

通信行业 2024 年 4 月投资策略

关注国产算力与低空经济，重视运营商

超配

核心观点

2024 年 3 月行情回顾：板块表现强于市场。3 月沪深 300 指数全月下跌 0.01%，通信（申万）指数全月上漲 1.74%，跑赢大盘，在申万 31 个一级行业中排名第 16 名。各细分领域普遍上漲，5G 板块表现较优。

全球光通信大会 (OFC) 3 月底举行，硅光应用有望加速。（1）**全球多家厂商展示了 1.6T 光模块，光模块迭代加速。**博通发布 200G EML 和 VCSEL 激光器；薄膜铌酸锂技术逐步成熟，配套速率升级。（2）**硅光应用：**旭创、光迅等厂商展示了硅光 1.6T 光模块，博通演示了 200G 硅光子 CW 激光器；此外，硅光是 CPO、光互连等场景下最佳光引擎载体，Marvell 展示了业界首个 3D 硅光子引擎，Intel 展示了基于硅光的 OCI 小芯片联合封装其 CPU。（3）**交换技术方面，**博通发布了 51.2T 的硅光 CPO 交换机，Coherent 发布了 300x300 端口 OCS 交换机，字节跳动携手锐捷网络发布了 800G LPO 交换机和光模块。

三大运营商 2023 年业绩总体表现良好，分红比例有望继续提升。2023 年运营商传统业务稳健增长；云业务增速亮眼，移动云/天翼云/联通云分别增长 66%/68%/41%。折旧与摊销占收比持续下行，费用端合理管控，移动/电信/联通全年 ROE（摊薄）分别同比提升 0.2/0.5/0.4pct。展望未来，移动指引收入和利润实现良好增长，电信指引净利润增速高于收入增速，联通指引 2024 年利润保持双位数增长。并且，移动和电信指引持续提升分红比率。

5G-A 基站和北斗导航赋能低空飞行器网络覆盖。3 月 28 日，四部委联合印发《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》，飞行感知网、数据通信网属于低空智能网联重要环节。（1）飞行感知网负责为无人机、有人机等提供定位、授时、导航和监管服务，**我国北斗导航系统已覆盖全球，国产厂商未来发展空间较大。**（2）数据通信网负责飞行器各类数据交互，5G-A 通感一体技术能精确定位运动物体状态，**5G-A 基站产业链有望受益。**

投资建议：关注国产算力与低空经济发展，重视运营商分红率提升

（1）**短期视角，全球 AI 行业不断变革发展，我国高度重视算力基础设施建设，政府政策频出，产业趋势确定，持续关注算力基础设施：**光器件光模块（中际旭创、天孚通信等），通信设备（中兴通讯、紫光股份等），液冷（英维克、申菱环境等）。**近期低空经济政策频出，低空网络覆盖至关重要，建议关注北斗导航相关供应商（华测导航等）。**

（2）**中长期视角，中国移动和中国电信规划 2024 年起 3 年内将分红比例提升至 75%以上，高股息价值凸显，建议关注三大运营商。**

4 月推荐组合：中国移动、天孚通信、英维克、华测导航、菲菱科思。

风险提示：宏观经济波动风险、数字经济建设不及预期、AI 发展不及预期。

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 (亿元)	EPS		PE	
					2024E	2025E	2024E	2025E
600941	中国移动	买入	105.76	22629	6.69	7.17	15.8	14.7
300394	天孚通信	买入	151.27	597	2.94	4.04	51.4	31.8
002837	英维克	增持	30.02	171	0.92	1.23	32.6	24.4

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测（截至 2024 年 3 月 31 日）

行业研究 · 行业月报

通信

超配 · 维持评级

证券分析师：马成龙

021-60933150

machenglong@guosen.com.cn

S0980518100002

联系人：钱嘉隆

021-60375445

qianjialong@guosen.com.cn

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

《通信重大事件点评-华为发布通信大模型，AI 赋能无线通信产业》——2024-02-29

《通信行业周报 2024 年第 6 期-英伟达引领 AI 加速，硅光和液冷值得关注》——2024-02-25

《通信行业周报 2024 年第 5 期-AI 大模型持续发展，高速光模块需求旺盛》——2024-02-18

《通信行业周报 2024 年第 4 期-科技巨头加大 AI 投资，垣信卫星完成 A 轮融资》——2024-02-05

《通信行业 2024 年 2 月投资策略-布局高股息，掘金成长股》——2024-02-02

内容目录

3月行情回顾：板块表现强于大市	5
3月通信板块上涨1.74%，跑赢大盘	5
3月通信板块估值上修	5
3月通信板块重点推荐组合表现	7
4月通信板块重点推荐组合	8
英伟达2024年GTC发布新架构、新产品	9
Blackwell平台成为工业革命新引擎	9
GB200重磅亮相，算力、Switch、铜连接、液冷等均有突破	10
发布人形机器人模型Project GR00T	15
OFC大会多厂商发布1.6T光模，硅光应用有望加速	17
多家企业展出800G/1.6T光模块解决方案	17
硅光技术不断迭代升级	18
薄膜铌酸锂产业发展日渐成熟	19
交换机技术正在与CPO、LPO、OCS技术融合	19
运营商2023年业绩表现良好，分红率有望持续提升	20
收入端：四季度业绩增速有所放缓，全年表现稳健	20
成本费用：折旧摊销占收比持续下行，费用管控总体良好	21
分红比例稳步提升，持续关注股东回报	23
5G-A基站赋能低空飞行器网络覆盖	23
政策有力扶持低空经济发展，应用场景加速落地	24
北斗导航模块受益飞行感知网建设	24
无线通信设备受益数据通信网建设	26
运营商已布局5G-A技术赋能低空经济通信网络发展	27
政府与运营商加大国产算力投入规划	28
各地方政府频频出台算力规划	28
运营商加强算力领域投资	28
投资建议：关注国产算力与低空经济发展，重视运营商分红率提升	29
风险提示	30

图表目录

图 1: 通信行业指数 3 月走势 (截至 2024 年 3 月 31 日)	5
图 2: 申万各一级行业 3 月涨跌幅 (截至 2024 年 3 月 31 日)	5
图 3: 通信行业近 10 年 PE (TTM, 整体法) 估值情况	5
图 4: 通信行业近 10 年 PB (MRQ, 整体法) 估值情况	5
图 5: 通信行业 (国信通信股票池) 近 10 年 PE/PB	6
图 6: 通信行业 (国信通信股票池) 近 1 年 PE/PB	6
图 7: 申万一级行业市盈率 (TTM, 整体法) 对比	6
图 8: 申万一级行业市净率 (整体法, MRQ) 对比	6
图 9: 通信行业各细分板块分类	7
图 10: 通信板块细分领域 3 月涨跌幅	7
图 11: 通信行业 3 月涨跌幅前后十名	7
图 12: 英伟达在过去 8 年将 AI 计算能力提升 1000 倍	9
图 13: Blackwell 芯片规格, 各种格式数据大幅提升	9
图 14: Blackwell 芯片对比 Hopper 芯片	9
图 15: Blackwell 的 6 个特性	9
图 16: GB200 NVL72 招标	10
图 17: GB200 NVL72 (36 Grace CPUs+72 Blackwell GPUs)	10
图 18: GB200 NVL72 中每 compute node 配置 2 个 GB200 芯片 (4 个 Blackwell GPUs)	10
图 19: GB200 芯片由 2 个 Blackwell GPUs 和一个 Grace CPU 组成	10
图 20: Blackwell GPU 芯片	11
图 21: Blackwell GPU 由 2 个 Blackwell 裸片组成	11
图 22: GB200 NVL72 与 HGX H100 推理性能对比 (FP4 格式、万亿参数)	11
图 23: GB200 NVL72 与 HGX H100 训练性能对比	11
图 24: 英伟达 NVLink Spec	12
图 25: 单机架配置 18 个 NVLink Switch	12
图 26: NVLink Switch (配置 2 个/计算卡)	12
图 27: Quantum InfiniBand Switch	13
图 28: GB200 NVL72 组成 SuperPOD, IB 或以太网交换机	13
图 29: 32000 GPUs 集群	13
图 30: 英伟达 GB200 的背板连接	14
图 31: GB200 NVL72 液冷方案	14
图 32: 英伟达 X800 系列交换机	14
图 33: Project GR00T 人形机器人	15
图 34: Isaac 机器人平台模拟仿真	15
图 35: Wayve AI drive	15
图 36: BYD 于英伟达合作	15
图 37: 英伟达 Omniverse cloud	16

图 38: 光迅科技 1.6T OSFP-SD DR8 SIP	17
图 39: 化工正源 1.6T 模块产品	17
图 40: OGI 联合封装的英特尔概念 CPU 示意图	18
图 41: Intel 双向完全集成的的光学计算互联芯片组	18
图 42: 光模块材料技术对比	19
图 43: OCoherent 数据中心光交叉连接 (DLX™)	19
图 44: 字节跳动 51.2T 自研交换机	19
图 45: 2019-2023 三大运营商收入情况 (亿元)	20
图 46: 2019-2023 三大运营商归母净利润情况 (亿元)	20
图 47: 2018-2023 年三大运营商折旧与摊销情况 (亿元)	21
图 48: 2018-2023 年三大运营商折旧与摊销占收比	21
图 49: 三大运营商 ROE (摊薄) 情况	22
图 50: 电信联合 15 家企业发布“北斗+5G 高可信时空体系”	25
图 51: 未来应用北斗+低轨通导一体化位置服务网络组成	25
图 52: 低空经济领军企业 TOP20	25
图 53: 通感一体化应用场景	26
图 54: 南京市民用无人驾驶航空试验区 5G-A 通感基站现场安装实景	27
表 1: 国信通信 3 月组合收益情况 (截至 2024 年 3 月 31 日)	8
表 2: 国信通信 2024 年 4 月推荐组合	8
表 3: 三大运营商新兴业务发展情况 (亿元, %)	21
表 4: 2023 年三大运营商利润表拆分 (亿元, %)	22
表 5: 三大运营商分红及股息率情况 (含预测, 截至 3 月 28 日)	23
表 6: 2021 年以来我国发布的与低空经济相关的重要政策文件	24
表 7: 今年各地方政府算力规划一览	28
表 8: 三大运营商资本开支明细情况 (亿元)	29
表 9: 重点公司盈利预测及估值	30

