

行业评级  
领先

2026年2月2日

## 新能源行业剖析

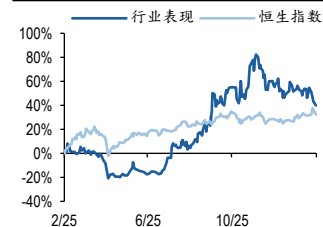
### 行业前瞻洞察系列：

### 太空光伏远期空间巨大，太空数据中心有望推动需求

全球商业航天规模快速增长，随着 AI 算力需求爆发式增长，太空数据中心有望推动商业航天需求。光伏是航天活动中性价比最高的电源解决方案，太空光伏相比地面光伏优势明显。LEO 卫星短期首选 HJT 晶硅电池，钙钛矿为未来首选。我们预计太空光伏电池市场空间短期内较为有限，但若发射成本急剧下降导致太空数据中心成本低于地面，届时年发射功率将爆发式增长。太空光伏的市场规模将高度取决于发射成本下降速度。

- ⊕ **商业航天景气上行，政策红利驱动太空光伏需求释放：**自 2020 年以来全球商业航天规模快速增长，太空数据中心相比地面优势明显，随着 AI 算力需求爆发式增长，太空数据中心有望推动商业航天需求，马斯克近期提出每年通过星舰发射高达 100GW 的 AI 数据中心卫星。同时，光伏是目前航天活动中性价比最高的电源解决方案，太空光伏相比地面光伏优势明显，主要包括光照显著增强、从间歇性能源转变为稳定能源、不占用土地资源。同一片光伏电池片在晨昏轨道的年发电量是地面的 5-12 倍，且基本无需配套昂贵的储能系统。
- ⊕ **LEO 卫星短期首选 HJT 晶硅，钙钛矿为未来首选：**太空光伏电池主要分为三大类：砷化镓、晶硅、钙钛矿电池。砷化镓的效率和性能最好，但成本极高；钙钛矿的比功率最高，柔性最好，成本理论上极低，但稳定性有待验证，同时单结钙钛矿效率较低；晶硅各项性能均较差，但目前成本最低。LEO 卫星是商业航天的主流，发射成本低，价值低，设计寿命短，环境辐射较弱，最合适低成本电池，目前晶硅正逐步取代砷化镓，我们预计超薄 HJT 晶硅电池短期内将成为首选，在获得充分验证后比功率更高的钙钛矿及钙钛矿晶硅叠层电池很快将取代晶硅电池成为首选。
- ⊕ **短期内市场空间有限，发射成本若能大幅下降则空间巨大：**我们预计 2026-30 年太空晶硅和钙钛矿光伏电池年均市场空间 30 亿元人民币，短期内较为有限，但若发射成本急剧下降导致太空数据中心成本低于地面，届时年发射功率将爆发式增长，每年 100GW 的目标有望实现，年市场空间将大增至 5000 亿元。太空光伏的市场规模将高度取决于发射成本下降速度。
- ⊕ **投资标的：**马斯克近期提出 SpaceX 在 3 年内建设 100GW 光伏制造产能，我们认为有望成为其供应商的光伏设备企业尤其是电池设备企业，是短期内太空光伏的最大受益者，包括 HJT 和钙钛矿电池设备企业迈为股份（300751 CH）、捷佳伟创（300724 CH）、京山轻机（000821 CH），超薄硅片切割企业高测股份（688556 CH）等。此外钙钛矿电池企业协鑫科技（3800 HK/买入）、超薄 HJT 电池企业东方日升（300118 CH）等也将受益。

### 行业与大盘一年趋势图



资料来源：FactSet

文昊, CPA

bob.wen@bocomgroup.com  
(86) 21 6065 3667

郑民康

wallace.cheng@bocomgroup.com  
(852) 3766 1810

## 目录

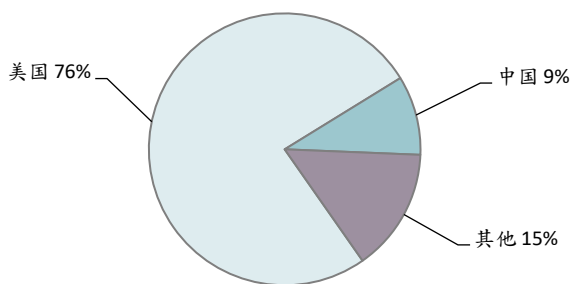
商业航天景气上行，政策红利驱动太空光伏需求释放.....	3
全球商业航天进入高速发展期，中美引领格局.....	3
中国内地政策加码，商业航天纳入新质生产力核心赛道.....	4
太空光伏相比地面优势明显.....	5
商业航天景气度向上，太空光伏需求刚性凸显.....	6
低轨大型星座成太空光伏短期需求引擎，高功耗趋势驱动需求量级增长.....	7
太空数据中心将成为太空光伏长期核心增长点.....	8
太空光伏电池技术路线比较.....	11
太空光伏电池的主要选型指标：以轨道环境适配为核心，兼顾效率与商业化规模化需求.....	11
太空光伏电池主要技术路线.....	13
太空晶硅电池技术路线比较.....	14
LEO 卫星短期首选 HJT 晶硅，钙钛矿为未来首选.....	15
短期内市场空间有限，发射成本若能大幅下降则空间巨大.....	16
投资标的：SpaceX 将自建产能，光伏设备企业最受益.....	18
风险因素.....	21

## 商业航天景气上行，政策红利驱动太空光伏需求释放

### 全球商业航天进入高速发展期，中美引领格局

近年来，随着航天发射技术迭代、产业链成本下降及下游应用场景拓展，全球商业航天行业驶入发展快车道，在轨航天器数量、发射任务频次等核心指标持续攀升，中美两国凭借技术积累与产业布局，共同主导全球商业航天发展格局。从在轨航天器规模来看，全球航天器组网进程明显提速。截至2024年末，全球在轨航天器数量已突破万颗大关，达到11,605颗，形成以低轨通信星座为核心的航天器集群。其中，美国凭借先发优势，在轨航天器数量达8,813颗，占全球总数的76%；中国在轨航天器数量1,094颗，占比9.4%，位列全球第二，且在遥感、导航、通信等多领域实现规模化部署。

图表 1：全球在轨航天器数量占比



资料来源：蓝剑航天，交银国际

从发射任务频次与载荷能力来看，全球航天发射活跃度再创新高。根据BryceTech统计数据，2024年全球运载火箭共计完成259次入轨发射，同比增长17%，发射载荷总质量实现同步攀升。分国家来看，中美两国贡献了全球绝大多数发射任务：美国全年发射154次，发射载荷1,890吨，占全球发射载荷总质量的87%，星链星座的持续组网成为其发射频次与载荷量的核心驱动力；中国全年发射68次，发射载荷182吨，占全球发射载荷总质量的8%，在商业火箭回收、一箭多星等技术领域实现突破，发射效率与载荷能力稳步提升。

2025上半年，全球商业航天高景气度延续，发射频次与卫星入轨量同比增幅显著。期间全球累计完成航天发射153次（含5次亚轨道发射、3次星舰测试），其中中国发射35次，占比23%；全球发射入轨卫星数量达2,090颗，同比增长58%，低轨星座组网进程进一步加速；中国发射入轨卫星152颗，同比增幅高达92%，增速远超全球平均水平，彰显其商业航天产业的强劲发展动能。

## 中国内地政策加码，商业航天纳入新质生产力核心赛道

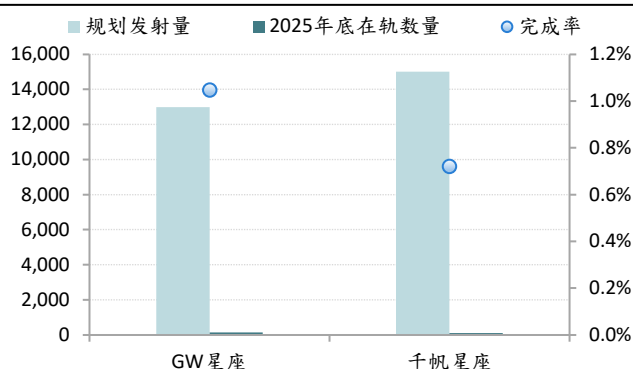
从政策导向来看，商业航天的战略地位持续提升。中央政府已将商业航天纳入“新质生产力”范畴。2024-25年，商业航天连续两年被写入《政府工作报告》，明确提出“推动商业航天、低空经济等新兴产业安全健康发展”的目标，标志着商业航天已从“鼓励探索”阶段迈入“规范化、规模化发展”阶段。这一举措不仅为市场注入了强劲信心，更从国家层面明确了商业航天在培育经济增长新动能中的核心作用。

