

AI 和 “东数西算” 双轮驱动，服务器再起航

—服务器行业深度报告

证券分析师：

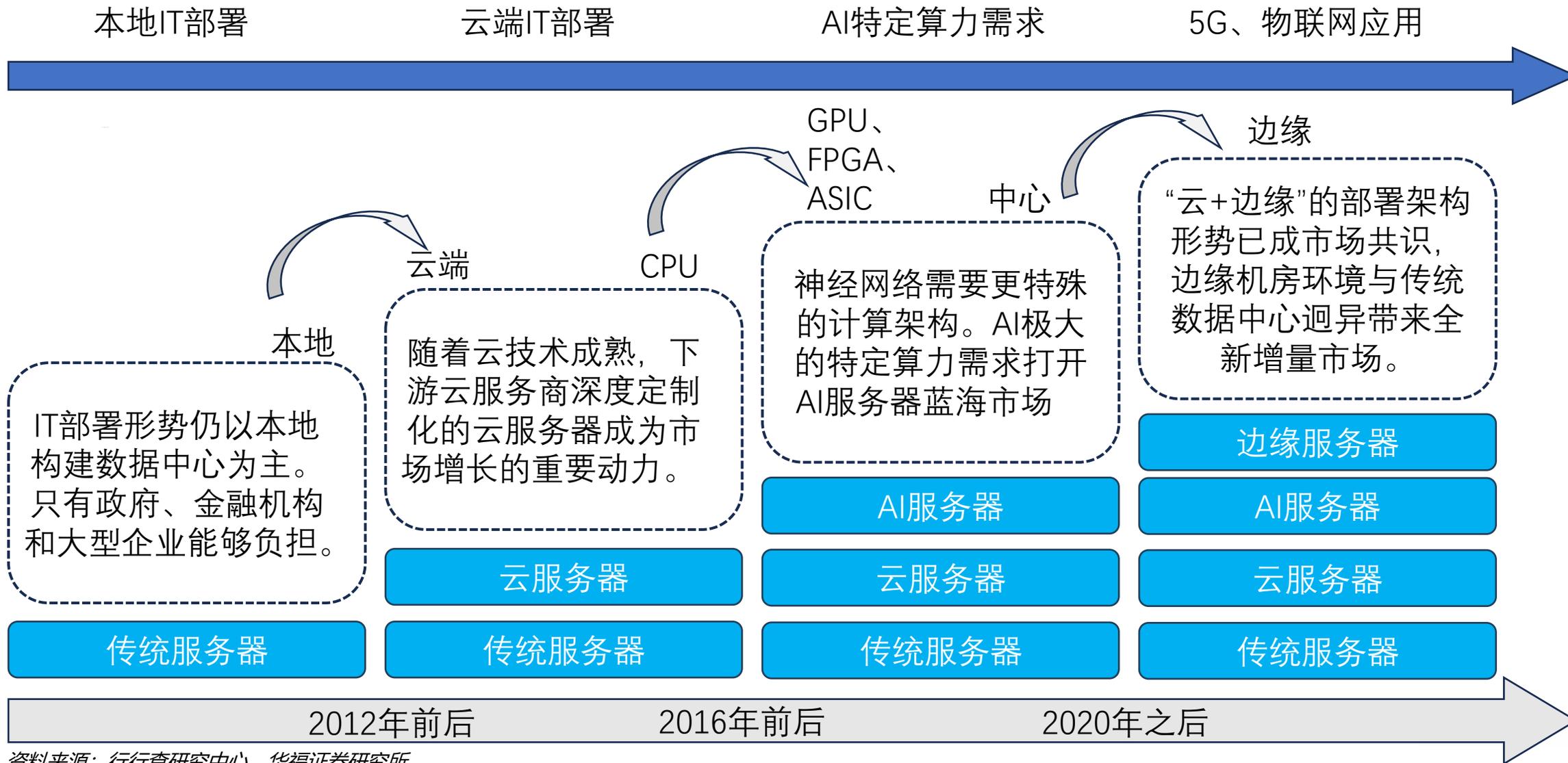
戴晶晶 执业证书编号：S0210523040003

- **服务器作为算力发动机，海内外需求共振。** 国家发展改革委等部门关于深入实施“东数西算”工程 加快构建全国一体化算力网的实施意见，其中提到算力是数字经济时代的新型生产力，以算力赋能经济发展为主线，发挥全国一体化算力网络国家枢纽节点引领带动作用，协同推进“东数西算”工程，并构建联网调度的全国一体化算力网。海外自2022年OpenAi发布的ChatGPT将大型语言生成模型和AI推向新高度以来，全球各大科技巨头纷纷拥抱AIGC。大模型通常包含数亿级的参数，需要消耗大量算力。服务器作为算力的发动机，算力需求的增长将迎来AI服务器及服务器需求的快速增长。
- **AI服务器产业链包括芯片CPU、GPU,内存DRAM和内存接口及HBM，本地存储SSD，NIC、PCIe插槽、散热和等。** 服务器 CPU 架构包括 X86、ARM、MIPS和 RISC-V等。AI芯片是AI服务器算力的核心，专门用于处理人工智能应用中的大量计算任务，AI芯片按架构可分为GPU、FPGA、ASIC和NPU等。HBM作为内存产品的一种，已经成为高端GPU标配，可以理解为与CPU或SoC对应的内存层级，将原本在PCB板上的DDR和GPU芯片同时集成到SiP封装中，使内存更加靠近 GPU，使用 HBM 可以将 DRAM 和处理器（CPU，GPU 以及其他 ASIC）之间的通信带宽大大提升，从而缓解这些处理器的内存墙问题。服务器本地存储的选择方案则包括HDD和SSD，SSD的主要硬件组件包括 NAND Flash、主控芯片和 DRAM，核心软件为企业级 SSD 的固件，数据中心级SSD已不再是一个硬盘，而是一个具备处理、缓存、计算、安全保护的小型系统，SSD渗透率有望逐渐提升。
- **从服务器和AI 服务器构成看，芯片和存储都是核心，决定着AI服务器的算力和宽带大小。** 传统的通用型服务器中，售价10424美金的2x Intel Sapphire Rapids Server，CPU的成本占比约17.7%，内存和硬盘占比超过50%。而AI服务器，售价为268495美金的Nvidia DGX H100中，CPU占比仅1.9%，GPU占比高达72.6%。内存价值量提升，但占比下降至4.2%左右。AI服务器较通用服务器价值量提升明显。
- **投资建议：** 建议关注服务器产业链整机生产商**中科曙光、弘信电子、朗科科技**和零部件厂商等核心环节相关机遇，如芯片厂商**海光信息、龙科中芯**，存储厂商**朗科科技**，内存接口厂商**澜起科技**，接口厂商**裕太微**，服务器散热厂商**飞荣达**，服务器电源厂商**欧陆通**等。
- **风险提示：** 地缘政治风险，AI发展不及预期，客户认证及产品验证不及预期风险。

- **第一部分：AI服务器成为算力发动机**
- **第二部分：AI服务器产业链解析**
- **第三部分：上市公司梳理及投资建议**
- **第四部分：风险提示**

1.1 服务器行业演进历程

图表1：服务器行业演进历程

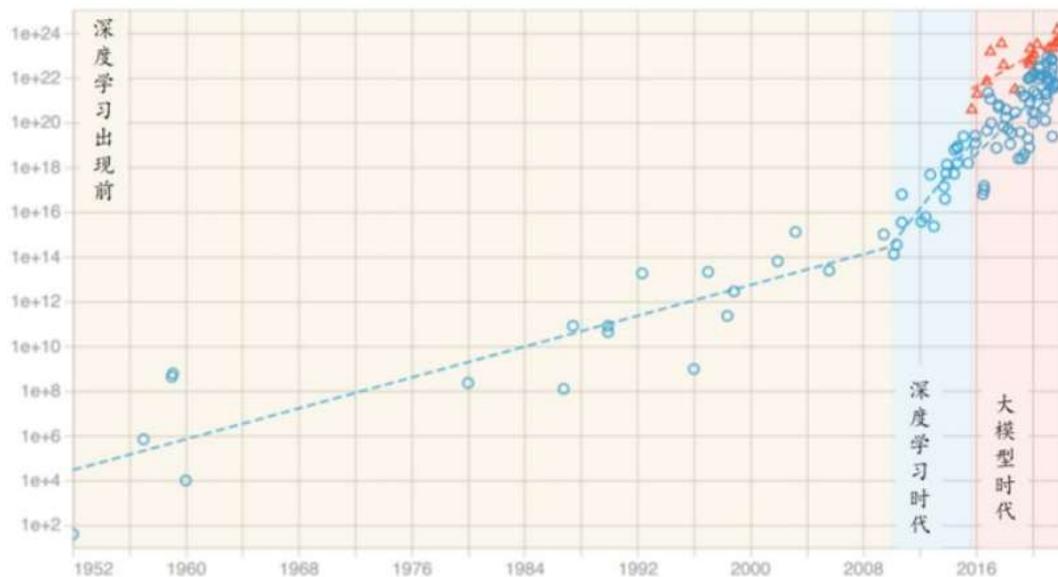


资料来源：行行查研究中心、华福证券研究所

1.2 不断涌现的AI大模型推动算力需求激增

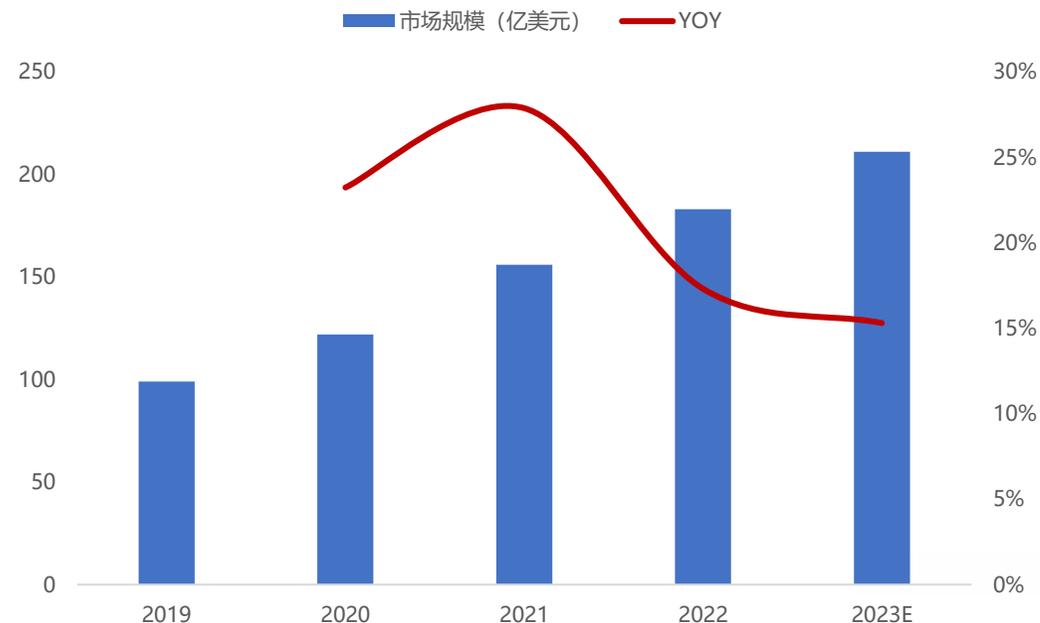
- 大模型推动算力需求增长。**自2022年OpenAi发布的ChatGPT将大型语言生成模型和AI推向新高度以来，全球各大科技巨头纷纷拥抱AIGC (AI-Generated Content, 人工智能生成内容)。大模型通常包含数亿级的参数，需要消耗大量算力。据OpenAI团队发表于2020年的论文《Language Models are Few-Shot Learners》，训练一次1746亿参数的GPT-3模型需要的算力约为3640 PFlop/s-day。AI大模型可以用于训练和推理，主要用在云端（数据中心侧）和边缘侧（终端侧）。
- AI服务器作为算力的发动机，算力需求的增长将迎来AI服务器需求的快速增长。**据IDC统计，2023年全球AI服务器市场规模预计为211亿美元，2025年将达到317.9亿美元，2023-2025年CAGR为22.7%。采购量方面，根据TrendForce的统计，截至2022年，北美四大云端服务提供商Microsoft、Google、Meta、AWS在全球AI服务器采购中的总份额达到约66%，Microsoft和Google分别占有全球19%以及17%的份额。

