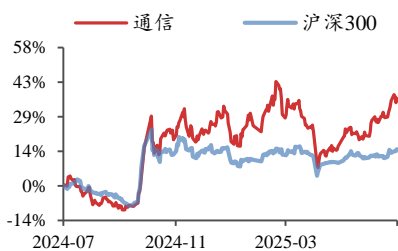


## 通信

2025 年 07 月 08 日

投资评级：看好（维持）

### 行业走势图



数据来源：聚源

### 相关研究报告

《世纪互联上调业绩指引，看好 AIDC 产业链投资机会——行业点评报告》  
-2025.6.30

《阿里夸克算力告急，火山引擎发布全模态模型，坚定看好全球 AI 智算产业链——行业周报》-2025.6.29

《首批 IDC REITs 获批，Marvell 上调 2028 年 AIDC 规模预期，全球 AIDC 迎共振——行业周报》-2025.6.22

## AI 驱动光铜共进，AEC 等受益于高速短距连接需求

### ——行业深度报告

蒋颖（分析师）

jiangying@kysec.cn

证书编号：S0790523120003

#### ● 在 AI 浪潮中，铜互连因其低成本和低功耗优势在短距离连接中份额提升

随着生成式人工智能（AIGC）技术的逐步成熟，基于“大数据+大计算量”模型的新兴应用不断涌现，显著推动了算力需求的持续攀升。作为计算能力的核心载体，数据中心在算力高需求的驱动下，其相关的服务器领域及上下游产业预计将在未来几年内迅速扩展。铜连接方案因其低成本和低功耗的优势，预计将在数据中心短距离连接中的市场份额有所提升。

#### ● GB200 大量应用铜连接方案，AI 推动高速铜缆行业需求高增

随着数据中心设备间数据传输速率和带宽的不断提升，选择合适的互联方案已成为市场关注的焦点。光纤和铜缆因其抗干扰性和保密性，已成为主要传输媒介。尽管光纤因传输距离远的优势在通信行业被广泛采用，铜连接方案在数据中心设备内的短距离连接（如交换机到服务器）中，逐渐获得了更大的市场份额。在 NVIDIA GB200 解决方案的一个重要变化在于交换机和计算节点在单个机柜内的互连，交换机的内部连接采用铜缆连接，而不是之前的 PCB-光模块-电缆连接。

#### ● AEC 作为数据中心内部高速短距连接技术，逐渐成为业界关注的焦点

AEC 的核心在于通过内置的信号增强芯片，提升铜缆的传输距离和信号质量，使其在数据中心内部高速互联中发挥着重要作用。当前，我国 AEC 正处于快速发展阶段，众多企业纷纷布局 AEC，以期在未来的数据中心市场中获得竞争优势。展望未来，随着 AI 技术的不断发展和数据中心算力需求的持续增长，AEC 有望在数据中心内部高速短距连接领域取得更大的突破，同时也为我国算力产业链的发展注入活力。

#### ● 投资建议：

建议关注铜缆连接器产业链各环节领军企业。（1）连接器领域龙头，和安费诺、华为等公司有合作，受益标的：华丰科技、瑞可达、意华股份、立讯精密等；（2）一体化优势明显、在铜连接领域具有成本和科研优势，推荐标的：中际旭创、新易盛等，受益标的：立讯精密等；（3）扎根 DAC/AOC/ACC/AEC 领域，和 AI 服务器龙头有深度合作，受益标的：博创科技、兆龙互联、金信诺等；（4）线材，受益标的：沃尔核材、精达股份、鼎通互联、神宇股份、新亚电子、鸿腾精密等。

● 风险提示：技术差距风险、国际标准制定风险、市场竞争风险、原材料价格波动风险、下游需求波动风险

## 目 录

1、铜互联技术已成为提升数据中心性能的关键要素	4
2、GB200 大量应用铜连接方案，AI 推动高速铜缆需求高增	6
2.1、ChatGPT 及 DeepSeek 掀开 AI 大模型浪潮，算力是数字经济的核心生产力	6
2.2、英伟达在 GB200 NVL72 中广泛使用铜互连技术	10
3、数据中心发展带动铜连接需求增长	14
3.1、数据中心能耗攀升，铜互联拥有低功耗优势	14
3.2、铜连接技术契合数据中心当前需求	15
3.3、伴随接口速率升级，高速铜缆传输速度亦逐步升级	17
4、高速铜缆产业链涉及多环节，市场空间广阔	18
4.1、内外部需求旺盛，高速铜缆使用场景丰富	18
4.2、AEC 产业链：上游芯片及线缆最核心，光模块厂商切入组装环节	20
4.2.1、线缆及 Retimer 芯片：AEC 核心部件	20
4.2.2、连接器：全球集中度高，中国企业跻身行业前列	22
4.2.3、AEC 组装：光模块厂商参与到铜缆产业链，其组装能力、客户渠道或可复用至 AEC	23
5、投资建议及受益标的	24
5.1、华丰科技：连接器核心骨干企业	24
5.2、瑞可达：连接器专精特新小巨人企业	24
5.3、意华股份：聚焦连接器和光伏支架两大业务板块	25
5.4、长芯博创：积极布局各类连接器产品	25
5.5、鼎通科技：连接器领军企业	25
5.6、新易盛：深入布局 AEC 技术	26
5.7、中际旭创：设立合营企业切入 AEC 领域	26
5.8、兆龙互连：深度布局各类电缆产品	26
5.9、金信诺：多年布局线缆和高频连接器	27
5.10、立讯精密：积极布局铜缆高速互联解决方案	27
5.11、沃尔核材：聚焦通信线缆等业务	28
5.12、神宇股份：专注于高频射频同轴电缆研制	28
6、风险提示	30

## 图表目录

图 1：光模块及光纤和 AOC 链接方案对比	4
图 2：AEC、DAC、ACC 方案对比	5
图 3：AI 大模型发展愈演愈烈	6
图 4：GPT-4 点燃人工智能发展浪潮	6
图 5：Deepseek 综合性能优异	7
图 6：大模型训练所需算力随参数呈指数级提升，必须在云端进行	8
图 7：全球 AI 服务器出货不断增长（单位：千台）	9
图 8：预计 2034 年生成式 AI 市场规模达到 10050.7 亿美元（单位：十亿美元）	9
图 9：以太网速率高速发展	10
图 10：交换机速率不断迭代提升	10
图 11：预计 PCIe 7.0 将于 2025 年推出，单通道速率达到 128GT/s	11

图 12: 机柜之间的 NVIDIA GB200 NVL72 互连图.....	12
图 13: NVIDIA GB200 NVL72 单机箱内部的交换机和计算节点连接示意图.....	12
图 14: NVIDIA GB200 NVL72 铜缆背板和背板连接器示意图.....	12
图 15: NVIDIA GB200 NVL72 交换机内部铜缆连接方案示意图.....	13
图 16: 全球数据中心能耗预计大幅提升.....	14
图 17: 全球数据中心建设投资增长凸显运营效率与能耗优化需求（十亿美元）.....	14
图 18: 数据中心铜互连场景丰富.....	15
图 19: DAC 功耗较低（W）.....	16
图 20: DAC 成本较低（美元）.....	16
图 21: CEI 协议标准向 224G 升级.....	17
图 22: AOC、DAC、AEC 性能比较.....	18
图 23: NVL72 NVLINK 高速铜互连连接器用量显著（个）.....	19
图 24: NVL36*2 NVLINK 高速铜互连连接器用量显著（个）.....	19
图 25: 预计 2028 年 AOC+DAC+AEC 全球合计市场规模为 28 亿美元.....	19
图 26: 预计 2023~2028 年 AEC 复合增速为 45%（亿美元）.....	19
图 27: 高速线缆组件产品制造流程.....	20
图 28: 金属材料、线材是华丰科技 2022 年原材料 BOM 采购的重要组成部分.....	20
图 29: 同轴电缆制作过程.....	21
图 30: 连接器由接触件、绝缘体、壳体等构成.....	22
图 31: 通信为连接器下游第一占比（2021 年数据）.....	22
图 32: 通信和汽车是连接器下游占比最高的两个细分子行业.....	22
表 1: 1980 年-2023 年全球连接器厂商排名 TOP10 及国家、地区分布.....	23
表 2: 受益标的估值表.....	29

## 1、铜互联技术已成为提升数据中心性能的关键要素

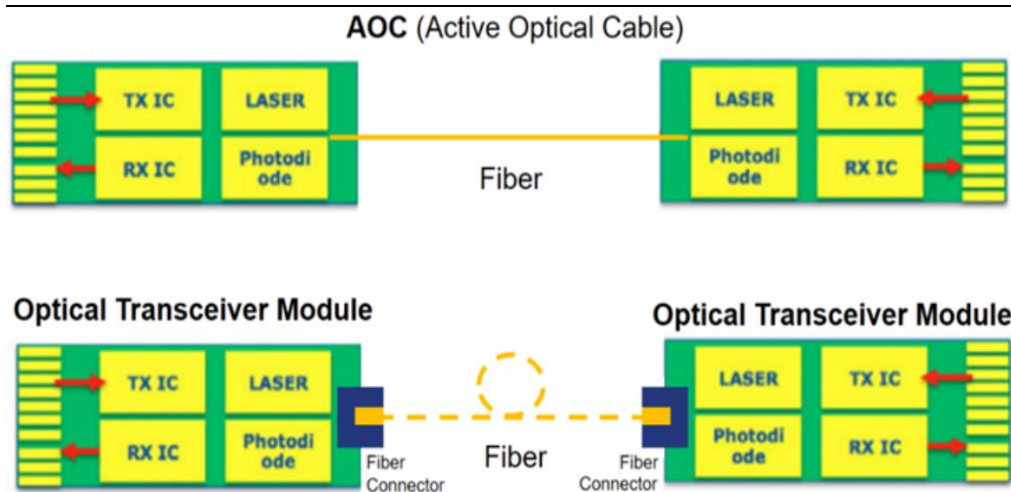
针对交换网络，有多重连接方案。在数据中心内部，按照传输介质不同，存在光纤连接和铜缆连接两大类网络线缆连接方式，常见的光纤连接包括光模块+光纤、AOC，铜缆连接则主要包含 DAC/ACC/AEC。

### (1) 光纤连接：

光模块+光纤：光模块搭配光纤是目前应用最为广泛的网络布线方案。光模块是光纤传输中的关键组件，它负责完成光电转换的任务。在发送端，光模块将电信号高效地转换成光信号，通过光纤进行远距离传输；而在接收端，光模块则将接收到的光信号再转换成电信号，供后续处理使用。光模块+光纤的方案，优势在于传输距离长，劣势在于功耗和成本偏高。

AOC (Active Optical Cables, 有源光缆)：光模块和光纤集成化，形成一整条线缆，无需用户侧组装。AOC 通过光纤传输高速信号，可用于 100m 内的中短距离互联场景。AOC 方案优点是具有更高的传输性能和更长的传输距离，且较铜缆重量轻、布线方便，缺点是相较于铜缆成本和功耗较高。

图1：光模块及光纤和 AOC 链接方案对比



资料来源：Fibermall

### (2) 铜连接

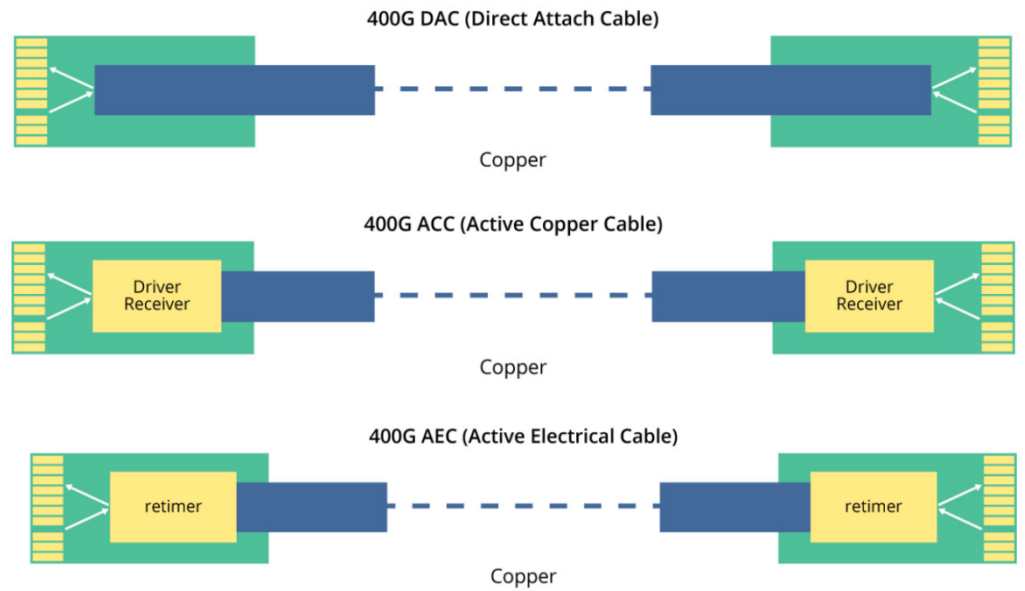
按是否内置电子元件以增强信号，铜缆连接可分为无源铜缆（DAC, Direct Attach Cable）和有源铜缆（Active Copper Cable）。

