



华安证券

HUAAN SECURITIES

证券研究报告

# 数据中心核心科技系列（一）：数据中心核心科技概览，为更加美好的数字世界构筑基石

分析师：张天（SAC执业证书号S0010520110002）

2021年11月2日



## 投资要点

- **数据中心是未来十年最值得关注的赛道。**数据中心是算力承载的物理实体，其需求反映的是人类社会信息化、智能化的持续趋势，现在及未来都将是科技巨头兵家必争之地。流量和应用向数据中心汇集、云计算&AI需求的爆发、Hyperscale提高效能的需求以及中美算力基础设施竞争都将是驱动数据中心市场的关键因素。
- **技术演进探讨：计算、存储、通信三大核心科技。**
  - 1) 摩尔定律增长放缓下，算力需求增长将主要靠并行堆叠实现。未来算力进化路径一是more moore，二是more than moore。
  - 2) 存储的挑战在于突破冯诺依曼架构下的IO瓶颈。DDR5、HBM以及存内运算都是面向未来的memory关键技术。
  - 3) 通信将迎来网络重构和软件定义带来的变革。其中服务器内部总线带宽持续增长，“内存池”概念将服务于异构计算。DPU的横空出世将发挥专长处理“数据中心税”，而从数据中心网络看，技术迭代持续驱动交换机和光模块高增长。
- **数据中心演进关键词：碳中和、异构计算、虚拟化、数据为中心。**产业链扫描中我们认为异构计算芯片成长最快，中游光模块值得关注。
- **投资逻辑：把握趋势和阶段。**随着中国制造业成本优势下降，工程师红利将成为核心竞争力。中国产业升级的过程将反映在资本市场风格偏好，虽然中游整机制造业增速下滑，但芯片创业公司快速成长，国产替代是未来5年最大的投资机遇。
- **投资建议：**
  - 1) **上游芯片更大。**中国是含硅量最高的数据中心赛道全球第二大市场，国产替代将孕育从0到1的估值爆发和从1到100的持续成长。建议“由小及大”，由电源管理、信号链、内存接口等细分赛道国产龙头入手，等待计算和存储的优质新股。个股方面建议关注澜起科技、国科微、寒武纪、龙芯中科（申报）、安路科技。
  - 2) **中游硬件更稳。**数据中心云基础设施未来仍主要由国内需求驱动，同时建议关注由技术迭代和新兴市场驱动的结构性价成长赛道。个股方面建议关注中际旭创、天孚通信、浪潮信息、紫光股份、中科曙光、星网锐捷等。
  - 3) **中游基础设施更广。**碳中和长期目标下，数据中心节能降耗将是永恒话题，也将带来新型基础设施市场需求。我们认为数据中心基础设施厂商将迎来“拆小改旧”的整合热潮并有望向风光核能源互联、新能源汽车产业链横向扩张。个股建议关注英维克、科士达、科华数据。
  - 4) **下游IDC更长。**IDC反映的是数据和算力的物理实体的长期需求。我们看好三大运营商DICT新兴业务发展，并建议关注布局四大核心枢纽的规模领先的IDC区域性龙头如光环新网、宝信软件、奥飞数据，以及绑定大客户订单无忧的定制型IDC运营商，如数据港。
- **风险提示：**5G应用落地低于预期导致后互联网时代流量增长速度放缓，全球芯片供需矛盾短期无法解决影响IT设备出货，数据中心供大于求导致市场价格大幅下挫，中美科技摩擦加剧影响供应链稳定。



# 目录

1

基础篇：展望数据中心，智能时代的基础设施

2

成长篇：数据中心未来十年最具看点的赛道有哪些？

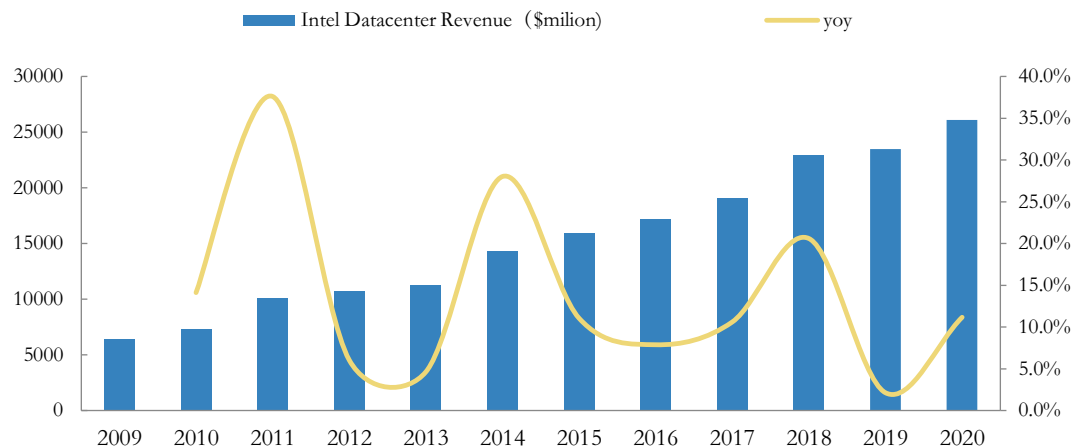
3

投资篇：资本市场的關鍵赛道

# 持续增长的市场：数据中心成为科技巨头兵家必争之地

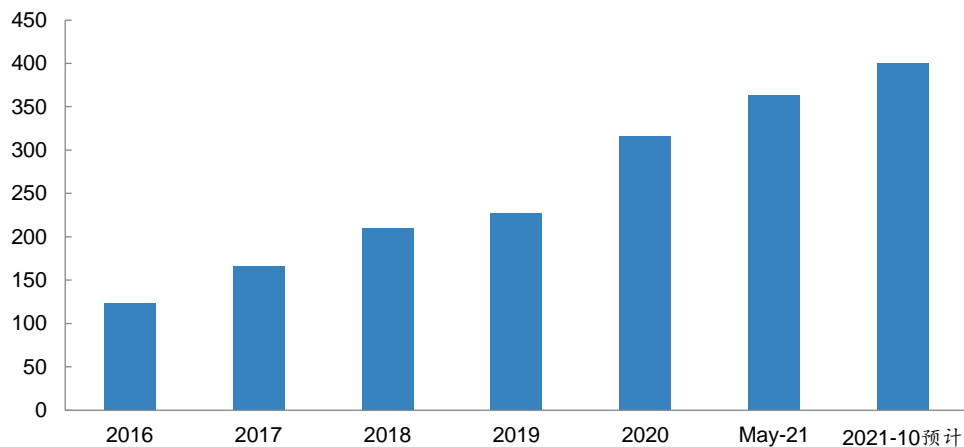
1. 数据中心是算力承载的物理实体，反映的是人类社会信息化、智能化的持续趋势。只要有层出不穷的应用、持续渗透的数字化以及算法对算力的持续需求就有数据中心的需要。
2. 新基建方兴未艾，我国数据中心机架过去五年增长220%。根据《新型数据中心发展三年行动计划》，未来国内IDC发展速度也不低于年均20%。全球范围内，疫后线上经济成为工作生活习惯。
3. 巨头必争之地：Intel过去十年数据中心收入CAGR13%，英伟达数据中心产品收入占比已达40%。巨头科技创新仍在层出不穷反映行业发展前景景气，未来数据中心仍将是技术迭代最快的领域之一。

Intel数据中心集团收入近十年来从未下滑



资料来源：Wind，华安证券研究所

中国数据中心机柜数快速增长（单位：万架）



资料来源：CDCC，华安证券研究所

持续增长的市场：Gartner预计全球数据中心支出CAGR 4.6%，高于终端和通信服务市场

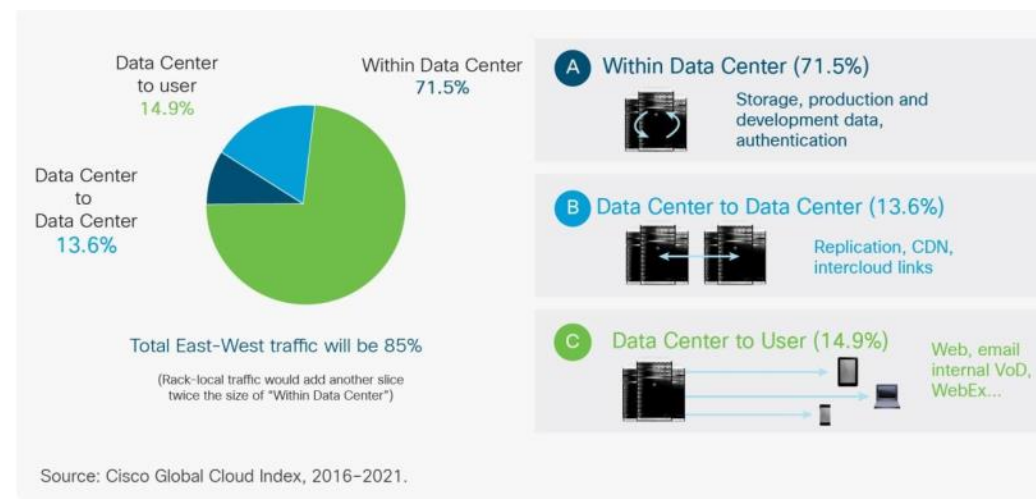
数据中心系统	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	CAGR (%)
数据中心市场支出 (\$B)	174	178	192	202	209	218	224	
年增长 (%)		2.5%	7.4%	5.2%	3.8%	4.0%	2.8%	4.64%
终端市场支出 (\$B)	708	697	794	800	808	823	836	
年增长 (%)		-1.5%	13.9%	0.8%	1.0%	1.8%	1.6%	3.70%
软件市场支出 (\$B)	485	529	599	669	750	836	928	
年增长 (%)		9.1%	13.2%	11.7%	12.2%	11.3%	11.1%	11.90%
IT服务支出 (\$B)	1053	1071	1177	1277	1387	1501	1624	
年增长 (%)		1.7%	9.8%	8.5%	8.6%	8.2%	8.2%	8.68%
通信服务支出 (\$B)	1417	1396	1445	1482	1515	1535	1553	
年增长 (%)		-1.4%	3.5%	2.6%	2.2%	1.4%	1.1%	2.15%
总体IT市场支出 (\$B)	3837	3872	4206	4430	4669	4912	5165	
年增长 (%)		0.9%	8.6%	5.3%	5.4%	5.2%	5.1%	5.93%

资料来源：Gartner，华安证券研究所

# 驱动因素一：流量和应用向数据中心汇集

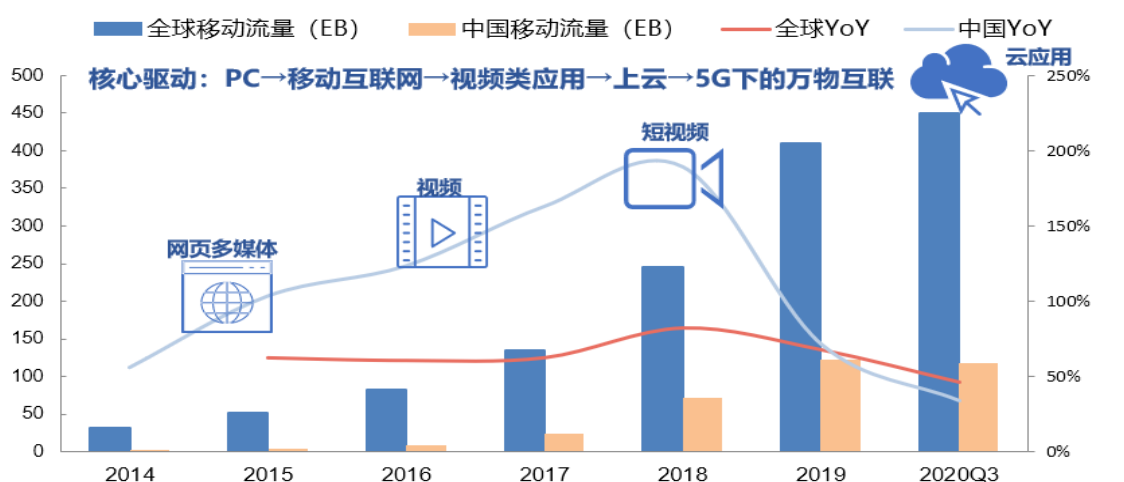
- 1、用流量的角度衡量数据中心下游应用驱动。近十年来移动流量的驱动因素从PC到移动互联网到云计算再到AIoT，全球流量仍在持续增长，且连接更广泛、数据类型更加非结构化、算力需求更多元化。
- 2、东西向流量占比超过85%，数据中心内部的计算和通信占比超七成。大型数据中心对算力、带宽、时延、功耗、成本要求越来越高，这些反映的也是大规模采用虚拟机后处理云计算、AI训练的天然技术需求。
- 3、当前边缘数据流量占比快速增长，边缘数据中心技术将成为未来最有前景市场。如用户侧图像、安防、直播、大数据、机器互联等，这些数据需要更靠近用户的处理。

云应用带动流量向数据中心汇集，而数据中心内部东西向流量占比实际上超过70%



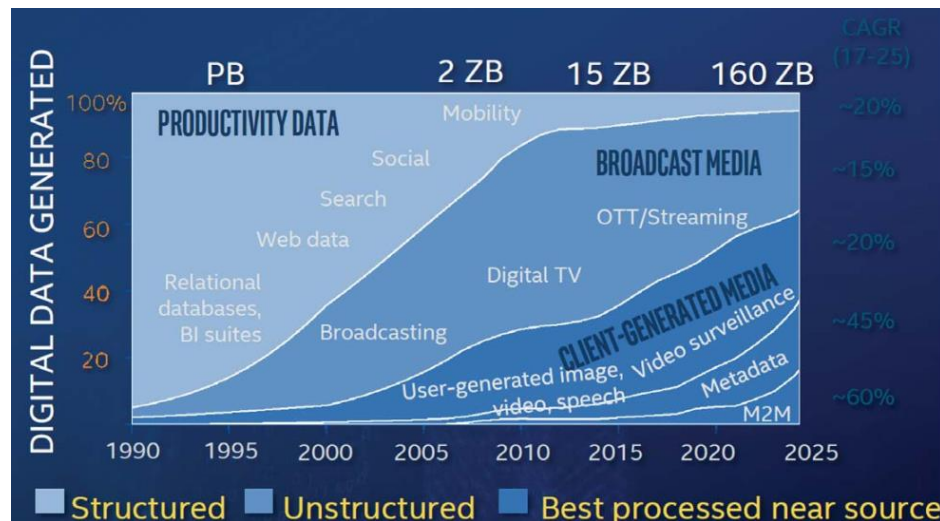
资料来源：思科VNI白皮书，华安证券研究所

2014以来全球移动互联网流量以复合60%的增速爆发，当前全球正处于AIoT前夕



资料来源：爱立信，工信部，华安证券研究所

大量终端场景产生的数据需要在边缘侧处理，边缘数据中心前景广阔



资料来源：SRC，华安证券研究所

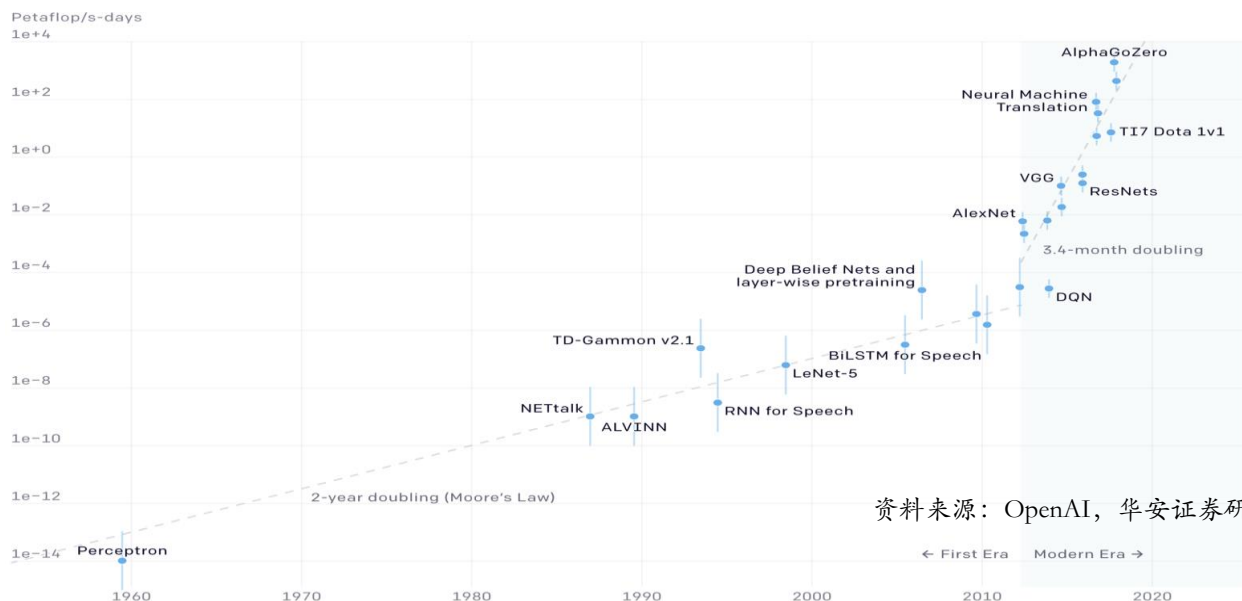


## 驱动因素二：云计算、AI对算力需求的快速增长

1、云计算快速发展将成为未来算力主要供给。2019年全球云数据中心资本开支首超本地，并仍在以年复合20%以上速度增长。全球Top5云厂商每年资本开支的绝大部分都投入在数据中心，并期望以自研服务器、创新网络结构、代建数据中心等降低投资和运营成本。

2、AI算法对算力需求的增长远超摩尔定律演进速度。OpenAI的模型显示，2010年以来业内最复杂的AI模型算力需求涨了100亿倍。人工智能训练模型算力需求水涨船高，目前解决的办法80%靠并行计算和增加投资，10%靠AI算法进步，10%靠芯片单位算力进步。

