

电子行业研究

行业深度研究

证券研究报告

电子组

分析师：樊志远（执业 S1130518070003） 分析师：邓小路（执业 S1130520080003） 分析师：刘妍雪（执业 S1130520090004）
 fanzhiyuan@gjzq.com.cn dengxiaolu@gjzq.com.cn liuyanxue@gjzq.com.cn

AI 服务器中到底需要多少 PCB

投资逻辑

从 DGX A100 看：顶级 AI 服务器单机 PCB ≈ 1.5 万是怎么来的。我们以 DGX A100 为例，按功能性将 PCB 的分布分为三个部分，即 GPU 板组、CPU 母板组和配件：1) GPU 板组，单机 PCB 面积达到 0.624 平方米，对应 PCB 单机价值量为 12250 元；2) CPU 母板组，对应 PCB 用量面积合计为 0.662 平方米，单机价值量约为 2845 元；3) 配件，对应 PCB 板用量面积约为 0.188 平方米，单价价值量合计约为 226 元。综合来看，我们估测 DGX A100 整机 PCB 用量面积为 1.474 平方米，单机价值量为 15321 元，其中 GPU 板组、CPU 母板组、配件的 PCB 价值量占比分别为 80%、19%、1%；从板级的分类来看，载板级别单机价值量为 7670 元、占比达到 50.1%，PCB 板级单机价值量为 7651 元、占比为 49.9%。

普通 vs A100：普通单机 2425 元，95% 的价值增量贡献来自 GPU 板组。我们选取市面上较为先进的 2U 普通服务器华为 2288H V6（双路服务器，PCIe 4.0）为普通服务器代表，通过拆解分析，我们估测普通服务器的 PCB 用量面积为 0.630 平方米，单机价值量为 2425 元。对比普通服务器和以 DGX A100 为代表的 AI 服务器，AI 服务器所用 PCB 单机价值量相对普通服务器提升 532%，增量贡献主要来自算力需求（贡献增量的 95%）和集中度提升（贡献增量的 5%），其中载板级的单机价值量提升 490%，PCB 板级的单机价值量提升 580%。

A100 vs H100：H100 单机 1.95 万元，83% 的价值增量贡献来自 GPU 板组。我们估测 DGX H100 服务器的 PCB 用量面积为 1.428 平方米，单机价值量为 19520 元，其中 GPU 板组单机价值量达到 1.57 万元、占比达到 81%，CPU 母板组单机价值量为 3554 元、占比为 18%，其他配件单机价值量 226 元、占比为 1%；从板级的分类来看，载板级别单机价值量为 10140 元、占比达到 51.9%，PCB 板级单机价值量为 9380 元、占比为 48.1%。对比 DGX A100 和 DGX H100，平台升级将使得 PCB 单机价值量提升 27%，增量贡献 83% 来自 GPU 板组、17% 来自 CPU 母板组，其中载板级的单机价值量提升 32%，PCB 板级的单机价值量提升 23%。

AI 服务器 PCB 存在三种供应关系，须分别把握产业链逻辑。1) GPU 板组，均由 GPU 设计厂商全权设计，对应的 PCB 板的供应关系决定权也就由 GPU 设计厂决定；2) CPU 板组，遵循既有的服务器厂商供应链关系，即 CPU 载板由 CPU 设计厂决定，CPU 模板和整套系统所需的拓展卡板由终端客户决定，而其他带芯片的 PCB 板大部分的场景是客户向功能件厂商提出设计需求，然后由功能件厂商自行决定 PCB 的采购。3) 配件，配件通常是客户直接购买模组厂成熟的产品，部分场景是客户会向配件模组厂商提出一定的设计需求，但不影响模组厂商对 PCB 采购的决定权。

投资建议

根据前述，AI 服务器 PCB 价值量是普通服务器的价值量的 5~6 倍，随着 AI 大模型和应用的落地，市场对 AI 服务器的需求日益增加，市场扩容在即。以 DGX A100 为例，15321 元单机价值量中 7670 元来自载板、7651 元来自 PCB 板，因此我们应当关注在载板和服务器 PCB 上具有较好格局的厂商，建议关注：沪电股份、生益科技、联瑞新材、生益电子、兴森科技等。

风险提示

需求景气度不及预期；原材料价格居高不下；竞争加剧。

内容目录

前言.....	4
一、从 DGX A100 看：顶级 AI 服务器单机 PCB≈1.5 万是怎么来的？	4
1.1、五大硬件部分可归纳为三大价值量部分——GPU 模组、CPU 母模组、配件.....	4
1.2、GPU 模组：单机价值量 1.2 万，载板占比 52%、PCB 板占 48%.....	5
1.3、CPU 母模组：单机价值量 2845 元，载板占 46%、主板占 40%.....	7
1.4、其他配件：单机价值量合计 226 元.....	10
二、普通 vs A100 vs H100，PCB 价值量到底如何提升.....	11
2.1、普通 vs A100：普通单机 2425 元，95%的价值增量贡献来自 GPU 模组.....	11
2.2、A100 vs H100：H100 单机 1.95 万元，83%的价值增量贡献来自 GPU 模组.....	13
2.3、价值增量来自 GPU 模组，后续升级载板增速高于 PCB 板级.....	17
2.4、AI 服务器 PCB 存在三种供应关系，须分别把握产业链逻辑.....	18
三、投资建议及风险提示.....	19
3.1、投资建议.....	19
3.2、风险提示.....	19

图表目录

图表 1：英伟达 DGX A100 的爆破图.....	4
图表 2：英伟达 DGX A100 的正面图 (Front)	5
图表 3：英伟达 DGX A100 的背面图 (Rear)	5
图表 4：DGX A100 GPU 模组的 PCB 分解.....	5
图表 5：2.5/3D 封装与载板示意图.....	5
图表 6：NVSwitch 功能示意图.....	6
图表 7：NVSwitch Die Shot.....	6
图表 8：英伟达 A100 加速卡两种版本示意图.....	6
图表 9：英伟达 A100 加速卡 PCIE 版本规格.....	6
图表 10：DGX A100 UBB 在整机内的位置示意.....	7
图表 11：英伟达 DGX A100 GPU 模组 PCB 单机价值量.....	7
图表 12：英伟达 DGX A100 CPU 母模组构成图.....	8
图表 13：CPU 系统内存卡示意图.....	9
图表 14：英伟达 Mellanox 网卡板示意图.....	9
图表 15：DGX A100 横置网卡需要一张纵向拓展卡.....	9
图表 16：DGX A100 系统驱动器示意图.....	9
图表 17：英伟达 DGX A100 CPU 母模组 PCB 单机价值量.....	9
图表 18：DGX A100 电源配置示意图.....	10
图表 19：DGX A100 硬盘和前控制台示意图.....	10
图表 20：英伟达 DGX A100 配件 PCB 单机价值量.....	10
图表 21：英伟达 DGX A100 PCB 单机价值量.....	11
图表 22：DGX A100 所用 PCB 板分布（按功能组）.....	11

图表 23: DGX A100 所用 PCB 板分布 (按板级)	11
图表 24: 华为 2288H V6 整机爆破图	12
图表 25: 华为 2288H V6 主板图	12
图表 26: 华为 2288H V6 PCB 单机价值量	12
图表 27: 2288H V6 所用 PCB 板分布 (按功能组)	12
图表 28: 2288H V6 所用 PCB 板分布 (按板级)	12
图表 29: DGX A100 与 2288H V6 单机 PCB 价值量对比	13
图表 30: AI 服务器相对普通服务器 PCB 增量贡献来源	13
图表 31: DGX A100 与 2288H V6 载板级 PCB 价值量对比	13
图表 32: AI 服务器相对普通服务器载板增量贡献来源	13
图表 33: DGX A100 与 2288H V6 PCB 级板价值量对比	13
图表 34: AI 服务器相对普通服务器 PCB 级板增量来源	13
图表 35: DGX H100 整机宣传图	14
图表 36: DGX H100 爆破图示意	14
图表 37: DGX H100 背面示意图	14
图表 38: DGX H100 信号通信架构图	14
图表 39: DGX H100 CPU 母板组示意图	15
图表 40: DGX H100 GPU 板组 (NVSwitch 为 4 片)	15
图表 41: DGX H100 网卡集成度提升	15
图表 42: 英伟达 DGX H100 PCB 单机价值量	16
图表 43: DGX H100 所用 PCB 板分布 (按功能组)	16
图表 44: DGX H100 所用 PCB 板分布 (按板级)	16
图表 45: DGX A100 与 DGX H100 单机 PCB 价值量对比	16
图表 46: DGX A100 与 DGX H100 PCB 增量贡献来源	16
图表 47: DGX A100 与 DGX H100 单机载板级 PCB 价值量对比	17
图表 48: DGX A100 与 DGX H100 单机载板级 PCB 价值量增量贡献来源	17
图表 49: DGX A100 与 DGX H100 单机板级 PCB 价值量对比	17
图表 50: DGX A100 与 DGX H100 单机板级 PCB 价值量增量贡献来源	17
图表 51: 三款服务器单机 PCB 价值量对比	17
图表 52: 三款服务器单机 PCB 价值量增幅	17
图表 53: 三款服务器的 PCB 单机价值量分布 (按功能)	18
图表 54: 三款服务器的 PCB 单机价值量分布 (按板型)	18
图表 55: AI 服务器所用 PCB 供应关系	18

前言

“AI 行情”已经演绎了 2 个多月，市场上对于 AI 相关的软硬件价值量与空间的想象已经形成相对较为一致的预期，“模糊的正确”股价效应时期似乎已经走到分岔路口。在这样的阶段，基于打破基础认知分歧的想法，我们推出这样一篇关于“一台 AI 服务器到底要用多少 PCB”的深度报告，旨在通过拆解服务器 PCB 构成的过程让读者了解一台服务器内部真实的情况，希望读者能够对服务器中所用 PCB 情况有更为直观的了解，从而把握未来升级过程中真正的价值所在。

