘制

石墨烯导热垫片的制作，即以石墨烯膜为骨架、树脂为基体，通过机械加工、切片翻转的形式使材料面内方向沿器件垂直方向放置。以鸿富诚招股书披露为例，其石墨烯垫片工艺流程包括“表面处理-定向成型-精密分片-精密模切-自动包边-视觉检测”六道。

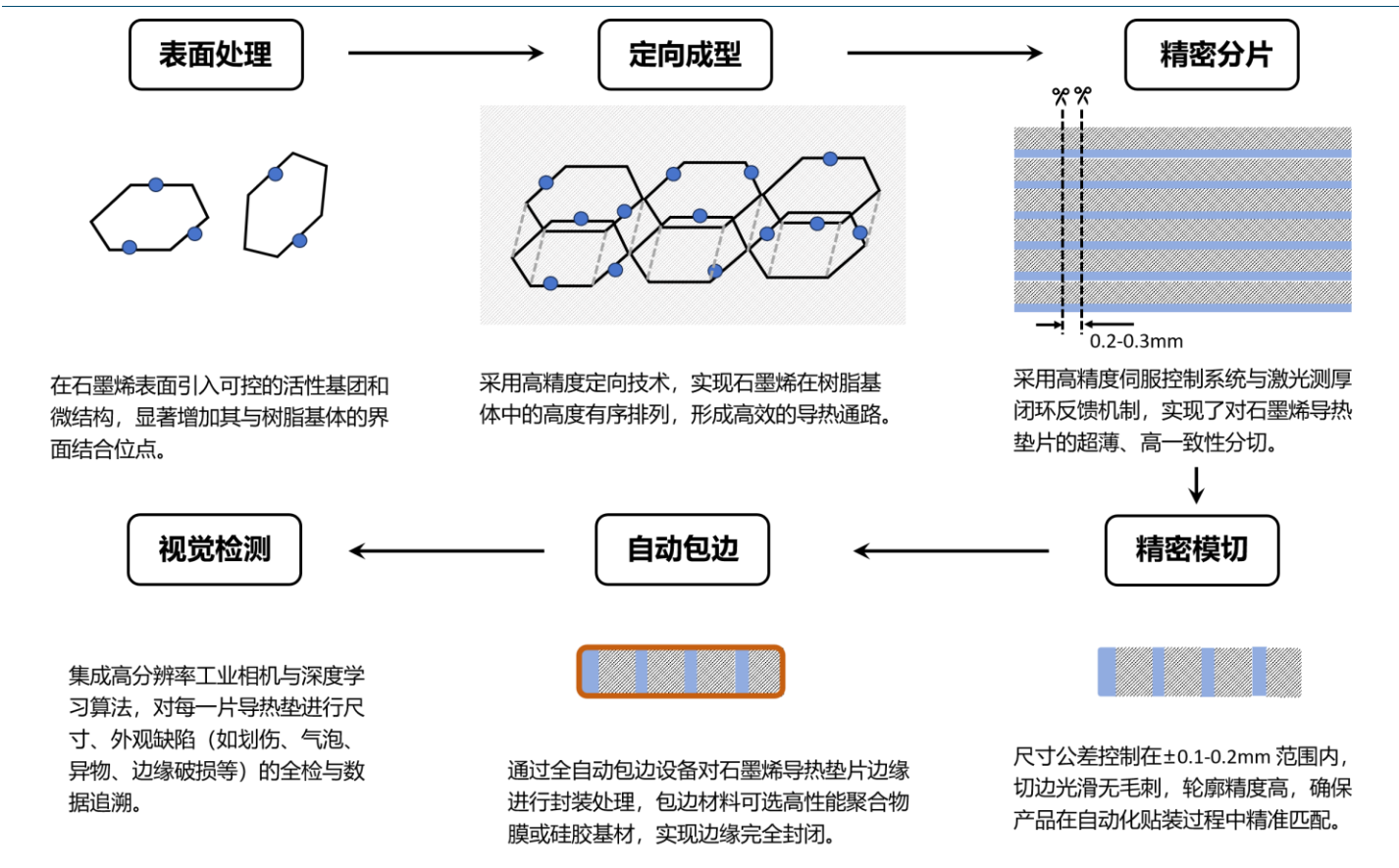
图表22：石墨烯多层堆叠的面内方向最终沿器件垂直方向放置使用



来源：CN121821878A，国金证券研究所



图表23：石墨烯垫片主要工艺流程分为6步



来源：鸿富诚招股书，国金证券研究所绘制

从全球竞争格局看，高性能石墨烯导热垫片的核心在于通过垂直取向、定向排列等工艺，同时兼顾低热阻、低应力与高回弹。海外方面，Smart High Tech 的 GT 系列导热系数可达 $200\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、热阻约 $0.02^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ ；国内方面，鸿富诚采用“树脂基体+石墨烯膜骨架”的机械取向路线，产品导热系数达 $130\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、热阻为 $0.04-0.06^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ ，并已实现头部芯片客户的规模应用。整体看，石墨烯垫片的应用正带动 TIM 行业性能参数由传统导热垫片的个位数至十余 $\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，向 $70-130\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的高性能区间升级。

图表24：鸿富诚是行业内少数能够量产制备石墨烯导热垫片并实现规模应用的企业

厂商	产品	材料路线	性能参数
鸿富诚	石墨烯导热垫片	树脂基体+石墨烯膜骨架，通过机械取向形成纵向导热通路	导热系数： $130\text{W/m}\cdot\text{K}$ 热阻： $0.04-0.06^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ 厚度： 0.3mm
飞荣达	高导热石墨烯垫片	采用石墨烯垂直排列工艺	导热系数： $120-200\text{W/m}\cdot\text{K}$ 热阻： $0.05^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ (120W 产品典型值) 厚度： $0.15-1.0\text{mm}$ (120W 产品典型值)
中石科技	垂直取向石墨烯导热垫片	-	-
傲川科技（非上市）	石墨烯导热垫片	垂直取向石墨烯+高柔性聚合物基体	导热系数： $130\text{W/m}\cdot\text{K}$ 热阻： $\leq 0.06^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ 厚度： $0.3\text{mm}\pm 10\%$
Smart High Tech（瑞典）	GT 系列石墨烯 TIM	强调石墨烯取向与厚度方向导热	导热系数： $200\text{W/m}\cdot\text{K}$ 热阻： $0.02^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ 厚度： 0.2mm
Leader Tech（美国）	TGN 系列石墨烯垫片	石墨烯+硅胶，填料在聚合物中有序排列	导热系数： $70-130\text{W/m}\cdot\text{K}$ 热阻： $\leq 0.08^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ 厚度： $0.2-0.8\text{mm}$



厂商	产品	材料路线	性能参数
AMEC Thermasol (英国)	GTP 系列石墨烯导热垫片	-	导热系数: $\geq 75 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 热阻: $\leq 0.1^\circ\text{C} \cdot \text{cm}^2 / \text{W}$ 厚度: 0.3mm
Resonac (日本)	垂直取向石墨填料导热片	-	导热系数: $40\text{--}90 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 厚度 0.15–2.0mm

来源: 鸿富诚招股书, 飞荣达公众号, 中石科技 2026 中报, 傲川科技官网, Smart High Tech 官网, Leader Tech 官网, AMEC Thermasol 官网, Resonac 官网, 国金证券研究所整理