近十年来，AI训练对算力需求的增速斜率迅速升高，亟需数据中心探索解决之道



资料来源：OpenAI，华安证券研究所

华为预测到社会发展的成熟阶段云端算力、边缘云端算力占比分别为55%、35%

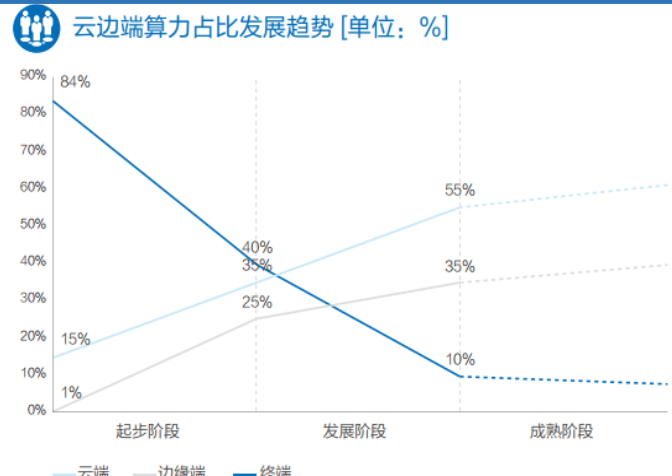
### 未来发展趋势研判

**1 供给端**

- 未来网络将会突破当前的发展限制，以更高的效率承载更多的数据传输

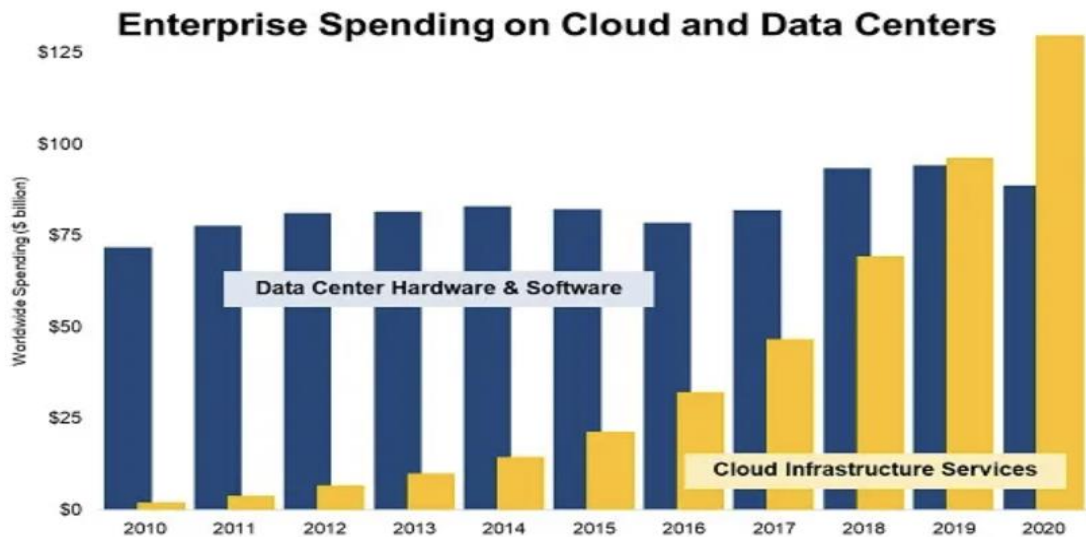
**2 需求端**

- 电子终端的需求逐步向便捷化、一体化发展，需要采用更加轻薄的材质设计，意味着其承载的算力将会逐渐降低



资料来源：华为泛在算力白皮书，华安证券研究所

云数据中心投资在2019年首超本地自建数据中心，并仍然快速增长

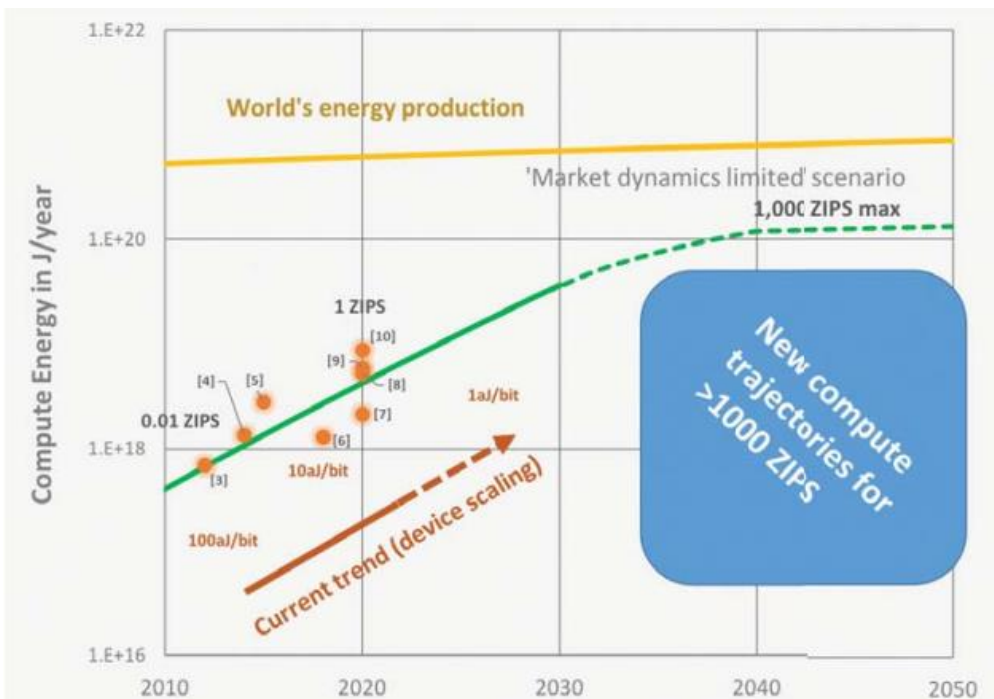


资料来源：Synergy Research，华安证券研究所

## 驱动因素三：大型云数据中心对提高效能的要求

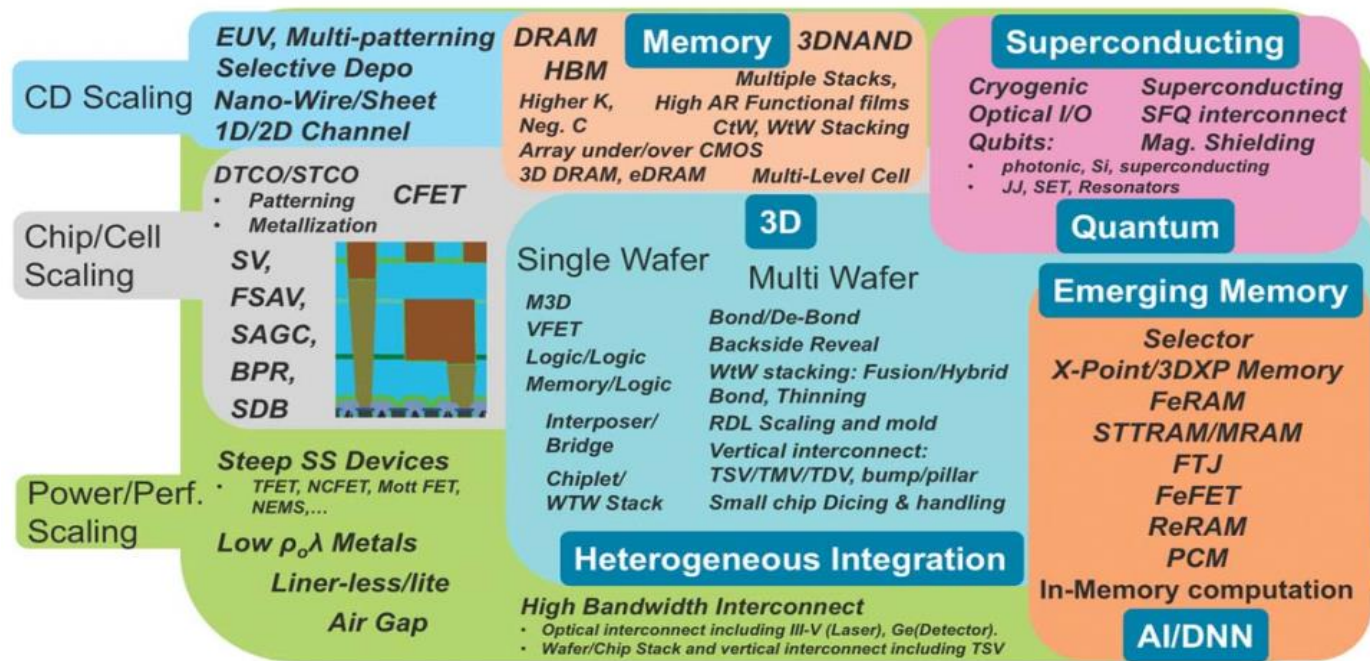
- 1、碳中和时代，全球碳达峰预期将对算力能效比提出更高要求。
- 2、提高算力能效比的手段：
  - 1) 半导体制造工艺的进步；
  - 2) 3D封装、晶圆级封装“化整为零”；
  - 3) 存储介质的革命：存内运算；
  - 4) 算力池概念的进化，需要更高的芯片级互联带宽。

全球能源产量和碳中和预期将对算力消耗的增长造成制约



资料来源：SRC，华安证券研究所

提高计算效能的多种手段：材料、工艺、存储介质和底层计算原理的革命



R. Clark / TTCA TFPT / October 8, 2019

Source: TEL

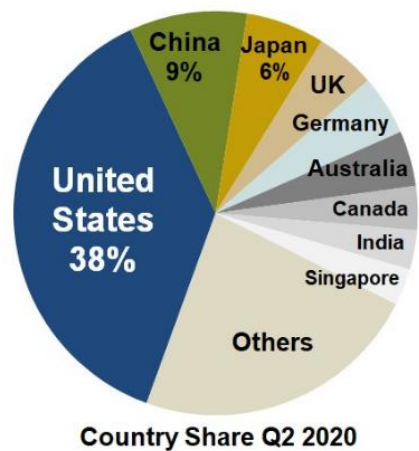
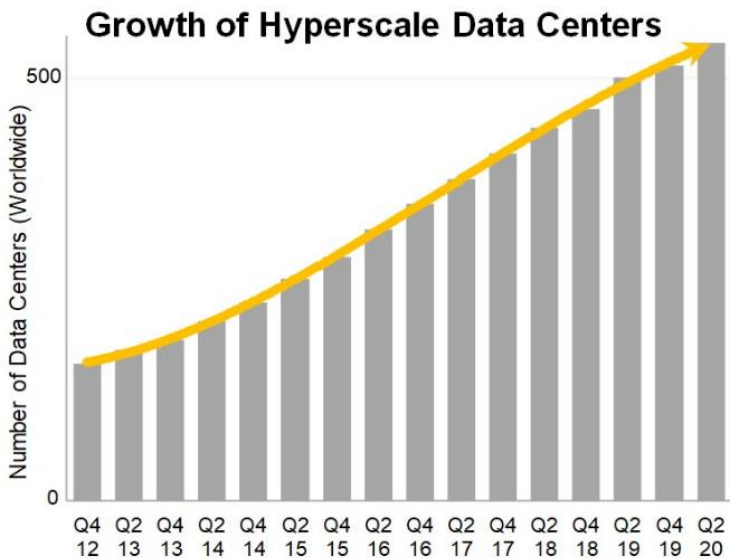
TEL

资料来源：SRC，TEL，华安证券研究所

# 驱动因素四：中美算力基础设施“竞赛”

- 1、算力需求爆发下，全球超大规模数据中心还将增长。中国从快速增长的IDC数量到注重质量，从政策指导和提高能效比的角度看，未来超大规模数据中心和小型边缘数据中心发展迅速。
- 2、算力网络是新基建的下一个重心。在数据安全需要和算力打通的背景下，运营商发力具有算力感知和泛在计算能力的算力网络。算力网络以SDN和NFV为基础，目标实现应用部署匹配计算、网络转发感知计算、芯片能力增强计算。
- 3、算力网络支撑云网融合由1.0走向2.0。运营商掌握优质的网络，以微服务，无服务为代表的资源管控和调度技术也趋成熟，可以基于算力网络开展产业互联网、边缘计算多种应用模式场景创新。

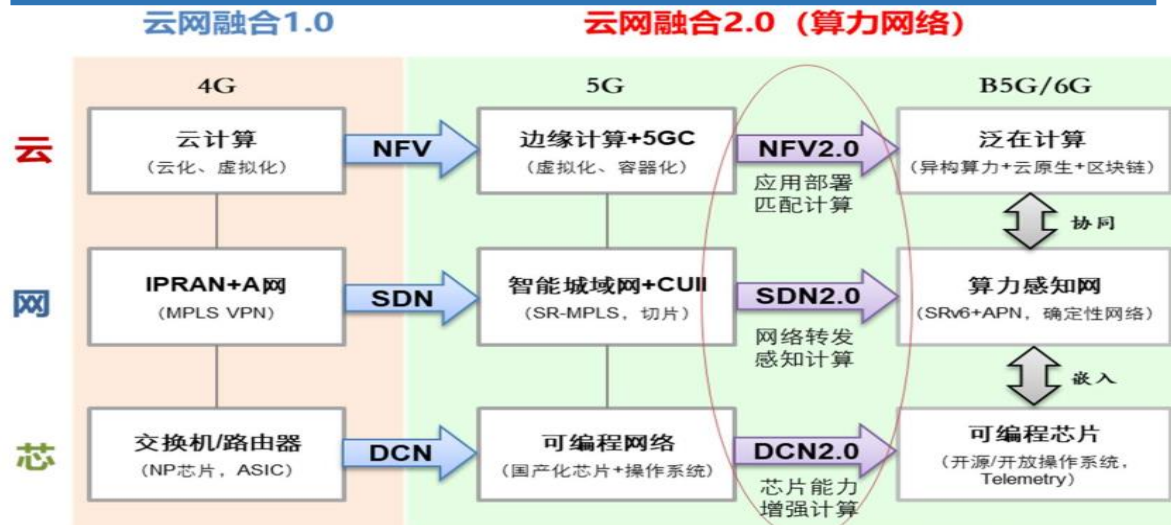
代表算力“霸权”的超大型数据中心，中美还有差距



Source: Synergy Research Group

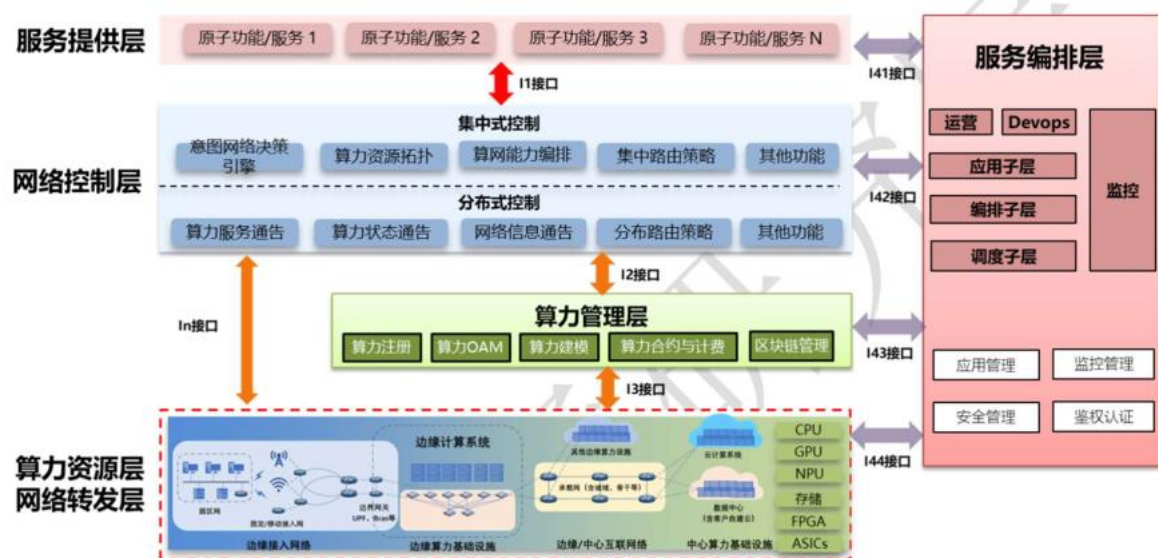
资料来源：Synergy Research，华安证券研究所

运营商5G时代的边缘计算和可编程网络目的打造泛在计算和算力感知网络



资料来源：联通《算力网络架构与技术体系白皮书》，华安证券研究所

算力网络的网络结构分为六层



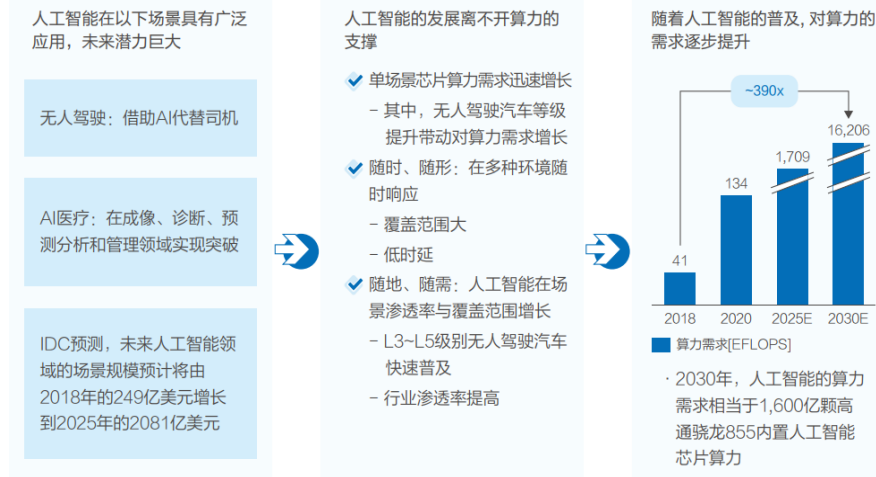
资料来源：联通《算力网络架构与技术体系白皮书》，华安证券研究所



# 数据中心核心科技一：持续追赶摩尔定律的计算

- 1、摩尔定律增长放缓下，算力需求主要靠算力堆叠实现。AI对算力的需求目前一方面在实现算法改进，但虚拟化软件的引入解决了单机算力瓶颈，最主要的手段是算力堆叠以及异构计算、并行计算（多路服务器）等。
- 2、算力进化路径一，more moore。通过新材料、新工艺创新推动摩尔定律不断实现，TSMC预计在2023年出货3nm芯片，Intel预计也将在明年大批量生产10nm。
- 3、算力进化路径二，more than moore。主要通过先进封装工艺实现，如MCM实现多die单芯片封装、WLCSP实现与内存的2.5D封装等。

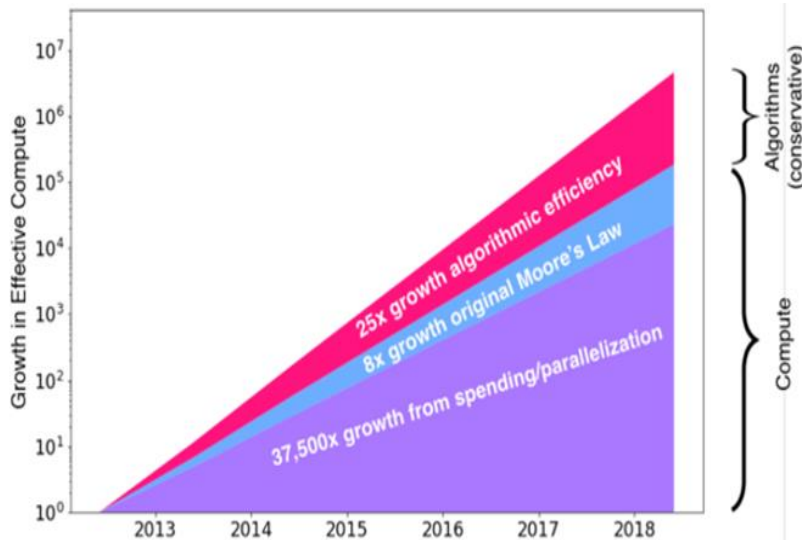
## AI算力需求未来十年呈年复合160%增长



资料来源：IDC，罗兰贝格

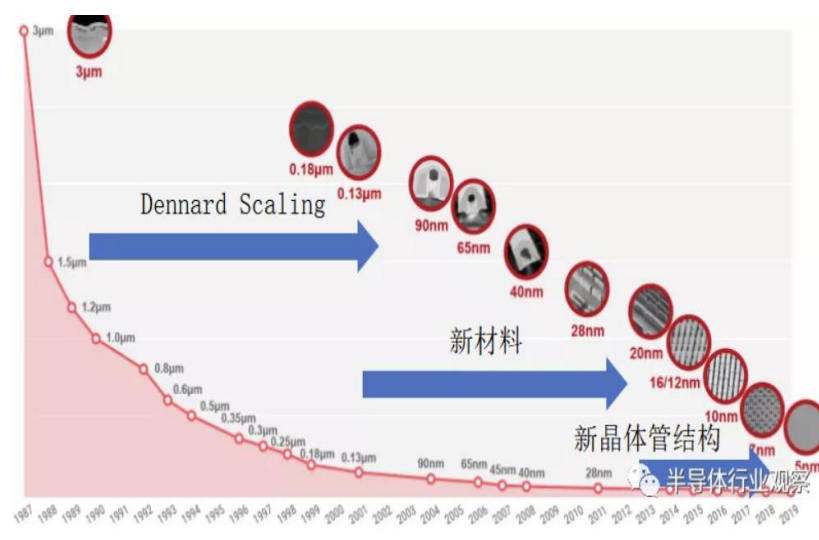
资料来源：华为《泛在算力，智能社会的基石》，华安证券研究所

## AI有效算力的增长主要靠算力堆叠和并行计算实现



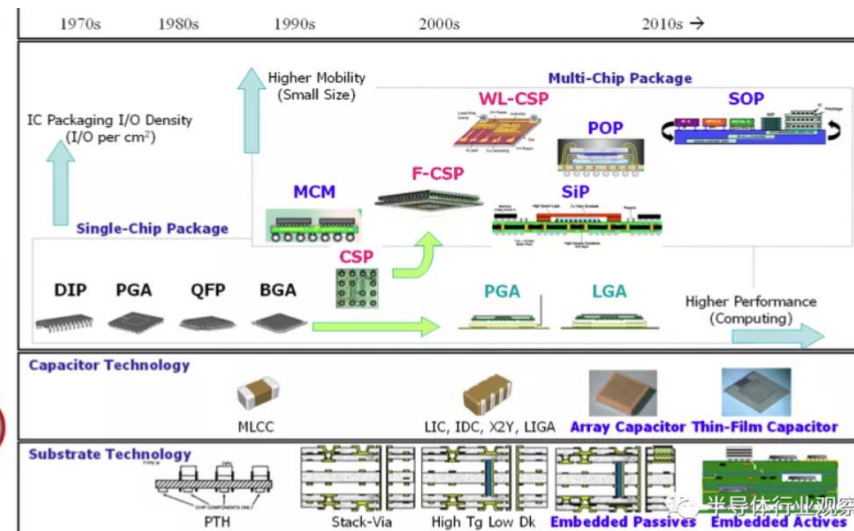
资料来源：OpenAI，华安证券研究所

## 新材料、新工艺推动摩尔定律不断实现



资料来源：半导体行业观察，华安证券研究所

## 先进封装助力芯片的小型化、低功耗和异构集成

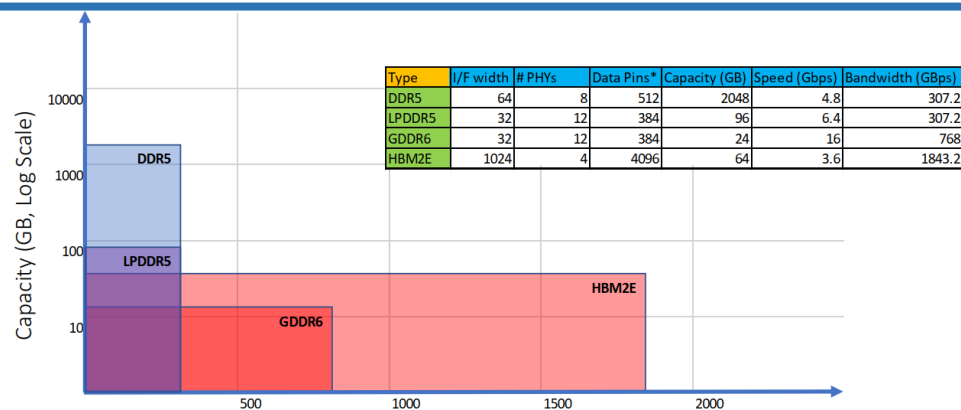


资料来源：半导体行业观察，华安证券研究所

## 数据中心核心科技二：持续挑战冯诺依曼瓶颈的存储

- 1、如何突破存储IO瓶颈？冯诺依曼架构的本质属性导致内存的IO带宽限制了CPU多核发展的快速需求，因此内存技术每4-5年迭代，2022年将成为DDR5应用元年，为内存模组产业链带来新机。此外，采用2.5D堆叠的HBM存储也在高性能计算发挥作用。另外一种思路是存内运算，这将对计算机的形态和商业模式都带来颠覆。
- 2、如何满足指数增长的外部数据存储需求？全闪存介质、软件定义存储、分布式存储以及超融合存储等提升了数据中心应用的可扩展性、安全性、可管理性并降低了成本。