图表2：算力需求增长趋势



资料来源：《COMPUTE TRENDS ACROSS THREE ERAS OF MACHINE LEARNING》，Jaime等，华福证券研究所

图表3：2019-2023AI服务器市场规模及增速（单位：亿美元）

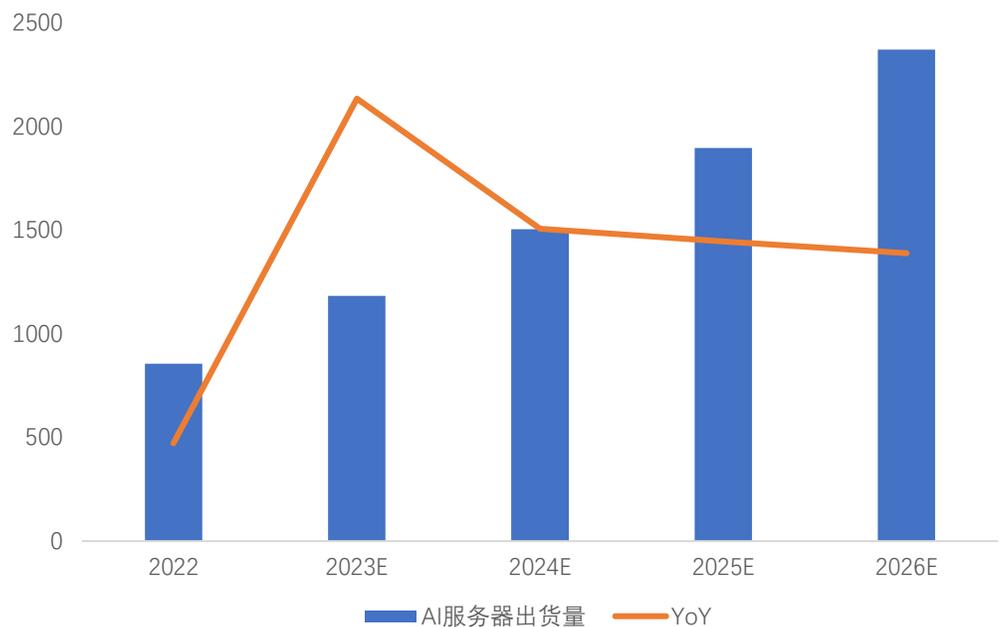


资料来源：IDC，中商，华福证券研究所

1.3 AI服务器出货量持续增长

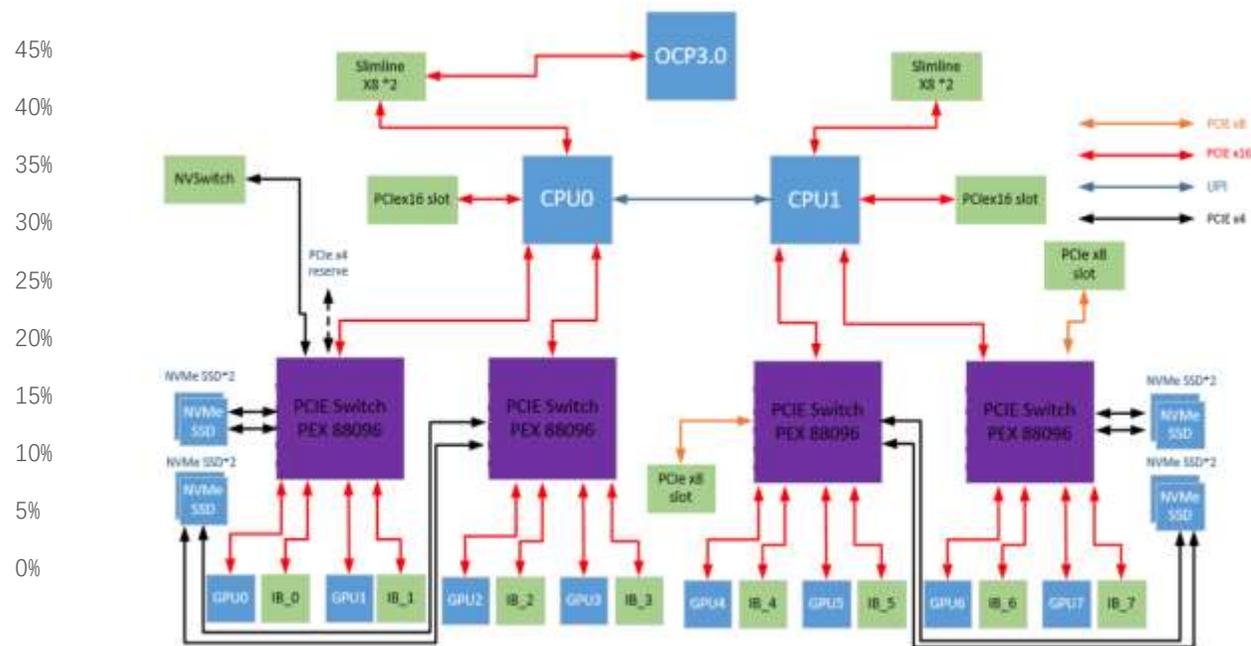
- 服务器整机出货量放缓，AI服务器出货量稳步上升。** 2022年全球服务器出货量增长4.8%，达到约1360万台。然而，预计到2023年，全年增长将放缓至1.5%。服务器整机出货量放缓的主要原因是大型云服务提供商的整体服务器购买量下降，集体转向高价AI服务器。根据TrendForce数据，2023年AI服务器出货量逾达120万台，占据服务器总出货量的近9%，年增长达38.4%。预计2026年，AI服务器出货量为237万台，占比达15%，复合年增长率预计保持25%。
- AI服务器整机逻辑结构可确保各组件高效运行。** 如浪潮的NF5688M6型号AI服务器，其逻辑结构采用NVIDIA NVLink互联架构，可基于硬件拓扑，实现 GPU: IB: NVMe=1: 1: 1的配比。此外，GPU之间交互效率高，可直接进行数据通信速率为400GB/s的P2P交互。最后通过UPI 总线互联设计，该型号AI服务器可为深度学习业务场景提供高效计算性能。

图表4：2022-2026全球AI服务器出货量预估（单位：千台）



资料来源：TrendForce, 华福证券研究所

图表5：浪潮NF5688M6逻辑结构（示例：8盘配置）



资料来源：《浪潮信息英信服务器技术白皮书》，华福证券研究所

1.4 AI服务器成为算力发动机

AI服务器整机搭载高端配件，构建丰富结构。根据IDC数据，2023H1中国AI服务器市场规模环比上升54%，其主要原因是国内各大厂商纷纷布局AI服务器产业，升级产品技术规格。处理器方面，浪潮信息及宁畅产品主要通过搭建四代英特尔CPU+英伟达H800GPU超高算力组合，华为的昇腾系列和鲲鹏系列服务器主要搭载自研鲲鹏处理器及昇腾处理器，中科曙光搭载龙芯处理器满足大算力需求。此外，厂商普遍配置有32个DDR4内存插条和SAS/SATA硬盘，以及支持0/1/10/5/50/6/60RAID。

图表6：各大服务器厂商AI服务器产品技术规格

产品名称	昇腾Atlas-800(9010)	鲲鹏TaiShan 200 Pro-2480	浪潮NF5468-M7-A0-RO-00	中科L820-G30	宁畅X680 G55	戴尔PowerEdge R750xa
形态	4U AI服务器	2U 机架服务器	4U AI服务器	2U 机架服务器	8U机架服务器	2U 机架服务器
CPU	4*鲲鹏920处理器	4*鲲鹏920处理器	2颗英特尔第四代至强可扩展处理器	四颗龙芯3B4000处理器	2颗英特尔第四代至强可扩展处理器或第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器	2颗第3代英特尔至强可扩展处理器，每个处理器最多可配置40个核心
AI处理器/GPU/AI加速器	8*昇腾处理器	-	支持8颗H800、A800、L40等全高全长双宽PCIe接口GPU卡，同时支持≥4个PCIe 5.0 x16插槽	-	支持NV HGX H800 8-GPU 80GB	前置4个单宽150W或4个双宽300W加速器，后置2个单宽75W加速器
内存	最多32个DDR4内存插槽，支持RDIMM内存速率最高3200 MT/s，单根内存容量支持16GB/32GB/64GB	32个DDR4-3200 DIMM插槽	支持32条DDR5 4800MHz RDIMM	提供16个内存插槽，支持DDR4 RDIMM内存，支持ECC	32个DDR5内存插槽，最高4800MHz，支持内存 ECC、内存镜像、内存热备等多种保护模式	RDIMM、LRDIMM、英特尔持久性内存 200 系列 (BPS)，32 个 DDR4 DIMM 插槽，DIMM速度 3200 MT/S
本地存储	2*2.5SAS/SATA+3*2.5 NVMe 2*2.5 SATA+3*2.5 NVMe、2*2.5SAS/SATA+6*2.5 NVMe 2*2.5 SATA+6*2.5 NVMe 2*2.5 SATA+8*2.5 SAS/SATA	25盘位型号：前端配置25个2.5英寸SAS/SATA SSD硬盘；8盘位型号：前端配置8个2.5英寸SAS/SATA SSD硬盘	前置24块2.5或12块3.5寸 SAS/SATA 硬盘，最大支持16块NVME或E3.S内置2块M.2 NVME/SATA SSD	集成SATA硬盘控制器	前置：支持12个3.5寸(含4个NVMe)+ 8个2.5寸NVMe，支持热插拔 内置：最大2个M.2	8个2.5英寸SAS/SATA/NVMe (HDD/SSD)，最大122.88 TB；6个25英寸NVMe (SSD)，最大92.16 TB
RAID支持	RAID 0/1/10/5/50/6/60等	RAID 0/1/10/5/50/6/60等	可选配支持RAID0、1、10、5、50、6、60等，支持Cache超级电容保护，提供RAID状态迁移、RAID配置记忆	RAID 0/1/5，支持Cache超级电容保护	支持直通、RAID0、1、10、5、50、6、60 等多种存储方案 配置RAID控制器时，可支持Cache超级电容保护	PERC H745、HBA3551、H345、H755、H755N、PERC H840、HBA355E、S150
PCIe	最多支持2个PCIe 4.0扩展插槽	最多4个PCIe 4.0 ×8+2个PCIe 4.0 ×16标准插槽	最大支持2个PCIe 5.0扩展	最大可支持5个PCIe扩展插槽+1个OCP插槽	最大可配置9个PCIe 5.0 1个OCP 1个RAID卡专用插槽，支持智能网卡	8个PCIe 4.0 插槽（6个x16+2个x8）
电源	4个热插拔3 KW/2kW交流电源模块，支持2+2冗余	2个热插拔2kW交流电源模块，支持1+1冗余	4个1600W/2000W/2200W/3000W 80Plus铂金/达金PSU，支持N+N冗余	550W CRPS电源，支持1+1冗余	GPU：6* 3300W 54V 钛金电源 支持3+3冗余 CPU：2* 2700W 12V 铂金电源 1+1冗余	1400 W 白金级 AC/240 HVDC，2400 W 白金级 AC/240 HVDC，带完全冗余选项的热插拔电源

资料来源：各大服务器厂商官网，华福证券研究所

- 第一部分：AI服务器成为算力发动机
- 第二部分：AI服务器产业链解析
- 第三部分：上市公司梳理及投资建议
- 第四部分：风险提示

2.1 芯片和存储是AI服务器的主要构成

- **计算芯片和存储是服务器的核心构成。**服务器产业链包括：芯片GPU（图形处理单元）、CPU（中央处理单元），存储：DRAM（动态随机存取存储器）、SSD（固态硬盘），PSU（电源供应单元），NIC（网络接口卡）、PCIe（高速串行扩展总线）插槽、BIOS（基本输入输出系统）和BMC（基板管理控制器）等。芯片和存储作为AI服务器的核心，决定着AI服务器的算力和带宽大小。
- **AI服务器AI芯片价值量占比提升。**传统的通用型服务器中，售价10424美金的2x Intel Sapphire Rapids Server，CPU的成本占比约17.7%，内存和硬盘占比超过50%。而AI服务器，售价为268495美金的Nvidia DGX H100中，CPU占比仅1.9%，GPU占比高达72.6%。内存价值量提升，但占比下降至4.2%左右。AI服务器较通用服务器价值量提升明显，AI芯片在AI服务器中占有绝对比重。随着AI服务器放量，AI芯片正迎来黄金爆发期。

图表7：AI服务器产业链图谱



资料来源：各公司官网、《AIGC发展趋势报告2023》，华福证券研究所

图表8：普通服务器和AI服务器成本结构

通用服务器成本构成			AI服务器成本构成	
以2x Intel Sapphire Rapids Server为例			以Nvidia DGX H100	
零件类型	价格 (美元)	占比	价格 (美元)	占比
CPU	1850	17.75%	5200	1.94%
8GPU + 4 NVSwitch Baseboard	-	-	195000	72.63%
内存DRAM	3930	37.70%	7860	2.93%
硬盘NAND	1536	14.74%	3456	1.29%
网卡SmartNIC	654	6.27%	10908	4.06%
机箱 (外壳、背板、电缆)	395	3.79%	563	0.21%
主板	300	2.88%	360	0.13%
散热 (散热器+风扇)	275	2.64%	463	0.17%
电源	300	2.88%	1200	0.45%
组装测试	495	4.75%	1485	0.55%
Markup	689	6.61%	42000	15.64%
总成本	10424	17.75%	268495	-

资料来源：半导体行业观察，华福证券研究所

2.2 CPU：X86为主，ARM等其他架构争抢份额

- **服务器 CPU 架构包括 X86、ARM、MIPS和 RISC-V等。**目前X86架构处理器统治着PC和服务器市场，Arm架构处理器统治着移动市场和IoT市场，MIPS是基于RISC的衍生架构之一，从工作站、桌面电脑到嵌入式系统再到人工智能，一直在夹缝中求生。近年来RISC-V架构则凭借着开源、指令精简、可扩展等优势，在注重能效比的物联网领域大受追捧，并也开始进入更高性能需求的服务器市场。
- **英特尔是服务器市场的龙头企业，2022年仍占据全球服务器市场70.77%的份额。**AMD主要产品是EPYC（霄龙）系列CPU，2022年占据19.84%的市场份额。海光信息通过与AMD成立合资公司成都海光集成的方式，变相拥有了X86架构的授权，不过海光信息仅获得AMD第一代EPYC的Zen架构，没有获得Zen2、Zen3系列架构授权。上海兆芯通过引入台湾威盛控股获得了部分X86架构授权，不过盛威与英特尔的X86合同已于2018年4月到期，不能使用英特尔新的X86专利，只能在旧X86架构下继续研发。海思半导体的鲲鹏处理器和天津飞腾处理器兼容 ARM 指令集；龙芯中科处理器采用 LoongArch 指令集，主要产品与服务涵盖处理器及配套芯片产品；成都申威处理器采用 SW-64 指令集，主要应用于服务器、桌面计算机等设备。

图表9：服务器CPU主要架构参与者

	参与者	说明
X86	国外 intel、AMD	Intel: 2022年占据全球服务器芯片市场70.77%左右的份额, Xeon(至强)系列
		AMD: 致力于X86高端服务器, 拥有Zen系列
	国内海光信息、上海兆芯、成都申威	海光信息: 海光7000高端系列、5000中端系列和海光3000低端系列
		上海兆芯: KH-40000系列、30000系列、20000系列 成都申威: 申威411、421、1621等系列
Arm	国外 高通、Cavium、Amazon	高通: 基于ARM架构定制的微处理器内核
		Cavium: 多核MIPS和ARM处理器提供商, 处理器广泛应用于网络、通讯等领域的安全产品
		Amazon: 收购以色列Annapurna Labs, 推出自研Graviton2处理器
	国内 华为海思、飞腾	华为海思: 基于ARM架构, 已推出7nm产品 飞腾(中国长城): 源自国防科大, 专注ARM架构, 服务于“天河”系列计算机, 达到世界主流水准
MIPS	龙芯中科	源于中科院计算所, 立足党政军市场
RISC-V	算能科技	基于RISC-V的64核服务器级CPU

资料来源: 各公司官网, Counterpoint, 国际电子商情, 电子信息技术, 全球半导体观察, 快科技, 龙芯中科招股说明书, 华福证券研究所

图表10：各服务器CPU代表芯片

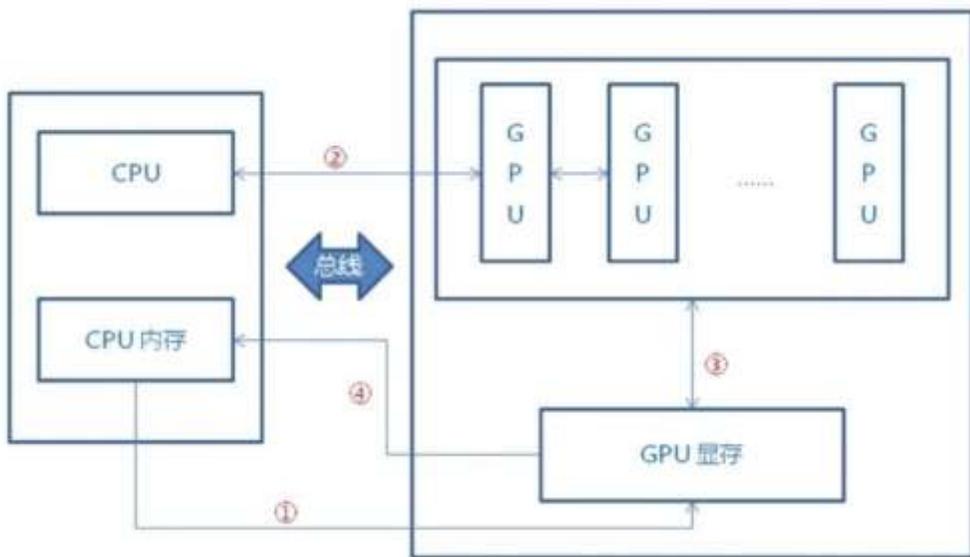
	intel	AMD	海光	兆芯	海思	飞腾	龙芯	申威
品牌	Xeon 8592	EPYC96 54	海光 7285	KH-40000系列	鲲鹏 920-7260	S2500	企业级 3C5000L	申威1621
指令集	X86	X86	X86	X86	ARM	ARM	LoongArch	X86
核心数	64	96	32	32	64	64	16	16
超线程	128	192	64	32	不支持	不支持	不支持	不支持
主频	3.9GHZ	3.7GHZ	2.0GHZ	2.7GHZ	GHZ	GHZ	GHZ	GHZ
内存类型	DDR5	DDR5	DDR4	DDR4	DDR4	DDR4	DDR4	DDR3
内存通道数	8	12	8	8	8	8	4	8
最高内存频率	5600MHZ	4800MHZ	2666MHZ	3200MHZ	MHZ	MHZ	MHZ	MHZ
PCIe通道数	128	128	128	128	40	17	32	16

