下载日志已记录，仅供内部参考

SpaceX：可复用火箭为基，星链现金流拐点已至

——商业航天系列深度三

行业评级：看好

2026年7月9日

分析师	邱世梁	王华君	周向昉	吴天佑	汪成	研究助理
证书编号	S1230520050001	S1230520080005	S1230524090014	S1230524010002	S1230525010005	张逸辰

下载日志已记录，仅供内部参考

投资摘要

一、公司的潜在市场空间远期达28.5万亿美元，其中AI占比93%。

- **公司潜在总市场规模为28.5万亿美元（不含中俄），其中AI占93%。**其中①太空业务市场规模3700亿美元；②连接业务市场规模1.6万亿美元（宽带8700亿美元、移动7400亿美元）；③人工智能市场规模26.5万亿美元（AI基础设施2.4万亿美元、消费者订阅7600亿美元、数字广告6000亿美元、企业应用22.7万亿美元）。

二、太空业务：可复用火箭是SpaceX业务飞轮的基础，星舰有望颠覆成本曲线。

- **猎鹰9号通过一子级及整流罩复用实现发射成本下降。**猎鹰9号助推器重复使用可达34次，单次内部成本仅约1600万美元，报价7400万美元，发射业务理论毛利率达78%。
- **猎鹰9号凭借大运力、低成本、高频次的发射在全球占据主导地位。**2025年猎鹰9号执行165次发射任务，占当年全球轨道发射总数一半以上，入轨质量运载份额超过80%。
- **星舰定位为完全可复用超重型火箭，是下一代星座部署和轨道AI卫星布局的基础。**当前卡点在一级多引擎同步重燃可靠性及二级再入热防护系统完整性，关注2026H2一二级回收测试情况。

三、连接业务：打造太空互联网底座，多条线持续扩张。

- **连接业务的本质是实现终端上网与手机通信，通过太空卫星网络实现全球覆盖。**目前随性价比及可靠性稳步提升，在新兴市场等有望成为主力宽带。
- **宽带用户实现高速增长，为公司带来可观的经营利润。**宽带订阅用户近三年CAGR达96.7%，2026Q1突破1030万户。连接业务毛利率三年从28%提升至48%，2025年经营利润达44亿美元；成为驱动估值从2023年的1800亿美元跃升至2025年8000亿美元（PS 42.8X）的核心因素。
- **除家庭宽带外，企业及政府客户也是连接业务大力拓展的方向。**航空、海事等高ARPU客户有望持续渗透；星盾具有地球观测、安全通信、载荷托管的国防价值。
- **D2C移动业务目前在轨卫星数量650颗，覆盖740万独立设备。**下一代D2C网络预计实现超过100倍容量提升，从而用户可以享受高速互联网连接。

四、AI业务：快速布局地面数据中心，远期布局轨道计算。

- **公司目前以高于行业平均水平的速度建设算力中心，在手算力1GW。**已与Anthropic签订三年采购长单，月均创收12.5亿美元。
- **轨道计算卫星方案已公布，AI1具有150kW峰值功率和70m太阳能板翼展。**
- **关注太空光伏作为卫星能源系统的潜在机遇。**全球已规划卫星星座远期对应光伏装机需求达百GW级；若马斯克地面+太空200GW产能目标落地，设备环节即可带来千亿级市场空间。

五、投资建议：火箭是运输能力基石、星座规模化部署是核心驱动力；卫星是价值创造核心、低轨卫星建设进入密集发射期，建议关注：

- **卫星：**国博电子、复旦微电、电科蓝天、信科移动、中国卫星、迈为股份、海格通信、上海港湾、隆盛科技、震有科技、盟升电子等。
- **火箭：**浙江荣泰、杭氧股份、斯瑞新材、航天动力、铂力特、国机精工、航天工程、超捷股份、豪能股份、中天火箭、高华科技等。

下载日志已记录，仅供内部参考

风险提示

1、技术落地不及预期。星舰商业化进度存在重大不确定性。若星舰入轨交付持续推迟，将直接影响V3卫星组网节奏。

2、高资本开支与融资风险。2025年资本开支达207亿美元，AI业务仍处大额亏损阶段，若Anthropic订单因90天终止条款提前结束，现金流压力将显著上升。

3、监管、频谱与地缘政治风险。D2C业务需在各国逐一获取频谱授权，若关键市场审批延迟或附加严苛条件，全球覆盖进度将受制约。

下载日志已记录，仅供内部参考

目录

CONTENTS

01 发射为基，连接驱动估值增长

02 太空：可复用实现成本下降

03 连接：订阅用户持续高增

04 AI：快速建设数据中心

05 轨道算力：散热为工程关键

下载日志已记录，仅供内部参考

01 发射为基，连接驱动估值增长

下载日志已记录，仅供内部参考

01 复盘：能力持续外延，太空、连接、AI业务共驱成长

- **SpaceX成立于2002年，围绕太空、连接和人工智能领域，持续构建硬件和软件基础设施。①太空业务全球地位领先：**2008年公司成功发射全球首个液体燃料火箭猎鹰1号。2015及2017年，公司实现猎鹰9号助推器的回收着陆及重复使用。2023年起，公司猎鹰系列火箭每年承载全球超过80%的入轨质量，任务成功率超过99%。
- **②连接业务用户推广加速：**2019年，公司开始部署大规模低地球轨道宽带卫星星座。截至2026Q1，公司在近地轨道上拥有约9,600颗星链宽带和移动卫星，为164个国家、地区和其他市场的约1,030万星链用户提供互联网连接。
- **③AI业务协同潜力高：**公司2026年初通过收购xAI切入AI业务，目前业务覆盖人工智能算力、大模型及社交媒体平台。

连接业务

2019
首次开始部署大规模低轨宽带卫星星座

2020
星链宽带服务正式启动

2022
首次实现消费级相控阵终端规模化生产
全球首个低延迟低轨网络可用

2023
星链用户突破100万

2024
星链手机直连卫星首次发射

2025
首次部署大规模低轨手机直连卫星星座

2026
星链用户突破1000万

太空业务

2002
SpaceX成立

2008
首家成功研制并发射液体燃料火箭进入轨道的私营公司

2012
首次将私人飞船成功对接国际空间站（ISS）

2015
首次实现轨道级火箭助推器的主动着陆回收

2017
首次实现轨道级火箭助推器的重复使用

2020
首家将宇航员送入轨道的私营公司，恢复了美国往返国际空间站的载人能力

2023
星舰首次试飞

2024
机械臂“筷子夹”成功获助推器

2025
第500次猎鹰火箭任务

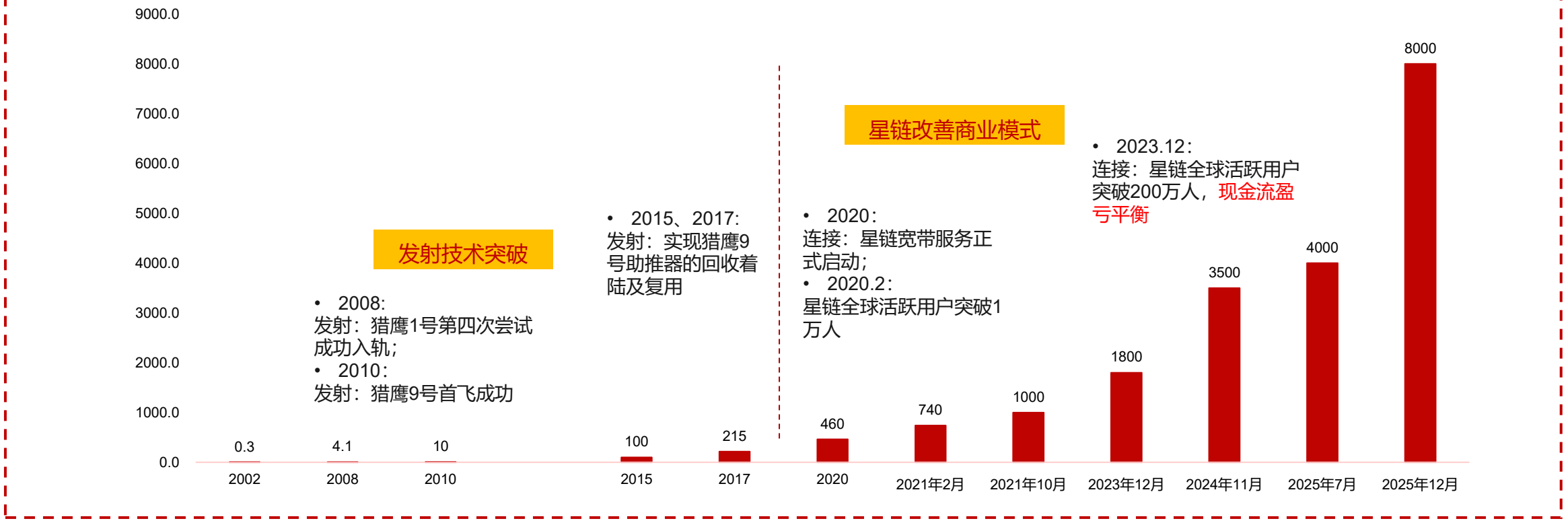
资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

02 复盘：估值10亿到8000亿美元，受益于星链商业化、规模化

- **2023-2025年，公司星链宽带订阅用户数量从230万增长至890万，复合增速为97%。**公司估值提升最快的阶段来自于连接业务的快速扩张及商业化兑现。公司发射业务的猎鹰9号实现从发射到复用，估值实现阶段性跃升；星链边际盈利能力改善、打开天花板，驱动公司价值持续重估。
- **2015-2025年，公司估值从100亿美元增长至8000亿美元，复合增速为55%。**2023-2025年，公司营业收入为104、140、187亿美元，对应PS为17.3、25.0、42.8X。

图：2015-2025年 SpaceX估值从100亿美元增长至8000亿美元



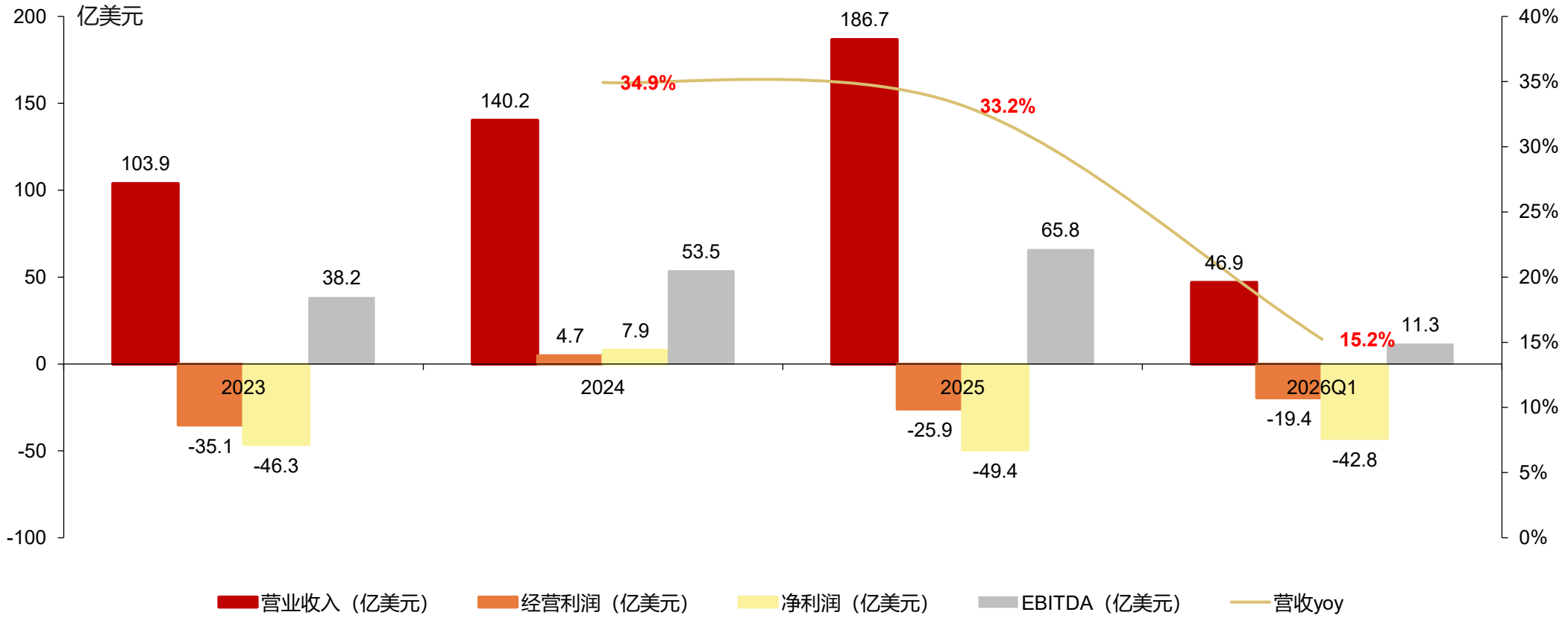
资料来源：维基百科，CNBC，UpMarket，Spacestock，SpaceX招股书，GadgetByte，ITHome，TechCrunch，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

03 财务：2025年营业收入为186.7亿美元，近三年营收CAGR约34%

- **2023-2025年公司营业收入CAGR约34%，2025年营业收入为186.7亿美元。**2025年，公司连接分部收入113.9亿美元，调整后EBITDA为71.7亿美元；AI分部收入32.0亿美元，经营亏损为63.6亿美元。
- **2026Q1公司经营利润为-19.4亿美元。**2026Q1，公司连接分部收入32.57亿美元，经营利润11.9亿美元；AI分部收入8.2亿美元，经营亏损24.7亿美元。**2026Q1公司净利润为-42.8亿美元，其中XAI合并所致的债务注销损失为15.3亿美元。**

图：2023-2025年SpaceX营业收入CAGR约34%



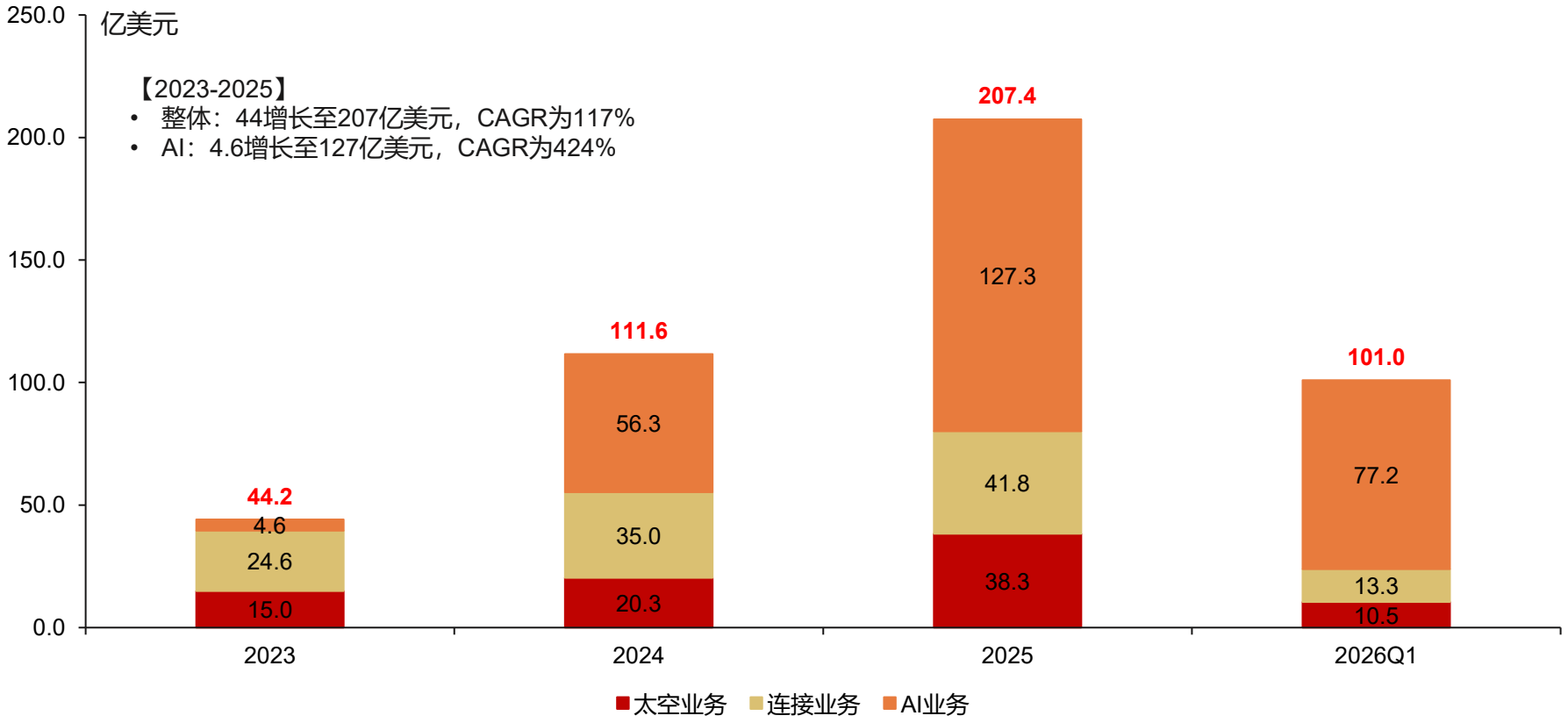
资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