一、从 DGX A100 看：顶级 AI 服务器单机 PCB≈1.5 万是怎么来的？

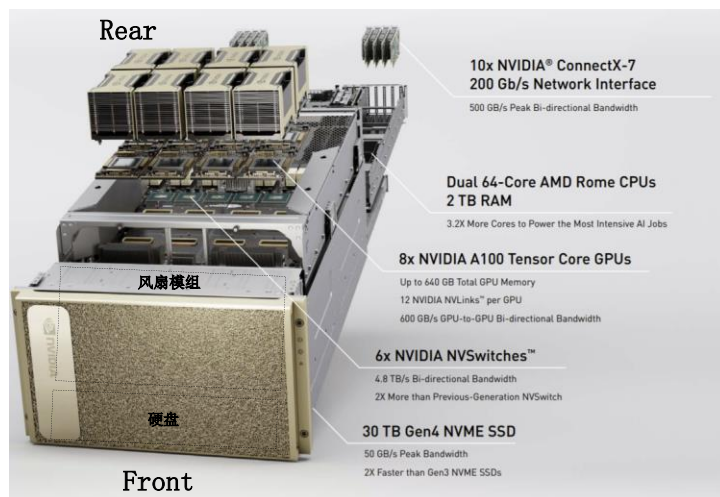
1.1、五大硬件部分可归纳为三大价值量部分——GPU 模组、CPU 母板组、配件

电子产品一旦出现标杆性的产品，那么全市场的玩家在产品设计上就会向标杆看齐，因为对于新发电子产品来说，研究标杆产品能够对远期空间展望找到锚点。AI 服务器我们瞄准英伟达 DGX A100 和 DGX H100 两款具有标杆性产品力的产品进行分析，鉴于 H100 发布时间较短、资料详尽度不够，我们首先从 DGX A100 出发来观测具有产品力的 AI 服务器的基本架构。英伟达 DGX A100 外形类似于常见的家用主机，通过对部件构成进行深度分解，我们认为 DGX A100 大体上可以分为五个硬件板块：

- 1) 风扇模组，从前部 (Front) 入手，首先看到的是风扇模组板块，DGX A100 的风扇模组由 8 个风扇组成，这一搭配与传统服务器 8U 规格的基本一致；
- 2) 硬盘，前部风扇模组板块的下方摆放了硬盘和前控制台板 (控制与外接设备的信号传输)，DGX A100 配备了 8 个 3.84TB 的硬盘，合计内部存储 30TB；
- 3) GPU 模组 (GPU Board Tray)，后部 (Rear) 是整个 AI 服务器的关键组件组装区域，最核心的板块就是 GPU 模组，这也是 AI 服务器区别与普通服务器的关键，从 DGX A100 的架构来看，GPU 模组主要包含 GPU 组件、模组板、NVSwitch 三块，这三块都会涉及到不同类型的 PCB 产品；
- 4) CPU 母板组 (CPU Motherboard Tray)，这一部分是所有服务器的核心部件 (包括普通服务器和 AI 服务器)，其中包含 CPU 主板、系统内存、网卡、PCIe Switch 等部件，CPU 主板、系统内存、网卡是主要涉及到 PCB 用量的部分；
- 5) 电源模组，DGX A100 后部的下方还配有 6 组电源，电源内部会涉及到厚铜 PCB 板的使用。

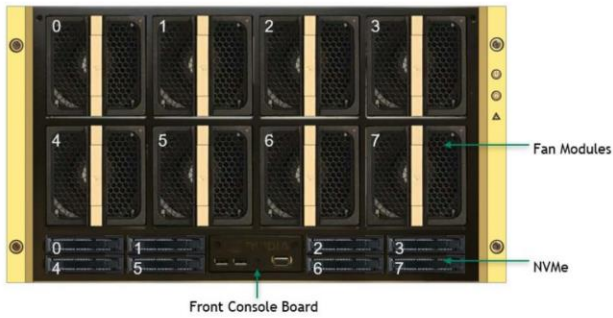
从功能性的角度，我们认为 AI 服务器的 PCB 价值量计算可以归纳为三个部分，其一是 AI 服务器最为核心的 GPU 模组，其二是所有服务器都必备的 CPU 母板组，最后是风扇、硬盘、电源板块等配件组。本文将基于这三大部分逐一分解。

图表1：英伟达 DGX A100 的爆破图

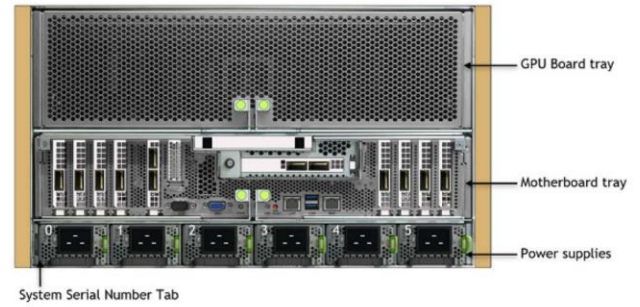


来源：英伟达官网，国金证券研究所

图表2: 英伟达 DGX A100 的正面图 (Front)



图表3: 英伟达 DGX A100 的背面图 (Rear)



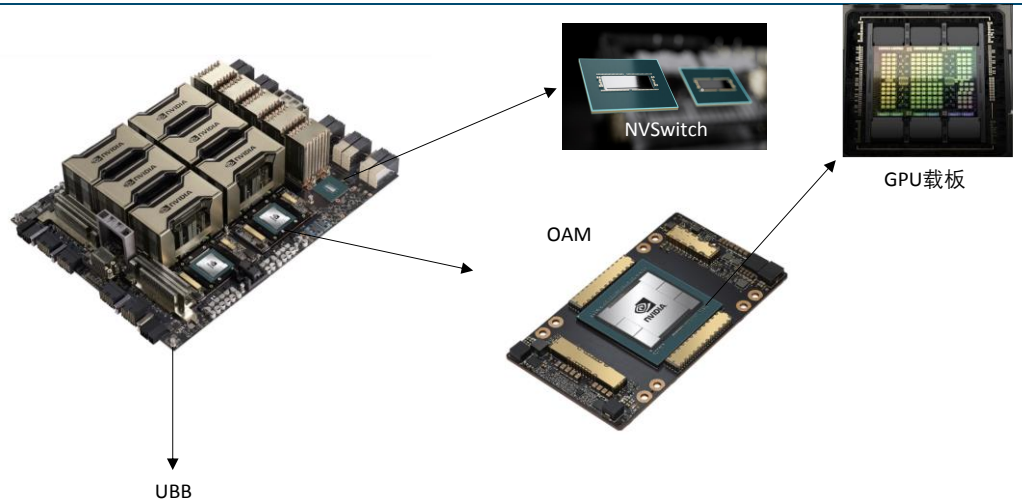
来源: 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

来源: 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

1.2、GPU 模组: 单机价值量 1.2 万, 载板占比 52%、PCB 板占 48%

GPU 模组的 PCB 主要是由 4 个部分组成, GPU 载板、NVSwitch、OAM、UBB。

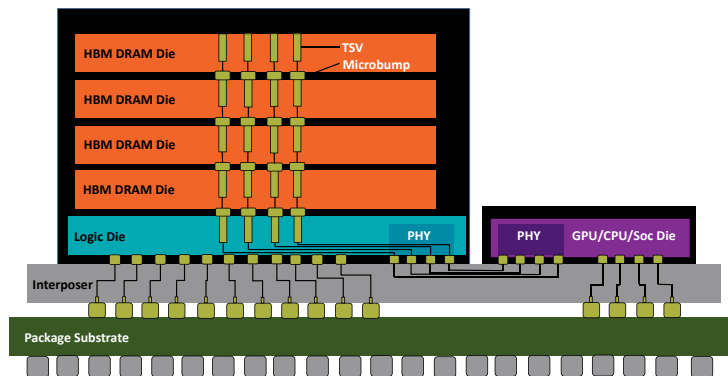
图表4: DGX A100 GPU 模组的 PCB 分解



来源: 英伟达官网, 国金证券研究所

- 1) GPU 载板, 英伟达 A100 的 GPU 和 DRAM 采用 2.5/3D 先进封装工艺, 用于承载的板材采用 70*70mm~100*100mm、14~16 层的 FCBGA 载板, 数量上与 GPU 数量存在一一对应关系, 按照 DGX A100 搭载 8 颗 GPU 的数量来看, 1 台 AI 服务器需要用到 8 颗 GPU 载板; 根据产业链调研, 单颗价值量约为 100 美元, 即 650 元人民币/颗, 由此对应单机 GPU 载板价值量为 5200 元。

图表5: 2.5/3D 封装与载板示意图

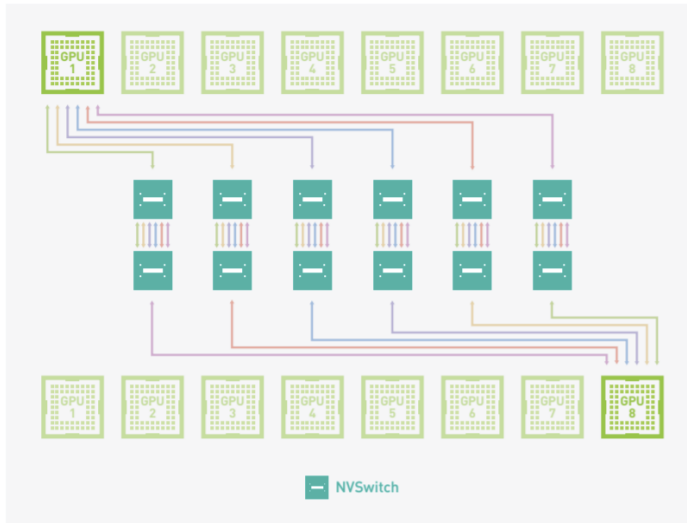


来源: 产业链调研, 国金证券研究所

- 2) NVSwitch, 基于 NVLink 标准用于 GPU 之间通信的基础模组, 搭载 NVSwitch 的载体是类似于载板的产品, 加工性要求较简单、关键是承担多数数据量高速传输的性能, 根据产业链调研单颗价值量约为 30 美元, 即 195 元/颗, 按 A100 搭载 6 颗计算可得