3月行情回顾：板块表现强于大市

3月通信板块上涨 1.74%，跑赢大盘

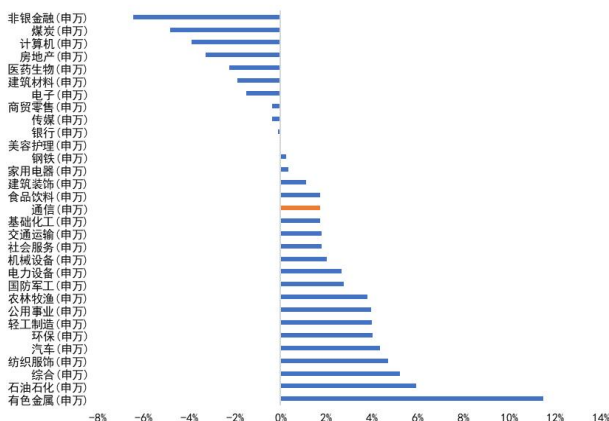
截至 2024 年 3 月 31 日，3 月沪深 300 指数全月下跌 0.01%，通信（申万）指数全月上涨 1.74%，板块表现强于大市，在申万 31 个一级行业中排名第 16 名。

图1：通信行业指数 3 月走势（截至 2024 年 3 月 31 日）



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图2：申万各一级行业 3 月涨跌幅（截至 2024 年 3 月 31 日）

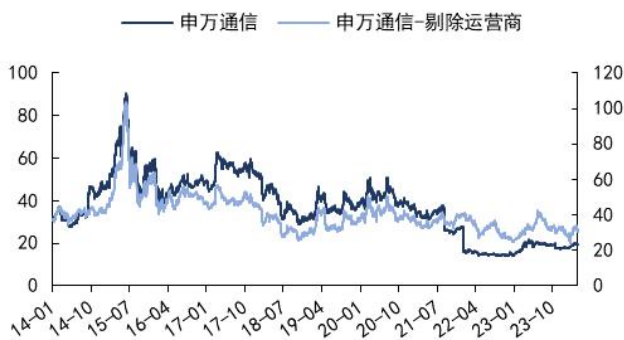


资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

3月通信板块估值上修

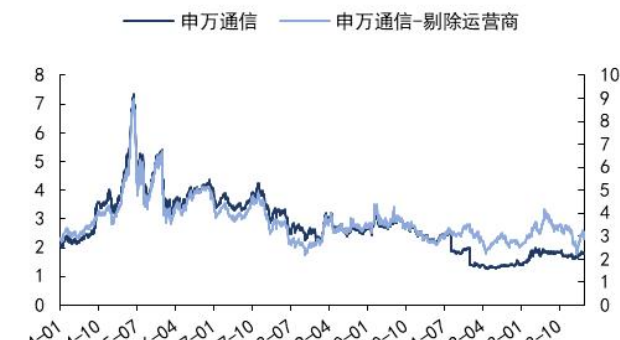
按照申万一级行业分类，以申万通信为统计基础，近 10 年行业 PE（TTM，整体法，剔除负值）最低达到过 13.95 倍，最高达到过 90.18 倍，中位数 37.8 倍，3 月底 PE 估值为 19.8 倍，高于近十年 10 分位数水平。

图3：通信行业近 10 年 PE（TTM，整体法）估值情况



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理（截至 2024 年 3 月 31 日）

图4：通信行业近 10 年 PB（MRQ，整体法）估值情况



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理（截至 2024 年 3 月 31 日）

以我们构建的通信股票池（176 家公司，不包含三大运营商）为统计基础，近 10 年，通信行业 PE（TTM，整体法，剔除负值）最低达到过 25.2 倍，最高达到过 103.0 倍，中位数 43.6 倍，3 月底 PE 估值为 33.5 倍，处于近十年 10 分位数水

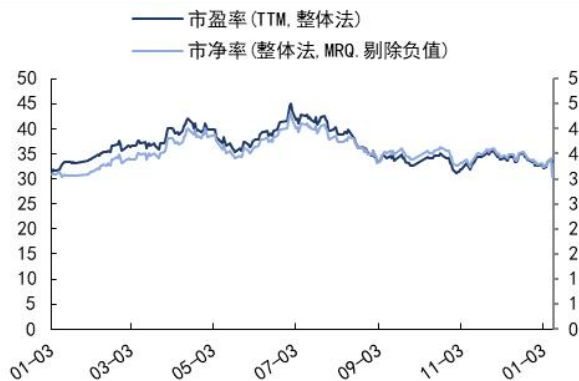
平。通信行业 PB (MRQ) 最低达到过 2.3 倍, 最高达到 10.0 倍, 中位数 3.9 倍, 3 月底估值为 3.0 倍, 低于历史 10 分位数水平。

图5: 通信行业 (国信通信股票池) 近 10 年 PE/PB



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理 (截至 2024 年 3 月 31 日)

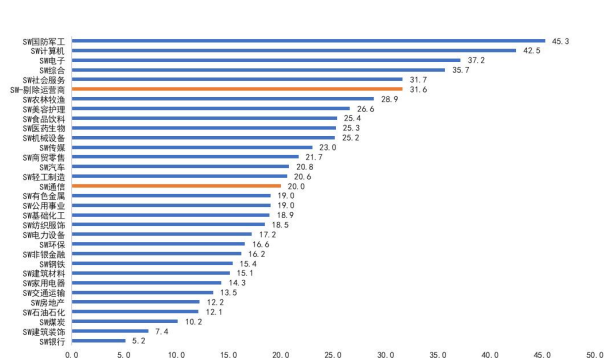
图6: 通信行业 (国信通信股票池) 近 1 年 PE/PB



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理 (截至 2024 年 3 月 31 日)

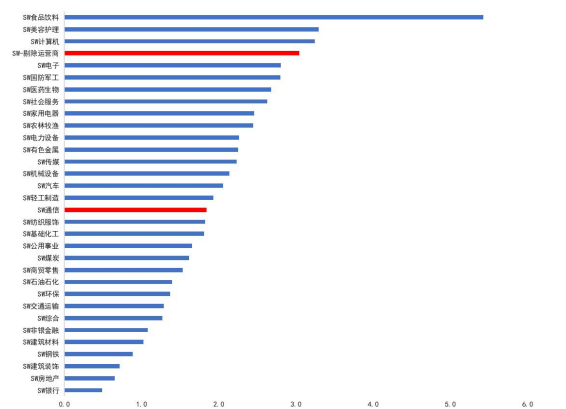
按照申万一级行业分类, 申万通信行业的市盈率为 20.0 倍, 市净率为 1.8 倍, 分别位居 31 个行业分类中的 16 名和 17 名。若剔除中国移动、中国电信、中国联通三个对指标影响较大的标的, 通信行业市盈率为 31.6 倍, 市净率为 3.0 倍, 处于全行业偏上水平。

图7: 申万一级行业市盈率 (TTM, 整体法) 对比



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理 (截至 2024 年 3 月 31 日)

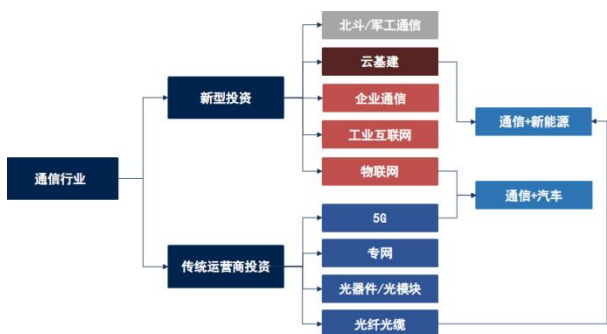
图8: 申万一级行业市净率 (整体法, MRQ) 对比



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理 (截至 2024 年 3 月 31 日)

在我们构建的通信股票池里有 176 家公司 (不包含三大运营商), 3 月份平均涨幅 5.7%。3 月份通信行业中, 细分板块较多上涨, 其中 5G、北斗、IDC、专网、物联网、工业互联网、光器件光模块、光纤光缆、运营商分别涨 12%、10%、10%、6%、5%、4%、3%、2%、2%。

图9: 通信行业各细分板块分类



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

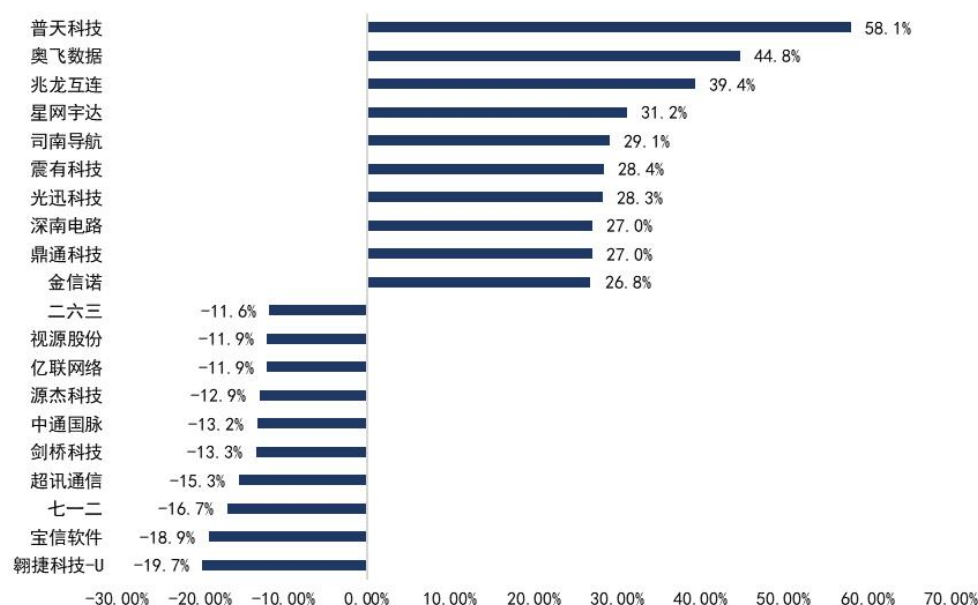
图10: 通信板块细分领域 3 月涨跌幅



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理 (截至 2024 年 3 月 31 日)

从个股表现来看, 2024 年 3 月份上涨的个股包括: 普天科技 (58.1%)、奥飞数据 (44.8%)、兆龙互连 (39.4%)、星网宇达 (31.2%)、司南导航 (29.1%)、震有科技 (28.4%)、光迅科技 (28.3%)、深南电路 (27.0%)、鼎通科技 (27.0%)、金信诺 (26.8%) 等。

图11: 通信行业 3 月涨跌幅前后十名



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理 (截至 2024 年 3 月 31 日)

3 月通信板块重点推荐组合表现

2024 年 3 月份的重点推荐组合为: 中国移动、中际旭创、英维克、华测导航、三旺通信、菲菱科思。组合收益率跑赢沪深 300 指数, 跑赢通信 (申万) 指数。