04 资本开支：2025年为207亿美元，近三年CAGR117%

- **2023到2025年公司资本开支由44.2亿美元增长至207亿美元，CAGR为117%。**期间AI业务资本开支占比由10.5%提升至61.4%，CAGR达424%。
- **2026Q1，公司资本开支为101亿美元，其中AI业务占比进一步提升至76.4%。**

图：2026Q1SpaceX资本开支结构：AI、连接、太空占比分别为76%、13%、10%



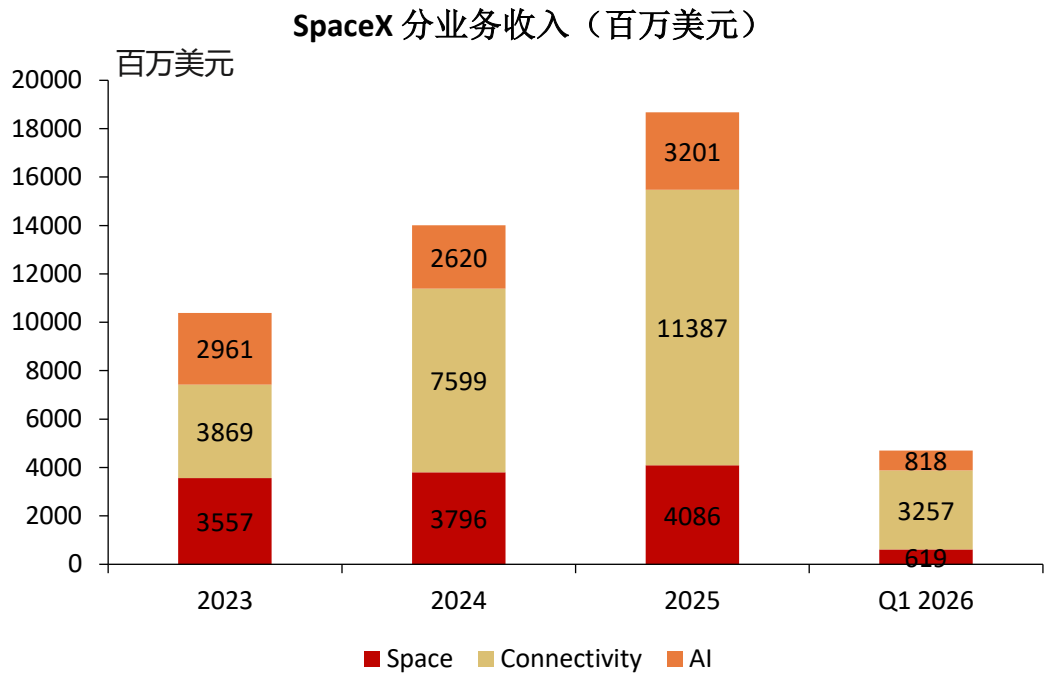
资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

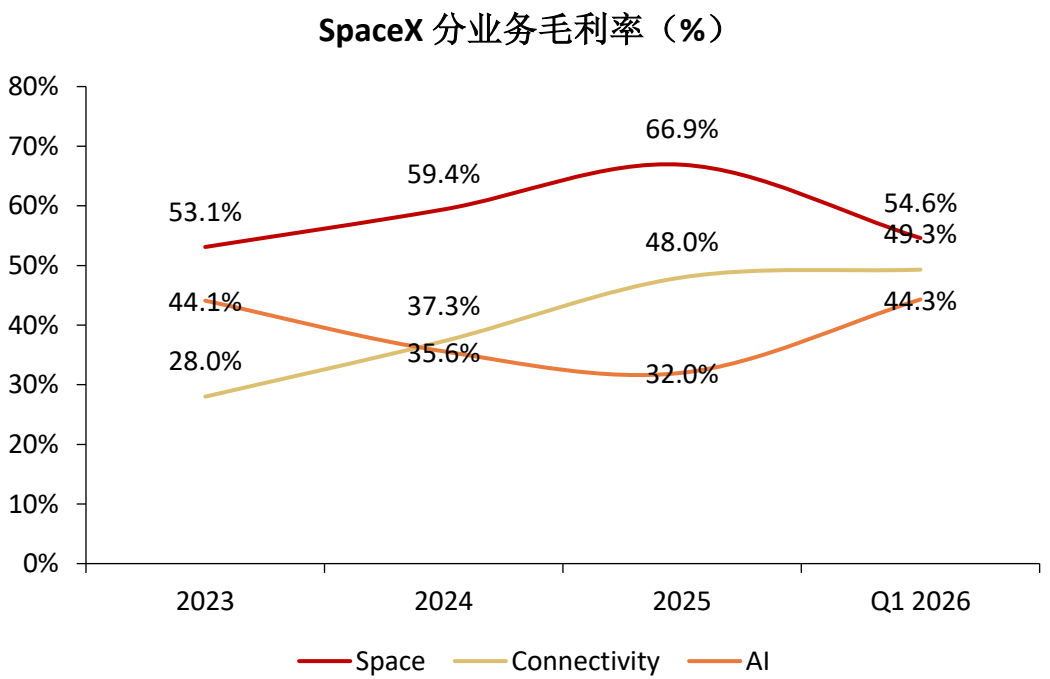
05 业务：太空标准化、连接规模化、AI投入期

- **太空：2025年营收为40.9亿美元，近三年营业收入CAGR为7.2%。**2023-2025年毛利率分别为53%、59%、67%。
- **连接：2025年营收为113.9亿美元，近三年营业收入增长近3倍。**2023-2025年毛利率分别为28%、37%、48%，2025年毛利润为54.7亿美元，约为太空业务两倍。
- **AI：2025年营收为32亿美元。**2023-2025年毛利率持续下行、为44%、37%、32%，对整体利润贡献较小。

图：2023-2025年连接业务增长最快，CAGR为72%



图：2023-2025年太空、连接、AI平均毛利率分别为59.8%、37.8%、37.2%



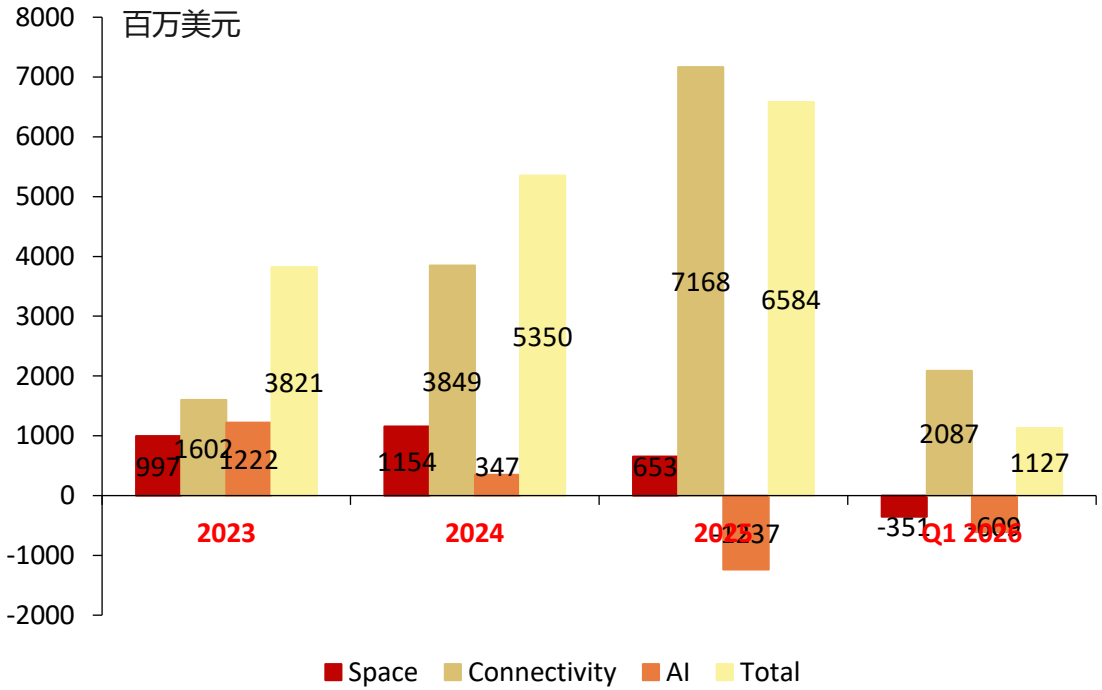
资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

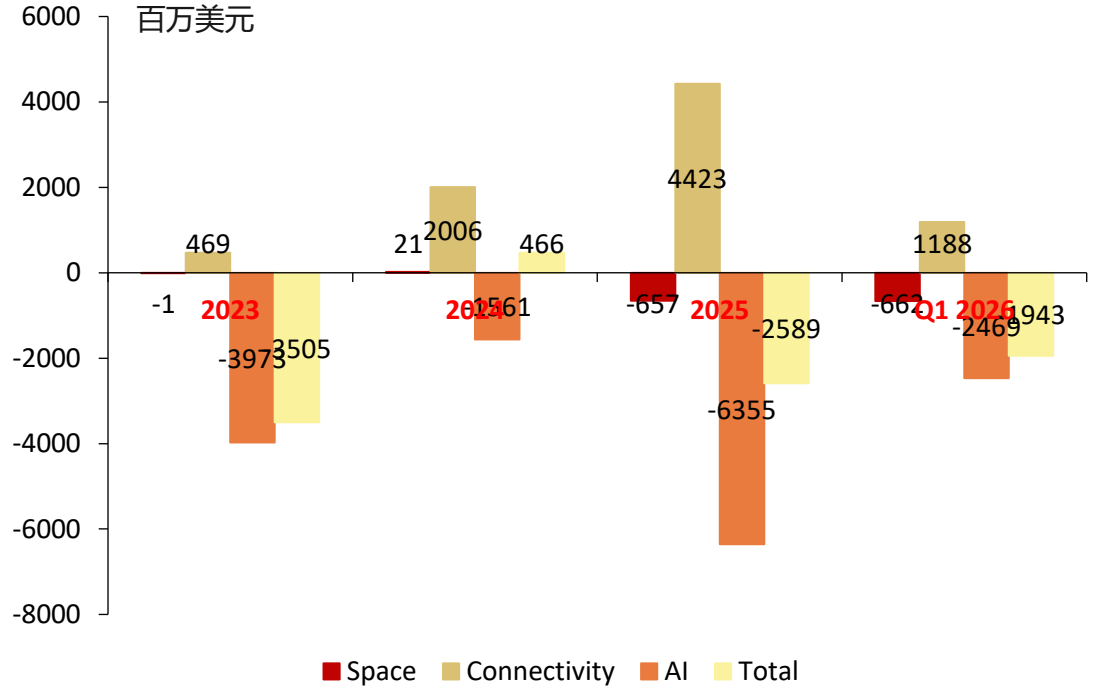
06 业务：近三年EBITDA CAGR为31%，2025年达65.8亿美元

- **2023、2024、2025年，公司整体经调整EBITDA分别为38.2、53.5、65.8亿美元。**2025年，太空、连接、AI业务EBITDA分别为6.5、71.7、-12.4亿美元。2026Q1，公司经调整EBITDA为11.3亿美元；其中，太空、连接、AI业务分别为-3.5、20.9、-6.1亿美元。
- **2025年，公司经调整EBITDA及经营利润分别为65.8、-25.9亿美元；2026Q1，经调整EBITDA及经营利润分别为11.3、-19.4亿美元。**

图：2023-2025 连接业务EBITDA复合增速为112%



图： 2023-2025 SpaceX经营利润分业务（百万美元）



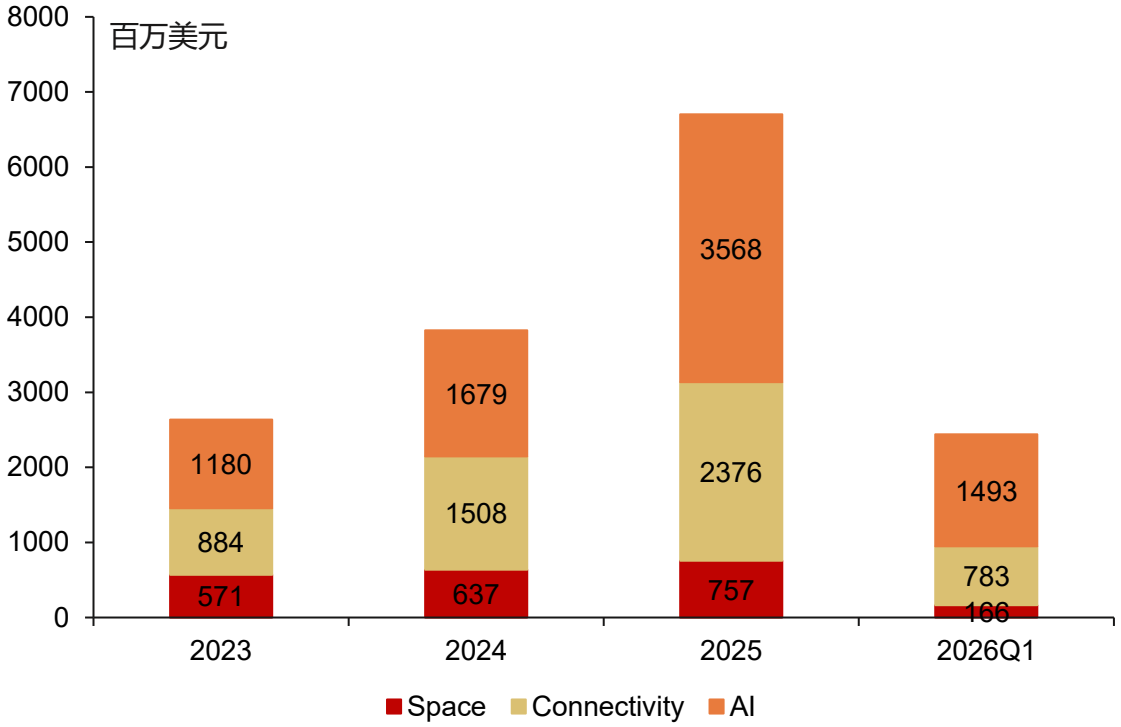
资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

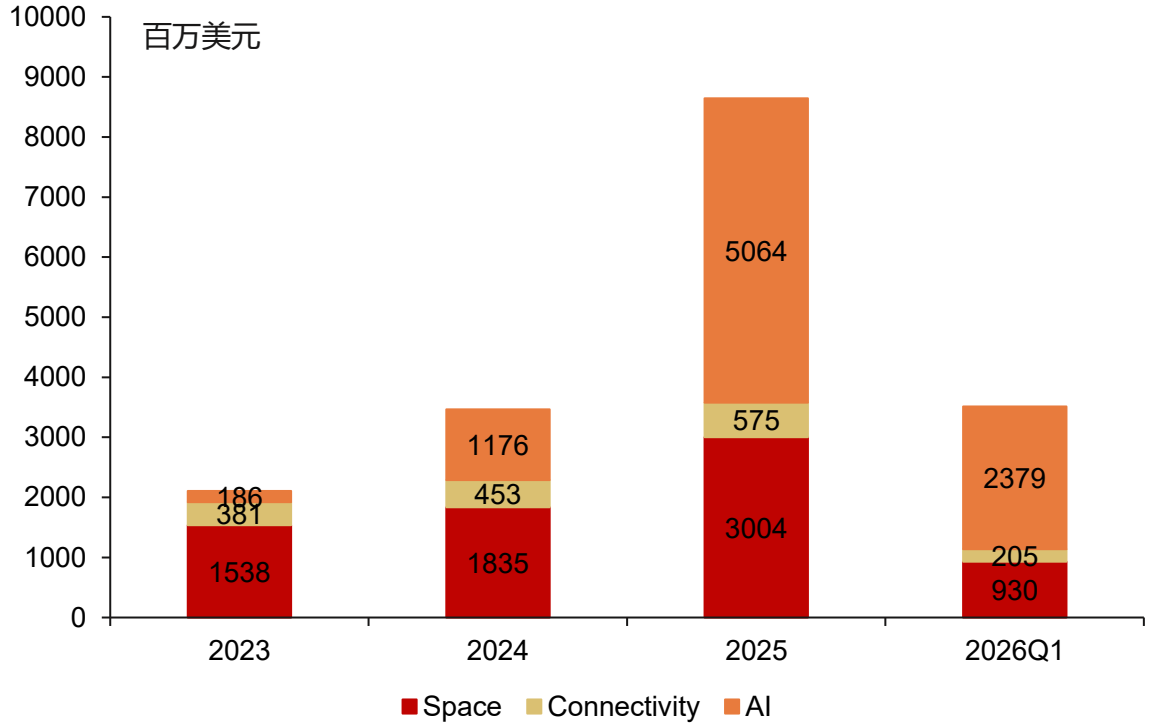
07 成本：数据中心建设为EBITDA和经营利润差异的核心来源

- **2025年，公司折旧与摊销费用为67亿美元；其中连接业务和AI业务分别占35%、53%。**AI业务折旧主要来自于GPU折旧的大幅增长。
- **2025年，公司研发费用达86亿美元；其中太空业务和AI业务分别占35%、59%。**星舰研发费用累计投入超150亿美元，同时数据中心建设伴随的硬件采购费用等持续增长。

