



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） 分析师：郑元昊（执业 S1130525120004） 联系人：孙恺祈
liugaochang@gjzq.com.cn zhengyuanhao@gjzq.com.cn sunkaiqi@gjzq.com.cn

为什么 PCB 价值暴涨 233%

行业观点

■ VR200 NVL72 机柜 BOM 大幅提升，材料、层数与品类三重升级推动 PCB 实现量价齐升的结构性跃迁。

英伟达 VR200 NVL72 机柜 BOM 较 GB300 提升约 95% 至 780.3 万美金，其中 PCB 价值量同比大涨 233%，成为非内存品类涨幅第一，单机柜 PCB 价值从 3.51 万美元跃升至 11.67 万美元。此次价值暴涨由单板升级与品类扩张共振驱动，材料端 CCL 从 M7/M8 进阶至 M9 级，搭配 HVLP4/5 铜箔与石英布，单板价格大幅抬升；层数从 20-30 层提升至 44 层，Rubin Ultra 平台正交背板更达 78 层，工艺难度与价值同步跃升。同时，VR200 新增 44 层 Midplane PCB 及 BlueField、ConnectX 模组配套板，无线缆化设计以高多层 PCB 替代传统连接件，实现组装效率与集成度双重提升。钻针等耗材因 M9 材料硬度提升，消耗量增至传统 5-8 倍，进一步推高成本。PCB 从普通承载载体转变为 AI 机柜核心互联组件，高层数、高阶 HDI、高频高速特性成为刚需，具备相关工艺能力的厂商将充分受益于此次量价齐升的结构性机遇。

■ Rubin Ultra Kyber 机柜通过架构、供电、材料与封装技术全面升级，持续推高 PCB 价值。

英伟达 Rubin Ultra 平台 Kyber 机柜预计 2027 年量产，整柜功耗 600kW、算力达 GB300 的 14 倍，架构全面重构推动 PCB 价值再跃升。Kyber 采用 800VDC 高压直流供电，替代传统 54VDC 架构，能效提升约 5%、维护成本下降 70%，催生高耐压、大电流供电 PCB 新需求。材料与工艺多重叠加下，M9 级覆铜板与石英布全面渗透，Compute Blade 单板价值再上台阶；78 层 M9 级正交背板替代铜缆，PCB 首次成为机架级核心互联载体，层数与规格实现数量级突破。CoWoP 封装技术打破 PCB 与封装基板边界，让 PCB 直接承担芯片级封装功能，缩短信号路径、提升热管理与电源完整性。叠加高压供电 PCB 新增、正交背板量产、CoWoP 工艺落地，Kyber 机柜单柜 PCB 价值在 VR200 高基数上持续抬升，工艺壁垒向半导体级靠拢，行业份额向具备高端量产能力的头部厂商集中。

■ AI 算力需求推动 PCB 工艺从电子级向半导体级跃迁，M9 材料、mSAP 工艺与 CoWoP 技术成为核心驱动。

松下 MEGTRON 9 覆铜板适配 224Gbps 单通道速率，信号损耗与热稳定性大幅优化，支撑 78 层正交背板量产；mSAP 工艺将线宽 / 线距缩至 15-25 μm ，精度对标 IC 封装基板，设备投入与良率控制门槛显著提升。三者耦合下，PCB 承载高频信号、大电流供电与芯片封装支撑三重功能，单机柜价值量倍增，行业从劳动密集型转向资本与技术密集型。CoWoP 技术使 PCB 直接作为芯片封装载体，移除传统封装基板，优化信号与电源完整性，同时抬升热膨胀系数、平整度等硬件要求。全球具备半导体级 PCB 量产能力的厂商高度集中，头部企业凭借 mSAP、CoWoP 等核心工艺与高端产能卡位，构筑技术与规模护城河，行业集中度持续提升，率先突破技术瓶颈的厂商将享受量价齐升与份额集中的双重红利。

相关标的

- 1) PCB 板厂：胜宏科技、东山精密、鹏鼎控股、景旺电子、沪电股份、广合科技、生益科技、世运电路。
- 2) PCB 钻针：中钨高新、欧科亿、鼎泰高科、杰美特。
- 3) 覆铜板及电子布：生益科技、南亚新材、中国巨石、中材科技、宏和科技、国际复材、菲利华、莱特光电。
- 4) 其他海外算力：中际旭创、工业富联、江海股份、东阳光、天孚通信、天岳先进、新易盛、兆易创新、大普微、源杰科技、英维克、唯科科技、领益智造等；英特尔、SK 海力士、Lumentum、闪迪、铠侠、美光、中微公司、北方华创、拓荆科技、长川科技。

风险提示

- AI 服务器出货及 PCB 升级不及预期的风险；CoWoP、正交背板等新工艺商业化进度不及预期的风险；原材料供应紧张及价格波动的风险；行业扩产节奏过快导致竞争加剧与价格战的风险；大客户订单波动及客户集中度过高的风险



内容目录

一、VR200 机柜 BOM 近乎翻倍，PCB 量价齐升驱动结构性跃迁	3
1.1 VR200 NVL72 机柜总价值量提升约 95%，Memory 与 PCB 价值量领涨	3
1.2 PCB 价值量暴涨源于单板升级与品类扩张共振，量价齐升驱动结构性跃迁	4
二、Kyber 机柜架构全面升级，材料与工艺多重叠加推高 PCB 价值	5
2.1 Kyber 机柜架构全面升级，800V 高压供电与超高功率密度驱动 PCB 价值量再跃升	5
2.2 M9 + Q 布 + 正交背板 + CoWoP，单柜 PCB 价值量进一步跃升	7
三、PCB 工艺迈向半导体级，M9、mSAP 与 CoWoP 驱动价值与壁垒跃升	9
3.1 PCB 工艺向半导体级跃迁，M9 材料与 mSAP 技术驱动 AI 机柜价值量倍增	9
3.2 CoWoP 推动 PCB 跃升为芯片级封装载体，价值与壁垒双重提升	11
四、相关标的	12
五、风险提示	12

