

2025

中国商业航天行业发展研究报告

卫星星座织就天网，圈定人类文明的太空前哨

出品机构：甲子光年智库

研究团队：翟惠宇

发布时间：2025.08

目录

CONTENTS

Part 01 商业航天行业发展背景 P02

Part 02 商业航天行业发展现状 P12

Part 03 商业航天代表性厂商 P22

Part 04 行业发展趋势与挑战 P29

按市场规则配置资源要素，并以市场化机制以获取商业利润为首要目标的航天活动

- 商业航天是指**利用商业模式运营的航天活动**，旨在通过商业市场的方式开展航天技术和服务的研发、制造、发射和应用。
- 核心特点包括：市场规则、市场化机制、追求商业利润，高度依赖私营企业或合作企业推动，通过市场的作用整合、优化关键资源要素配置。
- 区别于过往航天产业的运作模式，政府主导的国家战略性、公益性、科研性的属性正在让位。

商业航天的关键元素

市场规则

- 强调航天活动遵循市场经济基本规律
- 市场竞争、供需关系、价格机制影响资源配置

市场化机制

- 融资、研发、生产、运营、管理均通过市场化手段
- 鼓励多元化投资主体参与

商业利润为首要目标

- 企业追求经济效益，实现发展可持续化
- 区别于传统政府主导的战略性、科研性、公益性航天活动

资源要素整合

- 通过市场高效整合技术、资金、人才等要素，并通过市场化的方式优化资源配置

中、美、欧：“商业航天”概念对比

	中国	美国	欧洲
政府角色	<ul style="list-style-type: none">政府引导+市场驱动政策力度大鼓励民营资本进入	<ul style="list-style-type: none">客户，通过采购服务刺激市场	<ul style="list-style-type: none">设定战略目标提供初始资金PPP模式与企业合作
政策目标	<ul style="list-style-type: none">经济发展新动能培育追赶国际先进水平，兼顾国家战略安全	<ul style="list-style-type: none">通过商业化降低成本提升效率维持全球领导地位	<ul style="list-style-type: none">战略自主服务欧洲公民与产业发展
市场化程度	<ul style="list-style-type: none">部分领域国家队主导色彩重市场化加速推进	<ul style="list-style-type: none">市场化程度最高	<ul style="list-style-type: none">特定领域有较强商业实体

市场潜力显现，政策逐渐松绑，企业追寻商业利益点

- 全球商业航天的发展大致可以分为**政府主导期**、**商业化起步期**、“**新航天**”**突破期**，政策逐渐松绑，越来越多的市场主体开始进入航天产业。
- 现代航天技术的快速发展源自冷战背景下的太空军备竞赛所驱动，服务国家防务和科技战略，商业色彩极为淡薄。随着航天技术逐步成熟，越来越多的应用场景开始向民用领域渗透，私营企业的机遇开始显现。
- 进入21世纪后，政策逐渐松绑，以SpaceX为代表的市场化私营航天企业开始崛起，以颠覆性的技术、极具性价比和创新性的商业模式、和极大的市场化资本投入，大力推动了航天技术的应用，航天产业的“商业”属性极大发展。

全球商业航天发展：从政府绝对主导到市场力量的逐步渗透

政府主导期 (1950s-1980s) :

航天事业的军碑竞赛和早期探索

- 1957年：苏联第一颗人造卫星Sputnik
- 1961年：加加林成为首位进入太空的人类
- 1969年：美国“阿波罗11号”实现人类的首次登月

主要由美苏两国在冷战背景下的太空竞赛驱动

以国家战略目标和科学探索为首要任务，商业色彩极为淡薄

政府是唯一的投资者、开发者和使用者

商业化起步期 (1980s-1990s) :

政策松绑开启，卫星通信等民间应用需求开始出现

- 1984年：美国《商业空间发射法案》签署，允许私营企业参与商业发射服务
- 1980s-1990s：Intelsat、Inmarsat等组织逐渐商业化
- 1990年：首款完全由私营企业开发的运载火箭Pegasus Rocket发射

航天技术逐步成熟，应用需求开始向民间渗透，私营企业开始探寻更创新、更灵活、更具性价比的火箭发射和卫星运营方式

“新航天”的浪潮 (2000s-至今) :