资料来源: 各公司官网, 海光信息招股说明书, 华福证券研究所

2.3 AI芯片是AI服务器的大脑

- AI服务器采取GPU架构，适合大规模并行计算。** AI服务器由传统服务器演变发展而来。相比于通用服务器，AI服务器为异构服务器，可以多种组合方式，搭载多个GPU、CPU以及大算力AI芯片，极大程度解决传统服务器算力不足的缺点。AI服务器采用GPU架构，GPU具有众多计算单元和长流水线，简单控制逻辑，省去Cache。面对类型统一、相互无依赖的大规模数据，处于无需中断的计算环境。相较之下，CPU被Cache和复杂控制逻辑占据，通用性导致复杂的内部结构，处理不同数据类型引入分支和中断。
- AI芯片是AI服务器算力的核心。** AI芯片是AI服务器算力的核心，也被称为AI加速器或计算卡，专门用于处理人工智能应用中的大量计算任务。按技术架构分类，AI芯片可分为GPU、FPGA、ASIC和NPU等。GPU是一种通用型芯片，ASIC是一种专用型芯片，而FPGA则处于两者之间，具有半定制化的特点。按照功能分类，可分为训练和推理芯片。按照应用场景分类，可分为云端和边缘端芯片。随着AI PC、AI PIN、AI PHONE等更多应用场景出现，AI芯片的空间有望进一步打开。

图表11: AI服务器由CPU+GPU架构组成



资料来源：中国通信标准化协会，华福证券研究所

图表12: 主要AI芯片对比

	GPU	FPGA	ASIC	NPU
特点	通用型	半定制化	专用型	模拟人脑
芯片架构	叠加大量计算单元和高速内存，逻辑控制单元简单	具备可重构数字门电路和存储器，根据应用定制	电路结构可根据特定领域应用和特定算法定制	-
擅长领域	3D图像处理，密集型并行运算	算法更新频繁或者市场规模较小的专用领域	市场需求量大的专用领域	适用于各种具体行业
优点	计算能力强，通用性强开发周期短，难度小，风险低	功能可修改，高性能、功耗远低于GPU，一次性成本低本低	专业性强、性能高于FPGA、功耗低、量产成本低	最低功耗；通信效率高；认知能力强
缺点	价格贵，功耗高	编程门槛高、量产成本高	开发周期长，难度大，风险高，一次性成本高	处于探索阶段
代表企业	英伟达、AMD、景嘉微、海光信息	赛灵思、英特尔、百度	谷歌、寒武纪	英特尔

资料来源：亿欧智库，智能计算芯世界，各公司官网，华福证券研究所

2.3 AI芯片是AI服务器的大脑

图表13: AI芯片参数对比

品牌	芯片	任务	芯片类型	工艺 (nm)	算力			功耗 (W)	显存容量	显存带宽 (GB/s)	显存频率 (MHz)	显存位宽 (bit)	CPU to GPU互连带宽 (GB/s)	GPU to GPU互连带宽 (GB/s)
					FP16 (FLOPS)	FP32 (FLOPS)	Int8 (TOPS)							
英伟达	A100	训练+推理	GPU	7	312	19.5	624	400	80GB HBM2e	2039	1512	5120	PCIe 4.0: 64	600
	A800	训练+推理	GPU	7	312	19.5	624	400	80GB HBM2e	2039	-	-	PCIe 4.0: 64	400
	H100	训练+推理	GPU	4	1979	67	3958	700	80GB HBM2e	3300	1593	5120	PCIe 5.0: 128	900
AMD	MI 250X	训练+推理	GPU	6	383	47.9	383	500	128GB HBM2e	3276.8	1.6GHz	8192	PCIe 4.0: 16	100
	MI 250	训练+推理	GPU	6	362.1	45.3	383	500	128GB HBM2e	3276.8	1.6GHz	8192	PCIe 4.0: 16	100
海光信息	深算一号	训练	-	7	-	-	-	350	32GB HBM2	1024	2.0	4096	PCIe 4.0: 16	184
华为	昇腾310	训练+推理	NPU	12	8	-	16	8	-	-	-	-	-	-
	昇腾910	训练	NPU	7	376	94	-	400	64GB HBM2e	200	-	-	PCIe 5.0: 16	392
寒武纪	MLU370-X8	训练+推理	ASIC	7	96	24	256	250	48GB	614.4	-	-	PCIe 4.0: 16	200
	MLU370-X4	训练+推理	ASIC	7	96	24	256	150	24GB	307.2	-	-	PCIe 4.0: 16	200
摩尔线程	MTTS80	训练	GPU	7	-	14.4	-	255	16GB	448	-	-	PCIe 5.0: 16	-

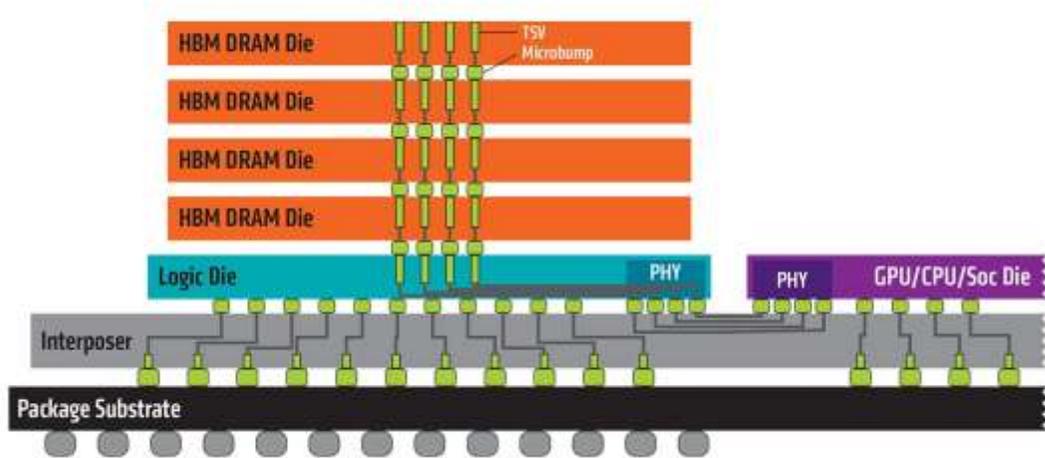
资料来源: 各公司官网, 海思官网, 海光新兴招股说明书华福证券研究所

2.4 存储：内存容量大幅提升，HBM成AI服务器标配

2.4.1 HBM相较GDDR更适用于AI 服务器

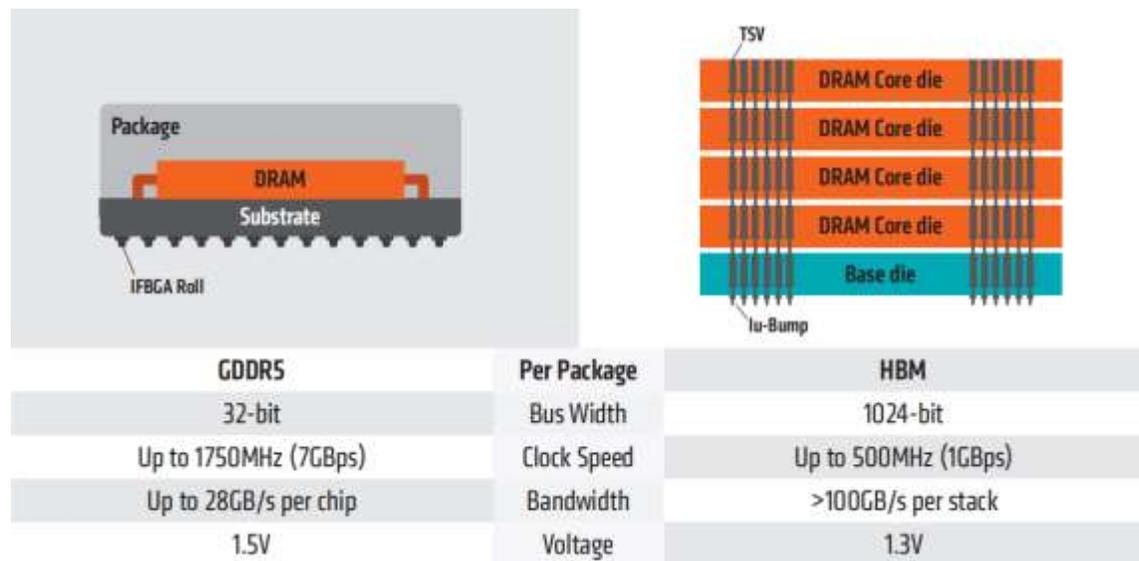
- HBM芯片适用于高性能要求的AI训练计算。**处理器的性能以每年大约55%速度快速提升，而内存性能的提升速度则只有每年10%左右。不均衡的发展速度造成了当前内存的存取速度严重滞后于处理器的计算速度。高性能处理器难以发挥出应有的功效。GDDR5作为通用内存，容量较小、位宽低且远离CPU或SoC，由于无法跟上GPU性能的增长速度及不断上升的功耗，已经无法满足高性能计算场景对带宽的需要。**HBM (High-Bandwidth Memory) 本质还是一种内存产品**，可以理解为与CPU或SoC对应的内存层级，将原本在PCB板上的DDR和GPU芯片同时集成到SiP封装中，使内存更加靠近 GPU，使用 HBM 可以将 DRAM 和处理器（CPU，GPU 以及其他 ASIC）之间的通信带宽大大提升，从而缓解这些处理器的内存墙问题。目前HBM已经成为高端 GPU 的标配，同时也应用于部分针对云端处理的 AI 芯片（例如谷歌的 TPU）中，未来有望拓展至更多应用场景。
- HBM更高速、更高带宽、更高位宽等优异性能将引爆市场需求。**凭借独特的TSV信号纵向连接技术，HBM内部将数个DRAM芯片在缓冲芯片上进行立体堆叠，其内部堆叠的DDR层数可达4层、8层以至12层，从而形成大容量、高位宽的DDR组合阵列。

图表14：HBM芯片原理图



资料来源：半导体行业观察，华福证券研究所

图表15：HBM与GDDR5全方位对比图



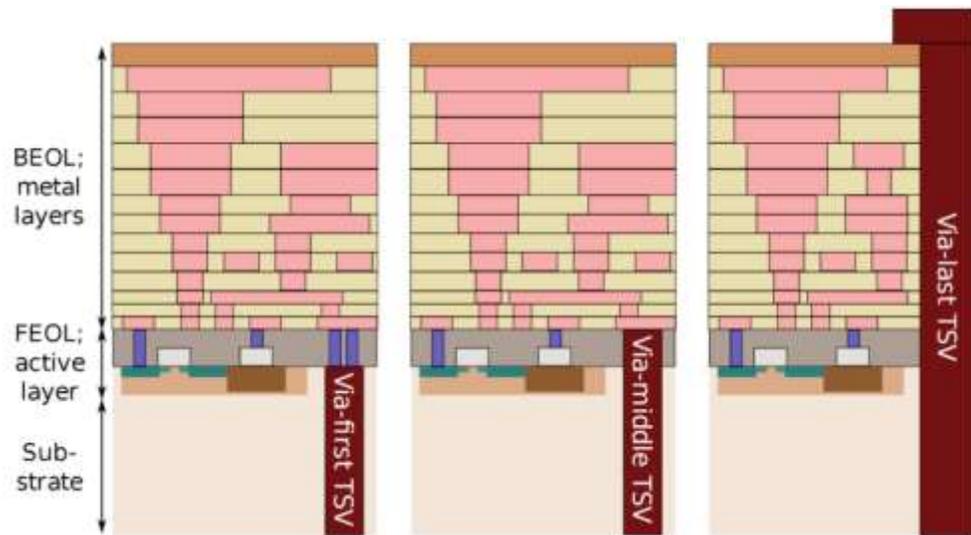
资料来源：AMD，华福证券研究所

2.4 存储：内存容量大幅提升，HBM成AI服务器标配

2.4.2 HBM的优异性能离不开硅通孔技术与CoWos封装技术的发展

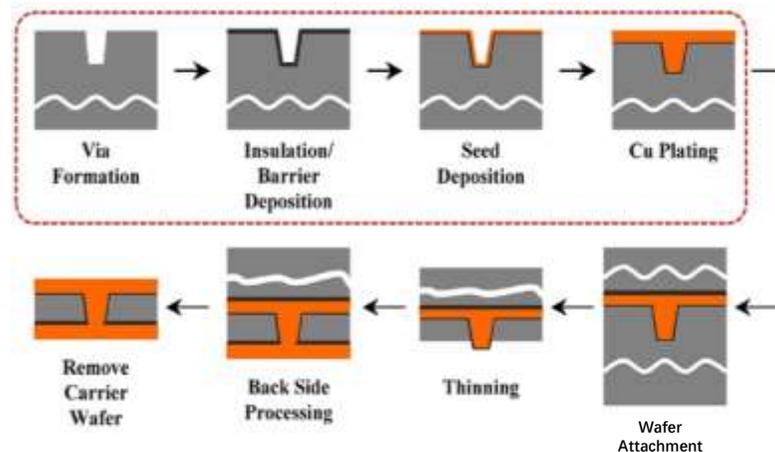
- TSV技术具有高密度集成、高电性能、多功能集成和低制造成本等优势。** HBM通过SIP和TSV技术将数个DRAM裸片像楼层一样垂直堆叠。台积电CoWoS-S通过硅中介层承载处理器和 HBM。HBM与处理器“组装”在一起需要借助硅中介层。HBM通过CoWoS 等2.5D封装工艺，和CPU/GPU等并排铺设在硅中介基板上，CPU/GPU 等逻辑die采用倒片封装（FC）形式和硅中介基板连接，存储器和GPU等逻辑芯片之间通过中介层实现通信，然后将内插器和有源硅连接到包含要放置在系统PCB上的I/O的封装基板。
- HBM工艺流程包括TSV形成、绝缘层全气绝缘、阻挡层、种子层沉积、电镀填充、CMP 抛光等步骤。** TSV为 HBM 核心工艺，中文全称是硅通孔技术。TSV技术通过铜、钨、多晶硅等导电物质的填充，实现硅通孔的垂直电气互联。HBM对封装高度、散热性能提出更高要求，3D封装关键原材料成为核心。在3D封装关键原材料方面，颗粒状环氧塑封料（GMC）HBM由于3D堆叠导致芯片厚度较高，因此需要用特殊的颗粒状环氧塑封料（GMC）封装。为了解决HBM封装厚度增大和散热需求大的问题，GMC需要大量添加核心材料low- α 球硅和low- α 球铝。