图表目录

图表 1: VR200 NVL72 机柜整体 BOM 较 GB300 提升约 95% 至 780.3 万美金，Memory 与 PCB 价值量领涨	3
图表 2: VR200 机柜新增多类 PCB 板，各品类 ASP 与用量双升，带动 PCB 价值量暴涨 233%	4
图表 3: 从 M7 到 M9，CCL 材料性能与层数大幅升级，成本与工艺壁垒也同步飙升	5
图表 4: Rubin Ultra NVL576 算力、带宽大幅提升，对 PCB 等硬件提出了更高要求	6
图表 5: NVIDIA Kyber 机柜实物，其全新设计与高密度布局将进一步推高 PCB 价值量	6
图表 6: Kyber 采用 800VDC 高压直流供电架构，大幅提升能效并降低供电环节空间占用	7
图表 7: 英伟达 Rubin Ultra 平台的核心板卡，高规格 PCB 承载着算力互联的关键角色	8
图表 8: 从 CoWoS 到 CoWoP，PCB 正直接承担先进封装基板功能	9
图表 9: 英伟达 800V 高压直流供电架构示意图，高压直供显著提升能效并催生高规格供电 PCB 需求	9
图表 10: 对比不同代际 MEGTRON 覆铜板的信号损耗，MEGTRON9 在高频下表现最优	10
图表 11: 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	11
图表 12: CoWoP 架构下 PCB 将直接承担封装基板功能	11



一、VR200 机柜 BOM 近乎翻倍，PCB 量价齐升驱动结构性跃迁

1.1 VR200 NVL72 机柜总价值量提升约 95%，Memory 与 PCB 价值量领涨

NVIDIA 下一代 AI 平台 Vera Rubin (VR200) NVL72 机柜 (代号 Oberon) 目前已进入生产爬坡阶段，官方确认将于 2026 年第三季度首批出货、第四季度规模量产，年度产品节奏稳步推进。从 OEM 厂商整柜采购成本 (BOM) 拆分视角审视，VR200 NVL72 机柜整体 BOM 达 780.3 万美金，相较 GB300 NVL72 机柜的 399.5 万美金提升约 95%，价值量实现近乎翻倍的重塑。从各品类涨幅排序看，Memory 以同比 +435% 领涨，主要受 HBM4 与 LPDDR5X 供应紧张及单机容量跃升驱动；PCB 同比 +233% 紧随其后，反映高层数、大面积、高阶 CCL 升级需求；高速互联与配套品类亦显著抬升，其中 NVLink Switch (+122%)、Other networking chips (+121%)、MLCC (+182%) 同步受益；GPU 本体同比 +57%、ABF Substrate 同比 +82%。VR200 相对 GB300 的价值量重塑路径清晰呈现“存储与互联弹性最大、算力芯片稳健提升、基板与被动元件协同升级”的特征，标志着 AI 机柜正从纯算力扩张迈向“存算网”全栈高价值量时代，产业链中 HBM/DRAM、高端 PCB/CCL、高速互联芯片及 ABF 载板环节有望深度受益。

图表1: VR200 NVL72 机柜整体 BOM 较 GB300 提升约 95% 至 780.3 万美金，Memory 与 PCB 价值量领涨

Nvidia NVL72 Bill of Materials	GB300	VR200	Diff.
GPU	\$2,520,000	\$3,960,000	57%
CPU	\$180,000	\$180,000	0%
NVLink Switch chip	\$64,800	\$144,000	122%
Other networking chips	\$261,000	\$576,000	121%
Memory	\$373,939	\$2,001,600	435%
Cooling	\$64,610	\$72,080	12%
Power supply	\$57,600	\$76,000	32%
PCB	\$35,100	\$116,730	233%
ABF Substrate	\$11,160	\$20,340	82%
MLCC	\$1,530	\$4,320	182%
Others	\$402,412	\$623,278	55%
Rack assembly value add	\$22,400	\$28,800	29%
Total	\$3,994,551	\$7,803,148	95%

来源: wccftech, 国金证券研究所

从 BOM 涨幅结构看，VR200 相对 GB300 呈现“内存领涨、PCB 紧随、互联与配套并行抬升”的格局。在剔除 Memory 后，PCB 以同比 +233% 位列非内存品类涨幅第一，显著高于 GPU (+57%)、ABF Substrate (+82%) 等其他关键品类，凸显 PCB 在 AI 算力硬件价值链中地位的根本性抬升。据 Morgan Stanley 供应链调研，VR200 单机柜 PCB 内容价值量从 GB300 的约 3.51 万美元跃升至约 11.67 万美元，增量来源于计算板层数从 22L HDI 升级至 26L、CCL 材料等级从 M7 进阶至 M8、交换机托盘 PCB 从 24L 提升至 32L，同时新增 44 层 Midplane PCB 及 ConnectX、BlueField 模组配套板，工艺复杂度与单板面积同步跃升。PCB 作为承载高速信号互联、热管理与结构集成的核心载体，其技术壁垒与价值弹性在 Rubin 世代被显著放大，产业链中具备高层数 HDI、高阶 CCL 及 mSAP 工艺能力的厂商有望获得超额收益。


图表2: VR200 机柜新增多类 PCB 板, 各品类 ASP 与用量双升, 带动 PCB 价值量暴涨 233%

PCB ASP per board (US\$)	GB300	VR200
Compute PCB	\$650	\$1,400
Switch PCB	\$800	\$1,450
Midplane PCB	\$0	\$1,500
BlueField PCB	\$0	\$255
ConnectX PCB	\$0	\$270
Other peripheral PCB	\$50	\$50
PCB Units per rack	GB300	VR200
Compute PCB	36x	36x
Switch PCB	9x	9x
Midplane PCB	0x	18x
BlueField PCB	18x	18x
ConnectX PCB	0x	72x
Other peripheral PCB	90x	45x
Total PCB Content per rack	GB300	VR200
Compute PCB	\$23,400	\$50,400
Switch PCB	\$7,200	\$13,050
Midplane PCB	\$0	\$27,000
BlueField PCB	\$0	\$4,590
ConnectX PCB	\$0	\$19,440
Other peripheral PCB	\$4,500	\$2,250
Total PCB Content per rack	\$35,100	\$116,730

来源: 新浪财经, 国金证券研究所

1.2 PCB 价值量暴涨源于单板升级与品类扩张共振, 量价齐升驱动结构性跃迁

PCB 价值量暴涨并非单一因素驱动, 而是"单板价值量跃升"与"单机柜品类扩张"共振的结果, 前者反映"价"的升级, 后者反映"量"的扩张, 量价齐升构成结构性跃迁。据 Morgan Stanley 供应链拆解, VR200 单机柜 PCB 价值量从 GB300 的约 3.51 万美元跃升至约 11.67 万美元, 涨幅达 233%, 其中既有材料等级与层数升级带来的单价抬升, 亦有 Compute Blade 用量扩张、Midplane 新增及辅助品类增加带来的"量增"贡献。