内存追求带宽更高的存储介质，在AI、HPC等场景将发挥最大效力



Bandwidth (GBps)

Parameter	LPDDR4x	LPDDR5	DDR4	GDDR6	HBM2E
Bandwidth (Gbps)	Low-Medium (136)	Medium (204)	Medium (200)	High (512)	Highest (3686)
Data Rate (Gbps)	4.266	6.4	3.2	16	3.6
Interface width (bits)	32	32	64	32	1024
Board Area / System Design	Large / Medium	Medium / Medium	Large / Easy	Medium / Medium	Small / Complex
Efficiency (mW/Gbps)	High (3)	High (3)	Moderate (10)	Moderate (10)	Highest (2)
Cost (\$)	Medium	Medium	Low	Medium	High
Reliability/Yield	Good	Good	Good	Good	Moderate
Applications	Mobile, AI	Mobile, AI	Compute, Network	AI, Graphics, Auto	AI, HPC, Network

资料来源：Rambus芯片设计高峰论坛2021，华安证券研究所

外部存储数量仍在快速增长，软件定义分布式存储具有灵活、安全、低成本等多种优势

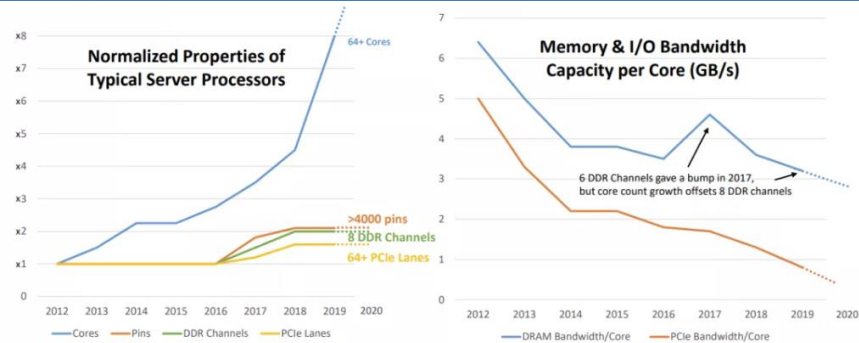


资料来源：SRC2021，SmartX超融合，华安证券研究所

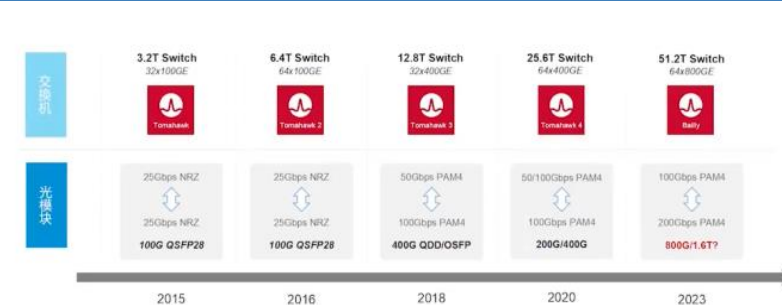
# 数据中心核心科技三：网络重构和软件定义下的通信

- 1、不断拓宽的服务器内部总线带宽。为满足快速爆发的设备端口流量(加速卡、网卡、存储等),PCI-E总线带宽持续增长。
- 2、“内存池”的概念服务于异构计算。Intel以PCIE5作为PHY层基础，在数据链路层进行创新发起CXL协议组织，以实现服务器内部内存资源“池化”，可以实现主机和设备间内存共享，从而提高带宽、降低时延并扩展可用内存。
- 3、从服务器网卡看，DPU横空出世，发挥专长解决“数据中心税”。CPU对于网络的处理负载正在成为算力投资的负担，DPU可以实现卸载、加解密、网络安全、SDN等功能，将数据中心带入以数据为中心时代。DPU典型应用：800G以太网、运营商算力网络、边缘数据中心路由/网安。
- 4、从数据中心网络来看，技术迭代驱动交换机和光模块高速增长。东西向流量快速爆发，需要容量更高的交换机（电层）和端口密度更高的光模块（光层），全球以太网光模块市场年均增长14%，每比特传送成本的下降成为数据中心产业链持续追求的目标。

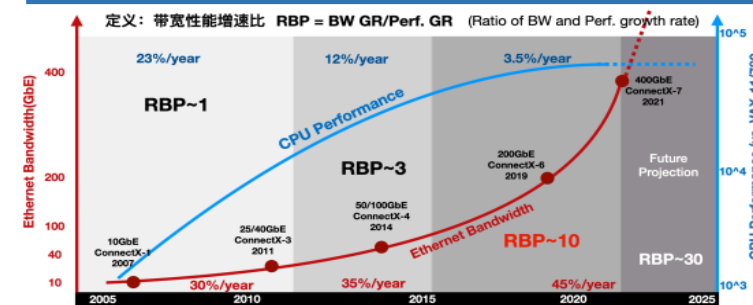
内存I/O带宽无法满足CPU核心扩展需要，服务器总线技术或出现革命



数据中心交换机每两年容量翻倍，以太网光模块率先开启速率迭代



CPU网络处理能力面临瓶颈，DPU横空出世



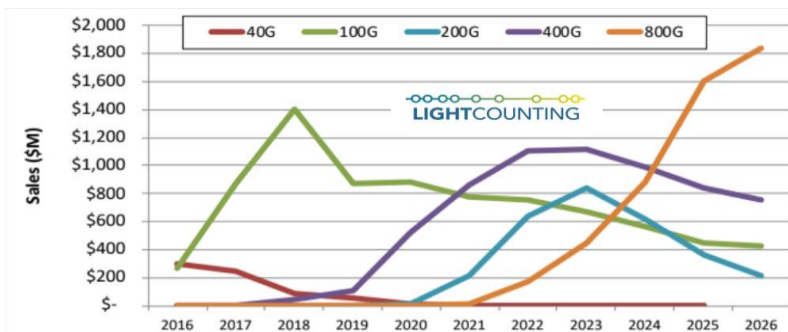
**CXL Consortium momentum continues to grow**

- 130+ members and growing
- Celebrating first anniversary of incorporation – second generation specification
- Responding to industry needs and challenges

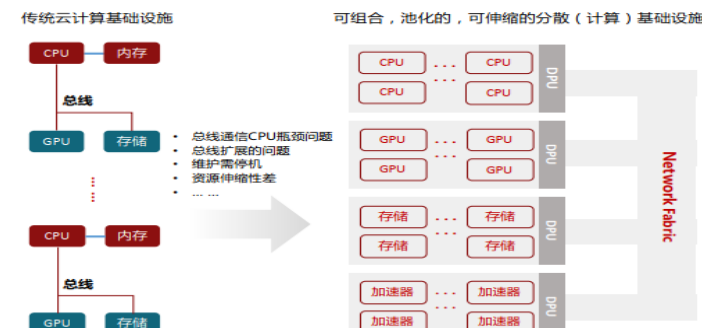
**CXL 2.0 introduces new features & usage models**

- Switching, pooling, fabric manager API, persistent memory, security, hot-plug
- Fully backward compatible with CXL 1.1 and 1.0
- Built in Compliance & Interop program

资料来源：SNIA, CXL组织, 华安证券研究所



资料来源：腾讯, Lightcounting, 华安证券研究所

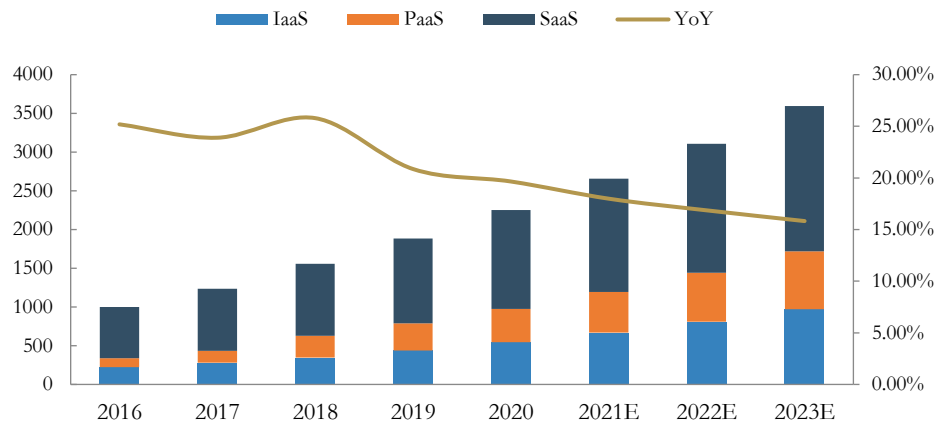


资料来源：中科院计算机所, 华安证券研究所

# 数据中心产业链概览：云计算的星辰大海

- 1、数据中心上游是各种服务器和网络设备芯片，如CPU、DRAM、FLASH、芯片组、FPGA、AI加速芯片、GPU等。数据中心应用芯片通常需求同时满足高算力、高稳定性以及尽量低的功耗，通常整合多核CPU、高密度互联IO接口以及大容量高性能存储，需要设计大die，因此代表了全球芯片设计和制造的最高水平。
- 2、数据中心中游是所谓的云基础设施。从网络配置角度看底层到上层分别是服务器、接入交换机、汇聚交换机、核心交换机、出口路由器、防火墙&网关等。近年来，数据中心网络有扁平化、SDN和NFV三个主要的特点。
- 3、下游云计算市场空间更加广阔。从北美云巨头发展过程来看，IaaS率先快速发展，而更大的市场在于SaaS。目前我国头部云厂商已跻身全球Top5之列，IaaS预计将保持平稳较快增长，PaaS层各种云原生开发工具和信创生态值得期待。SaaS层受用户使用习惯、政企保密安全型需要等多重原因，虽不及欧美渗透高但也出现许多爆款应用。

全球云计算产业链下游SaaS市场规模广阔

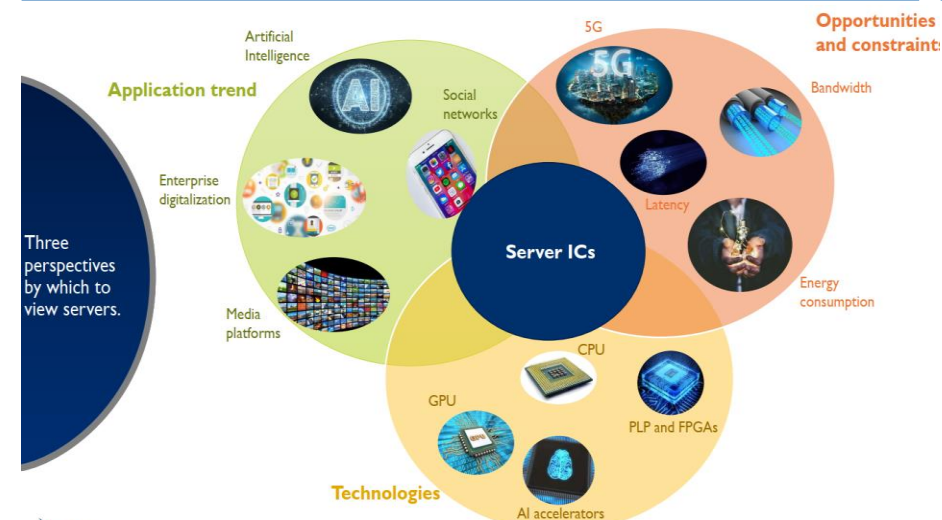


资料来源：信通院云计算白皮书，华安证券研究所

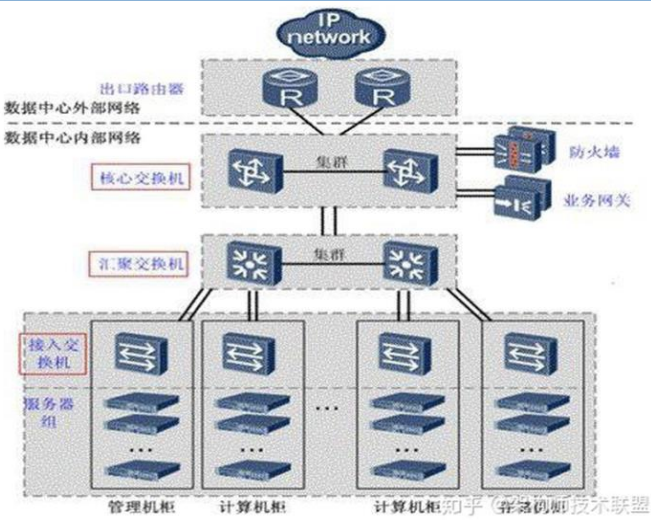
## 数据中心上游：多种逻辑、存储和网络芯片

## 中游：数据中心ICT网络设备典型结构

## 云计算三层结构：基础设施、平台工具和应用服务



资料来源：YOLE，华安证券研究所



资料来源：架构师技术联盟，华安证券研究所

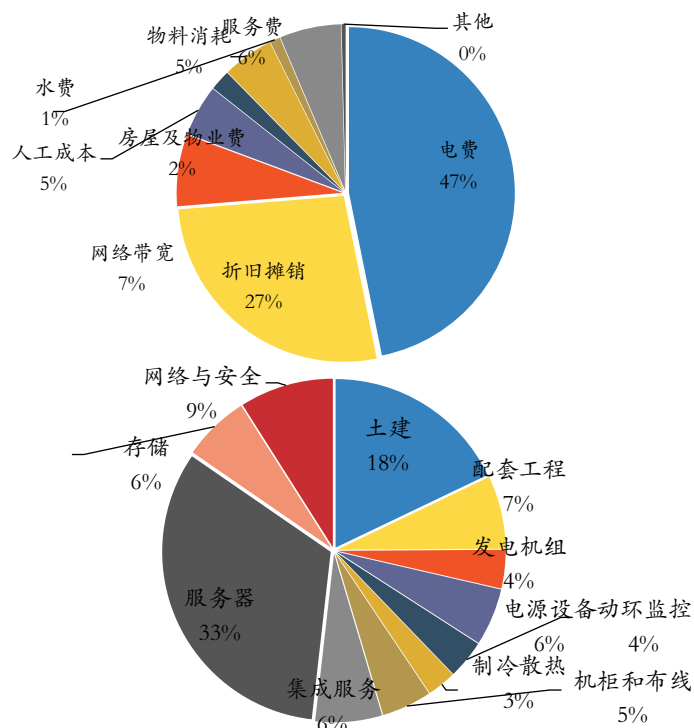


资料来源：华安证券研究所整理

# 数据中心TCO视角：服务器是绝对大头，光模块增长值得重视

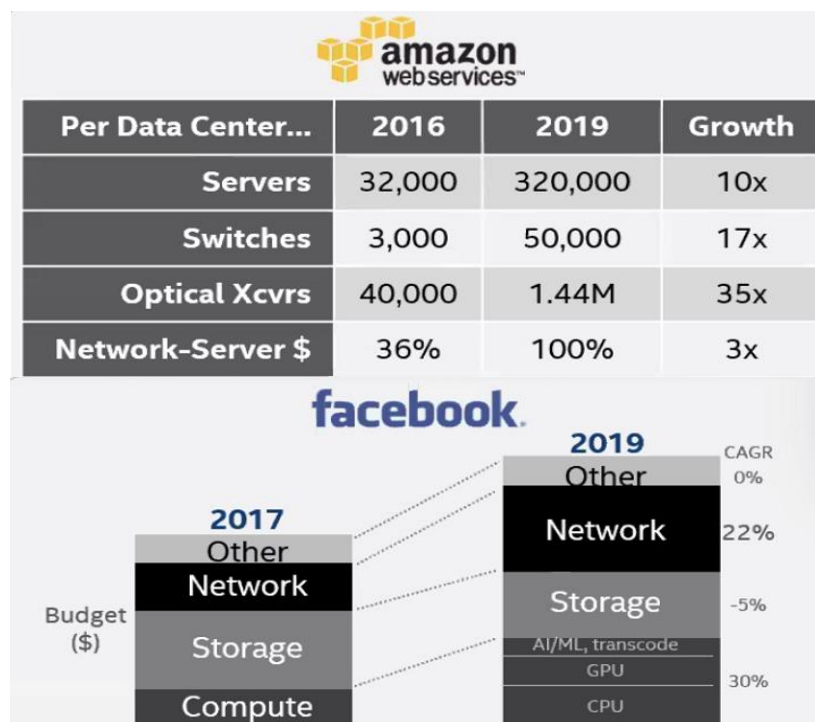
- 1、从Capex的角度看，服务器是数据中心投资最大的部分，而运营过程中的电费是OPEX占比最大的部分。
- 2、超大型数据中心的變化。服务器的数量增长了10倍，而加速服务器对高IO的需求以及更低收敛比的网络结构也带动了网络设备和光模块的更快速增长。亚马逊大型数据中心光模块需求增速是服务器增速的3.5倍，光模块在网络成本中占比接近翻倍。
- 3、如何降低TCO？从亚马逊的运营经验来看，首要是提升数据中心的PUE，采用高能效比电源和制冷，其次是降低服务器采购成本（ODM代工）、自研能效比更高的芯片（例如亚马逊）和更高效的服务器管理软件

典型的数据中心Capex和Opex结构



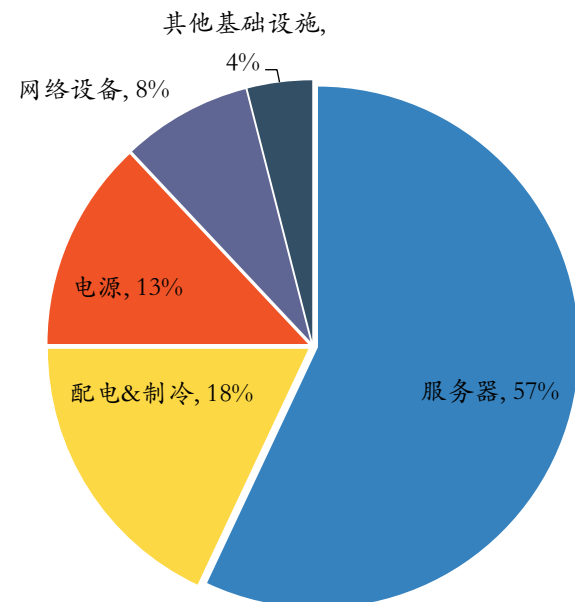
资料来源：光环新网公告，华安证券研究所

亚马逊每个数据中心各种IT设备需求量的增速有所不同，Facebook数据中心在网络上面的预算比例提升



资料来源：Intel Webinar，华安证券研究所

从亚马逊数据中心每月综合TCO来看，服务器部分占比近六成



注：关键假设服务器3年折旧，基础设施10年折旧。数据中心投资为8MW电源，7200万美元；46000\*\$1450服务器，0.07美元/KWh以及总体1.45 PUE，数据参考为2010年10月当时市场价格

