

通信行业 2025 年投资策略

全球云厂商加大 AI 投入，卫星互联网迎规模部署

优于大市

核心观点

2024 年通信（申万）指数跑赢沪深 300 指数 14.14%。2024 年通信（申万）指数上涨 28.82%，沪深 300 指数上涨 14.68%，板块表现强于大市，相对收益 14.14%，在申万一级行业中排名第 3 名。各细分领域中，数据中心 IDC、光器件光模块、运营商表现较好。估值层面，2024 年底通信（申万）估值 PE 小幅回升至 25.1X，低于过去十年历史 30 分位数。

2025 年投资展望：AI 仍是主线，应用端百花齐放拉动推理需求，重视数据中心新技术、服务及端侧 AI。同时关注卫星规模发射和运营商红利资产。

全球互联网云厂加大 AI 投入，数据中心网络配套均受益。全球互联网云厂展开军备竞赛，均在投建数据中心和自研 AI 芯片，北美四大互联网云厂和国内 BAT 资本开支季度性均呈现明显同环比提升，字节跳动成为新的 AI 应用竞争者。在应用推理大规模落地以及算力带宽不断升级的背景下，降本、降功耗成为关键，机柜内铜缆连接、更高速率的光模块和交换机、光电共封装 CPO/光互联 O10、硅光、液冷、数据中互联 DCI 等技术成为新趋势，北美的博通、国内的华为均成为新的算力核心供应商。此外，新型数据中心（智算中心）大规模建设后传统的配套服务业务有望迎来拐点。同时，应用端呈现百花齐放，端侧 AI 有望推动物联网（AIOT）和 AI 手机迎新一轮景气周期。

我国卫星互联网将迎来大规模发射。2024 年下半年“国网 GW 星座”与“千帆计划 G60 星座”分别发射了 1 批次 10 颗和 3 批次 54 颗卫星。“千帆计划 G60 星座”规划到 2025 年底发射 648 颗星并提供趋于服务，其运营方上海垣信卫星在 2024 年 11 月与巴西电信企业签署合作。华为在 2024 年 11 月发布的 Mate X6 可实现手机直连三网卫星。民营商业航天发展可期。

运营商经营稳健，仍具红利资产属性。工信部数据显示，2024 年前 11 个月，我国电信业务收入同比增长 2.6%；新兴业务收入同比增长 7.9%。同时运营商资本开支精准投放，仍然规划稳步提升分红比例，高股息价值仍在。

2025 年投资建议：继续重视 AI 产业，配置运营商红利资产，关注卫星发展。

(1) AI 数据中心，服务器和交换机关注中兴通讯、紫光股份、锐捷网络等，光模块光器件关注中际旭创、新易盛、天孚通信、光迅科技、太辰光等，液冷关注英维克等，数据中心服务关注润泽科技等。端侧 AI 关注移远通信、广和通等。

(2) 卫星互联网关注海格通信、国博电子，以及产业链相关受益公司。

(3) 运营商关注中国移动、中国电信、中国联通。

风险提示：AI 技术发展瓶颈、AI 投入不及预期、贸易摩擦等外部环境变化。

重点公司盈利预测及投资评级

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘 (元)	总市值 (百万元)	EPS		PE	
					2015E	2016E	2015E	2016E
600941	中国移动	优于大市	118.16	2,541,691	6.93	7.62	17.1	15.5
300308	中际旭创	优于大市	123.51	138,475	0.37	0.41	19.5	17.6
000063	中兴通讯	优于大市	40.40	193,255	0.29	0.32	18.3	16.6

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测

行业研究 · 行业投资策略

通信

优于大市 · 维持

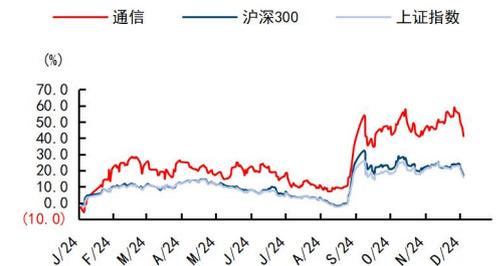
证券分析师：袁文冲

021-60375411

yuanwenchong@guosen.com.cn

S0980523110003

市场走势



资料来源：Wind、国信证券经济研究所整理

相关研究报告

- 《通信行业周报 2024 年第 52 周-小米正搭建 GPU 万卡集群，展望英伟达下一代 AI 服务器》——2024-12-29
- 《通信行业周报 2024 年第 51 周-OpenAI、字节持续迭代模型，LightCounting 积极展望高速互联市场》——2024-12-22
- 《通信行业周报 2024 年第 50 期-新应用拉动端侧 AI 发展，展望“国网”星座首发》——2024-12-16
- 《通信行业 2024 年 10 月投资策略-先关注估值提升空间，后寻找盈利修复空间》——2024-10-07
- 《通信行业 2024 年 8 月投资策略-坚守算力板块，关注卫星互联网板块》——2024-08-05

内容目录

AI 网络：云厂商加大 AI 投入，数据中心迎技术变革	7
全球互联网云厂加大资本投入：快速迭代模型、自研 AI 芯片及网络	7
数据中心技术变革-互联：算力升级驱动铜连接、光通信、交换机不断迭代	16
数据中心技术变革-散热：单机柜密度提升，液冷加速落地	37
数据中心服务业务逐步回暖，有望迎来新一轮增长	41
AI 应用拉动端侧 AI 及物联网 IOT 发展，AIOT 进入 2.0 时代	46
通信卫星：Starlink 已发 7000 颗，我国卫星互联网初具规模	49
星链 Starlink 已发射超过 7000 颗卫星，用户数 460 万	49
我国“国网 GW”与“千帆计划 G60”均实现多次发射，卫星互联网部署初具规模	51
华为实现手机直连三网通信卫星，“G60”星座出海成功，卫星应用市场打开	53
运营商：业绩持续稳健增长，具备红利资产属性	55
海风海缆：海风招标同比转正，“十四五”收官之年海风项目有望升温	58
板块行情回顾	60
板块市场表现强于大盘	60
全年通信板块估值小幅回升	60
各细分板块涨跌幅及涨幅居前个股	61
投资建议：全球云厂商加大 AI 投入，卫星互联网迎规模部署	61
风险提示	63

图表目录

图 1: 全球 AI 模型发展历程	7
图 2: 大语言模型竞争加剧	7
图 3: 海外三大云厂商及 Meta 资本开支 (百万美元)	8
图 4: 海外三大云厂商及 Meta 资本开支 yoy (%)	8
图 5: 国内 AI 产品榜 (国内总榜截止 2024 年 11 月)	8
图 6: 全球 AI 产品榜 (全球总榜截止 2024 年 11 月)	8
图 7: META 的 Grand teton 平台 (支持 AMD)、Catalina 机柜以及 3.2 万卡网络拓扑	9
图 8: META MTIA 芯片规格	9
图 9: Google 全光数据中心网络架构	10
图 10: Google 第六代 TPU Trillium	10
图 11: AWS 基于自研芯片的数据中心网络架构	11
图 12: AWS Trainium 系列性能	11
图 13: 全球各大云厂 2024 年购买英伟达 hopper 和 AMD MI300 量 (单位: 千片)	12
图 14: 全球各大云厂 2024 年自研 AI 芯片量 (单位: 千片)	12
图 15: 数据中心 in-house 加速芯片未来市场快速增长	12
图 16: 英伟达数据中心/AI 产品迭代路线图	13
图 17: 英伟达 Spectrum-X 以太网平台	13
图 18: 英伟达营收增长	13
图 19: 英伟达利润表详述	13
图 20: 博通积极展望未来 XPU 市场	14
图 21: 博通光互联技术行业领先	14
图 22: 博通营收增长	14
图 23: 博通利润表详述	14
图 24: 海外三大云厂商及 Meta 资本开支 (百万美元)	15
图 25: 海外三大云厂商及 Meta 资本开支 yoy (%)	15
图 26: 国内三大云厂资本开支 (百万美元)	15
图 27: 字节跳动 AI 数据中心投入仅次于全球前四大云厂	15
图 28: 数据中心内外互连网络	16
图 29: 数据中心算力/存储 scale up 对比 scale out	16
图 30: 数据中心互联网方案图示	17
图 31: DAC 和 AOC 传输距离对比	17
图 32: 英伟达 nvl link 路标	18
图 33: 英伟达 scaleup 和 scale out 实现图示	18
图 34: 英伟达 GB200 NVL72 内互连图示	18
图 35: 英伟达 GB200 NVL72 内的铜连接线	18
图 36: Google TPUv4 机柜中使用铜互连	19
图 37: Amazon EC2 Trn2 UltraServers 示例	19

图 38: DAC, ACC, AEC 和 AOC 未来市场预测	19
图 39: 数据中心网络速率升级演进	20
图 40: AI 光模块销售规模预测	21
图 41: 光模块按应用场景分销售预测	21
图 42: 2024 国外云厂光模块供应链格局	22
图 43: 不同场景下的数据中心交换机	23
图 44: 数据中心网络架构 (锐捷网络 AI-Fabric 方案为例)	23
图 45: 英伟达架构路标	23
图 46: 博通 TH5 交换芯片方案	23
图 47: 数据中心交换机市场未来预测	24
图 48: 不同速率以太网交换机未来机会	24
图 49: 数据中心交换机市场预测	24
图 50: 数据中心交换机份额	24
图 51: 数据中心交换机市场预测	27
图 52: CPO 能够显著降低功耗	27
图 53: CPO 演进	27
图 54: 博通 CPO 交换机	27
图 55: 英伟达 CPO 交换机 (144 个 MPO 多芯接口, 2*9 个外置激光器)	27
图 56: CPO 端口数预测	28
图 57: OIO 用于芯片互联的结构图示	29
图 58: Intel 对 CPO 对比 OIO 的能效评估	29
图 59: CPO 规模应用节奏预测	29
图 60: OIO 规模应用节奏预测	29
图 61: Coherent 数据中心光交叉连接 (DLX™)	30
图 62: 光迅科技全光交换机	30
图 63: 光模块向硅光模块演进及硅光芯片组成	31
图 64: 博通硅光模块器件相比传统光模节省了 30 多个	31
图 65: 光模块架构	31
图 66: 硅光模块实例	31
图 67: 硅光模块市场预测 (单位: 美元)	32
图 68: 新一代 HPC/AI 技术平台将通过先进封装集成逻辑芯片、存储器和硅光器件	33
图 69: TSMC 针对新一代网络通信的 3D 光学引擎发展规划	33
图 70: Marvell 数据中心内互联 TAM 市场预测	33
图 71: Marvell 未来 6.4T 硅光模块结构	33
图 72: 数据中心 DCI 场景	34
图 73: 华为 DCI 大带宽解决方案可支持 96T 容量	34
图 74: 非相干 Non-Coherent (IMDD) 对比相干 Coherent 信号检测	35
图 75: Coherent 相干在高速率远距离传输站主导低位	35
图 76: Lumen technologies 已与多家云厂深度合作	35
图 77: 全球相干光传输网络带宽增长	36
图 78: DCI 未来市场空间预测	36

图 79: 数据中心液冷新布局	37
图 80: CPU/GPU TDP 变化趋势	37
图 81: 液冷同比风冷散热能力 (2MW 机房)	37
图 82: 英伟达 GB200 机柜液冷方案	38
图 83: 鸿海科技散热解决方案	38
图 84: Vertiv 展望未来机柜密度增长	39
图 85: 运营商液冷技术规划	39
图 86: 磐久服务器-高性能异构计算机型发布现场	40
图 87: 浪潮信息液冷解决方案	40
图 88: 新型数据中心 (智算中心) 提供服务类型	41
图 89: 全球 AI 服务器市场规模 (截止 2024 年 H1)	41
图 90: 全球 AI 服务器市场份额 (截止 2024 年 H1)	41
图 91: 中国 AI 服务器市场预测	42
图 92: 中国人工智能芯片市场份额 (截止 2024 年 H1)	42
图 93: 我国算力中心总体在用机架规模 (单位: 万架)	43
图 94: 我国传统 IDC 业务市场规模及预测 (单位: 亿元)	43
图 95: 我国算力中心服务商指数 TP015 企业	43
图 96: 中国第三方数据中心服务商市场份额	43
图 97: 万国数据 IT 用电量规划	43
图 98: 万国数据上架率 (单位: %)	43
图 99: 世纪互联 2024 第三季度财务亮点	44
图 100: 世纪互联上架率 (单位: %)	44
图 101: 端侧 AI 芯片	46
图 102: 高通骁龙 8 至尊版的性能大幅提升	46
图 103: 端侧 AI 大模型定义	46
图 104: 端侧 AI 应用场景	46
图 105: 科大讯飞 AI 会议助理	47
图 106: AI 陪伴玩具产品图示	47
图 107: 我国物联网发展情况	47
图 108: 全球物联网终端预测	47
图 109: 猎鹰发射次数 (单位: 次)	49
图 110: Starlink 用户数 (单位: 千户)	49
图 111: Starlink 全球服务网速明显改善	50
图 112: Starlink 手机直连卫星业务	50
图 113: 星舰部署星链 V3 卫星演示	50
图 114: 海南文昌发射场已建成两个工位	52
图 115: Mate X6 三网卫星手机发布	53
图 116: G60 星座与巴西运营商签署合作	54
图 117: 垣信卫星携手中国移动, 在香港邮轮首次完成应用测试	54
图 118: 2019-2024Q3 三大运营商收入情况 (亿元)	55
图 119: 2019-2024Q3 三大运营商归母净利润情况 (亿元)	55

图 120: 电信业务收入和电信业务总量累计增速	56
图 121: 新兴业务收入增长情况	56
图 122: 三大运营商资本开支情况 (亿元)	56
图 123: 2024H1 三大运营商资本开支相较年初规划完成比率	56
图 124: 全国风电历年公开招标容量 (单位: GW)	58
图 125: 2022-2024 年底各省区市海上风电项目推进容量 (单位: MW)	58
图 126: 全球海风建设投入情况 (单位: MW)	59
图 127: 全球海风未来建设投入预测 (单位: MW)	59
图 128: 2024 年通信行业指数走势 (%)	60
图 129: 申万各一级行业 2024 年涨跌幅 (%)	60
图 130: 通信 (申万) 行业近 10 年以来 PE/PB	60
图 131: 通信 (申万) 行业近 1 年 PE/PB	60
图 132: 细分板块 2024 年涨跌幅 (%)	61
图 133: 细分个股 2024 年涨跌幅 (%)	61
表 1: 第一梯队的大语言模型企业	7
表 2: B 端企业向大语言模型年付费的企业	8
表 3: 北美云厂 in-house AI 芯片性能对比	11
表 4: 国内云厂 in-house AI 芯片	12
表 5: Scale up 与 scale out 优劣势对比	17
表 6: AEC 和 ACC 的传输距离更长, 厚度更薄	17
表 7: 随着架构升级和网络协议带宽提升, 高速光模块需求弹性有望加大	21
表 8: 2010-2022 年光模块市场前十大厂商变	22
表 9: CPO 主要器件功能描述	28
表 10: 不同材料应用对比	31
表 11: 硅光模块核心器件介绍	32
表 12: 液冷技术对比	38
表 13: 全球 2024 年发射火箭次数统计 (单位: 次)	50
表 14: SpaceX 发射频次加速	51
表 15: 我国“千帆星座”和“国网”星座 2024 年发射任务	51
表 16: 我国三大卫星互联网星座	52
表 17: 2024 年中国航天发射总结	52
表 18: 三大运营商资本开支明细情况 (亿元)	57
表 19: 三大运营商分红及股息率情况 (含预测, 截至 12 月 31 日)	57
表 20: 头部海缆公司在手订单充足 (单位: 亿元)	59
表 21: 重点公司盈利预测及估值	62

AI 网络：云厂商加大 AI 投入，数据中心迎技术变革

全球互联网云厂加大资本投入：快速迭代模型、自研 AI 芯片及网络

大语言模型 (Large Language Models, LLMs) 发展迅猛，全球互联网各大云厂商纷纷布局。大语言模型的爆发源自于 Google 研究团队在 2017 年发明的 Transformer 架构，但其真正声名鹊起，却是在 2022 年随着 Open AI 发布 ChatGPT 走入大众视野。根据 AIport 2024 年 7 月的报告，全球 35 个国家在生成式 AI 方面都进行了布局。

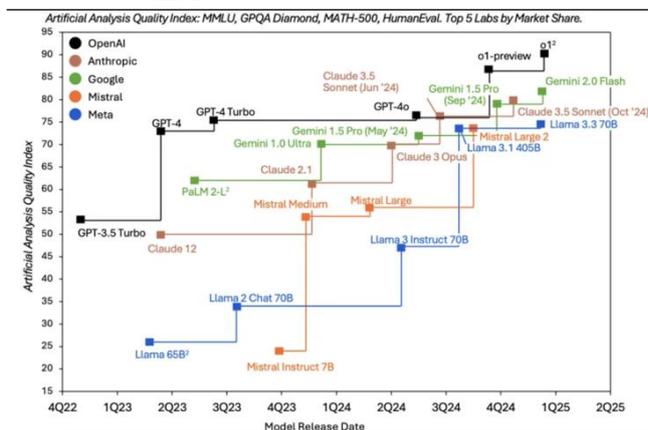
大语言模型的竞争加剧。根据 Menlo Ventures 报告显示，ChatGPT 的市场份额从 2023 年的 50% 下降到了 2024 年的 34%。来自 Artificial Analysis 的调研数据清晰显示，Anthropic 和 Google 等厂商陆续开发出性能接近 GPT-4、OpenAI o1 等新模型。

图1: 全球 AI 模型发展历程



资料来源：中国互联网协会，国信证券经济研究所整理

图2: 大语言模型竞争加剧



资料来源：Artificial Analysis，国信证券经济研究所整理

◆ 云厂下游应用：B 端市场付费意愿增强，C 端用户数不断激增

B 端企业向大模型支付意愿增强。The Information 梳理了 50 家企业如何使用生成式 AI 技术。这 50 家企业中，OpenAI 和 Gemini、Anthropic 处于企业较为认可的企业模型第一梯队，共有 38 家大公司采用了 OpenAI 模型，17 家企业采用了 Gemini 模型，11 家采用了 Anthropic 的模型。

表1: 第一梯队的大语言模型企业

OpenAI (38 家)	Airtable、AT&T、Autodesk、Carmax、Coca-Cola、Duolingo、Elastic、Expedia、Fidelity、Freshworks、G42、Goldman Sachs、H&R Block、Ikea、Intuit、IPG、Klarna、KPMG、Mercedes Benz、Morgan Stanley、Notion、Oscar Insurance、Perplexity、Radisson Hotels、Salesforce、ServiceNow、Snap、Stripe、Suzuki、T-Mobile、Thomson Reuters、TikTok、Toyota、Volkswagen、Volvo、Walmart、Wix、Zoom
Gemini (17 家)	eBay、Genysys、GitLab、Goldman Sachs、IPG、KPMG、Mercedes Benz、oneworld、Puma、Radisson Hotels、Snap、Thomson Reuters、Volkswagen、Walmart、Warner Bros、Discovery、Wayfair、Wendy's
Anthropic (11 家)	Airtable、Cisco、Doordash、Freshworks、Goldman Sachs、Intuit、IPG、KPMG、Notion、Pfizer、Thomson Reuters

资料来源：The Information、硅兔君官网，国信证券经济研究所整理

有 11 家企业因调用模型服务为生成式 AI 技术付费，年支出费用约超过百万美元。

其中, Tiktok 年支出费用最高, 超过 6000 万美元。移动运营商 T-Mobile 则计划未来三年内向 OpenAI 支付约 1 亿美元, 因此年支出费用大约在 3400 万美元左右。

表2: B 端企业向大语言模型年付费的企业

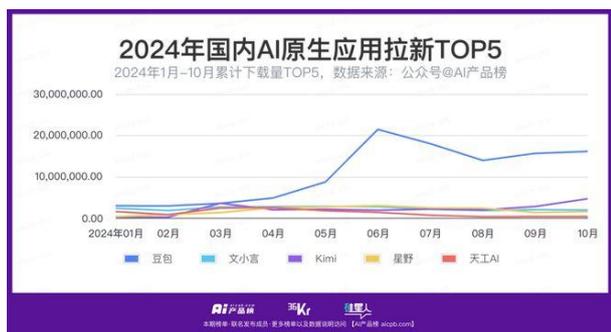
Company	Models	Vendor	Purpose	Yearly Spend
AT&T	OpenAI	Azure	Customer service chatbot	
TikTok	OpenAI	Azure		>\$60M*
T-Mobile	OpenAI	OpenAI	Customer support chatbot	>\$30M**
Coca-Cola	OpenAI	Azure	Generating marketing materials, building AI assistants for corporate employees	>\$2M
Fidelity	OpenAI, others	Azure, AWS	Internal tools for generating emails to customers, other materials	>\$2M
Freshworks	OpenAI, Anthropic, Llama	Azure, AWS	Customer service chatbot, employee HR chatbot, document summaries	>\$2M
G42	OpenAI	Azure	Customer-facing chatbots for healthcare, financial services, energy sectors	>\$24M*
Intuit	OpenAI; Anthropic	Azure, AWS	Chatbot and customer service features	>\$24M*
Walmart	OpenAI, Gemini	Azure, Google Cloud Platform	Curating personalized shopping lists, generative AI-powered search, assistant app for corporate employees	>\$24M*
Elastic	OpenAI	Azure	Internal tools for sales, marketing, information retrieval	>\$1M
ServiceNow	OpenAI, Nvidia, others	Azure	Generating sales emails, code generation	>\$1M
Stripe	OpenAI	OpenAI (primary) and Azure	Fraud detection, customer service chatbot	>\$1M

资料来源: The Information、硅兔君官网, 国信证券经济研究所整理

海外应用, ChatGPT、Genimi 用户月活过 2 亿, 领先行业。2024 年 2 月 8 日, 谷歌宣布将旗下人工智能聊天机器人 Bard 正式更名为 Gemini, 与其大模型的名称保持一致, 同时宣布推出新的订阅计划允许用户访问其“最强大模型” Gemini Ultra 1.0, 受此推动, Gemini 在 2 月突破一亿月活, 但在之后有所回落。下图的统计中包含了 Bard+Gemini 的共同数据。

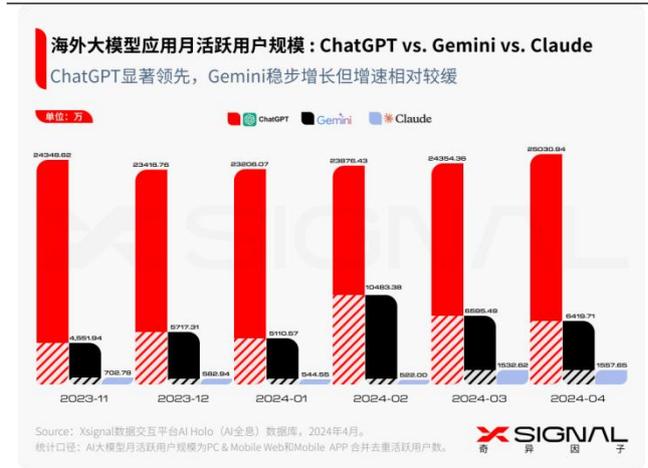
国内 C 端用户快速增长。国内 AI 产品榜数据, 2024 年 1 月到 10 月, 中国 AI 原生应用 (APP) 累计下载量排名前 5 的应用豆包、文小言、Kimi、星野、天工 AI 累计下载量分别为 1.08 亿、2260 万、2100 万、1790 万、1170 万。

图3: 海外三大云厂商及 Meta 资本开支 (百万美元)



资料来源: AI 产品榜, 国信证券经济研究所整理

图4: 海外三大云厂商及 Meta 资本开支 yoy (%)



资料来源: 奇异因子官网, 国信证券经济研究所整理

AI 产品榜 11 月数据显示, ChatGPT 11 月月访问量达 39.2 亿。360AI 搜索 11 月访问量达 2.82 亿。

图5: 国内 AI 产品榜 (国内总榜截止 2024 年 11 月)

图6: 全球 AI 产品榜 (全球总榜截止 2024 年 11 月)

Ai <small>aicpb.com</small> 产品榜 · 国内总榜					
全球排名	Ai 产品榜	产品名	网站(web)分类 aicpb.com	11月上榜网站 Web访问量	11月上榜网站 变化
1		360AI搜索	AI Search Engine	282.73M	-1.69%
2		百度文库	AI Writer Generator	46.8M	-2.99%
3		Kimi 月之暗面	AI ChatBots	32.82M	12.08%
4		文心一言 百度	AI ChatBots	22.07M	3.88%
5		豆包 抖音	AI ChatBots	21.43M	25.06%
6		通义千问 阿里	AI ChatBots	10.65M	3.56%
7		秘塔AI搜索	AI Search Engine	8.01M	12.01%
8		AIPPT.cn	AI Presentation Make	7.4M	10.08%
9		百度搜索 AI助手	AI ChatBots	6.15M	56.63%
10		天工AI 昆仑万维	AI ChatBots	5.19M	0.60%

资料来源：AI 产品榜，国信证券经济研究所整理

Ai <small>aicpb.com</small> 产品榜 · 全球总榜					
全球排名	Ai 产品榜	产品名	网站(web)分类 aicpb.com	11月上榜网站 Web访问量	11月上榜网站 变化
1		ChatGPT	AI ChatBots	3.92B	3.60%
2		New Bing	AI Search Engine	1.83B	-1.91%
3		Canva Text to Image	AI Design Tool	827.62M	1.20%
4		Gemini	AI ChatBots	283.61M	-5.73%
5		360AI搜索	AI Search Engine	282.73M	-1.69%
6		DeepL	AI Translate Tools	215.92M	-4.17%
7		Character AI	AI Character Generat	213.6M	-0.50%
8		Notion AI	AI Writer Generator	155.04M	-7.56%
9		Shop	E-COMMERCE	135.79M	57.26%
10		Perplexity AI	AI Search Engine	107.84M	13.88%

资料来源：AI 产品榜，国信证券经济研究所整理

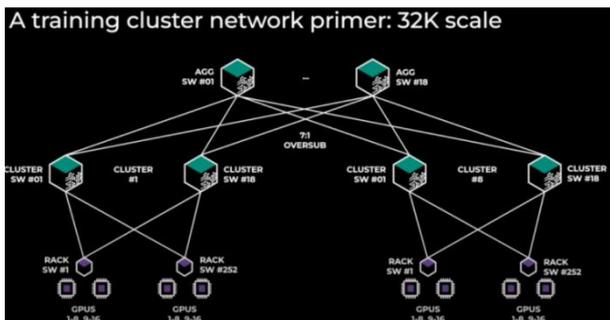
◆ 云厂上游芯片：各大云厂均在自研 AI 芯片及数据中心网络，英伟达、博通不断创新