从单板价值量维度审视, VR200 时代 AI PCB 的核心规格相对 GB300 呈现全面跃迁。覆铜板 (CCL) 材料从 M8 升级至 M9 级, 配合铜箔体系从 HVLP3 升级至 HVLP4/5、石英布 (Q 布) 与特种树脂的导入, 材料成本中枢显著抬升; 板层数从 GB300 时代的常见 20-30 层级跃升至 VR200 时代的 44 层级甚至 78 层以上 (如 RubinUltra 的正交背板), 层数翻倍直接带来工艺难度与单板价值量的双重跃迁。与此同时, 板厚抬升与材料硬度增加使钻孔环节对超长径机械钻针与超快激光钻孔设备的需求显著放大, 钻针耗材成本占比提升, M9 材料钻针单针寿命由原先的 1000 孔降至 100-200 孔, 钻针需求量骤增为传统材料的 5-8 倍。多维材料与工艺升级的叠加, 使 VR200 时代单板均价相对 GB300 实现倍数级跃迁。



图表3：从 M7 到 M9，CCL 材料性能与层数大幅升级，成本与工艺壁垒也同步飙升

特性维度	M7CCL(参照)	M8CCL(进展)	M9CCL(重大飞跃)	升级带来的影响分析
关键性能指标	基础水平	Df和CTE较M7优化约10-15%	Df较M8再降约15%，CTE优化约20%	显著降低高速信号损耗，提升在高温多层的AI服务器PCB中的稳定性。
核心材料组合	标准电子布、HVLP3铜箔	二代布、HVLP4铜箔	石英布（Q布）、HVLP4/5铜箔、特种树脂	Q布和HVLP4/5铜箔供应紧缺，成为产业链瓶颈和关键壁垒。
单张覆铜板价格(ASP)	约100-110美元	约160-180美元	超过400美元	M9材料价格约为M7的4倍，显著提升单板价值和产业链空间。
典型PCB层数	约20-30层	30-40层	44层至78层以上（如RubinUltra的正交背板）	层数大幅增加，推动PCB制造走向极高精度和复杂度，单板价值量跃升。
对钻针的消耗	单针可钻约1000孔	单针寿命降至约800孔	单针寿命骤降至100-200次	因M9材料硬度高，钻针磨损加剧，需求量为传统材料的5-8倍，并且钻针需要加长升级，带来单价提升。

来源：电子工程专辑，国金证券研究所

除单板价值提升外，AI 服务器机柜内 PCB 品类的扩张亦极为显著，“量增”成为另一关键驱动力。据 Bernstein 供应链研究，AI 服务器 PCB 含量较上一代实现翻倍，单机柜价值量跃升幅度领跑所有零部件品类。在 VR200 NVL72 机柜中，整柜集成度显著提升，该机柜集成 72 颗 Rubin GPU、36 颗 Vera CPU、NVIDIA NVLink 6、NVIDIA ConnectX-9 SuperNIC 和 NVIDIA BlueField-4 DPU，系统复杂度较 GB300 大幅抬升，直接推升 Compute Blade 及配套模组用量。更为关键的是，VR200 计算托盘首次引入高多层 Midplane 设计，该设计将计算托盘组装机时间从近 2 小时压缩至 5 分钟。从产业链视角看，“无缆化”设计并非简单去除连接件，而是以高多层 PCB 承接信号互联与机械支撑双重功能，Midplane 采用 44 层（22+22）结构、M8/M9 级 CCL 材料，尺寸约 420×60 mm，构成全新的高价值量 PCB 品类。Compute Blade 集成度提升、Midplane 新增与辅助 PCB 扩张三重驱动下，单机柜 PCB 总用量较 GB300 显著增加，“量价齐升”格局确立。

二、Kyber 机柜架构全面升级，材料与工艺多重叠加推高 PCB 价值

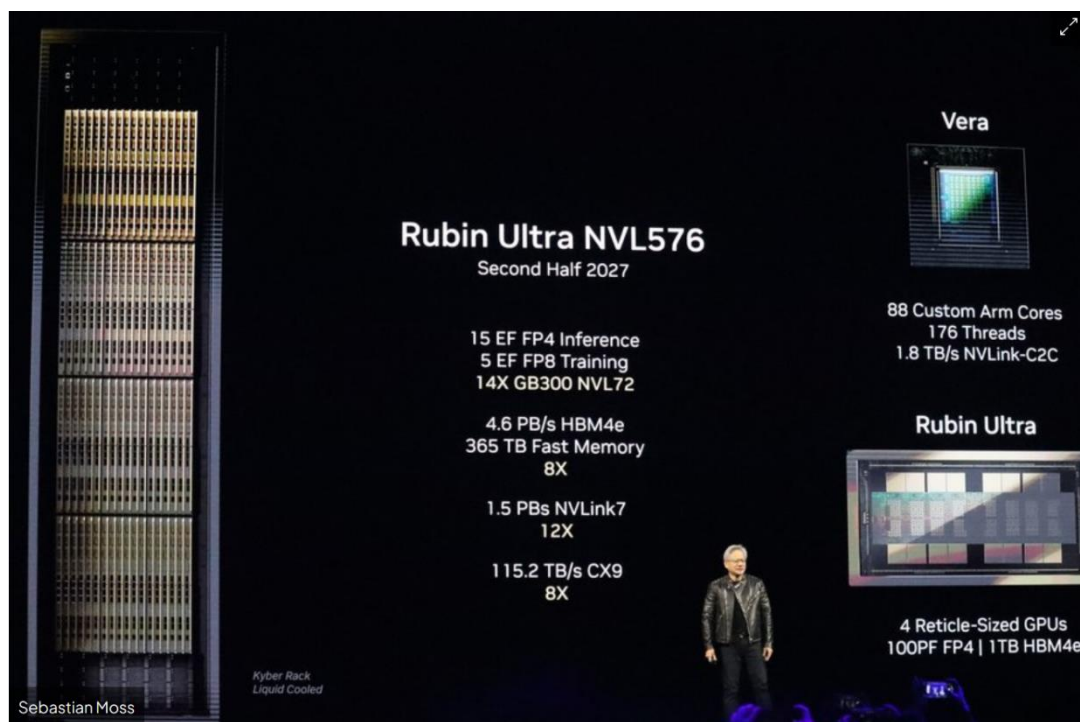
2.1 Kyber 机柜架构全面升级，800V 高压供电与超高功率密度驱动 PCB 价值量再跃升

