

商业航天行业系列五

太空光伏：逐日天穹，叩问千亿星辰市场

核心观点：

- 可回收技术带来发射成本的骤降，太空光伏迎黄金发展机遇。近年来随着 SpaceX 等公司对可回收火箭技术的成功探索，火箭发射成本迅速下降，全球商业航天活动逐渐频繁。作为地外飞行器重要的可靠能源供应方式，太空光伏有望受益于全球商业航天热潮。
- 中美商业航天竞赛加速，低轨通讯卫星短期拉动太阳翼需求。ITU 规则下低轨资源先到先得，太空资源已经成为大国博弈的新战场。美国凭借 SpaceX 的先发优势，暂时掌握低轨通信卫星的领先地位。根据中华网，2025 年 12 月中国向国际电信联盟（ITU）提交了共计 20.3 万颗卫星的频率与轨道资源申请，旨在抢占宝贵的轨道资源。根据我们测算，现有低轨卫星规划有望在未来带来近 10GW 的太空光伏需求。
- AI 巨头群雄逐鹿，“算力上天”已成共识。太空算力是指将计算数据中心部署于太空轨道以解决能源和空间限制的方案。根据《White Paper: Why we should train AI in Space》(Ezra Feilden 等)，预估在太空部署一座 40MW、运行 10 年 AI 数据中心总成本为 820 万美元，相较地面部署可降低 95%。谷歌、亚马逊等海外 AI 巨头均披露了算力上天的相关计划，而国内产业也正在积极推进“地数天算”建设。“算力上天”的共识推动下，太空光伏作为主要供能形式有望深度受益，根据马斯克个人推特，未来计划每年将 100GW 的人工智能算力卫星送入轨道。
- 硅化镓为目前主流，太空数据中心有望采用硅基电池，长期关注钙钛矿技术突破。技术路线上，(1) 硅化镓是目前主流的太空光伏选择，性能出色，但存在高成本以及原材料获取限制，未来有望用于高端场景；(2) 异质结：更加接近晶硅理论效率极限，且拥有工艺简单、良率高等优点，产业化进展更快，有望率先应用于算力卫星等光伏需求；(3) 钙钛矿/叠层：实验已经显示出一定的应用前景，但是由于缺乏实际的实证数据以及产业链相对不够成熟，短期的大规模应用仍然有待观察，但考虑到其高比功率、低成本和高柔性，未来有望成为太空光伏首选。
- 投资建议。太空光伏目前已经进入积极的产业探索期，产业化前期设备厂商率先受益，部分光伏设备厂商正在积极配合下游客户进行工艺路线探索。后续我们建议关注：(1) HJT/钙钛矿设备供应商：如迈为股份、奥特维、捷佳伟创；(2) 光伏其他环节：如硅片、电池、组件全面覆盖的晶盛机电、光伏硅片制造环节全覆盖的高测股份等。
- 风险提示。商业航天产业发展不及预期；太空光伏技术路线具有不确定性；太空算力投入与应用需求不及预期。

行业评级

买入

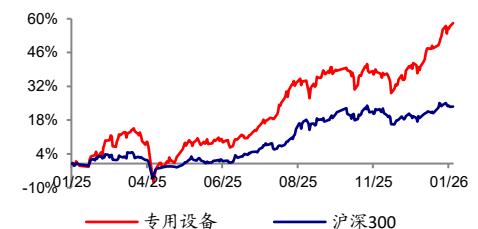
前次评级

买入

报告日期

2026-01-21

相对市场表现


分析师：代川


SAC 执证号: S0260517080007



SFC CE No. BOS186



021-38003678



daichuan@gf.com.cn

分析师：孙柏阳


SAC 执证号: S0260520080002



021-38003680



sunboyang@gf.com.cn

分析师：王宁


SAC 执证号: S0260523070004



021-38003627



shwangning@gf.com.cn

请注意，孙柏阳,王宁并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人，不可在香港从事受监管活动。

相关研究：

联系人：许贝尔

xubeier@gf.com.cn

目录索引

一、太空光伏：太空场景下的主要能源形式.....	5
(一) 太空光伏是地外飞行器的主要供能方式.....	5
(二) 可回收技术大幅降低发射成本，太空光伏经济性逐步显现	7
二、下游场景：商业航天热潮引领，太空光伏正打造千亿蓝海	10
(一) 低轨商业卫星：中美商业航天竞赛加速，短期拉动太阳翼需求	10
(二) 算力卫星：人工智能巨头群雄逐鹿，打开 AI 算力的能源枷锁	11
三、技术路线：砷化镓为目前主流，太空数据中心有望采用硅基电池，长期关注钙钛矿技术突破.....	15
(一) 砷化镓：目前的主流选择，高性能高成本，未来定位高端场景	16
(二) 异质结电池：未来大规模产业化的重要选择	17
(三) 钙钛矿（叠层）电池：验证结果较为欠缺，成熟后有望成为主流	19
四、投资建议：关注 HJT/钙钛矿核心设备供应商	22
(一) 迈为股份：较早布局 HJT&钙钛矿设备，深度受益于太空光伏趋势	23
(二) 奥特维：聚焦超高速串焊机&硅片分选机等细分赛道	24
(三) 捷佳伟创：全面布局光伏各技术路线，钙钛矿设备进展顺利	25
(四) 晶盛机电：硅片、电池、组件全面覆盖的整线设备厂商	26
(五) 高测股份：光伏硅片制造环节全覆盖的领先厂商	28
五、风险提示	30
(一) 商业航天产业发展不及预期	30
(二) 太空光伏技术路线具有不确定性	30
(三) 太空算力投入与应用需求不及预期	30

图表索引

图 1: 太空卫星的主要组成部分	5
图 2: 刚性太阳翼在轨展开过程	6
图 3: 柔性太阳翼在轨展开过程	6
图 4: SpaceX 猎鹰 9 号一级火箭回收过程	7
图 5: 猎鹰 9 号火箭制造成本构成 (万美元)	8
图 6: 发射平均成本随次数的变化趋势 (万美元)	8
图 7: 全球主要国家历年火箭发射数量变化及中美主要火箭系列发射占比	8
图 8: 随着发射成本的下降, 太空光伏的 LCOE 有望持续下降直至实现经济性 ...	9
图 9: 近年全球卫星发射数量 (颗)	10
图 10: 目前在轨卫星数 (颗)	10
图 11: AI 算力卫星运行在晨昏线以实现 24 小时日照	12
图 12: 太空数据中心网络架构	12
图 13: 典型的三结砷化镓太阳电池结构及太阳辐射谱	16
图 14: IMM 四结电池	17
图 15: HJT 电池结构	18
图 16: HJT 电池制作工艺	18
图 17: Solestial 产品示意图 1	19
图 18: Solestial 产品示意图 2	19
图 19: Solestial 产品特点 (部分)	19
图 20: n-i-p 型钙钛矿结构	20
图 21: p-i-n 型钙钛矿结构	20
图 22: 高剂量 γ 射线辐射前后 J-V 曲线	20
图 23: 辐照前后透射率变化	20
图 24: n-i-p 型钙钛矿的辐射耐受性	21
图 25: p-i-n 型钙钛矿的辐射耐受性	21
图 26: 迈为股份主营业务以及收入结构情况	23
图 27: 迈为股份近年营收和归母净利润情况 (亿元)	24
图 28: 奥特维主营业务以及收入结构情况	24
图 29: 奥特维近年营收和归母净利润情况 (亿元)	25
图 30: 捷佳伟创主营业务以及收入结构情况	25
图 31: 捷佳伟创近年营收和归母净利润情况 (亿元)	26
图 32: 晶盛机电主营业务以及收入结构情况	27
图 33: 捷佳伟创近年营收和归母净利润情况 (亿元)	27
图 34: 高测股份主营业务以及收入结构情况	28
图 35: 高测股份近年营收和归母净利润情况 (亿元)	29

表 1: 人造卫星不同供能形式对比	5
表 2: 3 种柔性太阳电池阵技术比对	7
表 3: 太空光伏发电 LCOE 成本计算	9
表 4: 我国主要星座项目规划情况	11
表 5: 主要近地通讯卫星规划带来的光伏需求测算 (GW)	11
表 6: 40MW 数据中心地面部署与太空部署成本对比 (10 年总成本)	12
表 7: 国内外部分太空算力参与者的相关表述和规划	13
表 8: 2034 年太空算力带来的光伏需求测算 (GW)	14
表 9: 20 世纪 80 年代至今主流太阳光伏材质对比	15
表 10: 电池技术路线对比	16
表 11: 光伏组件公司的布局进展	22
表 12: 光伏设备公司在太空光伏领域的布局进展	22

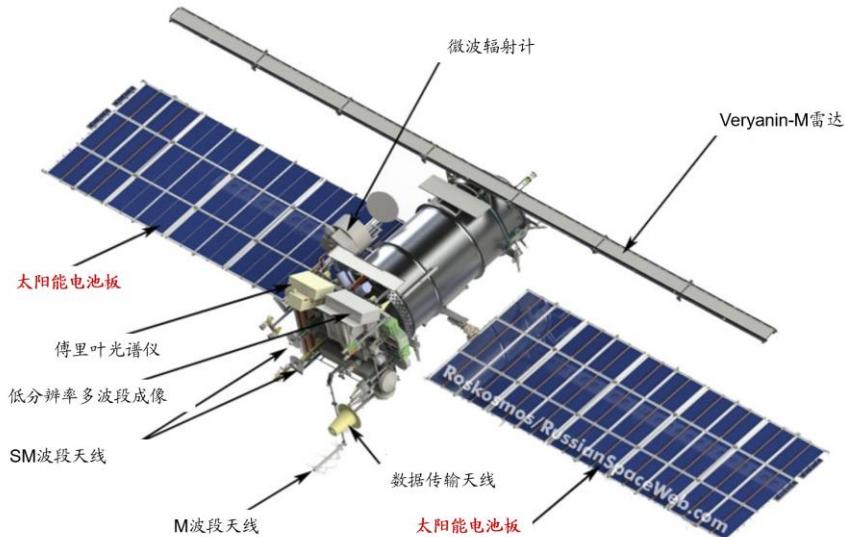
一、太空光伏：太空场景下的主要能源形式

(一) 太空光伏是地外飞行器的主要供能方式

太空光伏是指在太空环境中（如卫星轨道、空间站、深空探测器上）将太阳能转化为电能的整套技术系统。与地面光伏相比，太空光伏的运行环境更为严苛（极端低温、强辐射等），因此对电池组件材料的性能提出了更高要求。

作为飞行器供电系统来看，太阳能电池板（太阳翼）是太空卫星的主要组成部分。人造卫星一般由平台和有效载荷构成，其中有效载荷是实现卫星特定功能的组件，包括通信、遥感、科学探测计等；平台是指保证卫星正常工作的主体结构，包括电源系统、姿态控制系统、推进系统、热控系统等，其中太阳能电池板（太阳翼）是电源系统的核心，其核心作用是将太阳光能高效、持续地转化为卫星所需的电能。

图 1：太空卫星的主要组成部分



数据来源：Gunter's Space Page, 广发证券发展研究中心

受制于运行环境特殊性，光伏是太空卫星等航天器的主要供能方式。宇航电源系统因使用环境极为特殊，往往面临着极端的温度变化、压力和强辐射，因此对于电源有很高的要求。从产品类别来看，宇航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、太阳电池阵—蓄电池组电源系统等；目前，基于太阳能的太阳电池阵—蓄电池组电源系统是绝大多数在轨航天器使用的电源系统类型，也是临近空间飞行器使用最广泛的电源系统类型。

表 1：人造卫星不同供能形式对比

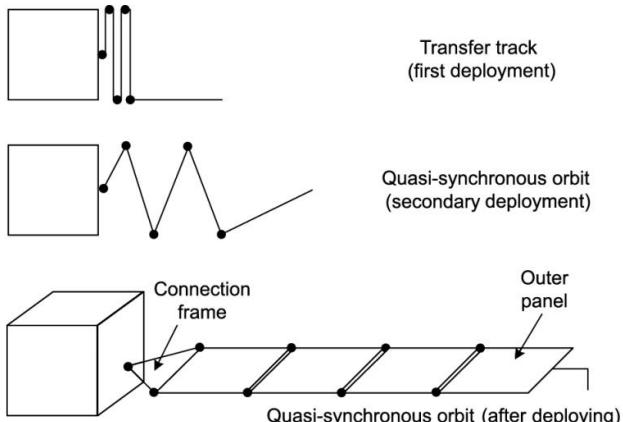
参数	硅电池片
太阳电池阵—蓄电池组电源系统 (光伏)	由太阳电池阵、蓄电池组、电源控制设备等三部分组成：太阳电池阵通过光伏效应把太阳能转换为直流电，并由电源控制设备完成分流、稳压调节、充电控制等功能，向航天器各种载荷供电并对蓄电池组充电
一次性电源	主要有锌银电池组和亚硫酰氯电池，用于短期的主电源或应急、火工品点火辅助等