DAC (Direct Attach Cable, 无源铜缆)：是一种双绞线网络线缆，用于连接交换机、路由器和服务器进行组网。不需要外部电源，不内置电子元件增强信号，仅通过两根导线绞合在一起形成双轴电缆。DAC 不仅满足高速互联的需求，同时几乎不消耗任何电力，也不产生任何热量，其功耗几乎为零，同时成本相比“光模块+光纤”更低，适用于超短距离连接，但缺点容易受到电磁干扰的影响。

有源铜缆：在 DAC 基础上加入信号调节芯片后，即形成有源铜缆，分为 ACC 和 AEC。ACC 是一种在线缆的接收端（Rx 端）加入一定能力的线性 Redriver 来提供信号的均衡和整形的技术，他利用芯片来补偿无源铜缆 DAC 的高频损失，更像是通过放大拟信号的有源电缆，将传统铜缆的传输距离扩展到更长的应用场景范围。

AEC（Active Electrical Cable，有源电缆）是有源铜缆的细分种类，AEC 通过在线缆两端加入 Retimer 芯片实现对信号的放大和再生，相比传统的无源直连铜缆 DAC 的传输距离更长，同时大幅优化了信号质量。

图2：AEC、DAC、ACC 方案对比



资料来源：FS

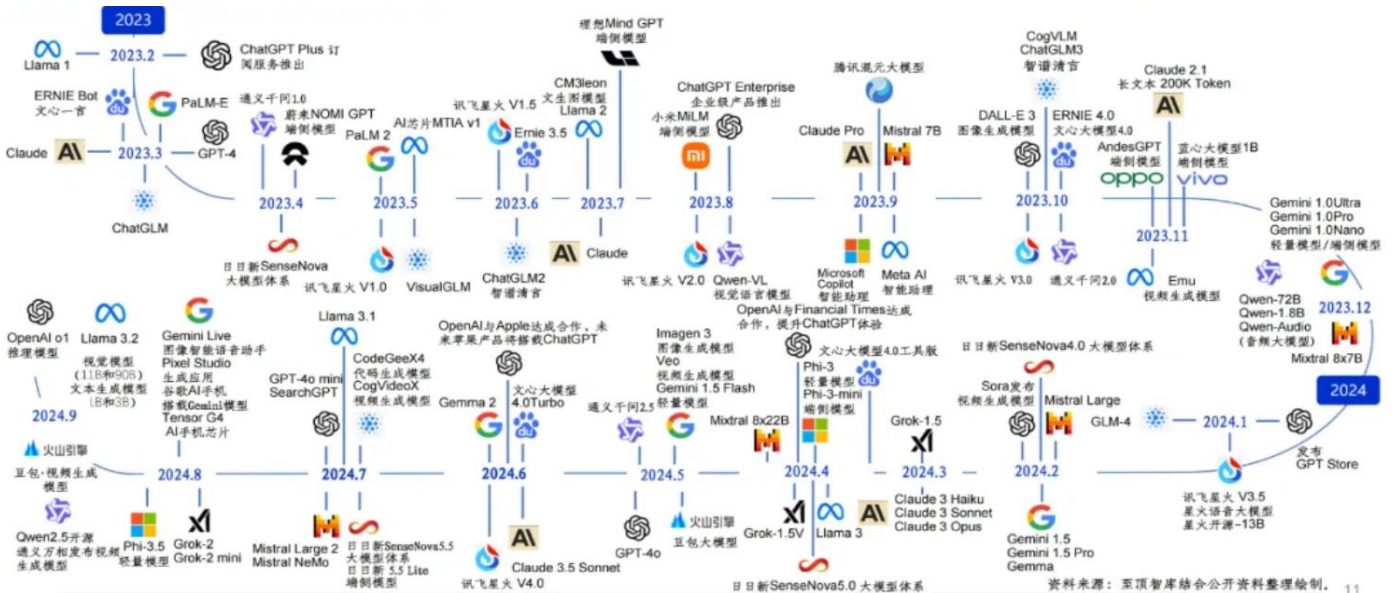


## 2、GB200 大量应用铜连接方案，AI 推动高速铜缆需求高增

### 2.1、ChatGPT 及 DeepSeek 掀开 AI 大模型浪潮，算力是数字经济的核心生产力

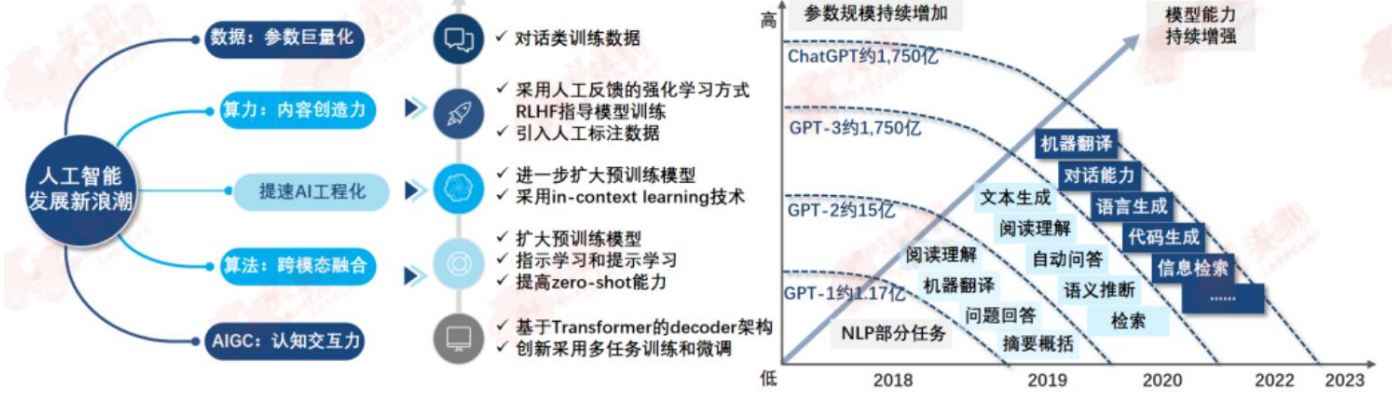
ChatGPT 掀起生成式 AI 浪潮，国内外 AI 大模型竞争依旧激烈且创新不断。OpenAI、谷歌、Meta、Anthropic 等科技公司持续推出新模型及不同功能版本，持续引领潮流。GPT-4o 在多模态融合上表现出色；谷歌 Gemini 系列推出不同版本，满足从移动端到数据中心的多元需求；Meta Llama3 开源激发了全球开发者热情；Anthropic Claude、xAI Grok 等也各有亮点。AIGC 产业的发展来自算法、数据及算力的综合推动，大模型引起社会高度关注。AIGC 代表式产品 ChatGPT 文本生成能力强大，GPT-4 点燃人工智能发展浪潮。

图3：AI 大模型发展愈演愈烈



资料来源：天津市人工智能学会、至顶科技、至顶智库《2024 年全球 AIGC 产业全景报告》

图4：GPT-4 点燃人工智能发展浪潮



资料来源：头豹研究院

国内 DeepSeek 成立不到两年颠覆开源大模型格局，性能对标海外。

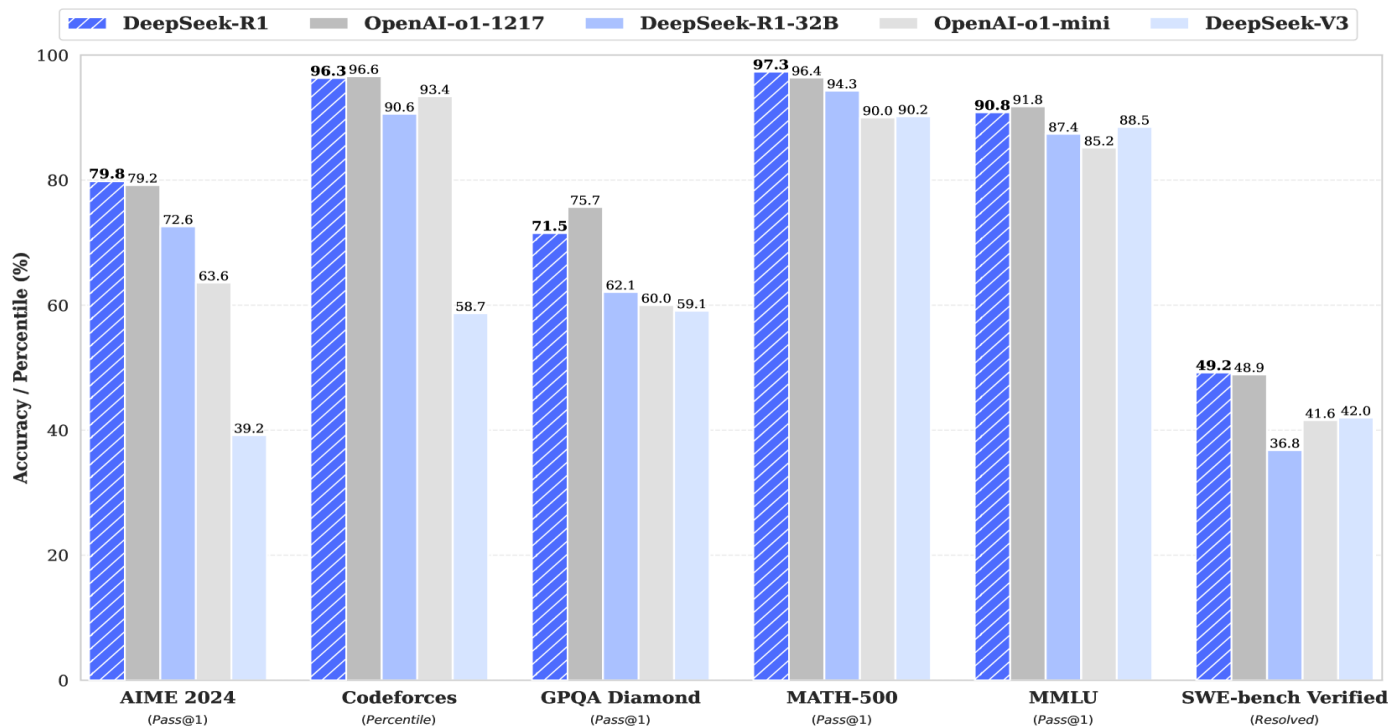
DeepSeek 成立于 2023 年 5 月，是一家致力于实现通用人工智能的创新型科技公司，专注于开发先进的大语言模型和相关技术。DeepSeek 由知名量化资管巨头幻方量化创立，幻方量化创始人梁文峰在量化投资和高性能计算领域具有深厚的背景和丰富的经验。

2024 年 5 月，DeepSeek-V2 发布，成为全球最强开源通用 MoE 模型。DeepSeek 独创 Attention 结构 MLA(一种新的多头潜在注意力机制)、稀疏结构 DeepSeek-MoE 在大模型竞技场(LMSYS)位列全球开源模型第一名，依靠创新结构，定价降低至 GPT-4-Turbo 的近百分之一。

2024 年 12 月，DeepSeek-V3 发布，性能对齐海外领军闭源模型。该模型在多项评测集上超越了阿里 Qwen2.5-72B、Meta 的 Llama-3.1-405B 等其他开源模型，并逼近 GPT-4o、Claude-3.5-Sonnet 等顶尖闭源模型。据官方技术论文披露，V3 模型的总训练成本为 557.6 万美元，对比 GPT-4o 等模型的训练成本约为 1 亿美元。

2025 年 1 月，DeepSeek-R1 发布，性能对标 OpenAI-o1 正式版。DeepSeek-R1 在后训练阶段大规模使用了强化学习技术，在仅有极少标注数据的情况下，极大提升了模型推理能力。在数学、代码、自然语言推理等任务上，性能比肩 OpenAI-o1 正式版。同时 DeepSeek 开源 R1 推理模型，允许所有人在遵循 MITLicense 的情况下，蒸馏 R1 训练其他模型。