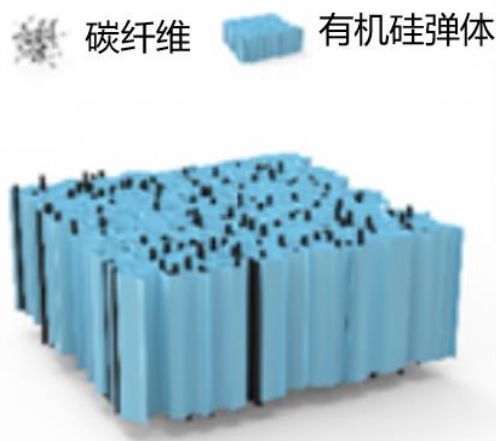
4.2 碳纤维垫片: 具备优异导热性能和高可靠性的 TIM2 选择

碳纤维是由聚丙烯腈 (PAN)、沥青或黏胶等有机前驱体, 经预氧化、碳化及高温石墨化制得的一维碳材料, 高导热沥青基碳纤维的轴向本征导热系数可达 $900 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 以上。

碳纤维垫片通常选用具有高度石墨化微晶、可在纤维长轴方向快速传热的高导热碳纤维, 由短切或粉体化的高导热碳纤维与有机硅弹性体复合制备。碳纤维垫片的导热路径高度依赖于碳纤维的取向, 通过磁场取向、机械取向等工艺可使纤维沿厚度方向有序排列, 形成更短、更连续的 Z 向导热通道。

图表25: 碳纤维垫片结构图

图表26: 碳纤维垫片示意图



来源: 《Magnetic Field-oriented One-step Fabrication of Metal-grade Thermally Conductive Carbon Fiber Flexible Thermal Pad》, 国金证券研究所

但受硅胶基体、纤维取向度、纤维间及界面接触热阻影响, 碳纤维垫片的实际 Z 向有效导热系数显著低于单纤维水平。当前全球公开量产产品主要集中于 $15\text{--}45 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, 国内领先厂商量产性能已达 $50 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, 实验室样品可达 $70 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 。

图表27: 全球碳纤维导热垫片公开产品热导率以 $15\text{--}45 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 为主

厂商/地区	产品	技术路线	Z 向导热系数	其他
鸿富诚	碳纤维导热垫片	微米级碳纤维在有机硅中纵向有序排列	量产 $50 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, 实验室 $70 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$	纤维轴向导热系数 $> 900 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$; 适用于 TIM2/TIM1.5、已用于 5G 基站芯片导热
思泉新材	SVHT 系列碳纤维垫片	碳纤维+硅胶	$15\text{--}40 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$	厚度 0.3–10mm 击穿电压 $\geq 0.5 \text{ kV}$ (1mm)
科创新源 (兆科)	TIR700 系列碳纤维垫片	导热碳纤维与聚合物基硅基基体	$9\text{--}35 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$	厚度 0.3–5mm 耐温 -40 至 200°C
积水 PolyMatech (日本)	MANION 系列碳纤维垫片	磁场取向使碳纤维沿厚度方向排列	$16\text{--}45 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$	厚度 0.15–0.3mm 耐温至 200°C 可替代部分导热凝胶场景
Leader Tech (美国)	TCF 系列碳纤维垫片	碳纤维在聚合物基体	$16\text{--}35 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$	热阻 $\leq 0.05^\circ\text{C} \cdot \text{in}^2 / \text{W}$



厂商/地区	产品	技术路线	Z 向导热系数	其他
		中垂直排列		厚度 0.25-0.80mm 面向 GPU、基站、微处理器等 热阻 $0.11^{\circ}\text{C} \cdot \text{in}^2 / \text{W}$
盛元新材料（未上市）	CSF 系列碳纤维导热垫片	-	15-45 W/(m·K)	厚度 0.3-12mm 适配低压缩场景
AMEC Thermasol（英国）	WGCF25 碳纤维导热垫片	-	25 W/(m·K)	热阻 $0.12^{\circ}\text{C} \cdot \text{in}^2 / \text{W}$ 厚度 0.3-12mm 耐温-50 至 160°C

来源：鸿富诚招股书、积水化学官网、Leader Tech 产品资料、思泉新材官网、Sheen Technology 官网、AMEC Thermasol 产品资料、兆科电子官网，国金证券研究所整理

与石墨烯垫片相比，核心材料均需要通过“取向”解决碳的各向异性问题，但热管理分工不同，核心是导热能力存在代差。碳纤维是典型的一维导热体，优势在于沿纤维长轴建立直接、短程的 Z 向通路，适合填补器件外壳至冷板之间存在公差、翘曲或较大间隙的 TIM2 位置。

图表28：碳纤维相比石墨烯垫片适用于装配间隙较大的 TIM2 位置

维度	碳纤维垫片	石墨烯垫片
材料本质	一维纤维填料，热量主要沿纤维轴向传递	二维片层填料，热量天然沿片层平面传递
本征导热能力	高导热中间相沥青基碳纤维轴向导热系数可达约 900-1100W/(m·K)，但普通 PAN 基碳纤维显著较低	单层悬浮石墨烯面内导热系数可达 5000W/(m·K)，是碳材料中性能上限最高的路线之一
垫片导热系数	15-45 W/(m·K)	70-130 W/(m·K)
天然适配的热路径	Z 向垂直导热	XY 向面内导热
制成导热材料的关键工艺	将碳纤维沿厚度方向竖立排列，使纤维长轴直接连接上下界面	需要将原本平躺的片层“立起来”，或构建三维石墨烯骨架、石墨烯-CNT 桥接、金属化界面，形成有效 Z 向导热
结构与力学特性	长纤维连续性较好，可在较大厚度内建立导热通路；但高填充、定向纤维可能牺牲柔顺性，并带来端面接触问题	片层可形成柔性薄膜或复合垫片，但高取向结构可能存在脆性、分层、边缘掉粉及重复压缩可靠性问题
适用场景	中高热流密度、存在一定装配间隙、需要高 Z 向导热的 TIM2	极高热流密度、热点明显、既需导热又需均热的场景，如 GPU/ASIC、光模块 DSP、HBM 及先进封装周边

来源：《Highly Thermal Conductive Silicon Carbide Ceramics Matrix Composites for Thermal Management: a Review》，NGF 官网，《Through-plane orientation engineering of carbon fibers for thermal interface materials》，徐州汇墨新材料科技有限公司公众号，《Graphene Properties, Synthesis and Applications: A Review》，中科院宁波材料技术与工程研究所，傲川科技官网，国金证券研究所整理

但对比主流 TIM2 材料来说，碳纤维垫片是同时具备优异导热性能和高可靠性的选择。从 TIM2 材料的比较看，1) 相较于依赖氧化铝、氮化硼等粉体堆积的传统聚合物垫片，碳纤维通过连续的一维填料降低热流在基体中的绕行距离，有利于在保持弹性和低装配压力的同时提高 Z 向导热；2) 相较于导热凝胶和导热膏，片材方案可通过模切实现尺寸一致性和自动化贴装，且无需依赖材料在服役温度下的流动填隙；3) 相较于相变材料，其导热能力不以跨越相变温度为前提；4) 相较于金属基材料，则以更低性能上限换取柔顺性、返修便利性和对部件公差的适配性。

图表29：碳纤维垫片有望成为同时具备优异导热性能和高可靠性的 TIM2 选择

材料路线	代表性导热系数	相对碳纤维垫片的优劣势
传统硅胶导热垫片	约 1-6.5W/(m·K)	绝缘性、柔顺性、成本及工艺成熟度较好
导热凝胶	约 12W/(m·K)	凝胶对不规则表面、较大高度差的适应性更强
相变 TIM	-	相变材料在超薄界面和表面贴合上具备优势
液态金属	镓基约 25-40W/(m·K)	液态流动并润湿界面，可填充微观空隙，将键合层厚度压至很低，但存在导电、存在泄漏与迁移风险
碳纤维垫片	量产 50 W/(m·K)，实验室 70 W/(m·K)	核心优势是将高导热碳纤维长轴沿厚度方向排列，直接建立连续 Z 向热通道

