

AI算力跟踪深度：
算力互连复盘与展望——
网络互连带宽的增速来自哪里？

证券分析师：张良卫

执业证书编号：S0600516070001

联系邮箱：zhanglw@dwzq.com.cn

联系电话：021-60199793

证券分析师：李博韦

执业证书编号：S0600123070070

联系邮箱：libw@dwzq.com.cn

2025年7月23日

请务必阅读正文之后的免责声明部分

通过复盘海外算力互连环节近两年的主要产业变化与市场走势，我们认为此轮25Q2及后续行情与23Q2、24Q1-Q2行情相比，产业链的成长逻辑已经发生了改变，主要有以下四大趋势：

1. 算力硬件需求从锚定云厂商CapEx到锚定处理Token数
2. 算力芯片从依赖GPU到GPU+ASIC并存
3. 技术迭代从光模块、PCB、交换机、网卡等产品级别的升级，转为网络架构级别整体升级
4. 网络互连升级重心从Scale Out拓展至Scale Up，两类网络共同提升，单芯片带宽提升

因此我们认为我们认为后续算力互连需求发展存在乘数效应：

- 资本开支结构优化，算力芯片增长速度高于资本开支增速：芯片需求 $\uparrow\uparrow$ =CapEx $\uparrow$ ×算力芯片投资在CapEx占比 $\uparrow$ ×芯片投资性价 $\uparrow$
- 单芯片带宽提升，互连需求增速高于芯片增速：算力互连需求 $\uparrow\uparrow\uparrow$ =芯片需求 $\uparrow\uparrow$ ×单芯片带宽

投资建议：我们认为随着用户消耗Token速度提升，更大的Scale Up超节点具备的推理性能优势会越放越大，我们认为采用PCB+铜互连+光互连扩张Scale Up超节点的方案是潜在最优解之一，互连带宽需求有望随着“乘数效应”实现快速增长，且光连接、铜连接、PCB等各种互连方式都有望深度受益瓜分增量互连需求，相关标的——**光互连：**中际旭创，新易盛，天孚通信，源杰科技，长光华芯，长芯博创，仕佳光子，致尚科技，太辰光；**铜互连：**兆龙互连，中际旭创，鸿腾精密；**PCB：**胜宏科技，景旺电子，沪电股份，生益电子。

风险提示：算力互连需求不及预期；客户处份额不及预期；产品研发落地不及预期；行业竞争加剧。



- 23Q2: 从应用到算力, Scale Out网络需求凸显
- 24Q1-Q2: Sora、GB200等软硬新产品+财报拉动景气度
- 25Q2起: 逻辑深化产业链增速高于Capex&芯片增速
- 投资建议及风险提示