单机价值量为 1170 元。

图表6: NVSwitch 功能示意图



图表7: NVSwitch Die Shot

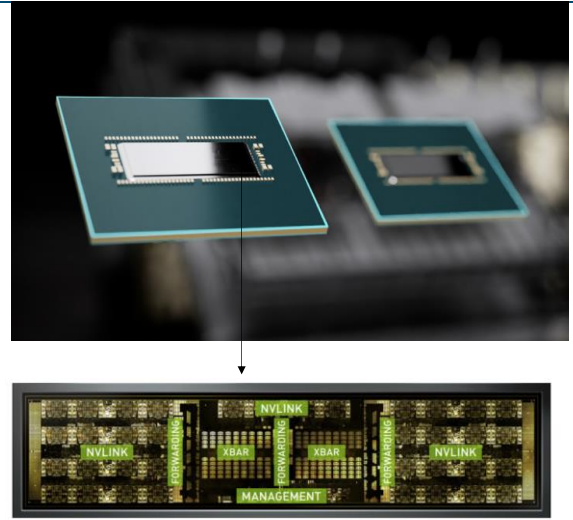


Figure-2: NVSwitch Die Shot

来源: 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

来源: 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

- 3) OAM, OCP Accelerator Module, 中文简称 GPU 加速卡, 是用于承载 GPU 芯片的板卡, 数量上看 OAM 与 GPU 存在一一对应的关系, 以 DGX A100 搭载 8 个 GPU 的数量来看, 1 台 AI 服务器需要用到 8 块 OAM; 面积上来看, 借鉴 PCIE 版本 267.7mm*111.15mm 的尺寸规格 (内部 PCB 规格与外壳规格基本一致), 可测算出 OAM 的面积尺寸约为 0.03 平方米; PCB 板型上来看, 由于 OAM 涉及到 GPU 高速多线路信号传递, 根据产业链调研, DGX A100 OAM 的 SXM 版本需要用到 20 层、Ultra Low Loss 等级 CCL 材料、4 阶 HDI 工艺, 对应产品单价为 12000 元/平方米, DGX A100 OAM 的 PCIE 版本¹ 相对规格较低, 只需要用到 14 层、Ultra Low Loss 和高 Tg FR4 等级 CCL 材料混压、1 阶 HDI 工艺, 对应产品单价 7000 元/平方米。综合来看, 如果按照 DGX A100 机型配置, 高端 AI 服务器的 OAM 单价价值量将达到 2880 元。

图表8: 英伟达 A100 加速卡两种版本示意图

图表9: 英伟达 A100 加速卡 PCIE 版本规格

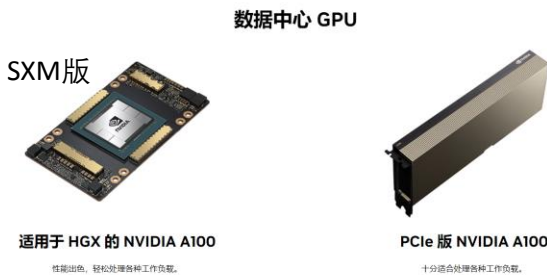
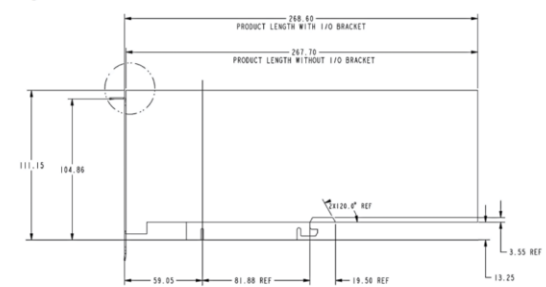


Figure 3. NVIDIA A100 80GB PCIe Card Dimensions



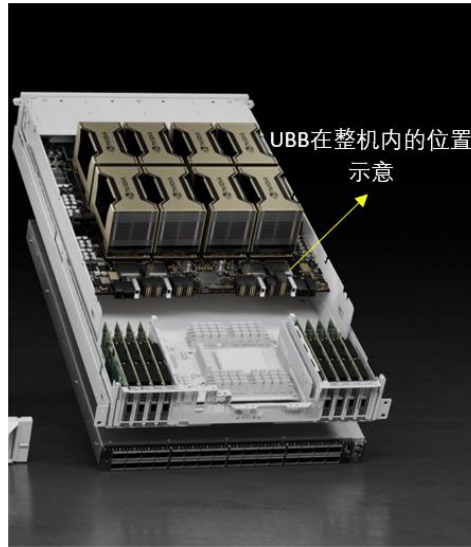
来源: 英伟达官网, 国金证券研究所

来源: 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

- 4) UBB, Unit Baseboard, 中文简称 GPU 模组板, 是用于搭载整个 GPU 平台的 PCB 板, 1 台 AI 服务器对应 1 块 UBB, 根据 DGX A100 整机底面规格和产业链调研, 我们预估 UBB 面积约为 0.30 平方米, 需要用到 26 层通孔 PCB 板, CCL 材料运用 Ultra Low Loss, 对应单价约为 10000 元/平方米, 对应单机价值量为 3000 元。

¹ A100 PCIE 版本销售给客户用于 AI 服务器上的自行插拔, 技术指标低于直接集成在 DGX A100 上的 SXM 版本。

图表10: DGX A100 UBB 在整机内的位置示意

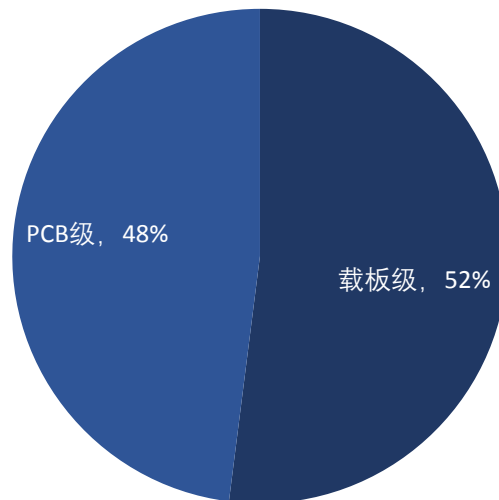


来源: 英伟达官网, 国金证券研究所

综上合计, 英伟达 DGX A100 GPU 板组主要由 GPU 载板、NVSwitch、GPU 加速卡、GPU 模组板四部分组成, 四部分合计单机 PCB 面积达到 0.624 平方米, 对应 PCB 单机价值量为 12250 元, 其中载板级别的产品单机价值量为 6370 元、占比 52%, PCB 级别的产品单机价值量 5880 元、占比 48%。

图表11: 英伟达 DGX A100 GPU 板组 PCB 单机价值量

	单机个数	单机面积 (平方米)	单机价值量 (元/台)
GPU 载板	8	0.048	5200
NVSwitch	6	0.036	1170
GPU 加速卡 (OAM)	8	0.240	2880
GPU 模组板 (UBB)	1	0.300	3000
合计	-	0.624	12250



来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

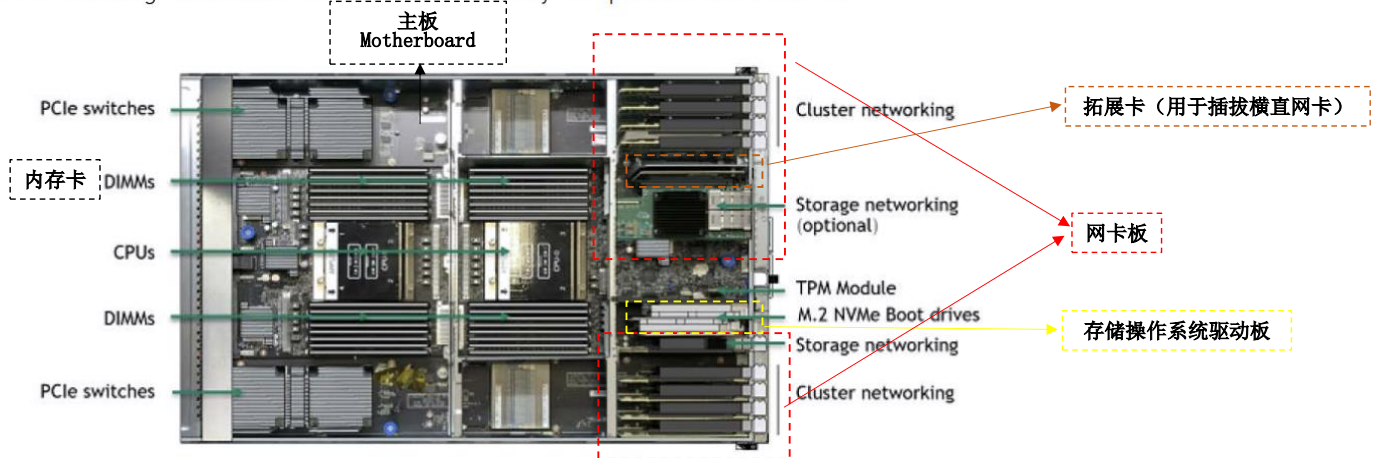
1.3、CPU 母板组: 单机价值量 2845 元, 载板占 46%、主板占 40%

CPU 母板组涉及到 CPU 载板、CPU 主板和配板, 其中功能性配板包括系统内存卡、网卡、拓展卡、存储操作系统驱动板。

图表12: 英伟达 DGX A100 CPU 主板组构成图

1.1.10. Motherboard Tray Components

Here is an image that shows the motherboard tray components in DGX A100.

