



# 计算机行业研究

**买入（维持评级）**
**行业专题研究报告**

证券研究报告

计算机组

 分析师：刘高畅（执业 S1130525120005）  
liugaochang@gjzq.com.cn

 分析师：郑元昊（执业 S1130525120004）  
zhengyuanhao@gjzq.com.cn

 分析师：孙恺祈（执业 S1130526060005）  
sunkaiqi@gjzq.com.cn

## 算力的高结构方向

### 行业观点

- **AI PCB"半导体化"**：四大新路线重塑价值量分配，二三线厂商迎外溢红利。英伟达 Rubin/Rubin Ultra 全面采用 M9 材料体系以支撑 224Gbps 超高速传输（介电损耗压至 0.0015 以下），球形硅微粉自通用辅料跃迁为决定 CTE、损耗与导热的关键卡位材料，而高端亚微米球硅由 Admatechs、Denka、Resonac 垄断六成以上份额；PTFE 以 0.0004 以下的介电损耗打开下一代路线。工艺端，mSAP 将线宽/线距压缩至 15-25 $\mu$ m、精度直接对标类载板；CoWoP 去掉 ABF 封装基板，由强化 PCB 承接先进封装功能，单 GPU 价值量约 600 美元、达 GB200 方案的 3 倍；正交背板以 78 层 M9 级 PCB 替代数万根铜缆，PCB 首次跃升为机架级核心互联载体。供给端，头部厂商 2025 年资本开支 267 亿元（同比+111%）全面锁定高端产能，中高层数供给缺口下订单外溢：世运电路年内三度提价、景旺电子 80 万 $m^2$  高阶 HDI 备战，年内 13 家 PCB 厂近 590 亿元扩产印证景气向二三线传导，2026 年上半年"增收不增利"的剪刀差有望随提价落地在下半年修复。
- **AI 缺电重塑供电范式**：SOFC 卡位 time-to-power，沿价值量拆解把握订单兑现。IEA 预计全球数据中心用电量将由 2025 年约 485TWh 增至 2030 年约 950TWh，而美国并网排队容量超 2600GW、中位等待约 5 年，"并网慢"成为数据中心落地的第一约束。SOFC 凭"短交期+模块化+直流输出"精准卡位：Bloom Energy 为 Oracle 交付项目从开工到供电仅 55 天，较 90 天目标提前逾一个月，直接推动 Oracle 将合作扩大至 2.8GW；OBBBA 给予 30%投资税收抵免且不设排放门槛；燃料电池原生直流输出与英伟达 800VDC 架构天然协同。BE 在手订单超 200 亿美元、产能自 1GW 扩至 5GW，2026Q2 收入同比+166%。沿价值量拆解确定性环节：电堆价值量与壁垒最高，三环集团为 BE 隔膜片主要供应商、全球份额第一；BOP 端京泉华、壹连科技已批量供货；再向上游，5GW 对应年需氧化钪约 220 吨、接近全球年供应总量，氧化钪成产业链"材料咽喉"，先导基电凭借稀散金属"资源+提纯"一体化平台稀缺性凸显。
- **磷化铟**：光通信上游紧缺物料，工艺壁垒铸就供给刚性，价格、订单与批文定短期景气。InP 是唯一同时满足直接带隙、1310/1550nm 波长匹配、超高迁移率与外延晶格匹配的量产衬底，EML 将激光器与调制器单片集成、贯穿收发两端；CPO/硅光改变集成位置但不取消光源，薄膜铌酸锂与 Ge-on-Si 仅分流调制与探测功能，激光增益仍锚定 InP。供给端，1062 $^{\circ}$ C 熔点下磷离解压高达 2.75MPa，须先经多晶预合成再以 VGF/VB 长晶，叠加多道切磨抛光工序（EPD $\leq$ 500/cm $^2$  方可交付），"设备可买、稳定合格产出难复制"。需求端，Yole 预计 2026 年全球需求 260-300 万片而有效产能仅约 75 万片、缺口超 70%；价格端 2 英寸衬底自 800 美元涨至 2300-2500 美元、6 英寸涨破 5000 美元、晶圆年内涨幅逾 80%。2025 年 2 月 InP 纳入出口许可后，国内外割裂为两套供需逻辑：短期看国内价格验证景气，海外看订单与商务部批文兑现。

### 相关标的

- 1) 机柜化：工业富联。
- 2) PCB：胜宏科技、方正科技、生益科技、联瑞新材、德福科技、南亚新材、鹏鼎控股、景旺电子、生益电子、深南电路、沪电股份、奥士康、中钨高新、海亮股份、鼎泰高科、欧科亿、新锐股份、杰美特等。
- 3) 光互联：中际旭创、东山精密、新易盛、光智科技、天孚通信、光迅科技、源杰科技、联讯仪器、华盛昌、云南锗业、唯科科技等。
- 4) 电源电容：麦格米特、先导基电、江海股份、东阳光、欧陆通、火炬电子、海星股份、三环集团、风华高科、振华股份、四方股份、阳光电源、天岳先进等。
- 5) 液冷：英维克、海鸥股份、东阳光、蓝思科技（元拾科技）、飞龙股份、大元泵业、领益智造（立敏达）、冰轮环境等。
- 6) 金刚石：力量钻石、沃尔德、四方达、国机精工、斯莱克等。

### 风险提示

- 高端 PCB 技术产业化不及预期风险；SOFC 产业链扩产与原材料供给风险；磷化铟衬底扩产及技术替代风险；贸易及出口管制政策变动风险；原材料价格大幅波动风险。



## 内容目录

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 一、PCB：技术升级驱动"半导体化"跃迁，四大新路线重塑价值量分配          | 4  |
| 1.1 M9 材料体系：覆铜板低损耗代际跃迁，球形硅微粉与 PTFE 走向关键卡位  | 4  |
| 1.2 mSAP 工艺：线宽精度对标类载板，PCB 迈向半导体级制造         | 6  |
| 1.3 CoWoP 方案：封装基板功能下沉至 PCB，强化基板承接先进封装价值增量  | 7  |
| 1.4 正交背板：78 层超高多层替代铜缆互联，PCB 跃升机架级核心载体      | 8  |
| 1.5 二三线 PCB：一线产能锁定高端供给缺口，订单外溢与提价兑现景气传导     | 10 |
| 二、电源：SOFC 起量正当时，首推卡位"材料咽喉"的先导基电            | 12 |
| 2.1 SOFC：AI 缺电重塑电源范式，短交期自备电源迎来加速时刻         | 12 |
| 2.2 BE 链：订单兑现逻辑下，沿价值量拆解把握确定性环节             | 14 |
| 2.3 先导基电：稀疏金属平台卡位 SOFC"材料咽喉"，并购先导微电子打开成长空间 | 15 |
| 三、磷化铟：光通信上游紧缺物料，工艺壁垒铸就供给刚性                 | 17 |
| 3.1 磷化铟是什么：直接带隙精准匹配通信窗口，光通信有源器件的材料平台       | 17 |
| 3.2 磷化铟怎么来：多道工序链与三大长晶路线，复杂工艺决定良率方差         | 20 |
| 3.3 磷化铟缺不缺：AI 需求前置放大缺口，价格、订单与批文决定短期景气      | 22 |
| 四、相关标的                                     | 25 |
| 五、风险提示                                     | 25 |

## 图表目录

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 图表 1：对比不同代际 MEGTRON 覆铜板的信号损耗，MEGTRON9 在高频下表现最优                           | 4  |
| 图表 2：覆铜板领域对硅微粉在降低 CTE、降低介电损耗、提高导热、高绝缘等方面的功能高度关注，对低杂质含量、超细粒度提出了远高于普通板材的要求 | 5  |
| 图表 3：PTFE 为 CCL 中损耗最低的常见聚合物                                              | 5  |
| 图表 4：mSAP 在精度与材料利用率上优势显著，适配高端 AI 服务器需求                                   | 6  |
| 图表 5：CoWoP 方案中，PCB 承担了原本封装基板的全部功能                                        | 7  |
| 图表 6：NVIDIA 正在研究下一代 AI 显卡采用 CoWoP 的 PCB 封装                               | 8  |
| 图表 7：通过内部连接，NVIDIA 展示了一种新的中翼设计，其共有 18 列和 4 排连接线                          | 9  |
| 图表 8：NVIDIA Rubin NVL576 机架取消了连接 NV Link 交换机和计算刀片的线缆卡带                   | 10 |
| 图表 9：2022-2026H1 景旺电子营收数据                                                | 11 |
| 图表 10：2022-2026H1 世运电路营收数据                                               | 11 |
| 图表 11：2025 年部分 PCB 厂商人均产值情况                                              | 11 |
| 图表 12：2030 年终端对 SOFC 的需求有望达到 22GW                                        | 12 |
| 图表 13：数据中心用 SOFC 出货量及市场空间预测                                              | 13 |
| 图表 14：FERC 应对措施四个支柱                                                      | 13 |



|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 图表 15: 进入 2026 年, BE 订单加速态势进一步强化.....                       | 14 |
| 图表 16: 电堆成本拆解 .....                                         | 15 |
| 图表 17: 三环集团 SOFC 隔膜片.....                                   | 15 |
| 图表 18: 三环 SOFC 电堆 .....                                     | 15 |
| 图表 19: 2022-2026H1 先导基电营收及利润情况.....                         | 16 |
| 图表 20: 2022-2025 先导基电分业务营收情况 .....                          | 16 |
| 图表 21: 凯世通提供多系列产品, 主要服务于先进逻辑、先进存储、功率器件、CIS 图像传感器等应用领域 ..... | 16 |
| 图表 22: 分产品看, 先导微电子多品类增长动力清晰 .....                           | 17 |
| 图表 23: 传统光模块的内部结构 .....                                     | 18 |
| 图表 24: 各光模块技术的对比 .....                                      | 18 |
| 图表 25: 光模块技术路线演进 .....                                      | 19 |
| 图表 26: InP 发光+硅调制——硅光混合方案 (中短距降本路线) .....                   | 19 |
| 图表 27: Fischer 提出的原位注入合成技术原理 .....                          | 20 |
| 图表 28: LEC 法和传统 VGF 获得的磷化铟质量对比表.....                        | 21 |
| 图表 29: LEC 法和传统 VGF 工艺区别对比表.....                            | 21 |
| 图表 30: 3 英寸磷化铟衬底晶圆规格参数 .....                                | 21 |
| 图表 31: 2025-2031 全球磷化铟衬底市场规模 .....                          | 23 |
| 图表 32: 磷化铟衬底均价 (元/片) .....                                  | 23 |
| 图表 33: 磷化铟衬底单位面积溢价率 (%) .....                               | 24 |
| 图表 34: 截至 2026 年, FCC 覆盖清单主要包含实体及其关联公司 .....                | 24 |
| 图表 35: FCC 新规执行时间表与过渡期 .....                                | 25 |

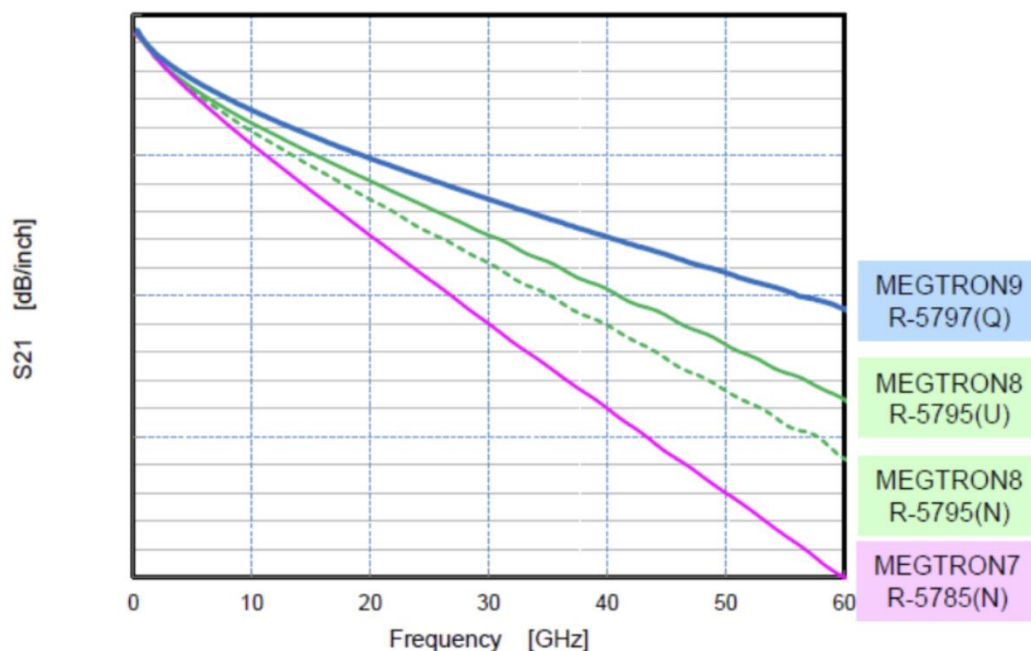


## 一、PCB：技术升级驱动"半导体化"跃迁，四大新路线重塑价值量分配

### 1.1 M9 材料体系：覆铜板低损耗代际跃迁，球形硅微粉与 PTFE 走向关键卡位

M9 级覆铜板体系的代际升级，本质上是树脂、增强材料、导电层与填料四个维度的系统性跃迁。为支撑 224Gbps 超高速信号传输与 78 层超高密度 PCB，英伟达 Rubin/Rubin Ultra 全面采用 M9 体系：增强骨架材料由传统玻纤布升级为第三代 Low DK 石英布（Q 布），导电层铜箔升级为 HVLP4/5 超低轮廓铜箔，树脂粘结剂体系升级为碳氢树脂（PCH）或萘烯树脂（EX）。材料性能的代际提升在指标上清晰可见：M9 级覆铜板将介电损耗（Df）压低至 0.0015 以下，头部厂商已具备 78 层超高多层板的量产能力并将层间对位精度控制在  $\pm 20 \mu\text{m}$  以内；松下 MEGTRON 9 于 2025 年 1 月发布，明确面向 224Gbps 单通道速率设计，其介电常数与损耗因子指标较 M7/M8 代际实现数量级优化