VR200 NVL72 机柜（代号 Oberon）所代表的 PCB 价值量跃迁，仅是 NVIDIA AI 硬件代际升级的第一步。下一代 Rubin Ultra 平台将采用全新的 Kyber 机柜架构，从机柜形态、供电制式、功耗规模等多个维度实现根本性重构，单机柜系统集成度与功率密度均呈数量级跃升，PCB 作为承载算力、互联与供电的核心载体，其单机价值量有望在前代高基数上进一步抬升。

据 Data Center Dynamics 报道，NVIDIA 在 GTC 2025 大会上公布的 Rubin Ultra NVL576 机柜（代号 Kyber Rack）预计于 2027 年下半年量产，整柜功耗达 600kW，FP4 推理算力达 15 EFLOPS、FP8 训练算力达 5 EFLOPS，相对 GB300 NVL72 提升 14 倍；整柜配备 4.6 PB/s HBM4E 带宽、365TB 快速内存、1.5 PB/s NVLink7 带宽以及 115TB/s CX9 网络带宽，系统级带宽与存储容量均实现跨越式升级。



图表4: Rubin Ultra NVL576 算力、带宽大幅提升, 对 PCB 等硬件提出了更高要求



来源: Data Center Dynamics, 国金证券研究所

据 Tom's Hardware 报道, Kyber 机柜采用全新刀片垂直插入设计, 整柜内部分为四个 pod, 每个 pod 容纳 18 片 compute blade, 每片 blade 集成多颗 Rubin Ultra GPU 与配套 Vera CPU, 整体 GPU 部署密度较 Blackwell 系列实现数量级跃升。Kyber 整柜功耗 600kW 相较当前 Blackwell B200 机柜约 120kW 提升约 5 倍, 对机柜内部 PCB 的承载能力、散热设计、供电分配等提出了全方位升级要求, 高层数、大面积、高导热 PCB 的需求将进一步刚性化。

图表5: NVIDIA Kyber 机柜实物, 其全新设计与高密度布局将进一步推高 PCB 价值量



来源: Tom's Hardware, 国金证券研究所

此外, 据 NVIDIA 官方 Technical Blog, Kyber 机柜将供电制式从 GB200/GB300 NVL72 的 54VDC 升级至 800VDC 高压直流。在 54VDC 体系下, Kyber 级别整柜将需要多达 64U 机柜空间用于电源 shelves, 几乎无法容纳计算单元; 800VDC 高压直流架构则可消除机柜内部 AC/DC 转换环节, 端到端能效提升约 5%, 维护成本下降约 70%。NVIDIA 在 GTC 2025 已展示 800VDC sidecar, 专门用于为单 Kyber 机柜内 576 个 GPU die 提供电力, 标志着



供电架构从"适配计算"向"定义计算"转变。

图表6: Kyber 采用 800VDC 高压直流供电架构, 大幅提升能效并降低供电环节空间占用



来源: NVIDIA 官方 Technical Blog, 国金证券研究所

2.2 M9 + Q 布 + 正交背板 + CoWoP, 单柜 PCB 价值量进一步跃升

Kyber 机柜架构的根本性重构, 传导到 PCB 层面, 呈现"材料升级 + 工艺跃迁 + 品类扩张"三条主线的叠加共振, 单柜 PCB 价值量在 VR200 的基础上有望进一步抬升。

(1) M9 + Q 布材料体系全面渗透, 单板价值量再上台阶

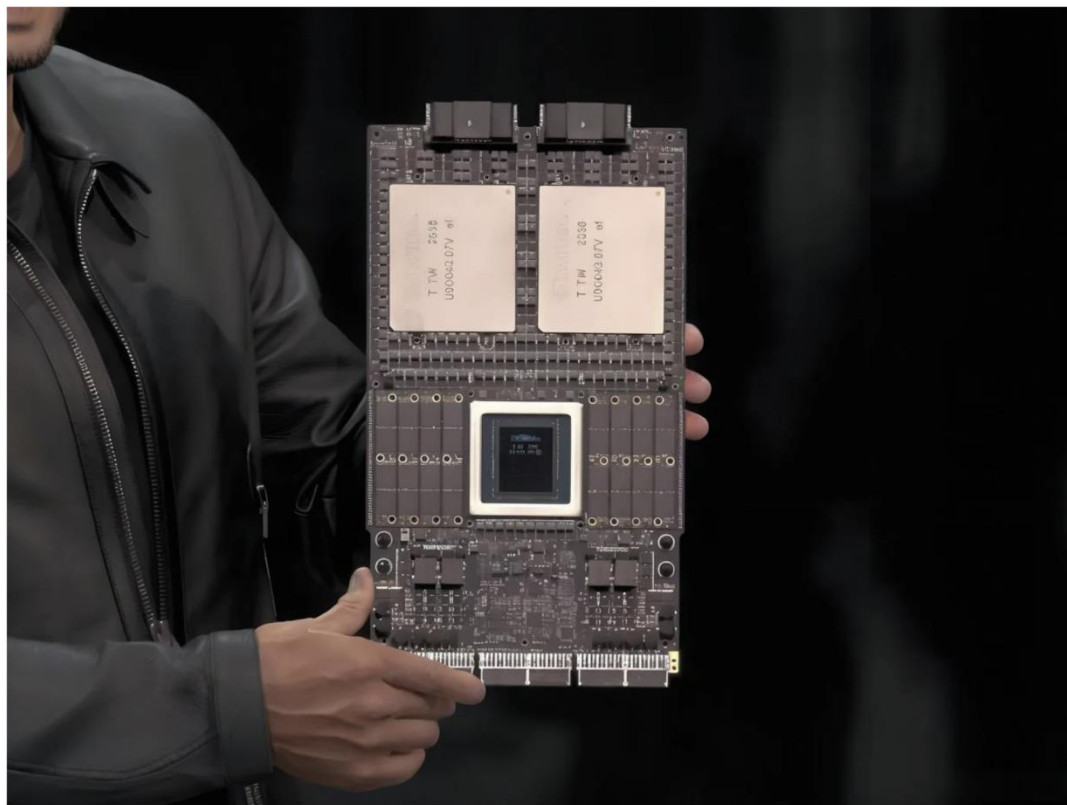
进入 Kyber 时代, M9 级覆铜板 (CCL) 与石英布 (Q 布) 的应用范围将进一步扩展, 材料端升级有望推动 Compute Blade 单板均价在 VR200 高基数上再抬升一个台阶。据台湾电路板协会 (TPCA), VR200 时代 M9 级 CCL 与 HVLP4 铜箔已全面渗透至 Compute Blade 与 Switch Tray PCB: 新一代 VR200 沿用"18 个 compute trays + 9 个 switch trays"架构, compute tray 全面升级, 新增八颗 Rubin CPX GPU, 并搭配一颗 Vera CPU、四颗 Rubin GPU 与八张 CX9 高速网卡; 其中 Rubin CPX 采用台积电 N3P 制程与 CoWoS-S 封装, 内建 128GB GDDR7 内存, 并以 PCIe 6 取代 NVLink。PCB 设计呈现四大创新——新增四块 22 层五阶 HDI 的 CPX 板 (M9 材料 + HVLP4 铜箔 + Q 布)、44 层 midplane 正交背板 (M9 高阶材料)、24 层 6 阶 HDI Bianca 主板 (导入 HVLP4 铜箔, 单板价值提升逾三成), 以及 32 层通孔 NVSwitch 板 (全面采用 M9 材料)。综合计算, 单套 compute tray 的 PCB 价值相较 GB200/300 世代增加近 300%, 每套单价可达 3,000 美元。

