

“天数天算”加速：新一代天基信息服务竞争开启

“太空算力是继通信、导航、遥感之后的新一代天基信息服务能力，是融合航天、能源、计算与人工智能的交叉领域。”航天科技集团五院原副院长李明在星算·智联2026年太空算力研讨会上表示。他指出，太空算力已成为全球科技竞争与商业航天发展的新赛道，更是数字经济高质量发展的新引擎。

随着AI技术的不断发展，行业对算力的需求持续飙升。将计算能力部署于太空，已逐渐从幻想变成产业加速落地的现实考量。但算力“上天”，并非仅是将算力基础设施进行迁移，而需要从理念到模式的系统性更新。

● 本报记者 王婧涵

从“地算”迈向“天算”

行业普遍认为，太空算力的核心价值，在于突破地面算力在能源供给、全球覆盖能力等方面的限制，充分利用好卫星在太空中采集到的资源。

中国信通院总工程师何宝宏表示，通过在轨部署算力节点，行业有望实现从传



视觉中国图片

统“天感地算”向“天数天算”乃至“地数天算”模式的转变。这不仅能提升遥感、通信、导航等空间信息服务的时效性与自主性，更有助于破解超大规模算力集群面临的能源供给问题。

中国信通院云计算与大数据研究所总

工程师郭亮表示，为应对全球低轨资源争夺、构建未来空天信息基础设施，应通过分步走策略推进太空算力的发展，即从聚焦遥感卫星需求的“天数天算”需求起步，先解决技术、场景、商业路径等问题，再逐步探索至“地数天算”。

范式革新。其商业闭环可概括为三个维度：一是构建低时延、高安全性的“太空光纤”通道，服务于企业级跨境数据传输与算力调度；二是提供“太空算力租赁”，为其他应用卫星提供边缘计算能力；三是开发基于太空数据的智能服务。

无独有偶，北京星辰未来空间技术研究院发布的规划显示，计划在2025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，建设计划总功率达200kW、算力规模达1000P OPS的一期算

此前曾公开表示，把和地面相同的算力部署到太空，成本会大幅提升。星载设备需要应对宇宙射线、极端温度循环等严苛环境，在可靠性设计、材料工艺上要求极高，导致单机成本昂贵。

同样，太空算力的建设也需要规模化低成本的商业火箭发射能力。当前，行业

为实现从“地算”到“天算”的进化，中国信通院在此次研讨会上联合产业界共同启动“算力星网”太空算力合作推进倡议，聚焦研究、技术、标准、生态、落地五大维度，旨在凝聚产学研用各方力量形成发展合力，稳步推进我国太空算力技术攻关和产业布局。

力星座；2028年至2030年通过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，实现“地数天算”应用目标；2031年至2035年，实现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。

行业内的合作也在加速。1月16日，浩瀚深度与一苇宇航宣布已签署协议共建联合实验室，聚焦星载高性能计算、6G星地一体化通信等方向，推动技术工程化落地。

仍在期待可回收商业火箭技术的突破和应用。

此外，从“有用”到“好用”还存在应用闭环的挑战。北京邮电大学教授张平表示，将算力送上天只是解决了“生产力”问题，更重要的是建立“生产关系”，即明确用它来做什么、如何创造价值。

用AI挖掘太空数据价值

作为国内最受关注的太空计算基础设施之一，之江实验室天基中心主任李超表示，之江实验室主导的“三体计算星座”计划目前已通过首发任务完成了计算上天、星间组网、模型上天的实践。“三体计算星座”能够实现单颗卫星744T OPS算力，在轨整体算力能达到5P OPS。已发射卫星具备在轨更新能力，可以在2天内完成相关模型的在轨更新。

据悉，目前三体计算星座已有39颗卫星进入研制，预计到2027年达到100颗卫

星规模。

“目前太空中约90%数据未被有效处理，而传统回传模式会导致数据价值在传输过程中衰减，并因时效性差直接导致太空数据价值大幅下降。”李超表示，三体计算星座的核心目标就是把人工智能模型送上太空，让AI直接处理、挖掘太空数据