表1: 国信通信 3 月组合收益情况 (截至 2024 年 3 月 31 日)

年月	月度组合	月度收益率	组合收益率	沪深 300 指数收益率	通信板块指数收益率
2024 年 3 月	中国移动	3.7%	6.22%	-0.01%	1.74%
	中际旭创	0.9%			
	英维克	16.1%			
	华测导航	9.2%			
	三旺通信	13.1%			
	菲菱科思	-5.7%			

资料来源: Wind、国信证券经济研究所整理

4 月通信板块重点推荐组合

2024 年 4 月份的重点推荐组合为: 中国移动、天孚通信、英维克、华测导航、菲菱科思。

表2: 国信通信 2024 年 4 月推荐组合

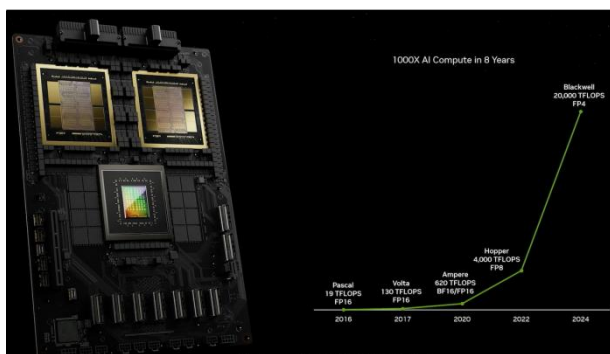
上市公司名称	核心推荐逻辑
中国移动	国内电信运营商龙头, 具备稳增长、高分红属性, 估值具备上行空间
天孚通信	业界领先的光器件整体解决方案提供商和先进光学封装制造服务商
英维克	国内液冷温控领先企业, 储能、数据中心和电子散热前景广阔
华测导航	国内北斗应用龙头, 海外业务加速发展
菲菱科思	国内交换机 ODM/OEM 核心供应商, 下游大客户需求发展快速

资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

英伟达 2024 年 GTC 发布新架构、新产品

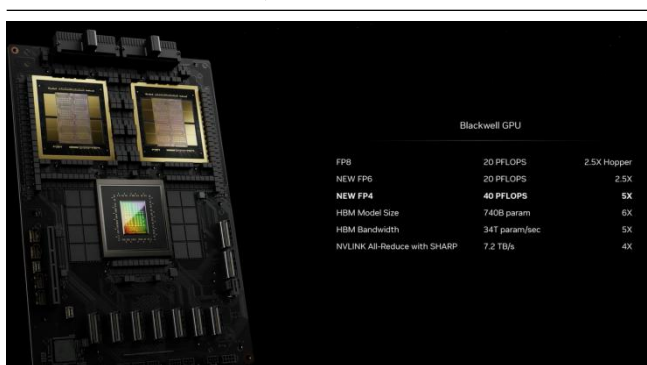
NVIDIA GTC 2024 在美国加利福尼亚州圣何塞会议中心成功启幕。本届大会以“卓越的头脑，突破性发现”为主题，英伟达推出了全新 Blackwell 架构芯片平台，同时还展示了公司在加速计算、软件服务、医疗、汽车以及机器人等领域的最新进展。

图 12: 英伟达在过去 8 年将 AI 计算能力提升 1000 倍



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

图 13: Blackwell 芯片规格，各种格式数据大幅提升



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

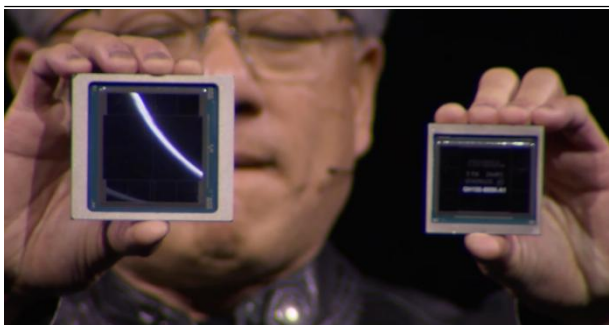
Blackwell 平台成为工业革命新引擎

Blackwell 拥有六项革命性的技术，可以支持多达 10 万亿参数的模型进行 AI 训练和实时 LLM 推理：

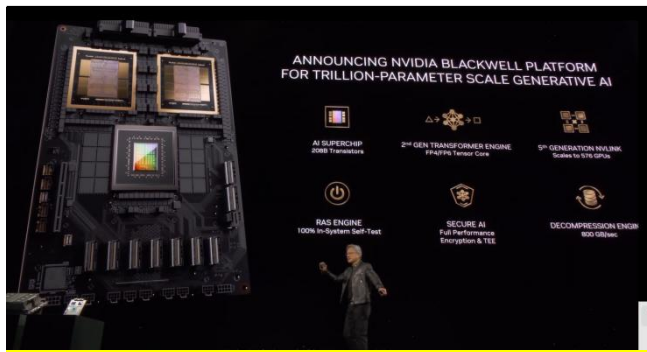
- 全球最强大的芯片：Blackwell 架构 GPU 由 2080 亿个晶体管组成，采用量身定制的台积电 4 纳米工艺制造，两个 reticle 极限 GPU 裸片将 10 TB/秒的芯片到芯片链路连接成单个统一的 GPU。
- 第二代 Transformer 引擎：结合了 Blackwell Tensor Core 技术和 TensorRT-LLM 和 NeMo Megatron 框架中的英伟达先进动态范围管理算法，Blackwell 通过新的 4 位浮点 AI 支持双倍的计算和模型大小推理能力。
- 第五代 NVLink：为提高数万亿参数和混合专家 AI 模型的性能，最新一代英伟达 NVLink 为每个 GPU 提供了突破性的 1.8TB/s 双向吞吐量，确保最复杂 LLM 之间多达 576 个 GPU 之间的无缝高速通信。
- RAS 引擎：Blackwell 架构增加芯片级功能，利用基于 AI 的预防性维护进行诊断和预测可靠性问题。这可以最大限度地延长系统正常运行时间，并提高大部署规模 AI 的弹性，使其能连续运行数周甚至数月，并降低运营成本。
- 安全人工智能：机密计算功能可在不影响性能的情况下保护 AI 模型和客户数据，并支持新的本机接口加密协议，这对于医疗保健和金融服务等隐私敏感行业至关重要。
- 解压缩引擎：专用解压缩引擎支持最新格式，加快数据库查询，提供数据分析和数据科学的最高性能。

图 14: Blackwell 芯片对比 Hopper 芯片

图 15: Blackwell 的 6 个特性



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

GB200 重磅亮相，算力、Switch、铜连接、液冷等均有突破

GB200 架构支持 36 和 72 个 GPU。每个机架托管 18 个基于 MGX 参考设计和 NVLink Switch System 的计算节点。

- GB200 NVL36 配置在一个机架中配置 36 GPU 和 18 个单 GB200 计算节点。
- GB200 NVL72 配置在一个机架中配置 72 GPU 和 18 个双 GB200 计算节点，或者在两个机架中配置 72 GPU 和 18 个单 GB200 计算节点（Compute node）。

图 16: GB200 NVL72 招标

Specifications		
GB200 NVL72 ¹ Specs		
	GB200 NVL72	GB200 Grace Blackwell Superchip
Configuration	36 Grace CPU : 72 Blackwell GPUs	1 Grace CPU : 2 Blackwell GPU
FP4 Tensor Core ²	1,440 PFLOPS	40 PFLOPS
FP8/FP6 Tensor Core ²	720 PFLOPS	20 PFLOPS
INT8 Tensor Core ²	720 POPS	20 POPS
FP16/BF16 Tensor Core ²	360 PFLOPS	10 PFLOPS
TF32 Tensor Core ²	180 PFLOPS	5 PFLOPS
FP64 Tensor Core	3,240 TFLOPS	90 TFLOPS
GPU Memory Bandwidth	Up to 13.5 TB HBM3e 576 TB/s	Up to 384 GB HBM3e 16 TB/s
NVLink Bandwidth	130TB/s	3.6TB/s
CPU Core Count	2,592 Arm® Neoverse V2 cores	72 Arm Neoverse V2 cores
CPU Memory Bandwidth	Up to 17 TB LPDDR5X Up to 18.4 TB/s	Up to 480GB LPDDR5X Up to 512 GB/s

1. Preliminary specifications. May be subject to change.
2. With sparsity.

资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

图 17: GB200 NVL72 (36 Grace CPUs+72 Blackwell GPUs)



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

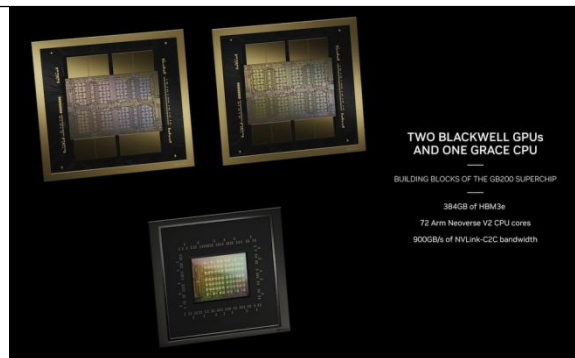
- 一个计算节点（Compute node）包含 2 个 GB200，也就是 2 个 Grace CPU、4 个 GPU，支持 1.7TB Fast Memory。

图 18: GB200 NVL72 中每 compute node 配置 2 个 GB200 芯片（4 个 Blackwell GPUs）

图 19: GB200 芯片由 2 个 Blackwell GPUs 和一个 Grace CPU 组成



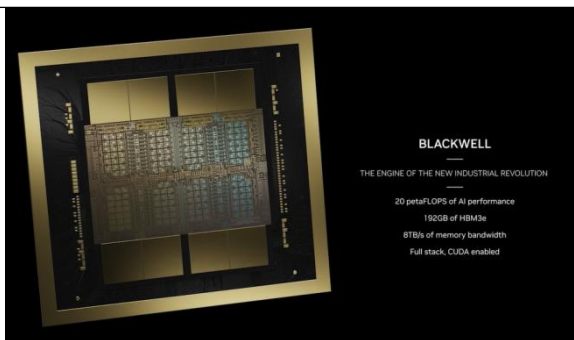
资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

- Blackwell B200 的 AI 性能可达 20PFLOPS, H100 为 4PFLOPS。Blackwell B200 基于台积电的 4nm 工艺打造, 采用了将两个 die 连接成一个 GPU 的双芯设计, 每个 GPU 芯片上拥有 2080 亿个晶体管。

