



# 基础化工

**买入（维持评级）**
**行业深度研究**

证券研究报告

**基础化工组**

分析师：陈屹（执业 S1130521050001）

chenyi3@gjzq.com.cn

联系人：孙泽辉

sunzehui@gjzq.com.cn

## AI 系列深度（八）：AI 服务器大拆解，架起材料“军火库”

本篇为 AI 系列深度报告第八篇。回顾本系列第二篇，我们曾从材料端出发，概览性梳理了 AI 加速对光刻胶、冷却液、电子特气、湿电子化学品、电子树脂等领域的潜在影响与机会。本篇选择回到“整机现场”，以一台 NVIDIA DGX H100 为样本，从整机到部件、从部件到材料逐层拆解，从芯片—模块—托盘—整机—数据中心五个层级回溯材料需求及其演进方向。

### 投资逻辑：

在近期 2025Q3-2026Q1 的业绩电话会中，亚马逊、微软、谷歌、Meta 等 AI 龙头企业均上调了资本开支指引，2026 年将会是 AI 硬件设施大量投放之年，利好上游相关原材料需求。我们梳理出来了整个 H100 数据中心的主要架构和零部件，以材料功能类型进行重新分类出五大板块，更加全面综合的视角寻找材料端的投资机遇。

- ① 晶圆加工与封装材料：这一环节是材料投入密度最高、技术门槛最高的环节，涉及零部件包括 GPU、NVSwitch/CPU/NIC 等高性能逻辑与控制芯片；HBM/DDR 等存储芯片；硅光/电光器件与光模块内的驱动与 TIA 芯片；电源管理芯片与各类功率半导体器件。从产业链进展看，国内关键环节加速兑现，企业均围绕“客户导入、小批试产、量产爬坡、扩线/扩品类”推进，订单以认证驱动为主。
- ② 覆铜板材料：H100 整机中涉及多层高速、高功率密度的 PCB/载板/背板，均以覆铜板为核心基材或其延伸材料。具体包括 GPU UBB、主板、交换机主板等。主要材料包括：树脂、铜箔、玻纤布、填充材料。从产业推进情况来看，供给端呈现“树脂高端化、铜箔高性能化、玻纤差异化”的协同升级趋势。
- ③ 导热散热材料：受益于算力需求的持续攀升与机架功率密度提升，散热材料正成为数据中心基础设施的关键增量环节，散热主要应用在 GPU 核心裸晶、封装盖板、HBM 堆叠存储、高速接口芯片、存储、电源等，从产业端 2025 年上半年情况来看，热界面材料端围绕相变/石墨/金属与复合体系并行推进，液冷介质企业普遍扩建浸没/冷却液产能，全氟/烷基/硅油等路线并行，面向数据中心与半导体制程冷却的合规与长期可靠性验证成为标配。
- ④ 光学材料：光学材料主要应用在光模块中，其组成部件主要为激光器芯片、光发射组件、光接收组件、探测器芯片。2025 年上半年，国内光芯片衬底与关键晶体材料进展整体稳步推进，但可独立披露的材料公司数量有限，主要因下游光模块/IDM 厂商普遍采取垂直一体化与联合开发模式，晶圆外延、键合与晶体加工高度绑定客户认证周期，供应链外溢度低。
- ⑤ 供配电材料：当前，单颗 Blackwell GPU 的功耗已超过 1kW，DGX B200 系统（配备 8 个 Blackwell GPU）的总热设计功耗约为 14.3kW。预计 Rubin 和 Feynman 等后续架构将在此基础上增加两倍甚至五倍。能源利用效率和低损耗将会是配电材料未来重要方向。2025 年上半年产业端稳步推进：软磁金属/非晶与纳米晶粉体迭代带动一体化电感与芯片电感小批量落地；面向 MLCC/热敏电阻的纳米级钛酸镁钙等基础粉、银粉/银浆与铜粉体系加速国产替代；5N 级超高纯铝电极材料实现国产突破，带动铝电容与相关电子浆料的安全供给。

### 投资建议：

围绕“认证进度+产能扩张+国产替代”三条主线布局。建议重点关注覆盖液冷介质与高性能 TIM、高频高速覆铜板用树脂/铜箔/玻纤、光刻胶、湿电子化学品、电子特气、光芯片衬底与电磁材料的优质标的。

### 风险提示：

下游需求不及预期风险；AI 普及速度不及预期风险；原材料价格波动风险；行业竞争加剧风险；新材料研发与国产替代进度不及预期风险；新建项目与产品验证进度不及预期风险；下游资本开支不及预期；新技术迭代风险。



## 内容目录

一、AI 服务器带来化工材料新机遇 .....	4
1、AI 服务器市场前期广阔，需求增速极快 .....	4
2、AI 服务器的零部件构成详细拆分 .....	5
二、AI 服务器涉及五大板块材料 .....	8
2.1 晶圆加工与封装材料 .....	9
2.2 覆铜板材料 .....	12
2.3 导热散热材料 .....	15
2.4 光学材料 .....	17
2.5 供配电材料 .....	18
三、投资建议 .....	19
四、风险提示 .....	19

## 图表目录

图表 1： 全球 AI 市场规模（十亿美元） .....	4
图表 2： 中国智算算力及规模（EFLOPS） .....	4
图表 3： 大模型 token 使用量（十亿） .....	4
图表 4： 头部模型占据主要 token 使用量(十亿) .....	4
图表 5： 海外 AI 大厂季度资本开支增速约 8%（亿美元） .....	5
图表 6： 海外主要 AI 大厂资本开支指引上调 .....	5
图表 7： H100 零部件拆分逻辑 .....	5
图表 8： H100 GPU 芯片层、加速器层拆分 .....	6
图表 9： H100 GPU 托盘层拆分 .....	7
图表 10： H100 GPU 数据中心层拆分 .....	7
图表 11： DCS-7050SX3-48YC8-R 交换机详细拆分 .....	8
图表 12： GB300 NVL72 性能是 H100 的 30 倍 .....	8
图表 13： NVL72 架构 .....	8
图表 14： NVL72 架构需要更高性能的材料 .....	8
图表 15： 英伟达 DGX H100 零部件成本拆分 .....	9
图表 16： 晶圆制备经历多环节循环工序 .....	9
图表 17： 封装是芯片成品的最后一步 .....	9
图表 18： 晶圆制造流程涉及到硅片、特种气体、光刻胶、湿电子化学品等材料 .....	9
图表 19： 封装技术演进流程 .....	10



图表 20: 封装主要材料为树脂、胶粘剂、填料等 .....	11
图表 21: 国内主要硅片、光刻胶上市企业围绕“客户导入、小批试产、量产爬坡”推进（不完全统计）...	11
图表 22: 国内主要特气、湿电子上市企业业务进展呈现“保供+替代+扩品”的共性特征（不完全统计）...	12
图表 23: 覆铜板主要材料为树脂、铜箔、玻纤布 .....	13
图表 24: 覆铜板材料可以按照高频高速分级 .....	13
图表 25: 树脂材料按传输损耗 Df 分级 .....	13
图表 26: HVLP5 是面向下一代高频高速电路的关键铜箔材料 .....	13
图表 27: Q 布是未来玻纤布方向 .....	14
图表 28: 供给端呈现“树脂高端化、铜箔高性能化、玻纤差异化”的协同升级趋势（不完全统计） .....	14
图表 29: 散热几乎都是混合方案而非单一模式 .....	15
图表 30: 单相冷板式液冷是当前主流应用 .....	15
图表 31: TIM 材料应用图示 .....	16
图表 32: TIM 材料导热系数对比 .....	16
图表 33: 主要液冷方式适用情景、材料与优劣势汇总 .....	16
图表 34: 面向数据中心与半导体制程冷却的合规与长期可靠性验证成为标配（不完全统计） .....	16
图表 35: 光模块用于光纤通信中的光电转换 .....	17
图表 36: 光模块核心材料为激光器/探测器芯片 .....	17
图表 37: 半导体材料细分为三大领域方向 .....	17
图表 38: 可独立披露的光芯片材料公司数量有限（不完全统计） .....	18
图表 39: AI 服务器配电站架构示意图 .....	18
图表 40: 48V 母线供电系统铜损耗更低 .....	18
图表 41: 12V 向 48V 电源机架电压的转变推动对应材料升级 .....	19
图表 42: 2025 上半年国内软磁金属/非晶与纳米晶粉体迭代，带动芯片电感小批量落地（不完全统计） ...	19



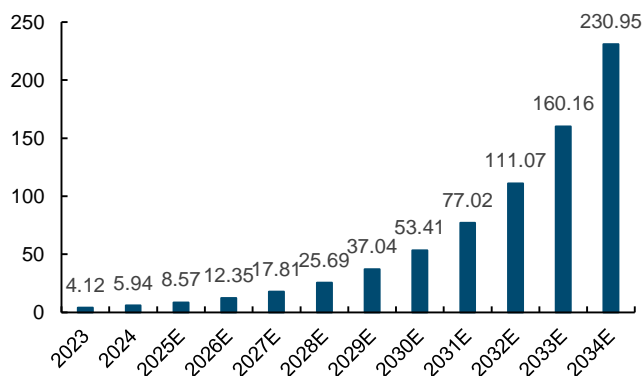
## 一、AI 服务器带来化工材料新机遇

### 1、AI 服务器市场前期广阔，需求增速极快

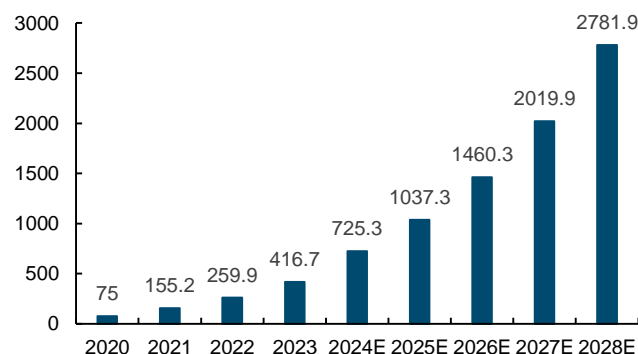
全球 AI 市场维持高景气，长期复合增长强劲。据 Precedence Research 测算，2023—2030 年全球人工智能市场有望实现 35% 以上的复合增速；在此基础上，至 2034 年市场规模可达 2309.5 亿美元，约为 2025 年的 26 倍，体现出由应用渗透与产业化落地共同驱动的长期扩张趋势。

算力成 AI 发展的核心要素，全球与中国智能算力均进入高速扩张期。受大模型训练与推理需求拉动，全球算力规模快速攀升。根据 IDC、Gartner、TOP500 及中国信通院预测，全球算力将由 2023 年的约 1397 EFLOPS 增长至 2030 年的约 16 ZFLOPS，2023—2030 年复合增速约 50%。中国方面，IDC 数据显示，中国智能算力将由 2024 年的 725.3 EFLOPS 提升至 2028 年的 2781.9 EFLOPS，2020—2028 年复合增速达 57.1%。