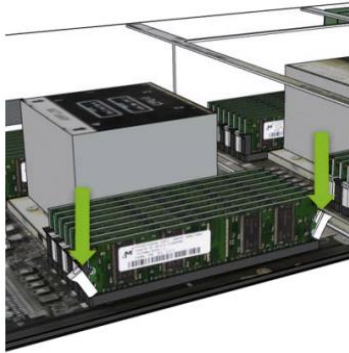


来源: 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

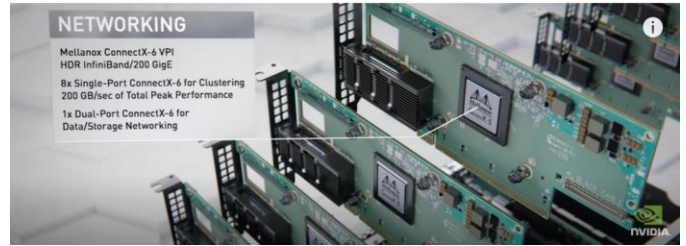
- 1) CPU 载板, 根据产业链调研, CPU 载板与 GPU 载板规格相近, 如果按单颗 CPU 载板价值量 100 美元、DGX 搭载 2 颗 CPU, 则单机价值量约为 1300 元。
- 2) CPU 主板, 主要用于承载 CPU 芯片、PCIE Switch 芯片、TPM 模组及各种功能性配板卡, 该类 PCB 板的规格主要由 CPU 平台设计和总线标准, 按照 DGX A100 的方案主要采用 64 核 AMD Rome 的 CPU 芯片、总线标准仍然为 PCIE 4.0, 因此 CPU 主板仍然采用 10~12 层、Low Loss 等级 CCL 材料、通孔板的设计, 根据产业链调研, 单价约为 3000 元/平方米; 按照 DGX A100 的尺寸规格设计, 估测 CPU 主板面积为 0.38 平方米, 由此可计算 CPU 主板单机价值量为 1140 元。
- 3) 功能性配板, 配板种类较多, 根据产业链调研, 配板一般采用的规格是 8~10 层板、Mid Loss 等级 CCL, 单价约为 1500 元/平方米, 面积和数量参照 DGX A100 则为:
 - CPU 内存卡, DGX A100 设计配置 32 块 CPU 内存卡、合计 2TB RAM, 一般来说服务器 CPU 内存卡行业有较为统一的标准尺寸, 估测单块内存卡面积约为 0.004 平方米/片;
 - 网卡, DGX A100 网卡采用 Mellanox ConnectX 系列产品 (有 X-7 和 X-6 的产品选配), 标配的网卡为 10 张 (8 个单端口 200Gb/s 的 IB, 2 个双端口 200Gb/s 以太网), 根据英伟达官网披露 Mellanox ConnectX-7 的尺寸 68.90mm*167.65mm, 计算可得单块网卡板面积约为 0.012 平方米/张;
 - 拓展卡, Riser Card, 服务器会因为板卡摆放设计而用一些拓展卡来拓展 PCIE 接口, DGX A100 中因为有一张横置 Storage networking 网卡, 因此需要设置一张拓展卡, 根据产业链调研该拓展卡面积约为 0.01 平方米/张;
 - 存储操作系统驱动板, DGX A100 中会搭载 2 个 1.92TB M.2 NVMe 的系统驱动器, 但两个驱动器是搭载在一张 PCB 板的两面, 因此系统驱动板只有 1 块, 面积约为 0.01 平方米/张。

上述四部分合计, 功能性配板单机面积为 0.27 平方米, 对应单机价值量约为 405 元。

图表13: CPU 系统内存卡示意图



图表14: 英伟达 Mellanox 网卡板示意图

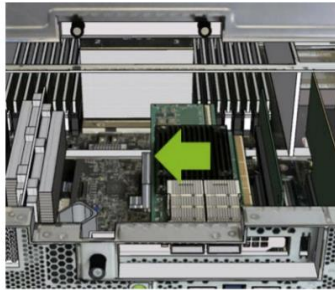


来源: 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

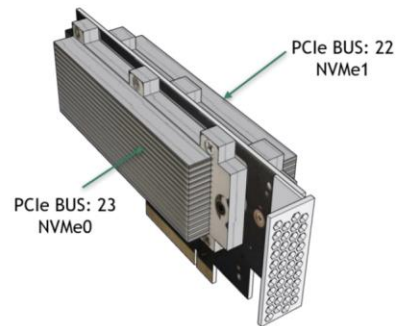
来源: 英伟达官网, 国金证券研究所

图表15: DGX A100 横置网卡需要一张纵向拓展卡

a). Pull the network card out of the riser card slot.



图表16: DGX A100 系统驱动器示意图



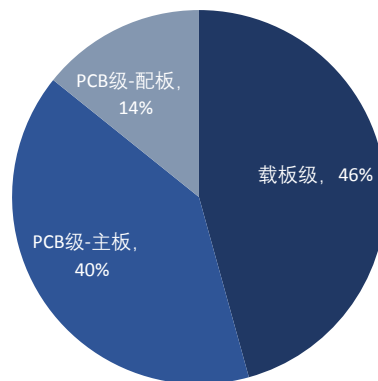
来源: 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

来源: 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

综上所述, 英伟达 DGX A100 CPU 主板组 PCB 用量面积合计为 0.662 平方米, 单机价值量约为 2845 元, 其中载板级产品占比 46%, PCB 级的主板产品占比 40%, PCB 级的配板产品占比 14%。

图表17: 英伟达 DGX A100 CPU 主板组 PCB 单机价值量

	单机个数	单机面积 (平方米)	单机价值量 (元/台)
CPU 载板	2	0.012	1300
CPU 主板	1	0.380	1140
DIMM 系统内存	32	0.128	192
网卡	10	0.120	180
拓展卡	1	0.010	15
存储操作系统驱动板	1	0.012	18
合计	-	0.662	2845



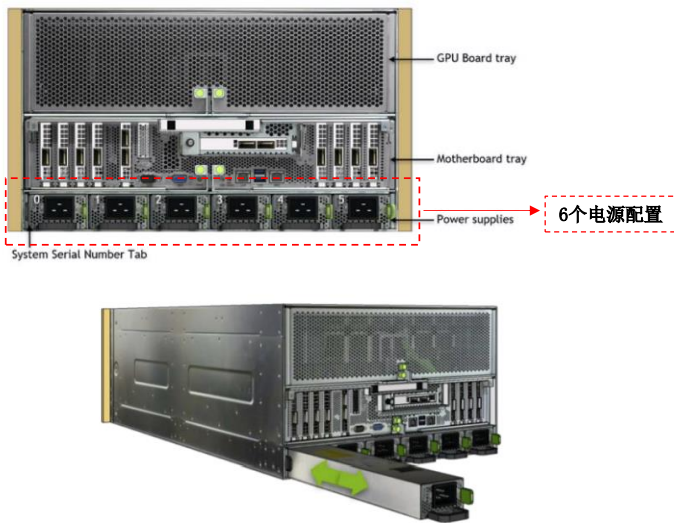
来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

1.4、其他配件：单机价值量合计 226 元

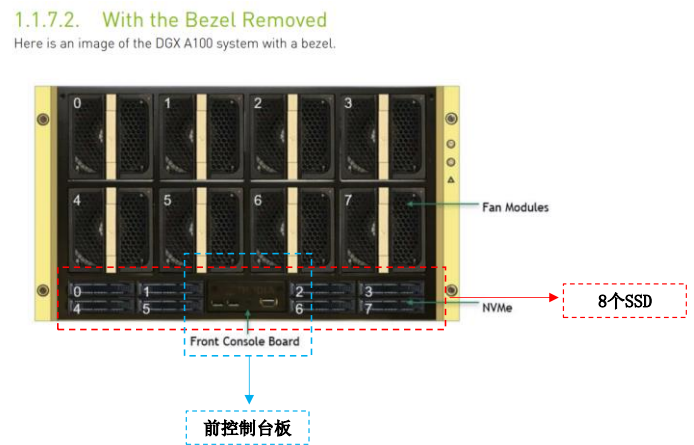
除 GPU 模组和 CPU 模板组外，其他配件还包括电源、硬盘、前控制台板等，根据产业链调研，这一类产品主要采用 6~10 层、FR4/Mid Loss 等级 CCL 的规格，单价约为 1000~1500 元/平方米不等，参照 DGX A100 规格对用量和面积进行计算则为：

- 1) 电源，从用量上看 DGX A100 搭配 6 个电源，参照台达电 2200W 服务器电源 DPS-2200-AB-2 型号 73.5*265.0mm 的规格，我们估测单个电源用 PCB 板面积为 0.019 平方米；
- 2) 硬盘，从用量上看 DGX A100 搭配 8 个硬盘，参照行业标准 3.5'' 盘，我们估测单块硬盘中 PCB 面积为 0.008 平方米；
- 3) 前控制台板，主要用于控制外接设备，是放在 8 个硬盘中间的 1 块 PCB 板，根据产业链调研，我们估测该板面积约为 0.010 平方米。

图表18: DGX A100 电源配置示意图



图表19: DGX A100 硬盘和前控制台示意图



来源：英伟达官网技术文件，国金证券研究所

来源：英伟达官网技术文件，国金证券研究所

综合来看，DGX A100 的配件用 PCB 板用量面积约为 0.188 平方米，单价价值量合计约为 226 元。

图表20: 英伟达 DGX A100 配件 PCB 单机价值量

	单机个数	单机面积（平方米）	单机价值量（元/台）
电源	6	0.114	137
硬盘	8	0.064	77
前控制台板	1	0.010	12
合计	-	0.188	226

来源：产业链调研，英伟达官网技术文件，国金证券研究所

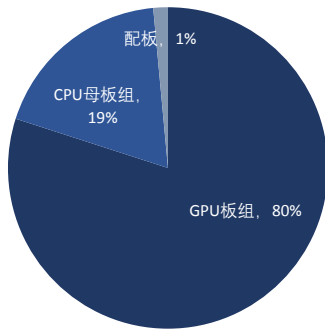
综合 GPU 模组、CPU 模板组和配件，我们估测 DGX A100 整机 PCB 用量面积为 1.474 平方米，单机价值量为 15321 元，其中 GPU 模组单机价值量达到 1.2 万元、占比达到 80%，CPU 模板组单机价值量为 2845 元、占比为 19%，其他配件单机价值量 226 元、占比为 1%；从板级的分类来看，载板级单机价值量为 7670 元、占比达到 50.1%，PCB 板级单机价值量为 7651 元、占比为 49.9%。