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

数据来源：电科蓝天招股说明书，广发证券发展研究中心

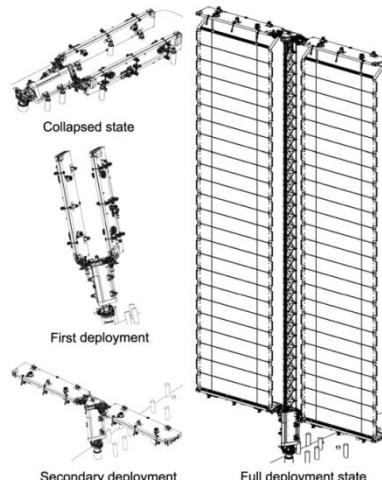
柔性太阳翼是航天器太阳翼的主要发展趋势。根据《空间用柔性太阳电池阵技术现状及构阵关键技术分析》（赵文祺等），按照结构刚度特性，太阳翼可分为刚性太阳电池阵、半刚性太阳电池阵及柔性太阳电池阵。其中，（1）刚性太阳电池阵是目前航天器普遍采用的太阳电池阵技术，但受限于太阳翼结构机构质量、铝蜂窝夹层基板的厚度及收拢间距，刚性太阳电池阵的质量比功率及收拢状态下体积比功率相对较低。（2）半刚性太阳电池阵则用轻质碳纤维框架作为基板，质量比功率可提升至120 W/kg，但是其收拢状态体积比功率与刚性太阳电池阵基本相同。（3）柔性太阳电池阵采用柔性薄膜结构作为基板，电路与基板厚度总和不足1 mm，同时收拢状态下太阳电池板之间处于压紧状态，因此其质量比功率及收拢状态下体积比功率较刚性太阳电池阵均明显提高，是航天器太阳电池阵技术的发展趋势。

图 2：刚性太阳翼在轨展开过程



数据来源：《中国空间可展开结构—进展与趋势》（马小飞等），广发证券发展研究中心

图 3：柔性太阳翼在轨展开过程



数据来源：《中国空间可展开结构—进展与趋势》（马小飞等），广发证券发展研究中心

根据展开方式的不同，柔性阵可以分为手风琴式柔性阵、扇形展开式柔性阵及卷绕式柔性阵。根据《空间用柔性太阳电池阵技术现状及构阵关键技术分析》（赵文祺等），（1）手风琴式柔性阵具有大展开面积及可堆叠压紧的优势，适用于大功率需求的航天器或一箭多星任务；（2）扇形展开式柔性阵具有整翼高展开基频的特点，有利于整星姿态控制，适用于地面观测等航天器型号应用；（3）卷绕式柔性阵具有高收拢体积比及整翼轻量化的特点，多适用于深空探测领域。

表 2：3种柔性太阳电池阵技术比对

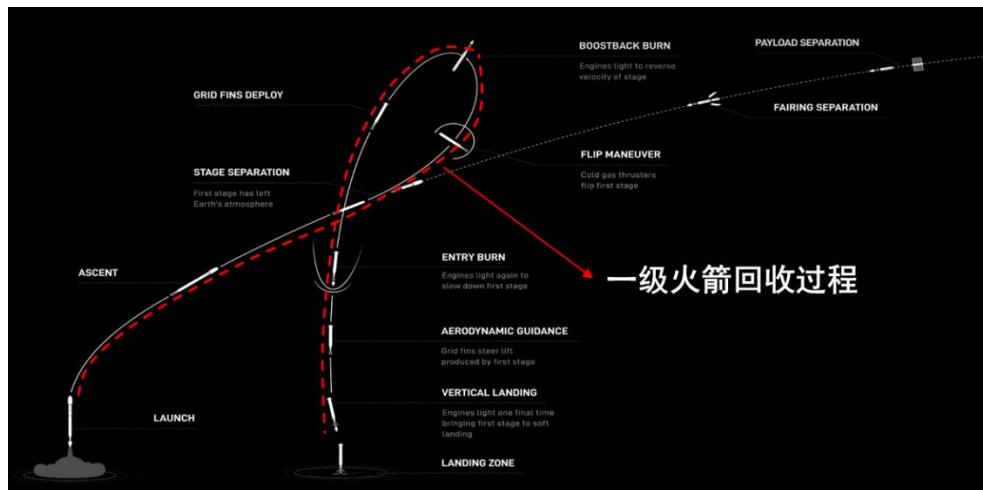
参数	手风琴式	扇形展开式	卷绕式
质量比功率 (W/kg)	120-200 (中国空间站达 150-200)	80-100 (如 Phoenix)	120-220 (DART 达 180-220)
体积比功率 (W/m³)	1500-2000 (收拢体积小)	800-1000 (折叠效率低)	1800-2500 (卷绕后极紧凑)
成本 (单位功率)	中 (材料成本低, 但结构复杂)	低 (结构简单)	高 (材料及工艺要求高)
可靠性	高 (成熟度高)	中 (展开容易卡顿)	低 (卷绕容易疲劳, 封装界面易剥离)
适用场景	空间站、大型卫星	火星车、小型探测器	深空探测、微小卫星
结构寿命	10-15 年	5-8 年 (折叠磨损)	8-12 年 (材料抗疲劳)

数据来源：《空间用柔性太阳电池阵技术现状及构阵关键技术分析》（赵文祺等），广发证券发展研究中心

（二）可回收技术大幅降低发射成本，太空光伏经济性逐步显现

可回收火箭技术带来发射成本的骤降，商业航天进入快速增长区间。可回收火箭技术是指通过技术手段，使运载火箭在完成卫星送入轨道任务后，其部分或全部组件（如一级助推器、整流罩等）能够安全返回地面或海面，经过检修和翻新后再次用于后续发射任务的能力。其核心目标是将传统的“一次性”航天器转变为可重复利用的“航空运输工具”，从而降低进入空间的成本，是商业航天实现可持续发展的关键。

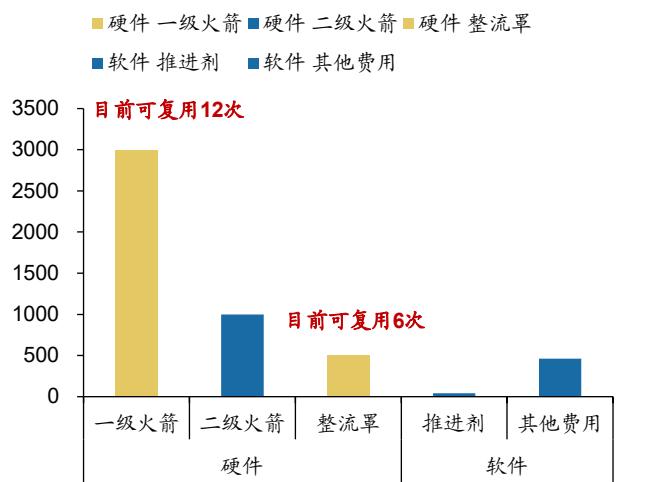
图 4：SpaceX猎鹰9号一级火箭回收过程



数据来源：SpaceX，广发证券发展研究中心

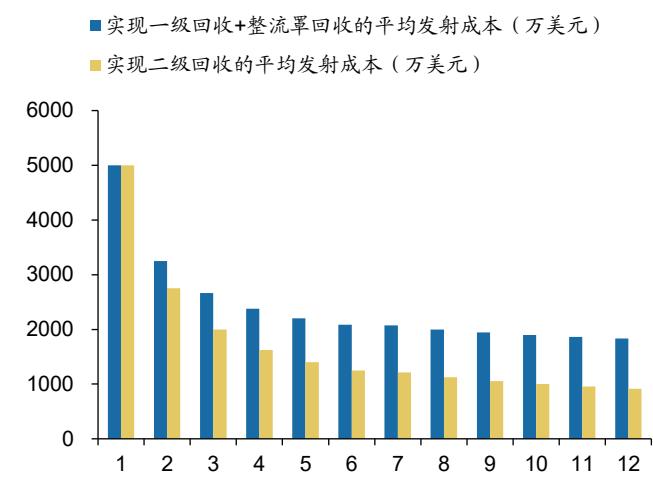
一级火箭价值占比超50%，回收复用一级火箭可大幅降低发射成本。根据《猎鹰9火箭的发射成本与价格策略分析》（刘洁等），猎鹰九号单次制造成本约为5000万美元，其中一级火箭、二级火箭、整流罩的价值量占比分别达到60%、20%、10%。目前猎鹰9号已经可以实现12次一级火箭以及6次整流罩的回收复用，以此计算，若单个猎鹰9号火箭可以完成12次发射任务，其平均发射成本将降至 1833万美元/次；若后续猎鹰9号可以实现二级火箭的复用，其平均发射成本有望降至917万美元/次。

图 5: 猎鹰9号火箭制造成本构成 (万美元)



数据来源：《猎鹰9号火箭的发射成本与价格策略分析》（刘洁等），广发证券发展研究中心

图 6: 发射平均成本随次数的变化趋势 (万美元)

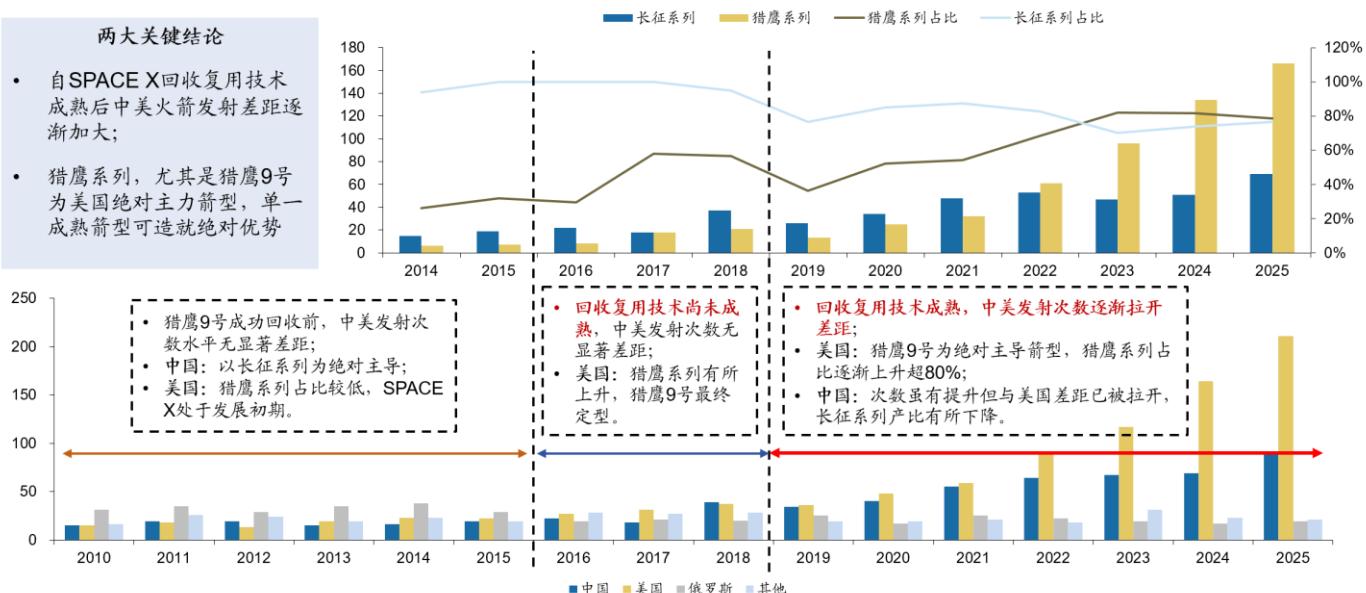


数据来源：《猎鹰9号火箭的发射成本与价格策略分析》（刘洁等），广发证券发展研究中心

SpaceX作为可回收火箭技术的先行者，已经掌握成熟的可回收复用技术。根据《猎鹰9号火箭一子级重复使用发展规律研究》（王儒文等），猎鹰9号是SpaceX公司发展的重复使用运载火箭，从2010年6月首飞，历经v1.0、v1.1、FT、Block4和Block5共5种状态。2018年猎鹰9号Block5正式定型，成为SpaceX的核心型号。

凭借回收复用技术及单一成熟箭型，中美火箭发射的数量差距已被拉开。2015年前中美火箭年发射数量并无差距；而随着2018年猎鹰9号Block5正式定型以及回收复用技术的成熟，中美火箭发射次数逐渐被拉开。根据SpaceLive和国际太空公众号，2025年美国、中国火箭发射数分别为211次和90次，其中猎鹰占美国总发射的79%，长征系列占中国总发射数的77%。