中际旭创、新易盛收益率走势及复盘

大盘反弹，Q1业绩撑住，明年订单上修，海外算力景气度预期反转，GPU与ASIC共振，行业增速快于Capex增速（结构、技术）



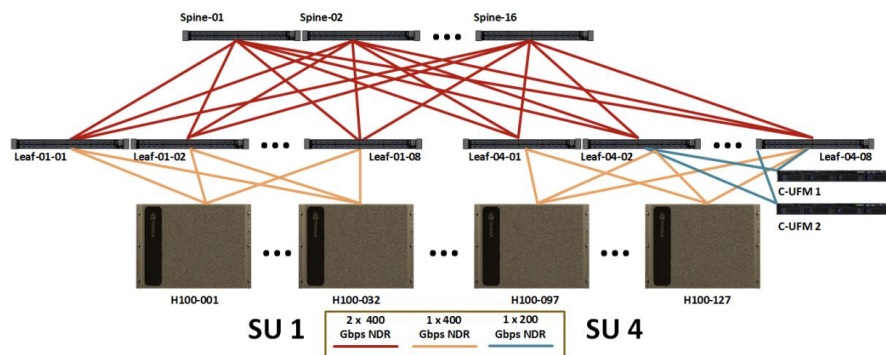
一、 23Q2：从应用到算力，Scale Out网络需求凸显

1. 23Q2：从应用到算力，Scale Out网络需求凸显

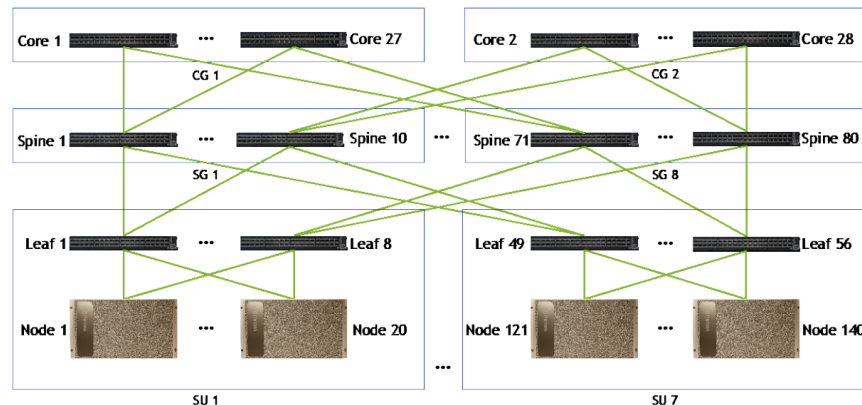
我们认为大模型显现之初市场认知的AI算力有以下特点：

- 通用计算切换至GPU加速计算
- 模型参数量、算力、数据量均指数级提升
- 胖树（Fat-Tree）架构成为首选，Scale out网络需求激增

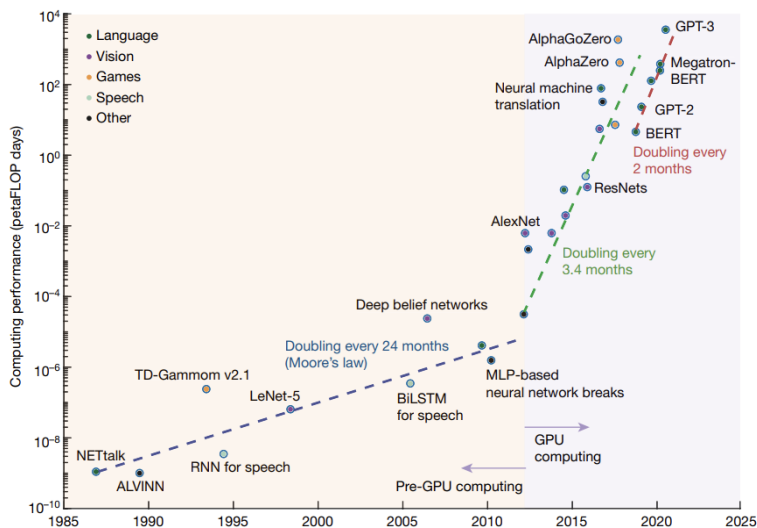
两层Scale Out网络架构



三层Scale Out网络架构



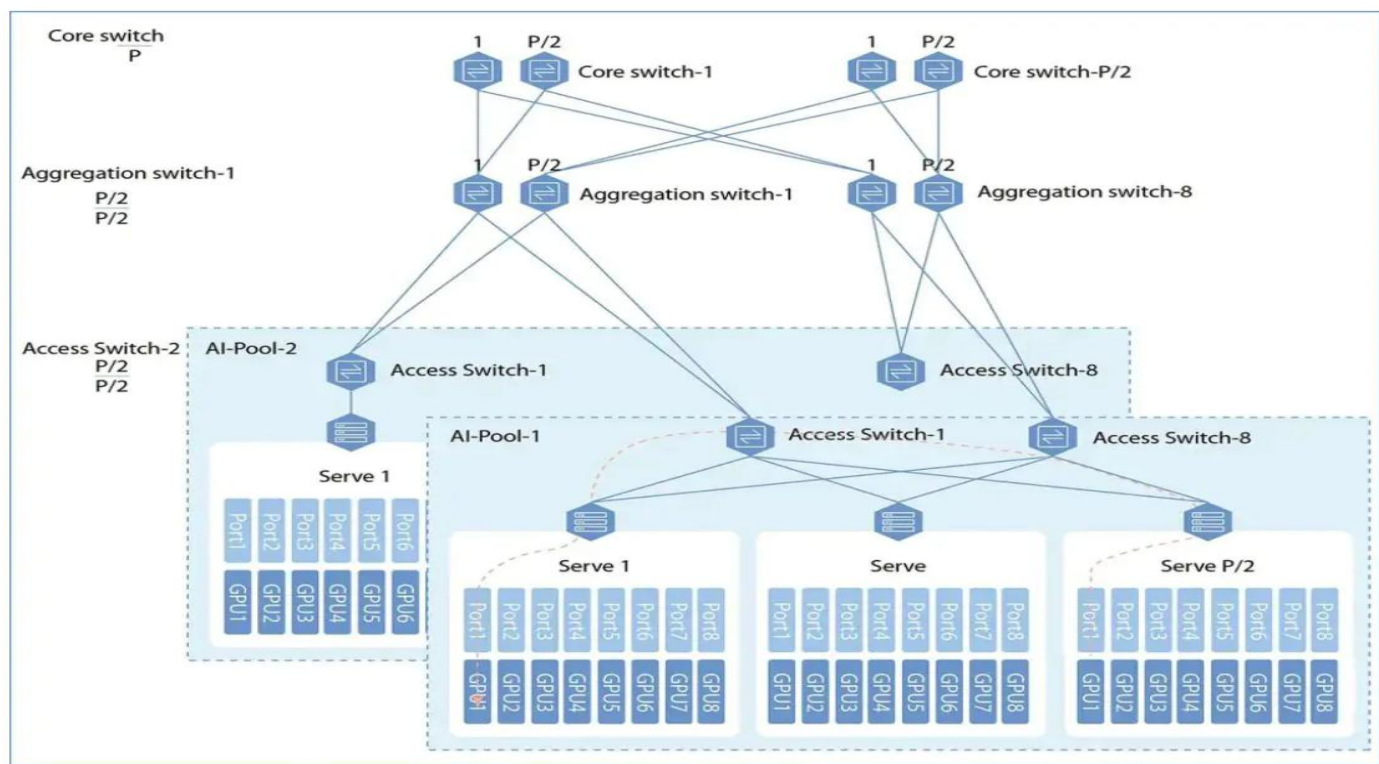
人工智能模型算力需求变化



1. 23Q2：从应用到算力，Scale Out网络需求凸显

- 传统云计算数据中心流量以“南北向”（用户到服务器）为主，网络架构多呈收敛型（如金字塔形），带宽逐层收敛。
- AI大模型训练则以“东西向”（服务器之间，即GPU之间）流量为主，要求在庞大的计算集群内部实现高带宽、低延迟的无阻塞互联。为此，胖树（Fat-Tree）架构成为AI首选。该架构理论上“无收敛”，从“叶”到“根”的各层级网络带宽保持充裕，以满足LLM训练中数据并行、流水线并行等产生的大量内部通信需求。