图表21: 英伟达 DGX A100 PCB 单机价值量

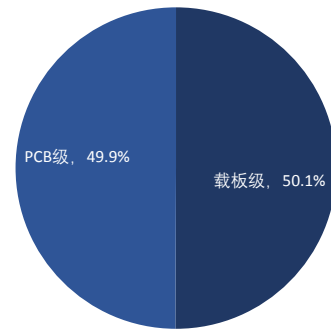
	单机个数	单机面积 (平方米)	单机价值量 (元/台)
GPU 板组-合计	-	0.624	12250
GPU 载板	8	0.048	5200
NVSwitch	6	0.036	1170
GPU 加速卡 (OAM)	8	0.240	2880
GPU 模组板 (UBB)	1	0.300	3000
CPU 主板组-合计	-	0.662	2845
CPU 载板	2	0.012	1300
CPU 主板	1	0.380	1140
DIMM 系统内存	32	0.128	192
网卡	10	0.120	180
拓展卡	1	0.010	15
存储操作系统驱动板	1	0.012	18
配板-合计	-	0.188	226
电源	6	0.114	137
硬盘	8	0.064	77
前控制台板	1	0.010	12
三部分合计	-	1.474	15321

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

图表22: DGX A100 所用 PCB 板分布 (按功能组)



图表23: DGX A100 所用 PCB 板分布 (按板级)



来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

二、普通 vs A100 vs H100, PCB 价值量到底如何提升

在分解完 DGX A100 后, 基于边际变化分析的角度, 我们认为可以通过两方面的对比来把握未来变化关键点, 一方面对比 DGX A100 和普通服务器, 以观测 AI 带来的价值增量; 另一方面对比 DGX A100 和 DGX H100, 以观测未来 AI 技术继续迭代的情况下 PCB 的增量点。

2.1、普通 vs A100: 普通单机 2425 元, 95% 的价值增量贡献来自 GPU 板组

依据前述拆解方式, 我们选取市面上较为先进的 2U 普通服务器华为 2288H V6 (双路服务器, PCIE 4.0) 为普通服务器代表, 通过拆解分析, 我们估测普通服务器的 PCB 用量面积为 0.630 平方米, 并且根据产业链调研, 普通服务器功能板块的 PCB 板型规格与 AI 服务器中 CPU 主板组和配件组相差不大, 由此合计估测单机价值量为 2425 元。

图表24: 华为 2288H V6 整机爆破图



图表25: 华为 2288H V6 主板图



来源: 华为官网, 国金证券研究所

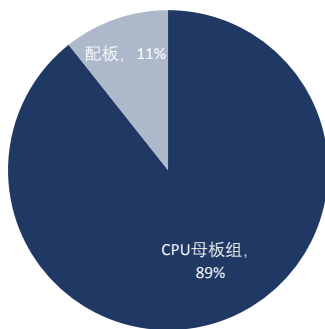
来源: 华为官网, 国金证券研究所

图表26: 华为 2288H V6 PCB 单机价值量

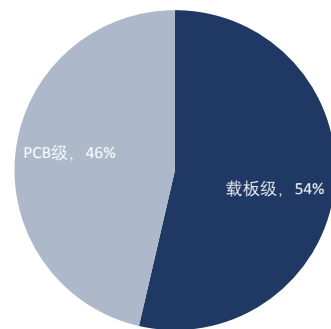
	单机个数	单机面积 (平方米)	单机价值量 (元/台)
CPU 母板组-合计	-	0.414	2167
CPU 载板	2	0.012	1300
CPU 母板	1	0.176	527
DIMM 系统内存	32	0.136	153
网卡	2	0.002	4
拓展卡	1	0.001	2
存储操作系统驱动板	1	0.016	24
M.2 SSD	2	0.002	3
FlexIO	1	0.013	19
内置驱动模组	1	0.019	29
PCIe 转接卡 1号 2号	2	0.029	43
PCIe 转接卡 4号	1	0.007	11
TPM 模组板	1	0.001	1
配件-合计	-	0.216	259
电源板	2	0.033	40
硬盘	18	0.144	173
硬盘背板	1	0.038	46
合计	-	0.630	2425

来源: 产业链调研, 华为官网, 国金证券研究所

图表27: 2288H V6 所用 PCB 板分布 (按功能组)



图表28: 2288H V6 所用 PCB 板分布 (按板级)

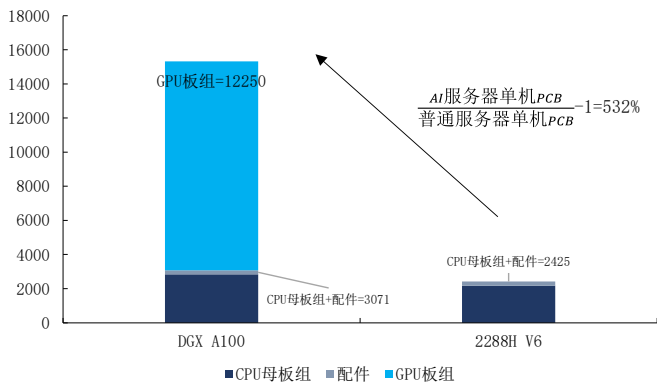


来源: 产业链调研, 华为官网, 国金证券研究所

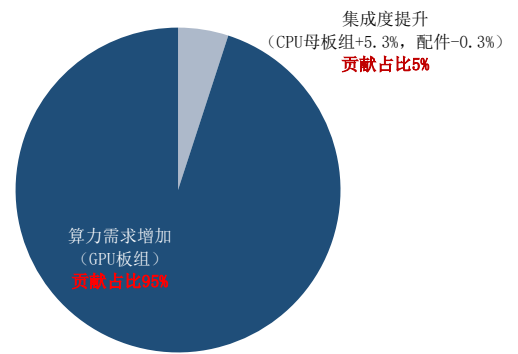
来源: 产业链调研, 华为官网, 国金证券研究所

对比普通服务器和以 DGX A100 为代表的 AI 服务器, AI 服务器所用 PCB 单机价值量相对普通服务器提升 532%, 增量贡献主要来自算力需求 (贡献增量的 95%) 和集中度提升 (贡献增量的 5%), 其中载板级的单机价值量提升 490%、增量贡献主要来自算力需求 (贡献增量 100%), PCB 板级的单机价值量提升 580%、增量贡献 90%来自算力而 10%来自集中度提升。

图表29: DGX A100 与 2288H V6 单机 PCB 价值量对比



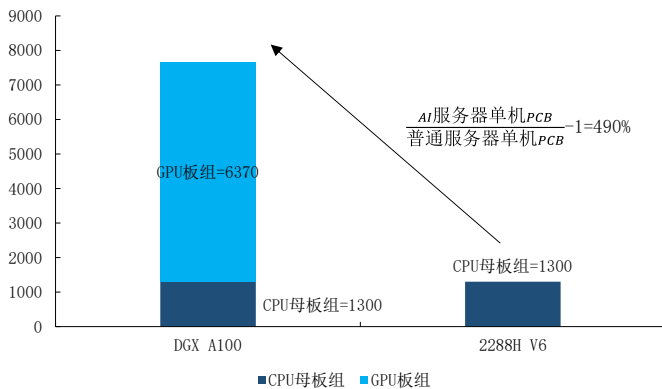
图表30: AI 服务器相对普通服务器 PCB 增量贡献来源



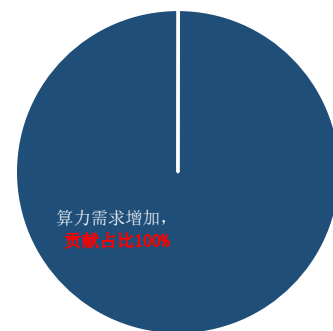
来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 华为官网, 国金证券研究所

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 华为官网, 国金证券研究所

图表31: DGX A100 与 2288H V6 载板级 PCB 价值量对比



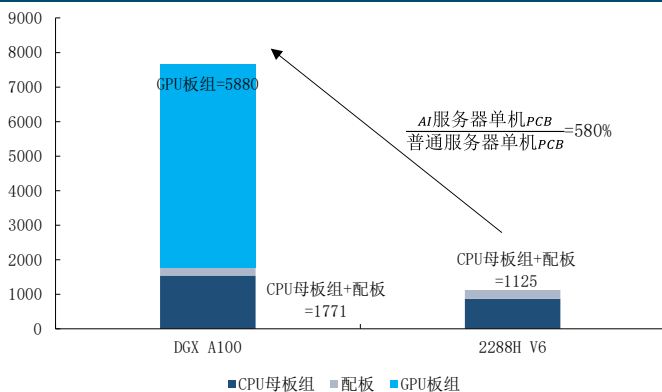
图表32: AI 服务器相对普通服务器载板增量贡献来源



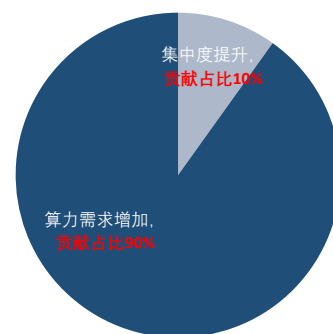
来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 华为官网, 国金证券研究所

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 华为官网, 国金证券研究所

图表33: DGX A100 与 2288H V6 PCB 级板价值量对比



图表34: AI 服务器相对普通服务器 PCB 级板增量来源



来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 华为官网, 国金证券研究所

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 华为官网, 国金证券研究所

2.2、A100 vs H100: H100 单机 1.95 万元, 83% 的价值增量贡献来自 GPU 板组

再对比新款 DGX H100 和 DGX A100, 我们发现新产品架构有一些变化, 同样分三个部分来看:

- GPU 板组, 性能提升之后相应 PCB 的规格也会有所提升, 具体来看,
 - GPU 载板, 芯片性能增加, 封装架构也会升级 (如搭配 HBM3), 根据产业链调研, H100 单片载板价值量会提升 30%、约为 150 美元/片, 在数量和面积变化不大的情况下, 估测单机价值量为 7800 元, 单机价值量相对 A100 方案提升 50%;
 - NVSwitch, 集成度提高导致数量减少为 4 片, 单价估测提升至 40 美元/片, 因