图 7: 全球主要国家历年火箭发射数量变化及中美主要火箭系列发射占比



数据来源：SpaceLive，国际太空公众号，广发证券发展研究中心

注：上下图左轴均为火箭发射次数，上图右轴为火箭系列占各国发射量比重

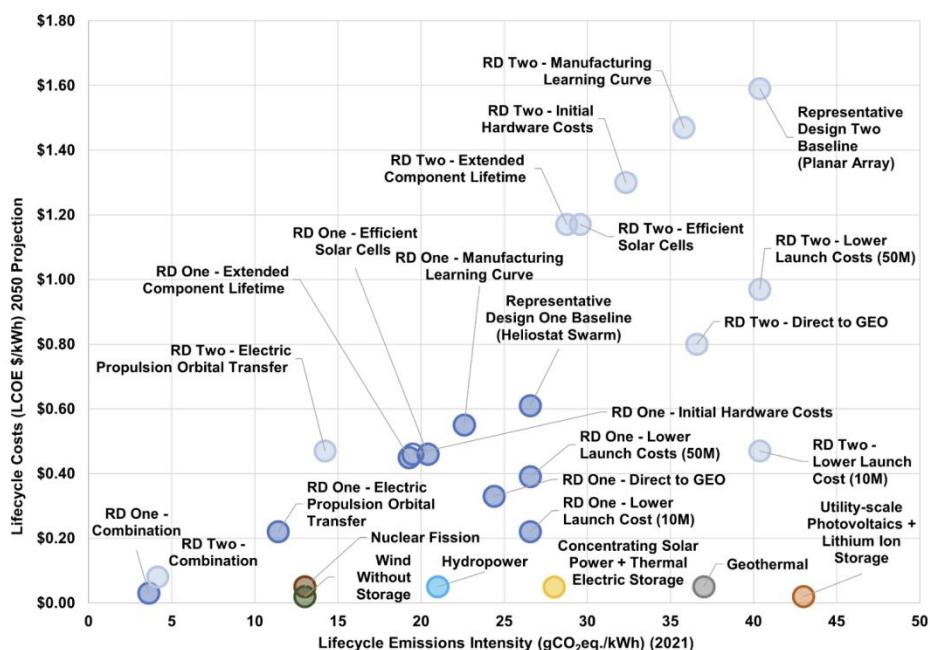
发射成本不断降低的趋势下，太空光伏的应用价值逐步体现。根据NASA对未来太空光伏系统的LCOE测算，预估到2050年RD1型太空光伏系统的基准LCOE将达到\$0.61/kWh，相较地面光伏成本（\$0.05/kWh）高出近12倍。而如果考虑到发射成本的大幅下降、电推进技术的进步、硬件寿命的增长，太空光伏的LCOE有望降低至\$0.04/kWh，经济性逐步体现。

表 3：太空光伏发电LCOE成本计算

成本项	基准条件	理想降本条件
发射成本	\$1000/kg	\$500/kg
轨道转移方法	再次燃料填充发射	电磁脉冲推进
光伏板效率	35%	50%
运营成本	\$1.2M/月	\$1.2M/月
硬件寿命	10 年	15 年
LCOE (\$/kWh)	0.61	0.04

数据来源：NASA，广发证券发展研究中心

图 8：随着发射成本的下降，太空光伏的LCOE有望持续下降直至实现经济性



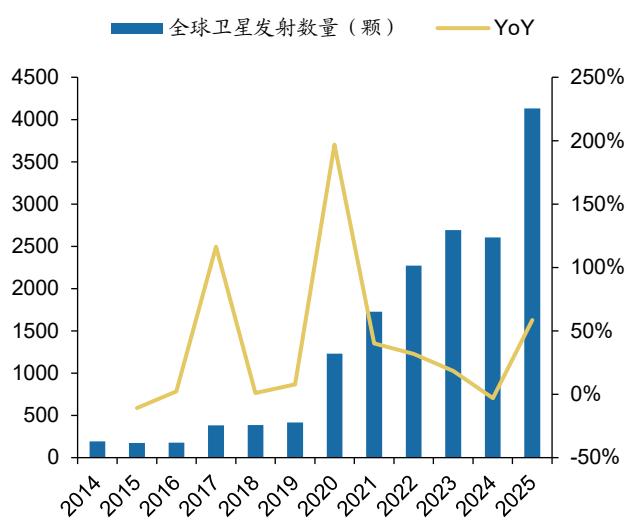
数据来源：NASA，广发证券发展研究中心

二、下游场景：商业航天热潮引领，太空光伏正打造千亿蓝海

(一) 低轨商业卫星：中美商业航天竞赛加速，短期拉动太阳翼需求

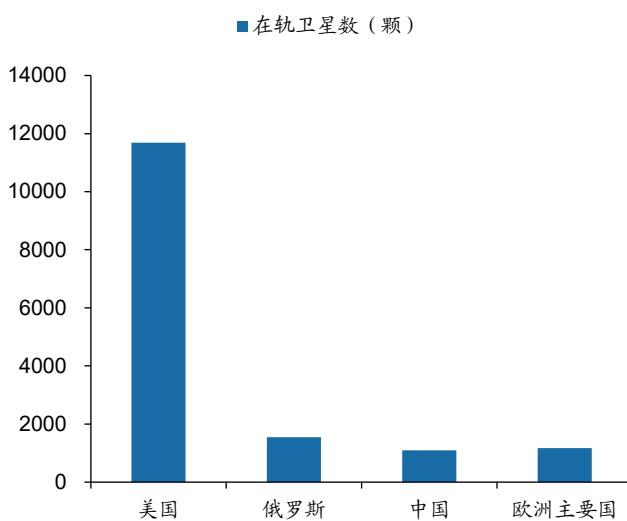
2020年来全球航天活动愈发频繁，美国暂时掌握航天资源领先地位。随着可回收火箭、一箭多星等技术的成熟，卫星发射成本大幅降低，推动全球航天发射进入高频次、规模化时代。根据Spacemapper，2020年来全球卫星发射数量呈现高速增长态势，2025年来增速进一步加快，全年全球卫星发射次数约4000次，增速超过50%。从目前在轨卫星的国家构成上来看，美国达11688颗，占据绝对主导地位；俄罗斯、中国分别达1550颗和1097颗，相较美国而言有所落后。

图 9：近年全球卫星发射数量（颗）



数据来源：Spacemapper，广发证券发展研究中心

图 10：目前在轨卫星数（颗）



数据来源：Spacemapper，广发证券发展研究中心

注：欧洲主要国包括英国、法国、德国、意大利和西班牙

太空资源已经成为大国博弈的新战场，轨道资源先到先得。近地轨道（LEO）的频率及轨道位置资源具有排他性，遵循国际电信联盟（ITU）的“先到先得”原则，这使得空间资源的抢占成为大国博弈的战略核心。当前全球低轨星座领域呈现“美国主导、其他航天国家加速跟进”的态势。以SpaceX的Starlink、亚马逊的Kuiper为代表的美国企业已抢占先机；中国、英国（OneWeb）及欧盟等紧随其后。

美国：主要参与者包括SpaceX与亚马逊，先发优势明显。根据CNBC，美国联邦通信委员会于26年1月已批准SpaceX公司部署另外7500颗第二代星链卫星的请求，SpaceX第二代星链卫星的获批总数达到15000颗；除此之外，SpaceX已申请部署近30000颗卫星，仍有15000颗卫星等待审批。根据亚马逊官网，亚马逊也正加速搭建其LEO计划，目标搭建一个超3000颗卫星的近地通讯网络。

中国：战略地位愈加重视，追赶脚步正在加速。面对美国SpaceX带来的挑战，我国愈发重视商业航天的战略意义，“航天兴国”的目标被正式纳入国家规划。根据中华

网，2025年12月中国向国际电信联盟（ITU）提交了共计20.3万颗卫星的频率与轨道资源申请，其中最大的星座CTC-1、CTC-2申报数量超过19万颗。

表 4：我国主要星座项目规划情况

卫星项目	公司	申报时间	计划数量
中国星网 GW 星座	中国星网集团	2020 年	1.3 万颗
千帆 G60 星座	上海垣信卫星科技有限公司	2023 年	1.5 万颗
鸿鹄-3 星座	蓝箭航天	2024 年 5 月	1 万颗
CTC-1	无线电创新院	2025 年 12 月	9.67 万颗
CTC-2	无线电创新院	2025 年 12 月	9.67 万颗

数据来源：电科蓝天招股说明书，蓝色空天公众号，中华网，广发证券发展研究中心

我们以现有卫星规划为基础，不考虑后续新增规划；假设中国相关卫星发射进度遵循ITU规则，美国SpaceX凭借较为丰富的经验节奏更快，我们预估未来主要近地通讯卫星将带来超**10GW**的需求。

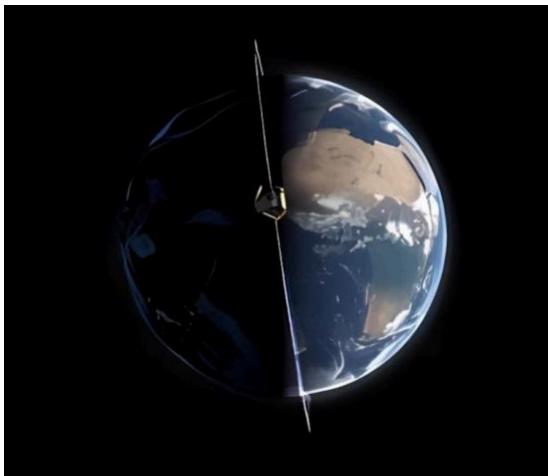
表 5：主要近地通讯卫星规划带来的光伏需求测算（GW）

时间节点	前期	中期	远期
	2026-2030 年	2030-2035 年	2036-2040 年
中国向 ITU 提交的卫星规划	7,230	16,870	216,900
SpaceX 星链规划	7,500	7,500	15,000
亚马逊 LEO 规划	500	600	1,900
总规划卫星数（颗）	15,230	24,970	233,800
单星太阳翼面积（平方米）	250	250	250
对应光伏装机需求（GW）	0.65	1.06	9.94

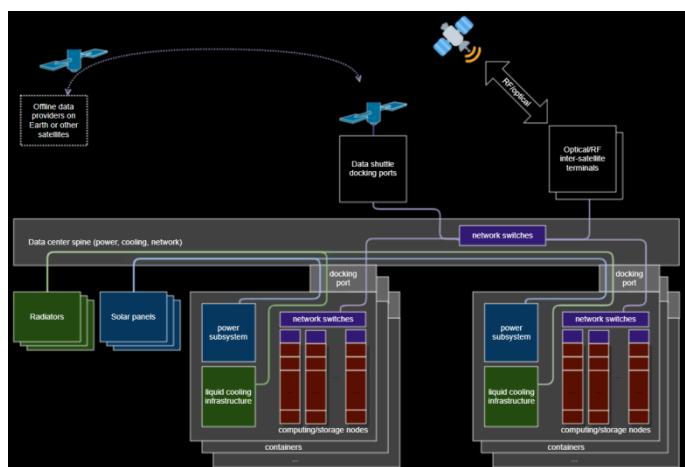
数据来源：ITU 官网，中华网，SpaceX，亚马逊官网，CNBC，FCC，江苏省光伏产业协会，广发证券发展研究中心

（二）算力卫星：人工智能巨头群雄逐鹿，打开 AI 算力的能源枷锁

太空算力，特指将大规模高性能计算数据中心部署于太空轨道，利用太阳能资源和真空超低温环境进行高效供电与冷却的**AI**数据中心解决方案。根据《White Paper: Why we should train AI in Space》（Ezra Feilden等），AI算力卫星一般部署于晨昏线近地轨道，以实现24小时光照；其主体包括高效堆叠的计算与存储单元，负责离线进行AI训练与推理；不同的卫星、卫星与地面数据接收器通过激光链路、射频链路以及小型数据穿梭机连接，以实现高效的数据传输。

图 11: AI算力卫星运行在晨昏线以实现24小时日照


数据来源: 《White Paper: Why we should train AI in Space》(Ezra Feilden等), 广发证券发展研究中心

图 12: 太空数据中心网络架构


数据来源: 《White Paper: Why we should train AI in Space》(Ezra Feilden等), 广发证券发展研究中心

为什么要“算力上天”？地面算力运营成本飙升，太空算力优势显著。根据中国航天新闻网, 大模型的训练及应用消耗电力较大, GPT-3训练一次的电量足以支撑3000辆电动汽车绕赤道行驶8圈, 而随着训练算法复杂程度不断升级、大模型参数翻倍增长以及应用规模持续拓展, 整个AI行业的建设运营成本急剧增长——据国际能源署预测, 2030年全球数据中心的耗电量将与整个日本的用电量相当。而相比地面数据中心, 太空算力在能源消耗、运营成本等方面具有更大潜力。太空中有着全天候的太阳能; 太空极低温度有利于设备散热, 可以显著降低能耗; 太空计算星座部署在轨道上, 不受土地资源限制, 可以在宇宙空间任意扩展, 并通过模块化设计快速部署, 满足不断增长的存储和算力需求。

根据《White Paper: Why we should train AI in Space》(Ezra Feilden等), 预估1部署一座40MW、运行寿命10年AI数据中心, 地面部署和太空部署的成本分别为1.67亿美元和820万美元, 太空部署的成本相较可以降低95%+。

表 6: 40MW数据中心地面部署与太空部署成本对比 (10年总成本)