来源：Parker 官网，傲川科技官网，《Performance analysis of Gallium-based liquid metal as thermal interface material for chip heat dissipation》，ASUS 华硕服务公众号，国金证券研究所整理



整体看，我们预计碳纤维垫片作为以高导热一维纤维为核心、优先解决 Z 向界面热阻的材料路线，有望在传统硅胶垫片向高性能方案升级的过程中，成为 TIM2 及部分 TIM1.5 场景的主要选择之一。

4.3 铜-金刚石：由石墨烯均热进一步走向极限热流密度热沉材料

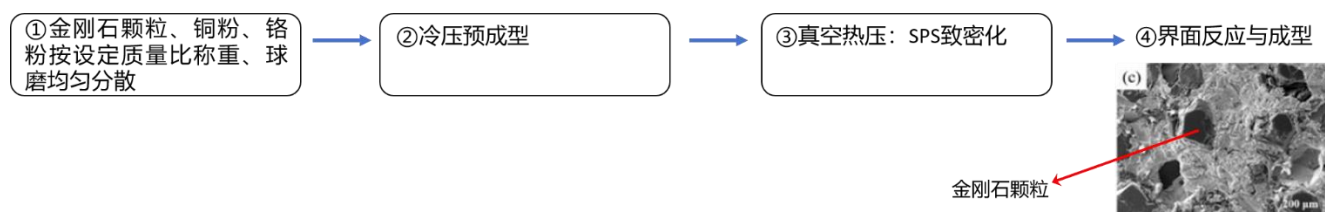
铜-金刚石复合材料由连续铜基体和高体积分数金刚石颗粒构成，目标是在铜约 400 W/(m·K) 的导热与易加工性能基础上，叠加金刚石的高导热、低热膨胀特性，形成兼顾高热导率和可匹配热膨胀系数的复合热管理材料。

铜与金刚石的组合并非简单通过“铜粉+金刚石粉”烧结即可实现高性能。铜属于非碳化物形成元素，与金刚石直接接触时润湿性较差，易形成弱物理接触和较大的界面热阻，若活性元素添加过量或反应层过厚，又会消耗铜基体导热能力、引入脆性相或增加声子散射。因此铜-金刚石体系的工艺核心在于，在金刚石与铜之间构建薄而连续、具有化学键合能力且热阻较低的碳化物过渡层，并以热压、放电等离子烧结（SPS）或压力浸渗等方式获得高致密度。

界面热阻由薄弱的金属-陶瓷键合引起，通过声子散射降低性能，因此当前工作重点在于界面工程策略，包括金刚石表面金属化和基体合金化。

基体侧活性合金化是将铜粉、金刚石粉与少量 Ti、Cr、Zr、B 等活性元素或 Cu-Ti/Cu-Cr 中间合金共同混合，在热压或 SPS 过程中原位生成 TiC、Cr₇C₃、Cr₃C₂ 等过渡层，使界面由弱物理接触转变为化学/冶金结合。根据文献报道，通过 Cr 粉对 Cu-金刚石的性能调节，复合材料热导率可由约 310-386 W/(m·K) 提升至 516 W/(m·K)。

图表30：基体侧活性合金化使 Cu-金刚石界面由弱接触转变为冶金结合



来源：《Interface Optimization and Thermal Conductivity of Cu/Diamond Composites by Spark Plasma Sintering Process》，国金证券研究所绘制

金刚石表面金属化是先在金刚石表面沉积 Ti、Cr、W、Mo 等内侧活性层，使其与碳形成碳化物键合，再通过电镀或化学镀形成外侧铜层，并与铜粉热压、SPS 或熔铜浸渗。外层铜的主要作用是将烧结体系由铜-金刚石转为更易致密化的铜-铜接触，真正决定界面结合与热传输的是内侧活性反应层。根据文献，Cr/Cu 双层+SPS 工艺可以使合金材料热导率达到 613 W/(m·K)，W/Cu 双层体系可实现 695 W/(m·K)。

图表31：金刚石表面金属化需要制作内外侧两层活性反应层



来源：《Research progress in interface optimization and preparation technology of high thermal conductivity diamond/copper composite materials》，《Influence of sputtering and electroless plating of Cr/Cu dual-layer structure on thermal conductivity of diamond/copper composites》，国金证券研究所绘制

从应用进度看，Cu-金刚石已经在高功率半导体激光器、射频与功率器件等对热扩散和热失配极其敏感的细分场景实现商品化或验证导入，住友电工旗下 A.L.M.T. 已公开 Cu-Dia 高功率半导体激光器热扩散片，热导率 550 W/(m·K)、CTE 为 6.0×10⁻⁶/K，并采用 AuSn 等焊料直接连接激光芯片；但该技术路线距离作为通用服务器 TIM 的大规模材料仍有距离，中国台湾 Dynac、Nova Crystal 以及中国大陆公司正公开布局面向 AI 的 Cu-金刚石热扩散片。



图表32: Cu-金刚石商业化目前集中于高功率激光器、功率器件、先进封装热扩散层

厂商/产品	性能或规格	公开应用与进展
A. L. M. T. (住友电工集团) Cu-Dia Heat Spreader	热导率 550 W/(m·K); CTE 6.0×10^{-6} /K; 激光器示例热阻 0.99 K/W	用于高功率半导体激光器; 公司披露已商业化, 支持 AuSn 预镀与芯片焊接
Dynac All-Diamond-Cu Heat Spreader	热导率 > 600 W/(m·K)	面向 AI 服务器、HPC 等热扩散应用
Nova Crystal Diamond-Cu Heat Spreader	63% 金刚石方案热导率 > 550 W/(m·K), 最高热导率 > 700 W/(m·K); CTE 为 6-8 ppm/K	面向电子封装散热
飞孟金刚石 Cu-Diamond 复合热沉	热导率 600-800 W/(m·K); 标准规格包括 10×10、15×10、30×20 mm, 厚度 1/1.5 mm	用于半导体激光器、功率模块、通信及高功率照明等应用, 可提供金属化产品
江铜技术研究院 FH-001 金刚石铜复合材料	热导率 500-800 W/(m·K); CTE 6-13 ppm/K; 粗糙度 < 0.2 μm; -65 - 150°C 热循环 ≥ 500 次	面向功率芯片、光通信、CPU/GPU 及大功率激光器封装基板

来源: 住友官网, Dynac 官网, Nova Crystal 官网, 飞孟金刚石官网, 仪器信息网, 国金证券研究所整理

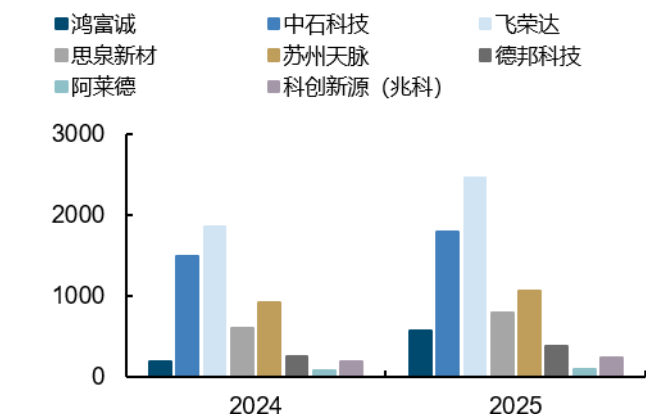
五、投资建议

高功率芯片功耗持续提升, 在高集成度算力机柜的有限空间中, 热流密度以及器件运行时产生的单点瞬时热量增大, 迫使热界面材料的导热性能必须随着提升, 建议关注新型热界面材料研发及量产供应商 鸿富诚、科创新源、中石科技、飞荣达、德邦科技 等。