META 自研 MTIA 芯片，已部署多个万卡集群：

- **Meta 在 2024 年 4 月宣布其训练与推理加速器项目 (MTIA) 的最新版本。**MTIA 是 Meta 专门为 AI 工作负载设计的定制芯片系列。MTIA 采用开源芯片架构 RISC-V，它的功耗仅有 25 瓦，远低于英伟达等主流芯片厂商的产品功耗。
- **2024 年 META 推出了基于 Grand teton 平台的 Catalina 机架，其 Orv3 高功率机架 (HPR) 设计，能够支持高达 140kW 的功率需求，通过开放硬件设计，更多合作伙伴可以定制和部署 AI 解决方案。**Grand teton 平台支持英伟达 GPU 的基础上，新增了对 AMD Instinct MI300X 加速器的支持。
- **META 已部署两个 2.4 万卡的超大集群。**META 官网 2024 年 4 月公布了一对极其强大的 GPU 集群（分别包含 2.4 万个 GPU），并表示将使用这些集群来支持下一代生成式人工智能模型的训练，包括即将推出的 Llama 3。

图7: META 的 Grand teton 平台（支持 AMD）、Catalina 机柜以及 3.2 万卡网络拓扑

图8: META MTIA 芯片规格



资料来源：META 官网，国信证券经济研究所整理

First Gen MTIA

Technology
TSMC 7nm

Frequency
800MHz

Instances
1.12B gates, 65M flops

Area
19.34mm x 19.1mm, 373mm²

Package
43mm x 43mm

Voltage
0.67V logic, 0.75V memory

TDP
25W

Host Connection
8x PCIe Gen4 (16 GB/s)

GEMM TOPS
102.4 TFLOPS/s (INT8)
51.2 TFLOPS/s (FP16/BF16)

SIMD TOPS
Vector core:
3.2 TFLOPS/s (INT8),
1.6 TFLOPS/s (FP16/BF16),
0.8 TFLOPS/s (FP32)
SIMD:
3.2 TFLOPS/s (INT8/FP16/BF16),
1.6 TFLOPS/s (FP32)

Memory Capacity
Local memory: 128 KB per PE
On-chip memory: 128 MB
Off-chip LPDDR5: 64 GB

Memory Bandwidth
Local memory: 400 GB/s per PE
On-chip memory: 800 GB/s
Off-chip LPDDR5: 176 GB/s

Next Gen MTIA

Technology
TSMC 5nm

Frequency
1.35GHz

Instances
2.35B gates, 103M flops

Area
25.6mm x 16.4mm, 421mm²

Package
50mm x 40mm

Voltage
0.85V

TDP
90W

Host Connection
8x PCIe Gen5 (32 GB/s)

GEMM TOPS
738 TFLOPS/s (INT8) (sparsity)
354 TFLOPS/s (INT8)
354 TFLOPS/s (FP16/BF16) (sparsity)
177 TFLOPS/s (FP16/BF16)

SIMD TOPS
Vector core:
11.08 TFLOPS/s (INT8),
5.53 TFLOPS/s (FP16/BF16),
2.76 TFLOPS/s (FP32)
SIMD:
5.53 TFLOPS/s (INT8/FP16/BF16),
2.76 TFLOPS/s (FP32)

Memory Capacity
Local memory: 384 KB per PE
On-chip memory: 256 MB
Off-chip LPDDR5: 128 GB

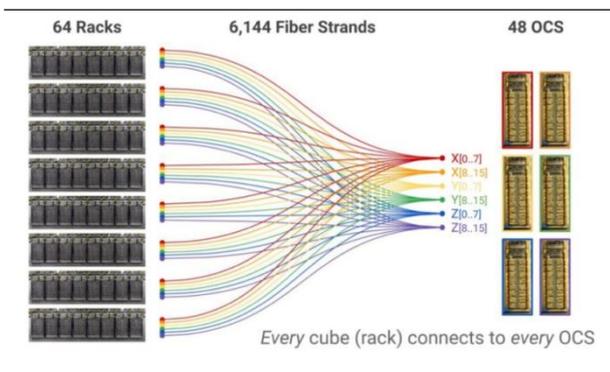
Memory Bandwidth
Local memory: 1 TB/s per PE
On-chip memory: 2.7 TB/s
Off-chip LPDDR5: 204.8 GB/s

资料来源：META 官网，国信证券经济研究所整理

Google 自研 TPU 芯片，设计了全光 OCS 网络：

- Google 在 2015 年就展示了 Jupiter 数据中心网络支持超过 30000 台服务器，在过去 9 年中，谷歌将 optical circuit switching (OCS) 和波分复用 (WDM) 深度整合到 Jupiter 中，通过开发并在 Jupiter 架构中引入光路交换机(OCS) 来打破这一僵局。光路交换机通过两组可在两个维度上旋转的机电系统 (MEMS) 镜面，动态地将光纤输入端口映射到输出端口，从而实现任意的端口对端口的映射。
- Google2024 年 5 月发布的 TPUv6 (Trillium) 芯片，单片峰值计算性能比 TPU v5e 提高了 4.7 倍。Trillium 可以在单个高带宽、低延迟 Pod 中扩展到多达 256 个 TPU。通过多切片技术和 Titanium 智能处理单元 (IPU)，Trillium TPU 还可以扩展到数百个 Pod，连接数万个芯片，通过每秒数 PB 的速度互连数据中心网络。

图9：Google 全光数据中心网络架构



资料来源：Google 官网，国信证券经济研究所整理

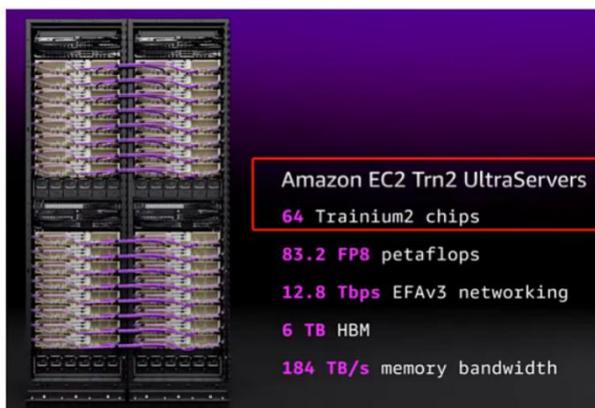
图10：Google 第六代 TPU Trillium



资料来源：Google 官网，国信证券经济研究所整理

AWS 自研了推理和训练芯片，新设计了基于自研芯片的 UltraServer。亚马逊 AWS 在 2024 年 12 月初的 reinvent 大会上宣布推出 Project Rainier，这是一款由其 Trainium 芯片驱动的突破性“超级集群”超级计算机。这个庞大的集群将包含数十万个 Trainium2 芯片，提供的计算性能 Exaflops 是用于训练 Anthropic 当前一代人工智能模型的五倍多。基于 Trn2 芯片的 UltraServer 是一种全新的计算产品，采用 64x Trainium2 芯片，与高带宽、低延迟的 NeuronLink 互连连接，可在前沿基础模型上实现峰值推理和训练性能。

图11: AWS 基于自研芯片的数据中心网络架构



资料来源：亚马逊官网，国信证券经济研究所整理

图12: AWS Trainium 系列性能

特性	Trainium 1	Trainium 2
发布时间	2021年	2023年
训练优化	基础深度学习模型	超大规模模型（如GPT-4级别）
性能提升	优于传统GPU	支持更高吞吐量与更低延迟
能效比	高于传统硬件	显著优化，每瓦性能提升
适用场景	通用深度学习训练	超大规模模型的分布式训练
计算性能 (FP8)	每芯片高达 320 万亿次浮点运算	每芯片高达 1.3 petaflops 密集 FP8, 5.2 petaflops 稀疏 FP8
计算性能 (FP16)	未指定	改进的 FP16 处理能力
记忆	16GB HBM2	32GB HBM2, 内存带宽最高提升 3 倍
内存带宽	600 GB/秒	820 GB/s (内存带宽大约增加 4 倍)
能源效率	高性能芯片的标准	比 Trn1 节能 2 倍
目标工作量	大规模 AI 模型的高性能训练	针对极其庞大、复杂的 AI 训练工作负载进行了优化
架构改进	系统中多个芯片的基本扩展	芯片间通信和效率显著提高
表现	每个实例 320 万亿次浮点运算 (8 个芯片)	20.8 千万亿次浮点运算 (16 个芯片)

资料来源：亚马逊官网，国信证券经济研究所整理

此外，微软、特斯拉等企业也在积极部署 AI 集群。微软和 OpenAI 正在讨论一个名为“星际之门”（Stargate）的项目，微软将斥资 1000 亿美元建造一个超级计算机数据中心，以支持 OpenAI 的先进人工智能模型。该项目将以美国为基地，最早可能于 2028 年启动。同时微软将推出自己的定制人工智能芯片。Azure Maia 100 和 Cobalt 100 芯片是微软为其云基础设施设计的首批两款定制硅芯片。马斯克于 2024 年 5 月发布 10 万块 H100 芯片集群，或成为全球最强智算中心。

表3: 北美云厂 in-house AI 芯片性能对比

	Microsoft	Google	Amazon	Meta
Chip	Maia 100	TPU v5e	Inferentia2	MTIA v1
Launch Date	November, 2023	August, 2023	Early, 2023	2025
IP	ARM	ARM	ARM	RISC-V
Process Technology	TSMC 5nm	TSMC 5nm	TSMC 7nm	TSMC 7nm
Transistor Count	105 billion	-	-	-
INT8	-	393 TOPS	-	102.4 TOPS
FP16	-	-	1 S-	51.2 TFLOPS
BF16	-	197 TFLOPS	-	-
Memory	-	-	-	LPDDR5
TDP	-	-	-	25W
Main Packaging Technology	CoWoS	CoWoS	CoWoS-S	2D
Collaborating Partners	Global Unichip Corp. Broadcom		Alchip Technologies	Andes Technology
Appicaton	Training/Inference	Inference	Inference	Tranng/Inference
LLM	GPT-3.5 • GPT-4	BERT、PaLM、LaMDA	Titan FM	Llama • Llama2

资料来源: trendforce, 国信证券经济研究所整理

国内各大云厂也已布局自研 AI 芯片多年。百度于 2020 年初开发了其首款自主研发的 ASIC AI 芯片昆仑芯, 第二代计划于 2021 年量产, 第三代于 2024 年推出。在阿里巴巴于 2018 年 4 月收购 CPU IP 供应商中天微系统并于同年 9 月成立天头哥半导体后, 该公司开始开发自己的 ASIC AI 芯片, 包括含光 800。2021 年 11 月, 腾讯推出 AI 推理芯片紫箫, 利用 2.5D 封装进行图像和视频处理、自然语言处理和搜索推荐。

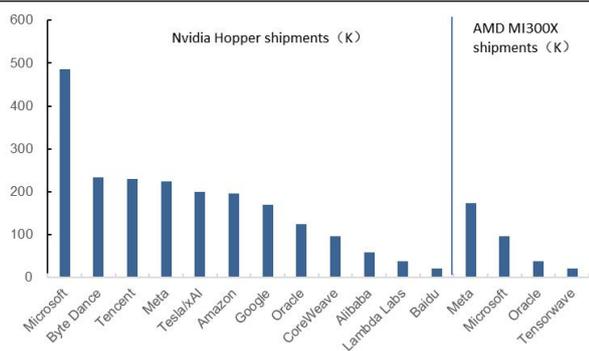
表4: 国内云厂 in-house AI 芯片

	Baidu	Alibaba	Tencent	Huawei
Subsidiary	Kunlunxin	T-head	CSIG	Hisilicon
Chip Name	2nd Gen Kunlun	Hanguang 800	Zixiao	Ascend 910B
Release Date	2019	2019	2021	-
Process	TSMC 7nm	TSMC 12nm	12nm	SMIC N+2
INT8	256TOPS	825TOPS	-	-
FP16	128TFLOPS	-	120TFLOPS	376TFLOPS
FP32	-	-	-	94TFLOPS
DRAM	GDDR6	-	HBM2e	64GBHBM2e
DRAM	512GB/S	-	-	-
Consumption	150~160W	276W	-	400W
Usage	Training	Inference	Inference	Training/Inference
LLM	Yiyan	Tongyi	Hunyuan	Pangu

资料来源: trendforce, 国信证券经济研究所整理

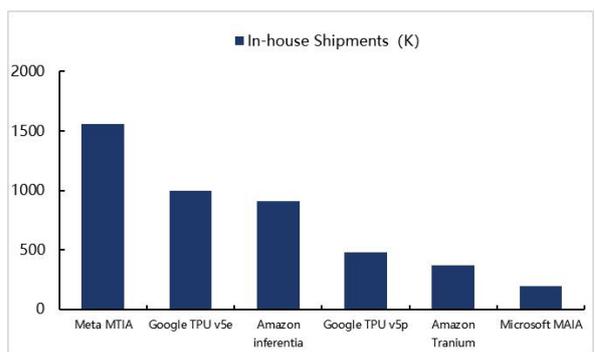
全球云厂采购 GPU 的同时, 自研芯片也在起量。Meta 定制 MTIA 加速器的出货量 (我们在 2024 年早些时候对其进行了更详细的研究) 将在 2024 年达到 150 万台, 而亚马逊则订购了 90 万台 Inferentia 芯片。谷歌 2024 年也订购了约一百万个 TPU v5e 和 48 万个 TPU v5p 加速器。

图13: 全球各大云厂 2024 年购买英伟达 hopper 和 AMD MI300 量 (单位: 千片)



资料来源: Omdia, 国信证券经济研究所整理

图14: 全球各大云厂 2024 年自研 AI 芯片量 (单位: 千片)

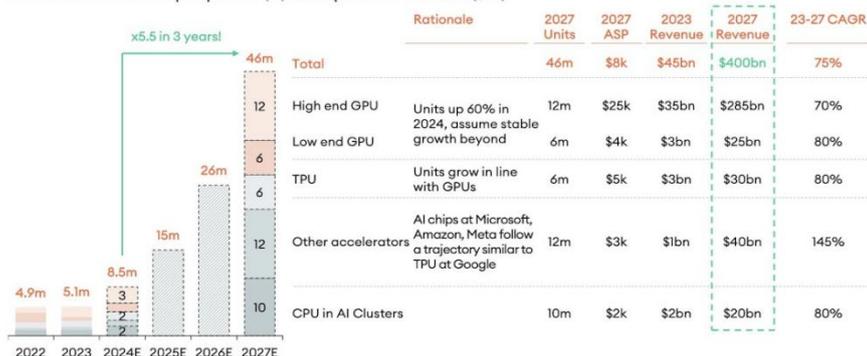


资料来源: Omdia, 国信证券经济研究所整理

New Street Research 预测 2027 年数据中心 AI 芯片市场空间有望超过 4000 亿美元, 其中 in-house 芯片设计厂商是主要增量市场。

图15: 数据中心 in-house 加速芯片未来市场快速增长

Global Datacenter AI chip shipments¹ (m) and implied 2027 revenues (\$bn)



资料来源：Next platform、NewStreet、Mercury Research、NSR estimate and analysis，国信证券经济研究所整理

AI 芯片龙头英伟达不断迭代技术，GPU 架构已经演进到 Blackwell，并推出支持以太网的 Spectrum-X 平台：

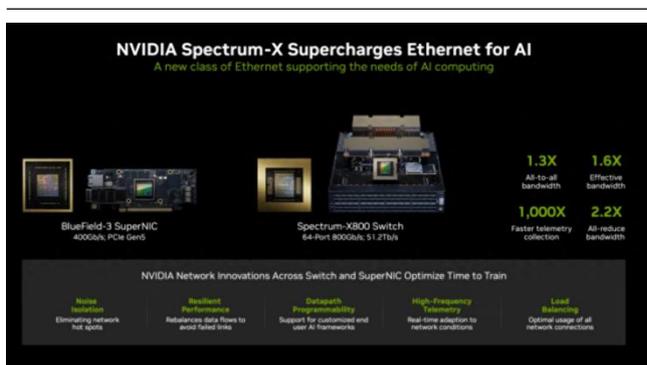
- 英伟达在 2024 年推出新一代架构 Blackwell，其新 GPU 架构有望每年一更：2025 年推出 Blackwell Ultra GPU (8S HBM3e 12H)；2026 年推出 Rubin GPU (8S HBM4)；2027 年推出 Rubin Ultra GPU (12S HBM4)，新一代基于 Arm 的 Vera GPU，以及 NVLink 6 Switch (3600GB/s)。
- NVIDIA 今年推出了全新的 Spectrum-X 以太网平台，为用户提供了更高的带宽、更多的端口，及更为强大的软件功能集与可编程能力，构建领先的 AI 以太网网络性能。在最新的 GB300 机柜里还配置了 CXL-8 网卡，有望将端口速率提升 1.6T。

图16：英伟达数据中心/AI 产品迭代路线图



资料来源：英伟达官网，国信证券经济研究所整理

图17：英伟达 Spectrum-X 以太网平台

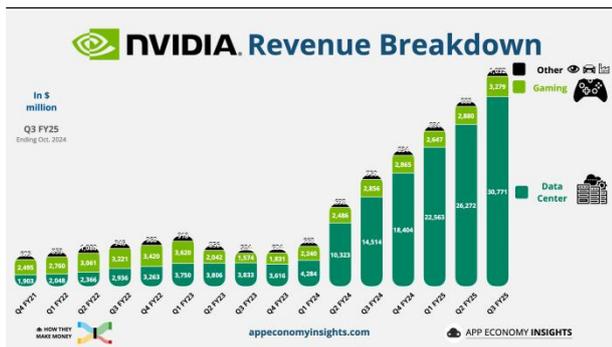


资料来源：英伟达官网，国信证券经济研究所整理

英伟达近些年业绩持续高增。其 2024 年三季度营业收入 350.8 亿美元，同比增长 94%，分析师预期中值为 332.5 亿美元，英伟达自身指引 318.5 亿至 331.5 亿美元，前一季度同比增长 122%。三季度非 GAAP 口径下调整后的每股收益（EPS）为 0.81 美元，同比增长 103%，分析师预期 0.74 美元，前一季度同比增长 152%。其中，数据中心：三季度数据中心营收 308 亿美元，同比增长 112%。

图18：英伟达营收增长

图19：英伟达利润表详述



资料来源: appeconomyinsights, 国信证券经济研究所整理

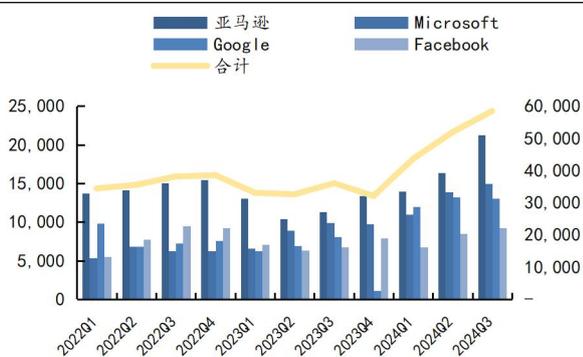
资料来源: appeconomyinsights, 国信证券经济研究所整理

◆ 海外云厂商资本开支呈现季度性明显提升

2024 年三季度最新数据显示, 海外三大云厂商及 Meta 资本开支 (非净额口径) 合计 584.6 亿美元 (同比+62%, 环比+12.6%)。其中: 亚马逊 (Amazon) 2024Q3 资本开支 212.8 亿美元 (同比+88%, 环比+29.8%); 微软 (Microsoft) 2024Q3 资本开支 149.2 亿美元 (同比+50%, 环比+7.6%); 谷歌 (Google) 2024Q3 资本开支 130.6 亿美元 (同比+62%, 环比-0.9%); Meta (Facebook) 2024Q3 资本开支 92 亿美元 (同比+36%, 环比+8.6%)。

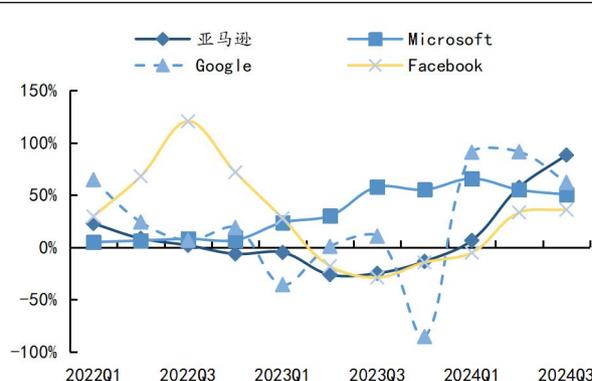
微软副董事长兼总裁布拉德·史密斯表示, 预计在 2025 财年投资 800 亿美元, 用于建设能够支持人工智能运算需求的数据中心。

图24: 海外三大云厂商及 Meta 资本开支 (百万美元)



资料来源: 各公司财报, 国信证券经济研究所整理

图25: 海外三大云厂商及 Meta 资本开支 yoy (%)



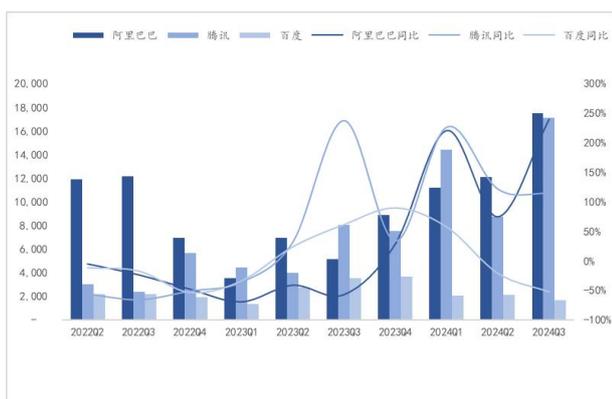
资料来源: 各公司财报, 国信证券经济研究所整理

2024 年三季度国内三大云厂商资本开支同环比持续加大。阿里巴巴、腾讯同比大增。根据 BAT 三大云厂商数据, 整体来看, 24Q3 BAT 资本开支合计 362.3 亿元 (同比+117%, 环比+58%)。其中: 阿里巴巴 24Q3 资本开支 174.9 亿元 (同比+240%); 腾讯 24Q3 资本开支 170.9 亿元 (同比+114%); 百度 24Q3 资本开支 16.5 亿元 (同比-53%)。

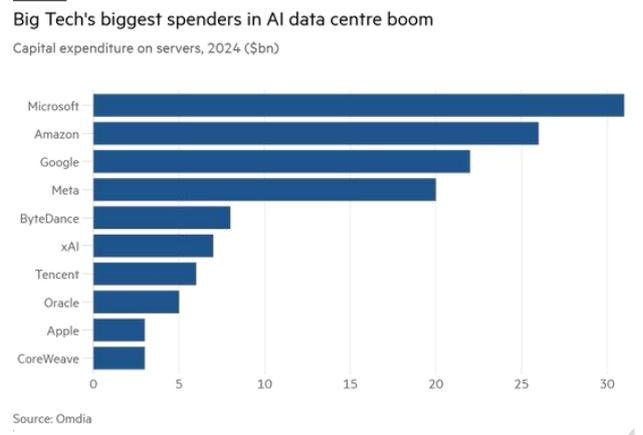
字节跳动资本开支投入大于国内传统三大云厂。根据 Omdia 数据显示, 字节跳动 2024 年采购了约 23 万片英伟达 (Nvidia) 芯片, 仅次于微软 (Microsoft), 超越 Meta、亚马逊和谷歌等传统科技巨头。字节跳动 2024 年的资本开支将达到 800 亿人民币, 远超传统互联网巨头。

图26: 国内三大云厂资本开支 (百万美元)

图27: 字节跳动 AI 数据中心投入仅次于全球前四大云厂



资料来源：各公司财报，国信证券经济研究所整理



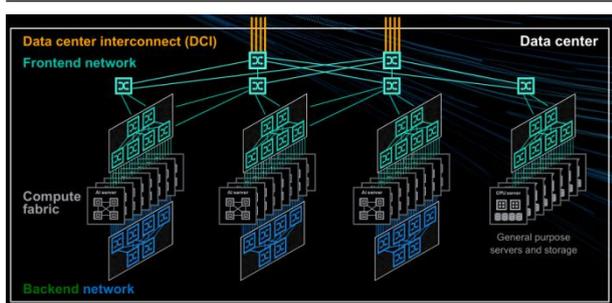
资料来源：Omdia，国信证券经济研究所整理

数据中心技术变革-互联：算力升级驱动铜连接、光通信、交换机不断迭代

大模型能力的持续进化, 算法规模和复杂性不断增加、数据量越来越大, 算力需求也在不断攀升, 数据中心算力升级需要同时应对的三个核心问题: 性能问题 (scale-up)、规模问题 (scale-out)、能耗问题 (power):

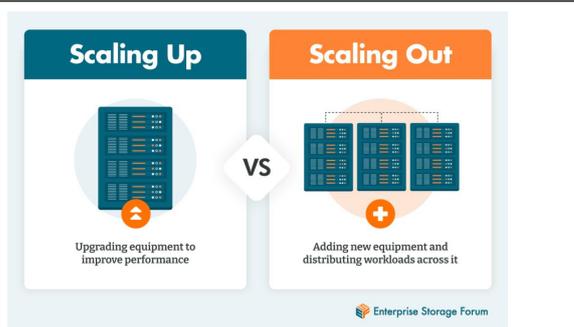
- Scale-up (单节点系统扩展), 指系统中只包括一个有效节点/服务器, 当需要扩展算力时, 通过在节点上增加更多 GPU。
- Scale out (集群系统扩展), 指由多个节点组成的系统, 通过将多个低性能的机器组成一个分布式集群来共同抵御高并发流量的冲击。

图28: 数据中心内外互联网络



资料来源：Marvell 官网，国信证券经济研究所整理

图29: 数据中心算力/存储 scale up 对比 scale out



资料来源：enterprisestorageforum，国信证券经济研究所整理

Scale Up 相对于 Scale Out 和业务网络对于带宽的需要高一个数量级 (10 倍以上), 同时需要更低延迟, 这就意味着需要采用 GPU 芯片直出互连的设计, 且协议设计足够轻量化, 这样才能将宝贵的芯片面积节省给 GPU 的计算资源、更高的 IO 集成能力、更低的功耗。当训练规模达到 10w 卡以上, 每张卡直接都通过 TB/s 的带宽达到全互连是灾难性的, 这意味着 Scale Up 结合 Scale Out 进行 GPU 集群扩展是最合理的选择。

表5: Scale up 与 scale out 优劣势对比

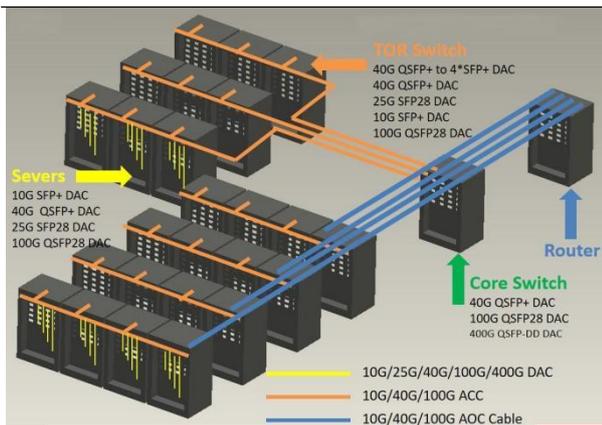
	Scale Up	Scale Out
典型协议域	NVLinks、UALink	InfiniBandx、UEC
芯片连接方案	GPU 直出	GPU 外置网卡
流量类型	如集合通信 TP、EP	如集合通信 DP、PP
数据流特点	极度延迟敏感、带宽需求极大	单次通信数据块较大
典型通信语义	内存 load/store、内存 DMA	RDMA
单节点典型带宽	TB/s 级	百 GB/s 级
互连区域	机柜级	集群级