资料来源：AWS Webinar，华安证券研究所



## 目录

1

基础篇：展望数据中心，智能时代的基础设施

2

成长篇：数据中心未来十年最具看点的赛道有哪些？

3

投资篇：资本市场的關鍵赛道

# 概览：已经在发生的变化正逐步改变数据中心

## 1、数据中心演进关键词：

- 1) **碳中和**：Science统计数据显示数据中心用电量约占全球发电量的3%，绿色数据中心将成为一种准强制标准，催生低PUE基础设施、自研CPU、CPO交换机等多种需求。
- 2) **异构计算**：摩尔定律演进放缓、多核CPU I/O瓶颈、“数据中心税”等问题令异构计算愈加普遍，CPU、GPU、DPU、ASIC等承担更多功能处理他们相对擅长的数据类型。
- 3) **虚拟化**：软件定义基础设施（SDI）和超融合（HCI）实现了硬件的灵活可扩展和标准化，DPU针对虚拟机、SDS、vGPU等之间的通信能更好加速，此外SD-WAN优势仍在。
- 4) **数据为中心**：基于大数据和AI的预测性手段将取代传统基于日历或故障驱动维护方式。以数据为中心的网络将突破I/O瓶颈和数据搬移延迟，数据中心从松耦合向紧耦合进化。

## 2、高成长赛道扫描：异构计算芯片成长最快，中游光模块值得关注。

- 1) **空间大**：云基础设施仍然是未来投入最高的领域，全球服务器市场仍将包括7.1%的增速并在2025年突破1320亿美元。
- 2) **成长快**：高速数通光模块可能是云基础设施中增长最快的品类。而上游逻辑和存储芯片类增速普遍更高，特别是代表异构计算的GPU、AI ASIC等。

Gartner预测的数据中心2025年重要趋势与关键技术

Past	Future
Centralized/On-Premises	Distributed/Hybrid IT
Internally Complex	Simplified, Standardized and Rationalized
Manual	Intelligent, Software-Defined and Automated
Tier-Level Design	Always Available/Services-Defined
Large, Sparse and Horizontal	Smaller, Denser and Vertical
Inefficient and Costly	Efficient and Cost-Effective
Slow to Adapt	Agile and Flexible
Interconnected	Multiconnected
Conventional	Greener and Sustainable
Unregulated	Regulated

分布式  
标准化  
智能化  
服务定义  
更高集成度  
节约成本  
敏捷灵活  
多样连接  
绿色可持续  
规范的

资料来源：Gartner 201904，华安证券研究所

全球数据中心产业链市场规模及增速分析

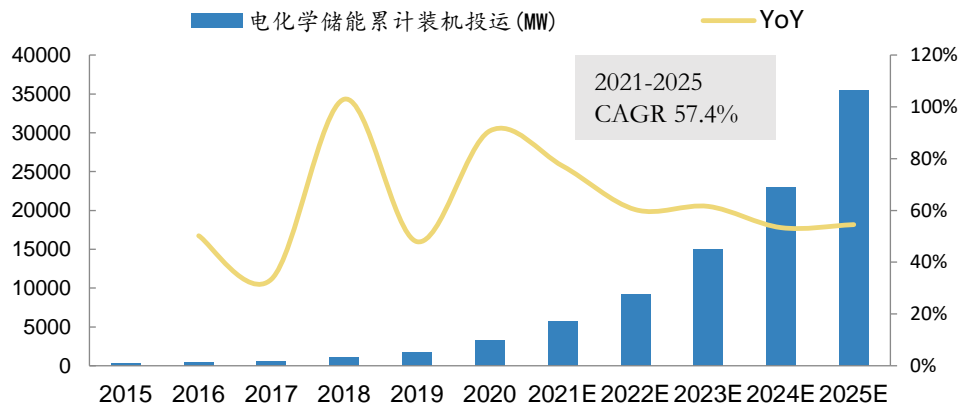
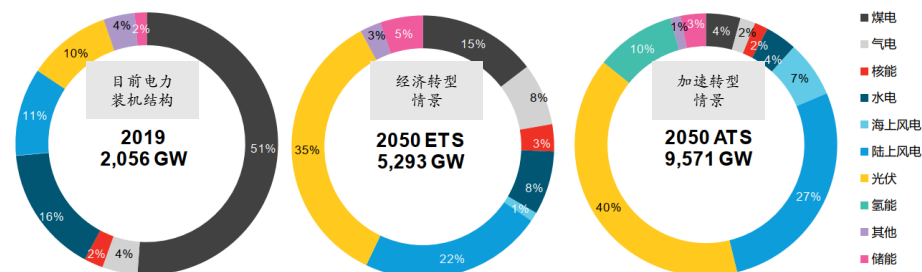
	部件	2020年全球市场规模（亿美元）	2020-2025 CAGR
上游	CPU	235	14.2%
	GPU	50	38.0%
	FPGA	12	20.1%
	AI ASIC	7	65.1%
	DRAM	231	9.50%
	NAND	106	16.80%
中游	服务器	940	7.10%
	交换机	227	5.10%
	路由器	49	2.50%
	光模块	36	11.60%
下游	企业级外部存储	287	1.80%
	HCI（超融合）	92	9.30%
	主机托管服务	627	8.50%

资料来源：markets and markets, Verified Market Research, Frost&Sullivan, IC Insights, IDC, Dell Oro, LightCounting, Synergy, 华安证券研究所整理

# 微电网数据中心：未来或在西部地区助力碳中和实现

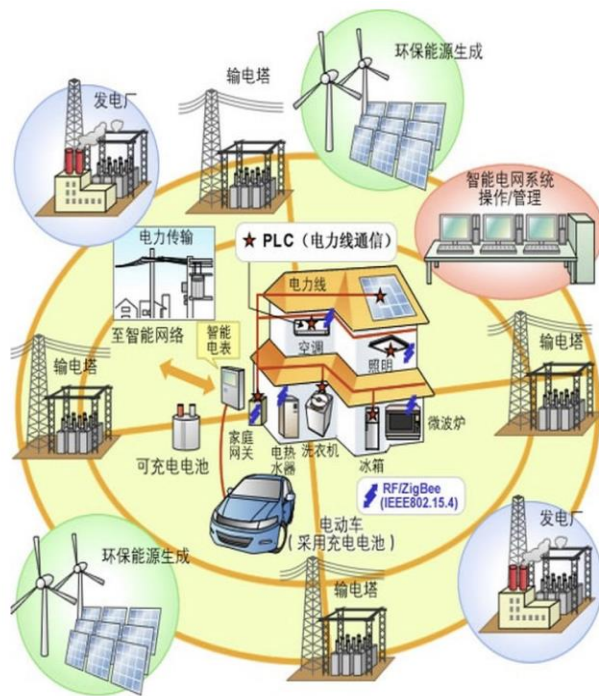
- 1、碳中和大背景下中国能源结构将发生深刻变革，“风光”转型势不可挡。《2030碳达峰行动方案》明确了我国长期能源结构的深刻演变，到2030年非化石能源消费比重将达到25%作用，“风&光”总装机量达到12亿千瓦以上。而彭博新能源财经预测到2050年“风&光”装机占比将达到58%。
- 2、微电网是可以自产自消的区域型电网，电化学储能成本的下降助力微电网装机量普及。微电网由分布式电源、储能装置、能源转换装置、监控和保护装置、负荷等组成，旨在解决数量庞大形式多样的分布式电源并网问题。储能成本的迅速下降将有力推动微电网在新能源产地的消纳和并网，西门子电气预计2026年全球工商业微电网装机规模将达到5400MW。
- 3、数据中心将是微电网重要应用场景，预计在西部地区率先推广。数据中心将整合冷热电联产、可再生能源、燃料电池和储能成为微电网的重要落地场景，未来消纳全球微电网发电量有望达30%以上。我国中西部地区风、光资源丰富，而当地也是冷数据、西数东算的主要基地，国家将持续推进微电网技术应用。
- 4、系统性的市场机遇：储能、变流器、智能配电、智能电网和富有经验的数据中心集成商。CNESA预测我国电化学储能装机5年增速达57.4%，中国光伏协会预测5年全球光伏逆变器增速19%。除此之外，针对微电网定制的智能配电、高可靠UPS、水冷系统、AI动环监控系统都将是IDC基础设施和集成商可能涉足的方向。

中国电力系统装机容量将向清洁能源深度转型，电化学储能需求爆发式增长



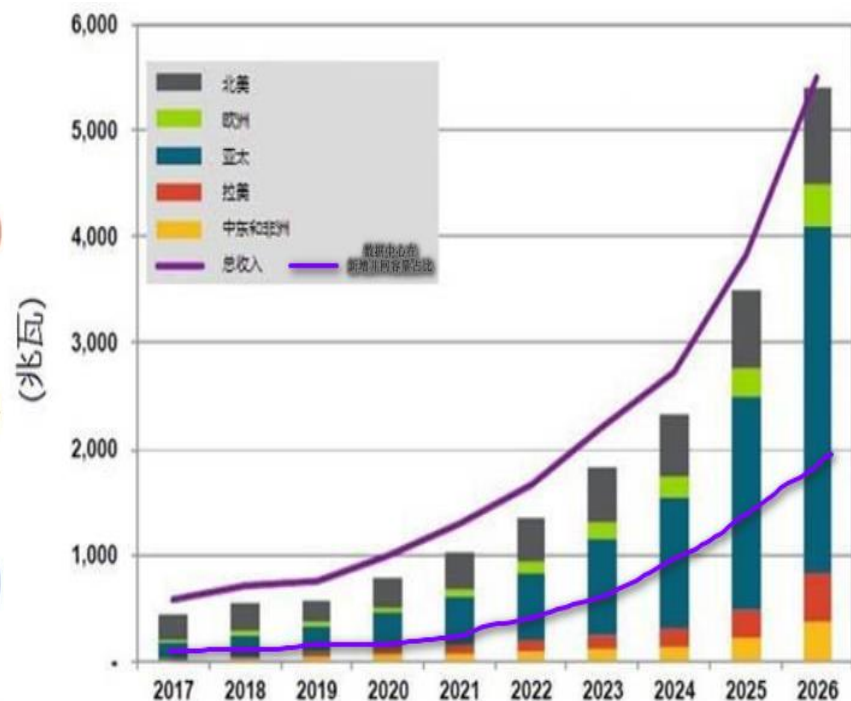
资料来源：彭博新能源财经，CNESA，华安证券研究所

微电网工作示意图和主要组成部分



资料来源：西门子电气，华安证券研究所

全球工商业用户并网的微电网发电量快速增长



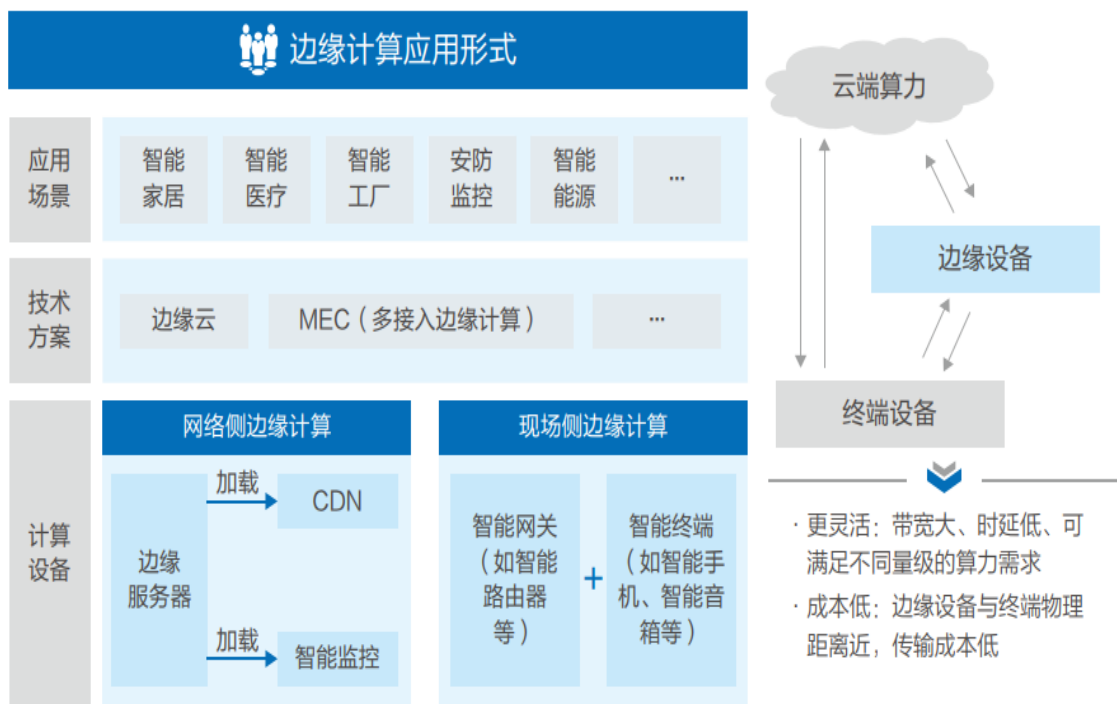
资料来源：西门子电气，华安证券研究所



# 边缘数据中心和服务器将成为算力的重要组成部分

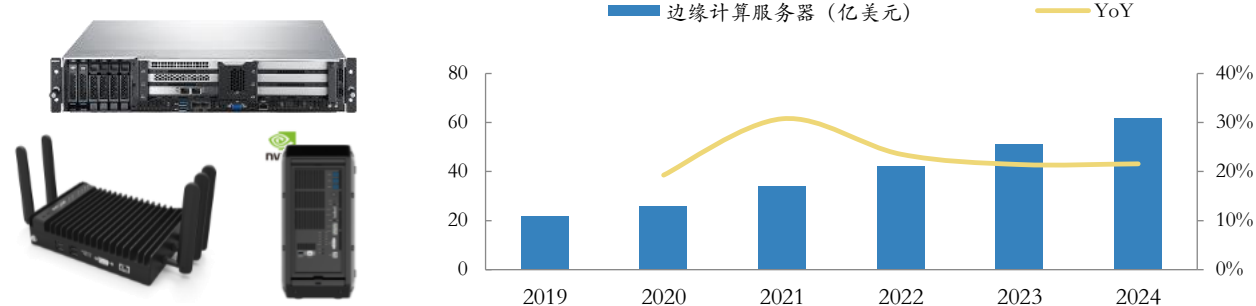
- 1、离用户更近的好处：大带宽、低时延、成本和安全优势。**算力未来需求持续增加下，网络带宽和时延限制（性能）和网络带宽限制（成本）导致的算力需求错配需要通过边缘端部署算力支撑。华为预测，引入边缘计算后，计算、网络、存储成本可以节约30%以上。
- 2、全球边缘计算数据中心万亿级市场，垂直行业是主要需求方。**边缘计算市场包括终端触点、边缘计算设备、边缘应用/软件和边缘服务。对于边缘数据中心，运营商基站、边缘DC到2025年有望达到6万个，投资规模1800亿元。按照KPMG预测，下游行业价值中国约占全球10%，其中前五大行业分别是游戏文娱、工业化制造、互联网医疗保健、智能云数、环境监控。
- 3、边缘计算设备形态或多元化，重边缘场景服务器将是最大市场。**轻边缘设备如工业一体机、IoT网关等一般部署在基站前面，提供丰富工业IO接口，能通过内置软件承载部分单向双向控制，预计2025年市场规模约50亿元。而重边缘设备形态通常为定制的高密度服务器，在5G、F5G等接入手段下能实现更大带宽、更强算力和更好私密性，预计2025年国内边缘服务器市场将达到62亿美元。

边缘计算满足大带宽低时延和算力调度灵活性



资料来源：华为《泛在算力智能社会的基石》，华安证券研究所

中国边缘计算产业规模预计在2025年达8350亿元，边缘计算服务器是全球重边缘的主要市场



边缘计算 市场大类	细分品类	2025年预测市场 规模 (亿元)	CAGR
终端触点/ 终端	传感器、摄像头、机器人、车载物联网设备等	4000	12%
边缘计算	依托PAN网络的轻边缘/远边缘 (如工业网关)	50	30%
	依托WAN网络的重边缘/近边缘 (如MEC)	600	100%
边缘应用	在轻边缘上承载的业务 (如工业SCADA、云化PLC等) 和在重边缘上承载的业务 (如边缘云游戏、智能场馆、车联网)	2200	30%
边缘服务	基于边缘计算的部署、实施和运维服务	1500	30%

资料来源：浪潮信息，边缘计算中文社区，IDC，华安证券研究所

# 人工智能数据中心和加速服务器市场在快速增长

- 1、从云时代到AI时代，人工智能训练和推理需求驱动数据中心智能算力大幅提升。过去十年，用于人工智能的训练模型计算资源激增，AI训练计算复杂度每年增10倍，信通院预计2020年中国智能算力占比41%，2023年预计提升至70%。
- 2、AI加速服务器成为AI市场支出的主要组成部分，基于GPU和NPU的加速是主流。现阶段AI投资主要是为了满足对AI模型的训练及预测，因此国内约70%的相关支出来自AI硬件，IDC预测2025年国内AI服务器市场达64亿美元。AI服务器相比于普通服务器，拥有更多的加速卡、更高P2P带宽以及更好散热设计。目前GPU芯片占据AI加速服务器95%份额，未来ASIC等将加速应用以满足差异化场景需求。
- 3、智能计算数据中心助力AI产业化、产业AI化。2020年4月，发改委首次将智能计算中心纳入算力基础设施范畴，并提出在全国布局10个左右区域级数据中心集群和智能计算中心，在AI产业化和产业AI化加速行业创新发展。智算中心与普通数据中心相比，在AI芯片、AI服务器、高速互联、深度学习框架、资源调度等组成要素上更加先进，目前包括浪潮、商汤、三大运营商都在将推动智算中心快速落地。