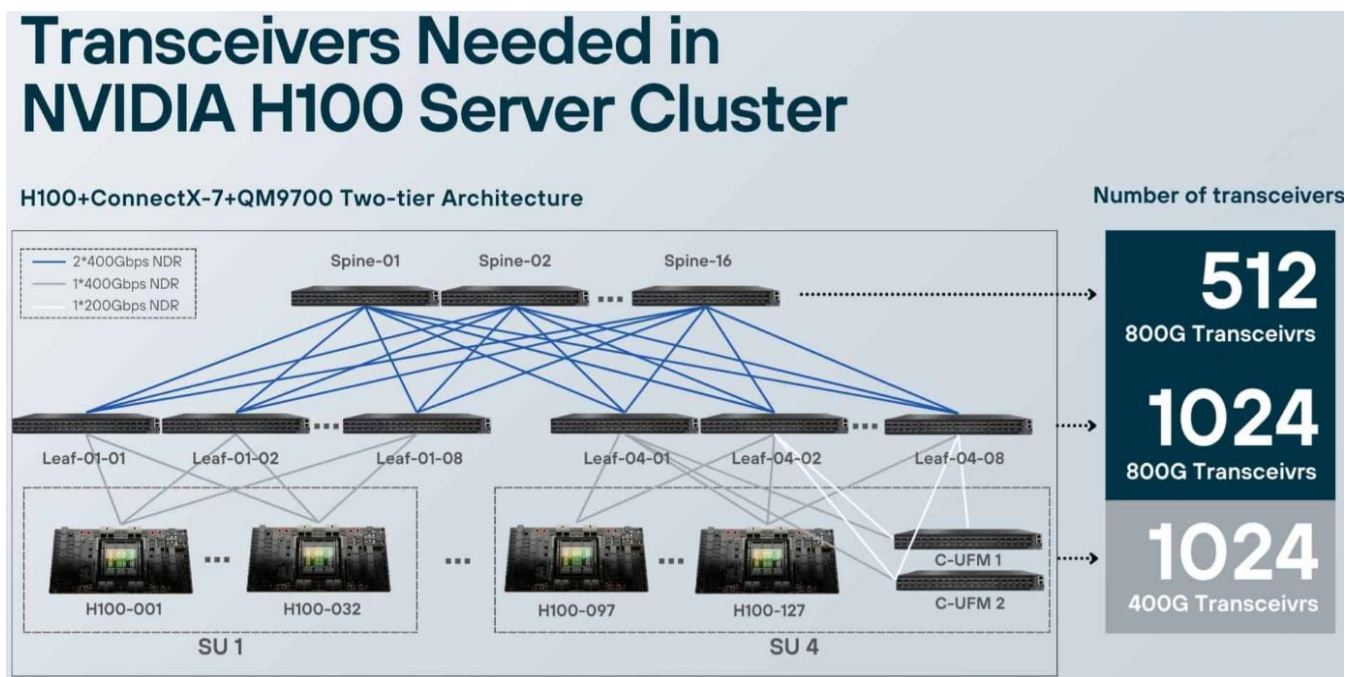
Fat-tree无阻塞网络架构



1. 23Q2：从应用到算力，Scale Out网络需求凸显

- 在典型的Fat-Tree架构下，为了实现GPU间的无阻塞通信，所需的高速光模块数量与GPU数量存在高配比关系。以一个由128台H100服务器（1024个H100GPU）组成的集群为例，总共需要1536个800G光模块和1024个400G光模块。
- 相比之下，传统云计算的算力需求不仅总量较低，且光模块多为中低速率，因此光通信，特别是800G及未来更高速率的产品，已从过去的辅助角色转变为AI基础设施的核心高价值组件。

典型H100集群Scale Out网络

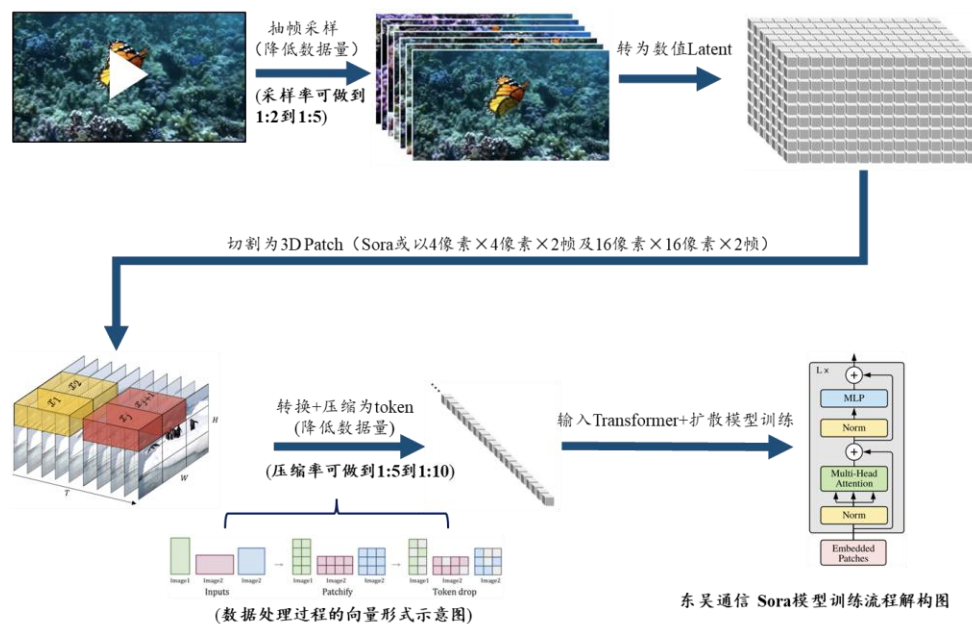


二、 24Q1-Q2：英伟达业绩+GB200新品拉动景气度

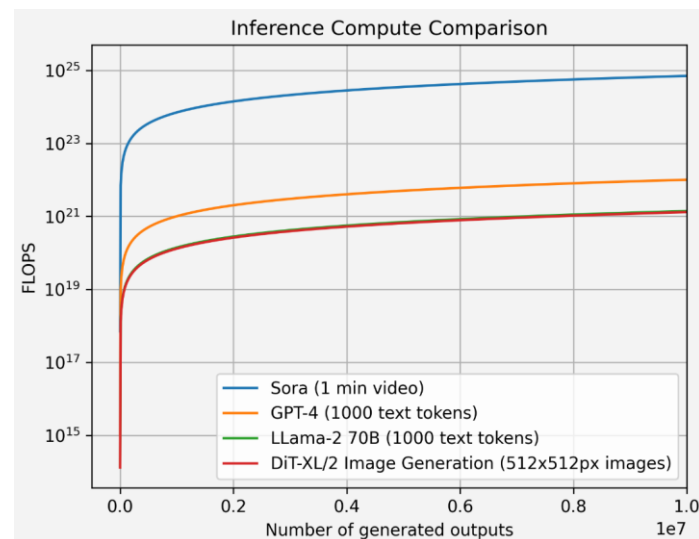
2. 24Q1-Q2: Sora、GB200等软硬新产品+财报拉动景气度

- Sora推高多模态推理需求预期。2024年Q1 OpenAI推出全新的生成式人工智能模型“Sora”，文生视频的效果令人惊艳，Sora所需推理算力相比GPT-4等文本模型呈现数量级的提升，Sora输出一段1分钟长的视频所需浮点算力大约是GPT-4输出1,000个tokens的1000倍。

