

计算机行业深度报告

太空算力：苍穹之上的下一代计算范式

增持（维持）

2025年12月30日

证券分析师 王紫敬

执业证书：S0600521080005
021-60199781

wangzj@dwzq.com.cn

证券分析师 王世杰

执业证书：S0600523080004
wangshijie@dwzq.com.cn

投资要点

- **太空算力是构建于地球轨道上的下一代分布式计算范式。**将数据中心的核心硬件部署于太空，形成轨道级 AI 基础设施，实现数据在采集源头完成处理与分析，从而将卫星从传统的“数据下行中继”升级为可自主决策的“在轨智能体”。
- **产业发展的根本驱动力在于突破地面算力的物理与资源极限。**当前，人工智能算力需求的爆发式增长，使得地面数据中心在电力供给、散热冷却及土地空间等方面遭遇刚性约束。太空环境所独有的近乎无限的太阳能、接近绝对零度的天然散热场以及灵活的模块化部署能力，为系统性解决上述瓶颈提供了革命性的方案。
- **太空算力正成为大国算力博弈中的新焦点。**中国方面以国家实验室和航天央企为核心，注重体系化建设与自主可控，已推出“三体计算星座”等具有世界级技术水平的天基计算系统。美国方面则由科技巨头与初创公司主导，依托其在芯片与商业航天领域的优势，积极探索多元商业模式，近期 Starcloud 公司成功在轨完成大语言模型训练，标志着太空 AI 计算迈入实质性里程碑阶段。
- **核心技术瓶颈突出，工程化正处于攻坚阶段。**高可靠抗辐射芯片、超高速星间激光通信、巨型能源散热系统以及在轨组装维护等关键技术，仍是制约其规模化部署与商业化运营的主要挑战。
- **产业链条长且价值分布集中，呈现上稳中快下活的格局。**上游硬件环节技术壁垒最高，涵盖卫星平台、特种芯片、能源与热管理子系统，是当前产业价值的聚集地。中游网络运营环节正加速推进星座建设与天地协同调度。下游应用市场则面向遥感分析、全球通信、科学计算与太空原生 AI 服务等广阔场景，持续探索价值实现路径。
- **投资建议：**太空算力产业正加速演进，作为破解全球算力资源瓶颈的核心路径，其战略价值日益凸显。当前技术路线与工程方案仍处于多元探索与快速迭代阶段，中美两国已形成各具特色的发展格局，众多科技巨头与创新企业纷纷加大投入、推进关键验证。我们认为，太空算力有望成为未来十年算力基础设施中增长最快、技术壁垒最高、也是最具颠覆性的关键领域。建议重点关注在核心环节具备技术优势与明确卡位的相关标的。
- **相关标的：**顺灏股份、上海港湾、乾照光电、长盈通、上海沪工、烽火通信、航天电子、中国卫星、优刻得等。
- **风险提示：**技术突破不及预期风险；资本开支与商业模式风险；政策与监管不确定性风险。

行业走势



相关研究

《梳理 SpaceX 的 A 股供应商》

2025-12-29

《商业航天还有哪些事件值得期待？》

2025-12-21

内容目录

1. 太空算力的定义与核心架构	4
2. 太空算力破解地面算力瓶颈	6
3. 太空算力全球发展现状与规模展望	8
4. 太空算力技术瓶颈与突破路径	11
5. 太空算力产业链	12
6. 投资建议	14
7. 风险提示	14