图表1：全球 AI 市场规模（十亿美元）



图表2：中国智算算力及规模（EFLOPS）

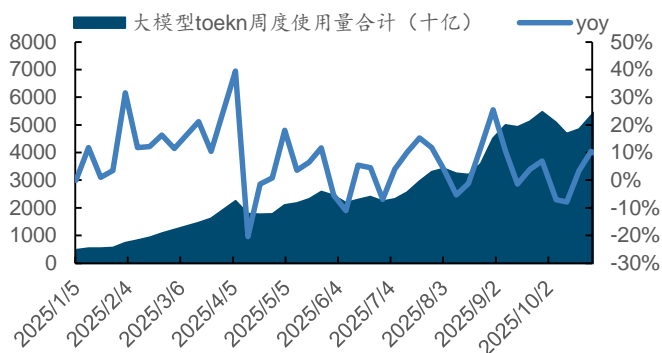


来源：Precedence Research、国金证券研究所

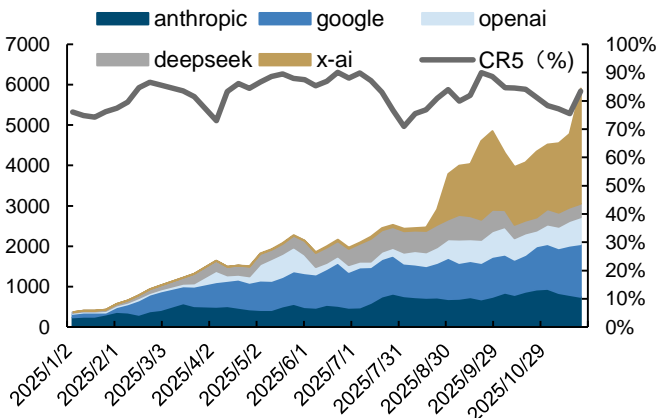
来源：infineon、国金证券研究所

下游需求快速放量，头部模型贡献度高。根据 openrouter，截至 2025 年 11 月，大模型周度 token 使用量已升至 7.08 万亿，较年初扩大约 13 倍，生成式 AI 在多行业、多场景的使用强度显著提升；从结构看，Anthropic Claude、Google Gemini、OpenAI GPT、DeepSeek 与 X-ai Grok 五大系列合计周度使用量约 5.9 万亿，占比约 83%，CR5 维持高位，表明需求主要由头部模型驱动，市场呈现规模化扩张与集中度提升并行的态势。

图表3：大模型 token 使用量（十亿）



图表4：头部模型占据主要 token 使用量(十亿)



来源：openrouter、国金证券研究所

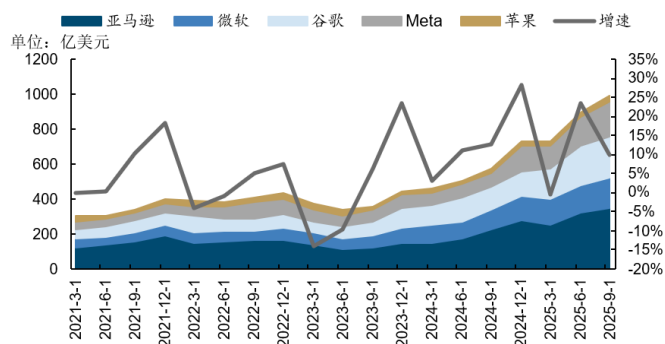
来源：openrouter、国金证券研究所

海外头部 AI 应用厂商资本开支持续加速，上调指引指向 2026 年成为硬件投放大年并带动上游材料需求走强。过去五年，其季度资本开支平均环比增速约 8%，分项看亚马逊、微软、谷歌、Meta 近两年投入斜率明显抬升；从最新指引与披露看，亚马逊 2025 年资本开支计划约 1250 亿美元（较此前 1000 亿美元上调）；谷歌 2025 年指引约 910-930 亿美元（较此前 850 亿美元上调）；Meta 维持 2025 年 700-720 亿美元并上调区间上限；微软管理层在 2025 年 Q4 与 2026 年 Q1 电话会中均给出更积极展望。





图表5: 海外 AI 大厂季度资本开支增速约 8% (亿美元)



图表6: 海外主要 AI 大厂资本开支指引上调

科技巨头	最新更新开支计划 (亿美元)		原计划 (亿美元)	变动 情况
亚马逊	2025	1250	1000	上调
微软	2026Q1	349	330	上调
谷歌	2025	910-930	850	上调
Meta	2025	700-720	690	上调
苹果	无明确量化指引			

来源: Ifind、国金证券研究所

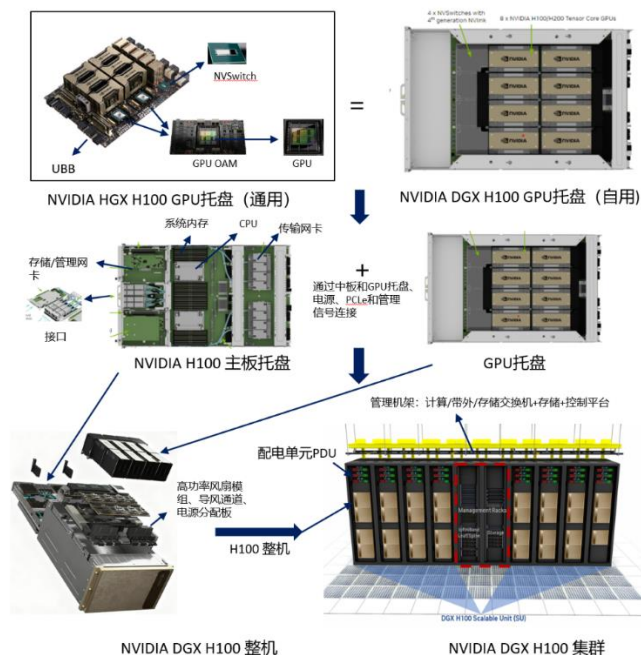
注: 微软 2025 年全年实际资本支出为 882 亿美元, 同比增长约 58%。7 月 Q4 电话会表明 2026 年资本开支增速将会低于 2025 年, 按 50% 计算, 2026 年全年资本开支预计 1323 亿美元, 平均下来 Q1 约 330 亿。后续 10 月 Q4 电话会更新口径, 2026 年资本开支增速将高于 2025, 保守按 60% 计算, 2026 年资本开支约 1411.2 亿美元, 平均单季度 350 亿美元, 基本和电话会公布的 2026 一季度 349 亿美元一致

来源: Ifind、公司业绩会、国金证券研究所

## 2、AI 服务器的零部件构成详细拆分

当前市场对于 AI 计算机乃至计算中心材料讨论都是集中于某一个材料深挖, 我们想以更加全面的视角将 AI 计算机的组成材料整体梳理清楚, 寻找值得重点关注的方向。以英伟达 DGX H100 整机为例, AI 数据中心架构大体都遵循着“芯片—模块—互联—托盘—主机—机架—集群”的层层放大逻辑, 目标是在标准化封装与高带宽互联的约束下, 把单点算力有效汇聚为可编排的集群算力。

图表7: H100 零部件拆分逻辑



来源: 英伟达官网、《NVIDIA DGXH100/H200 User Guide》、国金证券研究所

**芯片层:** 最底层的 H100 GPU 芯片是算力核心。在 H100 这一代, HBM 是和 GPU 核心一起做成同一个封装的, 通常是“GPU 核心裸片+多颗 HBM 堆叠+封装基板”组合在一起。GPU 裸片和 HBM 直连显著提升模型参数与激活数据的就地吞吐, 降低访存瓶颈。另外, GPU 芯片内还集成 NVLink 控制器, 等同于 GPU 自带 NVLink 接口能力, 从这颗芯片的封装边缘连到外

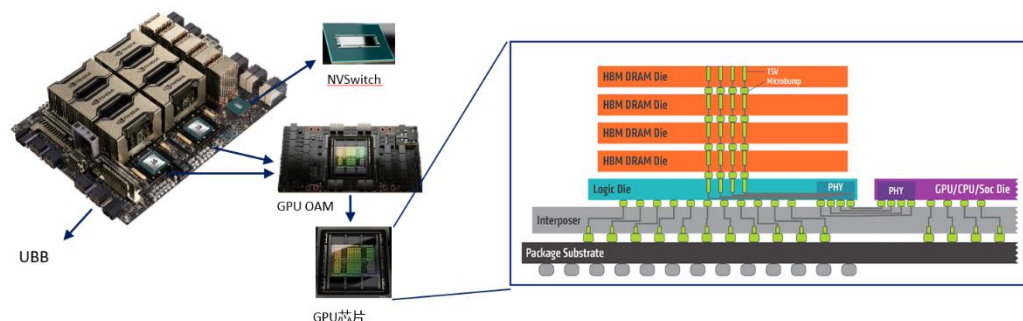


部的互联载体，比如插在 UBB 上，经由走线连到 NVSwitch 芯片，再到其他 GPU，为后续多 GPU 的点对点互联提供物理通道。这一层可以视为“发动机”，具备能效密度优势，但尚不具备系统落地所需的供电、散热与标准接口能力。

**加速器模块层：**在芯片之上，NVIDIA 采用 OAM 标准将 H100 制作为可替换、可维护的加速器模块。OAM 搭载一颗 GPU 封装芯片，并在模块上集成稳压供电、机械与热接口以及高速触点。这一步的本质是把裸硅转化为“标准算力砖”，既满足数据中心高功耗场景的工程化要求，又为后续密度化部署与快速维护提供边际成本优势。到此为止，单卡能力已经可用，但要实现多卡强耦合并扩展到系统级吞吐，还需要一层面面向互联的结构化基座。

**通用基板 (UBB) 层：**UBB 是多个 OAM 的承载与互联平台，核心增量是引入 NVSwitch 芯片，形成全互连的 GPU 高速域。与传统通过 PCIe 或点对点 NVLink 链路的“局部互联”不同，NVSwitch 提供交换能力，使得多块 H100 可以以接近对称的带宽进行任意两两通信，显著降低跨 GPU 通信的延迟，改善大规模并行训练下的同步成本。站在系统设计视角，UBB 将若干 OAM 聚合成一个“GPU 计算岛”。