图：2023-2025 折旧与摊销从26亿增长至67亿美元



图：2023-2025 研发费用从21亿增长至86亿美元



资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

08 市场空间：约28.5万亿美元，AI占比约93%

- **远期空间：公司预计太空、连接和人工智能业务潜在全球总市场规模达28.5万亿美元。**
- 其中①太空业务市场规模3700亿美元；②连接业务市场规模1.6万亿美元（宽带8700亿美元、移动7400亿美元）；③人工智能市场规模26.5万亿美元（AI基础设施2.4万亿美元、消费者订阅7600亿美元、数字广告6000亿美元、企业应用22.7万亿美元）。（注：测算过程未包含俄罗斯和中国）

图：太空、连接、人工智能潜在市场规模（万亿美元）



资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

09 太空市场：2025年市场规模为3700亿美元

- **太空业务：主要包含太空解决方案和月球经济。**
- **太空解决方案：**根据Novaspace数据，2025年太空解决方案市场规模为3700亿美元，包括航天器制造、发射服务、卫星运营、定位、导航和授时设备及增值服务，以及政府航天机构的非合同支出。
- **月球经济（增长潜力巨大、未包含在测算范围内）：**以月球为节点，构建涵盖运输、能源、通信、制造、资源开发及商业运营的空间基础设施体系。当前需求主要来自政府科研，长期将向商业物流、工业活动及深空开发延伸。其实现前提在于突破水冰开采、推进剂制备及能源运输基础设施能力，并依托低重力环境形成燃料补给与空间工业化基础，成为深空经济及火星文明建设的重要起点。

图：星舰载人登陆系统（HLS）登月场景

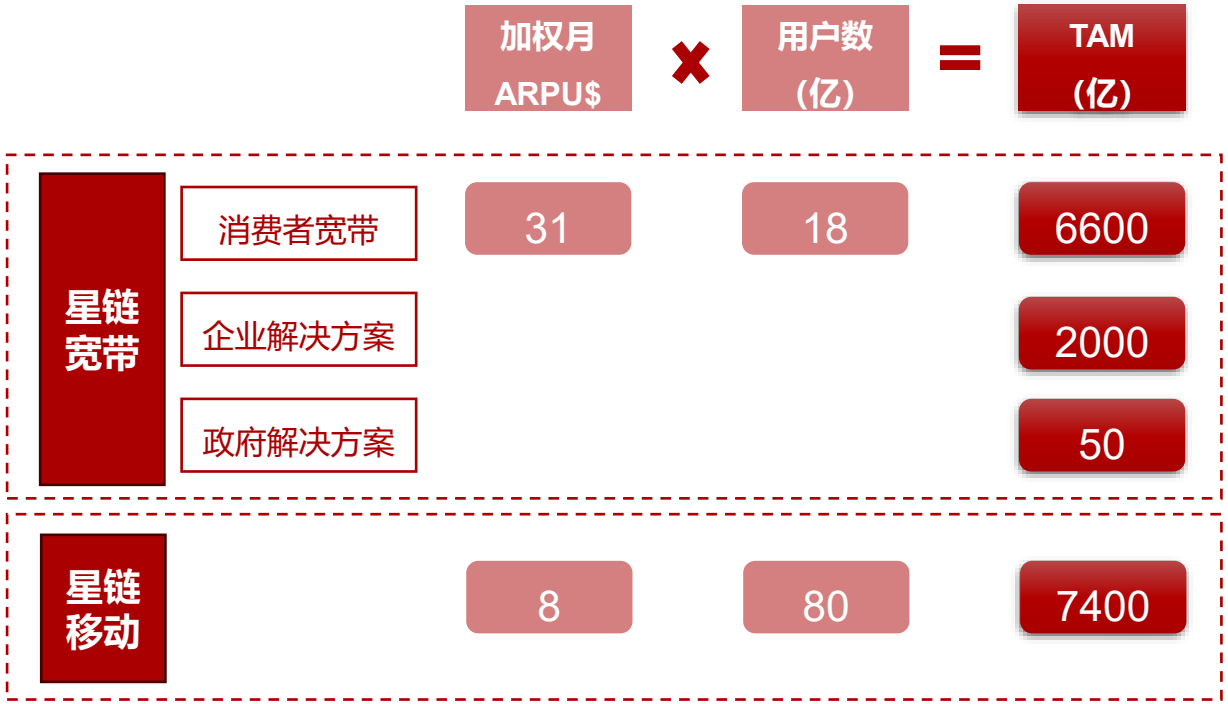


资料来源：SpaceX招股书，NASA官网，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

10 连接市场：2025年市场规模为1.6万亿美元

- **连接业务：源自消费者、企业和政府对偏远环境高速、低延迟、可靠连接的需求。**主要包括星链宽带（StarlinkBroadband）和星链移动（StarlinkMobile），预计到2025年总市场规模为1.6万亿美元。
- **长期市场：企业移动业务、企业备份与故障转移、政府关键任务、智能设备连接、轨道内数据传输。**



类型	说明
消费者宽带	• 面向家庭用户；农村家庭是切入点。
企业解决方案	• 固定站点，面向建筑、农业、零售、电信、酒店等行业；漫游场景，面向航空、陆地车队、海事企业。
政府解决方案	• 需求来自全球国防组织和政府，通过商业卫星补充增强传统军事网络。
星链移动	• 根据Omdia，截至2025年末，全球共有80亿台移动联网设备。 • 客户以地面移动网络未覆盖地区用户为主，随星座扩大和产品性能提升，有望成为农村、郊区、城市的首选连接供应商。

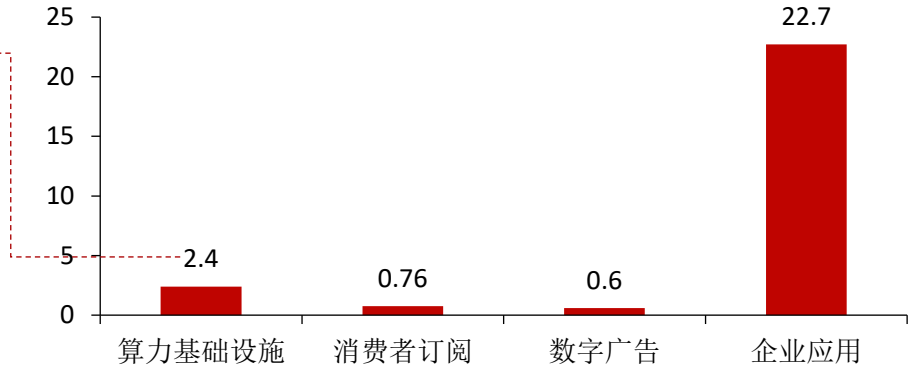
资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

11 人工智能市场：2030年市场机会26.5万亿美元

- **人工智能市场：包含前沿模型、消费者和企业级应用、AI基础设施，总市场机会约为26.5万亿美元。**

2030年AI基础设施市场规模预计为2.4万亿美元	
指标	**数据**
2030E全球数据中心算力需求(GW)	235
用于AIworkloads	70%
AI算力需求(GW)	164.5
PUE	1.2
单卡功耗(kw/GPU)	1.3
需要的GPU数量（百万）	104
利用率	80%
GPU租金（$/小时）	3.33
TAM（万亿美元）	2.4



消费者订阅：以订阅模式使用高性能人工智能平台。
①用户数：55亿。②ARPU：12美元。

数字广告：企业在数字平台上进行营销。
标普全球市场情报预测，2025年全球数字广告支出总额达6000亿美元。

企业级应用：
①数字合作组织DCO估计，2026年数字经济同比增长速度将是全球GDP增长速度的三倍，2026年市场规模22.7万亿美元。
②69%的CTO、资深技术专家等将人工智能列为数字技术的首要优先级。

资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

12 未来市场：远期蕴含数万亿美元的经济机遇

地面点对点旅行	太空旅游	深空物流
• **国际长途飞行缩短至30分钟以内，实现最偏远地区1小时内互联。**	• **2025年，全球人口中访问过地球轨道的人数不足30人。**	• 可重复使用发射系统及深空运输基础设施促成星际物流发展。 • 支持人类在另一颗行星持续存在，需要定期人员、设备及物资运输规模。

月球及火星的能源生产与制造	在轨微重力制造	小行星资源开采
• 利用稀薄大气、持续太阳能系统等先进自主能源技术，建立可靠的大规模能源生产线。	• 利用微重力环境和充足无间断的太阳能，摆脱地球对原子/分子层面工艺流程的限制。 • **提升制药领域（药物溶解度、纯度、结晶度及稳定性）和半导体/先进材料领域的优异晶体结构特性。**	• 依托自主机器人及原位处理技术，对含有铂族金属、稀土元素、镍、钴、铁等小行星进行资源开采。 • 从源头减少从地球发射引入的输入物质质量需求，转化为太空基础设施的自主原材料供应体系。

资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

02

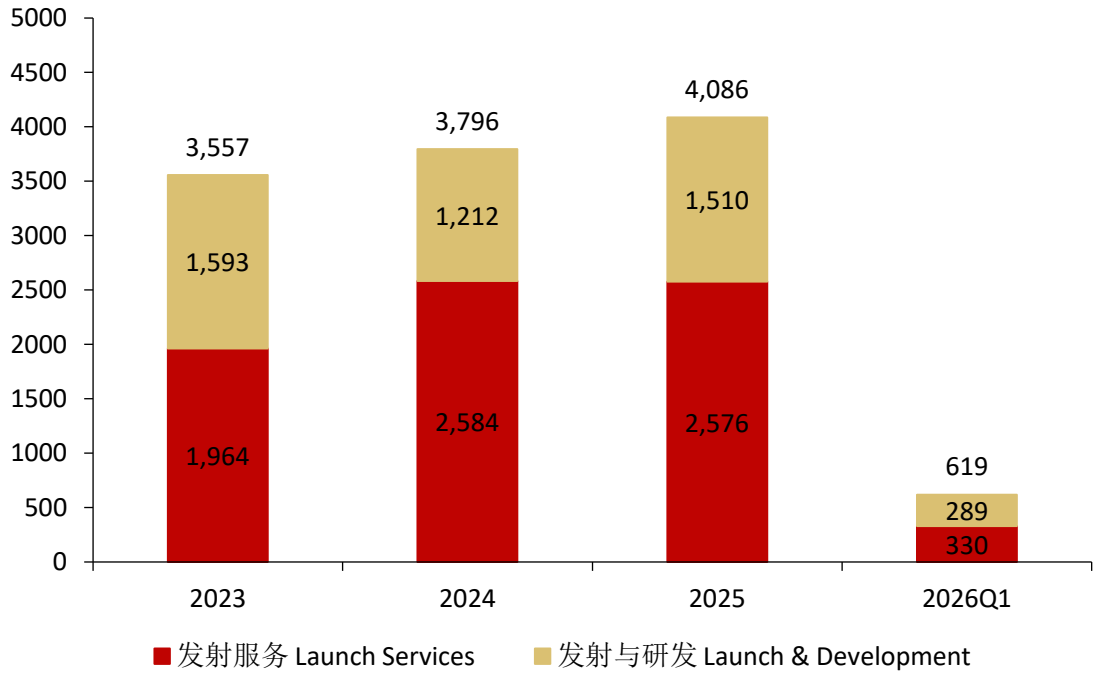
太空：可复用实现成本下降

下载日志已记录，仅供内部参考

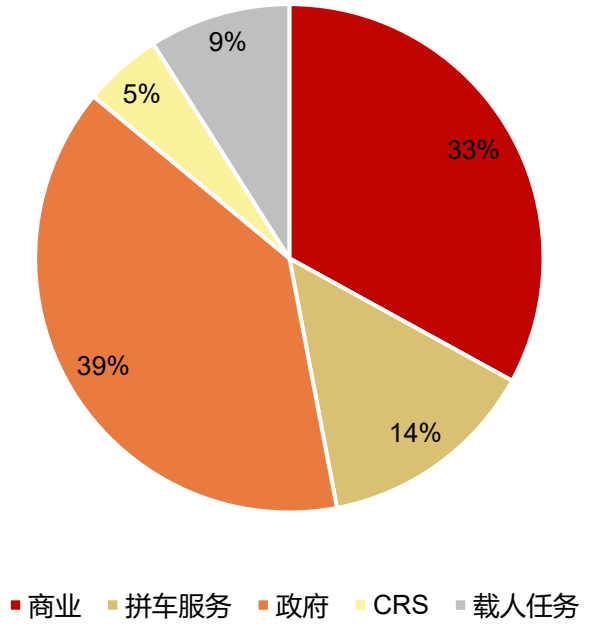
01 业务定位：发射卫星、龙飞船，服务星链建设、政府及商业客户

- **太空业务为星链提供支持，同时向第三方客户出售发射服务。**公司通过可重复使用的猎鹰9号和猎鹰重型火箭，为商业、民用、国际及政府客户提供卫星、货物和载人任务的发射服务。
- **太空业务主要由发射服务及发射与研发构成。**①发射服务：23-25年收入CAGR为15%，利用猎鹰系列火箭，为商业及政府客户提供将有效载荷部署至预定轨道的发射服务；②发射与研发：23-25年收入CAGR为-3%，利用猎鹰9号、猎鹰重型、星舰和龙飞船，为政府机构的太空计划提供航天器开发及发射与任务服务。
- **内部发射：星链卫星发射相关飞行器硬件的成本资本化，即计入卫星项目的固定资产。**

图：Spacex太空业务分结构收入（百万美元）



外部客户：猎鹰发射按任务划分份额



资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

02 外部客户：政府、商业发射、龙飞船占比39%、33%、14%

	任务类型	单价	客户
卫星发射（猎鹰）	政府	猎鹰9：0.6-1.1亿美元 猎鹰重型：1.1-3.5亿美元	NASA、美国太空军（星盾）、欧洲航天局
	商业	猎鹰9：0.74亿美元 猎鹰重型：1.05亿美元	传统卫星通信巨头OneWeb、D2C进入者ASTS等
	拼车服务	按重量和构型定价	小卫星
载人及货运（龙飞船）	载人	未给统一标价	政府或私人旅客
	载货	1.33-2.25亿美元	NASA的国际空间站任务

