

其他化学原料

联瑞新材（688300.SH）

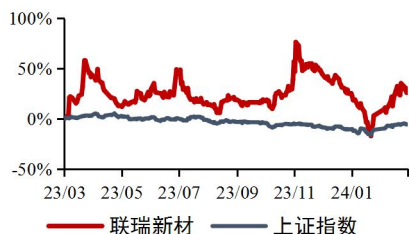
买入-B(维持)

高端粉体领先企业，受益于算力需求爆发

2024年3月16日

公司研究/深度分析

公司近一年市场表现



资料来源：最闻

市场数据：2024年3月15日

收盘价（元）：	46.69
总股本（亿股）：	1.86
流通股本（亿股）：	1.86
流通市值（亿元）：	86.72

资料来源：最闻

基础数据：2023年9月30日

每股净资产（元）：	6.99
每股资本公积（元）：	2.80
每股未分配利润（元）：	2.87

资料来源：最闻

分析师：

李旋坤

执业登记编码：S0760523110004

邮箱：lixuankun@sxzq.com

研究助理：

刘聪颖

邮箱：liucongying@sxzq.com

投资要点：

- AI 算力大幅增长拉动下，覆铜板填料向高端化发展。AI 服务器的增长直接带动 GPU 用高性能 PCB 需求增长；高算力要求核心材料覆铜板具有高频、高速、低损耗等特征，这些要求依靠覆铜板填料硅微粉来实现。覆铜板中硅微粉填充比例约 15%，普通覆铜板使用角形硅微粉，高频、高速覆铜板与 IC 载板填充附加值更高的高性能球形硅微粉。全球 AI 服务器出货量预计从 2023 年的 58 万台增加到 2027 年的 157 万台，从而带动高端球形粉体放量。
- 先进封装是算力提升的重要工具，高端塑封料加速渗透。随着 Chiplet 技术的发展，晶圆到晶圆、晶圆到裸片之间的间距尺寸显著减小，先进封装是 Chiplet 技术的基础，对封装材料的要求也在不断提高。90% 以上的集成电路均采用 EMC 作为封装材料，硅微粉在 EMC 中的填充比例约为 80%，对硅微粉的粒径分布等高填充特性有关指标有较高的要求。HBM 封装 MR-MUF 工艺使用改进后的 LMC，更是对硅微粉的纯度、粒径以及各项指标提出更高的要求。预计全球先进封装市场规模从 2022 年的 443 亿美元增长到 2028 年的 786 亿美元，高端封装填料也将持续受益。
- 堆叠封装为半导体导热提出新要求，球形氧化铝是性价比最好的导热粉体材料。消费电子与通信是热界面材料最主要的应用领域，散热性是影响产品质量的关键指标，2.5D、3D 封装中散热问题尤为重要。我国高端热界面材料基本依赖进口，高纯度、低放射性球形氧化铝等原材料是其国产化难点之一；公司依托现有技术，把握高端球铝国产替代机会。随着 PCB 需求增长以及球铝在导热粉体材料渗透率的提升，预计 2025 年全球球形氧化铝导热材料市场规模将达到 54 亿元。
- 持续研发实现国产替代，扩大高端产能提升盈利空间。公司以研发创新为核心驱动力，在微米级和亚微米级球形硅微粉、低放射性球形硅微粉、低放射性高纯度球形氧化铝粉等销售至行业领先客户，同类产品毛利率水平高于国内同行。公司积极扩大高端产能，优化产品结构的同时巩固公司龙头地位；公司现有角形硅微粉产能 10.07 万吨，球形硅微粉产能 4.5 万吨（其中包含 8000 吨球形氧化铝产能）；在建集成电路用电子级功能粉体材料 2.52 万吨，是国内产能体量最大的硅微粉生产商。新建项目主要应用于 5G 通讯用高频高速基板、IC 载板、高端芯片封装等高性能要求领域，有助于公司向高端品延伸，提高公司产品附加值。



**盈利预测、估值分析和投资建议：**预计公司 2023-2025 年实现归母公司净利润 1.74/ 2.45/3.27 亿元，同比增长-7.7%/ 41.0%/ 33.4%，对应 EPS 为 0.94/ 1.32/ 1.76 元，根据 3 月 10 日收盘价 50.00 元，PE 为 53.4/ 37.9/ 28.4 倍，维持“买入-B”评级。

**风险提示：**市场竞争加剧风险；研发失败和核心技术人员流失风险；产能投放进度不及预期风险；下游需求不及预期风险；原材料与燃料动力价格大幅波动风险等。

**财务数据与估值：**

会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入(百万元)	625	662	712	936	1,125
YoY(%)	54.6	6.0	7.5	31.6	20.2
净利润(百万元)	173	188	174	245	327
YoY(%)	55.9	8.9	-7.7	41.0	33.4
毛利率(%)	42.5	39.2	40.3	42.1	45.0
EPS(摊薄/元)	0.93	1.01	0.94	1.32	1.76
ROE(%)	15.8	15.3	12.9	16.4	18.9
P/E(倍)	53.7	49.3	53.4	37.9	28.4
P/B(倍)	8.5	7.6	6.9	6.2	5.4
净利率(%)	27.7	28.4	24.4	26.2	29.0

资料来源：最闻，山西证券研究所

## 目录

1. 国内领先粉体材料平台企业，高端粉体材料逐步国产替代.....	8
1.1 专注电子硅微粉产品，国内规模领先的生产商.....	8
1.2 股权结构清晰，盈利能力持续提升.....	9
2. 算力爆发：生产力提升的必经之路，为高端球硅带来机会.....	12
2.1 AI 步入大模型时代，高算力芯片需求增加.....	12
2.2 覆铜板向高频高速发展，要求低损耗低介电常数球硅.....	14
2.3 先进封装需要改进的 EMC，要求超细超纯球硅.....	19
3. 快导热：半导体器件稳定运行的基石，球铝价值凸显.....	28
3.1 热界面材料，为热传导搭建“高速公路”.....	28
3.2 球形氧化铝，性价比最好的导热粉体材料.....	29
3.3 新能源汽车与光伏等其他领域推动导热胶黏剂用量增长.....	33
4. 纵向高端化提升附加值，横向开拓新市场.....	37
4.1 与核心客户配套研发，直接受益行业β.....	37
4.2 持续研发，高质量产品与优质服务巩固公司龙头地位.....	38
4.3 积极扩大高端产能，优化公司产品结构.....	40
5. 盈利预测.....	41
6. 风险提示.....	42



## 图表目录

图 1: 公司主要产品为电子级硅微粉.....	8
图 2: 公司产品约 45%应用于 EMC 领域.....	8
图 3: 公司历史沿革.....	9
图 4: 公司股权结构清晰.....	9
图 5: 2023 年前三季度公司实现营收 5.11 亿元.....	10
图 6: 2023 年前三季度实现归母净利润 1.25 亿元.....	10
图 7: 球形硅微粉营收贡献逐年增加.....	10
图 8: 2023 年球形硅微粉毛利率约 43%.....	10
图 9: 公司期间费用率稳定在 15%左右.....	11
图 10: 公司经营活动产生的现金流净额均为正值.....	11
图 11: 大模型算力 6 个月倍增期至少持续到 2030 年.....	12
图 12: 高性能 AI 大模型需要更强的算力平台.....	12
图 13: GPU 的内部架构与 CPU 存在很大不同.....	13
图 14: 全球 AI 服务器出货量占比逐年提升(百万台).....	13
图 15: 预计 2024 全球 AI 服务器出货量 yoy 达 80%.....	13
图 16: AI 服务器对 PCB 需求增量主要来自于增加的 GPU 模组.....	14
图 17: 全球 AI 芯片市场规模逐年增长.....	15
图 18: AI 应用推动 PCB 产值向上(亿美元).....	15
图 19: 高频高速覆铜板产量及需求量.....	16
图 20: 高频高速覆铜板均价及市场规模.....	16
图 21: IC 载板是连接并传递裸芯片与印刷电路板之间信号的载体.....	17

图 22: 覆铜板结构中, 硅微粉填充于树脂基体中.....	18
图 23: 预计 2023 年覆铜板领域高性能球形硅微粉占比提升至约 47%.....	18
图 24: 高端覆铜板功能材料以外资厂商为主.....	19
图 25: Chiplet 为后摩尔时代半导体技术发展的最优解.....	20
图 26: 先进封装技术路线图.....	22
图 27: HBM 通过 TSV+MR-MUF 连接 DRAM 层.....	23
图 28: TSV 选用硅微粉作为绝缘层材料.....	23
图 29: 环氧塑封料为集成电路封装的重要材料之一.....	24
图 30: 封装材料深刻的影响着半导体封装主要功能.....	25
图 31: 球形硅微粉的物理指标要求.....	25
图 32: 全球集成电路封测市场规模及预测(亿美元).....	26
图 33: 全球先进封装市场规模 CAGR 约 10%.....	26
图 34: 2022 年我国封测市场规模约 2995 亿元.....	26
图 35: 我国先进封装产值占比逐年提升.....	26
图 36: 电子封装通过添加 TIM 增加界面导热系数.....	28
图 37: 我国热界面材料下游应用领域占比情况.....	29
图 38: 我国热界面材料市场规模呈上涨态势.....	29
图 39: 聚合物基类为热界面材料主流 (2022 年) .....	30
图 40: 常用导热填料的导热系数 (20℃) .....	30
图 41: 预计 2025 年全球球形氧化铝导热粉体材料市场规模达到 54 亿元.....	31
图 42: 预计 2025 年中国球形氧化铝导热粉体材料市场规模达到 21 亿元.....	31
图 43: 中国球形氧化铝产值占全球比例逐年攀升.....	32
图 44: 2022 年中国球形氧化铝导热粉体市场份额.....	33

图 45: $\alpha$ 射线是集成电路中软错误的主要来源.....	33
图 46: 高导热界面材料在新能源汽车上的应用.....	34
图 47: 2023 年我国新能源汽车销量约 945 万辆.....	35
图 48: 2023 年我国公共充电桩保有量约 2674 万个.....	35
图 49: 光模块主要散热路径.....	35
图 50: 我国 5G 基站建设深入推进 (万个) .....	35
图 51: 2023 年我国光伏装机容量约为 6 亿千瓦.....	36
图 52: 2023 年我国光伏逆变器产量约为 130GW.....	36
图 53: 日企占据球形硅微粉主要产能 (2021 年) .....	37
图 54: 公司研发费用率处于同行较高水平.....	39
图 55: 公司产品毛利率领先国内同行.....	39
图 56: 海外销售收入逐年提升 (亿元) .....	39
图 57: 2022 年公司海外毛利率高于国内.....	39
图 58: 公司快速扩张球形产品产能(万吨).....	40
图 59: 国内球形粉体主要生产商产能情况(万吨).....	40
表 1: 终端服务器持续迭代升级, 对覆铜板及其核心材料要求提高.....	15
表 2: 不同终端应用对覆铜板性能需求不同.....	16
表 3: 全球半导体封装技术共经历了五个发展阶段.....	20
表 4: 几种 Chiplet 封装形式的性能对比.....	21
表 5: 常见的互连技术包括 WB、FC、TSV 以及 Hybrid 四种.....	22
表 6: MUF 技术使用 EMC 作为底部填充材料.....	24
表 7: 球形氧化铝黏度更小, 触变性更优.....	30



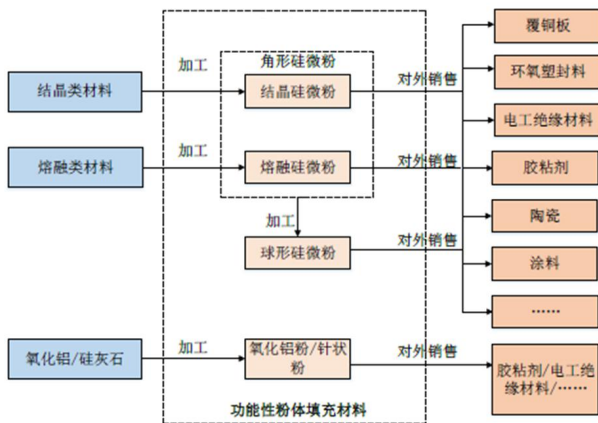
表 8: 不同的粒径对导热灌封胶的触变性及机械强度均有影响.....	31
表 9: 不同应用领域对应的导热需求不同.....	33
表 10: 公司与行业内知名企业建立了长期稳定的合作关系.....	38
表 11: 可比公司估值对比.....	41

## 1. 国内领先粉体材料平台企业，高端粉体材料逐步国产替代

### 1.1 专注电子硅微粉产品，国内规模领先的生产商

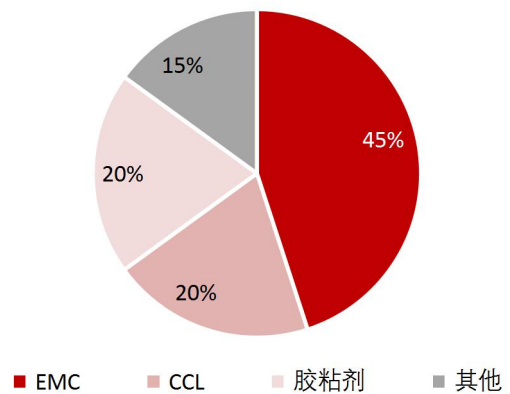
深耕硅微粉行业，电子封装和覆铜板填料为主要应用领域。公司主营业务为硅微粉的研发、生产和销售，主要产品包括结晶硅微粉、熔融硅微粉和球形硅微粉，广泛应用于电子电路用覆铜板（CCL 领域，填充比例约 15%）、芯片封装用环氧塑封料（EMC 领域，填充比例约 80%）以及电工绝缘材料、胶粘剂、陶瓷、涂料（填充比例约 2%）等领域，终端应用为消费电子、汽车工业、航空航天、风力发电和国防军工等行业。电子封装为公司产品的主要应用领域，用于解决芯片热膨胀系数等问题，营收占比接近 70%。

图 1：公司主要产品为电子级硅微粉



资料来源：招股说明书，山西证券研究所

图 2：公司产品约 45%应用于 EMC 领域

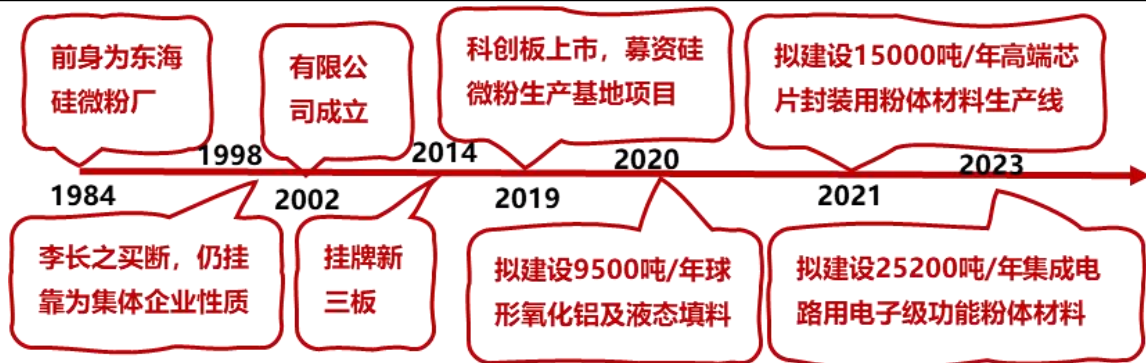


资料来源：公司调研，山西证券研究所

不断改善硅微粉的品质和工艺，持续拓展下游与海外市场。公司前身为东海硅微粉厂，自成立伊始便专注于电子硅微粉产品的研发、生产和销售，并逐年增加在该领域的研发和设备投入。为实现球形硅微粉的规模化生产，公司一直积极研究探索物理法制备球形硅微粉的工艺技术，并在高温火焰成球领域取得重大突破，满足了国内电子封装和覆铜板市场对高端球形硅微粉的品质要求。随着下游行业需求的发展、公司客户开拓工作的加强和产能规模的不断提升，公司逐步成长为国内规模领先的电子级硅微粉生产企业，不断向下游各行业和海外市场拓展，产销量持续位居国内前列。



