

2024年12月29日

半导体

行业分析

AI需求推动运力持续增长，互联方案重要性显著提升

投资要点

◆ AI需求推动运力持续增长，互联方案重要性显著提升

AI相关应用的快速发展推动“算力”和“存力”需求快速增长的同时，对“运力”也提出更高需求。AI计算集群互联通信能力系统性的构建主要包括裸片间互连、片间互联和机间互联三大方面。目前常见的片间互联方案包括PCIe、NVLink、CXL、GPUDirect、RDMA等。PCIe作为CPU和GPU之间的数据传输方案，经过数次迭代，已达到近百GB的数据传输速率，同时具有较强的可拓展性。然而，这依然无法满足高速数据带宽的需求。除此之外，由于GPU连接数量的增加，GPU之间的通信技术如GPU Direct、NVLink和RDMA等技术被大量应用。NVLink的出现一定程度上解决了PCIe带宽和传输瓶颈的问题。GPUDirect、RDMA和InfiniBand通常在分布式系统和多GPU集群中有大量的应用。CXL具有更好的灵活性和可扩展性，能支持不同设备之间的混合连接。

◆ 互联技术加速迭代，刺激运力芯片需求

1) PCIe Retimer芯片：该芯片可有效提升PCIe信号的完整性，增加高速信号的有效传输距离。到PCIe 5.0时代，PCIe Retimer芯片已成为行业主流解决方案。一台典型配置8块GPU的主流AI服务器需要8颗或16颗PCIe Retimer芯片。未来，PCIe Retimer芯片的市场空间将随着GPU需求量的增加而持续扩大。2) CXL MXC芯片：该芯片是基于CXL协议的高带宽大容量内存扩展模组的核心芯片，主要应用于内存扩展及内存池化领域，可大幅扩展内存容量和带宽，满足高算、AI等数据密集型应用日益增长的需求。3) MRCD/MDB芯片：MRDIMM可满足AI及大数据应用对更高带宽内存的需求。MRCD、MDB芯片是MRDIMM的核心逻辑器件，每个MRDIMM模组需要搭配1颗MRCD芯片及10颗MDB芯片。随着MRDIMM未来渗透率的提升，将带动MRCD/MDB（特别是MDB）芯片需求大幅增长。

◆ 建议关注：澜起科技、盛科通信、裕太微等运力产业链公司

◆ 风险提示：下游需求复苏低于预期，算力基础设施建设进度低于预期，相关厂商研发进程不及预期，系统性风险等。

投资评级

领先大市(维持)

一年行业表现



资料来源：聚源

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	3.67	37.98	15.12
绝对收益	6.48	45.47	31.71

分析师

孙远峰

 SAC执业证书编号：S0910522120001
 sunyuanfeng@huajinsec.cn

分析师

王海维

 SAC执业证书编号：S0910523020005
 wanghaiwei@huajinsec.cn

报告联系人

吴家欢

wujiahuan@huajinsec.cn

相关报告

华海清科：收购芯崙公司剩余股权，加速布局离子注入机-华金证券-电子-华海清科-公司快报 2024.12.25

半导体：SEMI上调全球芯片设备销售额预期，国产厂商多措并举持续注入增长动能-华金证券-电子-半导体设备-行业快报 2024.12.23

江丰电子：北京睿昇并表，半导体精密零部件业务加快发展-华金证券-电子-江丰电子-公司快报 2024.12.15

半导体：存储价格跟踪：现货市场整体维持平淡，部分低容量嵌入式产品价格上涨-华金证券-电子-存储-行业分析 2024.12.10

半导体：HBM加速迭代叠加美国限制出口，国产自主可控重要性日益凸显-华金证券-电子-HBM-行业快报 2024.12.5



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

内容目录

一、AI 需求推动运力持续增长，互联方案重要性显著提升	4
二、互联技术加速迭代，刺激运力芯片需求	7
1、PCIe Retimer 芯片	7
2、CXL MXC 芯片	12
3、MRCD/MDB 芯片	15
4、NVLink 传输	17
5、以太网	18
三、建议关注	21
1、澜起科技	21
2、盛科通信	23
3、裕太微	24
四、风险提示	25

图表目录

图 1：英特尔至强 6 性能核处理器着重强调了运力相关内容	4
图 2：数据中心各层级互联通信	5
图 3：Scale-up VS Scale-out	5
图 4：Grand Teton AI 服务器中广泛应用 PCIe 进行 CPU、GPU 之间的高速互连	7
图 5：澜起科技的 Retimer 芯片典型应用场景	9
图 6：服务器 AIC 卡中 Retimer 具体应用	10
图 7：高性能服务器主板中 Retimer 具体应用	10
图 8：GPU 服务器中 Retimer 具体应用	11
图 9：Astera Labs 的 AI 服务器基板解决方案中 8 颗 GPU 配备了 8 颗 Retimer 芯片	11
图 10：合见工软高性能 IP 产品总览	12
图 11：华为、英伟达、AMD、英特尔、三星、谷歌等大厂均已加入 CXL 联盟	13
图 12：CXL 技术典型应用	14
图 13：MXC 芯片主要应用于内存扩展及内存池化领域	14
图 14：MXC 芯片目前主要的两种产品应用形态之一：EDSFF 模组	15
图 15：MXC 芯片目前主要的两种产品应用形态之一：AIC（Add In Card）连接标准 DDR5/4 内存模组	15
图 16：英特尔至强 6 性能核处理器全新引入速率高达 8800MT/s 的 MRDIMM	16
图 17：MRDIMM 内存工作原理	16
图 18：每个 MRDIMM 模组需要搭配 1 颗 MRCD 芯片及 10 颗 MDB 芯片	17
图 19：英伟达 DGX H100 服务器架构	18
图 20：以太网五大应用	19
图 21：以太网技术发展路线图	20
图 22：以太网几乎覆盖所有层级的网络需求	20
图 23：以太网交换芯片在以太网交换设备中的具体应用	21
图 24：澜起科技在 AI 时代的战略布局	22
图 25：澜起科技津逮®服务器平台产品线相关产品	23
图 26：基于公司 CTC8180（TsingMa.MX）的交换机结构图	24
图 27：公司针对不同网络传输速度的以太网芯片布局情况	24

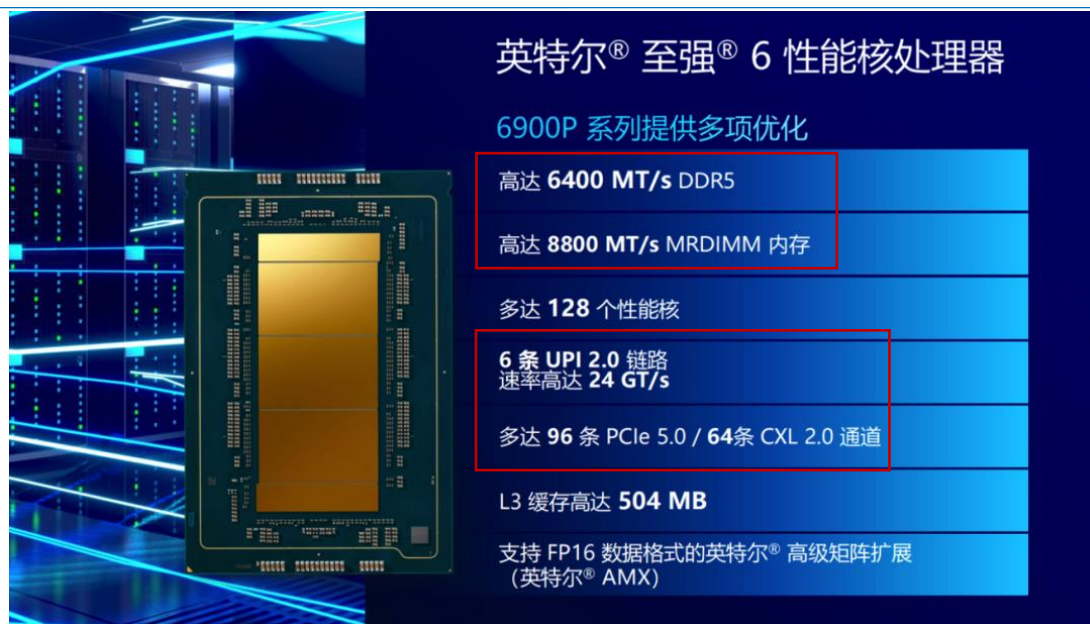
表 1: 不同传输技术使用情况对比	6
表 2: 各个版本的 PCIe 传输速度表	7
表 3: PCIe 迭代升级的同时插损预算不断提升、信号传输距离不断缩短	8
表 4: 选用低损 PCB 的方案会带来较大的成本增加	8
表 5: Retimer 基本工作流程	8
表 6: CXL 技术优势	12
表 7: 不同版本 NVLink 传输速度	17
表 8: 以太网五大应用具体内容	19

一、AI 需求推动运力持续增长，互联方案重要性显著提升

AI 相关应用的快速发展正推动“算力”和“存力”需求快速增长，系统需要更高、更强的算力以及带宽更高、容量更大的内存。在“算力”和“存力”增长的同时，对“运力”也提出更高需求。

“运力”是指在计算和存储之间搬运数据的能力。在 AI 大模型业务场景下，模型参数需要通过高速互联网络在不同的服务器间、卡间进行同步交互，且随着模型参数规模的增长，传输数据量持续增长，需要更加高速、实时、可靠的算内网络支持。AI 需求正推动运力持续提升。