从专项政策落地来看，行业发展路径进一步清晰。2025年11月，国家航天局印发《国家航天局推进商业航天高质量发展安全发展行动计划（2025—2027年）》，提出到2027年的五大核心发展目标：一是产业生态高效协同，形成“研发-制造-发射-应用”的全链条产业体系；二是科研生产安全有序，建立健全商业航天安全监管机制；三是产业规模显著壮大，培育一批具有全球竞争力的龙头企业；四是创新创造活力显著增强，突破一批“卡脖子”关键技术；五是资源能力统筹高效，实现航天资源的集约化利用。

值得关注的是，空间能源技术被纳入行动计划的核心突破方向，明确提出要“突破空间能源、在轨维护等关键技术”，作为空间能源供给的核心解决方案，锚定了太空光伏的政策利好，太空光伏的技术研发、场景应用将得到政策层面的重点支持。

中国星网的“GW星座”作为我国首个巨型卫星互联网计划，规划发射12,992颗卫星，涵盖500-600km极低轨道（6,080颗）和1,145km近地轨道（6,912颗）。垣信卫星的“千帆星座”规划发射15,000颗卫星，计划2027年底前发射1,296颗卫星提供全球网络覆盖，到2030年底完成超1.5万颗低轨卫星的互联网组网。截至2025年底，“GW星座”在轨业务卫星数量为136颗；“千帆星座”在轨卫星数量为108颗，完成率仅1.0%/0.7%。根据国际电信联盟（ITU）卫星频率及轨道使用权采用的“先登先占”原则，卫星星座申请后必须在一定时限内完成星座建设，即GW星座、千帆星座需在提交申请（2020年、2023年）后的9年内发射规划总数的10%，12年内发射规划总数的50%，14年内全部发射完成。此外，2025年底中国创纪录地向ITU申请20.3万颗卫星频轨资源，覆盖14个卫星星座。未来几年中国内地卫星发射数量有望大幅增长。

图表 2：GW星座和千帆星座规划卫星发射量



资料来源：蓝剑航天，交银国际

## 太空光伏相比地面优势明显

太空环境极为特殊，往往面临着极端的温度变化、压力和强辐射，因此对于航天电源有很高的要求。从产品类别来看，航天电源系统包括一次性电源、核电源、燃料电池、太阳能热动力系统、光伏电池阵-蓄电池组电源系统等。

凭借其无需燃料、长寿命、高可靠性和安全性，光伏电池阵-蓄电池组电源系统是目前航天活动中性价比最高的电源解决方案，也是绝大多数在轨航天器使用的电源系统类型。

图表 3：航天电源系统种类

种类	简要介绍
一次性电源	主要有锌银电池组和亚硫酸氟电池，用于短期的主电源或应急、火工品点火辅助等
核电源	主要有放射性同位素温差发电机、核反应堆温差发电机和核反应堆热离子发电机三种，适用于光强低、核辐射、空间攻防、轨道机动和深空探测等
燃料电池	主要为采用质子交换膜的氢氧燃料电池，可作为大功率短期飞行任务航天器的主电源
太阳能热动力系统	采用的是热能-机械能-电能的转化方式，但系统十分复杂，目前较少使用
光伏电池阵—蓄电池组电源系统	由光伏电池阵、蓄电池组、电源控制设备等三部分组成：光伏电池阵通过光伏效应把太阳能转换为直流电，并由电源控制设备完成分流、稳压调节、充电控制等功能，向航天器各种载荷供电并对蓄电池组充电

资料来源：电科蓝天，交银国际

### 太空光伏相比地面光伏优势明显，主要包括：

**光照显著增强：**地面光伏接收的是经过大气层过滤的阳光（AM1.5 光谱），大气中的臭氧、水蒸气、二氧化碳以及气溶胶（尘埃、云层）会对太阳辐射产生吸收和散射作用，紫外波段和特定红外波段被严重吸收，即使在天气晴朗的正午，光照强度通常仅为  $1000 \text{ W/m}^2$  左右。太空环境提供的则是全光谱（AM0），包含更丰富的短波高能光子，光照强度高达  $1360 \text{ W/m}^2$ ，比地面高 36%。这意味着地面标称 1W 的光伏电池在太空的实际功率将增至约 1.3W。

**从间歇性能源变为稳定能源：**这是太空光伏相对于地面光伏最核心的优势，解决了可再生能源的“间歇性”痛点。地面光伏受制于昼夜交替，且极度依赖天气状况（阴雨天发电效率骤降），年平均容量因子仅 10%-25%，利用小时约 900-2000 小时。而部署在晨昏轨道的太空光伏，可 24 小时持续稳定发电，容量因子和利用小时高达 100%和 8760 小时，是地面的 4-10 倍。综合考虑实际功率和利用小时增加，同一块光伏电池在太空中的年发电量是地面的 5-12 倍（即使是普通低地球轨道（LEO），年利用小时也高达 5000-6000 小时，发电量仍远超地面）。

这同时意味着光伏由间歇性能源变为稳定能源，基本无需像地面光伏那样必须配套昂贵的储能系统来调节电网波动，也不存在消纳问题，并具备替代火电、核电成为基荷电源的能力。随着新能源发电量占比不断提升导致其所需的储能配比和时长不断增加，该优势会不断扩大。

**不占用土地资源：**地面光伏特别是集中式电站，需要占用大量土地，可能涉及耕地红线或生态敏感区问题，装机规模受限，太空光伏则不存在该问题。

太空光伏所发电力可通过太空数据中心等场景直接在太空使用，无传输损耗。虽然太空光伏寿命短于地面，但这正好符合数据中心寿命仅 3-5 年的特点，因

此太空数据中心是最适合太空光伏的应用场景。所发电力也可无线传输回地面，但损耗较大，目前端到端的传输效率仅 15%-20%，同时地面需要安装巨大的接收整流天线阵列，因此经济性远不及在太空直接使用电力。

太空光伏理论上可轻易满足全球电力需求。在拦截 1% 的阳光，不影响气候的条件下，低轨卫星的年发电量理论上限高达 3,600 PWh，是目前全球年用电量的 100 倍以上。

### 商业航天景气度向上，太空光伏需求刚性凸显

从需求端看，两大核心场景正驱动太空光伏需求加速释放：

- ⊕ **低轨大型星座**：以星链、GW 星座为代表的星座计划，单星座卫星数量动辄超千颗，单星功耗从千瓦级向十千瓦级跃升，对太空光伏的需求呈现量级增长；
- ⊕ **太空数据中心**：云计算厂商布局太空算力的趋势渐显，AI 数据中心功率巨大，太空光伏的刚需属性凸显。

中国内地政策层面，《国家航天局推进商业航天高质量发展安全发展行动计划(2025—2027 年)》明确提出“突破空间能源、在轨维护等关键技术”，进一步为太空光伏的技术研发和商业化落地提供政策支持。可以判断，商业航天的高景气周期，将与太空光伏的需求爆发形成共振，推动该赛道从“技术验证”阶段迈入“规模化应用”阶段。

## 低轨大型星座成太空光伏短期需求引擎，高功耗趋势驱动需求量级增长

按轨道高度划分，卫星轨道主要分为：1) 低地球轨道（LEO，160-2000 公里）；2) 中地球轨道（MEO，2000-35786 公里）和 3) 地球同步轨道（GEO，35786 公里赤道上空）。不同轨道的技术特性决定了其能源需求与光伏适配性的差异，其中低轨卫星凭借低延迟、发射成本低、适配高功耗载荷等核心优势，成为商业航天的绝对主流，我们预计其占全球商业航天卫星总量的比例将超 95%，是卫星互联网、太空数据中心等核心场景的主要载体，也因此成为太空光伏的核心需求场景。

图表 4：不同轨道卫星比较

特性	低地球轨道 LEO	中地球轨道 MEO	地球同步轨道 GEO
高度 (km)	160 - 2,000 km	2,000 - 35,786 km	35,786 km (赤道上空)
运行周期	约 90 - 120 分钟	约 2 - 24 小时 (通常 12 小时)	24 小时 (与地球自转同步)
相对地面状态	快速移动	较慢移动	相对静止
单星覆盖范围	很小 (需数百/数千颗组网)	中等 (需几十颗组网)	极大 (3-4 颗可覆盖全球除极地)
信号延迟	极低 (20-40 ms)	中等 (100-150 ms)	高 (500-700 ms)
路径损耗	低 (信号强, 终端可小型化)	中等	高 (需大功率发射/大天线)
卫星寿命	短 (5-7 年, 受大气阻力影响)	中长 (10-12 年)	长 (15 年以上)
典型应用	宽带互联网 (Starlink)、遥感	导航 (GPS)、干线通信	广播电视、气象、应急通信