图表目录

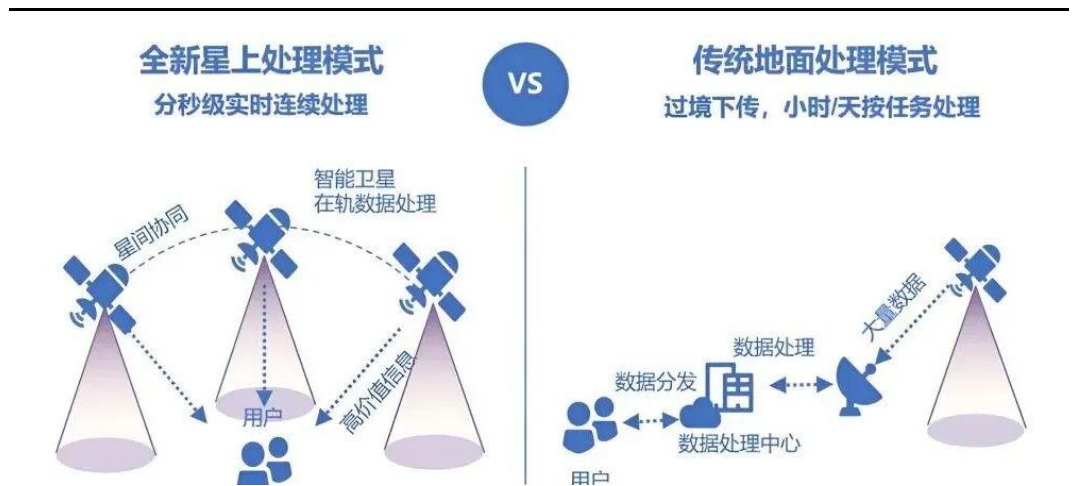
图表 1: 天基计算体系.....	4
图表 2: 地面边缘节点与轨道节点架构对比.....	5
图表 3: 4 公里 x4 公里部署的太阳能阵列和辐射.....	6
图表 4: 太空算力四大优势.....	7
图表 5: 单个 40 兆瓦集群在太空与陆地运行 10 年成本对比.....	8
图表 6: “三体计算星座”首轨卫星示意图.....	9
图表 7: Starcloud 卫星的内部结构.....	10
图表 8: ROSA 卷式柔性太阳翼.....	12
图表 9: 太空算力上游环节.....	13
图表 10: 太空算力中游环节.....	13
图表 11: 太空算力下游环节.....	13

1. 太空算力的定义与核心架构

太空算力是一种体系化的轨道级分布式 AI 架构。将服务器、AI 芯片、存储设备等计算资源部署在近地轨道、地球同步轨道等太空环境，构建“太空数据中心”，实现数据采集、处理、存储与输出全流程在轨完成。

太空算力将传统的“天感地算”模式转变为“天数天算”，即卫星等太空设施能够直接在太空处理、分析数据，而无需将海量原始数据传回地面进行处理。也使卫星角色从传统的“感知平台”彻底升级为具备自主决策能力的“智能体”。

图表 1: 天基计算体系



数据来源：星测未来 StarDetect 公司公众号，东吴证券研究所

太空算力包含太空边缘计算、太空云计算和太空分布式计算三个核心层次。

太空边缘计算: 在数据源头进行实时处理与过滤，最大限度减少不必要的下行，提升响应速度与卫星自主性。例如对遥感图像进行在轨云检测与目标初筛。

太空云计算: 在太空边缘计算的基础上，通过高速互联互通和分布式计算框架，在太空中构建云计算基础设施，提供太空环境下的弹性计算资源和服务。用户可像使用地面云服务一样，按需调用太空中的计算资源执行特定任务。

太空分布式计算: 利用卫星、空间站或其他太空平台等多个分散的计算节点来执行数据处理、转发、存储和分析任务，这些计算节点通过网络连接，提供跨星数据协同，形成一个协同工作的计算网络，提升效率与性能。

太空算力在部署环境、任务复杂度和系统目标上与地面边缘计算存在本质差异，并非后者的简单升级。传统边缘计算的核心在于将算力下沉至终端附近，以降低延迟和网络传输成本为首要目的；而太空算力则将计算资源部署于架空的地球轨道上，旨在与地

面数据中心形成“去中心化+高性能”的融合架构。这不仅保留了边缘计算固有的实时响应与自主决策优势，更显著提升了任务处理的复杂度，使其具备了在轨训练 AI 大模型、多星协同处理遥感数据以及即时任务反馈等高级能力。

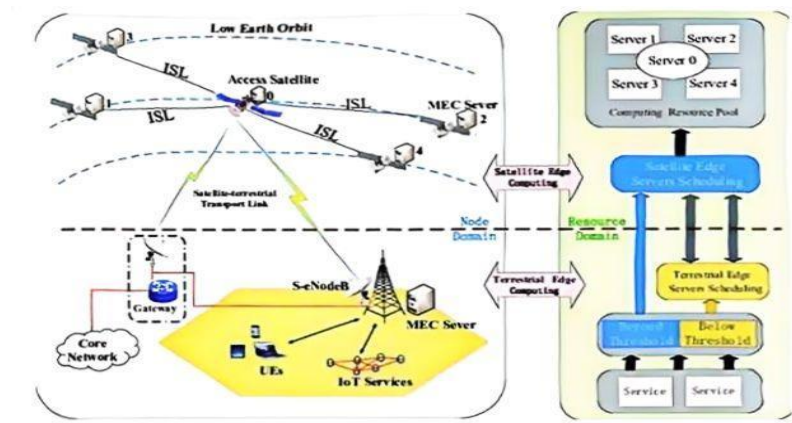
部署环境方面，太空算力需直面宇宙辐射、极端温度交变及长期无人运维等严苛挑战，而地面边缘计算则处于环境可控的机房或终端附近。