图 20: Blackwell GPU 芯片



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

图 21: Blackwell GPU 由 2 个 Blackwell 裸片组成



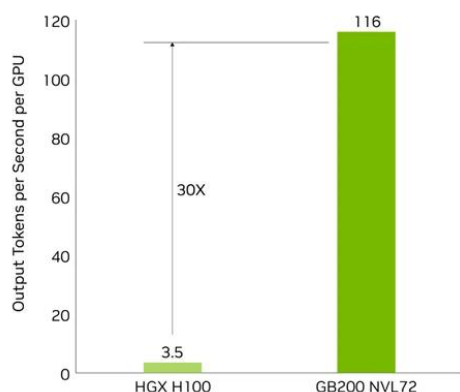
资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

- GB200 芯片对比 GH200 芯片性能：**在训练方面**，之前 90 天内训练一个 1.8 万亿参数规模的模型需要 8000 个 Hopper 架构的 GPU，功率为 15 兆瓦。现在同样时间内用 2000 个 Blackwell 架构的 GPU 就可以做到，且功率仅为 4 兆瓦。**在推理方面**，基于 Blackwell 架构的芯片的推理能力大约是目前 Hopper 架构芯片的 30 倍。将一个 Grace CPU 和两个 B200 GPU 组合在一起，就是超级芯片 GB200，与 H100 芯片相比，GB200 可以为大模型的推理负载提供 30 倍的性能提升，并将成本和能耗降低 25 倍。

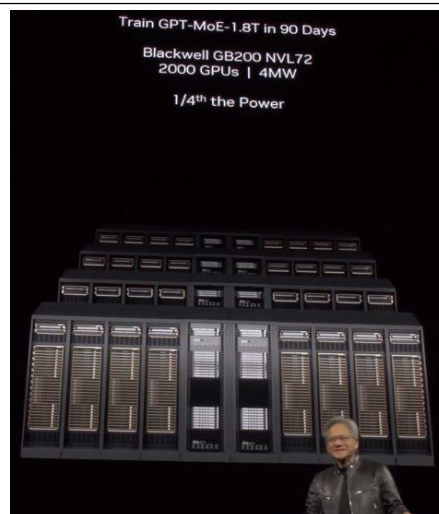
图 22: GB200 NVL72 与 HGX H100 推理性能对比 (FP4 格式、万亿参数)

图 23: GB200 NVL72 与 HGX H100 训练性能对比

GPT-MoE-1.8T Real-Time Throughput



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

- 每个 GPU 上依然有 18 个第五代 NVLink，单 Link 双向带宽从 H100 的第 4 代 NVLink 的 50GB/s 升级到 100GB/s。所以 B100 和 B200 的 GPU-to-GPU 带宽上限为 1.8TB/s，该速率带宽是 PCIe Gen5 的 14 倍。

图 24: 英伟达 NVLink Spec

	Second Generation	Third Generation	Fourth Generation	Fifth Generation
NVLink bandwidth per GPU	300GB/s	600GB/s	900GB/s	1,800GB/s
Maximum Number of Links per GPU	6	12	18	18
Supported NVIDIA Architectures	NVIDIA Volta™ architecture	NVIDIA Ampere architecture	NVIDIA Hopper™ architecture	NVIDIA Blackwell architecture

资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

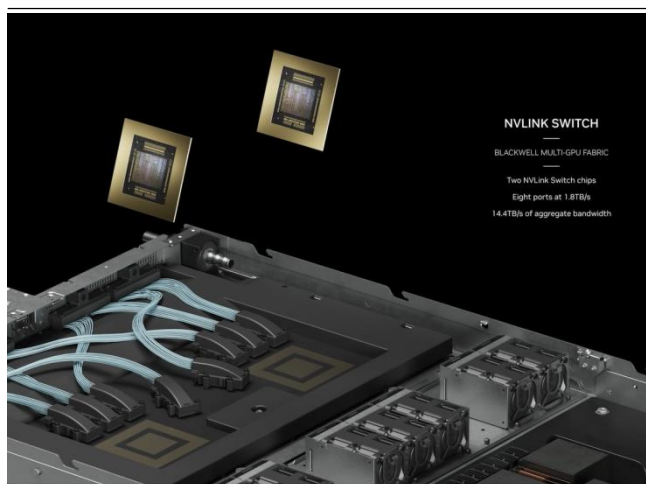
- 一个 NVL72 包含 9 个 NVLink Switchs，总带宽 129.6TB/s。第 4 代 NVLink Switch Tray 包含 2 个 NVSwitch 芯片，144 个 NVLink Port，单 Port 的带宽为 100GB/s，支持的带宽能力为 14.4TB/s。一个 NVL72 内的 9 个 NVLink Switchs 包含 18 个 NVSwitch 芯片，1296 个 NVLink Port，可以完全连接 72 个 GPUs（每个 GPUs 包含 18 个 NVLink ports），支持带宽能力 129.6TB/s。

图 25: 单机架配置 18 个 NVLink Switch

图 26: NVLink Switch（配置 2 个/计算卡）



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

- 机架的顶部有一台 Quantum Infiniband-800 交换机，配合第五代 NVLink 技术，用 8 个这样的机架就组成了包含 576 块 B200 显卡芯片的 SuperPOD AI 算力集群。这样一个 SuperPOD 就可提供 11.5 Exaflops (8 x 1440 PetaFlops) 的 AI 计算性能。

图 27: Quantum InfiniBand Switch



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

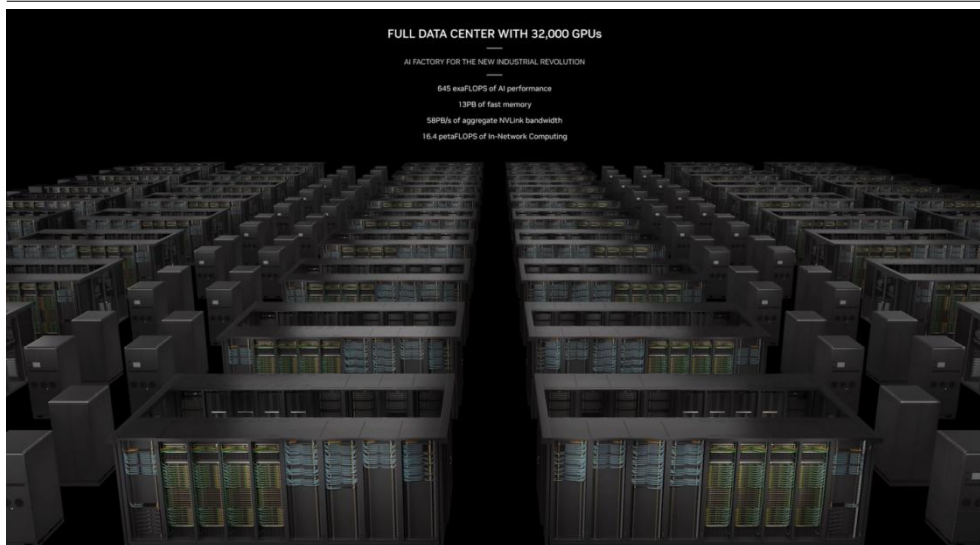
图 28: GB200 NVL72 组成 SuperPOD, IB 或以太网交换机



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

- 32000 GPUs 组成的超大数据中心可以提供 645 exaFLOPS 算力，13PB 的 Fast Memory，58PB/s 的聚合带宽。

图 29: 32000 GPUs 集群



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

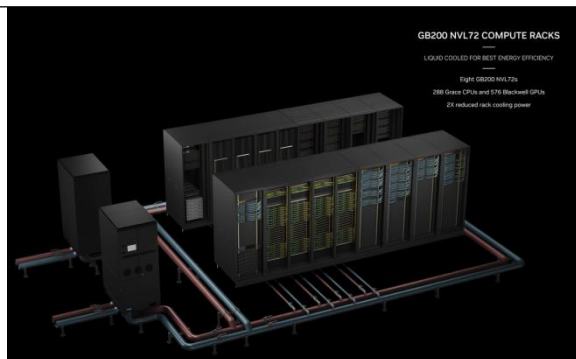
GB200 互联使用铜连接 (copper cabling)，并搭载液冷系统。英伟达 GB200 机架具有 2 英里长的 NVLink 布线，共 5,000 根电缆，节省了 20KW 功耗（如果使用光模块和 retimer 情况），以及 6 倍成本。同时其液冷方案中冷却液输入/输出水温分别为 25°C/45°C”。

图 30：英伟达 GB200 的背板连接



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

图 31：GB200 NVL72 液冷方案



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

NVIDIA 专为大规模 AI 量身定制全新网络交换机 - X800 系列。NVIDIA Quantum-X800 InfiniBand 网络和 NVIDIA Spectrum™-X800 以太网是全球首批高达 800Gb/s 端到端吞吐量的网络平台。Spectrum-X800 平台为 AI 云和企业级基础设施带来优化的网络性能。借助 800Gb/s 的 Spectrum SN5600 交换机和 NVIDIA BlueField-3 SuperNIC，Spectrum-X800 平台为多租户生成式 AI 云和大型企业级用户提供各种至关重要的先进功能。

图 32：英伟达 X800 系列交换机



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

发布人形机器人模型 Project GROOT

NVIDIA 正式发布人形机器人通用基础模型 Project GROOT、Omniverse Cloud API、同时宣布全球众多知名汽车品牌已使用 NVIDIA DRIVE Thor 集中式车载计算平台。

- Project GROOT 是一种多模态人形机器人通用基础模型，作为机器人的大脑，让机器人学习技能从而执行各种指令，与现实世界展开交互，比如使用榨汁机、敲击架子鼓。
- GROOT 使用做了重大更新的 Isaac 工具可以为任何环境中的机器人创建新的基础模型。NVIDIA 还发布了 Isaac Manipulator 和 Isaac Perceptor 等一系列机器人预训练模型、库和参考硬件。Isaac Manipulator 为机械臂提供了卓越的灵活性和模块化 AI 功能，并提供了一系列强大的基础模型和 GPU 加速库。Isaac Perceptor 提供了多摄像头和 3D 环绕视觉功能