资料来源：公开资料整理，交银国际

低轨的核心技术特性，直接催生了太空光伏的**量级采购、高效适配、持续替换**三大需求，与大型星座的规模化发展形成共振：

- 1) **组网规模大，带动光伏电池量级采购需求**：低轨卫星单星覆盖范围有限，需通过数十甚至数千颗卫星组网实现全球连续覆盖，单星座卫星数量的量级提升，直接推动太空光伏电池从“小批量定制”转向“规模化采购”；
- 2) **单星功耗跃升，推动高效光伏电池刚需**：随着卫星功能从基础通信向高算力、高带宽升级，以星链、GW 星座为代表的头部星座，单星功耗已从传统千瓦级向十千瓦级跃升，对光伏电池的能量密度、发电效率提出更高要求，传统晶硅帆板已难以适配，高效太空光伏电池成为必然选择；
- 3) **卫星寿命较短，形成光伏电池持续替换需求**：低轨卫星受稀薄大气阻力影响，寿命通常为 5-7 年，大型星座的常态化组网与卫星更新迭代，将形成太空光伏电池的长期持续性需求。

我们预计以星链、GW 星座为代表的低轨大型星座，成为太空光伏需求落地的核心标杆。星链已实现超 5000 颗低轨卫星在轨部署，规划总组网规模达 4.2 万颗，单星功耗从初代 1.5kW 迭代至最新款 15kW，光伏电池需求随组网规模与单星功耗同步提升；GW 星座作为中国内地低轨卫星互联网核心主体，规划组网规模超 1.3 万颗，单星功耗同样向十千瓦级迈进，各大星座的推进节奏，直接决定了全球低轨太空光伏的短期需求规模。

## 太空数据中心将成为太空光伏长期核心增长点

随着AI算力需求爆发式增长，我们预计太空数据中心将成为太空光伏长期核心增长点。除发射成本外，太空数据中心相比地面数据中心优势明显：

- 1) **无限且清洁的太阳能**：地面太阳能受昼夜交替、天气（阴雨云层）和季节影响，具有间歇性，数据中心必须依赖电网（通常包含化石能源）或昂贵的储能设备来维持24/7运行。

而在特定的太空轨道中，卫星可以几乎全天候接收阳光照射，可完全依赖太阳能，实现真正的零碳排放。太空光照时长是地面的数倍，且没有大气层的遮挡和散射，光照强度也远超地面，同一块光伏电池在太空中的年发电量可达地面的5-12倍。

- 2) **可利用极寒真空散热**：AI芯片（GPU/TPU）运行时会产生巨大的热量，散热是地面数据中心最大的运营成本之一。地面数据中心通常需要庞大的空调系统和冷却塔，这不仅消耗大量电力（约占总能耗的40%），还消耗大量淡水资源（用于蒸发冷却）。

太空背景温度接近绝对零度（约-270°C）。虽然太空中没有空气无法进行风冷（对流），但可以通过辐射散热技术，将热量直接以红外辐射的形式排向深空，不消耗任何水资源，解决了地面数据中心大量耗水的环保问题。理论上，太空数据中心的PUE（能效比）可以接近1.0（即所有能源都用于计算，而非冷却），而地面优秀的数据中心通常在1.2-1.5之间。

- 3) **土地资源与部署灵活性**：建设大型数据中心需要占用大量土地，且往往面临居民对噪音和热污染的投诉，选址困难（通常需建在偏远地区，增加网络铺设成本）。太空数据中心不占用地球任何土地资源，且可以像搭积木一样，通过发射新的服务器模块与原有模块对接，灵活扩展算力，不受地理空间限制。

- 4) **物理安全与数据主权**：地面数据中心容易受到自然灾害（如地震、洪水）、人为破坏、断电以及地缘不确定性的影响。太空数据中心位于数百公里高的轨道，极难被人为物理入侵或破坏。此外，虽然目前太空法仍适用发射国法律，但未来公海性质的太空数据中心可能成为“数据避风港”，在处理敏感数据时受到的地缘相关干扰可能较少。

- 5) **数据处理快**：随着卫星互联网和地球观测技术的发展，太空产生的数据量激增。传统模式下，遥感卫星拍摄的数据必须先通过有限的带宽下载到地面站，再由地面数据中心处理，这导致了巨大的传输延迟和带宽瓶颈。在轨边缘计算则直接在太空中处理数据，仅将关键信息发送回地球。对于军事侦察、灾害预警、自动驾驶（通过星链）等场景，在轨处理能实现毫秒级的决策响应。此外，太空数据中心可以作为卫星互联网（如Starlink）的节点，利用激光通信在真空中传输数据，其速度比光纤在玻璃中传输快约30%-40%。

图表 5：太空和地面 AI 数据中心比较

	地面 AI 数据中心	太空 AI 数据中心
能源来源	电网（混合能源），受昼夜天气影响	太阳能，24/7 不间断，强度高
冷却方式	风冷/水冷，耗电耗水巨大	辐射散热，利用太空冷背景，零水耗
碳排放	较高（取决于电网结构）	接近零
数据传输	需将卫星数据下传，带宽受限	在轨处理，仅传输结果，效率极高
物理安全	易受灾害和人为攻击	高度物理隔离，极难触达
主要成本	电费、水费、土地、运维人员	发射成本、抗辐射加固、远程维护

资料来源：公开资料整理，交银国际

由于以上多种优势，目前已有多家 AI 巨头公布太空数据中心计划。例如谷歌近期公布 Project Suncatcher（追日者计划），目标是构建由太阳能驱动的太空卫星网络，搭载谷歌自研的 TPU 芯片，在轨道上直接运行机器学习任务。谷歌已发布预印本论文，详细阐述了卫星星座设计、控制系统及 TPU 的抗辐射测试结果。计划于 2027 年初与卫星影像公司 Planet 合作发射两颗原型卫星，进行在轨硬件测试。

中国在太空数据中心方面也进展迅速。2025 年 5 月，中国成功发射了由商业航天独角兽国星宇航发起的“星算计划”的首批 12 颗计算卫星。这些卫星搭载了高性能 AI 计算载荷，单星算力可达 744 TOPS。目标构建一个由 2800 颗卫星组成的太空算力网络，总算力目标达到 1000 POPS，构建全球覆盖的太空算力网络。同时，北京邮电大学等机构也在推进“天算星座”，一个面向科研的开放开源卫星计算平台。

尽管目前仍受制于高发射成本，但太空数据中心已成为各国未来重点发展方向，随着发射成本快速下降推动其经济性大幅提升，我们预计太空数据中心需求有望爆发式增长。

太空数据中心的功率远超目前主流的通信卫星，马斯克近期提出每年通过星舰发射功率达 100GW 的太阳能 AI 数据中心卫星，甚至可达 300-500GW，相比之下目前每年发射的卫星总功率还不到 0.1GW，太空数据中心有望推动商业航天需求。

图表 6：目前提出的主要太空数据中心计划

公司/机构	核心计划	战略定位	关键技术与方案	当前进展与时间表
Starcloud	GW 级太空算力集群	直接在太空建设 GW 级独立数据中心，主攻大规模 AI 训练。	能源：24/7 不间断太阳能直供 散热：专利被动辐射散热技术 硬件：搭载 Nvidia 高性能 GPU	2025 年：已成功发射首颗演示卫星（算力较传统卫星提升百倍）。 2026 年：推进模块化发射，测试大规模集群组网。
Microsoft	Azure Space	将 Azure 云能力延伸至边缘(卫星/空间站)，主攻数据预处理与混合云。	Azure Orbital：地面站即服务 AI Edge：在卫星上直接运行 AI 模型筛选数据 HPE Spaceborne：国际空间站上的边缘计算节点	已在国际空间站 (ISS) 完成多轮 HPE 计算机测试。Azure AI 模块已集成至多家合作伙伴的卫星中，实现商业化运行。
Google	Project Suncatcher	利用卫星星座组成“轨道超级计算机”，主攻分布式训练。	硬件：搭载自研 TPU (张量处理单元) 通信：自由空间光通信 (激光链路) 实现卫星间高速互联	处于深度研发与原型验证阶段。计划于 2027 年左右发射首批搭载 TPU 的试验星座。
Amazon	AWS for Aerospace	为未来的商业空间站提供全套云基础设施，打造“太空商业园区”。	Snowcone/Snowball：坚固型边缘计算设备 SageMaker：在轨运行机器学习推理服务	深度参与 Orbital Reef 商业空间站设计。已成功在 D-Orbit 卫星上测试 AWS 计算与存储服务。
Axiom Space	Orbital Data Center	在商业空间站模块中嵌入数据中心节点，服务于太空制造与科研。	模块化设计：数据中心作为空间站的可插拔模块 高速中继：利用光通信中继网络连接地球	首个商业空间站模块正在组装中。预计 2026-27 年首批数据中心节点随空间站模块入轨。
Thales Alenia Space	ASCEND 项目	欧盟资助的宏大计划，旨在通过太空数据中心实现碳中和。	规模：GW 级供电能力 组装：依赖在轨机器人组装大型太阳能阵列 传输：仅通过光链路与地面交换数据	目前处于可行性论证与原型设计阶段。目标是在 2030 年代实现大规模部署，以助力欧盟 2050 碳中和。
NTT & SKY Perfect JSAT	Space Compass	构建天地一体化的光计算网络，连接高空平台 (HAPS) 与卫星。	IOWN：创新光学无线网络 技术架构：整合 GEO 与 LEO 卫星资源	计划于 2026 年启动光数据中继服务。正在构建太空边缘计算平台。

