

电子行业深度报告

超节点系列报告三：阿里超节点，全栈 AI 布局，自研 AL128、UPN512 补全 AI 基础设施 增持（维持）

2026年05月27日

证券分析师 陈海进

执业证书：S0600525020001

chenhj@dwzq.com.cn

证券分析师 李雅文

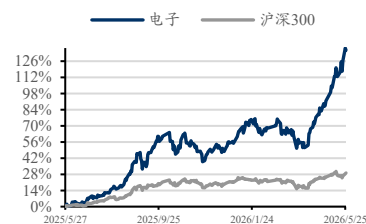
执业证书：S0600526010002

liyw@dwzq.com.cn

投资要点

- **阿里云：全栈 AI 布局构建核心竞争力，超节点&高性能网络补全 AI 基础设施。**作为亚太第一、中国最大的公共云服务厂商，阿里云搭建 IaaS、PaaS、MaaS 三层全栈云服务体系，是全球少数可实现软硬件垂直整合的超级 AI 云计算平台。IaaS 层覆盖底层芯片、超节点服务器、高性能网络等核心环节，2025 年 9 月发布磐久 AL128 单机柜超节点、HPN8.0 高性能网络，10 月推出 UPN512 技术架构白皮书，全面补齐 AI 算力与网络短板；PaaS 层以百炼平台打造一站式模型服务能力，MaaS 层依托通义千问大模型，开源 300 多款全模态模型。
- **客户积累&资本开支共振：阿里云自研超节点业务落地优势明显。**客户层面，截至 26 年 4 月底，阿里云布局全球 29 个地理区域、94 个可用区，拥有 3200+全球 CDN 节点，可依托现有基础设施快速改造升级超节点，存量客户的高粘性大幅降低超节点业务的迁移与适配成本。财务层面，阿里 2025 年 2 月宣布未来三年投入 3800 亿元加码 AI 与云基建，资本开支持续加码带动营收放量，FY26Q2、Q3 阿里云收入分别达 398 亿元、433 亿元，同比增速 34.5%、36.4%，AI 相关产品连续十个季度实现三位数同比增长。客户与财务双轮驱动打开超节点业务增长空间。
- **全球及中国云计算市场持续扩容，阿里稳居国内云厂商龙头。**全球市场方面，2024 年全球公有云规模达 5957 亿美元，AI 驱动 IaaS 赛道高速增长，2024-2025 年全球 IaaS 市场规模将达 1698 亿美元、2119 亿美元。中国市场方面，2024 年国内云计算整体市场规模 8288 亿元，公有云 IaaS 占据主要份额，智能算力服务成为增长核心。2024 年下半年阿里云以 26.1%、24.4%的份额位列中国公有云 IaaS、PaaS 市场第一；2025 年上半年以 35.8%的占比位居中国 AI 云市场首位，份额超过第二名至第四名总和，行业扩容与龙头地位为超节点业务提供广阔市场基础。
- **磐久 AL128 超节点服务器：阿里首款机柜级超节点，基于新一代 AI 芯片真武 M890。**该产品采用定制双宽机柜，可集成 128-144 颗 GPU，具备 350kW 供电与 500kW 散热能力，实现 CPU、GPU、供电、交换等节点全方位解耦，基于新一代 AI 芯片真武 M890。网络层面采用三层互连架构，域内 Scale Up 互连通过单级交换实现 GPU 全带宽互连，单 GPU 互连带宽最高达 28Tb；超节点间 Scale Out 网络预留充足通信带宽，满足大集群调度需求；DCN 网络打通算力与数据中心的通信链路。正交架构让高速链路低损耗，将 FRU 更换时长从小时级缩至分钟级。
- **UPN512 作为单层光互连解耦系统，突破传统超节点大型机柜限制，完善阿里云高性能网络布局。**该系统继承 HPN Scale Out 设计理念，解耦 Scale Up 对高密系统的依赖，与 HPN 形成“域内 Scale Up、跨域 Scale Out”的协同架构。UPN512 基于高通量以太网采用单层网络架构，可支持 512 颗 xPU 全光互连，未来可扩展至 1K 及以上规模，内置在网计算引擎，支持主流数据类型与基础计算操作。互连层采用 LPO/NPO 光互连方案，可降低光互连成本 30%以上、可靠性提升约 3 倍，19 英寸标准机柜即可部署，在制造、运维、供电散热等方面优势显著。
- **投资建议：**重点推荐盛科通信-U、海光信息、澜起科技，建议关注中兴通讯、万通发展（数渡科技）等。
- **风险提示：**AI 应用进展不及预期，技术发展不及预期，市场竞争风险。

行业走势



相关研究

《国产算力周跟踪：DeepSeek 降价推动 AI 应用，行业龙头继续明确 Agent 时代 CPU 核心地位》

2026-05-24

《半导体设备 2025 年报&2026 年一季报总结：前后道设备商业绩持续高增，看好先进产能扩产&设备国产化率提升》

2026-05-19

内容目录

1. 为什么看好阿里云超节点自研业务?	4
1.1. 阿里云: 全栈 AI 布局, 超节点&高性能网络补全 AI 基础设施	4
1.2. 客户积累&资本开支共振: 阿里云自研超节点优势尽显	5
1.2.1. 客户侧: IaaS 业务遍布全球, 存量客户粘性助力超节点业务落地	5
1.2.2. 财务侧: 资本开支持续加码带来营收放量, 打开全栈 AI 业务增长新空间	6
1.3. 全球及中国云计算市场扩容, 阿里云为国内头部云厂商	7
1.3.1. 全球侧: 公有云市场规模扩容, AI 引发新一轮增长需求	7
1.3.2. 中国侧: IaaS 赛道占据公有云主要市场份额, 阿里领跑	8
2. 阿里云自研超节点梳理	11
2.1. 磐久 AL128 超节点服务器: 阿里首款机柜级超节点	11
2.1.1. 定制双宽机柜: 灵活的模块化、多维解耦系统架构	11
2.1.2. 三层互连网络架构: 域内、域间及数据中心全场景通信	12
2.1.3. 芯片侧: 搭载平头哥新一代 AI 芯片真武 M890、互联芯片 ICN Switch 1.0	13
2.2. UPN512: 单层光互连解耦系统	13
2.2.1. UPN: 继承 HPN Scale Out 理念, 解耦 Scale Up 设计对于高密系统的依赖	13
2.2.2. UPN512: 基于高通量以太网的单层网络架构	14
2.2.3. UPN512: 基于 LPO/NPO 光互连的盒式化解耦方案	15
3. 投资建议	18
4. 风险提示	19

图表目录

图 1: 阿里巴巴&阿里云主营业务	5
图 2: 阿里云数据中心、网络节点全球布局情况.....	6
图 3: FY23Q1-FY26Q3 阿里云收入及增速	7
图 4: FY18-FY27E 阿里巴巴资本开支.....	7
图 5: 全球云计算市场规模及增速.....	8
图 6: 24-25 年全球公有云市场占比预测 (亿美元)	8
图 7: 23-24 年全球主流厂商 IaaS 公有云收入 (亿美元)	8
图 8: 中国云计算市场规模及增速.....	9
图 9: 中国公有云细分领域市场规模及增速 (亿元)	9
图 10: 2024H2 中国公有云 IaaS 厂商市场份额.....	9
图 11: 2024H2 中国公有云 PaaS 厂商市场份额.....	9
图 12: 2025H1 中国云厂商 AI 云市场份额	10
图 13: 磐久 AL128 超节点机柜拆解以及正交架构梳理	11
图 14: 超节点内 Scale Up 互连拓扑: 以使用 64 端口的 ALink Switch 为例	12
图 15: 真武 M890、CN Switch 1.0 以及真武芯片未来两年芯片路线图	13
图 16: HPN 与 UPN 相关参数.....	14
图 17: HPN 和 UPN 组成的高性能系统.....	14
图 18: 交换机在网计算引擎.....	14
图 19: 基于 Ethernet 单层互连的 Scale Up 规模	15
图 20: UPN 架构通过 LPO/NPO 实现光互联成本的降低.....	15
图 21: 几种光互连技术架构示意图.....	16
图 22: 几种光互连技术的优缺点.....	17
图 23: 单层光互连系统.....	17
图 24: UPN 系统布局.....	18
图 25: UPN512 设计解耦对高密的依赖.....	18