(2) 正交背板层数数量级跃升, 机柜级互联载体价值量跃迁

随着 AI 算力从单卡竞争转向全系统互联带宽竞争, PCB 在 AI 硬件中的角色正经历从"承载平台"到"核心互联介质"的根本性跃迁。英伟达在 GTC 2025 发布的 Rubin Ultra NVL576 平台中, 采用 78 层 M9 级正交背板 (Orthogonal Backplane) 替代传统铜缆, 实现机柜内 GPU 的全互联通信, 标志着 PCB 首次从板级组件跃升为机架级核心互联载体。这一架构演进使得 PCB 层数从传统服务器的 10 层左右跃升至 20 层以上 (GB300), 并在 Rubin Ultra 中达到 78 层的超高多层设计, 配合 M9 级覆铜板、Q 玻璃等高端材料, 单机柜 PCB 价值量从 GB300 的约 3.5 万美元跃升至 11.7 万美元, 增幅超过 233%。高盛预测 2025 至 2030 年 AI 服务器需求将增长约 4.3 倍, 高端 PCB 供需失衡将延续至 2027 年, 正交背板的技术门槛与认证周期已对标半导体封装, 推动 PCB 在 AI 系统 BOM 中的占比向半导体级组件靠拢, 完成价值定位的数量级跃迁。



图表7：英伟达 Rubin Ultra 平台的核心板卡，高规格 PCB 承载着算力互联的关键角色



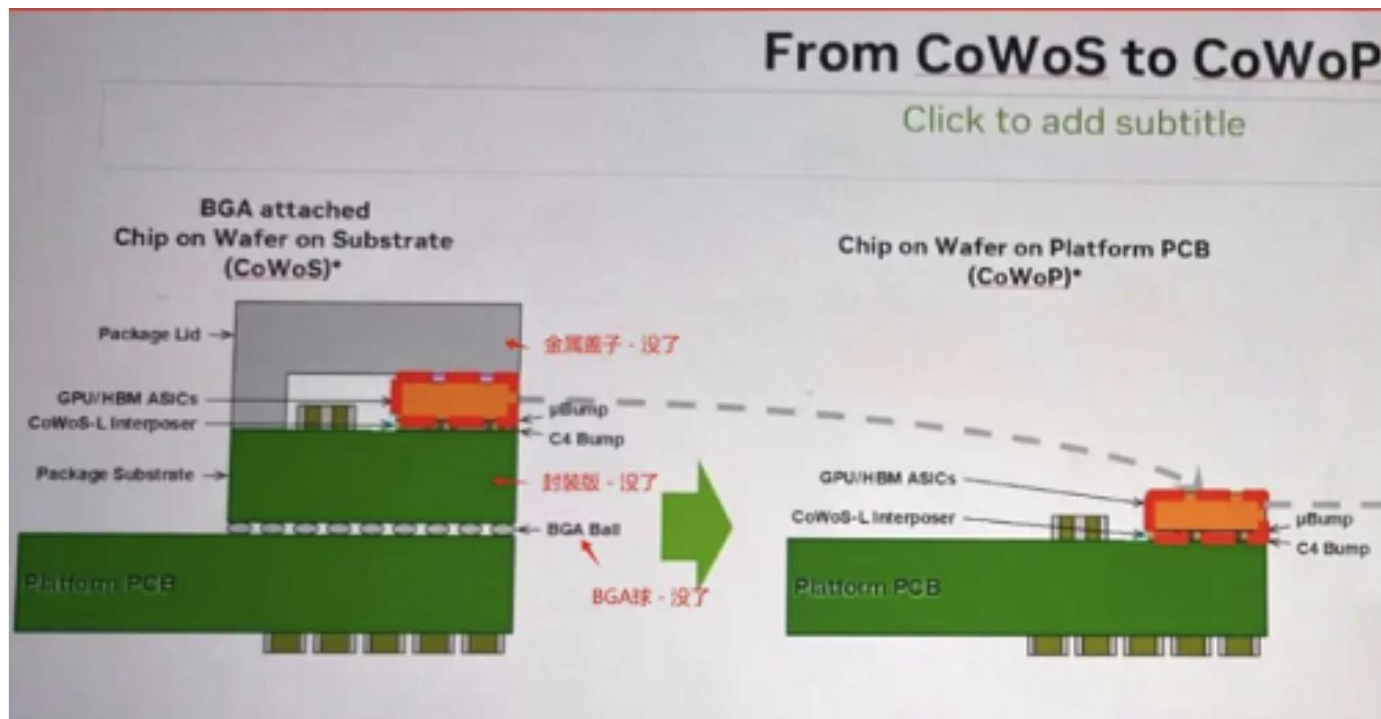
来源：UGPCB 技术博客，国金证券研究所

（3）CoWoP 封装量产 + 800VDC 供电 PCB 新增，PCB 价值量与品类同步扩张

随着 AI 算力竞争从单芯片性能转向机柜级系统架构，先进封装与高压供电的同步升级正推动 PCB 从传统互联载体向“封装基板+能源分配+信号互联”三维价值节点跃迁。台积电在其 System Technology Optimization program 中明确将 Chip-on-Wafer-on-PCB（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 上，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；与此同时，英伟达正式发布 800V HVDC 机柜级供电架构并计划于 2027 年随 Kyber 机架全面投产，相较传统 54VDC 架构可减少 45%铜耗并提升 5%端到端能效，但高压直供模式需在机架内新增高耐压、大电流供电 PCB 及 DC/DC 转换模组，进一步丰富 PCB 品类矩阵。在封装与能源双轮驱动下，PCB 已不再是被动配套元件，而是同时介入算力封装与能源分配的核心环节，其价值定位随品类扩张同步抬升，单机柜 PCB 用量与价值量正从当前数万美元量级向十万美元级跃迁，完成从“配套元件”到“系统级价值节点”的重估。

