



2024年04月15日

高速互联系列之一：PCIe 开放生态，AI 拉动需求

通信行业

1、跨越时代的高速互连：PCIe 6.0 的演进与 PCIe 7.0 的发布

PCIe 技术诞生演进，开启高速互连新时代。自 2003 年 PCIe 1.0 标准的推出以来，PCIe 技术经历了一系列重要的迭代，从 PCIe 2.0 到 3.0，再到 4.0 和 5.0，每一代标准的发布都标志着传输速率的显著提升。到了 2021 年，PCIe 6.0 的发布将单向传输速率推至 64 GT/s 的新高度，而最新的 PCIe 7.0 标准更是预告了 2025 年将实现单向速率 128GT/s 的高速互连新时代。

2、PCIe 与 Nvidia NVLink 的对比

2.1 在技术架构与生态定位上，开放与封闭的技术较量：PCIe 以其开放标准促进了广泛的技术融合和不同制造商和设备间的高效通信，而 NVLink 则专为 NVIDIA GPU 打造，形成了一个封闭但优化的性能高地。

2.2 在性能指标上，灵活性和高效能各具优势：PCIe 通过其高效的传输技术实现了高速数据吞吐，而 NVLink 则以其专为 GPU 设计的互联技术，在带宽和延迟上提供了显著优势。

2.3 在应用领域上，广泛性与专业性各具特色：PCIe 的通用性使其适用于多种计算环境，而 NVLink 则专注于为 NVIDIA GPU 提供优化的高性能解决方案。

3、相关投资逻辑

当前的 PCIe 生态涵盖了广泛的硬件设备和应用领域。从图形处理单元（GPU）到高速存储解决方案，如 NVMe SSD，再到网络接口卡（NIC）以及各种加速卡与协处理器，PCIe 技术正成为现代计算不可或缺的一部分。

随着 PCIe 6.0 的推出和 PCIe 7.0 的即将到来，将继续朝着更高的传输速率、更低的功耗、更强的兼容性和互操作性方向发展。我们认为 PCIe 7.0 规范将重点关注 800G 以太网连接传输，并包括人工智能、机器学习、云计算和量子计算等内容，并加速在大型智算中心中的应用。

PCIe 相关生态包括：CPU、GPU 平台：intel、AMD、Nvidia；IP 提供商 Synopsys、Alphawave；测试仪器：keysight；PCIe 芯片厂商：博通、Microchip、TI、澜起科技等。

4、通信板块观点

当前时点，面临全球地缘政治冲突及中美科技博弈的多重不确定性情况，TMT 行业对国产替代、自主可控等政策发展具有阶段性影响，从而催化包括算力、卫星通信、鲲鹏体系等热点主题，我们近期持续推荐：

评级及分析师信息

行业评级：推荐

行业走势图



分析师：马军

邮箱：majun@hx168.com.cn

SAC NO: 51120523090003

联系电话：

分析师：宋辉

邮箱：songhui@hx168.com.cn

SAC NO: S1120519080003

联系电话：

分析师：柳珏廷

邮箱：liujt@hx168.com.cn

SAC NO: S1120520040002

联系电话：

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.cn

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

- 1) 电信运营商：中国移动、中国电信、中国联通等；
- 2) 持续推荐算力&通信基础设施
无线通信&服务器等设备商：紫光股份（华西通信&计算机联合覆盖）、中兴通讯等；
相关配套服务商：英维克（液冷）、新雷能（电源）；
算力第三方租赁：光环新网、奥飞数据、网宿科技、数据港等。
- 3) 光网络升级
光模块及光放大器：光迅科技、天孚通信、德科立、中际旭创、新易盛；
激光器受益标的：源杰科技、长光华芯。
- 4) 军工通信：海格通信（华西通信&军工联合覆盖）、烽火电子（华西通信&军工联合覆盖）、七一二等；
- 5) 工业互联：金卡智能（华西通信&机械联合覆盖）、威胜信息等；
- 6) 液晶面板：TCL 科技（华西通信&电子联合覆盖）等。

