



行业研究 | 深度报告 | 电气设备

耀看光伏第 14 期——柔性太阳翼成为新趋势， 封装材料迎来发展奇点

报告要点

太阳翼是卫星的主要能量来源，功率持续提升使得体积和重量增加，对卫星的发射和运行带来了极大的挑战，柔性太阳翼可以解决上述问题。与刚性太阳翼相比，柔性太阳翼封装材料体系迎来新的变化，本文对柔性基板、盖板材料、硅橡胶、互连片进行了详细的介绍，其中柔性基板和盖板材料存在显著变化。国内光伏公司有充足的技术积累，并且通过股权投资等方式加快产品研发，有望打造新增长点。

分析师及联系人



邬博华

SAC: S0490514040001

SFC: BQK482



曹海花

SAC: S0490522030001



王耀

SAC: S0490524120006



任佳惠

SAC: S0490524070005



申浩树

SAC: S0490525060004

电气设备

耀看光伏第 14 期——柔性太阳翼成为新趋势，封装材料迎来发展奇点

行业研究 | 深度报告

投资评级 看好 | 维持

柔性太阳翼是商业卫星发展的新趋势

低轨卫星产业进入快速发展阶段，海外以 SpaceX 公司“星链”计划为代表，国内也在加快低轨卫星星座布局。根据 ITU 频轨协调规则测算，预计 2030-2035 年将迎来通信卫星发射高峰期，而且太空算力进一步打开市场空间。太阳翼是卫星的主要能量来源，随着卫星功能逐步增强，太阳翼的发电功率持续提升，对应的体积和重量不断增加，这将对卫星的发射和运行带来较大的挑战。太阳翼技术发展趋势是从刚性走向柔性，与刚性太阳翼相比，柔性太阳翼具有重量轻、体积小等优势，有助于大幅降低卫星的发射成本，可减少燃料消耗以及执行更多任务。

柔性太阳翼封装材料体系迎来新变化

柔性太阳翼的封装结构大幅简化，在收拢状态下基板处于贴合压紧状态，收拢体积可以减少至刚性太阳翼的 1/10 左右，封装设计时要避免卷曲过程中出现碎裂问题。

典型的柔性基板包含五层对称结构，中间增强层为玻璃纤维增强复合材料，靠近中间层上下两层为胶黏剂层，胶黏剂层外侧为 PI 膜，PI 膜外层还有原子氧防护层。PI 膜具有优异的机械性能、电气绝缘性能、化学稳定性和抗辐射性能，同时价格也非常昂贵。

盖板材料技术路线多元，包括 UTG、CPI 膜、膜形玻璃盖片等。UTG 技术难度较高，要兼顾抗辐照性能与减重减薄，目前已在中国空间站有应用。CPI 膜优势在于弯曲半径比 UTG 更小，而且可进一步减重 40% 以上。膜形玻璃盖片以高分子聚合物为基体，以微米级铈掺杂硼硅珠或熔融石英珠为填充物混合到基体中，可充分利用每种材料的优点。

硅橡胶在航天领域得到了普遍应用，从 1960 年代开始就作为太阳翼的粘结剂，国内也有自研产品实现了应用，未来要提升与 PI 膜的结合力，同时降低易挥发组分的含量。

互连片用于电路连接，银的导电性好且极易焊接，已有成熟应用，但抗原子氧能力较弱；钼与可伐互连片均具有良好的耐原子氧性能，可通过镀银来提高可焊性。此外，导电胶互连技术更适合柔性太阳翼，无需采用助焊剂作为辅助材料，而且加热温度较低。

光伏公司加快产业布局打造新增长点

海外企业占据高端 PI 膜市场，国内企业加速相关产品研发。福斯特拥有电子级 PI 膜生产能力，规划向柔性太阳翼领域拓展；钧达股份投资参股上海星翼芯能科技有限公司，双方将成立 CPI 膜、CPI 膜与晶硅电池结合产品的生产制造合资企业。国内企业在 UTG 方面已取得突破，成功研发 0.009 毫米超薄耐高温光学玻璃，已经实现对下游客户的批量交付，而且逐步掌握技术壁垒更高的一次成型技术。国内公司在光伏导电浆料方面处于绝对主导地位，目前在持续关注太空光伏领域的应用，并且部分产品已经应用在商用卫星太阳翼上。看好太空光伏封装材料的投资机会，光伏公司有望凭借前瞻产业布局打造新增长点。

风险提示

- 1、商业航天发射与需求不及预期风险。
- 2、技术迭代与研发失败风险；
- 3、航天材料认证与验证不及预期风险；
- 4、市场竞争加剧与毛利率下滑风险。

请阅读最后评级说明和重要声明

市场表现对比图(近 12 个月)



资料来源：Wind

相关研究

- 《欧洲重构系列二：政策与经济共振，户储重启景气周期》2026-04-08
- 《周观点 0329：能源安全担忧加剧，SpaceX 加快太空算力布局》2026-03-30
- 《欧洲重构系列一：能源安全下的新能源价值重望》2026-03-23


 更多研报请访问
 长江研究小程序

目录

柔性太阳翼是商业卫星发展的新趋势.....	6
柔性太阳翼封装材料体系迎来新变化.....	10
结构：封装大幅简化，材料适配柔性.....	10
PI 膜：综合性能优异，产品溢价显著.....	11
盖板：电池防护材料，技术路线多元.....	13
硅橡胶：核心粘结材料，提升结合强度.....	14
互连片：银已成熟应用，导电胶具备潜力.....	15
光伏公司加快产业布局打造新增长点.....	17
风险提示.....	20

图表目录

图 1：预计 2030 年之后全球将迎来低轨卫星发射高峰期.....	7
图 2：太阳翼是卫星的主要能量来源.....	8
图 3：星链卫星太阳翼的面积持续增加.....	8
图 4：太阳翼分为刚性、半刚性、柔性三大类.....	9
图 5：柔性太阳翼分为折叠式、扇形式和卷绕式三类.....	9
图 6：刚性太阳翼结构示意图.....	10
图 7：柔性太阳翼结构示意图.....	10
图 8：当功率大于 3kW 时，柔性太阳翼的质量比功率具备优势.....	11
图 9：原子氧会对 PI 膜造成侵蚀破坏.....	12
图 10：柔性太阳翼基板结构.....	12
图 11：不同类别 PI 膜市场价格分布.....	12
图 12：柔性太阳翼配套的超薄柔性玻璃.....	13
图 13：原始和电子辐照后透明聚酰亚胺薄膜透过率.....	13
图 14：胰形玻璃盖片结构示意图.....	14
图 15：硅橡胶在太阳翼中的粘结太阳电池和 PI 膜.....	14
图 16：互连片与太阳电池焊接界面.....	15
图 17：银互连片经历“氧化-剥落”的循环剥蚀过程.....	15
图 18：柔性太阳翼“M”型互连片结构.....	16
图 19：铜带互连和叠瓦互连技术对比.....	16
图 20：导电填料的渗流理论阈值在 20%~25%的导电胶填料体积分数之间.....	16
图 21：钧达股份通过对外投资布局 CPI 膜业务.....	17
图 22：福斯特计划对柔性碲化镉电池相关的企业进行股权投资.....	18
图 23：福斯特拥有以 PI 膜为原材料的挠性覆铜板产品.....	18
图 24：超薄柔性玻璃制备工艺.....	18
表 1：海外以星链为代表的星座计划规划庞大.....	6
表 2：2025 年底我国向 ITU 申报卫星星座规模超 20 万颗.....	6

表 3：国内外机构均积极规划太空算力中心	7
表 4：当前火箭发射成本仍然偏高，依赖可回收技术降本	8
表 5：柔性太阳翼的质量比功率较刚性太阳翼更高	9
表 6：柔性太阳翼的技术特点及应用案例.....	10
表 7：PI 膜具备高绝缘强度、耐高低温、耐辐照等性能	11
表 8：常用互连片材料特性	15
表 9：国内外主要 PI 薄膜企业产品种类对比	17
表 10：头部银浆公司业务进展	19
表 11：太空光伏封装材料差异、技术壁垒、竞争格局总结.....	19