图表1：对比不同代际 MEGTRON 覆铜板的信号损耗，MEGTRON9 在高频下表现最优

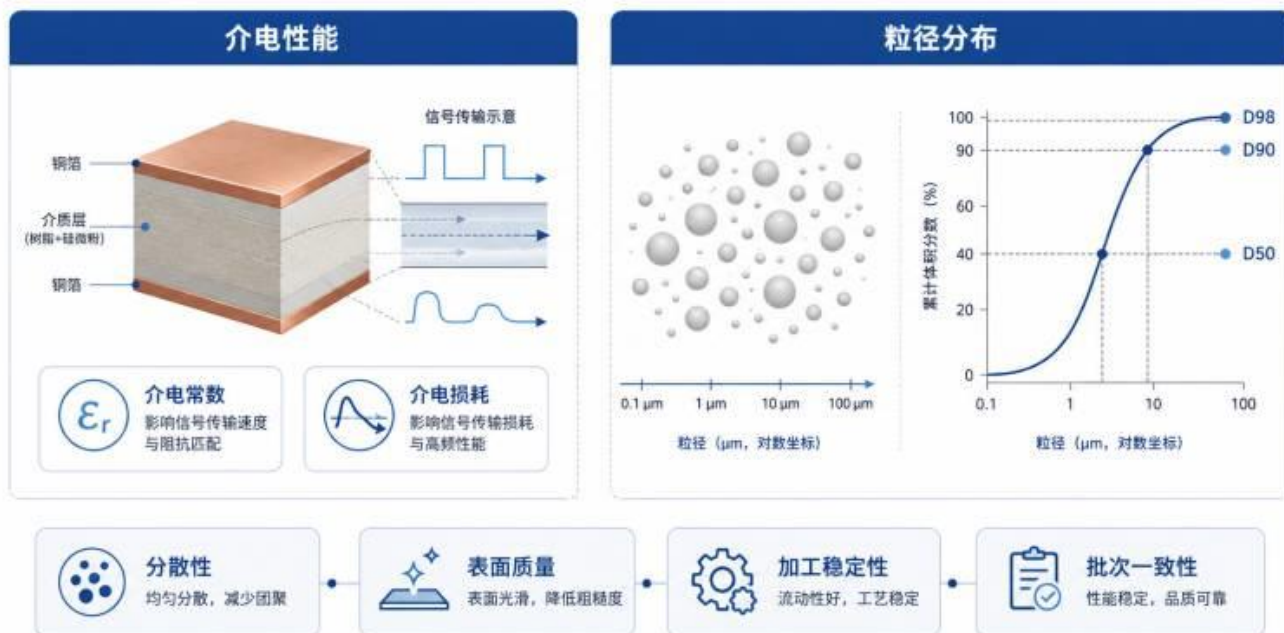


来源：松下产业电子材料官方技术页面，国金证券研究所

在 M9 配方的升级中，球形硅微粉是市场长期忽视的"第四种填料"，其从通用辅料向关键卡位材料的跃迁是低损耗材料叙事中承上启下的关键环节。硅微粉直接决定高速基板的三项核心性能：改善线性膨胀系数（CTE）以抑制高层板翘曲分层、以良好介电表现保障信号质量、以导热特性应对高功耗 GPU 散热需求；覆铜板每一代际跃迁均同步拉高硅微粉在纯度、粒度与球形度上的技术门槛。工艺路径上存在清晰的分水岭：火焰法球硅无法满足 M6 级以上高速覆铜板需求，需添加 VMC 法或化学法球硅；2022 年松下发布 Megtron 8 时其性能指标已超出 VMC 法球硅能稳定保证的范围，类载板与 IC 载板领域则需纯度、球形度接近 100% 的化学法球硅——能稳定供货的厂商越往高端越少，构成强供给壁垒。当前全球高端亚微米球形硅微粉由日本 Admatechs、Denka、Resonac 垄断，合计占据六成以上市场份额，1 微米以下超细产品近乎独家供给；国内联瑞新材、凌玮科技、雅克科技、国瓷材料等正加速突破超纯亚微米球形硅并进入头部覆铜板厂商验证阶段，认证一旦落地即对应长周期份额锁定，国产替代弹性可观。



图表2：覆铜板领域对硅微粉在降低 CTE、降低介电损耗、提高导热、高绝缘等方面的功能高度关注，对低杂质含量、超细粒度提出了远高于普通板材的要求



来源：利思特电子材料，国金证券研究所

PTFE 是低损耗材料潜在的下一代路线，其性能优势与加工难题同样突出。分子结构上，PTFE 的氟原子均匀分布于碳主链周围，分子基本不具净极性，10GHz 条件下介电常数约 2.1-2.2、介电损耗低于 0.0004，较 M9 的介电常数约 3.0-3.1、介电损耗约 0.00046-0.00050 实现代际级领先，且碳氟键约 460.5 千焦/摩尔的高键能赋予其突出化学稳定性，是突破现有碳氢树脂性能天花板的理想候选。但 PTFE 属热塑性材料，不发生交联固化反应，存在压合稳定性差、钻孔易产生毛刺、尺寸稳定性难保持等难题；其化学惰性与低表面能又使传统化学沉铜前处理难以破坏表面结构，孔金属化需借助等离子体等特殊工艺——PTFE PCB 的制造已从单纯的“材料切换”升级为“系统性工艺重构”。产业界当前讨论的方案并非整板 PTFE，而是以 PTFE 层作芯层、搭配 M9 等级半固化片提供机械支撑的混压结构，在信号完整性与工艺可行性之间寻求平衡。需强调的是，该方案尚未最终定案，能否落地取决于量产时点 PTFE 材料供给、板厂混压良率与成熟度。

图表3：PTFE 为 CCL 中损耗最低的常见聚合物

| CCL Grades - Electrical Properties |                     |           |              |                |                 |                 |
|------------------------------------|---------------------|-----------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
| CCL 等级——电性能                        |                     |           |              |                |                 |                 |
|                                    |                     | M6        | M7           | M8             | M9              | PTFE            |
| Dk @ 1 GHz                         | semicinalysis 半精液分析 | 3.34-3.71 | 3.37-3.63    | Not tested 未测试 | Not tested 未测试  | Not tested 未测试  |
| Dk @ 10 GHz                        |                     | 3.61      | 3.35-3.61    | 3.13-3.27      | 3.0-3.1         | 2.1-2.2         |
| Df @ 1 GHz                         |                     | 0.002     | 0.0015-0.002 | Not tested 未测试 | Not tested 未测试  | Not tested 未经测试 |
| Df @ 10 GHz                        |                     | 0.004     | 0.002-0.003  | 0.0016-0.0018  | 0.00046-0.00050 | <0.0004         |

来源：SemiAnalysis，国金证券研究所



将三条线索收敛，低损耗材料体系的演进呈现"性能上限拉高一工艺难度抬升一供给刚性强化"的确定性趋势，而球形硅微粉正是连接 M9 与 PTFE 两代路线的关键支点。对 PTFE 而言，纯树脂体系难以满足多层板加工要求：其低刚度与低屈服应力使钻削时孔壁易被撕裂、残留胶渣并形成毛刺；填料提供的刚度与模量可改善 PTFE 滑软质地的钻孔毛刺问题；同时硅微粉自身介电损耗低于树脂，不拖累整体损耗，但其介电常数高于 PTFE 本体，填充比例需在可制造性与电性能间权衡——PTFE 覆铜板的产业化瓶颈因此不在树脂合成，而在填料改性与配方工程，且对球硅的表面处理、分散与粒径复配工艺提出严苛要求。这意味着无论最终材料路线如何演绎，高端球形硅微粉的需求刚性都已确立：M9 时代它是用量翻倍的配方核心，PTFE 时代它是不可或缺的改性补偿。叠加全球球硅供给高度集中、认证周期漫长的供给刚性，低损耗材料链条上"代际升级抬高门槛、门槛构筑壁垒、壁垒支撑溢价"的逻辑闭环已然清晰，具备高端材料产能与工艺储备的厂商将持续享受结构性红利。

## 1.2 mSAP 工艺：线宽精度对标类载板，PCB 迈向半导体级制造

mSAP（改良型半加成法）是相对于传统减成法与半加成法（SAP）的一次工艺范式升级。其核心工艺逻辑在于：以超薄种子层替代传统覆铜基板，通过"PVD+化学镀铜"复合方案形成初始厚度仅 1—2 $\mu\text{m}$  的超薄化学镀铜层（SAP 为 2—5 $\mu\text{m}$ ），再引入差分蚀刻技术去除多余铜箔，从而将线宽/线距大幅缩减至 15—25 $\mu\text{m}$  量级，线路边缘粗糙度（Ra）控制在 1 $\mu\text{m}$  以下，线宽偏差缩小至 $\pm 1\mu\text{m}$ 。作为 SAP 工艺的升级迭代方案，mSAP 已成为高端 HDI 板、类载板（SLP）及 5G 毫米波模块的核心制造路径，其技术门槛与洁净度要求已与传统 PCB 制造形成代际差。

从工艺性能对比来看，mSAP 在精度、铜层均匀性与材料利用率三个维度均显著优于既有路线：传统减成法线宽/线距 $\geq 50\mu\text{m}$ 、材料利用率仅 50%—60%，适用于普通消费电子 PCB；半加成法（SAP）可将线宽压缩至 30—40 $\mu\text{m}$ 、材料利用率达 90%—95%，适配高端 HDI 板与服务器 PCB；而 mSAP 凭借超薄种子层与差分蚀刻的组合，不仅将精度推升至 15—25 $\mu\text{m}$  量级、材料利用率提升至 95%以上，铜层均匀性亦优化至 $\pm 3\%$ ，同时铜层抗拉强度可达 350MPa 以上，耐弯折次数较减成法提升 50%。这意味着 mSAP 的精度指标已直接对标类载板及 IC 封装基板的工艺门槛，恰好填补了传统 PCB 与 IC 载板之间的技术空白。

图表4：mSAP 在精度与材料利用率上优势显著，适配高端 AI 服务器需求

| 工艺类型         | 核心逻辑          | 线宽 / 线距能力            | 铜层均匀性            | 材料利用率      | 适用场景               |
|--------------|---------------|----------------------|------------------|------------|--------------------|
| 减成法          | 基板覆铜→蚀刻去除多余铜  | $\geq 50\mu\text{m}$ | 较差（ $\pm 10\%$ ） | 低（50%—60%） | 普通消费电子 PCB、玩具 PCB  |
| 半减成法         | 薄铜基板→电镀加厚→蚀刻  | 30—50 $\mu\text{m}$  | 一般（ $\pm 8\%$ ）  | 中（70%—80%） | 中端 HDI 板、路由器 PCB   |
| 半加成法（SAP）    | 无铜基板→化学镀 + 电镀 | 30—40 $\mu\text{m}$  | 良好（ $\pm 5\%$ ）  | 高（90%—95%） | 高端 HDI 板、服务器 PCB   |
| 改良半加成法（mSAP） | 超薄种子层→差分蚀刻    | 15—25 $\mu\text{m}$  | 优秀（ $\pm 3\%$ ）  | 高（95% 以上）  | 类载板、5G 模块、汽车高端 PCB |

来源：iPCB，国金证券研究所

mSAP 与 M9 材料体系的耦合，是其在 AI 服务器场景落地的关键。英伟达 Rubin Ultra 平台采用的 78 层正交背板及 24—32 层计算/交换板已远超传统 PCB 物理极限，必须依托 M9 级覆铜板实现 224Gbps 单通道速率下的信号完整性，同时借助 mSAP 的 15—25 $\mu\text{m}$  精细线路能力，才能在有限板面积内完成数万条差分走线的精密排布。换言之，mSAP 并非孤立的制程改良，而是与 M9 材料共同构成 AI PCB 的"技术锚点"，驱动 PCB 从单纯的互联载体向"算力封装+信号传输"双核心节点演进。

然而，mSAP 的工艺半导体化属性也重构了产业竞争壁垒。该工艺要求初始铜层厚度严格控制在 1—2 $\mu\text{m}$ ，需配置深紫外光刻（DUV）设备，曝光分辨率从传统 30 $\mu\text{m}$  提升至 10 $\mu\text{m}$ ，其洁净度标准、设备投资强度及良率控制难度已与传统 PCB 制造形成代际差。与材料端的供给瓶颈类似，mSAP 的量产能力高度集中于少数头部厂商，工艺壁垒带来的份额向头部集中、单价与毛利率双升的逻辑将持续强化。行业属性由此从劳动密集型制造彻底转向资本与技术密集型"智造"。