图表16：硅通孔封装（TSV）立体原理图



资料来源：未来半导体，华福证券研究所

图表17：硅通孔封装（TSV）的工艺流程



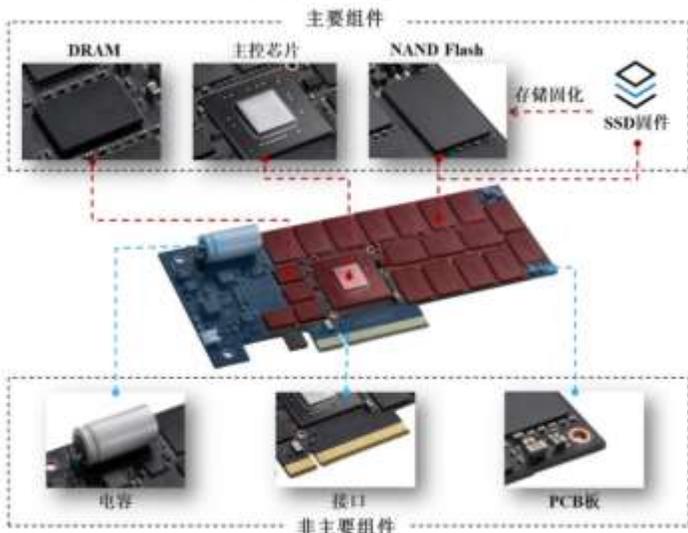
资料来源：艾邦半导体，华福证券研究所

2.5 存储：AI驱动本地存储容量大幅提升

2.5.1 AI服务器带来本地存储容量大幅提升

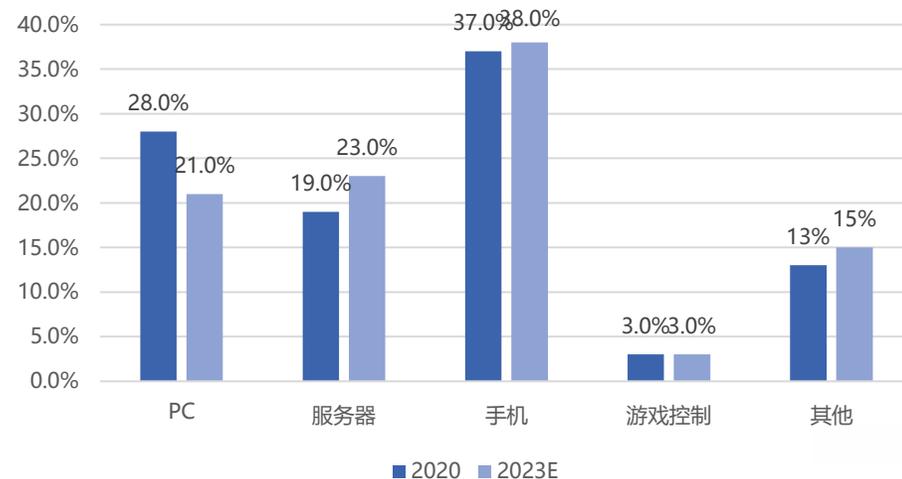
- **服务器存储的选择方案包括HDD和SSD。** 硬盘HDD满足大容量的长时存储需求，在服务器中用于数据缓存驱动和操作系统驱动，服务器硬盘一般与 RAID (redundant array of independent disks, 独立磁盘冗余阵列) 卡搭配使用，RAID 技术将多块独立的硬盘（物理硬盘）按不同的方式组合形成一个硬盘组（逻辑硬盘），实现高速率存取、冗余容错、热备等功能。SSD采用闪存技术来存储数据，相比HDD具有更快的读写速度和更短的访问时间，适用于需要快速随机访问的应用中，如虚拟化、数据库和Web服务器。SSD没有机械部件，因此更耐受冲击和振动，具有更高的可靠性。伴随大模型对存储器性能要求的提升以及两者价格差距的缩小，SSD 对 HDD 的替代进程有望加速。
- **企业级 SSD 的主要硬件组件包括 NAND Flash、主控芯片和 DRAM，核心软件为企业级 SSD 的固件。** NAND Flash是数据存储的核心介质及载体。主控芯片主要负责固态硬盘与服务器主机通信、控制闪存的数据传输并运行固件算法等。DRAM主要作为缓存用以降低固态硬盘的读写延迟（有些SSD没有DRAM）。固件一般是模组厂商自主开发，通过驱动主控芯片调度各个硬件模块，实现闪存和主控芯片之间的兼容。目前选用“PCIe 接口+NVMe 协议”的企业级 SSD 已成为市场主流选择。忆恒创源（目前在第二轮IPO中）是国内最早发布使用 NVMe 协议企业级 SSD 产品的厂商：NVMe具有可逼近PCIe总线速度的带宽、更高的IOPS和更低的时延，并提供了自动功耗状态切换和动态能耗管理功能。

图表18：SSD的内部结构



资料来源：忆恒创源招股说明书，华福证券研究所

图表19：2020~2023NAND闪存颗粒的下游需求



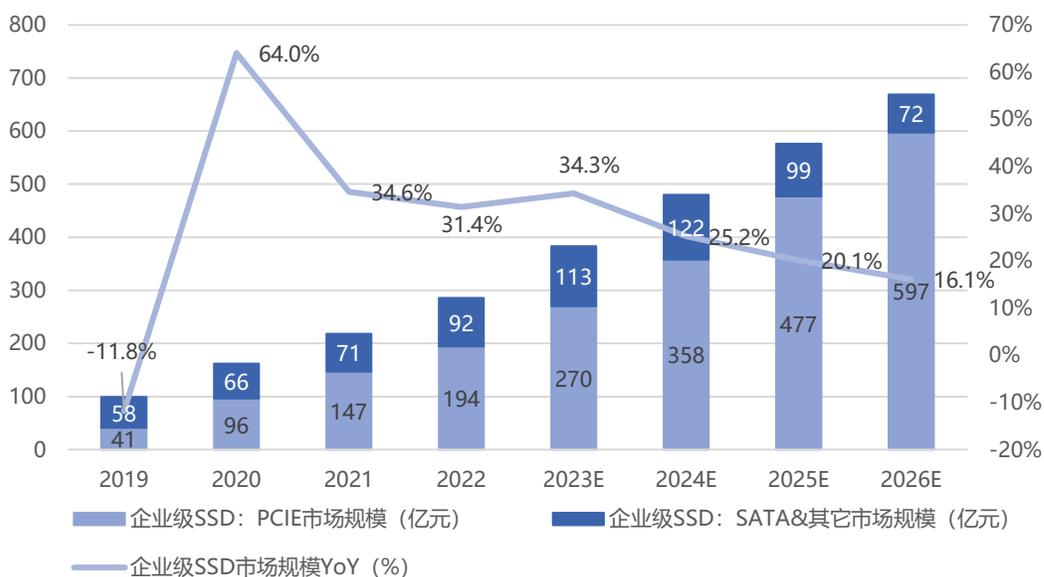
资料来源：集邦咨询、前瞻经济学人、华福证券研究所

2.5 存储：AI驱动本地存储容量大幅提升

2.5.2 AI、云计算及大数据驱动SSD性能优化

- **企业级SSD性能和技术迅速提升，NAND堆叠正在过渡至更高层数。**目前，超过200层的NAND SSD技术已实现突破，TLC（3位/单元）仍是基本介质。从行业整体来看，QLC-NAND闪存发展迅速，预计未来将在市场上得到更广泛的应用；在接口方面，PCIe标准快速演化，PCIe Gen5以及Gen6陆续发布，SSD最高速度将加速提升至15GB/s甚至30GB/s；在规格方面，随着计算生态向PCIe Gen5演进，I/O性能持续提升，为满足多元化的应用场景，PCIe Gen5形态逐渐向多样化演进。
- **SSD市场规模稳步高增。**IDC预计，全球企业级SSD市场规模将在2026年达到近272.6亿美元，2022~2026 CAGR+7.1%。2022年中国企业级SSD市场规模达到38.8亿美元，同比增长18.3%。预计未来五年，全球和中国企业级SSD市场将保持稳定增长。
- **数据中心的企业级存储设备逐渐从HDD到SATA SSD再向PCIe SSD演变。**SSD自身不仅仅是一个硬盘，而是一个具备处理、缓存、计算、安全保护的小型系统。未来技术厂商将持续夯实SSD研发的基础能力，应用PCIe宽带接口，适配NVMe高速读写协议。突破目前存在的存储接口和协议性能瓶颈的厂商有望持续发挥SSD在高读写、大带宽等场景下的作用。

图表20：2019~2026E 中国企业级固态硬盘市场规模及市场结构



资料来源：艾瑞咨询，华福证券研究所

图表21：国内存储行业代表公司及主要产品

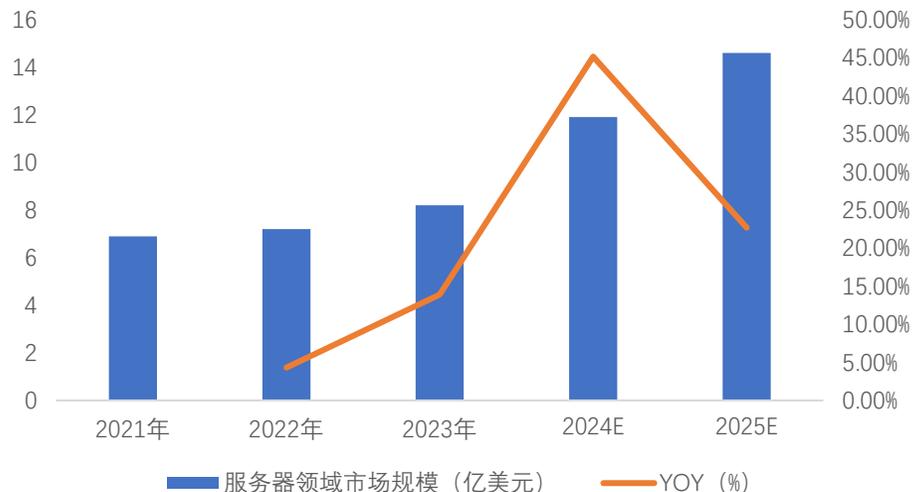
DRAM	NAND/NOR	主控芯片	RAID芯片	内存接口芯片	存储模组
长鑫存储	长存科技	华澜微（排队上市）	国芯科技	澜起科技	江波龙
兆易创新	兆易创新	得一微（排队上市）			佰维存储
北京君正	北京君正	忆芯科技			长存科技
东芯股份	东芯股份	山东华芯			长鑫存储
紫光国微	普冉股份	大唐存储			德明利
晋华集成电路	恒烁半导体	宝存科技			忆恒创源（固件）
江波龙	珠海博雅	宏芯宇			朗科科技
康佳芯盈	芯天下	大普微电子（辅导）	华澜微	长鑫科技	同有科技
喻芯半导体	聚辰股份	华存电子			万润科技
宏芯宇电子	佰维存储	国科微电子			得一微
晶存科技	时创意电子	德明利			大普微电子
力积存储科技	喻芯半导体	联芸科技（上市中止）			英韧科技
大为创芯微电子科技有限公司	得一微	得瑞领新			时创意电子

资料来源：各公司官网，新浪科技，新浪财经，北京君正2023半年报，华福证券研究所

2.6 内存接口芯片：集成于DRAM中

- 内存接口芯片集成于DRAM模组中，是服务器内存模组的核心逻辑器件。其主要作用是提升内存数据访问的速度及稳定性，满足服务器CPU对内存模组日益增长的高性能及大容量需求。支持DDR5的主流服务器CPU于2022年底至2023年初正式发布，推动DDR5服务器内存模组渗透率持续提升。根据JEDEC组织的定义，在DDR5世代，服务器内存模组上除了需要内存接口芯片之外，同时还需要配置三种配套芯片，包括一颗SPD芯片（专用于DDR5内存模组的EEPROM带电可擦可编程只读存储器芯片，用来存储内存模组的关键配置信息）、一颗PMIC芯片和两颗TS芯片（用来实时监测DDR5内存模组温度的传感器芯片）；普通台式机、笔记本电脑的内存模组UDIMM、SODIMM上，需要配置两种配套芯片，包括一颗SPD芯片和一颗PMIC芯片。
- 内存接口芯片未来市场空间广阔。从全球服务器领域内存接口芯片（RCD+DB）市场规模来看，据统计，2021年全球服务器出货量为0.13亿台，其中服务器平均内存模组数量为10.0，服务器DIMM数量为亿条，同时目前全球DDR4渗透率为98%，DDR4 LRDIMM渗透率为10%，DDR5渗透率为2%，DDR5 LRDIMM渗透率为0%，对应2021年全球服务器领域（RCD+DB）市场规模为6.9亿美元，预计2025年达到14.6亿美元。

图表22：2021-2025全球服务器领域内存接口芯片市场规模



资料来源：华经产业研究院，华福证券研究所

图表23：DDR5内存模组中配套芯片的应用

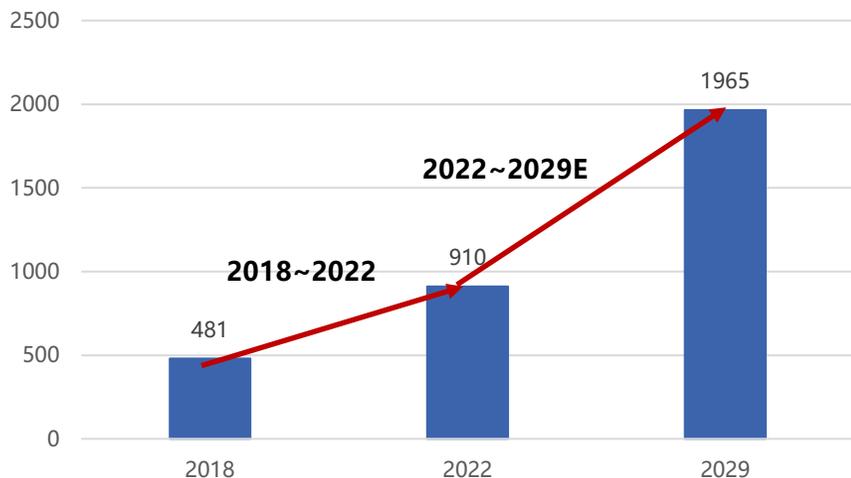
序号	类型	应用领域	全称	SPD (串行检测芯片)	TS (温度传感器)	PMIC (电源管理芯片)
1	LRDIMM	服务器	减载双列直插内存模组	1颗	2颗	1颗
2	RDIMM	服务器	寄存式双列直插内存模组	1颗	2颗	1颗
3	UDIMM	台式电脑	无缓冲双列直插内存模组	1颗	----	1颗
4	SODIMM	笔记本电脑	小型双列直插内存模组	1颗	----	1颗