1. 为什么看好阿里云超节点自研业务？

1.1. 阿里云：全栈 AI 布局，超节点&高性能网络补全 AI 基础设施

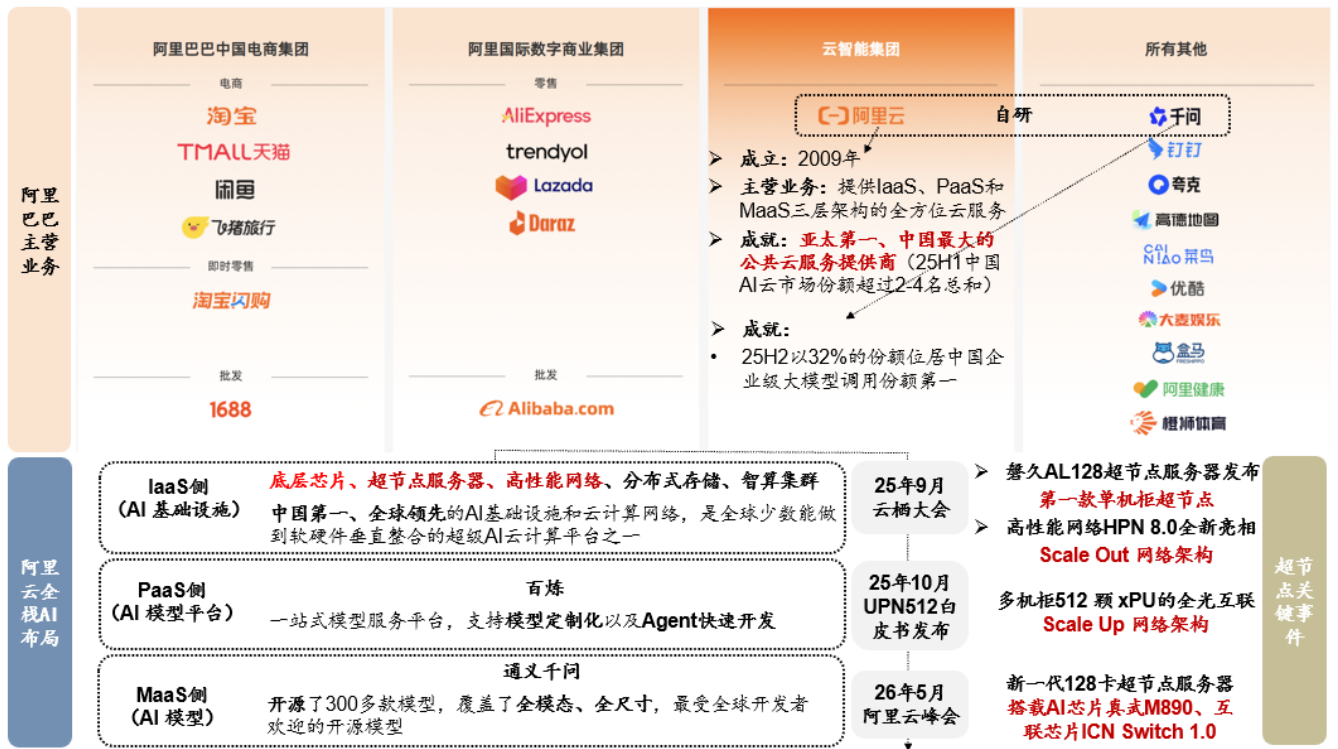
阿里云作为阿里巴巴云智能集团，依托自研技术体系提供 IaaS、PaaS、MaaS 三层架构的全栈云服务，当前是亚太第一、中国最大的公共云服务提供商。根据 Omidia 统计数据，阿里云在 25H1 中国 AI 云市场份额已超过 2-4 名总和，龙头地位稳固。阿里云创立于 2009 年，基于自研飞天云计算操作系统向全球客户提供全方位云服务，凭借 IaaS 与 PaaS 层的庞大规模与技术底座，为企业提供高性能、低成本的计算资源，以及大模型训练、微调与推理的工具平台服务，致力于打造“AI 时代最开放的云”。在 AI 布局上，阿里云形成了清晰的三层能力体系，AI 基础设施、AI 模型平台与 AI 模型产品：

(1) IaaS 侧 (AI 基础设施)：覆盖底层芯片、超节点服务器、高性能网络、分布式存储、智算集群。是中国第一、全球领先的 AI 基础设施与云计算网络，也是全球少数可实现软硬件垂直整合的超级 AI 云计算平台之一。2025 年 9 月云栖大会上，阿里云发布磐久 AL128 单机柜超节点服务器，代表阿里第一款单机柜级超节点的诞生；同时高性能网络 HPN8.0 的全新亮相，代表着 Scale Out 网络架构的重要突破。同年 10 月 UPN512 技术架构白皮书发布，实现多机柜 512 颗 xPU 的全光互联 Scale Up 网络架构，进一步补全 AI 基础设施能力。2026 年阿里云峰会上，阿里发布基于平头哥新一代 AI 芯片真武 M890 的 128 卡超节点服务器，搭载互联芯片 ICN Switch 1.0，通信时延低至百纳秒级，满足海量 Agent 并发推理和大模型训练需求。

(2) PaaS 侧 (AI 模型平台)：以百炼为核心，打造一站式模型服务平台，支持模型定制化与 Agent 快速开发。

(3) MaaS 侧 (AI 模型)：以自研通义千问大模型为核心主体，该模型为全球领先大模型之一，已开源 300 多款覆盖全模态、全尺寸的系列模型，是最受全球开发者欢迎的开源模型。根据沙利文统计数据，25H2 通义千问以 32.1% 的份额位居中国企业级大模型调用份额第一。超越豆包 (21.3%)、DeepSeek (18.4%)。

图1：阿里巴巴&阿里云主营业务



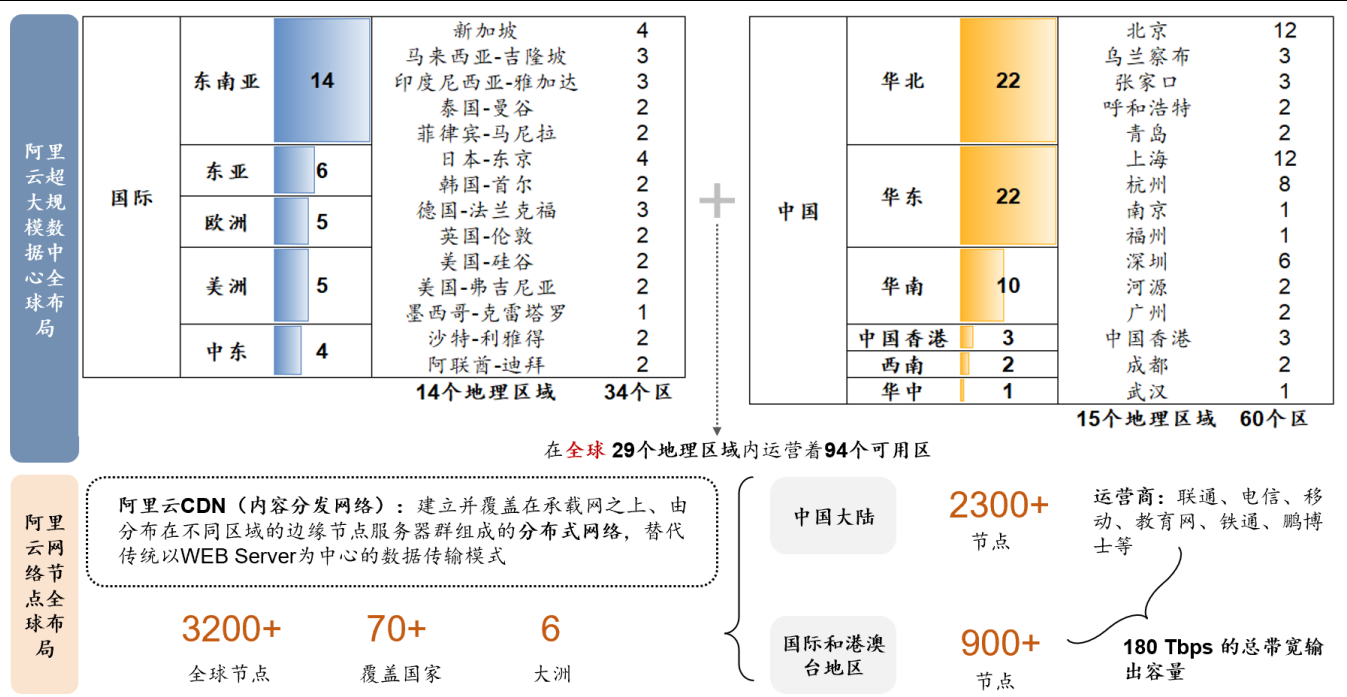
数据来源：阿里巴巴官网，阿里云官网，阿里云官网公众号，UPN512 技术架构白皮书，沙利文，Omidia，半导体芯闻，东吴证券研究所