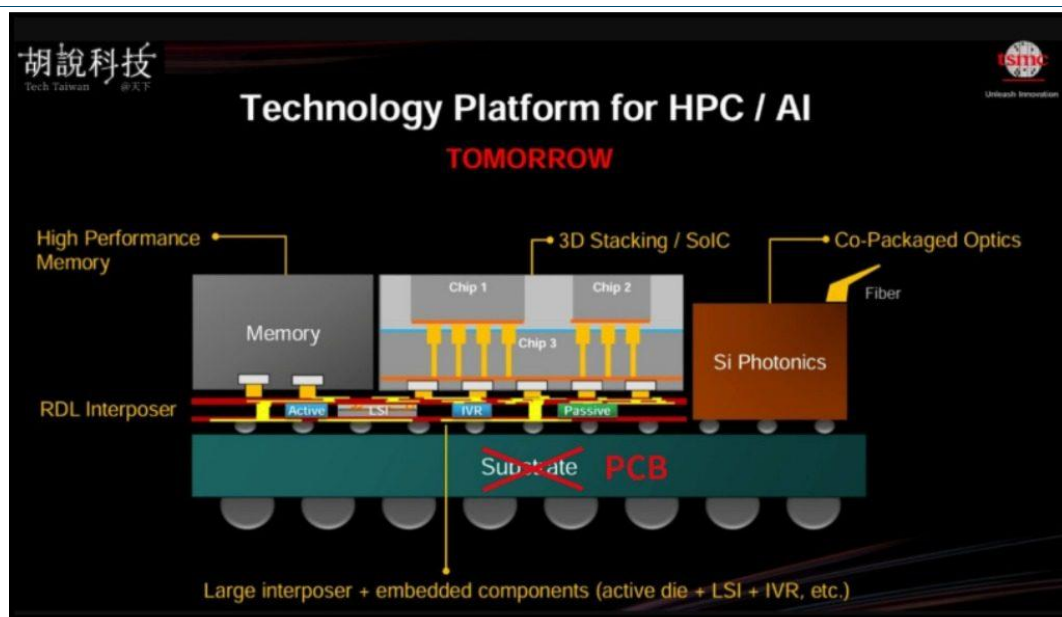
从产业演进视角看，mSAP 的战略意义在于为 PCB 打开了通往芯片级封装载体的通道。随着 CoWoP 等先进封装方案推动硅中介层与 GPU/HBM 直接集成于强化型 PCB，PCB 的线宽/线距需进一步压缩以匹配硅片的热膨胀系数与平整度要求，mSAP 由此成为 PCB 承担"芯片最后一层封装载体"功能的必备工艺前提。率先突破 mSAP 量产工艺瓶颈的头部 PCB 厂商，将完成从传统配套件供应商向高频高速互联核心节点的价值重估，充分享受层数跃升、材料代际切换及良率壁垒带来的量价齐升与份额集中双重红利。



### 1.3 CoWoP 方案：封装基板功能下沉至 PCB，强化基板承接先进封装价值增量

CoWoP (Chip-on-Wafer-on-PCB) 是 2025 年下半年开始引发业内剧烈讨论的新一代先进封装方案，其核心思路简洁却极具革命性：在传统 CoWoS (Chip-on-Wafer-on-Substrate) 方案中，芯片需依次经过硅中介层、ABF 封装基板与 BGA 焊球三级结构才能安装到主板上；而 CoWoP 方案直接去掉 ABF 封装基板与 BGA 焊球，将硅中介层 (Si Interposer) 与 GPU/HBM 组合直接安装在强化型基板级 PCB (Platform PCB) 上。换言之，强化 PCB 在 CoWoP 架构中承担了原本封装基板的全部功能——这是 PCB 与封装基板边界消失的标志性事件，标志着 PCB 从被动连接件向主动封装载体的根本性跃迁。

图表5：CoWoP 方案中，PCB 承担了原本封装基板的全部功能



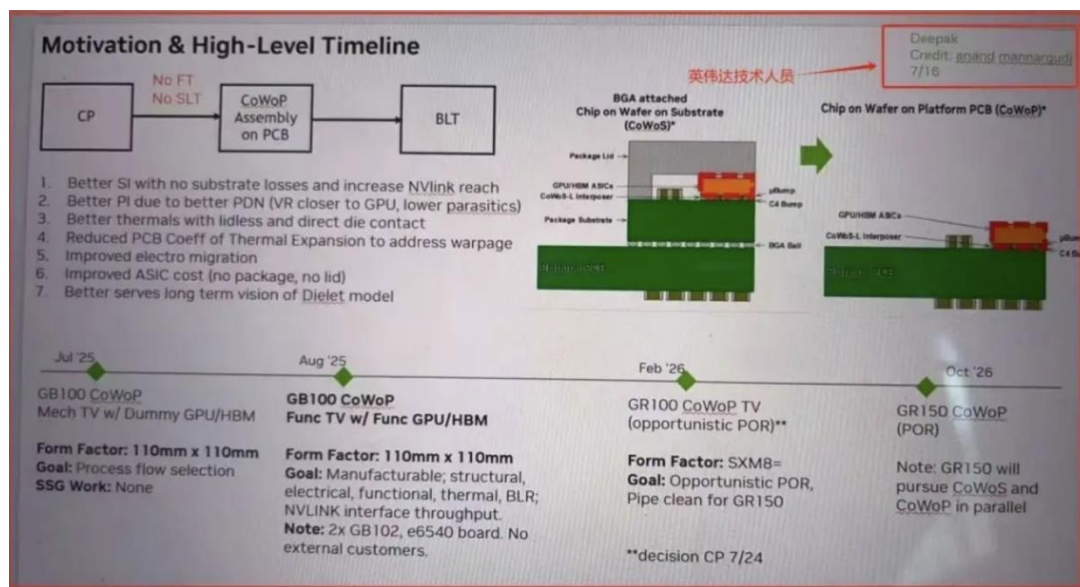
来源：global smt，国金证券研究所

从性能收益维度审视，CoWoP 相对 CoWoS 具有多重结构性优势：其一，改进信号完整性——移除封装基板缩短了信号路径，减少 NVLink 和 HBM 存储器的传输损耗，实现更远的通信距离；其二，增强电源完整性——电压调节器可放置在更靠近 GPU 芯片的位置，最大限度减少寄生电阻并提升功耗效率；其三，卓越的热管理——去除芯片盖后可直接从芯片散热，显著提升冷却性能；其四，减轻 PCB 变形——较低的热膨胀系数有助于减少高温操作下的板材弯曲和应力；其五，降低电迁移风险——更好的电流分布带来更优的长期可靠性；其六，降低 ASIC 成本——拆除芯片盖与封装基板可降低零件与组装成本。在 AI 服务器功耗与带宽需求指数级增长的背景下，CoWoP 以 PCB 为媒介实现芯片与系统的最短路径互联，可支撑更高速率互联。

CoWoP 带来的价值量跃升是结构性的。为 CoWoP 方案配套的 PCB 单颗 GPU 价值量高达 600 美元，是当前 GB200 平台 PCB 方案（约 200 美元）的三倍；胜宏科技 2026 年 5 月官方调研纪要亦明确，CoWoP 技术需同时具备高阶 HDI 和 mSAP 工艺能力，预计相关产品价值量将有较大幅度提升，未来高端 PCB 产品的 ASP 将发生成倍甚至指数级别的增长。从市场规模看，预计 2027 年 CoWoP 将形成超过 6 亿美元的市场空间，2028 年更将飙升至 20 亿美元以上。台积电已在其 System Technology Optimization program 中明确将 CoWoP 列为未来演进方向，通过将硅中介层与 GPU/HBM 直接集成于强化型 PCB，使 PCB 首次承担先进封装基板功能，实现品类从主板、背板向封装级载板的跨越。Digitimes 的报道进一步显示，NVIDIA 正在研究在其下一代 AI 显卡中采用 CoWoP 的 PCB 封装方案。台积电与英伟达两大产业链龙头的共同布局，凸显 CoWoP 作为 PCB“半导体化”关键载体的战略重要性，率先卡位该技术的厂商有望充分享受 ASP 跃升与品类扩张的双重红利。



图表6: NVIDIA 正在研究下一代 AI 显卡采用 CoWoP 的 PCB 封装



来源: Tweak town, 国金证券研究所

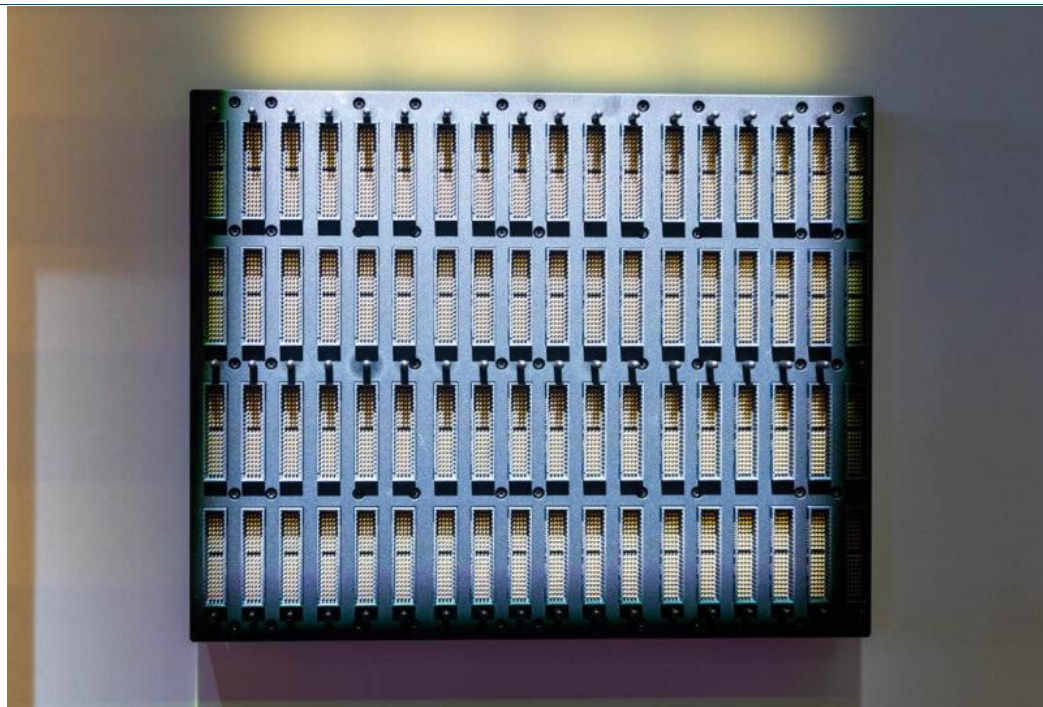
然而, CoWoP 工艺对 PCB 物理性能提出了半导体级的严苛要求, 直接抬升了行业竞争壁垒。由于硅芯片与 PCB 直接键合, PCB 需具备极低的热膨胀系数、极高的平整度以及与硅片匹配的介电特性, 层间对位精度与线宽线距须向先进封装看齐, 这要求制造商必须具备接近半导体级别的过程控制能力。这一技术变革的深层产业含义在于: PCB 厂商由此得以承接原属封装基板环节的价值增量, 实现从系统互联载体到芯片最后一层封装载体的产业链位势抬升。当前英伟达 NVLink-C2C 技术已支持从 PCB 级集成到硅中介层及晶圆级连接的扩展路径, 而 CoWoP 在此基础上进一步将晶圆级封装直接下沉至 PCB 层面, 行业属性由传统电子制造向技术密集型高端制造跃迁。

#### 1.4 正交背板: 78 层超高多层替代铜缆互联, PCB 跃升机架级核心载体

随着单机柜内需支持多达数百颗 GPU 的全互联, 传统的可插拔铜缆和光模块在弯曲半径、连接器占位和散热风道上正面临瓶颈。为了在有限空间内实现计算托盘 (Compute Tray) 与交换托盘 (Switch Tray) 的高密度部署, 业界开始探索将原本依赖线缆的高速通道固化为板级互联——这相当于把一台 AI 服务器的机架级互联, 从灵活的“线”升级为高度集成的“板”。英伟达为此展示了一种新的中翼设计, 通过内部连接实现 18 列和 4 排的走线布局, 为后续正交背板的工程落地奠定了架构基础。



图表7：通过内部连接，NVIDIA 展示了一种新的中翼设计，其共有 18 列和 4 排连接线



来源：ServeTheHome，国金证券研究所

正交背板是 Rubin Ultra 最具产业意义的工程创新之一，也是 PCB"半导体化"的标志性事件。据台积电披露，Rubin Ultra 在全新的 Kyber 机柜架构中引入正交背板，通过 78 层 M9 级 PCB 实现 GPU 与 NV Switch 的互连，彻底取消了连接 NVLink 交换机和计算刀片的线缆卡带，替代数万根铜缆，支撑更高密度的单机柜算力集成。从加工端看，为支撑前所未有的集成密度，M9 级高端 PCB 材料、100 微米微通道冷板以及金镀层防腐工艺成为标配。这一变革使得 PCB 层数从传统服务器的 10 层左右跃升至 20 层以上，并在 Rubin Ultra 中达到 78 层的超高多层设计，标志着 PCB 首次从板级组件跃升为机架级核心互联载体。



图表8: NVIDIA Rubin NVL576 机架取消了连接 NV Link 交换机和计算刀片的线缆卡带



来源: Serve The Home, 国金证券研究所

正交背板对 PCB 价值量的拉动效应显著。Rubin Ultra 的正交背板采用 70 层以上超高多层设计, 使用 M9 级覆铜板, 在层间对位精度、阻抗一致性、散热设计等方面远超常规产品, 将带动单板价值量大幅提升。从产业逻辑看, 过去十年 AI 硬件的核心竞争是“单卡算力”, 而下一个十年的核心竞争已悄然转向“全系统互联带宽”——正交背板正是这一竞争维度切换在物理层面的直接产物, PCB 由此成为决定 AI 系统算力释放效率的关键瓶颈环节。从需求端看, 高盛预测 2025 至 2030 年 AI 服务器需求将增长约 4.3 倍, PCB/CCL 等关键材料的供需失衡将延续至 2027 年甚至更久, 支撑高端 PCB 价值量持续上行。