我们对比了国内头部热界面材料供应商 2024-2025 年导热材料业务的收入和盈利能力, 收入上来看, 行业平均增速在 20%-30%, 其中碳基导热垫片全球头部供应商鸿富诚 2025 年热管理材料及器件收入同比增速高达 185%, 受益于人工智能产业发展带动的数据中心高景气度, 能够率先开发并完成验证, 提供高功率芯片适配导热产品的企业, 有望在产品迭代中迎来收入和利润的快速放量。

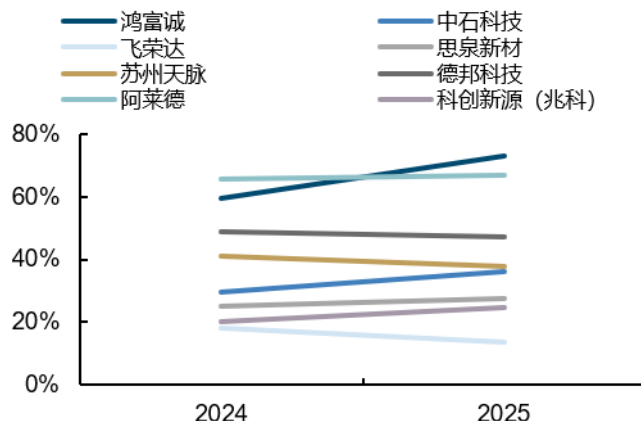
盈利能力来看, 导热材料毛利率方差较大、跨度 10%-70%, 随着整体行业的技术迭代, 老产品盈利能力逐年下降, 具备高性能、新产品批量供应能力或者新产品占比较高的企业, 盈利能力显著优于行业平均, 例如鸿富诚 2025 年热管理材料及器件业务毛利率达到 73%。

图表33: 国内头部公司导热材料业务收入逐年提升 (百万元)



来源: ifind, 国金证券研究所

图表34: 高端热界面材料盈利能力显著优秀 (毛利率, %)



来源: ifind, 国金证券研究所



图表35: TIM 公司估值表 (亿元, 倍)

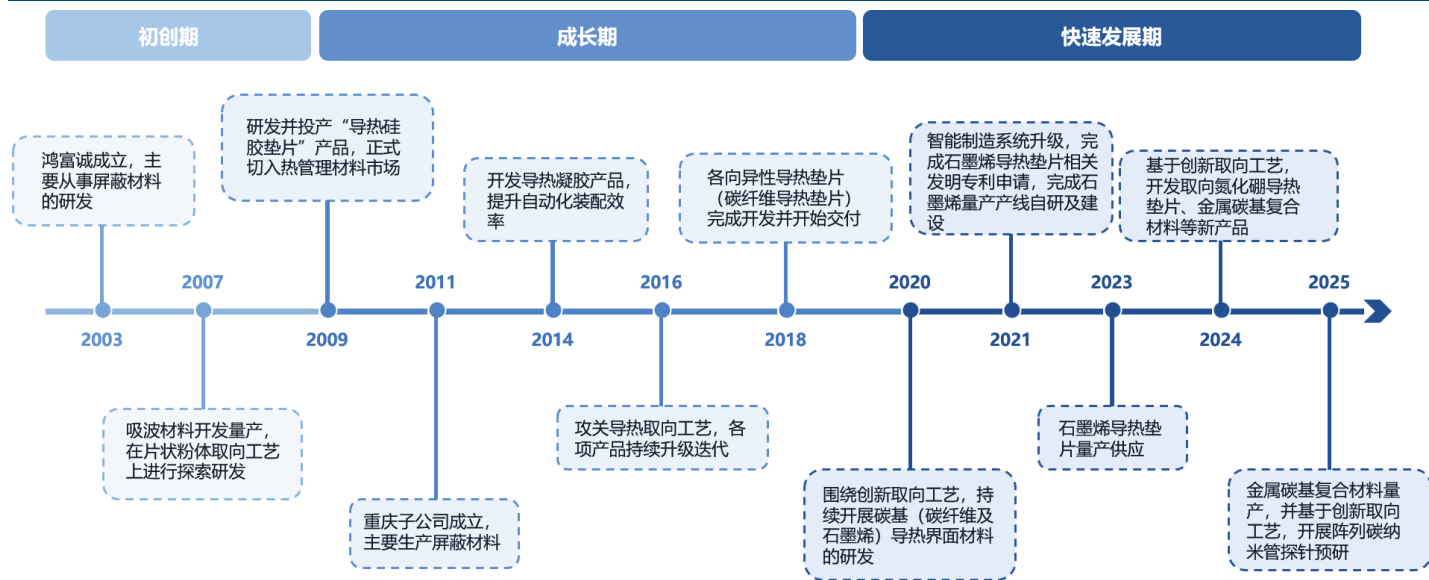
证券代码	名称	货币	股价	总市值	2025年归母净利	2026E		2027E		2028E		PB
						归母净利	PE	归母净利	PE	归母净利	PE	
301716.SZ	鸿富诚	CNY	541.00	405	2.69	4.93	82	6.37	64	8.24	49	46.2
300731.SZ	科创新源	CNY	39.58	70	0.36	1.27	55	3.04	23	4.78	15	11.4
300684.SZ	中石科技	CNY	92.98	278	3.39	4.44	63	7.34	38	11.50	24	13.4
300602.SZ	飞荣达	CNY	32.65	191	3.65	6.98	27	11.89	16	16.22	12	4.4
688035.SH	德邦科技	CNY	63.47	90	1.08	1.70	53	2.92	31	4.48	20	3.8
301489.SZ	思泉新材	CNY	97.10	113	0.60	2.57	44	5.46	21	7.92	14	10.4
301626.SZ	苏州天脉	CNY	254.19	294	1.55	4.95	59	9.69	30	11.79	25	18.3
301419.SZ	阿莱德	CNY	39.75	60	0.64	-	-	-	-	-	-	6.3

来源: ifind, 国金证券研究所 (股价截至 2026 年 10 月 9 日, 业绩预测采用 ifind 一致预期)

5.1 鸿富诚: 垂直取向石墨烯垫片实现量产, 全球碳基导热材料头部企业

公司是一家专注热管理、电磁屏蔽和吸波等先进电子功能材料及器件研发、产业化的国家级专精特新重点“小巨人”企业。在热管理领域, 公司是行业内极少数能够量产制备石墨烯导热垫片并实现规模应用的企业, 凭借石墨烯导热垫片、金属碳基复合材料等创新产品, 目前公司已进入全球头部 AI 芯片企业导热界面材料供应链并批量供货。公司也是目前国内极少数已经成功实现 TIM1 热界面材料小批量供应的企业。