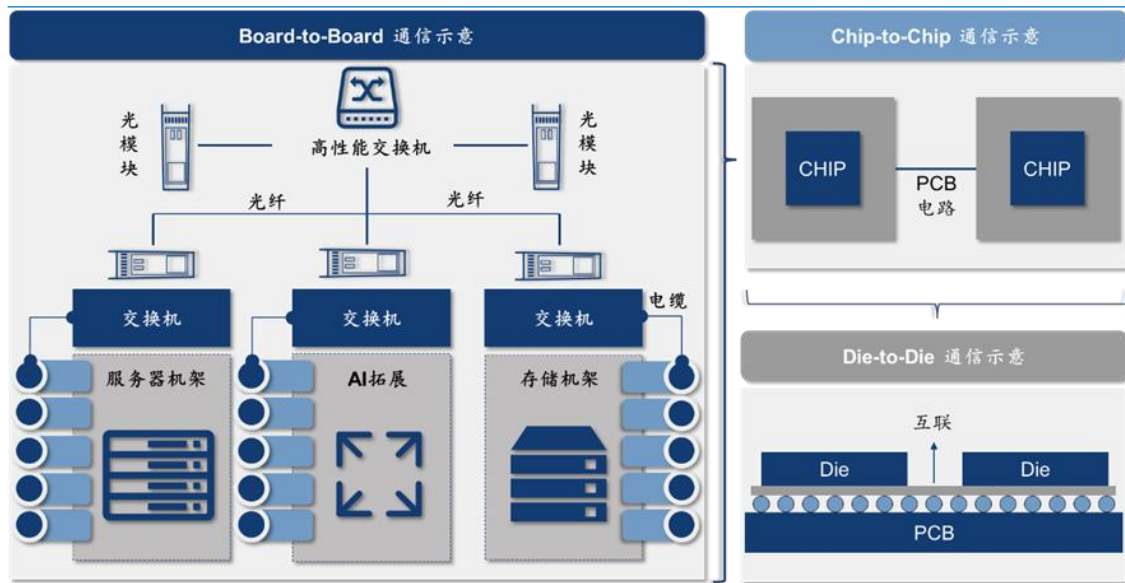
图 1：英特尔至强 6 性能核处理器着重强调了运力相关内容



资料来源：Intel，华金证券研究所

AI 计算集群的互联通信能力由内到外可分为三大层级：1) Die-to-Die（裸片间）互联：发生在芯片封装内，实现芯片内部不同功能模块间的数据交换；2) Chip-to-Chip（片间）互联：实现服务器内部，主板上不同芯片间（如 CPU-GPU, GPU-GPU）的数据通信；3) Board-to-Board（机间）互联：在服务器外部的通信，实现服务器-交换机、交换机-交换机之间的数据传输，并层层叠加形成数据中心集群的组网架构。

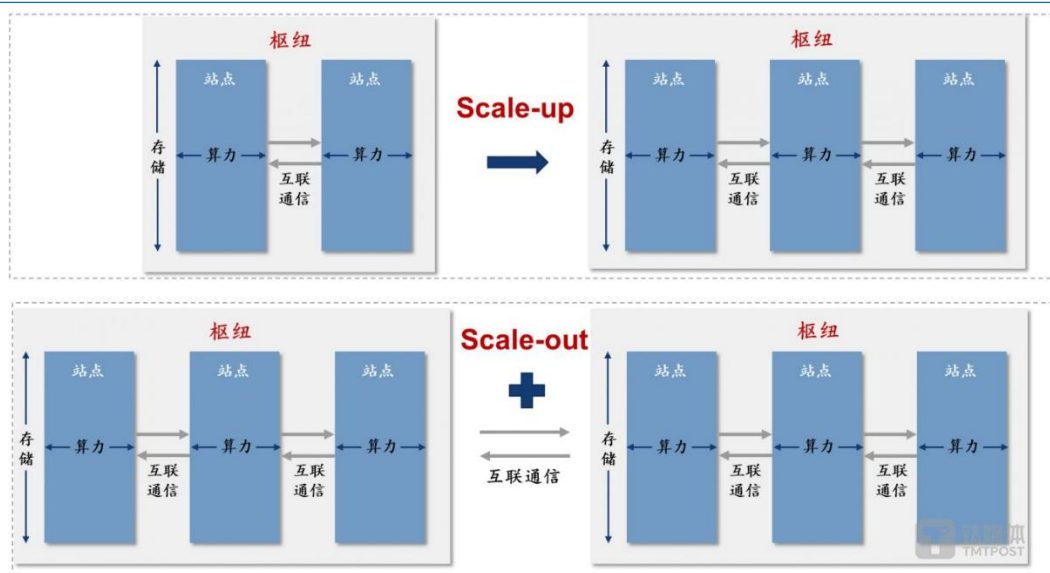
图 2：数据中心各层级互联通信



资料来源：CMC 资本，华金证券研究所

数据中心性能提升方式主要有两种：1) **Scale-up** (向上/垂直扩展)：通过增加单个系统的资源（如芯片算力、存力）以提升性能，即让一个单一的系统变得更加强大；英伟达通过集成 36 颗 GB200x 芯片推出的 DGX GB200 系统。2) **Scale-out** (横向/水平扩展)：通过增加更多的相同或相似配置的系统来分散工作负载，即添加更多的独立系统来共同完成任务；如英伟达 DGX SuperPOD，可集成至少 8 个甚至更多 DGX GB200 系统，并通过不断的拓展来实现数万颗 GB200 芯片的聚集。

图 3：Scale-up VS Scale-out



资料来源：CMC 资本，华金证券研究所

PCIe 作为 CPU 和 GPU 之间的数据传输方案，经过数次迭代，已达到近百 GB 的数据传输速率，同时具有较强的可拓展性。然而，这依然无法满足高速数据带宽的需求。除此之外，由于

GPU 连接数量的增加，GPU 之间的通信技术如 GPU Direct、NVLink 和 RDMA 等技术被大量应用。NVLink 的出现在一定程度上解决了 PCIe 带宽和传输瓶颈的问题，但是在较低速的连接需求中，PCIe 依然是一种适合的解决方案。GPUDirect、RDMA 和 InfiniBand 通常在分布式系统和多 GPU 集群中有大量的应用。CXL 具有更好的灵活性和可扩展性，能支持不同设备之间的混合连接。

表 1：不同传输技术使用情况对比

互联类型	互联方案	技术拓展（实现）	功能描述	优势
单 GPU 卡	PCIe	无	高速串行点对点双通道高带宽传输	能支持多种不同类型硬件设备可扩展性强
	CXL	CXL memory	支持多种平台的新型高速互联技术	能将不同计算设备和内存直连且扩展性高
多 GPU 卡	GPUDirect	GPUDirectStorage	允许 GPU 直接访问存储设备	无需将数据复制到 CPU 的内存中直接访问
		GPUDirect P2P	将数据从源 GPU 复制到同一节点的另一个 GPU 不需要数据暂存	无需 CPU 的参与而直接进行数据访问
		GPUDirect RDMA	GPUDirect 技术和 RDMA 技术结合,允许 GPU 直接访 RDMA 的数据	直接在 GPU 和 RDMA 网络设备进行数据传输和通信，显著降低了延迟
	NVSwitch	无	实现了单服务器 8 个 GPU 的全连接	扩展了 NVLink 在 GPU 连接数量上的限制
	NVLink	无	连接多个 GPU 之间或 GPU 与其他设备	解决了 PCIe 相对较低的传输带宽问题
	RDMA	InfiniBand (IB)	通过 RDMA 操作节点之间的高速直接内存访问和数据传输	通过原生 RDMA 支持来快速访问内存和进行高效的数据传输
		RoCE	标准以太网上实现的 RDMA 技术	实现 RDMA 功能来访问远程主机中的数据
		iWAPP	基于 TPC/IP 协议的 RDMA 实现	实现 RDMA 功能来高速访问数据

资料来源：《GPU 数据库实现技术发展演进》（刘鹏等人），华金证券研究所

二、互联技术加速迭代，刺激运力芯片需求

1、PCIe Retimer 芯片

PCIe 协议是一种高速串行计算机扩展总线标准，自 2003 年诞生以来，PCIe 互连技术发展迅速，传输速率基本上实现了每 3-4 年翻倍增长，并保持良好的向后兼容特性。PCIe 协议已由 PCIe 4.0 发展为 PCIe 5.0，传输速率已从 16GT/s 提升到 32GT/s，到 PCIe 6.0，传输速率将进一步提升到 64GT/s。

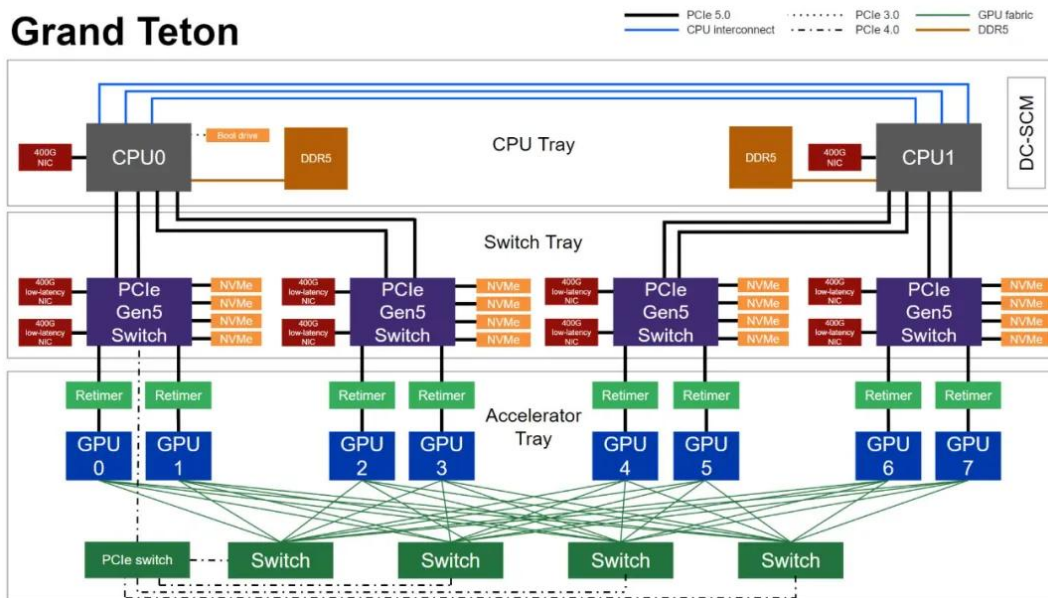
表 2：各个版本的 PCIe 传输速度表

PCIe 版本	时间	传输速率 (GT/s)	带宽				
			单通道 (MB/s)	双通道 (GB/s)	四通道 (GB/s)	八通道 (GB/s)	十六通道 (GB/s)
1	2003	2.5	250.0	0.50	1.000	2.000	4.000
2	2007	5.5	500.0	1.00	2.000	4.000	8.000
3	2010	8.0	984.6	1.97	3.938	7.877	15.754
4	2017	16.0	1969.0	3.94	7.877	15.754	31.508
5	2019	32.0	3938.0	7.88	15.754	31.508	63.015
6	2021	64.0	7877.0	15.75	30.250	60.500	121.000

资料来源：《GPU 数据库实现技术发展演进》（刘鹏等人），华金证券研究所

PCIe 作为最常见的高速互连标准之一，被广泛用于 CPU、GPU 之间的高速互连。随着 PCIe 协议传输速率的快速提升，并依托于强大的生态系统，平台厂商、芯片厂商、终端设备厂商和测试设备厂商的深入合作，PCIe 已成为主流互连接口，全面覆盖了包括 PC 机、服务器、存储系统、手持计算等各种计算平台，有效服务云计算、企业级计算、高性能计算、人工智能和物联网等应用场景。