1.2. 客户积累&资本开支共振：阿里云自研超节点优势尽显

1.2.1. 客户侧：IaaS 业务遍布全球，存量客户粘性助力超节点业务落地

阿里云现有全球数据中心与网络节点布局，为其自研超节点 IaaS 业务的客户落地与规模化推广提供了可复用的底层基础与客户侧优势。依托覆盖 29 个地理区域、94 个可用区的数据中心布局，以及 3200+全球 CDN 节点（覆盖 70+国家、6 大洲）的网络基础设施，阿里云可基于现有节点资源进行超节点改造升级，将传统数据中心适配为 AI 训练/推理场景的高性能算力节点，实现算力资源的快速规模化部署。同时，国内多线 BGP 骨干网与国际/港澳台地区的带宽节点布局，为 HPN 8.0 Scale Out、UPN512 Scale Up 网络架构提供了成熟的客户侧接入支撑，原有客户的低延迟访问路径与服务粘性，也为磐久 AL128 超节点服务器的业务落地降低了客户迁移与适配成本，助力超节点业务快速触达全球存量客户群体。

图2: 阿里云数据中心、网络节点全球布局情况



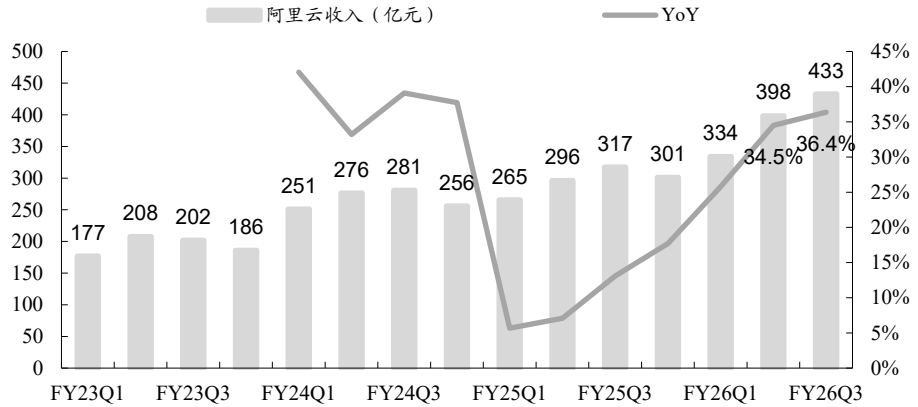
数据来源: 阿里云官网, 东吴证券研究所

注: 数据统计截至 26 年 4 月 30 日

1.2.2. 财务侧: 资本开支持续加码带来营收放量, 打开全栈 AI 业务增长新空间

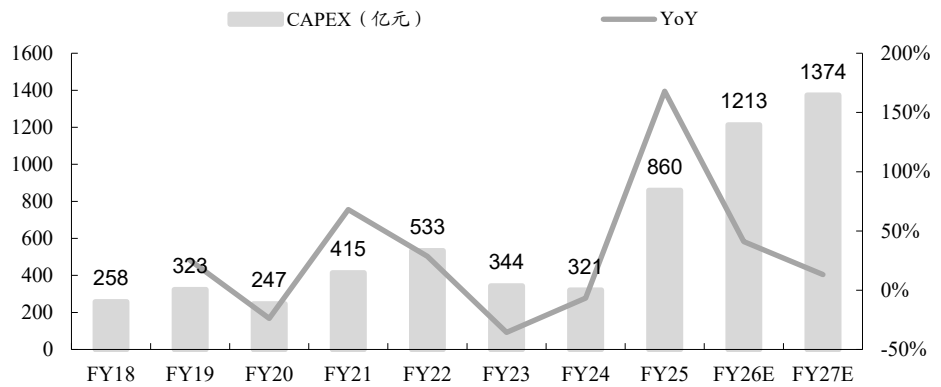
资本开支的持续加码叠加 AI 驱动, 阿里云营收持续放量, 未来增长空间广阔。阿里于 2025 年 2 月宣布未来三年投入 3800 亿元加码 AI 与云基建, 并于 9 月云栖大会上宣布将持续追加更多投资, 千亿级别的 Capex 投入是市场份额维持领先的基础。2025 年三季度 (FY26Q2) 阿里云收入达 398 亿元, 同比+34.5%; 四季度 (FY26Q3) 收入进一步提升至 433 亿元, 同比增速升至 36.4%, AI 相关产品收入已连续第十个季度实现三位数同比增长。增长核心源于全栈 AI 能力的持续兑现: Omdia 数据显示阿里云 25H1 以 35.8% 的份额位居中国 AI 云市场第一, Hugging Face 平台上 Qwen 开源生态衍生模型超 18 万个、累计下载量破 10 亿次, 带动 MaaS 及 AI 增值应用快速渗透; 平头哥自研 GPU 规模化量产强化算力供给, 为超节点等 AI 基础设施落地提供核心支撑, 持续巩固市场领先地位, 打开长期增长空间。

图3: FY23Q1-FY26Q3 阿里云收入及增速



数据来源: 公司公告, iFinD, 东吴证券研究所

图4: FY18-FY27E 阿里巴巴资本开支



数据来源: Bloomberg 及其预测, 东吴证券研究所

注: 数据统计截至 26 年 4 月 30 日

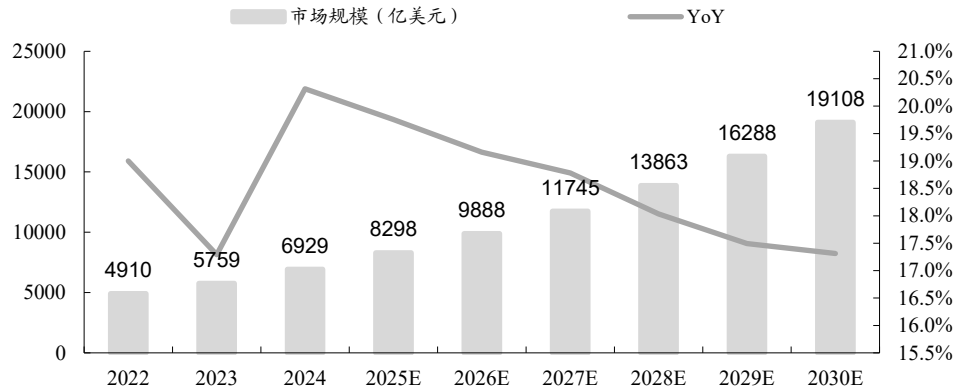
1.3. 全球及中国云计算市场扩容, 阿里云为国内头部云厂商

1.3.1. 全球侧: 公有云市场规模扩容, AI 引发新一轮增长需求

全球云计算市场整体保持稳健扩张, 生成式 AI 带来的算力需求爆发成为核心增长动力, 行业格局呈现高度集中态势。根据 Gartner 统计, 2024 年全球云计算整体市场规模达 6929 亿美元, 同比增长 20.3%; 其中公有云市场规模为 5957 亿美元, 同比增速 19.2%, IaaS、PaaS、SaaS 三大板块占比分别为 28.5%、42.1%、28.8%。生成式 AI 对训练与推理算力的需求大幅提升, 推动头部厂商持续加码算力基础设施建设, 带动 IaaS 赛道高速增长。Gartner 预测, 2024 和 2025 年全球 IaaS 市场规模将分别达到 1698 亿美元、2119 亿美元, 同比增速 21.3%、24.8%。全球 IaaS 公有云市场集中度显著, 24 年前五厂商合计占据 82.1% 份额, 亚马逊、微软、谷歌分别以 37.7%、23.9%、9.0% 位列前三, 阿