图 3：公司历史沿革

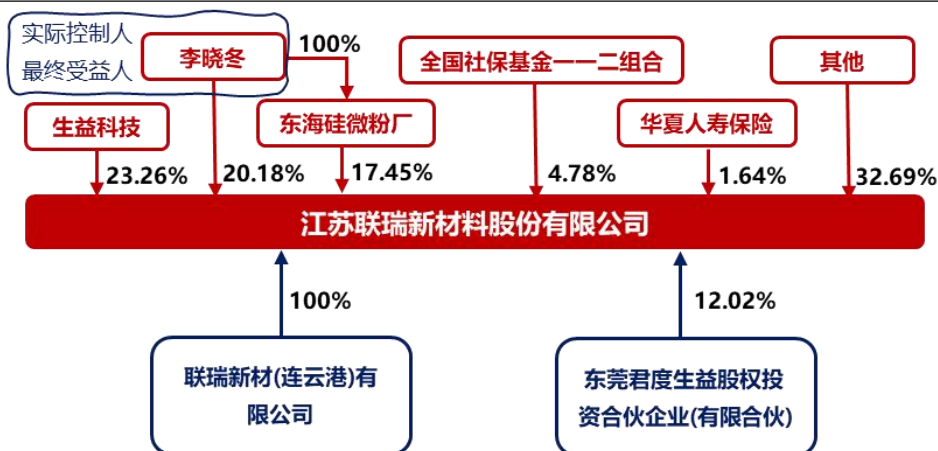


资料来源：联瑞新材招股说明书、《联瑞新材：关于设立全资子公司实施电子级新型功能性材料项目的公告》、《联瑞新材：关于投资年产 15000 吨高端芯片封装用球形粉体生产线建设项目的公告》、《联瑞新材：关于投资集成电路用电子级功能粉体材料建设项目的公告》，山西证券研究所

## 1.2 股权结构清晰，盈利能力持续提升

李晓冬为公司实际控制人与最终受益人，联瑞新材（连云港）为全资子公司。董事长李晓冬为公司实际控制人，直接持有 20.18% 股权，通过东海硅微粉厂间接持有 17.45% 股权，合计持有 37.63% 股权。第二大股东生益科技持有 23.26% 股权，为公司重要客户之一。联瑞新材（连云港）有限公司为公司全资子公司，注册资本 3.5 亿元，主要生产球形品、液态填料等产品，2022 年实现净利润 20.43 百万元。

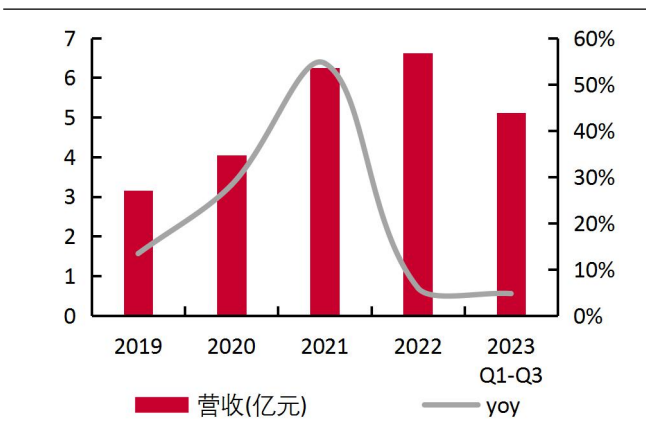
图 4：公司股权结构清晰



资料来源：Wind，山西证券研究所

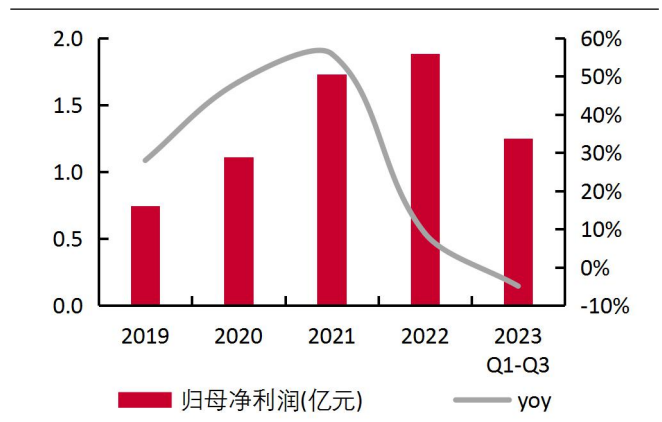
由于消费电子终端需求疲软，公司 2023 年业绩承压。2022 年公司实现营收 6.62 亿元，同比增加 6%，其中角形粉体、球形粉体与其他粉体材料占比分别为 35%、53%、11%；实现归母净利润 1.88 亿元，同比增加 9%；综合毛利率为 39%，其中，角形粉体、球形粉体与其他粉体毛利率分别为 35%、43%、33%。2023 年前三季度公司实现营收 5.11 亿元，同比增加 5%；实现归母净利润 1.25 亿元，同比减少 5%，主要系全球终端市场需求疲软，半导体行业处于下行周期，客户需求下降，订单减少。

图 5：2023 年前三季度公司实现营收 5.11 亿元



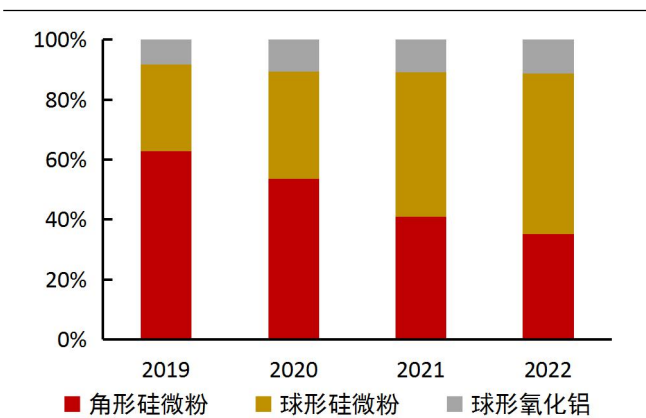
资料来源：Wind，山西证券研究所

图 6：2023 年前三季度实现归母净利润 1.25 亿元



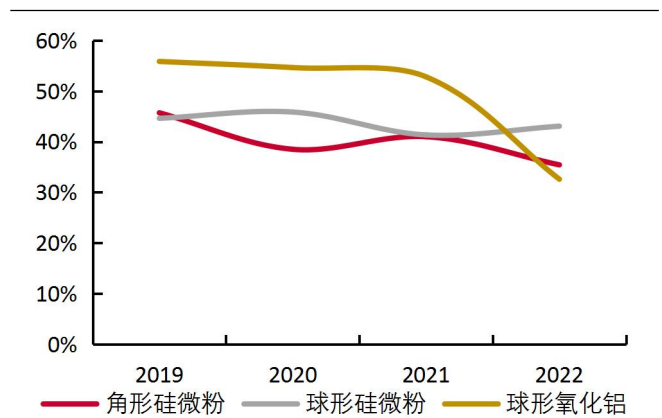
资料来源：Wind，山西证券研究所

图 7：球形硅微粉营收贡献逐年增加



资料来源：Wind，山西证券研究所

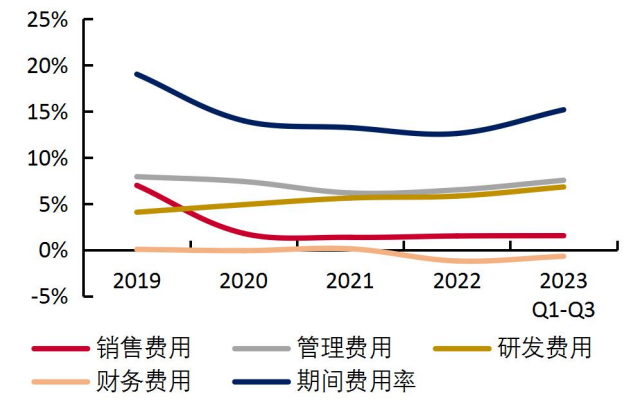
图 8：2023 年球形硅微粉毛利率约 43%



资料来源：Wind，山西证券研究所

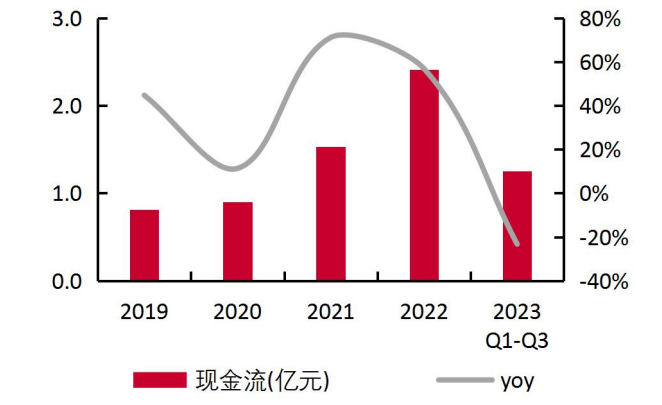
期间费用率稳定，现金流表现良好。公司期间费用率常年维持在 15%左右，2023 年前三季度公司期间费用率为 15.2%，其中，销售费用率、管理费用率、研发费用率与财务费用率分别为 1.5%、7.5%、6.8%、-0.7%。2022 年与 2023 年前三季度公司经营活动产生的现金流净额分别为 2.41、1.25 亿元。

图 9：公司期间费用率稳定在 15%左右



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 10：公司经营活动产生的现金流净额均为正值



资料来源：Wind，山西证券研究所

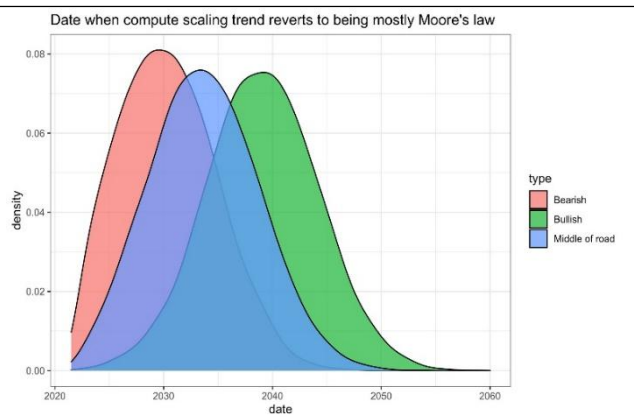
## 2. 算力爆发：生产力提升的必经之路，为高端球硅带来机会

### 2.1 AI 步入大模型时代，高算力芯片需求增加

大模型算力需求 6 个月翻一番，高性能 AI 大模型对算力的需求指数级增长。受益于 ChatGPT 的成功问世，大模型的理解能力、推理能力、泛化能力得到充分验证，海内外企业与研究机构积极跟进大模型相关的产业布局，全面拥抱大模型时代的技术变革。万亿多模态大模型表现强烈依赖于模型规模，随着计算量、数据量和参数量的提升而提升；多模态大模型训练主要数据，对于算力需求是文本数据的百倍，大模型算力需求 6 个月翻一番的趋势预计至少持续到 2030 年。开发更高性能的 AI 大模型需要更强的算力平台，对算力的需求指数级增长，AI 算力平台也从单机走向集群。

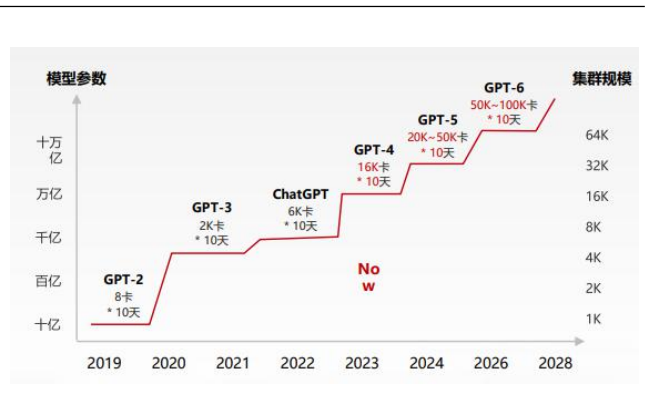
图 11：大模型算力 6 个月倍增期至少持续到 2030

年



资料来源：EPOCH，山西证券研究所

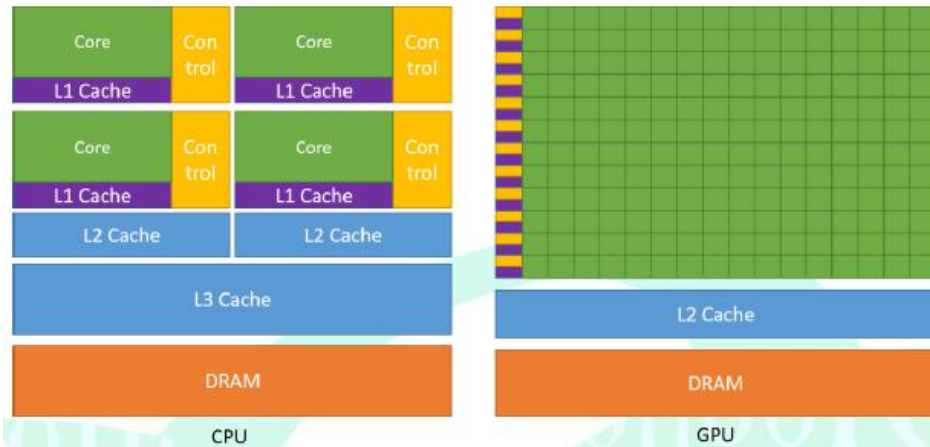
图 12：高性能 AI 大模型需要更强的算力平台



资料来源：《迈向智能世界白皮书 2023》，华为，山西证券研究所

GPU 专为大规模并行计算而设计，是 AI 算力的核心。有别于传统服务器以 CPU 提供主要算力，AI 服务器多采用异构形式进行加速计算，在异构方式上可以根据应用的范围采取不同的组合方式，如 CPU+GPU、CPU+TPU、CPU+其他加速卡等；AI 服务器需要承担大量的计算，一般配置四块 GPU 卡以上，甚至要搭建 AI 服务器集群。GPU 的架构以计算单元为核心，专为处理高度并行和线程化的计算任务而生，能够同时处理大量的矩阵运算和向量计算，非常适合进行深度学习中的矩阵乘法和卷积等计算密集型任务。

图 13: GPU 的内部架构与 CPU 存在很大不同



资料来源:《AI 服务器白皮书 (2023 年)》, ODCC, 英伟达, 山西证券研究所

预计 2026 年全球 AI 服务器市场规模达到 347 亿美元。在人工智能市场的推动下, AI 服务器已经成为产业发展不可或缺的组成部分, 高效能力和低能耗的 AI 服务器需求不断增加。据 IDC 数据, 2021 年全球 AI 服务器的市场规模达到 156.3 亿美元, 同比增速约 39.1%; 预计 2026 年将达到 347.1 亿美元, 年均复合增长率约为 17.3%。据台耀科技预测, 全球 AI 服务器出货量由 2022 年的 41 万台增加到 2025 年的 157 万台, 占服务器整体出货量的比例由 2022 年的 3%提升到 2025 年的 10.6%; 预计 2023-2025 年全球 AI 服务器出货量攀升, 出货量的年增长速率分别为 42%、80%、50%。

图 14: 全球 AI 服务器出货量占比逐年提升(百万台)