### 1.5 二三线 PCB: 一线产能锁定高端供给缺口, 订单外溢与提价兑现景气传导

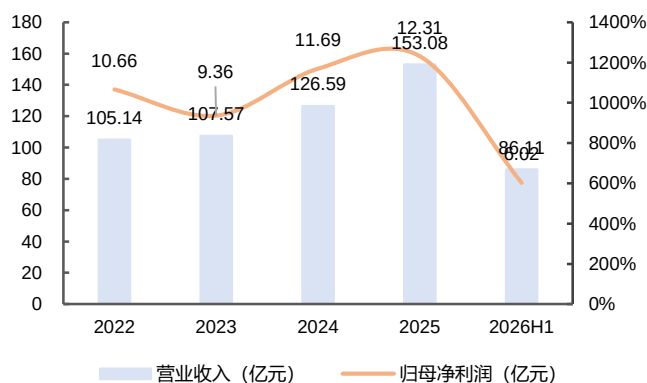
技术升级确立高端化主线, 二三线厂商迎来“溢出式”景气窗口。前文对 M9 材料、mSAP、CoWoP、正交背板四大技术路线的梳理表明, AI 服务器 PCB 已跃迁为半导体级精密制造。头部企业加速扩产: 2025 年 9 家头部 PCB 企业资本开支达 267 亿元, 同比增长 111%; 2026 年一季度达 125 亿元, 同比增 182%, 产能与研发资源被 M9/Q 布/HVLP4 等高端工艺全面锁定。我们认为, 这一格局恰恰构成了二三线 PCB 厂商本轮高景气的起点——一线产能“优先进军高端”导致中高层数、车规级、通用 HDI 产能出现供给缺口, 行业景气向二三线厂商传导。



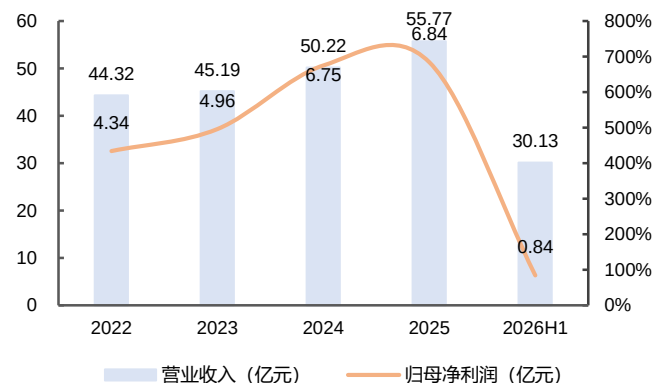
高景气的第一层传导逻辑是“龙头产能瓶颈→订单外溢→二三线产能利用率被动拉满”。以世运电路为例,公司在 2026 年半年度业绩预告中明确表示“在手订单饱满,产能利用率维持高位”,并针对成本压力全面启动价格传导,已制定年内第三次提价计划并于 7 月陆续执行,泰国工厂已进入量产阶段;公司在上证 e 互动平台进一步回应称“不存在后续生产能力不足的情况”,鹤山五厂高端产能与泰国基地构成海内外双基地交付保障。景旺电子的数据同样验证了这一逻辑:2025 年公司 AI 服务器 PCB 产品“经过多年蓄势后规模出货”,带动全年营收达 153.08 亿元、同比增长 20.92%。二三线厂商的产能利用率与订单能见度,本质上是一线厂商交付周期的“镜像指标”。

值得注意的是,2026 年上半年二三线 PCB 厂商普遍呈现“收入高增、利润承压”的错位特征:景旺电子上半年营收 86.11 亿元、同比增长 21.37%,但归母净利润 6.02 亿元、同比下降 7.38%;世运电路上半年实现营业收入 30.13 亿元、同比增长 16.84%,但归母净利润仅 0.84 亿元、同比大幅下降 78.11%,公司归因于铜、金、树脂、玻璃纤维布等原材料价格大幅快速上涨推高成本,而 PCB 行业向下游的价格传导存在生产交付周期带来的客观时滞。我们认为这一“剪刀差”恰恰构成二三线厂商的利润蓄水池——随着世运年内第三次提价 7 月落地、景旺与客户充分协商提价及订单结构优化,提价效应与经营改善成果将自 2026 年下半年起快速释放,中报利润底大概率为全年盈利的底。

图表9: 2022-2026H1 景旺电子营收数据



图表10: 2022-2026H1 世运电路营收数据



来源: Ifind, 国金证券研究所

来源: Ifind, 国金证券研究所

PCB 新路线的产业化,正在重塑二三线厂商的竞争位阶。如前文所述, AI 硬件对 PCB 提出了 M9 级材料、mSAP 精细线路、CoWoP 封装一体化与正交背板架构的全新要求,而二三线厂商中已有一批完成“卡位”者:世运电路“芯创智载”项目采用高层高阶 HDI 嵌埋工艺,将芯片直接嵌埋至 PCB 板内实现封装一体化,2026 年一季度已建成嵌埋 PCB 中试线承接小批量需求,精准对应新一代 LPU 芯片垂直供电的架构需求;景旺电子 GPU 高阶 HDI 板、新一代 AI 高速 PCB 已实现量产,新增 mSAP 产线完成调试后大批量产能落地,2026 年二季度 800G 及以上速率光模块 PCB 收入环比增长近 1500%,公司高阶 HDI 工厂按计划进度投产,全部达产后预计形成 80 万㎡高阶 HDI 年产能,为公司在 AI 算力高阶 HDI 领域的订单放量做好产能准备;奥士康则依托“超大排版”生产技术(人均产值 92.31 万元/年)及肇庆、益阳、泰国三基地布局,推进高多层及 HDI 募投项目建设。火箭链式的验证壁垒逻辑在 PCB 行业同样适用——高端产能的认证周期长、切换成本高,率先完成新路线中试与量产的二三线厂商将享受类似“先入轨经验”的马太效应。

图表11: 2025 年部分 PCB 厂商人均产值情况

| 项目          | 奥士康   | 景旺电子   | 世运电路  | 胜宏科技   | 崇达技术   |
|-------------|-------|--------|-------|--------|--------|
| 营业收入 (亿元)   | 55.3  | 153.08 | 55.77 | 192.92 | 75.44  |
| 员工人数 (人)    | 5991  | 20680  | 7526  | 17989  | 7174   |
| 人均产值 (万元/人) | 92.31 | 74.02  | 74.10 | 107.24 | 105.16 |

来源: Ifind, 奥士康可转债跟踪评级报告, 国金证券研究所

股权激励目标与扩产潮,为二三线高景气提供了“可验证”的锚。景旺电子 2026 年股票期权与限制性股票激励计划(草案)设定公司层面业绩考核目标为 2026-2029 年营收目标值 190/240/300/370 亿元、净利润目标值 22/27.44/38.97/55.34 亿元,对应 2026 年营收、净利



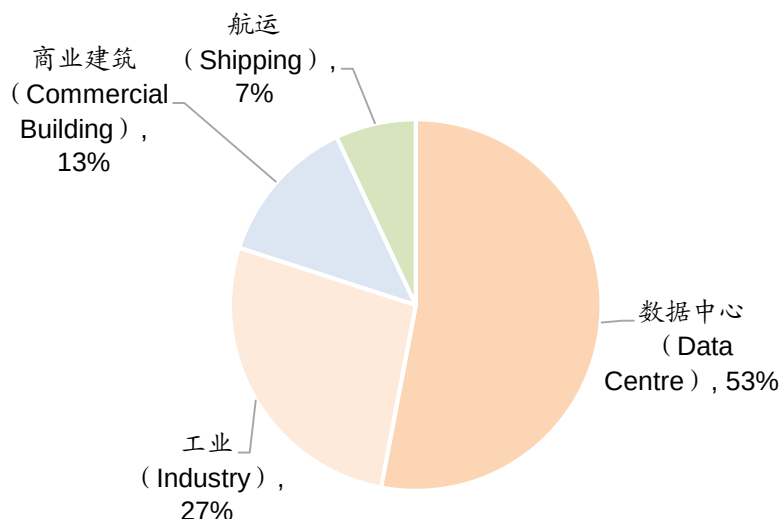
目标较 2025 年实际值分别提升约 24%和 77%，管理层"对行业及公司未来发展充满信心"。供给端，截至 2026 年 6 月中旬，年内 A 股已有 13 家 PCB 制造企业发布扩产公告，规划投资总额近 590 亿元，且高度集中于高阶、高多层、高频高速、HDI 等高端产能；出海维度，泰国已成为中资 PCB 厂产能外溢的集中承接地，世运泰国基地量产爬坡、奥士康泰国基地投产、景旺亦通过 A+H 双重上市拓宽融资渠道。2025 年新建项目预计 2026 年下半年陆续投产，2026 年启动项目产能释放主要落在 2027-2028 年，扩产节奏与需求放量节奏总体匹配。

## 二、电源：SOFC 起量正当时，首推卡位"材料咽喉"的先导基电

### 2.1 SOFC：AI 缺电重塑电源范式，短交期自备电源迎来加速时刻

Token 算力需求进入非线性增长阶段，数据中心用电需求持续超预期上修。据 IEA 最新测算，全球数据中心用电量有望从 2025 年的约 485TWh 增至 2030 年的约 950TWh，其中 AI 专用数据中心用电量同期增长约三倍；EPRI 预计美国数据中心用电占全国发电量比例将从 2023 年的约 4%升至 2030 年的 9%。需求高增下美国电力系统紧平衡已现：2026 年 7 月 PJM 电网负荷一度冲高至 168 吉瓦、打破近 20 年来的历史纪录，其中 7 月 2 日下午 5 点至 6 点间的瞬时峰值负荷约 162.7 吉瓦，已逼近 2006 年 8 月创下的 165.563 吉瓦历史峰值；同期北弗吉尼亚（全球最大数据中心集群所在地）现货批发电价一度突破 2,500 美元/兆瓦时，为正常运行状态电价（约 40 美元/兆瓦时）的 60 倍以上。

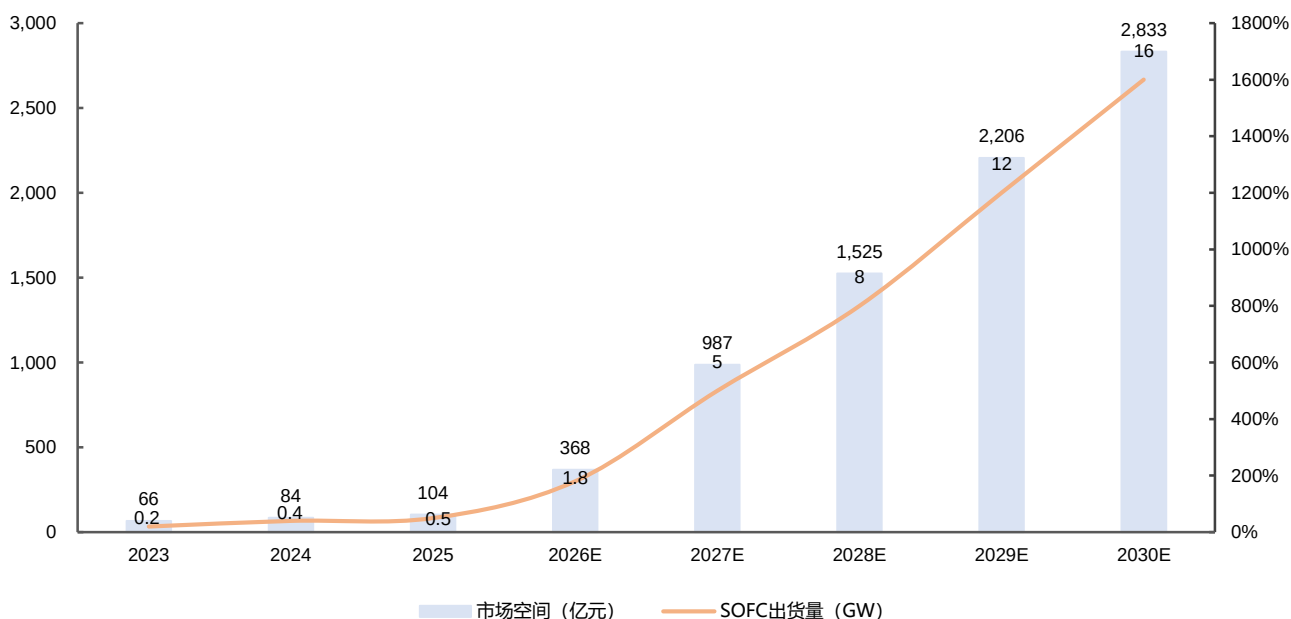
图表12：2030 年终端对 SOFC 的需求有望达到 22GW



来源：格隆汇，国金证券研究所



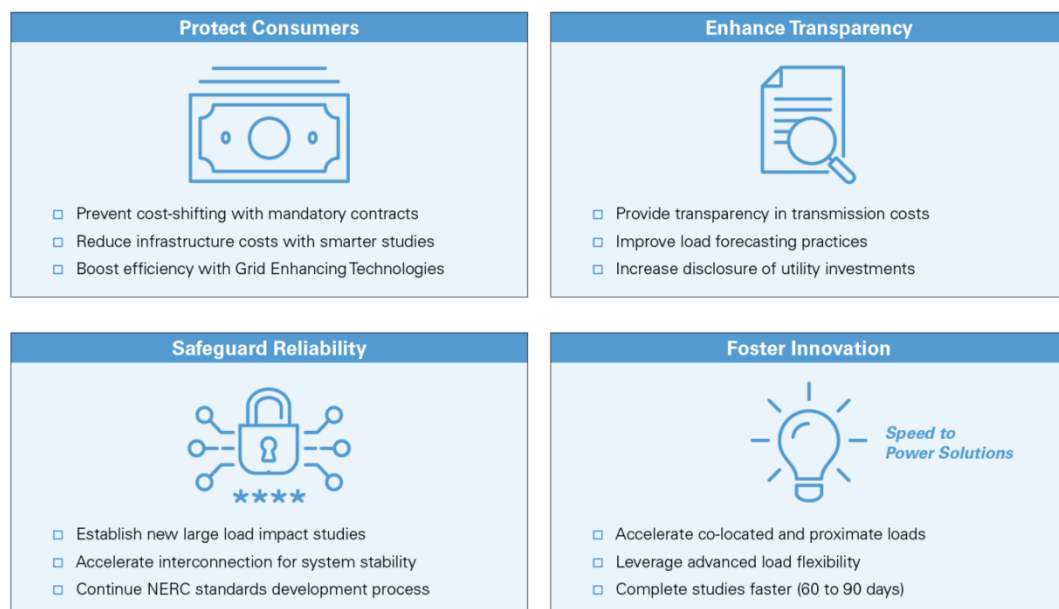
图表13: 数据中心用 SOFC 出货量及市场空间预测



来源: 格隆汇, 国金证券研究所

紧供需格局之下, "并网慢"成为数据中心落地的第一约束, "自己找电"成为政策鼓励方向。据美国劳伦斯伯克利国家实验室 (LBNL) 统计, 美国并网排队容量已超 2,600GW、项目从排队到投运的中位等待时间约 5 年, PJM 区域 2025 年投运项目的平均并网周期更长达约 8 年。政策端, 2026 年 6 月 18 日 FERC 正式向六大区域电网运营商发出"说明理由或改革"命令, 要求 60 天内 justify or reform 大负荷并网规则, 并明确支持负荷与电源共址 (co-location) 及表后自备电源 (behind-the-meter) 模式以提升 speed-to-power。