图表36: 公司于 2009 年正式切入热管理材料市场

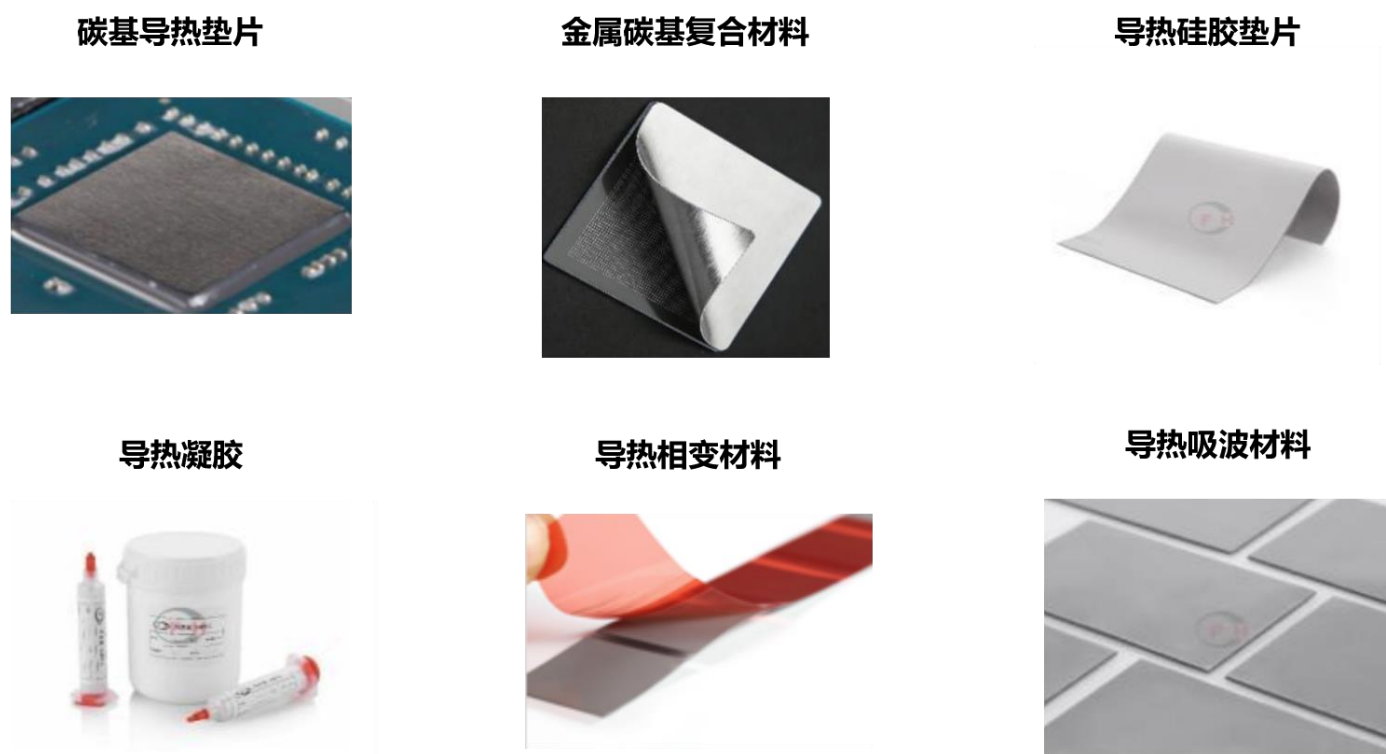


来源: ifind 公司公告, 国金证券研究所

公司热管理材料主要为导热界面材料, 包括碳基导热垫片 (碳纤维导热垫片和石墨烯导热垫片)、金属碳基复合材料、导热硅胶垫片、导热凝胶等。公司采用创新取向技术, 实现石墨烯材料的垂直排列, 充分挖掘石墨烯在垂直方向的优异导热性能, 通过界面功能化实现极低热阻, 目前公司量产石墨烯导热垫片产品导热系数达到 $130\text{W/m}\cdot\text{K}$, 热阻低于 $0.06^\circ\text{Ccm}^2/\text{W}$, 可快速导出热量, 同时具备优异的压缩回弹性, 能够有效解决高功率大尺寸芯片翘曲形变等关键问题, 消除界面空隙, 长期使用无泵出风险, 保障散热稳定性。



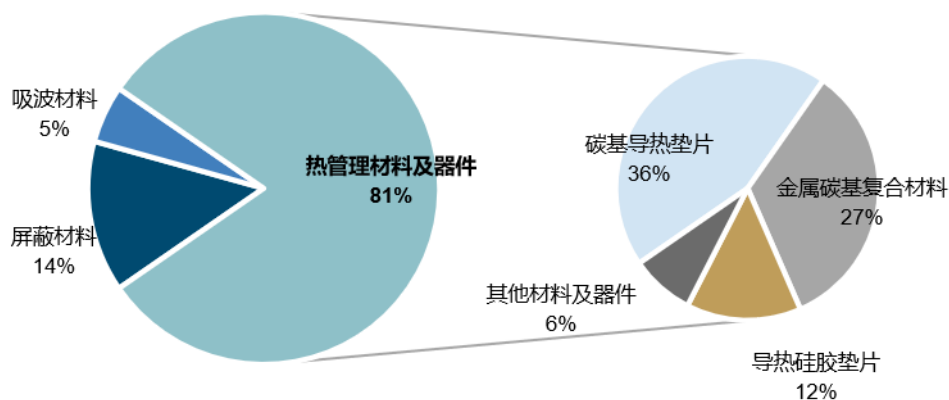
图表37：热管理材料主要为导热界面材料



来源：ifind 公司公告，国金证券研究所

公司主营业务中热管理材料及器件占收入比重超过 80%，主要提供碳基导热垫片、金属碳基复合材料等，下游应用场景中数据中心收入占比接近 60%。2025 年公司境外收入占比提升，主要系公司金属碳基复合材料通过境外行业头部客户测试认证，并获得批量订单，相应外销收入大幅增长所致。