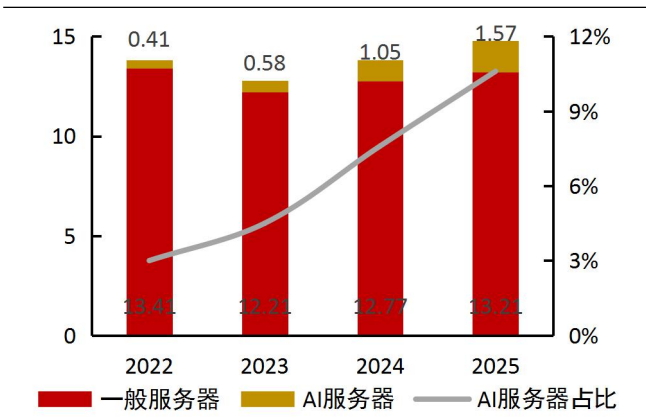
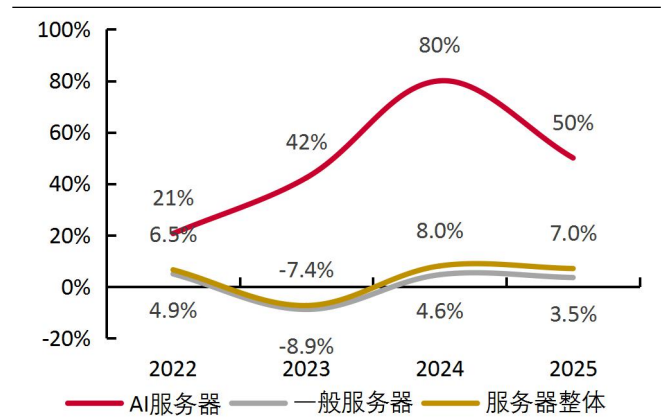


图 15: 预计 2024 全球 AI 服务器出货量 yoy 达 80%



资料来源：台耀科技，山西证券研究所

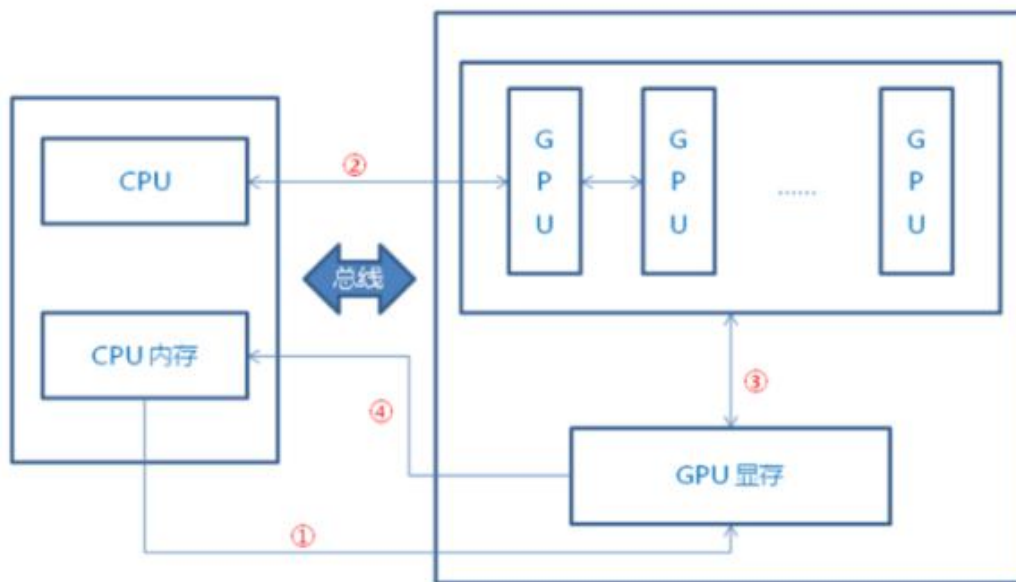
资料来源：台耀科技，山西证券研究所

硅微粉在 AI 服务器中的应用主要为芯片覆铜板和封装环节。硅微粉在电子领域的应用主要集中在覆铜板、环氧塑封料、电子灌封胶、热界面材料和印刷电路板油墨等环节。在覆铜板中添加硅微粉可以改善铜板的 CTE、耐热性和可靠性；球形硅微粉因其高填充、高流动、低磨损、低应力的特性大量用于高端半导体器件封装。

## 2.2 覆铜板向高频高速发展，要求低损耗低介电常数球硅

PCB 是 AI 服务器的核心组成部分，受益于 AI 服务器快速发展。印刷电路板（PCB）是指在通用基材上按预定设计形成点间连接及印制元件的印刷板，主要功能是为各元器件提供机械支撑的同时按照特定电路进行连接并传输电信号。AI 服务器需要具备强大的计算能力，以支持复杂的深度学习和机器学习算法，PCB 板为其提供稳可靠的电路连接、高速数据传输能力和高密度布线能力，来满足高性能计算的需求。因此，AI 服务器的增长直接带动了 PCB 产品的需求量增加。

图 16：AI 服务器对 PCB 需求增量主要来自于增加的 GPU 模组



资料来源：《AI 服务器白皮书（2023 年）》，ODCC，山西证券研究所

AI 服务器带动 PCB 性能与价格双升。AI 服务器中 PCB 价值量是一般服务器的 5-6 倍；

价值量提升主要来自三个方面：1) PCB 板面积增加，除 CPU 外 AI 服务器需搭载 4-8 颗 GPU，相比传统服务器，主板面积增加；2) PCB 板层数增加，AI 服务器具有高传输速率、高内存带宽等特征，需要更加复杂的走线，因此增加 PCB 层数以加强阻抗控制等性能；3) PCB 用覆铜板材料标准更高，高算力要求核心材料覆铜板具备高频、高速、低损耗等特征，覆铜板材料升级推动价值量提升。

表 1：终端服务器持续迭代升级，对覆铜板及其核心材料要求提高

总线标准	芯片平台	应用时间	高速覆铜板等级	信号传输速度	信号损失	主板层数	介电常数(Dk)	介电损耗(Df)
PCIe3.0	Purley	2017	M2	28Gbps	Mid-loss	10 层及以下	4.0-4.3	>0.010
PCIe4.0	Whitley	2020	M4	56Gbps	Low-loss	12-14 层	3.7-3.9	0.005-0.010
PCIe5.0	Eagle Stream	2022-2023	M6、M7	112Gbps	Very/Ultra-Low loss	16 层以上	3.3-3.6	<0.005

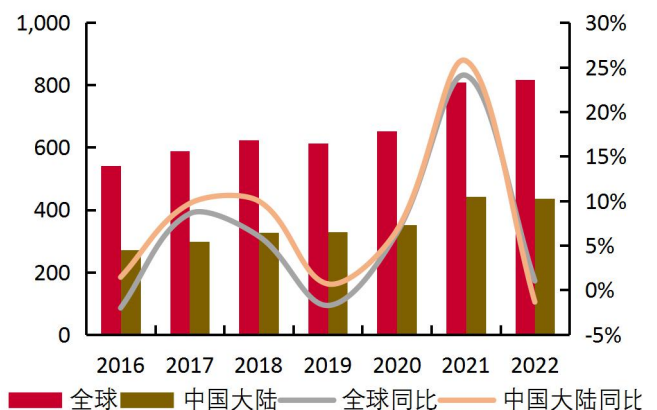
资料来源：锦艺新材招股说明书（申报稿），山西证券研究所

高性能计算需求带动下，PCB 需求有望重塑。AI 芯片作为支撑人工智能应用的核心驱动力，市场规模呈现出迅猛的增长态势；据 IDC 预测，到 2025 年全球人工智能芯片市场规模将达到 726 亿美元，AI 芯片需求的增加也将带动 PCB 需求增长。据 Prismark 数据，2022 年全球 PCB 产值为 817.4 亿美元，中国大陆 PCB 产值为 435.5 亿美元；未来全球 PCB 行业仍将呈现增长趋势，预计 2027 年全球 PCB 产值达到 983.88 亿美元，中国 PCB 产值达到 511.33 亿美元。

图 17：全球 AI 芯片市场规模逐年增长



图 18：AI 应用推动 PCB 产值向上(亿美元)



资料来源：智研咨询，山西证券研究所

资料来源：Prismark，山西证券研究所

覆铜板是 PCB 的重要部件，对性能要求较高。覆铜板（CCL）是制造印刷电路板的核心原材料，在材料成本中占比在 40%以上，且在高端 PCB 中成本占比更高，广泛应用于计算机、手机、通讯、航空航天、汽车等领域。按照终端应用对性能需求的不同，高端覆铜板可以分为高速、高频覆铜板和高密互联（HDI）用基板；其中，IC 载板基于 HDI 相关技术逐渐演进而来，是对传统集成电路封装引线框架的升级。

表 2：不同终端应用对覆铜板性能需求不同

板材类别	关键特性	应用领域
IC 载板	低膨胀系数、高耐热、高稳定性、高精高密、小型、轻薄化	存储 IC 模块、MEMS 模块、射频模组 IC 模块和处理器 IC 模块
高频、高速覆铜板	信号传输速度和损耗	先进通讯基站、毫米波雷达、大数据处理设备，高性能计算机存储器和处理器等
HDI 基板、类载板 SLP	多层、高密度可加工性	高性能便携设备、手机等
普通覆铜板、车规级 PCB 用覆铜板	低加工难度，兼顾成本与稳定性	普通电器、白色家电，一般汽车用电路板等

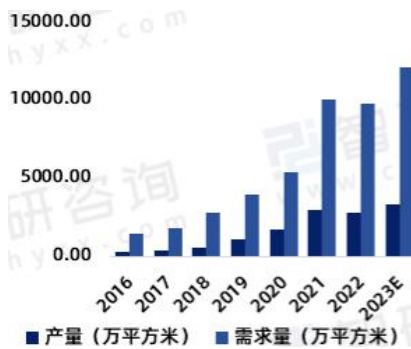
资料来源：锦艺新材招股说明书（申报稿），山西证券研究所

终端产品高频高速化，高速覆铜板增长机会显著。全球 5G 市场的增长和电子产品微型化、多功能化的发展趋势对 PCB 提出轻薄化、高集成化和高功能化的需求，CCL 也面临着更严格的要求，不断向信号传输高频化和高速化发展。目前，高速覆铜板是覆铜板产业增长最快的领域，高速覆铜板市场规模是高频覆铜板规模的 5 倍以上；据 Prismark 数据，2021 年全球高速覆铜板销售额达到 28.72 亿美元，同比增速为 21.54%。降低覆铜板介质材料的介电常数与介电损耗成为新的要求，高端球形硅微粉由于具有良好的性能，与高频高速覆铜板的技术要求相匹配，是高频高速覆铜板的关键功能填料。

图 19：高频高速覆铜板产量及需求量

图 20：高频高速覆铜板均价及市场规模





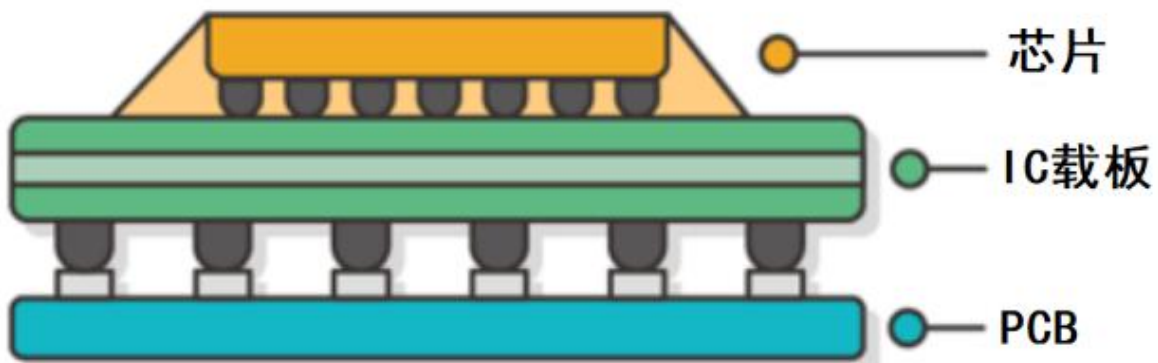
资料来源：智研咨询，山西证券研究所



资料来源：智研咨询，山西证券研究所

IC 载板是封装工艺价值最大的材料，所需硅微粉要求最高。IC 载板是连接并传递裸片与 PCB 之间信号的载体，功能主要是保护电路、固定线路与散热。作为高端封装领域取代传统引线框架的 IC 载板由于高密度、高精度、高脚数、高性能、小型化及薄型化等特点，是当前覆铜板领域最高技术水平的代表之一。据 Prismark 数据，2021 年 IC 封装基板行业市场规模约 122 亿美元，同比增速为 19%，是增速最快的 PCB 细分板块。

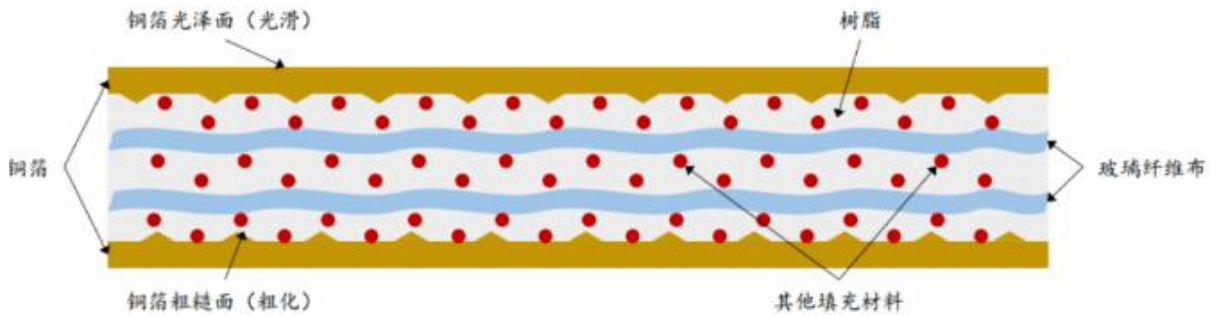
图 21：IC 载板是连接并传递裸芯片与印刷电路板之间信号的载体



资料来源：明阳电路，山西证券研究所

作为性能优异的无机非金属填料，硅微粉是决定覆铜板性能的关键材料之一。在覆铜板中加入硅微粉可以改善 PCB 的线性膨胀系数和热传导率等物理特性，从而有效提高电子产品的可靠性、散热性以及信号传输质量。为满足高频、高速信号传输的需求，更换相关原材料的迭代升级成为覆铜板技术发展的主流方向。

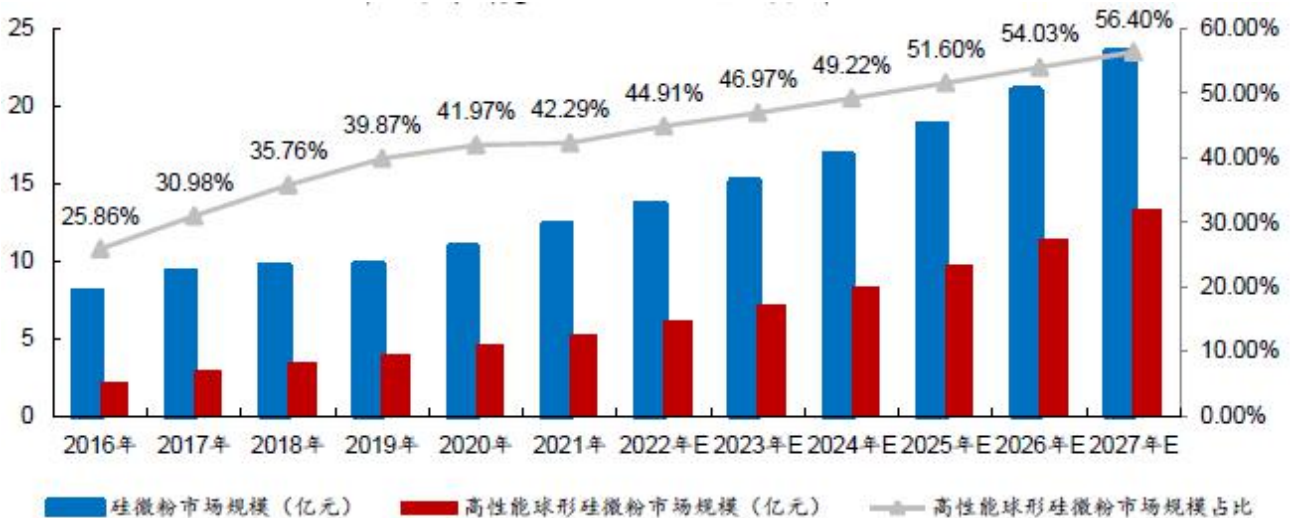
图 22：覆铜板结构中，硅微粉填充于树脂基体中



资料来源：粉体网，山西证券研究所

硅微粉市场规模稳定增长，高性能球形硅微粉占比逐年提升。近年来随着下游终端设备的性能升级，高频高速、HDI 基板等较高技术等级的覆铜板一般采用经改性后的高性能球形硅微粉（通常为中位粒径  $3\mu\text{m}$  以下、经过表面改性后的粉体）。除最核心的表面改性外，较高等级的 CCL 还会对硅微粉的粒径大小（多层加工要求硅微粉不能出现大颗粒，否则影响板材厚度）、形貌（球形的比表面积最小，能够减小与树脂的接触面积）和粒径分布（填充更加致密）提出要求。据前瞻产业研究院预计，2023 年我国用于覆铜板领域的高性能球形硅微粉占各类硅微粉比例约为 47%，预计 2027 年高端球硅占比提升到 56%。