资料来源: CSDN 官网, 国信证券经济研究所整理

◆ 服务器/机柜内 Scale-up 驱动铜连接由无源走向有源

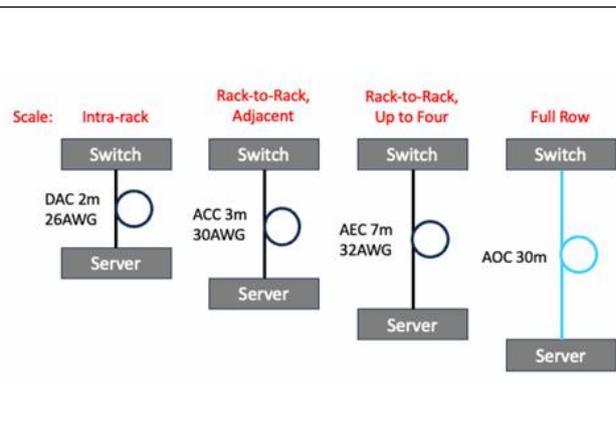
服务器/机柜的互联方案包括光模块+光纤、有源光缆 AOC 和直连电缆 DAC (DAC 可以进一步分为有源 ACC、AEC 和无源 DAC)。互联方案技术的选择需要综合考虑距离、功耗、密度、串扰、成本。

图30: 数据中心互联网方案图示



资料来源: FiberMall, 国信证券经济研究所整理

图31: DAC 和 AOC 传输距离对比



资料来源: naddod 官网, 国信证券经济研究所整理

电通信通过铜缆连接 (AEC、DAC) 在短距离传输相比光通信 (AOC) 有性价比优势。

表6: AEC 和 ACC 的传输距离更长, 厚度更薄

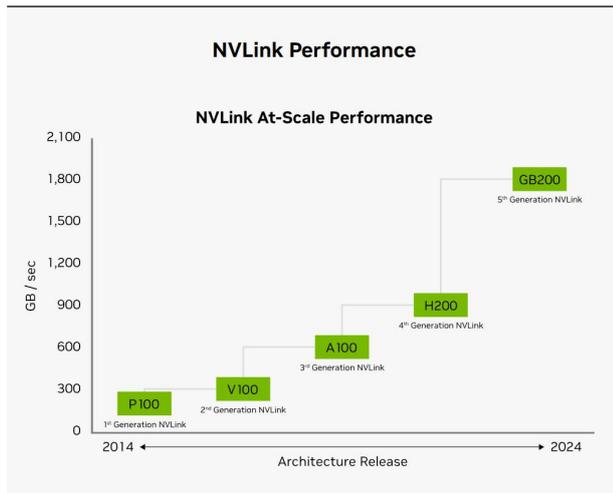
类型	AOC	DAC (Passive)	AEC
	 100G Breakout Active Optical Cable (QSFP28 to 4X25G SFP28) from \$180.00	 100G QSFP28 Passive Direct Attach Copper Twinax Cable from \$30.00	 200GBASE QSFP56 AEC Cable (QSFP56 to QSFP56) from \$639.00
400G 传输距离	<300m	<3m	<7m
800G 传输距离	<300m	<2m	<2.5m
功耗	高	低	低
费用	高	低	中等

重量 DAC 重量的 25% 带宽越高，导线直径越大，重量越重 800G AEC 质量仅为 DAC 的 25%

资料来源：sterfuison 官网，国信证券经济研究所整理

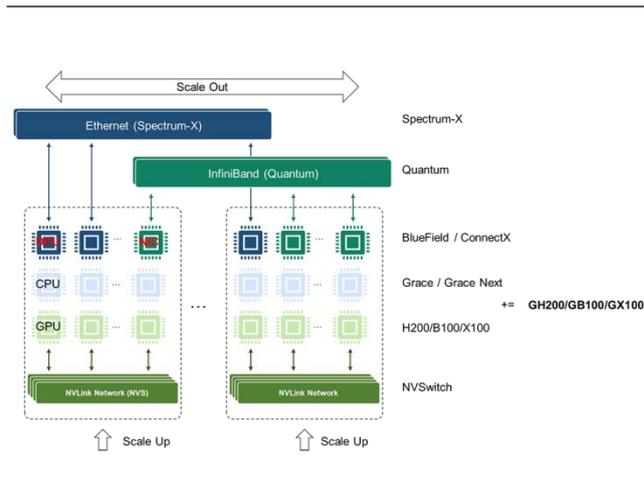
NVLINK 是英伟达 GPU 实现 Scale up 的主要通信方式，其通过 NVLINK Switch 实现节点内高速交换，而 NVLINK 在 GB200 机柜的极致的性能下的短距离传输主要选择了铜连接技术。

图32: 英伟达 nvl link 路标



资料来源：英伟达官网，国信证券经济研究所整理

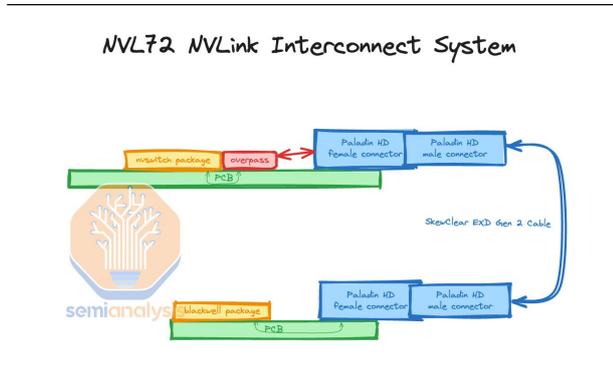
图33: 英伟达 scaleup 和 scale out 实现图示



资料来源：英伟达官网，国信证券经济研究所整理

NVLINK Switch 3 最高连接 8 片 GPU，而 NVLINK Switch 4 最多可扩展到 576 个，GB200 NVL72、NVL36*2 的 Scale up 域为 72 个 GPU。在 8 颗 GPU 互联时，NVLINK 主要通过 PCB 进行 intra-board 通信，距离通常在 1 米内；72 颗 GPU 互联达到了机架内部、相邻机架间通信，距离通常在 1 米至 5 米，因此距离成为 GB200 选择铜缆互联的最主要因素。

图34: 英伟达 GB200 NVL72 内互联图示



资料来源：Semianalys，国信证券经济研究所整理

图35: 英伟达 GB200 NVL72 内的铜连接线

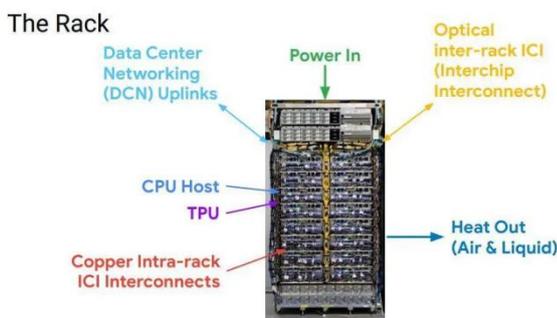


资料来源：英伟达官网，国信证券经济研究所整理

Google、亚马逊等厂商纷纷采用高速铜连接实现短距离互联。英伟达的 GB200 NVL72 中采用超过 5000 根铜缆连接 GPU，合计长度超 2 英里。亚马逊在今年 12 月初发布了 Trainium2 推理芯片，其单机柜可以放置两台 Trainium2 服务器，两个机柜间通过 AEC 线缆构建 4 机并行的 Trainium2 Ultraservers。亚马逊的 AEC

线缆相比英伟达 GB200 机柜的 DAC 线缆传输距离更长。

图36: Google TPUv4 机柜中使用铜互连



资料来源: Google 《A Machine Learning Supercomputer with an Optically Reconfigurable Interconnect and Embeddings Support》, 国信证券经济研究所整理

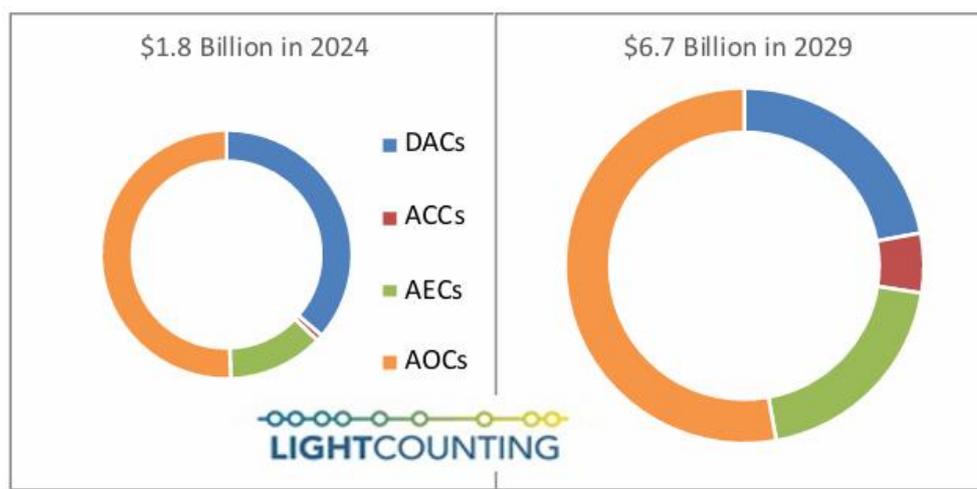
图37: Amazon E2C Trn2 UltraServers 示例



资料来源: SemiAnalysis, 国信证券经济研究所整理

LightCounting 发布 2024 年 12 月《High-Speed Cables, LPO and CPO Report》, 预计未来五年高速线缆的销售额将增长两倍多, 到 2029 年将达到 67 亿美元。

图38: DAC, ACC, AEC 和 AOC 未来市场预测



资料来源: LightCounting, 国信证券经济研究所整理

铜连接产业相关核心公司包括:

- **沃尔核材:** 国内热缩材料行业龙头企业之一, 也是铜连接线材国内头部厂商, 在高速铜连接领域处于领先地位。公司主营热缩管等高分子核辐射改性新材料及系列电子、电力、电线产品, 分为电子、电力、电线及新能源四个业务板块。沃尔核材客户覆盖电子、电线、新能源、电力等领域。主要客户包括美国安费诺集团、英国豪利士、美国莫仕、爱尔兰泰科等国际线缆连接器龙头。公司坚持自主创新, 完成了 PCIe6.0 产品的开发, 并完成多款单通道 224G 高速通信线样品开发, 是唯一能大批量生产并供应最先进、需求最大的单通道 224G 产品的公司。其中电线板块高速通信线产品随下游高速铜互连行业需求爆发, 公司作为 224G 高速通信线核心供应商之一有望打开增长新空间。公

司 2024 年前三季度实现营业收入 48.20 亿元，同比增长 20.13%；归母净利润 6.55 亿元，同比增长 36.45%。

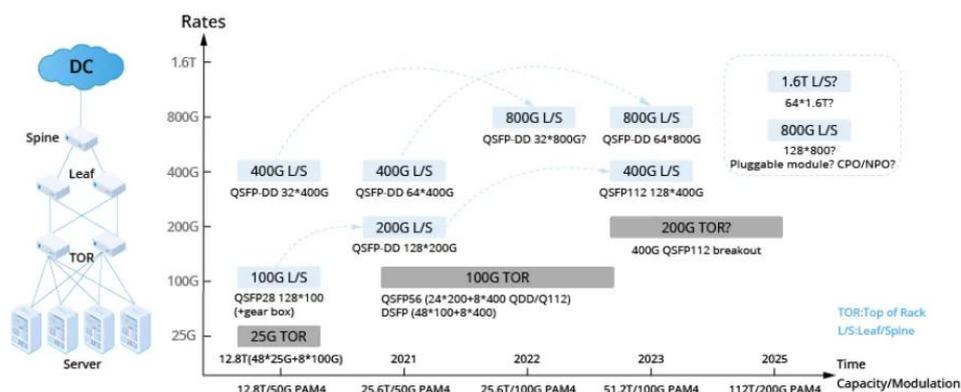
- **神宇股份**：主要从事射频同轴电缆的研发、生产和销售。产品应用范围主要包括消费类电子、移动通信、微波通信等民用领域，以及航天、电子等军用领域。神宇股份的客户覆盖消费电子、通信、数据中心、汽车、医疗、军工等领域。公司掌握着核心技术，拥有高屏蔽技术、低损耗技术、稳相技术、超细线缆制造技术等，公司目前在高速铜缆连接器领域的主要产品是 400G、800G 的高速通信线，分别由单通道 56G、112G 组成，还完成了多款单通道 224G 高速通信线样品的开发，部分样品已通过客户的测试。公司 2024 年前三季度实现营业收入 6.43 亿元，同比增长 18.77%；归母净利润 0.67 亿元，同比增长 67.85%。
- **博创科技**：从事光通信领域集成光电子器件的研发、生产和销售于一体的企业。博创科技的客户覆盖国内外互联网企业，以及电信、数据通信、消费及工业互联领域的众多企业。公司拥有专业的研发团队，在光通信领域长期的技术积累为其铜缆高速连接业务奠定了坚实基础。公司主要研究 800G 高速有源铜缆，该产品已完成研发并实现客户送样，处于客户样品测试认证和销售阶段。此外，公司还具备 200G 互联全系列产品，包括 DAC、ACC、AOC、SR4、FR4 等。公司 2024 年前三季度实现营收 12.33 亿元，同比增长 51.47%；归母净利润 0.37 亿元。
- **兆龙互联**：一家专业生产数据电缆、微电子线缆、通信电缆及其配置系统的省级高新技术企业。公司目前积极推进智慧物流和高速电缆及连接产品智能制造项目的建设，装备投入正在稳步进行中，高速产品生产线已符合生产传输速率到达 800G 及以下的高速电缆及连接产品的要求，计划将进一步扩充高速率产品的生产线，以增强生产能力和市场响应速度。公司 2024 年前三季度实现营业收入 13.40 亿元，同比增长 17.11%；归母净利润 8985 万元，同比增长 28.05%。
- **瑞可达**：一家以研发、生产和销售连接系统、微波组件等产品的国家高新技术企业。公司目前在丰富连接器产品条线，积极探索新兴领域产品。公司已逐步开发了应用于 AI 与数据中心领域的 SFP+、CAGE 系列，高速板对板连接器、高速 I/O 连接器，AEC 系列产品，目前相关项目正在推进中。公司 2024 年前三季度实现营业收入 15.89 亿元，同比增长 52.75%；归母净利润 1.06 亿元，同比增长 10.60%。

◆ **机柜/集群互联 Scale-out 驱动光模块、交换机向高速率 1.6T 升级**

机柜集群互联方案（Scale out 集群系统扩展机架间互联），主要是光模块和交换机。

光模块的优势相比铜互联主要是传输距离远，适合机架之间。AI 数据中心网络的快速发展推动机架间传输速率快速升级，光模块速率随之快速升级。

图39：数据中心网络速率升级演进



资料来源：Bendi 网，国信证券经济研究所整理

英伟达打造了面向 Scale-up (NVLink、NVSwitch) 和面向 Scale-out (InfiniBand) 的组合解决方案，通过不断升级迭代算力芯片带宽和通信协议，高速光模块需求大幅提升：其 A100 GPU 支持 PCIe 4.0，最大支持单向带宽为 252Gb/s，即 PCIe 网卡速率需小于 252Gb/s，因此搭配 Mellanox HDR 200Gb/s Infiniband 网卡；H100 GPU 支持 PCIe 5.0，最大支持单向带宽为 504Gb/s，因此搭配 Mellanox NDR 400Gb/s Infiniband 网卡。所以，A100 向 H100 升级，其对应的光模块需求从 200G 提升到 800G (2 个 400G 端口合成 1 个 800G)；而 GH200 采用 NVLink 实现卡间互联，单向带宽提升到 450GB/s，对应 800G 需求弹性进一步提升。若 H100 集群从 PCIe 5.0 提升到 PCIe 6.0，最大支持单向带宽提升到 1024Gb/s，则接入层网卡速率可提升到 800G，即接入层可使用 800G 光模块，集群中单卡对应 800G 光模块需求弹性对应翻倍。

表7：随着架构升级和网络协议带宽提升，高速光模块需求弹性有望加大

	网络协议	单向带宽	卡:光模块
A100	PCIe 4.0 (16GT/s)	252Gb/s=32GB/s (16 通道)	A100:200G 光模块=1:4
H100	PCIe 5.0 (32GT/s)	504Gb/s=63GB/s (16 通道)	H100:400G 光模块:800G 光模块=1:1:2.5
GH200 (多个集群互联)	NVLink4.0	450GB/s	GH200:800G 光模块=1:9
	PCIe 5.0 (32GT/s)	504Gb/s=63GB/s (16 通道)	GH200:800G 光模块=1:2.5 (3 层网络架构)
H100	假设采用 PCIe 6.0 (64GT/s)	1024Gb/s=128GB/s (16 通道)	H100:800G 光模块=1:6
	假设采用 NVLink5.0 (假设带宽翻倍)	900GB/s	GH200:800G 光模块=1:18
GH200 (多个集群互联)	假设采用 NVLink5.0 (假设带宽翻倍)	1024Gb/s=128GB/s	GH200:800G 光模块=1:6 (3 层网络架构)
	假设采用 PCIe 6.0 (64GT/s)	(16 通道)	

资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

Lightcounting 预测 2024 年用于 AI 集群的以太网光模块在 2024 年将翻一番以上，并一直延续到 2025 年-2026 年；预计 2024-2028 年的 5 年，用于人工智能集群的光模块市场空间将超过 176 亿美元。

图40：AI 光模块销售规模预测

图41：光模块按应用场景分销售预测

Figure: Sales of Ethernet Optical Transceivers by Application



资料来源: Lightcounting, 国信证券经济研究所整理

Global sales of optical transceivers 2018-2028 by segment



资料来源: Lightcounting, 国信证券经济研究所整理

国内厂商已占据领先位置。10G 时代以北美光模块厂商为主，40G 时代，中际旭创和 AOI 崛起；100G 时代，北美传统光模块厂商份额下滑，国内光模块企业崛起。根据 LightCounting 数据，2021 年，在全球前十名的光器件和模块供应商中，中国供应商的营收超过了西方竞争对手的营收，2022 年-2023 年，这一差距进一步扩大，国内厂商已占据全球领先位置。

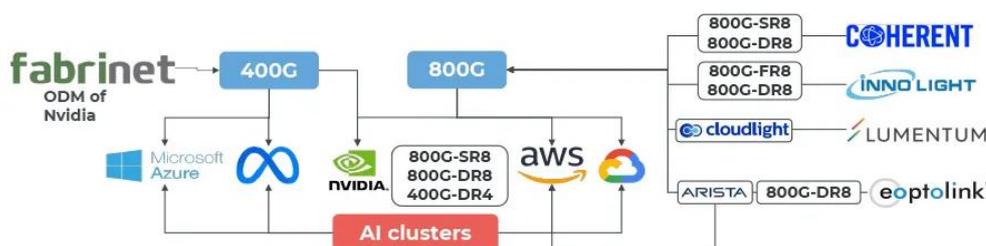
表8: 2010-2022 年光模块市场前十大厂商变

序号	2010	2016	2018	2022
1	Finisar	Finisar	Finisar	中际旭创&Coherent
2	Opnext	海信宽带	中际旭创	
3	Sumitomo	光迅科技	海信宽带	Cisco (Acacia)
4	Avago	Acacia	光迅科技	华为 (海思)
5	Source Photonics	FOIT (Avago)	FOIT (Avago)	光迅科技
6	Fujitsu	Oclaro	Lumentum/Oclaro	海信宽带
7	JDSU	中际旭创	Acacia	新易盛
8	Emcore	Sumitomo	Intel	华工科技
9	WTD	Lumentum	AOi	Intel
10	NeoPhotonics	Source Photonics	Sumitomo	索尔思光电

资料来源: LightCounting, 国信证券经济研究所整理

海外云厂投入 AI 基础设施，头部光模块厂商受益。对 400G 和 800G 数通光模块的需求，尤其是来自英伟达、谷歌和亚马逊的需求，对收入产生了重大影响。Coherent 公司和旭创科技分别在多模和单模应用领域处于领先地位。业界正在将 800G 链路的单通道速率从 100Gb/s 提高到 200Gb/s，以降低功耗和成本。EML 和 CW-DFB 器件已为 200G/lane 应用做好准备，而 200G/lambda VCSEL 预计将于 2026 年投入量产。

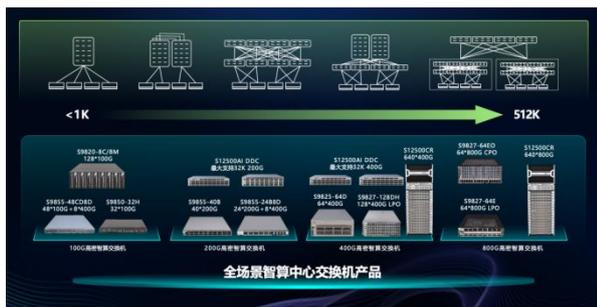
图42: 2024 国外云厂光模块供应链格局



资料来源：YOLE Group，国信证券经济研究所整理

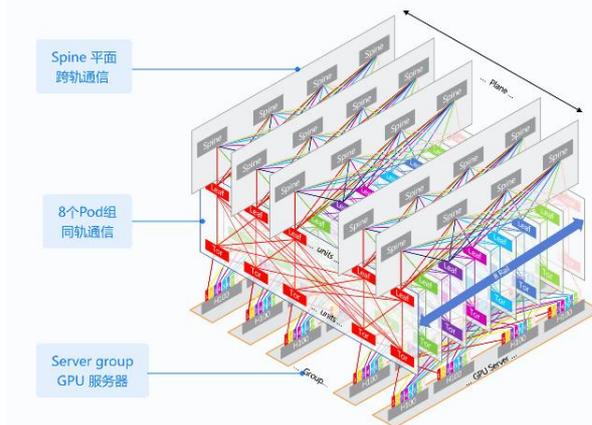
交换机是连接数据中心各种设备的核心网络设备，包括服务器、存储设备、网络设备等等。数据中心交换机具有高性能、高可靠性、高扩展性、高安全性等特点，可以实现快速、可靠和安全的数据交换和传输。

图43：不同场景下的数据中心交换机



资料来源：新华三官网，国信证券经济研究所整理

图44：数据中心网络架构（锐捷网络 AI-Fabric 方案为例）



资料来源：锐捷网络，国信证券经济研究所整理

英伟达和博通快速升级交换芯片，支持交换机向 1.6T 速率升级：

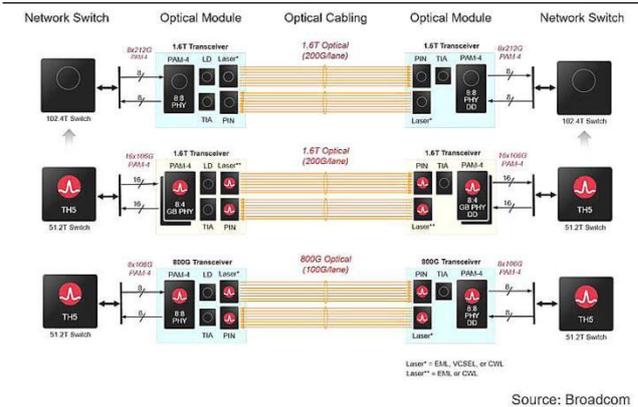
- 英伟达在交换芯片方面，坚持 InfiniBand 和 Ethernet 两条开放路线，前者瞄准 AI Factory，后者瞄准 AIGC Cloud。但其并未给出 NVLink 和 NVSwitch 自有生态的明确计划。224G 代际的速度提升，可能率先 NVLink 和 NVSwitch 上落地。以 InfiniBand 为基础的 Quantum 系列和以 Ethernet 为基础的 Spectrum-X 系列持续升级。2024 年已商用基于 100G SerDes 的 800G 接口的交换芯片；而到 2025 年，将迎来基于 200G SerDes 的 1.6T 接口的交换芯片。其中 800G 对应 51.2T 交换容量的 Spectrum-4 芯片，而 1.6T 则对应下一代 Spectrum-5，其交换容量可能高达 102.4T。从演进速度上看，224G 代际略有提速，但从长时间周期上看，其仍然遵循着 SerDes 速率大约 3 到 4 年翻倍、交换芯片容量大约 2 年翻倍的规律。
- 博通早在 2022 年 8 月就推出了 51.2Tbps 的 Tomahawk 5 交换芯片，采用 5nm 制程，支持 64 端口 800Gbps 或 128 端口 400Gbps 或 256 端口 200Gbps 的交换机。如果单通道由 100G 升级到 200G，Tomahawk 5 将支持 1.6T 光模块

图45：英伟达架构路标

图46：博通 TH5 交换芯片方案



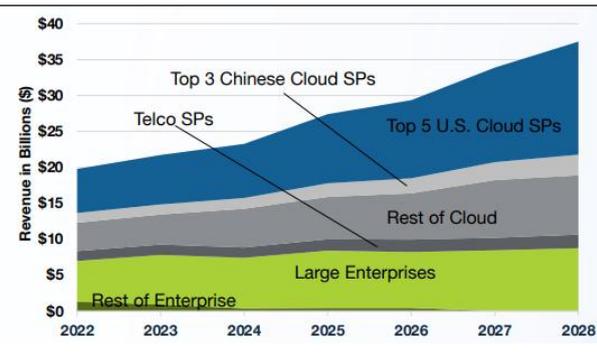
资料来源：英伟达官网，国信证券经济研究所整理



资料来源：博通官网，国信证券经济研究所整理

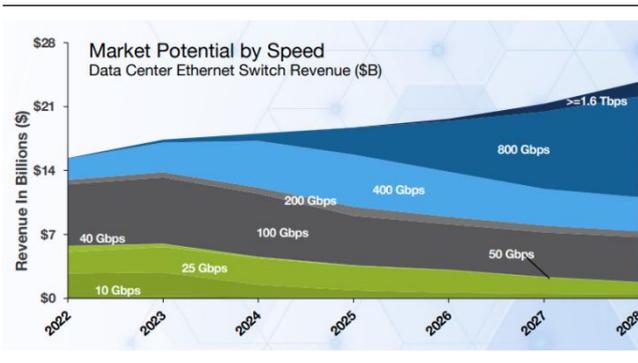
全球交换机头部厂商 Arista Networks 看好以太网交换机未来在数据中心发展及高速率端口发展。公司认为未来以太网正在成为前端和后端 AI 数据中心的关键基础设施。相比 IB 网络，当将一个完整的 GPU 集群与光学器件和所有组件放在一起时，查看作业完成时间的一致性；在现实世界环境中以太网的作业完成时间与 InfiniBand 相比，大约快了 10%。

图 47：数据中心交换机市场未来预测



资料来源：650 Group, Arista, 国信证券经济研究所整理

图 48：不同速率以太网交换机未来机会



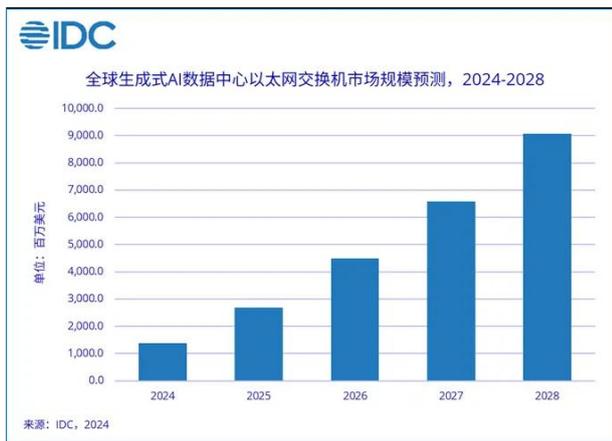
资料来源：Dell' Oro, Arista, 国信证券经济研究所整理

IDC 预测，生成式 AI 数据中心以太网交换机市场将以 70% 的年复合增长率呈指数级增长，将从 2023 年的 6.4 亿美元增长到 2028 年的 90.7 亿美元。2024 年第三季度数据中心（DC）部分的市场收入同比增长 18.0%，环比增长 6.2%。思科的以太网交换机收入在第三季度同比下降 24.0%，环比增长 13.7%。