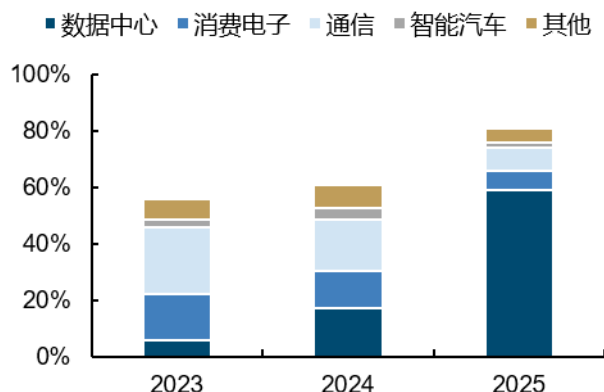
图表38：2025 年公司热管理材料及器件占主营收入超 80%



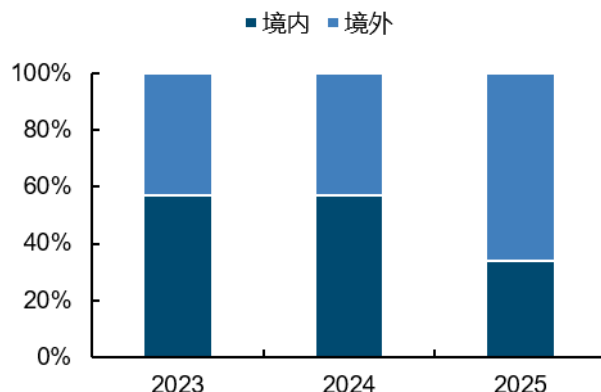
来源：公司招股书，国金证券研究所



图表39：数据中心在热管理材料及器件业务应用场景中的比重显著提升



图表40：2025 年公司境外收入占比提升至 66%



来源：公司招股书，国金证券研究所

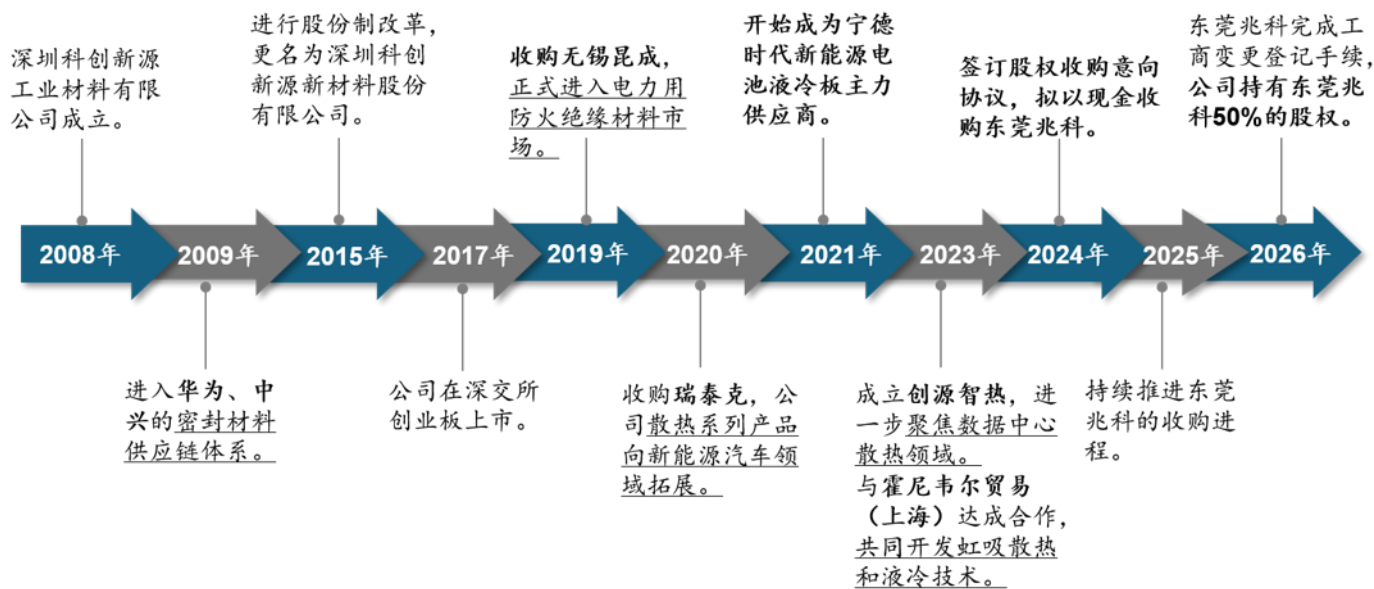
来源：公司招股书，国金证券研究所

5.2 科创新源：兆科并表补齐 TIM 矩阵，材料与液冷部件协同推进

公司主要业务为高分子材料产品及热管理系统产品的研发、生产及销售，产品可广泛应用于通信、电力、新能源汽车、传统家电及汽车和数据中心等领域。在高性能特种橡胶材料业务领域，公司主要产品为高性能特种橡胶材料产品，提供防水、绝缘、防火、密封等方面的材料解决方案；热管理领域，公司从新能源汽车延伸向数据中心，子公司创源智热开展液冷板等数据中心散热结构件业务，2026 年 7 月单月交付数量已超过上半年整体交付数量。

2026 年 7 月，东莞兆科完成工商变更登记手续，公司持有东莞兆科 50% 的股权，并间接持有昆山兆科 50% 的股权。东莞兆科 2025 年实现收入 2.4 亿元、实现净利润 4935.8 万元，根据双方协议的业绩承诺，2026/2027/2028 年东莞兆科归母扣非净利润要求分别为 4500/5000/5500 万元。

图表41：2026 年公司完成对东莞兆科的收购事项



来源：ifind 公司公告，国金证券研究所

兆科作为专注于自主研发、生产销售的企业，致力于成为全球客户提供导热、加热、密封、EMI 类产品制造商及方案开发商。兆科目前产品已有导热界面类材料、TIF900 系列 EMI 类材料、K-heat 加热材料、Z-foam 发泡硅胶密封材料、TCP 导热工程塑料等；其中导热界面材料涵盖高分子基复合材料、金属基热界面材料及新型热界面材料，在导热硅脂、导热垫片、导热凝胶、导热石墨片、液态金属、碳纤维导热垫片等产品上均有储备和应用。



图表42：公司产品以导热材料为核心，向温控与电磁管理延伸

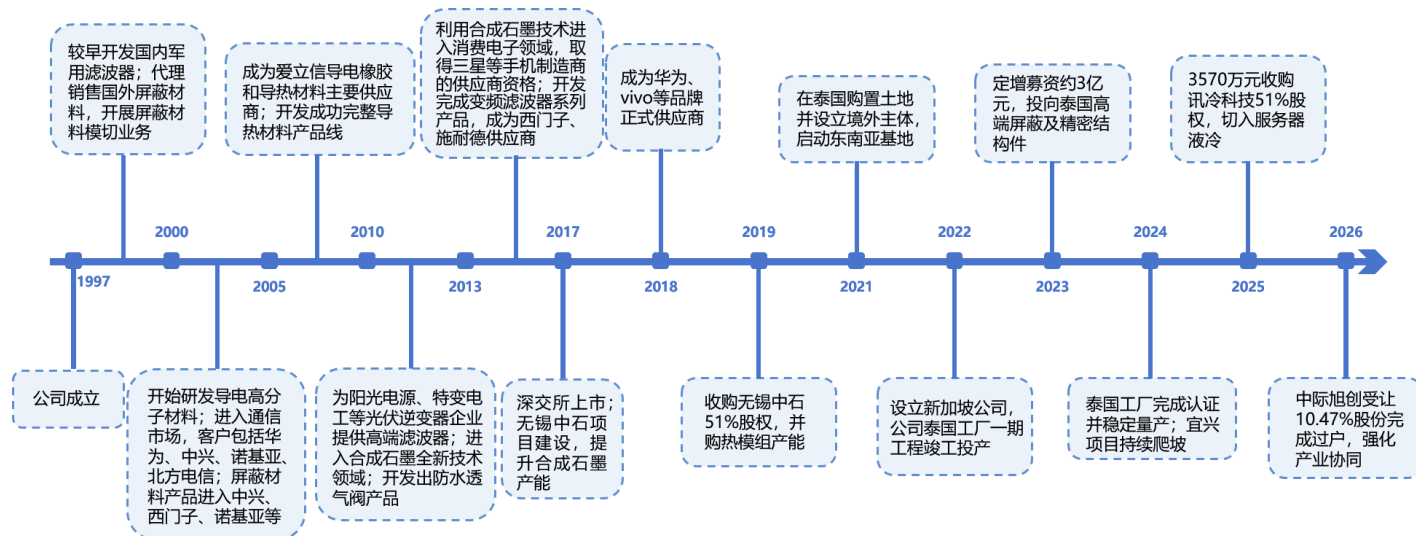


来源：兆科官网，国金证券研究所

5.3 中石科技：材料-组件-模组全栈协同，光模块及算力散热打开增量

公司是一家功能高分子材料主流供应商，自 1997 年成立以来，以全球化全行业市场为视角，自主研发聚焦材料及关键技术，致力于为智能电子设备提供散热一体化的整体解决方案。在人工合成高导热石墨领域，公司具备全球领先的产品和制造基础，这为其向导热界面材料、均热器件及系统级热管理延展提供了材料端支撑。