图表14: FERC 应对措施四个支柱



来源: WHITE&CASE, 国金证券研究所

电网远水难解近渴, SOFC 凭借"短交期+模块化+低排放"精准卡位 time-to-power 诉求。以 Bloom Energy 为例, 其为 Oracle 数据中心交付的燃料电池系统从开工到供电仅用时 55 天, 较既定的 90 天目标提前超过一个月, 该示范项目直接推动 Oracle 将双方合作扩大至最高 2.8GW。经济性方面, 大而美法案 (OBBBA) 明确燃料电池项目在 2025 年 12 月 31 日后开工仍可享受 30% 投资税收抵免 (ITC), 且不再设置排放门槛, 天然气 SOFC 无需切换绿氢即可获得全额补贴, 成为 IRA 框架下少数获政策强化的技术路线。



更值得注意的是, SOFC 原生直流输出与下一代数据中心供电架构天然协同。NVIDIA 于 8 月 11 日公布新的 800 VDC (800 伏直流) 落地路径, 把这套供电架构从路线图推进到可部署阶段。具体节奏分三步: 2026 年下半年, 兼容 MGX 的 800 VDC power rack 到来, 可直接接入现有 AC 数据中心; 2027 年, row power center 通过顶部 800 VDC 母线为整排机架供电, 单排最高支持约 2 MW; 更长期来看, 目标是 facility-scale DC power block, 从中压电网直接转换到 800 VDC。这套架构不是 NVIDIA 单独推进。NVIDIA、Google、Microsoft 已通过 OCP (开放计算项目) 共同制定相关规格, LVDC 固态变压器规格已推进到 v0.3, 目前有 80 多家设备与基础设施企业参与。燃料电池通过电化学反应直接产生直流电, 相较燃机、内燃机"旋转发电-AC 输出-整流"路径可减少交直流转换环节, 应用空间随 800VDC 架构落地持续打开。

## 2.2 BE 链: 订单兑现逻辑下, 沿价值量拆解把握确定性环节

订单与产能的双重锚定下, Bloom Energy (BE) 产业链进入订单兑现窗口。公司为全球 SOFC 绝对龙头, 产能规划从 1GW 扩至 5GW——2026 年底达到 2GW 年产能、官方目标 2030 年 5GW, 在手订单超过 200 亿美元。订单结构上, 截至 2025 年底公司在手订单总额约 200 亿美元, 其中产品端约 60 亿美元 (对应约 2GW 装机); 2026 年上半年公司新签 AEP 900MW 期权、Oracle 首期 1.2GW、Nebius 328MW 供电协议等多笔大单, 合计产品订单金额超 80 亿美元、对应装机容量约 2.4GW, 已超过 2025 年底产品在手订单容量。业绩端, 2026Q2 公司实现收入 10.65 亿美元、同比增长 166%, 全年收入指引上调至 39-42 亿美元; 此前 2026Q1 收入 7.51 亿美元、同比增长 130%, 亦大超市场预期。我们认为, BE 从 1GW 向 5GW 扩产的确定性, 为整条供应链提供了订单兑现的基础。

图表15: 进入 2026 年, BE 订单加速态势进一步强化

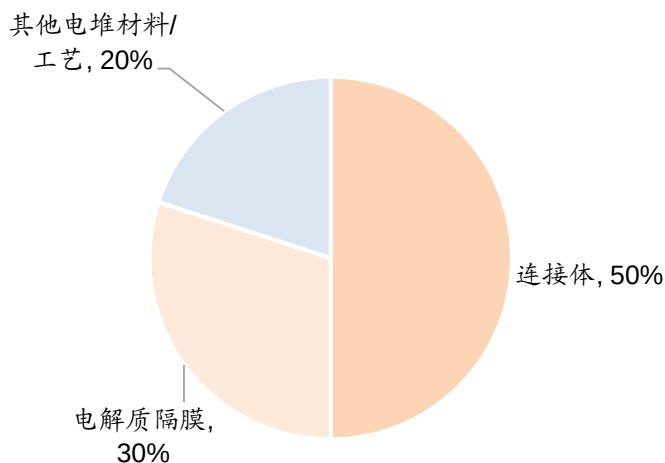
| 时间              | 客户         | 订单内容                                                                           | 金额/规模           | 计入在手订单规模                                 |
|-----------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------|
| 2026 年 1 月      | AEP        | 行使期权, 从 100MW+900MW 框架中正式采购 1GW (首期 100MW 已交付, 剩余 900MW 期权 (约 26.5 亿美元) 已正式行使) | ~26.5 亿美元       | 900MW                                    |
| 2026 年 4 月      | Oracle     | 扩大合作, 最高采购 2.8GW, 首批已签约 1.2GW                                                  | 框架协议            | 1.2GW                                    |
| 2026 年 5 月      | Nebius     | 首个美国项目, 装机容量 328MW                                                             | 26 亿美元 (10 年电费) | 328MW                                    |
| 2026 年 6 月 30 日 | Brookfield | 将 AI 基础设施融资框架从 50 亿美元扩大至 250 亿美元                                               | 框架协议            | 不计入在手订单, 待 Brookfield 逐步下单后计入 (对应 1.8GW) |
| 合计              | —          | 2026 年以来累计意向规模已超 4GW                                                           | 超 300 亿美元       | 2.43GW                                   |

来源: Bloom Energy, Dolphin Research, 国金证券研究所

沿价值量拆解, 电堆是 SOFC 系统中价值量最高、技术壁垒最深的核心部件, 其中电解质隔膜片因认证周期长、供给集中度高, 是壁垒最高的细分环节之一。三环集团自 2004 年起布局 SOFC 隔膜片与单电池研发, 与 Bloom Energy 建立长期合作关系、是其燃料电池隔膜片主要供应商; 据公司港股招股书, 按 2025 年收入计三环集团 SOFC 隔膜片全球市场份额排名第一。连接体方面, 上游金属铬材料尤为关键: 振华股份为全球铬盐龙头, 已与 Bloom Energy 供应链建立稳定合作关系。



图表16：电堆成本拆解

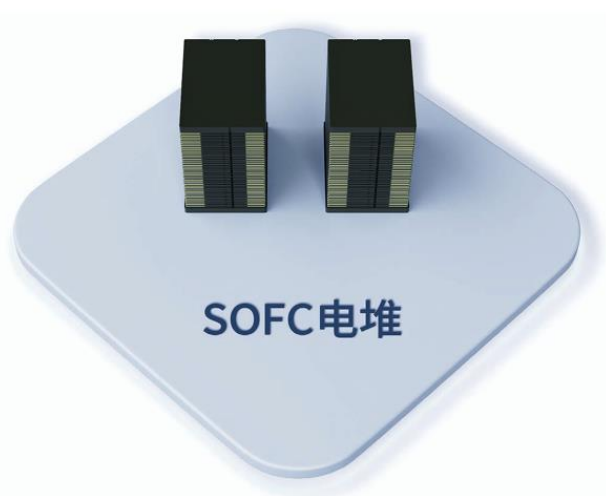


来源：格隆汇，国金证券研究所

图表17：三环集团 SOFC 隔膜片



图表18：三环 SOFC 电堆



来源：三环集团港股招股说明书，国金证券研究所

来源：三环集团港股招股说明书，国金证券研究所

除电堆外，系统辅助设备（BOP）涵盖热区换热、重整、温控、传感与电力电子等全部辅机，器件种类多、配套关系粘性强，部分细分部件竞争格局优于电堆，同样是价值量与业绩弹性兼备的关键环节。磁性器件方面，京泉华在业绩说明会确认与 BE 的 SOFC 合作、主要为客户提供磁性器件相关配套产品，公司亦在互动平台回应其为发电设备客户供应磁性元器件类产品。供电线束方面，壹连科技已正式供货 Bloom Energy、向其提供 SOFC 特种线束。

值得注意的是，高壁垒环节供给或难以快速跟随 BE 扩产节奏：电解质隔膜片需做到微米级超薄并依靠高精度陶瓷烧结工艺，同时须通过高温环境下的长期寿命验证，认证周期长、供给集中度高，是扩产周期的关键约束环节；其产品材质为钌稳定氧化锆，钌资源供给高度集中，构成产业链最上游的资源瓶颈。我们认为，在“订单确定性×供应份额×单 GW 价值量”框架下，直接供货环节（三环集团、振华股份、京泉华、壹连科技）已具备较高确定性；而进一步向上游延伸，具备关键材料自供能力的厂商在当前的贸易环境下稀缺性凸显。

### 2.3 先导基电：稀散金属平台卡位 SOFC“材料咽喉”，并购先导微电子打开成长空间

2026 年 7 月，做空机构 Hunterbrook 发布报告直击 BE 供应链软肋：若 BE 实现 5GW 年产

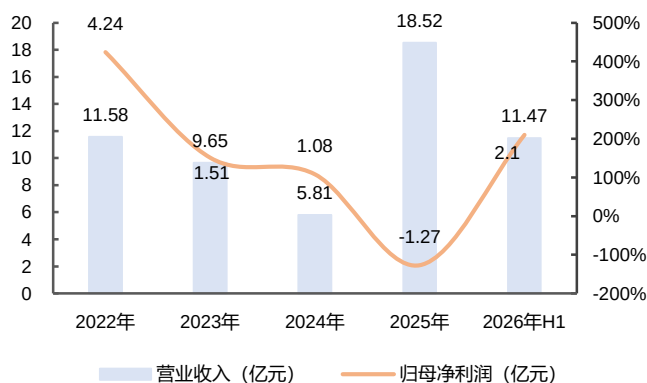


能，仅其一家每年就需要约 220 吨氧化钪，而全球氧化钪年供应总量预计仅约 240 吨、年需求总量约 310 吨。BE 随后强硬回应称，公司氧化钪供应充足，现有供应链具备支撑每年 25GW 燃料电池产能的充分可视性。多空分歧恰恰印证：氧化钪已成为 SOFC 产业链弹性最大、话语权最强的“材料咽喉”，谁能稳定供给氧化钪，谁就握住了 BE 扩产的命门。

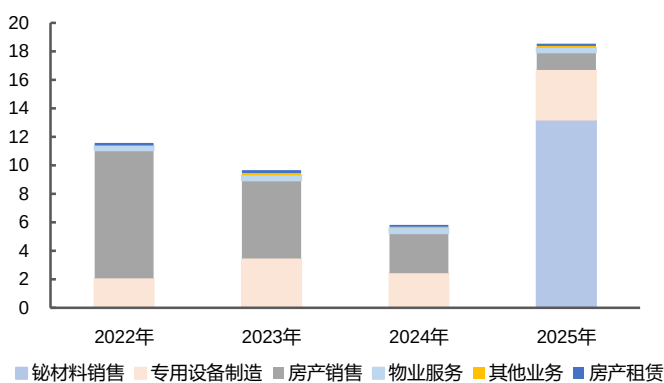
先导科技集团 1995 年起家于稀土金属业务，2024 年营收达 400 亿元、员工超 1 万人、业务网点遍布全球 17 个国家，是国家级高新技术企业集团，旗下拥有两家上市公司；2025 年 5 月集团再投资 50 亿元在上海临港新建集成电路核心零部件及系统总部基地。三十年深耕形成“矿源—提纯—深加工—应用”的稀土金属全产业链，期间公司连续收购湖南诚元、韩国 LANXESS 旗下 MO 源业务等，向泛半导体材料持续延伸。更关键的是资源端：先导科技集团自有镓、锗、铟等稀缺矿源且产量全球领先，并为上市公司提供材料、核心零部件、高端装备、应用设计的全方位解决方案。在氧化钪提纯工艺高度依赖湿法冶金与萃取技术的背景下，具备稀土金属回收提纯基因的平台型厂商稀缺性凸显——先导系正是 A 股最稀缺的“资源+提纯”一体化标的。

先导基电是先导科技集团旗下核心 A 股平台。公司前身万业企业原以房地产为主业，2024 年 11 月先导科技集团成为实控人后全面转型半导体；2025 年 10 月股东大会审议通过更名为“上海先导基电科技股份有限公司”，经营范围全面聚焦集成电路芯片、电子专用设备与新材料；2025 年公司营收同比增长 218.50%，战略转型成效显现。业务端：钼材料方面，2025 年公司钼业务实现收入 13.20 亿元、占整体营业收入 71.27%，产能与销量逐季爬升；半导体设备方面，旗下凯世通为国内离子注入机龙头，低能大束流离子注入机客户已突破 12 家、累计交付设备超 40 台，此外公司为全球第二家实现-100℃超低温离子注入机量产的公司；凯世通 2025 年交付及验收创新高，2026 年一季度已向头部客户交付新产品复购订单。3 月发布的 Hyperion 先进制程大束流离子注入机已交付客户验证。