图8：H100 GPU 芯片层、加速器层拆分



来源：英伟达官网、《NVIDIA DGX H100/H200 User Guide》、Nuvation Engineering、国金证券研究所

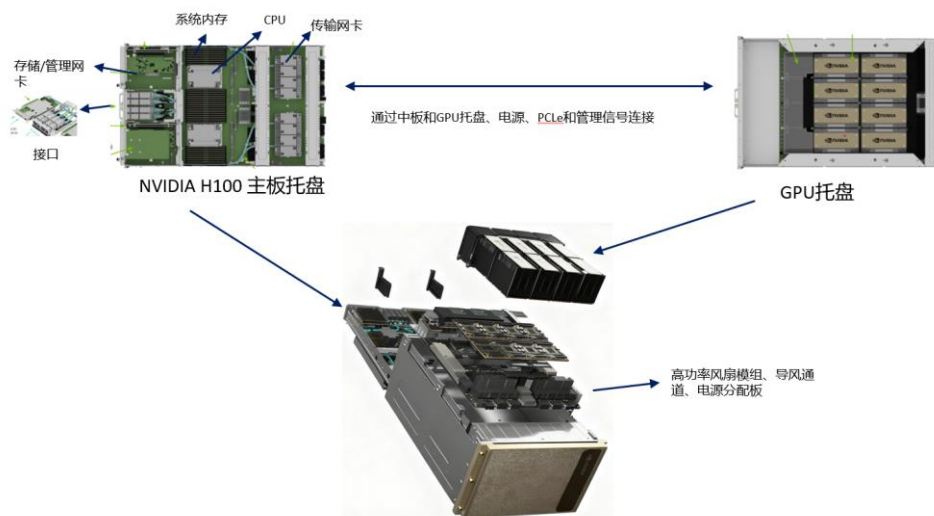
### 托盘层：

- ① GPU 托盘：所谓托盘，可以理解为围绕“GPU 计算岛”的工程化子系统：它将 UBB、若干 OAM、NVSwitch、风道与散热模组、线缆与结构件、电源分配与管理信号等一体化封装，形成抽屉式可插拔单元。NVIDIA H100 托盘有两条主要形态：一类是 HGX H100 的通用托盘，面向整机厂商的开放型部件，便于各家服务器平台快速集成；另一类是 DGX H100 的定制托盘，更深度适配英伟达自有整机在布局、气流组织、线缆路径与维护工艺上的要求。无论形态差异如何，托盘层完成了“从电路到产品”的关键跨越：将高带宽互联与高功耗散热在机械空间内稳定落地，为与通用计算平台对接创造条件。
- ② 与 GPU 托盘相配套的，是主板托盘。主板托盘承载通用计算与系统入口职能，典型配置为双路高性能 CPU 与大容量系统内存，同时部署 PCIe 根复合体、网络与存储接口、以及带外管理控制器 (BMC)。在逻辑分工上，CPU 负责任务编排、数据预处理、I/O 管理与操作系统/驱动层协同，通过中板或背板与 GPU 托盘完成 PCIe 传输、管理与供电连接，并在运行时将数据有序地输送至 GPU 计算岛，再汇总结果。由此，计算系统的“指挥中枢” (CPU/内存) 与“加速引擎” (8×H100 GPU) 形成高效协作，既保障通用计算的广谱适配性，也释放加速域的并行吞吐。

**整机层：**当 GPU 托盘与主板托盘、电源与配电 (PSU/PDB)、风扇与风道、结构与面板、网络与本地存储等子系统集成进同一机箱后，即构成 DGX H100 整机节点。



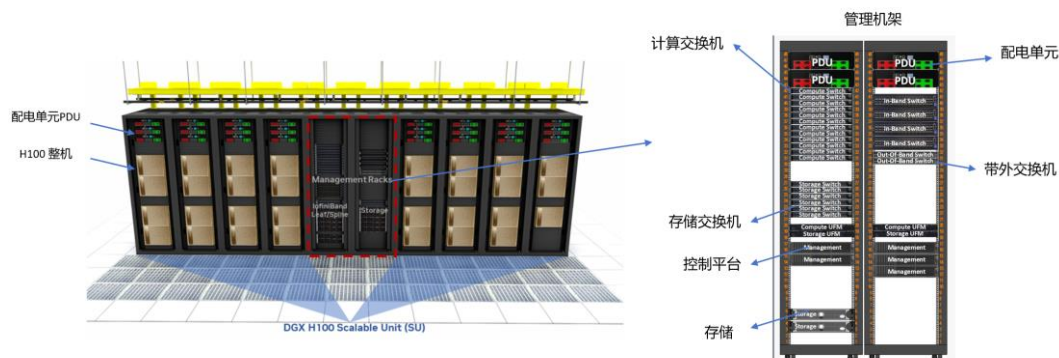
图表9: H100 GPU 托盘层拆分



来源：英伟达官网、《NVIDIA DGXH100/H200 User Guide》、国金证券研究所

数据中心层：整机节点需要与机柜配电和机房基础设施配合，多个 DGX H100 节点按安装在标准机柜中。机柜上方会配有 PDU（配电单元），负责回路分配、计量与保护等任务，配合机房的冷热通道设计，形成可预期的热功耗边界条件与维护策略。此外，为了让 H100 整机能够高速协作，机柜会配有专门的管理机架，包含高带宽的计算交换机、连接存储的交换机、带外管理交换机、管理服务器、管理存储。

图表10: H100 GPU 数据中心层拆分



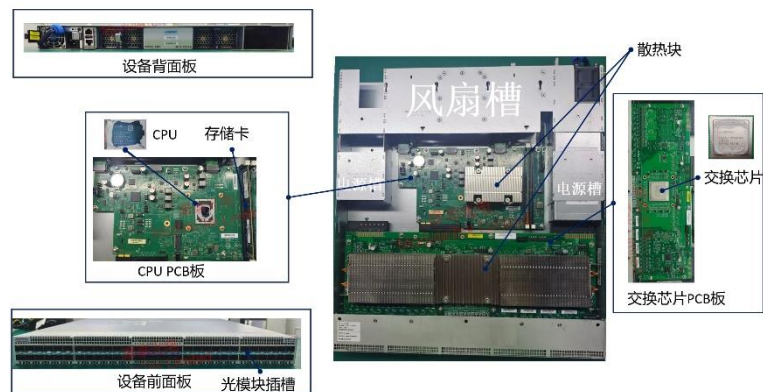
来源：英伟达官网、国金证券研究所

交换机的构造类似于主机。计算/带外/存储交换机都有共同的骨架：主 PCB 承载交换 ASIC，前面板是 SFP/QSFP 笼体，后部是可热插拔 PSU 与风扇，控制板/CPU 在中部，风道前冷后热（或反向）设计。AI 数据中心的计算交换机或高性能存储交换机需要更高功耗、更高速口、更强散热与多 ASIC 互联的机型，但大体构成都是基本五件套：交换 ASIC、前面板端口与光模块、控制 CPU、电源/散热、机箱/背板。





图表11: DCS-7050SX3-48YC8-R 交换机详细拆分

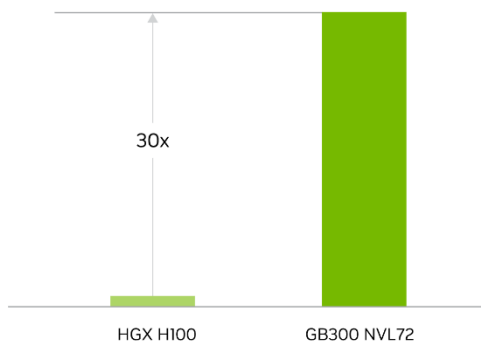


来源：摩泰光电官网、国金证券研究所

此外，相比于 DGX H100 SU 这种由多台 H100 组成的服务器机柜，新一代的高性能 AI 服务器机柜更倾向于采用“超节点”架构。比如，NVL72 就是典型的“机柜级超节点”，一柜内有 72 块 GPU，机柜内通过 NVLink-Switch 全互联，侧重在“单柜内做成一个大算力域/超节点”以达到更高的性能。从结构上来讲，超节点架构主要是改变了互联的方式，域内 GPU 不再需要外部交换机，更高密度的集成也需要匹配更高功率模块、高性能散热等。

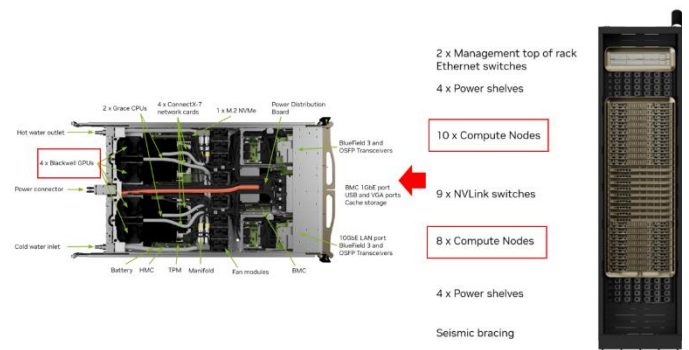
图表12: GB300 NVL72 性能是 H100 的 30 倍

#### Real-Time Video Generation



Projected performance subject to change. Relative performance represented as frames per second per GPU. 5-second video generation using Cosmos-1.0-Diffusion-7B-Video2World 720p 60 FPS.

图表13: NVL72 架构



来源：英伟达官网、国金证券研究所

来源：英伟达官网、国金证券研究所

图表14: NVL72 架构需要更高性能的材料

		H100 SU	NVL72
互联方式	机内	8 颗 H100 通过 NVSwitch 互联成一个节点	72 颗 GPU 通过 NVSwitch 在内部互联
	机柜间	通过交换机互联	域内 GPU 互联不再依赖交换机
核心变化		<ul style="list-style-type: none"> <li>为 GPU 互联服务的交换机数量显著减少</li> <li>更强大的性能依赖更大量高密度高速连接器和散热能力</li> <li>更高额定的配电、更高功率模块</li> </ul>	

来源：英伟达官网、国金证券研究所

## 二、AI 服务器涉及五大板块材料

在第一部分，我们梳理出来了整个 H100 数据中心的主要架构和零部件，接下来重点梳理涉及的相关材料及演进方向。考虑到化工材料零散的分布在各个部件和环节中，前文以物理体量从小到大的分类容易出现材料重复冗杂的情况，我们以材料的功能类型重新分为 5 类：晶圆加工材料、覆铜板材料、导热散热材料、光学材料、供配电材料。

相比通用服务器，AI 服务器在 AI 芯片与内存带宽上大幅增强，整机价值量随之上移，其他配套部件也相应升级。根据半导体行业观察披露的数据，NVIDIA DGX H100 GPU 模组（含





HBM) 占整机价值约 73%，存储约 4%，封装 0.55%，电源 0.45%，散热部件 0.13%。

图表15：英伟达 DGX H100 零部件成本拆分

元器件	成本（美元）	成本占比（%）
CPU	5200	1.94%
GPU 板组（8GPU+4 NvSwitch Baseboard）	195000	72.63%
内存	7860	2.93%
外存	3456	1.29%
网卡	10908	4.06%
机壳（包括机箱、背板、布线）	563	0.21%
主板	360	0.13%
散热（包括散热器和风扇）	463	0.17%
电源	1200	0.45%
组装和测试	1485	0.55%
溢价	42000	15.64%
总计	268495	