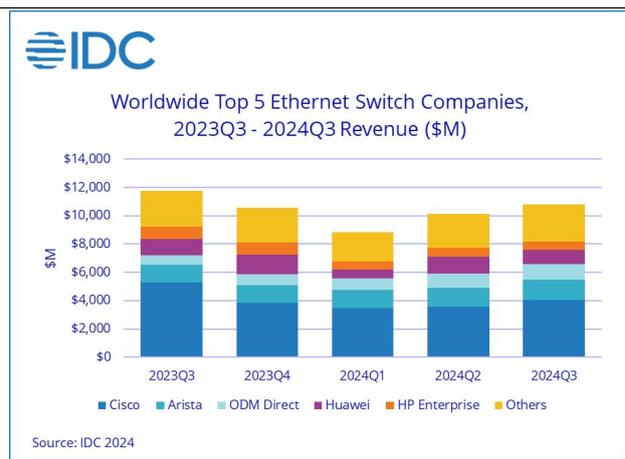
Arista Networks 的以太网交换机收入（其中 90.4% 来自 DC 部分）在第三季度同比增长 18.0%，环比增长 7.0%，使公司的市场份额达到 13.6%。

图 49：数据中心交换机市场预测

图 50：数据中心交换机份额



资料来源: IDC, 国信证券经济研究所整理



资料来源: IDC, 国信证券经济研究所整理

光模块产业相关核心公司包括:

- **中际旭创:** 全球规模第一的光模块供应商, 国内高速光模块解决方案提供商。公司积极投入研发布局硅光、CPO 等产业趋势方向, 在研发实力、供应链管理方面具有龙头优势。中际旭创的客户覆盖云计算数据中心、数据通信、5G 无线网络、电信传输和固网接入等领域。公司目前不断加深硅光技术研究, 其 1.6T-LPO-DR8 OSFP 模块, 产品采用自研硅光芯片和线性 Driver/TIA, 可实现低功耗和低延迟。公司在传统 EML 领域与长期合作的厂商保持紧密联系, 并且在 CW 光源方面既有稳定的长期合作厂商的供应来源。2024 年前三季度公司实现营业收入 173.13 亿元, 同比增长 146.26%; 归母净利润 37.53 亿元, 同比增长 189.59%。
- **新易盛:** 主要从事高性能光模块的研发、生产和销售。公司的主要产品包含 QSFP-DD800G 单波 200G、OSFP800G 单波 200G 等。新易盛的客户包括云数据中心、数据通信、5G 无线网络、电信传输、固网接入等领域的国内外互联网厂商和通信设备商。目前公司光模块迭代加速, 前瞻布局新技术方案, 公司在 OFC2024 展示了面向当前和未来数据中心与 AI/ML 集群内部互联需求的 100G 至 1.6T 系列高速光模块, 以及面向 DCI 应用的 400GZR/ZR+ 和 800GZR/ZR+ 系列相干光模块; 在 LPO 方面, 公司 100G/lane 的 400G 和 800GLPO 光模块已经具备规模量产的能力, 200G/lane 的 LPO 光模块也在年初实现样品演示。公司 2024 年前三季度实现营业收入 51.30 亿元, 同比增长 145.82%; 归母净利润 16.46 亿元, 同增长 283.20%。
- **光迅科技:** 一家光电器件、模块研发及产业化公司, 中国最大的光通信器件供货商, 拥有光电子芯片、器件、模块及子系统产品的战略研发和规模量产能力, 产品客户全面覆盖全球顶级通信设备商。公司目前是国内少数对光芯片具备战略研发能力的厂商, 年产能非常可观。同时公司掌握了硅光方案可兼容成熟 CMOS 工艺、集成度高、封装工艺简化、易于大批量规模生产, 速率可支持至单波 200G。并联合思科成功推出 1.6T OSFP-XD 硅光模块。公司 2024 年前三季度实现营业收入 53.78 亿元, 同比增长 24.29%, 归母净利润 4.64 亿元, 同比增长 12.26%。
- **华工科技:** 华中地区第一批由高校产业重组上市的高科技公司, 在多个领域都有显著影响力, 是中国激光行业的领军企业, 在光通信业务方面, 与多家

头部客户进行 400G、800G 及 1.6T 产品测试。公司连接产品进展迅速，在 Net5.5G 领域，公司 400G 及以下光模块规模化交付，800G 小批量，跻身头部互联网厂商资源池助力全球算力提升，推出 1.6T 光模块相关自研硅光芯片与多种产品。其高速光模块含 VCSEL 等多种技术方案，实现高端光芯片自主可控与硅光芯片到模块全自研设计。在 5G-A 业务，光模块产品保持全球前、中、回传市场优势，覆盖 25G 至 200G 系列。公司 2024 年前三季度公司实现营收 90.02 亿元，同比增长 23.42%；归母净利润 9.38 亿元，同比增长 15.19%。

交换机产业相关核心公司包括：

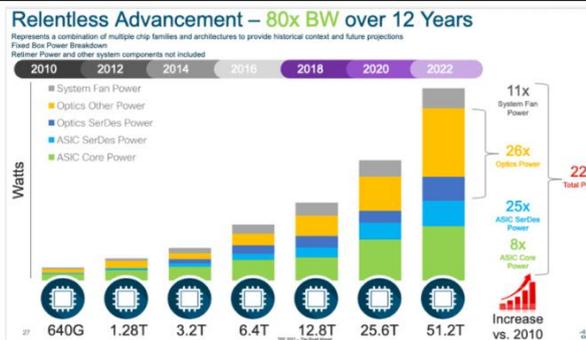
- **紫光股份（新华三）**：紫光股份及其子公司新华三是国内 ICT 龙头企业，定位“云网边端芯”全栈式产品及服务提供商，旗下新华三作为数字基座拓展业务，提供一体化服务。公司自产多类设备，多个产品市占率居行业前两名。同时受益于数字经济和 AI 发展，数字经济政策利好，算力网络建设及政企数字化转型需求旺，运营商资本开支倾向云网侧，且 AI 催化下交换机、服务器需求增长。公司 2024 年前三季度实现营业收入 588.39 亿元，同比增长 6.56%；归母净利润 15.82 亿元，同比增长 2.65%。
- **锐捷网络**：主营业务涵盖交换机、路由器、无线等产品，面向各类企业、政府及教育机构等客户。公司对于通信设备研制复杂度高、综合性强，是少有能提供万兆以上交换机的公司，且基于对行业应用场景的理解开展定制化开发，解决中小企业网络管理难痛点，不断扩大客户资源，政企客户数超 20000 家，同时销售渠道不断下沉，经销商数量快速增长，能触达中小城市和中小客户，客户分布均衡，大客户依赖性低。公司 2024 年前三季度实现营业收入 83.77 亿元，同比增长 5.36%，归母净利润 4.12 亿元，同比增长 47.73%。
- **菲菱科思**：主要从事网络设备的研发、生产和销售的公司，主营业务为网络通信设备产品的制造，主要面对网络设备品牌商、系统集成商等客户。公司具备数据中心交换机 ODM 能力，能满足客户定制化需求，与国内主流网络设备品牌建立良好合作，加工工艺精良、生产经营高效并推进自动化生产，具备覆盖全产品线产品及全方位解决方案能力。公司 2024 年前三季度实现营业收入 12.57 亿元，同比下滑 15.61%，实现归母净利润 1.04 亿元，同比下降 14.08%。
- **盛科通信**：专注于以太网交换芯片及配套产品的研发、设计和销售的高科技公司，主营业务为以太网交换芯片及设备的研发与销售，主要面向网络设备制造商、数据中心运营商、通信设备集成商等客户。盛科通信在研 Arctic 高端系列性能媲美海外，已量产的 TsingMa.MX 系列具竞争优势。高端产品面向大规模数据中心和云服务需求，800G 端口速率、交换容量 12.8Tbps 及 25.6Tbps 的高端芯片已送样，量产产品支持 FlexE 切片网络技术等。公司重视研发创新，已运用 4 核与 8 核技术，预研更高交换容量芯片，推进路由交换融合芯片研发，与头部客户合作，自主研发芯片进入国内主流网络设备商供应链。公司 2024 年前三季度实现营业收入 8.08 亿元，同比下滑 7.95%，实现归母净利润-0.76 亿元，同比下降 275.21%。

◆ 降能耗、降本催生 CPO/OIO、硅光等技术加速落地

传统的光模块是独立于交换芯片之外，通过铜缆或光纤与其他电子组件相连，这

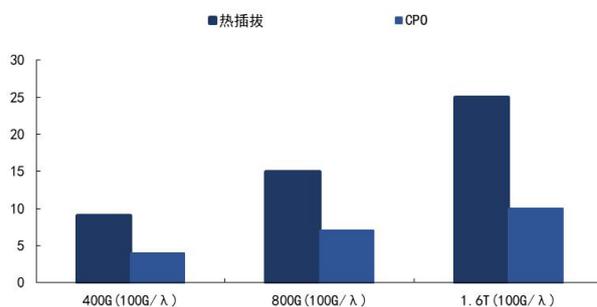
种方式在高速信号传输过程中容易产生较大的功耗和信号损耗。

图51: 数据中心交换机市场预测



资料来源: 思科, 国信证券经济研究所整理

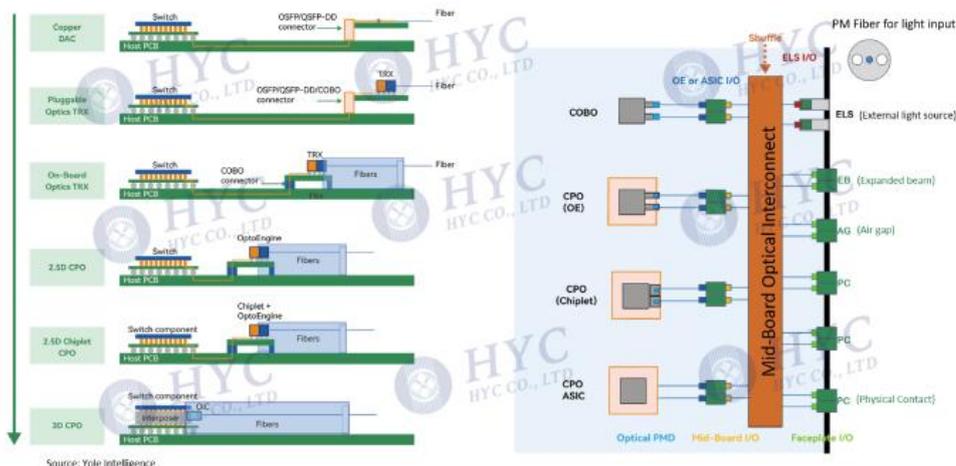
图52: CPO 能够显著降低功耗



资料来源: 博通, 国信证券经济研究所整理

CPO (Co-Packaged Optics) 主要用在交换机端口, 通过将光模块和交换芯片紧邻封装在一起, 可以极大地减少了信号在电光转换和传输过程中的距离, 从而显著降低功耗、提高信号完整性、减少延迟, 并且缩小了其体积。

图53: CPO 演进



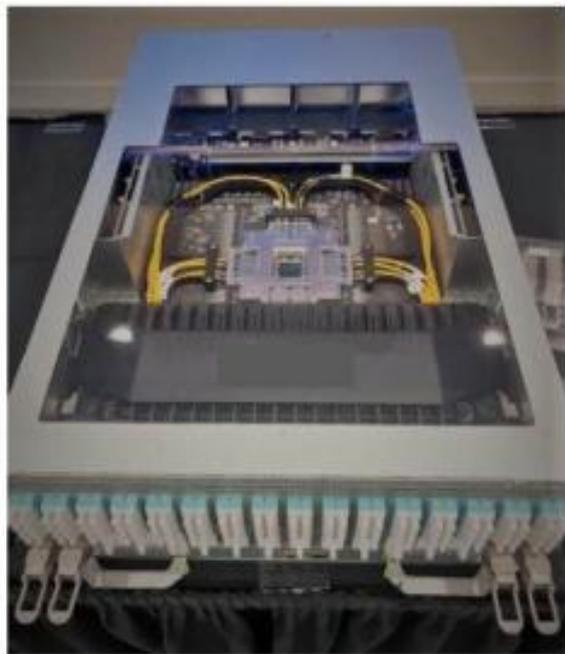
资料来源: Yole intelligence、亿源通, 国信证券经济研究所整理

博通于 2024 年 3 月向客户交付业界首款 51.2Tbps 共封装光学 (CPO) 以太网交换机。该产品将八个基于硅光子的 6.4-Tbps 光学引擎与博通同类最佳的 StrataXGS Tomahawk5 交换芯片集成在一起。与可插拔收发器解决方案相比, Baillly 使光互连的功耗降低了 70%, 硅面积效率提高了 8 倍。

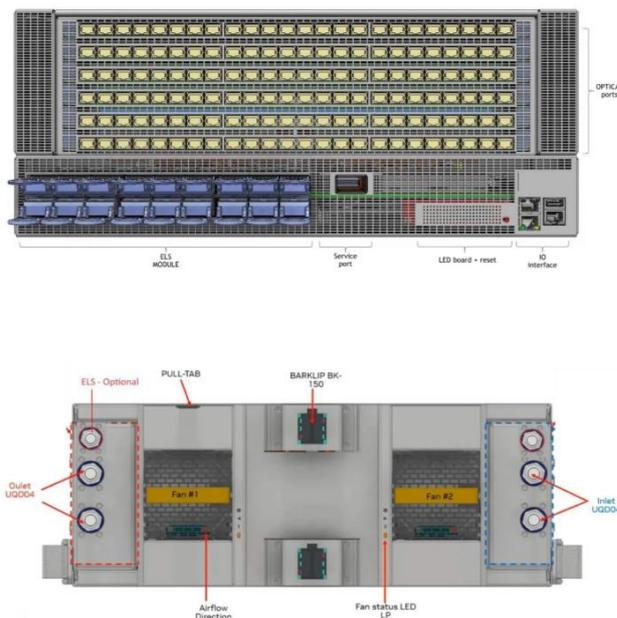
英伟达将于 2025 年 Q3 推出 CPO 版本的 Quantum 3400 X800 IB 交换机, 2026 年推出 CPO 版本的 Spectrum4 Ultra X800 以太网交换机。IB 交换机有 144 个 MPO 光接口, 支持 36 个 3.2T CPO, 内部有 4 个 28.8T 的交换芯片 (总共 115.2T 的交换能力)。

图54: 博通 CPO 交换机

图55: 英伟达 CPO 交换机 (144 个 MPO 多芯接口, 2*9 个外置激光器)



资料来源：博通官网，国信证券经济研究所整理



资料来源：博通官网，国信证券经济研究所整理

CPO 部分组成架构包括：光引擎、柔性光背板 Shuffle box、高密度连接器 MPO、保偏光纤 PO、激励光源 ELS 等

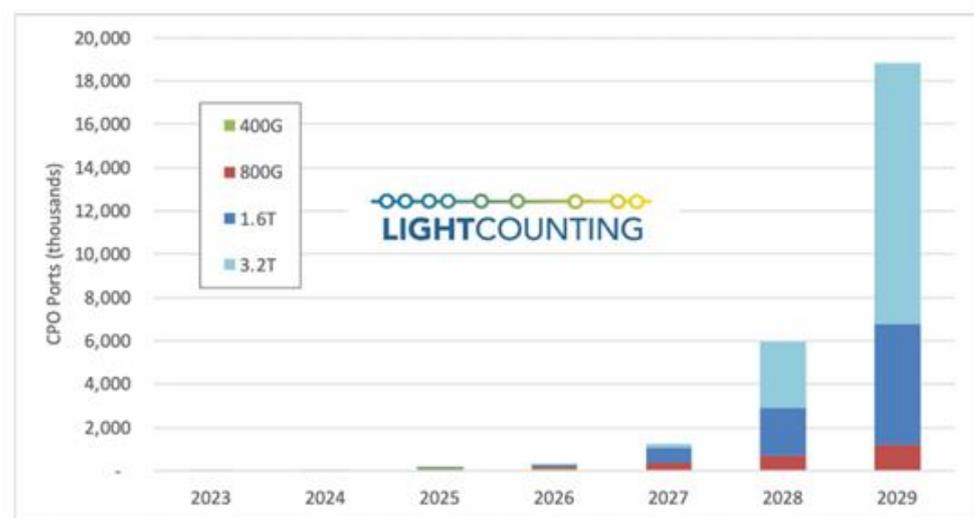
表9: CPO 主要器件功能描述

器件	功能
Shuffle Box	高速率 CPO 交换机内部预计需要数千根光纤，这些光纤需要在交换机内部狭小空间中进行排布，还需要解决板中每个光引擎到前面板的距离(每个 OE 位于 ASIC 芯片周围，到前面板的距离都会有所不同)不一产生的光纤长度不一致带来的制造可靠性问题，除了需要采用更多高密度连接头和适配器，光引擎到端面的连接方式采用光纤柔性光背板 shuffle 的方式可以有效解决上述问题。
MPO	Shuffle box 依赖高密度连接器(如 MPO/MMC 连接器等)来实现高速、高密度的信号连接和传输，以满足数据中心等应用场景对网络性能和设备集成度的要求。CPO 交换机内部需要大量光纤部署，采用高芯数的 MPO 可以有效缩减前面板所需端口数量。例如，51.2T CPO 内部或需要 1152 根光纤，普通光纤 1024F(和保偏光纤 128F)，若采用 16 芯 MPO，则需要 64 个 MPO 连接器(16×64=1024)，对应 CPO 前面板上需要 64 个适配器端口。
激励光源	激光光源有两种，集成激光源(ILS, Integrated Laser Source)和外部激光源(ELS, External Laser Source)。集成激光源(ILS)：是指将激光源与 PIC 集成在同一封装上，形成单一封装解决方案。外部激光源(ELS)：将激光源与 PIC 分离成一个独立模块。虽然这种配置占用的空间更大，但其优点是制造工艺更简单、成本更低，降低 ASIC 芯片散热对激光器稳定性影响。
保偏光纤	CPO 光引擎的性能对于入射 ELS 光的偏振状态非常敏感，需要外部光源发射信号时保持激光偏振态，因此需要保偏光纤(Polarization Maintaining Fiber, PMF)连接光源和交换芯片。保偏光纤的使用使得光在光纤中仅沿着一个偏振方向传播，保证了光信号传输的稳定性。由于保偏光纤成本较高，通常用于光信号的引入，而从光芯片到外部端面的光信号导出还是采用非保偏光纤。

资料来源：亿源通，国信证券经济研究所整理

LightCounting 预测，CPO 可能是在 4-8 机架系统中提供数万个高速互连器件的唯一选择。CPO 的有限部署应很快开始。到 2028-2029 年，CPO 极有可能成为 1.6T 及更高速互联的可行选择。LightCounting 还预测 3.2T CPO 端口到 2029 年将超过 1,000 万个。LightCounting 的模型配置假设有 1,024 个 GPU 行大小的扩展集群使用 CPO 互联。如果每个 GPU 有 8 个 3.2T NVLink 端口，这样的集群将消耗 16,384 个 3.2T CPO 端口(或 3.2T 等效光模块)。如果将一百万个这样的 GPU 互连到这样的集群中，将需要超过 1,500 万个 CPO 端口。

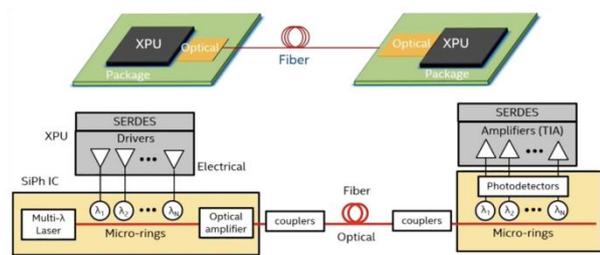
图56: CPO 端口数预测预测



资料来源: lightcounting, 国信证券经济研究所整理

OIO (Optical IO) 主要用于芯片互联。为了解决计算芯片 CPU, GPU, XPU 等之间的互联问题 (chip to chip interconnect), OIO 利用光互连低功耗、高带宽、低延迟的优势, 取代传统的 electrical IO 方案, 芯片输入输出的 IO 变为光信号, 进而构建分布式计算网络。为了实现计算资源的池化技术, Optical IO 对延迟 latency 的要求比较高。从封装形式上看, Optical IO 也是将光芯片与电芯片封装在同一基板上。Intel 对比过 CPO 与 Optical IO 在性能上的差异, 单个 CPO 模块的带宽为 1.6-3.2Tbps, 带宽密度为 50-200Gbps/mm, 能效为 15pJ/bit, 而 Optical IO 的总带宽为 40Tbps, 带宽密度为 5Tbps/mm, 能效为 3pJ/bit。

图57: OIO 用于芯片互联的结构图示



资料来源: Cadence 官网, 国信证券经济研究所整理

图58: Intel 对 CPO 对比 OIO 的能效评估

	Pluggable Optics	Increased integration and innovations		Fully Integrated
	HVM Today	Co-package Optics	Optical I/O	
	Front plate pluggable optics Ethernet Compliant	Ethernet Compliant	Intel	
Total bandwidth	100 - 400 Gbps	1.6- 3.2 Tbps	40 Tbps	160 Tbps
BW/shoreline	5-20 Gbps/mm	50-200 Gbps/mm	5 Tbps/mm	10 Tbps/mm
Energy efficiency	30 pJ/bit	<15 pJ/bit	3 pJ/b	<1 pJ/b

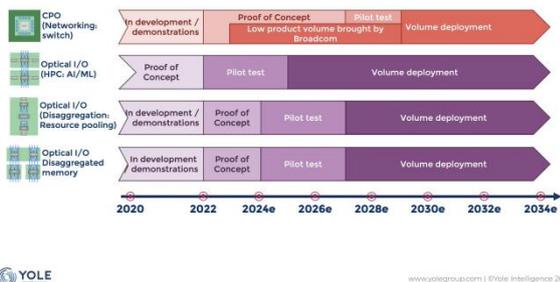
资料来源: Cadence 官网, 国信证券经济研究所整理

OIO 真正放量时间或是 2026 年中。OIO 技术与小芯片和硅光子学等创新封装技术相结合, 可提供高达 1000 倍的带宽, 而功率仅为 EIO (传统电 I/O) 替代方案的 1/10。其带宽扩展路线图始于 Ayar Labs 开发的每个方向承载 2Tbps 带宽的能力, 每条线带宽为 200 Gbps/mm。Yole 认为, 到本世纪末, 每条线带宽将达 1 - 10Tbps/mm。一些用户对 >20Tbps 和 >50Tbps 线带宽的可用性更为乐观。OIO 对应 GPU、HBM 的 Fabric, 采用并行接口, 属于芯片内部总线的延伸, 跟芯片的设计方案密切相关, 如果芯片没有提供支持, 则必须等下一代芯片配套, 正是因为这种配套关系制约了 OIO 的商用节奏, 这个时间点 2026 年中~2027 年初。

图59: CPO 规模应用节奏预测

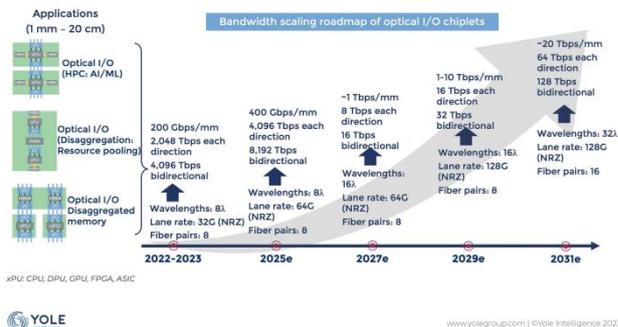
图60: OIO 规模应用节奏预测

2020-2034 CPO TECHNOLOGIES – TIME TO MARKET
Source: Co-packaged Optics for Datacenter 2023 report, Yole Intelligence, 2023



资料来源: Yole intelligence, 国信证券经济研究所整理

2022-2031 OPTICAL I/O TECHNOLOGY ROADMAP
Source: Co-packaged Optics for Datacenter 2023 report, Yole Intelligence, 2023



资料来源: Yole intelligence, 国信证券经济研究所整理

此外，全光交换 OCS (Optical Circuit Switch) 技术也具有较好发展前景。在 OCS 中，数据信号在通过交换机时保持在光域内；消除 OEO 转换可以带来显著的成本和功耗节省。与传统交换机不同，当 AI 集群在后续世代配备更高速率的连接时，OCS 无需升级。继 Google 发布的 OCS 交换机之后，多家厂商已发布 OCS 交换机：

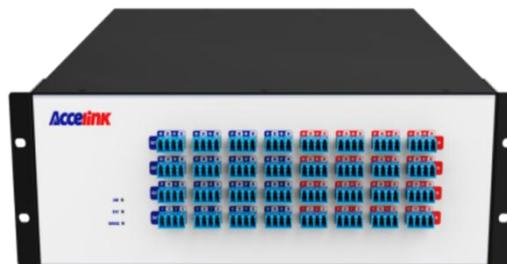
- Coherent 发布了 300x300 端口的数据中心光交叉连接 (DLX™)。
- 光迅科技推出了 EMS 系列 OCS 产品基于独创光学设计，定制芯片开发；可支持最高 400×400 端口；采取全光透明传输，与速率/协议无关；可支持快速无阻塞切换，还可支持集成诊断和监测功能。

图61: Coherent 数据中心光交叉连接 (DLX™)



资料来源: Coherent, 国信证券经济研究所整理

图62: 光迅科技全光交换机



资料来源: 光迅科技, 国信证券经济研究所整理

光模块材料正在由“III-V 族化合物”向“硅光”发展。硅基材料利用成熟的 CMOS 工艺降低成本和功耗，对比 InP 等其他衬底材料，主要优点在于可通过 CMOS 工艺集成更多光器件，从而降低后续工艺步骤，实现更低成本和功耗。

现有光子集成技术所采用的基底材料主要包括硅或硅基材料 (Si、SiO₂、SiGe)、III-V 族化合物 (InP/GaAs)、铌酸锂 (LiNbO₃) 等，硅光子技术即基于标准硅制造的硅衬底材料，利用半导体晶圆材料可延展特性，采用 CMOS 等工艺应用于光电一体集成器件制造。其物理架构由硅衬底激光器、硅衬底光电集成芯片、光纤等辅助物料封装构成。