资料来源：澜起科技2022年年报，华福证券研究所

2.7 PCIe技术：为服务器数据的高速及远距离传输保驾护航

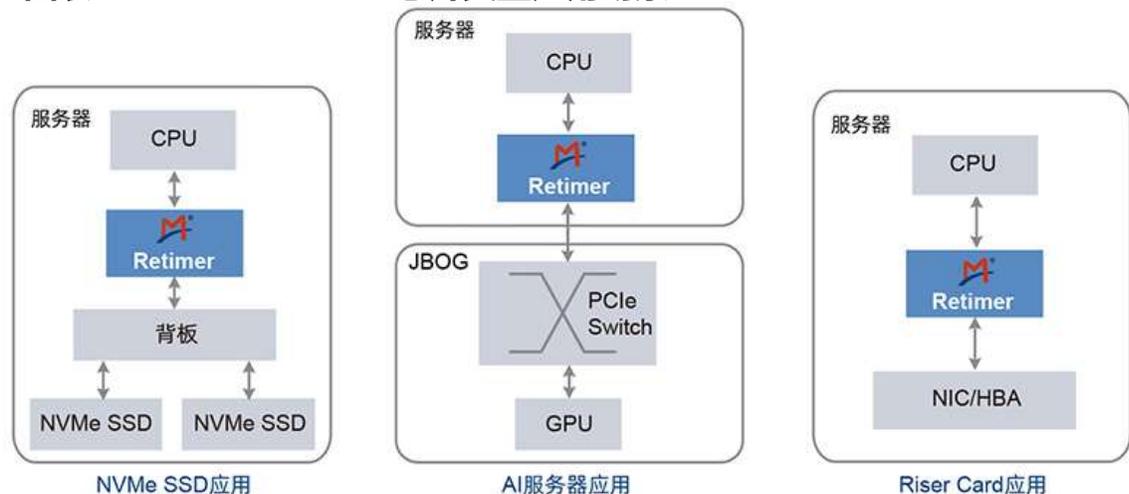
- 依托于强大的生态系统，PCIe已成为主流互连接口。** PCIe协议（由英特尔于2001年提出）是一种高速串行计算机扩展总线标准，即CPU通过主板上的PCIe插槽及PCIe协议与加速器沟通，实现上下之间的接口以协调数据的传送，并在高时钟频率下保持高性能。目前PCIe协议已发展至PCIe 5.0，传输速率已从PCIe 4.0时期的16GT/s提升到32GT/s，未来PCIe 6.0的传输速率将进一步提升至64GT/s。根据QYResearch调研团队的最新报告《全球PCIe芯片市场报告2023-2029》，预计2029年全球PCIe芯片市场规模将达到19.65亿美元，2022~2029 CAGR+12.1%。随着平台厂商、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，应用场景拓宽至云计算、企业级计算、高性能计算、人工智能和物联网等。
- PCIe Retimer芯片在性能、标准化和生态系统支持等方面具有明显的优势。** 随着PCIe速度不断翻倍及服务器的物理尺寸受限于工业标准并没有很大的变化，信号链路存在插损问题。低损PCB价格高昂且并不能有效覆盖多连接器应用场景，因而用于解决PCIe信号链路的插损问题的性价比不高。相比之下，PCIe Retimer芯片采用模拟信号和数字信号调理技术以及重定时技术补偿信道损耗并消除各种抖动的影响，能够有效提升PCIe信号的完整性，增加高速信号的有效传输距离。随着传输速率达到32GT/S，Retimer芯片技术路径的优势更加明显，到PCIe 5.0时代PCIe Retimer芯片有望为行业主流解决方案。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芯片可以灵活地切换PCIe或CXL模式，Retimer芯片的需求呈“刚性化”趋势。

图表24：2018~2029E全球PCIe芯片市场规模（单位：百万美元）



资料来源：QYResearch，华福证券研究所

图表25：PCIe Retimer芯片典型应用场景

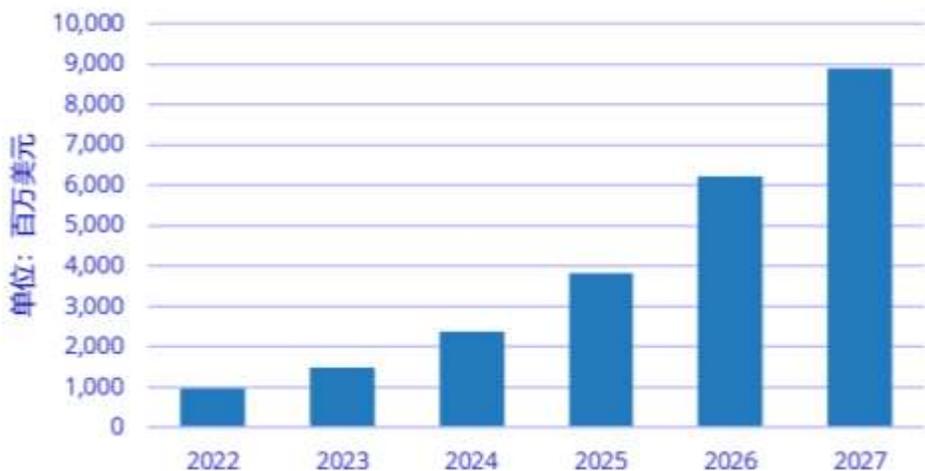


资料来源：澜起科技官网，华福证券研究所

2.8 散热：液冷技术制霸数据中心服务器散热领域

- 液冷技术逐渐成为数据中心制冷的新型解决方案。服务器核心计算芯片更新迭代，单芯片功耗将达到500~1000W，而风冷散热能力有限，GPU和高性能计算服务器等设备的发展及功率密度的增加对数据中心的制冷水平提出了更高的要求。液冷技术利用冷却液体替代传统空气散热，即液体与服务器进行高效热交换，大幅提高了服务器散热效率。
- 冷板式和单相浸没式液冷时当前业界的主流解决方案。液冷技术可以分为非接触式液冷和接触式液冷两大类。非接触式液冷主要指冷板式液冷，冷板式液冷换热热阻较大，相比传统风冷散热技术可实现60%~90%的能耗降低，数据中心PUE值能降至1.2左右；接触式液冷包括浸没式液冷和喷淋式液冷，其中浸没式液冷可完全去除散热风扇，换热能力强，节能效果好，数据中心PUE值可降至1.1及以下。
- 中国液冷服务器市场规模增速可观，行业整体呈现三足鼎立态势。IDC预计2023年中国液冷服务器市场规模将达到15.1亿美元，2027年该数字将提升至89亿美元。2022-2027 CAGR+54.7%。2023上半年中国液冷服务器市场中冷板式占据90%的份额，浸没式液冷受制于高成本、高安置难度等缺陷暂未广泛普及。从市场竞争格局来看，2023上半年市占率前三的分别是浪潮信息、宁畅和超聚变，三家厂商已占据了七成左右的市场份额，而飞荣达服务器领域的主要客户包括浪潮、新华三和思科。

图表26：2022~2027中国液冷服务器市场规模及预测



资料来源：IDC，华福证券研究所

图表27：通用及AI算力整机柜液冷服务器要求

	通用算力整机柜服务器要求	AI 算力整机柜服务器要求
机柜	高2200mm，宽600mm，深1200mm(如含液冷门，建议≤1400mm)，节点21inch或19 inch宽	
服务器节点	最大36个1U节点；最大18个2U节点	最少32U服务器部署空间，可适配GPU模组，液冷冷板至少覆盖 CPU、GPU
供电电源配置	支持整柜集中供电，单个电源框高度≤3RU，支持2N供电系统，电源模块支持N+2备份；支持2+2路三相交流供电输入，电压范围：346V AC~415V AC-3ph-50Hz，每相电流32A；或支持220VAC 供电输入，电压范围198V AC~264V AC，建议每路电流63A；或支持240VDC 供电输入，电压范围192V HVDC-288V HVDC，建议每路电流63A。	支持整柜集中供电，2个3U电源框，单个电源框高度≤3RU，最大支持36块电源，支持2N供电系统，电源模块支持N+2备份；双电源框支持6+6路三相交流供电输入，电压范围：346V AC~415V AC-3ph-50Hz，每相电流32A。或支持220VAC供电输入，电压范围198V AC~264V AC，建议每路电流63A；或支持240VDC供电输入，电压范围192V HVDC-288V HVDC，建议每路电流63A。
交换槽位	最少支持5个交换机槽位，支持第三方标准通用交换机安装。	
管理模块	宜通过管理模块对电源进行统一管理并提供整机柜总功率；电源框体内宜配置管理模块，并具备动态节能管理功能。	
机柜内供电总线	48V铜排供电，满足计算节点和+48V通用交换机供电需求。至少支持5+5路AC供电，满足AC通用交换机供电需求。	
Manifold、风液换热器	半液冷场景：Manifold 带走服务器冷板热量，服务器风冷部分热量和柜内交换机的热量通过机房散热设备带走。 全液冷场景：Manifold 带走服务器冷板热量，服务器风冷部分热量和柜内交换机的热量通过风液换热器带走，实现 100%液冷散热	
漏液检测	服务器节点、机柜防漏液设计，支持柜级和节点级漏液监控，能够实现漏液自隔离。实现机柜功率、温度、漏液检测等信息采集、告警生成及上传，并满足与集中监控平台、集中带外管理工具对接的要求。	
一体化交付	支持除机柜门及其附件的整机柜运输（含机柜、服务器节点、交换节点、管理模块、电源框、PDU、电源模块、传感器等）	

资料来源：冷板液冷服务器设计白皮书，华福证券研究所

2.9 电源：服务器动力管家

- **服务器电源主要应用在数据中心场景中，用于服务器、存储及交换机等IT设备的供电。**电源是向电子设备提供电力的装置，也称电源供应器（Power Supply），电源性能的稳定性直接影响电子设备的工作性能及使用寿命。中国电源学会按产品功能和效果分类将电源分为开关电源、UPS电源、线性电源、逆变器、变频器和其他电源。服务器电源属于开关电源的一种应用。
- **服务器电源一般由数字化/模拟化控制 IC、MOS 管、整流肖特基管、电阻电容、磁性材料、外壳、风扇等元器件及部件组成。**服务器电源具有作业环境要求严格、功率密度要求高、在线升级及监测等特点，因此对服务器电源设计、生产及主要元器件配置要求较高。台达、光宝、群光、康舒等中国台资企业进入时间较早、技术积累丰富，为行业知名企业，国内大陆相关上市公司包括欧陆通、茂硕电源、可立克、京泉华、奥海科技及中国长城等。

图表28：华为某型号服务器电源拆解



资料来源：充电头网，华福证券研究所

图表29：电源分类

序号	名称	描述
1	开关电源	是利用现代电力电子技术，控制开关管开通和关断的时间比率，维持稳定输出电压的一种电源
2	UPS电源	即不间断电源，是指利用变换器、控制部件和储能部件，实现为电子设备提供持续、稳定、不间断电能供应的装置。UPS 电源主要用于备用电源，防止重要设备的突然断电带来的重大损失
3	线性电源	是先将交流电经过变压器降低电压幅值，再经过整流电路整流后，得到脉冲直流电，后经滤波得到带有微小纹波电压的直流电压的电源
4	逆变器	是一种将直流电(DC) 转化为交流电 (AC) 的装置
5	变频器	利用电力半导体器件的通断作用将工频电源变换为另一频率的电能控制装置
6	其他电源	除以上电源外，具有特定功能的电源

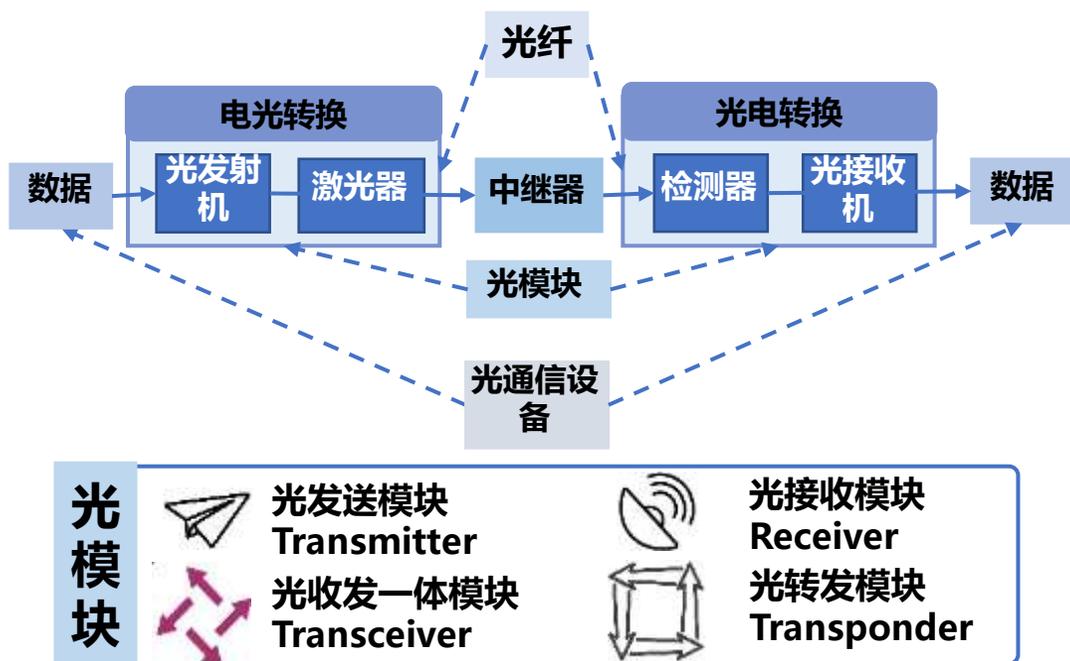
资料来源：欧陆通转债募集说明书，华福证券研究所

2.10 光模块：服务器间连接通道

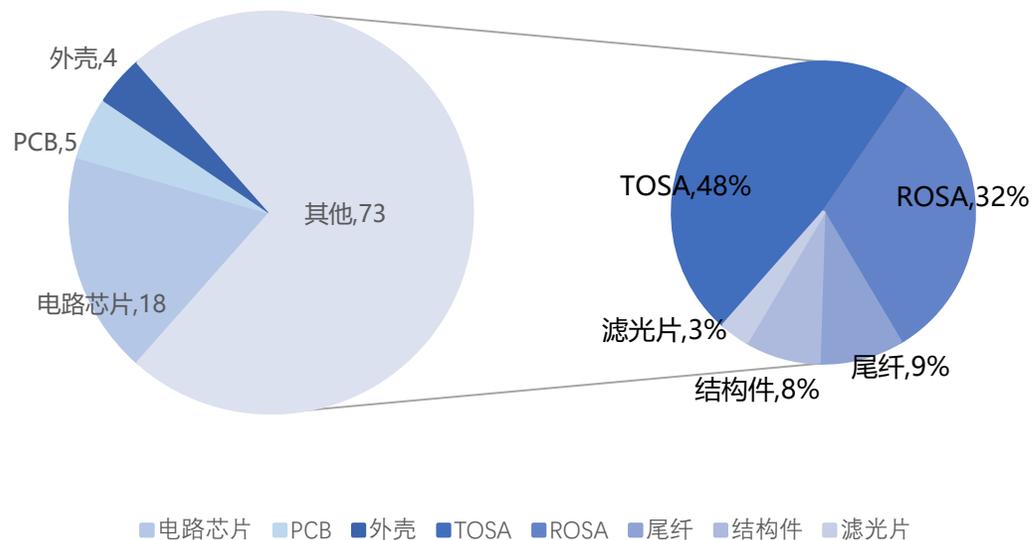
2.10.1 光模块种类繁多，是数据中心连接的必要器件

- 光发射器件及光接收器件等光器件为光模块核心部件，光器件的核心元件为光芯片。根据功能的不同光模块可分为光发送模块、光接收模块、光收发一体模块和光转发模块，业内通常所说的光模块是指光收发一体模块。一个光收发一体模块由光发射器件（TOSA）、光接收器件（ROSA）、电路芯片、PCB、结构件等组成。中端光模块中光器件成本占比约73%，是决定光模块价格的核心因素。
- 中端和高端光模块中光芯片成本占比分别约为40%和50%。光芯片的性能与传输速率直接决定了光模块的传输速率，随着光模块速率的提升，光芯片在其中的成本占比也相应增加。