图5: Deepseek 综合性能优异

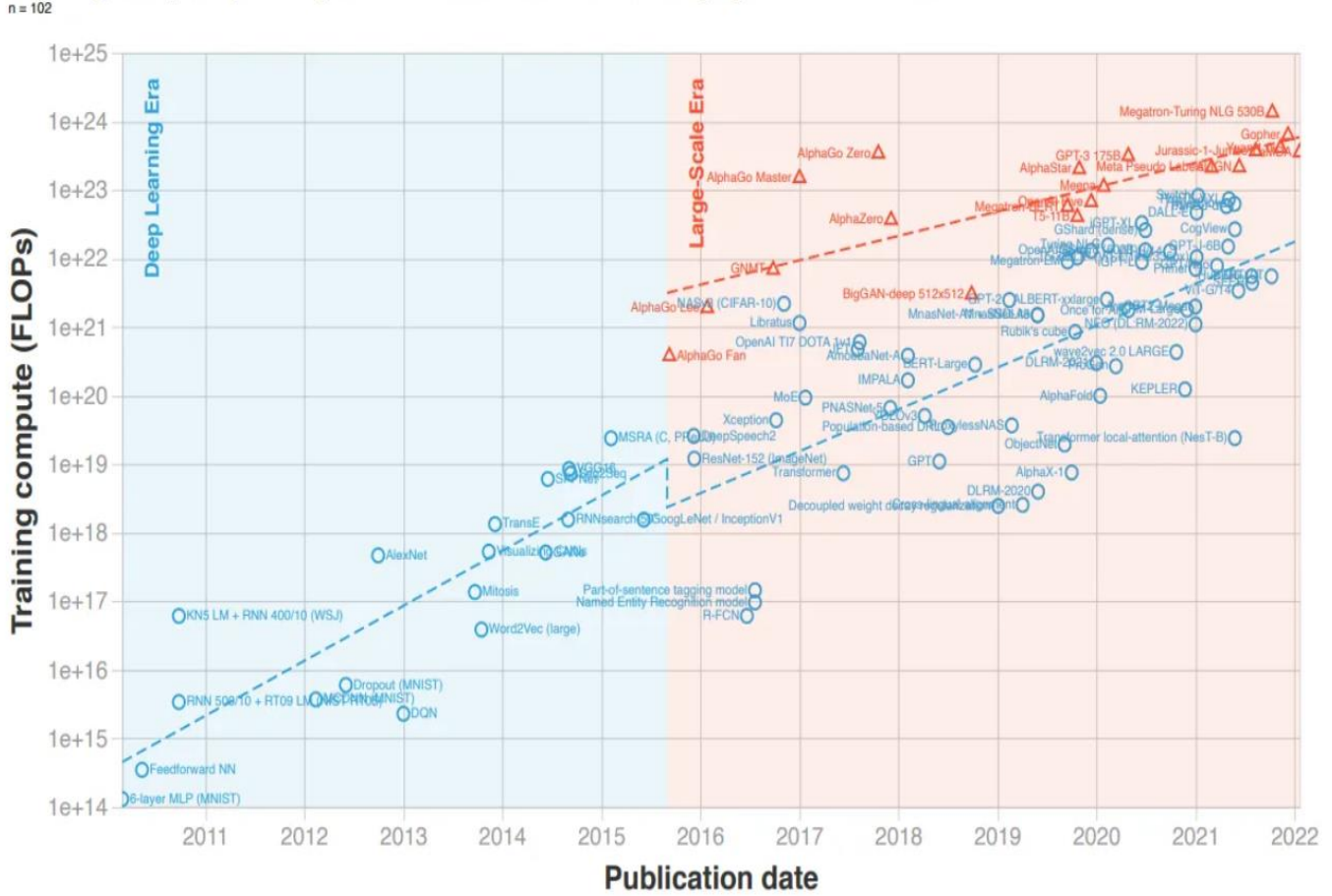


资料来源：《DeepSeek-R1: Incentivizing Reasoning Capability in LLMs via Reinforcement Learning》

AI 大模型的训练所需要的算力呈指数级提升。随着生成式人工智能（AIGC）技术的普及和发展，基于“大数据+大计算量”模型的新应用不断涌现，对算力系统的需求日益增加，反映了人工智能领域计算需求的增长速度远远超出摩尔定律的预测。

图6：大模型训练所需算力随参数呈指数级提升，必须在云端进行

Training compute (FLOPs) of milestone Machine Learning systems over time



资料来源：《Compute Trends Across Three Eras of Machine Learning》 注：红色为 AI 大模型，蓝色为 AI 常规模型

**AI 服务器产值与出货量持续扩张。**根据 TrendForce，2024 年 AI 服务器产值约为 2050 亿美元，受惠于高 ASP 和需求强劲，2025 年有望增长至近 2980 亿美元，占整体服务器产值逾七成。同时，2024 年 AI 服务器出货量年增 46%，预计 2025 年将继续增长近 28%，占整体服务器出货比重突破 15%。

**Precedence Research 预计 2024 年全球生成式人工智能市场规模为 258.6 亿美元，预计到 2034 年将达到 10050.7 亿美元左右，从 2025 年到 2034 年的复合年增长率为 44.20%。**使用高分辨率、文本到图像和文本到视频转换等技术推动了对生成式 AI 的需求。此外，对工作流程现代化（包括跨行业的自动化和远程监控）的需求不断扩大，将推动生成式 AI 市场的增长。



图7：全球 AI 服务器出货不断增长（单位：千台）



资料来源：TrendForce

图8：预计 2024 年生成式 AI 市场规模达到 10050.7 亿美元（单位：十亿美元）

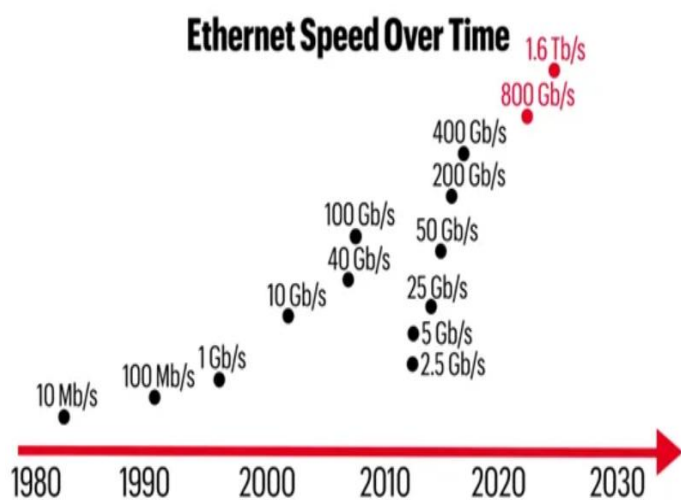


资料来源：Precedence Research

## 2.2、英伟达在 GB200 NVL72 中广泛使用铜互连技术

**带宽升级助力数据中心突破算力瓶颈。**带宽指通信线路或设备能够传输信号的频率范围，高带宽通常意味着设备能够在更高频率下传输更多信息。为了满足生成式 AI 应用和 AI 模型训练对算力资源的需求，数据中心通过在多个互联计算节点间分配工作负载来满足这些新需求。由于单个分布式任务的运行时间受到最慢节点的限制，因此设备之间的高效互联成为突破算力系统瓶颈的关键。

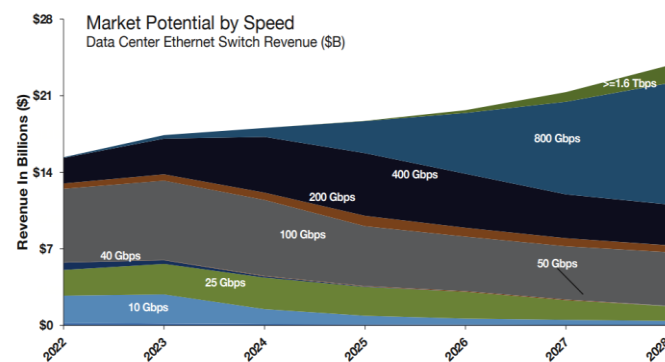
图9：以太网速率高速发展



资料来源：Network Computing

图10：交换机速率不断迭代提升

Continued Growth Ahead In Switching Market Opportunity  
Data Center Ethernet Switch Analysis and Forecast



资料来源：Arista Networks

**PCIe 速率提升满足高带宽需求。**PCIe 于 2003 年推出，其提供了一个更高效、更高带宽的接口。随着时间的发展，PCIe 已经成为现代计算平台的标准，从最初的 1.0 版本发展到了如今的 6.0 版本。

- ✓ PCIe 1.0: 提供 2.5 GTps 的单向带宽，每个通道的最大传输速率为 250 MB/s。
- ✓ PCIe 2.0: 带宽翻倍至 5.0 GTps，每个通道的最大传输速率为 500 MB/s。
- ✓ PCIe 3.0: 再次翻倍至 8.0 GTps，每个通道的最大传输速率为 1 GB/s，同时提高了编码效率，从 8b/10b 编码改为 128b/130b 编码。
- ✓ PCIe 4.0: 带宽达到 16.0 GTps，每个通道的最大传输速率为 2 GB/s。
- ✓ PCIe 5.0: 最新版本，带宽为 32.0 GTps，每个通道的最大传输速率为 4 GB/s。
- ✓ PCIe 6.0: 带宽达到 64.0 GTps，每个通道的最大传输速率为 8 GB/s，引入了 PAM4 调制技术，进一步提高传输效率。
- ✓ 预计 PCIe7.0 将于 2025 年推出，其单通道速度可能达到 128GT/s。

**图11：预计 PCIE 7.0 将于 2025 年推出，单通道速率达到 128GT/s**

Specifications	Lanes				
	x1	x2	x4	x8	x16
2.5 GT/s (PCIe 1.x +)	500 MB/S	1 GB/S	2 GB/S	4 GB/S	8 GB/S
5.0 GT/s (PCIe 2.x +)	1 GB/S	2 GB/S	4 GB/S	8 GB/S	16 GB/S
8.0 GT/s (PCIe 3.x +)	2 GB/S	4 GB/S	8 GB/S	16 GB/S	32 GB/S
16.0 GT/s (PCIe 4.x +)	4 GB/S	8 GB/S	16 GB/S	32 GB/S	64 GB/S
32.0 GT/s (PCIe 5.x +)	8 GB/S	16 GB/S	32 GB/S	64 GB/S	128 GB/S
64.0 GT/s (PCIe 6.x +)	16 GB/S	32 GB/S	64 GB/S	128 GB/S	256 GB/S
128.0 GT/s (PCIe 7.x +)	32 GB/S	64 GB/S	128 GB/S	256 GB/S	512 GB/S

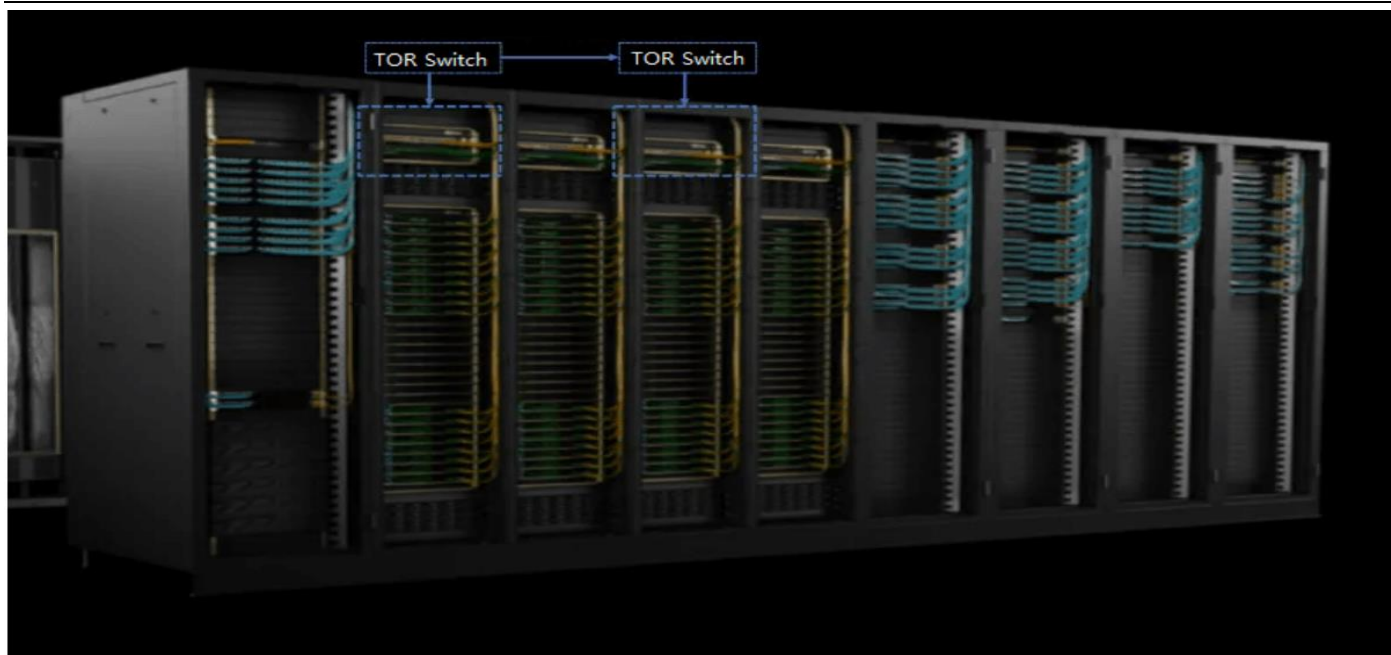
资料来源：Jeffrey Burt 《The Increasing Impatience Of The Speed Of The PCI-Express Roadmap》