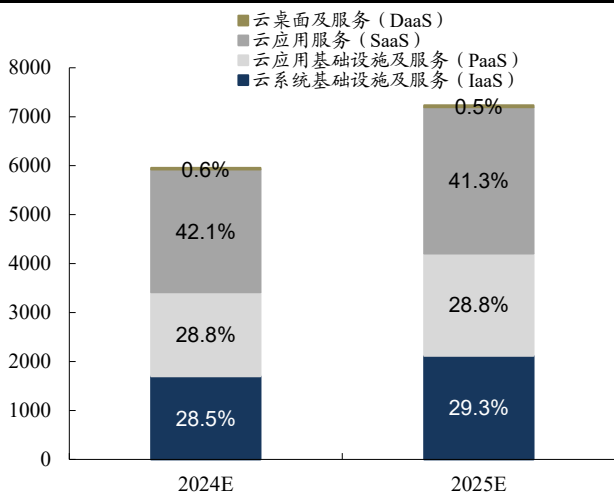
里云位居全球第四，同时以 7.2% 的份额成为国内云厂商首位。

图5: 全球云计算市场规模及增速



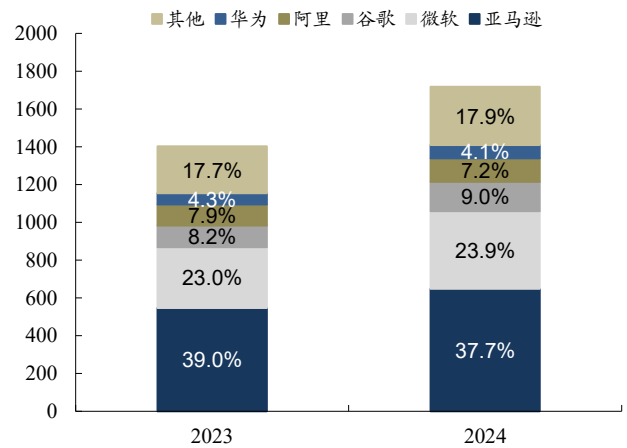
数据来源: Gartner 及其预测, 东吴证券研究所

图6: 24-25 年全球公有云市场占比预测 (亿美元)



数据来源: Gartner 预测, 东吴证券研究所

图7: 23-24 年全球主流厂商 IaaS 公有云收入 (亿美元)

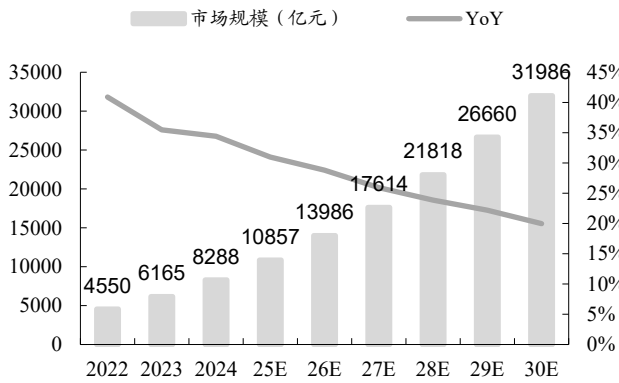


数据来源: Gartner, 东吴证券研究所

1.3.2. 中国侧: IaaS 赛道占据公有云主要市场份额, 阿里领跑

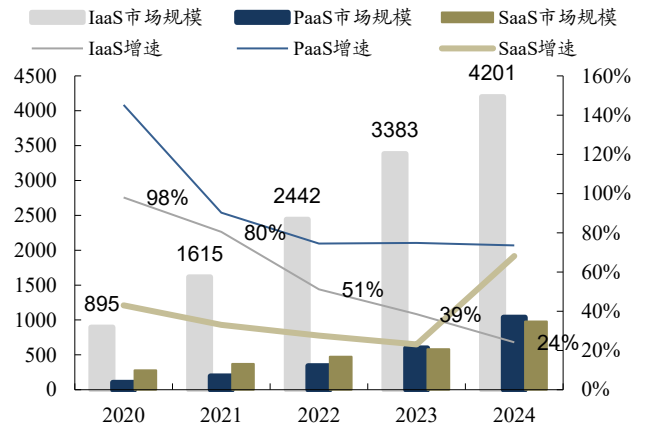
中国云计算市场保持着强劲的增长态势, 公有云领域 IaaS 赛道占据主要市场份额。据中国信息通信研究院统计, 2024 年我国云计算整体市场规模达到 8288 亿元, 同比增长 34.4%, 其中公有云市场规模为 6216 亿元, 同比增速提升至 36.6%。在公有云细分领域中, IaaS 市场规模达 4201 亿元, 同比增长 24.2%, 智能算力服务需求是拉动其增长的核心因素; SaaS 市场在企业级应用与智能代理的推动下, 2024 年增速高达 68.2%; PaaS 市场依托 AI 开发需求与企业出海趋势, 全年市场规模也成功突破千亿元。

图8: 中国云计算市场规模及增速



数据来源: 中国信息通信研究院及其预测 (25E-30E), 东吴证券研究所

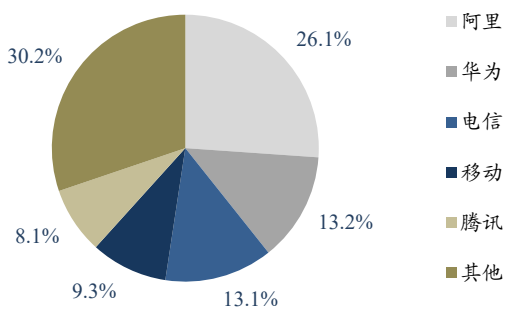
图9: 中国公有云细分领域市场规模及增速 (亿元)



数据来源: 中国信息通信研究院, 东吴证券研究所

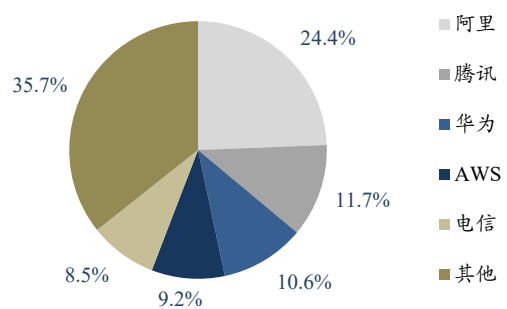
阿里云处于国内云计算市场行业领先地位, 国内市场头部格局基本形成。阿里云持续加大 AI 基础设施的资本开支与算力储备布局, 推出灵骏 AI 集群、GPU 弹性算力、磐久 AL128 超节点服务器、UPN512 超节点等多元 AI IaaS 服务, 不断夯实自身竞争力。IDC 数据显示, 2024 年下半年阿里云在中国公有云 IaaS、PaaS 领域的市场份额分别为 26.1%、24.4%, 均位列行业第一; Omdia2025 年上半年数据也显示, 阿里云以 35.8% 的占比位居中国 AI 云市场份额首位, 充分展现出其全栈 AI 业务的突出优势。