图表43：公司业务从电磁屏蔽拓展至导热材料与液冷，全球产能布局持续完善



来源：ifind 公司公告，国金证券研究所

TIM 方面，公司产品覆盖高分子导热垫片、石墨烯导热垫片、导热凝胶、导热硅脂、相变材料、液态金属、金刚石导热复合材料及界面石墨等多类方案，覆盖服务器、光模块、通信设备、汽车电子及储能等应用。围绕高速光模块，公司提出“芯片级-模块级-系统级”的散热布局，并形成“材料-组件-模组-液冷”的全栈热管理体系。高性能 VC 吸液芯材料已完成北美大客户产品导入验证并具备量产交付能力。



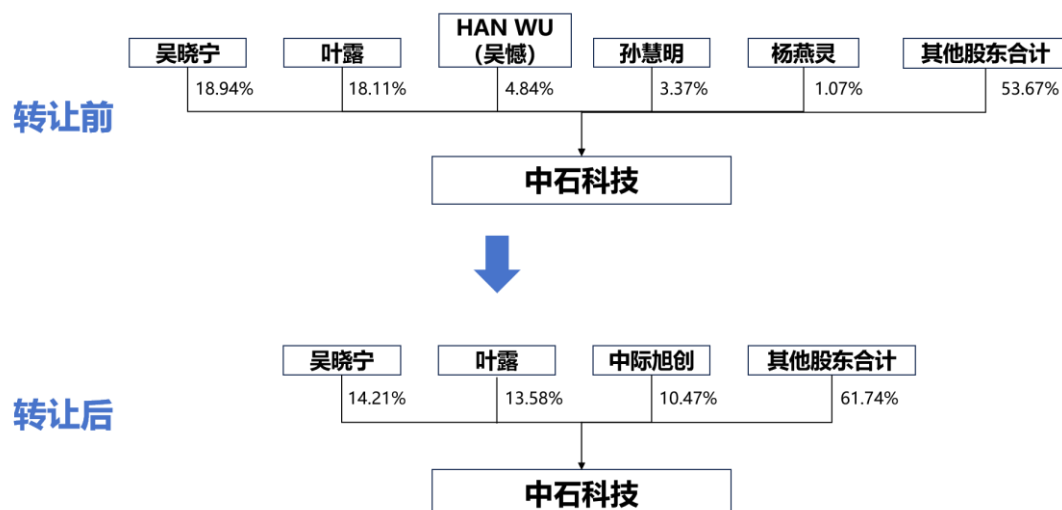
图表44：公司构建“材料-组件-模组-液冷”全栈热管理体系



来源：公司 26 中报，国金证券研究所

2026 年 8 月，公司控股股东、实际控制人及其一致行动人吴晓宁、叶露、HANWU（吴憾）与中际旭创股份有限公司签署《股份转让协议》，拟通过协议转让方式向中际旭创合计转让公司 3137 万股，占公司总股本的 10.47%，转让价格为 55.70 元/股，股份转让价款合计 17.47 亿元。本次交易完成后，中际旭创将持有公司 10.47% 的股份。

图表45：中际旭创持有公司 10.47% 的股份



来源：ifind，国金证券研究所

5.4 飞荣达：国内电磁屏蔽及热管理解决方案供应商

公司成立于 1993 年，主要产品为电磁屏蔽材料及器件、导热材料及器件和轻量化复合材料等，其中热管理材料及器件包括导热界面器件、石墨片、导热石墨膜、散热模组、风扇、VC 均温板、热管、压铸件及液冷板等，广泛应用于通信、消费电子、新能源和机器人等领域。



图表46：公司产品生态链主要分为热管理、电磁屏蔽及整机和轻量化等业务



来源：公司 26 中报，国金证券研究所

公司自设立以来，通过自主研发，取得了碳纤维金属化技术、导电硅胶的配方及多色多孔共挤技术等一系列关键核心技术，高导热石墨烯垫片产品导热系数达到 120W/m.k-200W/m.k，具备优异的压缩、回弹特性，用于高功率芯片与散热器间隙填充。公司旗下丰富的股权投资体系，覆盖热管理材料及部件各类产品。

图表47：公司子公司涵盖通信、消费电子、服务器、新能源、机器人等多个行业

行业	公司名称	持股比例	产品	应用场景
通信	佛山飞荣达通信科技有限公司	100%	通信组件、液冷板及散热器	基站、数据通信设备
通信/数据中心	飞荣达科技（江苏）有限公司	100%	屏蔽及散热器件、精密金属件	通信设备、服务器、汽车电子
通信/汽车	珠海市润星泰电器有限公司	51%	铝合金压铸件	通信设备、汽车零部件
消费电子	昆山市飞荣达电子材料有限公司	95%	屏蔽衬垫、绝缘及导热材料	手机、电脑、通信终端
消费电子	江苏安能科技有限公司	100%	充电器、移动电源及 PCBA	手机、平板、AIoT
消费电子	江苏格优碳素新材料有限公司	100%	石墨散热膜	手机等消费电子
消费电子/服务器	品岱电子（江苏）股份有限公司	95%	风扇、热管、VC 及散热模组	电脑、服务器、通信设备
消费电子/服务器	深圳市中创热传材料有限公司	67%	新型导热材料	消费电子、服务器、汽车
消费电子/汽车	江苏中迪新材料技术有限公司	51%	导热材料、灌封胶、吸波材料	消费电子、汽车电子
新能源/电源	江苏大磁纳米材料有限公司	80%	磁芯、电感及变压器	新能源、电源、通信
新能源汽车/储能	江苏中煜橡塑科技有限公司	100%	橡胶密封件	电池包、储能电池
新能源汽车/储能	深圳市飞荣达新能源科技有限公司	100%	液冷板、电池上盖及结构件	动力电池、储能、光伏
机器人	深圳果力智能科技有限公司	55%	柔性夹爪、灵巧手	工业、医疗、物流机器人
机器人	重庆飞荣达具身智能技术有限公司	100%	机器人及相关部件	具身智能、工业自动化