5、风险提示

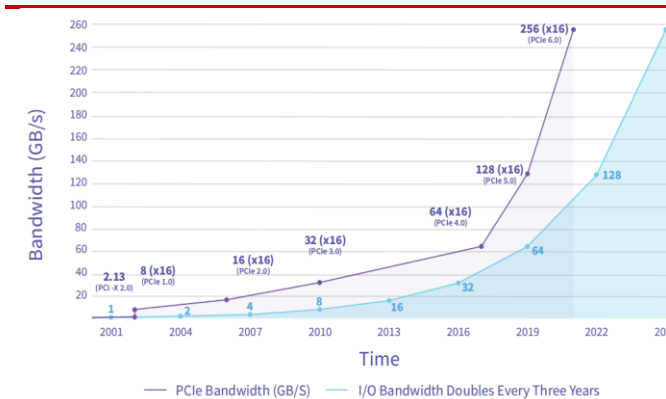
应用推广不及预期；算力需求不及预期；技术路线演进不及预期。

1. 跨越时代的高速互连：PCIe 的演进与革新

PCI 技术问世，计算机互连技术迭代提升。自 1991 年 PCI（Peripheral Component Interconnect）技术的诞生以来，计算机互连技术经历了一系列的革新。最初的 PCI 总线在 33MHz 频率下提供 132MB/s 的传输带宽，随着技术的发展，PCI 总线频率提升至 66MHz，带宽达到 264MB/s。然而，随着对更高性能的追求，PCI 总线技术逐渐暴露出速率瓶颈，特别是在服务器和工作站领域。为此，PCI-X 和 PCIe 技术相继被提出，以满足日益增长的带宽需求。

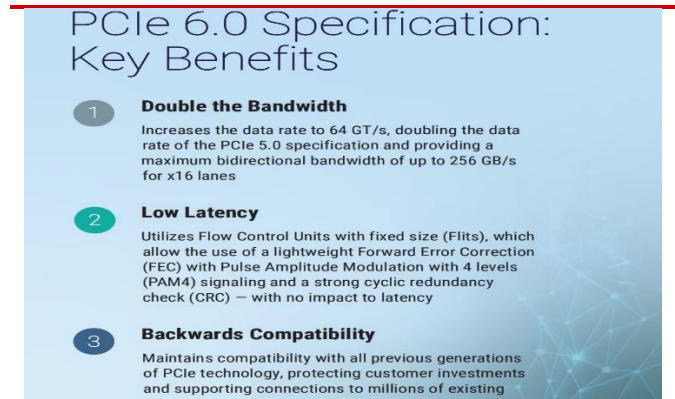
PCIe 技术诞生演进，开启高速互连新时代。2003 年，PCIe 1.0 标准推出，标志着 PCIe 时代的开始，其支持的传输速率显著提高。随后，PCIe 2.0 在 2007 年发布，进一步提升了传输速率。2010 年，PCIe 3.0 的推出，最高速率可达 8GT/s。2017 年，PCIe 4.0 标准发布，带宽最高可达 16GT/s。2019 年，PCIe 5.0 标准发布，最高传输速率达到 32GT/s。到了 2021 年，PCI-SIG 组织发布了 PCIe 6.0 标准，速率达到 64GT/s。最新的 PCIe 7.0 标准已于 2024 年公布，预计将在 2025 年正式推行，其单向速率可达 128GT/s，在 x16 双向传输模式下，速率高达 512GB/s。

图 1 PCIe 技术迭代路线图



资料来源：PCI-SIG 官网，华西证券研究所

图 2 PCIe 6.0 性能提升优势



资料来源：PCI-SIG 官网，华西证券研究所

图 3 PCIe 标准升级速率

PCIe® Speeds/Feeds - Pick Your Bandwidth					
- Flexible to meet needs from handheld/client to server/HPC ~Max Total Bandwidth = Max RX bandwidth + Max TX bandwidth 35 Permutations yielding 11 unique bandwidth profiles - Encoding overhead and header efficiency not included					
Specifications	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：PCI-SIG 官网，华西证券研究所

2. PCIe 与 Nvidia NVLink 的对比

PCIe 与 NVLink 作为当前高性能计算领域中的两种关键互连技术，各自承载着不同的技术理念和应用定位。

2.1. 在技术架构与生态定位上，开放与封闭的技术较量

PCIe 以其开放标准促进了广泛的技术融合和不同制造商和设备间的高效通信，而 **NVLink** 则专为 **NVIDIA GPU** 打造，形成了一个封闭但优化的性能高地。