图 33: Project GROOT 人形机器人



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

图 34: Isaac 机器人平台模拟仿真



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

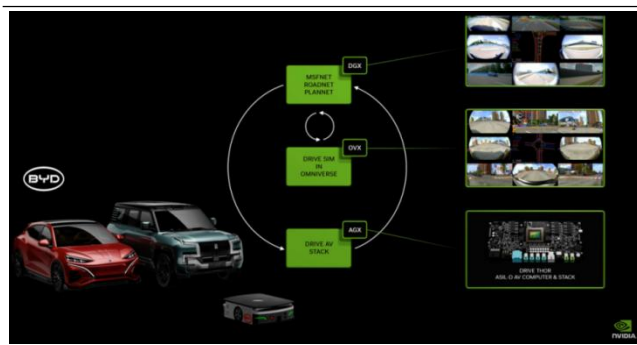
- **NVIDIA DRIVE 进一步助力自动驾驶。**NVIDIA 宣布 NVIDIA DRIVE Thor 集中式车载计算平台，已经被比亚迪、昊铂、小鹏、Plus、Nuro、Waabi 和文远知行等品牌采用。性能高达 1000 TFLOPS 的 DRIVE Thor 是专为汽车行业的生成式 AI 应用而打造的车载计算平台。DRIVE Thor 不仅可以提供丰富的座舱功能、安全可靠的高度自动化驾驶和无人驾驶功能，还能将所有功能整合至同一个集中式平台上。

图 35: Wayve AI drive

图 36: BYD 于英伟达合作



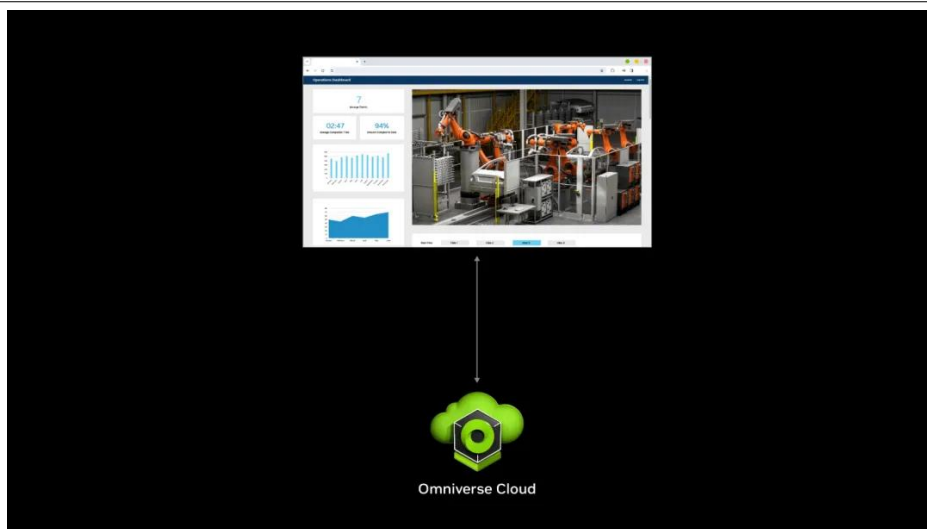
资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

- 英伟达宣布将以 API 形式提供 Omniverse™ Cloud，并发布了五款全新 Omniverse Cloud API，既可以单独使用，也可以组合使用。借助五个全新 Omniverse Cloud 应用编程接口（API），开发者能够轻松地将 Omniverse 的核心技术直接集成到现有的数字孪生设计与自动化软件应用中，或是集成到用于测试和验证机器人或自动驾驶汽车等自主机器的仿真 workflows 中。
 - a. USD Render：生成 OpenUSD 数据的全光线追踪 RTX 渲染；
 - b. USD Write：用户可以修改 OpenUSD 数据并与之交互；
 - c. SD Query：支持场景查询和交互式场景；
 - d. USD Notify：追踪 USD 变化并提供更新信息；
 - e. Omniverse Channel：连接用户、工具和世界，实现跨场景协作。

图 37: 英伟达 Omniverse cloud



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

OFC 大会多厂商发布 1.6T 光模，硅光应用有望加速

美国时间 3 月 26 日，第 49 届全球光通信大会 (OFC) 在美国加州圣地亚哥会展中心开幕，展会为期 3 天。超 180 家中国企业携多款新品及测试解决方案重磅亮相，1.6T 光模块&200G 光芯片、LPO、硅光&CPO、薄膜铌酸锂等光通信技术亮相升级。

多家企业展出 800G/1.6T 光模块解决方案

- **Coherent 在展会上展示了 800G ZR/OpenZR+ QSFP-DD-DCO 收发器、200G 每通道 (VCSEL) 的 1.6T 多模光模块。**公司 CEO 表示：2023 年，已有近 1000 万只这样的 VCSEL 作为 400G SR4 和 800G SR8 光模块的核心进行了发货。到 2024 年，这一数字将增加超过 3 倍，并且 100G VCSEL 将在本十年的剩余时间继续出货。一旦条件具备，200G VCSEL 将在接下来十年为行业服务。
- **中际旭创演示了 800G 和 1.6Tbps 硅光模块解决方案。**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；硅光 800G-ZR OSFP 相干模块，产品搭载自研硅光芯片的相干引擎；现场演示 PCIe Gen. 6 8x64Gbps LPO OSFP。
- **新易盛展示业界首款基于单通道 200G 工作速率的线性驱动可插拔光学器件 (LPO)，**其 800G OSFP DR4 LPO 模块采用硅光子集成芯片 (PIC)，该 PIC 采用 4 通道 200Gb/s 实现并行传输。此外，新公司已经推出了面向单模应用的第二代基于 100G/lane 技术的 800G 和 400G LPO 产品。这些产品采用 OSFP、QSFP-DD 和 QSFP112 封装形式。
- **光迅科技发布并演示 1.6T 硅光方案光模块。**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。
- **华工正源业界首发 800G ZR/ZR+ Pro 方案光模块，并推出单波 200G 的 1.6T 各类模块产品。**华工正源 800G ZR/ZR+ Pro 光模块传输距离 120km、光功率 +4dBm，是 QSFP-DD 小型化光模块，主要用于数据中心互连远程传输。1.6T 模块产品采用自研单波 200G 硅光芯片，并兼容薄膜铌酸锂调制器，拥有 8 个并行发送与接收通道，每通道运行波长为 1310nm，运行速率为 212.5Gbps，适用于 1.6T 以太网与 InfiniBand 系统的 2x800G 应用。
- **天孚通信展示应用于 800G/1.6T 的光引擎系列组件产品如 FAU、MT-FA、Optical Lens、Mux TOSA、POSA 等。**
- **锐捷网络全新发布 800G LPO 光模块。**发布并展示了基于 LPO (Linear-drive Pluggable Optics，线性驱动可插拔光模块) 技术的 800G-OSFP-DR8-LD 和 400G-QSFP112-DR4-LD 高速光模块。

图 38：光迅科技 1.6T OSFP-SD DR8 SIP

图 39：化工正源 1.6T 模块产品



资料来源：光迅科技，国信证券经济研究所整理

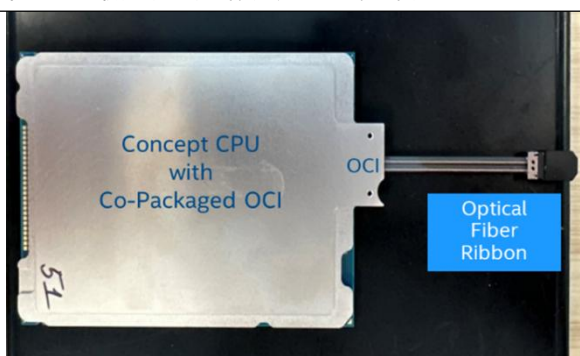


资料来源：华工正源，国信证券经济研究所整理

硅光技术不断迭代升级

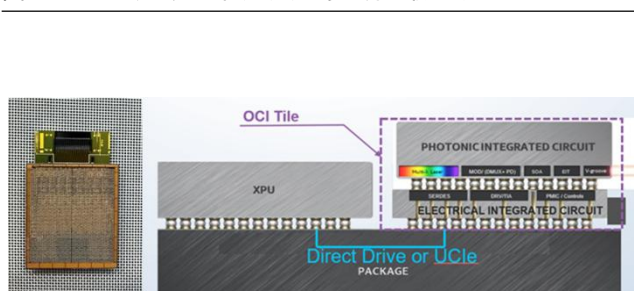
- 博通宣布量产每通道 200Gbps (200G/lane) 电吸收调制激光器 (EML)，演示业界首个每通道 200Gbps 垂直腔面发射激光器 (VCSEL)、演示用于 200G 硅光子 (SiPh) 调制的高效高线性连续波 (CW) 激光器、用于 AI/ML 系统的每通道 100G 高速光器件出货量超过 2000 万通道。
- Marvell 展示业界首款 3D 硅光子 (SiPho) 引擎, 具有 32 通道 200G 电气和光学接口, 能够以多太比特速度连接下一代 AI 集群和云数据中心。与具有 100 Gbps 电接口和光接口的同类设备相比, 200 Gbps 设备可提供 2 倍的带宽、2 倍的输入/输出 (I/O) 带宽密度, 并且每比特功耗降低 30%。
- Intel 展示了与通过光纤运行实时数据的概念英特尔 CPU 共同封装 OCI 小芯片。OCI 芯片的核心是一个硅光子集成电路 (PIC), 它包含了集成激光器、光放大器、具有 RF 硅通孔 (TSV) 的电学 IC 和用于联合封装的可任意拆卸/可重复使用的光电连接链路。首个 OCI 实现方案是兼容 PCIe Gen5 的 4 Tbps 双向小芯片, 支持 64 个通道, 每个方向 32 Gbps 数据超过 10 米, 实现为 8 对光纤, 每对光纤承载 8 个 DWDM 波长。

图 40: OCI 联合封装的英特尔概念 CPU 示意图



资料来源：Intel，国信证券经济研究所整理

图 41: Intel 双向完全集成的光学计算互联芯片组



资料来源：Intel，国信证券经济研究所整理

薄膜铌酸锂产业发展日渐成熟

光库科技与 HyperLight 联合主办“薄膜铌酸锂技术与应用”论坛，探讨了薄膜铌酸锂领域的最新进展与挑战。

相较于磷化铟、硅光和传统的铌酸锂等材料，薄膜铌酸锂凭借其超快的调制速度和高集成度，展现出显著的优势。薄膜铌酸锂具备超高带宽、低功耗、低损耗、小尺寸，以及可实现晶圆级大批量生产等突出特点，这使它成为光电调制器的理想材料。薄膜铌酸锂在远距离传输、城域网和 DCI 网络相干应用，以及数据中心和人工智能集群的 PAM-4 应用中展现出巨大的潜力。

图 42：光模块材料技术对比

项目	铌酸锂	磷化铟	硅光	薄膜铌酸锂
光学损耗	●●●●	●●	●	●●●● 更优
最大带宽	●●	●●●	●●●	●●●● 更优
半波电压	●●	●●●	●●	●●●● 更优
调制消光比	●●●●	●●●	●●	●●●● 更优
芯片大小	●	●●●●	●●●●	●●● 适中
线性度	●●●●	●●	●	●●●● 更优
集成度	●	●●●●	●●●	●●● 适中
成本	●	●●●	●●●●	●●● 适中 (规模化后降低)