图 4：Grand Teton AI 服务器中广泛应用 PCIe 进行 CPU、GPU 之间的高速互连



资料来源：前沿技术，华金证券研究所

然而，一方面随着应用不断发展推动着 PCIe 标准迭代更新，速度不断翻倍，另一方面由于服务器的物理尺寸受限于工业标准并没有很大的变化，导致整个链路的插损预算从 PCIe3.0 时代的 22dB 增加到了 PCIe 4.0 时代的 28dB，并进一步增长到了 PCIe 5.0 时代的 36dB。

表 3: PCIe 迭代升级的同时插损预算不断提升、信号传输距离不断缩短

Enhanced FR4	Total loss budget	CPU PKG loss budget	EP PKG loss budget	PCB+Conn loss budget	MB trace length possible
Gen-3 (8 Gbps)	22 dB	3.5 dB	2 dB	17 dB	17~35 in
Gen-4 (16 Gbps)	28 dB	5 dB	3 dB	20 dB	8 in
Gen-5 (32 Gbps)	36 dB	9 dB	4 dB	23 dB	4 in

资料来源: Astera Labs, 华金证券研究所

如何解决 PCIe 信号链路的插损问题、提高 PCIe 信号传输距离是业界面临的重要问题。一种思路是选用低损 PCB，但价格高昂，仅是主板就可能会带来较大的成本增加，且并不能有效覆盖多连接器应用场景。

表 4: 选用低损 PCB 的方案会带来较大的成本增加

	Upgrade Option 1	Upgrade Option 2	Upgrade Option 3
PCB Material	Megtron-4	Megtron-6	Megtron-7
Additional PCB Cost (relative to Megtron-2)	10~20 美元	100~175 美元	180~325 美元
Trace length Possible (Gen-4)	11 in	16 in	20 in
Trace length Possible (Gen-5)	5 in	7 in	10 in

资料来源: Astera Labs, 华金证券研究所

另一种思路是引入适当的链路扩展器件如 Retimer。PCIe Retimer 芯片采用模拟信号和数字信号调理技术、重定时技术，来补偿信道损耗并消除各种抖动的影响，从而提升 PCIe 信号的完整性，增加高速信号的有效传输距离。

表 5: Retimer 基本工作流程

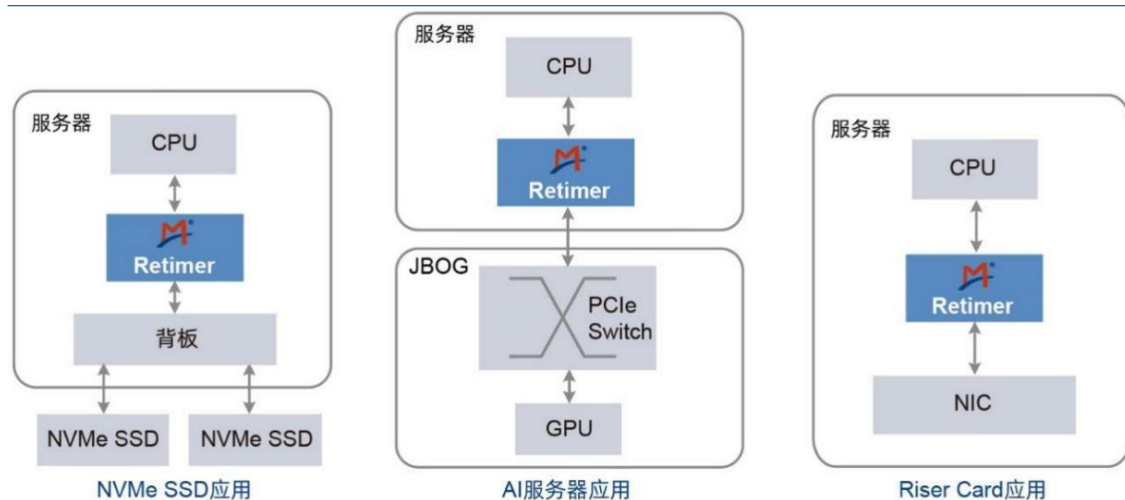
工作流程	具体内容
信号检测	Retimer 会对接收到的信号进行检测，评估信号的质量和完整性。
信号处理	Retimer 会对信号进行处理，包括去除噪声、补偿信号失真等操作，确保信号的清晰度。
信号再生	Retimer 会根据需要重新生成信号，然后将其发送到下一个节点。
透明传输	Retimer 的操作在整个过程中，对于用户来说是透明的，不会影响数据的完整性和一致性。

资料来源: 电科星拓, 华金证券研究所

PCIe Retimer 芯片是适用于 PCIe 高速数据传输协议的超高速时序整合芯片。PCIe Retimer 芯片作为 PCIe 协议升级迭代背景下新的芯片需求，其主要解决数据中心、服务器通过 PCIe 协议在数据高速、远距离传输时，信号时序不齐、损耗大、完整性差等问题。相比于市场其他技术方案，现阶段 Retimer 芯片的解决方案在性能、标准化和生态系统支持等方面具有一定的比较优势，未来根据系统配置，Retimer 芯片可灵活地切换 PCIe 或 CXL 模式，更受用户青睐。

随着传输速率从 PCIe 4.0 的 16GT/s 到 PCIe 5.0 的 32GT/S，再次实现翻倍，Retimer 芯片技术路径的优势更加明显。根据目前行业发展趋势，到 PCIe 5.0 时代，PCIe Retimer 芯片已成为行业主流解决方案。

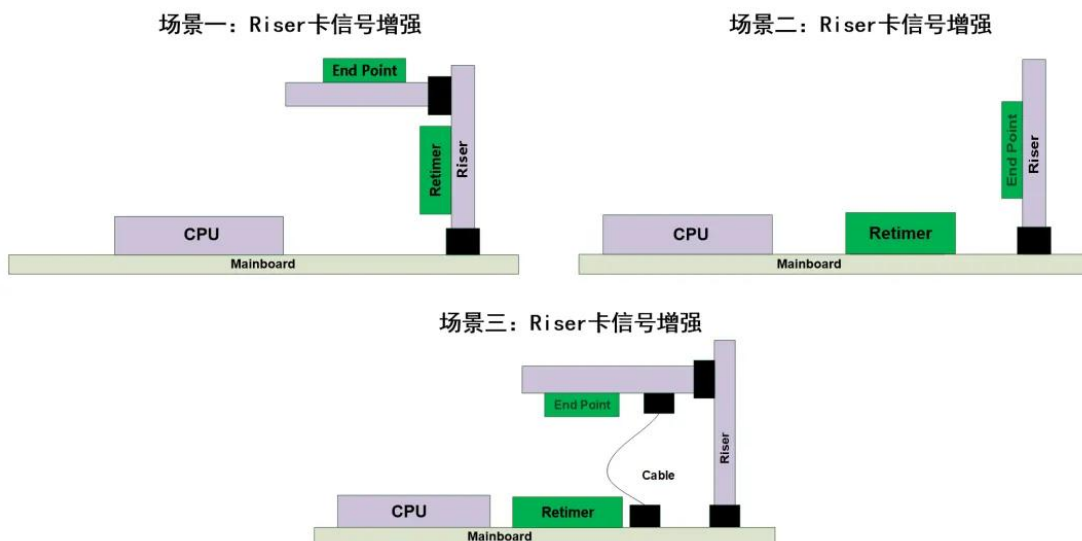
图 5：澜起科技的 Retimer 芯片典型应用场景



资料来源：澜起科技，华金证券研究所

服务器 AIC 卡：AIC 卡作为扩展卡，通常负责处理额外的计算任务，如 AI 加速、网络加速等。由于其需要与服务器主板进行高速数据交换，因此信号质量和传输效率直接影响到整个系统的性能。Retimer 能够在高速信号链路中重新定时信号，消除信号反射和噪声的影响，从而确保数据在传输过程中的完整性和一致性。特别是在需要长距离传输的场合下，Retimer 的作用更为明显，能显著降低误码率，提高系统可靠性。

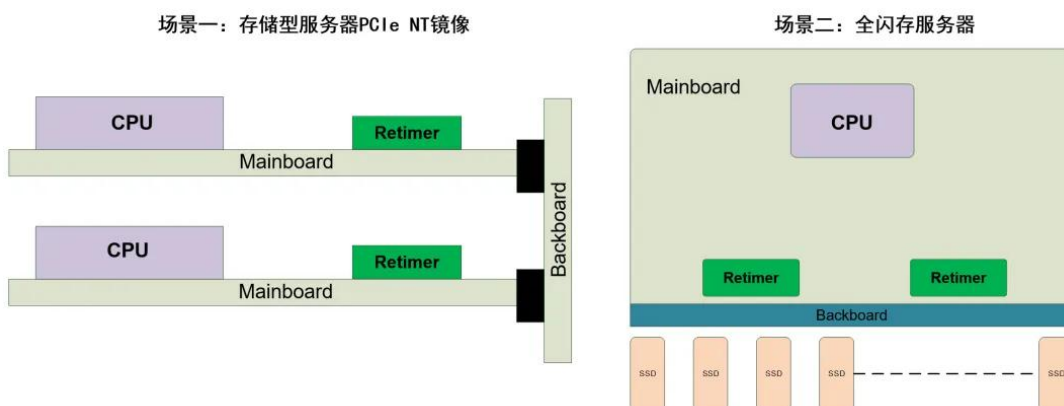
图 6：服务器 AIC 卡中 Retimer 具体应用



资料来源：电科星拓，华金证券研究所

高性能服务器主板：随着服务器核心数量的增加及带宽需求的增长，主板上的信号走线愈发复杂，给信号传输带来巨大压力。通过集成 Retimer 芯片，主板可在信号传输路径的关键节点上进行信号再生，补偿信号损失，维持信号强度，进而保障服务器内部各组件之间高效协同工作。