来源：半导体行业观察公众号，国金证券研究所

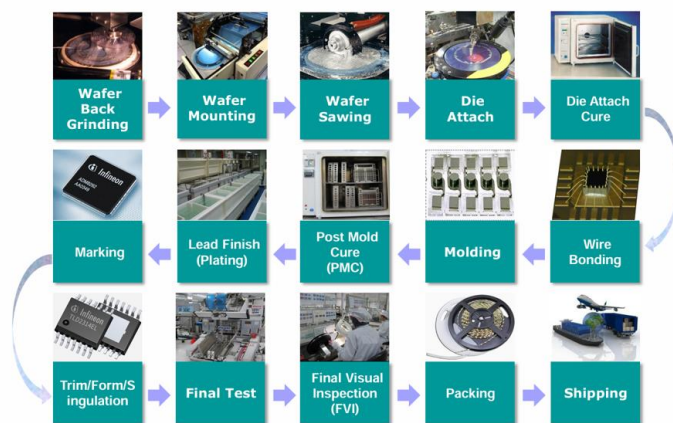
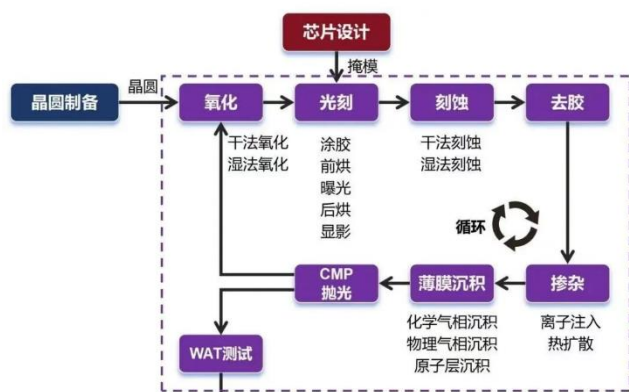
## 2.1 晶圆加工与封装材料

在 DGX H100 机柜中，涉及该类材料的零部件主要包括：GPU、NvSwitch/CPU/NIC 等高性能逻辑与控制芯片；HBM/DDR 等存储芯片；硅光/电光器件与光模块内的驱动与 TIA 芯片；电源管理芯片与各类功率半导体器件。上述器件共同决定算力、带宽与能效边界，是材料投入密度最高、技术门槛最高的环节。

从价值量与技术壁垒看，晶圆加工是芯片价值的核心点。该环节以“沉积-光刻-刻蚀-离子注入-清洗-CMP-热处理”等循环工序在硅片上构建数百层复杂结构，对材料纯度、缺陷密度与批间一致性要求极端苛刻。

图表16：晶圆制备经历多环节循环工序

图表17：封装是芯片成品的最后一步



来源：半导体材料与工艺公众号、国金证券研究所

来源：infineon、国金证券研究所

图表18：晶圆制造流程涉及到硅片、特种气体、光刻胶、湿电子化学品等材料

工艺流程	涉及到的材料	升级方向	相关公司
硅基与衬底材料	单晶硅片	超低氧、高阻、低缺陷、超低阻	沪硅产业、有研硅、中晶科技、立昂微、神工股份、TCL 中环等
氧化	氧化反应气	高气体纯度，如 99.99% (4N) -99.9995% (5N5)	华特气体、金宏气体、凯美特气、和远气体、正帆科技、昊华科技等
刻蚀	含氟气、含氟气体		



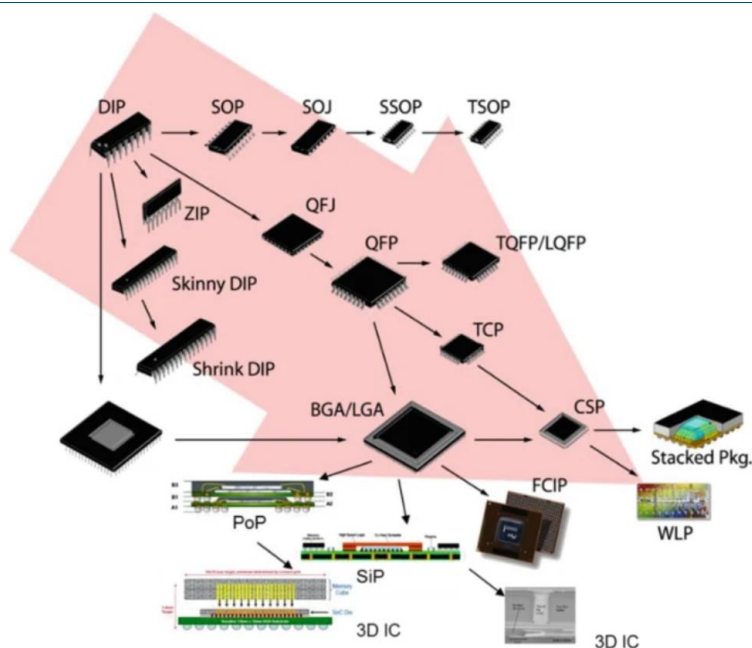
	蚀刻剂		
薄膜沉积工艺	惰性气体		
光刻	光刻胶	高分辨率、灵敏度、抗蚀蚀比	上海新阳、容大感光、彤程新材、飞凯材料、爱森股份、瑞联新材、晶瑞电材、南大光电、久日新材、鼎龙股份等
清洗去胶、光刻显影、电镀	湿电子化学品	低金属杂质含量、控制粒径	兴发集团、中巨芯、江化微、格林达、多氟多等

来源：深芯盟、公司年报、国金证券研究所

封装是芯片成品的最后一步，应用于 DGX H100 整机中的 H100+HBM CoWoS/SoIC、OAM 模块等。封装工艺的演进遵循“边缘引脚、通孔装配”走向“阵列互连、三维集成”的主线：

- ① 最为初级的是 DIP 等通孔封装，主要用在家电工控等对空间大、I/O 需求小等器件，其特点就是两排长引脚插入电路板，可靠易装配。
- ② 随着板级密度的提高，封装技术从通孔转向表面贴装（SOP/SSOP/TSOP/SOJ）和四边引脚（QFP/TQFP/LQFP），边缘引脚数量逐渐接近极限。
- ③ 为了满足 GPU 更高 I/O 的需求，封装技术出现从“边”到“面”切换，如 BGA/LGA 把焊点搬到芯片底面，做成二维阵列，是过去主流的高 I/O 封装方式。此外，移动终端小型化的需求催化了 CSP（芯片尺寸级封装）和 WLP（晶圆级封装）的诞生。
- ④ 当平面与封装层级都逼近瓶颈，3D IC 通过 TSV（硅通孔）在芯片层级实现垂直互连，把多颗裸晶堆叠，缩短信号路径、提升带宽/能效，像 HBM 就是典型应用。

图表19：封装技术演进流程

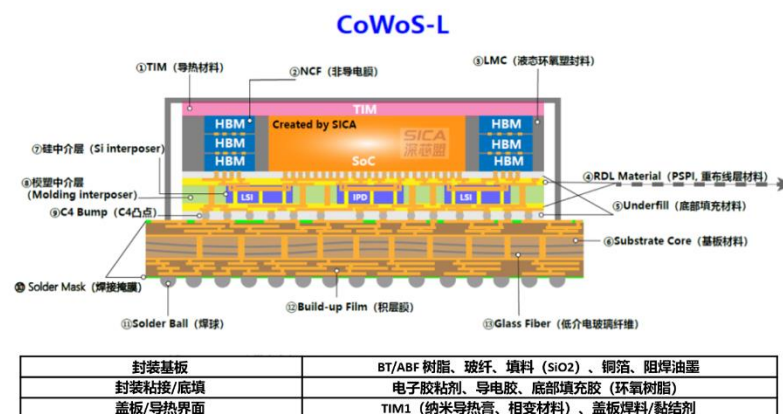


来源：《Flip-Chip Packaging for Nanoscale Silicon Logic Devices: Challenges and Opportunities》、国金证券研究所

材料方面，封装每一次形态跃迁都伴随材料体系的升级。材料面临的核心挑战之一是降低热膨胀系数（CTE）不匹配，因为聚合物的膨胀系数远大于硅，这会导致应力、翘曲和缺陷。当前，聚酰亚胺（PI）、PBO、BCB、环氧树脂和丙烯酸树脂复合材料体系、热塑性聚合物等关键材料被广泛应用于先进封装中，用作介电材料、模塑化合物、底部填充材料和临时键合材料。然而，由于没有单一配方能够满足所有目标，解决方案是针对特定应用开发配方，以平衡每个客户和封装架构的性能权衡。



图表20：封装主要材料为树脂、胶粘剂、填料等



来源：半导体产业研究、国金证券研究所

从产业链进展看，国内关键环节加速兑现，企业均围绕“客户导入、小批试产、量产爬坡、扩线/扩品类”推进，订单以认证驱动为主；产品上沿着更大尺寸/更高纯度/更低缺陷与更先进制程兼容演进，硅片侧聚焦 150mm-300mm 与器件级良率稳定，光刻胶侧围绕 KrF、ArF 逐步延伸，部分品类实现系列化供货。

图表21：国内主要硅片、光刻胶上市企业围绕“客户导入、小批试产、量产爬坡”推进（不完全统计）

板块	公司	业务进展
硅片	沪硅产业	产品类型涵盖 300mm 抛光片及外延片、200mm 及以下抛光片及外延片、SOI 硅片压电薄膜衬底材料等；面向高压高可靠性高算力应用的 300mmSOI 硅片已正式开始流片，目前已完成客户送样并通过客户内部的特殊工艺验证
硅片	有研硅	产品包括 6-8 英寸（150mm-200mm）直拉硅单晶及抛光片、刻蚀设备用硅材料、半导体区熔硅单晶及抛光片等；8 英寸区熔硅片、超低氧硅片及多晶硅铸锭产品顺利推进客户认证；超低阻硅片已实现规模化量产，市场反馈积极
硅片	中晶科技	产品涵盖半导体晶棒、研磨片、化腐片、抛光片、半导体功率芯片及器件等
硅片	立昂微	主要产品包括 6-12 英寸半导体硅抛光片和硅外延片；6 英寸 TMBS 芯片、SBD 芯片、FRD 芯片、MOSFET 芯片、TVS 芯片及 IGBT 芯片；6 英寸 GaAs 射频芯片、6 英寸 VCSEL 光电芯片等三大类；公司 12 英寸硅片已覆盖 14nm 以上技术节点逻辑电路和存储电路，以及客户所需技术节点的图像传感器器件和功率器件
硅片	神工股份	半导体大尺寸硅片业务仍处于工艺优化和客户认证开拓期，尚未能够单独盈利
硅片	TCL 中环	公司主要覆盖光伏芯片，硅片产能达 200GW
光刻胶	上海新阳	包括 I 线光刻胶、KrF 光刻胶、ArF 干法、浸没式光刻胶；当前“KrF 厚膜光刻胶”项目已经达到预定可使用状态，产品已经通过客户认证，取得订单并产生销售收入；“ArF 干法光刻胶”项目仍处于研发阶段，未能完全达到预计效益；ArF 浸没式光刻胶研发项目为研发项目，不直接产生收入
光刻胶	容大感光	公司的半导体光刻胶产品主要为 g 线光刻胶和 i 线光刻胶，目前公司已经推出能够满足客户使用的中低端产品
光刻胶	彤程新材	公司产品包括 ArF、KrF、g/i 线光刻胶；i 线化学放大厚膜胶，在多家 12 寸客户实现稳定快速的应用扩展，销量持续攀升。40-80um 超厚膜负性抗电镀光刻胶开发测试进展顺利，成功通过国内头部封装厂的验证
光刻胶	飞凯材料	公司自主研发的半导体先进封装用厚膜负性光刻胶取得重大突破，产品已通过国内主流芯片封装厂商的严格验证。该产品能够很好地适配 2.5D/3D 先进封装工艺
光刻胶	艾森股份	正性 PSPI 光刻胶目前小量产中，同步在多家晶圆客户验证；超高感度 PSPI（化学放大型）在主流晶圆客户可靠性验证阶段；晶圆 ICA 化学放大光刻胶在客户端验证测试顺利，部分指标优于国际厂商对标产品
光刻胶	瑞联新材	正在推进 KrF 光刻胶单体羟基苯乙烯系列产品中试放大方案的研究
光刻胶	晶瑞电材	拥有紫外宽谱系列光刻胶、g 线系列光刻胶、i 线系列光刻胶等近百种型号光刻胶量产供应市场。在 DUV 高端光刻胶方面，已有多款 KrF 光刻胶量产，ArF 光刻胶已小批量出货，同时多款产品已向客户送样
光刻胶	南大光电	产品包括 ArF 光刻胶
光刻胶	久日新材	公司已完成 29 款半导体 g-线、i-线光刻胶产品和多款常规面板光刻胶产品的研发，并持续在下游客户进行测试验证，涉及面板、分立器件、功率器件、传感器及封装等 30 余家相关客户
光刻胶	鼎龙股份	公司浸没式 ArF 及 KrF 晶圆光刻胶业务持续推进；公司已布局近 30 款高端晶圆光刻胶，超过 15 款产品已送样给客