的价值。中国银河证券研报分析认为，以三体计算星座为代表的模式，实现了太空基础设施从“通信传输”向“在轨智能计算”的

顾散热/隔热与保温/加热环节。现有星载芯片抗辐射能力不足，兼顾高性能、低功耗与强鲁棒性的专用太空计算芯片尚在攻关中。星间通信体系尚未成熟，支撑大规模算力组网的高速激光星间链路尚未成熟，动态组网技术仍需验证。

在商业化考量中，中科曙光总裁历军

技术仍有挑战

尽管前景广阔，但专家与行业普遍认为，我国太空算力产业整体仍处于发展初期，迈向规模化、商业化之路仍面临多个挑战。

首要挑战来自核心技术。专家表示，太空中卫星高效散热困难，载荷外表面在太空中经历周期性加热与冷却，需统筹兼

太空光伏万亿赛道启幕 概念高热与产业博弈升温

● 本报记者 刘杨

1月26日，A股太空光伏概念延续高热态势。受特斯拉CEO马斯克此前关于太空太阳能AI数据中心及产能目标的表态催化，叠加多家上市公司密集披露相关布局进展，板块内明阳智能、拓日新能等多股强势封板，东方日升、迈为股份等个股大幅上涨。尽管行业仍面临度电成本高企、商业化落地周期漫长等现实挑战，但万亿级市场的预期持续为板块注入上涨动力，概念热潮与产业现实之间的博弈，正成为当前市场关注的核心焦点。

马斯克“三步走”战略引爆赛道

近日，马斯克的一系列高调表态持续点燃市场对太空光伏领域的热情。1月22日，他在达沃斯论坛上宣布，SpaceX与特斯拉计划未来三年内在美国联合打造200GW光伏产能，双方各承担100GW，核心用于地面数据中心及太空AI卫星供电。在此前的公开访谈中，马斯克不仅直言“太阳能是人类实现能源自由的唯一答案”，更提出了清晰的“三步走”战略：以储能技术提升电网效率、发射太空太阳能AI卫星、在月球建立卫星工厂。其中，每年部署100GW太空光伏系统的目标，大幅刷新了行业对该领域市场规模的想象空间。

记者从业内了解到，当前，太空光伏技术路线正处于多元迭代、加速突破的关键阶段，传统主流技术与新兴方案的竞争核心，始终围绕成本控制与转化效率两大维

度展开。

此前，砷化镓电池因抗辐射、稳定性强等特性，在太空光伏主流市场中占据主导地位，但该技术工艺复杂、成本高昂，且性价比提升空间有限，难以满足商业航天规模化发展的需求。在此背景下，晶硅与钙钛矿技术凭借显著的成本优势，成为企业研发探索的核心方向。

国泰海通研报指出，晶硅组件供应体系成熟，制造成本优势突出；钙钛矿组件则具备高质量比功率特性，可大幅降低卫星发射成本；二者的叠层方案已成为行业研发重点，部分晶硅企业已实现产品出货。

华西证券进一步分析，异质结（HJT）技术因生产流程短、适配海外高人力成本场景，且可通过银包铜浆料缓解银价波动压力，已成为海外产能扩张的重要方向。其抗辐射、轻量化的特性，也使其在低轨卫星场景具备较强渗透潜力。

全产业链布局提速

在资本热潮的推动下，A股上市公司正通过多元化路径加速布局太空光伏赛道，从核心电池技术研发到配套设备、材料生产，产业链各环节呈现多点开花的态势。

1月23日晚间，明阳智能发布公告，拟收购中山德华芯片控制权，后者在砷化镓空间太阳能电池领域拥有深厚技术积累，此举标志着明阳智能正式切入太空光伏领域。

钧达股份则通过参股上海星翼芯能启动战略转型，尽管公司提示相关业务仍处于研发验证阶段，暂无在手订单，但市场对其

转型预期强烈，推动公司股价持续走高。

更多企业则通过投资者互动平台主动披露布局进展与技术储备，展现出全产业链参与的积极态势。

作为行业龙头，天合光能已在晶体硅电池、钙钛矿叠层电池、III-V族砷化镓多结电池三大方向完成长期布局。公司在投资者互动平台表示，在商业应用推广方面，已凭借领先技术成果与国内航天院所、企业及海外头部航空航天机构建立密切合作，积累了丰富的空间太阳能领域实践经验。公司董事长高纪凡更明确表态，2026年将加快钙钛矿技术量产化进程，助力开启太空光伏新纪元。