资料来源：各公司资料，交银国际

### 晨昏轨道为太空数据中心的最佳低轨细分轨道，更多轨道场景可打开远期需求天花板

晨昏轨道沿地球昼夜交界线飞行，在 600-1400 公里最佳高度下，可实现全年 100% 无阴影全光照，无需配置储能设备，且恒定的热环境消除了普通低轨频繁进出阴影的热循环问题，既大幅延长电子元器件寿命，又实现极高的散热效率，完美适配太空数据中心的高功耗、高稳定性供电需求。基于散热限制测算，晨昏轨道上的太空数据中心单星功率最高可达 2MW，接近中型地面数据中心规模，对应的单星太空光伏电池需求实现量逐级提升。

从远期发展来看，不同轨道场景可打开太空光伏的需求天花板：向地面传输能量的 GW 级太空光伏电站，因需要向地面固定接收站 24 小时稳定供电，地球静止 (GEO) 轨道成为最佳选择，其相对地面静止、近乎完全真空无大气阻力的特性，可支撑巨大光伏结构长期稳定运行；而针对爆发式增长的 AI 算力需求，若要突破晨昏轨道较为有限的光伏总量上限，马斯克提出未来可探索在地月拉格朗日点部署太空数据中心，依托月球生产基地实现卫星发射补给，该场景理论上可承载超 100TW 的太空光伏总量，为行业打开远期成长空间。

## 太空光伏电池技术路线比较

### 太空光伏电池的主要选型指标：以轨道环境适配为核心，兼顾效率与商业化规模化需求

区别于地面光伏仅以转换效率、成本为核心，太空光伏电池选型需以**各轨道极端环境适配性**为底层前提，同时结合低轨大型星座规模化组网的需求，平衡光电效率、结构可靠性与制造成本，选型指标与太空轨道威胁高度绑定，指标优先级随近地轨道/中地球轨道/地球静止轨道（LEO/MEO/GEO）轨道场景差异动态调整；而太空各轨道的独特环境威胁，更是直接决定了光伏电池的性能设计底线与工艺改良方向。

- 1) **光电转换效率**：指电池将太空中的太阳光转化为电能的比例，是太空光伏电池的基础核心指标。效率越高，相同功率下所需电池面积越小，可直接缩减太阳翼的尺寸与重量，缩小散热器的面积与重量，大幅降低火箭发射的载荷成本，因此要求高于地面光伏。
- 2) **抗辐照性能**：指电池在太空带电粒子轰击下的性能衰减程度，直接决定电池在太空的**有效工作寿命**。若抗辐照性能不足，电池会提前失效，影响卫星的在轨运行周期。选型要求需根据轨道场景定制，MEO/GEO轨道辐射强度远高于LEO，对应电池抗辐照等级要求更高；LEO轨道虽辐射较弱，但需叠加原子氧、热循环的复合抗损要求。
- 3) **比功率（W/g）**：指电池单位重量所能产生的功率，是**决定卫星发射成本的核心指标**。低轨大型星座单星座超万颗卫星的量级，对光伏电池的比功率要求严苛，轻量化设计是规模化组网的必备条件。选型要求需兼顾高功率加轻量化，目前主流产品比功率需达0.2W/g以上，低轨卫星配套电池要求进一步提升至0.3W/g+。
- 4) **温度系数**：指温度变化对电池输出功率的影响程度。卫星在轨道向阳面时，电池板温度可达100°C-120°C，温度升高会导致电池载流子迁移率下降，转换效率与输出功率降低，**温度系数绝对值越小，电池在高低温极端环境下的实际发电效率越稳定**。选型要求优先选择低温度系数产品，主流太空光伏电池功率温度系数需控制在-0.2%/°C以内，减少轨道温变对供电稳定性的影响。
- 5) **全维度稳定性**：包含热稳定性、真空耐受性、紫外耐受性、机械稳定性等，是电池适应太空极端环境的**可靠性底线指标**。太空环境会对电池的材料、结构、焊点造成持续损耗，稳定性不足会导致电池片脱层、基板脆化、电路接触不良，引发供电故障。选型要求需通过太空环境模拟测试，满足全轨道周期内材料无明显老化、结构无变形、焊点无开裂的要求。
- 6) **制造成本**：此前太空光伏电池以小批量定制为主，成本居高不下；而低轨大型星座超万颗的量级采购需求，推动电池从“定制化”向“标准化、量产化”转型，制造成本的下降直接决定星座组网的整体成本与商业可行性。选型要求在保障核心性能的基础上，具备规模化量产潜力，降低单位瓦成本，同时兼容卫星光伏电池的集成工艺，减少后续装配成本。

### 太空各轨道核心环境威胁：直接决定光伏电池选型指标优先级

太空光伏面临的环境威胁远高于地面，且不同轨道的威胁类型差异显著，直接决定了光伏电池选型的指标优先级与工艺改良方向：

一· **LEO 轨道**：是低轨大型星座、太空数据中心的载体，也是太空光伏最核心的应用场景，其环境威胁呈“多因素复合”特征，对电池的耐氧化性、机械稳定性，以及高频温变等要求远高于其他指标。

⊕ **原子氧侵蚀**：500km 以下低高度区域为核心影响区，大气中的氧分子被紫外线分解为高活性原子氧，具有极强氧化性，会严重侵蚀光伏阵列的有机材料，导致材料变薄、脆化甚至结构失效，缩短光伏阵列的物理寿命。所以要求电池及配套组件具备高耐氧化性能。

⊕ **太空碎片撞击**：LEO 是太空垃圾最密集的区域，太空碎片与卫星的相对速度高达 7-8km/s，即使是毫米级碎片也能产生巨大破坏力；而光伏阵列的太阳翼为大面积展开结构，被撞击概率极高。所以要求电池片与基板具备高机械稳定性，同时组件设计需考虑抗撞击冗余。

⊕ **高频热循环**：LEO 卫星绕地一圈约 90 分钟，每天经历 15-16 次进出地球阴影区，电池板温度在  $\pm 100^{\circ}\text{C}$  之间波动，热胀冷缩会产生严重热疲劳，容易导致焊点开裂、材料脱层，造成电路接触不良。所以要求电池具备低热膨胀系数、高热稳定性，同时焊点工艺需满足高频温变要求。

二· **MEO/GEO 轨道**：环境无大气阻力、无原子氧侵蚀，热循环频率也远低于 LEO，但强辐射、静电放电成为核心威胁，抗辐照性能成为光伏电池选型的第一核心指标。

⊕ **强辐射损伤**：MEO 轨道穿越范艾伦辐射带，GEO 轨道长期暴露在宇宙射线与太阳带电粒子流中，持续的质子、电子轰击会造成电池晶格损伤，导致转换效率不可逆衰减，若抗辐照性能不足，电池会提前失效，无法支撑 GEO 轨道光伏电站数十年的在轨运行需求。所以要求电池采用抗辐照掺杂、表面钝化等工艺，提升抗辐照性能指标。

⊕ **静电放电风险**：高轨环境为高真空、强电离环境，光伏阵列的大面积展开结构容易积累静电荷，静电放电会造成局部短路甚至整体失效。所以要求电池及组件具备高电气稳定性，同时集成静电防护设计。