柔性太阳翼是商业卫星发展的新趋势

低轨卫星产业进入快速发展阶段。海外以 SpaceX 公司“星链”计划为代表，截至 2026 年 3 月底，在轨卫星数量已超过 10000 颗，规模处于全球领先地位。“星链”商业模式已经逐步成熟，2025 年用户数量突破 900 万，覆盖的国家或地区超过 155 个。根据海外研究机构 Sacra 预测，2025 年“星链”收入约 100 亿美元，占 SpaceX 的 65% 左右。

我国也在加快布局低轨卫星星座，目前以“星网”、“千帆”为代表，分别由中国卫星网络集团有限公司、上海垣信卫星科技有限公司负责实施。2025 年底，我国又向国际电信联盟（ITU）申报了多个卫星星座计划，申报总规模超 20 万颗，其中 19.3 万颗卫星资源的申请来自无线电创新院，这表明保轨占频工作已经上升至国家战略层面。

表 1：海外以星链为代表的星座计划规划庞大

星座计划	所属公司	主要用途	星座轨道高度/km	星座使用频段	计划卫星数量
“星链”（Starlink）	美国太空探索技术公司	宽带互联网服务	340/550/1150	Ka/Ku/V	41927
“柯伊伯”（Kuiper）	亚马逊公司（Amazon）	宽带互联网服务	590-630	Ka	3236
“一网”（OneWeb）	英国一网公司（OneWeb）	宽带互联网服务	1200/8500	Ka/Ku/V	1980
“通信卫星”（Telesat）	加拿大卫星通信公司（Telesat）	通信	1000-1248	Ka	298
“太空互联网”（Orbital Internet）	三星集团（SAMSUNG）	通信	1500	V	2956
“全球星”（Globalstar）	美国劳拉高通卫星服务公司（LQSS）	通信	1414	L/S/C	56
“铱星”（Iridium）	泰雷兹-阿莱尼亚航天公司（TAS）	通信	780	L/Ka	75

资料来源：《巨型星座系统发展与应用的若干思考》 李建东等著（2024 年），长江证券研究所

表 2：2025 年底我国向 ITU 申报卫星星座规模超 20 万颗

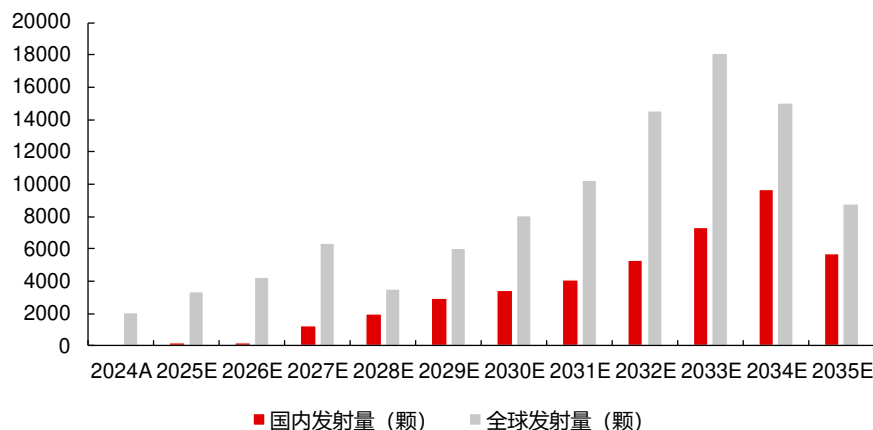
运营主体	星座	子星座	首次申报时间	轨道高度/km	轨道倾角/度	规划轨道面	每平面规划卫星	总规划卫星
星网	GW	GW-2	2020-09-11	590	85.0	16	30	480
				600	50.0	40	50	2000
				508	60.0	60	60	3600
		GW-A59	2020-09-11	1145	30.0	48	36	1728
				1145	40.0	48	36	1728
				1145	50.0	48	36	1728
				1145	60.0	48	36	1728
垣信卫星	SAILSPACE	SAIL SPACE-1	2023-07-04	1160	89.0	16	-	1296
		SAIL SPACE-2-M	2023-08-03	347-900	-	163	-	13904
蓝箭鸿擎	HONGHU	HONGHU -3	2024-05-24	340	48.0	20	100	2000
				350	45.0	20	100	2000
				470	50.0	36	50	1800
				475	55.0	36	50	1800
				540	60.0	24	50	1200
				550	60.0	24	50	1200
银河航天	GALAXY	GALAXY-1	2018-12-28	511	63.5	-	-	1000

无线电创新院	CTC	CTC-1	2025-12-29	96714
	CTC	CTC-2	2025-12-29	96714
合计				232620

资料来源：ITU，Jonathan's Space Report，科创日报，长江证券研究所

低轨卫星发射数量将快速增长。根据 ITU 频轨协调规则规定，申请频率和轨位后，7 年内必须发射第一颗星，9 年内发射总数达到 10%，12 年内发射总数达到 50%，14 年内整个星座必须要发射完成。预计 2030-2035 年将迎来低轨卫星发射高峰期，仅“星链”、“星网”、“千帆”三个星座的年发射量就会突破 1.8 万颗。此外，太空算力进一步打开市场空间，对应的卫星规模远大于通信场景。马斯克目标在 4-5 年将通过星舰完成每年 100GW 的数据中心部署，SpaceX、蓝色起源、Starcloud 等公司申请了太空计算星座，我国也在推进建设三体计算星座、晨昏轨道星座等。

图 1：预计 2030 年之后全球将迎来低轨卫星发射高峰期



资料来源：界面新闻，长江证券研究所

注：仅考虑星链、星网、千帆三个星座

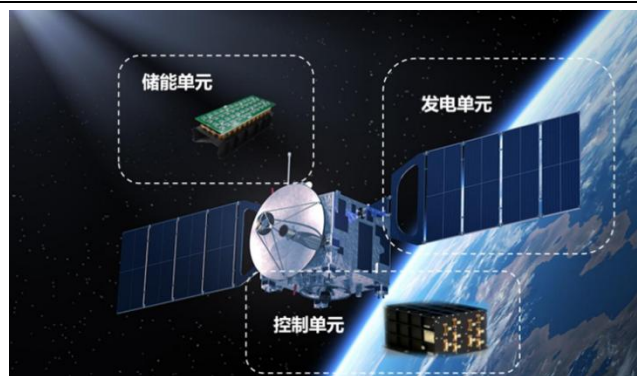
表 3：国内外机构均积极规划太空算力中心

规划对象		规划内容
海外	马斯克	目标在 4-5 年将通过星舰完成每年 100GW 的数据中心部署，此后又表示星链将每年向太空运输 300-500GW 的光伏组件用于 AI 算力。
	英伟达	首次把 H100 GPU 送入了太空，搭载于初创公司 Starcloud 的 Starcloud-1 卫星上。
	谷歌	启动 Project Suncatcher（捕光者计划），2027 年初将与 Plant 公司一起发射两颗原型卫星。
	亚马逊	在 2025 年意大利科技周上预测，未来 10 到 20 年内，千兆瓦级的数据中心将在太空建成。
	蓝色起源	申请发射、运营名为“日出计划”的太空计算服务星座，在 500 至 1800 公里高度的太阳同步轨道上部署多达 51600 颗卫星。
	Starcloud	提交多达 8.8 万颗卫星的太空计算星座的申请，今年 10 月发射首批搭载英伟达 Blackwell 芯片以及 AWS Outposts 硬件的卫星。
国内	三体计算星座	12 颗计算卫星已在轨运行超过半年，2026 年将携手多家卫星企业共同完成超 50 颗计算卫星的星座布局
	轨道辰光	拟在 700-800 公里晨昏轨道建设运营超过千兆瓦(GW)功率的集中式大型数据中心系统
	国星宇航	发布了全球首个服务硅基智能体的太空算力网，计划用 2800 颗卫星服务数亿个硅基智能体。