**铜连接方案在互联市场广泛应用。**铜连接产品在数据中心高速互联产品中一直扮演着重要角色，特别是在服务器内部的短距离传输场景下，铜连接对于散热效率和信号传输以及成本方面有着显著的优势，因此铜互连仍是当下以及未来许多应用中最具成本效益的解决方案。下面我们对 NVIDIA 下一代 GB200 网络架构对铜缆连接和光模块的需求量进行分析：

**铜缆连接在 224GB 交换机时代具有经济高效的优势。**铜缆连接在交换机和服务 器高密度集群化的趋势中具有性价比和功耗优势，铜缆连接有望逐步成为 224Gb/s 交换机时代的最佳解决方案。NVIDIA GB200 解决方案的一个重要变化在于交换机和计算节点在单个机柜内的互连，交换机的内部连接采用铜缆连接，而不是之前的 PCB-光模块-电缆连接。GB200 互连分为三大类：

**(1) GB200 NVL72 机柜间连接（外接电缆）：**大型数据中心往往需要大量的 机柜进行并行计算，如果需要对外联网，则通过 TOR 交换机用 DAC/AOC 电缆连接（如图 12 所示）。对于大量的机柜，外部互连需要安装在机柜上方的布线设备中进行有序连接，电缆长度往往很长，铜缆在 2 到 4 米以上后无法满足连接要求，因此长距离互连主要使用光纤电缆进行连接，铜电缆在这个环节中不能完全取代光纤电 缆。

图12: 机柜之间的 NVIDIA GB200 NVL72 互连图



资料来源: 英伟达

(2) GB200 NVL72 单机柜连接(机柜内部电缆)——全部替换为铜缆: 图 13 中, 8 个计算节点和 9 台交换机通过图 13 黄色区域的铜缆内部连接, 铜缆背板通过 PCB 背板-光模块-线缆连接取代了以前使用的 TOR 交换机和计算节点。对于单通道 224Gb/s 的新一代交换机, 800G/1.6T 光模块的功耗通常在 16W 以上, 如果 GB200 NVL72 的连接方案基于之前的光模块连接, 将造成高功耗问题。铜缆连接比光模块消耗更少的功率, 更具成本效益。

图13: NVIDIA GB200 NVL72 单机箱内部的交换机和计算节点连接示意图



资料来源: 英伟达

图14: NVIDIA GB200 NVL72 铜缆背板和背板连接器示意图

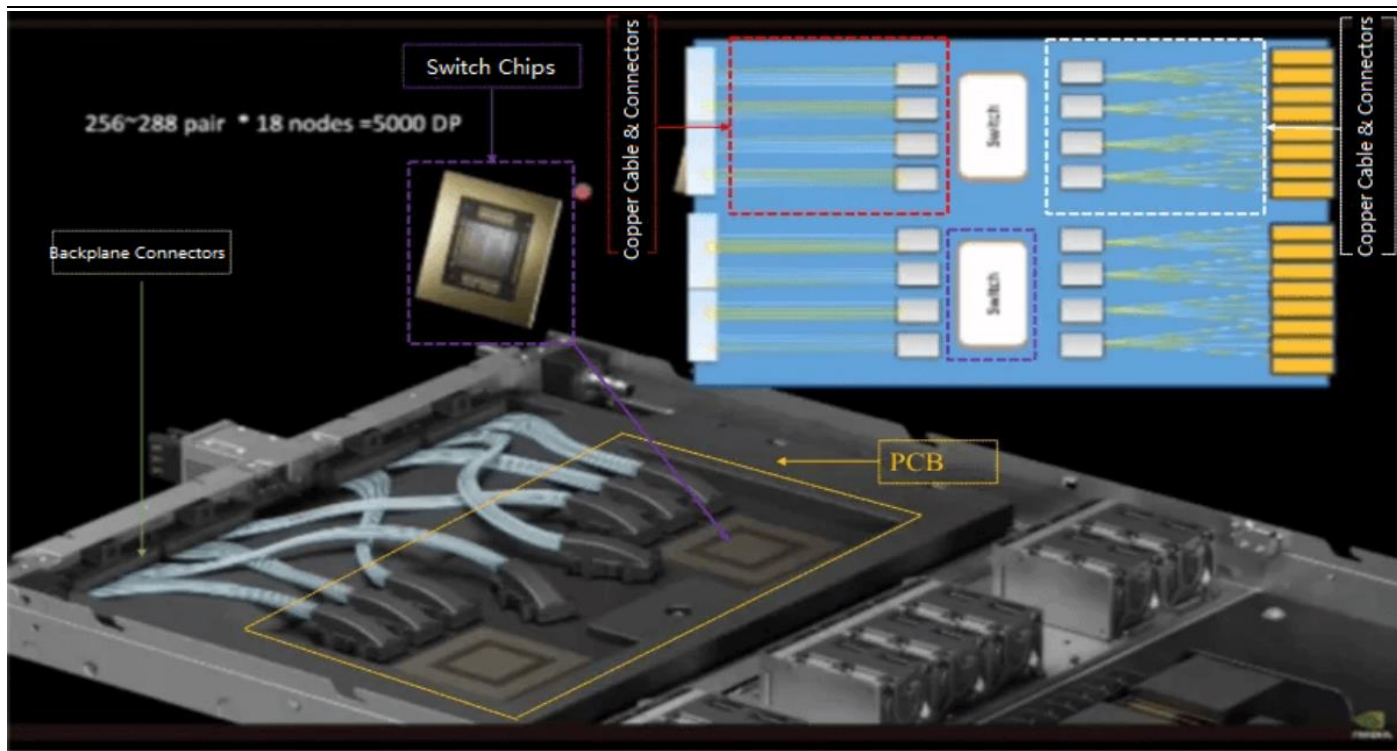


资料来源: 英伟达

(3) NV 开关内部-使用铜线实现从背板连接器到开关芯片的连接: 对于单通道 224Gb/s 的交换机, 如图 15 的黄色部分所示, PCB 板面积也是有限的, 不足以覆盖整个区域, 因此无法实现更远距离的链路连接, 而铜跳线方式可以实现从背板到开关芯片的连接。



图15: NVIDIA GB200 NVL72 交换机内部铜缆连接方案示意图



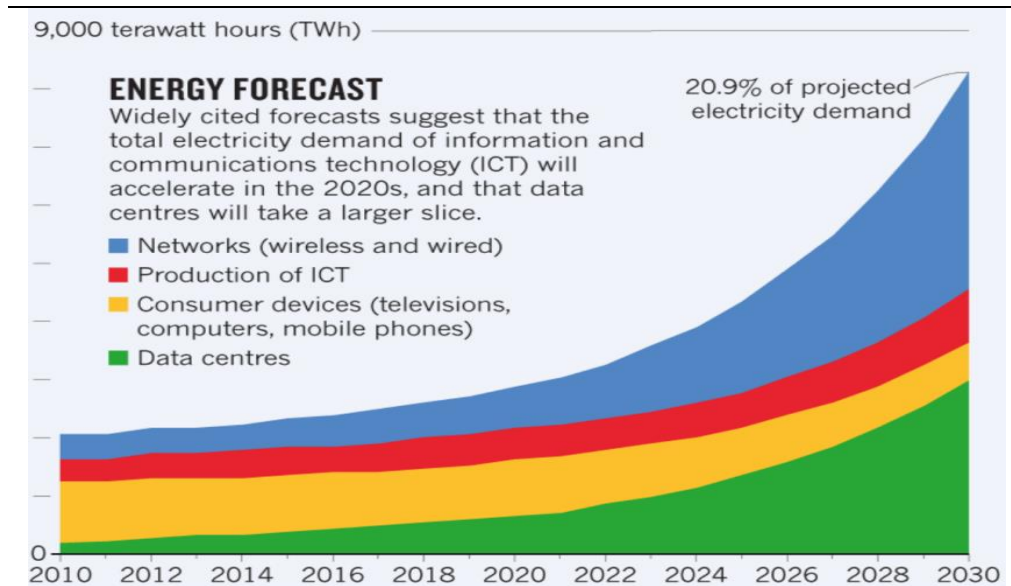
资料来源：英伟达

### 3、数据中心发展带动铜连接需求增长

#### 3.1、数据中心能耗攀升，铜互联拥有低功耗优势

数据中心总耗电量持续高速增长。在全球范围内，根据国际能源署(IEA)的数据可知，2022 年全球数据中心的耗电量为 460TWh (相当于全球总用电量的 2%)，2026 年可能会升至 1,000TWh 以上。根据工信部和中國信通院数据，截至 2024 年，我国在用数据中心机架规模超过 880 万标准机架，截至 2023 年底，在用标准机架总耗电量达到 1500 亿 kWh，占全社会耗电量的 1.6%。

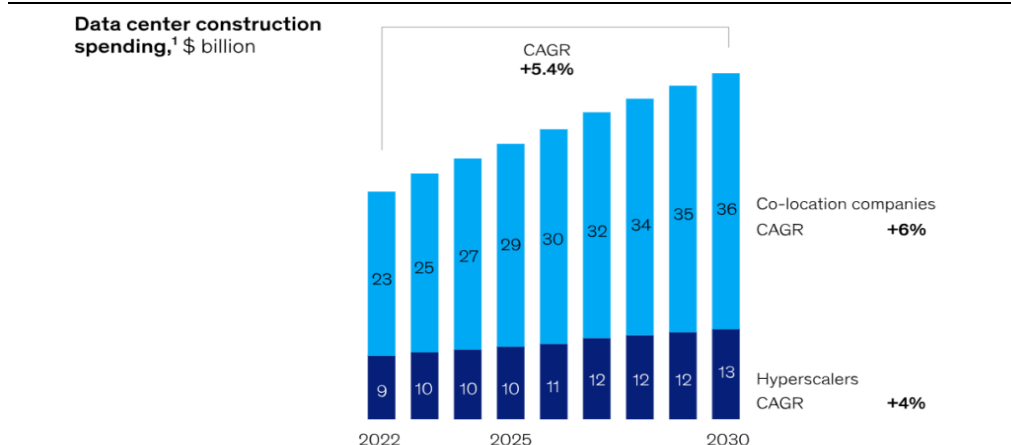
图16：全球数据中心能耗预计大幅提升



资料来源：AKCP

数据中心的高运营成本是算力行业面临的另一问题。根据 Synergy Research Group 的数据，仅在 2022 年，大约 90 亿美元用于建设大容量数据中心，预计到 2030 年将以 4%速度增长。然而，受劳动力市场紧张、大宗商品价格波动、通胀高企和供应链影响，自 2020 年以来全球建筑项目的资本成本至少上涨了 6%。因此为降低整体运营成本，提升传输速率、优化布局和提高能效已成为关键方向。