图10: 2024H2 中国公有云 IaaS 厂商市场份额



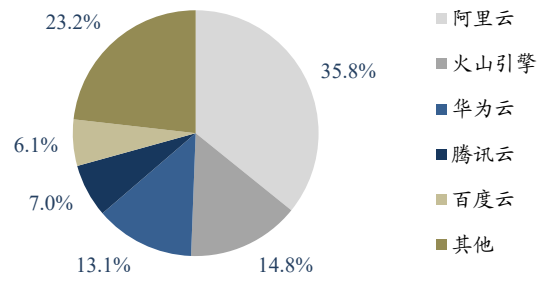
数据来源: IDC, 东吴证券研究所

图11: 2024H2 中国公有云 PaaS 厂商市场份额



数据来源: IDC, 东吴证券研究所

图12: 2025H1 中国云厂商 AI 云市场份额



数据来源: Omdia, 中国信息通信研究院, 东吴证券研究所

2. 阿里云自研超节点梳理

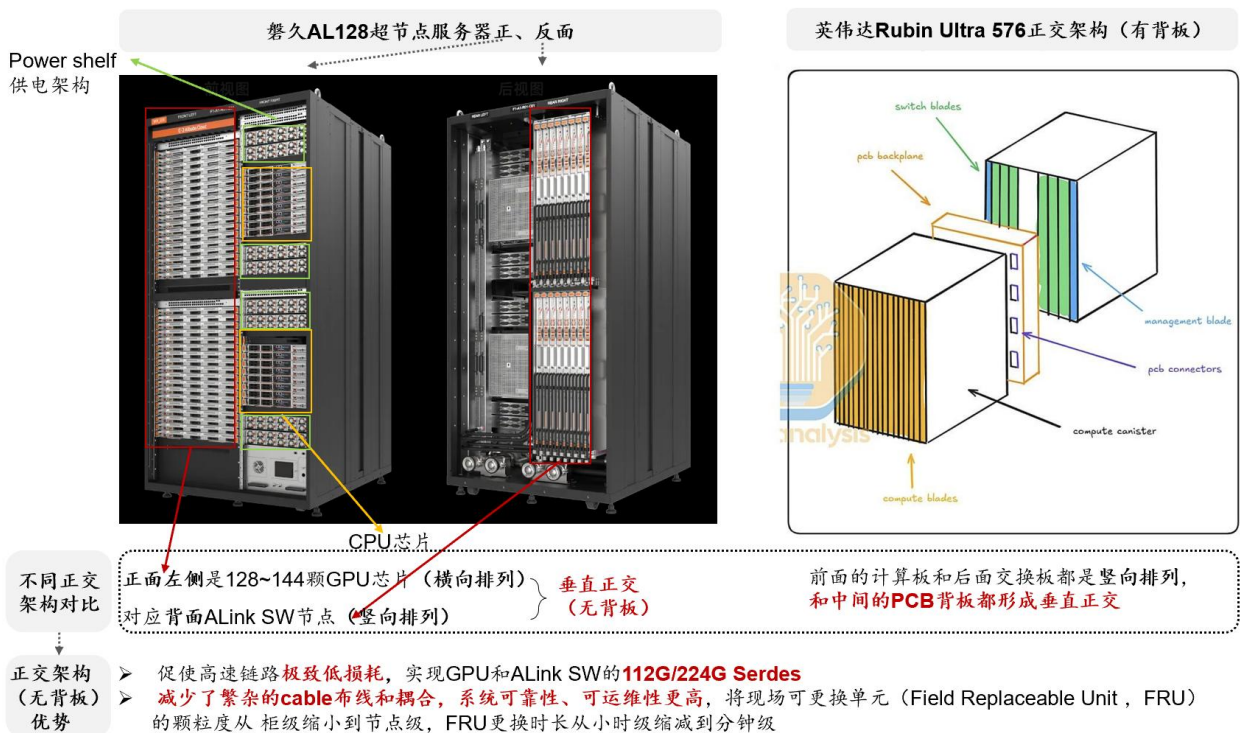
2.1. 磐久 AL128 超节点服务器：阿里首款机柜级超节点

2.1.1. 定制双宽机柜：灵活的模块化、多维解耦系统架构

阿里云磐久 AL128 超节点服务器采用定制化双宽机柜设计，整机柜硬件系统可实现 128-144 颗 GPU 芯片的高密度集成，供电与散热能力达到行业领先水平，为大规模 AI 算力集群部署提供高适配性硬件基座。机柜内置高达 350kW 供电能力及 500kW 散热能力，可满足单颗 GPU 芯片 2kW 液冷散热需求；供电层面采用 BusBar 柜内集中供电模式，为算力硬件稳定高效运行提供底层保障。

架构设计方面，AL128 超节点机柜实现 CPU 节点与 GPU 节点、GPU 节点与 ALink SW 节点、算力节点与供电节点的全方位解耦。该设计既兼容行业主流 CPU、GPU 及 Alink SW 芯片，又可支撑主力芯片独立迭代演进，同时支持 CPU 与 GPU 数量灵活配比，可适配不同规模 AI 算力场景。从机柜前视图来看，超节点的左侧为 GPU 节点与 ALink SW 节点正交互连区域，分为上下两组 AL64 卡 Scale Up 域，后续会支持一组 AL128 卡 Scale Up 域，正交架构促使高速链路极致低损耗，实现 GPU 和 ALink SW 的 112G/224G Serdes，系统可靠性更高。机柜右侧部署 CPU 节点与 Powershell 供电节点，通过 CPU 节点与 GPU 节点左右分离布局实现算力资源灵活配比。该架构支持在单操作系统下灵活配置 8/16/32 张 GPU 卡，同时 CPU 节点与 GPU 节点可以实现跨平台、跨代次的灵活搭配，为支持 GPU 芯片异构化提供了灵活的能力。

图13：磐久 AL128 超节点机柜拆解以及正交架构梳理



数据来源：阿里云开发者社区，semianalysis，东吴证券研究所

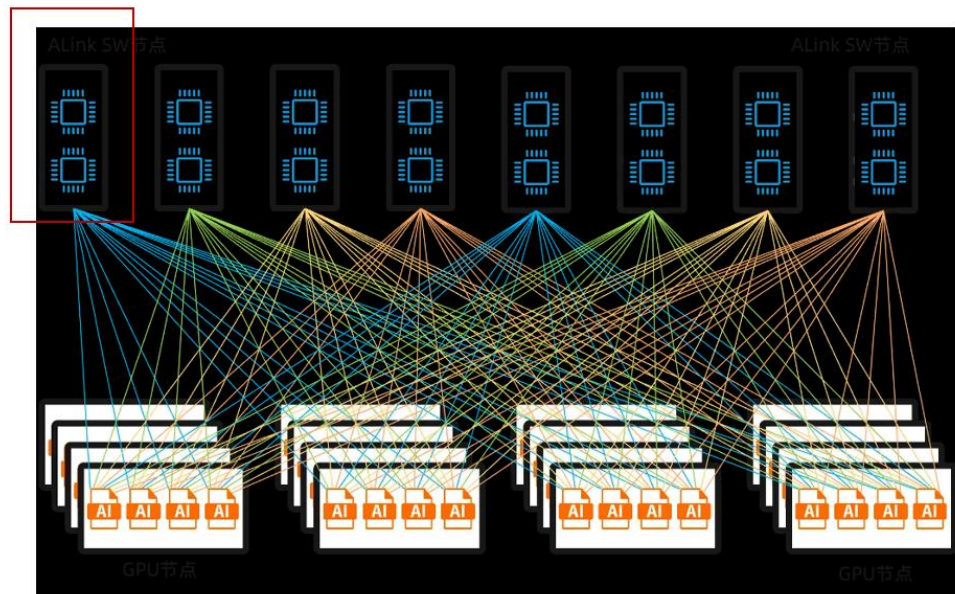
2.1.2. 三层互连网络架构：域内、域间及数据中心全场景通信

磐久 AL128 超节点服务器采用三层互连网络架构，形成了覆盖域内、域间及数据中心的全场景通信体系，核心围绕大模型推理与训练场景优化带宽与延时性能，成为阿里云自研超节点的核心技术优势。

第一层为超节点内 Scale Up 互连，作为域内核心通信链路。机柜正视图左上区域构成一组 64~72 卡超节点 Scale Up 互连域，由正面 16~17 个 GPU 节点与背面 8 个 Alink SW 节点组成，每个 GPU 节点内置 4 颗 GPU 芯片，Alink SW 节点搭载多颗 Alink Switch 芯片，实现单级交换拓扑下 64~72 颗 GPU 芯片的全带宽全互连。以 64 端口 Alink Switch 为例，单个 Alink SW 节点内置 2 颗该芯片，16 个 GPU 节点对应的 64 颗 GPU 芯片，GPU 接口通过正交连接器分别连接至不同 Alink SW 节点的交换芯片，上下两组 AL64 卡互连域支持交叉扩展，需搭配 128 端口 Alink Switch 芯片以遵循 Scale Up 单级交换原则。该架构为单颗 GPU 预留最大 128 组高速互连 Serdes，单 GPU 互连带宽最高可达 14T~28Tb，采用 GPU 原生内存语义的 ALink 协议，依托单级交换拓扑实现极致低延时，缩短 E2E 推理任务耗时，优化大模型推理体验。

图14：超节点内 Scale Up 互连拓扑：以使用 64 端口的 ALink Switch 为例

1个Alink SW节点内置2颗Alink Switch芯片



1个GPU节点上的4颗GPU芯片；
16个GPU节点上的64颗GPU芯片

数据来源：阿里云开发者社区，东吴证券研究所

第二层为超节点间 Scale Out 网络，为支持更大规模的 GPU 互联集群，应对大模型训练、计算资源灵活调度等诉求。每个 GPU 节点前窗配置 4 张高性能网卡，可为单颗 GPU 提供 400~800Gbps 的 Scale Out 网络带宽，整台超节点预留 25.6T~51.2Tbps 的超节点间通信带宽；结合 Scale Up+Scale Out 通信优化技术，域内及域间 GPU-GPU 通信带宽均可达 10Tb 以上，充分满足大模型训练与推理的带宽需求。