资料来源：科创日报，全球光伏，机器之心，澎湃，新华网，Solarzoom 光储亿家，5G 与 6G，量子位，长江证券研究所

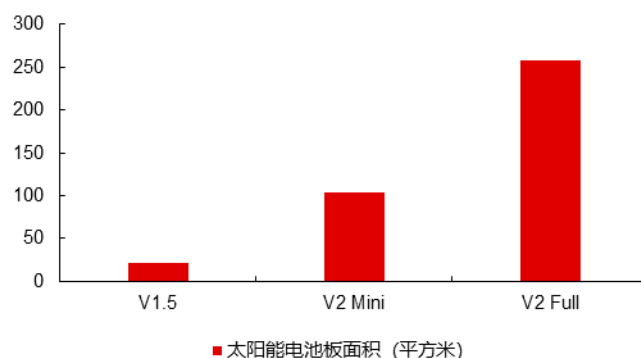
太阳翼是卫星的主要能量来源，随着卫星的功能越来越强大，太阳翼的发电功率也将持续增加。以“星链”卫星为例，其卫星型号经历了多轮迭代，太阳翼面积从 V1.5 卫星的 22.68 平方米增大到 V2 Mini 卫星的 104.96 平方米，预计 V3 卫星的太阳翼面积还将进一步增大。对于 V2 mini 卫星而言，若采用刚性的晶硅太阳翼，预计太阳翼质量占比将达到 40%（测算结果不代表实际情况），这将对卫星的发射和运行带来较大的挑战。

图 2：太阳翼是卫星的主要能量来源



资料来源：电科蓝天招股书，长江证券研究所

图 3：星链卫星太阳翼的面积持续增加



资料来源：航天新闻网，长江证券研究所

发射成本仍然是制约商业航天发展的瓶颈。从国内外运载火箭发射服务价格来看，按照一次性发射理论运力计算，我国运载火箭的单位载荷发射服务价格仅略高于“猎鹰”9 火箭一次性发射，但比“猎鹰”9 火箭可回收发射价格贵很多。正是由于可重复使用火箭技术的成功，加速了美国商业航天产业的发展。为了解决发射成本问题，一方面要大力发展火箭可回收技术，另一方面也可以从卫星减重来考虑，比如使用功率更高、质量更轻的太阳翼。

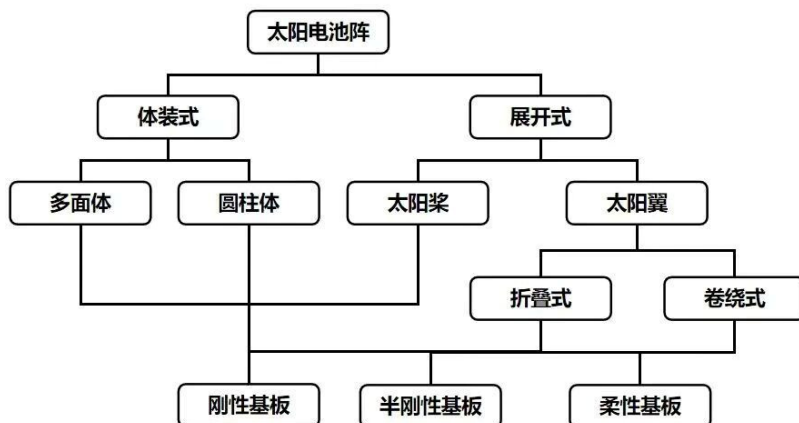
表 4：当前火箭发射成本仍然偏高，依赖可回收技术降本

火箭	“长征”二号 D	“猎鹰”9 一次性发射	“猎鹰”9 回收发射
设计运力	4t	22t	17.4t
发射服务总价	1.13 亿元人民币	6975 万美元	2100 万美元（测算）
单位载荷发射服务价格	2.82 万元/kg	2.28 万元/kg	0.87 万元/kg
我国价格高出比例		24%	224%

资料来源：《关于运载火箭发射价格的调研与分析》吴星宇著（2025 年），长江证券研究所

太阳翼技术发展趋势是从刚性走向柔性。太阳翼经历了球形体装式构型→柱形体装式构型→带桨展开式构型→单板展开式构型→多板展开式构型→柔性化大型化的发展历程，与刚性太阳翼相比，柔性太阳翼具有重量轻（面密度降低 50%以上）、体积小（同等面积下体积缩小 60%以上）、适应复杂表面、抗振动和冲击能力强、设计灵活等优势，有助于大幅降低卫星的发射成本，而且可减少燃料消耗以及执行更多任务。

图 4：太阳翼分为刚性、半刚性、柔性三大类



资料来源：上海卫星，长江证券研究所

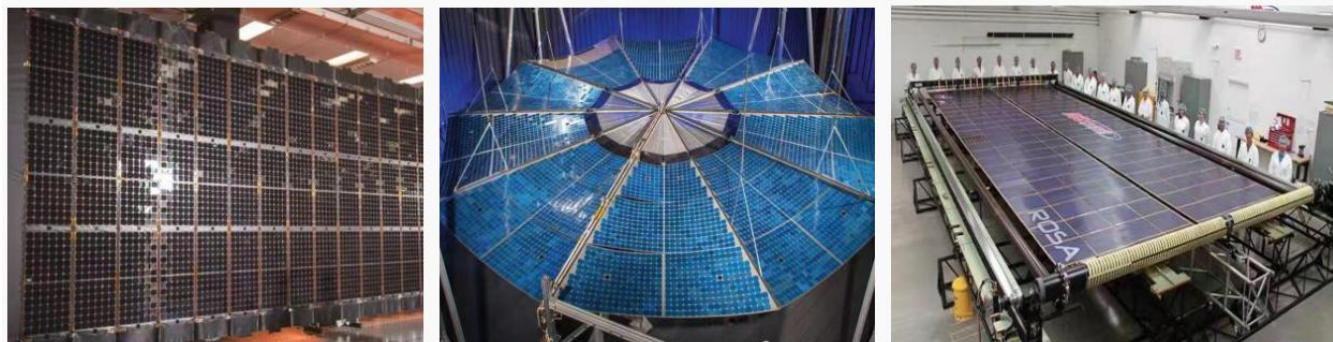
表 5：柔性太阳翼的质量比功率较刚性太阳翼更高

结构	最大功率 (1AU)/kW	质量比功率 (1AU, BOL)/(W/kg)	面积比功率 (1AU, BOL)/(W/m ²)	基板面密度 (kg/m ²)
体装式	2		260	
刚性	25-80	50-80	280-300	1.00-1.30
半刚性	28-100	50-80	280-300	0.80-1.24
柔性-折叠式	40-100	150	280-300	0.80
柔性-扇形式	300	200	280-300	
柔性-卷绕式	100	175	280-300	0.80-1.00

资料来源：《高效太阳能电池及其阵列技术的空间应用研究进展》王凯等著（2022 年），长江证券研究所 注：BOL 表示初始状态

柔性太阳翼分为折叠式（手风琴式）、扇形式、卷绕式三种。折叠式基板以“Z”型折叠的方式收拢在一起，入轨后在展开机构带动下顺序展开。扇形式展开后接近于圆形的多边形，在展开刚度/强度、收拢体积比功率等方面具有明显优势，其质量比功率可达 175 W/kg，体积比功率达到 33 kW/m³。卷绕式是近几年发展起来的技术，具有高质量比功率、高收纳比、可卷绕等特点。

图 5：柔性太阳翼分为折叠式、扇形式和卷绕式三类



资料来源：《高效太阳能电池及其阵列技术的空间应用研究进展》王凯等著（2022 年），长江证券研究所 注：从左到右依次是折叠式、扇形式、卷绕式

表 6：柔性太阳翼的技术特点及应用案例

种类	技术特点	实际应用案例
折叠式（手风琴式）	由太阳能电池组件、聚酰亚胺薄膜基板及伸展机构组成，基板以“Z”型折叠的方式收拢在一起，入轨后在展开机构带动下顺序展开。	典型的应用案例是国际空间站太阳能电池阵，有 4 对共 8 个太阳能电池翼，单翼的展宽大于 70m，整个太阳能电池阵的面积超过 2400m ² ，发电总功率 75~90kW，中国空间站也使用该项技术。
扇形式	结构类似于我国传统的折扇，展开后形成接近于圆形的多边形。该结构特点使得太阳能电池阵在展开刚度/强度、收拢体积比功率等方面具有明显优势，其质量比功率可达 175W/kg 以上，体积比功率达到 33kW/m ³ 。	高收纳比的特性使其在深空探测等航天任务中有较为明显的技术优势，例如美国的“天鹅座”空间站补给飞船、“凤凰号”火星探测器等均使用了该项技术。
卷绕式	近几年发展起来的一种新型柔性太阳能电池阵技术，整机类似于中国的卷轴画。这种方式的太阳能电池阵具有高质量比功率、高收纳比、可卷绕等特点。	2021 年 6 月部署在国际空间站；商业化方面应用在 Ovzon-3 通信卫星等。