图17：全球数据中心建设投资增长凸显运营效率与能耗优化需求（十亿美元）

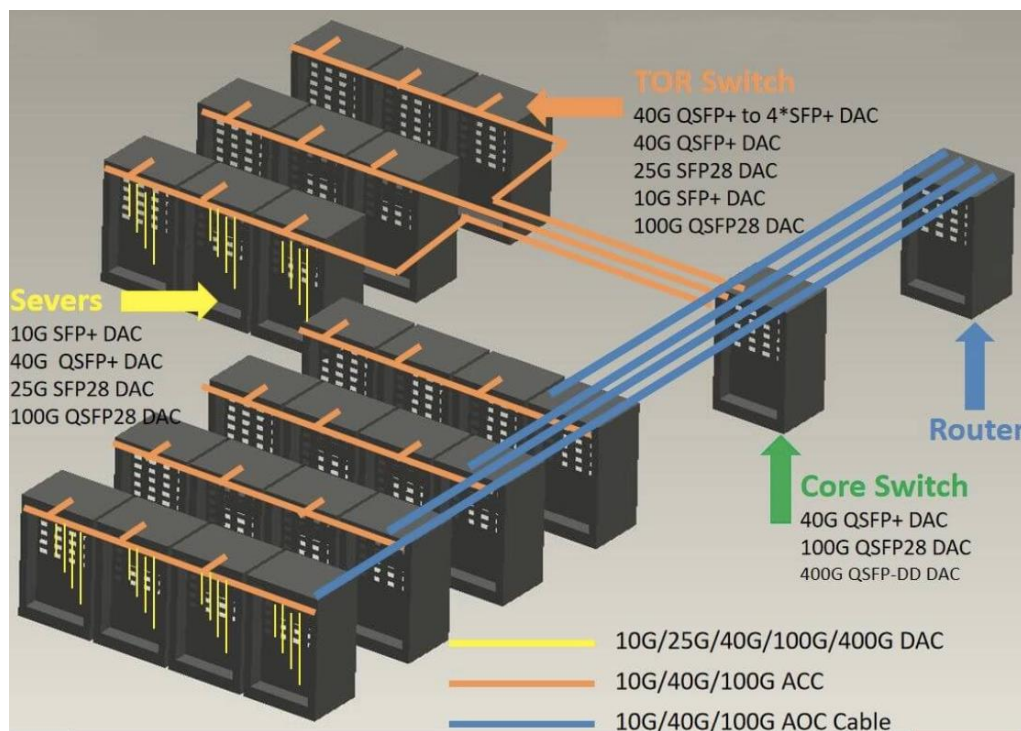


资料来源：麦肯锡、Synergy Research Group

### 3.2、铜连接技术契合数据中心当前需求

数据中心互联场景的多样性和客户需求的个性化催生了不同类型的网络设备和传输载体（有源光缆、直接铜缆、光模块和光纤跳线）。随着市场对数据传输的需求不断增加，IDC 机房可以增强中小企业的业务竞争力。数据中心的机房中放置了大量的网络交换机和服务器集群。它们是综合布线和信息化设备的核心，是信息网络系统的数据汇聚中心。对于服务器、交换机之间以及服务器与交换机之间的连接，需要使用直连铜缆、有源光缆、光纤跳线等传输载体来实现数据互通。

图18：数据中心铜互连场景丰富



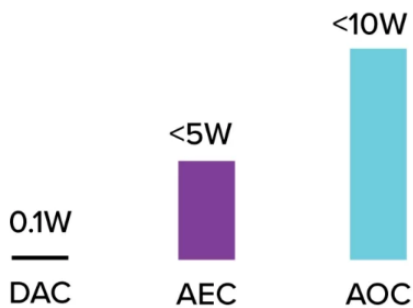
资料来源：FiberMall

**铜缆互联由于不涉及光电转化，因此具有低功耗特点。**相比于有源光缆（AOC），目前的铜直接连接电缆（DAC）的功耗约 0.1W，可以忽略不计，有源电缆（AEC）亦可将功耗控制在 5W 以内，可在一定程度上降低算力集群整体功耗。

**成本考量下铜互联性价比突出。**在铜缆可触达的高速信号传输距离内，相比光纤连接，铜连接方案的成本较低，此外，铜缆模组在短距离内可以提供极低延迟的电信号传输并具有高可靠性，不会出现光纤在某些环境下可能出现的信号丢失或干扰风险。同时，铜缆的物理特性使得它更易于处理和维护，并且其兼容性强，通常无需额外的转换设备即可部署使用。

图19: DAC 功耗较低 (W)

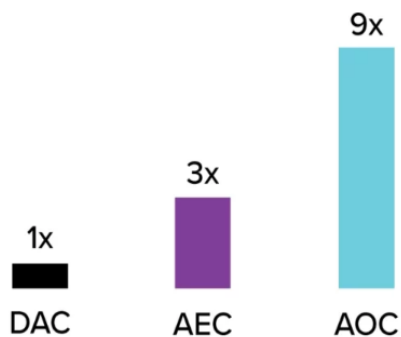
## MAX POWER (W)



资料来源: Precisionot

图20: DAC 成本较低 (美元)

## COST (\$)



资料来源: Precisionot



### 3.3、伴随接口速率升级，高速铜缆传输速度亦逐步升级

随着数据中心 400G 和 800G 速率网络成为主流,1.6T 升级趋势明确,伴随 Serdes 速率逐步从 56G、112G 向 224G 升级,单端口速率将基于 8 通道达到 1.6T,高速传输成本有望大幅下降,对应铜缆速率也向着 224Gbps 演进。为解决高速铜缆的传输损耗问题,AEC、ACC 通过内置信号增强芯片提升传输距离。

**图21：CEI 协议标准向 224G 升级**

Table 1 Historical evolution of CEI-LR projects				
OIF CEI projects	CEI-25G	CEI-56G	CEI-112G	CEI-224G
Timeline	2011-2014	2014-2018	2018-2021	2021-
Ethernet rate	100G	50/100/200G	100/200/400G	200/400/800/1600G
Switch capacity	3.2T	12.5T	25T/50T	50T/100T
Per-lane data rate	25 Gbps	56 Gbps	112 Gbps	224 Gbps
Modulation	NRZ	PAM4	PAM4	TBD
Insertion loss	25dB at 12.5GHz	30dB at 14GHz	28dB at 28GHz	TBD
Reach objectives	5m copper cable	3m copper cable	2m copper cable	1m coper cable
Pre-FEC BER target	1e-15	1e-4	1e-4	TBD
SerDes architecture	Analog	Analog/DSP	Analog/DSP	TBD

资料来源：OIF

## 4、高速铜缆产业链涉及多环节，市场空间广阔

### 4.1、内外部需求旺盛，高速铜缆使用场景丰富

分应用场景来看，铜互联应用场景主要有芯片直出跳线 overpass、服务器内部线、背板互联线和机柜外部线。具体来看，高速跳线 overpass 可解决数据量激增及带宽更高时面临的传输问题，可实现 AISC 与背板、ASIC 与 IO 接口及芯片之间的互连；芯片跳线主要包括 C2B（芯片对背板）线、C2C（芯片对芯片）线、C2F（芯片对前面板）线；服务器内部线主要包括 MCIO 线、PCIE 线及 SAS 线等等；机柜内高速背板互连指背板和单板之间通过裸线进行互连，机柜外部通过高速铜缆 ACC 连接到服务器 SFP/QSFP 等 IO 端口，再通过服务器内部跳线进行数据传输，或实现机柜与机柜之间的互联。

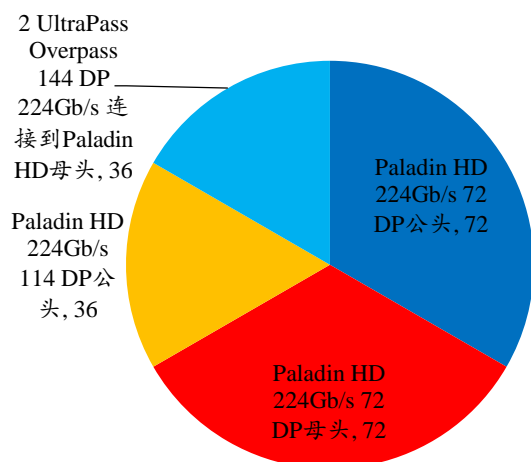
外部线可进一步分类为无源 DAC、有源 ACC（Active Copper Cable）和 AEC（Active Electrical Cable），功耗均低于 AOC。以 400G 为例，无源 DAC 使用导电铜线在两端之间直接连接，不包括有源元件，因此成本最低，传输距离不超过 3 米，主要用于系统内机架连接，功耗也最低；有源铜缆（ACC）在电缆内部添加了有源信号驱动器或均衡器芯片，可以补偿铜传输造成的部分损耗，相比无源 DAC，ACC 可实现 2-3 米的传输距离，满足更远距离的互联需求，功耗也随之增加；有源电缆（AEC）在电缆内部包含 retimer，可以在传输开始和结束时清理、去除噪声并放大信号，因此传输距离可达 7 米，功耗也高于 ACC，但仍低于有源光缆 AOC。

图22：AOC、DAC、AEC 性能比较

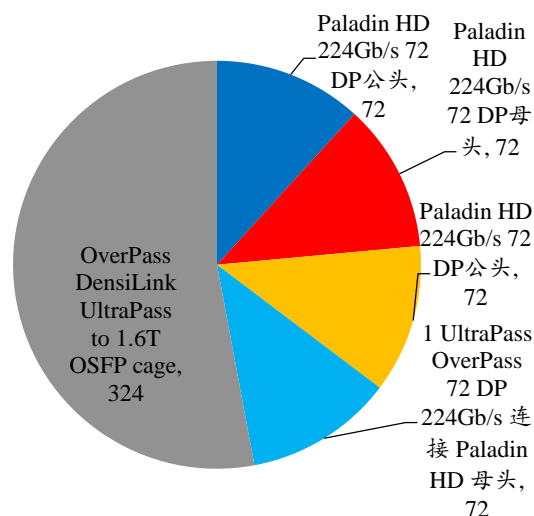
Type	AOC	DAC(Passive)	AEC
400G Transmission Distance	<300m	<3m	<7m
800G Transmission Distance	<300m	<3m	<7m
Power Consumption	High	Low	Low
Cost	High	Low	Medium
Weight	25% of DAC weight	Higher bandwidths, larger wire diameters, heavier weights	800G AEC 25% of DAC weight

资料来源：NADDOD

GB200 高速铜连接中主要涉及到的是 IO CAGE、背板连接器、近芯片连接器等。GB200 机柜对于高速连接器的用量提升非常显著，其中 800G、1.6T IO CAGE 用于和光模块 ACC 对插的端口，尤其是 1.6T IO CAGE 单通道速率提升至 224Gbps，对于高频高速防串扰设计成为难点。而背板连接器、近芯片连接器目前代表性的是安费诺的 Paladin、OverPass 系列，此类连接器的特点是超高速信号以及大电流密集传输，pin 脚密集，对于连接器制造的精度、一致性、电镀处理难度极大。

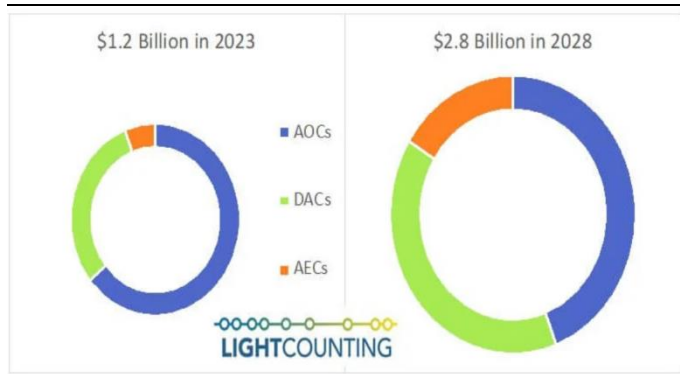
**图23: NVL72 NVLINK 高速铜互连连接器用量显著 (个)**


数据来源: Semianalysis、开源证券研究所

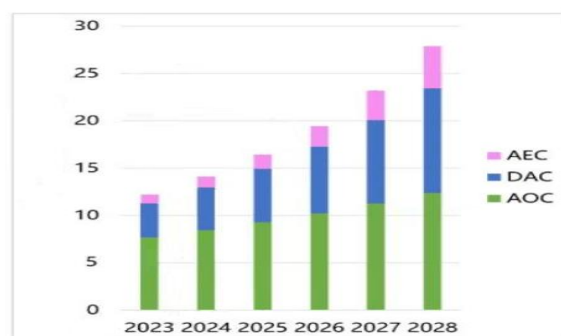
**图24: NVL36\*2 NVLINK 高速铜互连连接器用量显著 (个)**


数据来源: Semianalysis、开源证券研究所

根据 Light counting 最新预测, 有源电缆 (AEC)、数模转换器 (DAC) 和有源光缆 (AOC) 市场预计将从 2023 年的 12 亿美元增长到 2028 年的 28 亿美元。AOC 的基数相对较大, 预计每年将增长 15% 左右。DAC 预计将以每年约 25% 的速度增长。AEC 的基数较小, 但预计年均增长率约为 45%。