第三层为超节点与数据中心互联互通的 DCN 网络，面向大模型推理、训练过程中的数据输入、检索、KVcache 缓存、checkpoint 备份等业务需求。在 CPU 节点集成 400G~800Gbps 智能网卡，为 GPU 提供存储接入、数据库交互、数据预处理与计算加速等能力，打通算力节点与数据中心的通信链路。

2.1.3. 芯片侧：搭载平头哥新一代 AI 芯片真武 M890、互联芯片 ICN Switch 1.0

全新一代自研 AI 芯片、互联芯片，满足海量 Agent 并发推理和大模型训练需求。2026 年 5 月阿里云峰会上，平头哥首次亮相真武 M890，采用自研并行计算架构，内置 144GB 显存，性能较上代真武 810E 提升 3 倍，片间互联带宽达 800GB/s，原生支持 FP32 至 FP4 全精度，覆盖高精度训练到超低精度推理全场景。配套互联芯片 ICN Switch 1.0 吞吐量达 25.6Tbps，可实现 64 卡全带宽互联。平头哥同步公布未来两年芯片路线图，将推出算力更强的真武 V900、J900 两代新品。截至此次阿里云峰会，真武系列芯片累计出货 56 万片，服务 20+行业 400 余家客户。

图15：真武 M890、CN Switch 1.0 以及真武芯片未来两年芯片路线图



数据来源：半导体芯闻，东吴证券研究所

2.2. UPN512：单层光互连解耦系统

2.2.1. UPN：继承 HPN Scale Out 理念，解耦 Scale Up 设计对于高密系统的依赖

UPN (Ultra Performance Network) Scale Up 网络系统，继承 HPN (High Performance Network) Scale Out 网络的设计理念，将“大规模、高性能、高可靠、低成本、可扩展”的设计思路应用到 Scale Up 网络域，旨在解耦当前 Scale Up 设计对于

高密系统的依赖。

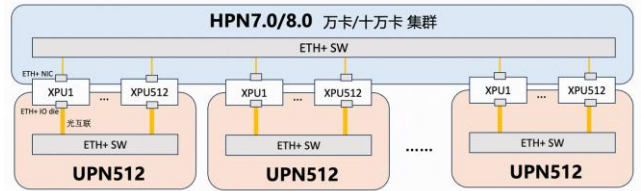
从核心能力对比来看，HPN 与 UPN 在算力网络中形成互补协同。两者共同组成的高性能系统架构中，HPN7.0/8.0 作为万卡/十万卡级别的 Scale Out 集群网络，通过 ETH+ 交换机连接多个独立的 UPN512 子集群；每个 UPN512 子集群内部署 ETH+ 交换机，实现 512/1024 规模 xPU 的 Scale Up 域内互联，最终形成“UPN 负责域内高性能 Scale Up、HPN 负责跨域大规模 Scale Out”的协同架构，支撑超大规模算力集群的高效运行。

图16: HPN 与 UPN 相关参数

	HPN	UPN
GPU带宽	400G / 800G	6.4T
互联协议	基于Message, RDMA / Solar, over ETH+	Load / Store over ETH+
互联规模	万卡 / 十万卡	512 / 1024

数据来源: UPN512 技术架构白皮书, 东吴证券研究所

图17: HPN 和 UPN 组成的高性能系统



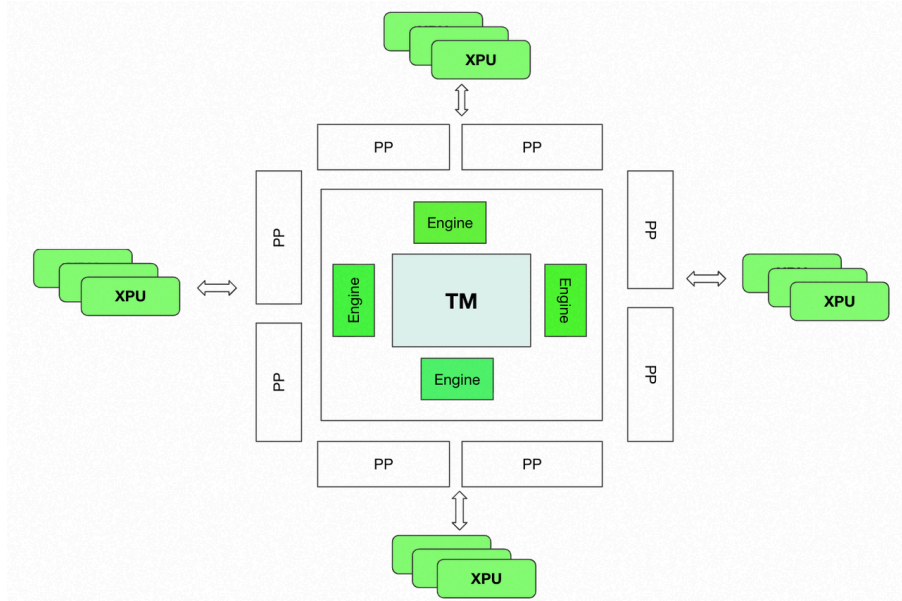
数据来源: UPN512 技术架构白皮书, 东吴证券研究所

2.2.2. UPN512: 基于高通量以太网的单层网络架构

UPN512 架构的低时延传输方案基于 ETH+ 协议设计, 依托成熟强大的以太网生态, 采用单层网络架构, 当前可支持最大 512xPU 系统, 未来将扩展至 1K 及以上规模, 具备优异的可扩展性。

在在网计算能力方面, 业界成熟方案以 NVIDIA 的 SHARP 协议为主, 但该方案依赖 IB 网卡与 IB 交换机; UPN 架构基于以太网, 对下一代在网计算进行了全新定义: 交换芯片需具备可计算能力, 通过内置计算引擎支持 INT32/ Float8/ Float16/ Float32/ BFloat16 等主流数据类型, 支持 Min/Sum/Max 等基础计算类型, 并实现 MMU (Memory Management Unit) 到计算引擎的精细流控, 为算力卸载提供硬件支撑。

图18: 交换机在网计算引擎



数据来源: UPN512 技术架构白皮书, 东吴证券研究所

单层千卡域网络相比传统多层网络，具备最简拓扑与最短时延的天然优势。而实现这一架构需突破两大物理限制：（1）距离限制：采用光互连技术突破了传统电互联的距离瓶颈，Scale Up 域不再局限于单机柜内，百卡、千卡级 xPU 可灵活分布在多个机柜中，打破了物理空间的约束。（2）芯片限制：交换芯片的 Radix（端口数）决定了单层网络的规模上限，单层 CLOS 架构所能接入的 xPU 数量等于交换芯片的 Radix。当前业内以太网交换芯片的最大 Radix 为 512，下一代产品将达到 1024 甚至更高，为构建 512 及以上规模的 xPU Scale Up 网络提供了坚实的硬件基础。

图19：基于 Ethernet 单层互连的 Scale Up 规模

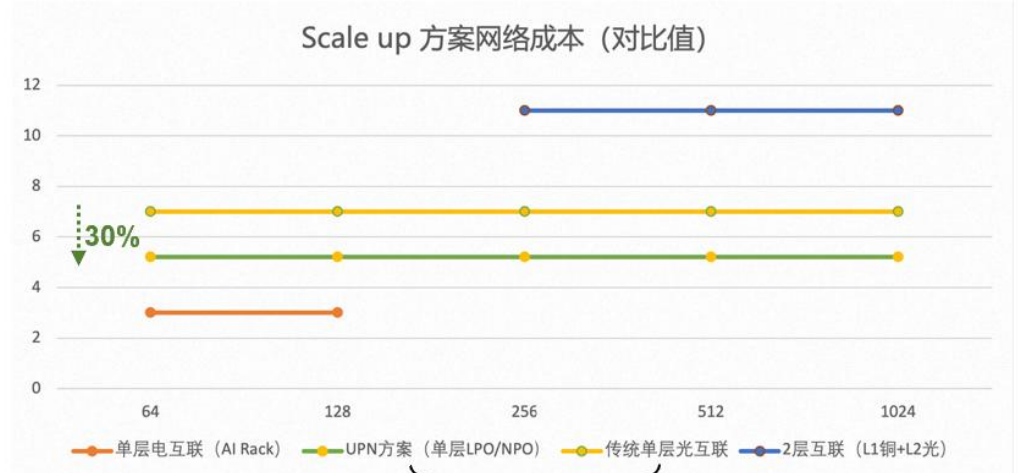
项目	国产 25.6T	TH5	TU-100G	TU-200G	TH5+	TH6P	TH6C	NG-Chip xxx	NG-Chip xxx
交换芯片时间	2024	2023	2025	2026	2025	2025	2025	2027	2027
交换芯片带宽	25.6T	51.2T	51.2T	51.2T	51T	102.4T	102.4T	204.8T	1024T
SerDes	112G	112G	112G	224G	112G	112G	224G	224G	224G
域内 xPU 数量	256	320	256	256	512	512	512	1024	2560