资料来源：光库科技，国信证券经济研究所整理

交换机技术正在与 CPO、LPO、OCS 技术融合

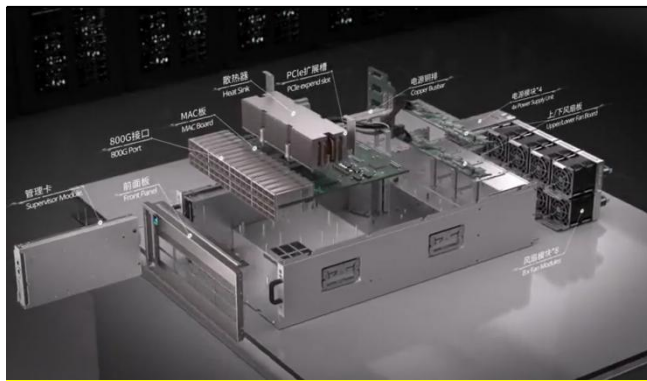
- 博通已向客户交付了业界首款 51.2 太比特/秒 (Tbps) 共封装光纤 (CPO) 以太网交换机 Bailly。该产品集成了八个基于硅光子学的 6.4 Tbps 光学引擎和 Broadcom 的 StrataXGS® Tomahawk®5 交换机芯片。与可插拔收发器解决方案相比，Bailly 使光互连能够降低 70% 的功耗，并将硅面积效率提高 8 倍。
- Coherent 发布了 300x300 端口的数据中心光交叉连接 (DLX™)，即 OCS 交换机。在 OCS 中，数据信号在通过交换机时保持在光域内；消除 OEO 转换可以带来显著的成本和功耗节省。此外，与传统交换机不同，当 AI 集群在后续世代配备更高速率的连接时，OCS 无需升级。
- 字节跳动在现场展示全端口支持 LPO 的 51.2T800G 自研交换机。开发的 51.2T 自研交换机使用自创的大尺寸芯片布线空间复用方案，高速系统仅使用一块 PCB，w/o Retimer/Cable 系统架构。锐捷网络、字节跳动、是德科技共同进行了基于 51.2Tbps 交换机满配 800G LPO 光模块的蛇形打流测试，现场眼见为实地展示了 800G LPO 的端口时延、丢包率、误码率，以及系统整体稳定性和可靠性。

图 43：OCoherent 数据中心光交叉连接 (DLX™)

图 44：字节跳动 51.2T 自研交换机



资料来源: Coherent, 国信证券经济研究所整理



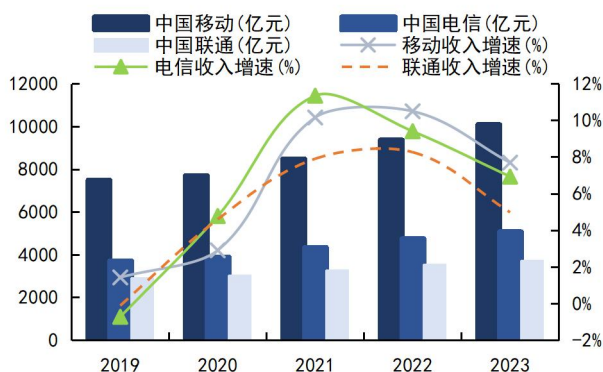
资料来源: 字节跳动, 国信证券经济研究所整理

运营商 2023 年业绩表现良好，分红率有望持续提升

收入端：四季度业绩增速有所放缓，全年表现稳健

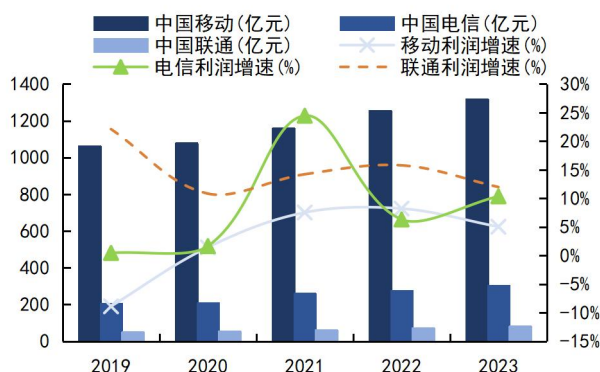
2023 年三大运营商总体增长稳健。据公司公告，2023 年，中国移动、中国电信和中国联通分别实现营业收入 10093 亿元（同比+7.7%）、5078 亿元（同比+6.9%）和 3726 亿元（同比 5.0%），延续稳健增长态势。利润端，中国移动、中国电信和中国联通分别实现归母净利润 1318 亿元（同比+5.0%）、304 亿元（同比+10.3%）和 82 亿元（同比+12.0%）。

图 45：2019-2023 三大运营商收入情况（亿元）



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

图 46：2019-2023 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

分业务看，三大运营商新兴业务维持较快增长：

中国移动：公司实现数字化转型收入 2538 亿元（同比+22.2%），占通服收入比提升 3.8pct 至 29.4%。政企市场实现收入 1921 亿元（同比+14.2%），政企客户达 2837 万家。其中，移动云实现收入 833 亿元（同比+65.6%），指引 2024 年延续 30%以上增速；

中国电信：2023 年公司产业数字化业务收入达到 1389 亿元，同比增长 17.9%。天翼云实现收入 972 亿元，同比增长 67.9%。天翼云正加速向智能云转型，2023 年智算新增 8.1EFLOPS 算力，达到 11.0EFLOPS，在京沪苏贵宁和内蒙等节点已具备千卡以上训练资源；

中国联通：2023 年算网数智业务实现收入 752 亿元，包含联通云、数据中心、数科集成、数据服务、数智应用及网信安全六大板块，收入规模约占两类主营业务总收入的四分之一。其中，联通云实现收入 510 亿元，同比增长 41.6%；数据服务业务实现收入 53 亿元，同比增长 32%，连续 5 年行业份额超过 50%；数智应用实现收入 56 亿元（同比+17.5%），5G 专网服务客户数达到 8563 家；网信安全实现收入 17 亿元（同比+120%）。

表 3：三大运营商新兴业务发展情况（亿元，%）

	2019	2020	2021	2022	2023
中国移动					
政企业务（亿元）	897	1129	1371	1682	1921
YoY (%)		26%	21%	23%	14%
占服务收入比重 (%)	13%	16%	18%	21%	22%
DICT	261	435	623	482	1070
移动云	20	92	242	503	833
中国电信					
产业数字化（亿元）	765	840	984	1178	1388.9
YoY (%)		10%	17%	20%	18%
占服务收入比重 (%)	21%	22%	24%	27%	30%
天翼云	71	112	279	579	972
IDC	254	280	316	333	-
中国联通					
产业互联网（亿元-旧口径）	329	427	548	705	-
算网数智（亿元-新口径）					752
YoY (%)		30%	28%	29%	-
占服务收入比重 (%)	12%	15%	18%	22%	22%
联通云	24	38	163	361	510
数据服务（原大数据）	12	17	26	40	53
数智应用					56
网信安全					17
物联网	30	42	60	86	-

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

成本费用：折旧摊销占收比持续下行，费用管控总体良好

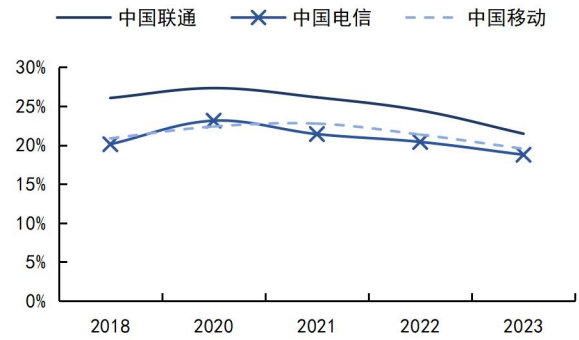
折旧摊销比持续下行，移动更改 5G 设备折旧政策。2023 年，中国移动、中国电信及中国联通折旧与摊销占收比分别为 20%/19%/21%（基于中国企业会计准则），占收比呈持续下降态势。中国移动调整 5G 设备折旧政策，从 2024 年 1 月 1 日起，将 5G 无线及相关传输设备的折旧年限由 7 年调整为 10 年，预计减少 2024 年折旧与摊销金额约 180 亿元。

图 47：2018-2023 年三大运营商折旧与摊销情况（亿元）

图 48：2018-2023 年三大运营商折旧与摊销占收比



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

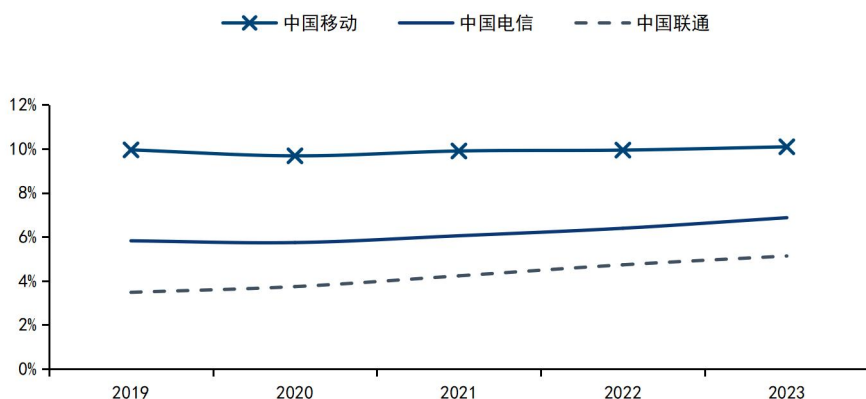
表4: 2023年三大运营商利润表拆分 (亿元, %)

项目	中国移动			中国电信			中国联通		
	绝对值	收入占比	YoY	绝对值	收入占比	YoY	绝对值	收入占比	YoY
通信服务收入	8635	86%	6%	4650	92%	7%	3352	90%	5%
销售产品收入	1458	14%	16%	429	8%	7%	374	10%	5%
收入合计	10093	100%	8%	5078	100%	7%	3726	100%	5%
网络运营支撑成本	2609	26%	6%	1508	30%	12%	600	16%	6%
折旧及摊销	1970	20%	3%	953	19%	3%	800	21%	-3%
员工薪酬	951	9%	4%	551	11%	3%	426	11%	0%
网间结算支出	249	2%	11%	139	3%	7%	113	3%	3%
销售产品成本	1428	14%	16%	408	8%	3%	364	10%	5%
技术服务成本	-	-	-	-	-	-	188	5%	5%
其他	37	0%	-2%	56	1%	-16%	321	9%	34%
成本合计	7244	72%	7%	3614	71%	6%	2812	75%	5%
销售费用	525	5%	6%	567	11%	4%	358	10%	4%
管理费用	560	6%	3%	361	7%	6%	240	6%	4%
研发费用	287	3%	59%	132	3%	24%	81	2%	18%
财务费用	-35	0%	-60%	3	0%	4462%	-3	0%	65%
期间费用合计	1338	13%	18%	1064	21%	7%	677	18%	7%
营业利润	1681	17%	4%	426	8%	3%	228	6%	12%
净利润	1318	13%	5%	304	6%	10%	187	5%	12%