此对应单机价值量为 1040 元，单机价值量相对 A100 方案有所下降 11%；

- GPU 加速卡 (OAM)，由于芯片性能有所提升，加速卡的工艺规格升级为 5 阶 HDI，对应单价提升至 15000 元/平方米，在数量和面积没有变化的情况下，估测单机价值量提升至 3600 元，相比 A100 提升 25%；
- GPU 模组板 (UBB)，集成度提高使得模组板的设计相对更紧凑，但层数和工艺变化不大，对应单价提升至 11000 元/平方米，在数量和面积没有变化的情况下，估测单机价值量提升至 3300 元，相比 A100 提升 10%。

由此，DGX H100 GPU 板组 PCB 用量的面积为 0.612 平方米，单机价值量提升至 15700 元，相比 A100 版本提升 28%，主要提升点来自 GPU 载板、GPU 加速卡 (OAM) 和模组板 (UBB)。

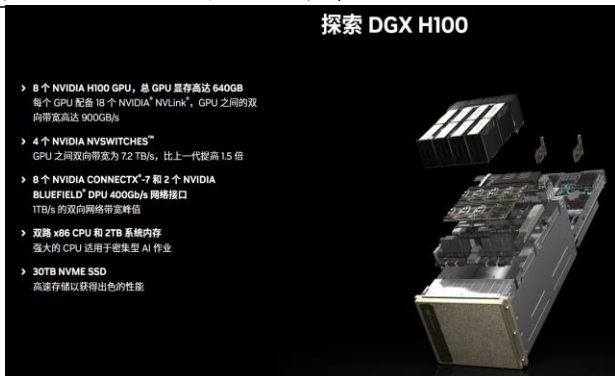
2) CPU 母板组，CPU 母板有升级，网卡集成度显著提升，具体来看，

- CPU 载板，CPU 芯片虽然有相应升级，但封装承载结构变化不大，根据产业链调研预估 DGX H100 的 CPU 载板价值量保持为 1300 元；
- CPU 母板，DGX H100 采用 PCIE 5.0 总线标准，CPU 芯片平台升级，根据产业链调研 PCIE 5.0 服务器主板的单价会提升至 5000 元/平方米，因此在面积不变的情况下单机价值量提升至 1900 元，相比 A100 方案提升 67%；
- 其他配板，整体变化不大，值得一提的是网卡板的形态由 A100 的 Mellanox 成熟设计插拔的方案变为 2 张集成 4 芯片的 ConnectX-7 的 PCB 板 (对应 8 个端口)、2 张单芯片双端口的 NVIDIA BlueField-3 DPU VPI 网卡板、1 张 RJ45 接口板载网卡、1 张以太网可选网卡合计 6 张网卡板，相较 A100 方案网卡板数量下降但集成度和性能有所提升；

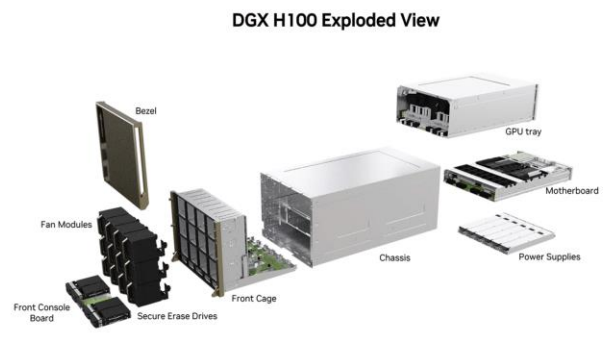
综合计算，我们估测 DGX H100 CPU 板组 PCB 用量的面积为 0.628 平方米，单机价值量提升至 3554 元，相比 A100 版本提升 25%，主要提升点来自 CPU 母板。

3) 配件，DGX H100 仍然保持电源 6 个、硬盘 8 个、前控制台板 1 块的配置，PCB 板规格变化也不大，因此我们估测配件用量仍为 0.188 平方米，单机价值量为 226 元。

图表35: DGX H100 整机宣传图



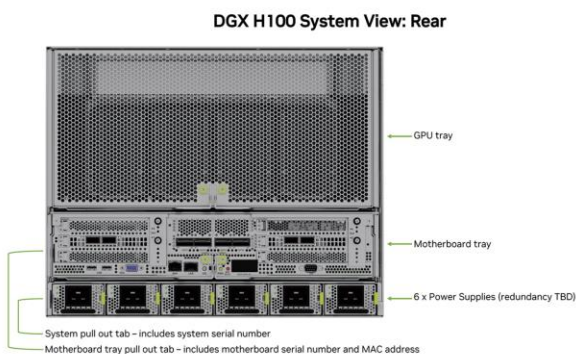
图表36: DGX H100 爆破图示意



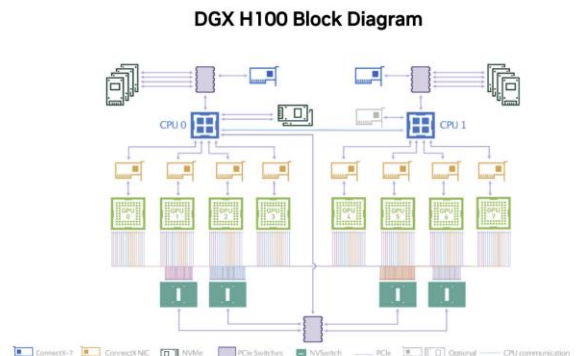
来源：英伟达官网，国金证券研究所

来源：英伟达官网技术文件，国金证券研究所

图表37: DGX H100 背面示意图



图表38: DGX H100 信号通信架构图

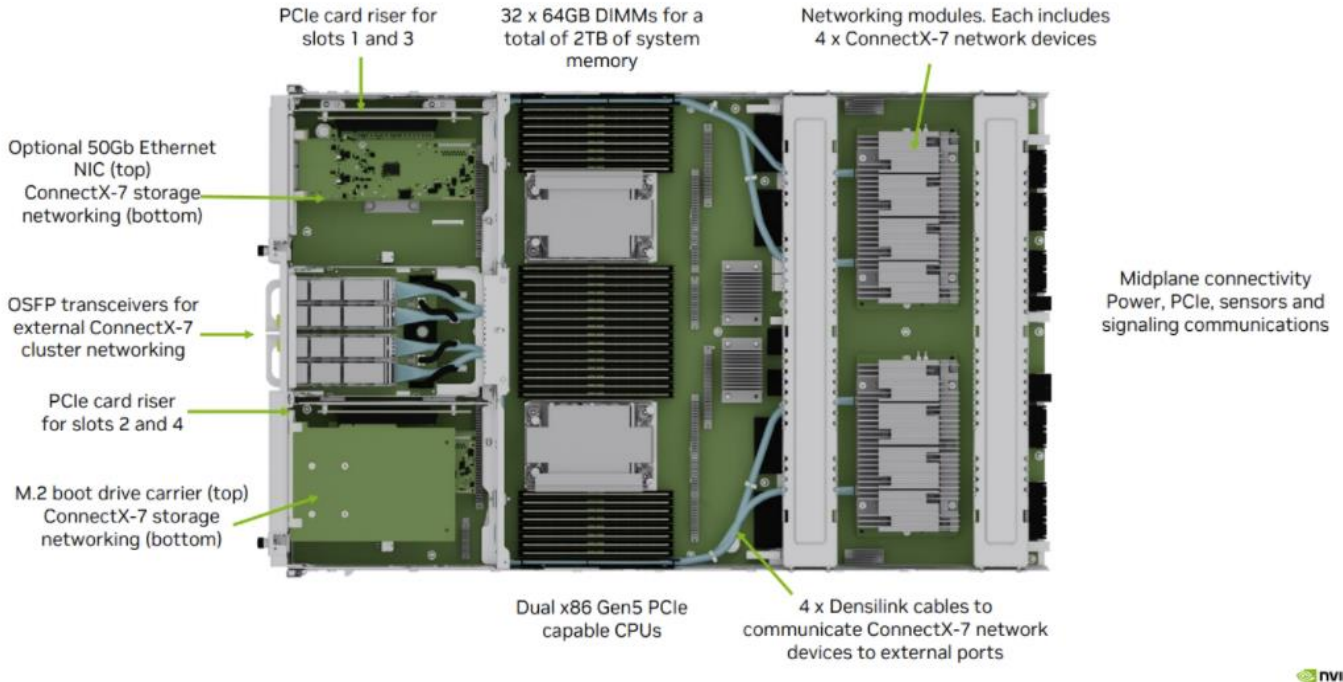


来源：英伟达官网，国金证券研究所

来源：英伟达官网技术文件，国金证券研究所

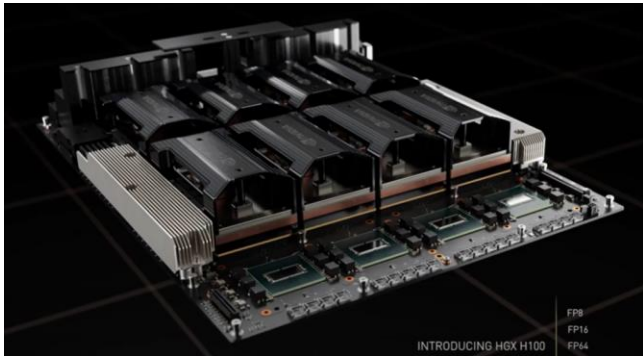
图表39: DGX H100 CPU motherboard 示意图

DGX H100 Motherboard Tray



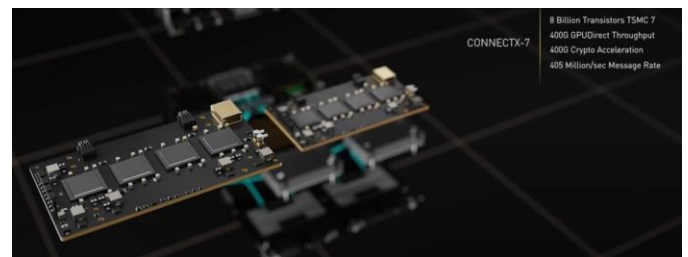
来源: 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