资料来源：电科蓝天招股说明书，长江证券研究所

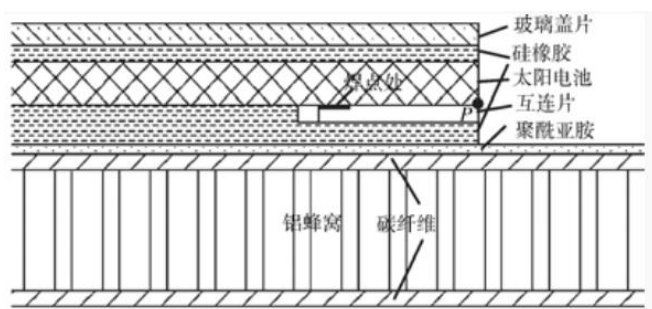
柔性太阳翼封装材料体系迎来新变化

结构：封装大幅简化，材料适配柔性

刚性太阳翼由刚性基板和刚性太阳能电池组成，通常采用铝蜂窝夹层结构基板作为承载结构，基板厚度为 20-30 mm，基板及其展开机构等机械部分质量占比超过 50%；由于基板较厚且在收拢状态下太阳能电池板之间需要留有 20mm 左右的安全间距，导致收纳体积较大。基板上方覆盖聚酰亚胺薄膜（PI 膜），PI 膜和太阳电池之间通过硅橡胶粘结；受光面采用玻璃盖片封装，玻璃盖片和太阳电池之间也通过硅橡胶粘结。

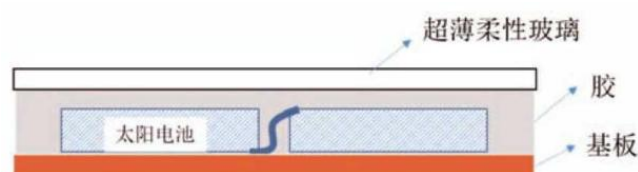
柔性太阳翼采用复合薄膜结构作为基板，在收拢状态下基板处于贴合压紧状态，收拢体积可以减少至刚性太阳翼的 1/10 左右。太阳电池和盖板玻璃同样需要具备柔性特点，它们和基板通过封装用胶来粘结。由于柔性玻璃、封装用胶、薄膜电池以及基板的材质不同，会导致层间存在残余应力，因此需要改进封装工艺及封装结构设计，以避免卷曲过程中出现碎裂的问题。

图 6：刚性太阳翼结构示意图



资料来源：《飞船电源系统太阳能电池银焊点的热应力分析》张雨晗等著（2012 年），长江证券研究所

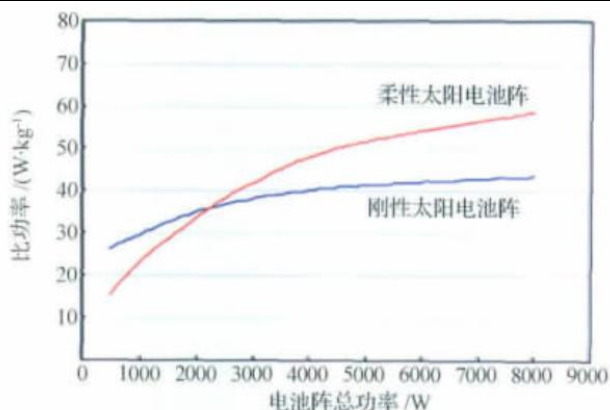
图 7：柔性太阳翼结构示意图



资料来源：《空间太阳能电池阵技术现状及发展趋势》于辉等著（2020 年），长江证券研究所

从质量比功率来看，当太阳翼的功率小于 3kW 时，柔性太阳翼并没有展示出明显的优势，原因是柔性基板与展开机构在柔性太阳翼中的质量占比较高。因此，当功率需求低于 3kW 时，应该采用技术更成熟的刚性基板结构；当功率需求大于 3kW 时，柔性太阳翼的比功率优势凸显出来。由于卫星功率需求越来越大，柔性太阳翼发展趋势是明确的。

图 8：当功率大于 3kW 时，柔性太阳翼的质量比功率具备优势



资料来源：《空间太阳能电池阵的发展现状及趋势》刘志全等著（2012 年），长江证券研究所

PI 膜：综合性能优异，产品溢价显著

无论是刚性还是柔性太阳翼，PI 膜都是必不可少的材料。刚性基板粘贴 PI 膜是为了满足太阳能电池与基板间的绝缘要求，柔性太阳翼中 PI 膜则是基板的重要组成部分。PI 膜是美国杜邦公司在 1960 年开发出来的材料，在较大温度范围具有优异的机械性能、电气绝缘性能、化学稳定性和抗辐射性能。目前，适用空间领域的 PI 膜以热固型薄膜为主，并且广泛应用在航天器热控和电子绝缘。

表 7：PI 膜具备高绝缘强度、耐高低温、耐辐照等性能

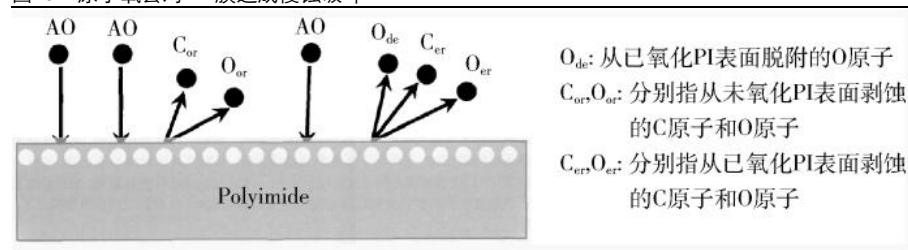
性能	特点
绝缘和介电性能	介电常数通常为 3.4 左右，通过改良后，可降到 2.5 左右，介电强度为 100-300kv/mm，在宽广的温度范围和频率范围内仍能保持性能稳定。
耐高低温	长期使用温度 -269℃-400℃。 高温部分：无明显熔点，全芳香聚酰亚胺的分解温度一般在 500℃左右，改良后可达到更高水平；低温部分：在 -269℃ 的液态氮中不会脆裂。
低热膨胀系数	热膨胀系数在 $2 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ，联苯型 PI 可达 $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，与金属处于同一水平，个别品种可达 $10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 。
机械性能优异	未填充的抗张强度都在 100MPa 以上，均苯型 PI 薄膜为 250MPa，而联苯型 PI 薄膜（Upilex）达到 530MPa。作为工程塑料，其弹性模量通常为 3-4GPa。
高稳定性	一些品种不溶于有机溶剂，对稀酸稳定，一般不耐水解，回收率可达 80%-90%。
耐辐照	具有很高的耐辐照性能，其薄膜在 $5 \times 10^9 \text{rad}$ 快电子辐照后强度保持率为 90%。
自熄性	发烟率低，具有阻燃性能。
无毒性	无毒，可用于制造餐具和医用器具，并经得起数千次消毒。

资料来源：瑞华泰招股说明书，长江证券研究所

PI 膜要具备更优异的抗原子氧能力。随着航天器向多功能、长寿命的方向发展，传统的 PI 膜已不能满足抗原子氧侵蚀的要求，可通过磷改性或硅改性来提升抗原子氧能力。磷改性 PI 膜是将含苯磷氧化物（PPO）基团引入到聚酰亚胺分子结构中，PPO 中的磷原子与氧原子反应在聚合物的表面形成钝化层，该钝化层可以保护内层结构免遭原子氧的