图表19：2022-2026H1 先导基电营收及利润情况



图表20：2022-2025 先导基电分业务营收情况



来源：Ifind，国金证券研究所

来源：Ifind，国金证券研究所

图表21：凯世通提供多系列产品，主要服务于先进逻辑、先进存储、功率器件、CIS 图像传感器等应用领域



来源：先导基电 2025 年年报，国金证券研究所

外延并购持续兑现“平台化”逻辑。2026 年 7 月，公司公告拟以 20 亿元现金增资广东先导微电子、取得其 50.63%股权并实现控股并表；先导微电子是国内极少数贯通“稀土金属资源—高纯



提纯一半导体材料"全产业链的厂商，业务覆盖存储前驱体、化合物衬底、高纯金属、电子特气四大板块。交易定价具备安全边际：标的投前估值 19.5 亿元，低于其 2025 年 12 月 A 轮融资投后估值 21.805 亿元。公司通过"外延并购+产业整合"战略性布局半导体设备上下游，持续寻找优质资产进行横向并购与纵向整合，并依托先导科技集团的资源优势打造综合性半导体设备及材料平台。我们认为，先导基电作为集团稀散金属与半导体材料资产的证券化主平台，后续承接集团 SOFC 相关材料资产的想象空间值得期待。

图表22：分产品看，先导微电子多品类增长动力清晰

| 产品           | 2025 年收入 (万元) | 占比     | 2026 年 1-4 月 (万元) | 占比     |
|--------------|---------------|--------|-------------------|--------|
| 四氯化锑         | 19,918.27     | 22.75% | 4,438.64          | 14.23% |
| 镓 (含高纯镓)     | 17,367.51     | 19.84% | 6,577.81          | 21.09% |
| 砷化镓          | 12,803.09     | 14.62% | 5,381.81          | 17.26% |
| 氧化镓          | 11,946.45     | 13.65% | 3,672.41          | 11.78% |
| 特气 (含锗烷)     | 5,123.91      | 5.85%  | 4,468.59          | 14.33% |
| MO 源 (含三氯化镓) | 4,210.31      | 4.81%  | 1,337.16          | 4.29%  |

来源：财联社，国金证券研究所

### 三、磷化铟：光通信上游紧缺物料，工艺壁垒铸就供给刚性

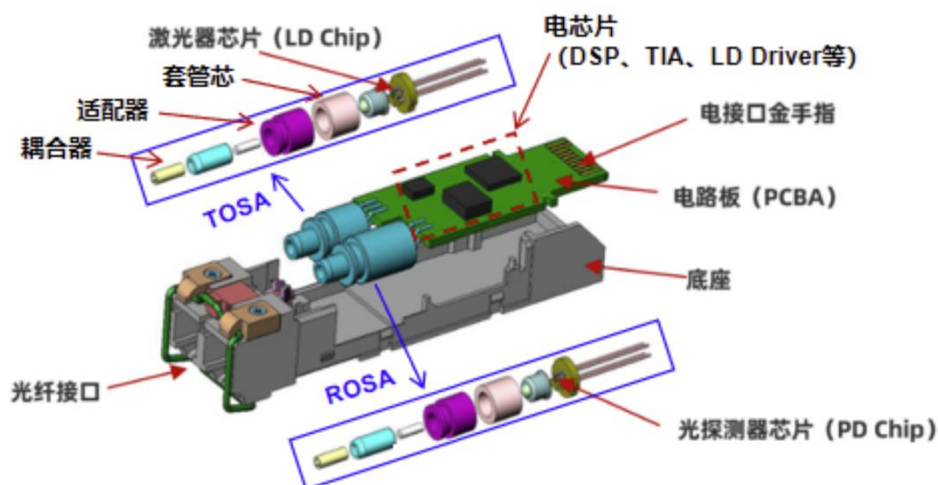
#### 3.1 磷化铟是什么：直接带隙精准匹配通信窗口，光通信有源器件的材料平台

磷化铟的材料定位：直接带隙与高迁移率决定其光电器件平台属性。磷化铟 (InP) 是由铟与磷组成的 III-V 族化合物半导体，在材料谱系中与砷化镓同属第二代半导体材料，其核心价值在于物理特性与光通信需求的精准匹配：磷化铟是目前唯一能同时满足四大条件的半导体：直接带隙 (电光转换效率高)、波长精准匹配 (1310/1550nm, 在光纤损耗最低的黄金窗口)、超高电子迁移率 (支持 100GHz 以上信号)、以及与外延材料天然晶格匹配 (可在同一衬底上集成激光器、调制器、探测器)。与硅的间接带隙导致发光效率极低不同，InP 的导带底与价带顶位于同一晶格动量位置，电子-空穴复合无需声子补偿，通过在其上外延 InGaAsP/InGaAlAs 合金作为有源区，发光波长可精准“拉伸”至通信窗口，这一特性使其成为当前唯一能同时满足直接带隙、波长匹配、超高迁移率与外延晶格匹配四大条件的量产衬底材料。

从衬底到模块，InP 位于光芯片上游且贯穿收发两端。从产业链分工看，InP 衬底经外延生长后形成光芯片，再组装为光组件与光模块，其中发射端以 CW、DFB、EML 等边发射激光器芯片为主，接收端以 PIN、APD 探测器芯片为主，均生长在 InP 衬底之上。以 EML 为例，其结构本质是将 DFB 激光器与电吸收调制器 (EAM) 单片集成于同一 InP 衬底上，实现发光与调制的片上合一；一只完整光模块则由光发射组件 (TOSA: 激光器+Driver 驱动芯片)、光接收组件 (ROSA: PD 探测器+TIA 跨阻放大器) 与控制单元 (DSP、MCU、PMIC 等) 构成。



图表23：传统光模块的内部结构



来源：腾讯云开发者社区，国金证券研究所

可插拔、NPO、CPO 改变的是集成位置，而非光源需求本身。随着单通道速率向高速率迈进，传统可插拔方案中电信号需沿 PCB 传输十几厘米，高频衰减与功耗同步恶化，产业界由此沿“可插拔→NPO→CPO”路径推进光引擎向 ASIC 靠近：NPO 将光引擎与交换芯片分置于同一块 PCB 基板上，作为过渡形态保留可维护性；CPO 则将光引擎与交换芯片共封装于同一基板，电信号传输距离缩短至 50mm 以内、信道损耗控制在 7dB 以内，3.2T CPO 方案功耗约 18W，一台 51.2T 交换机采用 CPO 后整体功耗可降低 77%以上。需要强调的是，硅光光引擎本身不能发光，激光器是光链路中最怕热、最易老化失效的部件，若封装进 CPO 封装内则单点故障将导致整颗光引擎下线，因此行业共识是采用外置激光源（ELS）方案，将 CW 激光器做成前面板可插拔模块，通过保偏光纤向封装内光引擎馈光。

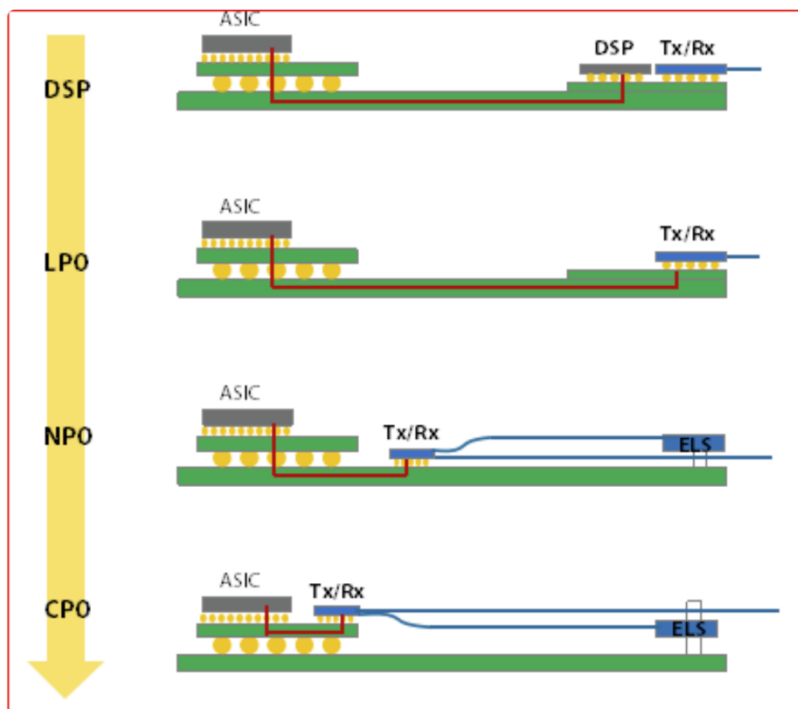
图表24：各光模块技术的对比

| 技术对比    | 速率（单位：bps）                    | 功耗 | 传输距离  | 成本 | 产业成熟度 |
|---------|-------------------------------|----|-------|----|-------|
| 传统技术    | 100G/200G/400G/800G, 1.6T开始商用 | 高  | >10km | 高  | 高     |
| LPO线性直驱 | 400G/800G                     | 较低 | <500m | 较低 | 中     |
| LRO线性接收 | 400G/800G                     | 中  | <500m | 中  | 低     |
| NPO光电协同 | 3.2T/6.4T，拆分支持多个 400G/800G    | 低  | <2km  | 低  | 低     |
| CPO光电一体 | 3.2T/6.4T，拆分支持多个 400G/800G    | 最低 | <2km  | 最低 | 较低    |

来源：中兴通讯《数据中心光模块的演进》，国金证券研究所



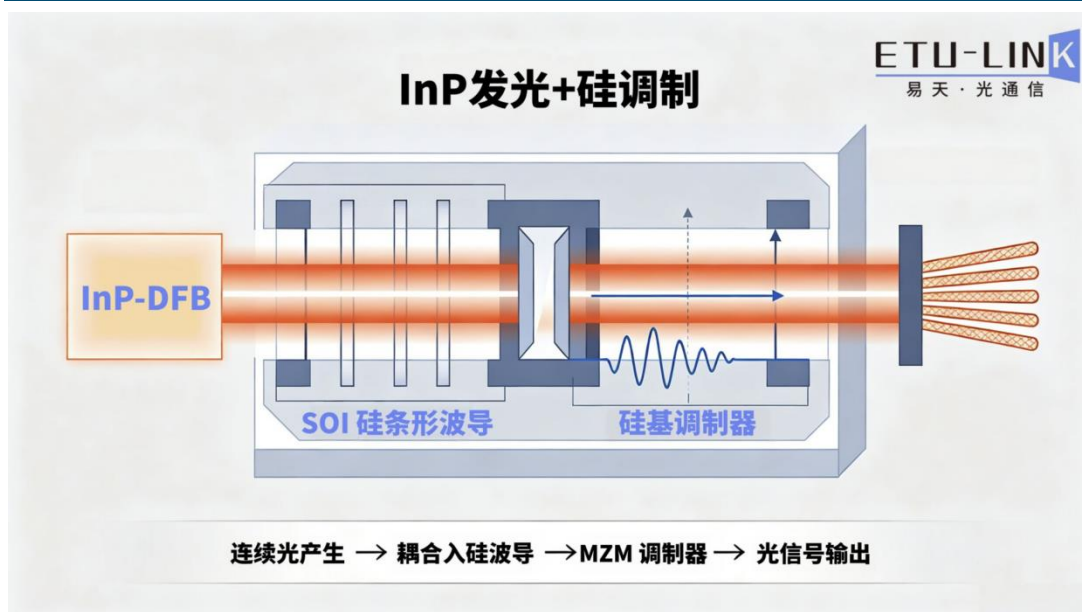
图表25：光模块技术路线演进



来源：eefocus，国金证券研究所

调制与探测面临分流，激光增益仍是 InP 的“锚”。各类新型材料对 InP 的冲击应分功能审视而非一概而论：薄膜铌酸锂（TFLN）电光系数达 31pm/V、行波调制带宽突破 110GHz、半波电压降至 1V 以内，性能上优于硅光与 InP-EAM 调制器，但其本身不提供电注入激光增益，竞争的仅是调制环节；硅光方案则将发光与调制拆分，以独立 InP CW 激光器外置发光、硅基 MZM/微环调制器完成调制、Ge-on-Si 探测器负责收光，接收端由此部分脱离 InP 平台。从场景边界看，硅光模块在数据中心短距场景凭借集成度与成本优势快速渗透，而中长距电信与相干通信领域 InP 方案仍不可替代，即便在硅光与 CPO 架构下，外置 CW 光源仍须以 InP 为增益介质，故替代发生在器件功能层，InP 衬底用量取决于 CW/EML 结构、光源共享程度与单片有效产出，需按功能逐项替代后再折算单位带宽所需 InP 面积。