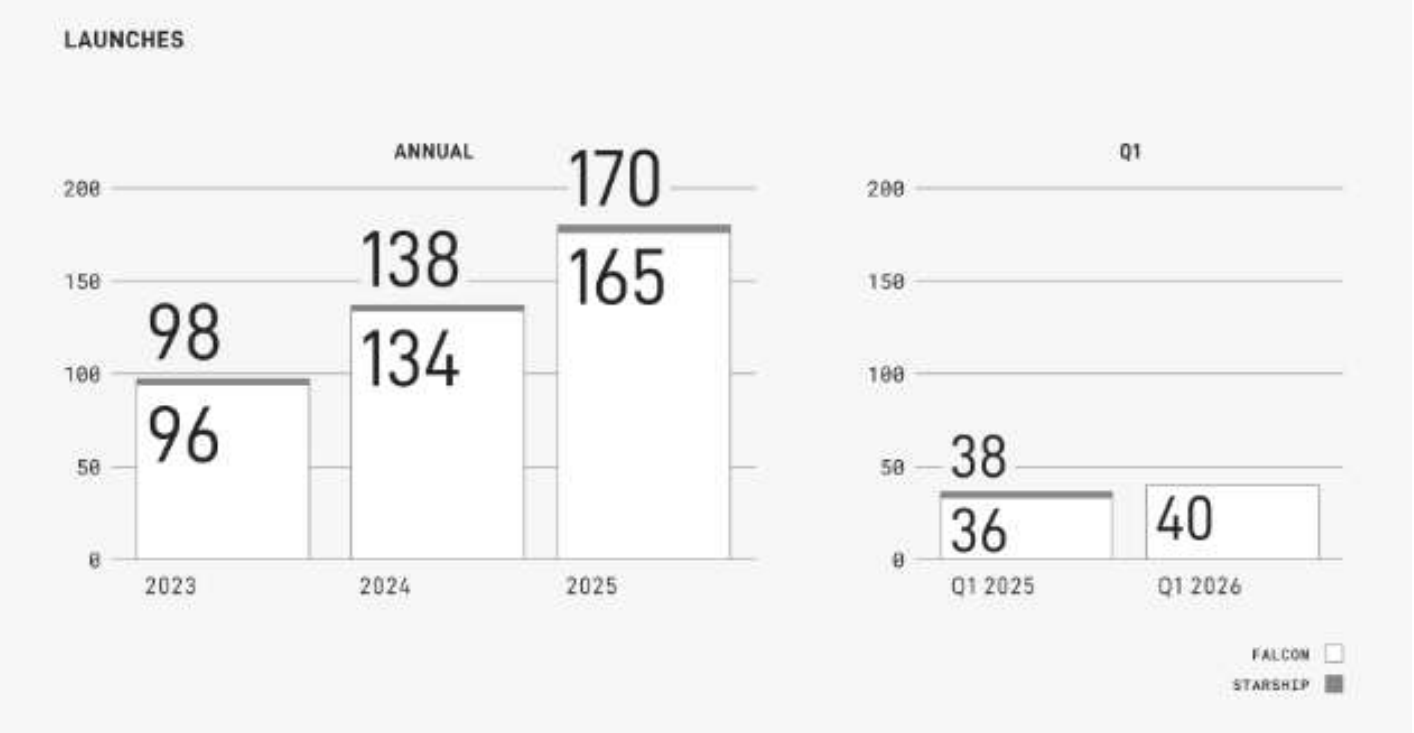
资料来源：SpaceX官网，Spaceflight Now，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

03 入轨能力：21-25年猎鹰9发射从31次增长到165次，主力火箭内部组网加速

- **公司内部发射次数占比达70%以上。**公司2023年、2024年及2025年年度发射总次数分别为96次、134次和165次，其中客户发射次数分别为33次、45次和43次，内部发射次数分别为63次、89次和122次。2023-2025年，公司内部发射占比从66%提升至74%。
- **自2023年以来，猎鹰9号发射任务持续保持平均每项任务13公吨的运载能力。**预计星舰V3将具备承载100公吨有效载荷的能力，最快V4将达200公吨。

图：2023-2025 猎鹰发射次数逐年攀升



资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

04 火箭：运力持续提升，预计星舰有效载荷提升至100吨以上

- **单位运力成本的降低是发射频次提高的关键，猎鹰9、猎鹰重型、星舰单公斤价格分别为3246、1520、600美元。**（按照发射报价计算）
- 猎鹰9凭借发射稳定性具有议价权，同时客户覆盖广泛，保证了较高毛利率。

	猎鹰9	猎鹰重型		星舰
参数			参数	
高度	70m	70m	高度	123米
直径	3.7m	12.2m（最大宽度）	直径	9米
近地载荷	22.8吨	63.8吨	有效载荷	100吨+
一级发动机	9台梅林	27台梅林	一级发动机	33台猛禽
二级发动机	1台梅林真空	1台梅林真空	二级发动机	6台猛禽（3台海平面型+3台真空型）
海平面推力	845kN/台	845kN/台	海平面推力	250TF/台
真空推力	981kN/台	981kN/台	真空推力	275TF/台
推进剂	液氧煤油	液氧煤油	推进剂	液氧甲烷
回收方式	着陆腿	着陆腿	回收方式	发射塔机械臂回收

	LEO载荷（KG）	发射费用（万美元）	单kg价格（美元）	可复用性
猎鹰9 SPCX	22800	7400	**3246**	一子级、整流罩
猎鹰重型 SPCX	63800	9700	**1520**	一子级、整流罩
星舰 SPCX	150000	9000	**600**	全部
新格伦 蓝色起源	45000	7000	**1556**	一子级、整流罩
电子号 火箭实验室	300	750	**25000**	部分复用
朱雀三（改进型） 蓝箭航天	22800	2206	**967**	复用待验证

资料来源：SpaceX招股书，SpaceX官网，Blue Origin官网，蓝箭航天招股书，Space News，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

05 猎鹰9号：首款轨道级快速可重复使用火箭，当前发射主力

- **2025年，猎鹰9号共执行165次发射任务，占当年全球轨道发射总数的一半以上，入轨质量运载份额超过80%。**截至2026Q1，猎鹰9已完成约620次轨道太空发射，任务成功率超过99%。猎鹰9号可重复使用部件包括一级助推器及整流罩，第二级未设计回收功能。
- **猎鹰9的常见载荷为：①星链卫星；②商业卫星如OneWeb等；③运送龙飞船前往国际空间站；④小卫星发射拼车任务等。**
- **猎鹰重型由三个猎鹰9号的助推器构成，合计27台梅林发动机在起飞时可产生超过500万磅推力，LEO运力达64吨；可回收性和猎鹰9号相同。**
- 截至2026Q1，猎鹰重型已完成11次发射，任务成功率为100%；它主要用于发射大型政府有效载荷和重型商业卫星，以及执行深空任务。

FALCON 9
猎鹰 9 号运载火箭

高度 HEIGHT	70 m / 229.6 ft
直径 DIAMETER	3.7 m / 12 ft
质量 MASS	594,054 kg / 1,207,920 lbs
近地轨道（LEO）运载能力 PAYLOAD CAPACITY TO LEO	22,800 kg / 50,265 lbs
地球同步轨道（GTO）运载能力 PAYLOAD CAPACITY TO GTO	8,300 kg / 18,300 lbs
火星转移轨道运载能力 PAYLOAD CAPACITY TO MARS	4,020 kg / 8,860 lbs
首飞时间 FIRST LAUNCH	June 4, 2010 2010年6月4日



FALCON HEAVY 猎鹰重型运载火箭

高度 HEIGHT	70 m / 229.6 ft
宽度 WIDTH	12.2 m / 39.9 ft
质量 MASS	1,420,788 kg / 3,125,735 lbs
近地轨道（LEO）运载能力 PAYLOAD CAPACITY TO LEO	63,800 kg / 140,660 lbs
地球同步轨道（GTO）运载能力 PAYLOAD CAPACITY TO GTO	26,700 kg / 58,860 lbs
火星转移轨道运载能力 PAYLOAD CAPACITY TO MARS	16,800 kg / 37,040 lbs
首飞时间 FIRST LAUNCH	February 6, 2018 2018年2月6日



资料来源：SpaceX招股书，卫星百科，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

06 龙飞船：货运及载人，可复用航天器

- **龙飞船是可重复使用航天器，设计用于运送货物和人员往返国际空间站及其他低地球轨道目的地。**
- **货运龙飞船：**2012年首次发射，是首个向往返运送货物的商业航天器。截至2026Q1，货运龙飞船已完成32次国际空间站补给任务。
- **载人龙飞船：**2020年首次发射，是首个将人类送往国际空间站的私人飞行器；最多可搭载7名乘员，配备先进的生命支持系统和紧急逃生系统。2020年以来，龙飞船已安全运送来自20个国家的78名机组成员。

DRAGON 龙飞船

高度 HEIGHT	8.1 m / 26.7 ft
直径 DIAMETER	4 m / 13 ft
飞船体积 SPACECRAFT VOLUME	9.3 m³ / 328 ft³
货舱体积 TRUNK VOLUME	37 m³ / 1,300 ft³
发射载荷质量 LAUNCH PAYLOAD MASS	6,000 kg / 13,228 lbs
返回载荷质量 RETURN PAYLOAD MASS	3,000 kg / 6,614 lbs
首飞时间 FIRST FLIGHT	December 8, 2010 2010年12月8日



资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

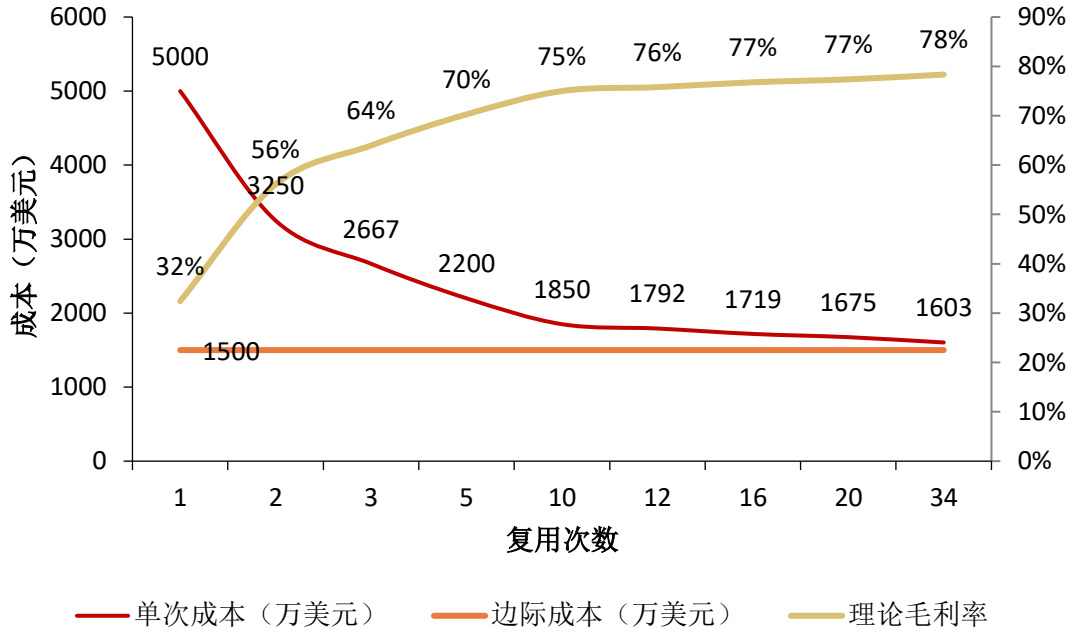
07 复用降本：理论毛利率高于75%，猎鹰9一级实际复用34次

- **SpaceX通过一级及整流罩复用实现成本降低。**根据马斯克2020年对“猎鹰”9火箭成本构成的描述和SpaceX官网数据，全新“猎鹰”9火箭成本约5000万美元，边际成本为1500万美元。
- **按照发射报价7400万美元/次计算（2026年）：**①复用带来的毛利率提升作用显著，能将发射业务理论毛利率从32%提升至75%以上；②复用10次时，发射次数提升带来的成本下降已经不明显，毛利率达75%。
- **截至2026Q1，猎鹰9的一级助推器复用次数可达34次。**

猎鹰 9： 全新火箭及复用火箭成本分别为5000、1500万美元

猎鹰9火箭	全新火箭成本（万美元）	占比	复用火箭成本（万美元）	占比
一级	3000	60.0%	可复用	-
二级	1000	20.0%	1000	66.6%
整流罩	500	10.0%	可复用	-
推进剂	40	0.8%	40	2.6%
发射测控、翻修等相关费用	460	9.2%	460	30.6%
总计	5000	100%	1500	100%

猎鹰 9： 复用次数-成本曲线



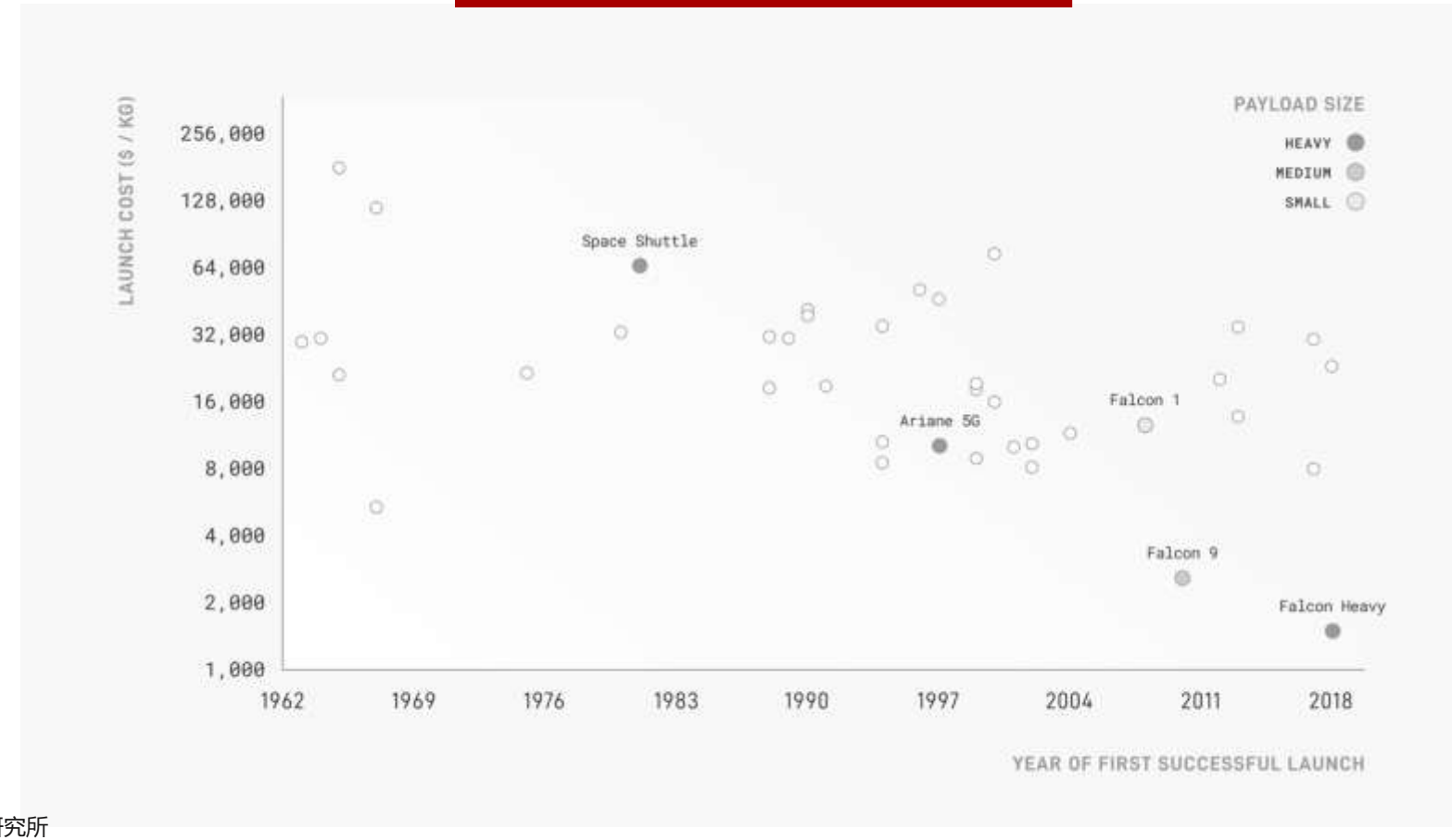
资料来源：SpaceX招股书，《“猎鹰”9火箭的发射成本与价格策略分析_刘洁》，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

08 破局：低发射报价、高运力是高频次发射基础

- **据NASA，直至21世纪SpaceX推出猎鹰9号之前，全球商业发射活动平均每年仅25-35次。**
- 2010年首版猎鹰9号将发射成本降至每公斤约2700美元，较每公斤18500美元的历史平均发射成本降低了约85%；猎鹰重型2018年将该成本降至每公斤1400美元；预计星舰将该成本降低99%。（注：此处发射成本为发射价格/LEO运力口径）

LEO太空发射成本（每公斤）



资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

09 星舰（研发中）：完全可复用，连接及AI业务跃升的关键

- **星舰当前仍处由试飞验证走向有效载荷交付的关键过渡阶段。**
- **星舰定位完全可复用两级超重型运载火箭。**截至2026Q1，公司已执行了11次星舰飞行测试。在飞行测试中取得了多项关键里程碑，例如使用发射塔上的“筷子”臂捕获助推器。预计星舰将于2026年下半年开始向轨道运送有效载荷。
- **星舰是公司实现增长目标的关键推动力，包括部署下一代V3卫星、直连手机星座以及大规模轨道人工智能计算。**