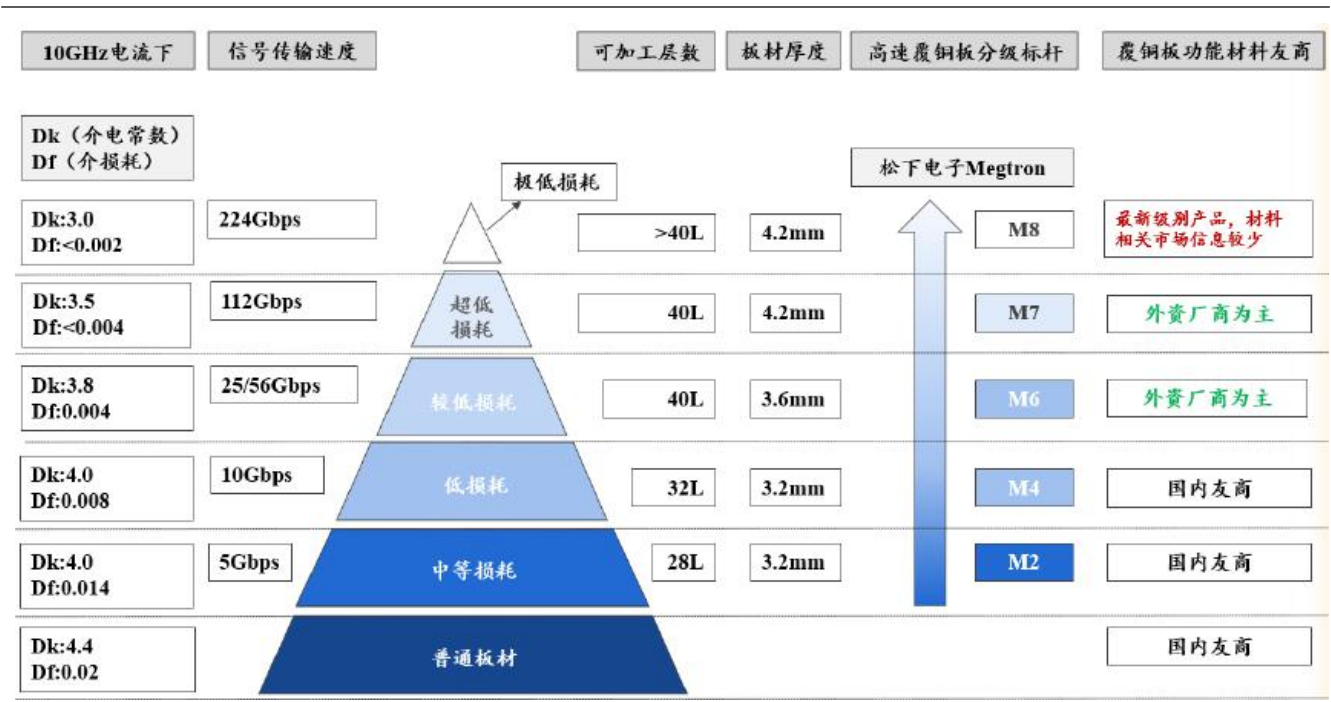
图 23：预计 2023 年覆铜板领域高性能球形硅微粉占比提升至约 47%



资料来源：前瞻产业研究院，锦艺新材招股说明书（申报稿），山西证券研究所

化学合成法制作硅微粉性能最好，国产化率低。在实际应用中，由于制备原理路径的不同，球形硅微粉的基础性能也有较大差异。目前能够达到量产条件的球形硅微粉主要有火焰熔融球形硅微粉、直燃/VMC 法球形硅微粉、化学合成球形硅微粉三种技术路径，性能和单价依次上升。化学合成法球形硅微粉由于既有合成路径以及后端加工技术水平的限制，业内仅有少数厂商能够在较高水平下稳定保证颗粒分散度、球化率和表面光滑程度等技术指标。

图 24：高端覆铜板功能材料以外资厂商为主



资料来源：锦艺新材招股说明书（申报稿），山西证券研究所

### 2.3 先进封装需要改进的 EMC，要求超细超纯球硅

算力需求增长背景下，先进封装成为重要赛道。在人工智能、高性能计算、高清晰度传感和其他新兴应用领域，对算力芯片的性能要求越来越高，对带宽、延迟和能效的需求不断增加；随着芯片制程工艺的演进，摩尔定律迭代进度放缓，导致芯片的性能增长边际成本急剧上升。以小芯片互连（Chiplet）、3D 封装、背面布线技术等为代表的先进封装技术成为延续摩尔定律

的钥匙，有望提高芯片的集成度、缩短芯片距离、加快芯片间电气连接速度，通过性能优化提高半导体后道工艺的附加值。

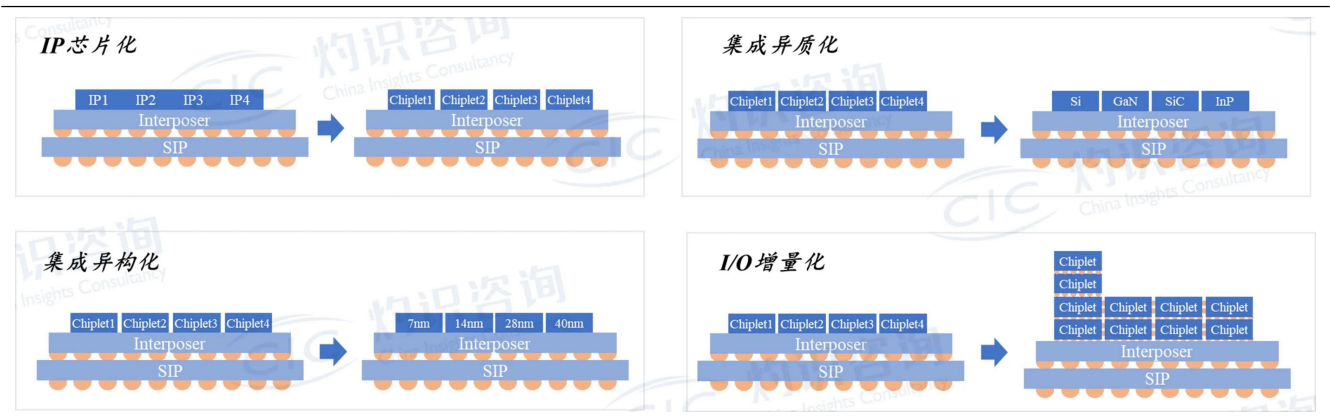
表 3：全球半导体封装技术共经历了五个发展阶段

阶段	起始时间	封装形式	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)、单列直插式封装
第二阶段	20 世纪 80 年代以后	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 (PQFP)、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 年代以后	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)	
第四阶段	20 世纪末开始	芯片级封装 (CSP)	引线框架型 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
		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)
第五阶段	21 世纪前十年开始	系统级封装 (SiP)、三维立体封装 (3D)、芯片上制作凸点 (Bumping)	晶圆级系统封装-硅通孔 (TSV)、倒装焊封装 (FC)、扇外型集成电路封装 (Fan-Out)、扇入型集成电路封装 (Fan-in) 等

资料来源：华海诚科招股说明书，山西证券研究所

进入后摩尔时代，Chiplet 成为未来 5 年算力提升的主要技术。Chiplet 技术是将原本一块复杂的 SoC 芯片，按照不同的计算单元或功能单元对其进行分解，再将每个单元选择合适的半导体制程工艺分别进行制造，通过先进封装技术将各个单元彼此互联，最终集成封装成一个系统级芯片组。Chiplet 技术特征包括 IP 芯片化（芯片设计公司无需自行设计与生产部分 IP）、集成异构化（对采用不同工艺、不同功能、不同制造商制造的组件进行封装）、集成异质化（将不同的半导体材料封装在一起）、I/O 增量化（I/O 数量从传统的几百或几千个增长至几十万个）。

图 25：Chiplet 为后摩尔时代半导体技术发展的最优解



资料来源：CIC 灼识咨询，山西证券研究所

Chiplet 技术发展的基础是先进封装。要将多颗芯片高效的整合起来，必须使用先进封装技术，Chiplet 的实现方式主要包括 MCM、2.5D 封装（代表技术有台积电的 CoWoS、InFO\_oS，英特尔的 EMIB，三星的 I-Cube）、3D 封装（代表技术有台积电的 SoIC，英特尔的 Foveros，三星的 X-Cube，均不太成熟）。

表 4：几种 Chiplet 封装形式的性能对比

图示	MCM	2.5D 封装		3D 封装
		RDL Interposer	Si Interposer	
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

资料来源：《Chiplet 关键技术与挑战》，山西证券研究所

互连技术是封装中关键且必要的部分。芯片通过封装互连来接收电力、交换信号并最终进行操作；尽管先进封装非常复杂并且涉及多种技术，但互连技术仍然是其核心。当封装技术从平面走向更高维度的 2.5D 和 3D 时，互连方法也在不断变化和发展；引线键合（WB）、倒装芯片键合（FC）和硅通孔键合（TSV）逐步显露其局限，混合键合（Hybrid Bonding）技术拥有革命性互连潜力。

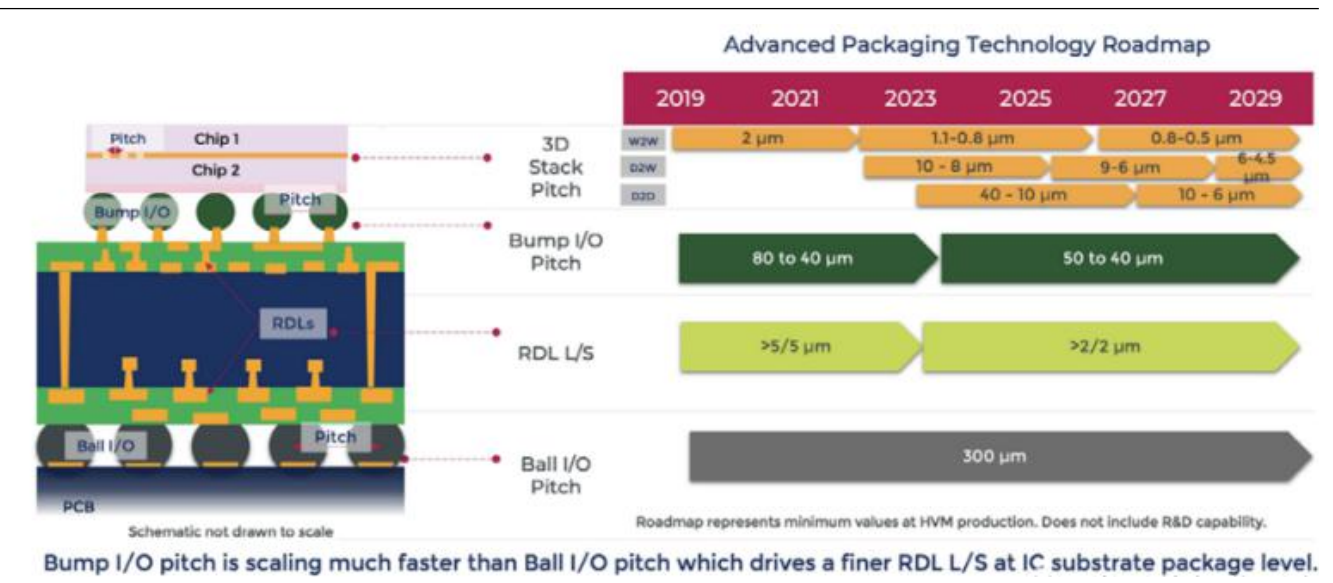
表 5：常见的互连技术包括 WB、FC、TSV 以及 Hybrid 四种

	Wire	FC	TSV	Hybrid
图示				
应用内存	DRAM(mobile), NAND	DRAM(Computing, Graphica)	DRAM(HPC/Server, Graphics)	DRAM(HPC/Server, Graphics)
I/O 数量	4,8,16	4,8,16	1024	1024
层间物理连接数量	50-150 ea	150-200 ea	Bottom die:5-8 K ea Upper die:3.5-10 K ea	Bottom die:5-8 K ea Upper die:3.5-10 K ea
连接长度	20μm-2000μm	50μm	20μm	5μm
层数	2/4/6/8(DRAM)	1/2 (Planar)	2/4/8/12	4/8/12/16
最大容量	16 GB	4 GB	24 GB	32 GB

资料来源：半导体行业观察，山西证券研究所

**Hybrid 凸显小型化趋势，粉体材料需求向超细化发展。** Hybrid Bonding 可实现半导体器件的垂直堆叠，确保小芯片之间可靠的连接，增强先进封装集成度。2029 年预计通过 Hybrid Bonding，晶圆到晶圆间距从 2019 年的 2μm 显著减小到 0.8μm-0.5μm；裸片到晶圆间距从 2022 年的 10μm 缩小到 6μm-4.5μm；裸片到裸片间距从 2023 年的 40μm-10μm 减小到 10μm-6μm；间距尺寸的减小意味着需要更细的填充材料。

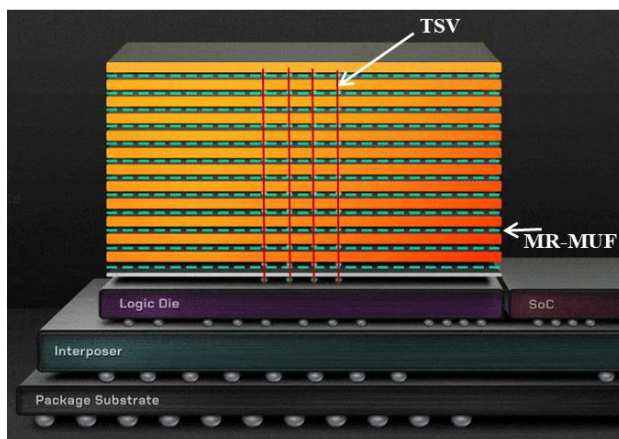
图 26：先进封装技术路线图



资料来源：半导体行业观察，山西证券研究所

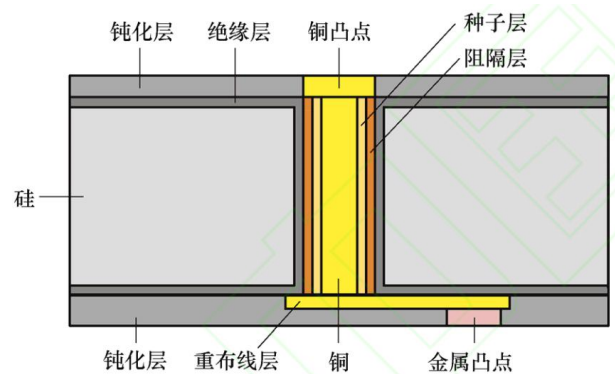
引入 MR-MUF 工艺的 HBM 是目前最先成功制作出的 3D 封装集成电路。高频宽存储器 (HBM: High Bandwidth Memory) 通过堆叠 DRAM 层数来提高数据处理速度, 主要通过 TSV+MR-MUF 的方式来连接 DRAM 层, Hybrid Bonding 技术是 HBM 领域的未来发展趋势。为达到堆叠层增加的目的, 需要将 DRAM 芯片打薄 40% 后再叠加, 很容易导致芯片弯曲等问题; 因此, 采用了改进后的环氧塑封料 (EMC), 同时运用改进的批量回流模制底部填充 (MR-MUF) 技术突破壁垒。HBM 中, TSV 绝缘层与 MR-MUF 材料中均使用硅微粉作为填充材料。