图表40: DGX H100 GPU 板组 (NVSwitch 为 4 片)



来源: 英伟达官网, 国金证券研究所

图表41: DGX H100 网卡集成度提升



来源: 英伟达官网, 国金证券研究所

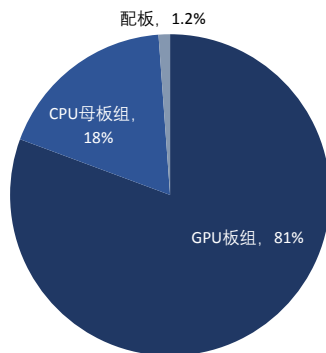
我们估测 DGX H100 服务器的 PCB 用量面积为 1.428 平方米, 单机价值量为 19520 元, 其中 GPU 板组单机价值量达到 1.57 万元、占比达到 81%, CPU motherboard 单机价值量为 3554 元、占比为 18%, 其他配件单机价值量 226 元、占比为 1%; 从板级的分类来看, 载板级别单机价值量为 10140 元、占比达到 51.9%, PCB 板级单机价值量为 9380 元、占比为 48.1%。

图表42: 英伟达 DGX H100 PCB 单机价值量

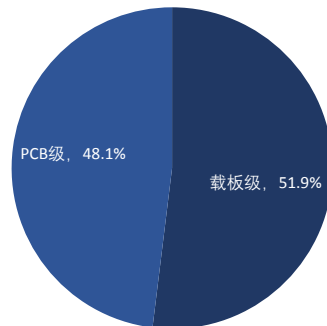
	单机个数	单机面积 (平方米)	单机价值量 (元/台)
GPU 模组-合计	-	0.612	15700
GPU 载板	8	0.048	7800
NVSwitch	4	0.024	1040
GPU 加速卡 (OAM)	8	0.24	3600
GPU 模组板 (UBB)	1	0.3	3300
CPU 母板组-合计	-	0.628	3554
CPU 载板	2	0.012	1300
CPU 母板	1	0.38	1900
DIMM 系统内存	32	0.128	192
网卡	6	0.072	108
拓展卡	2	0.024	36
存储操作系统驱动板	1	0.012	18
配板-合计	-	0.188	226
电源	6	0.114	137
硬盘	8	0.064	77
前控制台板	1	0.01	12
三部分合计	-	1.428	19520

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

图表43: DGX H100 所用 PCB 板分布 (按功能组)



图表44: DGX H100 所用 PCB 板分布 (按板级)



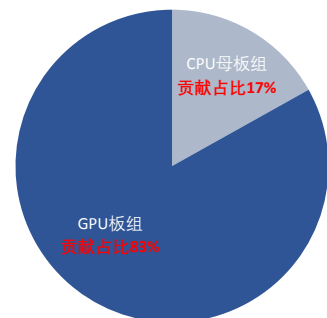
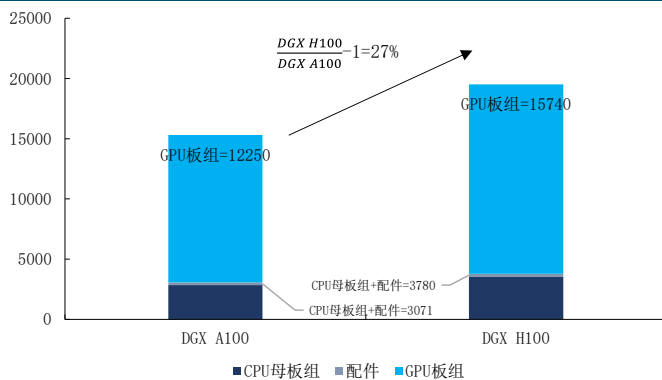
来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

对比 DGX A100 和 DGX H100, 平台升级将使得 PCB 单机价值量提升 27%, 增量贡献 83%来自 GPU 板组、17%来自 CPU 母板组, 其中载板级的单机价值量提升 32%、增量贡献主要来自 GPU 板组 (贡献增量 100%), PCB 板级的单机价值量提升 23%、增量贡献 59%来自 GPU 板组而 41%来自 CPU 母板组。

图表45: DGX A100 与 DGX H100 单机 PCB 价值量对比

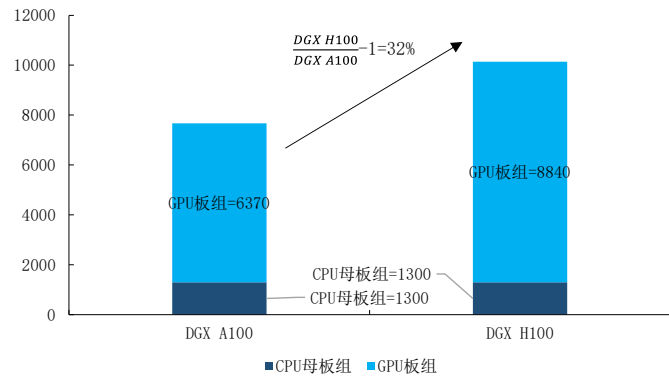
图表46: DGX A100 与 DGX H100 PCB 增量贡献来源



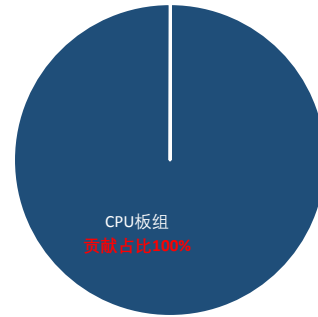
来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

图表47: DGX A100 与 DGX H100 单机载板级 PCB 价值量对比



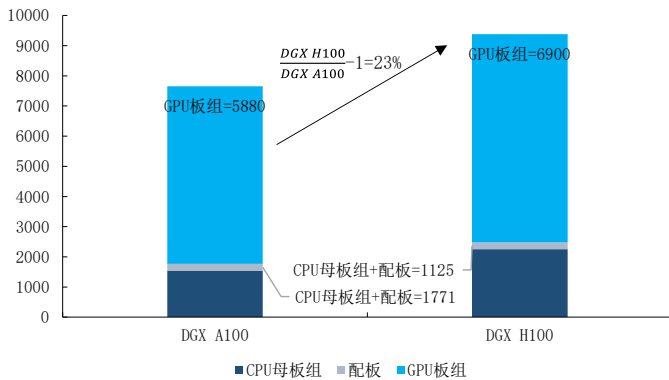
图表48: DGX A100 与 DGX H100 单机载板级 PCB 价值量增量贡献来源



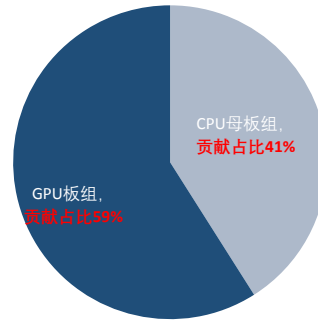
来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

图表49: DGX A100 与 DGX H100 单机板级 PCB 价值量对比



图表50: DGX A100 与 DGX H100 单机板级 PCB 价值量增量贡献来源



来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 国金证券研究所

2.3、价值增量来自 GPU 板组, 后续升级载板增速高于 PCB 板级

综合前文拆解情况, 我们认为 AI 服务器相对普通服务器的 PCB 单机价值量增幅为 532%, 其中载板级别增幅 490%、PCB 板级别增幅 580%, PCB 板级增幅较大的原因在于普通服务器的 PCB 的价值量低于载板级产品; 再者, AI 服务器升级过程中, 载板级别增幅为 32%、PCB 板级别产品增幅为 23%, 可以想见 AI 服务器升级中与 GPU 相关度越高则增值幅度越大。

图表51: 三款服务器单机 PCB 价值量对比

	2288H V6	DGX A100	DGX H100
GPU 板组	-	12250	15740
载板级	-	6370	8840
PCB 级	-	5880	6900
CPU 主板组	2167	2845	3554
载板级	1300	1300	1300
PCB 级	867	1545	2254
配板	259	226	226
合计	2425	15321	19520
载板级	1300	7670	10140
PCB 级	1125	7651	9380

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 华为官网, 国金证券研究所

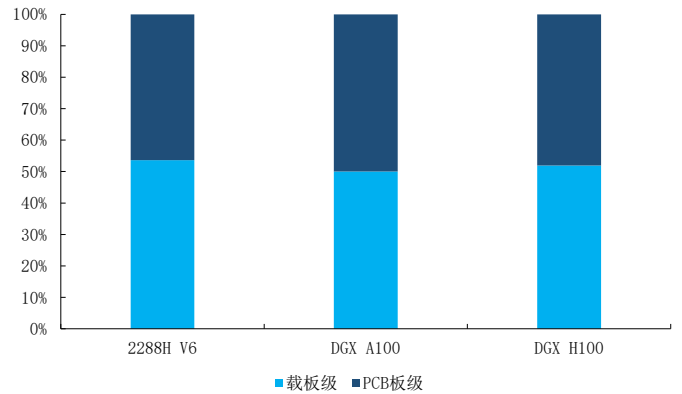
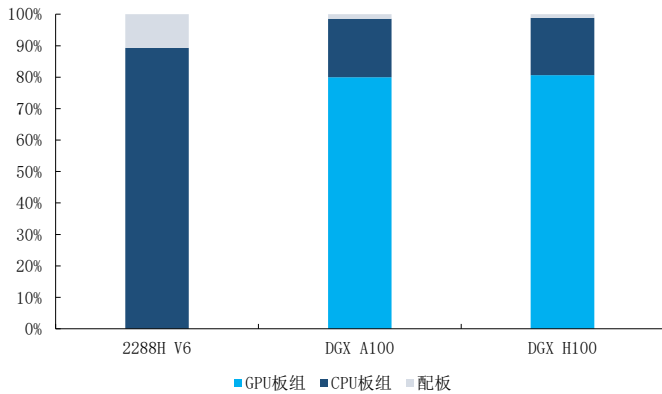
图表52: 三款服务器单机 PCB 价值量增幅