图表 7：不同轨道下太空光伏的主要威胁

威胁类型	LEO	MEO	GEO	对光伏的主要影响
辐射	中等(极区较高)	极高(致命)	高	晶格损伤导致转换效率大幅下降，盖片变黑。
原子氧	极高	无	无	腐蚀有机基板、涂层和绝缘材料。
空间碎片	极高	低	中(墓地轨道附近)	物理撞击，电池破碎，电路断开。
热循环	极频繁(每天~16次)	中等	少但深(春秋分)	焊点疲劳断裂，材料脱层。
静电放电	低(极区除外)	中	极高	电弧烧毁电路，导致短路失效。

资料来源：公开资料整理，交银国际

## 太空光伏电池主要技术路线

目前应用于太空或处于研发前沿的光伏电池主要分为三大类：III-V族多结砷化镓电池、晶硅电池、钙钛矿电池。

### III-V族多结砷化镓电池：性能最优但成本极高

目前航天领域的“黄金标准”，通常由砷化镓（GaAs）、磷化铟镓（InGaP）、锗（Ge）等材料堆叠而成。利用不同材料的带隙匹配太阳光谱的不同波段。顶电池吸收高能光子（蓝/紫）。中电池吸收可见光。底电池吸收红外光。目前主流是三结，正在向四结、五结甚至六结发展。

多结砷化镓电池性能最优：其转换效率极高，商业产品约30%-32%；抗辐射性优异，III-V族材料本身比硅更耐辐射，且可以通过退火修复部分损伤；温度系数低，高温下效率衰减比硅电池小，适合温差大的环境。缺点在于制造工艺（MOCVD）复杂，基底昂贵（通常是锗基底），导致成本极高（超150美元/W）。

多结砷化镓电池比功率中等（约0.5W/g），未来随着IMM（倒置变莫）等技术的普及，可去除厚重的锗衬底，使电池变得极薄、极轻且具有柔性，大幅提升比功率。

### 晶硅电池：性能较差但成本极低

晶硅电池是第一代太空电池，单p-n结结构，主要吸收可见光和部分近红外光。转换效率约15%-20%，远低于砷化镓电池。抗辐射性差，高能质子和电子容易破坏硅晶格，导致少子寿命下降，电池性能随时间衰减快。硅片较重，导致比功率最低（0.04-0.1W/g）。优势在于依托成熟的地面光伏产业链，成本极低（1-10美元/W）。

### 钙钛矿电池：比功率优势巨大，叠层后效率接近砷化镓

钙钛矿是一种具有特定晶体结构的新型材料，具有多种优势。其带隙可调，易于制备（溶液法或气相沉积），理论上成本极低（低于1美元/W）；转换效率提升极快，实验室已超25%，接近晶硅，且适合与晶硅做成叠层电池，效率可超30%，接近砷化镓；抗辐射性极强，研究表明其对高能质子的耐受力远超晶硅和砷化镓；极薄且轻，最适合做成柔性，比功率较高（30W/g），远远高于砷化镓和晶硅电池。

钙钛矿劣势在于稳定性差，对水分、氧气、紫外线和高温极其敏感，但太空环境无水分和分子氧，化学稳定性好于地面。同时在太空真空环境下可能发生挥发或分解。但这正好契合低轨卫星寿命短的特点，该场景下的劣势大大减弱。相较于已在太空中使用几十年的砷化镓和晶硅电池，钙钛矿电池目前在太空环境中的验证仍较少。

图表 8：太空光伏电池技术路线比较

比较维度	砷化镓	晶硅	钙钛矿
AM0 转换效率	30% - 32% (量产) 35.8% (实验室最高)	17% - 21% (组件级) 24% - 26% (电池片极限)	20% - 24% (单结) >30% (晶硅/钙钛矿叠层)
抗辐照性能	极优 (15 年 GEO 轨道衰减约 10-15%)	较差 (需厚盖片, 同剂量下衰减快于砷化镓)	优异(潜力) (具有质子损伤自修复机制, 但耐紫外性差)
稳定性 (热/真空/紫外/机械)	极高 • 热: 耐受 >300°C 短时高温 • 真空: 无挥发, 化学性质惰性 • 机械: 刚性强, 抗热循环疲劳	高 • 热: 稳定, 但热膨胀失配易致隐裂 • 真空: 稳定 • 机械: 脆性大, 易发生物理断裂	低/待验证 • 热: >85°C 易分解 (有机-无机杂化) • 真空: 存在组分挥发风险 • 紫外: 强 UV 下晶体结构易降解
如何应对威胁	多结结构调优、掺铟盖片玻璃、外延剥离减薄	加厚物理屏蔽、预留衰减余量	致密阻隔封装、利用自退火效应修复辐射损伤、UV 转换层
比功率 (W/g)	中 0.5 (薄膜剥离技术可达 2+)	低 0.04-0.1 (受限于硅片厚度和玻璃盖片)	极高 30 (柔性衬底, 理论极限极高)
温度系数	-0.1% ~ -0.2% /°C (高温下性能保持好)	-0.35% ~ -0.45% /°C (高温下功率损失明显)	-0.13% ~ -0.3% /°C (优于晶硅, 略逊于砷化镓)
制造成本 (美元/W)	极高 (>\$150/W) (外延生长工艺复杂)	极低 (<\$1- \$10/W) (依托成熟地面光伏产业链)	理论上极低 (<\$1) (溶液旋涂/印刷工艺, 材料廉价)

资料来源：尚翼光电，交银国际

总而言之，砷化镓电池的效率 and 性能最好，但成本极高；钙钛矿电池的比功率最高，柔性最好，成本理论上极低，但稳定性有待验证，同时单结钙钛矿效率较低；晶硅电池各项性能均较差，但目前成本最低。

### 太空晶硅电池技术路线比较

晶硅电池目前主流的三种技术路线分别是 HJT、TOPCon 和 BC，其中 HJT 是最适合太空的晶硅电池，其优势包括：

- 1) 温度系数低：太空环境温度温差极大，向阳面温度可达 100°C 以上。HJT 的温度系数约为 -0.26%/°C，优于 TOPCon (-0.30%/°C)，也优于 BC。这意味着在高温环境下，HJT 的实际功率输出更高。
- 2) 可超薄片化：HJT 是低温工艺 (<200°C)，非常适合使用超薄硅片。根据东方日升公告，其交付的 p 型超薄 HJT 电池厚度约为 50-70μm，且仍具备进一步减薄潜力。而 TOPCon 和 TBC 为高温工艺，硅片厚度很难低于 110μm。这对于太空应用至关重要，因为它可以大幅提高比功率，降低发射成本，并具备做成柔性组件的潜力。
- 3) 高双面率：HJT 双面率可达 85% 以上，略高于 TOPCon，明显高于 BC，能最有效利用地球反照光。

图表 9：太空晶硅电池技术路线比较

核心指标	HJT	TOPCon	xBC
太空适用性排名	第一(首选)	第二(次选)	第三(特定用途)
核心优势	极佳的温度系数、超薄柔性潜力、高双面率	成本低、抗辐射结构稳定、供应链成熟	转换效率极限最高、正面无遮挡
量产效率	25.5% - 26.5%	25.5% - 26.3%	26.5% - 27%+ (最高)
温度系数	-0.24% ~ -0.26% /°C (最优)	-0.29% ~ -0.30% /°C	-0.28% ~ -0.32% /°C
双面率	85% - 95% (最高)	80% - 85%	较低
抗粒子轰击	优(具备自修复效应), 非晶硅层受损后, 在光照/热作用下有退火修复效应	优(结构致密), 多晶硅层物理结构稳定, 耐受高能粒子撞击	良/中, 正面钝化层若无栅线保护, 易受辐射损伤导致复合增加
工艺温度	低温工艺 (<200°C)	高温工艺 (>700°C)	复杂(视具体路线而定)
超薄片化能力	极强(可<80µm)	中等(110-130µm)	弱(工艺复杂易碎)
柔性封装潜力	极佳, 比功率最高	一般	较差

资料来源：公开资料整理，交银国际

### LEO 卫星短期首选 HJT 晶硅，钙钛矿为未来首选

根据以上分析，LEO 卫星发射成本低，价值低，设计寿命短，环境辐射较弱，最合适低成本电池，目前晶硅电池正逐步取代砷化镓电池，例如 Starlink 卫星已采用晶硅电池。我们预计在钙钛矿电池在太空环境中获得充分验证前，超薄 HJT 晶硅电池短期内将成为低轨卫星的首选，在获得充分验证后比功率更高的钙钛矿及钙钛矿晶硅叠层电池很快将取代晶硅电池成为首选，长期来看兼具效率和比功率优势的全钙钛矿叠层电池在技术成熟后有望成为终极选择。