侵蚀。硅改性聚酰亚胺中的硅原子与原子氧相互反应可以在材料表面生成一层 SiO_2 层，对材料内部起到保护作用，而且在遭受损伤时还具备自愈合功能。

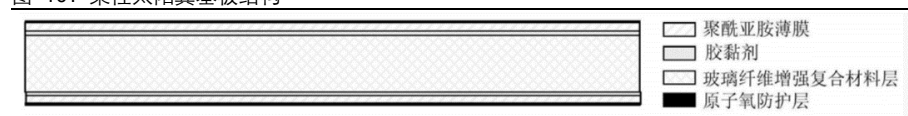
图 9：原子氧会对 PI 膜造成侵蚀破坏



资料来源：《空间领域用高性能聚酰亚胺薄膜现状与发展》高鸿等著（2014 年），长江证券研究所

典型柔性太阳翼基板包含五层对称结构，中间增强层为玻璃纤维增强复合材料，靠近中间层上下两层为胶黏剂层，胶黏剂层外侧为 PI 膜，胶黏剂层将增强层和 PI 膜粘结成整体，同时 PI 膜外层还有原子氧防护层。原子氧防护层可以采用在柔性基板制备好后，在 PI 膜表面刷涂防原子氧有机硅胶，也可在 PI 膜表面采用物理或化学的方法生长一层原子氧防护层，或采用体材改性的具有原子氧防护能力的 PI 膜。

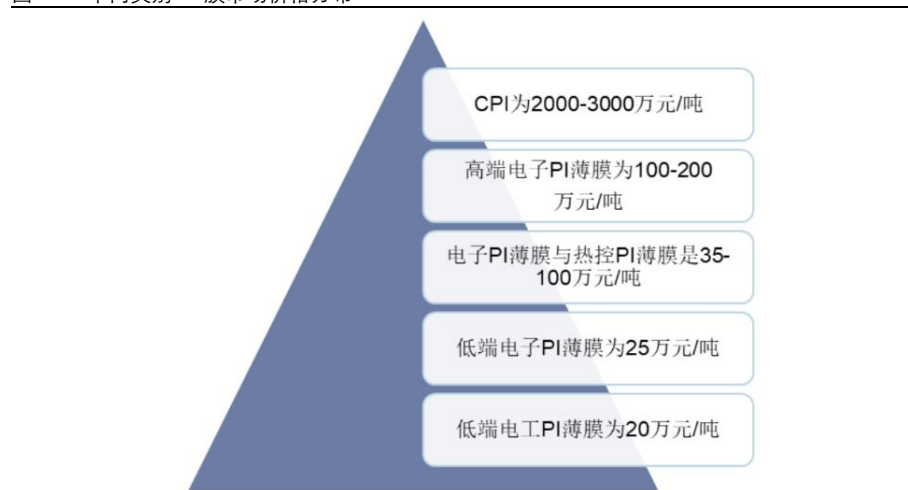
图 10：柔性太阳翼基板结构



资料来源：《一种适用于柔性太阳翼的基板结构及其成型方法》许文彬等著（2020 年），长江证券研究所

不同应用的 PI 膜价格差异巨大，低端电工 PI 薄膜为 20 万元/吨，电子 PI 薄膜与热控 PI 薄膜是 35-100 万元/吨，CPI 膜价格高达 2000-3000 万元/吨。根据盖德化工网，可应用于太阳翼基板的 PI 膜（杜邦 Kapton 50EN）价格在 180 万元/吨左右，属于高端产品的价格水平。

图 11：不同类别 PI 膜市场价格分布



资料来源：国家先进高分子材料产业创新中心，长江证券研究所

盖板：电池防护材料，技术路线多元

刚性太阳翼通常采用掺铈（Ce）的刚性玻璃作为太阳电池表面贴附盖板，以抵抗质子、原子氧和紫外线等辐照，刚性玻璃厚度在 90-120 μm ，其中二氧化铈的含量为 5% 左右。对于柔性太阳翼，为实现优异抗带电粒子辐照特性，通过降低玻璃盖片的厚度来实现柔性封装，例如中国空间站实验舱的柔性太阳翼就采用了超薄柔性玻璃（UTG）做封装。

超薄柔性玻璃（UTG）技术难度较高，不仅要求柔韧性高、更薄更轻，还要能抵御住太空的有害辐射和高速撞击，而抗辐照性能与减重减薄之间需要平衡。根据秦皇岛星箭特种玻璃有限公司所述，从原材料配方调整到实验室研发，再到生产线投产，花费了整整两年时间，而且生产流程有 50 多道工艺。此外，太阳翼多层结构中的应力不匹配容易导致玻璃盖片碎裂，因此其封装结构需要针对性设计。

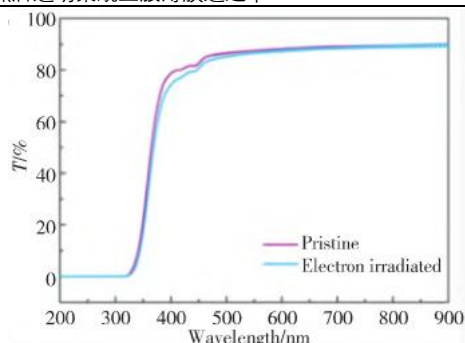
图 12：柔性太阳翼配套的超薄柔性玻璃



资料来源：全球玻璃网，长江证券研究所

除了超薄柔性玻璃（UTG），透明聚酰亚胺（CPI）、膜形玻璃盖片（PMG）也可作为盖板材料的选择。CPI 膜是以芳环和亚酰胺环为主要单元结构的聚合物，为提升 CPI 膜的透光性，有研究者制备了含氟单体的聚酰亚胺薄膜，其透过率达到 91.4%，远高于传统芳香族聚酰亚胺。在抗辐照性方面，引入含叔丁基、环己基和三氟甲基作为侧基，在电子辐照后仍保持良好的可见光透过率和力学性能，然而也有研究表明在原子氧、质子辐照和紫外辐照条件下透过率显著下降。

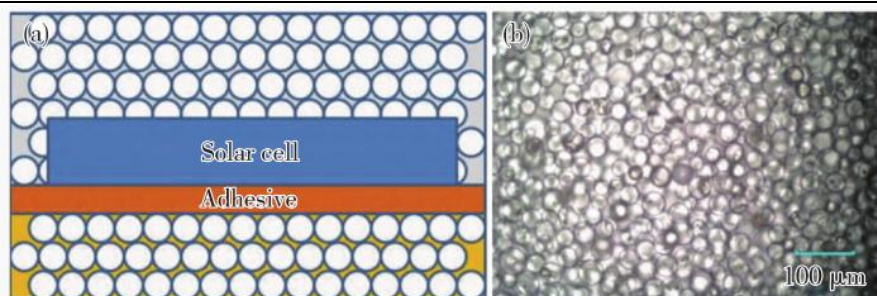
图 13：原始和电子辐照后透明聚酰亚胺薄膜透过率



资料来源：《空间太阳能电池柔性封装材料与技术研究进展》赵会阳等著（2022 年），长江证券研究所

膜形玻璃盖片以高分子聚合物为基体，以微米级钨掺杂硼硅珠或熔融石英珠为填充物混合到基体中，可充分利用每种材料的优点，玻璃微珠提供主要的辐射防护性能，基体保证机械柔韧性。除了柔性之外，膜形玻璃盖片还可降低其在地球同步轨道静电放电风险。另一方面，膜形玻璃盖片具有比传统玻璃盖片更高的发射率，使得太阳电池阵在更低温度下保持高效率运行。膜形玻璃盖片已被应用于多颗商业卫星上。

图 14：膜形玻璃盖片结构示意图



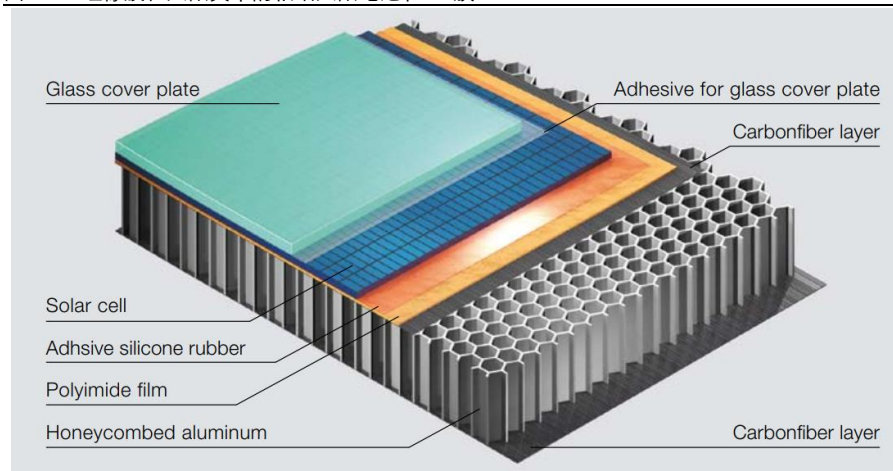
资料来源：《空间太阳能电池柔性封装材料与技术研究进展》赵会阳等著（2022 年），长江证券研究所