细分领域企业亦各展所长，形成协同布局的产业生态。阿特斯凭借TOPCon技术量产优势，同步储备HJT与钙钛矿叠层技术，已具备HJT产品批量化交付能力，公司表示将持续跟踪商业航天市场机遇，把握太空光伏领域发展红利。奥特维则聚焦设备端突破，将异质结提效设备技术延伸至太空光伏路线，积极研发适配新技术的专用设备。“公司高度关注太空光伏产品所需制造设备，目前现有设备主要应用于地面光伏领域，部分异质结提效设备可适配太空光伏技术路线，后续将积极探索更多专用设备研发。”奥特维相关负责人表示。

万亿市场可期但挑战仍存

中信建投预测，太空光伏技术路线将呈现三阶段演进：短期由砷化镓电池主导高价

值航天场景，近五年内HJT技术逐步渗透低轨卫星任务，长期则由钙钛矿叠层电池支撑GW级太空数据中心部署，技术迭代将持续重塑行业竞争格局。

机构普遍看好赛道长期前景，中信建投预计，2030年中国低轨卫星光伏市场规模超30亿美元，若进入100GW太空数据中心部署阶段，全球市场规模将达5000亿至10000亿美元；国金证券更给出“2030年全球太空光伏市场向万亿规模迈进”的乐观判断。

需要注意的是，行业目前仍处于导入期，商业化落地面临多重现实挑战。据中信建投估算，当前太空光伏度电成本约为2-3美元/千瓦时，较地面光伏高出百倍，若发射成本无法降至当前水平的1/10以下，且光伏转化效率未实现翻倍提升，行业经济性难以显现。同时，太空极端环境对光伏材料的抗辐射、耐高低温等性能提出极高要求，技术成熟度、原材料价格波动、国际贸易摩擦等因素，均可能影响产业推进节奏。

银河证券分析认为，随着商业航天发射成本下降与电池技术持续突破，太空光伏有望在未来10-15年逐步实现商业化，短期需重点关注技术突破与场景绑定进度，长期则有望成为光伏产业新的增长蓝海。

业内人士表示，商业航天产业的蓬勃发展为太空光伏提供了广阔应用场景，叠加国内企业在技术储备与产业链配套上的既有优势，赛道长期投资价值逐步凸显，未来具备核心技术与稳定供货能力的企业，有望率先分享产业发展红利。

解码太空能源主力技术

砷化镓太阳能电池片产线实探

● 本报记者 杨洁

商业航天大幕持续拉开，航天器的“能量心脏”——太空能源系统成为产业链竞争的关键赛道，其中砷化镓（GaAs）太阳能电池凭借卓越性能目前占据市场主流。砷化镓太阳能电池技术在光电转换效率、极端环境适应性上远超传统硅基电池，但也由于材料稀缺、制造工艺复杂而成本高昂。近日，中国证券报记者走进三安光电砷化镓太阳能电池片产线一线，探寻太空能源核心技术的现状与未来。

性能决定主流选择

“砷化镓是第二代半导体的代表，最显著的优势就是电子迁移率高。”三安光电砷化镓事业部总经理、天津三安总经理蔡坤煌向记者解释，砷化镓系列材料的禁带宽度能与太阳光谱高度匹配，且作为直接带隙材料，光子能量可直接激发电子跃迁，能量损耗远低于传统硅基电池。更关键的是，其在高低温交替变更、强辐射的太空极端环境中能稳定运行，效率衰减慢、使用寿命长，成为航天器能源系统的首选。