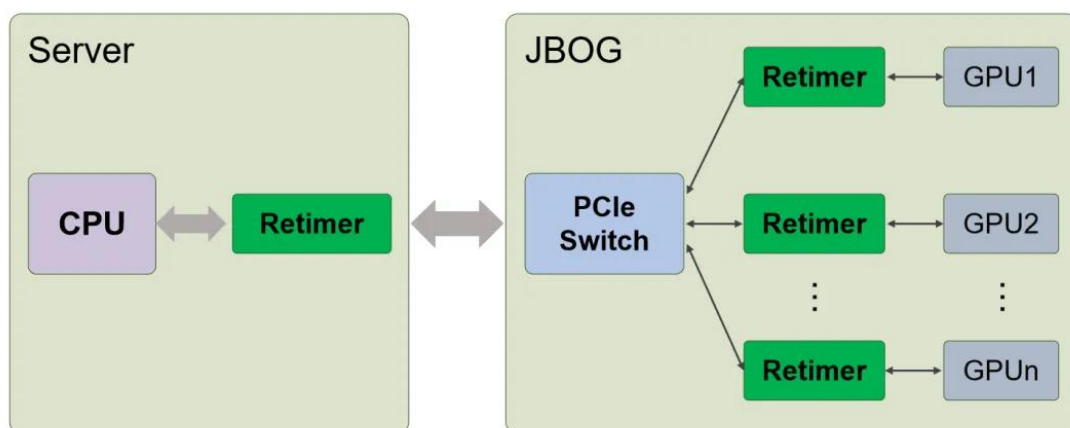
图 7：高性能服务器主板中 Retimer 具体应用



资料来源：电科星拓，华金证券研究所

GPU 服务器：GPU 服务器通常配置有多块高性能显卡，以支持复杂的图形渲染、机器学习等计算密集型任务。在此类应用环境中，Retimer 不仅可使 GPU 与 CPU 之间的高速数据传输更加稳定，还能有效延长 GPU 服务器的有效工作距离，使其在大规模分布式计算集群中发挥更大效能。

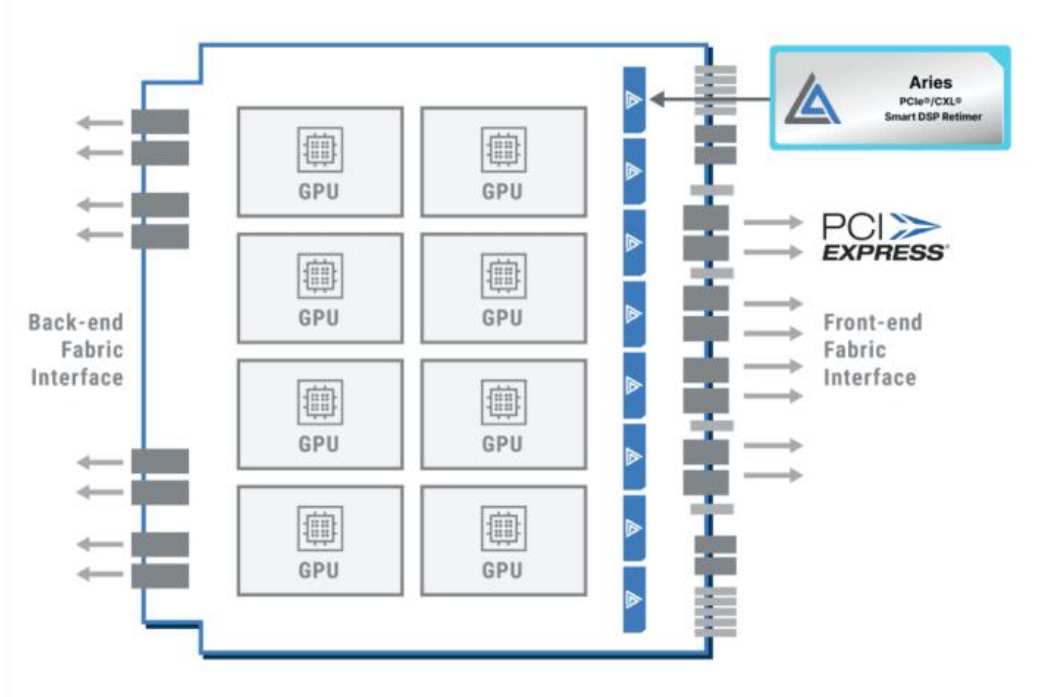
图 8: GPU 服务器中 Retimer 具体应用



资料来源：电科星拓，华金证券研究所

AI 时代，随着 AI 服务器需求的快速增长，PCIe Retimer 芯片的重要性愈加凸显。目前，一台典型配置 8 块 GPU 的主流 AI 服务器需要 8 颗或 16 颗 PCIe Retimer 芯片。未来，PCIe Retimer 芯片的市场空间将随着 GPU 需求量的增加而持续扩大。

图 9: Astera Labs 的 AI 服务器基板解决方案中 8 颗 GPU 配备了 8 颗 Retimer 芯片



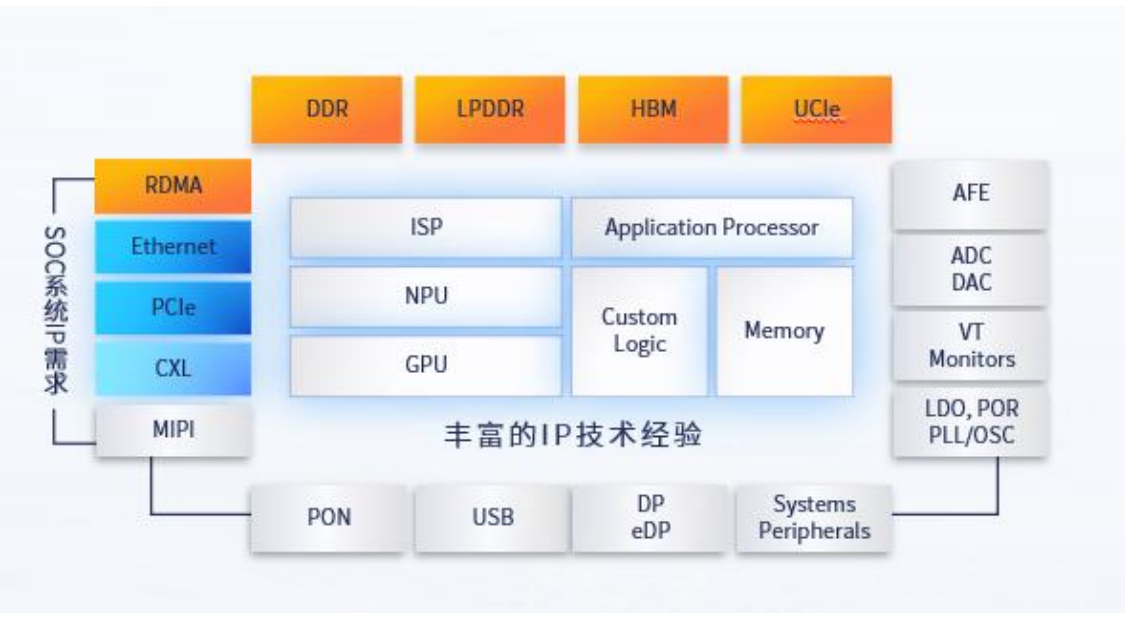
资料来源：Astera Labs，华金证券研究所

合见工软是国内首家可为数字大芯片设计提供“EDA+IP+系统级”联合解决方案的供应商，现已推出多款高可靠性、高性能的网络 IP、存储 IP 及 D2D 接口 IP 解决方案等，包括：针对芯粒集成的关键标准 UCle 解决方案 UniVista UCle IP；面对存储接口，推出全国产 Memory 接口 UniVista HBM3/E IP、UniVista DDR5 IP、UniVista LPDDR5 IP；为助力智算万卡集群，推出智

算网络 IP 解决方案 UniVista RDMA IP；面向网络接口，推出以太网、灵活以太网、Interlaken 等多种高速互联接口控制器 UniVista Ethernet Controller IP；以及推出全国产 PCIe Gen5 完整解决方案等。

合见工软股东包括澜起科技、卓胜微、韦豪创芯（韦尔股份旗下）、联发科、华勤技术等大厂。

图 10：合见工软高性能 IP 产品总览



资料来源：合见工软，华金证券研究所

2、CXL MXC 芯片

CXL（Compute Express Link）技术作为新型的高速互联技术，允许在计算机系统内部的不同组件之间进行快速、可靠的数据传输。此外，它还支持内存共享和虚拟化，使设备之间的协作更加紧密和高效。随着人工智能蓬勃发展，对支持快速接口和易扩展性的内存平台的需求愈发显著，而基于 CXL 的新型 DRAM 模块可能是未来人工智能时代中最具前景的内存解决方案之一。

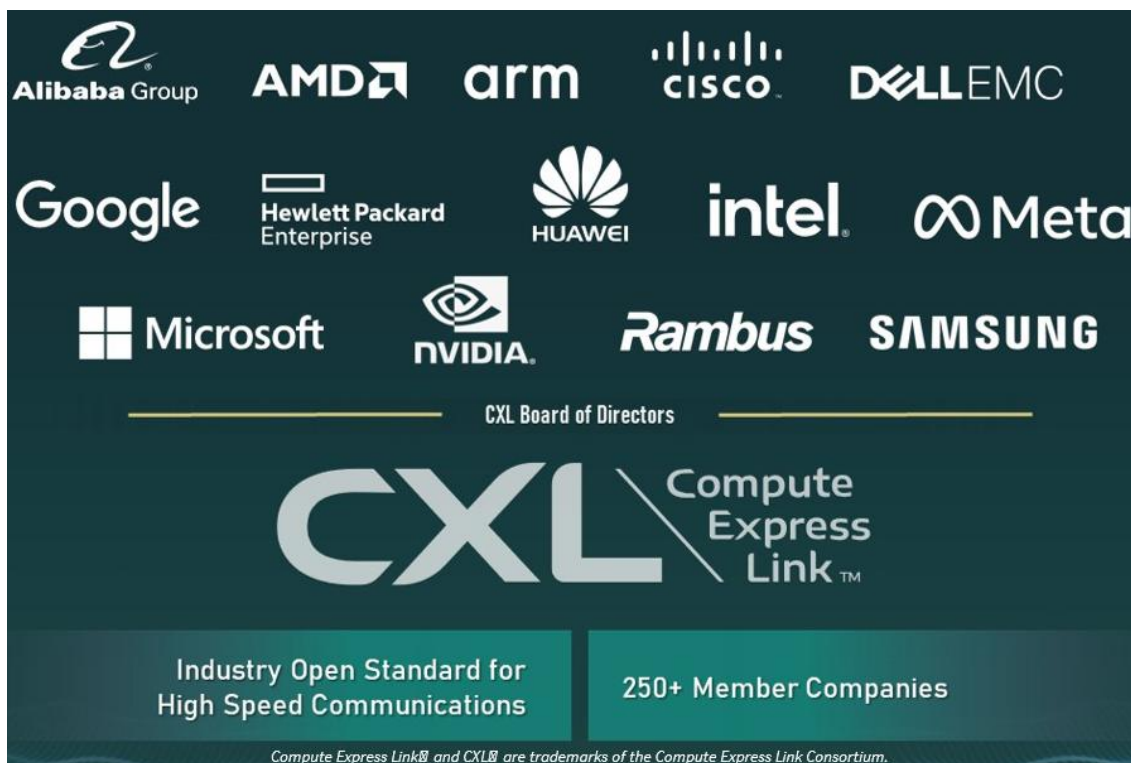
表 6：CXL 技术优势

优势	具体内容
更快的数据传输速度	CXL 技术可以实现高达 25 GB/s 的数据传输速度,比目前常用的 PCIe4.0 技术还要快。
更低的延迟	CXL 技术可以将 CPU、GPU、FPGA 等计算设备与内存直接连接,避免了传统的 I/O 总线带来的时延,从而实现更低的延迟,提高了计算效率。
更高的能效	CXL 技术支持在多台计算设备之间共享内存,降低了内存冗余,提高了能效.此外, CXL 技术还支持内存虚拟化,可以根据应用负载动态分配内存资源,进一步提高了系统能效。
更强的可扩展性	CXL 技术可以支持内存扩展,允许在不停机的情况下添加更多的内存容量,从而增加系统的可扩展性,为未来的应用需求做好准备。