任务复杂度方面，太空算力支持高复杂度的在轨训练与协同推理，地面边缘计算侧重于本地的实时数据处理与低延迟响应。

核心目标方面，太空算力致力于构建星间高速互联的分布式网络，实现算力的动态调度与共享，以突破能源与物理空间的根本限制，而地面边缘计算主要目标在于减轻云端负载、减少网络延迟并提升终端效率。

系统架构方面，太空算力必须依赖全栈抗辐射设计、高可靠冗余与星间激光通信网络，而地面边缘计算则可基于成熟的地面 IT 基础设施与网络进行构建。

图表 2: 地面边缘节点与轨道节点架构对比



数据来源：Research Gate，东吴证券研究所

完整的太空算力系统由四大核心模块构成闭环。

算力模块：星载服务器集群，采用高度定制化的异构计算架构，集成经过抗辐射加固的 GPU、CPU 及专用 AI 芯片，受限于卫星平台空间与重量，算力模块常以多卡集成或紧凑型机柜形式封装。用于运行复杂的深度学习模型推理。

能源系统：是太空数据中心持续运行的动力源泉，主要由太阳能电池阵、电源控制器和储能电池三大核心组成。太阳能电池阵负责将太阳光能转换为电能；电源控制器负责调节、分配和管理整个卫星平台的电力；储能电池则在卫星运行至地球阴影区时，为关键负载提供不间断的电力保障。部署于晨昏轨道等位置可近乎实现 24 小时不间断日

照，且无大气层对阳光的衰减与散射，其容量因子超过 95%，综合发电能力是地面的 5 倍以上。

散热系统：负责将算力模块产生的巨量废热高效排出至太空。其核心原理是利用太空接近 -270°C 的背景温度，通过热辐射方式散热。基本散热路径为：芯片热源→通过热管或泵驱两相流体回路将热量传导至卫星表面的大型辐射散热板→热量以红外辐射形式直接散发至深空。散热效率和辐冷板面积成正比，Lumen Orbit 正在开发一种轻量可展开式散热器设计，是目前在太空中部署的最大散热器，其覆盖面积巨大，可以与阵列平行布置，每平方米散热器将净辐射 633.08 瓦。对于高功率密度的 GPU/AI 芯片集群，需采用主动式的液体冷却回路，甚至直接芯片液冷或浸没式冷却技术。

通信链路：用于实现多星协同与天地互联，主要包括星间链路和星地链路。其中，星间激光通信（ISL）是实现分布式“轨道数据中心”协同计算的关键。激光通信具有带宽高、延迟低、抗干扰强的特点，当前单链路传输速率已达 100-400Gbps。在数据中心内部，计算容器之间需构建极高带宽、超低延迟的内部网络；对外则通过激光或射频链路与通信星座互联，或利用专用“数据穿梭舱”进行海量数据交换。

图表 3：4 公里 x4 公里部署的太阳能阵列和辐射



数据来源：Starcloud，东吴证券研究所

2. 太空算力破解地面算力瓶颈

地面基础设施已触及多重极限。根据《中国综合算力指数报告〔2024〕》预测，未来 10 年全球算力需求将达到 2024 年的 70 倍以上，而地面数据中心在能源供给、散热系统、土地资源等方面的物理极限日益凸显。

能源供给极限：2025 年，全球 AI 产业进入了“大模型+应用落地”的双爆发期，但算力基础设施却面临严峻的能源危机。CSIS 数据显示，美国 AI 数据中心电力需求预计达 84GW，接近纽约与加州电网峰值总和，而美国电网基础设施老化，新增电力审批周期漫长，特朗普已于 2025 年 1 月宣布美国进入能源紧急状态，地面基建无法满足电力需

求。此外，根据 Gartner 于 11 月发布的最新预测，全球数据中心的电力消耗将从 2025 年的 448TWh 激增至 2030 年的 980TWh。其中，仅 AI 优化型服务器的耗电量就将增长近五倍，从 2025 年的 93TWh 增至 2030 年的 432TWh，届时将占据数据中心总用电量的 44%；兰德公司预测，2030 年单个训练任务需求可达 8GW；国际能源署 2025 年的分析指出，全球数据中心和人工智能的电力消耗在过去两年内激增，预计到 2026 年将翻一番，达到 1000TWh，在部分算力枢纽地区，数据中心能耗已占当地电力供应的 20% 以上；SpaceX 创始人之一 Tom Mueller 曾表示：“到 2045 年，计算所需的能量将相当于目前地球的基本负荷。唯一的出路是将计算放到太空，利用太阳的能量。”