图表30：光通信传输系统和光模块分类



图表31：高端光模块成本结构

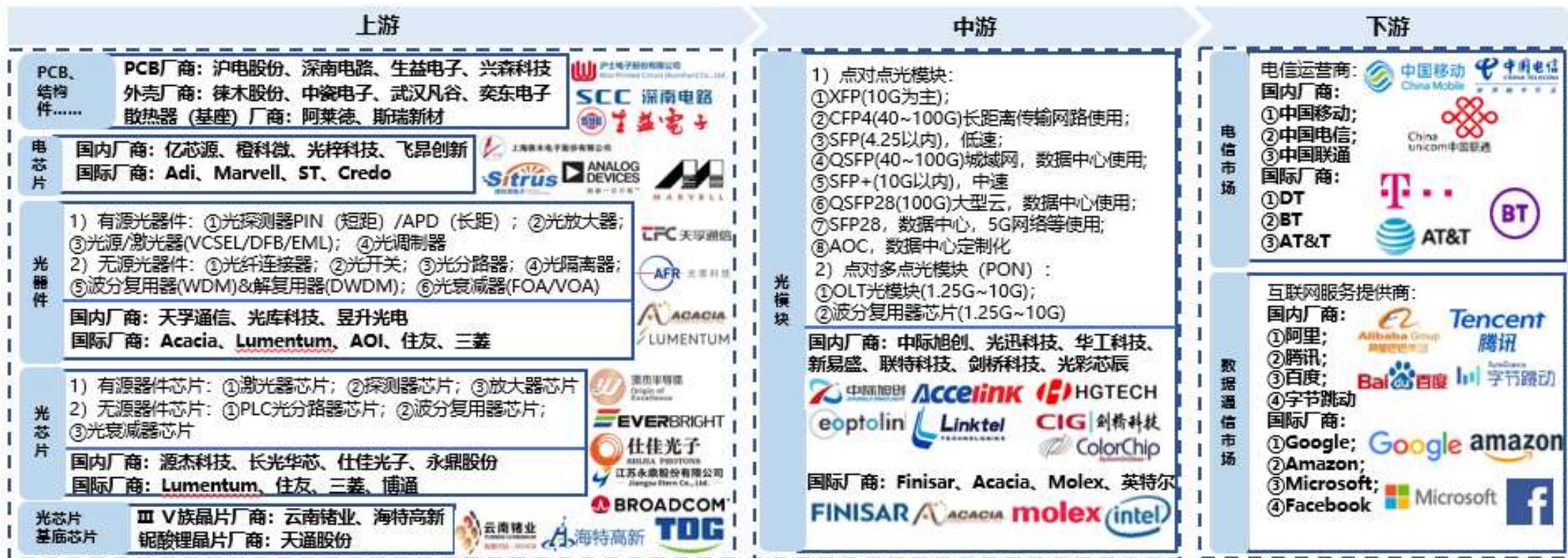


2.10 光模块：服务器间连接通道

2.10.2 光模块位于产业链中游，竞争程度相对较高

- 光通信产业链上下游集中度较高，中游光模块厂商议价能力偏弱。
- 光通信产业链上游包括光器件、光芯片、电芯片等行业，其中芯片行业的技术壁垒较高。下游则分为以国内三大运营商为代表的电信市场和以阿里、腾讯为代表的互联网大厂形成的数据通信市场。

图表32：光通信产业链



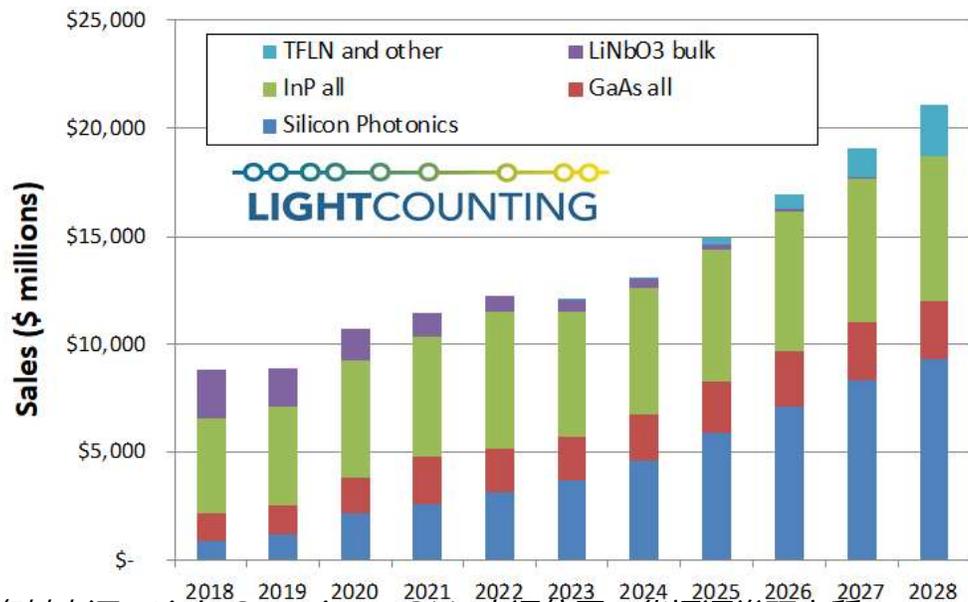
资料来源：各公司官网，头豹研究院，华福证券研究所

2.10 光模块：服务器间连接通道

2.10.3 AI驱动，硅基+CPO的高算力、低功耗方案需求有望激增

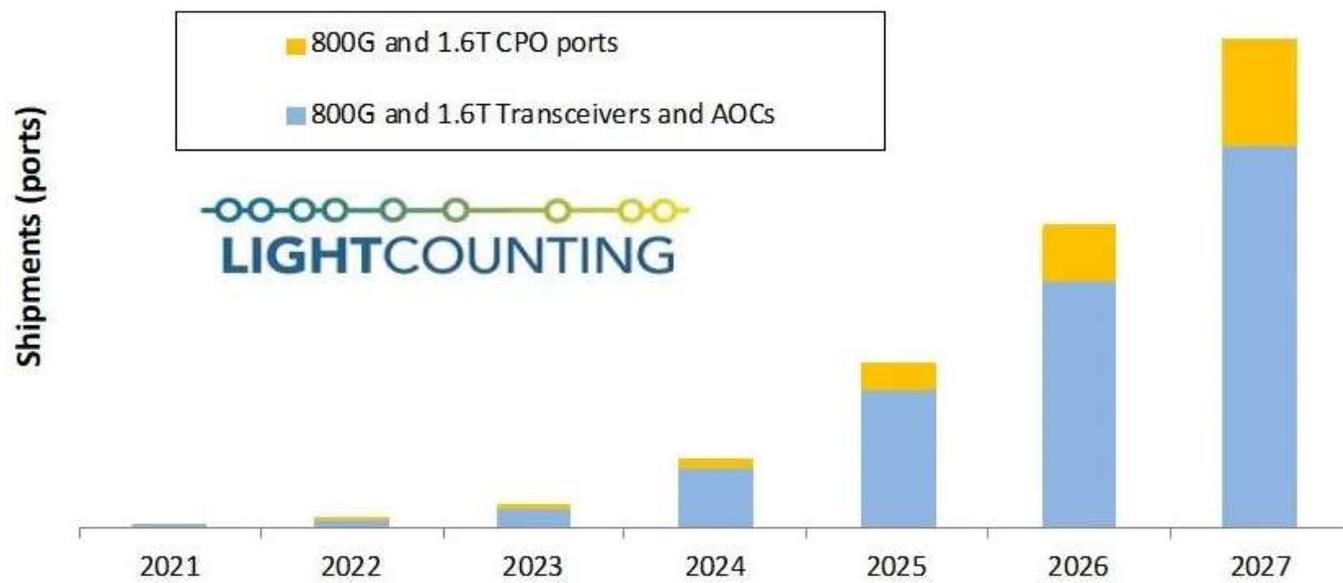
- **硅光平台是CPO的理想选择。** CPO (co-packaged optics) 是指把硅光模块和CMOS芯片用高级封装的形式集成在一起，从而在成本、功耗和尺寸上都进一步提升数据中心应用中的光互联技术。业内人士普遍认为硅光 (SiP) 将实现低成本、大规模的光连接，并从根本上改变光器件和模块行业。2022年使用基于SiP的光模块市场份额为24%，LightCounting预计2028年这一数字将达到44%。
- **AI冲击下光模块需求高涨，用于AI集群的光模块销售额占比极高。** LightCounting预计2023年以太网光模块的全球销售额将下降5%。由于AI集群对400G和800G光连接的需求非常强劲，因此下滑幅度不会像六个月前预计的10%那么大，未来5年用于人工智能集群的光模块销售总额将达到176亿美元，而同期所有其他应用场景的以太网光模块销售额为285亿美元。
- **CPO和硅光技术在未来高算力、低功耗的场景下需求将激增。** 由于AI对网络速率的要求极高，是当前的10倍以上，CPO方案有望实现相当于当前可插拔光模块架构50%左右的功耗。LightCounting预计2027年CPO端口在800G及1.6T出货量中占比将达到接近30%。

图表33：线性驱动可插拔模块和共封装光学的市场销售额



资料来源：LightCounting, C114光通信网, 华福证券研究所

图表34：800G和1.6T以太网光模块、CPO端口和有源光缆出货量



资料来源：LightCounting, C114光通信网, 华福证券研究所

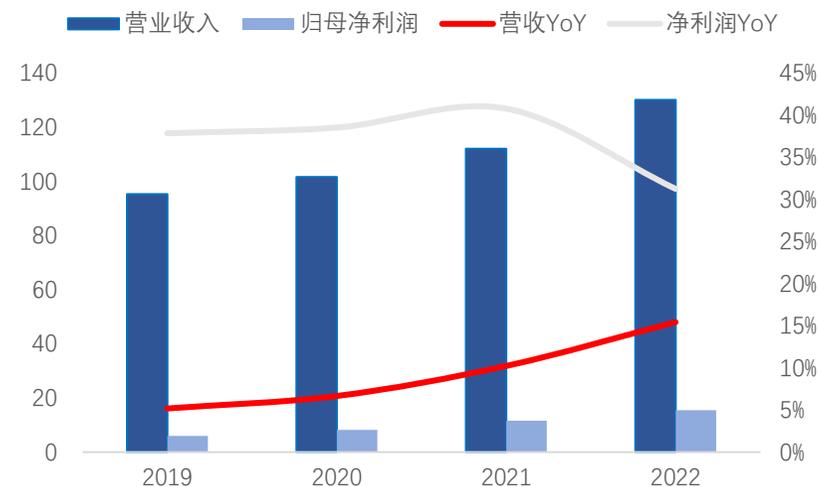
目 录

- 第一部分：AI服务器成为算力发动机
- 第二部分：AI服务器产业链解析
- 第三部分：上市公司梳理及投资建议
- 第四部分：风险提示

3.1 中科曙光：AI智算领军者

- 曙光信息产业股份有限公司于1996年成立，于2014年在上交所上市。公司主要从事高端计算机、存储、安全、数据中心产品的研发及制造，同时大力发展数字基础设施建设、智能计算等业务。产品包含高端计算机、存储、网络安全、云计算服务、数据基础设施建设、算力服务平台等。其中高端计算机产品主要包括机架式服务器、高密度服务器、刀片服务器、超融合一体机产品等，已广泛应用于运营商、金融、能源、互联网、教育等行业客户，覆盖基础设施、电子政务、企业信息化和城市信息化等领域。存储产品包括分布式文件、分布式块、分布式对象、混闪和全闪系列集中式存储等产品及一体化解决方案，在EDA、自动驾驶等新兴应用场景中为核心业务提供优质性能。
- 2019-2022年公司营业收入分别为95.26亿元、101.61亿元、112.00亿元、130.08亿元，净利润5.94亿元、8.22亿元、11.58亿元、15.44亿元。
- 随着“新基建”特别是当前“东数西算”等工程的实施。公司作为核心设备的供应商、基础设施的建设者及算力运营的服务商，具有营收潜力。公司建设“全国一体化算力服务平台”，可通过统一的算力服务门户，实现全国范围内智能算力、通用算力资源的融合调度及弹性供给，满足各类用户对算力的多样化、可靠性和便捷性的需求。

图表35：中科曙光2019-2022年营收及利润情况（亿元）



资料来源：Wind，华福证券研究所

图表36：中科曙光通用高性能计算机产品示意图

通用高性能计算机



硅立方液体相变冷却计算机

面向深度学习等多种应用场景，兼顾性能、能效、应用生态。采用浸没式液体相变冷却技术，实现全球领先的计算密度和节能性。整合曙光最新的高速网络和存储技术，实现超大规模线性扩展。
主要应用：人工智能、试验模拟、石油勘探、气象预报、农业育种、医疗服务、新药研制、动漫渲染、材料设计、金融计算等。



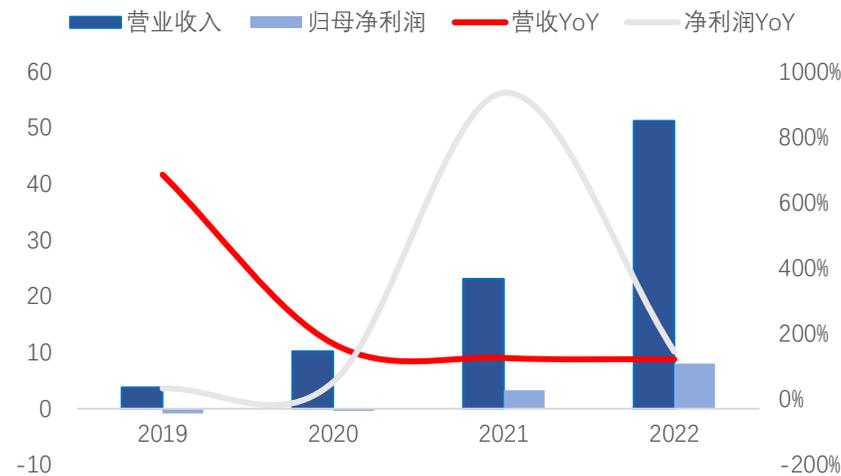
曙光6000系列高性能计算机

曙光6000高性能计算机是曙光研发创新实力的集中体现，为用户提供从底层机房基础设施，到系统硬件、软件，再到应用软件整合的一体化产品和整体解决方案，并提供全生命周期的全方位技术服务。
主要应用：物理、化学、材料、生命科学、工程计算、气象、海洋、环境、石油物探、动漫渲染等行业。