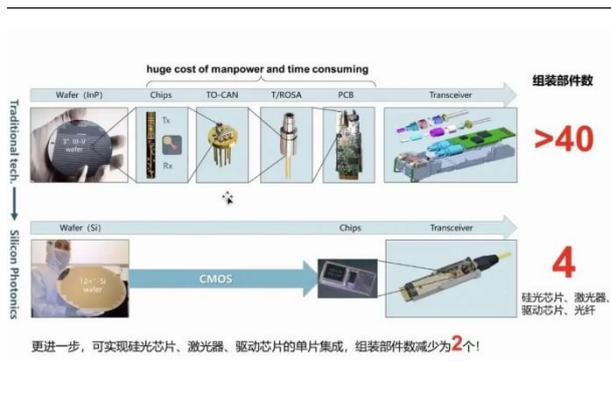
表10: 不同材料应用对比

	InP	SiPh	SiN	SiO2	LiNbO3
被动元件	++	++	+++	+++	混合
偏振元件	++	++	++	混合	混合
激光器	+++	混合	混合	混合	混合
调制器	+++	++	+	混合	+++
交换芯片	++	++	+	+	混合
光放大器	+++	混合	混合	混合	混合
探测器	+++	++	混合	混合	混合
优点	最适合激光器集成	价格便宜, 工艺成熟, 适合进行光电集成	低成本、小尺寸	低损耗、低成本	具有非常好的调制性能
缺点	高成本 无法实现大规模集成 (产出低)	激光发射效率很低	材料性能与工艺高度关联	缺少主动功能	传统铌酸锂尺寸较大, 需薄膜铌酸锂

资料来源: Yole, 国信证券经济研究所整理

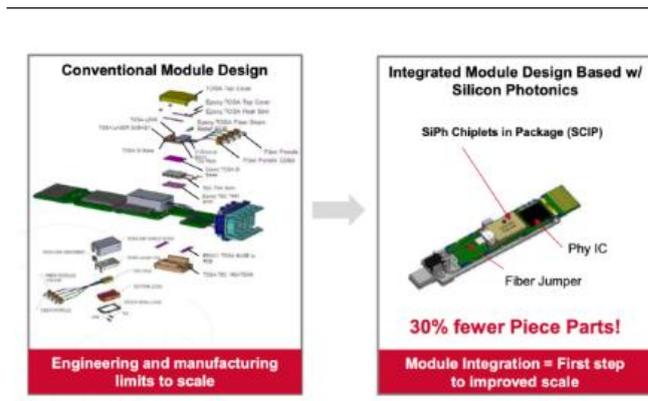
SiPh 硅光将电子和光子通过先进封装集成到同一芯片中, 信号可以通过光波导传输。在硅芯片中集成光波导元件可以同时处理电信号和光信号, 不但能够成倍提高处理器内核之间的数据传输速度, 而且可以缩小芯片尺寸。采用硅光集成, 可实现硅光芯片、激光器、驱动电芯片的单片集成, 光模块组装部件数量由大于 40 个减少到 2 个, 降低功耗和生产成本。

图63: 光模块向硅光模块演进及硅光芯片组成



资料来源: 探索者官微, 国信证券经济研究所整理

图64: 博通硅光模块器件相比传统光模节省了 30 多个

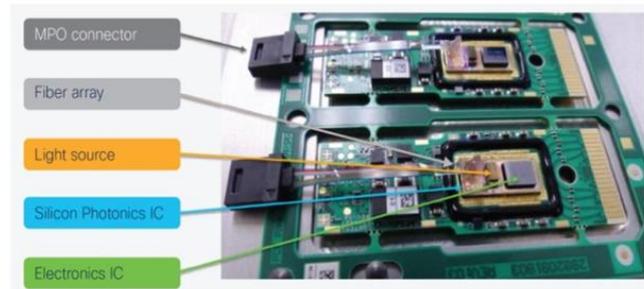
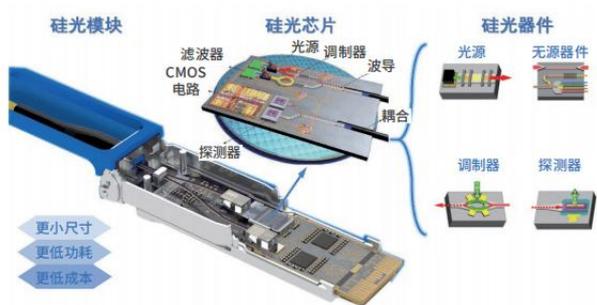


资料来源: 探索者官微, 国信证券经济研究所整理

硅光芯片中的光器件分为有源器件和无源器件, 有源器件包括激光器、调制器和光电探测器; 无源器件包括平面波导、光栅或边缘耦合器等。基于这些元器件, 可以构成光发射/接收芯片, 并开展阵列化的应用, 最终通过光子集成技术 (Photonic Integrated Circuit, PIC) 来实现硅光芯片。

图65: 光模块架构

图66: 硅光模块实例



资料来源：华中科技大学武汉光电国家研究中心，国信证券经济研究所整理

资料来源：思科官网，国信证券经济研究所整理

表11: 硅光模块核心器件介绍

硅光模块核心器件	功能
激光源（外置）	外置光源（ELS, External Light Source）为硅光模块主流方案，70-100mW CW（Continuous Wave, 连续波）光源为主流产品。未来，异质集成和单片集成为硅光光源的重要方向。采用异质集成和外延生长（单片集成）的方式，可以实现更好的集成度，减小占用面积，减少组装环节，并且只需要晶圆级测试，因此在大规模量产时更具备成本优势，但是当前成熟度较低。
调制器	电光调制器是改变光信号强度、频率或相位的关键元件，完成从电信号到光信号的转换功能。马赫曾德尔调制器（MZM）和微环调制器（MRM）是两种广泛使用的主要调制器。硅基调制器已可支持单波 200Gb 以上速率的调制和传输
探测器	探测器将接收到的光信号转化为电信号。在英特尔的硅光模块中，负责监控激光器和调制器的探测器是采用的硅基 III-V 族异质集成探测器，而在接收端负责转换光信号的探测器则是采用的锗硅探测器
光波导	光波导用于将光源产生的光束，沿着特定路径导向到需要的位路，并在芯片内部传输信息。
耦合	光耦合器则主要用于实现芯片与外部器件、芯片之间的互连。光波导中的模场尺寸通常小于 1 μm，单模光纤中的模场直径一般是 8~10 μm，两者模场尺寸间的差异导致了较低的耦合效率和较大的耦合损耗。通过设计不同结构、不同材质的光耦合器件，使片上硅波导的光模场同单模光纤的光模场耦合相匹配从而达到最优的光耦合效率，通常使用端面耦合以及光栅耦合两种方式。
无源复用器件	实现不同波长携带的多路数据合并或分开。

资料来源：今日光电官微，国信证券经济研究所整理

LightCounting 预计，硅光芯片的销售额将从 2023 年的 8 亿美元增至 2029 年的略高于 30 亿美元。其中，基于 GaAs 和 InP 的光模块的市场份额将逐步下降，而硅光子（SiP）和铌酸锂薄膜（TFLN）PIC 的份额将有所上升。LPO 和 CP0 的采用也将促进 SiP 甚至 TFLN 器件的市场份额增长。

图67: 硅光模块市场预测（单位：美元）



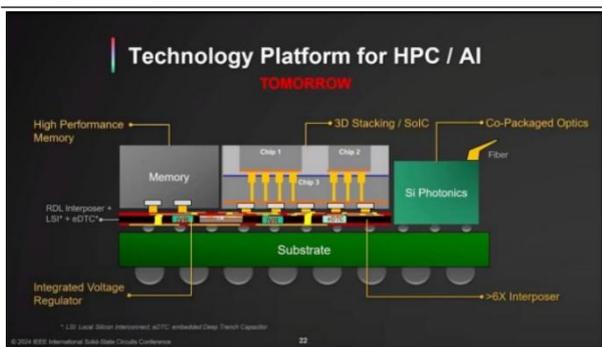
资料来源：lightcounting，国信证券经济研究所整理

台积电第一代 1.6 Tbps 硅光子和 CP0 产品有望于 2025 年量产。台积电硅光（SiPh）和光电合封（CP0）技术战略取得重大进展，近日成功实现 CP0 与先进半导体封装技术的集成。CP0 关键技术微环调制器（MRM），预计 2025 年初可以交付样品，有望

在 2025 年下半年量产 1.6Tbps 光电器件。这将开启 CPO 与高性能计算(HPC)和 AI ASIC 芯片的集成之路，实现计算从电信号传输到光信号的重大飞跃。

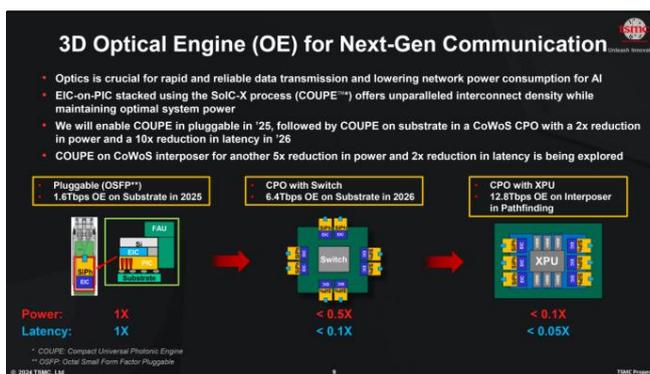
台积电与日月光和富士康等大厂联合成立了 SiPh 联盟，以推动硅光技术标准协议，整合上下游资源，共同推动台湾加速 SiPh 产业发展。台湾工研院产学研国际战略中心指出，AI 与高端数据中心将是硅光子市场爆发的突破点，预期该技术将从光收发器演进至 CPO 和 Optical I/O。预估 2022 年至 2027 年全球 SiPh 硅光裸片市场年复合增长率高达 48.2%，异质集成与先进封装的实现将成为技术发展重点，但需要更多创新材料。

图68：新一代 HPC/AI 技术平台将通过先进封装集成逻辑芯片、存储器和硅光器件



资料来源：TSMC，国信证券经济研究所整理

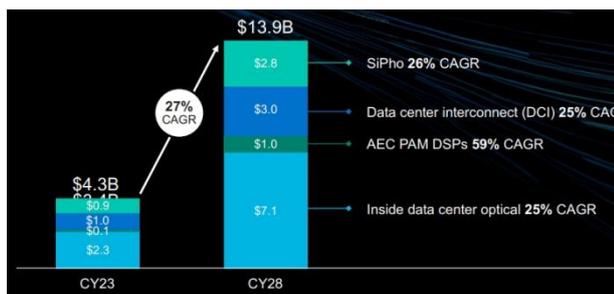
图69：TSMC 针对新一代网络通信的 3D 光学引擎发展规划



资料来源：TSMC，国信证券经济研究所整理

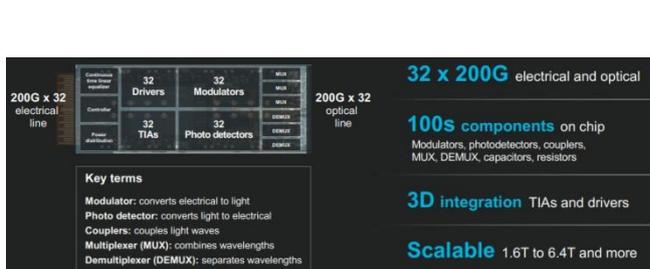
Marvell 在 2024 年的“AI Era 的加速基础设施”活动上预测，未来对于 ChatGPT 5.0 等更复杂的 AI 大模型将会在 10 万级甚至百万级的更大规模 XPU 集群上训练，预计需要五层交换技术，光互联需求比例或提升至 1:5 乃至 1:10。预计到 2028 年硅光的市场规模达到 28 亿美元，5 年 CAGR 为 26%。

图70：Marvell 数据中心内互联 TAM 市场预测



资料来源：Marvell，国信证券经济研究所整理

图71：Marvell 未来 6.4T 硅光模块结构



资料来源：Marvell，国信证券经济研究所整理

光器件产业相关核心公司包括：

- **天孚通信**：主要从事光器件的研发、生产和销售，是业界领先的光器件整体解决方案提供商和先进光学封装制造服务商，客户覆盖光通信、激光雷达、生物光子学等领域。公司聚焦于光通信行业，不断提升核心业务能力。公司持续推进高速率器件业务提质扩容，提高工艺技术水平 and 客户交付量；同时积极进行适用于各种特殊应用场景的 Fiber Array 器件产品开发、适用于硅

光模块特殊光纤器件及单通道高功率激光器产品开发、单波 200G 光发射器件的开发、适用于高速光模块的多通道接收波长解复用器件（POSA）的开发等。公司 2024 年前三季度实现营收收入 23.95 亿元，同比增长 98.55%；归母净利润 9.76 亿元，同比增长 122.39%。

- **太辰光：**专注光通信器件、光传感产品研发与销售的企业，主要从事光通信器件及其集成功能模块、光传感产品及解决方案的研发、制造和销售，其产品广泛应用于电信网络、数据中心等领域，主要客户包括通信运营商、数据中心运营商及政企用户。太辰光在光器件行业优势显著，凭借技术、产品、市场、研发和产业布局等方面的实力，成为国内领先的光器件企业。公司注重研发创新，不断推动光器件的升级换代，通过产业布局的优化，进一步提升竞争力。公司 2024 年前三季度实现收入 9.16 亿元，同比+47.00%；归母净利润 1.46 亿元，同比+39.09%。
- **仕佳光子：**主营业务为光芯片及器件、室内光缆、线缆材料的研发、生产和销售，主要产品有 PLC 分路器芯片、AWG 芯片、DFB 激光器芯片等，客户涵盖电信运营商、光模块制造商等。公司在光器件行业优势显著。技术上，拥有“无源+有源”IDM 双平台，与中科院半导体所合作，成果突出。产品竞争力强，PLC 分路器芯片全球市占率第二，AWG 芯片等产品优势明显，客户优质。生产设施先进，管理团队专业，各业务协同发展，有力推动其在光器件领域的发展。公司 2024 年前三季度实现营业收入 7.29 亿元，同比增长 35%，归母净利润 3621 万元，同比增长 231%。

硅光产业相关受益公司包括：

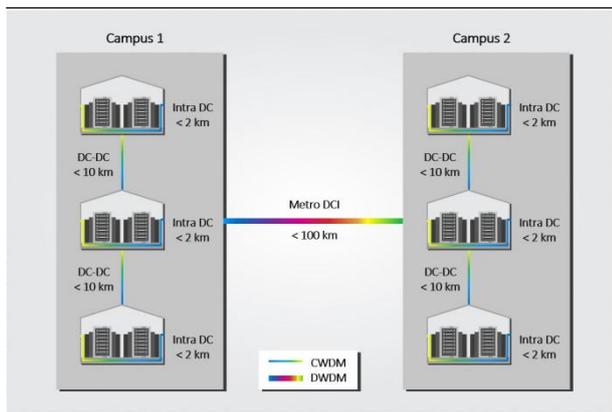
- **源杰科技：**主营业务为光芯片的研发、设计、生产与销售，主要客户有海信宽带、中际旭创、铭普光磁等光模块厂商以及中国移动、中国联通、中国电信、AT&T 等运营商。源杰科技在硅光行业优势显著，采用 IDM 模式，拥有两大芯片制造平台和八大技术，技术自主可控且产品性能优。其 2.5G、10G、25G 芯片技术水平高，出货量领先，还深度布局 CW 光源。公司客户涵盖国际前十大及国内主流光模块厂商和大型通讯设备商，品牌知名度高，有望受益于硅光模块渗透率提升。公司 2024 年前三季度实现收入 1.78 亿元，同比增长 91.20%；归母净利润-55 万元，同比下降 102.56%。

◆ 数据中心规模建设开始拉动数据中心互联 DCI 需求

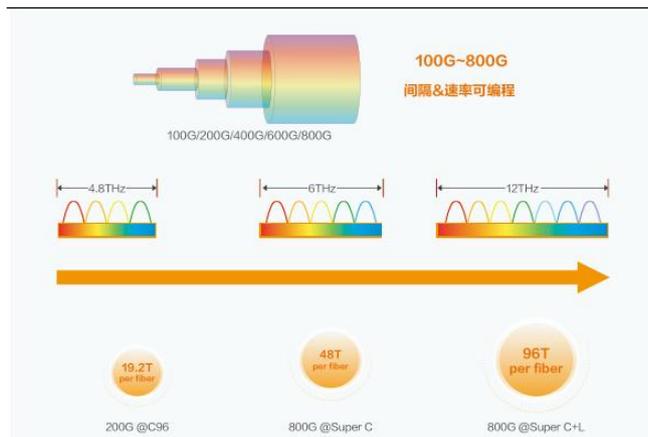
智算中心的发展也提升了数据中心间互联（DCI）带宽的需求。DCI 传输距离可达百公里级，需要使用基于相干光通信架构的密集波分复用系统。目前商用系统的单波最高速率已达到 1.6T，采用 3nm 工艺和 100GHz 光电子器件。在单纤容量方面，C+L 双波段系统已成功实现商用，使光纤可用频谱达到了 12 THz，可支撑近百 T 容量。

图72：数据中心 DCI 场景

图73：华为 DCI 大带宽解决方案可支持 96T 容量



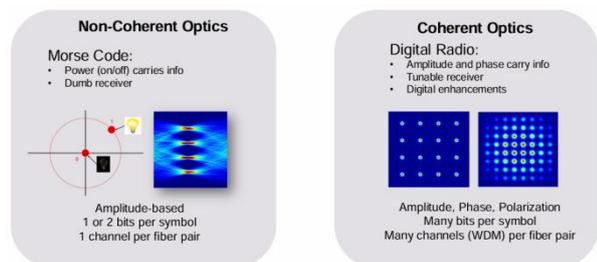
资料来源: Effect Photonics, 国信证券经济研究所整理



资料来源: 华为官网, 国信证券经济研究所整理

相干技术具有高谱效率、高性能等优势, 在城域 DCI 中占主导地位。非相干传输局已经接近物理传输距离极限, 长距离下信号相互扰动会被放大, 造成 0/1 识别误差。相干光模块使用相干检测技术提高了接收灵敏度和频谱效率, 另外使用 DSP (数字信号处理) 的技术实现了由长距离光纤传输过程中累积的波长失真的补偿。因此拥有相干技术的光通信/光模块设备厂商在 DCI 领域拥有核心优势。

图 74: 非相干 Non-Coherent (IMDD) 对比相干 Coherent 信号检测



资料来源: Ciena, 国信证券经济研究所整理

图 75: Coherent 相干在高速率远距离传输站主导低位

		400G	800G	1.6T	3.2T
Around DC	Metro DCI <100km	Coherent	Coherent	Coherent	Coherent
	Campus <20km	IMDD	IMDD / Coherent	IMDD / Coherent	Coherent
Inside DC	Fabric <2km	IMDD	IMDD	IMDD / Coherent	IMDD / Coherent
	AI Cluster Optics <500m	IMDD	IMDD	IMDD	IMDD / Coherent

资料来源: Ciena, 国信证券经济研究所整理

云厂加大数据中心互联战略布局。Lumen Technologies 在 2024 年 8 月宣布, 在人工智能推动的连接需求的推动下, 该公司已获得 50 亿美元的新业务, 且未来有望获得另外 70 亿美元的人工智能销售机会。而在 2024 年 7 月微软宣布与网络系统提供商 Lumen Technologies 建立新的合作伙伴关系, 旨在扩展其 AI 网络的容量和能力。在 2024 年 10 月, 10 月 21 日晚, 美国光纤网络运营商 Lumen 与 Meta 签署合作, Lumen 将帮助 Meta 显著增加其网络容量, 帮助 Meta 推动其 AI 业务的发展。Lumen Technologies 创立于 1930 年, 为仅次于 AT&T 和 Verizon 的美国第三大固网电信公司, 全球范围内拥有约 450,000 英里的路由光缆。该公司将为其重要客户提供网络输出业务。

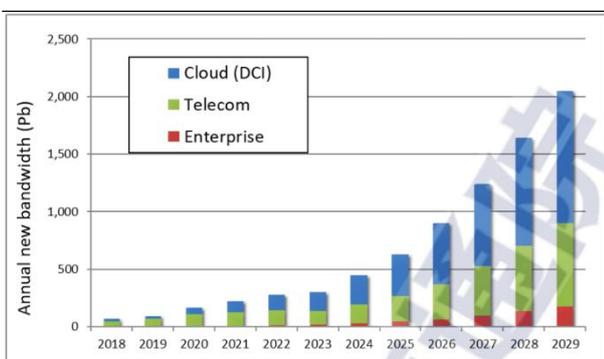
图 76: Lumen technologies 已与多家云厂深度合作



资料来源：Lumen technologies 官网，国信证券经济研究所整理

根据 Mordor intelligence 报告，DCI 市场规模预计到 2024 年为 141.2 亿美元，预计到 2029 年将达到 283.8 亿美元，未来五年复合年增长率为 14.98%。

图 77：全球相干光传输网络带宽增长



资料来源：信通院，国信证券经济研究所整理

图 78：DCI 未来市场空间预测



资料来源：Mordor intelligence，国信证券经济研究所整理

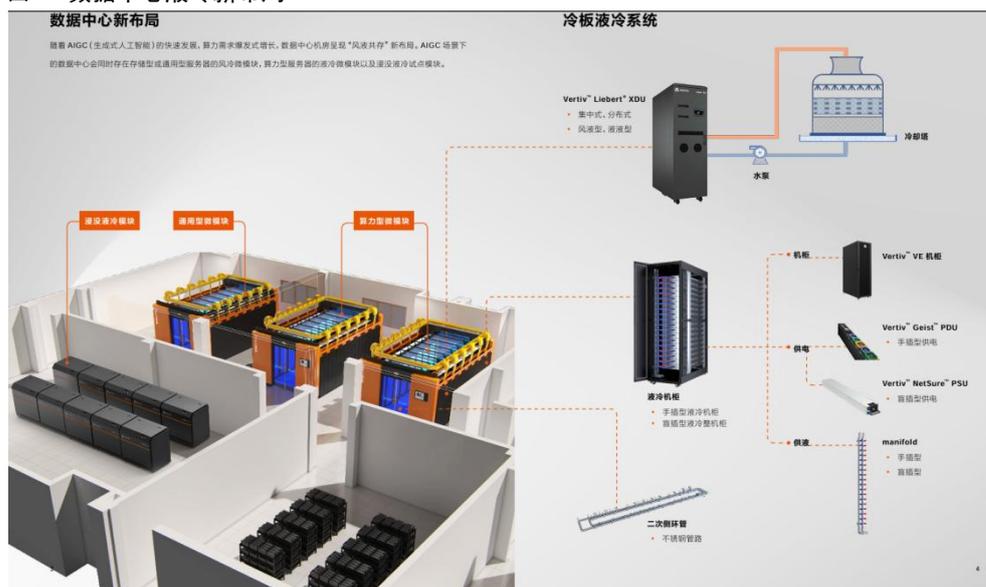
数据中心互联 DCI 产业相关受益公司包括：

- **德科立：**专业从事光收发模块、光放大器、光传输子系统的研发、生产和销售的高新技术企业，其客户覆盖中兴通讯、中国移动、中国电信、国家电网等知名企业。德科立在 DCI 光模块领域优势显著。凭借先发优势，构建起多元产品体系，涵盖光收发模块、光放大器等。其产品技术和成本领先，制造工艺先进，具备垂直制造能力。客户资源优质，长期服务于众多知名企业。技术研发实力强，拥有多项专利与著作权，在超长距光传输技术上优势突出。公司 2024 年前三季度公司实现营业收入 6.01 亿元，同比增长 9.45%；归母净利润 7629 万元，同比增长 15.03%；扣非净利润 5275 万元，同比增长 35.44%。
- **长飞光纤：**全球领先的光纤预制棒、光纤、光缆及综合解决方案提供商，业务覆盖全球 90 多个国家和地区，客户广泛涉及通信、公用事业、运输、石油化工及医疗等行业。公司积极创新，拥有领先的预制棒技术，是全球唯一掌握 PVCD、VAD、OVD 三大主流预制棒制备技术并实现产业化的企业，为光纤生产提供高质量、高性能的基础。其自研的新一代干线光纤 G.654.E 已广泛应用于国内外多个国家网络建设，部署超百万芯公里。此外，空芯光纤实现了超低损耗、低色散和接近光速传播，建成全球首个空芯光纤 800G 传输试验网。公司 2024 年前三季度实现营业收入 86.94 亿元，同比下降 13.31%，归母净利润 5.73 亿元，同比下降 34.94%。

数据中心技术变革-散热：单机柜密度提升，液冷加速落地

随着 AIGC（生成式人工智能）的快速发展，算力需求爆发式增长，数据中心机房呈现“风液共存”新布局。随着 IT 设施的升级和市场需求的不断变化，智算中心的发展将推进供配电架构、冷却系统等各产业链环节以及服务模式的革新，引领数据中心产业向更高效、智能、绿色的方向发展优化升级。AIGC 场景下的数据中心会同时存在存储型或通用型服务器的风冷微模块，算力型服务器的液冷微模块以及浸没液冷试点模块。

图79: 数据中心液冷新布局



资料来源：Vertiv 官网，国信证券经济研究所整理

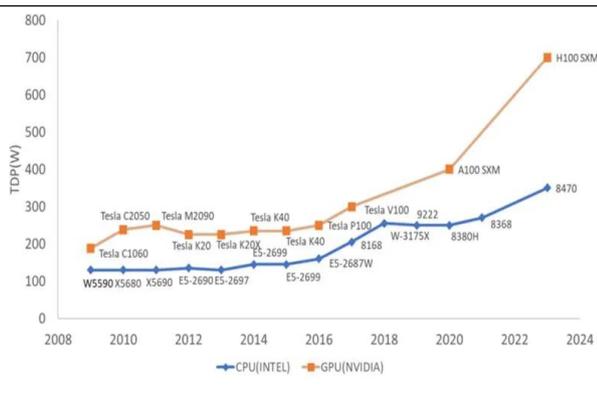
◆ 算力升级功耗不断提升，散热需求驱动散热技术由风冷转向液冷

数据中心单芯片功耗不断提升。随着 AI 计算、HPC 计算等高性能计算需求的不断提升，CPU、GPU 等计算芯片正朝着高算力和高集成方向发展。目前，Intel 的多款 CPU 芯片的热设计功耗（TDP）已经超过 350W，而 Nvidia 的 H100 系列 GPU 芯片的 TDP 更高达 700W，新的 B200/300 芯片已经超过 1000W。在通用服务器中，CPU/GPU 等计算芯片的功耗占比约为 50%左右，而在 AI 服务器中，计算芯片的功耗占比更高达 80%以上。

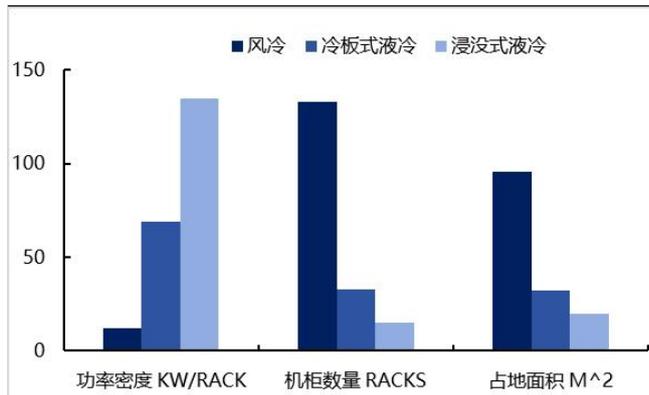
芯片功率密度的持续提升直接制约着芯片散热和可靠性，传统风冷散热能力越来越难以为继。液冷系统常用介质有去离子水、醇基溶液、氟碳类工质、矿物油或硅油等多种类型；这些液体的载热能力、导热能力和强化对流换热系数均远大于空气；因此，针对单芯片，液冷相比于风冷具有更高的散热能力。