散热与资源困境：冷却系统在地面数据中心中占据机架重量和体积的大部分，涉及复杂的暖通空调系统、冷却分配单元和液冷技术，冷却系统能耗占总能耗 30%-40%。目前如果建造一个 100 万张 GPU 的计算集群，其局部热流密度将超过 250W/m²，需要进行大面积扩热，并采取水汽蒸发等降温措施，工程实施难度极大，水资源浪费严重，且容易引发严重的热岛效应，可持续发展压力骤增。

空间与部署瓶颈：地面空间资源有限，扩展灵活性极差。大型能源与基础设施项目面临长达数年的通行权、环境评估、电网接入审批，新建大型数据中心的进度受阻。

太空环境具有独特的物理优势，包括永续太阳能供电、真空散热条件、低延迟数据处理能力。制约地面算力发展的能源、散热与空间占用等问题，有望在太空中得到有效解决，从而显著降低长期运营成本。

图表 4：太空算力四大优势

优势	核心原理与数据支撑	带来的效益
能源高效	晨昏轨道是一种特殊的太阳同步轨道，卫星沿着地球的晨昏线运行几乎可以 24 小时持续接受阳光照射，而不会像普通低轨卫星（LEO）那样每 90 分钟就经历一次长达 30-40 分钟的“地影”黑暗期，容量因子>95%（地面太阳能平均约 24%）。太空无大气衰减，太阳辐射强度比地表高约 40%，太空的总辐照量达到地球的六倍，同样的太阳能电池板，在太空的发电量是地面的 4-5 倍。据 Lumen Orbit 测算，轨道能源成本可低至 0.002 美分/千瓦时，仅为美国批发电价（0.045 美分）的 1/22	近乎无限、边际成本极低的清洁能源供给，结合深空天然冷源，获得廉价的电力，是应对 AI 电力需求爆炸的根本途径
散热卓越	太空的真空和极寒温环境（约-270℃）为天然散热场，热量可通过辐射直接散逸，无需复杂的液冷或风冷系统，也不需要消耗水资源，只需在卫星背光面安装散热器即可	零水资源消耗，散热系统能耗近乎为零，从根本上解决散热难题
部署灵活	卫星制造与发射周期以“月”计，可模块化快速部署，完全规避地面所有审批与物理瓶颈。单颗卫星算力可达 744TOPS，12 颗互联后总算力突破 5POPS（每秒 5 千万亿次），相当于 3000 台高端笔记本的计算能力	实现算力基础设施的快速、灵活扩展，响应市场需求的速度远超地面
数据高效	地面数据中心的机架通过光纤连接，本质上是激光在光缆中传输。而在太空中，可以使用激光直接在绝对真空中连接卫星，响应时间从“小时级”压缩至“秒级”，比传统“天感地算”模式减少一半时延，数据传输量减少 90%，带宽利用率从 10% 提升至 60% 以上。此外，从用户体验看，卫星直连手机可简化“手机-基站-光纤网络-数据中心”的冗长路径	极大提升处理与传输效率，释放星地通信带宽压力，并为最终用户提供更低延迟、更低成本的交互体验

数据来源：Starcloud，之江实验室，IDC 圈，东吴证券研究所

太空数据中心能使一个 40MW 算力集群运行 10 年的总成本有效降低。尽管初始发射

成本较高，但在 10 年维度上，太空数据中心凭借极低的能源与散热成本，实现总成本的数量级降低。随着 SpaceX “星舰” 等完全可重复使用运载器成熟，发射成本有望进一步大幅下降，其经济性将进一步凸显。

图表 5: 单个 40 兆瓦集群在太空与陆地运行 10 年成本对比

成本项	地面数据中心	太空数据中心
10 年能源成本	\$1.4 亿(假设电价\$0.04/kWh)	\$200 万(太阳能阵列成本)
发射成本	无	\$500 万(含计算模块、太阳能与散热器)
冷却能耗成本	\$700 万(约占总能耗 5%)	-270℃, 通过辐射散热效率高, 显著降低能耗
用水量	170 万吨(约 0.5L/kWh)	无需用水
建筑/卫星平台	成本相近	
备用电源	\$2000 万(商业化设备)	太阳能, 无需备用电源
其他 IDC 硬件	成本相近	
辐射屏蔽	无	\$120 万(按 1kg/kW 计算, 发射成本\$30/kg)
总成本	\$16700 万	\$820 万