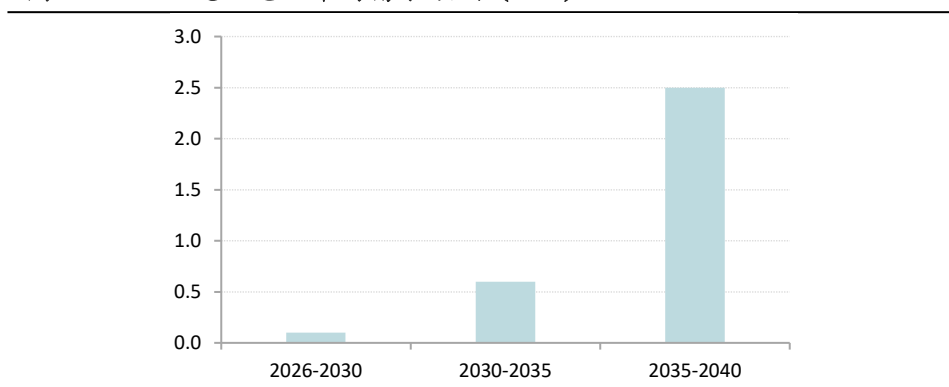
MEO 和 GEO 卫星发射成本高，价值高，寿命长，环境辐射较强，短期内仍将以砷化镓电池为主，钙钛矿电池稳定性取得突破后有望凭借比功率优势逐渐取代砷化镓电池，全钙钛矿叠层电池在技术成熟后有望成为终极选择。

## 短期内市场空间有限，发射成本若能大幅下降则空间巨大

根据谷歌 2025 年 11 月发布的论文，目前 SpaceX 发射 LEO 卫星的单价为 3600 美元/公斤，需降至 200-300 美元/公斤（降幅 92%-94%），太空数据中心的经济性能才能和美国地面数据中心持平。因此短期内太空数据中心尚不具备经济性。

在卫星发射成本未出现革命性突破的情景下，我们预计 2026-30 年全球年均发射卫星数量将在 1 万颗左右（2025 年约 4000-5000 颗），绝大部分为单星功率较小的低轨通信卫星，平均单星功率约 10kw，所需光伏电池总量仅 0.1GW，随着发射数量增加和单星功率增加，2030-35 年将增至 0.6GW，2035-2040 年将增至 2.5GW，对目前每年约 700GW 的光伏材料需求的拉动作用仍极其有限。

图表 10：太空光伏电池年均需求预测（GW）



资料来源：交银国际预测

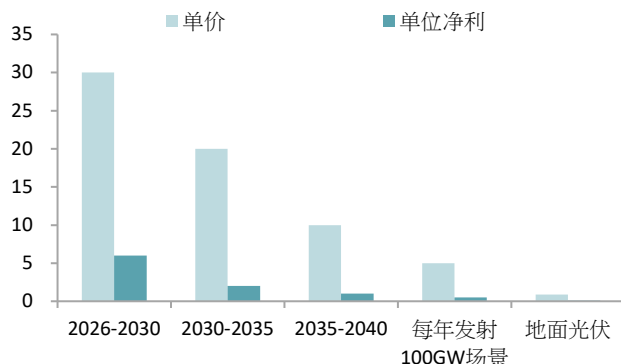
但由于太空条件下对光伏电池的性能要求远比地面严苛，需进行各种特殊处理，且技术壁垒高于地面光伏，为保证可靠性，仅有龙头企业会被纳入供应商名单，因此同类型的太空光伏电池单价和单位利润将远高于地面。

我们预计短期内小批量太空晶硅或钙钛矿电池的单价或高达 30 元人民币/W，是地面光伏约 1 元人民币/W 的 30 倍，但仍比砷化镓电池低 90% 以上，单 W 净利有望高达 6 元人民币/W，远远高于地面光伏正常情况下的约 0.1 元人民币/W。

但我们认为，若要大规模放量，商业航天目前降本需求仍十分迫切；同时太空晶硅电池对大部分龙头光伏企业来说并不存在很高的技术壁垒，技术将逐渐扩散，例如 starlink 目前的晶硅电池供应商主要为中国台湾元晶，其技术落后于中国内地厂商，但仍可满足要求；若电池利润率过高，较大规模的卫星厂商可能选择自制电池，例如马斯克已明确表示 SpaceX 将自建电池生产线；大规模生产后电池成本也将大幅下降，逐渐接近地面电池成本。

因此我们认为太空光伏电池长期来看存在较大降价压力，长期来看将降至 10 元人民币/W，若要实现马斯克提出每年发射 100GW 太空光伏的目标，需进一步降至 5 元人民币/W，技术领先企业将在这一过程中获取超额利润。

图表 11：晶硅/钙钛矿太空光伏电池单价和单位净利预测（元/W）



资料来源：交银国际预测

根据以上假设，我们预计 2025-30 年太空晶硅和钙钛矿光伏电池年均市场空间达 30 亿元人民币，约占目前每年地面光伏组件约 6000 亿元人民币市场空间的 0.5%，短期内较为有限，2030-35 年将增至 120 亿元人民币，2035-40 年将增至 250 亿元人民币，增速较快。

我们预计 2025-30 年太空光伏年均市场净利润达 6 亿元人民币，2030-35 年将增至 12 亿元人民币，2035-40 年将增至 25 亿元人民币，盈利将远好于目前仍陷亏损的光伏电池/组件市场，但整体规模仍有限。

但若可回收火箭等技术发展迅猛推动发射成本急剧下降，导致太空数据中心及太空光伏成本低于地面，届时年发射卫星功率将爆发式增长，马斯克提出的每年发射 100GW 的目标有望实现。

在该情景下，我们预计太空光伏电池年市场空间/净利润规模将大增至 5000/500 亿元，将和目前全球光伏组件市场基本持平，发射成本进一步下降后，市场规模还将继续扩大，对光伏电池/组件企业的盈利拉动作用巨大，因此太空光伏的市场规模大小将高度取决于卫星发射成本下降速度。

图表 12：太空晶硅和钙钛矿光伏电池市场空间测算（人民币）

项目	单位	2026-2030	2030-2035	2035-2040	每年发射 100GW 场景	地面光伏
年均发射卫星数量	颗	10000	20000	50000		
平均单星功率	kW	10	30	50		
年均光伏电池需求	GW	0.10	0.60	2.50	100	700
晶硅/钙钛矿电池（组件）单价	元/瓦	30	20	10	5	0.9
<b>年均市场空间</b>	<b>亿元</b>	<b>30</b>	<b>120</b>	<b>250</b>	<b>5000</b>	<b>6300</b>
净利率		20%	10%	10%	10%	10%
单位净利	元/瓦	6	2	1	0.5	0.09
年均市场净利润	亿元	6	12	25	500	630

资料来源：交银国际预测

## 投资标的：SpaceX 将自建产能，光伏设备企业受益

我们认为受益于太空光伏的企业可分为两类，一类是 SpaceX 供应商，一类是中国内地卫星企业供应商。

SpaceX 目前的发射成本优势巨大，同时美国由于电力短缺、土地稀缺等原因，部署太空数据中心的经济性和必要性都远高于中国，因此我们预计短期内以 SpaceX 为代表的美国企业将成为太空光伏电池的主要需求方，SpaceX 供应商将最为受益。

2026 年 1 月 22 日在达沃斯论坛上马斯克提出 SpaceX 和 Tesla 团队将在美国分别建设 100GW 光伏制造产能，大约 3 年左右实现。这意味着 SpaceX 未来将自产太空光伏电池，因此它的供应商将主要为光伏设备厂商。

我们预计 SpaceX 将选择 HJT 和钙钛矿技术路线，由于目前仅有中国设备企业掌握 HJT 量产技术，因此将成为 SpaceX 采购 HJT 电池设备的唯一选择，凭借巨大的成本和交付能力优势，钙钛矿设备也有很大概率选择中国企业，由于超薄电池片切割难度较大，中国超薄硅片切割企业也可能成为其供应商。太空光伏要求严苛，对设备的要求也更高，因此我们预计设备单价有望明显高于地面同类设备。

在 SpaceX 的电池产线大规模建成前，其仍需大比例外采电池片，尽管面临美国政府的一定限制，但我们预计极少数超薄 HJT 电池技术和钙钛矿技术全球领先的中国龙头企业仍有望凭借技术优势通过第三方在短期内为其供应光伏电池。

我们预计短期内中国商业航天的发射规模有限，中国卫星企业自建光伏电池产线的可能性较低，对设备的需求较小，将主要利好电池企业，但受限于发射规模和降本压力，业绩贡献将低于 SpaceX。