Sora推理流程



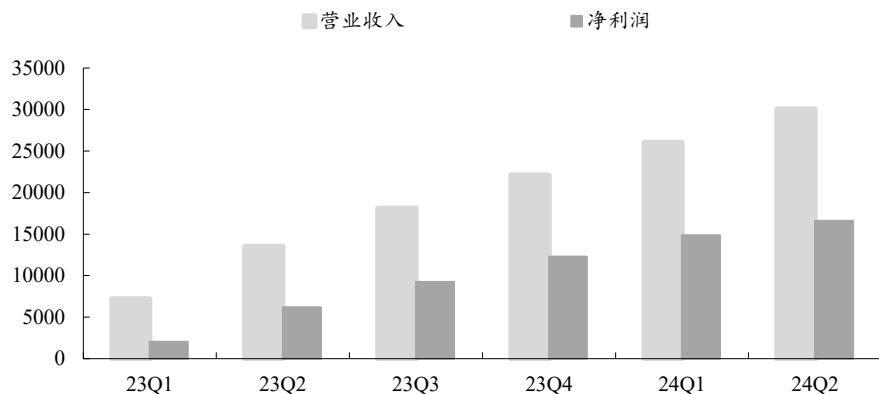
Sora所需推理算力需求远高于文本模型



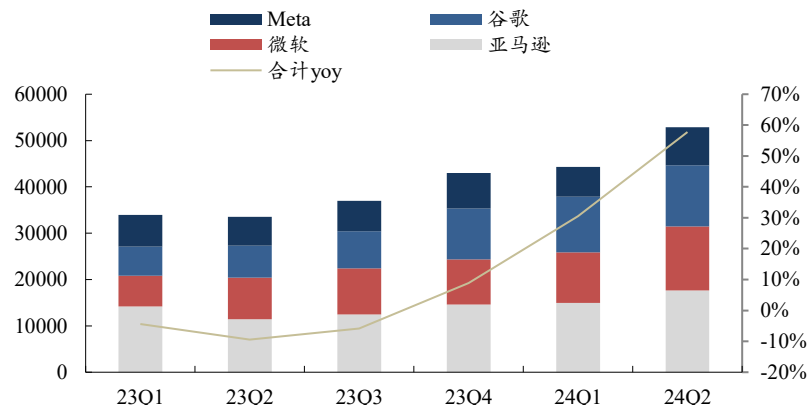
2. 24Q1-Q2: Sora、GB200等软硬新产品+财报拉动景气度

- 英伟达业绩持续验证AI算力高景气度。自23Q1以来，英伟达营收与净利润逐季高速增长，持续超出市场预期，英伟达的高增长验证了AI训练与推理的需求，及海外AI玩家为支持AI模型及应用推广，正进行着积极的算力扩容和基础设施升级。
- 下游云厂商资本开支持续提升。23Q2开始亚马逊、谷歌、微软、Meta四大云厂合计资本开支稳步提升。

英伟达业绩逐季增长（单位：百万美元）



海外四大CSP资本开支增速逐季提升（单位：百万美元，%）



三、 25Q2起：逻辑深化产业链增速高于Capex&芯片增速

3.1 开支结构持续变化，算力产业链增速超CapEx增速

- 资本开支向AI算力倾斜，AI投资内生增长同样强劲。根据英伟达业绩会披露的数据中心（DC）业务中来自云厂的收入占比、以及各相关公司财报，我们估算出自23Q1至24Q4两年间各季度区间英伟达来自云厂的DC收入与五家云厂资本开支的比值，这一比值从**23Q1的5%逐渐增长至24年下半年的30%左右**，我们认为云厂资本开支向AI算力倾斜是这一数值逐季度增长的主要原因，AI投资在资本开支分配中也有强劲的内生增长。

注：五家云厂为亚马逊、谷歌、微软、Meta、甲骨文；英伟达相关数据的时间区间按照财报规则划分；估算结果具体数值不构成直接参考

英伟达来自云厂的DC收入/五家云厂资本开支比值测算

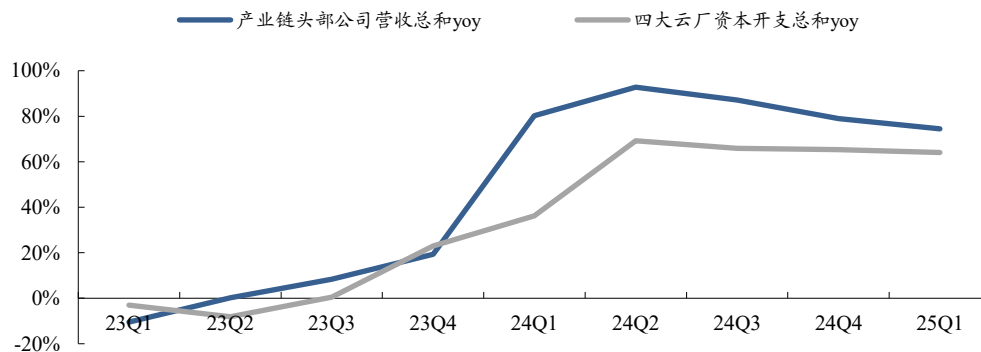
	23Q1	23Q2	23Q3	23Q4	24Q1	24Q2	24Q3	24Q4
五个云厂资本开支（亿美元）	317	303	356	453	410	460	500	638
英伟达DC收入（亿美元，对应邻近一个财季数据）	43	103	145	184	226	263	308	356
DC来自大型云厂收入占比（公司口径估算）	40%	50%	50%	55%	45%	45%	50%	50%
来自大型云厂收入（亿美元，公司口径估算）	17	52	73	101	102	118	154	178
英伟达来自云厂的DC收入/五家云厂资本开支	5%	17%	20%	22%	25%	26%	31%	28%

3.1 开支结构持续变化，算力产业链增速超CapEx增速

- ASIC出货逐渐增加，AI投资内部价值有望重分配。ASIC相比GPU单卡性能略差但性价比更高，“单位美元”能够买、需要买的算力卡及配套增加，云厂资本开支投向或在产业链再分配，产业链相关硬件需求增速有望高于云厂资本开支增速。
- 资本开支结构优化对产业链增速的贡献已经显现。基于四家供应链头部公司的季度营收与北美四大云厂资本开支，可以测算出前者营收总和以及后者资本开支总和的单季度同比增速，虽然有老产品ASP年降影响，但自24Q1起营收总和增速持续高于资本开支总和增速。