板块	公司	业务进展
		户验证，其中超过 10 款进入加仑样测试阶段，整体测试进展顺利，有数款产品有望在今年下半年全力冲刺订单

来源：公司公告、国金证券研究所

电子特气与湿电子化学品板块整体呈现“保供+替代+扩品”的共性特征：一方面，围绕集成电路制造对高纯度、稳定供给的刚性需求，企业普遍以新建/扩建装置与本地化产线为抓手，形成从电子级硫化氢、氟化氢、四氟化碳、六氟化硫、氨/氮/氩混合气到特种掺杂气的多品类矩阵，部分品种实现对进口主力的可替代与规模化出货；另一方面，湿电子化学品在 G5 及以上等级的纯度、颗粒和金属离子控制上持续爬坡，产品覆盖电子级硫酸/硝酸/氢氟酸/过氧化氢/氨水及显影、去胶、清洗与配套溶剂，打通客户认证到量产路径。

图表22：国内主要特气、湿电子上市企业业务进展呈现“保供+替代+扩品”的共性特征（不完全统计）

板块	公司	业务进展
电子特气	昊华科技	国内最大的电子级六氟化硫供应商；公司正在西南地区新建 6000 吨/年三氟化氮装置，一期 3000 吨即将在年内投产
电子特气	中船特气	覆盖超高纯三氟化氮、超高纯六氟化钨、高纯氯化氢、高纯氟化氢、高纯四氟化硅、高纯氖气、高纯六氟丁二烯、高纯八氟环丁烷、高纯电子混合气等电子特气产品 70 余种；中船特气超高纯三氟化氮产能达 18,500 吨/年，超纯氮产能达 10,000 吨/年；肥乡分公司年产 150 吨高纯电子气体项目取得安全生产许可证；年产 170 吨高纯电子气体项目取得试生产许可意见，达到预定可使用状态；年产 250 吨三氟甲磺酸扩建项目土建部分已完成，设备安装进度达 30%；上海子公司电子特气和先进材料生产及研发项目建设及整体施工进度已达 50%
电子特气	和远气体	公司当前已形成硅基、氟基、氨基、氯基、碳基五大系列电子特气产品；目前，潜江电子特气产业园新增电子特气及电子化学品项目所规划的主要产品已全部建成，整体进入稳产和增产阶段。其中，电子级高纯氮、高纯一氧化碳等产品已量产、稳产并开始销售；电子级氯化氢、氯气、羰基硫将在 2025 年下半年达到稳产，启动半导体、面板企业认证和销售工作。宜昌电子特气及功能性材料产业园一期规划的电子级硅烷、三氟化氮、光纤级四氯化硅、电子级四氯化硅、电子级三氯氢硅、电子级二氯二氢硅、六氟化钨等产品均在试生产过程中，力争 2025 年下半年实现稳产目标
电子特气	金宏气体	公司自主创新研发的超纯氮、高纯氧化亚氮、正硅酸乙酯、高纯二氧化碳、八氟环丁烷、六氟丁二烯、一氟甲烷、硅烷混合气等各类电子级超高纯气体品质和技术已达到替代进口的水平，能够满足国内半导体产业的使用需求
电子特气	华特气体	公司已在特种气体领域生产出高纯四氟化碳、高纯六氟乙烷、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、高纯八氟环丁烷、高纯三氟甲烷、稀混光刻气、高纯全氟丁二烯等超 55 个产品并实现了国内同类产品的进口替代
电子特气	凯美特气	公司高品质电子特种气体产品已得到国内外多家客户的认可，并通过多家国际头部企业认证
湿电子化学品	兴发集团	公司已建成 6 万吨/年电子级磷酸、10 万吨/年电子级硫酸、3 万吨/年电子级双氧水、5.4 万吨/年功能湿电子化学品以及 2 万吨/年电子级氨水联产 1 万吨/年电子级氮气产能；目前兴福电子正在推进 4 万吨/年超高纯电子化学品项目、3 万吨/年电子级双氧水扩建等项目，建成后将进一步增强公司微电子新材料产业发展动能
湿电子化学品	中巨芯	公司覆盖电子级氢氟酸/硫酸/硝酸/盐酸/氟化铵/氨水，功能电子湿化学品缓冲氧化物刻蚀液、硅刻蚀液
湿电子化学品	江化微	镇江江化微顺利完成二期项目的 G5 等级产品异丙醇、氨水及双氧水的试生产
湿电子化学品	格林达	公司主要生产高品质 TMAH 显影液，目前与客户进行联合开发，配套研发出蚀刻液、CF 显影液、含氟类缓冲氧化物刻蚀液（BOE 蚀刻液）、稀释液、清洗液等一系列产品
湿电子化学品	多氟多	公司覆盖电子级氢氟酸/硅烷（纯度达 99.9999%），高纯纳米硅粉及高性能硅碳材料、氟氮混合气、电子级硝酸、电子级氟化铵、PI 剥离液等

来源：公司 2025 年半年报、公司公告、国金证券研究所

## 2.2 覆铜板材料

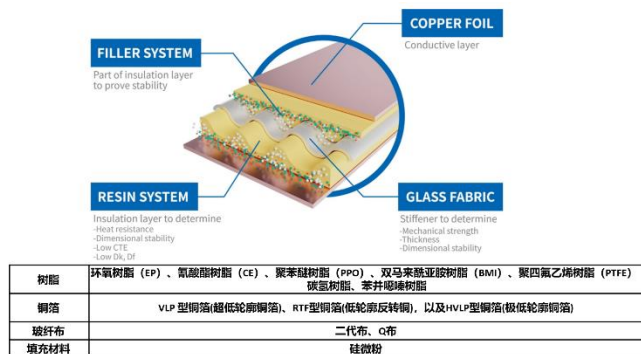
覆铜板是制造印制电路板（PCB）的基础材料。H100 整机中涉及多层高速、高功率密度的 PCB/载板/背板，均以覆铜板为核心基材或其延伸材料。具体包括 GPU UBB、主板、交换机主板等。覆铜板主要材料包括：树脂、铜箔、玻纤布、填充材料，按介质损耗因子 Df 从大到小把 PCB 基材分成多个 Tier，Df 越小，越适合更高的速率或更高的射频/微波频段，



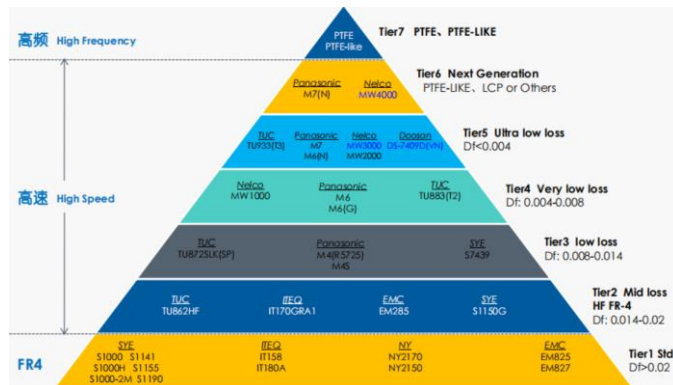


材料也更贵、工艺更难。

图表23：覆铜板主要材料为树脂、铜箔、玻纤布



图表24：覆铜板材料可以按照高频高速分级



来源：DOOSAN、国金证券研究所

来源：ALCANTA PCB、国金证券研究所

高频高速树脂通常按介质损耗 Df 分级：

- ① 常规损耗 ( $Df \geq 0.013$ ) 时以改性环氧/多官能环氧为主，成本低、工艺窗口大；
- ② 中损耗区间 ( $0.008 - <0.013$ ) 多用特殊环氧体系及其与苯并恶嗪、BMI、BT 等共混，兼顾 Tg/Td 与成本，适合中高速背板；
- ③ 低损耗 ( $0.005 - <0.008$ ) 则转向聚苯醚 PPO/PP E 或其与特殊环氧、氰酸酯的共混，显著降低插损、吸水率低，量产成熟，是 56G/112G 常用路线；
- ④ 甚低损耗 ( $0.002 - <0.005$ ) 进一步提高 PPO 含量或采用 PPO+苯并恶嗪/氰酸酯/BMI 等复配，通过低极性树脂与优化填料获得更小 Df、稳定 Dk，用于超长通道或更苛刻裕量；
- ⑤ 当追求超低损耗 ( $Df < 0.002$ ) 及射频/毫米波时，采用 PTFE 或 PTFE-like/LCP 等体系，常配合陶瓷填充以稳定 Dk，但对压合、电镀与成本要求最高。

总体上，随着 Df 降低，材料从改性环氧逐级过渡到 PPO/CE/BMI 再到 PTFE 类，制造难度与成本递增，需要与 HVLP/ULP 铜箔、铺展玻纤及低损耗填料协同设计。

图表25：树脂材料按传输损耗 Df 分级

传输损耗等级	基材介质损耗 Df	典型的树脂品类
常规损耗	$\geq 0.013$	环氧树脂、改性环氧树脂
中损耗	$0.008 \sim <0.013$	特种环氧树脂、苯并恶嗪树脂、双马来酰亚胺树脂 (BMI) 等
低损耗	$0.005 \sim <0.008$	聚苯醚树脂 (PPO)、BMI 等
甚低损耗	$0.002 \sim <0.005$	改性聚苯醚树脂 (PPE)、碳氢树脂 (PCH)、聚苯乙烯基苯并恶嗪树脂
超低损耗	$<0.002$	聚四氟乙烯 (PTFE) 等