成本项	地面部署	太空部署
能耗	40MW	
能源成本	1.4 亿美元 (0.04 美元/kWh)	200 万美元 (光伏矩阵成本)
发射成本	无	500 万美元 (平均单次发射成本)
冷却成本	700 万美元 (5%的合计能源使用)	更高效的冷却结构
水资源用量	170 万吨 (0.5L/kWh ¹⁰)	无
外壳成本	几乎相同	
备用电源供应	0.2 亿美元	无
其他硬件项目	几乎相同	

抗辐射外壳	无需	120 万美元
总成本	1.67 亿美元	820 万美元

数据来源：《White Paper: Why we should train AI in Space》（Ezra Feilden 等），广发证券发展研究中心

AI巨头掀起“算力上天”热潮，太空算力已经成为共识。随着太空算力卫星概念的提出，全球各家AI巨头都相继表述了建造太空算力中心的愿景。

1. 海外方面：根据谷歌官网，2025年11月4日谷歌正式启动“太阳捕手计划”(Project Suncatcher)，旨在将TPU发射到轨道上近地搭建漂浮AI数据中心，谷歌初步计划与Planet公司合作，在2027年初发射两颗搭载TPU的原型卫星进行测试。根据马斯克个人推特，马斯克在25年11月份的访谈中表示未来计划每年将100GW的人工智能算力卫星送入轨道，11月20日又表示星舰拥有每年300-500GW人工智能算力卫星的输送能力。

2. 国内方面：根据世界互联网大会公众号，2025年5月国星宇航使用长征二号丁运载火箭成功将太空计算星座021任务12颗卫星发射升空，标志着全球首个太空计算卫星星座成功发射；其发起的“星算”计划旨在构建天基智能计算基础设施，首发星座具备5POPS的太空计算能力。此外，根据北京科学技术委员会官网，2025年11月北京科学技术委员会发布了太空数据中心建设规划方案，计划在700-800公里晨昏轨道建设运营超过GW功率的集中式大型数据中心系统，计划于2031-2035年之间进行卫星的大批量生产和组网发射。

表 7：国内外部分太空算力参与者的相关表述和规划

主要参与者		有关太空算力的表述
海外	谷歌	25年11月启动“太阳捕手计划”，计划与Planet公司合作在2027年初发射两颗搭载TPU的原型卫星进行测试
	特斯拉/SpaceX	马斯克在11月的访谈中表示计划未来每年将100GW的人工智能算力卫星送入轨道；11月20日又表示星舰拥有每年300-500GW人工智能算力卫星的输送能力
	亚马逊	计划依托Kuiper赋能AWS，利用Kuiper搭建的由数千颗低地球轨道卫星组成的全球宽带网络，这些卫星最终将连接到云和人工智能基础设施。
国星宇航		2025年5月，国星宇航成功将太空计算星座021任务12颗卫星发射升空，标志着全球首个太空计算卫星星座成功发射；国星宇航发起的“星算”计划通过星间激光高速互联、星座稳定组网和算力分布式调度，构建太空计算系统，计算卫星单星最高算力达744TOPS，首发星座具备5POPS的太空计算能力
国内	北京市科委、中关村科学城管理委员会（星空院）	
	2025年11月发布太空数据中心建设规划方案，计划在700-800公里晨昏轨道建设运营超过GW功率的集中式大型数据中心系统。建设拟分为三个阶段： (1) 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；(2) 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；(3) 2031年至2035年：卫星大规模批量生产并组网发射，在轨对建成大规模太空数据中心，支持未来“天基主算”	

数据来源：谷歌官网，马斯克个人推特，亚马逊官网，北京科学技术委员会官网，广发证券发展研究中心

算力上天带来的光伏增量需求弹性更大。根据IEA，2024年全球AI数据中心约占全球电力需求的1.5%，即415TWh；到2030年，预计数据中心的用电量将增长一倍以上，达到约945太瓦时，若维持当前增速，到2034年全球数据中心能耗将达1580太瓦时。

我们以渗透率（太空算力耗电量/总算力耗电量）和冗余度（卫星其他部件的能源损耗）为变量进行敏感性分析，在渗透率40%、冗余度20%的中性预期下，预估到2034年算力卫星带来的光伏需求将达到86.6GW。后续若渗透率持续提高，需求有望超100GW。

表 8：2034年太空算力带来的光伏需求测算（GW）

		算力卫星光伏需求敏感性分析（GW）				
		算力卫星渗透率（太空算力耗电量/总算力耗电量）				
		20%	30%	40%	50%	60%
冗余度	10%	39.7	59.5	79.4	99.2	119.0
	15%	41.5	62.2	83.0	103.7	124.5
	20%	43.3	64.9	86.6	108.2	129.9
	25%	45.1	67.6	90.2	112.7	135.3
	30%	46.9	70.3	93.8	117.2	140.7

数据来源：IEA，广发证券发展研究中心

三、技术路线：砷化镓为目前主流，太空数据中心有望采用硅基电池，长期关注钙钛矿技术突破

太阳翼为航天器提供稳定的能量来源。现阶段，大部分的航天器采用太阳电池组合蓄电池的方式作为航天器电源系统的能源供给，空间太阳电池阵可将光能转换为电能为航天器供电和蓄电池充电。根据《高效太阳电池及其阵列技术的空间应用研究进展》（王凯等），空间太阳电池经历了硅太阳电池、叠层太阳电池（单结和多结 GaAs、InP、InP/Si、CdTe 等电池）和薄膜太阳电池的发展历程，光电转换效率是衡量太阳电池性能的重要指标，以目前使用最广泛的三结砷化镓太阳电池为例，其在轨光电转换效率已超过30%。

在20世纪80年代以前航天器主要采用硅电池作为太阳电池阵的发电单元，它具有工艺成熟、生产成本低、机械强度高等优点，通过扩散、密栅厚电极制备、正胶剥离等工艺技术改进，空间用硅太阳电池的光电转换效率从早期的12.3%至提升到15.0%以上；2000 年以后，由于砷化镓电池的广泛应用，硅电池在空间的应用逐渐减少。但是，近年来随着地面通信技术（5G通信）、商业航天等空间资源开发需求的增长，对低成本、批量化、快节奏的能源需求也日益增加，由于具备产业化大规模生产的优势，硅电池依然具有广阔的应用前景。例如可通过在现有的P型衬底单晶硅太阳电池工艺基础上进行适当改进，进一步提升硅电池的光电转换效率和空间环境适应性，高效硅太阳电池制备过程的关键技术主要有：衬底减薄和镀膜优化工艺；质量比功率和抗空间辐照性能提升技术等。

表 9：20世纪80年代至今主流太阳光伏材质对比

时间	主流电池片材质	主要技术特点	主要缺陷
20世纪 80 年代	硅太阳电池	具有工艺成熟、生产成本低、机械强度高等优点，通过工艺技术改进，空间用硅太阳电池的光电转化效率从早期的 12.3% 至提升到 15% 以上	抗空间环境能力弱、比功率过低重量较高
20世纪 90 年代	单结砷化镓	砷化镓的带隙宽度为 1.42eV，与太阳光谱的匹配程度高，单结砷化镓电池光电效率可达 25%，具有耐高温、耐辐照性能更佳、光电转化效率更高等特点	效率上限低
21世纪以来	多结砷化镓	相比于单结砷化镓电池，三结砷化镓电池具有光电转化效率高、空间环境适应性好、不同子电池层晶格匹配性强等特点	结构复杂、成本极其高昂、制造困难

数据来源：电科蓝天招股说明书，广发证券发展研究中心

根据《Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives》（Rosaria Verduci等），从“效率、抗辐射性、比功率、柔性、成本”等比较各种技术的优劣势，多结电池效率具备明显优势，而铜铟镓硒、钙钛矿还未有成熟的太空商用效率；在抗辐射性方面，铜铟镓硒电池表现“极佳”，其他电池也均可适配太空环境；比功率，钙钛矿电池优势显著，铜铟镓硒次之；柔性化方面，钙钛矿、铜铟镓硒具备优势；制造成本来看，多节电池较高。

表 10：电池技术路线对比

	多结电池	硅基电池	铜铟镓硒电池	钙钛矿电池
效率	高	中等	中等	中等
实验室效率记录	47.10%	26.10%	23.40%	25.50%
太空商用可用效率	最高 32%	约 17%	暂不可用	暂不可用
抗辐射性	高	高	极佳	高
比功率	0.4–3.8 W/g (低-中等)	0.38 W/g (低)	3 W/g (中等)	23 W/g (高)
柔牲	低	低	高	高
制造成本	高	低	低	低

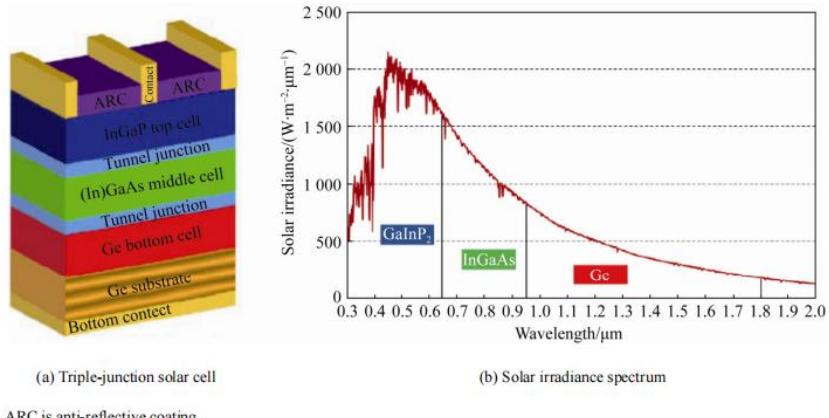
数据来源：《Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives》(Rosaria Verduci 等)，广发证券发展研究中心

(一) 砷化镓：目前的主流选择，高性能高成本，未来定位高端场景

砷化镓是目前太空光伏的主流选择。与硅电池相比，砷化镓的带隙宽度与太阳光谱的匹配程度高、光电效率更高且拥有出色的抗辐射性和耐温性，因此更适合作为太空光伏的选择。单结砷化镓电池的光电效率可达25% (AM 0, 即太阳辐照强度为太阳能常数)，但是单结电池只对特定波段的光谱产生响应，而对于其余波段的光谱则不吸收或吸收效率很低，以致单结电池的光电转换效率受到局限，因此可以将不同带隙的半导体材料制成的子电池采取串联方式连接成多结电池，通过增加其对太阳光谱的吸收范围，提高电池效率。

三结砷化镓电池。相比于单结电池，三结砷化镓电池具有光电转换效率高、空间环境适应性好、不同子电池层晶格匹配性强等特点。图中为典型的III-V族三结砷化镓电池(GaInP/Ga(In)As/Ge)结构，其制备工艺是先在衬底表面扩散锗结，然后分别外延生长中、顶电池，最后在其表面蒸镀防反射层介质膜。(根据《高效太阳电池及其阵列技术的空间应用研究进展》(王凯等))

图 13：典型的三结砷化镓太阳电池结构及太阳辐射谱

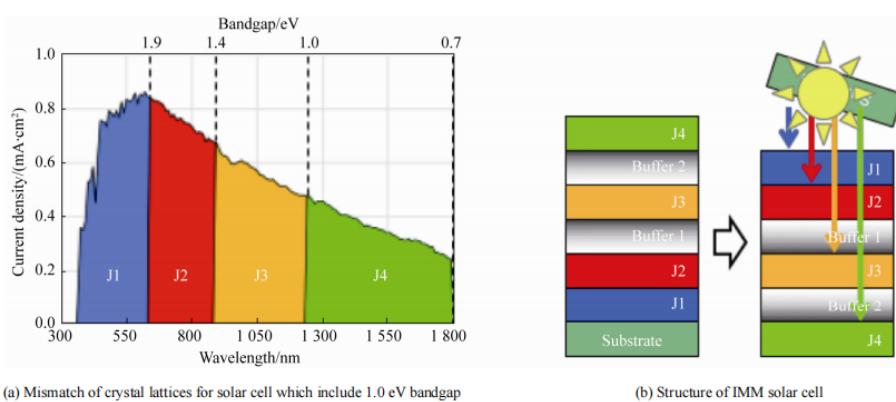


数据来源：《高效太阳电池及其阵列技术的空间应用研究进展》(王凯等)，广发证券发展研究中心

IMM四结电池。 IMM电池是一种基于晶格失配技术和反向生长工艺的新型电池，以磷化镓铟(InGaP)和砷化镓(GaAs)为原材料，在衬底上依次反向生长顶、中、底电池，然后经键合、剥离等工艺将外延生长层转移到另一衬底材料上，通过中间层和底层结点变形(即晶格失配)，导致不均匀的原子间距提高太阳电池的转换效率，如Emcore公司报道其IMM四结电池的研究成果为：在AM0条件下其光电转换效率为34.8%。（根据《高效太阳电池及其阵列技术的空间应用研究进展》（王凯等））

IMM电池技术与现有晶格匹配的三结电池技术相比是一个全新的技术体系，它集成了多项先进技术，如外延结构设计、渐变缓冲层的设计、衬底剥离转移等关键技术，但在其子电池结构层间存在较大的晶格失配，导致外延生长过程中电池内部的失配缺陷，因此产业化还需要进一步的研究。