注：四家供应链头部公司分别为中际旭创、新易盛、胜宏科技、沪电股份，北美四大云厂分别为亚马逊、谷歌、微软、Meta

产业链头部公司营收总和与四大云厂资本开支总和同比增速



3.2 Token数成为AI闭环点，指数级增长带动推理算力需求

- **Token规模的指数级增长。**以谷歌和字节跳动为例，谷歌AI月度Token量在一年内激增约50倍，达到480万亿Tokens；豆包大模型5月日均处理量也已突破16.4万亿，同比增长超120倍。
- **新应用场景涌现，驱动高价值Token消耗，进一步提升算力需求。**随着深度推理和视觉理解等先进模型投入使用，高价值应用场景的Token消耗量正迅猛增长，从去年12月到今年5月，火山引擎各高价值场景处理Token数发生了显著变化，AI搜索增长10倍，AI编程增长8.4倍，K12教育场景Token消耗增长了12倍，智能巡检、视频检索等新线下场景也突破日均百亿Token。
- 我们认为Token数在整个AI生态中向上关联推理的算力需求，向下形成AI增量和收入，成为了目前AI生态的闭环点。

谷歌月度tokens消耗量一年增长近50倍



豆包日均tokens消耗量迅速增长

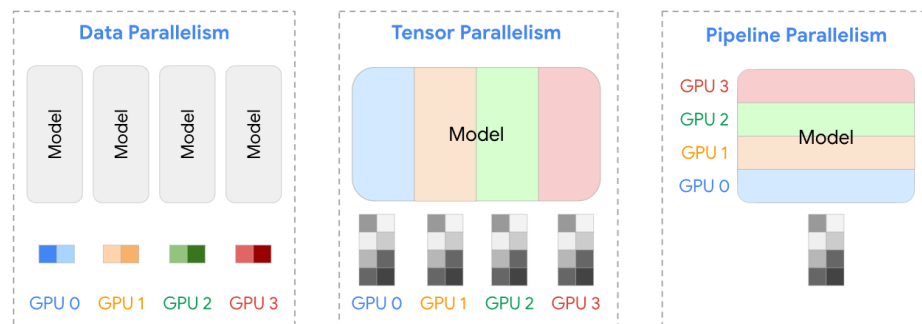


3.3 AI训推计算范式推动Scale Up升级、单卡带宽提升

- AI训推需要分布式并行计算，基于对计算效率不断提升的追求，并行计算方式有数据并行（Data Parallelism）、流水线并行（Pipeline Parallelism）及张量并行（Tensor Parallelism）。
- **数据并行**：将输入数据分配给各个负载，各负载上基于不同数据进行同一模型的训练/推理；
- **流水线并行**：将模型分为若干层分配给各个负载，各负载分别进行不同层的计算；
- **张量并行**：将模型参数运算的矩阵拆分至各个负载，各负载分别进行不同的矩阵运算

（由于篇幅有限本文未就技术原理做详细阐述，可参考外发报告《AI算力跟踪深度：辨析Scale Out与Scale Up》，具体细节欢迎进一步交流）

数据并行（左），张量并行（中），流水线并行（右）计算原理图

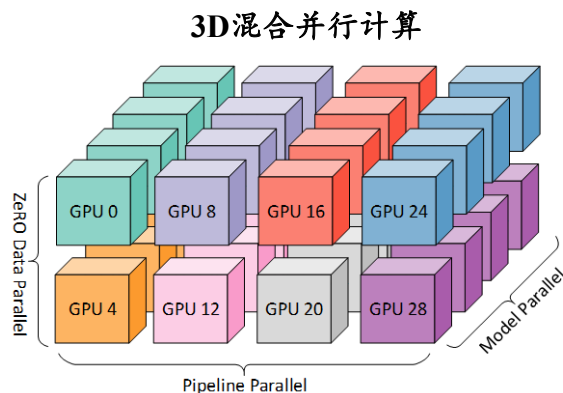


3.3 AI训推计算范式推动Scale Up升级、单卡带宽提升

并行计算催生Scale Up网络需求：

- 几类并行计算方法各有优劣，大模型训练采用集合了多种并行方式的混合并行计算，如3D并行计算
- 与数据并行、流水线并行相比，张量并行矩阵运算后需要同步，因此需要更高频、更低延时的数据传输，传输数据量也高出一到两个数量级
- 通常数据并行、流水线并行基于容纳卡数更高的Scale Out网络，张量并行基于单卡带宽更高的Scale Up网络。

（由于篇幅有限本文未就技术原理做详细阐述，可参考外发报告《AI算力跟踪深度：辨析Scale Out与Scale Up》，具体细节欢迎进一步交流）



张量并行需要传输的数据量多出一到两个数量级
（GPT-3B模型基于32个GPU训练数据）

Traffic type	Volume	Number of messages	Message size
<i>TP</i>	~85 GB	680	125 MB
<i>PP</i>	~1 GB	16	125 MB
<i>DP</i>	741 MB	1	741 MB
<i>EmbTableSyn</i>	96 MB	1	96 MB