STARSHIP 星舰

高度 HEIGHT	124.4 m / 408 ft
直径 DIAMETER	9 m / 29.5 ft
质量 MASS	5,533,000 kg / 12,198,177 lbs
近地轨道（LEO）运载能力 PAYLOAD CAPACITY TO LEO	100+ Mt
地球同步轨道（GTO）运载能力 PAYLOAD CAPACITY TO GTO	100+ Mt
火星转移轨道运载能力 PAYLOAD CAPACITY TO MARS	100+ Mt
首飞时间 FIRST LAUNCH	April 20, 2023



特性	说明
完全可复用	超重型助推器在级间分离后返回发射场，并被发射塔的机械臂在半空中捕获；上面级在完成轨道投送或更远距离的任务后，设计为在先进隔热瓦的保护下重返大气层，执行动力着陆点火，并由发射塔的机械臂以类似方式在半空中捕获。
发动机研发改进	星舰由39台猛禽发动机提供动力，为液态甲烷和液氧的全流量分级燃烧循环火箭发动机；猛禽引擎单台发动机推力是梅林的近三倍。
轨道加注	星舰可以在近地轨道为上面级补充燃料，并扩展其执行地球轨道以外深空任务的航程。

资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

10 发射运营：总部位于德州，东西海岸布局主要发射场

- **公司在全球运营四个主要发射场：卡纳维拉尔角太空军基地（佛罗里达州）、肯尼迪航天中心（佛罗里达州）、范登堡太空军基地（加利福尼亚州）、星港（德克萨斯州）。**



资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

03 连接：订阅用户持续高增

下载日志已记录，仅供内部参考

01 连接业务：以低轨卫星星座为太空网络节点，为用户终端提供宽带互联网接入、为智能手机提供直连卫星通信服务

- **连接业务主要包含星链宽带及星链移动两类服务。**星链宽带为住宅、企业、海事、航空及政府客户提供高速互联网接入；星链移动使普通智能手机直接连接卫星，补充地面移动网络覆盖。
- **星链宽带和星链移动主要区别为客户端接入方式。**宽带服务依赖用户终端“接收-回传”双向链路，定位为互联网接入；移动服务不借助用户终端，由手机直连卫星，定位为移动通信补充，并向宽带数据、IoT、5G NR-NTN演进。

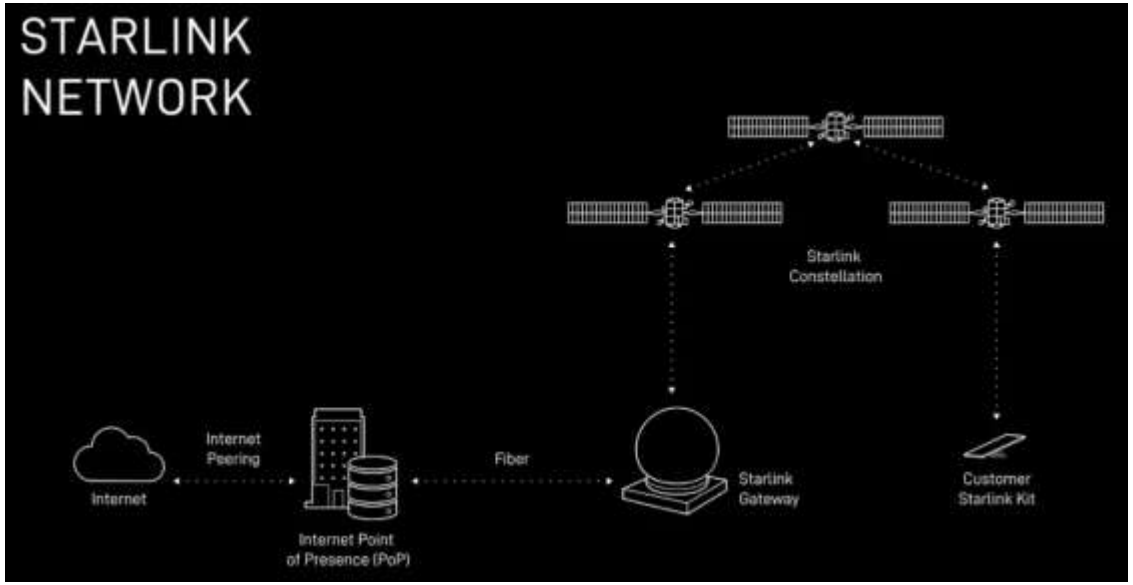
星链的商业模式			成长逻辑
宽带业务	消费者宽带（太空宽带互联网）	• 一般面向家庭用户 • 收取月度订阅费用及终端费用	偏远覆盖地区，具有主力宽带潜力
	企业解决方案	• 面向固定或移动（如航空、海事企业等）站点	关注高ARPU航空公司的渗透情况
	政府解决方案	• 提供灾难响应服务 • **星盾：**专门为美国政府及国家安全设计的安全专用卫星网络，作用包含**地球观测、安全通信、载荷托管**	星盾潜在应用场景价值含量大
D2C		• 向移动网络运营商（MNO）收取费用；以T-Mobile为例，对用户多收取10美元/月	初步为紧急场景、功能逐渐完善

资料来源：SpaceX招股书，卫星通信，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

02 连接业务：卫星星座、用户终端及地面站为基础设施

- **星链宽带：底层支持为宽带卫星星座、用户终端及地面网关站。星链移动：底层支持为移动卫星星座、手机。**D2C模式下，地面蜂窝频谱牌照由MNO持有，故由MNO计费、SpaceX作为卫星容量供应商结算；由于星地距离远（550km）且手机天线增益有限，卫星端需配置大尺寸相控阵天线以补偿链路损耗。



星链的系统架构与组成	说明
地面终端	星座系统与用户交互的关键部分，包括专门用于星链卫星通信的天线、接收器和数据处理单元。
星间链路	用于连接卫星与地面终端，实现双向通信。
地面站	负责卫星运行管理、数据交换和信号控制。

星链系统的关键技术	说明
天地通信技术	依赖于信息论和信号处理等理论基础，克服信号传输过程中的噪声干扰和信道衰减问题。
终端设备与数据处理技术	• 地面终端设备需考虑信号接收、解码、数据处理等功能。天线系统设计需考虑天线增益、方向性和多频段信号接收能力。 • 卫星上的数据处理系统包括地面信号接收、数据解码、存储和转发等，这需要应用到处理器、存储设备、通信设备等。
任务调度与控制技术	该技术涉及对卫星、地面终端和整个星链系统的任务分配、资源管理和系统控制。

资料来源：SpaceX招股书， SpaceX官网，FCC文件，太空安全， 《starlinkProgressReport_2025》，《“星链”的系统架构与应用场景》，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

03 星链星座：Ku为用户链路，Ka为馈电主力，有望拓展高频

- **按照频率由低到高，卫星通信频段主要包括 L、S、C、X、Ku、Ka、V、E 等波段。**频率越高，可用带宽越大、单星容量越高，但雨衰也越大、穿透力越弱，终端需更大功率或更高增益天线补偿。
- **国际电信联盟ITU规定轨道和频率资源获取遵循先到先得原则，低轨卫星所采用的Ku及Ka通信频段资源趋于饱和。**星链目前共向ITU提交4.2万颗卫星发射申请，其中1.2万颗已经获批；并且在高频带E/V进度全面领先。

Ku及Ka波段是卫星互联网的主力频段

卫星频段	频率范围	特点
L/S 波段	1-4GHz	穿透力强、带宽小；主要用于卫星导航、及新一代手机直连卫星服务。
Ku/Ka 波段	12-40GHz	卫星互联网的主力频段。Ku 技术成熟、雨衰可控，主要用于卫星电视；Ka 是高通量卫星与低轨星座用户链路的新一代主力。
V波段	40-75GHz	下一代高通量卫星的馈电链路频段。

星链在高频带上布局领先

	Starlink SPCX	OneWeb 欧洲通信卫星集团	Kuiper 亚马逊
Ku波段	**用户链路**	用户主力	暂以Ka为主
Ka波段	**馈电主力**	专门用于网关/馈电链路	用户及网关主力
V波段	**馈电备份（Gen2已获批）**	规划有限	2026年已获得授权上行及下行授权
E波段	**高通量馈电（仅Gen2）**	无明显大规模应用	无明显大规模应用

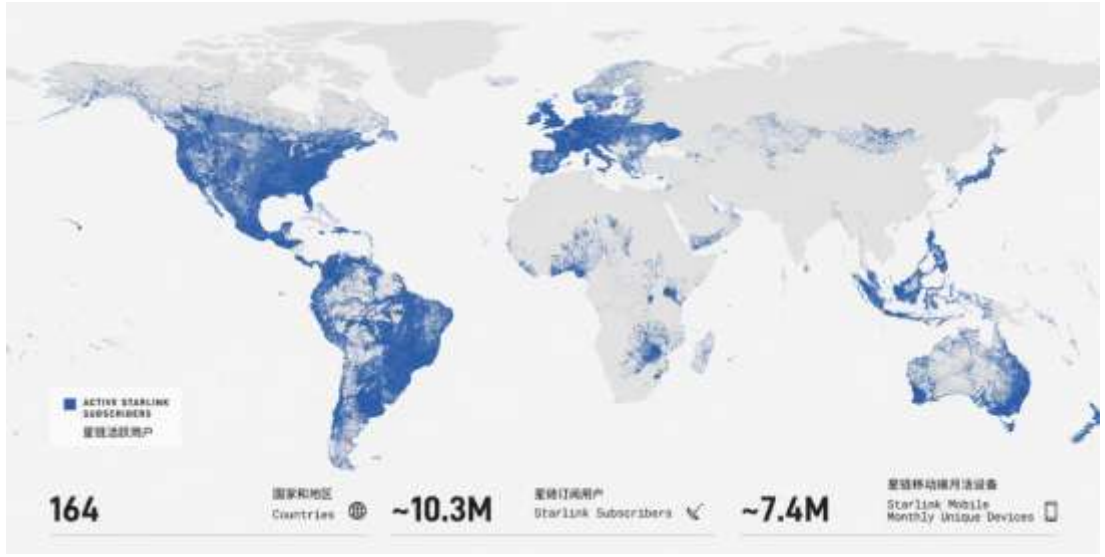
资料来源：National Academics，百度百科，Ofweek智能制造网，科技产业资讯室，Satellite today，MIT dspace 论文，FCC Grant，Journal of International Security Studies，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

04 经营情况：近地轨道9600颗宽带和移动卫星，覆盖164个国家

- **用户情况：**星链已迅速扩大了全球高速互联网的接入范围，优先服务于全球范围内欠发达的农村和偏远社区。截至2026Q1，在近地轨道上拥有约9,600颗星链宽带和移动卫星，为164个国家、地区和其他市场的约1030万星链用户提供互联网连接。截至2026Q1，专用卫星到移动端星座由约650颗V1移动卫星组成，为约30个国家的约740万台每月独立设备提供卫星到移动端数据、OTT语音及消息服务。公司在六大洲与约30家移动网络运营商建立了合伙关系，覆盖区域内居住着约19亿人口。
- **基础设施：**2025年，卫星通过硬件升级抑制激光链路抖动，结合更快速的路由响应机制，激光链路的丢包率降低了2-3倍。更短的激光链路捕获时间成就了更智能、更具用户感知能力的激光网状网络，使亚洲和非洲地区的延迟降低了 30-40 毫秒。2025 年，全球高峰时段的中位数速度提升超过 50%，平均下载速度超过 200 Mbps，典型上传速度超过30 Mbps，全球中位数延迟维持在 26 ms 左右。 美国境内就部署了超过 100 个网关站，涵盖总计 1,500 多副天线。

星链为164个国家和地区、约1030万用户提供互联网连接



美国境内部署超过 100 个网关站



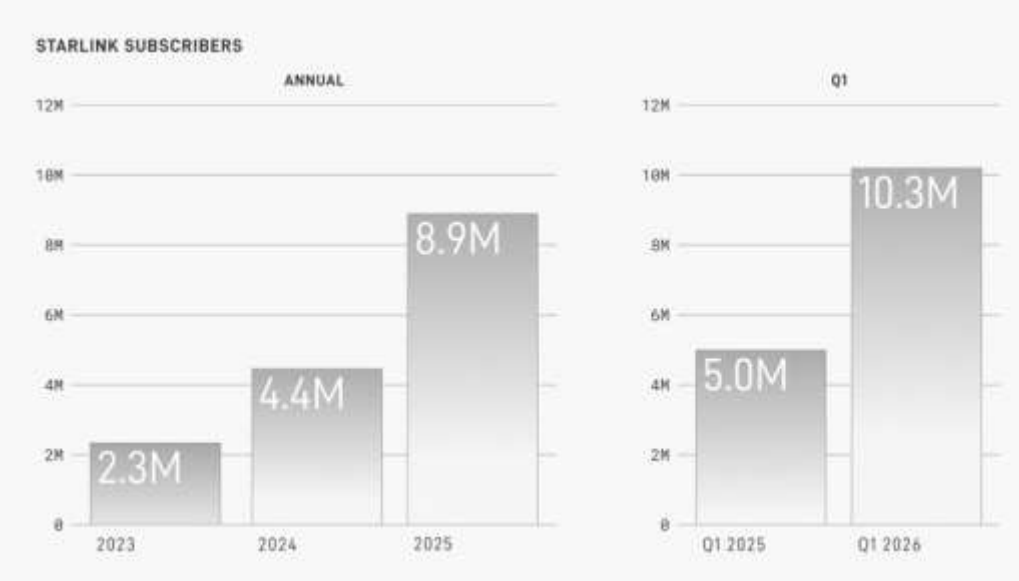
资料来源：SpaceX招股书，《starlinkProgressReport_2025》，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

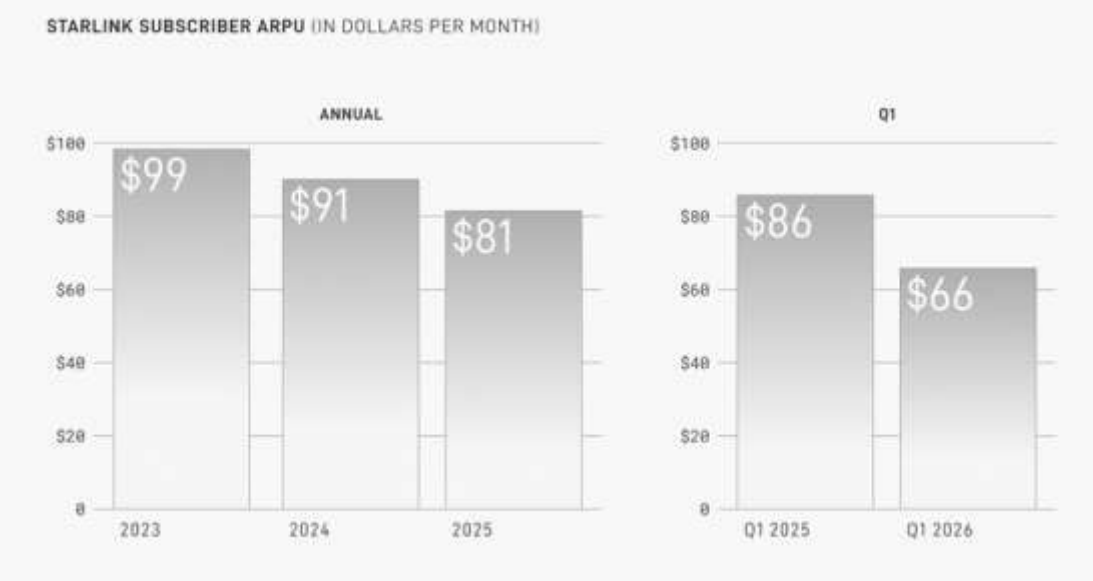
05 星链宽带订阅： 26Q1全球用户达1030万户，月度ARPU同比降低23.3%

- **星链宽带订阅用户数量在过去三年内大幅增长， 2026第一季度增加140万户达到1030万户。** 星链宽带订阅数量2023-2025年CAGR为96.7%; 2026Q1达1030万户, 同比增长105% 。
- **单用户月度收入（ARPU）由2023年99美元/户降低至2026Q1的66美元/户，降低了33%。**2026Q1ARPU为66美元，相较2025Q1的86美元明显回落。ARPU持续走低核心系公司全球化扩张叠加平价套餐持续落地，新兴低购买力区域用户占比提升拉低整体均值。