图 14：IMM四结电池



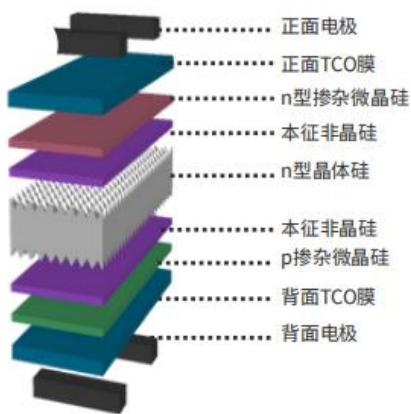
数据来源：《高效太阳电池及其阵列技术的空间应用研究进展》（王凯等），广发证券发展研究中心

砷化镓是目前的主流选择，但它依旧存在着显著短板。砷化镓的制造工艺复杂、良率低，叠加原材料镓、铟等稀有金属的高昂价格，使得砷化镓的制造成本极其高昂；镓属于稀土元素，全球储量有限；砷具有显著毒性，生产加工过程中需要严格的污染控制，因此限制了砷化镓的大批量商用化。

（二）异质结电池：未来大规模产业化的重要选择

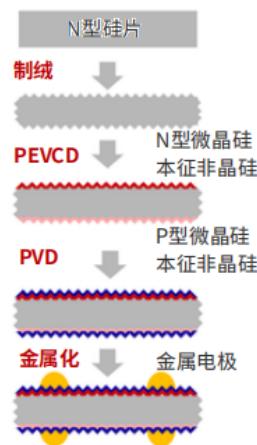
HJT (Heterojunction Technology) 是一种结合了N型晶体硅与非晶硅/微晶硅薄膜材料的先进的光伏电池技术；其核心特点是通过对非晶硅、微晶硅进行纳米级膜层结构设计，实现光生电子和光生空穴的选择性传输和界面钝化，是接近晶硅理论效率极限的重要技术方向。

图 15: HJT电池结构



数据来源: 《阿特斯 HJT 组件技术白皮书》, 广发证券发展
研究中心

图 16: HJT电池制作工艺



数据来源: 《阿特斯 HJT 组件技术白皮书》, 广发证券发展研
究中心

参考《阿特斯HJT组件技术白皮书》，HJT电池与其他硅基技术相比，具有以下优势：

1. **更简便的工艺流程。** HJT的核心工艺步骤只有4步，步骤少，耗时短。而TOPCon, BC工艺通常超过10个步骤，包括多次高温过程(扩散、氧化/ALD等)，生产周期更长，能耗更高。
2. **更易实现薄片化。** 由于其对称的结构以及低温工艺，使得HJT更能适应超薄硅片（如100um甚至更低），且在超薄硅片下电池开路电压提升补偿短路电流损失，保障电池效率不下降并降低硅耗量。
3. **更优双面率。** 双面对称结构保障电池和组件的双面率高达100%。
4. **更低温度系数。** 高开路电压和高温下导电补偿机制，保障电池的功率温度系数-0.24%/C，使得HJT组件在高温场景下的功率输出更加稳定。
5. **更低的衰减。** 优化组件结构设计，低酸胶膜以及防腐蚀浆料的使用，使得提升HJT产品具备更低的衰减，实际测试结果表明，HJT产品具备超低的PID衰减，LeTID衰减以及LID衰减（均小于0.5%）。
6. **更高良品率。** 步骤少、工艺温度低(<250C)、平板式镀膜减少了对硅片的损伤和热应力，更容易实现99%+良率。
7. **更低能耗，碳排放及碳回收周期。** 得益于低温工艺和其更短的工艺流程，HJT比TOPCon和BC组件具有更低能耗，碳排放更少、碳回收周期更短。

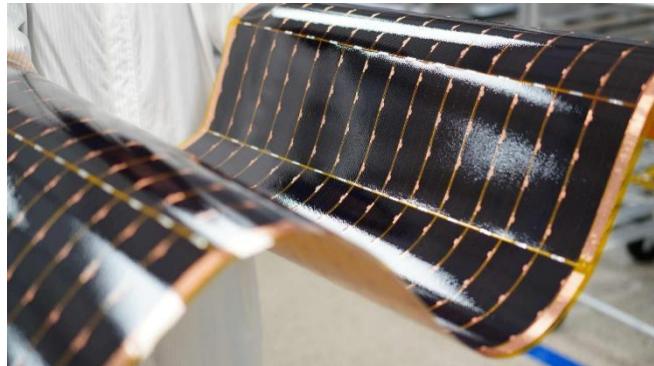
同时参考Solestial(致力于提供太空产品)，针对太空HJT的产品，除了上述特点外，还有：

1. **稳健金属化 (Robust metallization)。** 将地面硅电池常用的“丝网印刷银金属化”，替换为“电镀铜金属化”，同时在铜表面覆盖保护金属层。
2. **灵活可定制的电池形状与尺寸 (Customizable solar cell shape and size)。** 为

每个客户定制电池的形状与尺寸，最大化利用卫星的有限空间。

3. 重量轻且柔性（Low mass and flexible）。 柔性+小弯曲半径能让大型太阳能阵列折叠得更紧凑，适配卫星发射的“有限整流罩空间”，同时便于在轨展开。

图 17: Solestial产品示意图1



数据来源：Solestial 官网，广发证券发展研究中心

图 18: Solestial产品示意图2



数据来源：Solestial 官网，广发证券发展研究中心

图 19: Solestial产品特点（部分）

 Robust metallization +

To allow for more robust cell-to-cell interconnects, we replace the screen-printed silver metallization used in terrestrial silicon cells with electroplated copper. We also cap copper with protective metal layers to avoid corrosion.

 Customizable solar cell shape and size +

Even with automated production, we can customize the size of our solar cells for each customer. We accomplish this by leveraging affordable terrestrial solar wafers, which better allow for flexibility in cell sizing. We optimize packing density and voltage for each module we produce to provide our customers with better design options.

 Low mass and flexible +

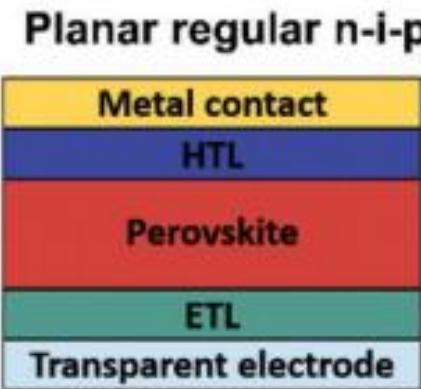
Our solar cells achieve an extremely low mass and bending radius, enabling novel solar power module assembly and solar array deployment concepts.

数据来源：Solestial 官网，广发证券发展研究中心

(三) 钙钛矿（叠层）电池：验证结果较为欠缺，成熟后有望成为主流
钙钛矿结构材料（perovskite），指的是一大类具有与天然矿物 CaTiO_3 相同或相似
晶体结构的人工合成化合物，这种结构被称为钙钛矿结构。钙钛矿太阳能电池可通
过溶液加工技术以低成本制备，使其成本低于其他光伏技术，可在柔性衬底上生长。

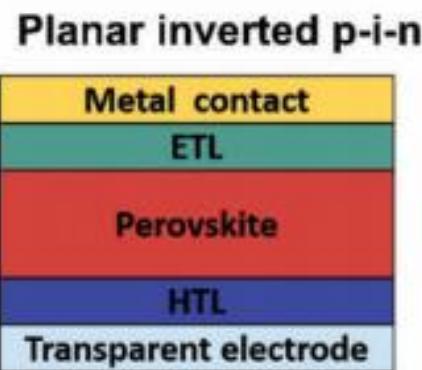
PSC的结构由透明导电电极沉积在玻璃基底上、夹在电子传输层和空穴传输层之间的钙钛矿吸收层以及金属接触层构成。根据电荷选择层的沉积顺序，可分为两种构型：平面PSC n-i-p和平面反型p-i-n。

图 20: n-i-p型钙钛矿结构



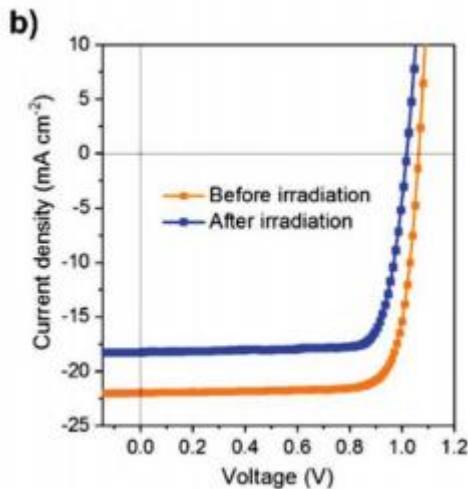
数据来源：《Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives》（Rosaria Verduci 等），广发证券发展研究中心

图 21: p-i-n型钙钛矿结构



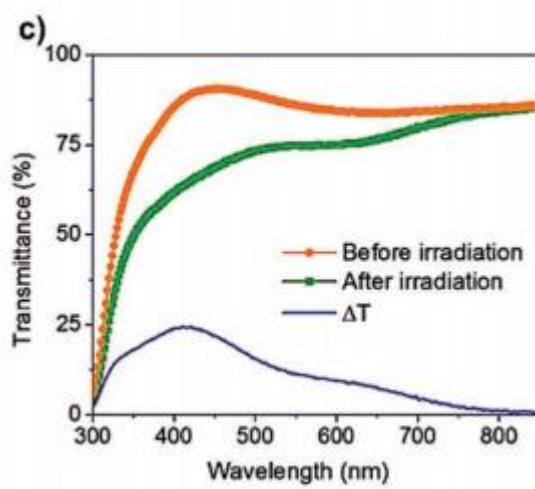
数据来源：《Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives》（Rosaria Verduci 等），广发证券发展研究中心

根据《Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives》（Rosaria Verduci 等），钙钛矿电池在高剂量 γ 射线辐射前后PSC的J-V曲线比较（下图左），所有光伏参数均有所下降，VOC几乎保持不变，但JSC显著下降，归因于玻璃基板在 γ 射线辐照后变暗。通过在ITO/玻璃基板上进行的透射光谱测量证实了这一效应，辐照后透射率从 $\approx 90\%$ 降至 $\approx 50\text{--}75\%$ （下图右），当考虑这一损耗时，PCE值（辐照后）为18.20%，与原始器件相当，从而证明钙钛矿的退化可忽略不计。

 图 22: 高剂量 γ 射线辐射前后J-V曲线


数据来源：《Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives》（Rosaria Verduci 等），广发证券发展研究中心

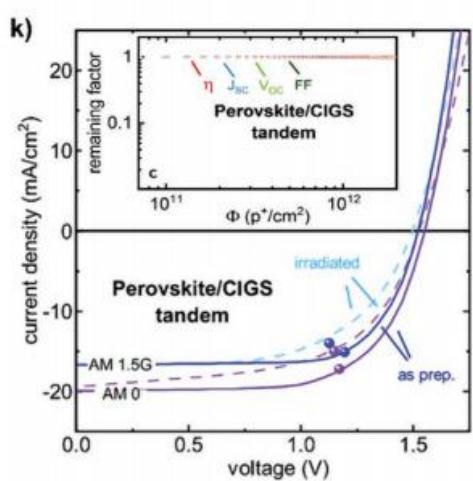
图 23: 辐照前后透射率变化



数据来源：《Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives》（Rosaria Verduci 等），广发证券发展研究中心

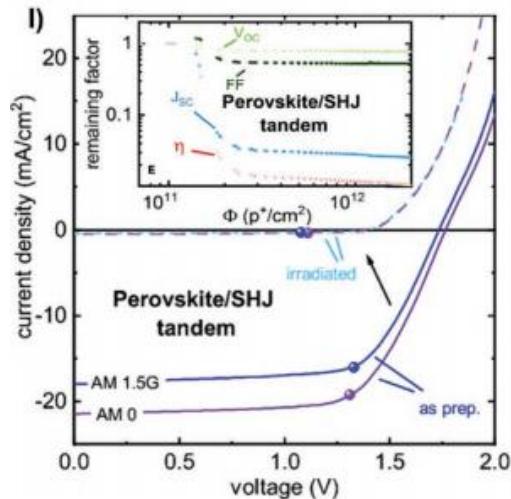
考虑叠层电池，MHP/CIGS相对更有前景。《Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives》(Rosaria Verduci等)，研究了MHP/CIGS和MHP/Si基的能量子的辐射耐受性，MHP/CIGS叠层电池在AM0光照下仍保持约85%的初始PCE(下图左)，这主要是由于VOC的轻微减少导致的损耗，而其他光伏参数几乎保持不变；相比之下，MHP/Si基器件在AM0条件下仅保留1%的原始PCE(下图右)，这与JSC大幅降低至初始值的2%有关；相比较而言，MHP/CIGS基MJSCs可以成为空间应用中一种有前景的技术。