来源：艾邦高分子、国金证券研究所

铜箔按表面粗糙度 (Rz) 大小，可以划分为三大类别，分别是 VLP 型铜箔 (超低轮廓铜箔)、RTF 型铜箔 (低轮廓反转铜)，以及 HVLP 型铜箔 (极低轮廓铜箔)。高频高速刚性 PCB 用 HVLP 型目前成熟化产品包括四个世代：HVLP-1 的 Rz 值在 1.5-2 区间，HVLP-2 的 Rz 值在 1-1.5 区间，HVLP-3 的 Rz 值  $<1$ ，HVLP-4 的 Rz 值  $<0.5$ ，其中 HVLP2-4 是当前市场需求的热门品种，HVLP5 是未来方向。

图表26：HVLP5 是面向下一代高频高速电路的关键铜箔材料

低轮廓电解铜箔品种	代号	压合面粗糙度 Rz
较低轮廓铜箔	VLP	2.0-4.2
低轮廓反转铜箔 (1 型) (第一代)	RTF1	2.5-3.5
低轮廓反转铜箔 (2 型) (第二代)	RTF2	$\leq 2.5$
低轮廓反转铜箔 (3 型) (第三代)	RTF3	$\leq 2.0$
极低轮廓铜箔 (1 型) (第一代)	HVLP1	1.5-2.0



低轮廓电解铜箔品种	代号	压合面粗糙度 Rz
极低轮廓铜箔（2型）（第二代）	HVLP2	1.0-1.5
极低轮廓铜箔（3型）（第三代）	HVLP3	≤1.0
极低轮廓铜箔（4型）（第四代）	HVLP4	≤0.5
极低轮廓铜箔（5型）（第五代）	HVLP5	≤0.4

来源：华经产业研究院、三井金属、国金证券研究所

玻纤布是覆铜板的“骨架”，决定板材的尺寸稳定性与机械强度，并直接影响高速信号的一致性。产品从普通 E-glass（也称一代电子布）向低介电玻纤（二代布，如 D 玻璃、S 玻璃改型）再到石英布（三代布，高纯 SiO<sub>2</sub>）迭代，介电常数与损耗系数逐级下降：E-glass 约 Dk6.6/Df0.0006，二代约 Dk4.6/Df0.0027，石英布可降至 Dk3.74/Df0.0002，是玻纤布材料升级方向。

填料用于调节介电与热学性能并增强尺寸稳定，当前以球形熔融石英（SiO<sub>2</sub>）为主来降低 Dk/Df 并提升介电均匀性，射频或高热流密度应用引入陶瓷微粉（如 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BN、AlN 等）提高导热并降低 Z 向 CTE；在 PTFE 体系中常采用“陶瓷填充 PTFE”获得极低损耗与稳定 Dk。

图表27：Q 布是未来玻纤布方向

电子布品类	主要材料	介电常数 Dk	介电损耗 Df
一代电子布	普通 E 玻璃纤维布为主（玻璃成分含 CaO、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 等）	6.6-6.8	0.0060-0.0066
二代电子布	低介电玻璃纤维布为主（如 D 玻璃、S 玻璃改良型	4.6-4.9	0.0027-0.0029
三代电子布（又称 Q 布、石英布）	高纯石英纤维（SiO <sub>2</sub> ≥ 99.95%）	3.74	0.0002

来源：国金证券研究所

纵观 2025 年上半年国内覆铜板关键材料企业进展，供给端呈现“树脂高端化、铜箔高性能化、玻纤差异化”的协同升级趋势：树脂环节加速向低介低损、耐高温与环保配方迭代，国产厂商在环氧、聚酰亚胺、PPO/OPE、烯烃类以及 LCP 等体系上推进工程化与客户验证，部分已切入高频高速与 IC 载板用材；铜箔环节围绕 HTE/RTF/低轮廓（HVLP/超低粗化）持续扩产和工艺降损。面向服务器、AI 加速卡和高多层板需求的高强度、低粗化铜箔成为主线，龙头推进万吨级产能与国际客户认证；电子布环节聚焦超薄化、高强高模与低介电玻纤布。

图表28：供给端呈现“树脂高端化、铜箔高性能化、玻纤差异化”的协同升级趋势（不完全统计）

板块	公司	业务进展
树脂	东材科技	公司自主研发出双马来酰亚胺树脂、活性酯树脂、碳氢树脂、聚苯醚树脂、苯并噁嗪树脂和特种环氧树脂等电子级树脂材料，与多家全球知名的覆铜板制造商建立了稳定的供货关系
树脂	圣泉集团	目前产品细分包括电子级酚醛树脂、特种环氧树脂、PPO/OPE、碳氢树脂、苯并噁嗪树脂、双马来酰亚胺树脂等功能型高分子材料。目前公司已具备从 M4 到 M9 全系列产品总体解决方案的能力。产品实现从 DCPD 环氧树脂、活性酯产品、双马/多马，到 PPO 的多品种组合，再到更低 Df 的碳氢树脂、ODV 和 SEBS 等特种结构的碳氢材料，；实现了芯片封装用高纯液体环氧和特种封装用环氧树脂的规模化量产，产品的质量全面满足 FC-BGA、CoWoS 等先进封装工艺要求
树脂	美联新材	公司孙公司辉虹科技生产的 EX 电子材料即聚烯烃树脂材料是新一代的高传输率电子材料，应用于 M8、M9 板
树脂	同宇新材	在高频高速覆铜板适用的电子树脂领域，突破了苯并噁嗪树脂、马来酰亚胺树脂、官能化聚苯醚树脂和高阶碳氢树脂等关键核心技术，目前相关产品正处于小批量或中试阶段
树脂	世名科技	公司覆盖电子碳氢树脂，用于可用于 M6-M8 板
树脂	宏昌电子	聚醚树脂已经获得终端认可；珠海宏昌“年产 14 万吨液态环氧树脂项目”顺利建成投产
树脂	金发科技	公司研发了耐电子氟化液无卤阻燃芳香聚酰胺，广泛应用于浸没式冷却服务器用存储连接器，实现 12800MT/s 高速数据传输；公司 1.5 万吨/年 LCP 合成树脂项目首期 5000 吨/年装置已完成机电安装，即将投产；4 万吨/年透明聚酰胺、聚酰胺弹性体等特种聚酰胺项目已启动，其中，首期 8000 吨/年产能计划于 2026 年第一季度投产
树脂	昊华科技	近年公司在高性能氟聚合物领域的聚四氟乙烯树脂和氟橡胶方向布局的关键技术取得突破，2.6 万吨/年高性能有机氟材料项目正式投产，四氟树脂产能达 4.8 万吨/年，氟橡胶产能 5500 吨/年
铜箔	隆扬电子	公司第一个 HVLP5 铜箔细胞工厂已完成建设，设备陆续装机中。已向中国（大陆及台湾地区）和日本的多头部



板块	公司	业务进展
		覆铜板厂商送样，但相关产品目前尚未形成规模化收入
铜箔	铜冠铜箔	高温高延伸铜箔（HTE 箔）、反转处理铜箔（RTF 箔）、高 TG 无卤板材铜箔（HTE-W 箔）和极低轮廓铜箔（HVLP 箔）；公司 HVLP1-3 铜箔已向客户批量供货，产量同比持续增
铜箔	诺德股份	公司自主研发的 RTF 超薄铜箔及新一代 HVLP4 铜箔已送样至多家头部企业认证，在 6 微米以下极薄铜箔市场占据先发优势
铜箔	德福科技	公司自主研发的 3 $\mu$ m 超薄载体铜箔（C-IC1）已通过国内存储芯片龙头验证，满足芯片封装基板超微细线宽线距需求；HVLP1-2 已经小批量供货，主要应用于 AI 服务器项目及 400G/800G 光模块领域；HVLP3 已经通过日系覆铜板认证，主要用于国内算力板项目；HVLP4 已与客户进行试验板测试，HVLP5 已提供给客户进行特性分析测试
铜箔	嘉元科技	目前高端电子电路铜箔中的 HVLP 铜箔产品正在客户验证阶段中
玻纤布	宏和科技	子公司黄石宏和具备了生产 4 微米超细电子级玻璃纤维纱线的能力；2024 年公司高性能电子级低介电常数玻璃纤维布和低热膨胀系数玻璃纤维布已获得下游客户的认证通过。2025 年开始批量供应给下游客户
玻纤布	中材科技	公司覆盖高速覆铜板用 Low-Dk 产品及超低损耗低介电纤维布产品
玻纤布	菲利华	公司研发的超薄石英电子布产品正处于客户端小批量测试及终端客户的认证阶段
玻纤布	中国巨石	巨石淮安零碳智能制造基地年产 10 万吨电子级玻璃纤维生产线正式开工
玻纤布	金安国纪	公司覆盖电子级玻纤布

来源：公司 2025 年半年报，国金证券研究所

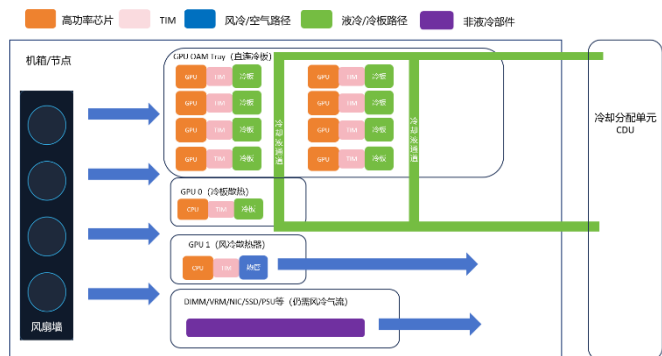
## 2.3 导热散热材料

受益于算力需求的持续攀升与机架功率密度提升，散热材料正成为数据中心基础设施的关键增量环节。高效散热方案（含低热阻 TIM、均热板/冷板及风道/液冷系统优化）有望直接提升 GPU 集群的性能稳定性与上架密度，对于 H100 数据中心，散热主要应用在 GPU 核心裸晶、封装盖板、HBM 堆叠存储、高速接口芯片、存储、电源等。

在实际的 AI 服务器里，散热几乎都是混合方案而非单一模式：即便 CPU/GPU 采用直连冷板进行液冷，机箱里仍然保留风扇来为 DIMM、VRM、NIC、SSD 以及光模块等空冷部件提供必要气流，同时带走冷板、管路和局部器件向空气泄露的余热；机柜在后门使用水冷换热器把整机排气热量与设施冷水交换，但机箱内部依然依靠风扇组织前进后出的气流；即使是浸没式系统，电源模块或外置交换机等外围设备仍可能保持风冷。因此，从整机层级看，多介质、多层级协同的混合散热是主流现实。

当前，单相冷板式液冷在液冷数据中心的应用占比达 90%以上，是现阶段及未来一段时间业内主流的液冷技术方案。单相浸没式液冷节能优势更突出，且近年来该技术逐步趋于成熟，相关产业链快速发展完善，小规模商用不断推进。而喷淋式、两相冷板式、两相浸没式这 3 种液冷方案的技术研究和产业生态尚需完善。