图表26：InP 发光+硅调制——硅光混合方案（中短距降本路线）



来源：etulink，国金证券研究所

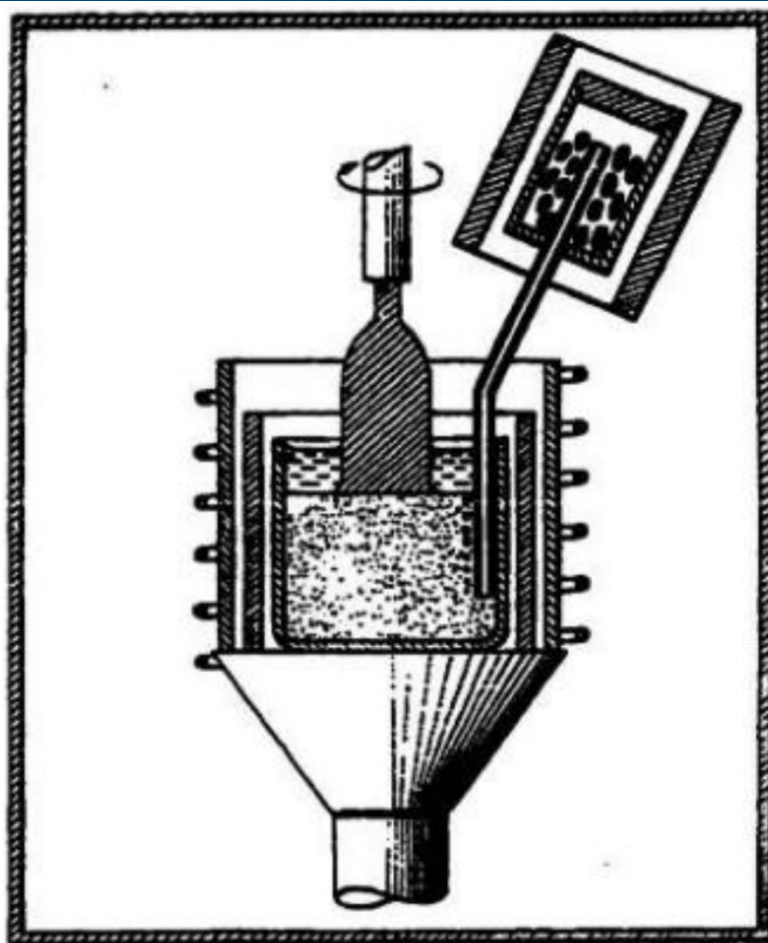


### 3.2 磷化铟怎么来：多道工序链与三大长晶路线，复杂工艺决定良率方差

先有多晶、后有单晶：磷的高挥发性决定了 InP 长晶必须从“预合成”起步。磷化铟工艺链的第一道门槛源于其独特的物理化学性质：InP 在熔点温度 1062℃ 下，磷的饱和蒸汽压即高达约 2.75MPa（约 27.5 个大气压），而合成过程中红磷的蒸汽压可高达 10MPa——红磷在 416℃ 以上即升华为气体——这使得 InP 无法像 GaAs 那样在高压釜内将两种元素直接混合合成，而必须通过溶质缓慢扩散或注入合成的方式先生成多晶料，再装料重熔进行单晶生长。这一步绝非可有可无：多晶原料熔化后若偏离化学配比比较多，极易在晶体内部形成夹杂物、沉淀、孪晶和位错等缺陷，严重损害晶体质量与物理特性，因此控制多晶料及熔体的配比度始终是制备高离解压化合物半导体的首要任务——工业上要求合成多晶的载流子浓度至少低于  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、最好低于  $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ，化学配比接近理想 1:1，且不含夹杂、沉淀与异物，只有纯度高、近化学配比的优质多晶料，才是后续高质量单晶的前提保障。

多晶合成路线取舍：SSD 保纯度、HB/HGF 保效率、原位注入法代表方向。从工艺路线看，溶质扩散合成技术（SSD）通过红磷挥发为磷气体、在 900–1000℃ 下与铟熔体经气—液反应扩散合成：由于合成温度低、磷的饱和压力小，石英安瓿爆炸风险小，且硅、氧对熔体的污染少，产品纯度高；但磷气体需通过静止表面缓慢扩散至熔体内部，气—液界面小导致合成周期很长、效率低下。与之相对，水平布里奇曼法（HB）与水平梯度凝固法（HGF）将合成温度提高至 1062℃ 以上，磷蒸汽与铟熔体接触面积大、吸收快，效率显著更高，目前全球多数 InP 厂商采用 HB/HGF 法合成多晶料，100 小时大约可合成 4kg 多晶，代价是石英管内压力大、硅对熔体的玷污严重。针对 SSD 纯度高效率低、HB/HGF 效率高纯度受损的固有矛盾，业内发展出原位直接合成法——磷蒸汽直接注入将高纯铟加热至高于 1062℃ 的熔点，红磷受热挥发后以气体形式直接注入熔体反应，兼具污染少、速度快、产量大、纯度高的优点，原位合成后可立即接 CZ 法拉晶实现高纯直拉单晶，被业内视为未来批量生产的主流方向。

图表27：Fischer 提出的原位注入合成技术原理



来源：中国粉体网，国金证券研究所

装料即配方：PBN 坩埚、石英密封与红磷配比起决定前道成败的“隐性配方”。我们认为，多晶料合成只是第一关，装料与长晶环节对容器、气氛与温场的极致要求，构成了 InP 与前道工艺拉开差距的关键：产业实践是在百级洁净环境下，依次将籽晶、三氧化二硼（水含量小于 200ppm）、5N 级高纯红磷、掺杂剂（5N 三硫化二铟或高纯铁）与多晶料（迁移率大于 2000



$\text{cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$ ) 装入 PBN 坩埚, 加盖石英封帽后整体装入石英料管、抽真空并以氢氧焰封焊, 整套容器体系与红磷装入量共同维持生长过程中的磷蒸气压, 防止熔体与晶体表面离解。长晶则是温场与压力的动态博弈: 由于 InP 离解压高达 2.75MPa, 单晶生长必须在高压封闭热场内完成——炉内先充惰性气体至 1.9MPa, 随升温炉压升至 2.8MPa, 四个独立控温区加三支测温热电偶共七支热电偶协同工作、单点温度波动控制在  $\pm 1^\circ\text{C}$  以内, 待籽晶熔融长度达 10–15mm 后转肩生长, 坩埚以不大于 2.5mm/h 的极慢速度下降, 生长结束后须降温至  $350^\circ\text{C}$  方可排空炉内气压、降至约  $150^\circ\text{C}$  才能开炉取晶, 任一环节失控都意味着整炉报废。

三条长晶路线比较: VGF/VB 以低应力胜出, LEC 胜在成晶率而输在缺陷。目前能够使 InP 单晶批量化生长的技术主要为高压液封直拉法 (LEC)、垂直梯度凝固法 (VGF) 与垂直布里奇曼法 (VB) 三种。VGF 通过调节多段加热器功率获得特定温场分布与温度梯度, 晶体从籽晶端由下而上缓慢生长, 温度梯度与降温速率全程可控, 可有效减少平面内载流子浓度和位错密度的变化, 长晶位错密度显著低于 LEC, 目前批量化生长以 VGF 和 VB 为主流。从产业实践看, 美国 AXT 与日本住友分别使用 VGF 与 VB 技术生长出直径 150mm 磷化铟单晶, 住友更以 VB 法制备的 4 英寸掺铁半绝缘单晶衬底实现批量生产; 但 VGF 对温场设计的要求苛刻, 行业技术要求晶体表面翘曲度小于 15 微米、位错水平越低越好。LEC 法以  $\text{B}_2\text{O}_3$  作为覆盖剂封住熔体、配合高压抑制磷挥发, 成晶率较高、提拉速度与晶体直径可在生长中调控, 但热场温度梯度高达  $28.7\text{K}/\text{cm}$  (VGF 改良路线可低至  $17.4\text{K}/\text{cm}$ ), 所生长晶体应力与位错密度更高、电学参数不均, 且学术期刊明确指出 VGF 法在制备 6 英寸 InP 方面“鲜有建树”、大尺寸仍需借助半密封直拉等新热场路线攻关。

图表28: LEC 法和传统 VGF 获得的磷化铟质量对比表

| 工艺方法   | 头部位错<br>( $\text{cm}^{-2}$ ) | 尾部位错<br>( $\text{cm}^{-2}$ ) | 头部电子<br>迁移率<br>( $\text{m}^2$<br>$/\text{V} \cdot \text{s}$ ) | 尾部电子<br>迁移率<br>( $\text{m}^2$<br>$/\text{V} \cdot \text{s}$ ) | 头部载流<br>子浓度<br>( $1/\text{cm}^{-3}$ ) | 尾部载流<br>子浓度<br>( $1/\text{cm}^{-3}$ ) |
|--------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| LEC    | >3000                        | >8000                        | >1.4e3                                                        | >1.1e3                                                        | >0.8e17                               | <2e18                                 |
| 传统 VGF | <500                         | <5000                        | >1.8e3                                                        | >1.3e3                                                        | >1e18                                 | <8e18                                 |

来源: 国家知识产权局授权公告 CN113638048B 说明书, 国金证券研究所

图表29: LEC 法和传统 VGF 工艺区别对比表

| 工艺方法   | 压力             | 生长周期    | 热场控制 | 生长方式 | 生长直径 | 生长环境       |
|--------|----------------|---------|------|------|------|------------|
| LEC    | 3.8–<br>4.2Mpa | 2–3 天   | 石墨热场 | 垂直向上 | 不固定  | 惰性气体<br>气氛 |
| 传统 VGF | 2.7–<br>2.8mpa | 10–15 天 | 炉丝   | 垂直向下 | 固定   | 真空气氛       |

来源: 国家知识产权局授权公告 CN113638048B 说明书, 国金证券研究所

晶锭长出 ≠ 合格交付: 切磨抛洗与全参数检测构成第二道良率闸门。单晶锭须经定向、多线切割、磨边、研磨、抛光、清洗多道精密加工方能成为外延级衬底: 切片环节将切缝损伤层深度控制在 20–50  $\mu\text{m}$ , 研磨采用含  $\text{Al}_2\text{O}_3$  磨料的研磨液双面去除损伤层, CMP 化学机械抛光获得镜面级表面, 背面湿法腐蚀去除应力层, 再以 RCA 标准清洗工艺去除颗粒、金属离子与有机污染物, 最终在洁净环境中真空封装以保证 Epi-Ready 表面不受污染。检测环节同样全参数受控: 以 3 英寸 VGF 衬底为例, 行业可交付标准要求位错密度 EPD 平均值不高于  $500/\text{cm}^2$ 、厚度 600–650  $\mu\text{m}$ 、总厚度变化 TTV  $\leq 10 \mu\text{m}$ 、弯曲度 BOW  $\leq 10 \mu\text{m}$ 、翘曲度 Warp  $\leq 10 \mu\text{m}$ , 并以 Hall 测试表征电阻率与迁移率、对直径、厚度、表面颗粒度等全检。

图表30: 3 英寸磷化铟衬底晶圆规格参数

| 项目 (Item)            | 规格要求 (Spec.)   | 单位 |
|----------------------|----------------|----|
| 材料 (Material)        | InP            | —  |
| 生长方法 (Growth Method) | VGF            | —  |
| 导电类型 (Conduct Type)  | S–C–N          | —  |
| 掺杂剂 (Dopant)         | S              | —  |
| 直径 (Diameter)        | 76.2 $\pm$ 0.4 | mm |



|                                 |                                          |                              |
|---------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| 取向 (Orientation)                | (100) $\pm 0.5^\circ$                    | —                            |
| OF 位置/长度                        | EJ[0-1-1] $\pm 0.02^\circ$ /32.5 $\pm 1$ | mm                           |
| IF 位置/长度                        | EJ[0-11] $\pm 0.5^\circ$ /18 $\pm 1$     | mm                           |
| 晶锭载流子浓度 (Ingot CC)              | 2.00E18~8.00E+18                         | /cm <sup>3</sup>             |
| 电阻率 (Resistivity)               | 0.5E-03~2.5E-03                          | $\Omega \cdot \text{cm}$     |
| 迁移率 (Mobility)                  | 1000~2000                                | cm <sup>2</sup> /V $\cdot$ s |
| 位错密度 (EPD)                      | Ave $\leq 500$                           | /cm <sup>2</sup>             |
| 厚度 (Thickness)                  | 600~650                                  | $\mu\text{m}$                |
| 边缘圆化 (Edge Rounding)            | 0.25mmR                                  | mmR                          |
| 总厚度变化 (TTV/TIR)                 | Max 10                                   | $\mu\text{m}$                |
| 弯曲度 (BOW)                       | Max 10                                   | $\mu\text{m}$                |
| 翘曲度 (Warp)                      | Max 10                                   | $\mu\text{m}$                |
| 前表面光洁度 (Surface Finish - Front) | Polished (抛光)                            | —                            |
| 后表面光洁度 (Surface Finish - Back)  | Etched (腐蚀)                              | —                            |
| 外延就绪 (Epi-Ready)                | YES                                      | —                            |

来源：中科院光学，国金证券研究所

壁垒总结：设备可采购，但“温场—磷压—批次一致性”的稳定复现难以速成。综合前道与后道，我们将 InP 扩产壁垒归纳为四类：一是单晶炉与温场系统，炉体可外购，但温场配方、炉间一致性与批次验收能力需要长期数据积累；二是 PBN 坩埚、石英安瓿等耗材与磷压控制的匹配，容器洁净度与封接强度直接影响污染、漏气与批次稳定；三是切磨抛洗设备与检测、洁净工程的同步就绪，检测能力决定交付节奏；四是熟练工人，砷化镓团队的装料与温场调试经验可迁移，但磷压控制、孪晶抑制与客户规格仍需独立验证。从结果看，学术界的共识是制备大尺寸 InP 单晶的两大主要难点即“提高晶体成品率”与“降低晶体应力”，而这正是设备之外最难复制的部分。因此我们认为，InP 扩产是“设备+温场+材料+操作”四要素长期匹配的过程，规划产能向合格交付的转化存在客观时滞，这正是行业供给弹性持续低于预期的根本原因。