图 27: HBM 通过 TSV+MR-MUF 连接 DRAM 层



资料来源: SK 海力士官网, 山西证券研究所

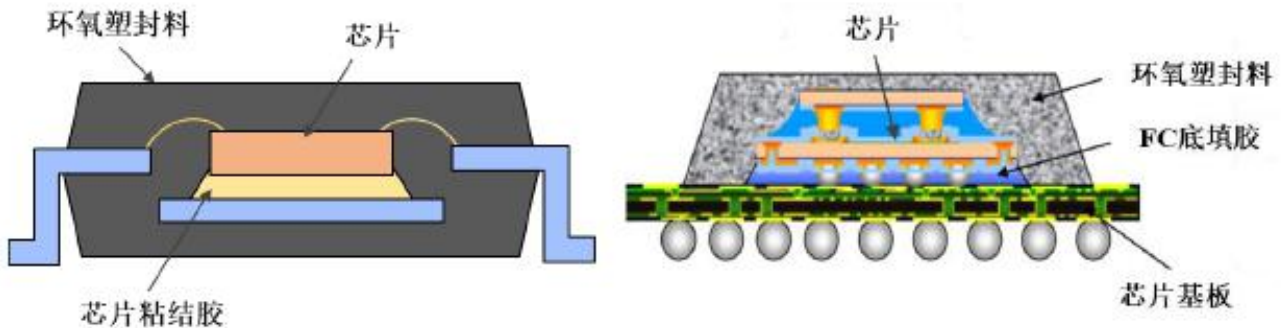
图 28: TSV 选用硅微粉作为绝缘层材料



资料来源: 《三维系统级封装(3D-SiP)中的硅通孔技术研究进展》, 山西证券研究所

硅微粉为封装材料 EMC 主要原材料。EMC 是用于半导体封装的一种热固性化学材料, 是由环氧树脂为基体树脂, 以高性能酚醛树脂为固化剂, 加入硅微粉等填料, 以及添加多种助剂加工而成, 主要功能为保护半导体芯片不受外界环境 (水汽、温度、污染等) 的影响, 并实现导热、绝缘、耐湿、支撑等复合功能; 是保证芯片功能稳定的关键材料, 极大地影响了半导体器件的质量。根据中国科学院上海微系统与信息技术研究所 SIMIT 战略研究室公布的《我国集成电路材料专题系列报告》, 90% 以上的集成电路均采用 EMC 作为封装材料。

图 29：环氧塑封料为集成电路封装的重要材料之一



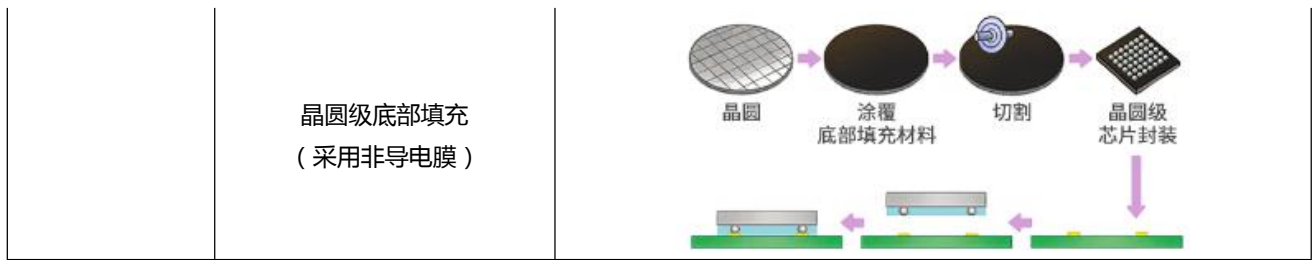
资料来源：华海诚科招股说明书，山西证券研究所

**GMC 与 LMC 是应用于先进封装的塑封料。**底部填充即填充基板与芯片间的空隙，或以凸点连接的芯片与芯片之间的空隙，可增强接合处的可靠性。底部填充可分为后填充与预填充两种，后填充可进一步细分为毛细管底部填充（CUF）和模塑底部填充（MUF），其中 MUF 使用 EMC 作为底部填充材料。SK 海力士 HBM 所用高端封装工艺 MR-MUF 中芯片与芯片之间的填充物质为液态环氧树脂（LMC），目前国内仅华海诚科可生产 LMC，飞凯材料生产的颗粒状环氧树脂（GMC）可作为平替材料。此外，GMC 凭借操作简单、工时较短、成本较低等优势，有望成为主要的晶圆级封装塑封料之一。

表 6：MUF 技术使用 EMC 作为底部填充材料

类型		工序
后填充	CUF	
	MUF	
预填充	芯片级底部填充 (采用非导电胶、非导电膜)	



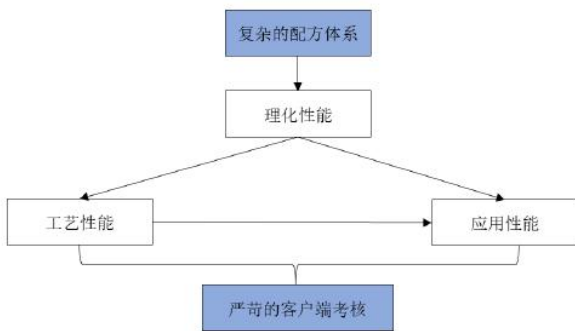


晶圆级底部填充  
(采用非导电膜)

资料来源：SK 海力士官网，山西证券研究所

EMC 性能提升均需通过提升硅微粉性能实现。EMC 的品质由理化性能、工艺性能以及应用性决定，其中产品配方直接决定了理化性能，进而影响到工艺性能与应用性能。为达到无限接近芯片的线性膨胀系数，硅微粉在 EMC 中的填充量通常在 75%以上，硅微粉企业通常将平均粒径为 0.3-40 微米之间的不同粒度产品进行复配以实现高填充效果，因此对硅微粉的粒度分布等高填充特性有关指标有较高要求。随着 EMC 向 GMC 和 LMC 发展，对硅微粉的各项性能提出更高的要求。

图 30：封装材料深刻的影响着半导体封装主要功能



资料来源：华海诚科招股说明书，山西证券研究所

图 31：球形硅微粉的物理指标要求

项目	规格				
	030	020	010	005	002
中位粒径*/ $\mu\text{m}$	25~35	15~24	6~14	2~5	<2
球形度	> 0.93	0.94	0.95	0.97	0.98
球化率/%	$\geq$ 90	92	93	95	97
含水量/%	$\leq$	0.05			0.10
白度	>	90			
灼烧失量/%	$\leq$	0.15			0.20
萃取液	电导率/ $(\mu\text{S}/\text{cm})$	< 5			10
	pH 值	4~7			
筛分余量/%	$\leq$	0.10			
磁性异物/个	20 $\mu\text{m}$ ~100 $\mu\text{m}$	$\leq$ 15			
	>100 $\mu\text{m}$	$\leq$ 1			
结晶 $\text{SiO}_2$ /%	$\leq$	5			

\* 其他规格由供需双方协商。

资料来源：粉体技术网，山西证券研究所

先进封装贡献全球封测市场主要增量。高端消费电子、人工智能、数据中心等需求领域的快速发展均依赖于先进封装，先进封装在封装市场占比将持续提高。根据集微咨询预测，2022 年全球封装测试市场规模为 815 亿美元，人工智能与数据中心等应用领域的快速发展将推动全球封测市场持续走高，预计 2026 年达到 961 亿美元。根据 Yole 报告，2022 年全球先进封装市场规模达到 443 亿美元，占封装行业总规模的 47%；预计 2028 年将达到 786 亿美元，占比提升至 58%；2022-2028 年期间年均复合增长率约为 10%。

图 32：全球集成电路封测市场规模及预测(亿美元)



资料来源：YOLE，北京半导体行业协会，《2022 年中国集成电路封测产业白皮书》，集微咨询，山西证券研究所

图 33：全球先进封装市场规模 CAGR 约 10%

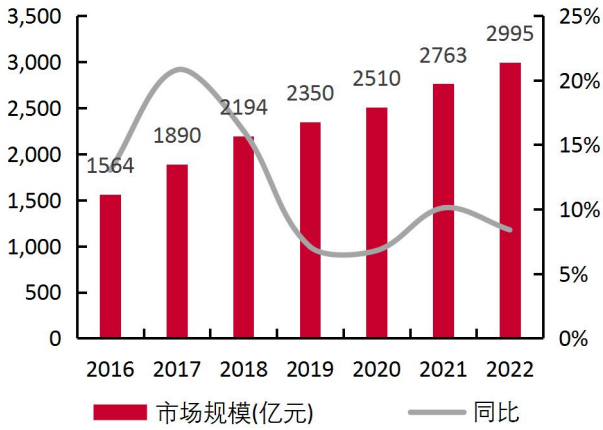


资料来源：YOLE，半导体行业观察，山西证券研究所

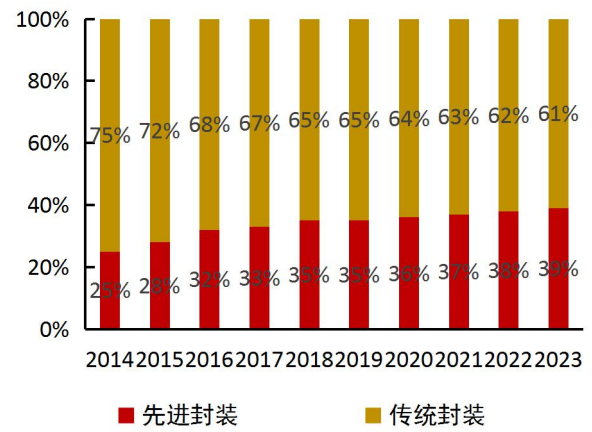
我国先进封装市场快速成长且潜力巨大。封测产业是我国半导体的强势产业，2022 年中国封测市场规模小幅增长，达到 2995 亿元。2023 年虽然汽车、新能源、高性能计算等市场需求仍稳健，但消费类通用芯片产品市场需求逐渐放缓，市场整体较为低迷；未来随着汽车电子等需求恢复以及 AI 带动的算力需求的增加，将为封测行业市场规模增长注入动力。同时，现有产品向 SiP 等先进封装技术转换，先进封装市场需求有望保持较高增速；据中国半导体行业协会统计及集微咨询数据，预计 2023 年中国先进封装市场规模达到 1330 亿元，2020-2023 年 CAGR 约为 13.8%。目前国内先进封装市场占比约为 39%，与全球市场的 48.8% 相比，仍有较大提升空间。

图 34：2022 年我国封测市场规模约 2995 亿元

图 35：我国先进封装产值占比逐年提升



资料来源：CSIA，智研咨询，山西证券研究所



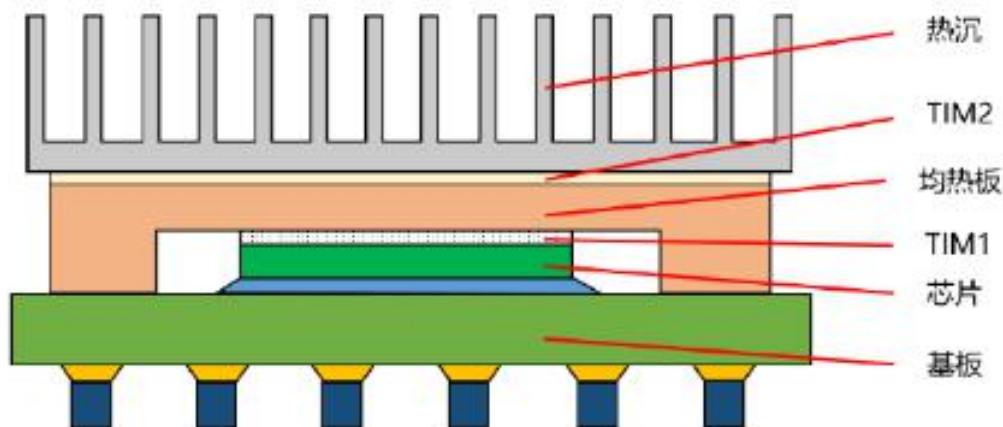
资料来源：北京半导体行业协会，《2022年中国集成电路封测产业白皮书》，集微咨询，山西证券研究所

### 3. 快导热：半导体器件稳定运行的基石，球铝价值凸显

#### 3.1 热界面材料，为热传导搭建“高速公路”

热界面材料是目前最具优势的散热方式。热界面材料（TIM）又称导热材料、导热界面材料或接口导热材料，是一种普遍用于 IC 封装和电子散热的材料，主要用于填补两种材料接合或接触时产生的微空隙及表面凹凸不平的孔洞，减少热传递的阻抗，提高散热性。电子封装中的一个重要方面是确保电子设备使用过程中产生的热量能够有效的排除，随着芯片尺寸逐渐变小、集成度和功率密度不断提高，芯片内部聚集的热量急剧增加，严重影响芯片运行速率、性能稳定以及最终的寿命，散热问题成为影响整个产品质量的关键问题。

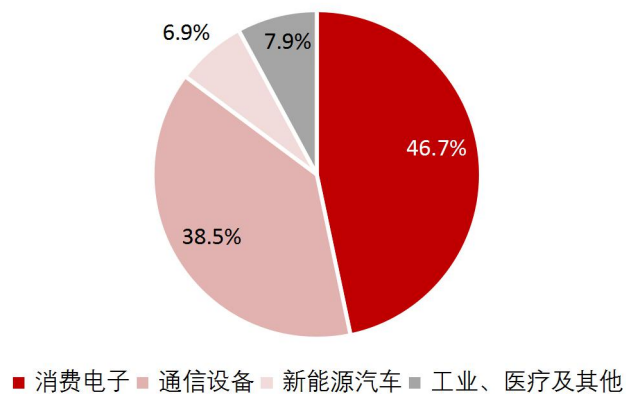
图 36：电子封装通过添加 TIM 增加界面导热系数



资料来源：粉体网，山西证券研究所

消费电子与通信为热界面材料主要应用领域，我国高端热界面材料基本依赖进口。热界面材料下游主要应用领域为消费电子、通信技术、新能源汽车、医疗等，其中消费电子领域占比最重，约为 46.7%；其次为通信设备领域，占比约为 38.5%。随着电子技术的快速发展，散热需求同步增加，热界面材料的应用愈加广泛，需求量也越来越高；据智研咨询数据，2022 年我国热界面材料行业市场规模约 15.45 亿元，产值约 3.7 亿元。包括 Laird、Chomerics、Bergquist 等在内的欧美和日本企业占据了全球热界面材料 90% 以上的高端市场，我国高端热界面材料基本依赖从日本、韩国、欧美等发达国家进口，国产化电子材料占比非常低。

图 37：我国热界面材料下游应用领域占比情况



资料来源：智研咨询，山西证券研究所

图 38：我国热界面材料市场规模呈上涨态势



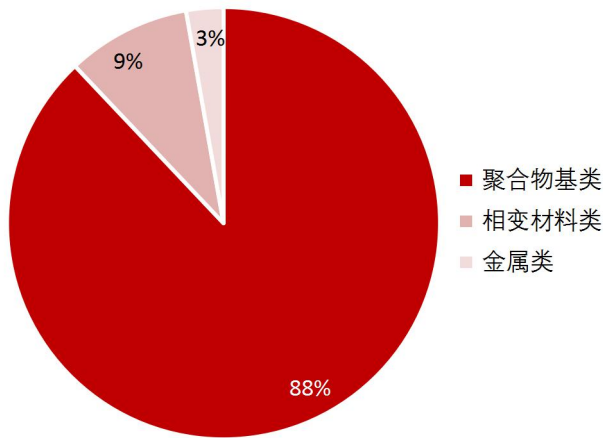
资料来源：智研咨询，山西证券研究所

氧化铝等原材料是我国热界面材料国产化难点之一。相比日本信越、美国道康宁、德国汉高、美国固美丽等知名热界面材料生产商，我国本土企业早期缺乏核心技术，产品性能指标以及研发积累与欧美日企仍存在一定差距，生产产品无法满足高端芯片的封装要求。其中，主要的问题是热界面材料生产的原材料（有机硅、氧化铝、铝和氮化铝等）纯度不够，以及热界面材料复合工艺水平有待提高。