硅橡胶：核心粘结材料，提升结合强度

硅橡胶是由硅氧键（Si-O-Si）重复链节组成的材料，具有良好的耐高低温、耐紫外线、耐辐照、绝缘、透光率高等性能，在航天领域得到越来越重要的应用。国外从 20 世纪 60 年代就已开始使用硅橡胶作为太阳翼的粘结剂，用于将太阳电池与上层防护玻璃、下层材料粘合在一起。国际上公认的空间级硅橡胶粘结剂是美国的 DC-93500 及德国的 RTV-5691 和 RTV-S695，我国自行研制的硅橡胶粘接剂也已成功应用于卫星太阳翼。

硅橡胶存在的问题是与 PI 膜的粘结界面呈现低表面能、粘结可靠性差的现状，利用有机硅烷的润湿和键结作用对界面进行预处理，或者对 PI 膜表面进行电晕处理来提高表明粗糙度，以此来提高硅橡胶与 PI 膜的结合力。此外，硅橡胶在硫化过程中产生的副产物及少量未反应的低分子量物质，在真空条件下会从材料中逸出，可通过热真空处理法和液-液蒸馏两种方法进行预处理，以减少其挥发组分。

图 15：硅橡胶在太阳翼中的粘结太阳电池和 PI 膜

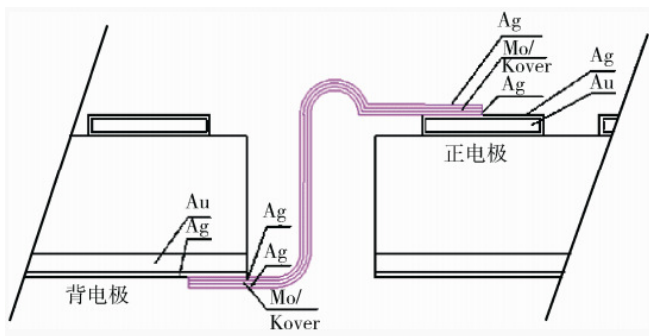


资料来源：Wacker，长江证券研究所

互连片：银已成熟应用，导电胶具备潜力

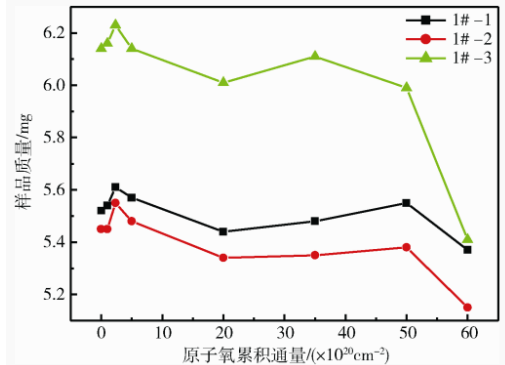
互连片主要用于太阳能电池电路组件内的电路连接。由于金属银的良好导电性，太阳能电池阵组件之间的电连接多采用银互连片。原子氧会对银产生侵蚀作用，使得银互连片逐渐变薄，最终断裂失效。对于低轨道、短寿命太阳能电池阵，可通过增加互连片材料的厚度提高其抗原子氧剥蚀的能力；对于低轨道、长寿命太阳能电池阵，使用银互连片须采取一定的原子氧防护措施。

图 16：互连片与太阳能电池焊接界面



资料来源：《太阳能电池阵新型互连片微连接技术探讨》王志彬等著（2015 年），长江证券研究所

图 17：银互连片经历“氧化-剥落”的循环剥蚀过程



资料来源：《LEO 原子氧剥蚀太阳能电池阵 Ag 互连材料的试验研究》仇恒抗等著（2015 年），长江证券研究所

除了金属银材料，钼与可伐互连片均具有良好的耐原子氧性能，钼还具有较高的导热性和拉伸强度，同时无铁磁性，是互连片长寿命设计的可选材料。为提高钼的可焊性，可在其表面镀一层金属银。

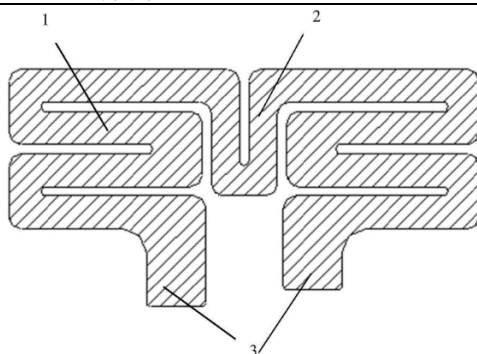
表 8：常用互连片材料特性

材料	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	热导率/ $(\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1})$	原子氧剥蚀/ $(\times 10^{-24} \text{ cm}^3 \cdot \text{AO}^{-1})$	拉伸强度/MPa	焊接特性	备注
银	961	429	10.5	128	极易焊接，已成熟应用	不耐原子氧环境
钼	2620	159	0-0.006	700	镀银后易焊接	无铁磁性，耐原子氧环境
可伐	1238	16.8	0.026	546	镀银后易焊接	具有铁磁性，耐原子氧环境

资料来源：《太阳能电池阵新型互连片微连接技术探讨》王志彬等著（2015 年），长江证券研究所

柔性太阳翼中互连片设计难度较高，常规的“Ω”形状互连结构无法适应太阳翼更大的位移应变需求。一是薄膜太阳能电池采用正、负极同侧，且厚度较薄（30-40 μm ），无法实现垂面的弱刚度、减应力设计；二是为了实现更高的布片率，太阳能电池之间的间距较窄（0.8-1mm），这使得互连结构设计的区域较小，切槽宽度较小，构型设计难度较大；三是极端温度环境下，太阳能电池阵将发生较大的变形和应变，使得互连结构需要适应更大的位移应变。电科蓝天设计了一种适用于柔性太阳翼互连片，采用两个连续“弓”形弯结构对称镜像设计，与中间的“几”字形结构串联，形成了“M”形的互连结构。

图 18：柔性太阳翼“M”型互连片结构



资料来源：《用于空间极端温度环境下的柔性薄膜太阳能电池阵互连结构》朱佳林等（2024 年），长江证券研究所

刚性太阳翼通常采用平行间隙电阻压焊工艺，但这种工艺并不适合柔性太阳翼的互连。由于柔性太阳电池厚度较薄，电阻焊的压力会使电池出现破裂，超过 900℃的高温会破坏太阳电池的光电性能。导电胶互连技术有望替代传统的锡铅钎料钎焊和平行间隙电阻焊，它无需采用助焊剂作为辅助材料，而是通过导电胶连接太阳能电池和焊带，并加热使导电胶固化，加热温度一般低于 180℃。

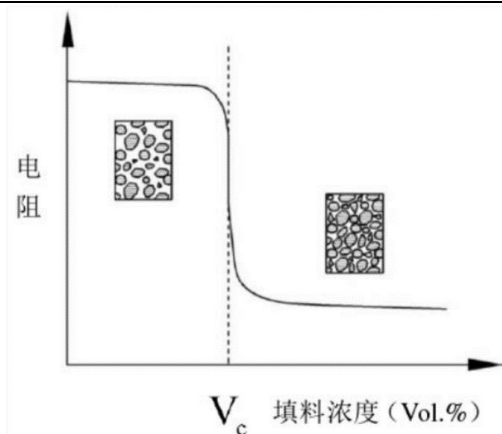
图 19：铜带互连和叠瓦互连技术对比



资料来源：《柔性太阳能电池阵导电胶接工艺及可靠性研究》吴峰著（2020 年），长江证券研究所

导电胶由树脂基体和一种或多种导电填料进行混合而成。树脂基体一般为环氧树脂、酚醛树脂和聚氨酯等，可以在固化剂或固化促进剂的作用下进行快速的固化反应，是导电微粒形成导电通道的必要条件，也提供了可靠的力学性能。导电填料通常可以分为金属型和非金属型，金属型填料包括银粉、铜粉、镍粉和金粉等，非金属型填料主要是石墨和炭黑等。