总体而言，我们认为光伏设备企业尤其是电池设备企业直接受益于 SpaceX 自建太空光伏产能，是短期内太空光伏的最大受益者。

下面列出我们认为太空光伏可关注的部分龙头光伏企业。

### HJT 和钙钛矿电池设备企业

迈为股份（300751 CH）：

HJT 电池设备领域的领先企业，市场占有率超 70%，是全球极少数能够提供 HJT 整线（清洗、PECVD、PVD、丝网印刷）解决方案的供应商。公司同时向钙钛矿整线延伸，在激光划线设备上具有较大优势，同时利用真空技术积累切入 PVD 和 CVD 设备，能够提供激光划线、PVD 镀膜设备以及整线解决方案。我们预计其有机会为 SpaceX 供应电池设备。

2026 年 2 月 2 日

## 新能源行业剖析

捷佳伟创 (300724 CH) :

光伏电池设备综合龙头，虽然之前重心在 TOPCon，但在 HJT 领域也有完整的布局。公司在钙钛矿领域布局极早且全面，拥有核心的 RPD 设备技术，这是制备高效率钙钛矿电池电子传输层/空穴传输层的关键设备之一，具备钙钛矿整线交付能力，涵盖 RPD、PVD、蒸镀、狭缝涂布等核心设备。

京山轻机 (000821 CH) :

钙钛矿设备领域的先行者，市场占有率较高。其全资子公司晟成光伏早在 2021 年就交付了 GW 级钙钛矿团簇型多腔室蒸镀设备，提供 PVD、蒸镀、ALD 等核心真空镀膜设备，同时也布局了玻璃清洗、涂布等环节，已服务于协鑫光电、仁烁光能等头部钙钛矿企业。

### 超薄硅片切割企业

高测股份 (688556 CH) :

切片机与金刚线领域的技术领跑者，也是“切片代工”模式的开创者，在业内率先实现了 100 $\mu$ m 及更薄硅片的半片/全片切割量产技术，首片 50 $\mu$ m 超薄硅片也已于近期下线。公司既生产切片机，也生产金刚线，同时做切片代工，这种闭环使其在处理超薄硅片时的良率和技术迭代速度领先行业。我们预计其有机会为 SpaceX 提供切片代工服务。

### 钙钛矿电池企业

协鑫科技 (3800 HK/买入) :

公司持股 43.65% 的联营公司协鑫光电是中国前三的钙钛矿电池企业，其大尺寸电池转换效率位居行业首位，GW 级产线已投产。早在 2023 年 12 月搭载有公司钙钛矿电池的全球首次钙钛矿组件空间搭载试验发射任务圆满成功，我们预计其有望成为中国内地太空钙钛矿电池的重要供应商。

### 超薄 HJT 电池企业

东方日升 (300118 CH) :

老牌光伏组件巨头，是上市公司中对 HJT 技术投入最坚决、量产进度最快的企业之一，在 HJT 降本方面走在前列，率先应用 OBB 技术、超薄硅片以及低含银浆料。公司具备根据客户需求批量交付 p 型超薄 HJT 电池的能力，厚度约为 50-70 $\mu$ m，且仍具备进一步减薄潜力，截至目前已有 3 年出货历史，累计出货已达数万片，客户分布于欧美地区。我们预计其或有望通过第三方为 SpaceX 供应 HJT 电池片。

### 通过参股布局太空光伏的 TOPCon 电池企业

钧达股份 (002865 CH/买入) :

公司近期与星翼芯能及其相关方签署《增资协议》及《股东协议》，以现金出资人民币 3,000 万元，获得其 16.7% 的股权。星翼芯能全资子公司尚翼光电

2026年2月2日

## 新能源行业剖析

拥有中科院上海光机所技术背景，是中国内地稀缺的卫星电池生产商。核心团队深耕钙钛矿航天应用多年，聚焦柔性钙钛矿光伏技术在太空场景的应用研发，在太空极端环境（高低温、强辐射、真空）适配性配方、抗辐照结构设计等方面具备独家技术优势，依托中科院深厚的技术背景，建有独有的太空仿真研发平台，目前已完成太空环境下钙钛矿材料第一性原理验证。协议约定星翼芯能与公司成立CPI膜、CPI膜与晶硅电池结合产品的生产制造合资企业，并拥有排他性条款。

公司通过参股布局太空光伏，尽管公司专注的TOPCon电池对太空光伏的适合程度低于HJT，但参股公司在太空钙钛矿电池这一特殊领域积累深厚，有望获得先发优势。

图表 13：主要太空光伏公司估值

公司名称	彭博代码	交易货币	收盘价 (交易货币)	市值 (亿元)	市盈率				市净率 (倍)	股息率 (%)
					2024 (倍)	2025E (倍)	2026E (倍)	2027E (倍)		
协鑫科技	3800 HK	HKD	1.08	319	亏损	亏损	25.7	10.5	0.8	0.0
东方日升	300118 CH	CNY	19.93	227	亏损	亏损	52.4	NA	NA	NA
钧达股份	002865 CH	CNY	100.82	251	亏损	亏损	47.5	24.6	6.3	0.0
迈为股份	300751 CH	CNY	310.52	868	93.5	97.3	86.6	68.0	10.2	0.3
捷佳伟创	300724 CH	CNY	137.70	480	17.3	15.5	29.0	36.9	3.5	1.0
京山轻机	000821 CH	CNY	12.91	80	18.7	27.5	20.5	17.0	NA	0.4
高测股份	688556 CH	CNY	14.23	118	亏损	亏损	74.9	37.7	3.1	0.7

资料来源：彭博一致预期、交银国际 \*收盘价为2026年1月30日价格

## 风险因素

- ⊖ **轨道资源争夺与太空环境可能出现恶化情况：**轨道与频谱资源是太空光伏的核心战略资源，而且行业发展高度依赖太空环境的稳定性。如果当前全球轨道资源争夺白热化，太空环境持续恶化，均对行业发展形成显著制约。
- ⊖ **成本高企与降本路径存不确定性：**太空光伏的组件制造成本、火箭发射成本均处于极高水平，且降本路径高度依赖航天技术与光伏技术的协同迭代。如果核心降本环节突破缓慢，将直接导致经济性降低，商业化落地将大幅受限。
- ⊖ **核心市场需求落地节奏可能放缓：**太空光伏的需求高度绑定低轨大型星座、太空数据中心等下游航天场景，若下游场景的组网、建设进度滞后，或单星功耗提升不及预期，将直接导致光伏组件的需求规模缩减。
- ⊖ **技术研发与在轨验证不及预期：**太空光伏的技术体系涵盖高效光伏电池、无线能量传输、极端环境适配三大核心环节，目前各环节均存在未突破的技术瓶颈，且新兴技术的太空在轨验证数据可能不足，技术路线的不确定性成为行业最核心的风险。
- ⊖ **配套与核心部件供应瓶颈风险：**太空光伏产业链横跨光伏制造、航天装备、新材料等多个领域，行业产业链如果尚未形成协同体系，核心材料、部件存在产能瓶颈与进口依赖，供应链的脆弱性成为行业规模化发展的重要制约。
- ⊖ **政策监管与地缘相关风险：**太空光伏行业受各国内政落地节奏、国际太空规则、地缘不确定性的影响。

图表 14：交银国际新能源及公用事业行业覆盖公司

股票代码	公司名称	评级	收盘价 (交易货币)	目标价 (交易货币)	潜在涨幅	最新目标价/ 评级发表日期	子行业
2688 HK	新奥能源	买入	67.35	73.66	9.4%	2025 年 08 月 28 日	分销商
135 HK	昆仑能源	买入	8.00	8.85	10.6%	2025 年 08 月 20 日	分销商
1193 HK	华润燃气	中性	21.50	16.50	-23.3%	2025 年 08 月 29 日	分销商
384 HK	中国燃气	中性	7.74	6.80	-12.1%	2025 年 06 月 30 日	分销商
3899 HK	中集安瑞科	买入	11.08	8.40	-24.2%	2025 年 08 月 27 日	能源设备
836 HK	华润电力	买入	17.80	21.05	18.3%	2026 年 01 月 23 日	运营商
1798 HK	大唐新能源	买入	2.09	2.75	31.6%	2025 年 08 月 29 日	运营商
579 HK	京能清洁能源	买入	2.33	3.12	33.9%	2025 年 08 月 27 日	运营商
2380 HK	中国电力	买入	3.26	3.75	15.0%	2025 年 08 月 22 日	运营商
916 HK	龙源电力	买入	7.10	8.23	15.9%	2025 年 08 月 21 日	运营商
300274 CH	阳光电源	买入	151.00	220.00	45.7%	2025 年 10 月 30 日	光伏制造 (逆变器)
688390 CH	固德威	中性	84.38	58.00	-31.3%	2025 年 10 月 30 日	光伏制造 (逆变器)
3800 HK	协鑫科技	买入	1.08	1.54	42.6%	2025 年 10 月 20 日	光伏制造 (多晶硅)
1799 HK	新特能源	买入	7.61	8.62	13.3%	2025 年 09 月 01 日	光伏制造 (多晶硅)
968 HK	信义光能	买入	3.38	3.70	9.5%	2025 年 08 月 04 日	光伏制造 (光伏玻璃)
6865 HK	福莱特玻璃	中性	10.92	12.05	10.3%	2025 年 10 月 28 日	光伏制造 (光伏玻璃)
1108 HK	凯盛新能	中性	3.82	3.71	-2.9%	2025 年 09 月 01 日	光伏制造 (光伏玻璃)
600732 CH	爱旭股份	买入	13.60	18.80	38.2%	2025 年 10 月 31 日	光伏制造 (电池片)
002865 CH	钧达股份	买入	100.82	46.34	-54.0%	2025 年 10 月 28 日	光伏制造 (电池片)
3868 HK	信义能源	中性	1.21	1.28	5.8%	2025 年 08 月 04 日	新能源发电运营商