**图25: 预计 2028 年 AOC+DAC+AEC 全球合计市场规模为 28 亿美元**


资料来源: Light counting

**图26: 预计 2023~2028 年 AEC 复合增速为 45% (亿美元)**


资料来源: Light counting

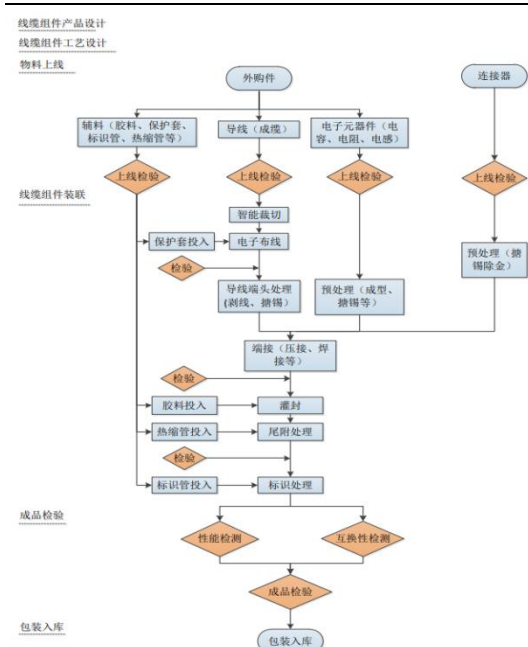
## 4.2、AEC 产业链：上游芯片及线缆最核心，光模块厂商切入组装环节

AEC 产业链主要可以分为以下几个环节：上游环节包含：原材料（铜材料、塑料材料）供应、芯片制造、铜缆制造、连接器及其组件的生产。**中游**为 AEC 生产组装厂。**下游**环节的终端客户群体涉及多个行业，包括数据中心、高性能计算(HPC)、消费电子和工业自动化等领域，其中不乏英伟达、华为等知名算力服务器供应商，以及众多互联网厂商和电信运营商等大型企业。

### 4.2.1、线缆及 Retimer 芯片：AEC 核心部件

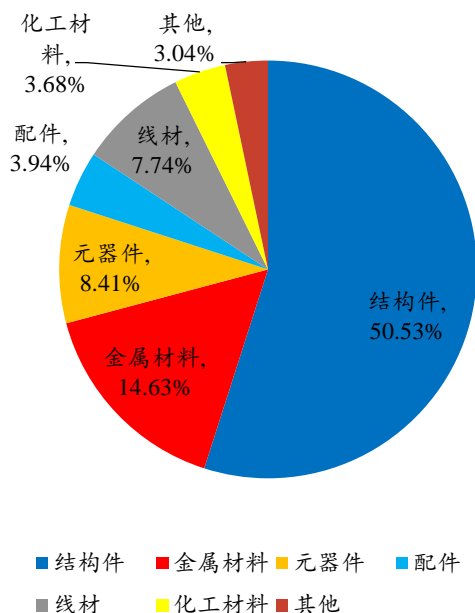
**高速铜缆组件由线材和连接器组成。**安费诺以组件形式销售背板线模组、近芯片跳线以及外部 IO DAC&ACC，高速线材和连接器作为重要原材料可能选择外采或代工方式。根据华丰科技招股书，高速线缆组件产品工序包括外购线材、智能裁切、电子布线、导线端头处理、与自制的连接器端接、灌封、包装处理。

图27：高速线缆组件产品制造流程



资料来源：华丰科技招股说明书

图28：金属材料、线材是华丰科技 2022 年原材料 BOM 采购的重要组成部分

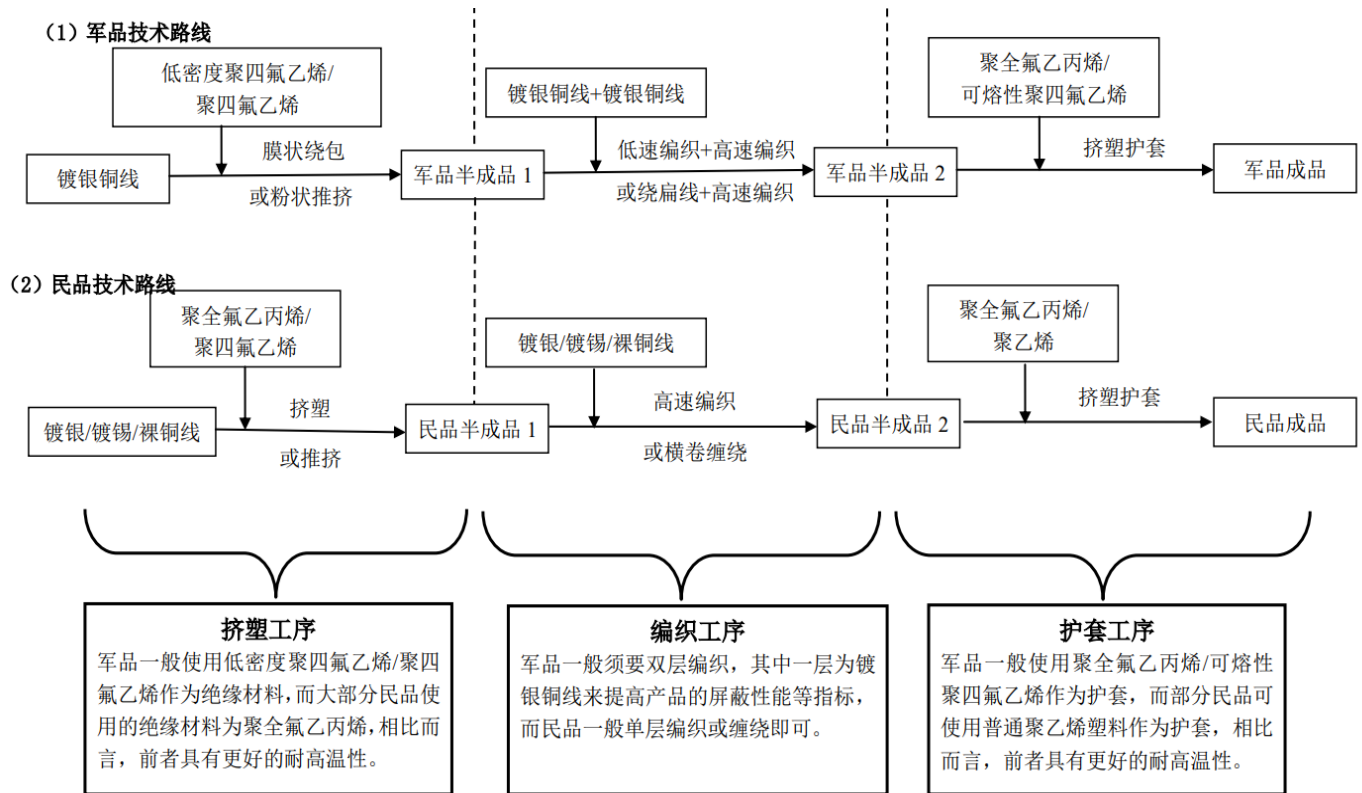


数据来源：华丰科技招股说明书、开源证券研究所

从高速通信线制造环节拆分来看，（1）**材料处理**：合金铜线经过拉丝工艺变成细铜线，其中核心原材料是高纯度铜材（主要供应商有博威合金、威兰德等），决定了电缆的导电性能，再通过电镀/化学镀银等方式形成镀银线（主要供应商有恒丰特导等）；（2）**绝缘**：镀银铜线经过挤塑绝缘、编织、挤塑护套、成圈包装等流程形成芯线（多数为线材厂商内部完成），其中护套材料根据民品/军品要求不同使用材料不同。一般来说单根芯线可由数根至十根以上不等数量的镀银铜线绞合而成，而对于高速数据通信芯线而言，通常由一对差分线组成；（3）**编织**：芯线经由绝缘挤出、平行对绕包、编织、挤塑护套等环节形成成品线材（主要供应商有安费诺、乐庭智联、安澜万锦、神宇股份、景弘盛、蓝原科技等），至此完成线材制作；（4）**组件组装**：成品线材加上连接器可成为完整线束产品，即我们提到的高速铜互联组件，用于不同互联方案，主要供应商有安费诺、泰科、莫仕、立讯、兆龙、金信诺、华丰等厂商。



图29：同轴电缆制作过程



资料来源：神宇股份招股说明书

不同环节设备和材料对芯线到线材制作有重要影响，具体来看：

**(1) 绝缘芯线压出：**绝缘材料对成品性能有非常大的影响，目前主要有 PP、FEP、铁氟龙、FEP 发泡、铁氟龙发泡材料等，对于 PCIe6.0 以上高速传输材料绝缘材料普遍使用发泡材料。对于绝缘工序来讲，需要严格控制的是绝缘外径、同心度、椭圆度以及电容等指标。

**(2) 平行对绕包：**即将 2 根绝缘芯线及地线集合在一起，同时在外面包上一层铝箔或铜箔麦拉和一层自粘聚酯带，过程将影响线材的阻抗、延时差、衰减等；绕包工序中铝箔&铜箔的厚度和重叠率要严格控制，此外，聚酯带绕包的方向应与铝箔&铜箔相反，同时对自粘聚酯带的加热温度也要精准控制。此外，平行绕包线弯曲性能差，还应尽量避免弯折，尽量做到伏贴和保护芯线。

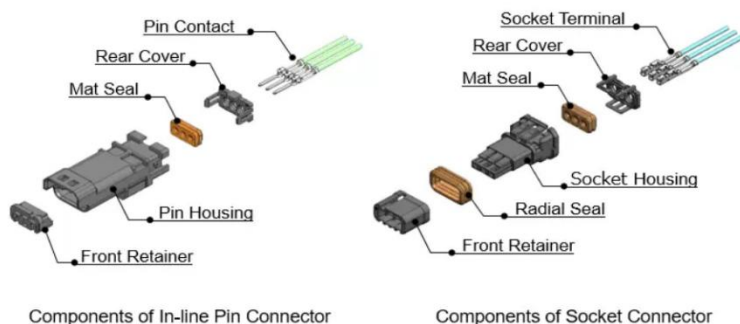
**(3) 线材编织：**通过编织机在成缆芯线外面编上一层金属屏蔽网，以增强线材的屏蔽效果，过程中需对线材的收放线张力及排线等进行控制；

**(4) 线材外被压出：**通过压出机在编织或成缆线材外面押上一层聚烯烃材料被覆，对线材加以保护，过程中需对张力及排线、押出方式等进行控制。

#### 4.2.2、连接器：全球集中度高，中国企业跻身行业前列

连接器通常由接触件、绝缘体、壳体、附件构成，在子系统之间传输电流或光信号，并且保持各系统之间不发生信号失真和能量损失的变化。其中接触件是连接器的核心部件，通过阴阳性接触件插合完成电连接。

图30：连接器由接触件、绝缘体、壳体等构成



资料来源：JAE 官网

连接器下游中通信和汽车为占比最高的两个细分子行业。根据 Bishop & Associate 数据，2021 年全球连接器市场规模 779.91 亿美元，其中通信连接器占比 23.47%，排名第一。通信连接器包括无线射频连接器、微波连接器、背板连接器、板对板连接器、线对板连接器等，主要应用在电信和数据中心两大市场。由于发达国家 5G 建设的阶段性放缓、传输网建设的周期性等因素，通信市场表现平缓，而以大模型为代表的 AI 算力建设 2024 年后驱动科技企业数据中心资本开支大幅提升，且主要用于 AI 服务器采购，数据中心成为通信连接器市场增速最快的赛道；汽车连接器占比 21.86%，排名第二；计算机及外设连接器占比 13.13%，排名第三。

图31：通信为连接器下游第一占比（2021 年数据）

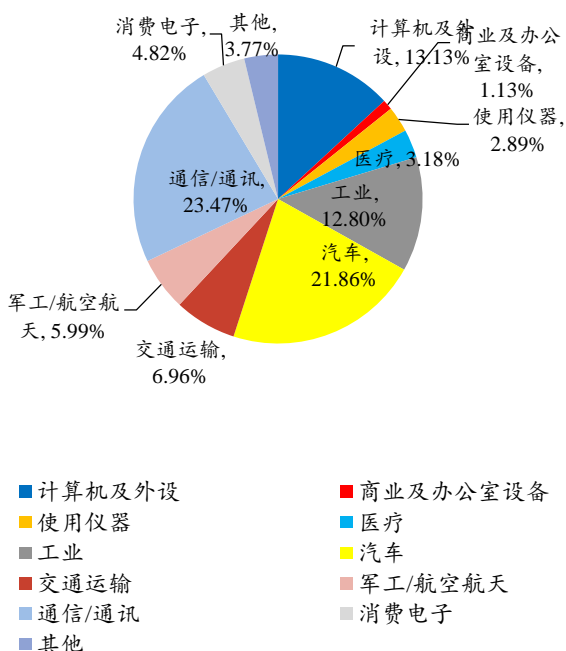
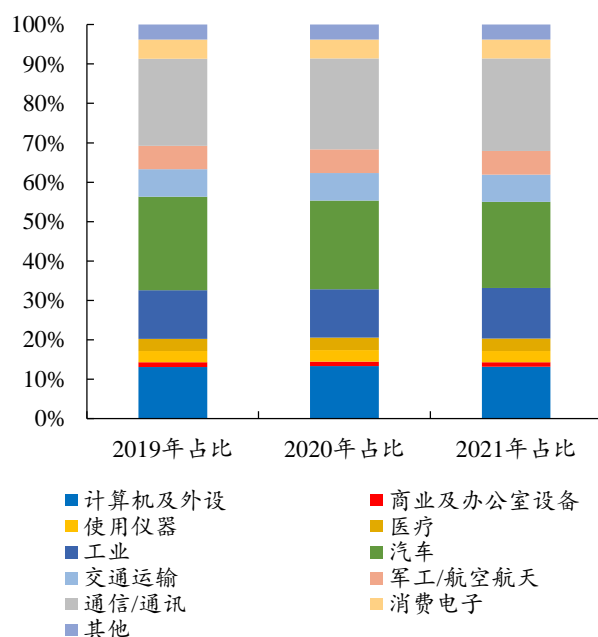


