



向太空延伸：算力基础设施的升维与演进

文/公用一部 陶镜好

引言

太空算力被视为数字经济的“战略制高点”，凭借全球覆盖的泛在连接、真空环境的天然散热优势及近乎无限的太阳能供给，其正成为下一代信息基础设施的关键方向。当前，全球主要国家和科技巨头加速布局太空计算赛道，资本与技术深度协同，推动太空算力从概念验证走向工程实践。在此背景下，中国依托“十五五”规划，以新质生产力为核心导向，将太空算力定位为数字基础设施的“空间延伸”，通过“单星验证—星座组网—天地协同”的阶梯式战略，系统性推进核心技术攻关与产业生态构建，重塑国家信息基础设施边界，步入发展快车道。

正文

一、太空算力：航天与 AI 融合的新一代天基基础设施

地面算力正面临物理瓶颈，难以支撑未来 AI 的超大规模集群需求。太空算力融合航天技术、高性能计算与人工智能，以空间太阳能为能源、低轨卫星星座为载体、在轨智能处理为核心，是继通信、导航、遥感之后的新一代天基基础设施。其凭借全球覆盖、天然散热和持续能源供给，可实现“天数天算”与“地数天算”的双向协同，有效破解地面数据中心的带宽与时延瓶颈，成为数字经济向空间拓展的战略制高点。

太空算力正在成为继地面算力之后的新型计算基础设施，通过“在轨计算、星间协同、天地协同”三大层级，构建一个覆盖全球、高效实时的天基计算网络。太空算力分为三大层级：一是在轨计算，即卫星搭载 AI 芯片对遥感、通信等数据进行实时处理，仅下传结论；二是星间协同，通过激光通信链路实现多星组网互联，形成太空计算集群；三是天地协同，实现天基与地面算力的融合调度，构建“端—边—云—天”一体化的新型计算范式。当前主流技术路线围绕低轨巨型星座和星载智能计算展开，核心载体为“计算卫星”及星间激光通信网络，代表性项目包括中国的“三体计算星座”、美国的 Starcloud AI 太空数据中心及欧洲的“即插即用”星载计算模块。相比地面算力，太空算力具备全球覆盖、零碳能源、天然散热和抗毁性强等优势，它不仅是技术发展的新方向，更是支撑未来 6G 通信、应急响应、国防安全及深空探索等战略领域的关键支柱。

二、算力升维：全球太空竞争态势正加速演变

按照太空算力研究从概念验证、单星突破、星座组网、天地协同、规模应用和全域融合的六个阶段来看，全球太空算力发展呈现多元化格局特点。2015 年至 2020 年为概念验证期，各国探索星载嵌入式计算的可行性。2020 年至 2025 年为单星突破期，通过搭载试验验证 AI 芯片在轨运行的可靠性与能效比；2023 年中国“天算星座”完成首次星载边缘计算验证；2024 年国

星宇航实现全球首次大语言模型在轨部署；2025年5月中国“三体计算星座”首发12颗卫星入轨，同年11月美国Starcloud AI将H100 GPU送入轨道，开启“太空数据中心”时代。2025年至今为星座组网阶段，太空算力从单星验证转向系统集成与规模化组网；“三体计算星座”完成星间激光通信组网，实现10颗以上卫星协同计算，在轨算力达5P OPS；美国Starcloud AI宣布与亚马逊AWS合作，计划将AWS Outposts硬件送入轨道；中国“星网”工程加速部署低轨通信与计算融合星座。

从战略层面看，太空算力正成为大国博弈的新焦点，其意义体现在三个维度：一是提升国家空间基础设施的综合水平，二是抢占科技革命战略制高点，三是为低空经济等新兴业态提供关键算力支撑。作为国家数字基础设施的重要组成部分，太空算力是优化算力布局、保障数据主权和筑牢国家安全屏障的战略基石。

全球太空竞争态势正加速演变。2025年，SpaceX获准新增7500颗第二代星链卫星；此前，中国已向国际电信联盟提出覆盖超万颗卫星的频段资源申请。同年，英伟达支持的Starcloud成功发射首颗技术试验星，谷歌公布“捕日者(Suncatcher)”项目，SpaceX推进估值约1.5亿美元的IPO。这些行动表面是轨道资源争夺，实质是围绕未来太空算力制高点的战略布局。全球太空竞赛的焦点正从基础设施规模扩张转向在轨智能水平提升。2026年，一场围绕太空“不动产”的争夺已然展开。

三、中国布局：从规划先行到技术验证

在这场关乎未来的太空竞赛中，中国早已前瞻布局。2025年11月，北京市科委与中关村科学城管理委员会联合发布了《太空数据中心建设规划方案》，计划2030年建成首个规模化太空数据中心，2035年实现大规模组网。中国成为全球首个明确制定太空数据中心建设路径的国家。此举亦是落实国家“数据二十条”战略的重要实践，旨在构建“天地一体化”的国家算力基础设施体系。规划明确，太空数据中心将优先服务于国家应急响应、全球气候变化监测和跨境数据安全传输等战略需求。