PCIe: 作为业界广泛采纳的开放标准，PCIe 6.0 继承了其前代产品的通用性和互操作性，旨在实现不同制造商和设备类型之间的高效通信。其开放的架构支持广泛的硬件生态系统，允许设备间的灵活解耦和快速集成，从而推动了技术创新和市场多样性。

NVLink: NVLink 是 **NVIDIA** 为其 GPU 产品线专门设计的高速互联解决方案，形成了一个相对封闭的技术生态。这种封闭性使得 NVLink 能够针对 **NVIDIA** 的 GPU 进行深度优化，提供最大化的性能表现，但它的应用范围受限于 **NVIDIA** 的硬件平台，不具备 PCIe 的广泛兼容性。

2.2. 在性能指标上，灵活性和高效能各具优势

PCIe 通过其高效的传输技术实现了高速数据吞吐，而 **NVLink** 则以其专为 GPU 设计的互联技术，在带宽和延迟上提供了显著优势。

PCIe 的灵活性与能效优势: PCIe 6.0 提供了高达 64 GT/s 的单向传输速率，显著提高了数据吞吐量。在能效方面，PCIe 6.0 采用了先进的信号传输技术，如 PAM-4，以优化功耗和信号完整性，确保在高速传输中维持高效率和可靠性。因此，PCIe 6.0 成为轻量级工作负载和推理应用部署的理想选择，支持服务器小型化和资源的高效分配。

NVLink 的高性能定位: NVLink 专注于 GPU 间的直接通信，能够提供比 PCIe 更高的带宽和更低的延迟。这种专为 GPU 设计的互联技术在 **NVIDIA** 的封闭生态中实现了极致的性能，特别是在需要大规模并行处理和极高带宽的 AI 模型训练等高性能计算的任务中。

2.3. 在应用领域上，广泛性与专业性各具特色

PCIe 的通用性使其适用于多种计算环境，而 **NVLink** 则专注于为 **NVIDIA GPU** 提供优化的高性能解决方案。

PCIe 凭借其开放性和广泛的兼容性，适用于多种计算环境，包括数据中心、云计算平台、企业级存储解决方案、高性能网络设备等。这种灵活性使得 PCIe 能够迅速适应市场变化和技术演进。

NVLink: NVLink 主要针对 **NVIDIA GPU** 优化的应用场景，如深度学习、复杂科学计算、高级图形渲染等。

总结而言，PCIe 以其开放性和通用性在多样化的计算环境中占据重要地位，而 NVLink 则在 **NVIDIA** 的封闭生态中提供了针对特定硬件优化的高性能解决方案。两者的选择取决于对性能、兼容性和生态系统开放性的不同需求。随着技术的不断进步，PCIe 6.0 和 NVLink 都将继续在各自的领域内推动高性能计算的发展。

图 4 A100 PCIe 与 A100 SXM 各项参数对比

	A100 80GB PCIe	A100 80GB SXM
FP64	9.7 TFLOPS	
FP64 Tensor Core	19.5 TFLOPS	
FP32	19.5 TFLOPS	
Tensor Float 32 (TF32)	156 TFLOPS 312 TFLOPS*	
BFLOAT16 Tensor Core	312 TFLOPS 624 TFLOPS*	
FP16 Tensor Core	312 TFLOPS 624 TFLOPS*	
INT8 Tensor Core	624 TOPS 1248 TOPS*	
GPU 显存	80GB HBM2	80GB HBM2e
GPU 显存带宽	1935 GB/s	2039 GB/s