### 3.2 球形氧化铝，性价比最好的导热粉体材料

导热粉体材料是影响导热性能的核心，氧化铝是性价比最高的导热填料。从细分热界面材料市场份额来看，2022 年中国聚合物基类热界面材料占比约 88%，占据了绝大部分市场份额。聚合物基类热界面材料一般由聚合物复合导热填料制备，其导热性能主要由填充其中的导热填料所决定，常用于导热填料的粉体材料包括  $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BN$ 、 $Si_3N_4$ 、 $MgO$ 、 $ZnO$ 、 $SiC$  等。其中，氮化物导热系数最高，但氮化物价格昂贵且填充时黏度较大，填充量受到一定限制； $Al_2O_3$  导热系数相对不太高，但化学性质稳定、绝缘性能好，填充时黏度较低，可以得到很好的填充率，其价格相对较低，具有极高的性价比。

图 39：聚合物基类为热界面材料主流（2022 年）



资料来源：智研咨询，山西证券研究所

图 40：常用导热填料的导热系数（20℃）

材料	导热系数(W/(m·K))
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33
AlN	300
BN	280
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	180
MgO	36
ZnO	30
SiC	80-120

资料来源：《导热界面材料及导热填料 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的技术研究》，山西证券研究所

**球形氧化铝综合性能更优。**氧化铝的形貌不同，结构稳定性也不同，目前常用的导热氧化铝通常呈片状、类球形和球形。由于球形结构容易堆积紧密，使得填充料之间的接触面积大，因而具有较强的拉伸强度；此外，球铝表面能小，结构稳定性强，颗粒之间不容易粘结，触变性好。相比于片状和类球形氧化铝，球形氧化铝具有更好的综合性能。

表 7：球形氧化铝黏度更小，触变性更优

形貌	胶料黏度 (mPa·s)	邵尔 A 硬度(度)	拉伸强度 (Mpa)	断裂伸长率 (%)	导热系数 (W/(m·K))	触变性
片状氧化铝	8800	73	2.5	40	1.12	一般
类球形氧化铝	8400	73	2.8	46	1.08	一般
球形氧化铝	7600	74	2.9	49	1.11	好

资料来源：《导热灌密封胶填充体系的研究》，山西证券研究所

不同粒径的球形氧化铝会产生不同的导热及力学性能，可通过复配达到最佳应用效果。小粒径球铝具有更好的补强效果和抗沉降性，但胶料的触变性较差；随着粒径增大，灌密封胶的黏度逐渐变小，力学性能和导热系数变好，但粒径过大会导致储存稳定性变差。此外，将不同粒径的氧化铝复配后再使用可增加颗粒间的接触面积，进而提升灌密封胶的触变性和力学性能。

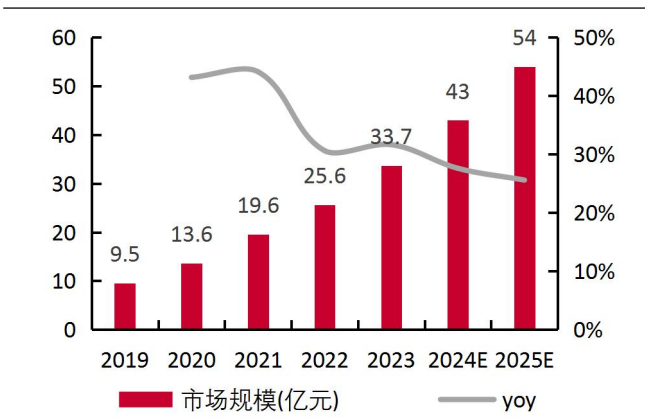
表 8：不同的粒径对导热灌封胶的触变性及机械强度均有影响

粒径(μm)	胶料黏度 (mPa·s)	导热系数 (W/(m·K))	拉伸强度 (Mpa)	断裂伸长率 (%)	触变性	抗沉降性
5	7500	0.56	3.3	86.2	差	好
10	5200	0.63	2.8	92.3	一般	好
20	3400	0.71	2.6	118.6	好	好
30	2600	0.79	2.2	135.6	好	一般
40	1750	0.85	1.9	99.4	好	粉料结块
60	1400	0.94	1.8	80.5	好	粉料结块

资料来源：《导热灌封胶填充体系的研究》，山西证券研究所

球形氧化铝导热粉体材料市场规模增长迅速，中国占比逐年提升。据高工产业研究院数据，2022 年全球导热粉体材料市场规模为 50.4 亿元，其中球形氧化铝导热粉体市场规模占比 50.8%，为 25.6 亿元，同比增加 30.7%；随着 PCB 需求增长以及球铝在导热粉体材料渗透率的提高，预计 2025 年全球球形氧化铝导热材料市场规模将达到 54 亿元，2022-2025 年年均复合增长率为 28.2%。我国是球铝粉体材料的主要消费国，2022 年我国球形氧化铝导热粉体材料市场规模为 7.5 亿元，同比增加 41.5%，占全球比例约为 29.3%；预计 2025 年我国球形氧化铝导热粉体材料市场规模将达到 21 亿元，全球占比提升到 38.9%。

图 41：预计 2025 年全球球形氧化铝导热粉体材料市场规模达到 54 亿元



资料来源：GGII，百图股份招股说明书（申报稿），山西证券研究所

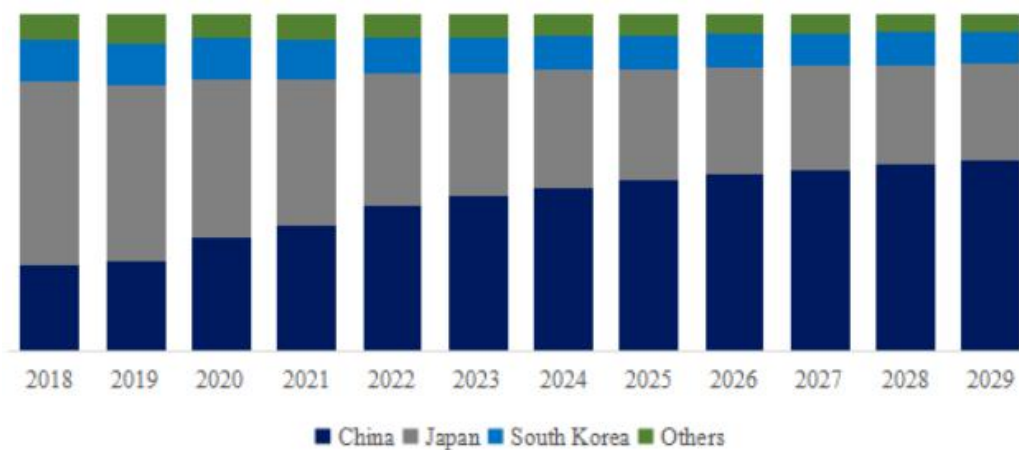
图 42：预计 2025 年中国球形氧化铝导热粉体材料市场规模达到 21 亿元



资料来源：GGII，百图股份招股说明书（申报稿），山西证券研究所

球铝行业竞争格局相对稳定，中国将占据主要产值份额。日本与中国是全球球形氧化铝导热填料的主要生产国，占据了全球超过 80% 的市场份额，主要生产商包括电化、百图、雅都玛、昭和电工、新日铁、联瑞新材、壹石通、凯盛科技、苏州锦艺新材料等。2021 年之前日本是主要产地，占据了全球超 50% 的产值规模；2021 年后，随着国内百图和联瑞新材等企业产线的扩建，逐渐占据了日本和韩国的市场份额，2023 年中国球铝产值份额占比超过 45%。

图 43：中国球形氧化铝产值占全球比例逐年攀升



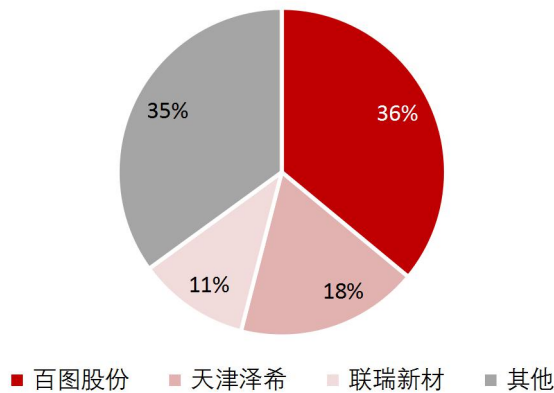
资料来源：《全球球形氧化铝填料市场研究报告 2023-2029》，QYResearch，山西证券研究所

我国球铝行业相对稳定，市场集中度高。早期我国球形氧化铝导热粉体材料行业竞争格局相对稳定，但是受新能源市场对导热粉体材料的需求起量，大量新晋企业进入市场。据高工产业研究院数据，2022 年中国球形氧化铝导热粉体出货量为 2.75 万吨，市占率前三名分别是百图股份（36%）、天津泽希（18%）、联瑞新材（11%），出货量 CR3 为 65%，市场集中度较高。

球形氧化铝未来的发展趋势主要是高纯度、低放射性。 $\alpha$ 射线（主要来自于制造和封装材料中存在的天然放射性元素杂质）是集成电路中软错误的主要来源，半导体器件向更高密度化和更高容量化发展，受到来自半导体芯片附近的材料的 $\alpha$ 射线的影响而发生软错误的风险增加，给系统带来致命的灾难，使用 Low- $\alpha$ 射线作为封装材料也显得尤为重要。在高集成化、大规模和超大规模集成电路的树脂密封材料中使用低  $\alpha$  射线指标球形氧化铝作为填料（铀含量为 10ppb 以下），特别适合预防由 $\alpha$ 射线所引起的记忆装置的操作故障。Low- $\alpha$ 射线球形氧化铝技术门槛高，生产难度大，单位售价极高，因此主要应用于特殊用途和高端性能需求的电子封装材料中，例如国家安全部门的存储服务器。

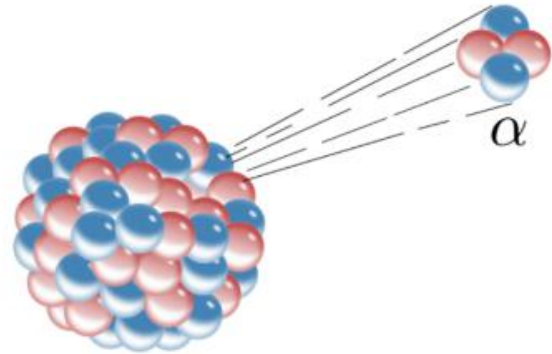


图 44：2022 年中国球形氧化铝导热粉体市场份额



资料来源：GGII，百图股份招股说明书（申报稿），山西证券研究所

图 45：α 射线是集成电路中软错误的主要来源



资料来源：粉体圈，山西证券研究所

### 3.3 新能源汽车与光伏等其他领域推动导热胶黏剂用量增长

导热粉体材料应用广泛，中高端领域以球形氧化铝为主。导热粉体材料下游应用领域广泛，除芯片制造与封装外，还包括新能源汽车（电源和电机控制器系统、IGBT、逆变器系统、充电器和电源系统等）、网络通信（5G 基站、交换机、光传输等）、光伏与储能以及其他应用领域，不同应用对导热材料的导热系数要求不同。低端导热材料以结晶型硅微粉为主，其次为氢氧化铝、角形氧化铝等；中高端领域主要使用球形氧化铝作为导热填料；氮化物、金刚石粉等尽管本征导热系数很高，但是由于价格昂贵，市场需求相对较少。

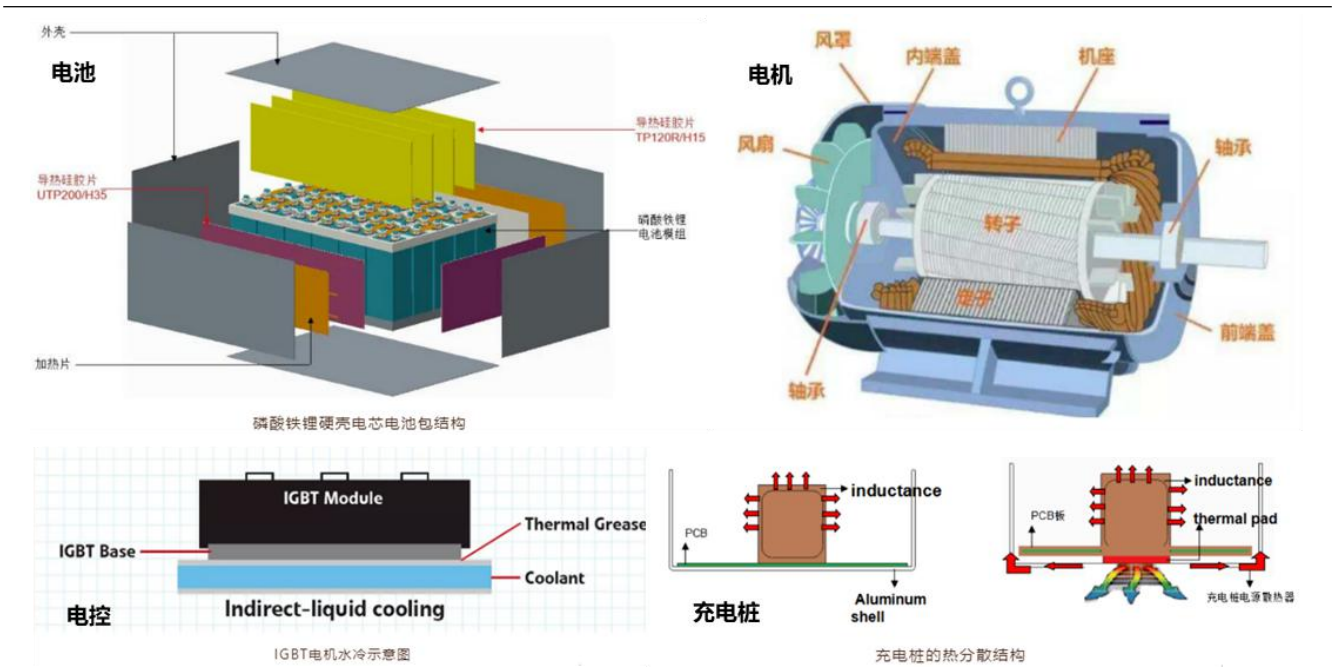
表 9：不同应用领域对应的导热需求不同

应用领域	新能源汽车		网络通信	消费电子	其他
	动力电池	汽车电子			
导热系数要求	0.4-2W/(m·K)	2-5W/(m·K)	2-14W/(m·K)	1-6W/(m·K)	/
导热需求	电芯/模组与液冷板之间	驱动电机、电控系统、充电接口	5G 高频 PCB、HDI、芯片等元器件封装	电子元器件的粘接和封装	不同细分领域差异较大，导热需求来自于芯片封装 EMC、芯片制造设备
未来趋势	模组简化、快充技术	设备功耗增加、快充、智能化水平提升	更高频趋势对导热系数要求较高	集成化、小型化、智能化	
对应导热粉体材料	氢氧化铝、氧化铝	改性球铝、氮化硼	球铝、氮化铝、氮化硼	球铝、氮化物	氧化铝、硅微粉、氢氧化铝

资料来源：百图股份招股说明书（申报稿），山西证券研究所

新能源汽车：“三电”系统与充电桩，热管理材料的用武之地。能量密度和功率密度更高的电池、电控系统核心器件 IGBT、驱动电机定子、充电桩模组在使用过程中都会释放大量热量，这些热量会降低各部件的性能和寿命，甚至引起线路短路或自燃，热失控是新能源汽车安全问题的核心。新能源汽车领域通常使用有机硅灌封胶、硅脂、硅胶垫片等热界面材料来进行导热，这些热界面材料均采用氧化铝、硅微粉等作为导热填料。