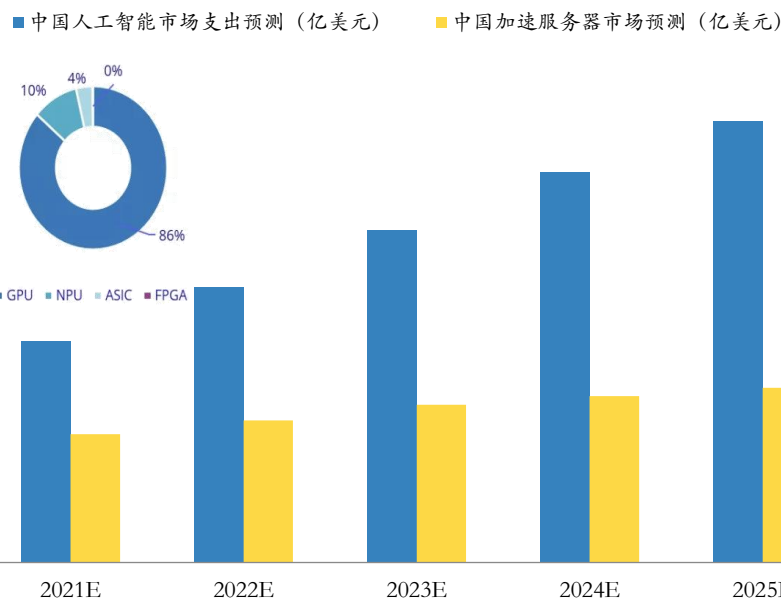
预计到2023年我国智能算力占比将达70%

中国加速服务器等智能硬件将占AI市场支出的重要比例，其中GPU加速服务器是主流

智能计算中心总体架构图



资料来源：中国信通院，华安证券研究所



资料来源：IDC，华安证券研究所



资料来源：国家信息中心信息化和产业发展部，华安证券研究所

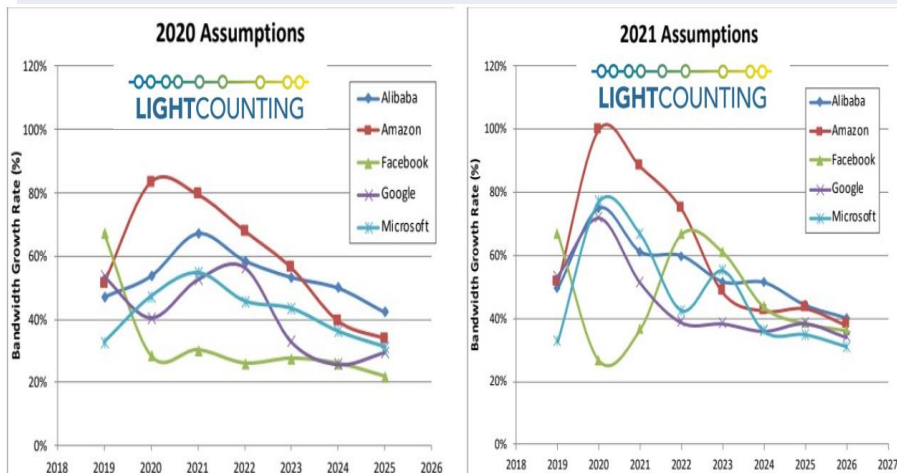


# 高速光模块快速迭代不断满足DCN I/O需求

- 1、AI/ML驱动云数据中心DCN带宽快速增长。谷歌的服务器IO带宽2012-2020 CAGR 62%，智能网卡端口每两年带宽翻倍，从而带动服务器与交换机间、交换机间通信端口的快速迭代。2021年线上经济爆发令全球Top5数据中心带宽平均增长了60%，LightCounting预计这一平均增速未来5年仍保持在40%左右，明年Top5带宽平均增速为56%。
- 2、数据中心光技术迭代通常领先于交换机电口，业界正在向800G/1.6T展望。以博通为例，交换机容量通常每两年翻倍，那么在同样1U面板上实现IO翻倍也需要光模块速率每两年翻倍。光模块带宽提升的主要方式有单通道波特率提升、更多通道以及更高阶调制三种方式。由于光模块DSP Gearbox功能的出现，光模块单通道速率通常提前电口SerDes翻倍。展望未来，800G、1.6T将分别在2023/2025年上量。
- 3、Top5云市场至关重要，未来仍是兵家必争之地。根据LightCounting报告，全球以太网光模块市场云厂商需求占60%以上，而其中Top5占比又近六成。未来北美和中国（按云厂商所在国）将是全球最大两个数通光模块市场，到2026年分别占比65%、30%。

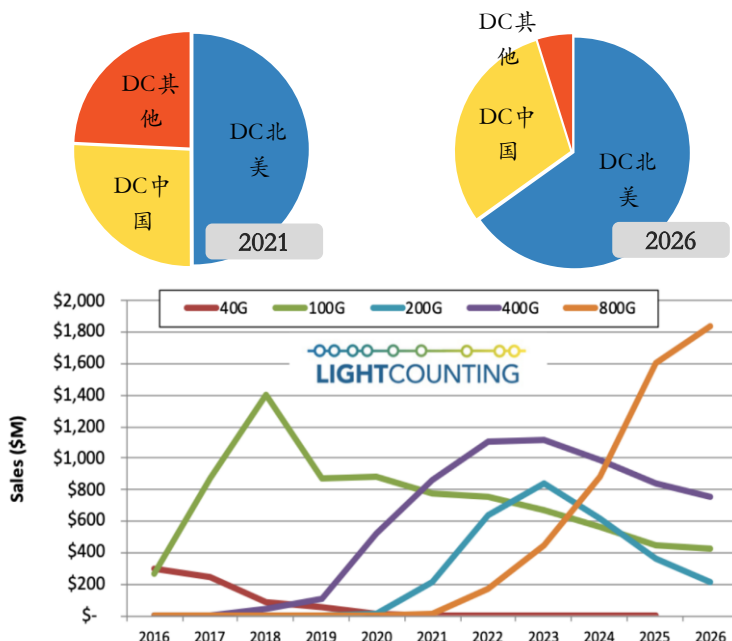
谷歌数据中心机器学习流量5年翻150倍，Top5云DC内部带宽仍然快速增长

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
谷歌服务器数据流量增长	129%	51%	76%	63%	65%	57%	55%	41%	40%
谷歌机器学习流量增长	300%	243%	233%	188%	100%	74%	63%	65%	57%



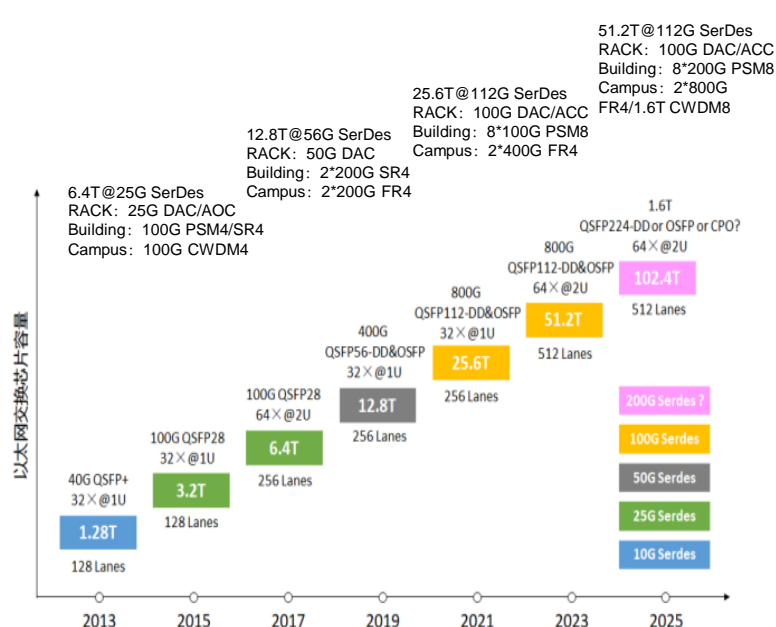
资料来源：LightCounting, Google, 华安证券研究所

北美是全球最重要的数通市场，400G、800G将分别在2022、2024超过10亿美金



资料来源：LightCounting, 华安证券研究所

数据中心交换芯片每两年容量翻倍，在1U面板采用光电速率持平高密度光模块是一种演进方式



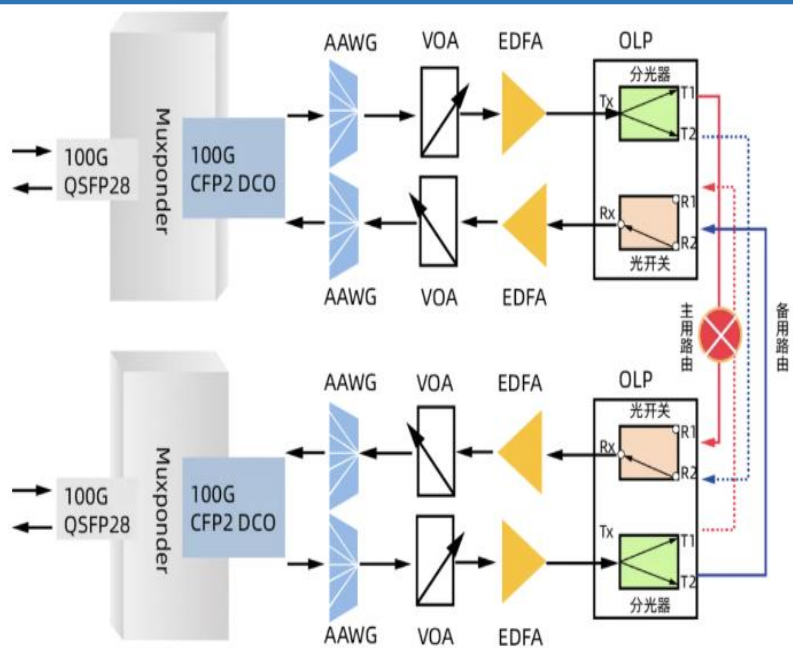
资料来源：《5G承载与数据中心光模块白皮书 2021》，海思光电，华安证券研究所

# DCI助力打造云网融合的算力网络

1、DC间流量快速增长，电信运营商和互联网云厂商纷纷投资建设DCI专网。互联网和云厂商业务量的快速增长带来DC间负载均衡、异地灾备、数据库迁移等需求快速增长，根据行业统计，近5年全球DCI流量增速达58%。在北美，科技巨头对DCI网络的投建已成为媲美电信运营商的骨干网络，而在国内，DCI流量以前一般复用IP城域网，受到云网融合战略的影响，DCI建设近年来收到三大运营商的愈发重视。2、DCI市场主要包括电层OUT设备、光传输子系统和相干光模块。DCI端到端网络结构主要包括电层的OUT设备（它将用户侧端口数据转换为适用于DCI网络的帧结构并通过线路侧端口传送）以及光层的传输子系统（包括波分复用/解复用、开关、放大、监控等模块）。从市场来看，全球DCI市场规模2021年约60亿美元，其中线路侧相干模块价值占比最高。

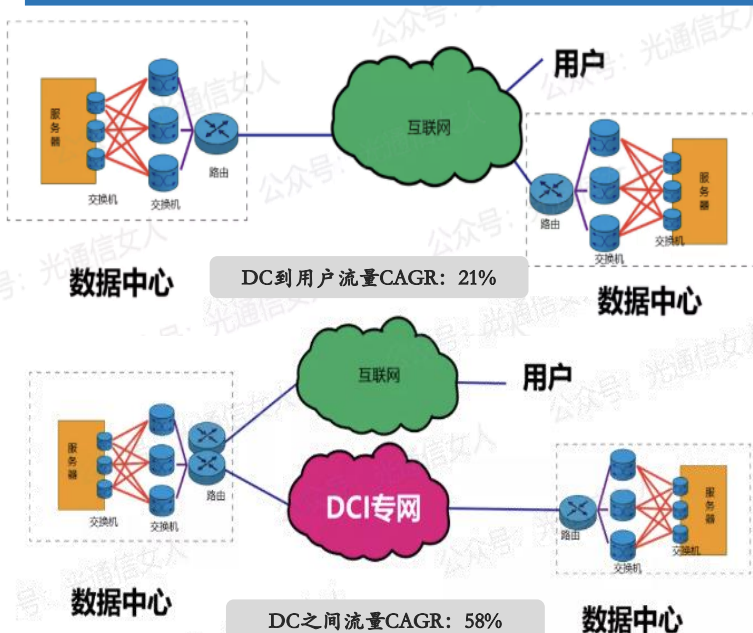
3、业界加速推进DCI设备解耦，释放巨大市场空间。与运营商城域网不同的是，DCI用户通常为互联网厂商，速率迭代速度更快，因而对成本更加敏感。业内主流互联网厂商如阿里、腾讯都实现了自研开放光网络平台，首先实现了光层自研，其次积极推动电层设备解耦。对于运营商而言，以电信为代表的白盒DCI设备集采也在陆续跟进。我们认为DCI解耦意味着行业的需求更加景气，同时也有望引入更多模块厂商参与竞争。

DCI网络端到端系统架构图



资料来源：易飞扬，华安证券研究所

DC间流量的快速增加令运营商和互联网加速DCI专网投资



资料来源：光通信女人，华安证券研究所

全球DCI市场在2023年突破70亿美金，其中400G端口增速最快



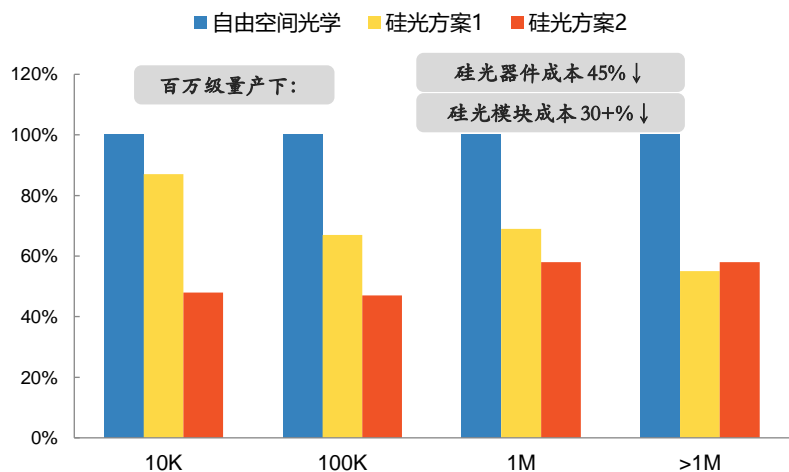
资料来源：Omdia, IHS, 华安证券研究所

# 硅光和CPO：将为数据中心网络带来深刻变化

- 1、面向更高速率端口，硅光有望带来功耗、成本、体积等多重优势。**硅光集成芯片的体积优势毋庸置疑，从功耗上讲，激光器数量的减少（不包括FR4/LR4等型号）和功耗更低的调制器以及2.5D封装也有助于降低功耗。成本上讲，硅晶圆的成本远低于InP等，且可复用12寸CMOS工艺，在大批量生产时，芯片成本优势非常明显。业内估计，百万级以上出货量时硅光模块成本具有30%以上的优势。
- 2、硅光何时放量？400G崭露头角，800G占有一定地位，1.6T CPO形态成为主流。**硅光在100G产品出货主要在100GSPM4以及相干等，随着400G DR4产品的放量市场占有率或进一步提升。而在1.6T模块中，单通道光口200G可能存在难度，因此CPO将逐渐进入市场。
- 3、何为CPO？CPO能带来带宽、面板密度、功耗、能效比等多重优势。**在1U的面板上，32\*1.6T即51.2T容量可能成为可插拔模块极限，此外随着SerDes速率提升路径损耗给电信号完整性带来考验，因此将光引擎合封在交换机芯片四周的CPO成为业界关注焦点。
- 4、硅光和CPO或许给行业竞争格局带来深远变化。**对于硅光模块产业链而言，芯片（包括Fab）重要性明显提升，而到了CPO形态，模块以光引擎形态被整合进交换机中，可能话语权会重新掌握在交换机厂商手中。

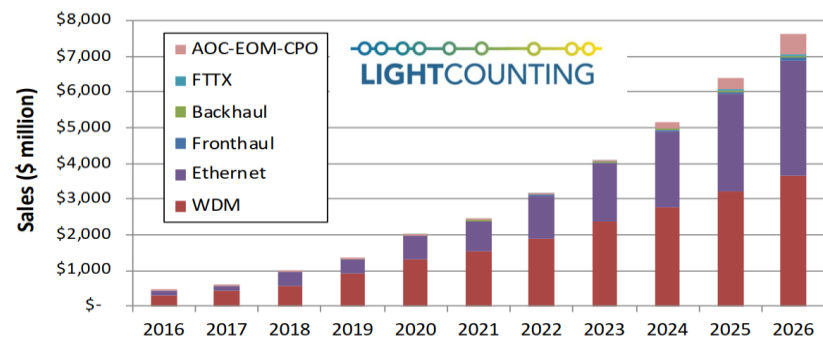
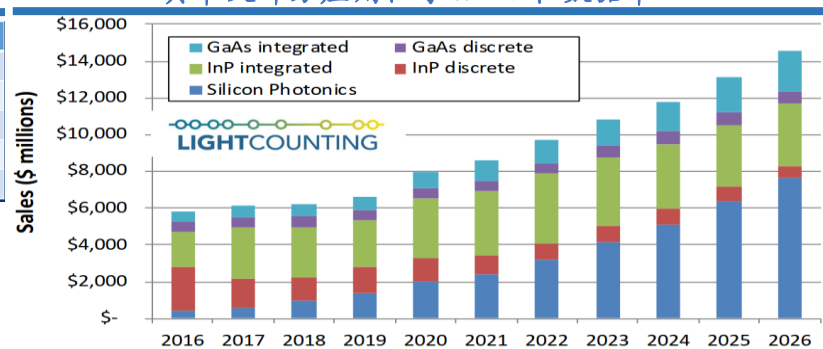
硅光的技术趋势和成本优势

Metric	Silicon	Silica	Direct-Write	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	InP	GaAs	LiNbO <sub>3</sub>
Density(1/m <sup>2</sup> )	●●●●●	●●	●	●●●	●●●	●●●●●	●●
Loss(1/arr)	●●●●●	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Passive optics	●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●	●	●●●
Active optics	●●●	●	●	●	●●●●●	●●●	●●●●●
Photon sources	●●●	●	●●	●●●●●	●●	●●●●●	●●●●●



资料来源：中国联通研究院，亨通洛克利，华安证券研究所

硅光在光模块市场的渗透率将迅速提升，其中大部分应用位于WDM和数据中心



资料来源：LightCounting，华安证券研究所

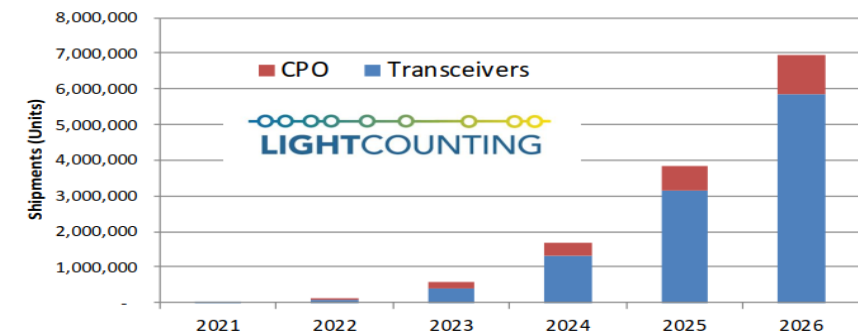
CPO的功耗、密度、成本优势助力CPO2025年出货或近400万



**30%** Power Consumption Savings

**50%** Improvement in Rack Density and Integration Time

**40%** Lower Optics Cost/Bit

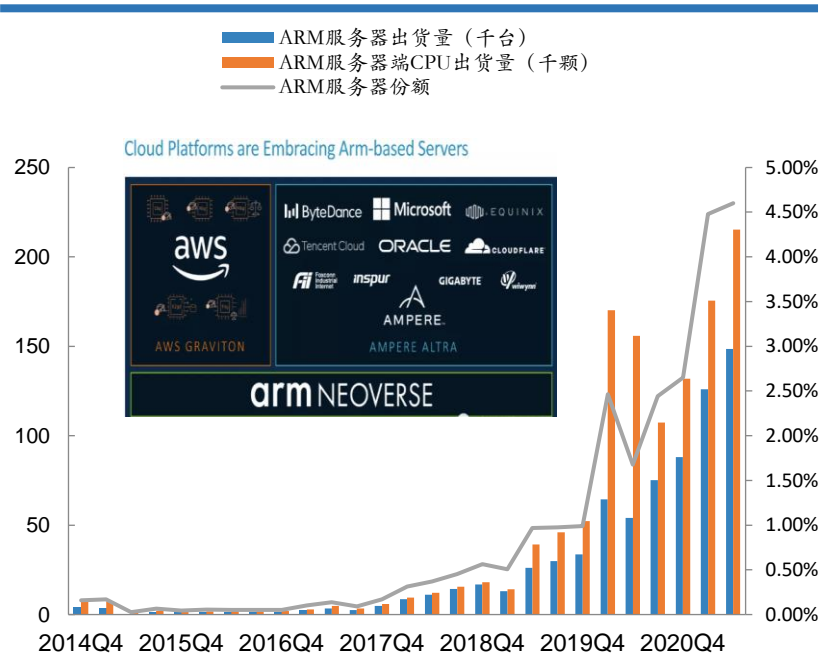


资料来源：博通，LightCounting，华安证券研究所

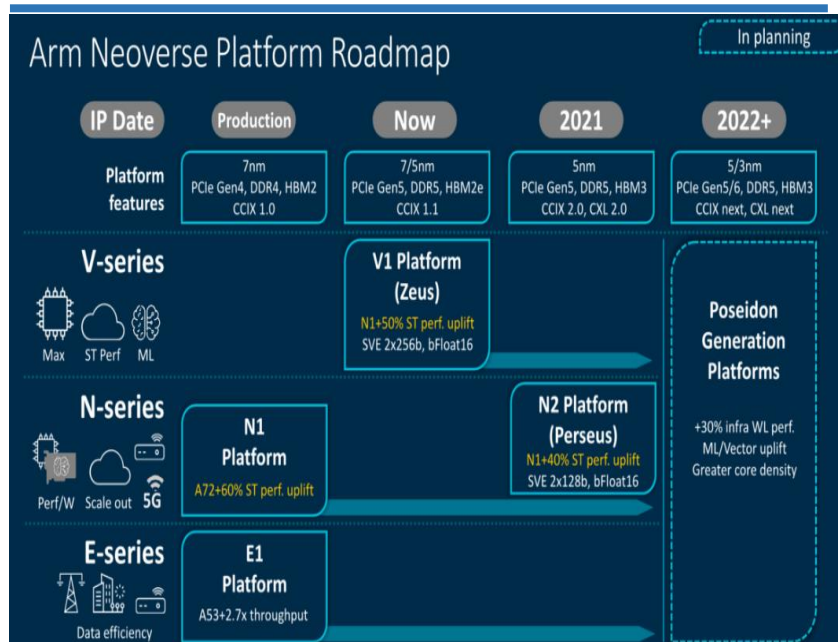
# ARM CPU将在底层算力平台占据更加重要位置

- 1、**ARM平台CPU近两年快速渗透。**近年来，Intel在CPU制程工艺的提升放缓给了AMD也给了众多ARM芯片机会，而ARM Neoverse N1在多核性能的提升成为亮点。另外一个重要的原因是ARM软件生态的发展令云端软件生态的开发开始兼容移动端和车机端。IDC统计显示，今年Q2 ARM服务器全球出货占比为4.6%。
- 2、**芯片和互联网巨头争相布局，ARM数据中心生态愈加成熟完善。**芯片厂商对于ARM CPU的研发一方面意在撼动封闭的x86生态体系，另一方面是对数据中心产品系列的完善。而对于终端用户厂商讲，自研ARM芯片有助于提升能效比、兼容移动端生态。对于国产厂商讲，ARM则是切入CPU市场最可行的路径之一。
- 3、**ARM在数据中心空间仍然值得期待，上层操作系统和软件应用配套也值得重视。**根据ARM披露，基于ARM的芯片2020年出货237亿颗，而其中服务器只有1223万颗，服务器CPU价值量更高，因此ARM服务器市场空间巨大，值得研发突破。值得重视的是，底层操作系统、中间件和应用程序已有以华为欧拉为代表的厂商逐渐突破。