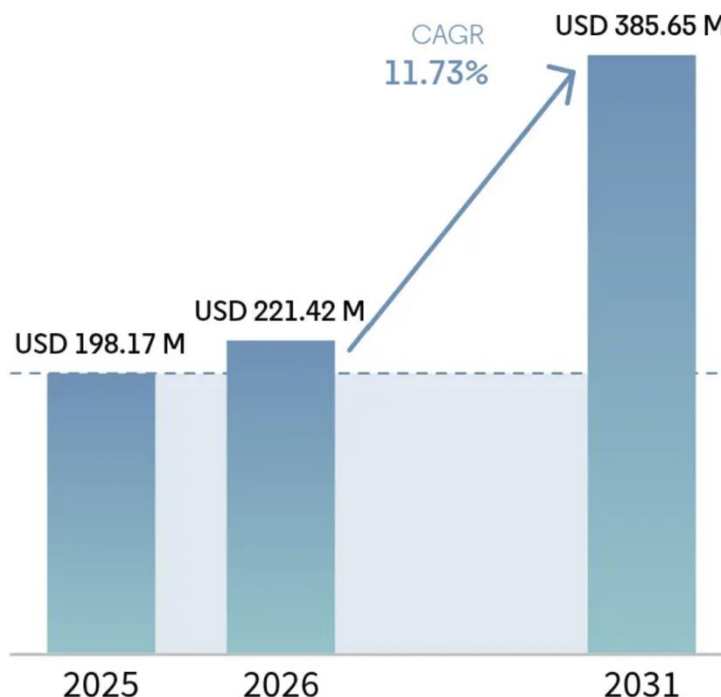
### 3.3 磷化铟不缺：AI 需求前置放大缺口，价格、订单与批文决定短期景气

AI 高速互联是 2026—2027 年需求高增的主因，且材料消耗随速率代际非线性放大。我们认为，磷化铟需求的基本盘由传统电信/接入网稳步增长构成，但边际增量几乎全部由 AI 数据中心高速互联贡献：据 LightCounting 预测，2026 年全球以太网光模块市场规模将达 260 亿美元，其中 800G 与 1.6T 合计约 146 亿美元、占比约 64%，行业进入 800G 全面普及、1.6T 规模商用阶段；工信部《高速光模块产业发展白皮书》披露，2026 年全球 1.6T 光模块出货约 1500 万只、市场规模约 45 亿美元。需求测算的核心变量在于“模块量 $\times$ 每模块芯片数 $\times$ 面积系数 $\div$ 每片有效芯片数”：一只 800G 光模块需要 4—8 颗磷化铟基激光器芯片，而 1.6T 光模块的芯片消耗量约为 800G 的近 3 倍，速率每升级一代，磷化铟消耗并非等比增长而是加速增长，因为更高速率意味着更多激光器芯片与更高单颗功率。集邦咨询数据亦显示，2026 年全球 800G 及以上光模块出货量预计超过 6300 万只、占整体出货量约六成。

从总量看，市场研究机构 Yole 预计 2026 年全球磷化铟衬底需求将达 260 万—300 万片（折合 2 英寸当量），而有效合规产能仅约 75 万片，供需缺口超过七成。折合 4 英寸口径，2026 年全球磷化铟衬底需求接近 200 万片，2027 年预计攀升到 250 万至 280 万片，到 2028 年可能进一步增长至 400 万到 500 万片。供给刚性的根源在于格局与工艺双重约束：全球九成以上产能集中于日本住友电工、美国 AXT（旗下北京通美）与日本 JX 金属三家，单晶生长需在 1000 多摄氏度、约 27 个大气压条件下进行，从设备调试到通过下游激光器厂商的器件验证与可靠性认证通常需要一到两年，全产业链库存仅够支撑约 3 个月。产业界的判断亦验证缺口持续性：Lumentum 总裁兼 CEO 公开表示磷化铟供需缺口已超过 DRAM 和 NAND 闪存，电信客户订单量从“数百件”跳升至“数亿件”、已排到 2028 年。



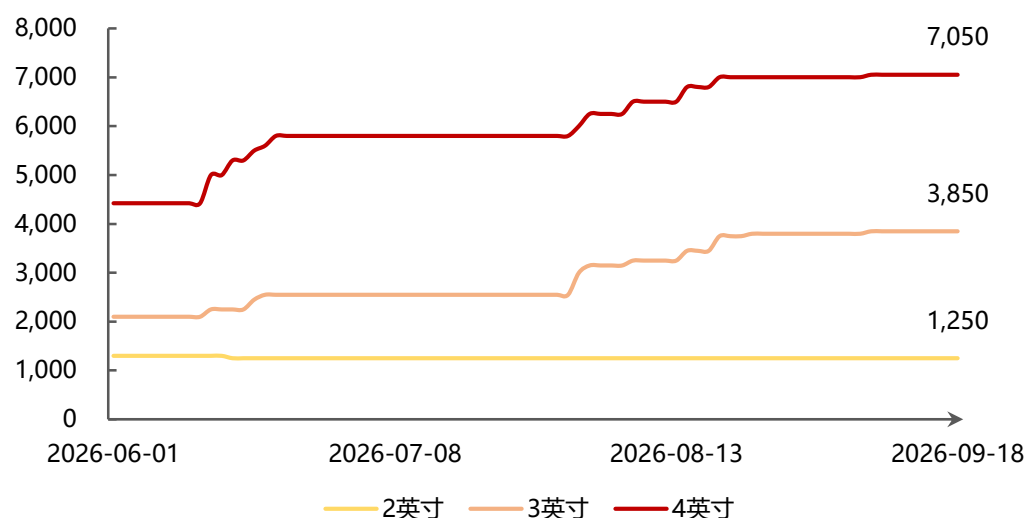
图表31：2025-2031 全球磷化铟衬底市场规模



来源：Mordor Intelligence，国金证券研究所

高频报价与单位面积溢价是大尺寸化偏好的直接证据，也是国内景气的核心验证指标。国内市场上，上海有色网（SMM）数据显示，8月6日我国4英寸磷化铟衬底当日均价达6250元/片、较年初上涨约45%。海外市场涨幅更为陡峭：2英寸通信级衬底价格由2025年初约800美元/片暴涨至2026年4月的2300—2500美元/片、涨幅接近2倍，6英寸高端衬底价格则从1400美元/片涨破5000美元/片、涨幅超过250%，大尺寸的涨幅显著高于小尺寸，反映下游对外延加工一致性、先进工艺配套设备与加工效率的偏好持续提升。价格上行已沿产业链传导至原料端：国内精铟现货价格自年初约2960元/千克攀升至8月中旬的5400—5500元/千克、涨幅逾80%，用于磷化铟衬底的7N级高纯铟报价已突破6000元/千克。交易结构同样印证紧缺：当前现货市场普遍有价无货，头部光芯片企业普遍需要提前支付30%—50%预付款锁定未来两年的衬底产能份额，甚至出现企业一次性锁定10万片衬底的情况。

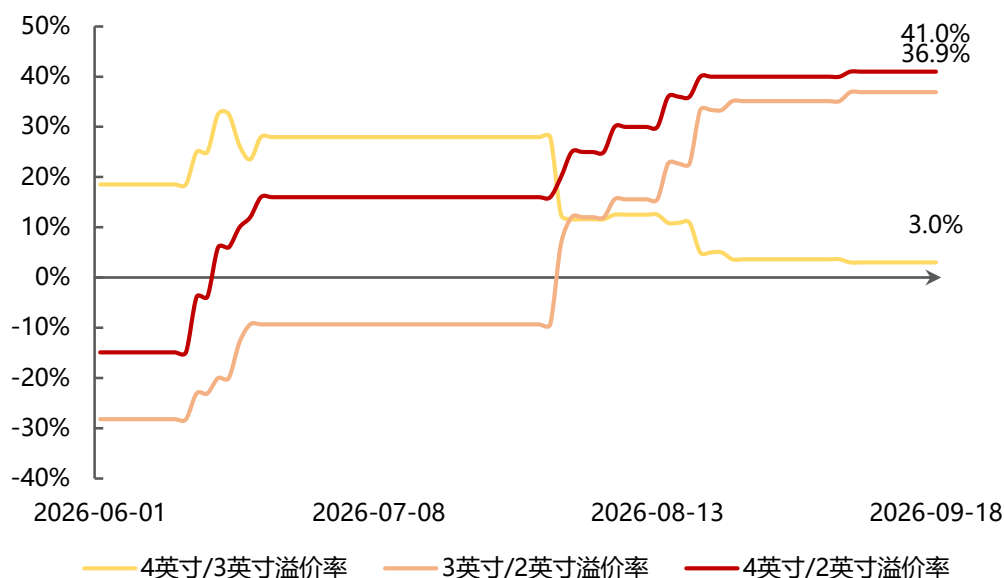
图表32：磷化铟衬底均价（元/片）



来源：SMM，国金证券研究所



图表33：磷化铟衬底单位面积溢价率（%）



来源：SMM；，国金证券研究所

出口许可与 FCC 规则作用于不同环节，国内外正割裂为两套供需逻辑。供给约束之外，政策变量进一步放大了区域错配：2025 年 2 月 4 日，商务部与海关总署发布第 10 号公告，将磷化铟（3C004.a）、三甲基铟（3C004.b）、三乙基铟（3C004.c）及相关生产技术（3E004）同步纳入出口管制，出口须依法申请许可，公告自发布之日起正式实施。政策影响已实质显现：管制落地后，国内精铟价格快速上行，海外部分光芯片和外延产能加速向国内转移，国内光芯片企业同步快速扩张。海外一侧，美国 FCC 针对中国光通信链条的动作持续加码：2026 年 8 月外媒报道 FCC 正着手制定禁止进口中国制造光模块的裁决、拟于年内公布生效，美国本土 Lumentum、Coherent 等厂商规模均不及占全球约 27% 市场份额的中际旭创；同时 FCC 定于 2026 年 10 月 13 日实施新规，凡含有“覆盖清单”（Covered List）实体所生产或设计芯片、模块及组件的电子设备将无法获得 FCC 设备认证。由此我们认为，全球账面供需平衡已无法代表区域可得供给：国内市场的核心矛盾是“真实缺口+库存低位”，海外市场的核心矛盾是“仅有住友、JX 可自由交付+许可审批节奏”，两套逻辑的价格、交期与订单结构将长期分化。

图表34：截至 2026 年，FCC 覆盖清单主要包含实体及其关联公司

| 类别   | 实体                 |
|------|--------------------|
| 通信设备 | 华为、中兴、海能达          |
| 视频监控 | 海康威视、大华            |
| 半导体  | 部分中国芯片设计企业（清单动态更新） |
| 其他   | 被认定对美国国家安全构成威胁的实体  |

来源：讯科标准认证合规指南，国金证券研究所


**图表35: FCC 新规执行时间表与过渡期**

| 时间节点        | 关键事项                 |
|-------------|----------------------|
| 2025年       | FCC发布新规草案，公开征求意见     |
| 2026年初      | 新规最终文本发布             |
| 2026年10月13日 | 新规正式生效，新认证申请适用新规     |
| 2027年起      | FCC启动市场抽查，核查供应链声明真实性 |
| 2028年起      | 可能扩展至存量设备复审          |

来源：讯科标准认证合规指南，国金证券研究所

## 四、相关标的

- 1) 机柜化：工业富联。
- 2) PCB：胜宏科技、方正科技、生益科技、联瑞新材、德福科技、南亚新材、鹏鼎控股、景旺电子、生益电子、深南电路、沪电股份、奥士康、中钨高新、海亮股份、鼎泰高科、欧科亿、新锐股份、杰美特等。
- 3) 光互联：中际旭创、东山精密、新易盛、光智科技、天孚通信、光迅科技、源杰科技、联讯仪器、华盛昌、云南锗业、唯科科技等。
- 4) 电源电容：麦格米特、先导基电、江海股份、东阳光、欧陆通、火炬电子、海星股份、三环集团、风华高科、振华股份、四方股份、阳光电源、天岳先进等。
- 5) 液冷：英维克、海鸥股份、东阳光、蓝思科技（元拾科技）、飞龙股份、大元泵业、领益智造（立敏达）、冰轮环境等。
- 6) 金刚石：力量钻石、沃尔德、四方达、国机精工、斯莱克等。

## 五、风险提示

### ■ 高端 PCB 技术产业化不及预期风险。

M9 覆铜板、mSAP、CoWoP、正交背板等新技术存在良率爬坡、工艺调试难题，若迭代落地进度慢于行业预期，高端 PCB 价值量提升、ASP 上行逻辑或将被削弱。

### ■ SOFC 产业链扩产与原材料供给风险。

SOFC 产业链核心原材料氧化钐全球供给有限，若上游稀散金属供给紧张、价格大幅波动，会制约电堆企业扩产节奏，影响产业链企业订单兑现。

### ■ 磷化铟衬底扩产及技术替代风险。

磷化铟单晶生长工艺壁垒高，产能释放存在较长验证周期；同时硅光、薄膜铌酸锂等新技术迭代，若替代进程快于预期，会对磷化铟衬底的需求产生冲击。

### ■ 贸易及出口管制政策变动风险。

国内外出口管制、FCC 等监管政策持续变化，会影响材料、光模块、硬件设备进出口，造成供应链割裂，扰动企业订单获取、原材料采购与海外市场拓展。

### ■ 原材料价格大幅波动风险。



铜、金、树脂、稀散金属等上游原材料价格若出现大幅上涨，会挤压 PCB、SOFC、光通信器件制造企业利润，且下游价格传导存在时滞，带来盈利波动风险。



#### 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。

任何形式的复制、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

电话：021-80234211

邮箱：researchsh@gjzq.com.cn

邮编：201204

地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号

紫竹国际大厦 5 楼

### 北京

电话：010-85950438

邮箱：researchbj@gjzq.com.cn

邮编：100005

地址：北京市东城区建国门内大街 26 号

新闻大厦 8 层南侧

### 深圳

电话：0755-86695353

邮箱：researchsz@gjzq.com.cn

邮编：518000

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