图80: CPU/GPU TDP 变化趋势

图81: 液冷同比风冷散热能力（2MW 机房）



资料来源：阿里云官网，国信证券经济研究所整理



资料来源：中兴通讯《液冷技术白皮书》，国信证券经济研究所整理

液冷对比风冷技术优势明显。液冷技术现阶段需求驱动“核心是 PUE”，未来规模应用“关键是 TCO”。2018 年 3 月，在中国电信广州数据中心冷板式液冷微模块试点项目中，安装冷板式液冷微模块（2 列服务器机柜）和风冷微模块各 1 个，液冷微模块 PUE 值约 1.2，风冷微模块 PUE 值约 1.4，冷板式液冷节能效果明显。

表 12：液冷技术对比

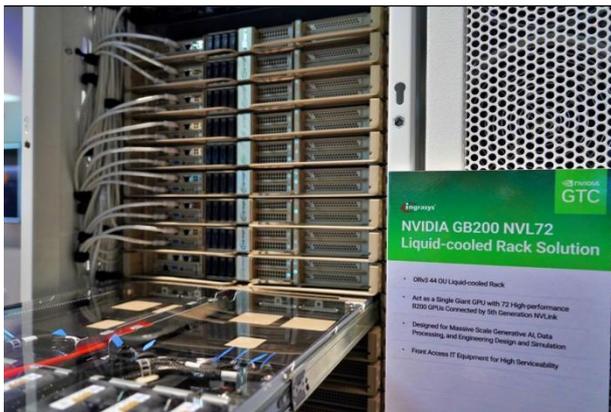
液冷方案	非接触式液冷		接触式液冷	
	冷板式	浸没式液冷		喷淋式
		相变浸没式	单相浸没式	
投资成本	初始投资中等，运维成本低	初始投资及运维成本高	初始投资及运维成本高	结构改造及液体消耗成本大，液冷系统初始投资成本低
PUE	1.1-1.2	<1.05	<1.09	<1.1
可维护性	较简单	复杂		复杂
供应商	华为、浪潮、曙光、联想、超聚变等主流供应商	仅曙光	阿里巴巴、H3C、绿色云图、云酷智能、曙光数创	仅广东合一
应用案例	多	超算领域较多	较多	数据中心场景无批量使用
分析	初始投资中等，运维成本低，PUE 收益中等，部署方式与风冷相同，从传统模式过渡较平滑	初始投资最高，PUE 收益最高，需使用专用机柜，服务器结构需改造为刀片式	初始投资较高，PUE 收益较高，部分部件不兼容，服务器结构需改造	初始投资较高，运维成本高，液体消耗成本高，PUE 收益中等，部署方式同浸没式，服务器结构需改造

资料来源：中国移动《冷板液冷服务器设计白皮书》，国信证券经济研究所整理

以英伟达 GB300 为例，有望全面采用液冷。上一代 B200 芯片高达 1000W 的 TDP 实际上已超过了传统风冷散热的极限。在 B300 芯片上，风冷散热方案无法压住 1400W 的功耗，整个 GB300 机柜预计功耗超过 140kW，预计需要改用液冷方案。

图82：英伟达 GB200 机柜液冷方案

图83：鸿海科技散热解决方案



资料来源：英伟达 GTC，国信证券经济研究所整理

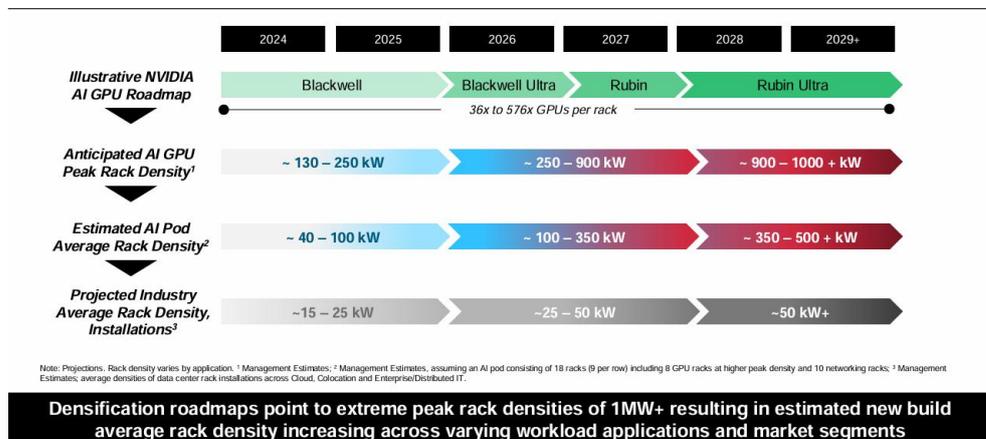


资料来源：鸿海科技官网，国信证券经济研究所整理

◆ 全球龙头 Vertiv 预计单机柜功率达 1mw，我国企业积极推动液冷技术发展

温控龙头企业 Vertiv 预计未来数据中心单机柜功率或达到 1MW。Vertiv 在 2024 年 11 月的投资者交流中反馈，预计 2023-2029 年共新增 100GW 数据中心，平均每年新增 13-20GW，全球存量数据中心目前仅为 40GW。数据中心单机柜功率有望达 1MW+。预计 blackwell 机柜峰值密度 130-250kW，未来 rubin ultra 机柜峰值密度 900-1000+kW，而 24-25 年行业平均机架密度仅 15-25kW。

图84: Vertiv 展望未来机柜密度增长



资料来源：Vertiv 官网，国信证券经济研究所整理

我国企业积极推动液冷发展：

- 运营商：规划 2024 年启动规模测试，其中新建的数据中心项目将有 10%进行规模试点应用液冷技术。到 2025 年，预计将有 50%以上的数据中心项目应用液冷技术。

图85: 运营商液冷技术规划



资料来源：三大运营商《电信运营商液冷技术白皮书》，国信证券经济研究所整理

- 互联网云厂（以阿里为例）：2020年1月6日，阿里巴巴在ODCC（开放数据中心委员会）公开了其液冷数据中心规范，希望与合作伙伴共同开发面向云的大规模数据中心基础设施的开放标准。2023年10月，2021杭州云栖大会，阿里云携手英伟达，宣布将为客户提供搭载英伟达A100 GPU的新一代浸没式液冷服务器集群解决方案。
- 服务器厂商（以浪潮为例）：2022年浪潮信息发布全栈液冷产品，通用服务器、高密度服务器、整机柜服务器、AI服务器等四大系列均支持冷板式液冷，同时浪潮信息亚洲最大液冷数据中心研发生产基地正式投产，年产能达到10万台，实现了业界首次冷板式液冷整机柜的大批量交付，并进一步升级液冷智算中心解决方案，实现数据中心PUE<1.1。

图86：磐久服务器-高性能异构计算机型发布现场



资料来源：阿里云官网，国信证券经济研究所整理

图87：浪潮信息液冷解决方案



资料来源：浪潮信息官网，国信证券经济研究所整理

预计2026年，中国智算中心IT负载规模将超3000MW，产业潜力巨大。2023年，中国投用智算中心总IT负载达到1205.5MW，同比增长41.6%。智算中心项目主要落地东部经济产业发达地区。计算逐步向“智算”变革，数据中心向智算中心演变已成为行业必然趋势。科智咨询预测，中国智算中心规模将以36%的复合年增长率（CAGR）快速增长，预计2026年，中国智算中心IT负载规模将超3000MW。

液冷产业相关核心公司包括：

- **英维克**：专注精密温控节能解决方案的企业，主营业务涵盖数据中心、储能、电子散热等温控领域，客户覆盖电信、电网、互联网、新能源等行业的众多头部企业。英维克在液冷行业优势显著。技术上，是国内唯一拥有全链条液

冷技术的企业，持续创新推出 3D-TVC 零功耗相变液冷等技术，24 年推出应用于储能 PCS 的 Pack+PCS 融合液冷机组，变流器可实现 55°C 下不降额且解热能力提升 30%。产品性能上，高效散热、节能显著，可降低能耗相比传统风冷数据中心能耗降低约 30%-50%。客户资源丰富，覆盖多行业头部企业，且合作紧密。项目经验丰富，交付超 900MW。行业地位高，参与国际标准制定。公司 2024 年前三季度实现营收 28.72 亿元，同比增长 38.6%；归母净利润 3.53 亿元，同比增长 67.8%。

数据中心服务业务逐步回暖，有望迎来新一轮增长

智算中心（新型数据中心）需求景气度高，服务商积极开拓新业务。与传统数据中心不同，新型数据中心所承载的芯片、服务器功率密度高，市场服务模式更加多元高效，能更好地适应数字化、网络化、智能化的现代需求。算力中心服务商的基础业务主要包括服务器托管、应用托管等基础业务，而越来越多的客户不满足于简单的托管和主机租用，对算力中心增值服务和灵活的服务模式表现出越来越多的需求。

图88: 新型数据中心（智算中心）提供服务类型



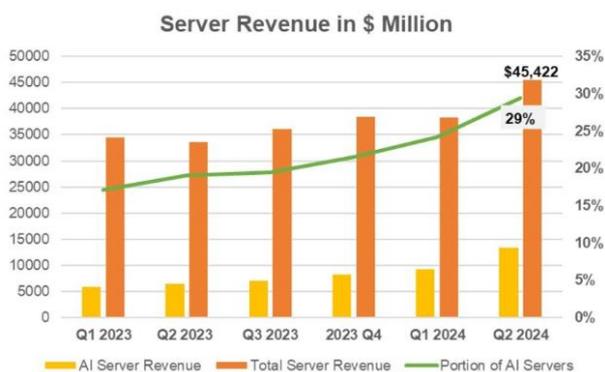
资料来源：信通院，国信证券经济研究所整理

◆ 全球 AI 加速服务器业务快速提升，国产品牌份额持续增长

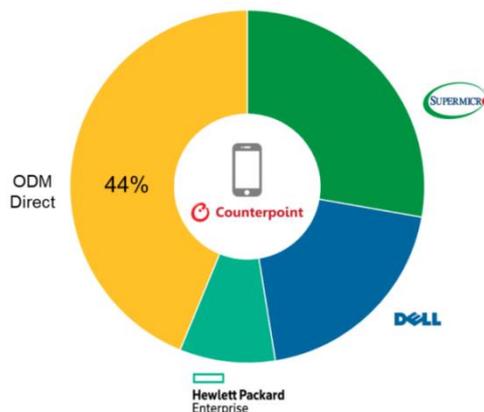
根据 Counterpoint Research 数据显示，2024 年第二季度，全球服务器收入飙升至 454.22 亿美元，同比增长 35%，在人工智能技术热潮的推动下，对 AI 服务器的需求急剧上升，进而促进了整个服务器市场的快速增长。AI 服务器在所有服务器销售中所占比例已接近 30%。

图89: 全球 AI 服务器市场规模（截止 2024 年 H1）

图90: 全球 AI 服务器市场份额（截止 2024 年 H1）



资料来源: Counterpoint, 国信证券经济研究所整理

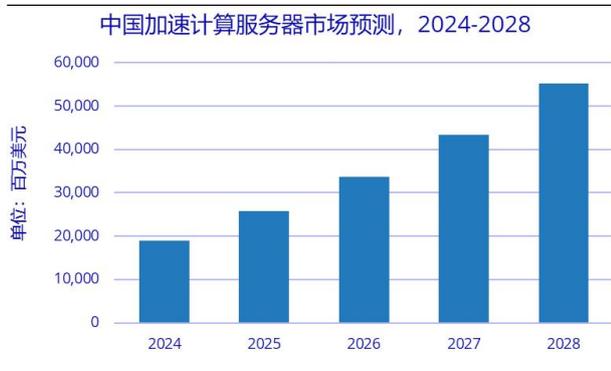


资料来源: Counterpoint, 国信证券经济研究所整理

根据 Counterpoint Research 数据显示, 2024 年中国加速服务器市场规模将达到 190 亿美元, 同比 2023 年增长 87%。其中 GPU 服务器依然是主导地位, 占据 74% 的市场份额。到 2028 年, 中国加速计算服务器市场规模将超过 550 亿美元, 其中 ASIC 加速服务器市场占比将接近 40%。

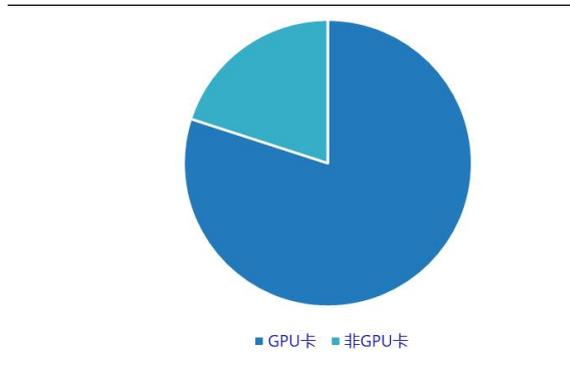
2024 上半年, 中国加速芯片的市场规模达超过 90 万张。从技术角度来看, GPU 卡占据 80% 的市场份额; 从品牌角度来看, 中国本土人工智能芯片品牌的出货量已接近 20 万张, 约占整个市场份额的 20%。用于推理的人工智能芯片占据了 61% 的市场份额。在加速卡入口受限之后, 由于数质化转型大趋势对于算力的持续需求, 中国本土品牌加速卡的市场份额存在一定程度的增长。

图91: 中国 AI 服务器市场预测



资料来源: IDC, 国信证券经济研究所整理

图92: 中国人工智能芯片市场份额 (截止 2024 年 H1)



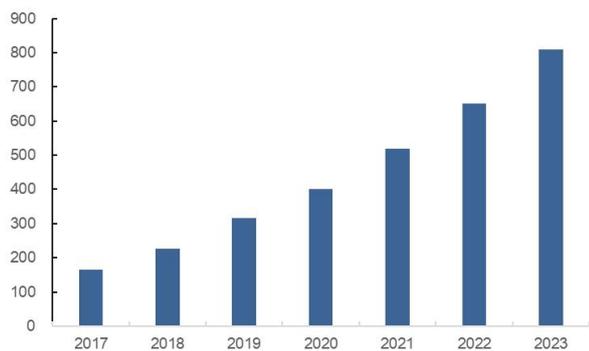
资料来源: IDC, 国信证券经济研究所整理

◆ 我国数据中心业务稳步增长, 头部服务商有望迎来快速发展期

我国算力中心建设规模和数量持续攀升。受益于“新基建”、“东数西算”的发展机遇以及爆发式增长的算力需求, 我国算力中心建设规模不断扩大。据中国信通院统计, 我国在用机架数量三年复合增长率约 30%, 截至 2023 年, 算力中心机架规模稳步增长, 全国在用算力中心机架总规模超过 810 万标准机架, 算力总规模达 230EFLOPS, 位居全球第二, 算力基础设施建设取得显著成效。

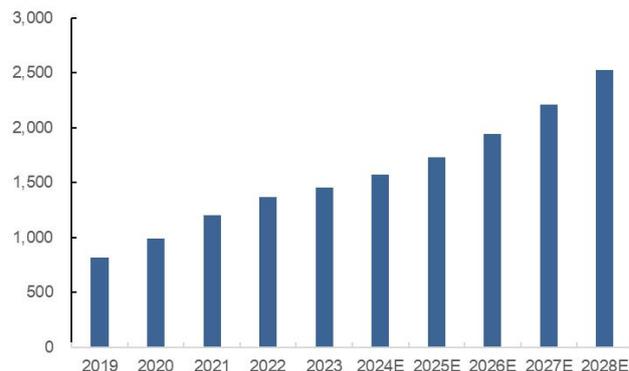
2023 年中国传统 IDC 业务市场规模为 1456.4 亿元, 同比增长 6.4%。随着 AI、大数据等新型技术发展, AI 应用开发以及元宇宙等业务创新推进, 将激发大量新的 IDC 需求, 中国传统 IDC 业务市场有望快速发展。预计到 2028 年, 中国传统 IDC 市场规模将超 2500 亿元, 预测期内 (2024-2028 年) 复合增长率达 12.6%。

图93: 我国算力中心总体在用机架规模 (单位: 万架)



资料来源: 信通院, 国信证券经济研究所整理

图94: 我国传统 IDC 业务市场规模及预测 (单位: 亿元)



资料来源: 科智咨询, 国信证券经济研究所整理; 备注: 中国传统 IDC 业务市场规模统计口径仅包括获得中国境内经营许可的服务商的传统 IDC 业务收入(含机柜、带宽、增值服务收入)。

根据 IDC 评测, 我国三大运营商仍占据主导地位, 市场份额占比约 60%, 但**第三方服务商仍然有较强竞争力**, 一是具备一线城市稀缺资源的区位优势; 二是随着客户需求向高功率密度机柜进阶, 第三方服务商的高质量机柜资源更符合客户需求; 三是随着客户数字化转型的加快, 第三方服务商凭借专业的建设和运营经验, 可以更快、更灵活的响应客户需求。

根据算力中心服务商的总体规模、能力建设、财务状况、绿色低碳、集约发展、国际布局等六方面, 信通院评估处我国算力中心服务商 TOP15 企业如下。

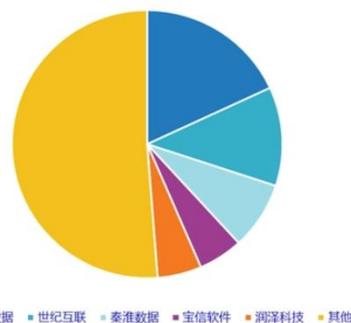
图95: 我国算力中心服务商指数 TP015 企业



资料来源: 信通院, 国信证券经济研究所整理

图96: 中国第三方数据中心服务商市场份额

中国 Top 5 第三方数据中心服务商市场份额, 2022

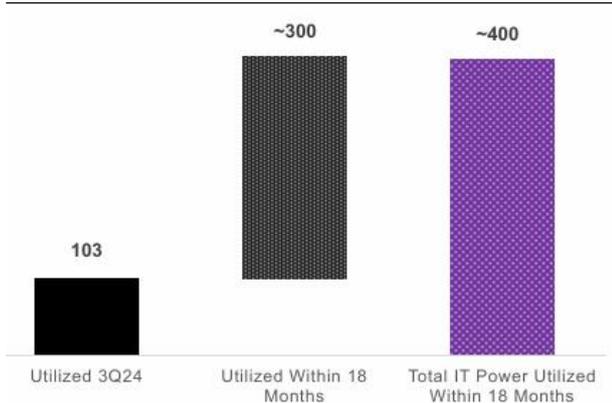


资料来源: IDC, 国信证券经济研究所整理

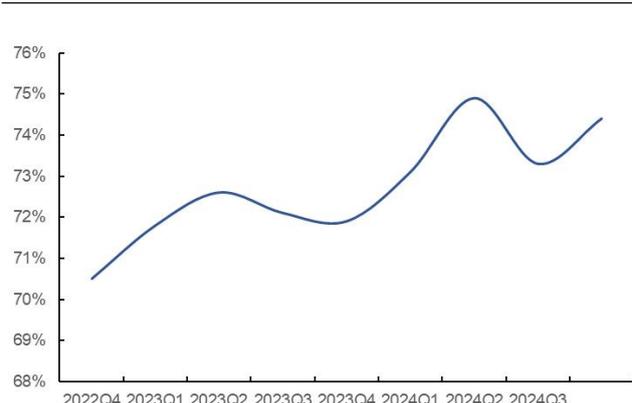
IDC 头部公司业务景气度回升——万国数据 2024 年第三季度实现了 18% 的收入增长和 15% 的调整后 EBITDA 增长。得益于东南亚持续高涨的市场需求, 万国数据马来西亚柔佛州 NTP 及印尼巴淡岛 NDP 园区新增净签约面积 16,011 平方米, 在该区域已获得 431MW 容量的订单。公司达成了一项位于泰国的土地收购协议, 将在曼谷东南部春武里府开发总 IT 容量约 120MW 的数据中心园区, 成为泰国第一个超大规模项目的数据中心运营商。公司预计未来四个季度, MSR (每平方米月度租金) 将下降约 2%, 上架显著提升。

图97: 万国数据 IT 用电量规划

图98: 万国数据上架率 (单位: %)



资料来源：万国数据财报，国信证券经济研究所整理



资料来源：万国数据财报，国信证券经济研究所整理

IDC 头部公司业务景气度回升——世纪互联 2024 年前三季度营收为 21.2 亿元人民币(3.022 亿美元),同比增长 12.4%;调整后 EBITDA 为 5.948 亿元人民币(8,480 万美元),同比增长 17.1%。其中：

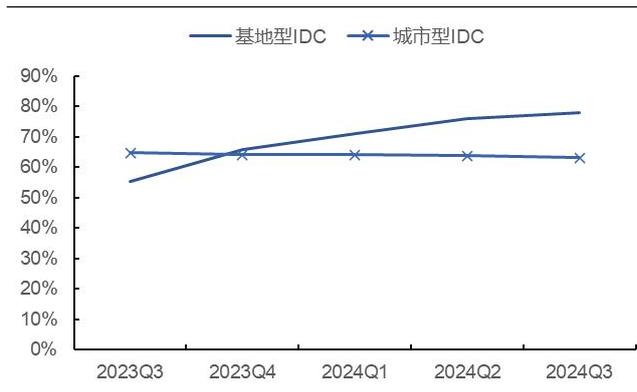
- **基地型业务：**2024 年 Q3 运营容量为 358MW。上一季度为 332MW；同比来看，2023 年同期为 290MW。2024 年 Q3，在建容量为 297MW。截至 2024 年 9 月 30 日，上架容量为 279MW。上一季度为 252MW；同比来看，2023 年同期为 161MW。2024 年第三季度环比增长 27MW，主要来自于 E-JS campus 02C 和 N-OR06 项目。2024 年 Q3，基地型机房上架率为 78.0%。环比来看，上一季度为 75.9%；同比来看，2023 年同期为 55.4%。
- **城市型服务：**2024 年 Q3 运营机柜数为 52,250 个。上一季度为 52,177 个；同比来看，2023 年同期为 52,200 个。2024 年 Q3 上架机柜数为 32,950 个。上一季度为 33,253 个；同比来看，2023 年同期为 33,845 个。2024 年 Q3，城市型机房上架率为 63.1%。上一季度为 63.7%；2023 年同期为 64.8%。

图99：世纪互联 2024 第三季度财务亮点



资料来源：世纪互联财报，国信证券经济研究所整理

图100：世纪互联上架率（单位：%）



资料来源：世纪互联财报，国信证券经济研究所整理

数据中心服务业务产业相关核心公司包括：

- **润泽科技：**快速崛起的超大规模算力中心服务商，专注于开发及运营超大规模、高等级、高效高性能算力中心集群，是一家算力中心整体解决方案服务

商，积极锚定智算市场，已交付十余个智算中心。润泽科技的竞争优势体现在多方面。运营模式上，坚持自投、自建、自持、自运维，保障机房稳定可靠，集采降低成本。基础设施与区位优势明显，全国五大区域、六大节点布局超大规模数据中心集群，上架率超 90%，毗邻一线城市卫星城。技术研发实力强，液冷等技术应用领先，拥有超百项专利。客户资源优质且稳定，涵盖互联网及云厂商、基础电信运营商。还积极响应国家“东数西算”政策，在行业中占据领先地位。公司 2024 年前三季度实现营收 64.10 亿元，同比增长 139.1%；实现归母净利润 15.14 亿元，同比增长 35.1%。

- **万国数据：**算力中心服务商综合实力排名第一，总体规模、能力建设、财务状况等指数较高，是中国领先的高性能算力中心开发商和服务商。万国数据以国内数字经济发展为契机，不断满足人工智能等技术广泛应用而催生的大量需求，其算力中心分布广泛，包括国内核心经济枢纽地区、一线城市周边地区以及海外中东、东南亚等区域。万国数据竞争优势显著。在资源布局上，国内广泛布局，在京津冀、长三角等四大区域超大规模布局，海外也积极拓展；交付能力强，新建项目预制化交付缩短工期超 30%；运营管理经验丰富且技术应用领先；产品能力紧跟芯片、服务器等设备迭代方向；能源使用上，可再生能源占比高；提供定制化服务，满足客户多样化需求。公司 2024 年前三季度实现营业收入约 29.66 亿元，同比增加 17.7%。
- **秦淮数据：**亚太新兴市场的超大规模算力基础设施解决方案服务商，专注于信息技术产业生态基础设施规划、投资、设计、建造和运营。其算力中心国内布局涵盖环首都区域、长三角区域和粤港澳区域国外市场集中在马来西亚、印度和泰国。智算方面，前瞻性地布局智算中心，其智算中心数量在业内排名靠前。在竞争优势方面。公司在集约发展与超大规模方面，拥有大规模算力基础设施，能满足客户对快速交付、低能耗等需求；国际布局上，海外业务拓展领先，可提供全球化服务；技术创新上，推出先进全栈解决方案，专利布局领先；绿色低碳方面，积极应用可再生能源，打造低碳数据中心；客户合作层面，与客户深度共生，客户长期留存率近 100%。
- **世纪互联：**科创型数字新基建企业，致力于为超大型客户提供业界领先的算力中心定制一站式解决方案，是云中立的互联网算力中心服务商。其算力中心主要布局在国内一线城市及周边区域。智算方面积极布局智算中心建设超 10 座，在业内排行榜中稳居前列。世纪互联是科创型数字新基建龙头企业。在业务模式与资源布局上，采用双引擎驱动模式，在 30 多个城市布局 50 多个数据中心，资源优势明显。技术创新方面，有数据管理专利技术，在 AIDC 业务也有创新。服务质量上，网络资源优质，有专业服务团队。其还有绿电供应保障和产业协同优势。在资本运作上，可引入战略投资者、创新融资渠道。并且客户资源雄厚。公司 2024 年前三季度实现营收 60.3 亿元，同比增长 9.03%；实现归母净利润 1.94 亿元，同比下降 196.64%。
- **数据港：**专注于算力中心定制化业务，以为大型算力中心用户定制化批发型算力中心服务为主，零售型算力中心服务和算力中心增值服务为辅，同时也是云计算中心服务商。其算力中心布局逐渐覆盖了京津冀、长三角、粤港澳大湾区等地。数据港在行业竞争优势显著。战略布局上，抓住“东数西算”机遇，覆盖京津冀、长三角、粤港澳大湾区等核心区域。技术创新上，采用绿色低碳技术和智能运维技术。服务质量方面，拥有优质客户资源，保持安全稳定运维。企业资质与标准制定上，有国资背景和多项荣誉资质，参与标准制定引领行业发展。公司 2024 年前三季度实现营收 11.83 亿元，同比增长 6.03%；实现归母净利润 1.05 亿元，同比增长 3.39%。