作为国内较早布局砷化镓多结太阳能电池片研发与生产的企业，三安光电的技术迭代轨迹印证了行业发展方向。2014年，公司正式推出三结锗基刚性砷化镓太阳能电池外延片，转换效率达30%；2015年实现批量供货；2017年转换效率提升至31.5%。“2023年、2025年我们又相继研发出四结、五结刚性电池片，转换效率进一步突破至34.5%。”蔡坤煌坦言，尽管多结技术能持续提升效率，但成本增幅显著，因此三结砷化镓电池片仍是当前行业主流选择。

所谓“多结”，是指砷化镓太阳能电池片通过堆叠不同禁带宽度的半导体材料，可分别吸收太阳光谱中不同波段的光子，实现对太阳能的最大化利用。

成本困局待破

与卓越性能相伴的，是砷化镓电池居高不下的成本。马斯克“星链”项目采用转换效率仅20%左右的晶硅电池片，核心原因就是成本控制。“三结砷化镓太阳能电池片的转换效率普遍超30%，但成本却是晶硅电池的数倍。”蔡坤煌表示。

砷化镓电池片成本高昂的根源，主要集中在原材料与制造工艺两大环节。原材料方面，其生产所需的锗、镓均为稀有元素，储量有限；而砷元素，生产过程及三废处理需严格管控，进一步推高了成本。记者在三安光电产线参观时发现，砷化镓电池片制造流程极为复杂，涵盖数十道工序，不仅需要精确控制长晶环节，还需经过光刻、刻蚀等精密加工步骤。

尽管晶硅电池在太空环境中存在耐温性差、衰减快、寿命短等短板，但马斯克通过可重复火箭技术提高卫星发射频次，尝试弥补这一缺陷。

蔡坤煌表示，航天业界正从全产业链角度系统性考量成本优化。柔性电池技术成为重要突破方向——该技术可大幅减少航天器太阳翼的体积与重量，进而降低发射端成本。

在三安光电产品展台，柔性三结砷化镓电池片“薄如蝉翼”的形态令人印象深刻，据介绍其转换效率已超33%。

事实上，我国在柔性太空光伏领域已实现重大应用。据报道，我国空间站“问天”实验舱搭载了最大面积的柔性太阳翼，两个单翼展开面积超100平方米，搭载十几万片柔性太阳能电池片，单板厚度不足1毫米，这种“羽量级”的设计让巨大的太阳翼能够收放自如，在发射阶段像合拢的“手风琴”一样紧密收缩于舱内，大幅减少空间占用。

除了柔性技术升级，行业也在探索替代路线。其中，钙钛矿电池技术因具备理论效率高、成本低廉的潜力，被寄予厚望，但当前仍需攻克量产稳定性等核心难题。

市场空间广阔

商业航天的蓬勃发展，为太空光伏带来了广阔的市场空间。研究机构QYResearch数据显示，2025年全球航天级太阳能电池市场销售额突破6.05亿美元，预计到2032年将攀升至10.2亿美元，年复合增长率稳定在7.9%。该机构分析指出，全球航天活动日益频繁，人造卫星和航天器的大量发射，将持续为空间用太阳能电池产业注入增长动力。

市场需求的升温，已传导至产业链端。蔡坤煌透露，近期不断有产业链客户前来询问产能。三安光电在砷化镓太阳能电池产能方面，已购置的MOCVD设备超过120台，远超国内外同行，规模成本效应显著。三安光电此前在投资者互动平台也明确表示，公司生产的砷化镓多结太阳能电池已批量应用于商用卫星电源等领域，供应多家国内外客户，且当前国际客户销售额高于国内客户。

即将登陆科创板的电科蓝天，更是该领域的核心供应商之一。其招股书显示，公司拥有高效砷化镓空间太阳能电池阵、高效薄膜砷化镓太阳电池等多项核心技术。2024年度，由其配套电源单机或系统的航天器合计144个。根据BryceTech数据，2024年中国共发射卫星、飞船、空间站等航天器285个，按此口径计算，电科蓝天宇航电源产品国内市场覆盖率达50%以上。



三安光电生产的砷化镓太阳能电池片 本报记者 杨洁