ARM服务器全球出货份额逐年提升



ARM Neoverse平台发布2022roadmap，希望在云和边缘基础设施市场占据一席之地



全球科技巨头争相布局ARM PC和服务器端芯片

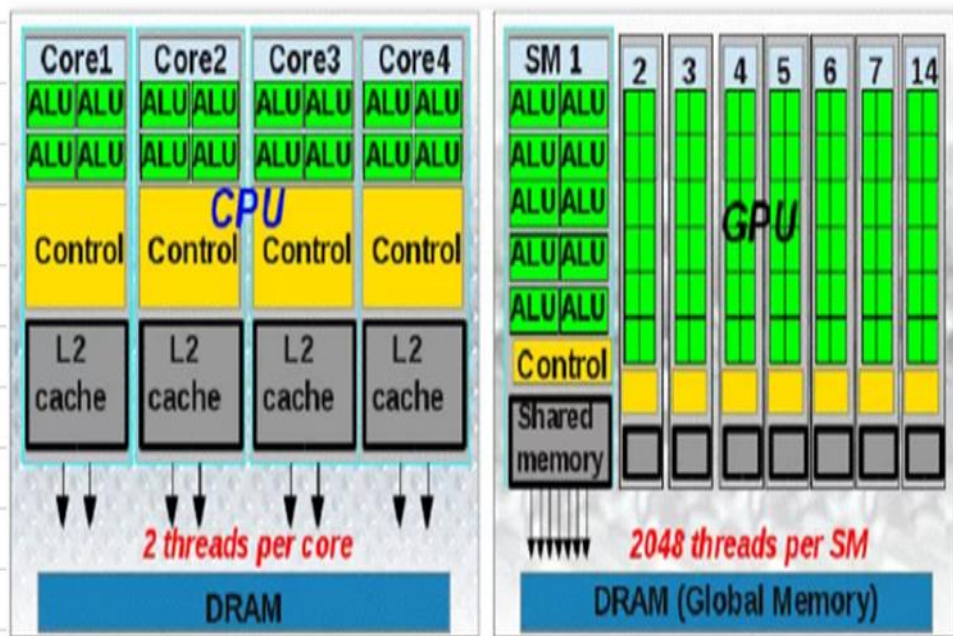
厂商	ARM芯片	研发初衷	自用/商用
亚马逊	Graviton	降低数据中心TCO、满足定制需求	自用
苹果	M1	打通移动和PC生态	自用
高通	Nuvia	先进入笔电市场，伺机进入数据中心	商用
Marvell	ThunderX	补齐数据中心pipeline	商用
Ampere	QuickSilver	成为服务器市场具有独特竞争力的芯片	商用
富士通	A64FX	主要在HPC领域做加速运算	自用
华为	鲲鹏	打造生态	自用&商用
阿里	倚天	为云上客户提供高性价比服务	自用
飞腾	飞腾	打造生态	商用

资料来源：半导体行业观察，华安证券研究所

# GPU：描绘数字孪生世界的“画笔”

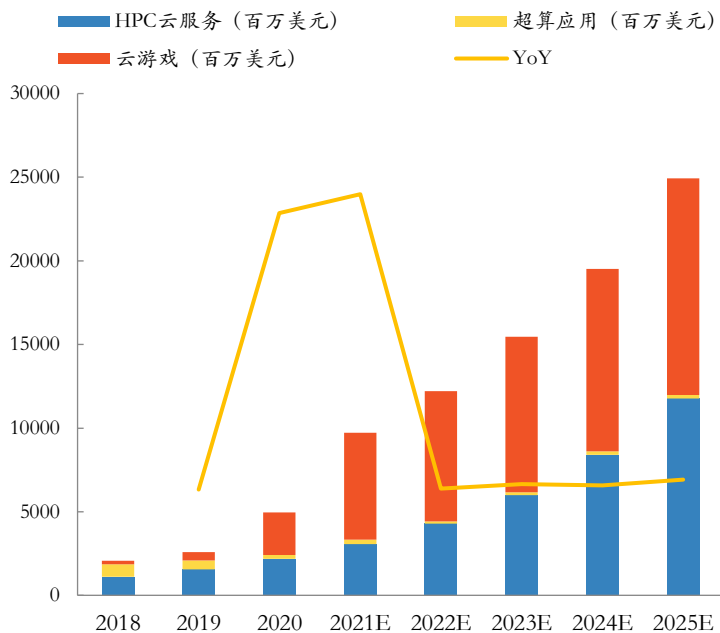
- GPU具有并行计算的天然优势。** GPU具有更多的核心（通常叫做SM），被设计用来尽量提升系统的吞吐量，以在同一时间并行处理更多任务。GPU的片上还引入了纹理单元、张量单元、光线追踪单元等专门用于图像处理加速的硬件。英伟达在G80后引入了CUDA增强了GPU的通用可编程性，使得GPU成为AI推理和训练的主流选择。
- 从游戏到AI再到数字孪生，GPU地位愈发重要。** 2020Q2，英伟达数据中心收入首超游戏和视频，GPU的火热伴随着全球GPU加速服务器出货量的快速增长，AI成为英伟达市值的重要引擎。2019年3月，英伟达推出交互式3D设计协作平台Omniverse，可提供一整套设计、渲染、仿真、协作工具，被英伟达视作打造Metaverse生态的“画笔”。
- 数据中心GPU市场复合增速高达38%，国产替代巨大空间引来群雄逐鹿。** 由于HPC云服务、云游戏和超算应用的多轮驱动，YOLE预计全球数据中心GPU市场预计将在2025年达到250亿美元，占到GPU市场的33%。中国有望成为全球GPU第一大市场，从0到1的空间吸引了众多初创企业加入战场。

GPU可通过并行处理擅长矢量计算适用于图像/渲染/AI领域



资料来源：半导体行业观察，华安证券研究所

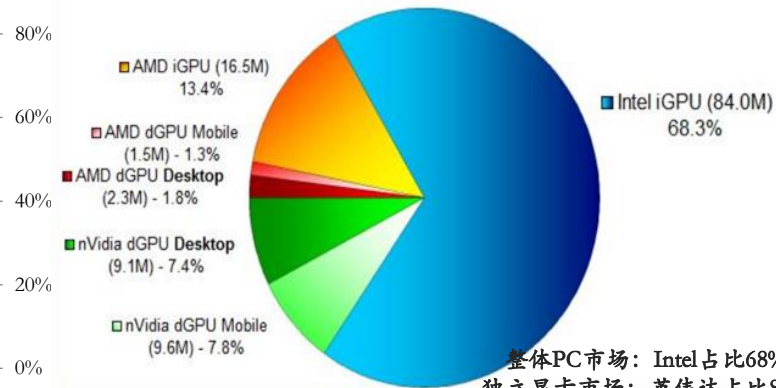
全球数据中心GPU市场将在2025年达到250亿美元



资料来源：YOLE，华安证券研究所

全球GPU市场英伟达寡头垄断，国产替代空间吸引了众多初创企业进入

国产GPU市场：2025年105亿美金



整体PC市场：Intel占比68%  
独立显卡市场：英伟达占比80%

资料来源：JPR，AI芯天下，华安证券研究所

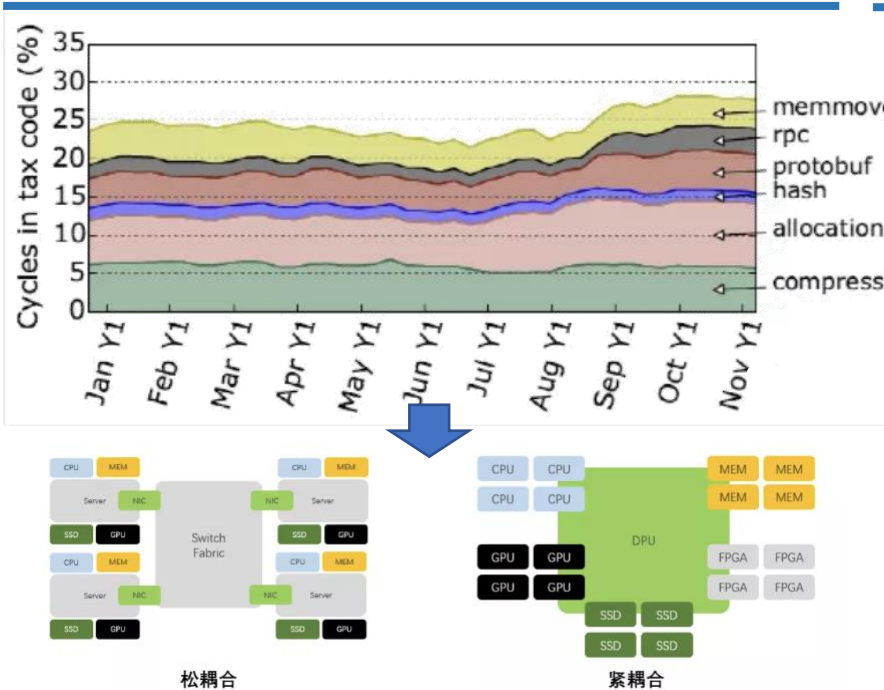
# DPU: 应运而生的“数据中心税”处理利器

- 1、数据中心内流量交互的爆发对CPU造成负担，DPU应运而生。当前数据中心带宽性能增速比已达10倍，CPU几乎已无法直接应对网络带宽的增速。智能网卡将所谓的“数据中心税”（为虚拟机提供远程资源、加解密、故障跟踪、安全策略）卸载，从而为CPU释放了约30%的算力资源。
- 2、DPU与智能网卡的区别，主要在灵活的控制面。目前的DPU（或有IPU等多种叫法）是智能网卡的第二代产品，DPU是软件定义技术路线下的重要产物，DPU强化了数据面性能的专用处理器，配合与主机完全隔离的控制面的CPU，可以实现性能与通用性的更加平衡。
- 3、DPU市场需求有望爆发，典型应用场景如网络加速、安全防护、运营商UPF。服务器间数据吞吐量巨大的云数据中心主要依赖的是DPU的网络功能卸载、存储功能卸载和云原生功能，而在运营商市场，DPU最实用的功能可能是NFV、智能DPI以及安全功能卸载。头豹研究院预测，全球DPU市场将在2025年达到136亿美元，这相当于GPU预期规模的一半，足以说明DPU在异构计算的举足轻重。而业界普遍认为，800G以太网、运营商边缘计算的部署将显著推动DPU上量。
- 4、美国科技巨头布局DPU意在生态，中国初创公司瞄准国产替代。目前，包括英伟达、英特尔、Marvell、博通以及Fungible等芯片巨头均推出了自己的DPU产品，或旨在完善自身的数据中心网络产品生态，形成更高价值。而亚马逊、阿里等厂商的自研则主要意在降低未来网络投资成本。此外，目前国内大量创业公司涌现，如中科驭数、芯启源、云豹智能、星云智联等。我们认为国内的市场需求首先瞄准如信创领域的国产替代，其次是特定领域如运营商、金融的加速需求。

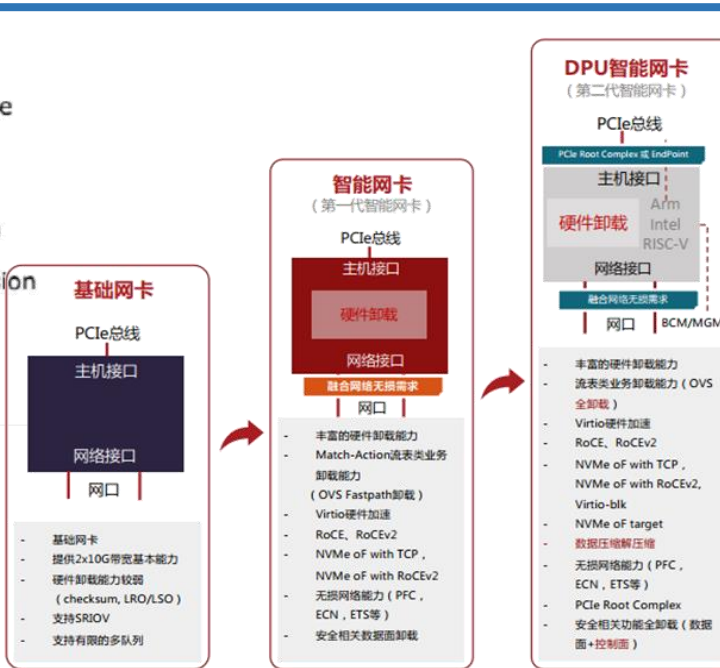
云计算时代数据交互实时性产生的“数据中心税”迫切需要DPU构建以数据为中心的“紧耦合”结构

从基础网卡向DPU演进增加了网络功能全卸载、软件定义存储、压缩处理、加解密等丰富的功能

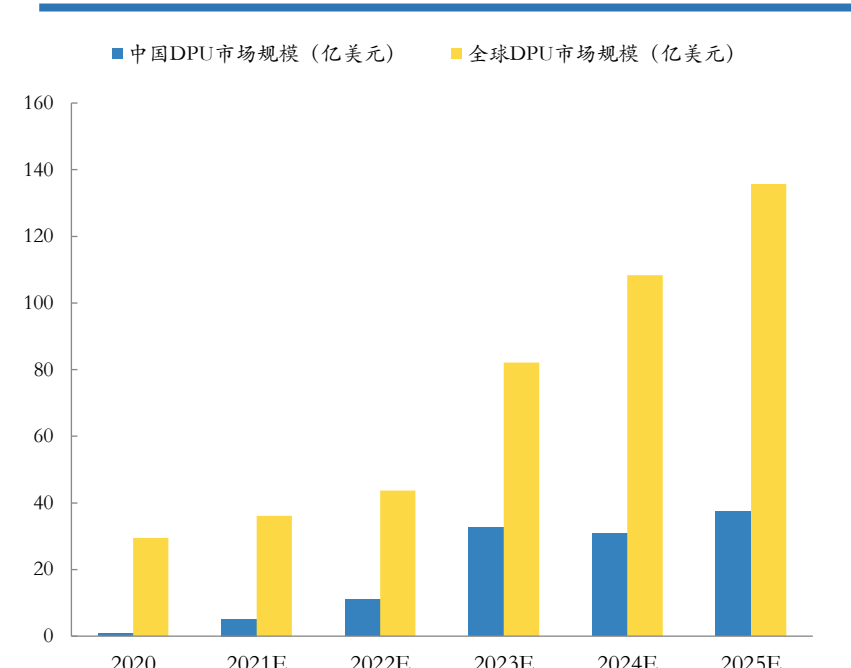
全球DPU市场规模2025年有望达135亿美元，中国占比近3成



资料来源：软硬件融合，zarbot，华安证券研究所



资料来源：中科院计算机所，华安证券研究所



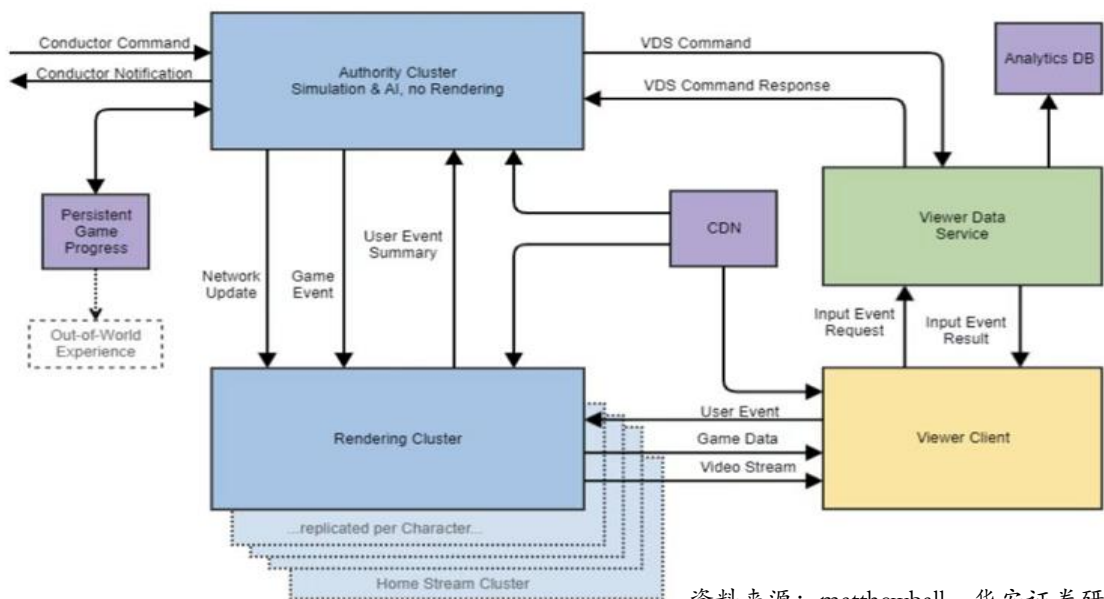
资料来源：头豹研究院，华安证券研究所



# 元宇宙：数据中心打造互联网的终极形态

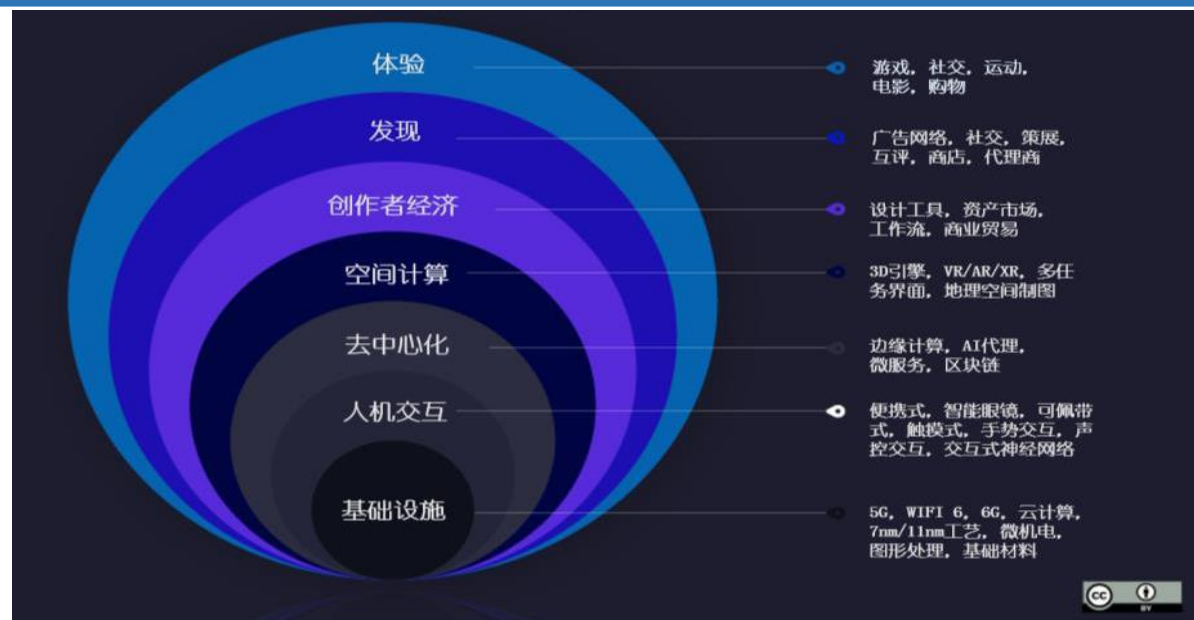
- 1、元宇宙是互联网发展的终极形态，巨头争相布局。整个互联网发展史伴随着传播媒介和交互方式的进化，从网页文字到音视频到目前的直播以及未来的MR完全3D沉浸，甚至终极的脑机接口，意在打造数字平行世界。另一方面看，元宇宙催生了庞大的数字消费空间，各大互联网厂商打造的垂直社交平台都有望成为元宇宙入口。今年10月，Facebook将公司更名为Meta，透露出公司未来以元宇宙为先的坚定战略。国内方面，腾讯提出“全真互联网”，元宇宙布局愈发清晰。字节跳动收购了VR头显龙头Pico，元宇宙必将是重要选项。
- 2、元宇宙搭建在数据中心的基础设施上，对算力的需求超乎想象。仅以最先进的自然语言学习模型Megatron=Turing为例，其变量就达到5300亿参数，而元宇宙建立在亿万玩家的以秒为单位的交互和几乎将现实城市照搬的数字环境，其背后算力增长呈指数级。国外公司Genvid做了一场名为Rival Peak的由虚拟偶像和观众组成的Live实验，这场实验复杂而有趣，几乎耗尽了AWS底层的GPU和CPU算力。
- 3、元宇宙投资机会探讨。元宇宙的背后需要入口硬件设备、运算算力设施、高带宽低延时网络以及一系列引擎和建模工具。我们认为数据中心的投资将受益于元宇宙的去中心化、空间计算和新型数字体验需求，尤其对于GPU和DPU的需求十分可观。