资料来源：电科星拓，华金证券研究所

自 2019 年英特尔将 CXL 技术从公司内部转移到行业联盟并首次公开讨论该技术，CXL 技术正式进入公众视野，并开始了其标准化和推广的过程。经过数年的发展，目前 CXL 的生态已经初步形成。华为、英伟达、AMD、英特尔、三星、谷歌等大厂均已加入 CXL 联盟。根据 Yole 数据，全球 CXL 市场规模预计在 2028 年达到 150 亿美元。

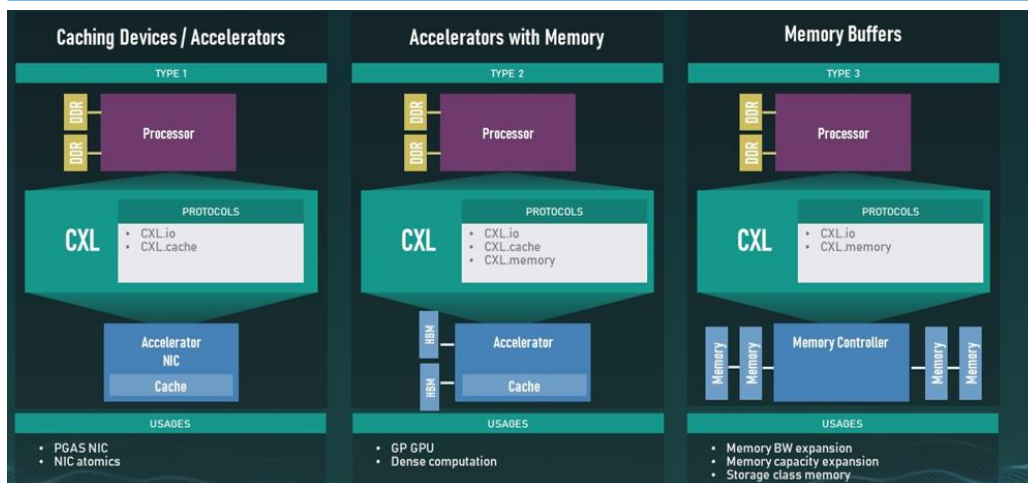
图 11：华为、英伟达、AMD、英特尔、三星、谷歌等大厂均已加入 CXL 联盟



资料来源：OCP Global Summit，华金证券研究所

在处理器互联方面，CXL 技术可以实现不同厂商的处理器之间的互联，提高系统的整体性能和灵活性。Yole 在 2023 年 10 月的预测中指出，尽管目前只有不到 10% 的 CPU 与 CXL 标准兼容，但预计到 2027 年，所有 CPU 都将被设计为支持 CXL 接口，这将进一步推动 CXL 市场的发展。

图 12: CXL 技术典型应用

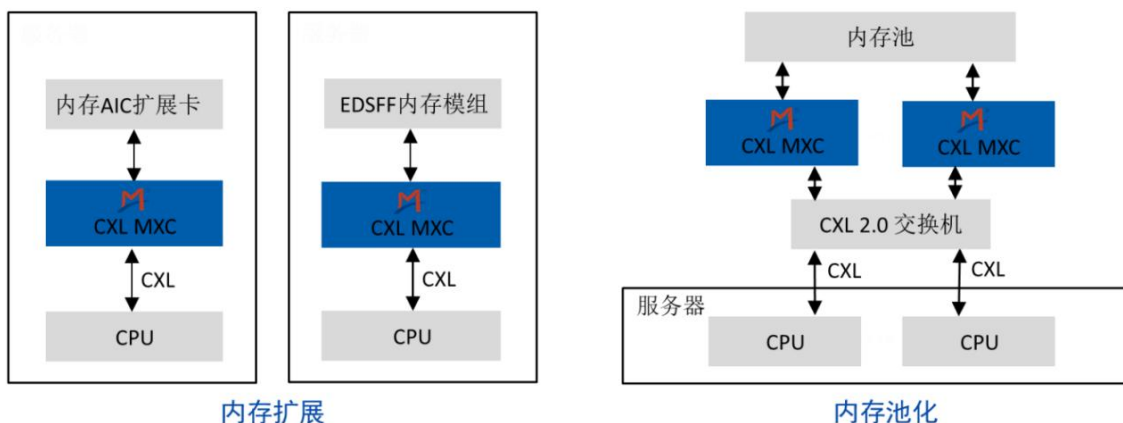


资料来源: OCP Global Summit, 华金证券研究所

MXC, 即 **Memory Expander Controller** 的缩写, 中文名称为内存扩展控制器, 是基于 **CXL** 协议的高带宽大容量内存扩展模组的核心芯片。该芯片支持 **JEDEC DDR4** 和 **DDR5** 标准, 同时符合 **CXL 2.0** 规范, 支持 **PCIe 5.0** 传输速率。该芯片可为 **CPU** 及基于 **CXL** 协议的设备提供高带宽、低延迟的高速互连解决方案, 实现 **CPU** 与各 **CXL** 设备间的内存共享, 在大幅提升系统性能的同时, 显著降低软件堆栈复杂性和数据中心总体拥有成本 (**TCO**)。

MXC 芯片主要应用于内存扩展及内存池化领域, 为内存 **AIC** 扩展卡、背板及 **EDSFF** 内存模组而设计, 可大幅扩展内存容量和带宽, 满足高性能计算、人工智能等数据密集型应用日益增长的需求。

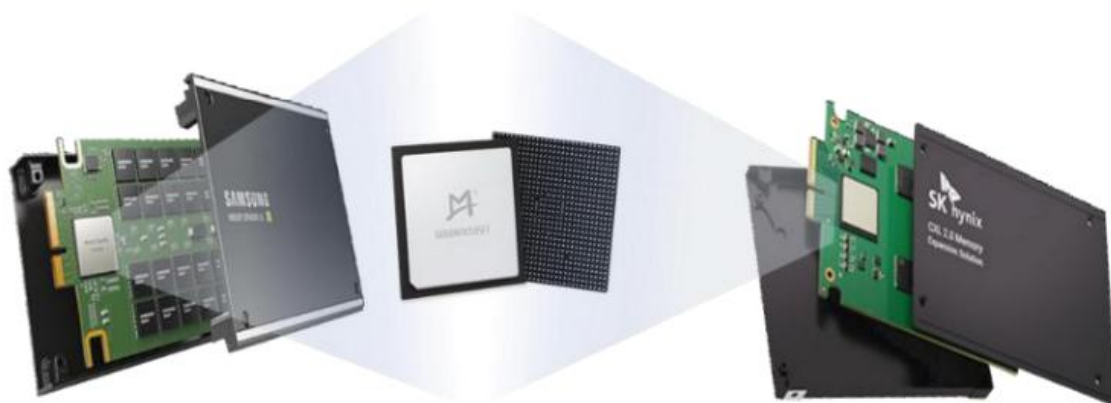
图 13: MXC 芯片主要应用于内存扩展及内存池化领域



资料来源: 澜起科技, 华金证券研究所

MXC 芯片目前的产品应用形态主要有两种: **EDSFF** 模组、**AIC** (Add In Card) 连接标准 **DDR5/4** 内存模组。

图 14: MXC 芯片目前主要的两种产品应用形态之一: EDSFF 模组



资料来源: 澜起科技, 华金证券研究所

图 15: MXC 芯片目前主要的两种产品应用形态之一: AIC (Add In Card) 连接标准 DDR5/4 内存模组

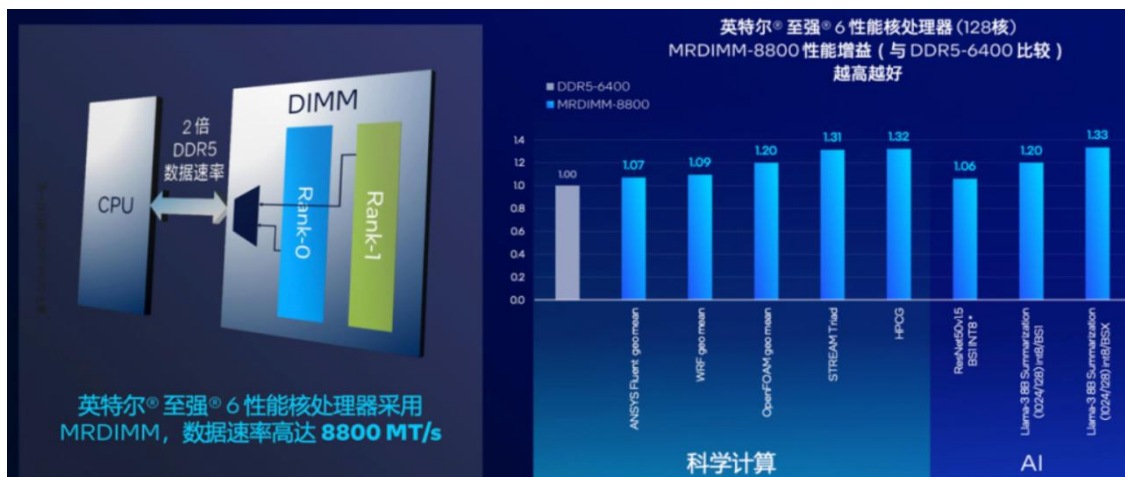


资料来源: 澜起科技, 华金证券研究所

3、MRCD/MDB 芯片

AI 及大数据应用的发展以及相关技术的演进推动服务器 CPU 的内核数量快速增加,迫切需
要大幅提高内存系统的带宽,以满足多核 CPU 中各个内核的数据吞吐要求,MRDIMM 正是基于
这种应用需求而生。MRDIMM 是一种更高带宽的内存模组,其特点和优势在于:(1)使用的是
常规的 DRAM 颗粒;(2)与现有 DDR5 生态系统有良好的适配性;(3)可以大幅提升内存模组
的带宽。英特尔至强 6 性能核处理器全新引入速率高达 8800MT/s 的 MRDIMM,相比 DDR5
(6400MT/s),在科学计算和 AI 场景等多项任务中的性能提升 7%-33%。