数据来源: Starcloud, 东吴证券研究所

3. 太空算力全球发展现状与规模展望

全球科技巨头纷纷将目光投向太空近地轨道，各国围绕算力的竞争已趋于白热化，太空领域正成为大国算力博弈中的新焦点。

中国在太空算力领域以国家实验室和航天央企为核心，强调自主可控与体系化建设。形成了自主可控的完整链条，具备支撑 AI 推理、遥感计算、低空经济等多领域需求的能力，真正进入常态化商业运营阶段。

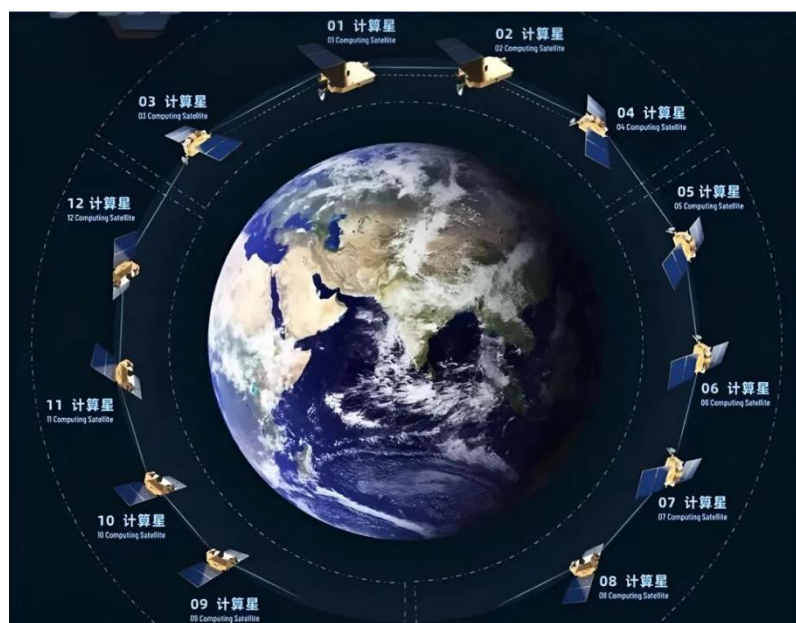
“三体计算星座”: 由之江实验室牵头，国星宇航研制，普天科技建设运营地面站，2025 年 5 月发射，首批发射的 12 颗卫星展现出了世界级的技术水平。单星最高算力达 744TOPS，整体具备 5POPS 在轨计算能力和 30TB 存储容量。这些卫星搭载了之江实验室研制的星载智能计算机，将卫星算力从 T 级提升至 P 级，性能提升 10 至 100 倍，并搭载了 80 亿参数的天基模型，能够对 L0 至 L4 级别的卫星数据进行高效处理。标志着我国首个具备整轨互联能力的太空计算星座系统和具备在轨计算能力的智能卫星送入轨道，正式建成初步形态，已实现从“天感地算”向“天感天算”的关键跨越。

千兆瓦级太空数据中心: 北京市科委等位推动，北京星空院主导，轨道晨光实施。2025 年 11 月，北京计划在 700-800 公里晨昏轨道建设并运营 GW 集中式大型数据中心系统。该系统由空间算力、中继传输和地面管控三大分系统组成。其中，空间算力部分计划部署多座太空数据中心，单座功率约 1GW，不仅可容纳百万卡级别的服务器集群，更将承担起天基数据中继传输与高通量计算服务的重任。计划分三阶段实施，2025 年至 2027 年，突破太空数据中心能源与散热等关键技术，迭代研制试验星，建设一期算力星座，实现“天数天算”应用目标；2028 年至 2030 年，突破太空数据中心在轨组装建造

等关键技术，降低建设与运营成本，建设二期算力星座，实现“地数天算”应用目标；2031年至2035年，卫星大规模批量生产并组网发射，在轨对接建成大规模太空数据中心，支持未来“天基主算”。

“星算计划”：2024年年底启动，由之江实验室联合国星宇航、千方科技、佳都科技、开普云、星凡星启等54家（首批）全球生态伙伴共同发起的太空计算基础设施，通过2800颗算力卫星组网与地面超过100个算力中心互联互通，构建全球首座未来天地一体化算力网络。“星算计划”未来五年预计总投资超750亿元，围绕“天基系统+地基系统+场景应用”战略，建设高质量算力总规模超80000P。