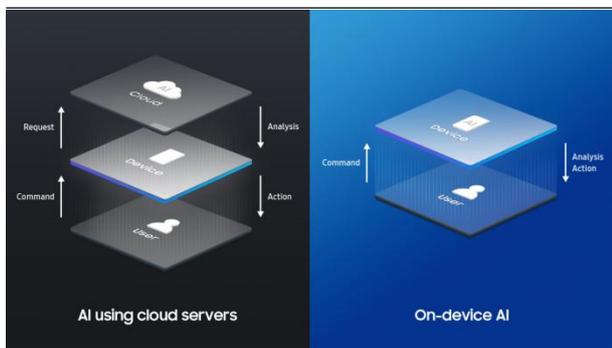
AI 应用拉动端侧 AI 及物联网 IOT 发展，AIOT 进入 2.0 时代

AI 应用拉动端侧 AI 发展。“端侧 AI”是指人工智能可以直接在移动设备上处理数据，而无需连接到服务器或云。它的好处包括低延迟、高安全性和高灵活性。端侧 AI 即使设备没有连接到网络，也可以随时使用。要充分地实现这一技术，强大的嵌入式神经网络处理器（NPU）性能至关重要。

高通发布端侧 AI 芯片，解决移动端侧 AI 计算瓶颈。虽然大模型在积极小型化，但受到端侧计算能力、内存空间等限制，模型的减配、压缩也会折损标准通用基础大模型的性能表现。在今年 10 月底的高通骁龙峰会上，高通宣布和智谱、腾讯混元合作，共同推动端侧 AI 模型部署和落地。

AIOT 智联即 AI 与端侧的 IoT 在实际应用中的结合。它将人工智能算法和计算能力直接部署在边缘设备上，如智能手机、PC、智能家居、可穿戴设备、汽车、工业传感器等。

图101: 端侧 AI 芯片



资料来源：三星官网，国信证券经济研究所整理

图102: 高通骁龙 8 至尊版的性能大幅提升



资料来源：高通官网，国信证券经济研究所整理

端侧 AI 运行在端侧大模型上，这些模型通常部署在本地设备上。基于大模型在端侧部署的特点和优势，已落地或即将落地的应用场景包括：智能手机、智能家居、可穿戴设备、自动驾驶汽车、工业自动化、医疗设备等。随着 5G 技术的日益成熟以及 AI 和 IoT 的蓬勃发展，AIoT 展现出巨大的市场价值。城市端 AIoT 业务的逐步落地以及边缘计算的初步普及更促使 AIoT 市场进一步发展。

图103: 端侧 AI 大模型定义



资料来源：头豹研究院，国信证券经济研究所整理

图104: 端侧 AI 应用场景



资料来源：广和通官微，国信证券经济研究所整理

可穿戴设备, AI 玩具等应用已规模落地。AI 耳机新增智能体带来多样化功能应用。

相对于传统 TWS 耳机的 ANC 降噪功能，当前 AI 耳机在环境降噪、通话质量提升等方面均有智能化升级，例如字节跳动收购 Oladance 后发布的首款 AI 智能体耳机，支持英语陪练、旅行导游、百科问答、音乐和情绪陪伴等。基于儿童本身词汇量有限且存在情感陪伴的需求，AI 陪伴玩具有望成为 AI Agent 最容易且最优的落地场景之一。初创公司 FoloToy 已开发 Fofo-火火兔、Meow-米兔、Octopus-八爪鱼、Cactus-仙人掌、Kola-慢慢熊等多款 AI 陪伴玩具/早教机。

图105: 科大讯飞 AI 会议助理



资料来源：科大讯飞，国信证券经济研究所整理

图106: AI 陪伴玩具产品图示



资料来源：FoloToy 官网，国信证券经济研究所整理

我国物联网快速增长。2024 年 9 月，我国工信部发布了《关于推进移动物联网“万物智联”发展的通知》。数据显示，截至 2024 年 7 月底，移动物联网连接数已然达到了 25.47 亿，在移动网终端连接数中占据了 59% 的比重。工信部在通知中勾勒了一幅 2027 年的美好蓝图：移动物联网终端连接数力争突破 36 亿，其中 4G/5G 物联网终端连接数占比达到 95%。RedCap 技术的突破，将成为实现这一宏伟目标的关键一环。

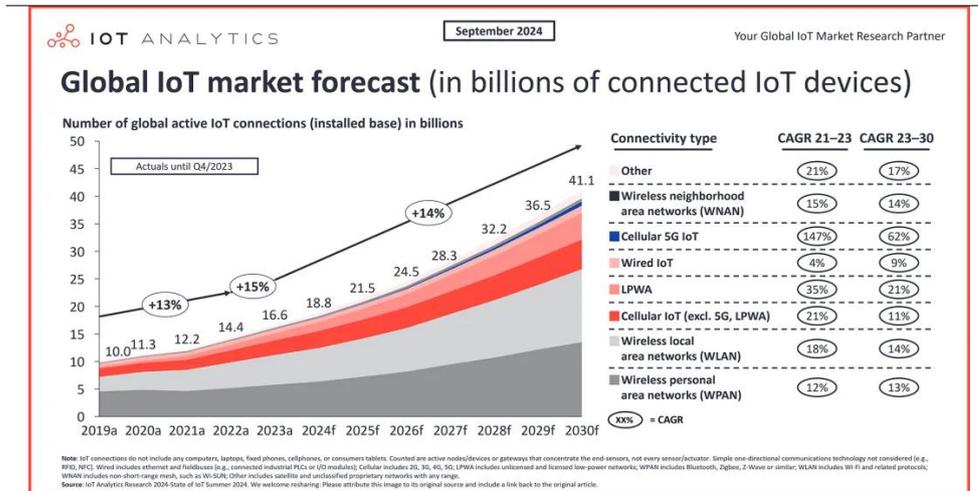
图107: 我国物联网发展情况



资料来源：工信部，国信证券经济研究所整理

市场研究机构 IoT Analytics 的预测到 2024 年底，全球联网物联网设备数量将增长 13%，达到 188 亿台。而在企业物联网采用者中，51% 的企业计划在 2024 年增加物联网预算，其中 22% 的公司更是打算将预算比 2023 年提高 10% 以上；在 AI 的拉动下，到 2030 年，全球互联 IoT 设备的数量将增长到 400 亿台。

图108: 全球物联网终端预测



资料来源：IOT ANALYTICS 官网，国信证券经济研究所整理

物联网、终端产业相关核心公司包括：

- **移远通信**：全球领先的物联网整体解决方案供应商，主营业务包括蜂窝、智能等模组及相关服务，主要客户覆盖智慧交通、智慧能源、金融支付、智慧城市、智慧农业、智慧工业、智慧生活、医疗健康、智能安全等领域的家企业客户，业务遍及 150 多个国家和地区。移远通信在物联网领域优势显著。在技术创新方面，2024 年推出符合 3GPP R17 标准的 5G-A 模组 RG650E 和 RG650V 系列，性能出色；打造 5G RedCap 模组，推动 5G 普及。还推出高算力模组 SG885G-WF 等，算力高达 48 TOPS，并提供大模型解决方案。在卫星物联网领域也布局丰富，有多款卫星通信模组。此外，移远通信的边缘计算智能模组荣获 2024 年度“IOTE 金奖”创新产品。其以创新技术为各行业提供优质解决方案，助力物联网发展。公司 2024 年实现营业收入 132.5 亿元，同比+32.9%；实现归母净利润 3.6 亿元，同比+2078.7%。
- **美格智能**：领先的无线通信模组及解决方案提供商，主营业务为无线通信模组以及物联网解决方案。其客户涵盖智能穿戴、智能家居、智能交通等多个领域。美格智能在物联网行业的创新优势显著，2024 年推出高算力 AI 模组系列，如 SNM970 等，算力覆盖 11~48Tops，可在端侧运行大模型。其 5G RedCap 模组 SRM813Q 荣获 IOTE 2024 创新产品金奖。还全球首发 5G-A FWA 解决方案，支持毫米波、Sub-6GHz、Wi-Fi 7 等，可构建高速率家庭网络。公司 2024 年前三季度实现营收 21.82 亿元，同比增长 39.90%；实现归母净利润 9135.64 万元，同比增长 33.05%。
- **广和通**：领先的物联网无线通信模组解决方案提供商，主营业务包括研发、生产和销售各类无线通信模组及通信解决方案，主要客户覆盖车联网、移动办公、智慧零售等领域。公司积极创新，产品线丰富，涵盖 5G、4G、3G、2G、NB-IoT 等各类无线通信模组，能满足不同行业和客户的多样化需求。在 AIoT 布局上，积极布局 AIPC 领域，为端侧 AI 发展提供有力支持。此外，5G RedCap 模组 FG132 系列凭借卓越产品特性和典型商用案例，荣获 2024 Mobile Breakthrough Award，在移动宽带、工业互联等场景中表现强劲。同时，公司在全球物联网模组市场中占据一定的份额，与移远通信、中移物联网等企业共同占据了全球市场的一半份额，具有较强的市场竞争力。公司 2024 年前三季度实现营业收入 62.17 亿元，同比增长 5.12%；实现归母净利润 6.52 亿

元，同比增长 43.22%。

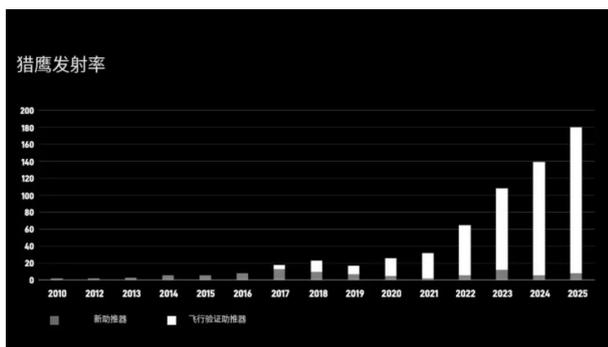
- **中兴通讯：**中兴通讯是国内通信基础设施行业龙头，全球四大主流通信设备供应商之一，具备 DICT 全系统端到端产品交付能力，客户覆盖运营商、政企、消费者。公司坚持自主创新，积极布局“算力+连接”业务。“算力”方面推出了服务器及存储、数据中心交换机、数据中心、星云系列大模型等产品，“连接”方面积极布局智能手机、智能终端业务。全面打造自主可控能力，自主研发的定海 1.0 ASIC 芯片，全面升级计算、网络、存储、安全性能，打造低时延、高转发、高性价比的解决方案。自主研发 ZHUFENG GPU 芯片的信创服务器已商规模商用，与多家互联网云厂及政企单位合作。自主研发 10T 的交换芯片已规模商用，正不断迭代升级更高速率产品。公司 2024 年前三季度营业收入 900.45 亿元，同比增长 0.73%；归母净利润 79.06 亿元，同比增长 0.83%

通信卫星：Starlink 已发 7000 颗，我国卫星互联网初具规模

星链 Starlink 已发射超过 7000 颗卫星，用户数 460 万

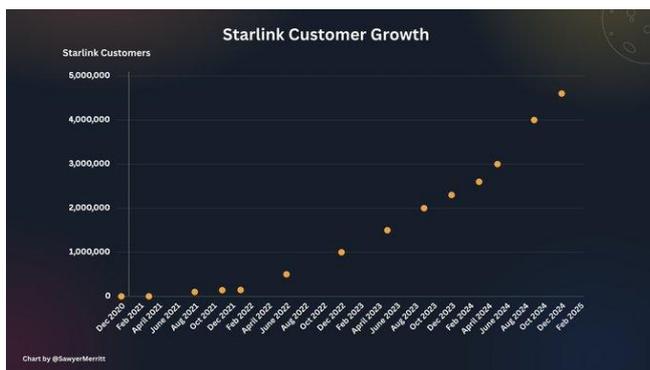
截至 2024 年底，星链 Starlink 已发射超过 7000 颗卫星，用户数 460 万。2024 年，星链部署提速，SpaceX2024 年 134 发猎鹰发射中，有 89 发用于发射星链卫星。目前，星链已发射超过 7000 颗卫星（截至 2024 年底，累计发射 7256 颗，在轨工作 6538 颗），为全球 118 个国家和地区的 460 万用户提供服务，覆盖 28 亿人口。

图109: 猎鹰发射次数（单位：次）



资料来源：Starlink，国信证券经济研究所整理

图110: Starlink 用户数（单位：千户）



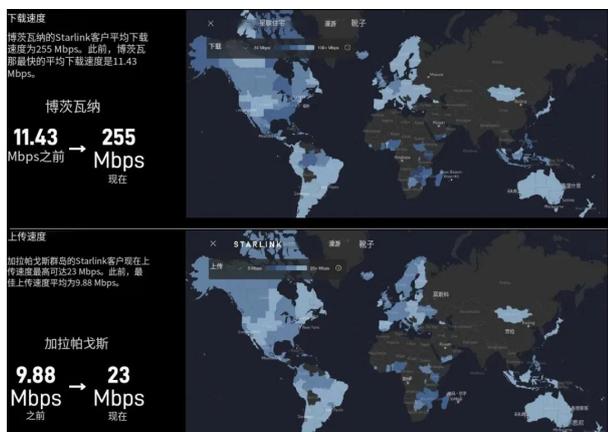
资料来源：Starlink，国信证券经济研究所整理

截至 2024 年底，发射星链的总带宽容量将近 350Tbps，在世界各地不同地区的互联网速度方面取得了显著进展。

Starlink 也在 2024 实现了手机直连卫星业务，全年发射了 Starlink Direct to Cell (DTC) 卫星 350 颗，第一个 DTC 卫星星座已于 11 月完成。Starlink 在美国

全国范围将具备年产 550 万套产品（终端及部件）的年生产能力

图111: Starlink 全球服务网速明显改善



资料来源: Starlink, 国信证券经济研究所整理

图112: Starlink 手机直连卫星业务



资料来源: Starlink, 国信证券经济研究所整理

Starlink 将部署 V3 版本卫星。2024 年，星链推出的 V2 Mini 卫星已经大大优于初代星链，容量 96Gbps，是之前 V1.5 卫星 24Gbps 容量的 4 倍，单星优化后的重量仅有 575 千克，比初始版 V2 Mini 卫星轻了近 22%。星舰投送 V3 星链后，一次投送的通信容量将增加 60Tbps（是目前 V2mini 版本的 20 倍）；V3 单星下行带宽 1Tbps，上行带宽 160Gbps（分别是目前 V2 mini 版本的 10 倍和 24 倍）；星链 V3 馈电链路将增加星地激光通信，射频+激光馈电链路，总通信容量达到了 4Tbps。

图113: 星舰部署星链 V3 卫星演示



资料来源: Starlink, 国信证券经济研究所整理

2024 年猎鹰系列火箭发射了 134 次，其中两次使用三核猎鹰重型火箭。与 2023 年的 96 次相比，发射节奏增加了近 40%。这 134 次任务占全球所有发射任务的一半以上。**预计 2025 年，SpaceX 将全年发射计划超 200 次**（猎鹰九号计划飞行 180 次，星舰计划飞行 25 次）。

表13: 全球 2024 年发射火箭次数统计（单位：次）

Launcher origin	Launches	Successes	Failures	Partial Failures	
US	SpaceX	134	133	1	0
	Others	20	20	0	0
China	68	65	2	1	
Russia	17	17	0	0	
Japan	7	5	2	0	
India	5	5	0	0	
Iran	4	4	0	0	
Europe	3	2	0	1	
North Korea	1	0	1	0	
TOTAL	259	251	6	2	

资料来源：NSR，国信证券经济研究所整理

SpaceX 发射频出加速。虽然猎鹰 9 号花了大约 10 年时间才达到 100 次发射，但第 200 次发射仅在三年后就完成了，到 2024 年，该火箭实现了第 300 次和第 400 次发射，到 2024 年底总共发射了 417 次。2024 年，SpaceX 再次大幅缩短了其发射台周转时间，创下了从同一发射台发射间隔最短的新纪录。

表 14: SpaceX 发射频次加速

发射场	2023 周转记录	2024 周转记录
Space Launch Complex 40 (SLC-40)	3 天 21 小时 41 分钟	2 天 15 小时 53 分钟
Launch Complex 39A (LC-39A)	8 天 19 小时 20 分钟	5 天 7 小时 9 分 30 秒
Space Launch Complex 4 East (SLC-4E)	6 天 13 小时 44 分 40 秒	3 天 15 小时 23 分 40 秒

资料来源：NSR，国信证券经济研究所整理

根据 Quilty Space 预测，预计 Starlink 项目 2024 年收入将超过 66 亿美元和并且实现 6 亿美元的自由现金流，并且预计 2025 年 Starlink 项目的收入将达到 118 亿美元。SpaceX 的估值已经从之前的 2100 亿美元上升直 3500 亿美元。

我国“国网 GW”与“千帆计划 G60”均实现多次发射，卫星互联网部署初具规模

2024 年，我国卫星互联网组网拉开大幕。其中，上海垣信卫星科技有限公司发射了 54 颗“千帆星座”极轨互联网卫星，中国星网公司也于年底成功发射首批 10 颗低轨互联网卫星。第一阶段计划到 2025 年底，实现 648 颗星提供区域网络覆盖。两大互联网星座的更多组网星将在 2025 年升空。

表 15: 我国“千帆星座”和“国网”星座 2024 年发射任务

时间	卫星所属计划	发射火箭名称	发射场名称	卫星组名称	卫星数量
8 月 6 日	千帆星座	长征六号改运载火箭	太原卫星发射中心	千帆极轨 01 组	18
10 月 15 日	千帆星座	长征六号改运载火箭	太原卫星发射中心	千帆极轨 02 组	18
12 月 5 日	千帆星座	长征六甲改运载火箭	太原卫星发射中心	千帆极轨 03 组	18
12 月 16 日	“国网”星座	长征五号乙运载火箭	文昌航天发射场	卫星互联网低轨 01 组	10

资料来源：商业航天官微，国信证券经济研究所整理

2024 年 5 月，国际电信联盟公布上海蓝箭鸿擎科技有限公司向其提交了一个名为 Honghu-3（中文应为“鸿鹄-3”）的星座计划，将在 160 个轨道平面上总共发射 10000 颗卫星。我国第三个万颗星的卫星星座提上日程：

表16: 我国三大卫星互联网星座

“国网”GW星座	中国星网公司于2020年9月向ITU申请了“GW”星座计划，共12992颗卫星，由GW-A59和GW-A2两个子星座构成，分别计划发射6080颗和6912颗卫星； 由上海垣信卫星科技有限公司牵头，是我国首个进入正式组网阶段的巨型低轨商业卫星星座，将由超过1.2万颗低轨道卫星组成。该星座建设完成后，将集低轨宽带、手机直连、VDES（甚高频数据交换系统）等应用功能于一体。2025年1月1日在中国香港，基于千帆星座的低轨卫星宽带网络数据在鼓浪屿号邮轮上实现成功接入。
“千帆星座”G60星座	
鸿鹄-3星座	由蓝箭鸿擎科技有限公司提出，计划在160个轨道平面上发射约1万颗卫星。

资料来源：ITU，国信证券经济研究所整理

2024年，国家队仍是中国航天发射主力军，共执行火箭发射任务56次。中国民营火箭公司执行运载火箭发射任务12次，不断突破：

- 2024年1月，东方空间技术研制的引力一号遥一商业运载火箭飞行试验任务完成，引力一号是我国自主研发的全球最大固体运载火箭，它的成功首飞大幅提升了我国固体运载火箭的运载能力。
- 2024年9月，中国蓝箭航天空间科技股份有限公司自主研发的可重复使用液氧甲烷运载火箭朱雀三号VTVL-1在酒泉卫星发射中心完成10公里级垂直起降返回飞行试验标志着我国商业航天在可重复使用运载火箭技术上取得重大突破。

2025年，中国航天市场将有多款火箭进行垂直起降飞行试验，包括长征十二乙70公里级垂直起降飞行试验、星云一号百公里级垂直起降飞行试验等。朱雀三号2025年拟执行3次发射任务并完成一级回收，其中首飞不回收；双曲线三号计划于2025年12月完成首次“入轨+海上回收”飞行试验；星云一号计划于2025年一季度实现首次“入轨+回收”飞行试验；天龙三号计划于2025年5月开启首飞，成功后还将于11月前执行五次商业航天任务。火箭可回收实现将大力推动我国商业航天发展。

表17: 2024年中国航天发射总结

发射单位	次数	具体发射火箭及卫星
航天科技一院	25	长征二号丙7次、长征二号F2次、长征三号乙8次、长征五号2次、长征五号乙1次、长征七号2次、长征七号甲2次、长征八号1次。共发射航天器52颗；
航天科技八院	24	长征二号丁9次、长征四号乙4次、长征四号丙2次、长征六号2次、长征六号甲5次、长征六号丙1次、长征十二号1次，共发射航天器124颗；
中国火箭	2	共发射航天器17颗；
科工火箭	5	包括快舟一号甲4次、快舟十一号1次，共发射航天器11颗
民营火箭	12	蓝箭航天朱雀二号改进型1次，共发射卫星2颗；东方空间引力一号1次，共发射卫星3颗；星际荣耀双曲线一号1次（失败）；中科宇航力箭一号4次（3次成功，1次失败），共发射卫星26颗；星河动力谷神星一号5次，共发射卫星22颗。

资料来源：你好太空官微，国信证券经济研究所整理

我国首个商业航天发射场海南航天商业发射场也首次启用。海南文昌规划了4个火箭发射工位，目前已经建设好两个，有力推动我国商业航天发展。

海南岛是中国陆地纬度最低、距离赤道最近的地区。发射场距离赤道越近、纬度越低，发射卫星时就可以尽可能利用地球自转的离心力，因此所需要的能耗较低，使用同样燃料可以达到的速度也更快。在海南发射地球同步卫星比在西昌发射火箭的运载能力可提高10%至15%，卫星寿命可延长2年以上。

图114: 海南文昌发射场已建成两个工位



资料来源：海南商发官微，国信证券经济研究所整理

华为实现手机直连三网通信卫星，“G60”星座出海成功，卫星应用市场打开

华为 Mate X6 实现三网卫星通信。在 11 月的发布会上宣布了华为折叠手机 Mate X6 和 Mate 70 上市，均搭载了卫星通信和卫星寻呼功能，同时宣布 Mate X6 三网卫星典藏版将支持北斗卫星消息、天通卫星通信以及低轨卫星互联网，其中低轨卫星互联网正在测试中，预计将在 2025 年下半年开启众测。

图115: Mate X6 三网卫星手机发布



资料来源：华为官网，国信证券经济研究所整理

“手机直连卫星”促产业良好发展。当前，从国内发展角度看，在运营商方面，2023 年 9 月，中国电信正式对外启动“手机直连卫星业务”。如今，中国电信正不断迭代“手机直连卫星”服务，在全国各地提供了多种卫星通信套餐，满足用户在特殊情况下的通信需求。

目前多款手机已经支持手机直连卫星功能，商业模式得到快速复制。直连卫星的手机品牌包括：荣耀 Magic6 Pro 支持双向卫星通信直连服务；努比亚 Z70 Ultra 星空典藏版支持双向卫星通话、卫星短信；OPPO 率先在 Find X7 系列上实现了听筒、免提双模卫星通话。

G60 星座出海成功。2024 年 11 月，上海垣信卫星科技有限公司（以下简称“垣信卫星”）与巴西国有通信企业 Telecomunicações Brasileiras S.A.（以下简称“TELEBRAS”）正式签署合作备忘录，双方的合作致力于弥合巴西数字鸿沟，助力巴西实现经济数字化转型。垣信卫星将基于“千帆星座”为巴西地区提供卫星通信服务，率先实现对巴西偏远和网络不发达地区的宽带互联网接入，推动巴

西国家数字包容公共政策执行落地，向学校、医院及农村地区提供战略服务。计划 2026 年开始在巴西开展正式的商用服务。

2025 年元旦，中国移动香港有限公司与星旅远洋国际邮轮有限公司、恒信卫星合作，在香港成功应用“千帆星座”的低轨卫星宽带接入，在鼓浪屿号邮轮上完成了国产化低轨商业卫星的网联通信测试。

图116: G60 星座与巴西运营商签署合作



资料来源：恒信卫星官网，国信证券经济研究所整理

图117: 恒信卫星携手中国移动，在香港邮轮首次完成应用测试



资料来源：人民网，国信证券经济研究所整理

卫星互联网产业相关核心公司包括：

- **上海瀚讯：**主要从事宽带移动通信系统及通信设备的研发、制造、销售及工程实施，提供整体解决方案。主要客户覆盖陆军、海军、空军、火箭军、战略支援部队等军兵种以及铁路和轨道交通等行业。公司自主研发能力强是国内少数拥有宽带移动通信系统自主研发能力的高新技术企业，拥有 42 项核心专利及 115 项软件著作权，在宽带无线通信领域拥有众多自主研发成果和丰富的技术储备；公司行业经验丰富，在宽带无线领域拥有丰富的技术储备和项目经验，曾承担多项国家重大科研项目，如十一五重大技术专项和十五期间 863 计划等；公司具有市场先发优势，在卫星互联网领域布局较早，是 G60 星座通信分系统承研单位。公司 2024 年前三季度实现营业收入 1.76 亿元，同比下降 18.4%；实现归母净利润-0.91 亿元，同比下降 45.37%。
- **铖昌科技：**专注于微波毫米波模拟相控阵 T/R 芯片的研发、生产、销售和技术服务，主要客户为国家大型集团下属科研院所及单位，是国内少数能够提供相控阵 T/R 芯片完整解决方案的企业之一。其自研射频芯片并拥有完备的射频芯片生产制造流程，在高分系列积累深厚，技术与客户壁垒较高，民营优势明显，产品性价比高且迭代能力强。公司 2024 年前三季度营业收入为 1.00 亿元，同比下降 41.22%，归母净利润为-0.32 亿元，同比下降 160.19%。
- **臻镭科技：**专注于集成电路芯片和微系统的研发、生产和销售，并围绕相关产品提供技术服务，主要客户为科工集团下属企业及科研院所，以及银河航天和长光卫星等。公司拥有终端射频前端芯片、射频收发芯片及高速高精度 ADC/DAC、电源管理芯片、微系统及模组等多种产品，涵盖了从天线到信号处

理之间的芯片及微系统产品和技术解决方案，能满足卫星互联网不同环节的需求，其高速高精度 ADC/DAC 芯片在国内处于领先地位，部分产品甚至是国内唯一供应商。公司 2024 年前三季度营业收入为 1.82 亿元，同比增长 7.01%，归母净利润为 0.14 亿元，同比下降 63.79%。

- **海格通信**：主要业务覆盖无线通信、北斗导航、航空航天、数智生态四大领域，其主要客户包括军委直属机构、各军兵种以及国民经济重要部门。公司在卫星通信领域也取得了显著成就，成为特殊机构市场地面终端的主流供应商，并全面参与国家卫星互联网工程的建设。公司 2024 年前三季度营业收入为 37.67 亿元，同比下降 6.66%，归母净利润为 1.85 亿元，同比下降 48.43%。
- **国博电子**：主要从事有源相控阵 T/R 组件和射频集成电路相关产品的研发、生产和销售，产品覆盖射频芯片、模块、组件等，其主要客户为各科研院所和整机单位、移动通信设备制造商等。凭借背靠 55 所的资源优势，在技术、市场、资金方面协同效应显著，上游芯片自主可控且产能有保障，新基地投产后产能大幅扩充。公司 2024 年前三季度实现营业收入 18.14 亿元，同比下降 35.83%，归母净利润为 3.06 亿元，同比下降 31.93%。