2023-2025 星链宽带用户数量CAGR为96.7%



2023-2025 星链用户月度订阅费用由99$下降至81$



注：此处用户定义为分配给实体的唯一服务条线，服务条线即提供的星链宽带互联网服务的单个实例。

资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

06 宽带：美国地区可靠性与固定无线网络相当

- **星链有望成为主流互联网服务。**过去卫星网络在农村地区是一种折中选择，对于无法接入光纤、电缆或普通宽带的用户而言，卫星互联网时延高、价格贵。如今在英国，订阅星链的费用往往比英国电信 BT 的最低价套餐还要便宜。在美国，星链的用户来源已经从吸纳传统电信和老一代卫星用户，转向越来越多地从有线电视运营商手中抢客，而且以稳定住户为主，这意味着星链正越来越多地被当作主力宽带使用。在巴西、印度尼西亚等新兴市场，传统运营商铺设地面网络成本过高，星链正凭借这一缺口快速获取用户。
- **星链在全球范围内的快速扩张得益于服务质量大幅提升。**2025 年下半年，Opensignal 在七个市场监测发现，星链的可靠性显著提升，以家庭用户视频会议、游戏等不间断任务完成率为衡量标准，加拿大和英国提升超过 30%，美国提升 25%。这一改善归因于丢包率下降，是大规模硬件升级带来的直接效果。

星链正在快速获取客户，尤其是农村地区



美国电信市场：星链月租进入地面运营商价格带

	接入技术	月租费用	终端费用	延迟	下载速度
星链宽带	低轨卫星	$55 - $130	Mini天线：$199/个 标准天线：$349/个	20 – 40 ms	50 - 200 Mbps
AT&T Fiber	光纤宽带	$50 - $125	无额外终端费	10 – 20 ms	300 – 5000 Mbps
T-Mobile 5G	5G无线宽带	$50 - $70	一次性设备接入费$35	16 – 36 ms	144 – 561 Mbps
Xfinity	有线电缆	$40 - $100	标准级月租：$15	平均 20.29 ms	300 – 2000 Mbps

资料来源：Opensignal，Starlink官网，Satellite Internet，Usmobile，AT&T/T-Mobile/Xfinity官网，compareinternet，allconnect，cybernews，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

07 星座建设：Gen2混合星座1.5万颗持续建设，Gen3预计为1.5万颗DTC卫星

- **SpaceX申请总计约57000颗卫星入轨。**组成为Gen1 约 12,000 颗（2018）、Gen2 29,988 颗（2020）、Gen3 15000 颗 DTC 专用（2025.9 提交）；
- **FCC审批成功约19500颗。**组成为Gen1 约 4425 颗级授权、Gen2 15000 颗分两阶段批准；
- **目前在轨共约颗10759颗。**

	Gen1 2018	Gen2 2020	Gen3 2025
	在轨3277颗	在轨7482颗	尚未开始建设
	• 申请共约12000颗	• 申请29988颗（宽带及DTC混合载荷）	• 申请15000 颗 DTC 专用，轨道 326-335 km独立移动直连星座
	• 其中4425颗 Ku/Ka获批	• 15000获批 • 7500颗（2022.11） • 7500颗（2026.01）	• FCC 审查中
	• 全部部署完毕，逐步被V1.5及V2替代	• 超过6800颗V2 Mini 在轨，其中650 颗搭载 DTC 载荷；V3预计2026H2开始部署	• 未建设，需 Starship 部署（预计2027开始）

资料来源：FCC文件，Jonathan McDowel卫星统计表，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

08 下一步：提密度、提容量、资质完善

- **星链宽带的主要方向为把卫星布局更密以覆盖更多区域。**目前在轨V1.5及V2.0 Mini约一万颗，同时V3 代际升级将单星下行链路容量从约 96 Gbps 提升至 1 Tbps。
- **星链移动的主要方向为提升卫星作为空间通信节点的效力。**超大相控阵天线补偿星地距离与手机小天线之间的链路损耗；同时持续拓展合作运营商网络（T-Mobile 等）并自主持有频谱资源，完善移动通信资质与覆盖广度。星链移动第二代星座预计实现较第一代卫星星座超过 100 倍的容量提升，以及 20 倍以上的吞吐量增长。

星链宽带：通信容量、覆盖广度

星链宽带	卫星数量扩张	布局密度提升：V1.5及V2 Mini在轨约一万颗，Gen2申请额度未达（审批1.5万颗，在轨约0.7万颗）
		发射效率提升: 猎鹰9一次额发射20-23颗卫星, 星舰一次发射60 颗
	通信容量提升	V3将为地面用户提供超过每秒1太比特的下行链路容量、超过 200 Gbps 的上行链路容量（分别是V2 Mini的10倍和24倍）

星链移动：通信质量及效率、合作方扩张

星链移动	卫星升级	布局数量提升：目前在轨650颗移动卫星，2027年部署下一代移动卫星**（向超低轨发展）**
		定制的硅芯片和高性能相控阵天线
	通信容量提升	提升卫星容量：V2卫星单星波束提升4倍
		频谱拓展：持续收购运营商持有的中低频蜂窝频谱
	增强5G网络	高速互联网连接，支持流媒体观影、视频通话、收听播客及远程办公等多元化需求

资料来源：SpaceX招股书，Success Knocks，Bridge-connect，《starlinkProgressReport_2025》，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

09 后续催化

我们认为连接业务的后续催化有：

➢ **供给突破：**

- **星舰成功发射及入轨（2026H2）：**2026年5月最近一次发射一级（超重助推器）未成功回收、二级（星舰）实现受控海上溅落，关注后续热防护系统工艺改良及发射频率；
- **下一代V3卫星发射（2026H2）：**V3下行容量为1Tbps，相较V2 Mini提升十倍，实现千兆宽带、突破高密度用户区密度瓶颈并大幅度降低运营成本；
- **星链移动卫星升级（2027）：**目前移动卫星仅支持窄带文本短信等，下一代预计可以实现5G级别的高速语音与数据传输。

➢ **应用拓展：**

- **星链消费者宽带：**关注硬件端促销、亚非拉新兴市场需求带动消费者宽带业务持续扩张；
- **政府宽带：2026年，星盾先后收获太空军23、42亿美元合同，用来搭建太空数据网骨干网及空中威胁跟踪星座，**星盾在军事领域的应用值得期待；
- **星链移动：**供应商合作超预期、用户实现持续激活推广等。

资料来源：CNN， Payload，Ring Watchers，Space News，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

04

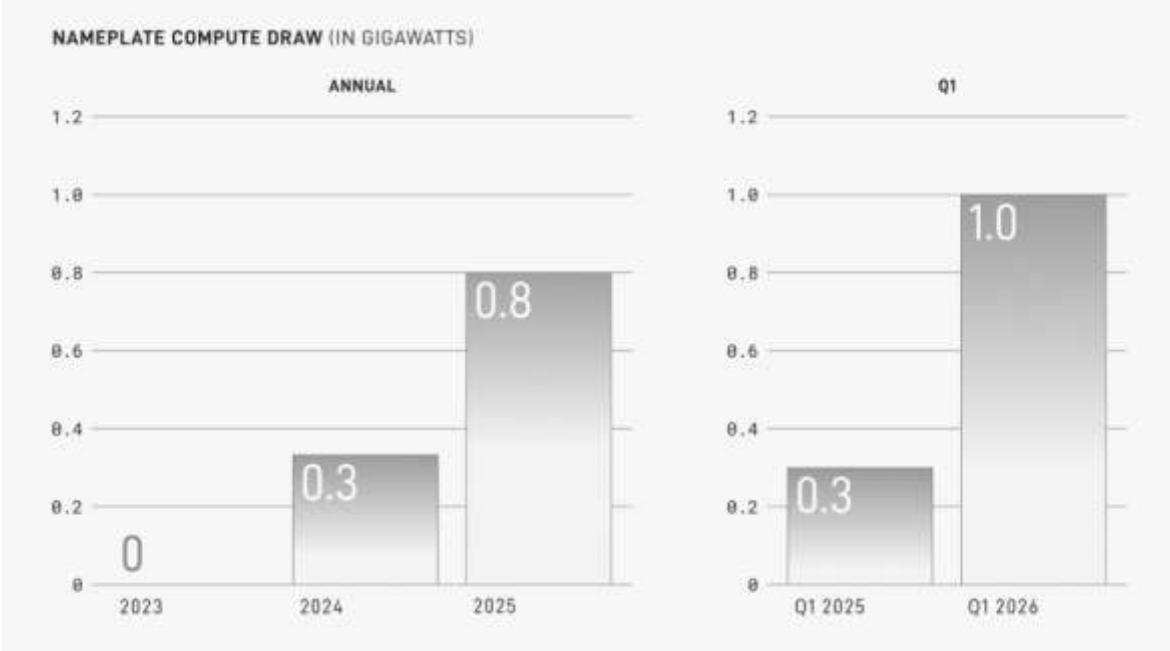
AI：快速建设数据中心

下载日志已记录，仅供内部参考

01 AI业务：覆盖算力、大模型、X业务

- **目前公司在人工智能上的布局系2026年2月收购xAI取得，涵盖人工智能算力、Grok大模型及X业务。**
- **人工智能算力：人工智能算力设施COLOSSUS和COLOSSUSII合计提供约1.0吉瓦的计算能力。**在122天内实现首个COLOSSUS集群上线，COLOSSUSII的首个集群实现上线仅耗时91天。行业内建设一座100兆瓦数据中心并使其上线，所需的基准周期约为两年。2026年5月，公司就访问COLOSSUS及COLOSSUSII的计算容量与Anthropic签订了云服务协议。客户预计在2026年5月至2029年5月期间每月向公司支付12.5亿美元。任何一方均可在提前90天通知的情况下终止该等协议。

2023-2025，25/26Q1算力规模（GW）



算力集群建设情况

项目	服务器/配置	算力规模	建设时间
COLOSSUS首个集群	约100,000个H100	约130兆瓦	122天
COLOSSUSII首个集群	约110,000个GB200	约210兆瓦	91天
COLOSSUSII第二个集群	约110,000个GB300	约220兆瓦	64天
COLOSSUSII续扩建规划	至少新增220,000个GB300	新增超400兆瓦	后续阶段

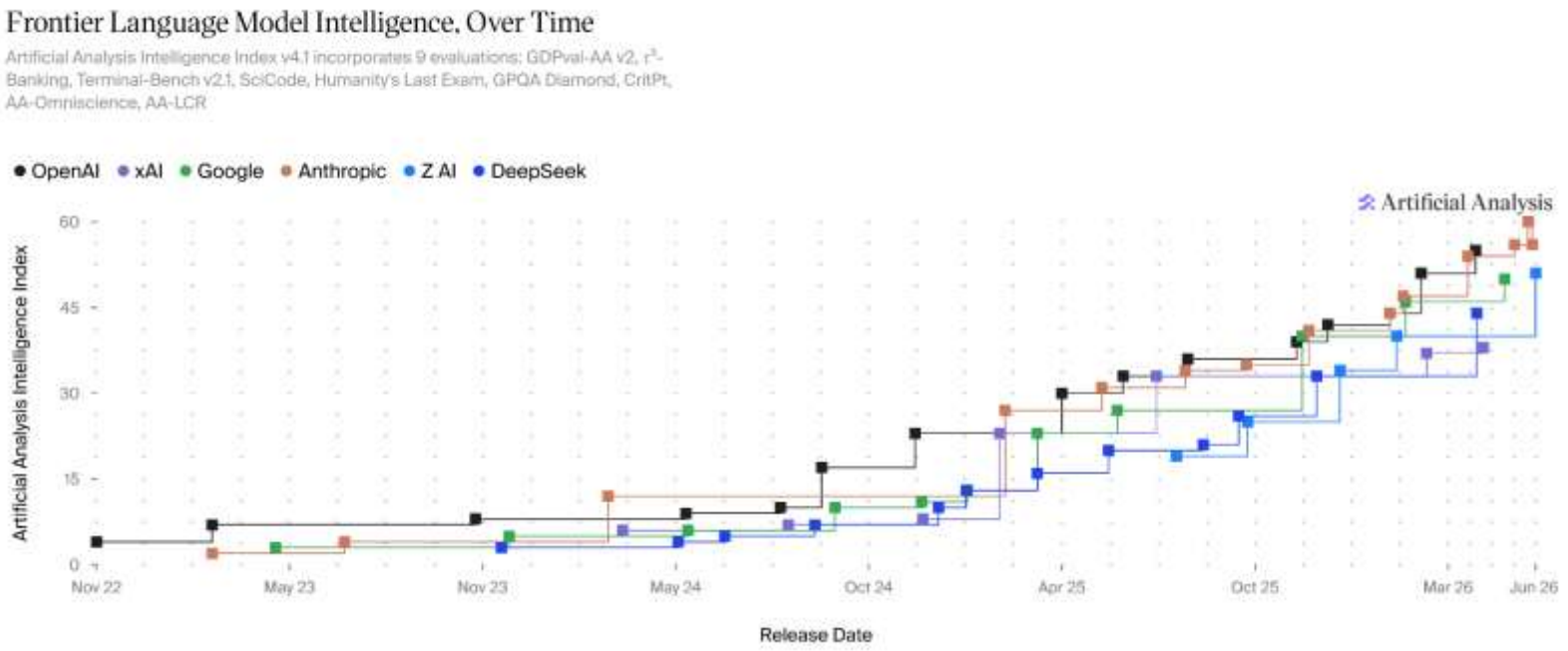
资料来源： SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

02 AI：大模型Grok智能水平持续提升

- **Grok模型：Grok是xAI公司于2023年11月推出的人工智能聊天机器人。**公司消费级产品由Grok提供支持，包括Grok语言和编程模型、Grok图像和视频生成模型以及Grokipedia。提供三种不同层级的订阅服务——基础版、SuperGrok、SuperGrokHeavy和SuperGrokLite，均按月或按年计费。
- **X：X是一个实时信息、娱乐和言论自由平台，作为公司人工智能生态系统的基础分发和数据引擎。**原生集成Grok前沿模型，提供XPremium高级服务订阅选项；同时，为广告商提供了一套功能强大的工具集，帮助其有效触达高活跃度的受众群体。

主流头部大模型智能水平打分（22.11至今）



资料来源： SpaceX招股书，Grok官网，Artificial Intelligence，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

05 轨道算力：散热为工程关键

下载日志已记录，仅供内部参考

01 轨道AI计算：远期计划年部署100GW算力

- **太阳能作为太阳系约99.8%的能量来源，是突破地面电力瓶颈的唯一可扩展方案。公司目标在2030年前部署首批模块化轨道AI计算卫星。远期计划每年在太阳能卫星上部署100吉瓦（GW）的AI计算容量。**
- **实现该目标依赖三大要素：**有效载荷：星舰V3设计为完全可重复使用，单次可运送100公吨载荷，未来升级型号（如V4）运力有望提升至200公吨；卫星容量：针对太空环境优化的太阳能电池将快速量产，初期单星提供100千瓦（kW）计算能力，并逐步大规模；发射频率：预计每年可实现数千次发射。基于上述路径，公司预计每年可向轨道输送约100万公吨载荷，支撑100GW的AI算力部署。
- **此外，公司计划通过Terafab深化与特斯拉、英特尔的战略合作，自主设计制造芯片。**

	保守	中性	乐观
星舰有效载荷（吨）	100	150	200
卫星质量（吨）	2	2	2
卫星承载数量	50	75	100
发射次数（年度）	1000	5000	8000
年入轨质量（万吨）	10	75	160
卫星容量（kW）	100	100	120
入轨算力(GW)	5	38	96

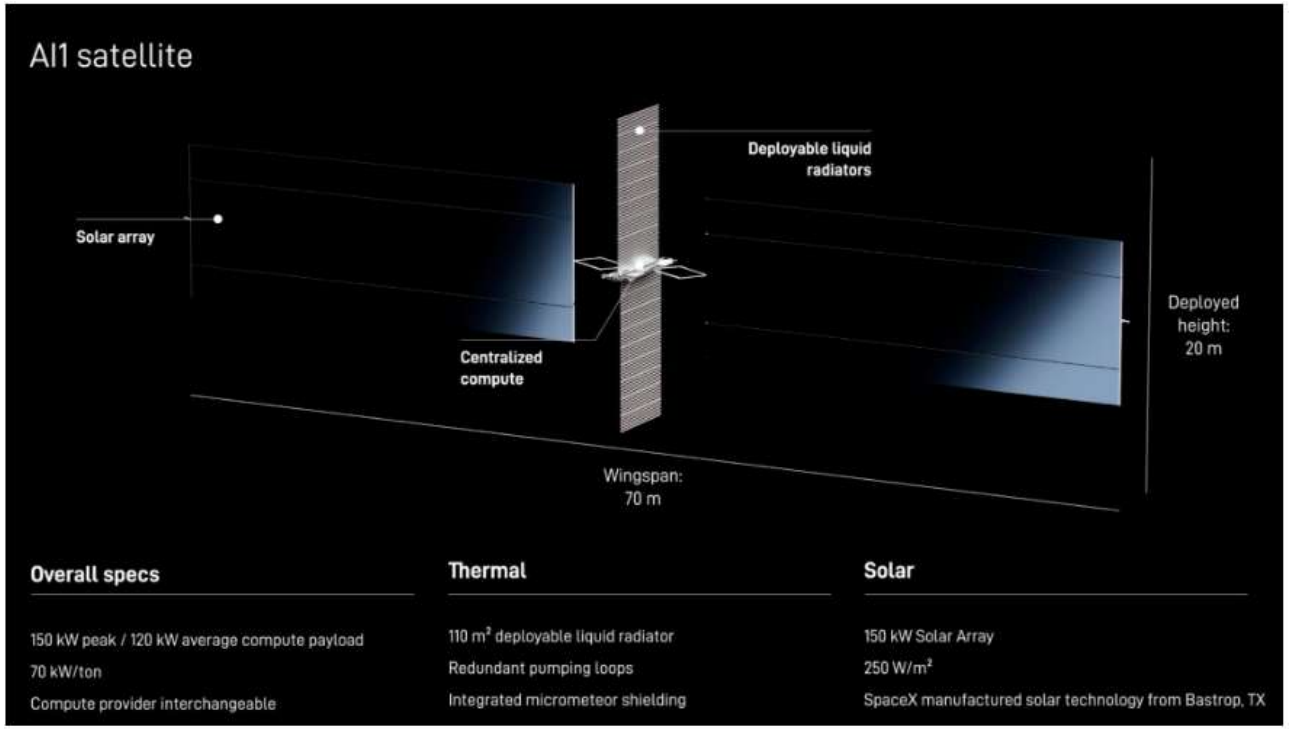
资料来源：SpaceX招股书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