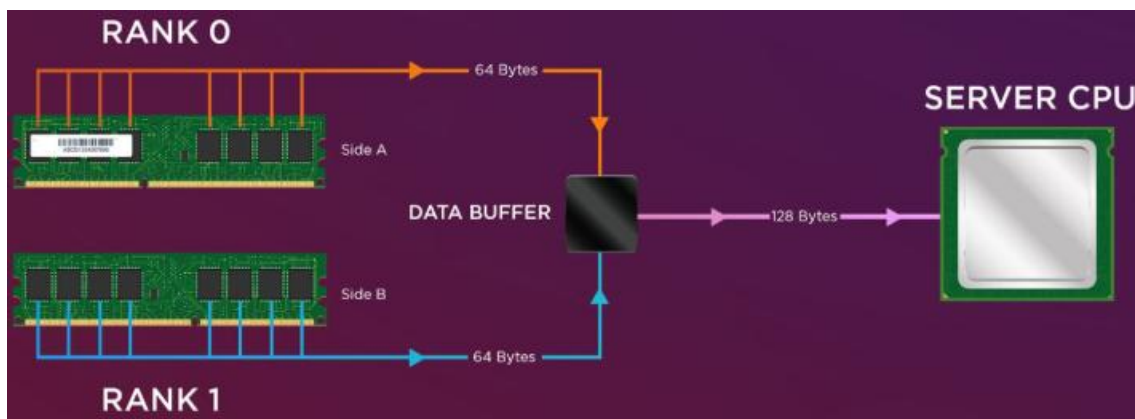
图 16：英特尔至强 6 性能核处理器全新引入速率高达 8800MT/s 的 MRDIMM



资料来源：Intel，华金证券研究所

MRCD、MDB 芯片是服务器高带宽内存模组 MRDIMM 的核心逻辑器件。MRDIMM 工作原理为：MDB 芯片用来缓冲来自内存控制器或 DRAM 内存颗粒的数据信号，在标准速率下，通过 MDB 芯片可以同时访问两个 DRAM 内存阵列（RDIMM 只能访问一个阵列），从而实现双倍的带宽。MRCD 用来缓冲来自内存控制器的地址、命令、时钟、控制信号。

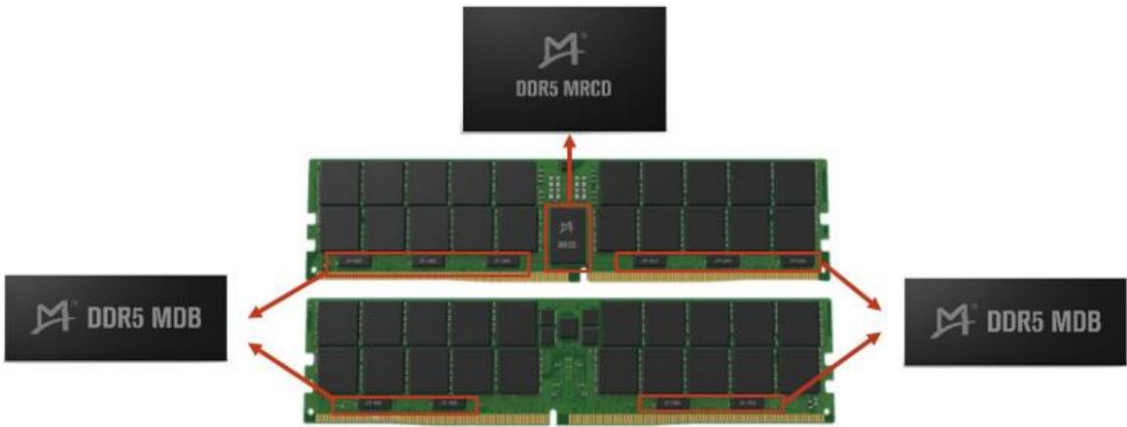
图 17：MRDIMM 内存工作原理



资料来源：HARDWARE UPGRADE，华金证券研究所

每个 MRDIMM 模组需要搭配 1 颗 MRCD 芯片及 10 颗 MDB 芯片。随着企业对高性能内存的需求日益增加，MRDIMM 技术通过提高内存带宽和降低延迟，能够显著提升数据中心的整体能效，同时其兼容 DDR5 标准，便于在现有系统中进行升级和部署，使其成为未来数据中心内存技术的重要发展方向。随着 MRDIMM 未来渗透率的提升，将带动 MRCD/MDB（特别是 MDB）芯片需求大幅增长。

图 18：每个 MRDIMM 模组需要搭配 1 颗 MRCD 芯片及 10 颗 MDB 芯片



资料来源：澜起科技，华金证券研究所

4、NVLink 传输

NVLink 是世界上首项高速 GPU 互联技术，与传统的 PCIe 相比,它能为更多 GPU 系统提供更快速的替代方案。NVLink 技术通过连接多个 NVIDIA 显卡。能够实现显存和性能扩展，从而最大限度的满足工作的负载要求。NVLink 能在多 GPU 之间和 GPU 与 CPU 之间实现高速的连接带宽。NVLink 控制器主要由 3 层组成，分别是：物理层、数据链路层和传输层。

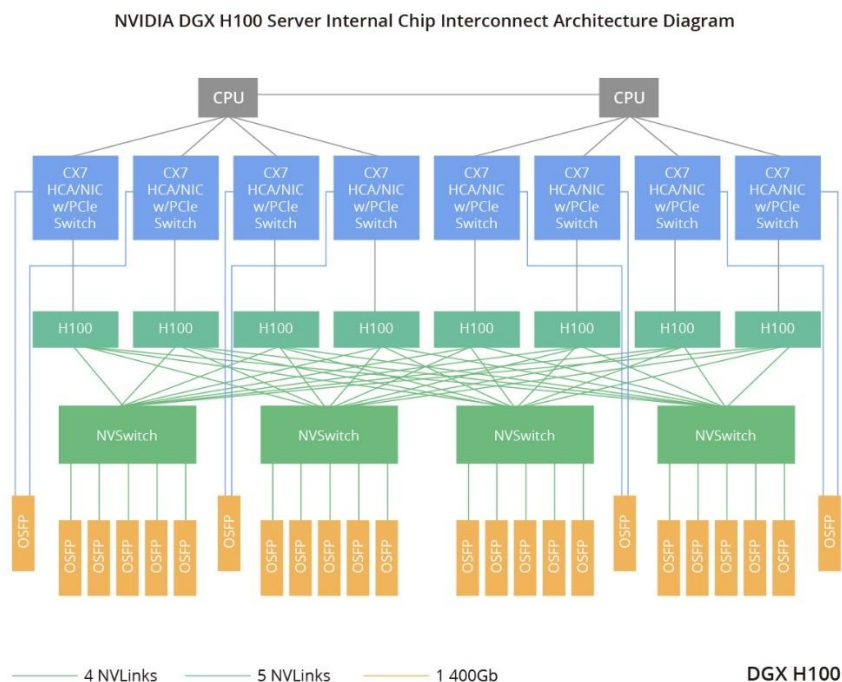
表 7：不同版本 NVLink 传输速度

连接方式	时间	传输速率（Gb/s）	实现架构
NVLink 1.0	2016	160	Pascal
NVLink 2.0	2019	300	Volta
NVLink 3.0	2020	600	Ampere
NVLink 4.0	2022	900	Hopper
NVLink 5.0	2024	1800	Blackwell

资料来源：英伟达，《GPU 数据库实现技术发展演进》（刘鹏等人），华金证券研究所

以 DGX H100 服务器为例，每个 GPU 向外扩展 18 个 NVLink，实现每个链路双向带宽达到 50GB/s，总共达到 900GB/s 的双向带宽。这些带宽分布在 4 个内置的 NVSwitch 芯片上，每个 NVSwitch 对应 4-5 个 OSFP 光模块。每个 OSFP 光模块使用 8 个光通道，传输速率为 100Gbps/通道，因此总速率达到 800Gbps，最终实现高速数据传输。

图 19：英伟达 DGX H100 服务器架构



资料来源：《Revolutionizing AI Servers: Unraveling the Innovations in Interface Interconnection Chip Technology》，华金证券研究所

5、以太网

以太网，即 **Ethernet**，是一种有线局域网通讯协议，应用于不同设备之间的通信传输。自 1973 年发明以来，以太网已历经 40 多年的发展历程，因其同时具备技术成熟、高度标准化、带宽高以及低成本等诸多优势，已取代其他网络成为当今世界应用最普遍的局域网技术，覆盖家庭网络以及用户终端、企业以及园区网、运营商网络、大型数据中心和服务提供商等领域，在全球范围内形成了以太网生态系统，为万物互联提供了基础。