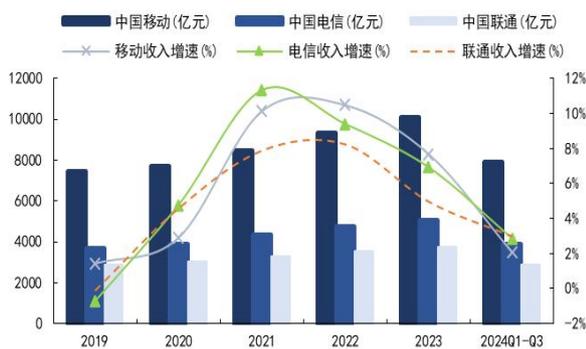
运营商：业绩持续稳健增长，具备红利资产属性

2024 年前三季度三大运营商总体增长稳健。据公司公告，截至 2024 年三季度，中国移动、中国电信和中国联通分别实现营业收入 7915 亿元（同比+2.1%）3920 亿元（同比+2.9%）和 2901 亿元（同比+3.0%），延续稳健增长态势。利润端，中国移动、中国电信和中国联通分别实现归母净利润 1109 亿元（同比+5.1%）、293 亿元（同比+7.9%）和 83 亿元（同比+10.0%）。

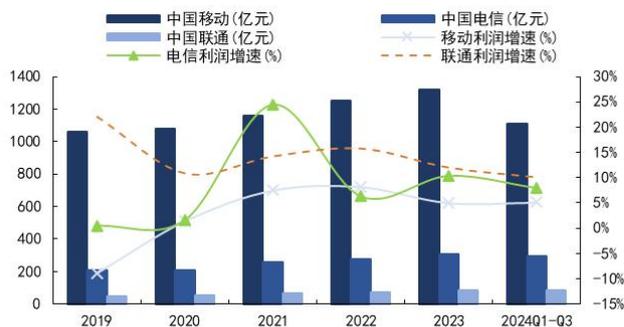
单季度来看，三季度业绩整体平稳增长。单三季度来看，中国移动实现营业收入 2447 亿元（同比-0.1%），实现归母净利润 307 亿元（同比+4.7%）；中国电信实现收入 1260 亿元（同比+2.9%），实现归母净利润 74 亿元（同比+6.2%）；中国联通实现收入 928 亿元（同比+3.3%），实现归母净利润 23 亿元（同比+7.7%）。从利润增速来看，移动、电信和联通环比增长显著；收入增速方面，移动环比增长，电信和联通收入环比下滑。

图118: 2019-2024Q3 三大运营商收入情况（亿元）

图119: 2019-2024Q3 三大运营商归母净利润情况（亿元）



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

2024年前11个月我国电信业务收入平稳增长,电信业务总量保持两位数增长。前11个月,电信业务收入累计完成15947亿元,同比增长2.6%。

新兴业务收入保持快速增长。前11个月,三家基础电信企业共完成包括IPTV、互联网数据中心、大数据、云计算、物联网等在内的新兴业务收入3952亿元,同比增长7.9%,占电信业务收入的24.8%,拉动电信业务收入增长1.9个百分点。其中云计算和大数据收入分别同比增长6.8%和60.7%,物联网业务收入同比增长13.6%。

图120: 电信业务收入和电信业务总量累计增速



资料来源: 工信部, 国信证券经济研究所整理

图121: 新兴业务收入增长情况



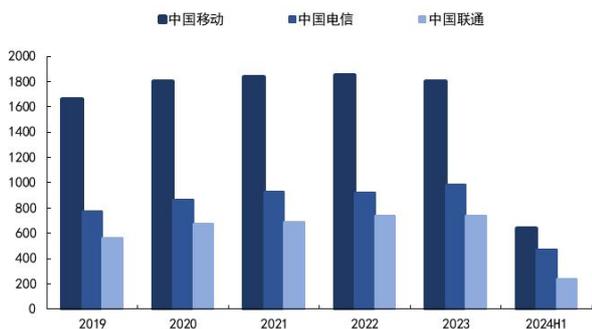
资料来源: 工信部, 国信证券经济研究所整理

资本开支逐步收敛:

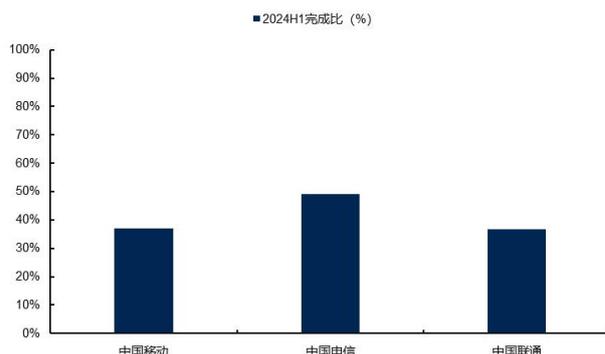
- 中国移动2024年上半年公司完成投资640亿元,规划2024年投资1730亿元。其中,5G网络投资规划690亿元(同比-21.6%),算力规划投资475亿元(同比+21.5%)。
- 中国电信2024年上半年实现资本开支472亿元,预计2024年实现资本开支960亿元(同比-3%)。结构来看,2024年移动网计划投资295亿元(同比-15%),占比下降4.5pct至30.7%;产业数字化资本开支369.6亿元(占38.5%,提升2.5pct),其中云/算力投资180亿元。
- 中国联通2024年上半年公司资本开支为239亿元,2024年规划资本开支650亿元(预计同比-12%),网络投资显现拐点,投资重点由稳基础的联网通信业务转向高增长的算网数智业务。

图122: 三大运营商资本开支情况(亿元)

图123: 2024H1三大运营商资本开支相较年初规划完成比率



资料来源: Wind, 公司公告, 国信证券经济研究所整理



资料来源: Wind, 公司公告, 国信证券经济研究所整理

表18: 三大运营商资本开支明细情况 (亿元)

中国移动	连接	算力	能力	基础	总计
2022	1171	335	134	212	1852
2023	1090 (其中 5G: 880)	391	134	188	1803
2024E	874 (其中 5G: 690)	475	163	218	1730
YoY	-20%	21%	22%	16%	-4%

中国电信	移动网 (5G+4G)	产业数字化	宽带网	运营系统	基础设施	总计
2022	320	271	186	148		867.2
2023	348	355	168	117		988.4
2024E	295	370	160	135	15%	960
YoY	-15%	4%	-4%	15%		-3%

中国联通	基础设施、传输网及其他	固网宽带及数据	移动网络	5G	算网投资	总计
2021	338.1	131.1	220.8			690
2022				331	142	742
2023				374	-	739
2024E						650
YoY						-12%

资料来源: 运营商官网, 公司公告, 国信证券经济研究所整理

稳步提升派息比率, 持续关注股东回报:

- **中国移动:** 公司规划从 2024 年起, 三年内以现金方式分配的利润逐步提升至当年股东应占利润的 75% 以上。
- **中国电信:** 2024 年第三季度派息每股 0.17 元, 同比增长 17%。公司规划从 2024 年起三年内以现金方式分配的利润逐步提升至当年股东应占利润的 75% 以上。
- **中国联通:** 截至 2024 第三季度股息每股人民币 0.1 元 (含税)。

表19: 三大运营商分红及股息率情况 (含预测, 截至 12 月 31 日)

公司代码	公司名称	收盘价 (元/港元)	归母净利润 (亿元)			分红比例			股息率 (基于当前股价测算)		
			2024A	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E	2024A	2025E	2026E
600941.SH	中国移动	118.16	1392.4	1466.3	1545.6	72.0%	73.5%	75.0%	3.94%	4.24%	4.56%
601728.SH	中国电信	7.2	328.6	354.0	379.3	72.0%	73.5%	75.0%	3.58%	3.94%	4.31%
600050.SH	中国联通	5.3	91.0	100.8	111.1	55.0%	55.0%	55.0%	2.97%	3.28%	3.62%
0941.HK	中国移动	76.6	1392.4	1466.3	1545.6	72.0%	73.5%	75.0%	6.08%	6.54%	7.04%
0728.HK	中国电信	4.9	328.6	354.0	379.3	72.0%	73.5%	75.0%	5.31%	5.84%	6.38%

0762.HK 中国联通 7.4 207.3 229.5 252.8 55.0% 55.0% 55.0% 5.04% 5.58% 6.15%

资料来源：Wind，公司公告，国信证券经济研究所整理和预测；

注：中国联通 A 股、H 股 EPS 差异主要为股权结构影响，A 股上市平台通过中国联通（BVI）有限公司间接持有 H 股上市平台 43.92% 股权，故归母净利润不同；中国联通未给出未来 3 年分红比例指引，假设维持 55% 分红比例。

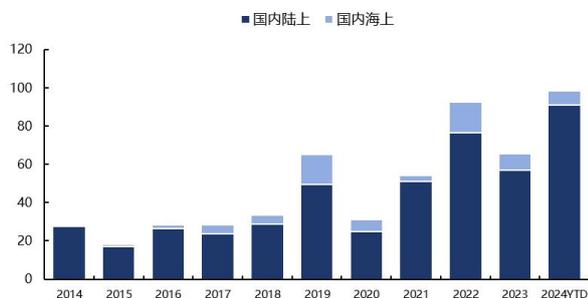
海风海缆：海风招标同比转正，“十四五”收官之年海风项目有望升温

2024 年前 10 个月，全国风机累计公开招标容量 98.4GW (+57%)；其中，海上风机公开招标容量 7.5GW (+3%)。根据 CWEA，2023 年全国风电新增装机容量 79.4GW，同比+59.3%；其中海上风电新增装机容量 7.2GW，同比+38.1%；预计（吊装口径），2024-2026 年海上风电新增装机容量分别为 7/15/20GW，合计新增装机 82/110/105GW。

广东、上东、浙江近两年密集推进海上风电，河北、江苏、海南等几个省份 2024 年动作频频。根据北极星风力发电网数据，截至 2024 年年底，沿海 11 省区市并网、在建、签约、竞配、核准的海上风电项目高达 107GW，其中以广东 21417MW、山东 19228MW、浙江 12677MW 位列前三。此外：

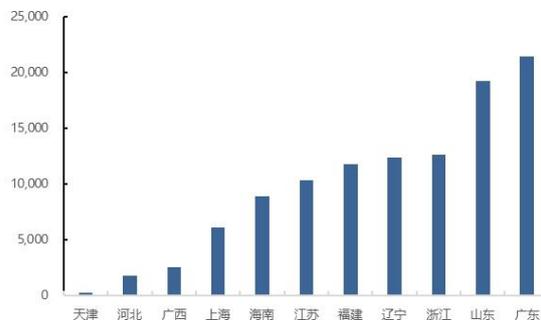
- 2024 年底，江苏省发布 2024 年度海上风电项目竞争性配置公告，对《江苏省海上风电发展规划（2024-2030 年）》规划中 20 个、合计规模 765 万千瓦海上风电项目进行竞配。
- 2024 年 4 月，海南省将海上风电场址由 11 个增加至 18 个，已经完成竞配、开工的海上风电项目约 9000MW。
- 近两年，河北省落地了国电唐山乐亭月坨岛 304MW 海上风电场一期工程、河北建投祥云岛 250MW 海上风电项目、新天绿能山海关海上风电一期 500MW 平价示范项目，以及新近签约的金风秦皇岛 JD1-2（50 万千瓦）海上风电项目。

图 124：全国风电历年公开招标容量（单位：GW）



资料来源：采招网、国信证券《风电/电网产业链周评：海风招标持续释放，2025 年装机高增可期》，国信证券经济研究所整理

图 125：2022-2024 年底各省区市海上风电项目推进容量（单位：MW）

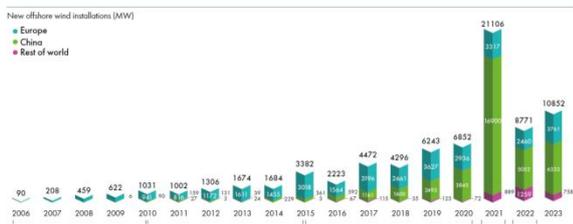


资料来源：GWEC 白皮书《2024 全球海上风电报告》，国信证券经济研究所整理

全球海风景气度回升，我国未来 3 年海风建设投入或领先全球。全球风能理事会 GWEC 发布《2024 全球海上风电报告》显示，2023 年全球风电行业实现新增海上

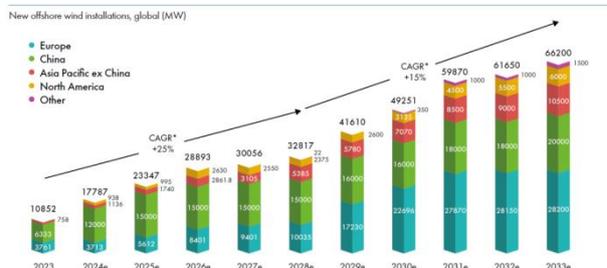
风电装机 10.8 GW 新增装机量比上一年增长了 24%，全球累计海上风电装机容量达到 75.2 GW。GWEC 预测，未来十年（2024-2033 年）全球将新增 410 GW 的海上风电装机容量，我国未来 3 年海风建设投入领先全球。

图126: 全球海风建设投入情况（单位：MW）



资料来源：GWEC 白皮书《2024 全球海上风电报告》，国信证券经济研究所整理

图127: 全球海风未来建设投入预测（单位：MW）



资料来源：GWEC 白皮书《2024 全球海上风电报告》，国信证券经济研究所整理

2024 年 12 月 30 日，自然资源部发布《关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》，正式明确了海上风电项目布局在在离岸 30 千米以外或水深大于 30 米的海域。随着相关政策明确推动“深水远岸”的风电项目布局，“深水远岸”的海风项目有望拉动海缆业务需求提升。

表20: 头部海缆公司在手订单充足（单位：亿元）

公司	海缆	海工	电网	新能源	海洋通信	总订单
中天科技	123		131	28	-	282
亨通光电		210		-	55	265

资料来源：各公司财报，国信证券经济研究所整理

海风海缆产业相关核心公司包括：

- 中天科技**：主营业务涵盖通信、电网、海洋、新能源、新材料等领域。主要客户覆盖各大电信、电力运营商和广电、交通、能源等领域。中天科技作为国内最早的海底光电缆制造商之一，技术领先且不断突破。成功研制 66kV 交联聚乙烯绝缘交流动态海底电缆，综合技术性能达国际领先水平，在特种海缆领域完成拖曳缆等产品研制。公司布局合理，在南通、盐城、汕尾等地建设多个工厂和工程公司，形成“设备+施工”格局，能快速响应市场需求。产能强大，具备交流 500kV 及以下海缆和陆缆、直流 ±400kV 及以下海缆、直流 ±535kV 及以下陆缆的研发制造能力，满足海上风电、海洋通信等项目需求。公司 2024 年前三季度实现营业收入 343.16 亿元，同比增长 4.78%，归母净利润 23.11 亿元，同比下降 13.12%。
- 亨通光电**：主营业务包括光通信、智能电网、海洋能源与通信、工业智能以及铜导体业务等。主要客户覆盖通信、电力、能源、海洋、航天及全球通信能源互联网系统集成工程等领域，业务遍及 150 多个国家和地区。亨通光电是国内唯一具备海底光缆、海底接驳盒、中继器、分支器研发生产制造能力，以及跨洋通信网络系统解决方案与建设能力的全产业链公司。公司拥有前沿的技术布局，其在大容量高速海底光缆集成系统、超高压海缆交直流系统等领域持续研发投入，拥有 500kV 交流海陆缆、±535kV 直流海陆缆等高端装

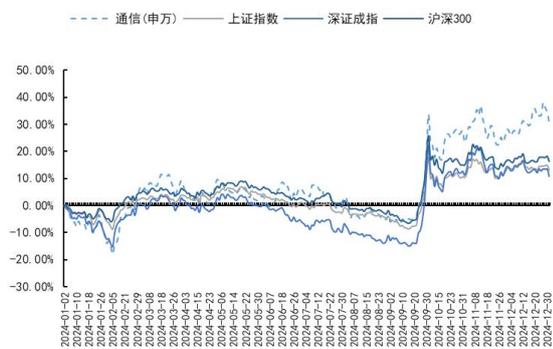
备设计制造能力。并且产品种类丰富，涵盖从高压到超高压、从交流到直流的多种海缆系统，满足海洋电力传输与通信领域的多样化需求。公司 2024 年前三季度实现营业收入 423.99 亿元，同比增长 20.8%；归母净利润为 23.15 亿元，同比增长 28.3%。

板块行情回顾

板块市场表现强于大盘

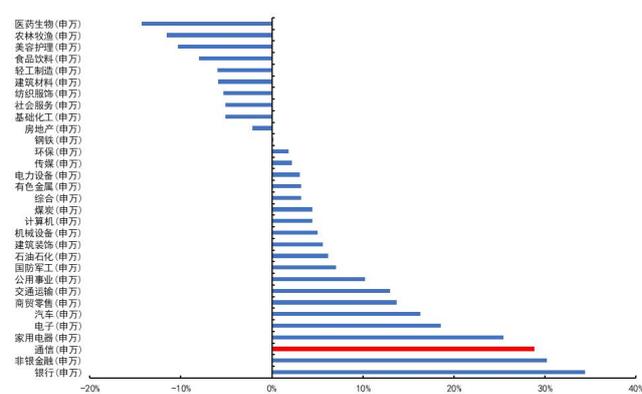
2024 年通信（申万）指数上涨 28.82%，沪深 300 指数上涨 14.68%，板块表现强于大市，相对收益 14.14%，在申万一级行业中排名第 3 名。

图 128: 2024 年通信行业指数走势 (%)



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理, 截至 20241231

图 129: 申万各一级行业 2024 年涨跌幅 (%)



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理, 截至 20241231

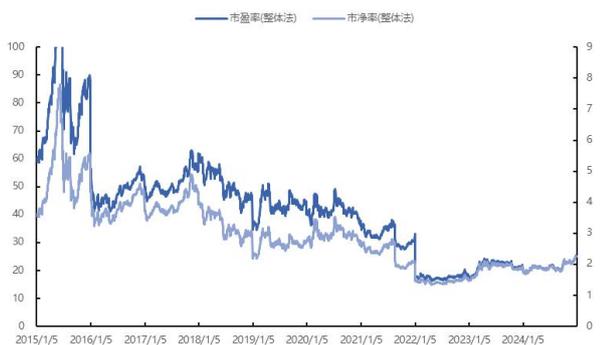
全年通信板块估值小幅回升

截至 2024 年底回顾近 10 年，通信行业 PE (TTM, 整体法, 剔除负值) 最低达到过 16.2 倍，最高达到过 126.4 倍，中位数 42.0 倍，2024 年底 PE 估值为 25.1 倍，低于 30 分位数水平。

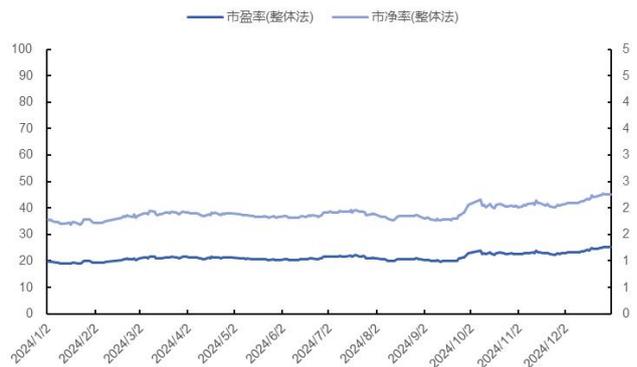
通信行业 PB (TTM) 最低达到过 1.3 倍，最高达到 7.8 倍，中位数 2.8 倍，2024 年底估值为 2.2 倍，在历史 30 分位数水平左右。

图 130: 通信（申万）行业近 10 年以来 PE/PB

图 131: 通信（申万）行业近 1 年 PE/PB



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理, 截至 20241231



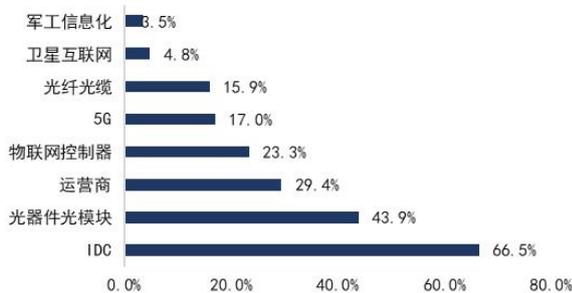
资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理, 截至 20241231

各细分板块涨跌幅及涨幅居前个股

国信通信股票池由具有代表性的 80 家上市公司组成, 2024 年平均涨跌幅为 26.18%, 各细分领域中, 数据中心 IDC、光器件光模块、运营商分别上涨 66.5%、43.9%和 29.4%。

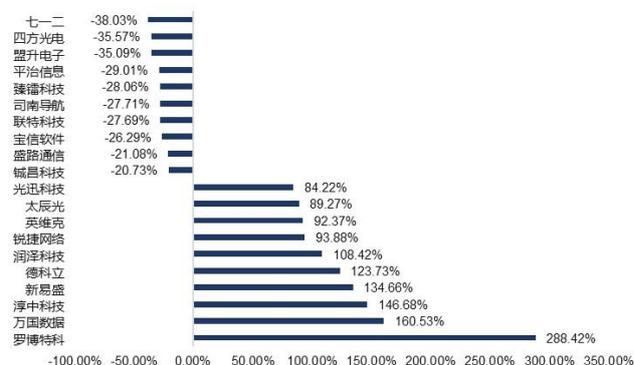
从个股表现来看, 2024 年涨幅前五的个股为: 罗博特科、万国数据、淳中科技、新易盛、德科立。

图132: 细分板块 2024 年涨跌幅 (%)



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理, 截至 20241231;

图133: 细分个股 2024 年涨跌幅 (%)



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理, 截至 20241231;

投资建议: 全球云厂商加大 AI 投入, 卫星互联网迎规模部署

2025 年投资展望: AI 仍是主线, 应用端百花齐放拉动推理需求, 重视数据中心新技术、服务及端侧 AI。同时关注卫星的规模发射和运营商红利资产:

- 全球互联网云厂加大 AI 投入，数据中心网络配套均受益。全球互联网云厂展开军备竞赛，均在投资数据中心网络和自研 AI 芯片，北美四大互联网云厂和国内 BAT 资本开支季度性均呈现明显同环比提升，字节跳动成为新的 AI 应用竞争者。在应用推理大规模落地以及算力带宽不断升级的背景下，降本、降功耗成为关键，机柜内铜缆连接、更高速率的光模块和交换机、光电共封装 CPO/光互联 OIO、硅光、液冷、数据中互联 DCI 等技术成为新趋势，北美的博通、国内的华为均成为新的算力核心供应商。此外，新型数据中心（智算中心）大规模建设后传统的配套服务业务有望迎来拐点。同时，应用端呈现百花齐放，端侧 AI 有望推动物联网（AIOT）和 AI 手机迎新一轮景气周期。
- 我国卫星互联网将迎来大规模发射。2024 年下半年“国网 GW 星座”与“千帆计划 G60 星座”分别发射了 1 批次 10 颗和 3 批次 54 颗卫星。“千帆计划 G60 星座”规划到 2025 年底实现 648 颗星提供区域网络覆盖，恒信卫星（G60 星座运营方）在 2024 年 11 月与巴西电信企业签署合作。华为在 2024 年 11 月发布的 Mate X6 可实现手机直连三网卫星。民营商业航天发展可期。
- 运营商经营稳健，仍具红利资产属性。工信部数据显示，2024 年前 11 个月，我国电信业务收入同比增长 2.6%；新兴业务收入同比增长 7.9%。同时运营商资本开支精准投放，仍然规划稳步提升分红比例，高股息价值仍在。

2025 年投资建议：继续重视 AI 产业发展和运营商红利属性，关注卫星发展：

- AI 数据中心，服务器和交换机关注中兴通讯、紫光股份、锐捷网络等，光模块光器件关注中际旭创、新易盛、天孚通信、光迅科技、太辰光等，液冷关注英维克等，数据中心服务关注润泽科技等。端侧 AI 关注移远通信、广和通等。
- 卫星互联网关注海格通信、国博电子，以及产业链相关受益公司。
- 运营商关注中国移动、中国电信、中国联通。

表21：重点公司盈利预测及估值

公司代码	公司名称	投资评级	收盘价(元)	EPS			PE			PB
				2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	2024E
300628.SZ	亿联网络	优于大市	38.60	1.63	1.89	2.24	23.7	20.4	17.2	5.4
603236.SH	移远通信	优于大市	68.44	0.32	2.61	3.46	213.9	26.2	19.8	4.4
300638.SZ	广和通	优于大市	20.15	0.78	0.99	1.18	25.8	20.4	17.1	4.3
002139.SZ	拓邦股份	优于大市	13.61	0.48	0.65	0.79	28.4	20.9	17.2	2.5
300627.SZ	华测导航	优于大市	41.80	0.86	1.09	1.37	48.6	38.3	30.5	6.6
300308.SZ	中际旭创	优于大市	123.51	2.60	5.69	7.48	47.5	21.7	16.5	7.0
300394.SZ	天孚通信	优于大市	91.36	1.78	3.19	4.16	51.3	28.6	22.0	11.5
300502.SZ	新易盛	优于大市	115.58	1.78	3.19	4.16	64.9	36.2	27.8	10.7
000063.SZ	中兴通讯	优于大市	40.40	2.00	2.18	2.34	20.2	18.5	17.3	2.6
300442.SZ	润泽科技	优于大市	51.96	1.05	1.37	2.08	49.5	37.9	25.0	9.1
002837.SZ	英维克	优于大市	40.40	0.68	0.92	1.20	59.4	43.9	33.7	10.2
000938.SZ	紫光股份	优于大市	27.83	0.86	1.04	1.24	32.4	26.8	22.4	2.6
301165.SZ	锐捷网络	优于大市	72.20	1.31	1.68	2.08	55.1	43.0	34.7	9.0
600522.SH	中天科技	优于大市	14.32	1.07	1.17	1.39	13.4	12.2	10.3	1.4
600941.SH	中国移动	优于大市	118.16	6.36	6.93	7.62	18.6	17.1	15.5	1.9
601728.SH	中国电信	优于大市	7.22	0.34	0.37	0.41	21.2	19.5	17.6	1.4
600050.SH	中国联通	优于大市	5.31	0.26	0.29	0.32	20.4	18.3	16.6	1.0
002281.SZ	光迅科技	优于大市	52.17	1.99	2.54	3.24	26.2	20.5	16.1	4.5
300570.SZ	太辰光	优于大市	72.70	1.99	2.54	3.24	36.5	28.6	22.4	11.0
002465.SZ	海格通信	优于大市	10.98	0.29	0.36	0.44	37.9	30.5	25.0	2.1

688375.SH	国博电子	优于大市	49.36	0.29	0.36	0.44	170.2	137.1	112.2	4.7
-----------	------	------	-------	------	------	------	-------	-------	-------	-----

资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理 (2024年12月31日)

风险提示

AI 技术发展不及预期、运营商和互联网云厂等在 AI 资本开支建设不及预期、中美贸易摩擦等外部环境变化。

免责声明

分析师声明

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的 6 到 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A 股市场以沪深 300 指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.CSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票 投资评级	优于大市	股价表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数 10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业 投资评级	优于大市	行业指数表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数 10%以上

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所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或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中所提及的意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。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。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层
邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层
邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层
邮编：100032