图 24: n-i-p型钙钛矿的辐射耐受性



数据来源：《Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives》(Rosaria Verduci等)，广发证券发展研究中心

图 25: p-i-n型钙钛矿的辐射耐受性



数据来源：《Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives》(Rosaria Verduci等)，广发证券发展研究中心

总的来看，目前使用最广泛的为三结砷化镓太阳电池，但是砷化镓太阳电池成本相对较高，对于GW级别的近地通讯卫星需求尚能满足；但是对于未来可能的100GW及以上的太空算力中心难以满足需求。而硅基电池基于现有成熟的产业链，有望成为大规模太空算力中心的主要选择；对于钙钛矿/叠层电池，实验已经显示出一定的应用前景，但是由于缺乏实际的实证数据以及产业链相对不够成熟，短期的大规模应用仍然有待观察。

四、投资建议：关注 HJT/钙钛矿核心设备供应商

光伏组件公司积极布局太空光伏，新技术路线加速推进。目前已有多家下游光伏组件公司开始布局太空光伏有关领域，加速对于钙钛矿/叠层电池等新路线的探索。根据钧达股份26年1月投资者交流记录表，公司于1月13日对外投资参股星翼芯能，其核心技术源于中科院上海光机所。钧达股份凭借在晶硅、钙钛矿电池研发及制造优势，双方将围绕钙钛矿在太空光伏领域的应用展开合作，依托中科院深厚的研究背景，目前已经完成了太空环境下钙钛矿原材料的第一性原理验证。

表 11：光伏组件公司的布局进展

公司	太空光伏/钙钛矿领域主要布局进展
钧达股份	根据公司 26 年 1 月投资者交流记录表，公司于 1 月 13 日对外投资参股星翼芯能。双方将围绕钙钛矿在太空光伏领域的应用展开合作，依托中科院深厚的研究背景，目前已经完成了太空环境下钙钛矿原材料的第一性原理验证
晶科能源	根据公司 25 年中报，公司基于自主开发的高效 TOPCon 钝化接触底电池技术，开展新型中间复合层材料技术、钙钛矿界面缺陷复合钝化材料技术和体相缺陷钝化材料技术开发，形成高效、高稳定性钙钛矿/TOPCon 叠层电池成套工艺。经第三方检测认证，叠层电池实验室最高转换效率达 34.22%
隆基绿能	根据公司 22 年可持续发展报告，公司于 22 年 9 月成立了未来能源太空实验室，隆基的新技术产品将申请进行太空搭载，接受严苛的太空环境考验，探究新产品在太空环境的可靠性。

数据来源：晶科能源 25 年中报，隆基绿能 22 年可持续发展报告，钧达股份 26 年 1 月投资者交流记录表，广发证券发展研究中心

新技术引领的新产业趋势下，重点关注设备厂商的先行机会。商业航天目前已经进入积极的产业探索期，产业化前期设备厂商率先受益，部分光伏设备厂商正在积极配合下游客户进行HJT/钙钛矿/叠层电池的工艺路线探索。

表 12：光伏设备公司在太空光伏领域的布局进展

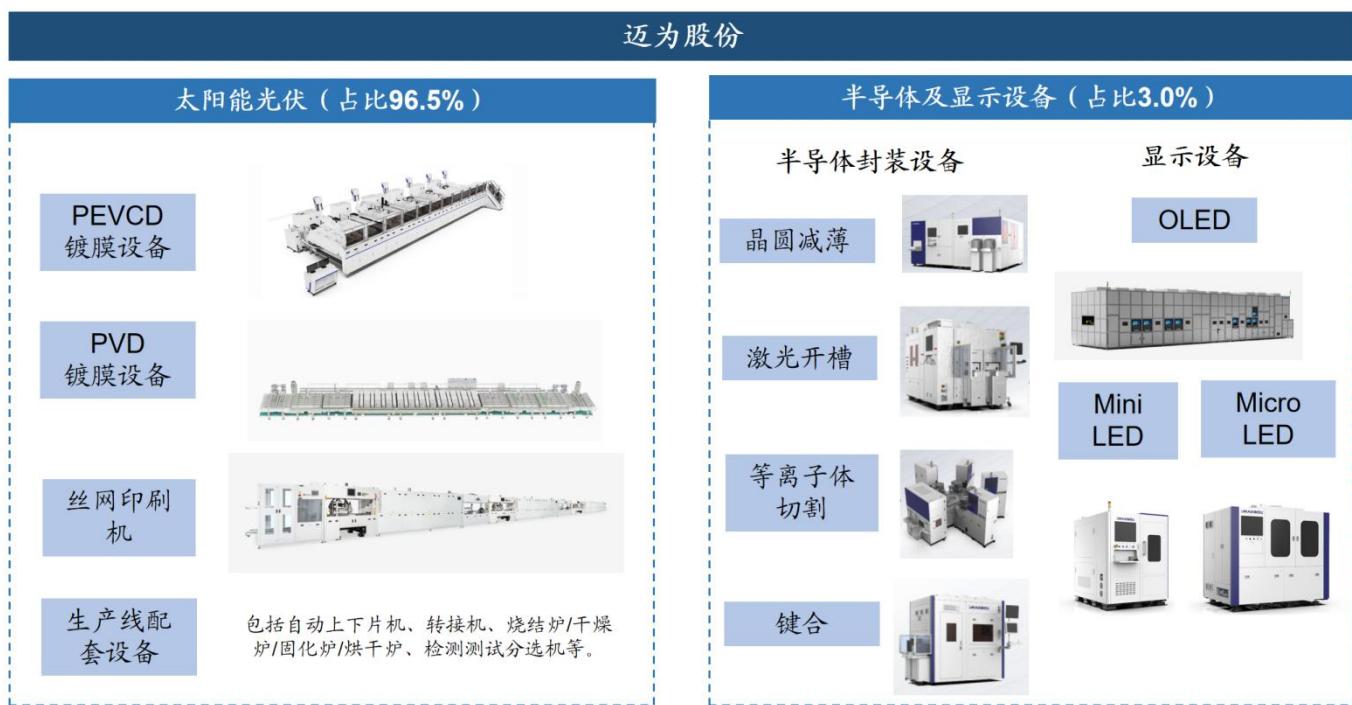
公司	太空光伏领域主要布局进展
HJT：	根据公司 25 年 8 月投资者关系记录表，公司推动的光子烧结、PED 和边缘刻蚀等 HJT 电池新技术推进顺利。公司实验室已经测试完成，在客户处安装调试；
迈为股份	钙钛矿/叠层： 根据公司 25 年中报，公司在原有异质结工艺的制绒、PECVD、PVD、丝网印刷设备基础上已新增钙钛矿叠层电池所需喷墨打印设备、真空干燥机、蒸镀机、ALD 等全套设备及与其匹配的自动化及离线检测设备，推动钙钛矿/异质结叠层电池技术与设备的开发；
奥特维	根据公司 25 年中报，公司推出针对晶硅/钙钛矿叠层的真空工艺装备，包括隧穿层、传输层、功能层等多种工艺的装备，可为客户实现真空工艺设备一站式解决方案，特别在干法工艺步骤推动行业技术发展；
捷佳伟创	根据公司 25 年中报，公司自建的钙钛矿中试线在 SNECPV+ 2025 第十八届国际太阳能光伏与智慧能源展览会上获得“兆瓦级翡翠奖”； 公司的 PVD、RPD 设备陆续中标头部企业钙钛矿项目订单，并且公司推出工业级压电喷墨打印钙钛矿薄膜技术，重新定义钙钛矿薄膜制备工艺标准，助力客户实现降本增效，加速推动钙钛矿/晶硅叠层电池的商业化进程；
晶盛机电	根据公司 1 月 16 日在互动平台回答投资者提问，公司作为全球技术和规模双领先的光伏设备供应商，正在紧密关注并布局光伏技术的前沿发展方向。在光伏装备端，公司产品覆盖硅片、电池、组件全环节，可提供整线解决方案，其中包括晶体生长、加工、电池工艺（如 PECVD、ALD）及去银化组件设备等关键设备。
高测股份	根据公司 25 年半年报，公司产品主要应用于光伏行业硅片制造环节，已实现切割设备、切割耗材、硅片及切割加工服务业务全覆盖

数据来源：各公司 25 年中报，迈为股份 25 年 8 月投资者关系记录表，晶盛机电互动平台回答投资者提问，广发证券发展研究中心

(一) 迈为股份：较早布局 HJT&钙钛矿设备，深度受益于太空光伏趋势

迈为股份是领先的光伏/半导体设备制造商。公司立足真空、激光、精密装备三大关键技术平台，业务涵盖太阳能光伏、显示、半导体三大行业。其主要产品包括全自动太阳能电池丝网印刷生产线、异质结高效电池制造整体解决方案、OLED柔性屏激光设备、MLED全线自动化设备解决方案、半导体晶圆封装设备等。

图 26：迈为股份主营业务以及收入结构情况

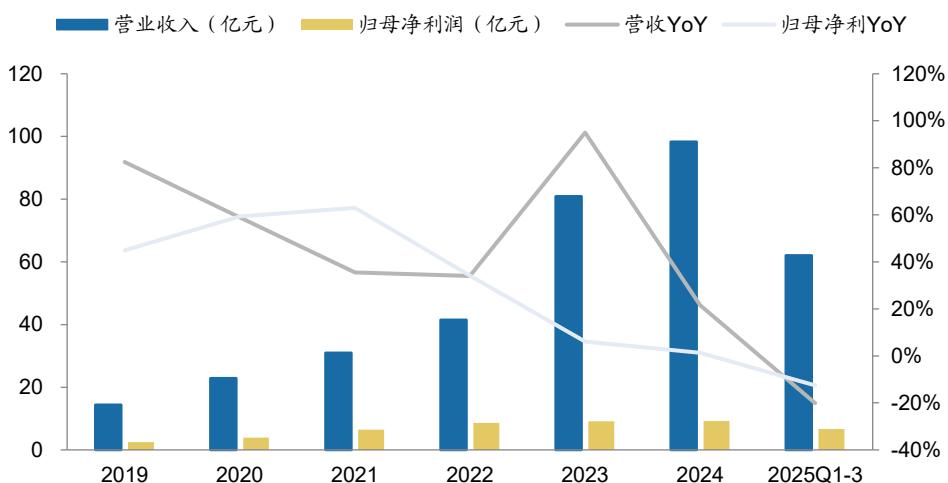


数据来源：公司官网，Wind，广发证券发展研究中心

注：收入占比结构为 25 年中报数据

25年前公司营收和归母净利润增长迅速，25年来短期有所承压。2019年-2024年，公司营业收入和归母净利润高速增长，营收从14.38亿元扩张至98.30亿元，CAGR达到46.9%；归母净利润从2.48亿元增长至9.26亿元，CAGR达到30.2%。2025年来，受光伏下游需求影响，公司营收短期承压，25Q1-3实现营收62.04亿元，归母净利润6.63亿元，同比分别下降20.13%和12.56%。

图 27：迈为股份近年营收和归母净利润情况（亿元）

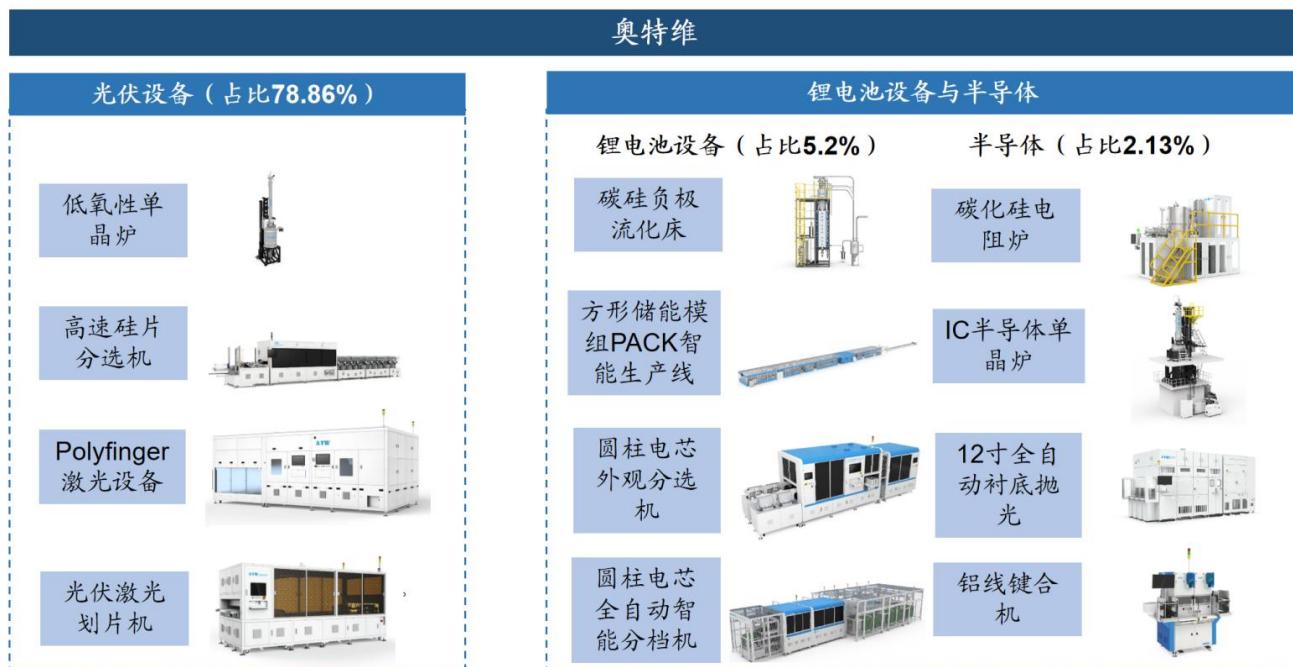


数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

（二）奥特维：聚焦超高速串焊机&硅片分选机等细分赛道

奥特维是光伏、锂电和半导体专业领域智能装备制造商。公司产品覆盖光伏产业链的拉棒、硅片、电池、组件四大环节，核心产品单晶炉、硅片分选机、多主栅串焊机拥有强劲的市场竞争力。根据公司25年中报，公司已与晶科能源、通威股份、隆基绿能、晶澳太阳能、韩华集团、保利协鑫、阿特斯、一道新能源、REC Solar、NorSun等国内外光伏行业知名企业建立了良好长期的合作关系。