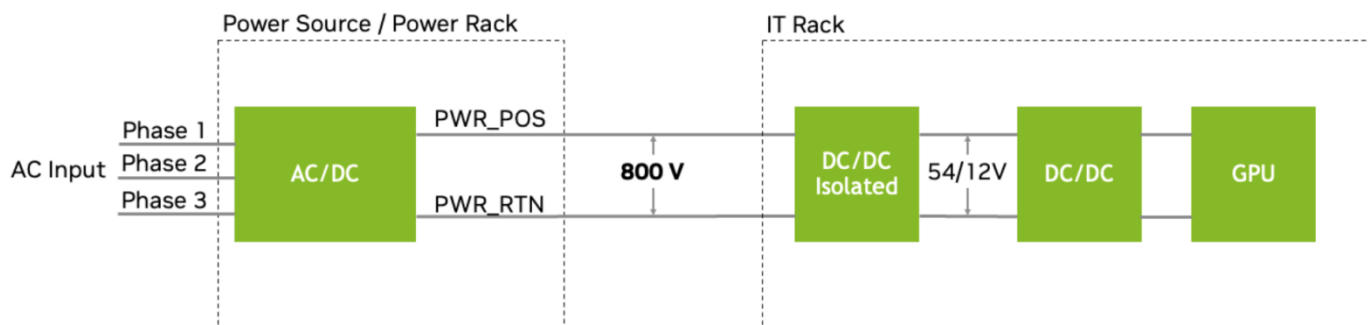


图表8: 从 CoWoS 到 CoWoP, PCB 正直接承担先进封装基板功能



来源: 电子技术应用, 国金证券研究所

图表9: 英伟达 800V 高压直流供电架构示意图, 高压直供显著提升能效并催生高规格供电 PCB 需求



来源: NVIDIA 官方 Technical Blog, 国金证券研究所

(4) 量价齐升与工艺壁垒并行抬升, 单柜 PCB 价值量在 VR200 基础上进一步跃升

Kyber 时代 M9+Q 布材料渗透扩张、正交背板层数数量级跃升、CoWoP 封装量产、800VDC 供电 PCB 升级四条主线叠加共振, 单柜 PCB 价值量在 VR200 已经跃升至 11.6 万美金的基础上有望进一步抬升。与 VR200 +233% 由“材料+层数+品类”三重驱动相比, Kyber 时代的驱动因素更加多元——除材料与品类继续扩张外, 正交背板与 CoWoP 两项标志性工艺将直接拉动 PCB 工艺精度向 IC 载板级靠拢, 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。

三、PCB 工艺迈向半导体级, M9、mSAP 与 CoWoP 驱动价值与壁垒跃升

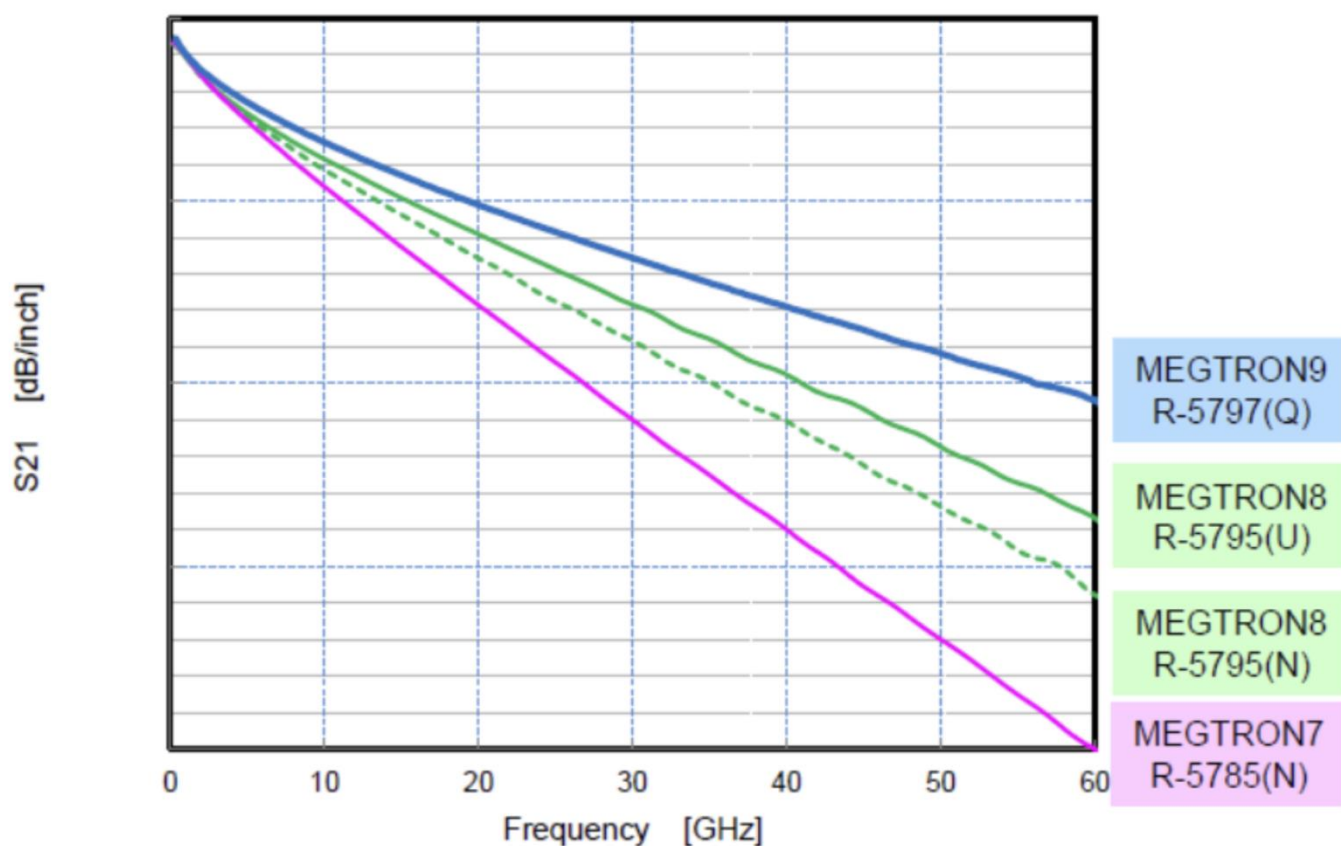
3.1 PCB 工艺向半导体级跃迁, M9 材料与 mSAP 技术驱动 AI 机柜价值量倍增