02 算力卫星：150kW峰值功率和70m太阳能板翼展

- **2026年6月8日，马斯克首次对外系统披露AI1轨道AI卫星设计方案。**AI1卫星配备翼展70米的巨型太阳能电池板，平均计算负载可达120千瓦，峰值达150千瓦，与地面数据中心使用的英伟达GB300机柜功耗相当。卫星将运行在约600公里轨道，太阳能阵列发电密度为每平方米250瓦，并需配备110平方米的可部署液体散热面板。卫星之间可通过激光链路互连，也可连接至星链星座。

AI数据中心卫星“AI1”：150kW峰值功率和70m太阳能板翼展



太空算力典型架构与AI1卫星参数

架构层级	说明	AI1参数
能源系统	太阳能阵列	• 150kW太阳能阵列 • 250W/m²效率
计算系统	AI芯片/算力载荷	• 150kW峰值计算载荷 • 120kW平均计算载荷 • 70kW/吨功率密度
热管理	液体回路及可展开辐射器	• 110m²可展开液体辐射器 • 1400W/m²双面辐射热流密度 • 冗余泵循环管路
网络层	星间链路及地面回传	
运维层	发射、在轨调度、容错和退役	

资料来源：SpaceX招股书，Trading Key，Starship SpaceX，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

03 【太空光伏】AI驱动产业星辰大海，光伏设备+材料将受益

1、【太空光伏】未来的成长空间多大？——SpaceX、蓝色起源、谷歌等巨头纷纷布局，远期有望达百GW级水平

1 **布局厂家：SpaceX 正在美国打造100GW级光伏产能，预计3–4年完成。**蓝色起源、谷歌、中日欧等龙头厂家开始纷纷布局。

2 **成长空间：**在海内外卫星持续扩容背景下，预计**远期规划有望达接近百GW级水平。**其中**卫星电源系统占比卫星成本的22%，占据重要地位。**

2、【光伏设备】市场空间、竞争格局如何演绎？——有望千亿级市场空间打开，龙头有望优先受益

1 **太空光伏的技术路径选择？**预计短期砷化镓（除了贵都好）、中期P型HJT（具性价比+薄片化）、远期钙钛矿叠层（终极解决方案）。

2 **市场空间：**我们对马斯克地面+太空合计扩产200GW计划进行空间测算。**预计未来有望累计为光伏设备累计带来千亿级市场空间。**且我们预计北美订单盈利能力将高于常规订单。

3 **竞争格局：**预计行业有望延续此前格局较为集中的发展趋势，大部分龙头厂家有望优先受益。

3、投资建议：重点受益太空光伏的光伏设备+光伏主产业链龙头公司

1 **光伏设备：**重点关注迈为股份、奥特维、京山轻机、捷佳伟创、高测股份、晶盛机电、金辰股份、连城数控、帝尔激光、拉普拉斯、宇晶股份、双良节能等。

2 **光伏主产业链：**重点关注晶科能源、苏州固锝、亚玛顿、钧达股份、东方日升、弘元绿能、天合光能、协鑫科技、通威股份、晶澳科技、金刚光伏、上海港湾、明阳智能、中来股份等。

4、风险提示：太空光伏产业化不及预期、光伏“反内卷”不及预期。

下载日志已记录，仅供内部参考

04 【太空光伏】会是什么样？以Starcloud太空算力布局为例

核心理念与战略方向：

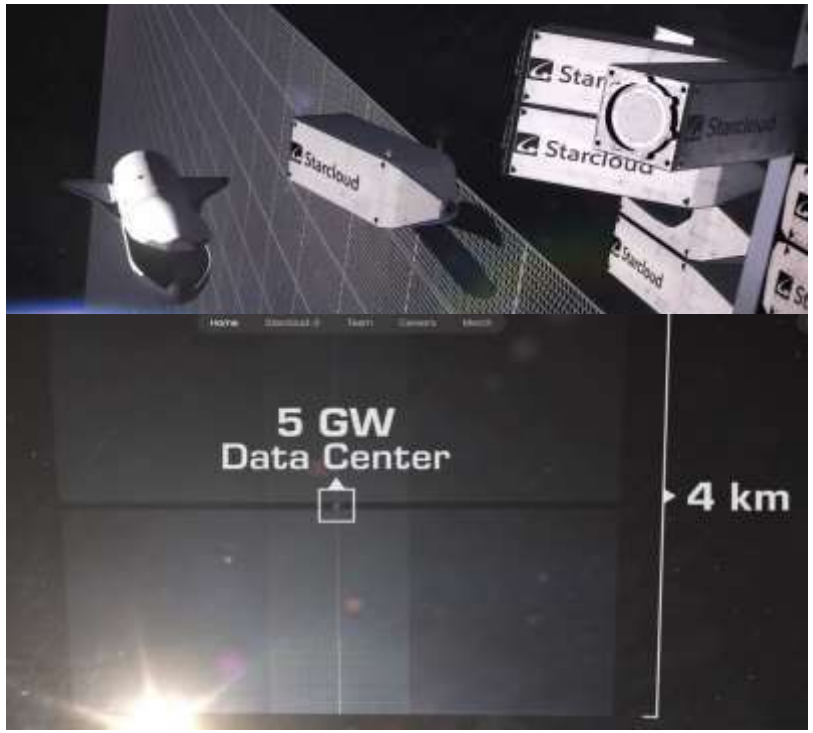
Starcloud将数据中心推向太空，通过**太阳能供电**与**在轨辐射散热优势**，实现高性能算力在空间的运行：

1) 在轨部署数据中心节点，利用航天级太阳能电池持续供电

2) 依托太空极端热环境实现高效散热

3) 通过光通信链路构建在轨算力网络，实现全球数据快速连接

4) 为AI、边缘计算、卫星数据处理等提供近时延算力能力



资料来源：Starcloud官网，Starcloud白皮书，浙商证券研究所

短期部署计划：

1) 计划发射Starcloud-2系列原型卫星

2) 每颗卫星集成算力节点与热控系统

3) 采用太阳能供电与高能效热管理

4) 与轨道光链路系统对接，实现快速数据传输

远期发展规划：

逐步形成多节点在轨算力网络

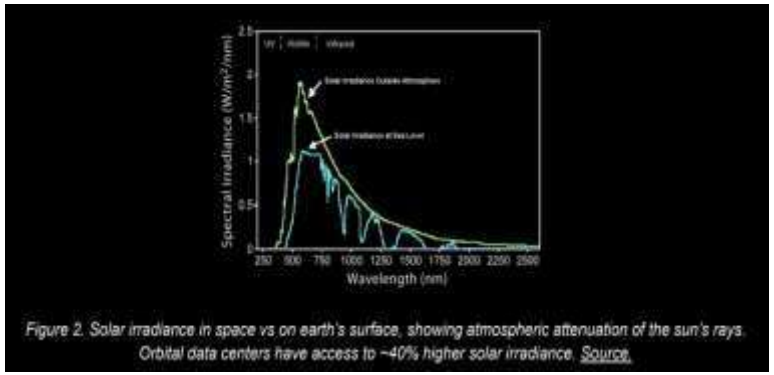
1) 多颗数据中心卫星协同工作

2) 动态算力调度与边缘计算服务

扩展至GW级别的空间算力集群

1) 运载能力提升后可部署更大规模节点

2) 面向全球AI算力峰值负载提供分布式支持



资料来源：Starcloud白皮书—《WhyWeShouldTrainAIinSpace》，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

05 【太空光伏】可行性如何？理论成本具备较大优势

- 由于昼夜循环的缘故，地球上不可能实现超过50%的容量系数。相比之下，太空光伏阵列的容量系数则超过95%，不存在昼夜循环、面板最佳朝向垂直于太阳光线以及受季节或天气影响等问题。
- 据Starcloud白皮书，**在太空部署40MW数据中心（10年运行）总成本约820万美元，相比地面数据中心的1.67亿美元，降低95%。**

成本项	地面数据中心	太空数据中心
能源	1.4亿美元 (电价0.04美元/千瓦时)	200万美元 (太阳能阵列成本)
发射费用	-	500万美元 (计算模块、太阳能设备及散热器单次射)
冷却	700万美元 (占总能耗的5%)	利用太空更大温差的高效冷却架构
用水量	1.7万吨 (按0.5升/千瓦时计算)	-
外壳	成本大致相当	成本大致相当
备用电源	2000万美元(商用设备定价)	-
其他所有数据中心硬件	成本大致相当	成本大致相当
辐射屏蔽	-	120万美元 (每千瓦计算设备配1公斤辐射屏蔽材料发射成本30美元/公斤)
成本合计	1.67亿美元	820万美元

资料来源：Starcloud白皮书，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

06 【太空光伏】价值量如何？电源系统在卫星中占据重要地位

卫星成本占比拆分

卫星成本结构：平台、载荷各占50%（一般情况）；规模批量后，平台成本将被分摊，占比可降至30%至20%。

1)卫星载荷：价值量核心包括——天线系统（占比75%），天线系统中50%价值量为T/R组件。

2)卫星平台：主要分为热控、测控、星务、结构、电源、姿控这六个系统，其中姿控成本最高（占比40%）。

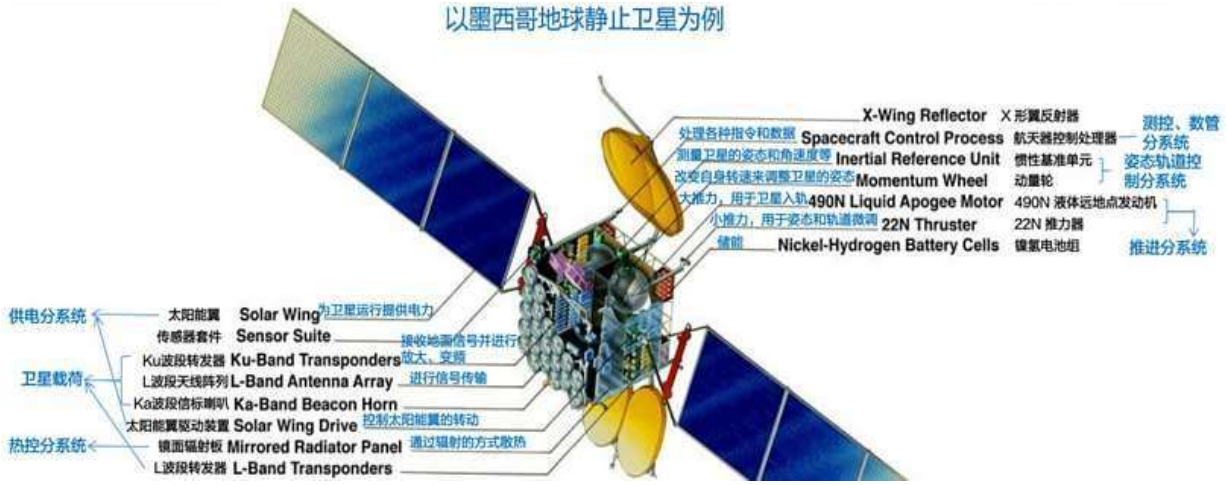
其中：电源系统成本拆分

在卫星平台中：卫星电源系统占比约**22%**（仅次于姿控系统），直接影响卫星的服役寿命和任务能力。**主要由以下单元构成：**

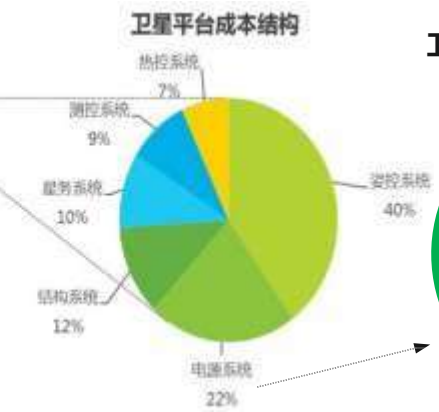
1)发电单元（60%成本占比）：包括太阳翼、变换器、配电器等，提供卫星所需的电力。

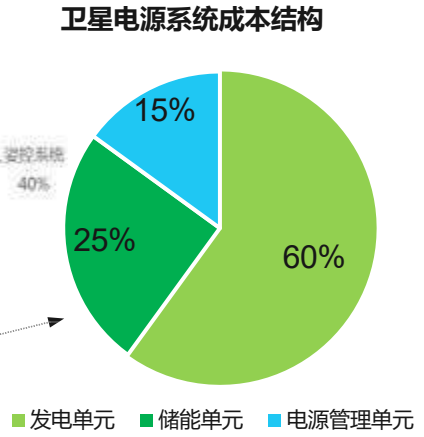
2)储能单元（25%成本占比）：蓄电池用于为卫星提供持续电力，确保卫星在阴影期正常运行。

3)电源管理单元（15%成本占比）：负责管理与分配电力，确保电力稳定、可靠并安全分配到各个系统。









数据来源：《SatellitesfortheBenefitofMexicanPeople:Past,PresentandFuture》(JoseAlbertoRamirez-Aguilaretal.)、中国空间技术研究院、中国大百科全书、中国航天科技集团官网，浙商证券研究所

数据来源：艾瑞研究院，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

07 【太空光伏】产业化如何展望？SpaceX预计未来3-4年100GW

- 人工智能时代，电力需求将呈倍数增长。太空光伏核心价值在于突破地面光伏的间歇性、能量密度与空间约束瓶颈，通过光伏组件（太阳翼）为航天器提供持续、稳定、高密度的清洁能源。
- **ElonMusk表示：SpaceX与Tesla两个团队正在美国本土推进太阳能制造能力建设，目标做到每年最高约100GW级光伏产能，预计需要约3–4年完成这一规模跃迁。“能源供给”将会成为AI/数据中心扩张的关键约束之一，因此需要超大规模的光伏制造来匹配未来AI用电增长。**



资料来源：WorldEconomicForum/publicinterviewclip;pvmagazineUSA;Reuters，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

08【太空竞赛】全球多家龙头已加速布局，拥有火箭+算力是核心

公司名称	核心布局	未来规划
SpaceX	推进“银河之心”计划，整合星舰发射、光伏供电、太空算力网络	2030年实现每年新增100GW太空AI计算能力，2040年构建覆盖全球的太空光伏电网
StarCloud	发射光伏供电的算力卫星，搭建轨道数据中心，聚焦太空边缘计算	2030年完成40MW太空数据中心部署，实现规模化商业运营
蓝色起源	依托火箭发射能力，研发太空光伏配套组件，布局月球能源补给基地	2026年推进月球着陆任务，远期建成月球光伏能源补给基础设施
谷歌	推进“太阳捕捉者”计划，计划用太空光伏为全球数据中心供能	2027年初发射原型卫星测试，远期搭建太空光伏供电的全球算力网络
中国“逐日工程”	国家空间太阳能电站项目，完成地面全链路系统验证，推进后续高空在轨验证	2030年建设兆瓦级小型空间太阳能试验电站，2050年具备吉瓦级商业能力
欧洲空间局（ESA）	实施SOLARIS计划，聚焦太空光伏核心技术验证	2030年前后进行在轨演示，2040年前建成首个地球同步轨道运行站
日本JAXA	联合企业研发高效光伏电池，推进太空光伏技术落地	2030年左右实现小型商业级太空光伏系统示范应用