图 28：奥特维主营业务以及收入结构情况

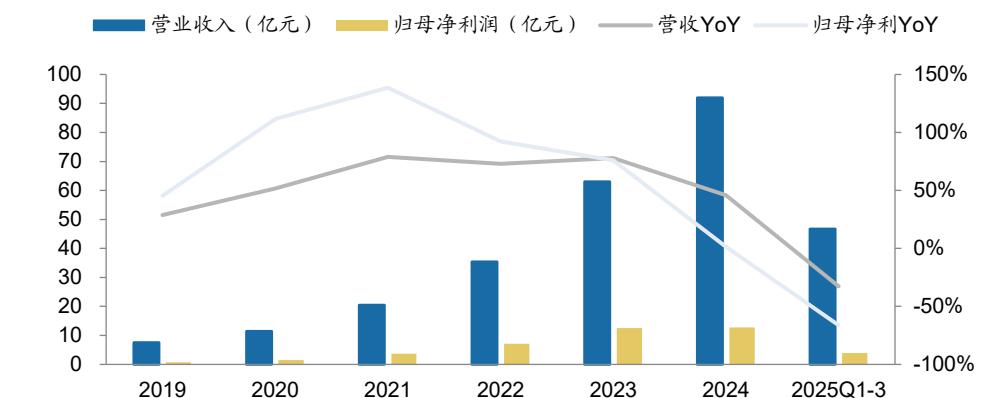


数据来源：公司官网，Wind，广发证券发展研究中心

注：收入占比结构为25年中报数据

受光伏周期影响，公司业绩短期有所承压。2019年-2024年，公司营业收入高速增长，营收从7.54亿元扩张至91.98亿元，CAGR达到64.9%；归母净利润从0.73亿元增长至12.73亿元，CAGR达到76.9%。近年受光伏下游需求影响，公司营收短期承压，25Q1-3实现营收46.7亿元，归母净利润3.9亿元，同比分别下降32.67%和66.2%。

图 29：奥特维近年营收和归母净利润情况（亿元）

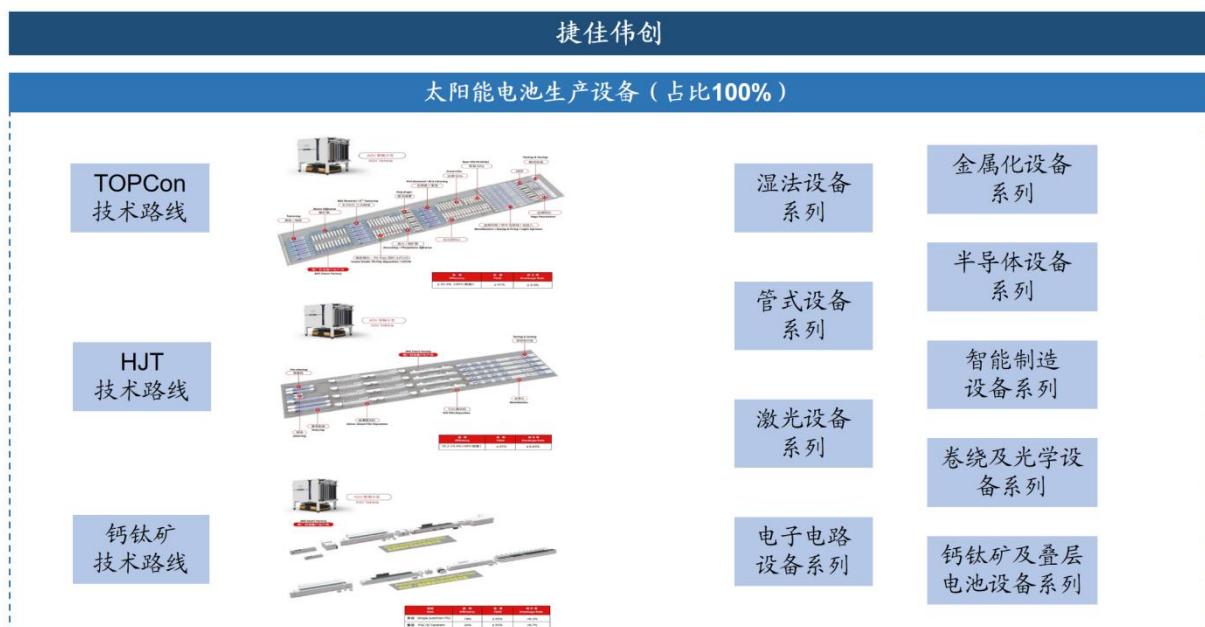


数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

（三）捷佳伟创：全面布局光伏各技术路线，钙钛矿设备进展顺利

捷佳伟创聚焦太阳能光伏行业，拥有业内先进的太阳能电池装备研发、制造和生产能力。公司全面布局TOPCon、HJT、XBC、钙钛矿及钙钛矿叠层等高效、超高效光伏电池技术路线，目前已经成为以TOPCon为主流技术路线的主要设备供应商，主要产品包括湿法设备系列、真空设备系列、智能制造设备系列、光伏电池设备及工艺解决方案等；同时公司还积极拓展半导体装备和锂电装备领域。

图 30：捷佳伟创主营业务以及收入结构情况

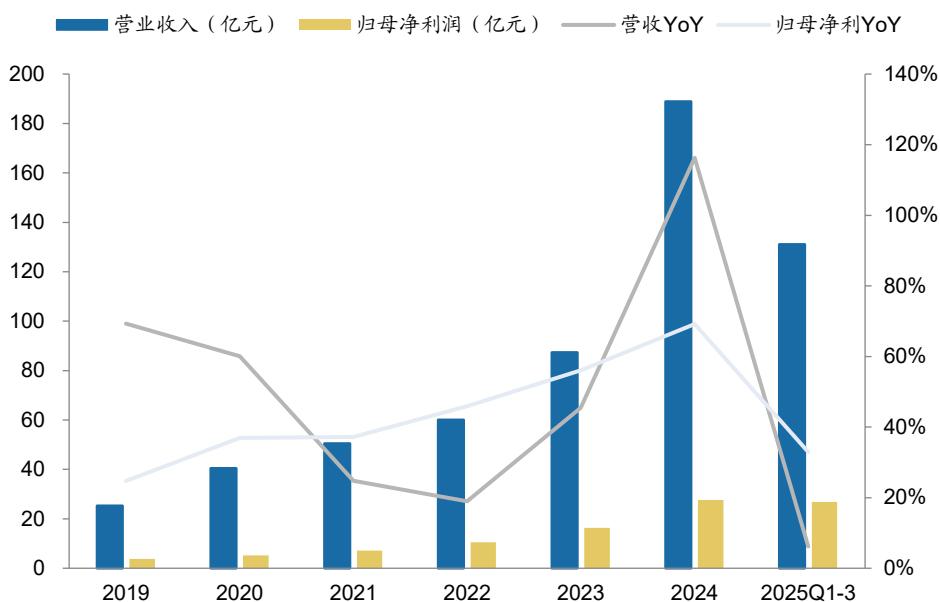


数据来源：公司官网，Wind，广发证券发展研究中心

注：收入占比结构为 25 年中报数据

25年以来营收增速有所放缓但仍维持增长态势。公司营业收入和营业利润均在2024年达到最高值，分别为188.9亿元和27.6亿元。2025年来，受到光伏周期的影响公司营收和净利增速有所放缓，25Q1-3分别实现营收和归母净利润131.1亿元和26.88亿元，同比增长6.17%和32.9%。

图 31：捷佳伟创近年营收和归母净利润情况（亿元）

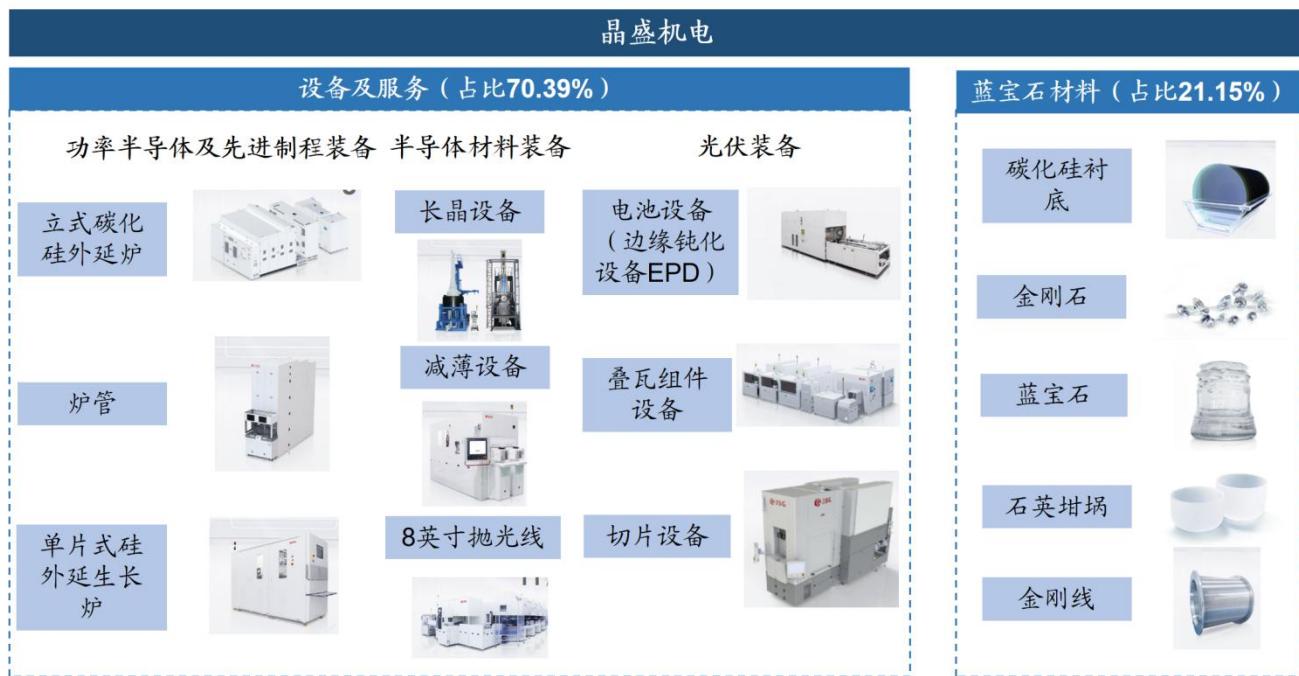


数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

（四）晶盛机电：硅片、电池、组件全面覆盖的整线设备厂商

公司是高端光伏/半导体装备和LED衬底材料制造厂商。公司主营产品为全自动单晶生长炉、多晶硅铸锭炉、区熔硅单晶炉、单晶硅滚圆机、单晶硅截断机、全自动硅片抛光机、双面研磨机、单晶硅棒切磨复合加工一体机、多晶硅块研磨一体机、叠片机、蓝宝石晶锭、蓝宝石晶片、LED灯具自动化生产线等。公司产品主要应用于太阳能光伏、集成电路、LED等场景。