图表6：“三体计算星座”首轨卫星示意图



数据来源：之江实验室，东吴证券研究所

美国的科技巨头与初创公司依托自身技术优势，加速太空算力布局，开展多元化商业模式探索。

Starcloud：2025年11月通过SpaceX猎鹰9号火箭，成功将搭载英伟达H100GPU的Starcloud-1卫星送入距地球约350公里的超低轨道（LEO），这是人类历史上首台在轨运行的地面级AI数据中心，标志着太空AI算力从概念走向现实。Starcloud-1卫星仅重60公斤，集成了英伟达H100GPU，其算力是此前所有太空计算机的上百倍，达到2000TFLOPS，相当于国际空间站的100倍。该卫星还搭载了谷歌Gemini大模型，计划在轨道上运行，证明即使是大语言模型也可以在外太空运行。Starcloud公司的长期目标是构建千兆瓦级轨道数据中心，包括一个4公里的太阳能电池阵列托架，搭载数千个AI芯片模块，支持模块化扩展。

SpaceX: 依托星链万颗级星座和星舰运力, 计划将 V3 卫星升级为“数据中心节点”, 构建“通信+计算”一体化网络。SpaceX 目前的星链 V2 迷你卫星, 最大下行容量约为 100Gbps, 新一代的星链 V3 卫星每颗质量约 1.5 吨, 通信容量高达 1Tbps, 是早期 15Gbps 卫星的近 70 倍。SpaceX 与谷歌联合宣布星间激光通信速率突破 3.2Tbps, 较此前提升 1 倍; 英伟达推出太空专用 AI 芯片, 功耗较 H100 降低 50%, 单星算力提升至 500TOPS, 大幅提升太空算力性价比。

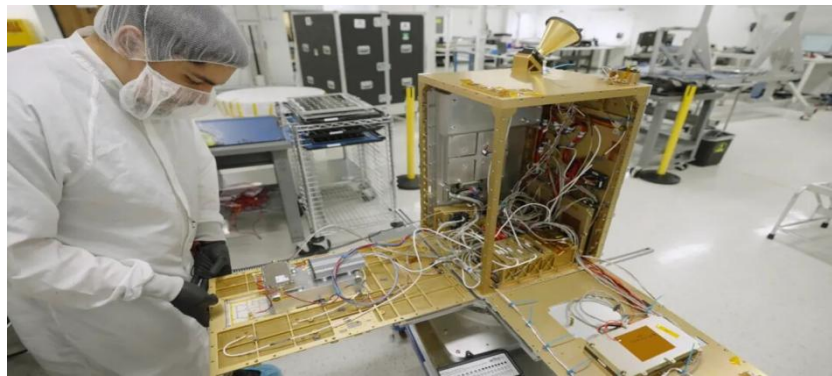
谷歌: 2025 年 11 月启动“太阳捕手计划”, 与卫星图像公司 PlanetLabs 合作, 计划在 2027 年初发射两颗卫星, 以探索建设大规模太空数据中心集群的可能性, 并将 2030 年代视为具备经济性的时间窗口。项目计划把 TPU 芯片送上太空, 构建一个类似“星链”的太空计算集群, 其核心思路是利用太阳能电池板近乎持续发电, 工作效率是地球上同类电池板的八倍。

亚马逊: Kuiper 卫星星座计划通过部署 3236 颗低轨卫星 (LEO), 为全球偏远及网络覆盖不足地区提供高速、低延迟的宽带服务。卫星分布于 590 公里、610 公里和 630 公里三种轨道高度, 覆盖赤道南北 56 度区域, 通过多轨道设计优化覆盖效率。系统集成 Ka 波段相控阵天线、动态波束调整技术及星间链路, 支持用户无感切换, 地面段则依托亚马逊云服务 (AWS) 强化网络安全性。2025 年 4 月完成首次发射。

Red Hat: 2025 年 8 月与商业航空公司 Axiom Space 合作, 开展国际空间站数据中心项目。Axiom 正在开发 ISS 轨道数据中心单元 AxDCU-1, 计划于 2025 年春季送入国际空间站, 运行 Red Hat 的边缘云平台, 用于在轨测试云计算、AI/ML、数据融合与空间网络安全, 为“轨道数据中心”形态做工程级验证。

此外, 欧盟的在轨数据中心可行性研究项目 ASCEND 将在 2031 年部署太空数据中心架构概念验证, 2036 年部署首个太空数据中心, 目标是到 2050 年部署 1GW 的计算能力。

图表 7: Starcloud 卫星的内部结构



数据来源: Starcloud, 东吴证券研究所

太空算力的建设遵循着清晰的三阶段发展路径, 这一路径由中国率先提出并正在积

极实施，为全球太空算力发展提供了重要参考。从技术成熟度角度看，当前正处于从第一阶段向第二阶段过渡的关键时期。抗辐射芯片、星间激光通信、能源系统等核心技术已经基本成熟，部分已达到工程验证阶段；而在轨组装、巨型结构制造、大规模系统集成等技术仍在攻关中。