图32：通信和汽车是连接器下游占比最高的两个细分子行业



数据来源：Bishop & Associate、开源证券研究所

数据来源：Bishop & Associate、开源证券研究所

连接器行业集中度高，但我国本土厂商正逐步获得话语权。据 Bishop & Associates 的数据，截至 2023 年，全球前 10 家连接器制造商占据市场份额达 52.6%，较 2022 年的 51.9%略有提升。泰科电子、莫仕、安费诺这三家大型厂商市场份额约占全球总体份额的 30%以上。国产厂商如立讯精密，利用地缘因素充分整合供应链优势，服务与快速反应能力以及产品成本与质量控制能力一流。随着上下游产业向国内转移，中国逐渐成为各类电子产品和原材料的重要生产基地。国内投入先进的生产线和成本相对较低的劳动力，对市场需求响应速度快，成功进入国际知名厂商供货体系等。同时这些优势也有望在全球化分工及国内连接器制造商自身发展过程中不断得到强化，从而持续抢占国际市场份额。

**表1：1980 年-2023 年全球连接器厂商排名 TOP10 及国家、地区分布**

排名	1980	1990	2000	2010	2020	2022	2023
1	Amp	Amp	泰科	泰科	泰科	泰科	泰科
2	安费诺	莫仕	莫仕	莫仕	安费诺	安费诺	安费诺
3	ITT Cannon	安费诺	FCI	安费诺	莫仕	莫仕	安波福
4	DuPont(Berg)	ITT Cannon	Delphi	矢崎	立讯精密	安波福	莫仕
5	3M	3M	安费诺	FCI	安波福	FIT	FIT
6	Augat	Burndy	矢崎	J.S.T.	FIT	立讯精密	立讯精密
7	Winchester	DuPont(Berg)	ITT Cannon	Foxconn	矢崎	矢崎	矢崎
8	Cinch	J.S.T.	3M	Delphi	航空电子	罗森伯格	罗森伯格
9	Burndy	Hirose Electric	航空电子	Hirose Electric	罗森伯格	航空电子	航空电子
10	莫仕	航空电子	J.S.T.	航空电子	Hirose Electric	Hirose Electric	Hirose Electric
国家和地区							
北美	10	7	6	5	4	4	4
欧洲	0	0	1	1	1	1	1
日本	0	3	3	3	3	3	3
中国	0	0	0	0	1	1	1
亚太	0	0	0	1	1	1	1

资料来源：Bishop & Association、开源证券研究所

#### 4.2.3、AEC 组装：光模块厂商参与到铜缆产业链，其组装能力、客户渠道或可复用至 AEC

在传统光模块的内部结构中，价值量占比较高的主要是光芯片（激光器芯片和探测器芯片）和电芯片（DSP、TIA、Driver 等），这部分核心光电芯片基本由光模块厂商外采。这些光电芯片和无源光器件以分立式器件的形态为主，光器件之间由光纤或自由空间元件连接，经过贴片、打线、粘接耦合、焊接等工序实现模块化组装。能够认为 AEC 在数据中心的应用场景与光模块存在交叉和互补，且 AEC 铜缆的生产组装过程和光模块较为类似，核心有源芯片（Retimer）也需外采。部分国内光模块厂商如新易盛、中际旭创、博创科技、华工科技等切入到 AEC 产业链，配合下游 CSP 客户进行产品设计和生产，优先卡位 AEC 铜连接市场。

## 5、投资建议及受益标的

我们认为高速铜缆厂商投资逻辑主要受益于 AI 高速发展和数据中心需求快速增长两条主线。其中增量环节主要为受益于高速铜缆的内外部需求，以及受益于芯片直出跳线 overpass、服务器内部线、背板互联线和机柜外部线等丰富的应用场景。我们认为随着 AI 技术的进一步发展，以及数据机房的快速建设，高速铜缆为 AI 产业链中的高成长赛道，关注度日益提升。

建议关注铜缆连接器产业链各环节领军企业。(1) 连接器领域龙头，和安费诺、华为等公司有合作，受益标的：华丰科技、瑞可达、意华股份、立讯精密等；(2) 一体化优势明显、在铜连接领域具有成本和科研优势，推荐标的：中际旭创、新易盛等，受益标的：立讯精密等；(3) 扎根 DAC/AOC/ACC/AEC 领域，和 AI 服务器龙头有深度合作，受益标的：博创科技、兆龙互联、金信诺等；(4) 线材，受益标的：沃尔核材、精达股份、鼎通互联、神宇股份、新亚电子、鸿腾精密等。

### 5.1、华丰科技：连接器核心骨干企业

公司是我国率先从事电连接器研制和生产的核心骨干企业及高新技术企业，长期从事光、电连接器及线缆组件的研发、生产、销售，并为客户提供系统解决方案。公司为我国通讯、防务、工业等行业提供大量配套产品，产品广泛应用于通讯、航空、航天、船舶、防务装备、电子装备、核电、新能源汽车、轨道交通等领域。公司产品按应用领域分为三类：防务类连接产品、通讯类连接产品、工业类连接产品。

在通讯领域，公司是较早一批在主流设备供应商布局的企业，较早成为华为、中兴、诺基亚的全球供应商，在烽火通信、新华三等公司成立之初即成为其合格供应商。公司聚焦背板连接器、电源连接器、射频连接器、线缆组件等产品技术，并形成了具有较大影响力和竞争力的包含多种速率的高速背板连接器系列拳头产品。同时，公司积极拓展服务器业务领域，为数据中心和云计算基础设施提供高性能连接解决方案。公司已实现通讯设备制造商和服务器厂商的覆盖，并为主流客户进行合作配套。

公司利用高速技术优势，在服务器业务领域进行拓展，服务器产品布局、客户拓展均取得了重要突破。公司与主要通讯客户在 112G、224G 高速率产品开始合作或进行项目交流。在“高速”方面，公司主要研制的产品有：公司 112G 铜缆高速产品包括背板高速线模组、IO 高速线模组、板内 Chip to Chip 高速线模组等主流架构产品，为数据中心交换机、核心路由器、加速计算服务器、通用服务器等领域提供完整的高速互连解决方案。

此外公司通讯类业务主要系受通讯下游客户华为、中兴、诺基亚的业务变动和产品需求调整的影响，2024 年华为是公司的第一大客户，且华为占公司业务的比重超 35%。

### 5.2、瑞可达：连接器专精特新小巨人企业

公司是专业从事连接器产品的研发、生产、销售和服务的国家专精特新小巨人企业，主要产品包括连接器、连接器组件和模块等系列，是同时具备光、电、微波、流体、数据连接器产品研发和生产能力的企业之一。

随着 AI、云计算、边缘计算等需求的快速增长，促使高性能数据中心需求激增。AEC 是一种集成信号增强技术的高速铜缆组件，主要用于数据中心短距离(0.5-7 米)



高速互联场景（如服务器-交换机、机架内设备间），相比传统无源铜缆(DAC)和光纤方案，AEC 在成本、功耗和兼容性上具备优势，尤其适用于 400G/800G 及更高速率需求的数据中心，AEC 在短距离数据中心场景中具备不可替代性。公司的产品主要应用于通信连接系统中的通信基站的天馈部分的板对板射频盲插连接器、板对板射频同轴连接器、高密度集成板对板连接器等以及应用于 AI 与数据中心领域的 SFP+、CAGE 系列、高速板对板连接器、高速 I/O 连接器和 AEC 高速铜缆等系列产品。

### 5.3、意华股份：聚焦连接器和光伏支架两大业务板块

公司聚焦连接器与光伏支架两大核心业务板块，在连接器业务上，公司是一家专注于以通讯为主的连接器及其组件产品研发、生产和销售的企业，致力于为客户提供完善的互连产品应用解决方案。

公司深度布局高速通讯连接器产品，公司在高速通讯连接器领域的优势产品以 SFP、SFP+光电连接器及 chip to io 高速光电模组为代表，已加入若干高速光电产业联盟如 NGSFP MSA /QSFP-DD MSA /IPEC 协会等参与制定高速通讯领域国际行业标准。目前，公司是国内少数实现高速连接器及高速光电模组量产的企业之一，公司生产的 QSFP56 200G/QSFP-DD 400G/QSFP 112 400G /CXP 600G/CFP2112 800G 等系列高速连接器及光电模组已实现批量交付。公司已积累了大量的优质客户资源并建立了良好的客户合作关系，在通讯连接器领域，公司已与包括华为、中兴、富士康、和硕、Duratel 等在内的众多优质客户建立了长期合作关系，近年来通过 QSFP56/QSFP-DD 等高端系列的高速连接器产品及 chip to io 光电模组产品，进一步加强与华为、中兴等大客户的合作。

### 5.4、长芯博创：积极布局各类连接器产品

公司的主营业务是光通信领域集成光电子器件的研发、生产和销售。公司产品面向电信，数据通信、消费及工业互联领域。公司应用于数据通信、消费及工业互联市场的产品包括用于数据中心内部互联的传输光模块、数通光模块，无源预端接跳线，以及各类有源光缆（AOC）和铜缆（DAC、ACC、AEC），速率范围覆盖 10G-800G。

公司致力于平面波导（PLC）集成光学技术、硅光子集成技术和高速模拟芯片设计技术的规模化应用，在芯片设计、制造与后加工、器件封装、光学测试以及高速模拟芯片设计领域拥有多项自主研发并全球领先的核心技术和生产工艺。公司目前主要为全球范围内高速发展的光纤通信网络、互联网数据中心（IDC）、消费及工业互联市场提供高质量的光信号功率和波长管理器件、高速光收发模块、有源光缆（AOC）以及无源预端接跳线等产品与解决方案，其中 PLC 光分路器、密集波分复用（DWDM）器件和 10G PON 光模块占据全球领先市场份额，公司子公司长芯盛旗下拥有 FIBBR 和 iCONEC 两大子品牌，其自研的应用于有源光缆（AOC）的多通道光电收发芯片占据全球领先市场份额。

2024 年，公司推出全新的通用配线平台，适用于数据中心及楼宇室内布线，实现主干光缆与配线区结构化互联和交叉连接。在数据中心领域，高速硅光产品稳步推进；800G 多模 AOC 和 SR 数通光模块完成开发及多平台验证；高速铜缆系列产品（400G/800G DAC/ACC/AEC）已实现多客户送样及小批量交付。

### 5.5、鼎通科技：连接器领军企业

鼎通科技是一家专注于研发、生产、销售高速通讯连接器及其组件和汽车连接器及其组件的高新技术企业。随着人工智能高速发展，通讯市场需求旺盛，公司在手客户订单充足，产品逐渐从 56G 系列转变为 112G 系列实现量产。整体高速通讯连接器及其组件需求旺盛，增长迅速。

公司的高速通讯连接器产品主要包括背板连接器、I/O 连接器、铜缆连接器等，主要在大型数据中心、服务器等设备中使用。现有客户群体主要为安费诺、莫仕、泰科电子、中航光电、立讯精密等，随着 AI 的高速发展，算力效率不断提升，使得对高速通讯连接器的需求日益增长。公司 I/O 连接器产品传输速度由 56G-112G-224G 升级，产品系列覆盖 QSFP、QSFP-DD、OSFP 等，在 56G 系列产品保持稳定需求的行情下，往期开发的 112G 产品在 2024 年二季度逐渐实现量产，并在 2024 年下半年需求量环比不断增加，不仅满足了市场对高速数据传输的需求，也为公司业绩增长助力，还巩固了公司在通讯行业的领先地位。112G 产品的成功量产，标志着公司在高速数据通讯技术上的突破，为公司未来的发展奠定了坚实的基础。

公司背板连接器、铜缆连接器产品主要涵盖 Wafer/Housing/信号 Pin 等连接器部件，公司连接器部件交付给客户，然后客户通过集成组装形成连接器模块，能够实现稳定高速信号传输。随着英伟达提出铜互联技术的迭代，通讯市场对高速数据传输的铜缆连接器及背板连接器日益增加，公司与安费诺、莫仕等客户开发的 OVERPASS、ULTRAPASS、BIPASS 等系列产品逐渐承认并快速试产，于 2024 年四季度开始量产交付。