Genvid Technologies运营的首个元宇宙模拟项目“Rival Peak”具有复杂的算力模块设计并对AWS的算力构成挑战



资料来源：matthewball，华安证券研究所

要实现终极元宇宙从底层基础设施到上层的应用重新设计每一层都具有巨大的发展空间



资料来源：ROBLOX，华安证券研究所



## 目录

1

基础篇：展望数据中心，智能时代的基础设施

2

成长篇：数据中心未来十年最具看点的赛道有哪些？

3

投资篇：资本市场的關鍵赛道



# 核心标的概览

- 1、不断涌现的芯片公司仍然虚位以待。目前A股数据中心产业链主要上市公司近30家，已初步形成完整的产业链形态，但数量上以中游整机和上游电子零部件为主。上游芯片上，CPU龙芯中科已申报，存储、内存、网卡、信号链芯片等仍然空缺。
- 2、从制造业成本优势到创新研发引领有着漫长的研发之路。随着中国制造业成本优势下降，工程师红利将成为主要优势，但巨大的转移成本令上游电子零部件和中游封测代工全球地位仍无可取代。我们认为产业升级的过程将反映在资本市场的风格偏好，虽然中游整机制造产业的收入增速下滑，但芯片类创业公司快速增长，国产替代是未来5年最大的投资机遇。
- 3、赛道好、起量快、稀缺性的标的市场更青睐。例如，双碳背景下，精密温控需求激增，多赛道开花的英维克去年、今年表现均较突出。而GPU、存储本身市场需求巨大，在华为芯片产能受限而又顺利突破国内信创市场的背景下今年景嘉微、国科微表现优异。

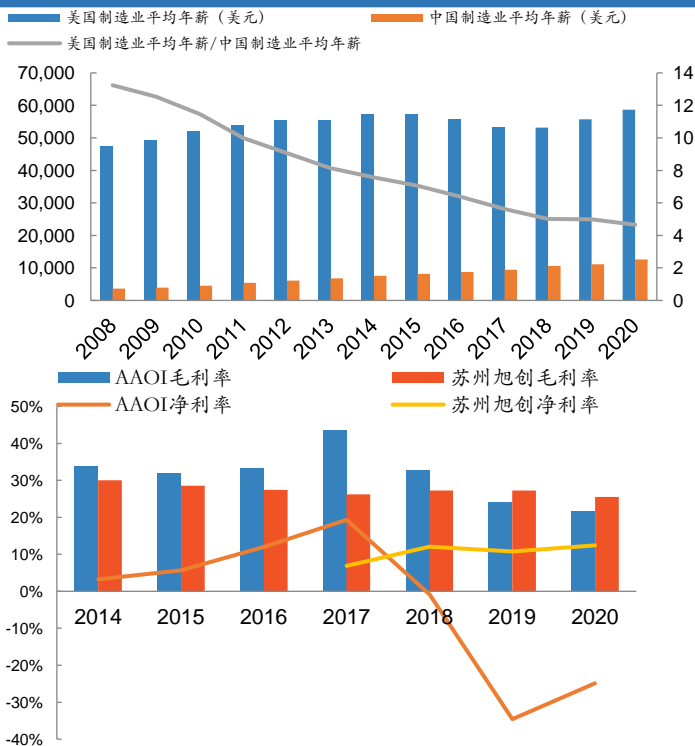
资料来源: Wind一致预期 (估值截至10月29日收盘价), 华安证券研究所

	证券代码	公司	主营业务	2020年收入 (亿元)	2020年利润 (亿元)	近三年收入CAGR	PE (TTM)	PE 2021E	PE 2022E	2020年表现 (%)	年初至今表现 (%)
全球成本优势	601138.sh	工业富联	3C电子、ICT设备代工	4,317.86	174.31	7%	12	11	9	-24	-15
	002156.sz	通富微电	晶圆级和传统芯片封测	107.69	3.38	18%	42	31	25	53	-21
	300308.sz	中际旭创	数据中心、电信高端光模块	70.50	8.65	44%	29	24	19	-2	-35
	300394.sz	天孚通信	无源光器件、光引擎封装	8.73	2.79	37%	36	29	21	41	-12
碳中和逻辑	002518.sz	科士达	微模块、UPS、光伏逆变器	24.23	3.03	-4%	53	48	36	12	176
	002837.sz	英维克	机房、基站、轨交精密温控	17.03	1.82	29%	70	63	47	54	154
	002335.sz	科华数据	UPS、IDC、光伏逆变器	41.68	3.82	20%	39	36	27	140	78
下游需求驱动	000977.sz	浪潮信息	服务器系列	630.38	14.66	35%	23	22	18	-3	16
	002396.sz	星网锐捷	企业级交换机、WLAN、云桌面	103.04	4.31	10%	22	18	15	-35	-5
	603019.sh	中科曙光	高性能计算服务器、存储	101.61	8.22	17%	42	38	30	39	-19
	000938.sz	紫光股份	ICT设备系列和解决方案	597.05	18.95	15%	41	37	30	-9	36
	000063.sz	中兴通讯	运营商、政企、消费者系列	1,014.51	42.60	-2%	20	21	17	-4	-3
进口替代	A21222.sh	龙芯中科	服务器、PC以及嵌入式CPU	10.82	0.72	137%	未上市	未上市	未上市	未上市	未上市
	688256.sh	寒武纪	AI加速芯片、加速卡和集群	4.59	-4.35	288%	亏损	亏损	亏损	-31	-48
	300672.sz	国科微	SSD主控芯片、安防后端SoC	7.31	0.71	21%	121	90	52	8	285
	688258.sh	卓易信息	计算机BIOS固件、云服务	1.98	0.58	9%	46	34	24	-35	-40
创新研发引领	688521.sh	芯原股份	IP授权、芯片开发服务	15.06	-0.26	12%	亏损	1,214	255	-46	-18
	688008.sh	澜起科技	内存接口芯片、津逮CPU	18.24	11.04	14%	100	78	55	16	-21
供给侧变化	300383.sz	光环新网	IDC运营、AWS北京云	74.76	9.13	22%	22	21	18	-14	-23
	600845.sh	宝信软件	钢铁信息化、IDC运营	95.18	13.01	26%	68	61	46	111	34
	300738.sz	奥飞数据	IDC运营	8.41	1.57	30%	50	41	31	71	10

# 中上游投资逻辑：全球产业链比较优势

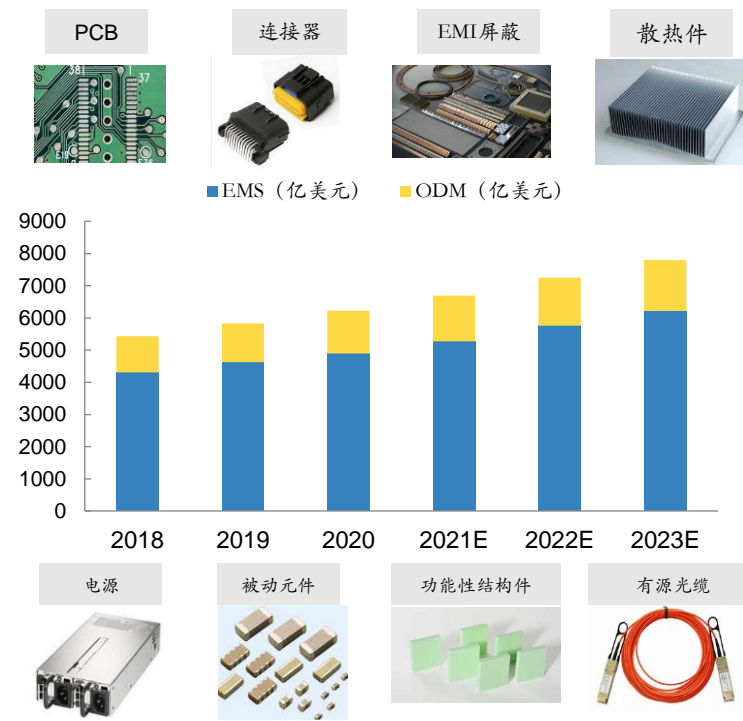
- 1、工程师红利仍然会带来成本优势。未来一段时间，研发成本优势或将逐步替代单纯的制造业成本优势，在一些中游的高端制造业如光模块，我们已经看到国产厂商对全球龙头地位的牢牢把控。
- 2、完整的配套产业链无可取代。富士康、苹果等OEM和EMS巨头多年来培育了国内完整的电子零部件产业链，很多公司如立讯精密、歌尔股份都经历了从量变到质变，从零部件到模块、系统的延伸。
- 3、供应商通常与大客户建立了长期合作关系。对于供应商的认证严格且耗时，因此我们认为类似于苹果产业链，数据中心产业链供应商的订单可预测性也较强。
- 4、妥善处理与台湾的竞合关系，国内电子信息产业快速发展。目前在服务器产业链，无论PCB、电源以及板载的网卡、声卡、BMS等芯片，台湾都在全球供应链中占有举足轻重的地位。在可预见的将来，国内厂商或迅速缩小与台湾的差距，以期未来从竞争关系转向协同共生关系。

制造和研发成本的双重差异，令同为光模块制造业的AAOI即使建厂中国也难追旭创的净利率



资料来源：Wind，国家统计局，华安证券研究所

全球EMS 5000亿美元市场，富士康等代工业巨头带动本地电子零部件行业快速发展



资料来源：New Venture，华安证券研究所

台湾服务器和网络通讯产业在全球产业链地位举足轻重



资料来源：台湾工研院，华安证券研究所

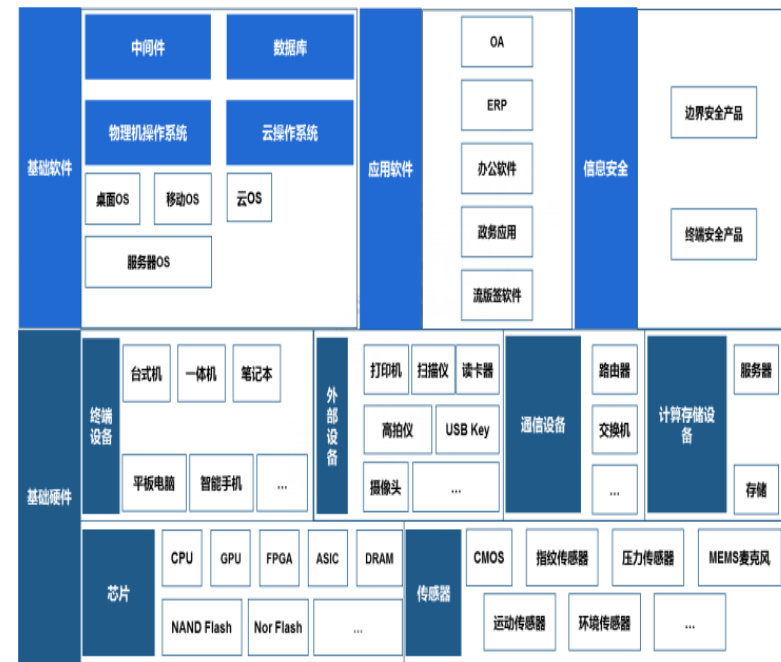
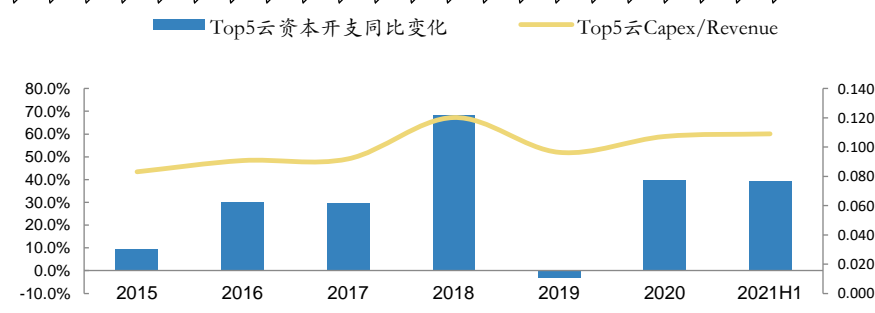
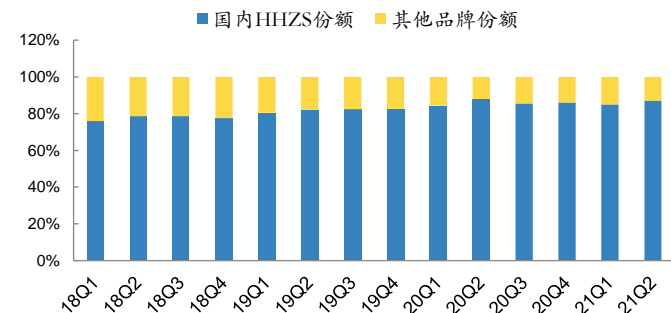
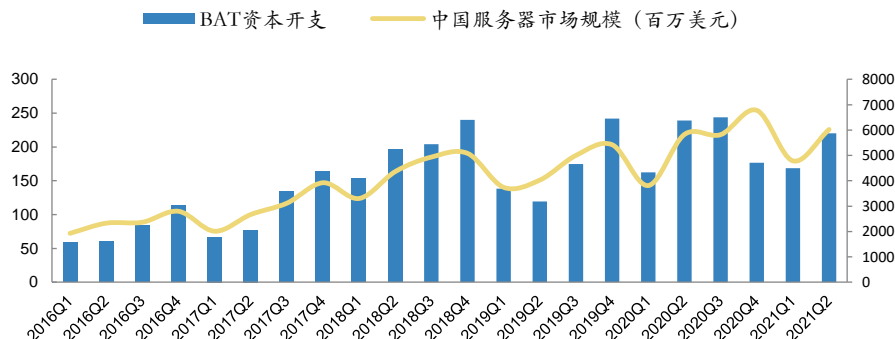
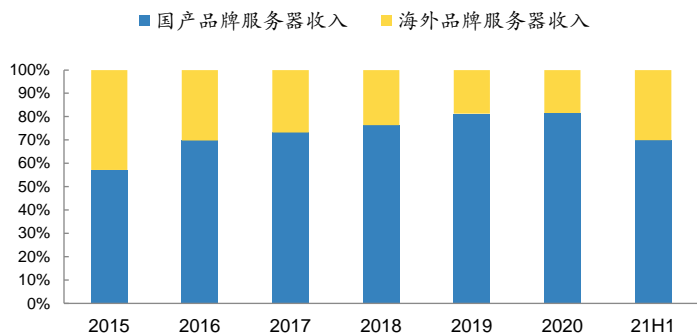
# 中游投资逻辑：需求驱动

- 1、**整机环节，国内服务器和网络设备已基本实现进口替代。**另一方面海外贸易摩擦因素仍存，国内品牌出海客观因素受限。因此从天花板来看，我们认为影响服务器、交换机等中游硬件设备成长的因素主要是下游需求。
- 2、**移动互联网、云计算、AI、元宇宙接力，云基础设施具有长期成长逻辑。**我们认为，下游层出不穷的应用仍会驱动科技巨头和互联网厂商对于基础设施投资。从历史上复盘来看，国内服务器市场规模与BAT资本开支高度相关，而近几年Top5云资本开始强度已基本保持0.11的稳定水平。
- 3、**信创市场开拓了全新的服务器生态体系，打破Wintel联盟。**由于国内信创体系的快速发展，目前国内有基于ARM的鲲鹏、飞腾生态，基于MIPS的龙芯生态等。这些生态的逐渐完整给予服务器产业链存量替换的刚性和增量创造的想象空间。

国内服务器市场本地品牌份额已超80%，交换机市场国内四大品牌新华三、华为、锐捷、中兴份额已近九成

历史复盘，中国服务器市场规模与BAT资本开支高度相关，近几年全球Top5云资本开支强度基本稳定，服务器市场料平稳增长

中国信创生态全景图，服务器是底层基础硬件必须突破的环节，但也同时需要底层芯片、操作系统和上层应用软件的支持



资料来源: IDC, 华安证券研究所

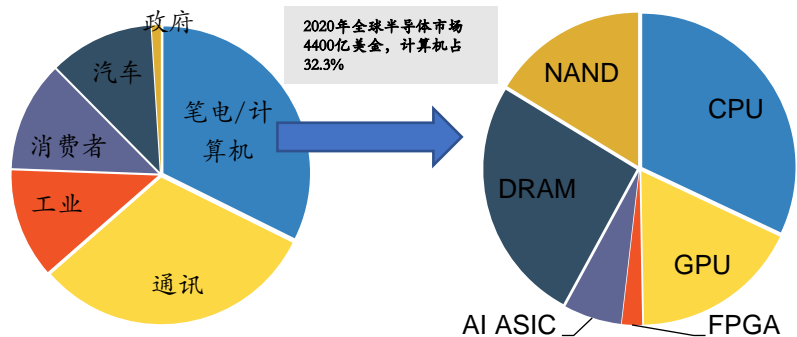
资料来源: Wind, IDC, 华安证券研究所

资料来源: 众诚智库, 华安证券研究所

# 上游投资逻辑：国产替代

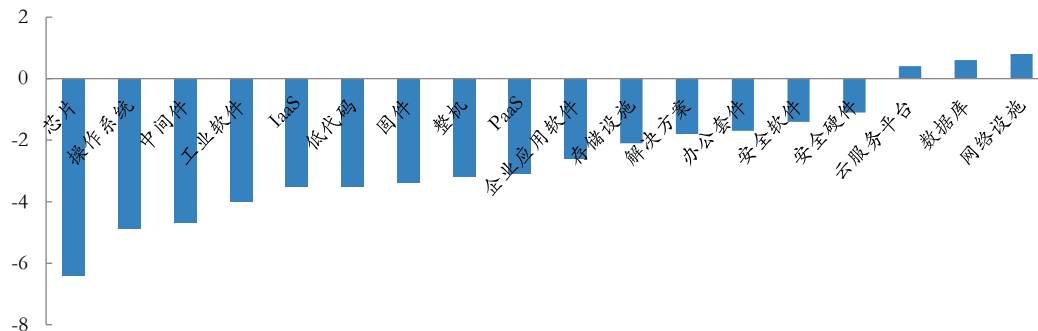
- 1、计算机市场含硅量最高，数据中心市场容量仅次于手机、汽车，国内芯片公司发展舞台广阔。
- 2、卡脖子领域环环相扣，需要整条产业链各个击破。当前服务器产业计算、存储、通信各条线国产化率均非常低，网络设备在华为芯片产能受限下，绝大部分份额由思科、博通、Marvell等海外公司把控。而光模块25G PAM4以上电芯片替代能力也几乎为零。
- 3、芯片创业公司频现，科创板注册制提供一二级良性循环。我们认为科创板初筛了国内资质最优秀的芯片创业企业，是投资享有未来快速成长的最佳时期。
- 4、摩尔定律发展放慢给国内公司创造历史机遇。虽然数据中心逻辑芯片制程要求通常较高，但我们已经可以看到国产28nm、14nm带来的重大机遇。