资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

三大运营商 ROE 处于上行通道。运营商经过多年的投资建设, 目前固定资产已经达到比较大的规模, 每年的折旧摊销规模水涨船高。随着运营商资本开支精准投放, 折旧与摊销规模或将超越当年资本开支, 对应资产规模将停止攀升, 甚至稳中有降。叠加运营商盈利能力提升, 在杠杆率不变的情况下, 运营商的 ROE 将稳步提升。从 2023 年情况来看, 据 Wind 数据, 中国移动、中国电信和中国联通 ROE (摊薄) 分别为 10.1%/6.9%/5.1%, 同比提升 0.2/0.5/0.4pct, 处于上行通道。

图49: 三大运营商 ROE (摊薄) 情况



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

分红比例稳步提升, 持续关注股东回报

三大运营商稳步提升派息比率, 持续关注股东回报:

- 中国移动:** 董事会建议 2023 年全年派息率为 71%, 对应末期股息每股 2.40 港元, 连同已派发的中期股息, 2023 年全年股息合计每股 4.83 港元, 较 2022 年增长 9.5%。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:** 公司计划派发 2023 年末期股息每股 0.09 元, 全年合计派息 0.2332 元, 年度派息率超 70%。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:** 2023 年计划派息率达 55%, 2023 年末期股利规划每股派发股利 0.1336 元, 考虑中期派息 0.203 元, 全年累计每股派息 0.3366 元。

表5: 三大运营商分红及股息率情况 (含预测, 截至 3 月 28 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)		
			2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E
600941.SH	中国移动	106.09	1428	1513	1598	72%	74%	76%	4.53%	4.93%	5.35%
601728.SH	中国电信	5.98	331	357	378	72%	74%	76%	4.36%	4.82%	5.25%
600050.SH	中国联通	4.61	92	101	108	55%	55%	55%	3.45%	3.78%	4.06%
0941.HK	中国移动	66.90	1428	1513	1598	72%	74%	76%	7.18%	7.82%	8.48%
0728.HK	中国电信	4.19	331	357	378	72%	74%	76%	6.22%	6.89%	7.50%
0762.HK	中国联通	5.65	210	229	246	55%	55%	55%	6.66%	7.29%	7.83%

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。

5G-A 基站赋能低空飞行器网络覆盖

3 月 28 日, 工业和信息化部、科学技术部、财政部、中国民用航空局印发《通用航空装备创新应用实施方案 (2024-2030 年)》。其中提出, 到 2030 年, 通用航空产业发展新模式基本建立, 支撑和保障“短途运输+电动垂直起降”客运网络、“干-支-末”无人机配送网络、满足工农作业需求的低空生产作业网络安全高效

运行。低空经济发展的基础设施是以低空智能网联为基础的数字低空生态体系构架，运营商、设备商正积极布局新一代通信技术与低空经济产业链融合。低空智能网联主要表现为三张网：飞行感知网、数据通信网、算力应用网。

政策有力扶持低空经济发展，应用场景加速落地

中国低空经济的快速发展受益于政策的有力支持，其中中央和地方政府的政策共振发挥了关键作用。这种双层政策框架不仅为低空经济的成长提供了坚实的基础，而且也指明了发展方向。人民日报今年1月19日刊登的文章《科技引领，促进低空经济腾飞》进一步强调了政策支持的重要性，提出到“十四五”末期，我国低空经济对国民经济的综合贡献值预计将达到3-5万亿元。

表6：2021年以来我国发布的与低空经济相关的重要政策文件

时间	政策文件及主要内容
2021年2月	《国家综合立体交通网规划纲要》：发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、低空经济。“低空经济”首次被写入国家规划
2021年12月	《“十四五”民用航空发展规划》：构建运输航空和通用航空一体两翼、覆盖广泛、多元高效的航空服务体系，到“十四五”末，通航国家数量70个。服务体系更加健全，货运网络更加完善：通用航空服务丰富多元，无人机业务创新发展
2022年1月	《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》有序推进通用机场规划建设，构建区域短途运输网络，探索通用航空与低空旅游、应急救援、医疗救护、警务航空等融合发展
2023年10月	《绿色航空制造业发展纲要(2023-2035年)》力争到2025年电动通航飞机投入商业应用，电动垂直起降航空器(eVTOL)实现试点运行
2023年12月	《国家空域基础分类方法》正式发布，将空域划分为A、B、C、D、E、G、W等7类，其中：A/B/C/D/E类为管制空域，G/W类为非管制空域。非管制空域的划分为eVTOL的试点运行以及商业化落地奠定基础
2023年12月	国内交换机 ODM/OEM 核心供应商，下游大客户需求发展快速
2024年初	2024年1月1日起，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》将正式施行，标志着我国无人机产业将进入“有法可依”的发展新阶段

资料来源：政府官网，国信证券经济研究所整理

随着国家将低空经济提升到战略层面，政策和产业驱动下的“低空经济+”应用场景正加速落地：

- **在低空经济与旅游结合**，直升机、热气球、滑翔伞等低空工具已较为成熟，并逐渐成为游客新奇体验的选择。
- **低空经济与物流的结合**。无人机在城市物流中显示出的潜力，特别是其方便高效、能节约人力成本及减少安全隐患等优点，使其成为快递和电商行业的关注焦点。
- **城市管理领域，低空经济的应用商业模式已基本跑通**。无人机在应急救援、城市安防、电力巡检、国土测绘等多个场景中的应用，大幅提升了城市管理的效率和安全性，不断扩大了城市管理的边界，展现出广泛的应用前景。
- **交通领域，城市空中交通(UAM)的兴起**标志着低空经济在此领域的逐步落地。eVTOL作为UAM的核心，以其安全性、智能性、经济性和环保性的优势，正逐步成为解决城市交通拥堵的有效方案。直升机作为传统的低空飞行工具，其出行普及度在不断提高，而eVTOL的发展预示着低空经济在交通领域将具有更广阔的应用前景。

北斗导航模块受益飞行感知网建设

飞行感知网负责为无人机、有人机等提供定位、授时、导航和监管服务，对低空

飞行活动进行有效感知和有序管理，其中定位、导航、授时等通信模块仍然主要由天宝（Trimble）等海外厂商提供。我国的北斗导航系统已实现全球覆盖，为低空经济飞行器提供了精确的定位和通信服务。国产厂商未来发展空间较大。

北斗+5G 融合提供高精度定位。在去年 11 月中国电信举办的“2023 数字科技生态大会”上，中国电信牵头，联合产业链 15 家头部合作伙伴，共同发布“北斗+5G 高可信时空体系”关键能力，该能力基于“十四五”国家重点研发计划“地球观测与导航专项”《高可信时空网关键技术及大众规模化应用》项目的研发成果旨在实现北斗和 5G 双战略的深度融合，推动 PNT（定位导航授时）规模应用，为数字经济构建坚实的时空信息底座。该项目可以在全场景室内外车道级导航高精位置服务，也可为家人提供关爱场景的高精位置服务。

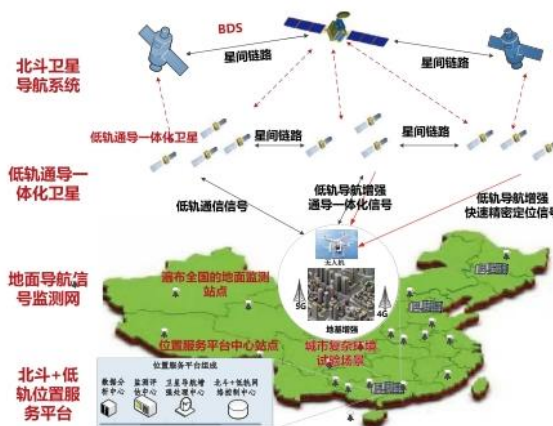
北斗+低轨通导一体化持续推进建设。北斗+低轨通导一体化位置服务网络提供泛在精准可信的位置服务和高容量高可信的低轨通信服务。该网络由北斗卫星导航系统、低轨通导一体化卫星、地面导航信号监测网和北斗+低轨位置服务平台组成。网络具备基于网络化时空资源统一管理协同监测，可实现具有“泛在、精准、可信”特征的位置服务和具有“高容量、低延时”特征的低轨通信服务。

图 50：电信联合 15 家企业发布“北斗+5G 高可信时空体系”



资料来源：中国电信，国信证券经济研究所整理

图 51：未来应用北斗+低轨通导一体化位置服务网络组成



资料来源：贾诗雨等《北斗+低轨通导一体化位置服务网络与低空经济应用》信息通信技术【J】（2023 年第五期 P55），国信证券经济研究所整理

去年底，亿欧将发布《2023 中国低空经济领军企业 TOP20》榜单，以北斗星通为代表的北斗导航芯片核心供应商上榜，建议关注北斗导航相关产业链供应商。

图 52：低空经济领军企业 TOP20



资料来源：亿欧智库，国信证券经济研究所整理

无线通信设备受益数据通信网建设

数据通信网负责飞行器与飞行器、飞行器与用户、飞行器与平台等各类数据交互，涵盖遥感控制数据、测量数据和视频等业务数据。5G-A 通感一体技术能够精确计算出运动物体的距离、速度和位置等状态，已经应用在运营商网络中。利用网络协作通感一体化系统可以对未经允许飞入空域的无人机进行检测或对无人机的飞行路径进行管制，助力无人机低空经济的规模发展。

5G-A 的通感一体，需要自身 AAU（有源天线）能够提供独立的对地、对空波束。既包括通信波束，也包括感知波束。感知波束增加了系统的设计难度和业务压力。感知波束的宽度、数量和方向动态可调，可通过数千种包含方位角、下倾角、波束宽度、波束数量等参数的权重组合，生成海量的波束 Pattern，来满足不同场景的通感需求。