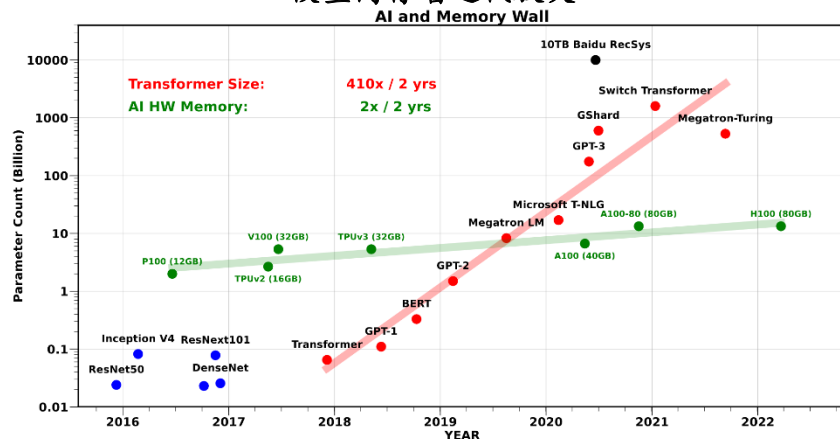
3.3 AI训推计算范式推动Scale Up升级、单卡带宽提升

训推计算的“内存墙”催生出通过Scale Up网络将显存池化的需求：

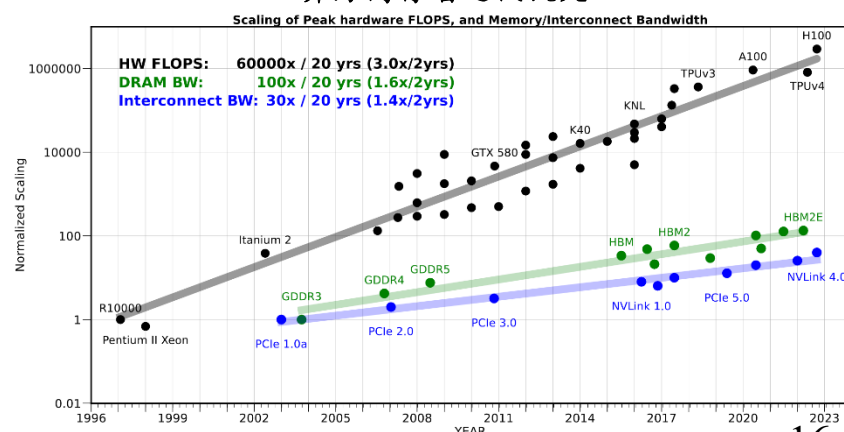
- 单一大模型的参数量与单卡显存的差距（即模型内存墙）、单卡算力与单卡显存间的差距（即算力内存墙）均逐代放大
- 除模型参数外，推理计算生成的KV Cache（关键中间值的缓存，用于简化计算）占用显存大小也可达模型的50%甚至以上
- 因此单卡运算时需从多张卡的显存读取所需参数、数据，为了尽可能减少数据传输时延，目前产业化应用最优解是使用Scale Up网络将显存池化，如NVL72。

（由于篇幅有限本文未就技术原理做详细阐述，可参考外发报告《AI算力跟踪深度：辨析Scale Out与Scale Up》，具体细节欢迎进一步交流）

模型内存墙逐代放大



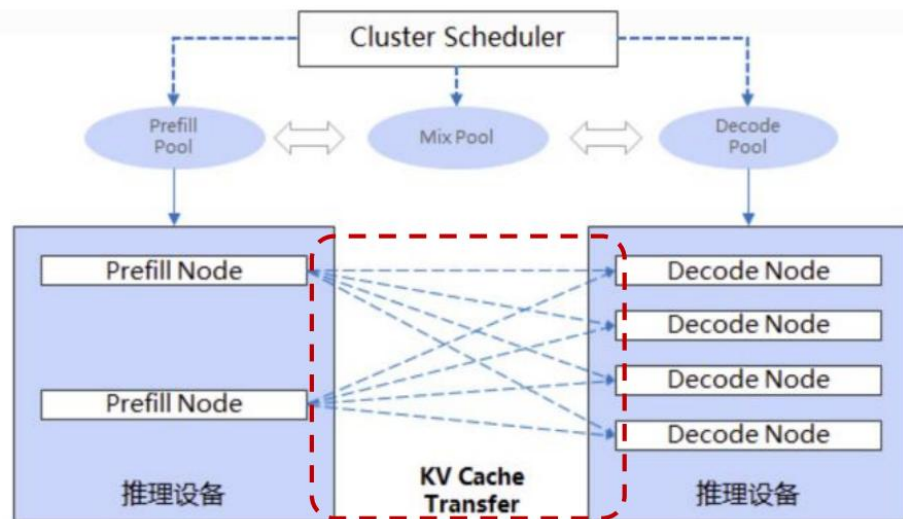
算力内存墙逐代放大



3.3 AI训推计算范式推动Scale Up升级、单卡带宽提升

- **通信带宽是推理速度的瓶颈。** GPU“卡内通信带宽 > 卡间通信带宽 > 机间通信带宽”，由于“木桶效应”，模型部署时跨的设备越多，受设备间通信带宽的“拖累”就越大，因此通过 Scale up 提升推理效率尤为重要，通信是重要瓶颈。
- **推理场景中P/D 分离架构利于整体效率和推理体验提升。** P/D将推理过程拆分为两个阶段以优化资源利用和效率：一是处理用户初始请求，属于计算密集型的Prefill阶段；二是读取缓存后生成后续内容，属于访存密集型的Decode阶段。P/D分离增加了对高性能硬件和复杂网络的需求，其硬件扩展需求与训练阶段形成了显著差异。

P/D 分离架构将推理任务按需部署在不同集群中，连接需求增加



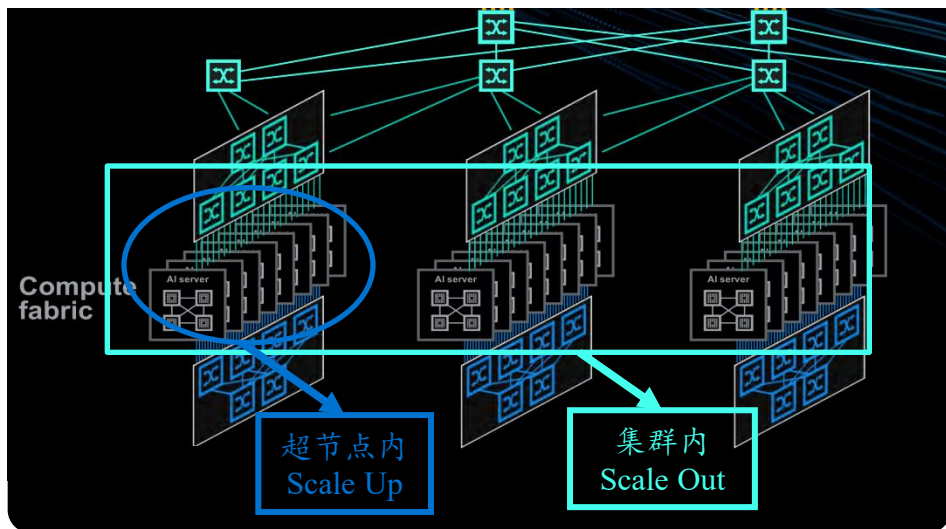
3.3 AI训推计算范式推动Scale Up升级、单卡带宽提升

若干超节点（SuperPod，如NVL 72）组成集群（Cluster，如万卡、十万卡集群）；

- Scale Out网络实现集群内所有GPU卡互联，亮点在于网络内连接GPU数量大，与传统数据中心网络类似；
- Scale Up网络实现超节点内所有GPU卡互联，亮点在于网络内单卡通信带宽高，为AI算力场景下新兴的网络架构。