	DGX A100/2288H V6	DGX H100/DGX A100
GPU 板组	纯增量	28%
载板级	纯增量	39%
PCB 级	纯增量	17%
CPU 主板组	31%	25%
载板级	0%	0%
PCB 级	78%	46%
配板	-13%	0%
合计	532%	27%
载板级	490%	32%
PCB 级	580%	23%

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 华为官网, 国金证券研究所

图表53: 三款服务器的PCB单机价值量分布(按功能)

图表54: 三款服务器的PCB单机价值量分布(按板型)



来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 华为官网, 国金证券研究所

来源: 产业链调研, 英伟达官网技术文件, 华为官网, 国金证券研究所

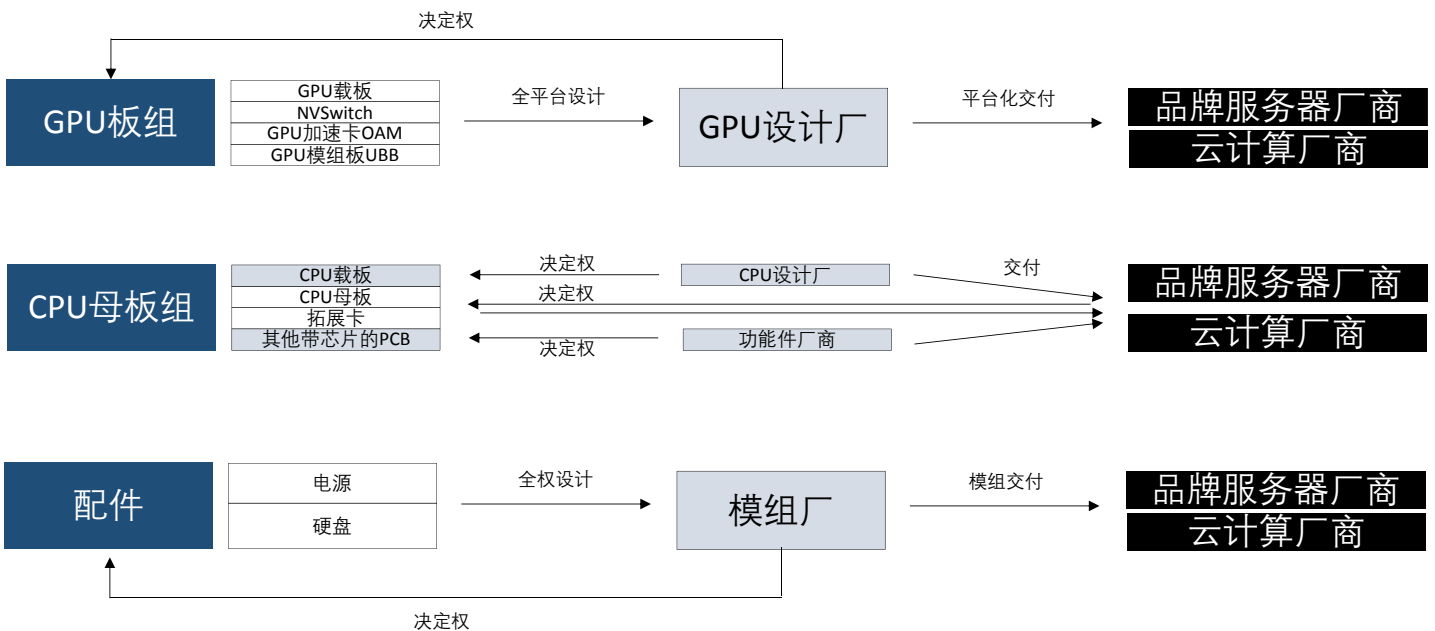
2.4、AI服务器PCB存在三种供应关系, 须分别把握产业链逻辑

AI服务器涉及到的三个部分, 供应关系的决定权会有一些的区别, 具体来看:

- 1) GPU 模组, 所涉及到的4个板块均由GPU设计厂商全权设计, 对应的PCB板的供应关系决定权也就由GPU设计厂决定; GPU设计厂通常给品牌服务器厂商(国内产业链为主)和云计算厂商(海外产业链为主)交付整个GPU模组, 有些情况GPU设计厂会给客户交付GPU加速卡(PCIE版本), 极少情况GPU设计厂会直接给客户交付芯片。综合来看我们认为PCB在GPU模组供应链的决定权主要掌握在GPU设计厂手中。
- 2) CPU 模组, 遵循既有的服务器厂商供应链关系, 即CPU载板由CPU设计厂决定, CPU模板和一些整套系统所需要用到的拓展卡板由终端客户决定, 而其他带芯片的PCB板大部分的场景是客户向功能件厂商提出设计需求, 然后由功能件厂商自行决定PCB的采购。
- 3) 配件, 配件通常是客户直接购买模组厂成熟的产品, 部分场景是客户会向配件模组厂商提出一定的设计需求, 但不影响模组厂商对PCB采购的决定权。

基于此, 在考虑PCB厂商在AI服务器中的成长机会时, 应当区分供应产品所处的产业链关系, 从而把握逻辑真相。

图表55: AI服务器所用PCB供应关系



来源: 产业链调研, 国金证券研究所

三、投资建议及风险提示

3.1、投资建议

根据前述，AI 服务器 PCB 价值量是普通服务器的价值量的 5~6 倍，随着 AI 大模型和应用的落地，市场对 AI 服务器的需求日益增加，市场扩容在即。以 DGX A100 为例，15321 元单机价值量中 7670 元来自载板、7651 元来自 PCB 板，因此我们应当关注在载板和服务器 PCB 上具有较好格局的厂商，建议关注：

- 1) 沪电股份：公司 2022 年营收占比中，高速通信类占 66%，汽车占 23%，高速通信类是保证公司成长的关键。公司高速通信产品主要用于交换机、服务器、运营商通信，客户覆盖包括国内外主要的设备商和云计算厂商，是 A 股 PCB 中涉及海外高速运算敞口最大的厂商，也是参与全球 AI 运算供应的关键厂商，未来有望随着 AI 市场扩容而实现快速增长。公司汽车类产品主要供应全球龙头 TIER1 厂商，并且依据多年的技术积累不断调整产品结构至覆盖多类域控制器用 HDI 产品，汽车智能化趋势将为公司带来成长贡献。
- 2) 生益科技：从基本面的逻辑出发，公司作为全球第二大的覆铜板厂商，订单景气度随着电子行业整体回暖而将会逐季改善，并且我们认为公司能够凭借其强大的竞争力（产品系列全、产品品质优秀、客户和原材料管理能力强等）先于行业走出景气低谷、实现单张毛利反转，基本面胜率有一定的保证。从竞争格局上来看，公司是国内少有全系列覆盖高端产品的厂商，随着 AI 带动高端市场成长放量，公司有望加速自身产品结构调整进程，打开盈利增长空间。公司 2022 年实现归母净利润 15.31 亿，我们预计 2023~2024 年归母净利润为 23.5 亿元和 34.3 亿元，对应 2022~2024 年 PE 为 30X/20X/13X，维持“买入”评级。
- 3) 联瑞新材：根据 2022 年年报数据，公司产品结构中球硅占 53%、角硅占 35%、球铝占 11%。高端服务器载板和 PCB 板中打开球硅在 PCB 产业链的应用，AI 服务器 GPU 所采用的 2.5/3D 封装外壳 EMC 需要用到 20um cut 及以上等级的球硅和 low- α 球铝，因此在当前 AI 等高速运算需求带来高端产品扩容的大背景下，公司有望依据现有已经站好的竞争格局实现成长。公司 2022 年实现归母净利润 1.88 亿，我们预计 2023~2024 年归母净利润为 2.51 亿元和 3.52 亿元，对应 2022~2024 年 PE 为 55X/41X/29X，公司竞争力强且参与全球高端球硅供应，维持“买入”评级。
- 4) 生益电子：公司是传统高速通信类覆铜板生产厂商，在服务器需要用到高多层板上具有深厚的技术积累，公司服务器类客户覆盖了国内主流客户群和海外部分客户，随着国内加大训练端算力需求、海外 AI 相关应用加速推出，公司服务器类 PCB 将迎来增长。
- 5) 兴森科技：根据公司 2022 年年报数据，公司 PCB 产品占比 75%、半导体产品占比 21%，其中半导体产品主要来自封装基板和半导体测试板，公司是国内布局封装基板第一梯队的厂商之一。公司目前配合下游终端厂商研发服务器用 FCBGA 高端载板，是高端载板国产替代的先行者。
- 6) 深南电路：根据公司 2022 年年报数据，公司 PCB 产品占比 63%、封装基板占比 18%、电子装联占比 12%，其中 PCB 产品有配套国内外品牌服务器厂商主板产品，封装基板是国内封装基板规模最大的厂商、目前正在配套下游终端厂商研发高端 FCBGA 产品，AI 带动的载板和 PCB 板价值量增长将有助于公司成长。

3.2、风险提示

■ 需求景气度不及预期

AI 服务器的 PCB 单机价值量虽然远高于普通服务器，但由于 AI 服务器在整个服务器出货量的占比较低，因此如果服务器整体行业景气度较低，对于服务器 PCB 厂商也将会迎来需求景气度不及预期的风险。

■ 原材料价格居高不下

虽然上游原材料（铜、CCL 等）的价格已经有所下滑，从而使得板块虽然营收端承压但盈利在逐渐修复。如若原材料价格下滑幅度不及预期或者节奏较慢，则 PCB 行业整体盈利修复将不及预期。

■ 竞争加剧

近年来国内 PCB 厂商资本开支速度较快，导致产能会有较大释放，我们认为 PCB 整体属

于较为定制化产品，产能的绝对扩充不一定能够带来行业的有效供给增加，所以扩产对行业的冲击影响有限。但如若扩产对行业的冲击影响超过我们的预期，行业的盈利也将不及预期。

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	北京	深圳
电话：021-60753903	电话：010-85950438	电话：0755-83831378
传真：021-61038200	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	传真：0755-83830558
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮编：100005	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	地址：北京市东城区建国内大街 26 号	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号	新闻大厦 8 层南侧	地址：中国深圳市福田区中心四路 1-1 号
紫竹国际大厦 7 楼		嘉里建设广场 T3-2402