资料来源：FactSet，交银国际预测，截至 2026 年 1 月 30 日

## 交銀國際

香港中环德辅道中 68 号万宜大厦 9 楼  
总机: (852) 3766 1899 传真: (852) 2107 4662

### 评级定义

#### 分析员个股评级定义：

- 买入：**预期个股未来12个月的总回报**高于**相关行业。
- 中性：**预期个股未来12个月的总回报与相关行业**一致**。
- 沽出：**预期个股未来12个月的总回报**低于**相关行业
- 无评级：**对于个股未来12个月的总回报与相关行业的比较，分析员**并无确信观点**。

#### 分析员行业评级定义：

- 领先：**分析员预期所覆盖行业未来12个月的表现相对于大盘标杆指数**具吸引力**。
  - 同步：**分析员预期所覆盖行业未来12个月的表现与大盘标杆指数**一致**。
  - 落后：**分析员预期所覆盖行业未来12个月的表现相对于大盘标杆指数**不具吸引力**。
- 香港市场的标杆指数为**恒生综合指数**，A股市场的标杆指数为**MSCI 中国A股指数**，美国上市中概股的标杆指数为**标普美国中概股50（美元）指数**

2026年2月2日

## 新能源行业剖析

### 分析员披露

本研究报告之作者，兹作以下声明：i) 发表于本报告之观点准确地反映关于他们个人对所提及的证券或其发行者之观点；及ii) 他们之薪酬与发表于报告上之建议/观点并无直接或间接关系；iii) 对于提及的证券或其发行者，他们并无接收到可影响他们的建议的内幕消息/非公开股价敏感消息。

本报告之作者进一步确认：i) 他们及他们之相关有联系者【按香港证券及期货监察委员会之操守准则的相关定义】并没有于发表本报告之30个日历日前交易或买卖本报告内涉及其所评论的任何公司的证券；ii) 他们及他们之相关有联系者并没有担任本报告内涉及其评论的任何公司的高级人员（包括就房地产基金而言，担任该房地产基金的管理公司的高级人员；及就任何其他实体而言，在该实体中担任负责管理该等公司的高级人员或其同级人员）；iii) 他们及他们之相关有联系者并没拥有于本报告内涉及其评论的任何公司的证券之任何财务利益。根据证监会持牌人或注册人操守准则第16.2段，“有联系者”指：i) 分析员的配偶、亲生或领养的未成年子女，或未成年继子女；ii) 某信托的受托人，而分析员、其配偶、其亲生或领养的未成年子女或其未成年继子女是该信托的受益人或酌情对象；或iii) 惯于或有义务按照分析员的指示或指令行事的另一人。

### 有关商务关系及财务权益之披露

交银国际证券有限公司及/或其有关联公司在过去十二个月内与交通银行股份有限公司、国联证券股份有限公司、交银国际控股有限公司、四川能投发展股份有限公司、光年控股有限公司、武汉有机控股有限公司、上海小南国控股有限公司、Sincere Watch (Hong Kong) Limited、安徽海螺材料科技股份有限公司、北京赛目科技股份有限公司、滴普科技股份有限公司、Mirxes Holding Company Limited、山东快驴科技发展股份有限公司、佛山市海天调味食品股份有限公司、药捷安康（南京）科技股份有限公司、周六福珠宝股份有限公司、拔康视云制药有限公司、富卫集团有限公司、宜搜科技控股有限公司、广州银诺医药集团股份有限公司、劲方医药科技（上海）股份有限公司、长风药业股份有限公司、武汉艾米森生命科技股份有限公司、上海攀达科技发展股份有限公司、上海森亿医疗科技股份有限公司、协创数据技术股份有限公司、上海宝济药业股份有限公司、深圳迅策科技股份有限公司、北京智谱华章科技股份有限公司、天九共享智慧企业服务股份有限公司、红星冷链（湖南）股份有限公司、爱芯元智半导体股份有限公司及牧原食品股份有限公司有投资银行业务关系。

交银国际证券有限公司及/或其集团公司现持有东方证券股份有限公司、光大证券股份有限公司及七牛智能科技有限公司的已发行股本逾1%。

### 免责声明

本报告之收取者透过接受本报告（包括任何有关的附件），表示并保证其根据下述的条件下有权获得本报告，并且同意受此中包含的限制条件所约束。任何没有遵循这些限制的情况可能构成法律之违反。

本报告为高度机密，并且只以非公开形式供交银国际证券的客户阅览。本报告只在基于能被保密的情况下提供给阁下。未经交银国际证券事先以书面同意，本报告及其中所载的资料不得以任何形式(i) 复制、复印或储存，或者(ii) 直接或者间接分发或者转交予任何其它人作任何用途。

交银国际证券、其附属公司、关联公司、董事、关联方及/或雇员，可能持有在本报告内所述或有关公司之证券，并可能不时进行买卖、或对其有兴趣。此外，交银国际证券、其附属公司及关联公司可能与本报告内所述或有关的公司不时进行业务往来，或为其担任市场庄家，或被委任替其证券进行承销，或可能以受托人身份替客户买入或沽售其证券，或可能为其担当或争取担当并提供投资银行、顾问、包销、融资或其它服务，或替其从其它实体寻求同类型之服务。投资者在阅读本报告时，应该留意任何或所有上述的情况，均可能导致真正或潜在的利益冲突。

本报告内的资料来自交银国际证券在报告发行时相信为正确及可靠的来源，惟本报告并非旨在包含投资者所需要的所有信息，并可能受递送延误、阻碍或拦截等因子所影响。交银国际证券不明示或暗示地保证或表示任何该等数据或意见的足够性、准确性、完整性、可靠性或公平性。因此，交银国际证券及其集团或有关的成员均不会就由于任何第三方在依赖本报告的内容时所作的行为而导致的任何类型的损失（包括但不限于任何直接的、间接的、随之而发生的损失）而负上任何责任。

本报告只为一般性提供数据之性质，旨在供交银国际证券之客户作一般阅览之用，而非考虑任何某特定收取者的特定投资目标、财务状况或任何特别需要。本报告内的任何资料或意见均不构成或被视为集团的任何成员作出提议、建议或征求购入或出售任何证券、有关投资或其它金融证券。

本报告之观点、推荐、建议和意见均不一定反映交银国际证券或其集团的立场，亦可在没有提供通知的情况下随时更改，交银国际证券亦无责任提供任何有关资料或意见之更新。

交银国际证券建议投资者应独立地评估本报告内的资料，考虑其本身的特定投资目标、财务状况及需要，在参与有关报告中所述公司之证券的交易前，委任其认为必须的法律、商业、财务、税务或其它方面的专业顾问。惟报告内所述的公司之证券未必能在所有司法管辖区或国家或供所有类别的投资者买卖。

对部分的司法管辖区或国家而言，分发、发行或使用本报告会抵触当地法律、法则、规定、或其它注册或发牌的规例。本报告不是旨在向该等司法管辖区或国家的任何人或实体分发或由其使用。本报告的发送对象不包括身处中国内地的投资人。如知悉收取或发送本报告有可能构成当地法律、法则或其他规定之违反，本报告的收取者承诺尽快通知交银国际证券。

本免责声明以中英文书写，两种文本具同等效力。若两种文本有矛盾之处，则应以英文版本为准。

**交银国际证券有限公司是交通银行股份有限公司的附属公司。**