图表29：散热几乎都是混合方案而非单一模式



图表30：单相冷板式液冷是当前主流应用

对比项	单相冷板式	两相冷板式	单相浸没式	两相浸没式	喷淋式
初投资	5	3	3	2	3
运营成本	2	2	4	5	3
节能效果	2	2	4	5	3
散热能力	4	5	2	4	2
噪音程度	3	3	5	5	4
环境影响	5	5	3	2	3
维护性	5	4	2	3	2
空间利用率	4	4	2	5	3
技术成熟度	5	2	3	2	3

注1：得分5表示最优；  
注2：单相浸没式以卧式架构为对比技术方案；  
注3：两相浸没式以立式架构为对比技术方案。

来源：严劲《数据中心液冷散热技术及应用》、国金证券研究所

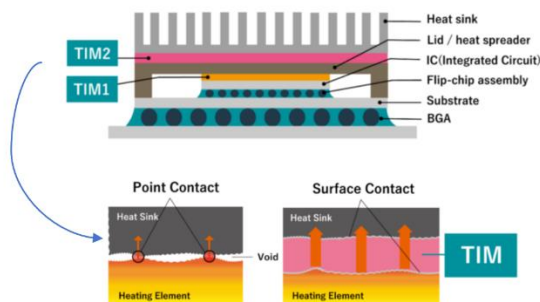
来源：严劲《数据中心液冷散热技术及应用》、国金证券研究所

在电子器件散热过程中，发热元件与散热模组之间存在细微凹凸空隙，而空气导热系数极低，进而降低了散热效率。热界面材料（TIM）则用于填充这些空气间隙，可有效降低接触热阻，实现热量快速传递。





图表31: TIM 材料应用图示



图表32: TIM 材料导热系数对比

材料	典型成分	导热系数(W/m·K)
硅脂	硅油基底, ZnO, Ag	3-5
硅胶	氧化铝、氮化硼、银粉等	3-4
相变化材料	聚烯烃树脂, 丙烯酸树脂, 铝, 氧化铝, 碳纳米纤维管	0.5-5
相变化金属片	钼、锡、银、铜、钢、钛	30-50
散热垫片	氮化硼、铝粉、石墨烯等	1.5-4
低熔点焊料	钢基	19-86
液态金属	钠钾合金、铅铋合金、镓铟合金 (主流)	14-50

来源: MATSUO、国金证券研究所

来源: Waybackmachine、《低熔点合金传热储热材料的研究与应用》、先艺电子、INDIUM、国金证券研究所

液冷技术主要可以分为间接液冷、直接单相液冷和直接两相液冷三类:

①间接液冷是液体与发热部件通过热的良导体间接接触, 液体在通道内发生相变/非相变升温吸热, 来使发热部件降温的冷却方式。由于冷却液不与电子设备直接接触, 因此液体的选择范围较大, 只需要考虑导热系数是否满足技术要求, 以及能否与换热导体管路兼容即可。而间接液冷在实际应用方面, 又分为冷板冷却和热管冷却。主要的冷却介质为水、甲醇、丙酮、氨、一氟二氯乙烷等。

②直接单相液冷是将不影响电子设备部件正常工作的绝缘液体与部件直接接触, 液体不发生相变来带走热量的冷却方式, 根据冷却液与部件接触的方式又可分为单相浸没式液冷和单相喷淋式液冷。冷却液需要满足绝缘性强、粘度低、闪点高或不燃、腐蚀性小、热稳定性高、毒性小等性能要求, 以矿物油或全氟胺、全氟聚醚等氟化物为主。

③直接两相液冷的创新点在于利用冷却介质相变的潜热进行冷却, 一般采用沸点在 80℃ 以下的冷却介质, 同样分为浸没式和喷淋式液冷。冷却液材料要求需要较低的沸点, 在设备稳定运行范围内进行相变吸热, 可采用 FC-72、Novec-649、HFE-7100 或 PF-5060 等短链氟化物混合物。

图表33: 主要液冷方式适用情景、材料与优劣势汇总

	间接冷却	单相浸没式	两相浸没式	相变喷淋式
适用机柜功率密度	≤45kW/r	≤100kW/r	>110kW/r	>140kW/r
适用冷却液材料	水、甲醇、丙酮、氨、一氟二氯乙烷等	矿物油、全氟胺、全氟聚醚等	短链氟化物混合物	短链氟化物混合
主要优势	价格优势, 节能	液冷服务器故障率低	散热温度稳定	冷却散热效果最佳
主要劣势	散热上限低	材料及设备要求较高	冷却材料价格较高	产业化技术尚不成熟

来源:《绿色高能数据中心散热冷却技术研究现状及发展趋势》陈心拓等、国金证券研究所总结

整体 2025 年上半年情况来看, 热界面材料端围绕相变/石墨/金属与复合体系并行推进, 液冷介质企业普遍扩建浸没/冷却液产能, 全氟/烷基/硅油等路线并行, 面向数据中心与半导体制程冷却的合规与长期可靠性验证成为标配。

图表34: 面向数据中心与半导体制程冷却的合规与长期可靠性验证成为标配 (不完全统计)

板块	公司	业务进展
热界面材料	德邦科技	TIM1.5/TIM2 等成熟产品持续放量, 市场份额逐步扩大; 芯片级导热材料 (TIM1) 也已进入客户端验证阶段
热界面材料	中石科技	公司产品包括导热垫片、导热凝胶、导热硅脂、导热相变材料、储热材料、界面石墨产品等
热界面材料	飞荣达	公司具备导热系数 1W/m.k-13W/m.k 的热界面材料
热界面材料	苏州天脉	公司产品包含导热凝胶、导热片、相变化材料、散热膏、液态金属、石墨片等导热界面产品, 导热系数最高可以达到 15W/m.K, 产品关键指标性能与国际市场竞争对手水平相当
热界面材料	思泉新材	公司重视并加大研发投入, 积极推进液冷、石墨烯&合成石墨垂直取向热界面材料等多个新兴产业相关的在研项目进展





板块	公司	业务进展
热界面材料	阿莱德	公司绝缘型超高导热垫片（导热系数 15W/m·K）用于 AI 服务器；高 K 值导热凝胶（导热系数 12W/m·K）应用于高速光模块
冷却液	新宙邦	子公司三海斯福主要涉及含氟冷却液，用于数据中心浸没式冷却及半导体芯片制程冷却
冷却液	巨化股份	公司全氟聚醚浸没式冷却液可用于单相浸没式数据中心
冷却液	润禾材料	截至 2024 年 12 月 31 日，公司浸没式硅油设计产能 9.8 万吨，在建产能 4.8 万吨
冷却液	新安股份	公司已开发出符合产业应用要求的多个型号硅油冷却液产品，正在与部分服务器厂商对接测试。由于涉及服务器的浸润测试，需要较长的周期，目前整个行业还未进入全面产业化应用阶段
冷却液	永和股份	公司正在推动电子浸没式冷却液、全氟己酮等新兴产品产业化进程

来源：公司公告、公司 2025 年半年报、国金证券研究所

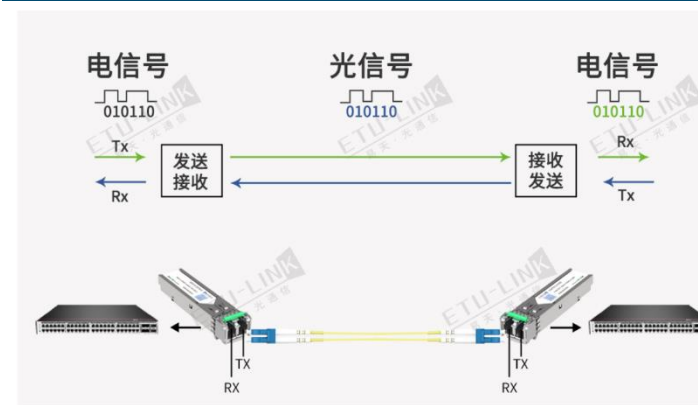
## 2.4 光学材料

光学材料主要应用在 DGX H100 光模块中，其组成部件主要为激光器芯片、光发射组件、光接收组件、探测器芯片。光模块主要作用是实现光纤通信中的光电转换和电光转换，发送接口输入一定码率的电信号，经过内部的驱动芯片处理后由驱动半导体激光器(LD)或者发光二极管(LED)发射出相应速率的调制光信号，通过光纤传输后，接收接口再把光信号由光电检测转换成电信号，并经过前置放大器后输出相应码率的电信号。

光芯片又称为无源芯片，相比于 CPU、XPU 等有源芯片，无源芯片不需要外部供电即可按其本征物理响应工作，其材料、工艺有源芯片有显著区别。光芯片原材料主要是 III-V 族化合物半导体和宽禁带半导体，典型材料包括磷化铟 (InP) 和砷化镓 (GaAs) 等。这类材料具备高频性能好、宽温稳定、低噪声、抗辐射等优势，契合高端通信需求。

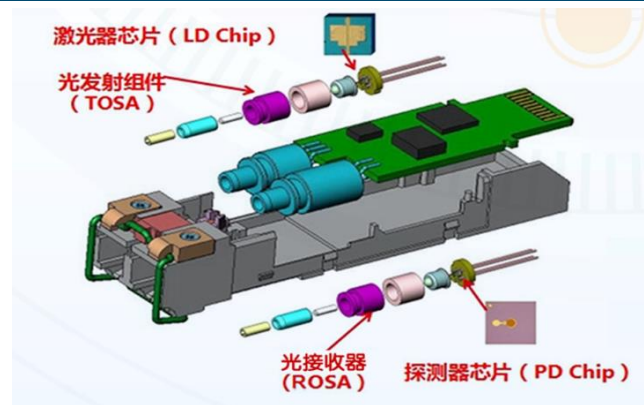
技术成熟周期推动数通市场光模块以 5 年左右的升级周期迭代：2015 年以前，数据中心光模块以 10G、40G 为主；2016 年，25G、100G 光模块开始部署，2019 年开始大规模放量；2019 年光模块进入后 100G 时代，上层交换机光模块速率开始向 200G/400G 升级。2022 年，200G、400G 产品大规模放量，800G 光模块进入导入阶段。速率的提升对材料提出更高的要求，比如更高带宽、更低损耗光学芯片。

图表35：光模块用于光纤通信中的光电转换



来源：易天光通信、国金证券研究所

图表36：光模块核心材料为激光器/探测器芯片



来源：MILLI-TECH、国金证券研究所

图表37：半导体材料细分为三大领域方向

分类	具体材料	特点	应用领域
单元素半导体	硅 (Si)、锗 (Ge)	是目前产量最大、成本最低、应用最广的半导体材料	NVSwitch/CPU/NIC 等高性能逻辑与控制芯片；DDR 等存储芯片
III-V 族化合物半导体	砷化镓 (GaAs)、磷化铟 (InP)、铌酸锂 (LiNbO <sub>3</sub> )	电子迁移率高、光电性能好	5G/光纤/数据中心/无人驾驶/航天/VR 中的光芯片
宽禁带半导体	氮化镓 (GaN) 和碳化硅 (SiC)	高禁带宽、耐高压和大功率	在通信、新能源汽车的光芯片

来源：北京通美招股说明书，国金证券研究所



2025 年上半年，国内光芯片衬底与关键晶体材料进展整体稳步推进，但可独立披露的材料公司数量有限，主要因下游光模块/IDM 厂商普遍采取垂直一体化与联合开发模式，晶圆外延、键合与晶体加工高度绑定客户认证周期，供应链外溢度低。