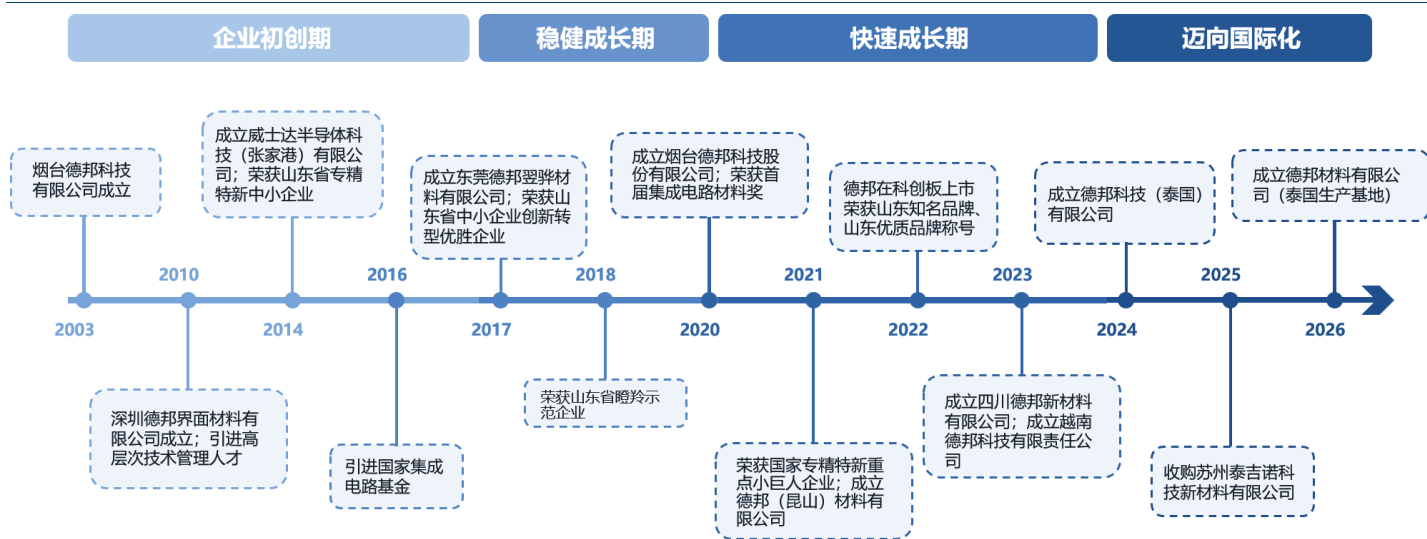
来源：ifind，国金证券研究所

5.5 德邦科技：封装材料平台切入 TIM 升级，TIM1 验证推动高端进阶

公司专注于高端电子封装材料研发及产业化，是国内高端电子封装材料行业的先行者。公司产品可实现结构粘接、固定、导电、导热、绝缘、保护、电磁屏蔽等复合功能，广泛应用于集成电路、智能终端、新能源、汽车电子及高端装备等领域。



图表48：公司深耕电子材料领域，通过并购与泰国基地建设推进国际化布局

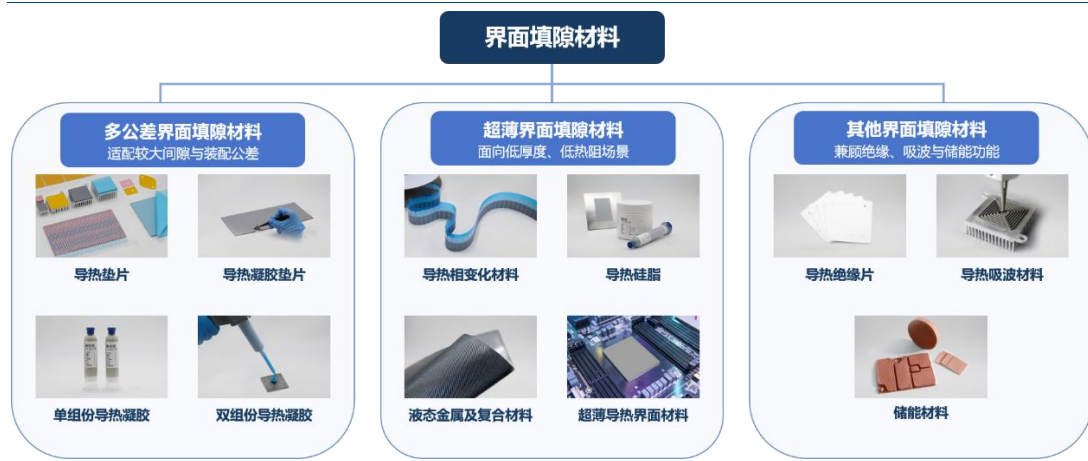


来源：德邦科技官网，国金证券研究所

公司在集成电路封装材料领域已形成从晶圆加工到封装成型的产品矩阵，导热材料包括导热垫片、导热凝胶、导热硅脂、相变材料、液态金属等。AI 芯片、HBM 及先进封装向高密度、高功率和小型化发展，对材料的导热、流变、低应力、耐湿热及长期可靠性提出协同要求。德邦科技的优势在于其长期积累的树脂体系、功能填料复配、界面处理和精细化混合工艺，并可将 TIM 与固晶、底部填充、Lid 框粘接等封装材料共同面向封测客户导入，形成平台化销售和验证协同。

根据 2026 年半年报披露，公司 TIM1.5/TIM2 等高端导热界面材料已在国内主流封测厂商稳定批量供货，芯片级导热材料 TIM1 已通过国内重要封测客户的全套可靠性验证。

图表49：公司界面填隙材料分为三大类



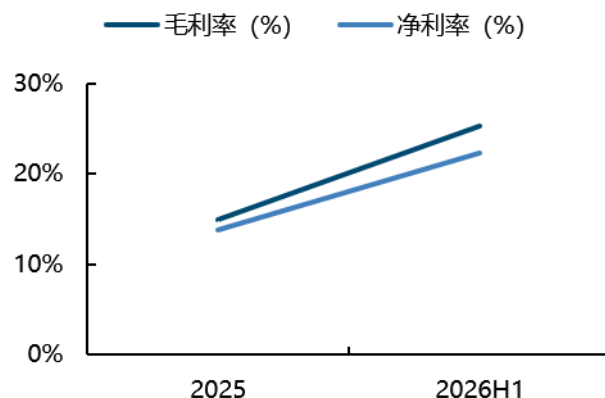
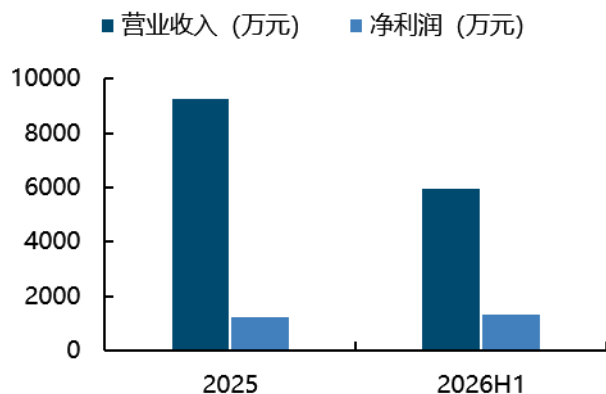
来源：泰吉诺官网，国金证券研究所

2025 年泰吉诺实现收入 9311.6 万元、实现净利润 1280.8 万元，毛利率及净利率分别为 15.0%、13.8%；2026 上半年泰吉诺实现收入 6005.5 万元、同比+57%，实现净利润 1339.8 万元、同比+4%，毛利率及净利率分别为 25.3%、22.3%，较 2025 年大幅提升。



图表50：26H1 实现收入/净利润 6005.5/1339.8 万元

图表51：26H1 毛利率及净利率分别为 25.3%、22.3%



来源：ifind 公司公告，国金证券研究所

来源：ifind 公司公告，国金证券研究所

风险提示

下游需求及应用渗透不及预期：若全球数据中心建设资本开支或 AI 服务器、光模块、HBM 等产品迭代节奏放缓，可能影响行业需求和相关企业业务放量。

产品验证和产业化进度不及预期：高性能 TIM 对导热、键合层厚度、可靠性、材料兼容性及其自动化工艺一致性要求较高，石墨烯、碳纤维、液态金属和铜—金刚石等新型材料需经历客户认证及批量良率爬坡，若产品开发、认证、产能建设或交付节奏低于预期，可能影响收入兑现。

原材料价格、技术路线与市场竞争风险：铜、镓、金刚石粉、石墨烯及高端填料等原材料价格和供给可能波动；同时，材料方案选择受芯片封装路线、器件结构和客户工艺影响较大，若替代路线加速成熟或行业竞争加剧，可能对产品盈利能力产生影响。

行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。



特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-80234211	电话：010-85950438	电话：0755-86695353
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	邮编：100005	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号 紫竹国际大厦 5 楼	地址：北京市东城区建国内大街 26 号 新闻大厦 8 层南侧	地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心 18 楼 1806



【小程序】
国金证券研究服务



【公众号】
国金证券研究