资料来源：各公司新闻，浙商证券研究所整理

下载日志已记录，仅供内部参考

09 【太空光伏】空间测算：远期有望达百GW水平

- 在海外卫星（Starlink/Kuiper/OneWeb/IRIS²等）持续扩容+国内卫星网络申报规模抬升背景下，卫星太阳翼带来的空间级光伏需求有望**持续抬升，在远期规划上限情景下接近百GW级水平。**

时间节点/指标	前期 2026-2030年	中期 2030-2035年	远期 2036-2040年
中国向ITU提交的卫星网络申报（颗）	8,600	13,000	203,000
SpaceXStarlink（FCC批复上限，颗）	7,500	7,500	1,000,000
AmazonKuiper（FCC批复，颗）	3,236	0	0
EutelsatOneWeb（IN-SPACe授权，颗）	648	0	0
EUIRIS²（欧委会披露，颗）	290	0	0
TelesatLightspeed（公司披露，颗）	198	0	0
合计规划星数（颗）	20,472	20,500	1,203,000
单星太阳翼面积（㎡）	250	500	1000
对应光伏装机需求（GW）	**0.87**	**1.74**	**205**

数据来源：ITUSpaceServices（卫星网络申报检索）；FCC（StarlinkGen2批复；KuiperFCC20-102批复及里程碑要求）；IN-SPACe（OneWebInia授权文件）；欧盟委员会（IRIS²披露）；Telesat官网（Lightspeed披露）；浙商证券研究所测算

下载日志已记录，仅供内部参考

10 【太空光伏】制造产业链：国内各光伏龙头已开始加速布局

公司名称	太空光伏领域布局
隆基绿能	2022年成立国内首个企业级"未来能源太空实验室"；HPBC电池搭载神舟十五号完成半年太空验证；晶硅-钙钛矿叠层电池效率34.85%、比功率23W/g；完成55米微波无线输电实验；深度参与"逐日工程"；2026年推进低轨卫星在轨示范应用
天合光能	晶体硅、钙钛矿叠层、III-V族砷化镓三大技术路线完整布局；与国内外航天机构合作；砷化镓产品应用于中国星网等卫星；推进钙钛矿量产化，布局太空光伏星际算力市场
晶科能源	与晶泰科技共建全球首个AI全闭环钙钛矿-晶硅叠层实验线；提出"SolarAllUniverse"战略；探索太空发电-无线传输-地面接收全链条方案
钧达股份	以战略股东身份投资尚翼光电（中科院上海光机所背景）；共同推进钙钛矿-晶硅叠层电池（效率33.53%）
东方日升	布局HJT+钙钛矿叠层电池；完成太空组件地面极端环境测试；探索柔性组件在卫星应用
乾照光电	国内砷化镓龙头（市占约50%）；高端星载与无人机主力供应商；为多颗通信卫星提供电池组件
协鑫科技	专注钙钛矿叠层电池与轻量化结构设计；提升组件比功率；与晶科、天合等形成技术联盟；优化抗辐照性能
晶澳科技	研发高效PERC/PERT晶硅电池；完成地面极端温度测试（-180℃至150℃）；探索空间站应用

资料来源：各公司公告、新闻等，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

11 【光伏设备】行业驱动力：地面成长有限，太空打开成长空间

核心3大驱动力

下游需求（地面+太空）

技术迭代（存量更新）

平台化布局（泛半导体）

	过去几年（2019-2025）	未来（2026-2030）
下游需求（地面+太空）	**114GW——653GW（CAGR=34%）**	**地面光伏（海外自主可控） 太空光伏（AIDC需求）**
硅料环节	1、颗粒硅	1、持续降本
硅片环节	1、大尺寸 2、单晶	1 超导磁场 2 CCZ
电池环节	1、大尺寸 2、HJT/TOPCon/xBC	1 P型HJT 2 钙钛矿叠层 3 电镀铜
组件环节	1、大尺寸 2、多主栅 3、多分片	1、0BB 2 多分片 3 太阳翼

半导体/碳化硅/蓝宝石/显示面板/金刚石等
（有相似性，但应用场景不同导致对设备的要求、工艺匹配、难度完全不同）

数据来源：CPIA、中国能源报,浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

12 太空光伏发电面对的挑战：高辐射，高真空，高温差

太空光伏面对的挑战

1）辐射损伤：入射粒子撞击导致晶格排布位移，产生晶格点缺陷。

电子辐射：高能电子导致载流子的非理想复合，**降低转换效率。**

质子辐射：造成晶格损伤，**影响电池的稳定性和功率输出。**

重离子辐射：导致较大区域的电池损伤，**降低电池的长效稳定性。**

2）真空环境：辐射引起金属电流过载使金属连接点腐蚀或短路，影响性能和寿命。紫外线辐射导致电池封装玻璃变暗，光透射率降低。

3）极端温差：太空存在剧烈温差（高温+150~180℃、低温-180℃以下），会加速电池材料热应力与老化，降低电学性能和功率输出。

挑战应对的策略

1）辐射抗性材料：

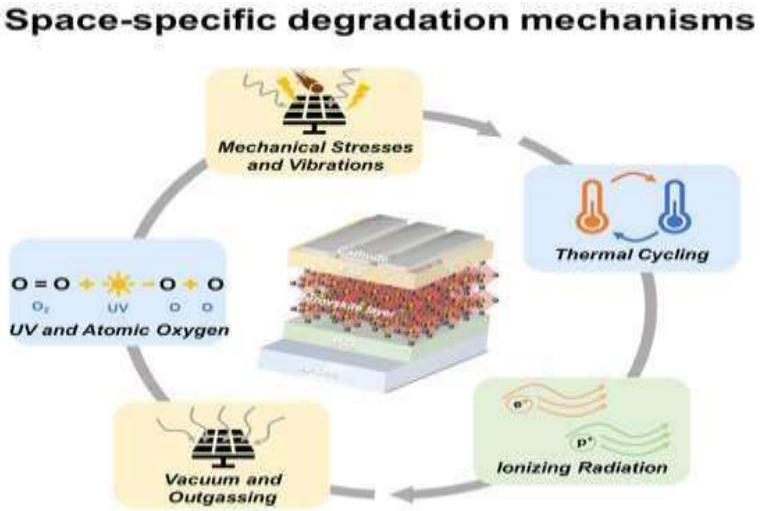
材料路线: II-V多结(GaAs)仍为主流;晶硅HJT/IBC强化辐射后效率保持;钙钛矿/叠层处验证导入期。

结构工艺: 优化结结构/掺杂与钝化，降低辐射缺陷复合;改进栅线互连，提升辐射后电流收集。

屏蔽防护: 采用盖板玻璃/涂层及局部屏蔽，降低电子/质子等效剂量与UV协同损伤。

2)电池结构优化：采用更高效的电池排列方式（例如串并联方式优化、薄膜技术提升效率）来应对温度波动和辐射损伤。

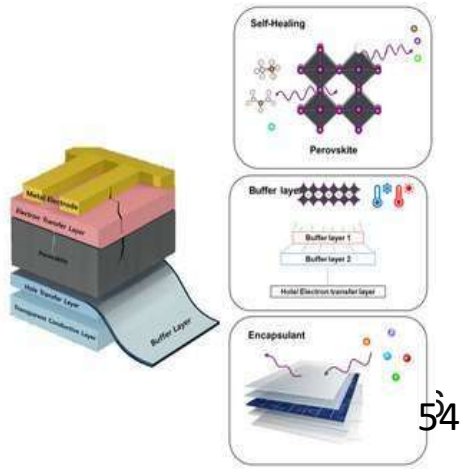
3)温控系统提升：搭配先进的热控系统，确保光伏电池在极端温差下的正常运行，从而延长其使用寿命并提高能效。



图：空间环境对太阳能电池退化机制示意



图：空间兼容型钙钛矿太阳能电池结构示意图



数据来源：YunD.等(2025)，《DevelopmentofHigh-EfficiencyandHigh-StabilityPerovskiteSolarCellswithSpaceEnvironmentalResistance》，*Energies*18(13):3378.浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

13 【太空光伏】技术选型：砷化镓、P型HJT、HJT+钙钛矿叠层

1 **砷化镓（短期**2024-2027年）：转换效率高、抗辐射性能强，能够承受太空极端环境，已在太空卫星成熟应用。但成本不低、且“锗”在地球上的储量极其有限，如应对大规模太空能源部署，产业链积极寻找更具性价比的替代技术路线。

2 **P型HJT电池（中期**2026-2030年）：**抗辐射能力强——**在高能粒子辐射下，硅材料会产生缺陷。相比N型电池，这些缺陷在P型硅中对电子的捕获能力较弱，因此对少子寿命的影响较小。**更具薄片化——**适配卷迭式太阳翼结构（柔性太阳翼），提升卫星内部空间利用率。HJT结构电池双面全钝化的对称结构，采用低温工艺，在薄片化适配度上有明显优势。

3 **HJT+钙钛矿叠层电池（远期2030年后）：**在实验室中实现媲美甚至超越砷化镓的转换效率，更具备轻量化、柔性化以及较好的抗辐照性能，十分适合航天应用场景。若能在长期稳定性和大批量制备工艺上取得突破，将是未来。

太空光伏技术发展路线

技术路线	核心优势	核心劣势	当前应用场景	未来定位
三结砷化镓电池	转化效率高（30%+）、抗辐照/耐温差性能优异	成本极高（1000-2000元/瓦）、原材料稀缺	高价值通讯卫星、深空探测（如NASA探测器）	短期（2024-2027年）主导，长期逐步被替代
晶硅电池（P型HJT为主）	技术成熟、成本低（地面晶硅组件0.7元/瓦，太空用数十元/瓦）、有在轨验证历史	转化效率低（低于25%）、抗辐照性能较弱	低轨短期任务卫星、对成本敏感的星座项目	中期（2026-2030年）过渡，补充砷化镓场景
晶硅/钙钛矿叠层电池	效率高（钧达股份小面积叠层电池效率突破33.53%）、成本低（百吉瓦级产能成本或低于0.6元/瓦）、抗辐照性能均衡	太空环境稳定性需长期验证（寿命目标10年+）	样品测试阶段，适配低轨星座、太空数据中心	长期（2030年后）主流，全面替代砷化镓

资料来源：Win产业链智库，浙商证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

14 【市场空间】马斯克地面+太空合计扩200GW，千亿空间打开

- 我们对马斯克地面+太空合计扩产200GW的计划进行市场空间的敏感型分析测算
- **预计未来几年，有望为光伏设备**（4大环节设备合计）**累计带来【千亿级】市场空间**（按照均值设备价值量假设）**，且我们预计北美订单盈利能力将高于常规订单，对相关公司业绩增厚有望更加明显。**

表：【太空光伏设备】远期市场空间有望累计达1000亿元

		扩产量假设（GW）				
		10	40	60	100	200
	价值量假设（亿元/GW）	市场空间（亿元）				
硅料设备	0.2	2	8	12	20	40
硅片设备	1.5	15	60	90	150	300
	2	20	80	120	200	400
电池设备（TOPCon、HJT）	1.5	15	60	90	150	300
	2	20	80	120	200	400
	4	40	160	240	400	800
组件设备	0.6	6	24	36	60	120
	1	10	40	60	100	200
	1.3	13	52	78	130	260

资料来源：浙商证券研究所测算（根据光伏行业各公司公告的单GW投资额预计）

下载日志已记录，仅供内部参考

15 【光伏设备】竞争格局：份额集中，龙头市占率通常超50%

- **参考光伏设备行业历史：**竞争格局相对集中，龙一市占率60%+、龙二市占率20%+、龙三市占率10%左右。
- **我们预计【太空光伏】行业有望延续格局集中的趋势，大部分龙头厂家有望优先受益。**

表：参考光伏设备行业历史：竞争格局相对集中

	核心设备	龙一（份额）	龙二、龙三（份额）
硅料设备	还原炉	**双良节能（60%-70%）**	东方电热（20%-30%）
硅片设备	单晶炉	**晶盛机电（约70%）**	连城数控（20%）
	机加工、切片机	**高测股份（50%-60%）**	连城数控（20%）、弘元绿能、宇晶股份
电池设备	PERC、TOPCon设备	**捷佳伟创（50%-60%）**	拉普拉斯、北方华创、微导等
	HJT设备	**迈为股份（60%-70%）**	捷佳伟创、理想、钧石、金辰股份
	激光设备	**帝尔激光（70%-80%）**	海目星、大族激光、迈为股份、英诺激光
组件设备	串焊机	**奥特维（70%+）**	小牛、先导（分别10%-20%）
	层压机、流水线	**京山轻机（50%-60%）**	金辰股份（30%-40%）

资料来源：Wind（双良、晶盛、高测、捷佳、迈为、帝尔、奥特维、京山轻机公司公告），浙商证券研究所整理

下载日志已记录，仅供内部参考

重点标的盈利预测与估值：卫星

2026/7/8				EPS/元				PE				2025年	
公司	代码	股价（元）	总市值（亿元）	2025A	2026E	2027E	2028E	2025A	2026E	2027E	2028E	PB	ROE（%）
国博电子	688375.SH	93.3	556.3	0.9	1.0	1.4	1.7	110	89	69	54	9.0	7.8
复旦微电	688385.SH	68.7	565.9	0.3	1.1	1.5	2.0	245	63	46	34	9.1	3.8
电科蓝天	688818.SH	66.0	1,146.5	0.2	0.3	0.5	0.7	316	220	139	101	21.0	8.5
信科移动-U	688387.SH	18.1	617.8	-0.1	0.0	0.1	0.1			287	126	10.5	
中国卫星	600118.SH	77.9	921.5	0.0	0.1	0.1	0.2					14.6	0.6
迈为股份	300751.SZ	255.1	711.6	2.6	3.4	4.8	6.4	99	75	53	40	9.2	9.1
海格通信	002465.SZ	12.1	299.8	-0.3	0.1	0.3	0.3		115	45	39	2.7	
上海港湾	605598.SH	32.6	79.3	0.3	0.5	0.6	0.6	121	68	53	54	4.7	3.8
隆盛科技	300680.SZ	23.5	69.1	1.1	1.0	1.2	1.4	22	23	20	17	3.4	11.9
震有科技	688418.SH	45.1	86.8	-0.3	0.5	1.0	2.0		89	45	23	10.6	
盟升电子	688311.SH	28.4	49.7	-0.1	0.4	0.8	1.1		75	37	25	2.8	
行业平均								152	91	80	51	8.9	6.5

资料来源：Wind，浙商证券研究所整理（各家预测数据均为Wind一致预期）

下载日志已记录，仅供内部参考

重点标的盈利预测与估值：火箭

2026/7/8				EPS/元				PE				2025年	
公司	代码	股价（元）	总市值（亿元）	2025A	2026E	2027E	2028E	2025A	2026E	2027E	2028E	PB	ROE（%）
浙江荣泰	603119.SH	60.3	285.3	0.8	0.8	1.2	1.7	78	73	52	36	14.1	13.7
杭氧股份	002430.SZ	25.2	246.9	1.0	1.2	1.5	1.5	26	22	17	16	2.5	9.6
斯瑞新材	688102.SH	38.3	299.1	0.2	0.3	0.3	0.5	191	146	112	85	15.1	7.6
航天动力	600343.SH	23.7	151.0	-0.3								11.9	
铂力特	688333.SH	90.0	246.9	0.8	1.1	1.4	1.9	119	84	62	47	5.0	4.1
国机精工	002046.SZ	61.5	329.9	0.5	0.6	0.8	0.9	126	104	81	70	7.8	6.0
航天工程	603698.SH	39.6	212.3	0.4	0.7	0.9	1.1	99	57	45	37	6.1	6.2
超捷股份	301005.SZ	96.2	180.9	0.1								23.3	2.1
豪能股份	603809.SH	8.9	81.5	0.3	0.5	0.6	0.7	28	19	16	13	2.2	7.6
中天火箭	003009.SZ	53.8	88.7	-0.7	0.2	0.5	0.6		286	108	84	4.4	
高华科技	688539.SH	28.8	53.6	0.3	0.4	0.5	0.7	90	67	54	43	3.1	3.4
行业平均								95	95	61	48	8.7	6.7

资料来源：Wind，浙商证券研究所整理（各家预测数据均为Wind一致预期）

下载日志已记录，仅供内部参考

行业评级与免责声明

行业的投资评级

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1、看好：行业指数相对于沪深300指数表现＋10%以上；

2、中性：行业指数相对于沪深300指数表现－10%～＋10%以上；

3、看淡：行业指数相对于沪深300指数表现－10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

下载日志已记录，仅供内部参考

行业评级与免责声明

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

下载日志已记录，仅供内部参考

联系方式

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：http://research.stocke.com.cn