## 5.6、新易盛：深入布局 AEC 技术

公司业务主要涵盖全系列光通信应用的光模块，公司一直致力于高性能光模块的研发、生产和销售，产品服务于人工智能/机器学习集群、云数据中心、数据通信、5G 无线网络、电信传输、固网接入等领域的国内外客户。

公司在 AEC 技术领域已深入布局，公司正积极研发 800G 高速带电缆模块，目标实现功耗低于 11W，满足 IEEE 802.3ck 协议要求，目前已完成项目的各项样品验证、进入小批量生产阶段。

## 5.7、中际旭创：设立合营企业切入 AEC 领域

中际旭创集高端光通信收发模块的研发、设计、封装、测试和销售于一体，为云数据中心客户提供 100G、200G、400G、800G 和 1.6T 等高速光模块，为电信设备商客户提供 5G 前传、中传和回传光模块以及应用于骨干网和核心网传输光模块等高端整体解决方案。在 Lightcounting 发布的 2023 年度光模块厂商排名中，中际旭创排名全球第一。

2025 年 1 月，苏州瑞可达连接系统股份有限公司（“瑞可达”）、苏州旭创科技有限公司（“苏州旭创”）和常熟市景弘盛通信科技股份有限公司（“景弘盛”）签署《投资合作协议》，拟共同出资新设合营企业。合营企业将主要从事数通高速铜缆电线组件业务。交易后，瑞可达和苏州旭创分别持有合营企业 65%和 25%股权，共同控制合营企业，通过此次合作，中际旭创正式进入 AEC 领域。

## 5.8、兆龙互连：深度布局各类电缆产品

公司主营业务为数据电缆、专用电缆和连接产品设计、制造与销售，致力于为

通信、云计算、数据中心、AI 算力中心、智能建筑、工业互联、汽车以太网、智能家居、特种应用（医疗、风能、船用、轨交、光伏、工业机器人、核电、航空航天）等各个领域客户提供专业的产品和服务。

公司在高速、工业等领域拥有较深的技术积累，能够规模化生产应用于传输速率达到 800Gb/s 及以下的高速传输组件及配套的高速传输电缆，且高速线缆及连接产品的产能进一步扩充，充分满足数据中心高速增长的需求，公司大力拓展国内高速传输与连接产品市场，已成为国内主流互联网及云计算企业、知名服务器厂商在数据传输与连接产品方面的重要合作伙伴。

### 5.9、金信诺：多年布局线缆和高速连接器

公司线缆产品为公司传统优势领域，基于线缆产品的技术积累及品牌优势，在组件、连接器领域进行延伸，并布局了高速组件、板线一体化等新产品。公司中高端线缆、连接器、组件类产品主要应用于通信领域及特种科工领域，数据中心及超算领域是公司在线缆、连接器、组件类产品领域重点布局的新领域，公司提供数据中心行业的线缆、连接器、组件产品主要有：内、外部线端产品、板端连接器等。公司已向排名前五服务器制造商实现交付。

凭借在信号线缆和高速连接器领域多年领先技术优势，公司重点推进高速裸线、AI 及通用服务器交换机内、外部高速组件、板端连接器以及板线一体化的产品布局，应用于交换机、服务器内部板卡、存储等内部连接，以及超算组网链路、TOR 与服务器之间的外部连接，是面向数据中心与超算市场各模组、机箱、机柜信号互联的核心元器件产品。

高速裸线方面，公司在同轴和差分信号线领域深耕多年。高速裸线业务目前处于快速增长阶段，包括 PCIe5.0、PCIe6.0、X112、X224 高端内部线和外部线等均完成研发并量产，创造出独特的信号稳相技术、ePTFE 绝缘技术、复合绝缘技术、扁带压制技术、单通道双屏蔽技术、PANDAMAX 技术、信号高耦合技术、Q 型双并挤出技术、藕芯挤出技术和 DF2A 型挤出技术，拥有产品专利 40 多项。目前量产产品已经基本涵盖业内顶尖产品，部分产品带宽已达 110Ghz。

高速组件及连接器方面，公司的服务器高速线缆、连接器及组件应用于 Birch Steam 平台(pcie5.0)已实现大批量稳定交付国内外一流客户，且在持续增量；另外公司已开发完成匹配英特尔下一代平台 Oak Stream(pcie6.0)的相关产品，如 DA-CEM 线缆组件，Multi-trak 线缆组件等，成为国内厂商的技术第一梯队。在交换机领域，公司已成功完成 800Gbps(QSFP-DD112 和 OSFP112)的自主研发，实现了从裸线、连接器到组件的全产业链技术突破，并围绕核心技术布局了完善的专利保护体系。目前，公司正在积极推进新一代高速互连产品的研发，包括基于 112Gb/s 通道传输速率的 800G QSFP112 和 OSFP112 AEC & ACC 解决方案，以及面向未来 1.6T 224Gb/s 传输标准的创新产品。这些自主研发的高性能互连解决方案采用了先进的信号处理技术，能够提供更可靠的链路传输性能和更优越的系统稳定性。

### 5.10、立讯精密：积极布局铜缆高速互联解决方案

公司主要从事消费电子、通信及数据中心、汽车、医疗等领域相关零组件、模组及系统集成业务，其数据中心业务包括（1）铜缆高速互联解决方案：Intrepid 高速背板解决方案、CPC & NPC 解决方案、高速外部互连解决方案（DAC/ACC/Lite Active Cable 及相关连接器）、高速内部互连解决方案（高速内部线缆、SSIO、Riser



Cable) 等; (2) 光高速互联解决方案: DPO 光模块及 AOC、LPO 光模块及 AOC、LRO 光模块及 AOC, 速率至高支持 1.6T, Form Factor 涵盖 SFP、QSFP、QSFP-DD、OSFP 以及 SMF/MMF Fiber 等; (3) 热管理解决方案: 拥有主动、被动、液冷、温控系统四大产品系列, 包括全规格风扇模组、Heat Sink、Heat Pipe、VC、冷板液冷系统、Manifold、插框式 CDU、柜式 CDU、盲插快接头、浸没式液冷 Tank 等; (4) 数据中心电源解决方案: Power Shelf & Rectifier (AI 机柜电源解决方案)、Busbar 直流母排、70A-1000A 54V Busbar Clip、至高 3200W12V/54V AC/DC CRPS、至高 3200W 12V MCRPS、以及多款 Power Module/VRM/VPM (AI 节点模块电源解决方案) 等。

随着 AI 应用在全球范围内呈快速增长, AI 数据中心对于算力、数据传输速率与质量、散热及能源管理的需求呈现指数级攀升态势。公司打造了面向 AI 整机柜的核心零组件整体解决方案, 该方案涵盖铜缆高速互连、光高速互联、热管理及电源管理四大模块, 核心产品囊括 Cable Cartridge 高速背板互连系统、Koolio 共封装铜互连架构、1.6T OSFP DAC 和 AOC、冷板液冷系统、120kW 液液交换 CDU、27.5kW Power Shelf 等。此外, 公司亦布局 4G/5G 基站等通信射频类产品, 完善通信业务产品矩阵。公司已成为海内外头部通信运营商、AI 智算中心客户的核心合作伙伴。

### 5.11、沃尔核材：聚焦通信线缆等业务

公司主营业务聚焦在电子通信和新能源电力行业, 具体可分为电子材料、通信线缆、电力、新能源汽车及风力发电五类业务。公司通信线缆业务产品主要包括高速通信线、汽车线、工业线等重点产品, 其重点产品主要专注于高速通信设备、工业装备及机器人、汽车等核心市场。

公司通信线缆业务由控股子公司乐庭智联经营。在高速通信线方面, 公司成功开发出多款单通道 224G 高速通信线、多对 800G 外部高速通信线, 此类重点产品为行业前沿核心产品, 能够满足高速数据传输的严苛要求; 并完成了 PCIe6.0 产品的开发, 该产品性能衰减小、可靠性高, 目前已小批量试用中。

### 5.12、神宇股份：专注于高频射频同轴电缆研制

公司是专业从事高频射频同轴电缆的研发、生产和销售的高新技术企业, 公司的主要产品为射频同轴电缆、射频连接器和组件, 包括细微射频同轴电缆, 极细射频同轴电缆, 半柔、半刚射频同轴电缆, 稳相微波射频同轴电缆, 军标系列射频同轴电缆等多种系列产品, 产品已经广泛应用于通信基站、通信终端、航空航天航海、汽车通信、高端医疗器械、数据通信等领域。

随着 AI 技术的广泛应用, AI 相关产品的市场规模不断扩大, 这也带动了射频同轴电缆市场的增长。消费电子各大品牌都在积极探索与 AI 大模型融合发展的新契机, 包括 AI 眼镜、AI 手机、AIPC、AI 机器人、AI 服务器等。AI 技术的发展对数据传输的要求越来越高, 这促使射频同轴电缆企业不断发展。

在通信终端用高速数据线传输线方面, 目前公司高速数据线业务稳定, 产能利用率较高, 已实现 USB4、Thunderbolt4、光电复合线, DAC 高速数据线持续量产, 在应用于大数据存储、云端数据存储、伺服器数据传输方面的中高频高速线缆、工业数据传输线缆方面取得突破, 目前在以 AI 服务器为代表的高端服务器市场需求激增, 公司通过引进先进设备和技术研发, 扩充产能并配合客户的下一代产品开发,

成为 AI 服务器高速数据线的重要供应商，有望受益于全球 AI 算力基础设施建设浪潮。

表2：受益标的估值表

证券简称	证券代码	评级	收盘价 (元)	市值 (亿元)	EPS (元/股)			PE		
					2025E	2026E	2027E	2025E	2026E	2027E
中际旭创	300308.SZ	买入	135.15	1,501.68	7.95	11.15	14.67	17.00	12.13	9.21
新易盛	300502.SZ	买入	126.49	1,256.95	8.53	9.96	11.40	14.82	12.70	11.09
华丰科技	688629.SH	买入	52.10	240.18	0.53	0.74	1.00	99.01	69.98	52.18
瑞可达	688800.SH	未评级	45.38	93.34	1.22	1.53	1.86	37.21	29.58	24.43
立讯精密	002475.SZ	买入	34.75	2,519.86	2.33	2.84	3.37	14.93	12.23	10.32
意华股份	002897.SZ	增持	37.17	72.13	2.01	2.51	3.08	18.46	14.83	12.07
长芯博创	300548.SZ	未评级	61.47	178.90	0.68	0.88	1.09	90.81	69.80	56.26
兆龙互连	300913.SZ	未评级	44.06	137.24	0.57	0.75	1.15	77.84	58.58	38.26
金信诺	300252.SZ	未评级	11.10	73.50	-	-	-	-	-	-
沃尔核材	002130.SZ	未评级	23.62	297.59	1.03	1.38	1.78	22.99	17.14	13.29
鼎通科技	688668.SH	未评级	60.90	84.77	1.45	1.89	2.36	42.07	32.29	25.81
神宇股份	300563.SZ	未评级	38.93	69.85	-	-	-	-	-	-

数据来源：Wind、开源证券研究所，股价为 2025 年 7 月 7 日收盘价（除中际旭创、新易盛为开源证券研究所预测外，其余公司均来自 Wind 一致预期）



## 6、风险提示

**技术差距风险：**国内铜连接器行业在基础研究、材料、工艺等方面与国际先进水平存在一定差距。国内铜连接器行业在专利方面存在劣势，行业企业对专利的认识和应用能力不足。这种技术落后可能导致国内产品在国际市场上的竞争力不足，难以满足高端市场的需求，限制了行业的长远发展。

**国际标准制定风险：**国内企业在国际标准制定中的话语权不强，可能导致在国际贸易中受制于人，面临技术性贸易壁垒。这不仅可能影响产品的国际市场准入，还可能限制企业在全范围内的技术发展和应用。

**市场竞争风险：**随着全球市场竞争的加剧，国内铜连接器企业需要不断提升产品质量和性能，以应对国际竞争对手的挑战。若企业无法在技术创新、成本控制等方面保持优势，可能会面临市场份额的流失。

**原材料价格波动风险：**铜材价格受国际市场多种因素影响，波动较大。原材料成本的上升可能会压缩企业的利润空间，影响企业的盈利能力和发展。

**下游需求波动风险：**铜连接器行业的发展与下游应用领域如新能源汽车、通信基站、AI 服务器等的市场需求密切相关。若下游行业增长放缓或出现波动，可能会直接影响铜连接器的市场需求。

## 特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为境内专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非境内专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

## 分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

## 分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

## 法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户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。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

## 开源证券研究所

### 上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼3层  
邮编：200120  
邮箱：research@kysec.cn

### 深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层  
邮编：518000  
邮箱：research@kysec.cn

### 北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层  
邮编：100044  
邮箱：research@kysec.cn

### 西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层  
邮编：710065  
邮箱：research@kysec.cn