计算机是含硅量最大的终端市场，其中全球数据中心半导体市场2025年达1400亿美元

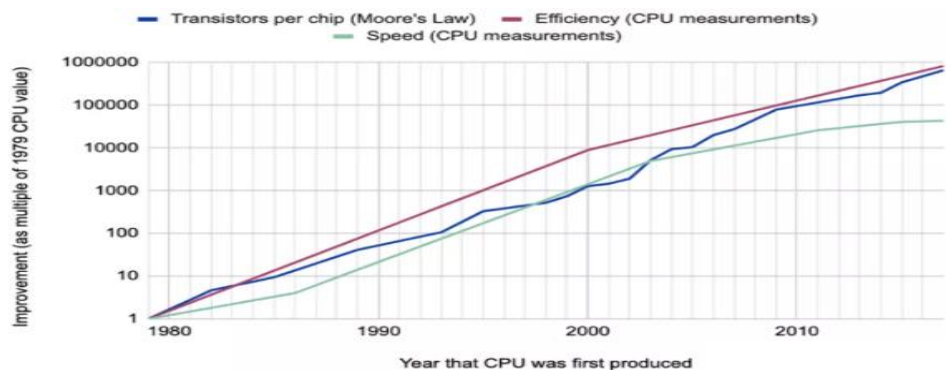


摩尔定律性能演进斜率的放缓给国产高端逻辑芯片追赶机会 资料来源：YOLE, SIA, 华安证券研究所

中国信创领域相关技术水平与全球的分数差距上芯片最大，是研发发力的重中之重，另一个角度说也是市场空间最广阔的



资料来源：海比研究院，华安证券研究所  
在计算机系统领域芯片国产替代迫切且强烈



资料来源：Intel, 华安证券研究所

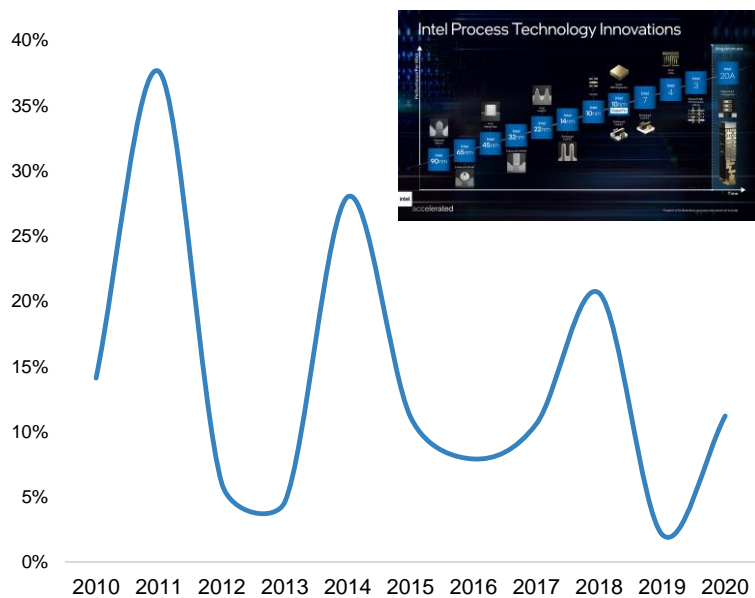
项目	设备	芯片	国产芯片占有率
计算机系统	服务器/PC	MPU	0%
	工业应用	MCU	2%
通用电子系统	可编程逻辑设备	FPGA/EPLD	0%
	数字信号处理设备	DSP	0%
	移动终端	应用处理器	18%
通信装备		通信处理器	22%
		嵌入式MPU	0%
	核心网络设备	NPU	15%
内存设备	存储器	DRAM/NAND/NOR	<5%

资料来源：国芯科技招股书，华安证券研究所

# 上游投资逻辑：创新引领

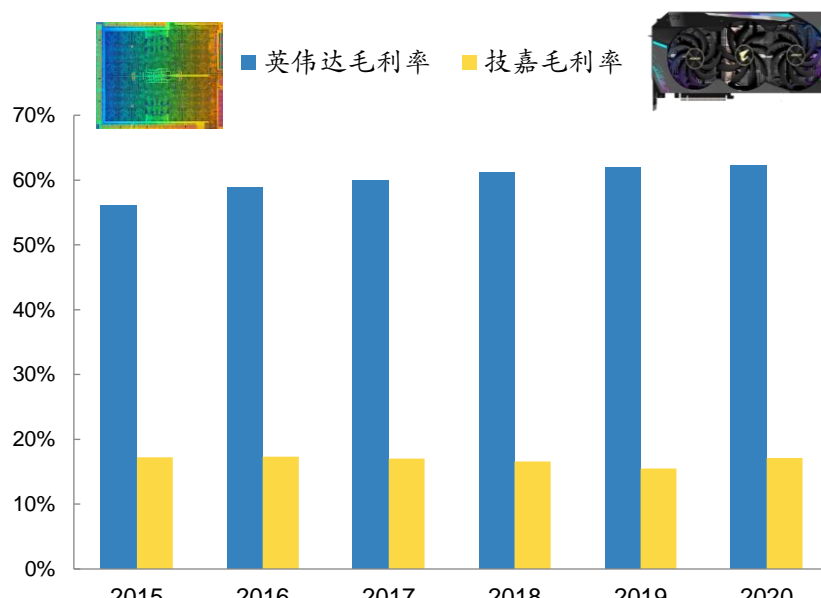
- 1、由上游标准制定者引领全球技术更迭，享受周期更迭带来的产品量价齐升。上游芯片巨头通常能通过行业标准制定、专利壁垒等方式构筑起坚实的护城河。在数据中心产业链，上游芯片新品的发布是跟踪产业链景气周期变化的风向标。通常，CPU、GPU、Switch、oDSP等新品的发布都会引起下游更新换代，并享受发布初期的高利润。而通过持续的技术创新，在供需上具有绝对话语权的芯片厂商通常对市场价格具有控制能力。
- 2、由细分领域向主要赛道发起冲击，国内巨大市场将培育更多全球龙头。我们认为在工程师红利下，国内芯片有望在电源管理、信号链、接口等细分品类形成突破，并逐渐以点带面，在庞大的国内市场下，有望冲击CPU、DRAM、FLASH等大市场。
- 3、创新引领符合产业升级战略，将是进口替代后的终极阶段。我们认为创新引领阶段将是进口替代阶段后芯片厂商继续保持成长的终极商业模式，以十年计的维度上，来自政策的扶持和市场的红利将持续存在。

Intel数据中心集团收入增速跟随重要新品迭代节奏有着3-4年的明显波动周期



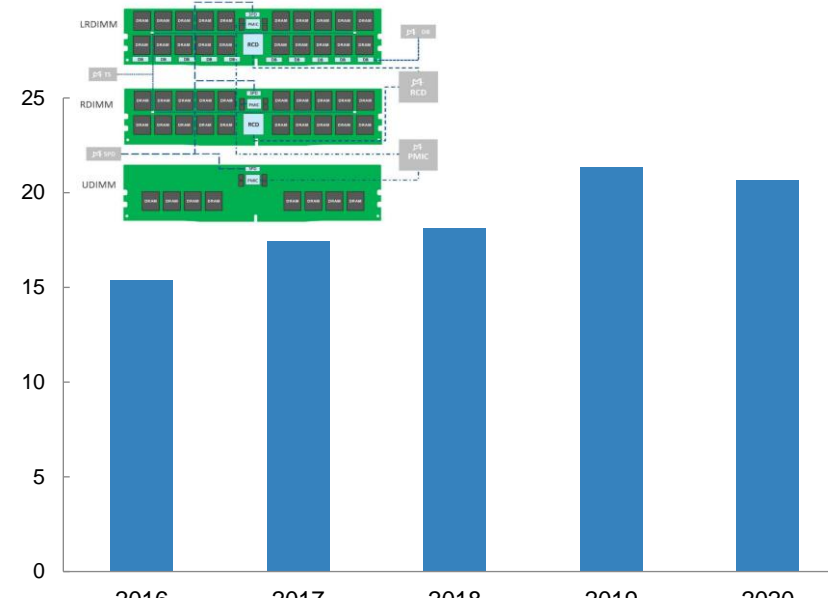
资料来源：Wind, CPU RUMORS, 华安证券研究所

全球显卡芯片龙头英伟达和显卡模组龙头技嘉毛利率差异巨大



资料来源：Wind, Nvidia, GigaByte, 华安证券研究所

DDR5内存模组“1+10”和配套芯片形式，总价值量预估较DDR4提升25%以上，而在DDR4每个子代中澜起科技芯片单价保持增长

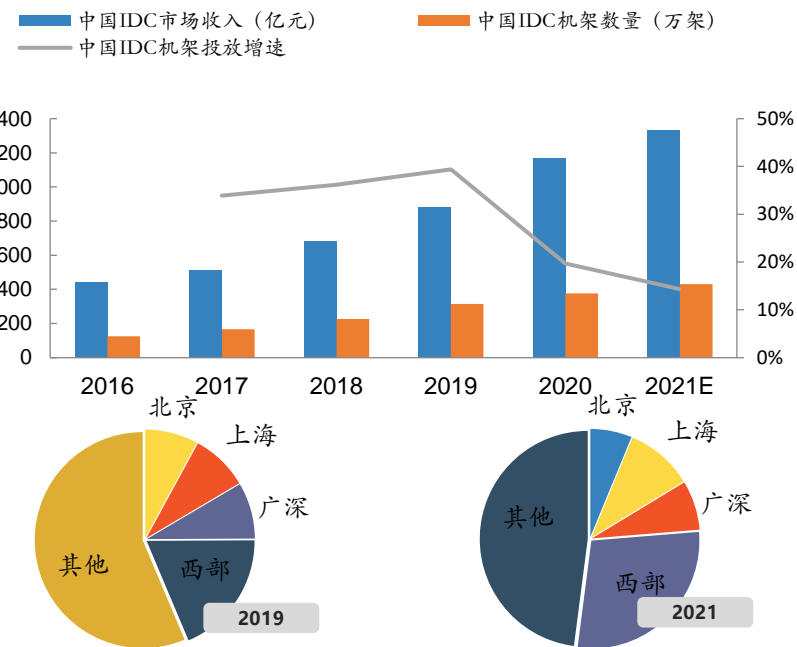


资料来源：澜起科技年报, 华安证券研究所

## 下游投资逻辑：跟踪供给侧变化

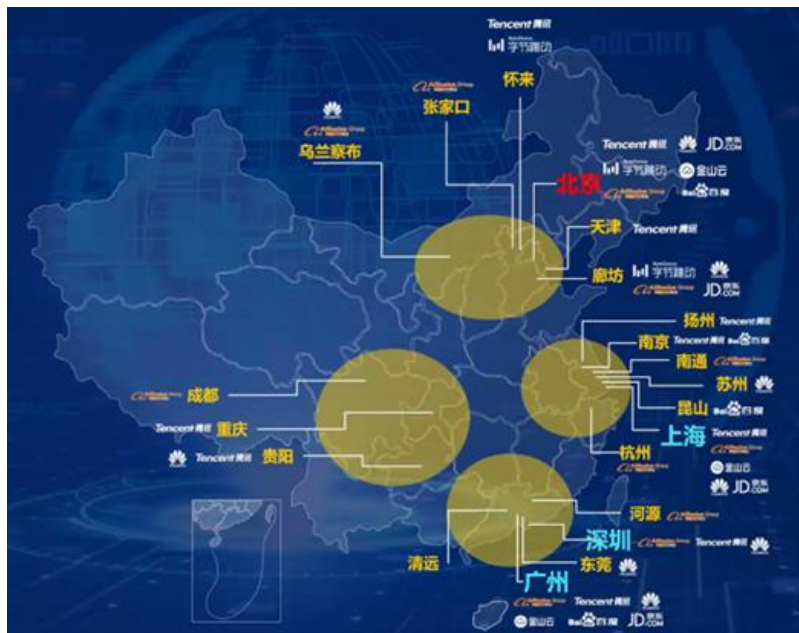
- 1、IDC产业从需求侧走入供给侧，未来年增速或不低于20%。2017到2020，在移动互联网快速发展和云计算的茁壮成长下，国内IDC市场增速达32%。2020年下半年开始，IDC能耗指标逐渐收紧，行业增速明显下滑。随着《新型数据中心发展三年行动计划》的出台，IDC逻辑转向供给侧变化。其中，全国IDC机架规模年均增速保持在20%左右，上架率目标2023年为60%以上，有望引导行业落后产能出清。
- 2、《碳中和指引》对数据中心PUE提出硬指标，或带来老、小数据中心整合。文件重点提出将年综合能耗1万吨标煤以上IDC全部纳入重点用能单位能耗在线监测系统，推动既有设施绿色升级改造，将带来高效制冷、直流供电、“光伏+储能”、AI能控等多种新型基础设施需求。从各地来看，均发布了节能审查具体措施，可以预期未来两年将迎来“老旧”IDC的集中升级改造和部分关闭腾退。
- 3、长期来看，我们认为IDC主要份额将向大型、核心区、国资运营商倾斜。《三年行动计划》引导大型IDC向国家枢纽节点集中（不低于70%），运营商和互联网企自建由于坐拥网络和流量发端优势，将作为主力。而布局国家枢纽地区的具有与规模效应的第三方IDC也具有稀缺性和灵活性，长期发展看好。

2021年国内IDC机架投放速度明显放缓，从整体投放机架规模来看，新投运产能多集中于四大核心枢纽地区



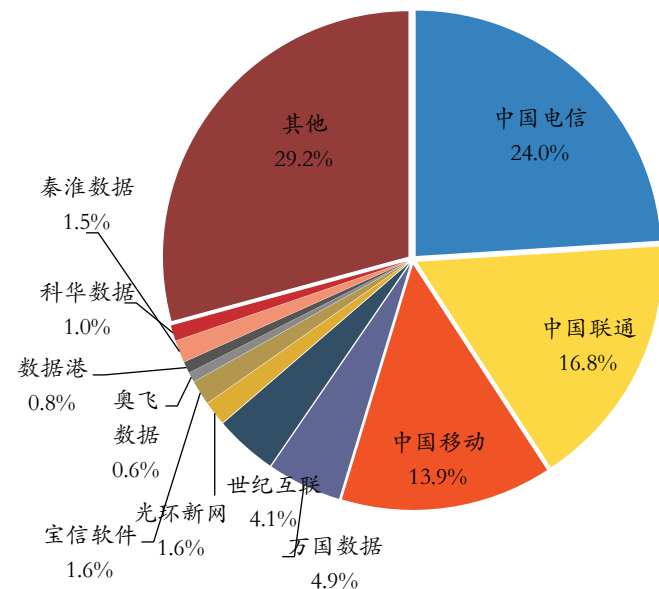
资料来源：CDCC，华安证券研究所

围绕需求来看，超大规模数据中心投资仍集中在四大核心枢纽地区



资料来源：IDC，华安证券研究所

2020年国内IDC运营商竞争格局：三大运营商占比近六成



资料来源：Wind，华安证券研究所

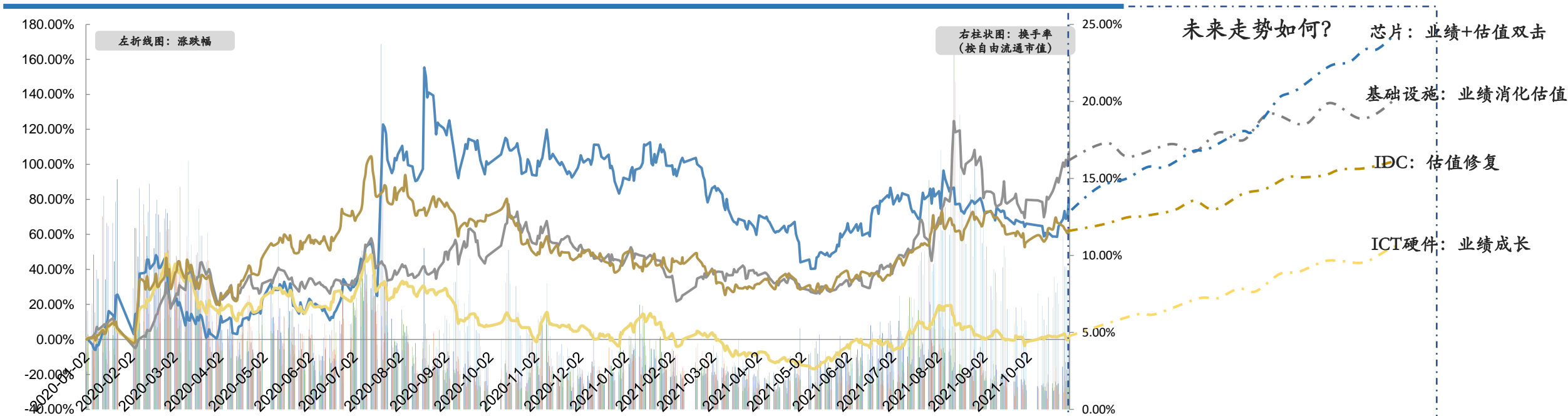





# 投资建议

- 1、**复盘市场，板块表现取决于当时对未来成长性的预期。**如2020上半年的IDC新基建、2020Q3的芯片国产替代以及今年下半年的新能源行情向IDC基础设施的拉动。我们认为未来整个数据中心产业链都将受益于算力和流量的需求增长，市场表现或仍有分化。
- 2、**上游芯片更大。**中国是含硅量最高的数据中心赛道的全球第二大市场，国产替代将孕育从0到1的估值爆发和从1到100的持续成长，建议“由小及大”，由电源管理、信号链、内存接口等细分赛道国产龙头入手，并等待市场更为广阔的CPU、GPU、DRAM、NAND等优质新股机会。
- 3、**中游硬件更稳。**数据中心云基础设施未来仍主要由国内市场需求驱动，未来需求将保持平稳增长，同时建议关注边缘计算服务器、AI加速服务器、工业网关、400G/800G高速光模块、CPO交换机、SDN路由器等由技术迭代和新兴市场驱动的结构性强成长赛道。
- 4、**中游基础设施更广。**碳中和长目标下，数据中心的节能降耗将是永恒话题，也将带来微电网数据中心储能、SiC HVDC、高效能UPS、液冷等新兴市场需求，我们认为数据中心基础厂商将迎来数据中心“拆小改旧”的整合热潮并有望向风光核能源互联、新能源汽车产业链横向扩张。
- 5、**下游IDC更长。**我们认为本质来看IDC反映的是数据和算力的物理实体需求，且由于摩尔定律的放缓，未来算力堆叠将成为解决需求的主要方式，大型云数据中心、边缘数据中心需求同在。我们建议关注布局四大核心枢纽的规模领先的IDC区域性龙头以及绑定大客户订单无忧的定制型IDC运营商。

■ 芯片换手率 ■ ICT硬件换手率 ■ 基础设施换手率 ■ IDC换手率 — 芯片涨跌幅 — ICT硬件涨跌幅 — 基础设施涨跌幅 — IDC涨跌幅



注：芯片包括寒武纪、景嘉微、国科微、卓易信息、芯原股份、澜起科技；ICT硬件包括浪潮信息、中国长城、中科曙光、中兴通讯、紫光股份、中际旭创、星网锐捷、天孚通信；IDC基础设施包括英维克、科士达、科华数据、中天科技、易事特、科泰电源；IDC包括光环新网、宝信软件、奥飞数据、数据港。数据更新自10月29日收盘价。资料来源：Wind，华安证券研究所



# 感谢您的支持!

## 风险提示:

- 1、5G应用落地低于预期导致后互联网时代流量增长速度放缓;
- 2、全球芯片供需矛盾短期无法解决影响IT设备出货;
- 3、数据中心供大于求导致市场价格大幅下挫;
- 4、中美科技摩擦加剧影响供应链稳定。



欢迎关注华安通信



## 重要声明

### 分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

### 免责声明

华安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。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构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中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安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。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究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。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

## 投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A股以沪深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；美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下：

### 行业评级体系

- 增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上；
- 中性—未来6个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持—未来6个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上；

### 公司评级体系

- 买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；
- 增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；
- 中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至；
- 卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；

无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。