图 20：以太网五大应用



资料来源：Ethernet Alliance，华金证券研究所

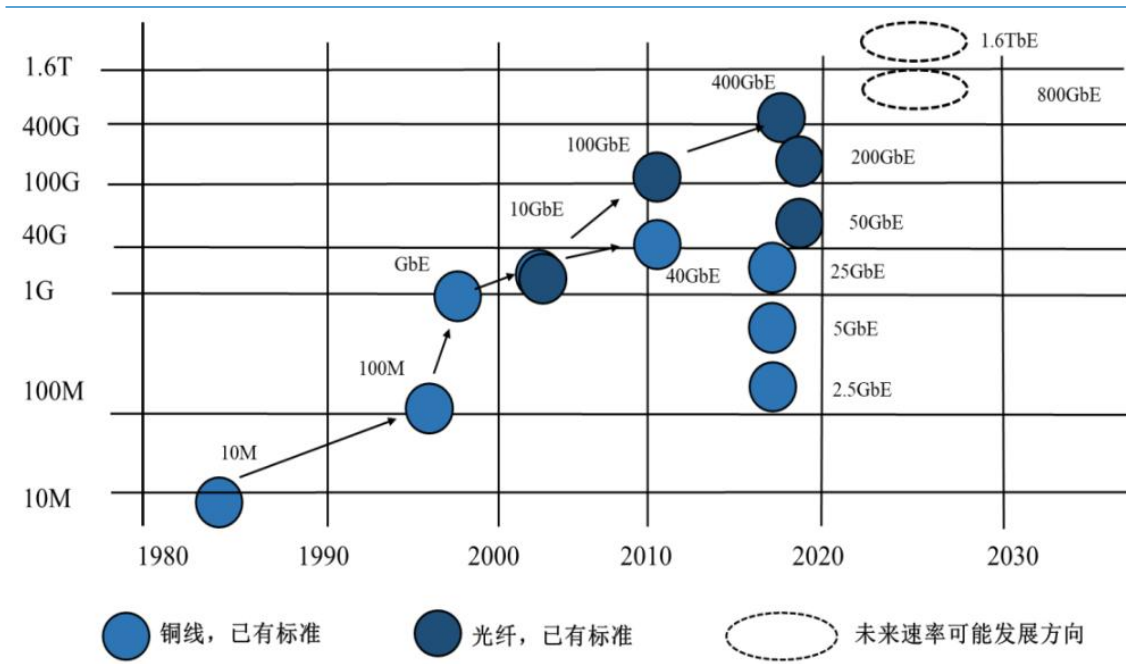
表 8：以太网五大应用具体内容

序号	应用领域	具体内容
1	电信运营商	近年来电信运营商一直在推动高速以太网解决方案。路由器连接、EPON、光传输网络(OTN)设备的客户端光纤、有线和无线回传，以及 5G 移动部署正在推动应用的大幅增长,并持续推动以太网向更高的速率和更长的距离发展。
2	车载以太网	车载以太网是以太网近年来的主要发展趋势之一。根据 EthernetAlliance 在 2020 年的预测，2021 年全球将有超过 1 亿辆汽车搭载以太网端口，部署的全部车载以太网端口将多达 5 亿个。车载以太网具有规模经济性和互操作性，可为同时提供数据和电力传输，极大程度上降低车辆的成本和重量。
3	企业应用	智能楼宇、企业级数据中心等企业应用推动了数以亿计的以太网端口 的需求，是以太网早期的最主要应用，在过去 15 年里，全球已经部署了超过 7000 万公里的铜电缆。
4	工业自动化	工业自动化应用对以太网速度要求较低，但着重强调以太网能够经受 工厂的恶劣环境，能够承受电磁干扰/射频干扰、冲击、振动、灰尘、水以及化学和气体的暴露。IEEE 定义了 802.3cg 标准，用于 10Mb/s 的操作，通过单对双绞线同时进行数据和电力传输，更好地提升以太 网的互操作性。
5	数据中心	云服务商最早在 2010 年就在超大规模数据中心中采用 10GbE 服务器。随着人工智能和机器学习等应用的快速发展，超大规模服务器已经开始使用 25GbE，并正在向 50GbE 及更高级别过渡。数据中心独特的网络架构推动了 100、200 和 400 GbE 的多种多模和单模光纤解决方案。

资料来源：裕太微，华金证券研究所

以太网传输介质可分为光纤和铜双绞线两类，其中 10G 以上多采用光纤。光纤具有传导损耗低、传输距离远等特性，被广泛用于长距离有线数据传输，应用场景主要涵盖电信运营商和数据中心等，但由于光纤质地脆、机械强度差、弯曲半径大且光电转换器材成本较高，终端数据传输较难取代铜线。铜双绞线机械强度好、耐候性强、弯曲半径小，同时无需光电转换设备即可直接使用，因而成为数据传输“最后一百米”的最优解决方案，是智能楼宇、终端设备、企业园区应用、工业控制以及新兴的车载以太网的主要选择。

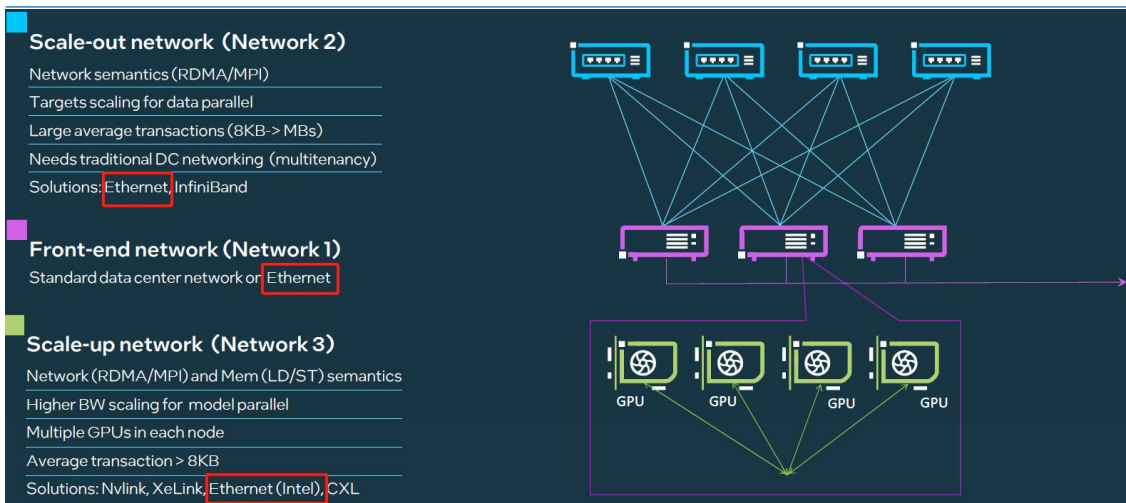
图 21：以太网技术发展路线图



资料来源：Ethernet Alliance，华金证券研究所

以太网已成为数据中心内部网的主要网络技术，几乎覆盖所有层级的网络需求，从服务器间通信到存储访问。

图 22：以太网几乎覆盖所有层级的网络需求

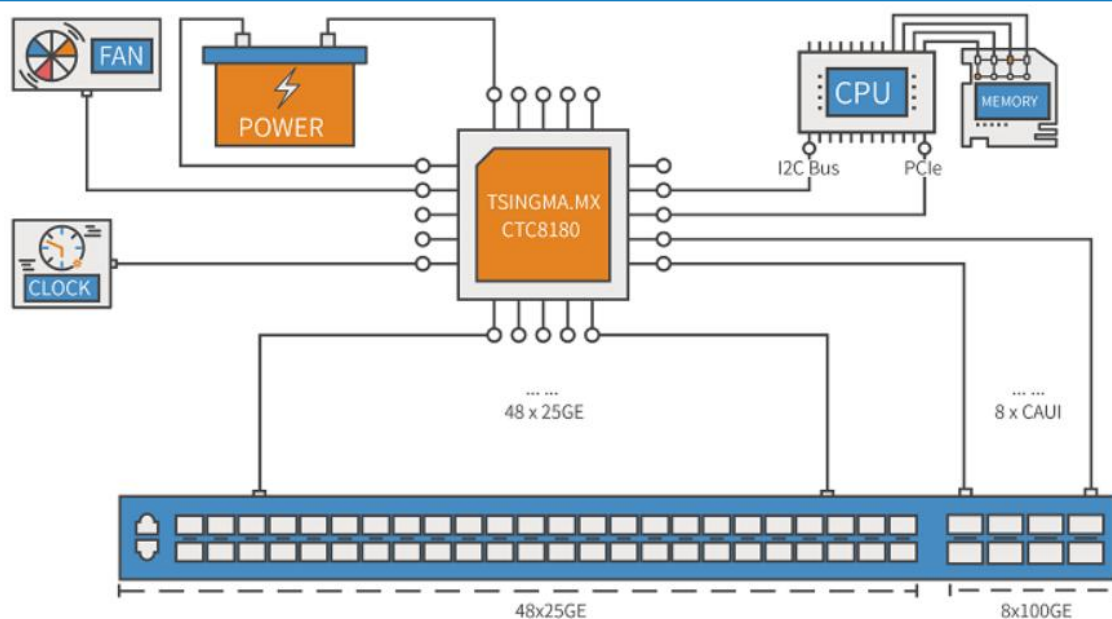


资料来源：Intel，华金证券研究所

以太网交换设备为用于网络信息交换的网络设备，是实现各种类型网络终端互联互通的关键设备。以太网交换设备由以太网交换芯片、CPU、PHY、PCB、接口/端口子系统等组成，其中以太网交换芯片和 CPU 为最核心部件。以太网交换芯片为用于交换处理大量数据及报文转发的专用芯片，是针对网络应用优化的专用集成电路。以太网交换芯片内部的逻辑通路由数百个特性集合组成，在协同工作的同时保持极高的数据处理能力，因此其架构实现具有复杂性。CPU

是用来管理登录、协议交互的控制的通用芯片；PHY 用于处理电接口的物理层数据。部分以太网交换芯片将 CPU、PHY 集成在以太网交换芯片内部。

图 23：以太网交换芯片在以太网交换设备中的具体应用



资料来源：盛科通信，华金证券研究所

三、建议关注

1、澜起科技

公司是一家国际领先的数据处理及互连芯片设计公司，致力于为云计算和人工智能领域提供高性能、低功耗的芯片解决方案，目前拥有互连类芯片和津逮®服务器平台两大产品线。互连类芯片产品主要包括内存接口芯片（含 MRCD/MDB 芯片）、内存模组配套芯片、CKD 芯片、PCIe Retimer 芯片、MXC 芯片等，津逮®服务器平台产品包括津逮®CPU 和混合安全内存模组（HSDIMM®）。

公司近年来深耕相关互连技术，包括高带宽内存互连、PCIe 互连以及 CXL 互连技术等，这些高速互连技术可以有效提升系统的“运力”，公司基于上述技术研发的几款芯片，包括 MRCD/MDB、CKD、PCIe Retimer、MXC 芯片等，将在未来的人工智能时代发挥重要作用。