根据规划，中国计划在距地700至800公里的晨昏轨道部署大型服务器集群，构建“空间算力-中继传输-地面管控”闭环体系。单个太空数据中心将容纳百万卡级GPU/TPU计算单元，相当于将超大型地面数据中心压缩至卫星平台。

表1 太空数据中心建设的三个阶段

2024.08~2027.12 第一阶段：天数天算

重点突破能源与散热等关键技术，迭代研制试验星，并建设一期算力星座。这一阶段将为后续的大规模建设奠定技术和实验基础。

2028.01~2030.12 第二阶段：地数天算

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，并建设二期算力星座。通过技术的不断成熟和成本的优化，为太空算力的商业化应用创造条件。

2031.01~2035.12 第三阶段：天基主算

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。届时，太空算力将具备与地面算力相媲美的规模和效率。

数据来源：根据公开资料，大公国际整理

该规划为2025年至2035年太空数据中心建设设定了清晰路径：第一阶段突破能源与散热

关键技术，第二阶段突破在轨组装建造等关键技术，进一步降低成本；第三阶段实现卫星批量生产与组网发射，建成大规模太空数据中心，支持未来“天基主算”。这种循序渐进的发展思路，既体现了对技术难点的清醒认知，也展现了对未来战略制高点的坚定布局。

中国太空算力发展呈现“应用牵引—系统集成—规模部署”的逻辑，以国家级项目为牵引，结合国星宇航等商业航天企业，构建从芯片、卫星平台到地面应用的完整产业链。

表 2 中国主要太空算力项目对比

项目名称	主导方	项目目标
天算计划	中科天算	2030 年建成万卡级太空超算中心
星算计划	国星宇航	构建由 2800 颗计算卫星组成的太空算力网络
三体计算星座	之江实验室	构建太空计算基础设施

数据来源：根据公开资料，大公国际整理

2026 年全国两会期间，全国人大代表、北京航空航天大学教授张涛提交了《关于加速推动算力星座建设抢占太空算力战略机遇的建议》，呼吁从国家战略层面加快布局，抢抓太空算力时代战略机遇。抢占太空算力，既是顺应全球航天与人工智能融合发展大势的必然选择，也是推动我国航天事业迈向高质量跃升、筑牢太空安全防线的战略性举措。太空算力基础设施的建设，本质上是“人工智能+”战略从地面向太空的自然延伸，是前瞻布局新质新域生产力的重要抓手，必将撬动数万亿级规模的太空经济新蓝海。

四、太空算力的未来挑战：从技术突破到规模化建设

尽管中国在太空算力领域取得瞩目突破，但从技术验证走向规模化建设仍面临多重挑战。

首先是可靠性与寿命问题。星载计算平台需在强辐射、微流星体撞击和原子氧腐蚀等环境中稳定运行，对元器件可靠性提出极高要求。卫星要达到百千瓦级以上功率并解决散热问题，太阳能电池阵和散热板面积均需达数百平米，对设计建造和控制提出更高标准。

其次是多星协同计算的难题，需构建低延迟、高带宽的星间激光通信网络，实现跨节点任务调度与数据共享。同时，标准与协议缺失制约异构星座间的互操作性。

此外，轨道碎片、成本控制和国际空间政策等问题构成潜在风险。为充分利用空间太阳能，卫星轨道选择需重点考虑光照连续性，连续工作保障与运行管控同样复杂；成本控制上，中国单次火箭发射搭载卫星数量有限，可重复使用运载火箭技术尚处验证阶段，构建大规模算力星座涉及长期轨道部署、在轨运维和系统升级，需大量资金投入。

结语

太空算力作为航天技术、人工智能与高性能计算深度融合的产物，正从概念构想加速迈向工程实践与系统集成。当前，全球太空竞争的逻辑已悄然转变：从对轨道频谱的资源抢占，升维至对在轨智能处理能力的战略博弈。太空算力凭借其全球覆盖、零碳能源、天然散热与高抗毁性的独特禀赋，正在重塑国家信息基础设施的边界，成为支撑 6G 通信、应急响应、深空探测及低空经济等未来业态的“空间基座”。

在“十五五”规划的前瞻引领下，中国正系统性地推进核心技术攻关与产业生态构建。从“天算星座”的首次星载边缘计算验证，到全球首次大语言模型在轨部署，再到“三体计算星座”的规模化组网与《太空数据中心建设规划》的全球首发，中国正以应用牵引与技术突破双轮驱动，稳步构建“天地一体化”的算力基础设施体系。

展望未来，随着技术成熟度的提升与产业链的协同攻关，中国正以坚定的战略定力与系统的推进路径，在全球太空算力竞争中占据主动，在这场从“地面计算”向“空间智能”升维的征程中，为数字文明的空间拓展贡献中国方案。

报告声明

本报告分析及建议所依据的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所依据的信息和建议不会发生任何变化。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不构成任何投资建议。投资者依据本报告提供的信息进行证券投资所造成的一切后果，本公司概不负责。

本报告版权仅为本公司所有，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。如引用、刊发，需注明出处为大公国际，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。