随着 AI 算力从单芯片性能竞争转向机柜级系统互联竞争, PCB 工艺精度正经历从传统电子级向半导体级的根本性跃迁。松下产业电子材料于 2025 年 1 月正式发布 MEGTRON 9



(M9) 覆铜板体系，明确面向 224 Gbps 单通道速率设计，其介电常数与损耗因子指标较 M7/M8 代际产品实现数量级优化，为 78 层正交背板及高频信号完整性提供底层材料支撑；与此同时，改良型半加成法 (mSAP) 工艺作为 SAP 的升级迭代方案，通过将初始化学镀铜层厚度从 SAP 的 2–5 μm 压缩至 1–2 μm ，并引入差分蚀刻技术，将线宽/线距大幅缩减至 15–25 μm 量级，线路边缘粗糙度 (Ra) 控制在 1 μm 以下，线宽偏差缩小至 $\pm 1 \mu\text{m}$ ，已直接对标类载板 (SLP) 及 IC 封装基板的工艺精度门槛。该工艺采用 “PVD+化学镀铜” 复合方案形成超薄种子层，铜层抗拉强度可达 350MPa 以上，耐弯折次数较减成法提升 50%，材料利用率高达 95% 以上，其技术门槛与洁净度要求已与传统 PCB 制造形成代际差，成为高端 HDI 板、类载板及 5G 毫米波模块的核心制造路径。

图表10：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

M9 材料体系与 mSAP 工艺的耦合，正在 AI 服务器机柜内催生前所未有的高密度互联需求。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 的物理极限，必须依托 M9 级覆铜板实现 224 Gbps 信号完整性，同时借助 mSAP 的 15–25 μm 精细线路能力，在有限板面积内完成数万条差分走线的精密排布。这一技术组合使得单机柜 PCB 用量大幅激增，覆铜板等级从 M4/M5 向 M8/M9 跃迁，直接推动单机柜 PCB 价值量从 GB300 的约 3.5 万美元跃升至 11.7 万美元，PCB 在 AI 系统 BOM 中的占比正从传统配套件向半导体级组件靠拢。

工艺精度的半导体化同时重构了产业竞争壁垒。mSAP 工艺要求初始铜层厚度控制在 1–2 μm ，需采用 “PVD+化学镀铜” 复合方案及深紫外光刻 (DUV) 设备，曝光分辨率从传统 30 μm 提升至 10 μm ，配合差分蚀刻使线路边缘粗糙度 (Ra) 控制在 1 μm 以下，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。全球具备 224 Gbps 全链路量产能力的厂商高度集中，行业正从劳动密集型制造向资本与技术密集型 “智造” 跃迁。



图表11: 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	≥50μm	较差 (±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	30-50μm	一般 (±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	30-40μm	良好 (±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	15-25μm	优秀 (±3%)	高 (95% 以上)	类载板、5G 模块、汽车高端 PCB