图表38：可独立披露的光芯片材料公司数量有限（不完全统计）

板块	公司	业务进展
光芯片	云南锗业	公司覆盖砷化镓晶片、磷化铟晶片产品
光芯片	三安光电	公司覆盖碳化硅 MOSFET、碳化硅二极管、碳化硅衬底/外延、硅基氮化镓材料
光芯片	天通股份	公司已经成功制备出 12 英寸光学级钽酸锂晶体和光学级钽酸锂晶体

来源：公司 2025 年半年报，国金证券研究所

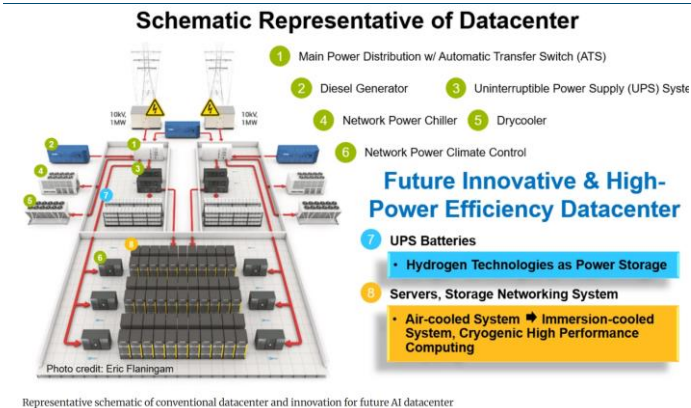
## 2.5 供配电材料

AI 数据中心的配电设备整体形成“市电/柴油—ATS—UPS/电池—低压配电/母线槽—机柜 PDU—PSU—VRM—芯片”的端到端冗余链路。当前，Blackwell GPU 的功耗已超过 1kW，预计 Rubin 和 Feynman 等后续架构将在此基础上增加两倍甚至五倍。此外，需要注意的是，整个服务器系统由多个 GPU 组成。例如，DGX B200 系统（配备 8 个 Blackwell GPU）的总热设计功耗约为 14.3kW。由于 AI 服务器所需电源功率更大，因而带来耗电量的大幅提升，为满足新时代节能减排的要求，全球政府和能源组织都在推动强制性法规，以提升数据中心的能源效率。

为了减少损耗，AI 服务器电源正在从传统的 12V 输出总线向 48V 或 54V 输出总线转变。其最直观的好处就是：支持更高的功率等级，降低母线上的铜损和压降，提升效率。因为相同功率下电压提升了 4 倍，电流下降 4 倍，导体上的铜损  $I^2R$  按平方关系下降到 1/16，从而能实现更高的效率，支持更高的输出功率等级。

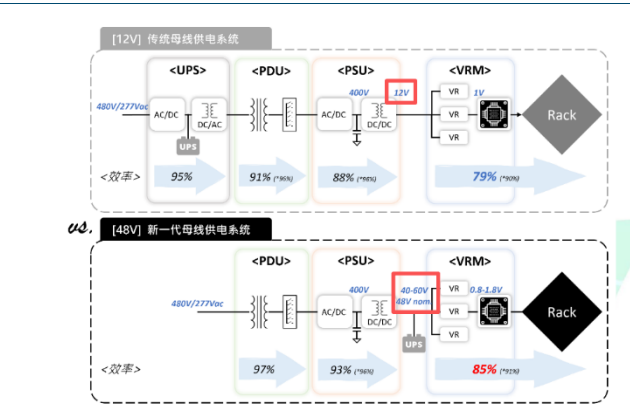
图表39：AI 服务器配电站架构示意图

图表40：48V 母线供电系统铜损耗更低



来源：《Hydrogen as power storage technology, polymeric and interconnect material innovations for future AI datacenter applications: a review》、

国金证券研究所



来源：AI 服务器白皮书、国金证券研究所

先进的无源元件技术是 AI 服务器电力系统的基石，12V 向 48V 电源机架电压的转变，推动了对先进 MLCC（多层陶瓷电容器）、硅电容、单匝电感器、复合电感器、高功率薄膜芯片电阻器、金属箔电阻器、绕线电阻器、记忆电阻等器件的需求，对应的材料也有所升级。

- ① 磁性元件（电感、变压器）：48/54V 架构与更高开关频率推动磁性材料向“低损+高饱和+高温稳定”迭代。涉及到的材料包括：铁氧体、金属复合粉末芯（铁硅铝、铁镍钼、铁硅）、非晶/纳米晶软磁合金等
- ② 电容：48V 母线对耐压和纹波电流提出更高要求。材料方面：MLCC 使用电子陶瓷粉料、氧化锆微珠等材料；硅电容使用氧化硅、氮化硅等
- ③ 电阻：在高功率密度电源里，电阻承担采样、均压/泄放、浪涌与阻尼等关键功能，需要“高精度、低温漂、高耐压、低噪声”。常用的几种电阻有高功率薄膜芯片电阻器、金属箔电阻器、绕线电阻器、记忆电阻，涉及到镍铬合金、氧化铝、过渡金属氧化物（TiO<sub>2</sub>、HfO<sub>2</sub>）、钙钛矿氧化物（PCMO）等材料
- ④ 在 12V 系统中，为了承受大电流，常采用纯铜母线以保证低电阻和高载流能力。而在 48V 系统中，由于电流大幅降低，铝或铜铝复合母线的电阻损耗已可接受，



因此开始更多采用铝或铜包铝母线，以减轻重量、降低成本。

图表41：12V向48V电源机架电压的转变推动对应材料升级

部件	升级方向	涉及到的材料
磁性元件 (电感、变压器)	工作频率提高要求电感材料具有更低的核 心损耗和更高饱和磁通密度	铁氧体、硅钢、金属复合粉末芯（如铁硅铝、铁镍 钼）、金属软磁粉、纳米晶/非晶纳米晶粉等
电容	对输入/输出电容的耐压等级和纹波电流 能力提出更高要求	电子陶瓷粉料、氧化锆微珠、氧化硅、氮化硅、钽 铌等
电阻	更优异的噪声特性和信号完整性	镍铬合金、氧化铝、过渡金属氧化物（TiO2、 HfO2）、钙钛矿氧化物（如 PCMO）

来源：《Estimation of Energy Losses in Nanocrystalline FINEMET Alloys Working at High Frequency》、《HIGH FREQUENCY MAGNETICS AND NANOPOROUS SILVER FOR ENERGY APPLICATIONS》、《Charge-Trap Transistors for Neuromorphic Computing》天极电子招股说明书、国瓷材料年报、威世科技官网、VICOR 官网、国金证券研究所

公司层面，软磁金属/非晶与纳米晶粉体迭代带动一体化电感与芯片电感小批量落地。面向 MLCC/热敏电阻的纳米级钛酸镁钙等基础粉、银粉/银浆与铜粉体系加速国产替代，纯度、粒径分布与烧结活性成为核心竞争点；同时，5N 级超高纯铝电极材料实现国产突破，带动铝电容与相关电子浆料的安全供给。

图表42：2025 上半年国内软磁金属/非晶与纳米晶粉体迭代，带动芯片电感小批量落地（不完全统计）

板块	公司	业务进展
磁性材料	铂科新材	公司自主研发金属软磁粉和非晶纳米晶粉末
磁性材料	东睦股份	公司重点推进了金属软磁新型一体化电感等技术的研发和市场开拓，已批量生产组合式芯片电感，并实现了铜铁共烧一体式芯片电感的小批量生产
电容/电阻	国瓷材料	公司覆盖高容类等 MLCC 粉体和 MLCC 用电子浆料
电容/电阻	东方钨业	公司国内首发纯度达 5N9 的超高纯钽靶坯，是作为半导体溅射靶材关键部分，与美国、台湾、日本、韩国等国际主要钽铌电容器制造商建立了广泛的合作关系
电容/电阻	凯盛科技	公司产品包括纳米钛酸钡基础粉和 MLCC 配方粉，是多层陶瓷电容器（MLCC）、热敏电阻（PTCR）等电子工业元件基础原材料
电容/电阻	博迁新材	目前公司产品主要包括纳米级、亚微米级镍粉和亚微米级、微米级铜粉、银粉、银包铜粉、合金粉。其中镍粉、铜粉主要应用于 MLCC 的生产
电容/电阻	华光新材	公司覆盖银浆材料，通过开发新型玻璃粉、银粉，与陶瓷基材实现更好的匹配，提升银浆烧结膜层的致密性，进而使得压敏电阻银浆的通流能力、非线性系数等关键电性能增强。

来源：公司 2025 年半年报、国金证券研究所

### 三、投资建议

在 AI 资本开支上行、2026 年硬件大规模投放的背景下，建议围绕材料端“国产替代+客户认证推进+液冷与高速化渗透”主线布局，重点关注：建议重点关注液冷介质与高性能 TIM、覆盖高频高速覆铜板用树脂/铜箔/玻纤、光刻胶与配套化学品、电子特气、光芯片衬底与电磁材料的优质标的。

### 四、风险提示

- 1、下游需求不及预期风险：若 AI 下游应用端需求增速不及预期，可能会导致上游材料端需求增长低于预期。
- 2、AI 普及速度不及预期风险：若 AI 技术在应用端或其他外部因素影响下普及和发展速度不及预期，可能会对于相关材料需求产生影响。
- 3、原材料价格波动风险：若 AI 相关化工新材料上游原材料价格出现大幅波动，可能会对于相关企业的盈利能力和正常经营产生不利影响。





- 4、行业竞争加剧风险：由于 AI 需求的带动，相关企业或将对于相关材料产能进行扩张，进而可能导致行业供需失衡以及行业竞争加剧的风险。
- 5、新材料研发与国产替代进度不及预期风险：部分 AI 相关材料国产化率仍然较低，若出现国际贸易摩擦等外部因素影响，可能会对于 AI 技术的发展和相关企业的经营产生不利影响。
- 6、新建项目与产品验证进度不及预期风险：半导体领域电子化学品技术门槛较高且下游验证周期较长，若出现新建项目进展或下游验证不及预期等情况，可能会对于行业以及相关企业经营产生不利影响。
- 7、下游资本开支不及预期风险：若 AI 相关算力基础设施、应用服务商或行业客户因宏观经济波动、融资环境收紧、业绩不及预期等因素，缩减或延后资本开支计划，可能导致服务器、网络设备及相关功能材料的新增需求下降或节奏放缓，从而对上游材料出货规模、产能利用率及盈利能力产生不利影响。
- 8、新技术迭代风险：AI 架构、工艺与材料体系迭代加速，若出现新一代模型/芯片架构、先进封装或替代材料方案快速渗透，而公司现有产品布局、验证进度或良率爬坡未能同步匹配，可能面临产品性能与客户需求错配、价格竞争加剧及库存减值等压力。

#### 行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。





## 特别声明：

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

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

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

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

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

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

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

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

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

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



【小程序】  
国金证券研究服务



【公众号】  
国金证券研究