技术突破期(2025-2027年):重点是突破能源与散热等关键技术,迭代研制试验星,建设一期算力星座。根据中国太空数据中心建设规划,一期算力星座的目标是总功率达200KW、算力规模达1000POPS,实现"天数天算"应用目标。技术验证是核心任务,包括抗辐射芯片的可靠性测试、星间激光通信的稳定性验证、能源系统的效率优化等。

技术成熟期(2028-2030年):致力于突破在轨组装建造等关键技术,进一步降低建设与运营成本,建设二期算力星座。主要目标是实现"地数天算"应用,即地面数据可以通过太空算力进行处理,形成天地协同的计算模式。规模化生产和成本控制成为重点。

规模化部署期(2031-2035年):目标是实现卫星的大规模批量生产并组网发射,在轨对接建成大规模太空数据中心。最终目标是建成支持"天基主算"的千兆瓦级系统,实现太空算力的全面商业化运营。太空算力将成为全球算力网络的重要组成部分,与地面算力形成互补关系。

4. 太空算力技术瓶颈与突破路径

当前太空算力产业发展仍有核心技术瓶颈,需攻克系列技术难关。

抗辐射芯片技术。太空环境中的宇宙射线、高能粒子辐射会对半导体器件造成单粒子翻转(SEU)、总剂量效应等损伤,导致功能退化甚至失效,因此抗辐射芯片设计是太空算力硬件的核心技术瓶颈。目前主要通过材料创新(如采用SOI、碳化硅衬底)、结构加固与冗余设计(如三模冗余TMR)三种路径提升芯片抗辐射能力。中国在这一领域取得了重要突破,自主研发的“天罡”处理器抗辐射能力极强(单粒子翻转率<0.001%),适应太空极端环境。从工程实践看,当前任务常采用“主份-备份”逻辑,即用成熟商用产品(如英伟达Orin)确保任务成功率,同时搭载国产芯片(如寒武纪、昇腾)进行在轨验证,以逐步推进国产化替代。

星间激光通信。星间激光通信(ISL)不依赖地面站进行卫星间数据传输,可有效降低时延,是构建空间算力网络的通信基础。激光通信具有波长短、带宽高、抗干扰能力强、抗截获性强等特点。SpaceX与谷歌联合宣布的星间激光通信速率已突破3.2Tbps。国内已形成体制内单位与商业公司共同发展的格局,未来随着规模上量,成本有望持续下降。激光在太空真空中传输速度比光纤中快约35%,为构建更低延迟的轨道计算网络提供了物理可能。

能源与散热。能源系统方面，太空太阳能系统由太阳能电池、电池板及阵列构成。其核心优势在于部署于晨昏轨道可近乎 24 小时受光，且无大气衰减，容量因子超过 95%，峰值发电效率比地面高约 40%，综合发电能力是地面的 5 倍以上。为实现 GW 级供电，需构建超大规模阵列，如 Starcloud 计划的 5 公里 × 4 公里阵列。技术正向更高效率（砷化镓>30%，钙钛矿潜力巨大）、更轻质（柔性薄膜）方向发展。当前卫星太阳翼成本高昂，约 40-50 万元/平米，降本是关键。**散热系统方面**，太空真空环境下无法对流，散热完全依赖热辐射。基本原理是将芯片热量通过热管或泵驱两相流体回路传导至大型辐射散热板，以红外形式排向-270℃的深空。对于高功率 GPU，必须采用主动液冷方案。根据斯蒂芬-玻尔兹曼定律，一块 1 平方米、20℃的辐射板可净辐射约 633 瓦热量。散热效率与辐射板面积成正比，因此大型算力卫星需配备“大翅膀”般的可展开辐射器。散热是理论优势明显但工程挑战巨大的环节，涉及热管、流体回路、高辐射涂层等多项技术。

在轨组装与维护。未来的千兆瓦级太空数据中心需在轨搭建平方公里级巨型结构，这必须突破在轨组装技术。这依赖于自动交会对接、空间机器人装配、大型模块化结构制造等前沿技术。此外，在轨维护是保障长期商业运营的核心。卫星寿命通常为 5-10 年，需解决硬件更换、软件 OTA 升级等问题，可能通过宇航员或专用太空机器人实现。系统的设计必须遵循模块化与可维护原则，允许故障或老化模块的单独更换，从而将数据中心整体寿命延长至 15 年以上，并保护初始投资。同时，发射能力是规模化部署的根本瓶颈，依赖于星舰等完全可重复使用重型火箭将成本降至每公斤 30 美元以下的水平。