（由于篇幅有限本文未就技术原理做详细阐述，可参考外发报告《AI算力跟踪深度：辨析Scale Out与Scale Up》，具体细节欢迎进一步交流）

Scale Out网络与Scale Up网络



Scale Out与Scale Up网络对比
(NVL72+CX-8网卡+三层Quantum-X800 IB网络)

	最大GPU数（张）	单卡带宽（Gb/s）
Scale Out	746496	800
Scale Up	72	7200

3.3 网络互连升级，产业链增速高于Capex&芯片增速

- 英伟达的第一次扩展Scale Up超节点的尝试是从H100 NVL8到GH200 NVL256，但由于GH200采用一层全光交换连接，互连成本较高，因此采用度不高
- 英伟达在GB200中采用铜缆进行连接降低成本，实现Scale Up超节点首次大范围推广；在Rubin对应超节点方案中有望采用PCB+铜缆实现Scale Up
- NVLink已经迭代至5.0版本，单卡总带宽7.2T

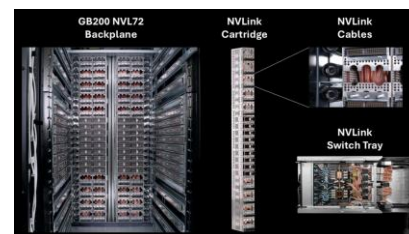
历代NVLink参数

版本	年份	GPU 架构	每链接带宽 (Gb/s)	链接数	总带宽 (Gb/s)
1.0	2016	Pascal	160	4	640
2.0	2017	Volta	200	6	1200
3.0	2020	Ampere	200	12	2400
4.0	2022	Hopper	400	18	3600
5.0	2024	Blackwell	800	18	7200

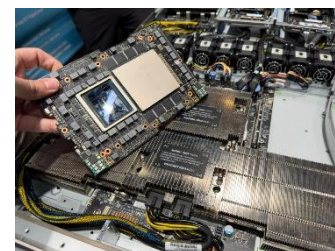
VR NVL576



GB200 NVL72



GH200 NVL256



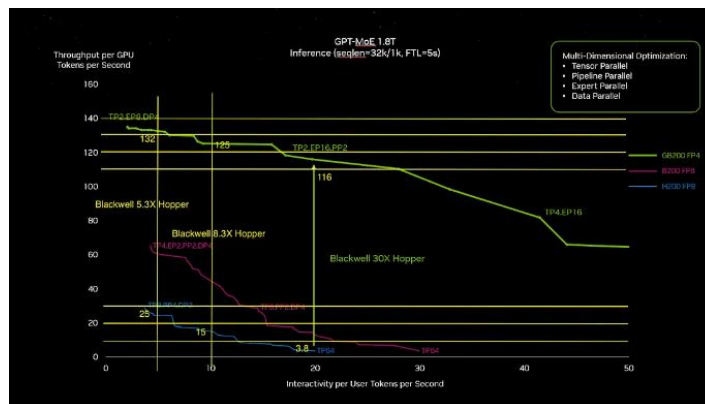
H100 NVL8



3.3 网络互连升级，产业链增速高于Capex&芯片增速

- Scale Up超节点容量和带宽增长均可提升集群性能
- GB200、B200、H200集群分别用于1.8T GPT-MoE模型推理时，三者的单张GPU每秒输出Token数依次递减，差距随着单一用户每秒输出Token数增长而扩大，在单一用户每秒输出20Token时，GB200集群的单卡推理性能达到H200的30倍，而GB200则是B200的7.5倍左右
- 我们认为GB200与B200、H200较大的性能差除了FP4与FP8精度带来的2倍左右提升外，Scale Up超节点容量（NVL72）和带宽（NVLink 5.0）的提升也有明显贡献。
- 随着用户消耗Token速度提升，更大的Scale Up超节点具备的推理性能优势会越放越大，我们认为PCB+铜互连+光互连扩张Scale Up超节点的方案是潜在最优解之一

GB200、B200、H200推理性能对比

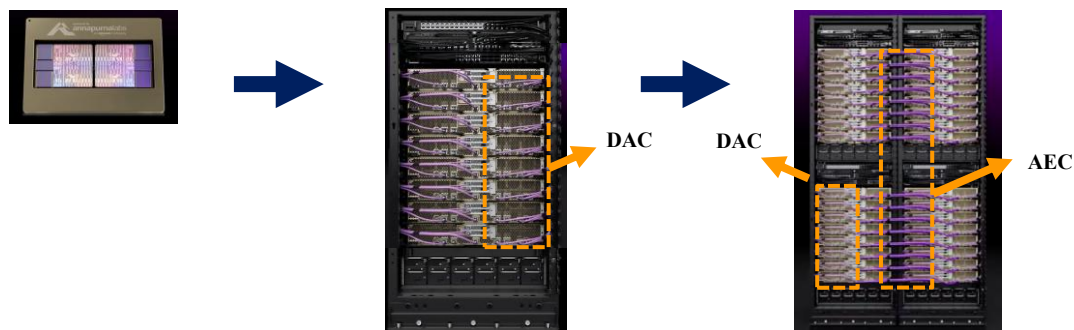


3.4 网络互连升级，产业链增速高于Capex&芯片增速

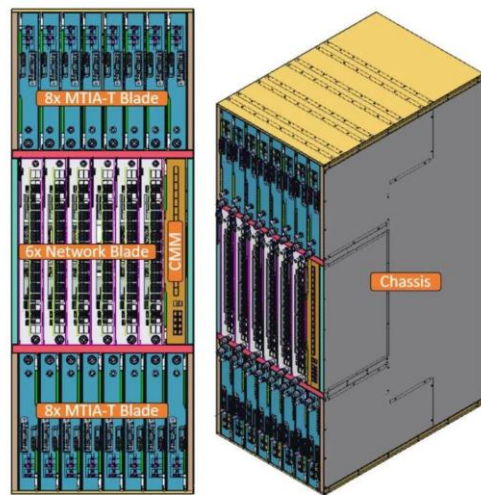
云厂AISC服务器同样采用高带宽Scale Up网络，单芯片带宽显著提升：

- 亚马逊Trn2-Ultra64超级服务器使用AEC做柜间互联，DAC做柜内互联，单个芯片基于NeuronLinkv3（对标NVLink）可实现640GB/s，即5120Gb/s带宽的Scale Up网络，与超服务器内6枚芯片实现互联
- Meta Minerva机柜把Scale Out、Up机柜都放在柜内，带宽51.2T、204.8T，单卡带宽3.2T、12.8T