3.2 海光信息：深耕CPU+DCU

- 海光信息技术股份有限公司成立于2014年，于2022年在科创板上市。公司主要从事高端处理器、加速器等计算芯片产品和系统的研究、开发。公司处理器兼容市场主流的x86指令集，具有成熟而丰富的应用生态环境海光处理器内置专用安全硬件，支持多种先进的漏洞防御技术，内置高性能的国密协处理器和密码指令集，支持可信计算的国内、国际标准，支持领先的机密计算技术，能够进行主动安全防御，通过了相关权威机构的安全测试，满足信息安全、数据要素安全流通的发展需求。面向企业计算、云计算数据中心、大数据分析、人工智能、边缘计算等众多领域，海光信息提供了多种形态的海光处理器芯片，满足互联网、电信、金融、交通、能源、中小企业等行业的广泛应用需求。
- 2019-2022年公司营业收入分别为3.79亿元、10.22亿元、23.10亿元、51.25亿元，净利润-0.83亿元、-0.39亿元、3.27亿元、8.04亿元。
- 公司研发出的CPU产品海光一号、海光二号、海光三号 and DCU产品深算一号、深算二号的性能均在国内处于领先地位。CPU既支持面向高端服务器，也支持面向政务、企业和教育领域的信息化建设中的中低端服务器以及工作站和边缘计算服务器。DCU能够完整支持大模型训练，实现LLaMa、GPT、Bloom、ChatGLM等大模型的全面应用，以及国内包括文心一言等大模型全面适配。

图表37：海光信息2019-2022年营收及利润情况（亿元）



资料来源：Wind，华福证券研究所

图表38：海光信息CPU产品系数

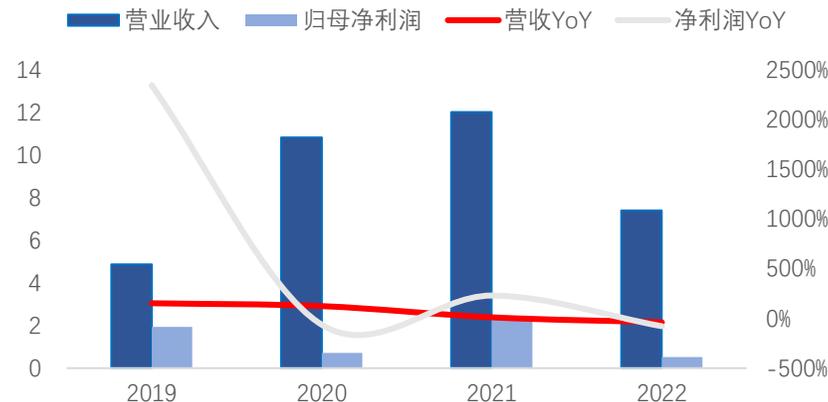
型号	CPU核心数量/线程数量	最大加速时钟频率	最高内存频率	内存类型	PCIe	基准时钟频率	封装	L3 Cache	TDP
海光3250	8/16	3.0GHz	2666MHz	DDR4	PCIe 3.0 x32	2.8GHz	BGA1515	16MB	90W
海光 7285	32/64	3.0GHz	2666MHz	DDR4	PCIe 3.0 x128	2.0GHz	LGA4094	64MB	190W
海光7265	24/48	3.0GHz	2666MHz	DDR4	PCIe 3.0 x128	2.2GHz	LGA4094	64MB	180W
海光7255	16/32	3.0GHz	2666MHz	DDR4	PCIe 3.0 x128	2.2GHz	LGA4094	64MB	180W
海光 5285	16/32	3.0GHz	2666MHz	DDR4	PCIe 3.0 x64	2.5GHz	LGA4094	32MB	135W
海光 5231	8/16	2.8GHz	2666MHz	DDR4	PCIe 3.0 x64	2.35GHz	LGA4094	16MB	90W
海光 3285	8/16	3.2GHz	2666MHz	DDR4	PCIe 3.0 x32	3.0GHz	BGA1515	16MB	105W

资料来源：海光信息官网，华福证券研究所

3.3 龙芯中科：国产CPU主要玩家

- 龙芯中科成立于2008年，于2022年在科创板上市，其主营业务为处理器及配套芯片的研制、销售及服务，主要产品与服务包括处理器及配套芯片产品与基础软硬件解决方案业务。目前，龙芯中科基于信息系统和工控系统两条主线开展产业生态建设，面向网络安全、办公与业务信息化、工控及物联网等领域与合作伙伴保持全面的市场合作，系列产品在电子政务、能源、交通、金融、电信、教育等行业领域已获得广泛应用。
- 2019-2022年公司营业收入分别为4.86亿元、10.82亿元、12.01亿元、7.39亿元，净利润1.93亿元、0.72亿元、2.37亿元、0.52亿元。
- 公司建立起了涵盖指令系统设计、处理器核设计、GPU 核设计、内存接口设计、高速接口设计、多核互连设计、SoC 设计、处理器验证、可测性设计、定制 IP 设计、物理设计、封装设计、板级设计、基础软件开发、内核及编译优化、图形优化技术、编程语言虚拟机和引擎技术、浏览器及安全增强技术等完整人才链和技术链，形成了自主 CPU 和操作系统领域的系统性核心技术能力。

图表39：龙芯中科2019-2022年营收及利润情况（亿元）



资料来源：Wind，华福证券研究所

图表40：龙芯中科龙芯3号产品简介

龙芯三号



产品型号及应用场景

龙芯3A4000、龙芯3A5000：桌面与终端类应用。
龙芯3C5000L、龙芯3C5000、龙芯3D5000：服务器类应用。

- 龙芯3A4000：64 位四核处理器，主频 1.8-2.0GHz，集成双通道 DDR4-2400 和 HT3.0 接口。
- 龙芯3A5000：64 位四核处理器，主频 2.3-2.5GHz，片上集成 4 个 LA464 处理器核，集成双通道 DDR4-3200 和 HT3.0 接口。
- 龙芯3C5000L：64 位十六核处理器，主频 2.0-2.2GHz，集成四个 3A5000 硅片，集成四通道 DDR4-3200 和 HT3.0 接口，最高支持四路互联。
- 龙芯3C5000：64 位十六核处理器，主频 2.0-2.2GHz，片上集成 16 个高性能 LA464 处理器核，集成四通道 DDR4-3200 和 HT3.0 接口，最高支持十六路互联。
- 龙芯 3D5000：64 位三十二核处理器，主频 2.0GHz，集成两个 3C5000 硅片，集成八通道 DDR4-3200 和 HT3.0 接口，最高支持四路互联。

配套芯片



产品型号及应用场景

龙芯7A1000、龙芯7A2000：与龙芯 3 号系列配套使用。

- 龙芯7A1000：龙芯3号系列处理器的配套桥片，通过 HT3.0 接口与处理器相连，外围接口包括 PCIE2.0、GMAC、SATA2.0、USB2.0和其他低速接口。
- 龙芯 7A2000：第二代龙芯 3 号系列处理器配套桥片，通过 HT3.0 接口与处理器相连。外围接口包括 PCIE3.0、USB3.0、SATA3.0；显示接口为 2 路 HDMI 和 1 路 VGA，可直连显示器；内置一个网络 PHY，直接提供网络端口输出；片内集成自研3D GPU，采用统一渲染架构，搭配 32 位 DDR4 显存接口，最大支持 16GB 显存容量。

3.4 澜起科技：全球内存芯片厂商引领者

- 澜起科技成立于2004年，2019年7月于上交所科创板上市，为全球主要内存接口芯片供应商之一。澜起科技的主营业务是为云计算和人工智能领域提供以芯片为基础的解决方案，目前主要产品包括内存接口，津逮服务器 CPU 以及混合安全内存模组。澜起科技现已成为全球可提供从 DDR2 到 DDR4 内存全缓冲/半缓冲完整解决方案的主要供应商之一，其发明的 DDR4 全缓冲“1+9”架构被采纳为国际标准。
- 2019-2022年公司营业收入分别为17.38亿元、18.24亿元、25.62亿元、36.72亿元，净利润9.33亿元、11.04亿元、8.29亿元、12.99亿元。
- 公司具备自有的集成电路设计平台，包括数字信号处理技术、内存管理与数据缓冲技术、模拟电路设计技术、高速逻辑与接口电路设计技术以及低功耗设计技术，方案集成度高，可有效提高系统能效和产品性能。公司内存接口芯片的市场份额保持稳定，可为DDR5系列内存模组提供完整的内存接口及模组配套芯片解决方案，是目前全球可提供全套解决方案的两家厂商之一。PCIe 技术领域，公司是全球能够提供PCIe 4.0 Retimer 芯片的三家厂商之一，是全球第二家宣布量产 PCIe 5.0 /CXL 2.0 Retimer 芯片的厂家。作为 PCIe 相关的底层技术，公司的 Serdes IP 已实现突破，相关 IP 已应用到公司 PCIe 5.0/CXL 2.0 Retimer 芯片上。CXL 技术领域，2022年5月发布全球首款 CXL 内存扩展控制器芯片 (MXC)，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。MXC 芯片推出以来，公司积极推进基于 MXC 芯片的模组项目设计，已有多家客户采用公司CXL内存模组及板卡，并在相关服务器平台上通过基本功能验证。

图表41：澜起科技产品



资料来源：澜起科技官网，华福证券研究所

图表42：内存接口芯片的发展演变

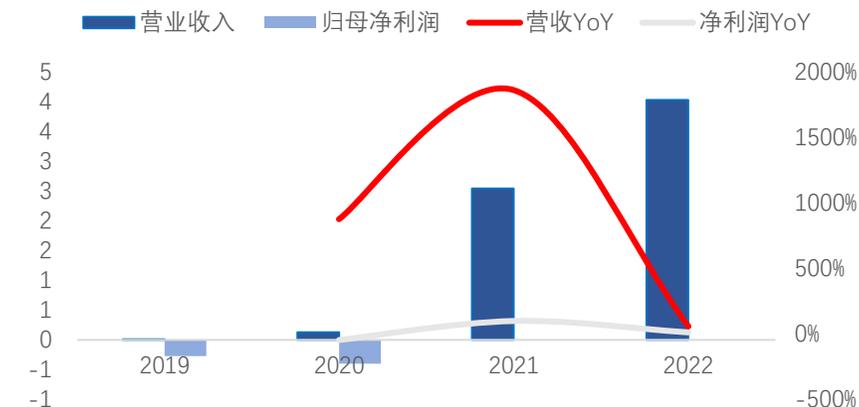
内存接口芯片世代	技术特点	主要厂商	研发时间跨度
DDR2	最低可支持 1.5V 工作电压	TI(德州仪器)、英特尔、西门子、Inphi、澜起科技、IDT 等	2004年-2008年
DDR3	最低可支持 1.25V 工作电压，最高可支持1866MT/s的运行速率	Inphi、IDT、澜起科技、Rambus、TI(德州仪器)等	2008年-2014年
DDR4	最低可支持 1.2V 工作电压，最高可支持3200MT/s 的运行速率	澜起科技、IDT、Rambus	2013年-2017年
DDR5	最低可支持1.1V 工作电压，可实现 4800MT/s 的运行速率，并在此产品基础上，继续研发5600MT/s、6400MT/s 等产品	澜起科技、瑞萨电子(原 IDT)、Rambus	2017 年至今

资料来源：澜起科技2022年年报，华福证券研究所

3.5 裕太微：国产以太网芯片先锋

- 裕太微电子股份有限公司成立于2017年，于2023年在科创板上市。公司专注于高速有线通信芯片的研发、设计和销售，是中国大陆极少数拥有自主知识产权并实现大规模销售的以太网物理层芯片供应商。公司主要产品为以太网物理层芯片，以太网网卡芯片，以太网交换芯片，主要应用于信息通讯、智能电子、监控设备、工业制造、汽车电子等领域。
- 2019-2022年公司营业收入分别为0.01亿元、0.13亿元、2.54亿元、4.03亿元，净利润-0.27亿元、-0.40亿元、-46.25万元、-40.85万元。
- 基于先进的AFE技术和DSP技术，公司研发的以太网物理层芯片具有优秀的传输性能、丰富的网络诊断功能，能够满足商业、工业、车载宽温需求和 ESD 防护。公司百兆、千兆、2.5G 产品技术指标已通过国内知名客户认证并实现大规模出货。以太网网卡芯片方面，千兆网卡芯片产品目前已完成客户端验证工作，即将实现大规模量产出货。以太网交换芯片方面，千兆产品技术指标已通过国内知名客户认证并逐步实现量产出货。

图表43：裕太微2019-2022年营收及利润情况（亿元）



资料来源：Wind，华福证券研究所

图表44：裕太微产品应用情况及示意图



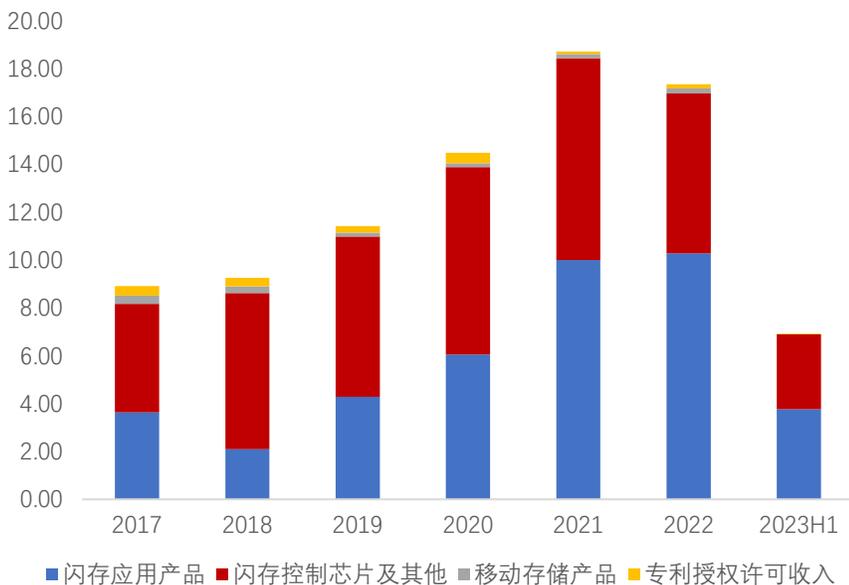
单口消费级	单口工业级	多口消费级	多口工业级
YT8531DC 	YT8511H 	YT8618C 	YT8614H
YT8010A车载芯片 	YT9218N交换芯片 	YT8010AS车载芯片 	YT6801以太网控制芯片 <ul style="list-style-type: none"> 集成符合IEEE 802.31000Base-T100BaseTX10Base-T以太网物理层 PClexpress 1.1 标准 支持Wake on Lan(Wol)远端唤醒功能

资料来源：公司招股说明书，华福证券研究所

3.6 朗科科技：韶关国资入主，打造“东数西算”产投平台

- **背靠韶关政府，从消费级切入服务器SSD，抢占“东数西算”红利。**公司主要产品包括消费级及企业级存储模组，包括固态存储、DRAM动态存储、嵌入式存储和移动存储等。预计至2025年，“东数西算”八大算力枢纽之一的韶关数据中心集群将建成50万架标准机架、500万台服务器规模。公司作为存储模组产品提供商，在韶关国资委成为控股股东后，将积极参与国家“东数西算”工程韶关数据中心集群的建设，公司背靠韶关政府和“东数西算”政策东风，上述产业规划，有望逐步兑现落地，实现智算产业链核心环节的自主可控。朗科科技作为会长单位，推动韶关市算力产业协会成立。协会积极推动IDC全产业链企业集聚，顺利实现“招商——建厂——投产——产品交付——应用研究”全环节落地，并助力会员单位落地订单。
- **成立子公司运营时空大数据，切入算力应用赛道。**公司与众和科技、浪潮云等一起成立子公司运营玄度时空大数据，切入算力应用环节，并自营自建IDC，将是朗科的算力和数据要素商业化落地的重要载体，有望带来业务增长新动力。