图表 8: ROSA 卷式柔性太阳翼



数据来源：你好太空网，东吴证券研究所

5. 太空算力产业链

太空算力产业链呈现出高度复杂的系统工程特征。

上游是整个产业的物理根基，负责将计算资源送入太空并确保其稳定运行，技术门

槛最高，是当前产业价值最集中的环节。上游成本结构复杂，其中能源、推进、热控、载荷等关键分系统价值占比显著。

图表 9: 太空算力上游环节

环节	核心构成
卫星平台制造	提供结构、姿轨控、热控等基础平台。
发射服务	负责将卫星等太空算力设备送入预定轨道，是太空算力基础设施建设的起点。
核心计算芯片	包括星载 AI 芯片、GPU、CPU 等计算单元，是太空算力的核心载体。需具备抗辐射能力、低功耗、高算力密度等特点，以适应太空环境并满足在轨数据处理需求。
能源系统	主要包括卫星太阳翼、电源控制器和电池等，利用太空中的太阳能资源，实现清洁能源供应。
热管理系统	涉及环路热管、流体回路等，将太空产品里的热量带到宇宙中。
通信与载荷	高速通信网络不仅支持卫星间的实时数据传输，更重要的是能够实现分布式计算任务的协同处理。
关键单机与组件	包括星敏感器、推进等部件。

数据来源：各公司官网，东吴证券研究所

中游承担着太空算力的“神经中枢”职能，主要包括星座研制、星间链路组网、在轨运控、算力调度平台等环节。这一层级负责构建和运营太空算力网络，实现计算资源的有效调度和管理。

图表 10: 太空算力中游环节

环节	核心构成
星座建设与运营	之江实验室（“三体计算星座”）、北京轨道晨光（“千兆瓦计划”实施主体）、国星宇航（“星算计划”）。
测运控服务	提供商业卫星测控、数据接收服务。
算力调度平台	负责天地一体化算力的协同调度。

数据来源：各公司官网，东吴证券研究所

下游是太空算力价值实现的关键，包括行业应用，如航空、航运、应急救援、遥感、气象/农业监测，企业跨域算力调度、无人机等终端设备、智慧城市等领域。这一层级负责将太空算力转化为实际的商业价值，服务于各行各业的数字化转型需求。

图表 11: 太空算力下游环节

环节	核心构成
智能遥感与地球观测	实现灾害秒级预警、农业实时监测、国土安全监控。
全球通信与物联	服务于航空、航海、应急通信及手机直连卫星。
特种领域与科学计算	服务于军事国防、气象预报、太空科学等。
太空原生计算服务	大规模 AI 训练与推理任务外包。

数据来源：各公司官网，东吴证券研究所

从产业链的发展现状看，当前呈现出“上游稳、中游快、下游活”的健康格局。上游硬件企业已实现商业化落地，产品与客户基础成熟；中游网络部署企业加速推进星座建设，技术验证与小规模部署同步开展；下游运营服务企业积极探索商业模式，部分场景已实现盈利。

6. 投资建议

太空算力产业正加速演进，作为破解全球算力资源瓶颈的核心路径，其战略价值日益凸显。当前技术路线与工程方案仍处于多元探索与快速迭代阶段，中美两国已形成各具特色的发展格局，众多科技巨头与创新企业纷纷加大投入、推进关键验证。我们认为，太空算力有望成为未来十年算力基础设施中增长最快、技术壁垒最高、也是最具颠覆性的关键领域。建议重点关注在核心环节具备技术优势与明确卡位的相关标的。

相关标的：顺灏股份、上海港湾、乾照光电、长盈通、上海沪工、烽火通信、航天电子、中国卫星、优刻得等。

7. 风险提示

技术突破不及预期风险：太空极端环境对硬件可靠性要求极高，若抗辐射芯片、高效热控系统、在轨维护等核心技术攻关延迟或成本过高，将直接影响系统的可行性与商业化进程。

资本开支与商业模式风险：项目初期投资巨大，且投资回报周期长。若后续融资受阻，或下游规模化应用的付费需求增长缓慢，将影响项目的可持续性与盈利前景。

政策与监管不确定性风险：太空频谱与轨道资源分配、数据安全跨境流动等国际规则尚在演进中，相关政策的变动可能对项目运营的稳定性与成本构成挑战。

免责声明

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

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

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

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

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

东吴证券投资评级标准

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

公司投资评级：

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

行业投资评级：

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

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

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街 5 号
邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>