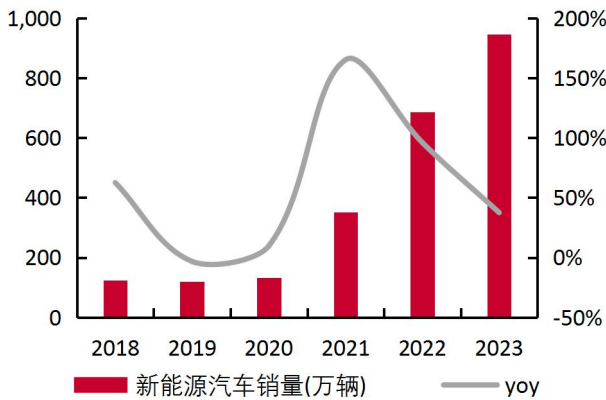
图 46：高导热界面材料在新能源汽车上的应用



资料来源：粉体圈，山西证券研究所

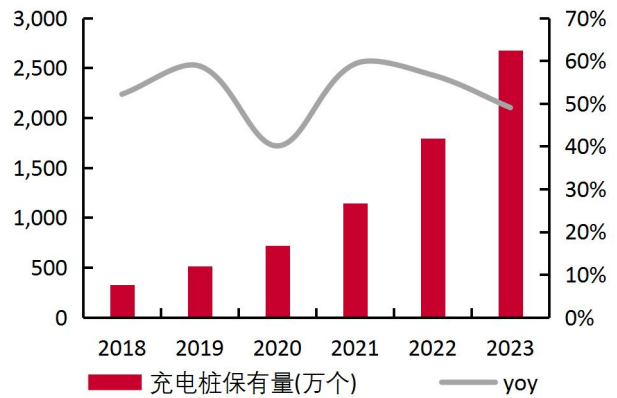
新能源汽车市场的快速增长带动球铝等相关导热材料需求增长。据中汽协数据，2023 年我国新能源汽车销量为 944.83 万辆，同比增速为 37%；中汽协预测，2024 年汽车市场将继续保持稳中向好发展态势，呈现 3% 以上的增长。据中国电动汽车充电基础设施促进联盟数据，2023 年我国公共充电桩保有量约 2674.40 万个，较 2022 年增加 879.93 万个。随着快充与智能驾驶的需求增加，智能驾驶进入不断加功能、不断升级的快速发展轨道，大量智能模块会上车，汽车芯片尤其是国产芯片也会加速上车。作为芯片导热的关键材料，球铝等粉体填料需求有望在新能源汽车快充与智能化发展潮流中受益。

图 47：2023 年我国新能源汽车销量约 945 万辆



资料来源：中汽协，山西证券研究所

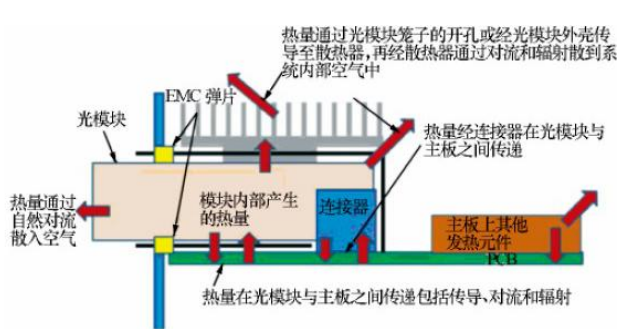
图 48：2023 年我国公共充电桩保有量约 2674 万个



资料来源：中国电动汽车充电基础设施促进联盟，山西证券研究所

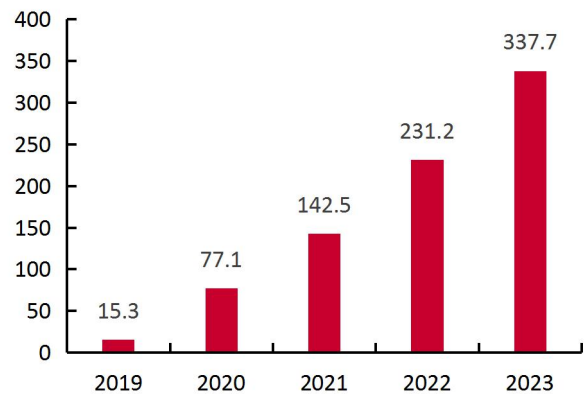
**5G 基站：**处理数据量的增加致热量飙升。基站是典型的封闭式自然散热设备，芯片与壳体之间需要借助导热界面材料来实现更好的稳定性和可靠性。据工信部数据，截至 2023 年底，我国累计建成 5G 基站 337.7 万个，5G 网络接入流量占比达 47%。

图 49：光模块主要散热路径



资料来源：天孚通信，山西证券研究所

图 50：我国 5G 基站建设深入推进（万个）



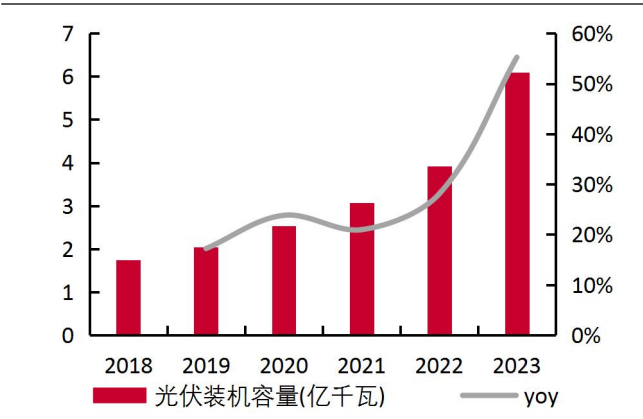
资料来源：工信部，山西证券研究所

**光伏：**逆变器是发电系统的核心，导热灌密封胶必不可少。光伏逆变器作为光伏发电系统中的核心部件之一，其 IGBT 和电感在运行过程中会产生大量热，是主要的散热元件。必须对电子元器件进行有效散热才能保证器件可靠工作，导热灌密封胶在光伏逆变器的制造和运行过程中发挥着不可忽视的作用。据 Wind 数据，2023 年我国光伏装机容量约为 6 亿千瓦，同比增速为 55%；据中国光伏行业协会与中商产业研究院数据，2023 年我国光伏逆变器产量约为 130GW，



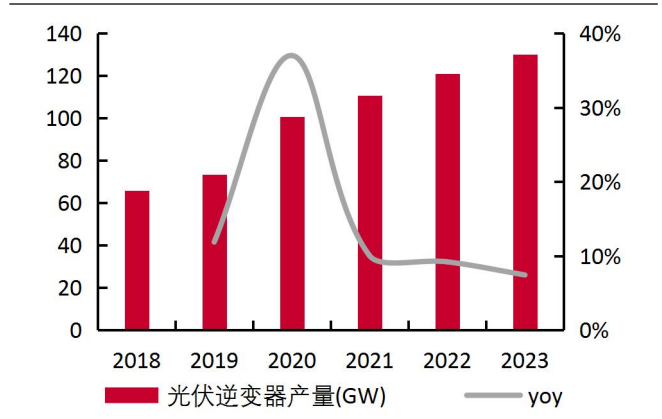
同比增速为 7%。

图 51：2023 年我国光伏装机容量约为 6 亿千瓦



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 52：2023 年我国光伏逆变器产量约为 130GW



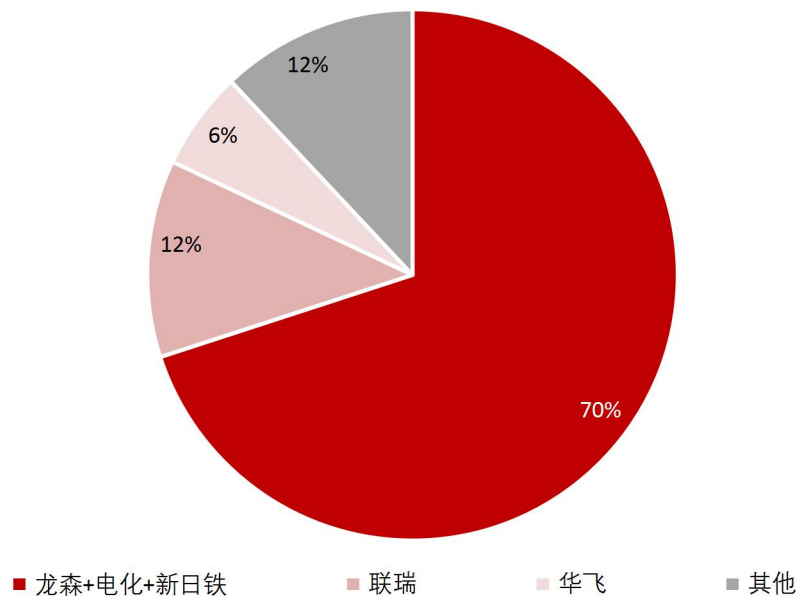
资料来源：中国光伏行业协会，中商产业研究院，山西证券研究所

## 4. 纵向高端化提升附加值，横向开拓新市场

### 4.1 与核心客户配套研发，直接受益行业β

高端产能以日企为主，国内企业在核心技术上取得突破。由于日本、美国等国外生产厂商对球形硅微粉的专用生产设备与技术实行垄断和封锁，导致我国高端球形硅微粉长期依赖进口，相关国产化生产设备和技术研发进展较缓慢。日本公司在硅微粉市场特别是技术壁垒更高的电子级硅微粉市场技术及应用经验丰富。全球硅微粉龙头集中于日本，日本龙森、电化、新日铁三家公司的硅微粉产品在上世界上占据了70%以上的市场份额，雅都玛公司则垄断了1微米以下球形硅微粉市场。目前，国内联瑞新材、华飞电子、壹石通、锦艺新材等企业在产品球形度、球形率、纯度、粒度、电导率、磁性异物等评价指标上，已与国外厂商同类先进材料性能相当。

图 53：日企占据球形硅微粉主要产能（2021 年）



资料来源：华经产业研究院，山西证券研究所

建立优质客户关系，与核心客户配套研发。经过十七年的发展，公司产品得到下游客户的广泛认可，目前已成为建滔集团、生益科技、住友电工、科化新材等行业内知名企业的材料供应商，并为之建立了长期稳定的合作关系。公司与下游客户保持紧密联系，紧跟客户需求，不断完善生产技术与工艺，拓展硅微粉产品应用领域。

表 10：公司与行业内知名企业建立了长期稳定的合作关系

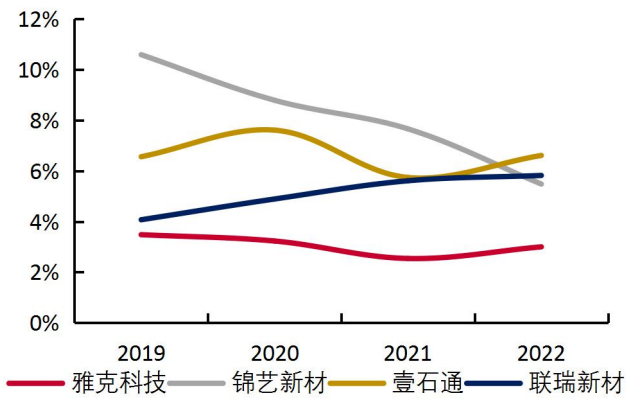
下游服务领域	客户	情况简介
覆铜板	建滔集团	全球最大的覆铜板生产企业
	南亚集团	覆铜板行业内主要生产厂商之一
	联茂集团	覆铜板行业内主要生产厂商之一
	生益科技	全球第二大覆铜板生产企业
	金安国纪	覆铜板行业内主要生产厂商之一
	超华科技	覆铜板行业内主要生产厂商之一
环氧塑封料	日立化成	国际知名的半导体用材料、无机材料、树脂材料等产品的供应商
	住友电工	国际知名的半导体用环氧塑封料、树脂材料等产品供应商
	KCC 集团	国际知名的涂料、环氧塑封料和建材生产企业
	华威电子	国内知名的环氧塑封料生产厂商
	长兴电子	国内知名的环氧塑封料生产厂商
	科化新材	国内最早从事环氧塑封料研发、生产与销售的企业
	长春塑封料	国内知名的环氧塑封料生产厂商
电工绝缘材料	陶氏化学	为各个主要消费市场提供创新的化学品、塑料、农用化工产品
	思源电气	国内专业从事电力技术研发、设备制造、工程服务的知名公司
	长缆科技	专注于电缆附件设计、制造和施工服务的上市公司
胶粘剂	康达新材	国内知名的结构胶粘剂和工业胶粘剂供应商
	回天新材	我国新能源、电子、汽车等行业胶粘剂和新材料的知名供应商
	硅宝科技	国内知名的胶粘剂生产厂商

资料来源：联瑞新材招股说明书，山西证券研究所

## 4.2 持续研发，高质量产品与优质服务巩固公司龙头地位

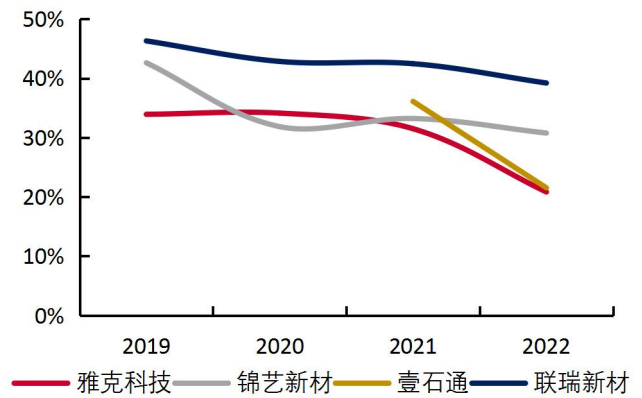
加大研发投入，毛利率领先国内同行。公司以研发创新为核心驱动力，建立了面向未来新产品的研发、现有产品的工艺技术开发和应用研究为主体的研发体系。2022 年公司累计研发投入 0.38 亿元，同步增加 9.82%，占营业收入比重为 5.82%，处于同行较高水平。公司坚持以客户需求为导向，快速响应客户需求，高效率提供产品解决方案，提升客户粘性。公司不仅在传统产品质量方面国内外领先客户认可，而且微米级和亚微米级球形硅微粉、低放射性球形硅微粉、低放射性高纯度球形氧化铝粉等销售至行业领先客户，产品高端化率持续提升，同类产品毛利率水平高于国内同行。

图 54：公司研发费用率处于同行较高水平



资料来源：Wind，山西证券研究所

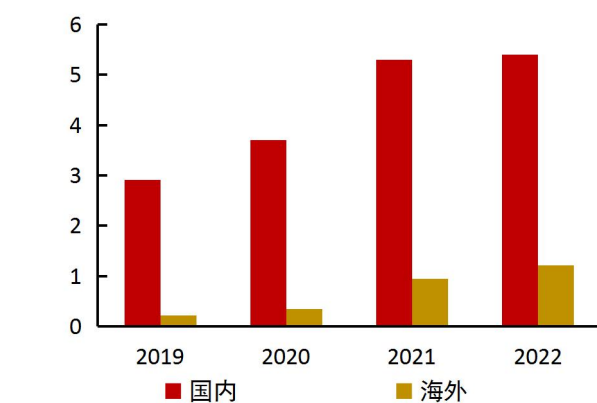
图 55：公司产品毛利率领先国内同行



资料来源：Wind，山西证券研究所

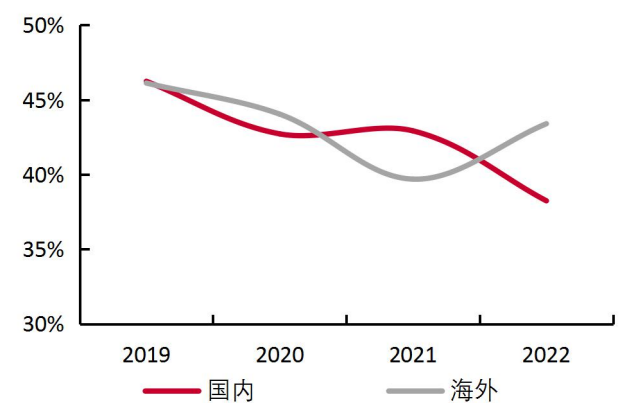
公司产品质量优异，境外市场开拓能力逐步增强。近年来公司积极拓展境外优质客户，经过多年的认证，日本、韩国等国家客户将公司产品纳入采购体系，并逐步增加采购数量，公司境外销售收入快速增长；2022 年公司产品境外销售收入为 1.21 亿元，同比增速为 28.7%。随着公司技术水平的不断提高，部分产品在球形度、球化率、磁性异物指标方面已达到国外厂商同类先进产品的水平；公司依靠快速的客户响应能力不断获取新订单，海外产品毛利率也有所提升。