图表45：公司闪存应用产品规模持续扩大



资料来源：wind，华福证券研究所

图表46：韶关市算力产业协会

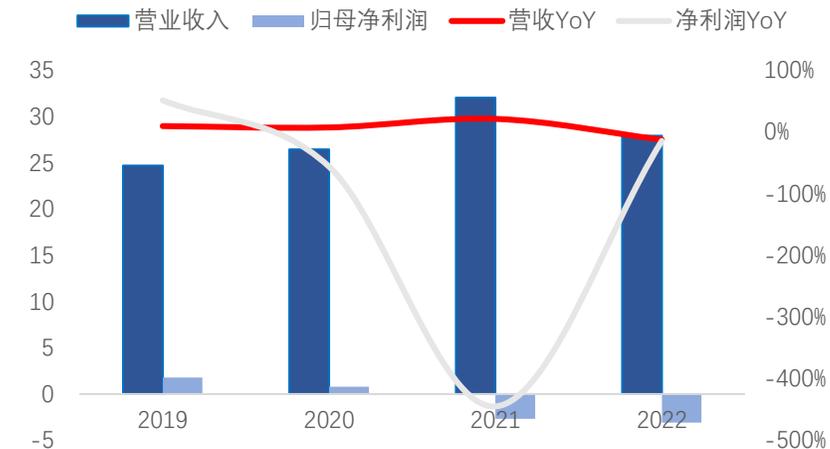


资料来源：韶关市算力产业协会,华福证券研究所

3.7 弘信电子：FPC领军者切入AI服务器

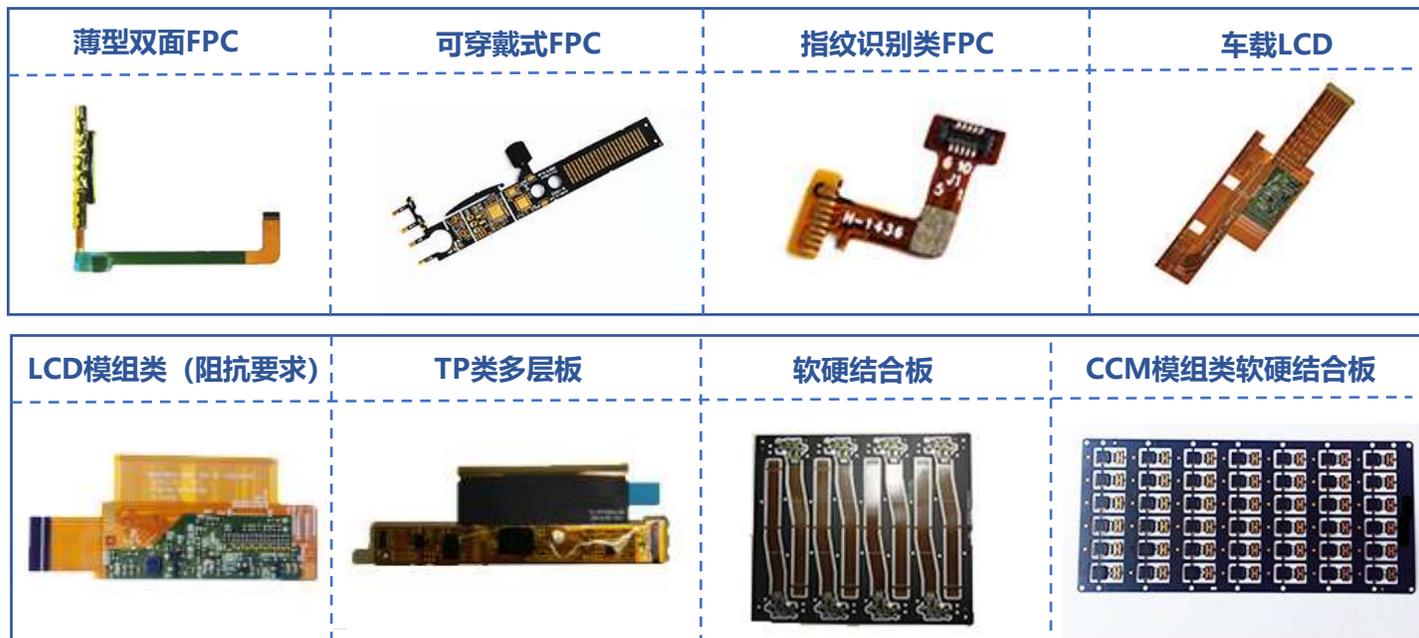
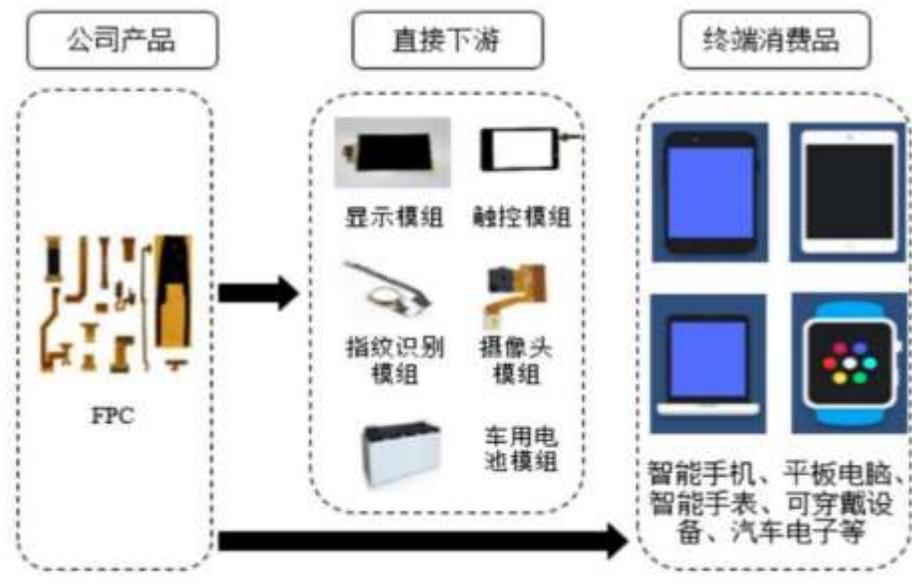
- 厦门弘信电子科技集团股份有限公司于2003年成立，2017年于创业板上市，公司是专业从事FPC研发、设计、制造和销售的高新技术企业，所处行业为电子制造业，位于消费电子、车载电子、军工电子的中上游。经营范围包括新型仪表元器件、材料（挠性印制电路板）和其它电子产品的设计、生产和进出口、批发。公司产品直接下游产品为显示模组、触控模组、指纹识别模组、摄像头模组、车用电池模组。终端领域包括智能手机、平板电脑、智能手表、可穿戴设备、汽车电子等。
- 2019-2022年公司营业收入分别为24.70亿元、26.45亿元、32.03亿元、27.92亿元，净利润1.78亿元、0.78亿元、-2.68亿元、-3.08亿元。
- 公司FPC产业技术实力处于国内领先地位，在应用端技术层面已达到或接近国际先进水平。公司引进国际先进自动化设备，实现产品关键部件加工、产品装配、在线自动检测、完工检测、仓储等制造流程的一体化，是国内最先进的FPC生产线之一。公司将车载业务进一步扩展到车载灯光系统、车载娱乐系统用FPC、车载监控系统用FPC领域。形成以手机显示模组为基本盘，手机直供、车载电子、FPC+、工控医疗、海外业务等重点突破战略布局。

图表47：弘信电子2019-2022年营收及利润情况（亿元）



资料来源：Wind，华福证券研究所

图表48：弘信电子产品应用情况及示意图

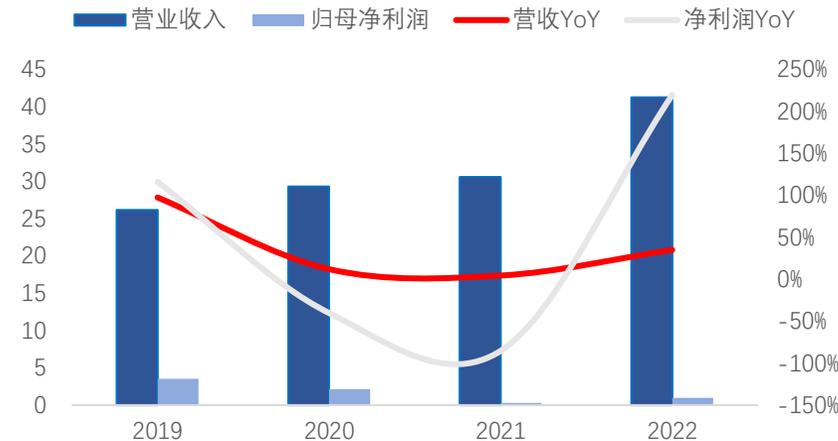


资料来源：公司2022年年报，公司官网，华福证券研究所

3.8 飞荣达：深耕电磁屏蔽材料和散热材料

- 深圳市飞荣达科技股份有限公司于1993年创立，2017年与创业板上市。主要产品为电磁屏蔽材料及器件、导热材料及器件和其他电子器件。电磁屏蔽材料及器件包括导电布衬垫、导电硅胶、导电塑料器件、金属屏蔽器件、吸波器件、软连接等；热管理材料及器件包括导热界面器件、石墨片、导热石墨膜、散热模组、风扇、VC均温板、热管、压铸件、液冷板等；基站天线及相关器件包括：基站天线、一体化天线振子、天线罩、精密注塑等；功能组件包括：无线充电模组、充电器等；防护功能器件包括单双面胶、保护膜、绝缘片、防尘网等。产品广泛应用于手机终端、通讯设备、计算机、汽车电子、家用电器和其它领域。
- 2019-2022年公司营业收入分别为26.15亿元、29.29亿元、30.58亿元、41.25亿元，净利润3.51亿元、2.09亿元、0.3亿元、0.96亿元。
- 液冷技术将会应用到储能、新能源汽车、充电桩、5G基站等对散热技术要求比较高的场景，公司拥有完整的散热产业链布局。公司散热器、一体化压铸件、导热膏、导电硅胶、互感器等相关的功能模块产品已向华为、阳光电源、古瑞瓦特、固德威等新能源光伏及储能客户交付合作中，2023年上半年光伏逆变器和储能业务快速提升，营业收入同比大幅增长。

图表49：飞荣达2019-2022年营收及利润情况（亿元）



资料来源：Wind, 华福证券研究所

图表50：飞荣达产品生态链及在服务器上的应用

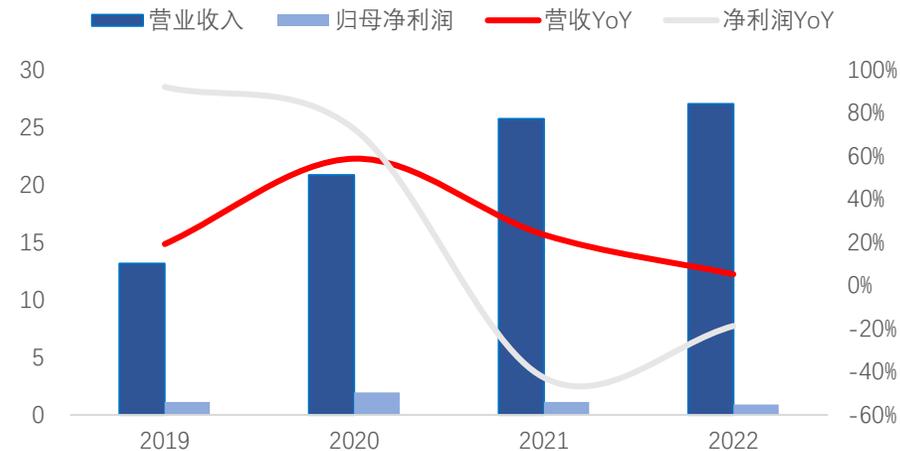


资料来源：公司公告, 华福证券研究所

3.9 欧通路：服务器电源核心供应商

- 深圳欧陆通电子股份有限公司公司成立于1996年，于2020年在创业板上市。公司专注于电源领域，是国内领先的开关电源制造商，主要从事开关电源产品的研发、生产与销售。公司产品包括电源适配器、服务器电源和其他电源等，产品广泛应用于办公电子、网络通信、安防监控、智能家居、新型消费电子设备、数据中心、动力电池设备、纯电交通工具、化成分容设备等众多领域。
- 2019-2022年公司营业收入分别为13.13亿元、20.83亿元、25.72亿元、27.03亿元，净利润1.12亿元、1.94亿元、1.11亿元、0.90亿元。
- 公司服务器电源产品包括通用型服务器电源、高功率服务器电源，以及网安、通信及其他数据中心电源。主要应用于数据中心的边缘计算服务器及人工智能服务器、存储器、交换机、5G 微基站等。公司目前在服务器电源的技术水平、产品质量、服务响应速度等均处于国内领先地位，可以满足不同客户的定制化需求。公司已陆续为浪潮、富士康、华勤、联想、中兴、新华三等客户出货。公司已提前在往高功率、高效率、高密度的方向进行技术储备，给予云服务商、AI 服务器制造商等下游客户优秀的高功率服务器电源产品和浸没式液冷电源解决方案。

图表51：欧通路2019-2022年营收及利润情况（亿元）



资料来源：Wind, 华福证券研究所

图表52：欧通路服务器电源产品示意图



资料来源：公司官网, 华福证券研究所

目 录

- 第一部分：AI服务器成为算力发动机
- 第二部分：AI服务器产业链解析
- 第三部分：上市公司梳理及投资建议
- 第四部分：风险提示

- **地缘政治风险。**近年来，美国频繁对我国高科技领域实施技术封锁，地缘政治因素可能导致国内芯片公司与巨头客户开展业务不及预期，从而影响相关企业业绩。
- **AI发展不及预期风险。**AI服务器可以加快AI数据处理速度，更适用于ChatGPT等高性能计算场景。若AI发展不及预期，将影响AI服务器需求，则会影响相关企业业绩。
- **客户认证及产品验证不及预期风险。**服务器上下游产业链复杂，技术要求高，验证周期长，国内厂商获得新客户认证的难度较高，若客户认证及产品验证不及预期，则会影响相关企业业绩表现。

特别声明

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	评级	评级说明
公司评级	买入	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在20%以上
	持有	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于10%与20%之间
	中性	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与10%之间
	回避	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市	未来6个月内，行业整体回报高于市场基准指数5%以上
	跟随大市	未来6个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与5%之间
	弱于大市	未来6个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下

备注：评级标准为报告发布日后的6~12个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中，A股市场以沪深300指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

一般声明

华福证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。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。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，之后可能会随情况的变化而调整。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。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券有限责任公司”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。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

诚信专业 发现价值

联系方式

华福证券研究所 上海

公司地址：上海市浦东新区浦明路1436号陆家嘴滨江中心MT幢20层

邮编：200120

邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn