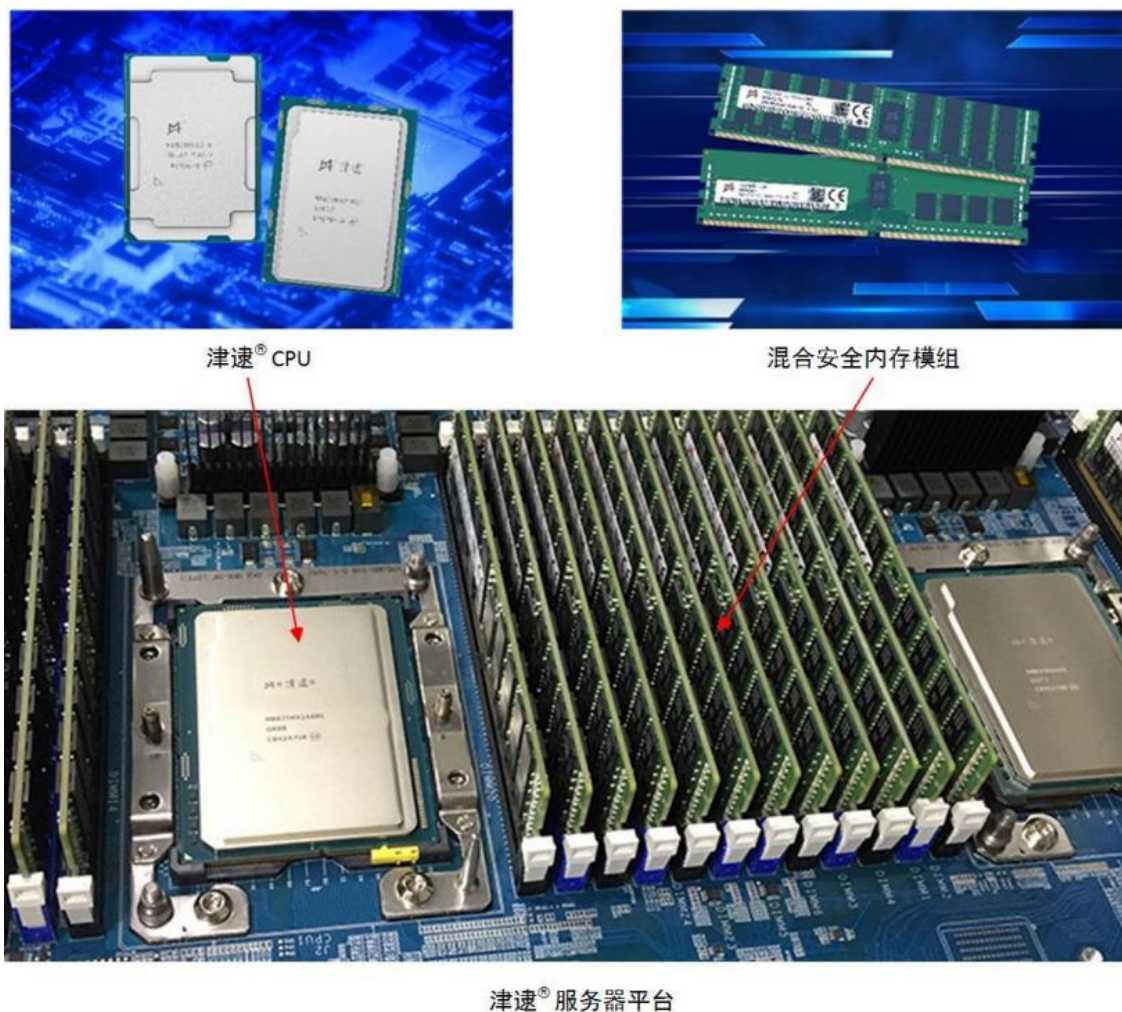
图 24：澜起科技在 AI 时代的战略布局



资料来源：澜起科技，华金证券研究所

津逮®服务器平台主要由澜起科技的津逮®CPU 和混合安全内存模组（HSDIMM®）组成。该平台具备芯片级实时安全监控功能，可在信息安全领域发挥重要作用，为云计算数据中心提供更为安全、可靠的运算平台。此外，该平台还融合了先进的异构计算与互联技术，可为大数据及人工智能时代的各种应用提供强大的综合数据处理及计算力支撑。津逮®服务器平台主要针对中国本土市场，已有多家服务器厂商采用津逮®服务器平台相关产品，开发出了系列高性能且具有独特安全功能的服务器机型。

图 25：澜起科技津逮®服务器平台产品线相关产品

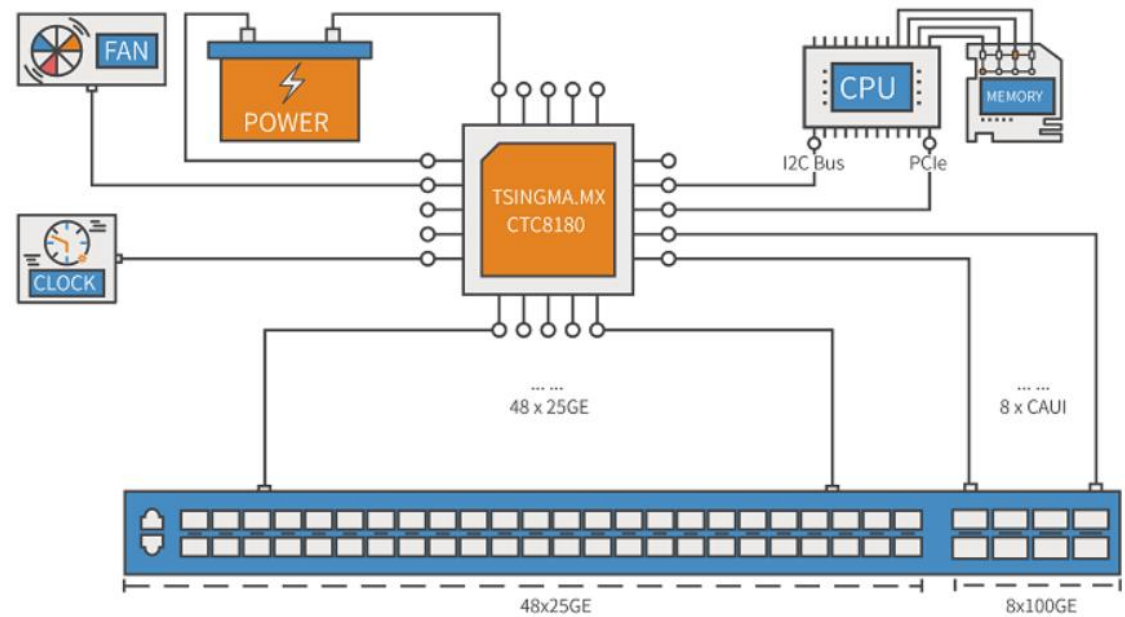


资料来源：澜起科技，华金证券研究所

2、盛科通信

公司专注于以太网交换芯片及配套产品的研发、设计和销售，在国内具备先发优势和市场引领地位。公司目前产品主要定位中高端产品线，量产产品覆盖 100Gbps~2.4Tbps 交换容量及 100M~400G 的端口速率，全面覆盖企业网络、运营商网络、数据中心网络和工业网络等应用领域。其中，TsingMa.MX 系列交换容量达到 2.4Tbps，支持 400G 端口速率，支持新一代网络通信技术的承载特性和数据中心特性；GoldenGate 系列芯片交换容量达到 1.2Tbps，支持 100G 端口速率，支持可视化和无损网络特性；TsingMa 系列芯片集成高性能 CPU，为企业提供安全、可靠的网络，并面向边缘计算提供可编程隧道、安全互联等特性。

图 26：基于公司 CTC8180（TsingMa.MX）的交换机结构图



资料来源：盛科通信，华金证券研究所

3、裕太微

公司专注于高速有线通信芯片的研发、设计和销售，以实现通信芯片产品的高可靠性和高稳定性为目标，以以太网物理层芯片作为市场切入点，逐步向上层网络处理产品拓展，目标瞄准 OSI 七层架构的物理层、数据链路层和网络层。目前，公司已形成网通以太网物理层芯片、网通以太网交换机芯片、网通以太网网卡芯片、车载以太网物理层芯片、车载以太网交换机芯片、车载网关芯片、车载高速视频传输芯片七条产品线。其中网通以太网物理层芯片、网通以太网交换机芯片、网通以太网网卡芯片和车载以太网物理层芯片均已实现规模量产。

公司已自主研发出一系列可供销售的以太网芯片产品。根据网络传输速度的不同，目前市场上基于铜双绞线的独立的以太网芯片产品又主要可分为百兆、千兆、2.5G、5G、10G。

图 27：公司针对不同网络传输速度的以太网芯片布局情况

分类	速度	公司产品推出情况
百兆	100M bit/s	车载和网通以太网物理层芯片、网通以太网交换机芯片已规模量产
千兆	1000M bit/s	网通以太网物理层芯片、网通以太网交换机芯片芯片、网通以太网网卡芯片已规模量产；车载以太网物理层芯片已量产出货
2.5G	2.5G bit/s	网通以太网物理层芯片已规模量产
5G/10G	5G bit/s、10G bit/s	研发阶段

资料来源：裕太微，华金证券研究所

四、风险提示

下游需求复苏低于预期，算力基础设施建设进度低于预期，相关厂商研发进程不及预期，系统性风险等。

投资评级说明

公司投资评级：

买入 — 未来 6-12 个月内相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 15%；

增持 — 未来 6-12 个月内相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5%至 15%之间；

中性 — 未来 6-12 个月内相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%至 5%之间；

减持 — 未来 6-12 个月内相对同期相关证券市场代表性指数跌幅在 5%至 15%之间；

卖出 — 未来 6-12 个月内相对同期相关证券市场代表性指数跌幅大于 15%。

行业投资评级：

领先大市 — 未来 6-12 个月内相对同期相关证券市场代表性指数领先 10%以上；

同步大市 — 未来 6-12 个月内相对同期相关证券市场代表性指数涨跌幅介于-10%至 10%；

落后大市 — 未来 6-12 个月内相对同期相关证券市场代表性指数落后 10%以上。

基准指数说明：A 股市场以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准，美股市场以标普 500 指数为基准。

分析师声明

孙远峰、王海维声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

免责声明：

华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准。

在法律许可的情况下，本公司及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，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦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。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发、篡改或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华金证券股份有限公司研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

华金证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

风险提示：

报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。投资者对其投资行为负完全责任，我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

华金证券股份有限公司

办公地址：

上海市浦东新区杨高南路 759 号陆家嘴世纪金融广场 30 层

北京市朝阳区建国路 108 号横琴人寿大厦 17 层

深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 10 楼 05 单元

电话：021-20655588

网址： www.huajinsec.cn