数据来源：UPN512 技术架构白皮书，东吴证券研究所

2.2.3. UPN512：基于 LPO/NPO 光互连的盒式化解耦方案

UPN512 互联层通过光互连技术实现了规模扩展，同时解耦了高密机柜依赖，大幅降低了高密系统高复杂度带来的稳定性和运维挑战。依托阿里云在光互连领域的技术积累与方案选择，据 UPN512 技术架构白皮书披露，UPN 方案在传统带重定时的可插拔光模块 FRO 基础上，去除了 DSP 芯片，可实现光互连成本 30% 以上降低，可靠性提升约 3 倍以上，为低成本、高可靠的大规模光互连提供了可行路径。

图20：UPN 架构通过 LPO/NPO 实现光互联成本的降低



UPN 方案在传统带重定时的可插拔光模块 FRO 基础上，去除了 DSP 芯片

数据来源：UPN512 技术架构白皮书，东吴证券研究所

注：纵轴表示相对成本大小（单位：倍），横轴表示不同方案适用的超节点规模/算力卡数量（单位：个）

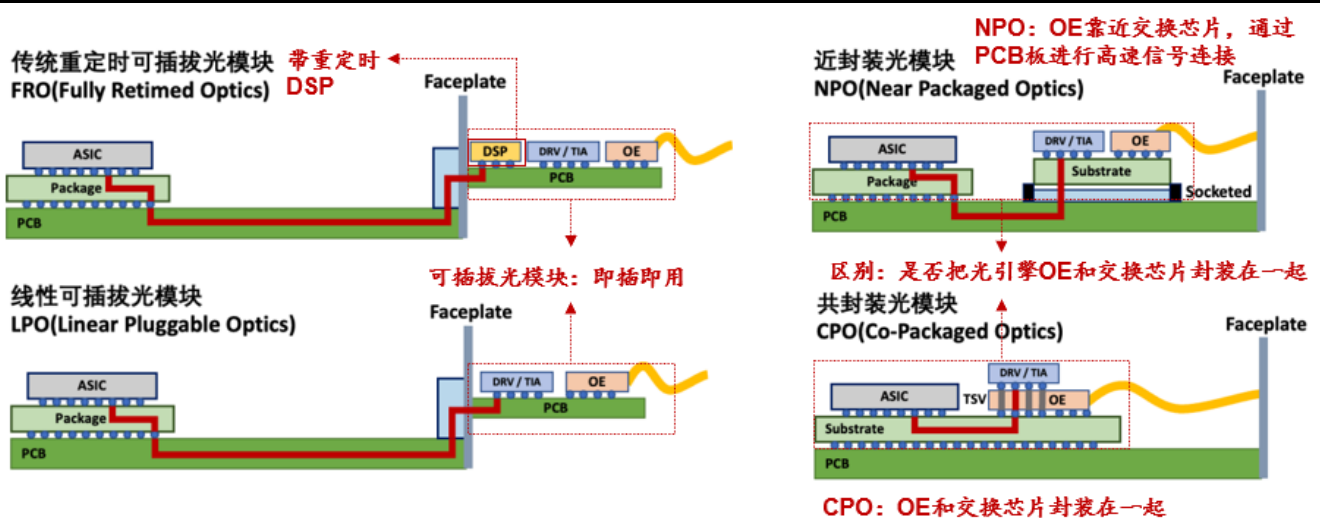
CPO/NPO 光互连方案的核心优势体现在三个方面：带宽密度优势；时延、可靠性、成本与功耗优势；系统可靠性与可用性优势。

(1) 带宽密度优势：xPU 的 Scale Up 网络带宽远大于 Scale Out 网络带宽，以英伟达 xPU 为例，Scale Up 带宽是 Scale Out 的 9 倍，接近一个数量级的差异。在既定的 Scale Up 互连带宽要求下，NPO/CPO 方案由于本体不占用设备面板空间，带宽密度远高于传统可插拔模块，为系统设计提供了更大的灵活性。

(2) 时延、可靠性、成本与功耗优势：CPO/NPO 均去除了 FRO 模块中会增加时延、功耗与成本并降低可靠性的 DSP 单元，适配 Scale Up 场景。其中 NPO 方案靠近主芯片部署，降低了对主芯片 SerDes 驱动/均衡能力的要求，对系统和主芯片的依赖性更小，更易支持线性直驱；相比 LPO 模块，NPO 带宽密度更高、成本更优，且天然与主芯片解耦、易于标准化，是适配 UPN512 的优选方案。CPO 方案相比 NPO 更靠近主芯片，可追求极致性能，但因与主芯片合封，标准化和多源性较差，仅作为特定场景的可选项。

(3) 系统可靠性与可用性优势。可靠性层面：NPO/CPO 方案电通道极短、连接界面少，信号完整性显著改善，且将故障率高的光源与光电引擎解耦，单体和单链路可靠性远优于连接界面多、电通道走线长的可插拔模块（FRO/LPO）方案。**可用性层面：**UPN512 的解耦设计本身具备高可用架构特性，故障单体影响面更小、更换效率更高。CPO/NPO 方案单体 MTBF（平均无故障时间）更高，但故障时通常需更换设备，影响其他链路，MTTR（平均修复时间）为小时级、影响域大，需通过端到端容错设计弥补对上层业务的影响。

图 21：几种光互连技术架构示意图



数据来源：UPN512 技术架构白皮书，东吴证券研究所

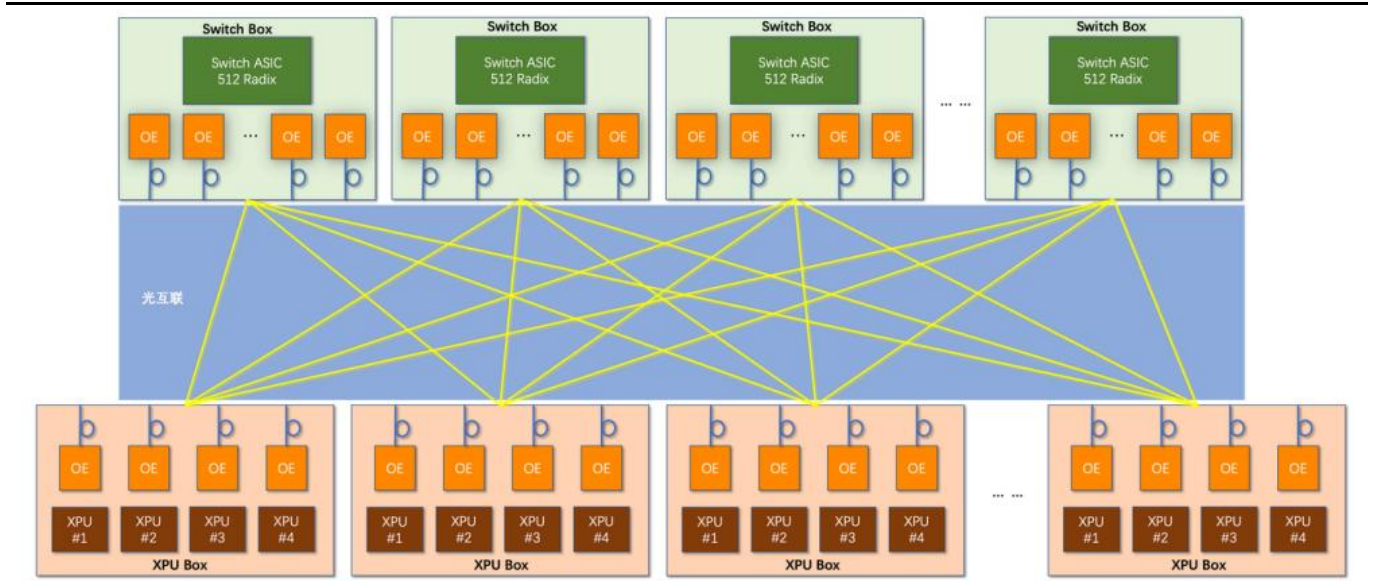
图22：几种光互连技术的优缺点

对比维度	FRO	LPO	NPO(Linear)	CPO(Linear)
线性直驱	否	是	是	是
可插拔	是	是	否	否
单体可靠性	低	中	高	高
带宽密度	低	低	高	高
时延	高	低	低	低
功耗	高	低	低	低
成本	高	低	低	低
标准化程度	高	高	高	低
主芯片耦合	无	无	无	是
对设备方案及主芯片性能依赖性	一般	强	弱	弱