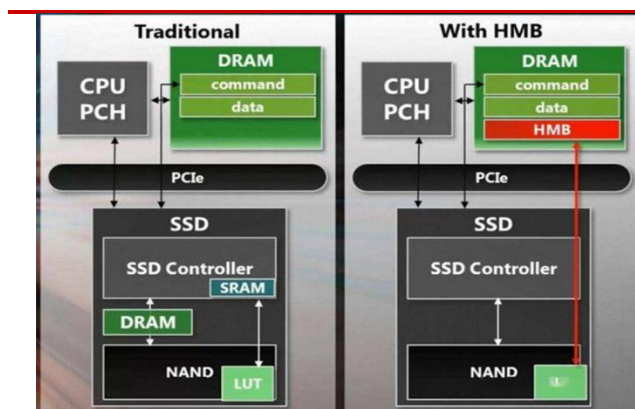
资料来源：英伟达官网，华西证券研究所

图 5 PCIe 6.0 技术在多样化市场中的应用



资料来源：PCI-SIG 官网，华西证券研究所

图 6 PCIe 的使用场景



资料来源：公众号处芯积虑，华西证券研究所

3. 相关投资逻辑

当前的 PCIe 生态涵盖了广泛的硬件设备和应用领域。从图形处理单元（GPU）到高速存储解决方案，如 NVMe SSD，再到网络接口卡（NIC）以及各种加速卡与协处理器，PCIe 技术正成为现代计算不可或缺的一部分。它不仅为专业音频与视频采集卡提供了高速的数据通道，还在科研仪器与工业控制等领域发挥着至关重要的作用。通过 PCIe 接口，这些设备能够与计算机系统无缝连接，实现高速、低延迟的数据交换和处理。

随着 PCIe 6.0 的推出和 PCIe 7.0 的即将到来，将继续朝着更高的传输速率、更低的功耗、更强的兼容性和互操作性方向发展。我们认为 PCIe 7.0 规范将重点关注 800G 以太网连接传输，并包括人工智能、机器学习、云计算和量子计算等内容，并加速在大型智算中心中的应用。

PCIe 相关生态包括：CPU、GPU 平台：intel、AMD、Nvidia；IP 提供商 Synopsys、Alphawave；测试仪器：keysight；PCIe 芯片厂商：博通、Microchip、TI、澜起科技等。

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

4. 近期通信板块观点及推荐逻辑

4.1. 整体行业观点

当前时点，面临全球地缘政治冲突及中美科技博弈的多重不确定性情况，TMT 行业对国产替代、自主可控等政策发展具有阶段性影响，从而催化包括算力、卫星通信、鲲鹏体系等热点主题，我们近期持续推荐：

1) 电信运营商：中国移动、中国电信、中国联通等；

2) 持续推荐算力&通信基础设施

无线通信&服务器等设备商：紫光股份（华西通信&计算机联合覆盖）、中兴通讯等；

相关配套服务商：英维克（液冷）、新雷能（电源）；

算力第三方租赁：光环新网、奥飞数据、网宿科技、数据港等。

3) 光网络升级

光模块及光放大器：光迅科技、天孚通信、德科立、中际旭创、新易盛；

激光器受益标的：源杰科技、长光华芯。

4) 军工通信：海格通信（华西通信&军工联合覆盖）、烽火电子（华西通信&军工联合覆盖）、七一二等；

5) 工业互联：金卡智能（华西通信&机械联合覆盖）、威胜信息等；

6) 液晶面板：TCL 科技（华西通信&电子联合覆盖）等。

4.2. 中长期产业相关受益公司

1) 设备商：中兴通讯、烽火通信、紫光股份、星网锐捷等；

2) 军工通信：新雷能、七一二、上海瀚迅、海格通信等；

3) 光通信：中天科技、亨通光电、中际旭创、天孚通信、新易盛、光迅科技等；

4) 卫星互联网：雷科防务、震有科技、康拓红外等；

5) 5G 应用层面：高鸿股份、光环新网、亿联网络、会畅通讯、东方国信、天源迪科等；

6) 其他低估值标的：平治信息、航天信息等。

5. 风险提示

应用推广不及预期；算力需求不及预期；技术路线演进不及预期。

分析师与研究助理简介

马军：华西证券通信行业首席分析师。西安交大硕士，曾就职于工信部电信研究院、华创证券、方正证券，担任过副所长，通信互联网首席分析师等职位。20年通信互联网产业政策趋势研究经验，12年证券研究经验，前瞻性与脉动性行业趋势把握到位，连续多年荣获各种行业研究奖项，2017年获得包括新财富、水晶球、金牛奖、第一财经等通信行业研究第二名。著有《科技时代新资本》等。

宋辉：3年电信运营商及互联网工作经验，6年证券研究经验，主要研究方向电信运营商、电信设备商、5G产业、光通信等领域。

柳珏廷：理学硕士，5年证券研究经验，主要关注云和5G相关产业链研究。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资 评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

华西证券免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。