图 20：导电填料的渗流理论阈值在 20%~25%的导电胶填料体积分数之间



资料来源：《柔性太阳能电池阵导电胶接工艺及可靠性研究》吴峰著（2020 年），长江证券研究所



光伏公司加快产业布局打造新增长点

海外企业占据高端 PI 膜市场。杜邦的高性能产品种类齐全，覆盖热控、电子、电工、航天航空等多个应用领域；钟渊化学的产品主要是电子 PI 膜，应用于 FPC 领域，同时产品在航天航空也有应用；SKPI、达迈科技的产品主要为电子 PI 薄膜和热控 PI 薄膜，应用于 FPC、消费电子等领域；CPI 膜技术难度很高，目前仅有韩国 KOLON 等极少数日韩企业具备供应能力，国内尚无企业具备柔性显示用 CPI 膜的量产能力。

表 9：国内外主要 PI 薄膜企业产品种类对比

产品系列		杜邦	钟渊化学	SKPI	宇部兴产	达迈科技	瑞华泰	国风塑业	时代新材	丹邦科技
热控 PI 薄膜	高导热石墨膜前驱体 PI 薄膜	√	√	√		√	√		√	
	电子基材用 PI 薄膜	√	√	√	√	√	√	√		√
电子 PI 薄膜	其中，超薄系列	√		√		√	√			
	其中，黑色系列	√		√		√	√			
电工 PI 薄膜	耐电晕 PI 薄膜	√	√				√			
	航天航空用 PI 薄膜	√	√				*			
柔性显示用 CPI 薄膜				**			*			

资料来源：瑞华泰招股说明书，长江证券研究所 注：*表示公司航天航空用 PI 膜为小批量销售产品，柔性显示用 CPI 膜为样品销售；**表示 SKPI 的母公司韩国 KOLON 具备该产品的供应能力

国内企业加速航天级 PI 膜研发。瑞华泰卫星大幅宽 PI 薄膜已获得认证，低轨卫星柔性太阳翼封装用 CPI 薄膜，已获得头部商业航天企业应用，目前在轨评价中。沃格光电自主研发 CPI 薄膜核心技术，配合头部商业航天客户提供 CPI 膜材及防护镀膜产品，已实现柔性太阳翼基材的在轨应用，并正与其他客户推进送样测试。

钧达股份投资参股上海星翼芯能科技有限公司，双方将成立 CPI 膜、CPI 膜与晶硅电池结合产品的生产制造合资企业。福斯特计划对从事柔性薄膜碲化镉电池片及其他柔性碲化镉薄膜产品的企业进行股权投资，从而推动柔性太阳翼封装材料的研发进展；公司已经开发了挠性覆铜板产品，采用自主研发的 PI 树脂、环氧树脂等高分子材料，并且拥有高精度涂布技术，具备向航天级 PI 膜拓展的技术实力。

图 21：钧达股份通过对外投资布局 CPI 膜业务

一、对外投资概述

1、海南钧达新能源科技股份有限公司（以下简称“钧达股份”或“公司”）于 2026 年 1 月 13 日与上海星翼芯能科技有限公司（以下简称“星翼芯能”或“目标公司”）及其创始团队、原股东等相关方签署了《增资协议》及《股东协议》，约定公司拟以现金出资人民币 3,000 万元，认购目标公司新增注册资本人民币 46.1539 万元，获得目标公司 16.6667%的股权。星翼芯能系由杭州尚翼光电科技有限公司（以下简称“尚翼光电”或“原业务主体”）团队创始人及创始股东新设的项目公司，用于承接尚翼光电的全部资产、人员及业务，并且后续尚翼光电将调整为目标公司的全资子公司。

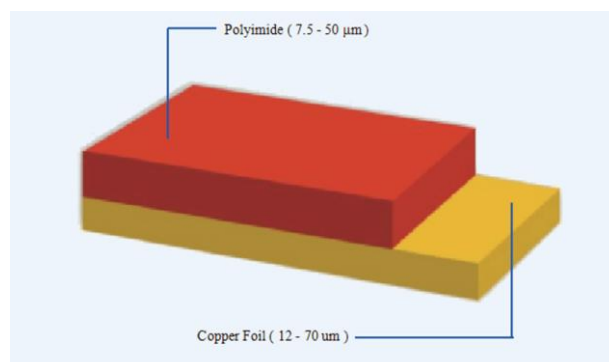
资料来源：钧达股份公告，长江证券研究所

图 22：福斯特计划对柔性碲化镉电池相关的企业进行股权投资

公司于 2026 年 2 月 2 日与潼芯德润创业投资（海南）有限公司及其他合伙人签署了《嘉兴德科股权投资合伙企业（有限合伙）合伙协议》，共同出资设立嘉兴德科股权投资合伙企业（有限合伙），公司作为有限合伙人以自有资金认缴出资人民币 2,500 万元，出资占比 77.86%。该合伙企业将主要对从事柔性薄膜碲化镉电池片及其他柔性碲化镉薄膜产品的企业进行股权投资。

资料来源：福斯特公告，长江证券研究所

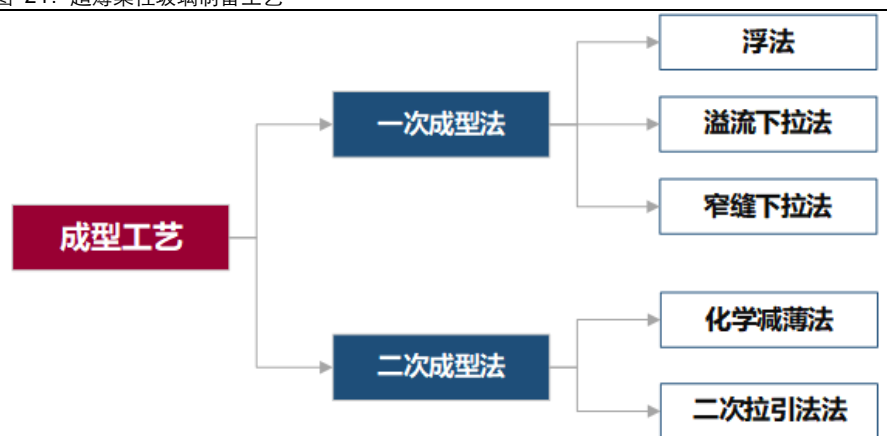
图 23：福斯特拥有以 PI 膜为原材料的挠性覆铜板产品



资料来源：福斯特官网，长江证券研究所

国内企业在超薄柔性玻璃方面已取得突破。凯盛科技超薄柔性玻璃项目主体生产线已基本建成，相关产品已实现向下游客户批量交付，并且已有少量样品用于太阳翼的前期测试。蓝思科技正积极推进国内外头部客户的送样验证，力争年内实现小批量交付。秦皇岛星箭特种玻璃有限公司已累计为国家航天事业供应特种玻璃近 2000 万片，成为中国航天科技集团唯一抗辐照玻璃合格供应商，国内市场占有率超过 95%；2023 年初，公司成功研发 0.009 毫米超薄耐高温光学玻璃，可耐受瞬间 1200℃ 高温，再一次刷新国内光学玻璃领域纪录。超薄柔性玻璃的工艺可分为一次成型法和二次成型法，一次成型法技术壁垒较高，可大幅降低制造成本，之前掌握在国外大型显示玻璃制造商手中，如美国康宁、日本电气硝子、德国肖特等，而国内企业也在逐步形成突破。

图 24：超薄柔性玻璃制备工艺



资料来源：功能膜世界，长江证券研究所

国内龙头公司在导电浆料方面处于领先地位。聚和材料的光伏导电浆料已批量出货至北美等国家，会针对客户所需的不同应用场景、不同量级订单、不同技术路线进行报价和技术匹配，提供全套金属化解决方案。帝科股份持续关注太空光伏领域的应用，从 P 型 PERC、P 型 HJT、钙钛矿叠层电池三个维度进行产品布局与储备，其中部分产品已经实现商用卫星太阳翼使用。