数据来源：UPN512 技术架构白皮书，东吴证券研究所

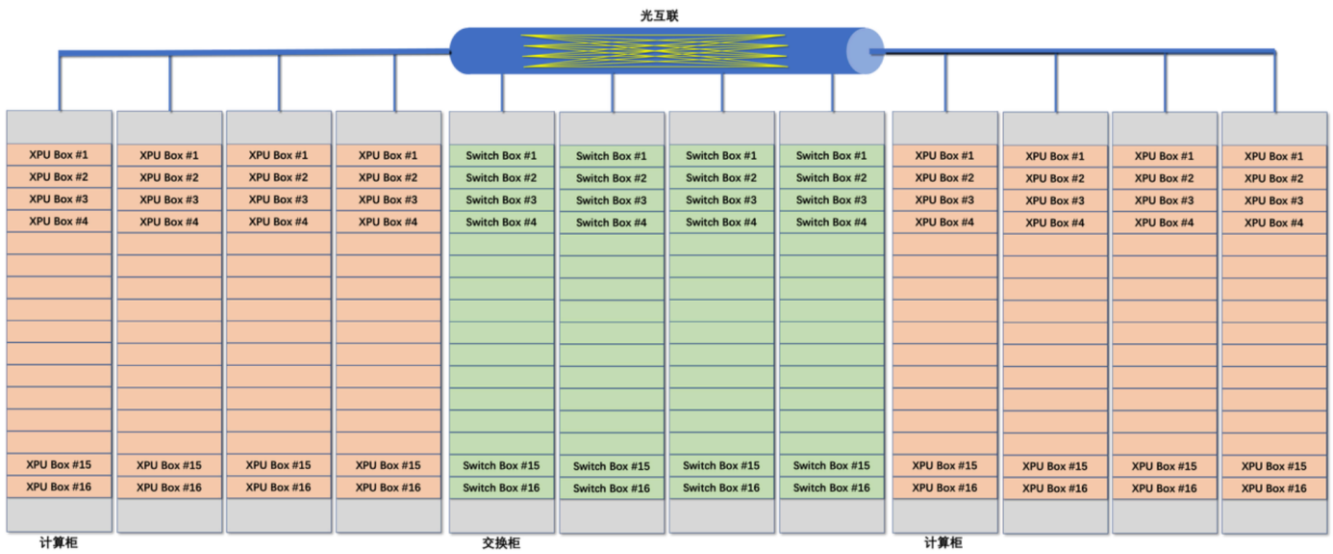
光互连打破了距离限制，UPN512 可以最大化地解耦设备和机柜。该单层光互连解耦系统利用光互连连接 xPU 与交换机，通过单层 CLOS 网络实现 512 个 xPU 的全互连；xPU 芯片和 Switch 芯片通过光电引擎（OE）完成光电转化，进而依托光纤实现互连，综合互连密度、成本、稳定性等因素，LPO 和 NPO 是 UPN512 系统的优选方案；在设备物理形态上，xPU 和交换机均可回归盒式设备形态，且无特殊机柜要求，常规标准机柜即可支持部署。

图23：单层光互连系统



数据来源：UPN512 技术架构白皮书，东吴证券研究所

图24: UPN 系统布局



数据来源: UPN512 技术架构白皮书, 东吴证券研究所

完全解耦, 代表彻底摆脱了传统紧耦合 AI Rack 对高密系统的依赖, 在制造难度、部件供应、运维、供电散热、部署层面均具备相关优势。

图25: UPN512 设计解耦对高密的依赖

对比维度	AI Rack (紧耦合机柜系统)	UPN512 (盒式化, 完全解耦)
设计和制造复杂度	<ul style="list-style-type: none"> 基于高密度线缆和高速背板/中板/正交连接的系统, 托盘(节点)、背板等各个组件之间高度耦合, 装配公差与一致性的要求很高, 系统设计复杂 高密铜缆连接组件的生产良率提升困难, NPI/量产周期长、工艺门槛高 	<ul style="list-style-type: none"> 盒式设备, 设计难度小 盒式设备, 生产良率提升快, NPI周期短
部件供应	<ul style="list-style-type: none"> 高密度线缆和高速背板/中板/正交组件通常各供应商设计无法兼容, 供应、产能容易受限 	<ul style="list-style-type: none"> 光互连组件标准化程度高, 多源供应链成熟
故障域、运维	<ul style="list-style-type: none"> 高密度线缆和高速连接组件为一体件, 单链路故障常常更换整体, 影响面大 更换组件需整体停机, 多人工配合, MTTR高 	<ul style="list-style-type: none"> 故障可按设备/模块/端口/光纤细粒度隔离、更换, 并且易于做N+1备份与旁路, 降低故障影响 细粒度组件更换时间短, MTTR低
供电与散热挑战	<p>设备空间受限导致极致功率密度与受限风道(如NVL72将4xPUPU压至1RU托盘), 高密铜缆遮挡气流, 需液冷/高转速风扇</p> <ul style="list-style-type: none"> 大电流母排带来供电可靠性挑战 	<ul style="list-style-type: none"> 热负载分散至多个盒式设备, 盒式设备空间和风道设计自由度高, 可按设备限电部署条件分别采用风冷、液冷 可支持传统分布式供电, 单点电气风险低
机房与部署条件	<ul style="list-style-type: none"> 与机柜/供冷/供电强绑定, 需专用机柜与设施; 上线需一次性整体规划, 后期改造空间小 单柜功率高, 对机房能力要求高 	<ul style="list-style-type: none"> 与机柜解耦, 可用标准19英寸机柜; 设备位置灵活。 光互连距离充裕, 便于空间规划和灵活调整; 便于分期建设与滚动升级, 降低土建/配电/冷却一次性门槛

数据来源: UPN512 技术架构白皮书, 东吴证券研究所

3. 投资建议

重点推荐盛科通信-U、海光信息、澜起科技, 建议关注中兴通讯、万通发展(数渡科技)等。

4. 风险提示

AI 应用进展不及预期。若大模型相关应用在商业化落地、用户渗透或盈利模式验证上推进较慢，可能导致下游客户对算力基础设施的投入节奏放缓，从而影响超节点及相关产业链的需求释放。在此情况下，行业整体增长动能或阶段性承压，相关企业业绩兑现亦可能受到一定影响。

技术发展不及预期。超节点及高速互联等核心技术仍处于持续演进阶段，若关键技术性能优化、稳定性或大规模部署能力上未能如期突破，或国产替代相关技术成熟度与生态完善程度不足，可能对产品落地及行业推广形成一定制约，进而影响产业化进程与市场空间释放。

市场竞争风险。随着行业关注度提升及参与者增加，国内外厂商在技术路线、产品性能及生态构建等方面的竞争或持续加剧，行业可能面临价格压力与份额分化风险。在竞争加剧背景下，部分企业盈利能力及市场地位可能受到影响，进而对行业整体回报水平产生不确定性影响。

免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

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

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

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

东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证 50 指数），具体如下：

公司投资评级：

- 买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 15%以上；
- 增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 5%与 15%之间；
- 中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与 5%之间；
- 减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；
- 卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

- 增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于基准 5%以上；
- 中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对基准-5%与 5%；
- 减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于基准 5%以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街 5 号
邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>