亚马逊Trn2-Ultra64服务器互联方式



Meta Minerva机柜



3.4 网络互连升级，产业链增速高于Capex&芯片增速

通过以上复盘与展望，我们认为AI算力互连的成长逻辑认知有四大变化趋势：

- 算力硬件需求从锚定云厂商CapEx到锚定处理Token数
- 算力芯片从依赖GPU到GPU+ASIC并存
- 技术迭代从光模块、PCB、交换机、网卡等产品级别的升级，转为网络架构级别整体升级
- 网络互连升级重心从Scale Out拓展至Scale Up，两类网络共同提升，单芯片带宽提升

AI算力互连的四大变化趋势

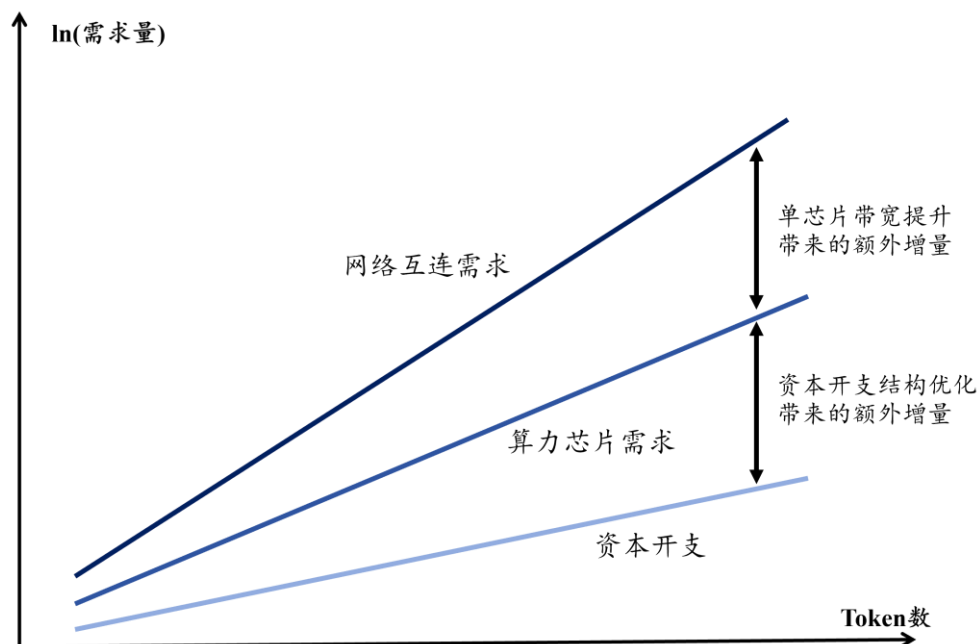
	先前	后续
趋势一	算力需求锚定云厂商CapEx	算力需求锚定Token数
趋势二	算力芯片依赖英伟达GPU	算力芯片格局转变为GPU+ASIC
趋势三	光模块、PCB、交换机、网卡等产品级别的迭代	网络架构整体升级
趋势四	网络互连升级重心为Scale Out	互连升级重心扩展至Scale Up

3.4 网络互连升级，产业链增速高于Capex&芯片增速

基于以上分析，我们认为后续算力互连需求发展存在乘数效应：

- 资本开支结构优化，算力芯片增长速度高于资本开支增速
- 单芯片带宽提升，算力互连需求增速高于芯片需求增速
- 芯片需求 $\uparrow\uparrow$ =CapEx $\uparrow$ ×算力芯片投资在CapEx占比 $\uparrow$ ×芯片投资性价 $\uparrow$
- 算力互连需求 $\uparrow\uparrow\uparrow$ =芯片需求 $\uparrow\uparrow$ ×单芯片带宽 $\uparrow$

AI算力互连需求的“乘数效应”（纵轴取对数）



四、投资建议及风险提示

我们认为互连带宽需求有望随着前面所述的“乘数效应”实现快速增长，且光连接、铜连接、PCB等各种互连方式都有望深度受益瓜分增量互连需求，相关标的：

- **光互连：**中际旭创，新易盛，天孚通信，源杰科技，长光华芯，长芯博创，仕佳光子，致尚科技，太辰光
- **铜互连：**兆龙互连，中际旭创，鸿腾精密
- **PCB：**胜宏科技，景旺电子，沪电股份，生益电子

- **算力互连需求不及预期：**若后续下游客户算力建设投入未达预期，或AI算力网络带宽规模未达预期情况，各客户对于网络互连产品的需求也将不及预期，相关公司业绩表现将受到影响；
- **客户开拓与份额不及预期：**如果相关公司未如预期开拓潜在客户，或在客户处份额低于预期，公司业绩将受到影响；
- **产品研发落地不及预期：**如果相关公司在具有潜在应用前景的产品研发及量产应用上未达预期，将对公司业绩的表现造成影响；
- **行业竞争加剧：**如果行业竞争持续加剧，相关产品份额存在下降的可能。

免责声明

东吴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。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。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。

在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，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。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准

资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500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），北交所基准指数为北证50指数），具体如下：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于5%与15%之间；

中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与5%之间；

减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于基准5%以上；

中性：预期未来6个月内，行业指数相对基准-5%与5%；

减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于基准5%以上。

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应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所

苏州工业园区星阳街5号

邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

东吴证券 财富家园