表 10：头部银浆公司业务进展

公司	业务进展
聚和材料	光伏导电浆料已批量出货至北美等国家，会针对客户所需的不同应用场景、不同量级订单、不同技术路线进行报价和技术匹配，提供全套金属化解决方案，由于其对光伏导电浆料的技术和售后服务要求更高、进入壁垒更高、对成本较不敏感，因此加工费和单位用量通常都高于国内主流客户。
帝科股份	公司及子公司持续关注导电浆料产品在太空光伏等高可靠性需求领域的应用。公司分三个技术维度进行了产品布局与储备，包括当下成熟的 P 型 PERC 电池技术、中期重点开发的 P 型 HJT 电池技术，以及长期战略布局的钙钛矿叠层电池技术。在上述三类电池技术上，公司均储备了相应的性能领先的高可靠导电浆料产品，其中部分产品已经实现商用卫星太阳翼使用。此外，公司部分电子元器件浆料产品已应用于卫星通信领域，但目前规模较小。

资料来源：帝科股份公告，聚和材料公告，长江证券研究所

综上所述，柔性太阳翼是商业卫星的发展趋势，有助于解决发射成本高的挑战，特别是在可回收火箭技术还不成熟的阶段。与刚性太阳翼相比，柔性太阳翼封装结构大幅简化，对盖板和互连片提出了新的要求，而 PI 膜和硅橡胶具有通用性。随着通信和算力卫星快速发展，对应封装材料的需求量将大幅增长，提前布局的光伏公司有望受益。

表 11：太空光伏封装材料差异、技术壁垒、竞争格局总结

项目	太空光伏与地面光伏差异	柔性太阳翼与刚性太阳翼差异	技术壁垒	竞争格局
基板	太阳翼基板结构更复杂，如铝蜂窝板+碳纤维+PI 膜；地面光伏组件基板以玻璃为主，背板占比较低。	刚性基板用铝蜂窝板提供支撑，柔性基板用玻璃纤维提供支撑。		已实现国产化。
PI 膜	PI 膜是太阳翼基板的一部分，需要做原子氧防护处理，同时满足绝缘要求；地面光伏主要用 EVA、EPE 或 POE 胶膜，起到阻隔水氧、缓冲支撑、抗 PID 等功能。	/	1、耐受原子氧、高能粒子辐射、极端温度变化、与超高真空。	PI 膜已实现国产化；CPI 膜仅有韩国 KOLON 等日韩企业具备供应能力，国内企业（如钧达股份、福斯特）大多处于送样测试阶段。
盖板	太阳翼采用掺锗特种玻璃、UTG、CPI 膜、膜形玻璃等，厚度在 150um 以下，同时满足透光度和抗辐射性能；地面光伏采用玻璃，厚度为 2.0 或 3.2mm。	柔性盖板采用 UTG、CPI 膜、膜形玻璃，厚度在 100um 以下，可以弯折；刚性盖板采用掺锗特种玻璃，不能弯折。	2、兼顾柔性与强度，热膨胀系数需匹配以防止碎裂。 3、通过地面空间环境模拟测试、卫星搭载实验等认证流程。	玻璃盖板已实现国产化，秦皇岛星箭玻璃市占率超过 95%，凯盛科技、蓝思科技等处于送样测试阶段。
硅橡胶	太阳翼中硅橡胶用于盖板与电池、PI 膜与电池的粘接，呈液态状，需要固化处理；地面光伏主要用胶膜或者丁基胶。	/		已实现国产化。
互连片	太阳翼中银互连片已有成熟应用，或者使用铝、可伐，通过镀银提升可焊性；地面光伏主要用焊带，材料是涂锡铜带	刚性互连片通常采用“Ω”型设计，柔性互连片需要适应更薄的电池厚度以及更大的位移形变，或者采用导电胶连接方式。		已实现国产化。

资料来源：《空间用柔性太阳电池阵技术现状及构阵关键技术分析》赵文祺等著（2025 年），《国产高模碳纤维/环氧复合材料在太阳翼基板上的应用研究》杨淑利等著（2023 年），卓创资讯，秦皇岛发布公众号，瑞华泰公告，凯盛科技公告，蓝思科技公告，《室温硫化硅橡胶材料在航天器上的应用》许世杰著（2011 年），《用于空间极端温度环境下的柔性薄膜太阳电池阵互连结构》朱佳林等（2024 年），长江证券研究所



风险提示

- 1、商业航天发射与需求不及预期风险。太空光伏封装材料需求高度依赖通信和算力卫星建设进度。若商业航天发射计划推迟、星座建设放缓，将直接导致行业需求增长不及预期。
- 2、技术迭代与研发失败风险。新型封装材料（如 CPI 膜、超薄柔性玻璃）技术仍然不成熟，若关键技术路线无法突破、长期可靠性不满足空间使用要求，可能导致研发投入无法转化为收入。
- 3、航天材料认证与验证不及预期风险。太空光伏封装材料需满足原子氧、高能粒子辐照、高低温循环等严苛空间环境要求，且需通过航天型号认证、在轨搭载验证等长周期流程。若产品性能不达标、认证进度不及预期，将影响商业化落地。
- 4、市场竞争加剧与毛利率下滑风险。随着国内企业加速布局太空封装材料，未来中高端产品可能面临国内外厂商竞争加剧的情况；叠加原材料价格波动、定制化生产导致成本偏高，相关业务存在毛利率下滑风险。

投资评级说明

行业评级	报告发布日后的 12 个月内行业股票指数的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：
看好	相对表现优于同期相关证券市场代表性指数
中性	相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平
看淡	相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数
公司评级	报告发布日后的 12 个月内公司的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：
买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 10%
增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5%~10%之间
中性	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间
减持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%
无投资评级	由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。

相关证券市场代表性指数说明：A 股市场以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准。

办公地址

上海

Add /虹口区新建路 200 号国华金融中心 B 栋 22、23 层
P.C / (200080)

武汉

Add /武汉市江汉区淮海路 88 号长江证券大厦 37 楼
P.C / (430023)

北京

Add /朝阳区景辉街 16 号院 1 号楼泰康集团大厦 23 层
P.C / (100020)

深圳

Add /深圳市福田区中心四路 1 号嘉里建设广场 3 期 36 楼
P.C / (518048)

分析师声明

本报告署名分析师以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰地反映了作者的研究观点。作者所得报酬的任何部分不曾与，不与，也不将与本报告中的具体推荐意见或观点而有直接或间接联系，特此声明。

法律主体声明

本报告由长江证券股份有限公司及/或其附属机构（以下简称「长江证券」或「本公司」）制作，由长江证券股份有限公司在中华人民共和国大陆地区发行。长江证券股份有限公司具有中国证监会许可的投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号为：10060000。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格证书编号已披露在报告首页的作者姓名旁。

在遵守适用的法律法规情况下，本报告亦可能由长江证券经纪（香港）有限公司在香港地区发行。长江证券经纪（香港）有限公司具有香港证券及期货事务监察委员会核准的“就证券提供意见”业务资格（第四类牌照的受监管活动），中央编号为：AXY608。本报告作者所持香港证监会牌照的中央编号已披露在报告首页的作者姓名旁。

其他声明

本报告并非针对或意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许该报告发送、发布的人员。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告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，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本报告内容的全部或部分均不构成投资建议。本报告所包含的观点、建议并未考虑报告接收人在财务状况、投资目的、风险偏好等方面的具体情况，报告接收者应当独立评估本报告所含信息，基于自身投资目标、需求、市场机会、风险及其他因素自主做出决策并自行承担投资风险。本公司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，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。本研究报告并不构成本公司对购入、购买或认购证券的邀请或要约。本公司有可能会与本报告涉及的公司进行投资银行业务或投资服务等其他业务(例如:配售代理、牵头经办人、保荐人、承销商或自营投资)。

本报告所包含的观点及建议不适用于所有投资者，且并未考虑个别客户的特殊情况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。投资者不应以本报告取代其独立判断或仅依据本报告做出决策，并在需要时咨询专业意见。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据；在不同时期，本公司可以发出其他与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告；本报告所反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表本公司或其他附属机构的立场；本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。本公司及作者在自身所知范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

本报告版权仅为本公司所有，本报告仅供意向收件人使用。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布给其他机构及/或人士（无论整份和部分）。如引用须注明出处为本公司研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的，应当注明本报告的发布人和发布日期，提示使用证券研究报告的风险。本公司不为转发人及/或其客户因使用本报告或报告载明的内容产生的直接或间接损失承担任何责任。未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。

本公司保留一切权利。