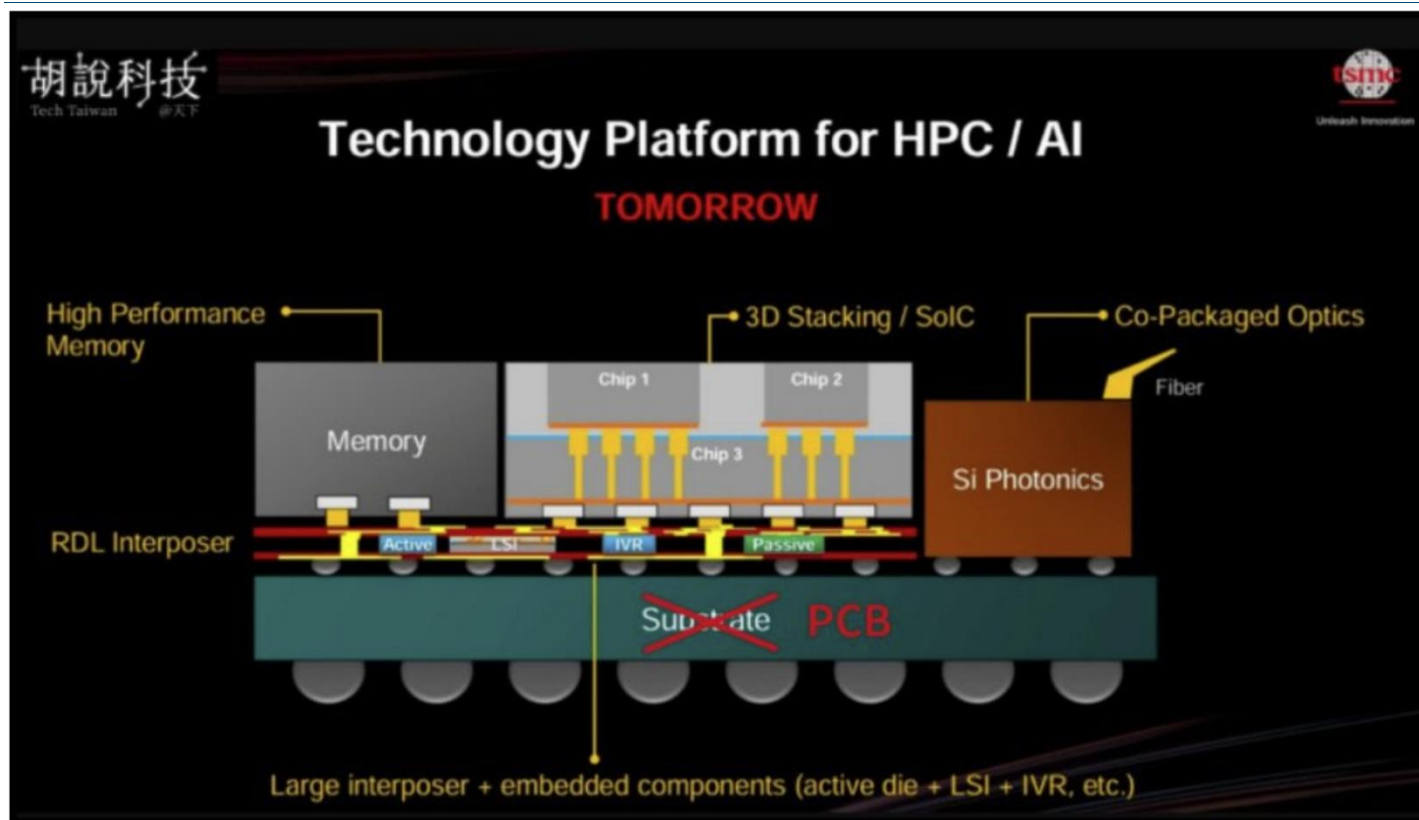
来源: iPCB, 国金证券研究所

从产业趋势看, M9 体系与 mSAP 工艺已成为 AI PCB 的“技术锚点”, 标志着 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。随着英伟达 Kyber 机架导入 800V HVDC 高压供电及 CoWoP 封装将硅中介层直接集成于强化型 PCB, PCB 需同时承载高频信号、大电流能源分配及芯片级封装支撑功能, 其工艺复杂度与价值定位已全面逼近半导体封装基板。在 AI 算力军备竞赛背景下, 率先突破 M9 材料体系与 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红利。

3.2 CoWoP 推动 PCB 跃升为芯片级封装载体, 价值与壁垒双重提升

随着 AI 算力竞争从单芯片性能转向机柜级系统架构, 先进封装技术正推动 PCB 经历从“承载平台”到“芯片最后一层封装载体”的身份跃迁。Chip-on-Wafer-on-PCB (CoWoP) 技术通过将硅中介层与 GPU/HBM 等核心芯片直接集成于强化型 PCB 之上, 使 PCB 首次承担先进封装的基板功能, 彻底模糊了传统 PCB 与 IC 封装基板的技术边界, 标志着 PCB 从系统级互联件向芯片级封装载体的根本性跨越。

图表12: CoWoP 架构下 PCB 将直接承担封装基板功能



来源: globalsmt, 国金证券研究所

在 AI 服务器功耗与带宽需求指数级增长的背景下, CoWoP 工艺的价值在于以 PCB 为媒介



实现芯片与系统的最短路径互联。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，可显著缩短信号传输距离、降低寄生损耗，支撑 224 Gbps 及以上单通道速率。这一变革使得单机柜 PCB 用量激增，覆铜板等级从 M4/M5 向 M8/M9 跃迁，PCB 品类从主板、背板扩展至封装级载板，单机柜 PCB 价值量正从数万美元量级向十万美元级跃迁。

据 global smt 报道，CoWoP 相对 CoWoS 具有多重收益：改进信号完整性（移除基板缩短信号路径，减少 NVLink 和 HBM 存储器传输损耗）、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，降低寄生电阻并提升功耗效率）、卓越的热管理（去除芯片盖可直接从芯片散热）、减轻 PCB 变形（较低热膨胀系数减少高温操作下板材弯曲与应力）、降低 ASIC 成本（拆除盖子与封装基板降低零件与组装成本）等。

CoWoP 工艺对 PCB 的物理性能提出了半导体级严苛要求，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，必须配合 M9 级覆铜板与 mSAP（改良型半加成法）等半导体级工艺，线宽/线距需压缩至 15–25 μm 量级，认证周期较长。全球具备该量产能力的厂商高度集中，PCB 制造已从劳动密集型产业转向资本与技术密集型“智造”。随着先进封装持续向系统级下沉，具备 CoWoP 适配能力的 PCB 龙头有望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，在品类扩张与工艺溢价双重驱动下打开全新成长空间。

四、相关标的

- 1) PCB 板厂：胜宏科技、东山精密、鹏鼎控股、景旺电子、沪电股份、广合科技、生益科技、世运电路。
- 2) PCB 钻针：中钨高新、欧科亿、鼎泰高科、杰美特。
- 3) 覆铜板及电子布：生益科技、南亚新材、中国巨石、中材科技、宏和科技、国际复材、菲利华、莱特光电。
- 4) 其他海外算力：中际旭创、工业富联、江海股份、东阳光、天孚通信、天岳先进、新易盛、兆易创新、大普微、源杰科技、英维克、唯科科技、领益智造等；英特尔、SK 海力士、Lumentum、闪迪、铠侠、美光、中微公司、北方华创、拓荆科技、长川科技。

五、风险提示

■ AI 服务器出货及 PCB 升级不及预期的风险

目前产业核心驱动力来自英伟达 Rubin/Rubin Ultra 及谷歌、AMD、Meta 等 ASIC 芯片对高阶 AIPC 的需求。若 AI 服务器量产节奏放缓、算力资本开支削减，或 PCB 层数/孔径升级速度不及预期，将直接影响 AIPC 行业的“量价齐升”逻辑。

■ CoWoP、正交背板等新工艺商业化进度不及预期的风险

CoWoP 作为 PCB 与封装基板边界消失的标志性事件，其量产时间表存在不确定性；正交背板的 78 层超高多层加工良率仍处于爬坡阶段。若关键技术节点（如 CoWoP 2027 年 3 月爬坡）推迟，将影响相关厂商的业绩节奏。

■ 原材料供应紧张及价格波动的风险

HVLP4 铜箔、M9 树脂、Q 布、瑞士罗曼蒂克开槽机等关键原材料和设备仍处于紧缺状态。若上游紧缺幅度超预期或价格大幅上涨，PCB 厂商毛利率；反之若供需缓和过快，则可能引发价格回调。

■ 行业扩产节奏过快导致竞争加剧与价格战的风险

若下游 AI 服务器 PCB 需求增速不及产能释放节奏，中低端 PCB 市场可能出现价格战，



行业整体毛利率承压。当前各家厂商资本开支总规模超过 400 亿元，扩产兑现期需密切跟踪。

■ 大客户订单波动及客户集中度过高的风险

头部 AIPCB 厂商对英伟达等少数核心客户依赖度较高，若大客户技术路线变更、订单转移或自身产能调整，将直接影响相关厂商订单兑现节奏。



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。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、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