- 对于通信方面，大量的规模外场测试表明，低空网络覆盖可从已部署的 5G 网络通过优化网络参数利旧起步，并且可以随容量需求增加。不过，仍需从系统架构、组网设计、参数优化、干扰协调、硬件改造，及与地面的覆盖融合等方面持续优化提升低空覆盖能力。
- 对于感知方面，目前 5G 频率所在的 Sub-6G 在非理想条件下无法满足商业需求，大概率需要精确度更高的毫米波频段，但毫米波系统的部署涉及频段、牌照等，是一个系统工程，还在研发之中。因此，目前支撑无人机的系统的感知功能，从商业的需要来看，必须与通信功能融合，才能满足必要的商业价值。

图 53：通感一体化应用场景



资料来源：中国移动，国信证券经济研究所整理

运营商已布局 5G-A 技术赋能低空经济通信网络发展

中国联通 5G-A 通感一体赋能低空管理 为南京低空经济注入新动能。中国联通在南京市民用无人驾驶航空试验区 2 号空域浦口区西江基地，率先实现 5G-A 通感一体应用落地。这一创新技术利用已有通信基站资源，将通信与感知能力相结合，单站有效感知距离 500-1000 米，不仅完善了试验区对“低慢小”目标的主动发现能力，为低空监管部门提供了更全面有效的监管手段，还通过对低空感知数据的挖掘，与飞手培训学校联合探索对学员训练飞行轨迹的评估，提升了教培效率，孵化新业态。

图 54：南京市民用无人驾驶航空试验区 5G-A 通感基站现场安装实景



资料来源：中国联通，国信证券经济研究所整理

山东移动 5G-A 技术满足城市用网需求 保障低空空域安全。2024 年初，山东移动在济南雪野湖航空俱乐部基地完成 5G-A 通感一体商用验证，实现自发自收模式下感知距离突破 2km，完成了目标监测、轨迹跟踪、入侵监测、电子围栏等多项技术验证。当无人机飞入该区域内，5G-A 基站可以自动对无人机飞行轨迹进行实时监测，判定是否是不法无人机闯入或者是已登记的无人机飞出了既定路线，充分确保低空空域安全，是山东移动 5G-A 通感一体助力低空经济发展的重要里程碑。

中移（成都）产业研究院参与完成 5G-A 收发通感一体化 128TR 基站低空外场组网部署。通过在传统 5G 通信基站站址上部署 4.9GHz 128TR 自发自收 5G-A 通感一体化 AAU，融合中移凌云平台低空监管能力，成功完成了对低空无人机的通信感

知融合测试，并开展不同干扰环境下的感知能力、多通感基站组网验证等研究，多维度推进 5G-A 通感一体化的技术研究和商用落地进程，为破解低空“黑飞”无人机安全监测难题提供强力保障手段，持续助力低空经济飞跃发展。

运营商、设备商均积极参与 5G-A 通感一体化技术部署，建议关注【中兴通讯】及 5G-A 基站射频元器件领域相关公司。

政府与运营商加大国产算力投入规划

各地方政府频频出台算力规划

国家高度重视算力基础设施建设。各地方政府频频出台政策，在算力、运力、存储方面均有明确规划：

表 7：今年各地方政府算力规划一览

省市	时间	政策	内容
青海省	3月29日	《青海省绿色算力基地建设方案》	到 2025 年，算力总规模超过 2.06EFLOPS，其中智能算力占比超过 35%。运力能力，省内数据中心间时延低于 2ms，至国家算力枢纽节点时延不高于 20ms，重点场所算力网络（OTN）通达率超过 50%，1ms 全光城市数量达到 5 个。存力总规模超过 10.7EB，先进存储容量占比达到 30%以上。
南京市	3月27日	《南京市推进算力产业发展行动方案》	到 2025 年，全市数据中心总规模达到 25 万标准机架，总算力超 8.5E FLOPS（FP32），可统筹智能算力超 6000P FLOPS（FP16）。打造南京都市圈、长三角重点城市算力设施 3ms 低时延圈，市内算力设施时延不高于 1ms。存储总量超 60EB，先进存储容量占比达到 40%以上。
上海市	3月25日	《上海市智能算力基础设施高质量发展“算力浦江”智算行动实施方案（2024-2025 年）》	到 2025 年，上海市智能算力规模将超过 30EFlops，占总算力的 50%以上。网络时延：算力网络节点间单向网络时延将控制在 1 毫秒以内。存储容量：智算中心内先进存储容量占比将达到 50%以上。
广东省	3月22日	《广东省算力基础设施高质量发展行动暨“粤算”行时延圈，重点应用场所光传送网（OTN）覆盖率达到 90%。在存储力方面，存储总量超过 260EB，先进存储容量占比达到 30%以上，重点行业核心数据、重要数据灾备覆盖率达到 100%。	到 2025 年，在算力方面，算力规模达到 38EFLOPS，智能算力占比达到 50%。建成智能计算中心 10 个。在运力方面，打造“城市内 1ms、韶关至广深 3ms、韶关至全省 5ms”
河南省	3月4日	《河南省加快制造业“六新”突破实施方案》	到 2025 年，智算和超算算力规模超过 2000PFLOPS（每秒浮点运算次数），高性能算力占比超过 30%。
贵州省	2月2日	《贵州省算力基础设施高质量发展行动计划（2024-2025 年）》	提出到 2025 年，计算供给均衡合理，总算力规模提升到 80 EFLOPS，超算算力与智算算力占比达到 35%。运载网络优质互联，重点应用场所光传送网（OTN）覆盖率达到 80%，骨干网、城域网全面支持 IPv6，SRv6 使用占比达到 40%，贵阳·贵安国家级互联网骨干直联点扩容至 1200G，实现城市内单向时延 1 毫秒。存储总量超过 60EB，全省先进存储容量占比达到 30%以上。

资料来源：各省市地方政府官网，IDC 圈官微，国信证券经济研究所整理

运营商加强算力领域投资

- **中国移动** 2023 年公司完成投资 1803 亿元（略低于此前 1832 亿元指引），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** 2023 年实现资本开支 988 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** 2023 年公司资本开支为 738.7 亿元（同比-0.4%），略低于此前指引（769 亿元），其中 5G 完成投资 373.7 亿元（同比+13.1%）。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。

表8：三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	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

投资建议：关注国产算力与低空经济发展，重视运营商分红率提升

(1) 短期视角，全球 AI 行业不断变革发展，我国高度重视算力基础设施建设，政府政策频出，产业趋势确定，持续关注算力基础设施：光器件光模块（中际旭创、天孚通信等），通信设备（中兴通讯、紫光股份等），液冷（英维克、申菱环境等）。近期低空经济政策频出，低空网络覆盖至关重要，建议关注北斗导航终端供应商华测导航、北斗星通等。

(2) 中长期视角，中国移动和中国电信规划 2024 年起 3 年内将分红比例提升至 75% 以上，高股息价值凸显，建议关注运营商。

4 月推荐组合：中国移动、天孚通信、英维克、华测导航、菲菱科思。

表9：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	买入	25.84	1.63	1.89	2.24	15.9	13.7	11.5	3.1
603236.SH	移远通信	买入	40.93	0.32	2.61	3.46	127.9	15.7	11.8	2.4
300638.SZ	广和通	买入	17.31	0.78	0.99	1.18	22.2	17.5	14.7	3.6
002139.SZ	拓邦股份	买入	9.14	0.48	0.65	0.79	19.0	14.1	11.6	1.7
603893.SH	瑞芯微	增持	50.32	0.36	0.89	1.43	139.8	56.5	35.2	6.5
688800.SH	瑞可达	增持	30.84	3.05	4.29	4.29	10.1	7.2	7.2	2.2
300627.SZ	华测导航	买入	28.12	0.86	1.09	1.37	32.7	25.8	20.5	4.6
300308.SZ	中际旭创	买入	156.56	2.60	5.69	7.48	60.2	27.5	20.9	7.0
300394.SZ	天孚通信	买入	151.27	1.78	3.19	4.16	85.0	47.4	36.4	14.7
300620.SZ	光库科技	增持	49.35	0.41	0.51	0.66	120.4	96.8	74.8	6.5
688167.SH	炬光科技	增持	80.81	1.01	1.43	1.89	80.0	56.5	42.8	2.8
000063.SZ	中兴通讯	买入	27.99	2.00	2.18	2.34	14.0	12.8	12.0	1.8
300442.SZ	润泽科技	增持	31.01	1.05	1.37	2.08	29.5	22.6	14.9	5.5
301018.SZ	申菱环境	买入	25.74	0.90	1.18	1.50	28.7	21.7	17.2	2.8
002837.SZ	英维克	增持	30.02	0.68	0.92	1.20	44.1	32.6	25.0	5.8
000938.SZ	紫光股份	买入	21.71	0.86	1.04	1.24	25.2	20.9	17.5	1.7
301165.SZ	锐捷网络	增持	38.48	1.31	1.68	2.08	29.4	22.9	18.5	4.3
301191.SZ	菲菱科思	买入	86.93	3.25	3.83	4.48	26.7	22.7	19.4	2.8
600522.SH	中天科技	买入	14.03	1.07	1.17	1.39	13.1	12.0	10.1	1.3
600487.SH	亨通光电	买入	12.35	1.08	1.32	1.49	11.5	9.4	8.3	1.1
600941.SH	中国移动	买入	105.76	6.36	6.93	7.62	16.6	15.3	13.9	1.6
601728.SH	中国电信	买入	6.08	0.34	0.37	0.41	17.9	16.4	14.8	1.2
600050.SH	中国联通	买入	4.67	0.26	0.29	0.32	18.0	16.1	14.6	0.9
688618.SH	三旺通信	买入	49.51	1.69	2.55	3.67	29.3	19.4	13.5	3.7
688080.SH	映翰通	买入	35.01	1.99	2.54	3.24	17.6	13.8	10.8	2.4
688375.SH	国博电子	增持	69.00	1.50	1.96	2.54	46.0	35.2	27.2	4.1
001270.SZ	铖昌科技	无评级	56.36	1.19	1.63	2.21	47.4	34.6	25.5	4.8
002465.SZ	海格通信	增持	11.15	0.29	0.36	0.44	38.4	31.0	25.3	2.2
688100.SH	威胜信息	增持	34.60	1.03	1.29	1.60	33.5	26.8	21.6	5.0

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理（2024年3月31日）

风险提示

宏观经济波动风险、数字经济投资建设不及预期、AI 发展不及预期、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	买入	股价表现优于市场代表性指数20%以上
		增持	股价表现优于市场代表性指数10%-20%之间
		中性	股价表现介于市场代表性指数±10%之间
		卖出	股价表现弱于市场代表性指数10%以上
	行业 投资评级	超配	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±10%之间
		低配	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