图 32: 晶盛机电主营业务以及收入结构情况

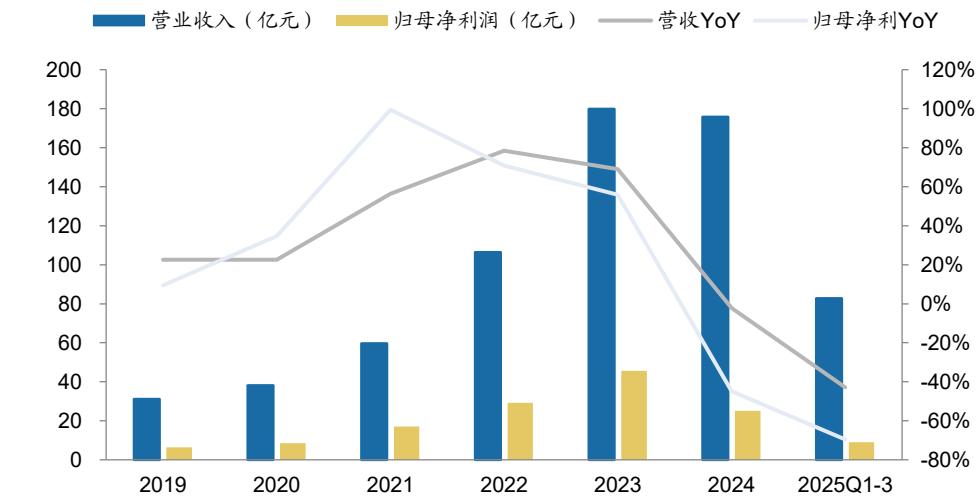


数据来源：公司官网，Wind，广发证券发展研究中心

注：收入占比结构为 25 年中报数据

受下游周期影响较大，**24年以来业绩表现有所压制**。2019年-2023年，公司营收从30.1亿元扩张至179.8亿元，CAGR达到55.1%；归母净利润从6.4亿元增长至45.6亿元，CAGR达到63.5%。2024年以来受下游光伏、显示等行业需求下行影响，公司营收短期承压，25Q1-3实现营收82.7亿元，归母净利润9.0亿元，同比分别下降42.9%和69.6%。

图 33: 捷佳伟创近年营收和归母净利润情况 (亿元)

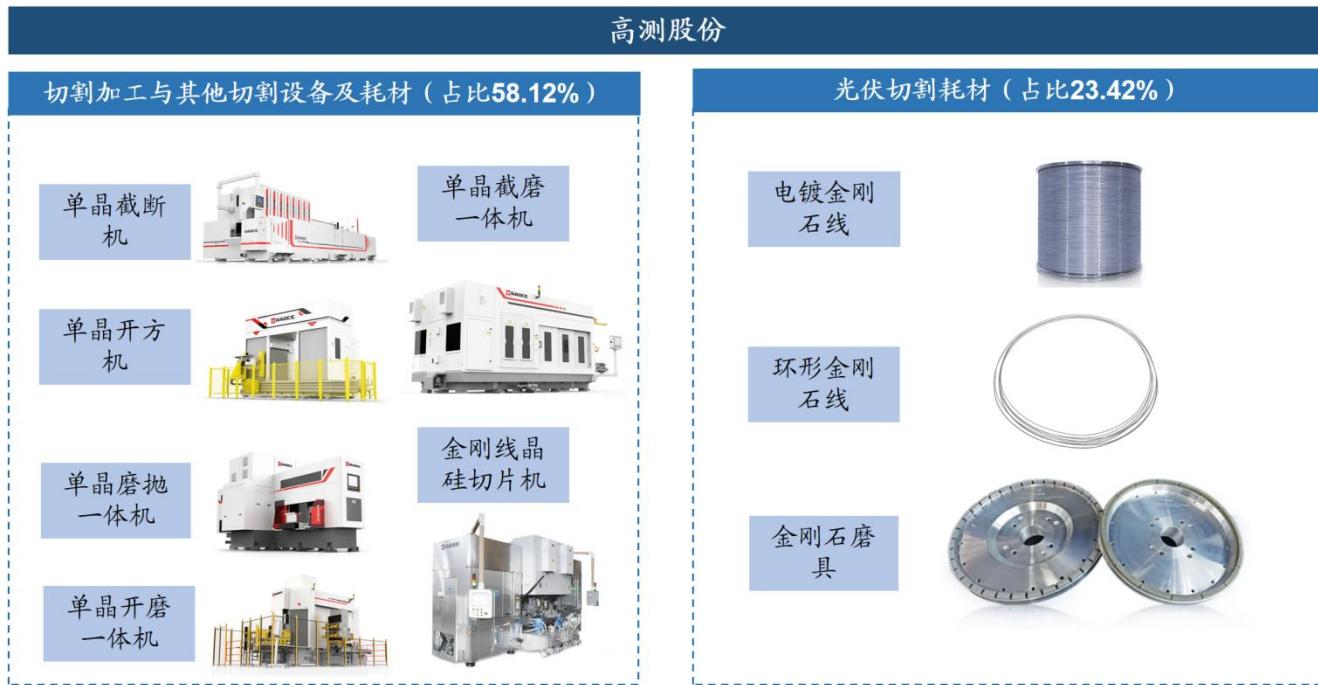


数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

(五) 高测股份：光伏硅片制造环节全覆盖的领先厂商

公司是国内领先的高硬脆材料切割设备和切割耗材供应商。公司主要从事高硬脆材料切割设备和切割耗材的研发、生产和销售，产品主要应用于光伏行业硅片制造环节，已实现切割设备、切割耗材、硅片及切割加工服务业务全覆盖。

图 34：高测股份主营业务以及收入结构情况

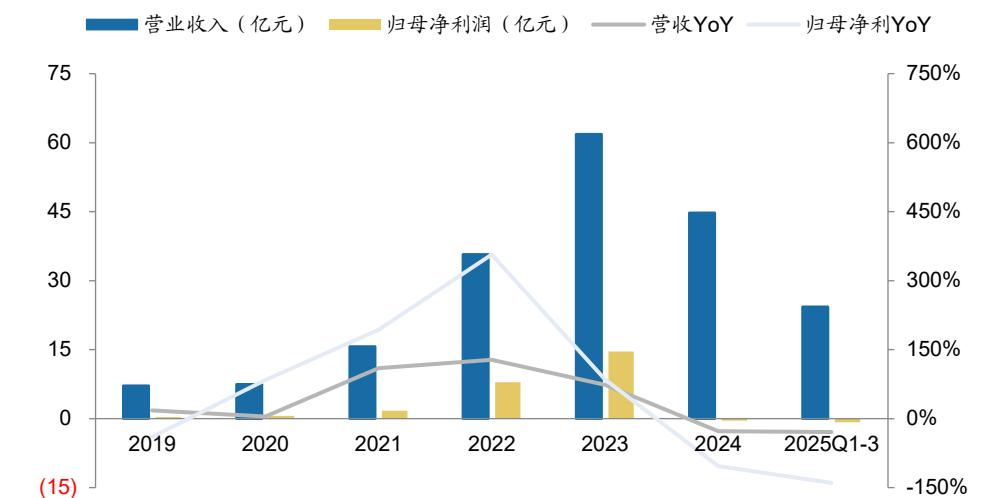


数据来源：公司官网，Wind，广发证券发展研究中心

注：收入占比结构为 25 年中报数据

受下游光伏行业深度调整影响，公司24年来业绩持续承压。2019年-2023年，公司营收和归母净利润维持高增，营收从7.1亿元增长至61.8亿元，CAGR达到71.5%；归母净利润从0.3亿元增长至14.61亿元，CAGR达到159.9%。24年以来，受到下游需求收缩的影响，公司营收和归母净利有所下滑，25Q1-3实现营收24.3亿元，同比下滑29.2%；实现归母净利润-0.82亿元，同比下滑139.8%。

图 35：高测股份近年营收和归母净利润情况（亿元）



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

五、风险提示

(一) 商业航天产业发展不及预期

当前商业航天仍处于产业化发展初期，火箭发射成本、运载能力、在轨服务能力等关键技术尚需进一步突破。若航天发射频率、载荷可靠性或政策支持力度不及预期，将直接影响太空光伏项目的部署进度与经济可行性，进而对相关企业业务发展带来不利影响。

(二) 太空光伏技术路线具有不确定性

太空光伏在电池材料、光电转换效率、空间环境适应性、能源传输方式（如无线微波或激光传输）等方面仍存在多种技术路线，各类方案在可靠性、成本和工程可实现性上差异显著。若未来出现新的技术突破或主流路线变化，可能导致现有研发成果与设备体系面临迭代风险，影响产业链相关企业的竞争格局与盈利稳定性。

(三) 太空算力投入与应用需求不及预期

太空光伏系统的高效运行与能源管理依赖大规模地面与在轨算力支持，包括数据处理、轨道调控、能源调度等。若配套算力基础设施建设滞后，或下游用户需求增长缓慢，将制约太空光伏系统的实际应用与商业化进程。

广发机械行业研究小组

代 川：首席分析师，中山大学数量经济学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。

孙 柏 阳：首席分析师，南京大学金融工程硕士，2018年加入广发证券发展研究中心。

汪 家 豪：联席首席分析师，美国约翰霍普金斯大学金融学硕士，2022年加入广发证券发展研究中心。

范 方 舟：资深分析师，中国人民大学国际商务硕士，2021年加入广发证券发展研究中心。

王 宁：资深分析师，北京大学金融硕士，2021年加入广发证券发展研究中心。

蒲 明 琪：资深分析师，纽约大学计量金融硕士，2022年加入广发证券发展研究中心。

黄 晓 萍：高级分析师，复旦大学金融硕士，2023年加入广发证券发展研究中心。

张 智 林：高级研究员，同济大学建筑学硕士，2024年加入广发证券发展研究中心。

许 贝 尔：研究员，伦敦政治经济学院金融学硕士，2026年加入广发证券发展研究中心。

广发证券—行业投资评级说明

买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。

持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10% ~ +10%。

卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

广发证券—公司投资评级说明

买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。

增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。

持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5% ~ +5%。

卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市	香港
地址	广州市天河区马场路 26号广发证券大厦 47楼	深圳市福田区益田路 6001号太平金融大 厦31层	北京市西城区月坛北 街2号月坛大厦18 层	上海市浦东新区南泉 北路429号泰康保险 大厦37楼	香港湾仔骆克道81 号广发大厦27楼
邮政编码	510627	518026	100045	200120	-
客服邮箱	gfzqyf@gf.com.cn				

法律主体声明

本报告由广发证券股份有限公司或其关联机构制作，广发证券股份有限公司及其关联机构以下统称为“广发证券”。本报告的分销依据不同国家、地区的法律、法规和监管要求由广发证券于该国家或地区的具有相关合法合规经营资质的子公司/经营机构完成。

广发证券股份有限公司具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管，负责本报告于中国（港澳台地区除外）的分销。

广发证券（香港）经纪有限公司具备香港证监会批复的就证券提供意见（4号牌照）的牌照，接受香港证监会监管，负责本报告于中国香港地区的分销。

本报告署名研究人员所持中国证券业协会注册分析师资质信息和香港证监会批复的牌照信息已于署名研究人员姓名处披露。

重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，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者口头承诺均为无效。

本报告署名研究人员、联系人（以下均简称“研究人员”）针对本报告中相关公司或证券的研究分析内容，在此声明：（1）本报告的全部分析结论、研究观点均精确反映研究人员于本报告发出当日的关于相关公司或证券的所有个人观点，并不代表广发证券的立场；（2）研究人员的部分或全部的报酬无论在过去、现在还是将来均不会与本报告所述特定分析结论、研究观点具有直接或间接的联系。

研究人员制作本报告的报酬标准依据研究质量、客户评价、工作量等多种因素确定，其影响因素亦包括广发证券的整体经营收入，该等经营收入部分来源于广发证券的投资银行类业务。

本报告仅面向经广发证券授权使用的客户/特定合作机构发送，不对外公开发布，只有接收人才可以使用，且对于接收人而言具有保密义务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。在特定国家或地区传播或者发布本报告可能违反当地法律，广发证券并未采取任何行动以允许于该等国家或地区传播或者分销本报告。

本报告所提及证券可能不被允许在某些国家或地区内出售。请注意，投资涉及风险，证券价格可能会波动，因此投资回报可能会有所变化，过去的业绩并不保证未来的表现。本报告的内容、观点或建议并未考虑任何个别客户的具体投资目标、财务状况和特殊需求，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的投资建议。本报告发送给某客户是基于该客户被认为有能力独立评估投资风险、独立行使投资决策并独立承担相应风险。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券认为可靠，但广发证券不对其准确性、完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策，如有需要，应先咨询专业意见。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券的立场。广发证券的销售人员、交易员或其他专业人士可能以书面或口头形式，向其客户或自营交易部门提供与本报告观点相反的市场评论或交易策略，广发证券的自营交易部门亦可能会有与本报告观点不一致，甚至相反的投资策略。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且无需另行通告。广发证券或其证券研究报告业务的相关董事、高级职员、分析师和员工可能拥有本报告所提及证券的权益。在阅读本报告时，收件人应了解相关的权益披露（若有）。

本研究报告可能包括和/或描述/呈列期货合约价格的事实历史信息（“信息”）。请注意此信息仅供用作组成我们的研究方法/分析中的部分论点/依据/证据，以支持我们对所述相关行业/公司的观点的结论。在任何情况下，它并不（明示或暗示）与香港证监会第5类受规管活动（就期货合约提供意见）有关联或构成此活动。

权益披露

(1) 广发证券（香港）在过去12个月内与钧达股份(02865)公司有投资银行业务关系。

版权声明

未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。