图 56：海外销售收入逐年提升（亿元）



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 57：2022 年公司海外毛利率高于国内



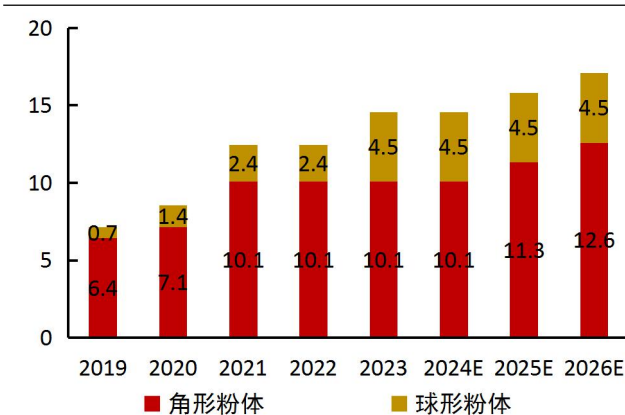
资料来源：Wind，山西证券研究所

### 4.3 积极扩大高端产能，优化公司产品结构

新产线持续扩充，巩固公司龙头地位。公司现有角形硅微粉产能 10.07 万吨，球形粉体材料产能 4.5 万吨，其中包含球形氧化铝产能约 8000 吨，产线可以根据实际需求进行灵活调整。2023 年 10 月，公司公告拟投资人民币 1.28 亿元在连云港建设集成电路用电子级功能粉体材料，项目建设周期为两年；项目建成将持续满足 5G 通讯用高频高速基板、IC 载板、高端芯片封装等应用领域对电子级功能粉体材料越来越高的特性要求；新项目中的部分产品为球形硅微粉高纯原料，扩产后可满足客户的特定需求，减少产线转机，对公司市场开拓、控制成本有积极作用。

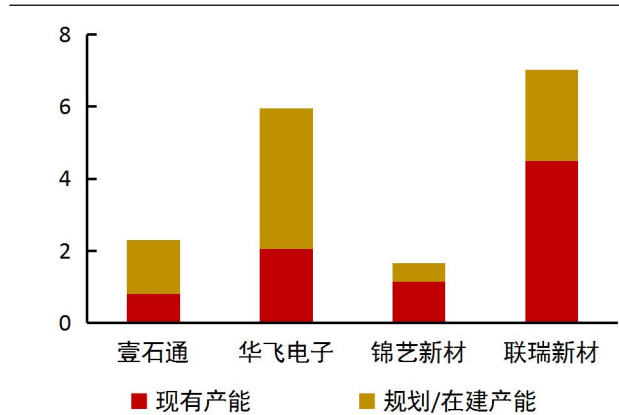
联瑞新材为国内产能体量最大的硅微粉生产商。以联瑞新材、华飞电子为代表的国内硅微粉企业积极布局高性能球形硅微粉和球形氧化铝等产品产能，新规划的大规模集成电路用电子级功能球形粉体项目有望在未来 2-3 年内集中建成投产，进一步实现高端芯片封装填充粉体的国产替代。其中，壹石通全部为球形氧化铝产品，现有产能 0.8 万吨，在建产能 1.5 万吨（5000 吨亚微米高纯氧化铝+9800 吨导热用球形氧化铝+200 吨 Low- $\alpha$ 球形氧化铝）预计 2024 年陆续投产；华飞电子全部为球形硅微粉产品，现有产能 2.05 万吨，规划产能 3.912 万吨，分三期建设；锦艺新材电子信息功能材料约 3 万吨产能，其中球形硅微粉约 1.14 万吨产能，拟用 IPO 募集资金建设年产 0.52 万吨电子用功能性纳米粉体材料。

图 58：公司快速扩张球形产品产能(万吨)



资料来源：联瑞新材每年年报，山西证券研究所

图 59：国内球形粉体主要生产产能情况(万吨)



资料来源：壹石通/雅克科技/锦艺新材/联瑞新材 2022 年报与招股说明书，山西证券研究所



## 5. 盈利预测

**销量方面：**公司前期建成产能基本投产，假设公司产能有序爬坡，产能利用率逐步提升。我们预计 2023-2025 年公司角形硅微粉销量分别为 6.79、7.81、8.68 万吨，球形硅微粉销量分别为 2.57、3.49、4.23 万吨，球形氧化铝销量分别为 0.33、0.44、0.48 万吨。

**毛利方面：**考虑到公司不断研发投入，产品结构不断优化；预计角形硅微粉与球形氧化铝毛利率保持稳定；球形硅微粉高端产能占比提升，产品附加值提高，毛利率有所提升。我们预计 2023-2025 年角形硅微粉毛利率分别为 36%、35%、35%；球形硅微粉毛利率分别为 43%、46%、50%；球形氧化铝毛利率分别为 41%、40%、42%。

综上，我们预计公司 2023-2025 年实现营收 7.12、9.36、11.25 亿元，同比增速分别为 7.5%、31.6%、20.2%；实现归母净利润 1.74、2.45、3.27 亿元，同比增速分别为-7.7%、41.0%、33.4%；对应 EPS 分别为 0.94、1.32、1.76 元，根据 3 月 10 日收盘价 50 元，PE 分别为 53.4、37.9、28.4 倍，维持“买入-B”评级。

**可比公司：**雅克科技子公司华飞电子是球形硅微粉与半导体用电子粉体材料生产商；壹石通在电子通信功能填充材料板块包括球形氧化铝产品；华海诚科主营产品包括环氧塑封料和电子胶粘剂，国内唯一可生产 LMC 企业，是公司下游厂商；飞凯材料是环氧塑封料生产商之一，可生产 GMC，是公司下游厂商。

表 11：可比公司估值对比

公司代码	公司名称	股价(元)	EPS			PE			PB
			2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	2024E
688300.SH	联瑞新材	50.00	0.94	1.32	1.76	53.4	37.9	28.4	4.90
002409.SZ	雅克科技	56.06	1.40	2.09	2.86	39.9	26.8	19.6	3.40
688733.SH	壹石通	22.08	0.36	0.62	0.92	61.1	35.8	24.0	1.86
688535.SH	华海诚科	93.88	0.52	0.59	0.80	181.3	158.5	117.3	10.21
300398.SZ	飞凯材料	14.31	0.65	0.92	1.16	21.9	15.6	12.3	1.72
均值			-	-	-	76.1	59.2	43.3	-

资料来源：Wind，山西证券研究所(注：可比公司均采用 Wind 一致预期)

## 6. 风险提示

**市场竞争加剧风险：**国内硅微粉行业长期以来存在众多的小型企业，受产业政策推动，在市场需求不断扩大的背景下，未来可能有更多的资本进入硅微粉行业，公司将面临更为激烈的市场竞争，竞争加剧将导致行业整体盈利能力出现下降的风险；

**研发失败和核心技术人员流失的风险：**研发项目与研发团队对公司产品保持技术竞争优势和未来市场的开拓具有至关重要的作用，若公司出现研发项目不达预期或核心人员流失的情况，有可能影响公司的持续研发能力，甚至造成核心技术泄密，对公司生产经营产生一定影响；

**产能投放进度不及预期风险：**公司仍有部分生产基地处于建设状态，公司成长性与产能投放有密切关系，若产能投放进度不及预期，将会对公司盈利能力造成影响；

**下游需求不及预期风险：**在经济结构调整的大背景下，我国电子与通讯行业变化迅速，公司产品与下游景气度密切相关，如下游需求不及预期或经营策略调整引起采购需求减少，将会对公司业绩产生不利影响；

**原材料与燃料动力价格大幅波动风险：**公司生产硅微粉所需原材料成本占比较高，生产消耗的电力、天然气和液氧等燃料动力也是业务成本的主要构成之一，若未来原材料或燃料动力价格上升，将对公司盈利能力产生影响。

## 财务报表预测和估值数据汇总

### 资产负债表(百万元)

会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
<b>流动资产</b>	822	848	935	1072	1166
现金	125	106	144	165	244
应收票据及应收账款	184	169	211	289	312
预付账款	0	0	1	1	1
存货	76	77	85	122	114
其他流动资产	436	495	495	495	495
<b>非流动资产</b>	483	690	690	802	887
长期投资	0	0	0	0	0
固定资产	357	554	548	642	713
无形资产	53	52	58	66	75
其他非流动资产	73	84	84	94	98
<b>资产总计</b>	1305	1538	1625	1874	2052
<b>流动负债</b>	131	175	146	246	193
短期借款	0	0	0	0	0
应付票据及应付账款	101	143	114	214	161
其他流动负债	30	32	31	32	32
<b>非流动负债</b>	80	132	132	132	132
长期借款	0	0	0	0	0
其他非流动负债	80	132	132	132	132
<b>负债合计</b>	211	308	278	378	325
少数股东权益	0	0	0	0	0
股本	86	125	186	186	186
资本公积	620	581	520	520	520
留存收益	389	524	630	791	1008
归属母公司股东权益	1094	1230	1347	1496	1727
<b>负债和股东权益</b>	1305	1538	1625	1874	2052

### 现金流量表(百万元)

会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
<b>经营活动现金流</b>	153	241	123	258	297
净利润	173	188	174	245	327
折旧摊销	23	36	39	45	54
财务费用	1	-8	-4	-5	-6
投资损失	-12	-5	-8	-10	-9
营运资金变动	-33	40	-77	-16	-67
其他经营现金流	2	-11	-1	-1	-1
<b>投资活动现金流</b>	-126	-209	-30	-146	-128
<b>筹资活动现金流</b>	-43	-55	-55	-91	-90
<b>每股指标(元)</b>					
每股收益(最新摊薄)	0.93	1.01	0.94	1.32	1.76
每股经营现金流(最新摊薄)	0.83	1.30	0.66	1.39	1.60
每股净资产(最新摊薄)	5.89	6.62	7.25	8.06	9.30

### 利润表(百万元)

会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
<b>营业收入</b>	625	662	712	936	1125
营业成本	359	402	425	542	619
营业税金及附加	6	7	7	9	11
营业费用	8	10	11	14	17
管理费用	38	43	50	63	74
研发费用	35	38	36	50	62
财务费用	1	-8	-4	-5	-6
资产减值损失	0	1	-3	-4	-2
公允价值变动收益	1	2	1	1	1
投资净收益	12	5	8	10	9
<b>营业利润</b>	197	190	192	269	357
营业外收入	0	4	3	3	3
营业外支出	0	1	1	1	1
<b>利润总额</b>	197	193	195	272	359
所得税	25	5	21	27	32
<b>税后利润</b>	173	188	174	245	327
少数股东损益	0	0	0	0	0
<b>归属母公司净利润</b>	173	188	174	245	327
EBITDA	217	226	230	312	406

### 主要财务比率

会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
<b>成长能力</b>					
营业收入(%)	54.6	6.0	7.5	31.6	20.2
营业利润(%)	59.2	-3.6	1.0	40.1	32.5
归属于母公司净利润(%)	55.9	8.9	-7.7	41.0	33.4
<b>获利能力</b>					
毛利率(%)	42.5	39.2	40.3	42.1	45.0
净利率(%)	27.7	28.4	24.4	26.2	29.0
ROE(%)	15.8	15.3	12.9	16.4	18.9
ROIC(%)	14.6	14.0	11.8	15.1	17.6
<b>偿债能力</b>					
资产负债率(%)	16.2	20.0	17.1	20.2	15.9
流动比率	6.3	4.8	6.4	4.4	6.0
速动比率	4.1	3.3	4.5	3.1	4.5
<b>营运能力</b>					
总资产周转率	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
应收账款周转率	4.0	3.7	3.7	3.7	3.7
应付账款周转率	4.2	3.3	3.3	3.3	3.3
<b>估值比率</b>					
P/E	53.7	49.3	53.4	37.9	28.4
P/B	8.5	7.6	6.9	6.2	5.4
EV/EBITDA	41.6	39.6	38.9	28.6	21.7

资料来源：最闻、山西证券研究所

### 分析师承诺：

本人已在中国证券业协会登记为证券分析师，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人对证券研究报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规，研究方法专业审慎，分析结论具有合理依据。本报告清晰地反映本人的研究观点。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直接或间接接受到任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位或执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。

### 投资评级的说明：

以报告发布日后的 6--12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。

无评级：因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见的结果的重大不确定事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。（新股覆盖、新三板覆盖报告及转债报告默认无评级）

### 评级体系：

#### ——公司评级

- 买入： 预计涨幅领先相对基准指数 15%以上；
- 增持： 预计涨幅领先相对基准指数介于 5%-15%之间；
- 中性： 预计涨幅领先相对基准指数介于-5%-5%之间；
- 减持： 预计涨幅落后相对基准指数介于-5%- -15%之间；
- 卖出： 预计涨幅落后相对基准指数-15%以上。

#### ——行业评级

- 领先大市： 预计涨幅超越相对基准指数 10%以上；
- 同步大市： 预计涨幅相对基准指数介于-10%-10%之间；
- 落后大市： 预计涨幅落后相对基准指数-10%以上。

#### ——风险评级

- A： 预计波动率小于等于相对基准指数；
- B： 预计波动率大于相对基准指数。

### 免责声明:

山西证券股份有限公司(以下简称“公司”)具备证券投资咨询业务资格。本报告是基于公司认为可靠的已公开信息,但公司不保证该等信息的准确性和完整性。入市有风险,投资需谨慎。在任何情况下,本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下,公司不对任何人因使用本报告中的任何内容引致的损失负任何责任。本报告所载的资料、意见及推测仅反映发布当日的判断。在不同时期,公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。公司或其关联机构在法律许可的情况下可能持有或交易本报告中提到的上市公司发行的证券或投资标的,还可能为或争取为这些公司提供投资银行或财务顾问服务。客户应当考虑到公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。公司在知晓范围内履行披露义务。本报告版权归公司所有。公司对本报告保留一切权利。未经公司事先书面授权,本报告的任一部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品,或再次分发给任何其他人,或以任何侵犯公司版权的其他方式使用。否则,公司将保留随时追究其法律责任的权利。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此声明,禁止公司员工将公司证券研究报告私自提供给未经公司授权的任何媒体或机构;禁止任何媒体或机构未经授权私自刊载或转发公司证券研究报告。刊载或转发公司证券研究报告的授权必须通过签署协议约定,且明确由被授权机构承担相关刊载或者转发责任。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此提示公司证券研究业务客户不得将公司证券研究报告转发给他人,提示公司证券研究业务客户及公众投资者慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

依据《证券期货经营机构及其工作人员廉洁从业规定》和《证券经营机构及其工作人员廉洁从业实施细则》规定特此告知公司证券研究业务客户遵守廉洁从业规定。

### 山西证券研究所:

#### 上海

上海市浦东新区滨江大道 5159 号陆家嘴滨江中心 N5 座 3 楼

#### 太原

太原市府西街 69 号国贸中心 A 座 28 层  
电话: 0351-8686981  
<http://www.i618.com.cn>

#### 深圳

广东省深圳市福田区林创路新一代产业园 5 栋 17 层

#### 北京

北京市丰台区金泽西路 2 号院 1 号楼丽泽平安金融中心 A 座 25 层