以SpaceX为代表的私营航天企业崛起，航天产业进入深刻变革期

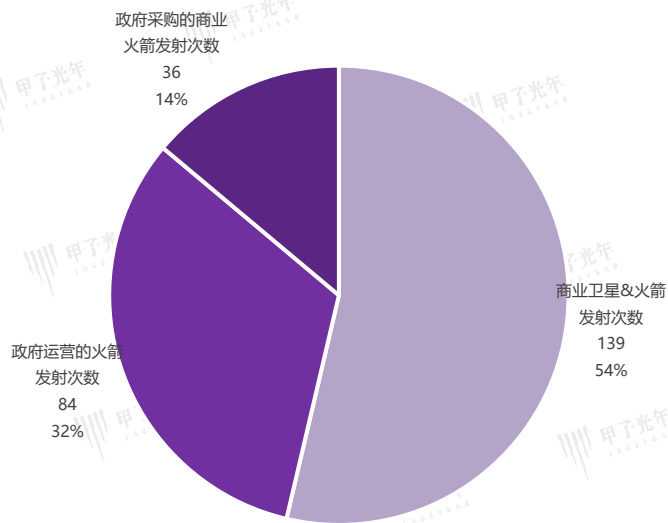
- 2002年：SpaceX成立
- 2008年：Falcon 1成功入轨
- 2015年：Falcon 9首次成功回收，可重复使用火箭技术取得重大突破
- 2019年：首批Starlink卫星入轨
- 2020年：Crew Dragon完成私营企业载人航天任务
- 2024年：Starship海上软着陆成功

私营航天企业以颠覆性技术、创新的商业模式和雄厚的私人资本投入极大地推动了商业航天的发展。

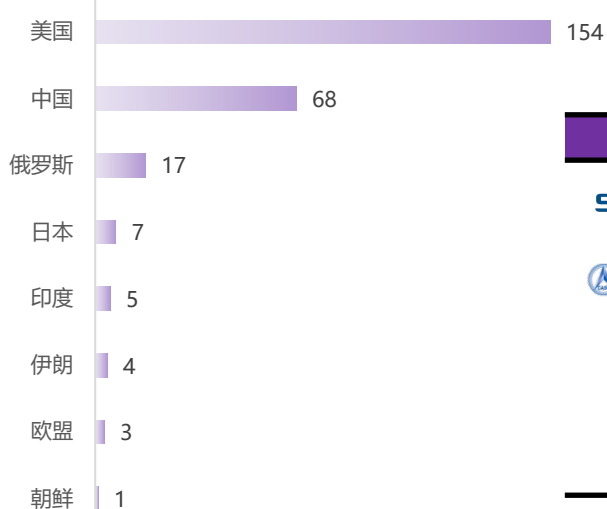
民营企业已经成为航天产业的重大力量，且比重越来越高





- 2024年全球共计259次轨道发射，2873枚航天器入轨。其中，完全商业火箭发射次数139次，由政府采购的商业火箭发射服务36次，近70%的火箭发射次数由民营企业提供。
- 从国别角度看，全球火箭发射市场高度集中在少数几个头部主体手中：SpaceX凭借“技术创新 + 商业模式 + 生态构建”的优势成功做到一家独大，中国航天力量加速跟上，传统航天强国稍显落后。

2024年全球航天活动火箭发射分类构成 (次, %)



2024年全球主要国家/企业轨道发射次数 (次)

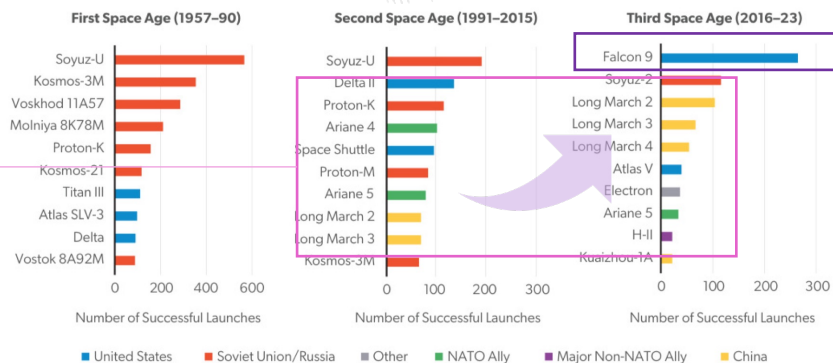


企业	发射次数
 SPACEX	134
 中国航天科技集团有限公司 China Aerospace Science and Technology Corporation	48
 ROSCOSMOS	17
 ROCKETLAB	14

SpaceX一枝独秀，国内企业奋力追赶

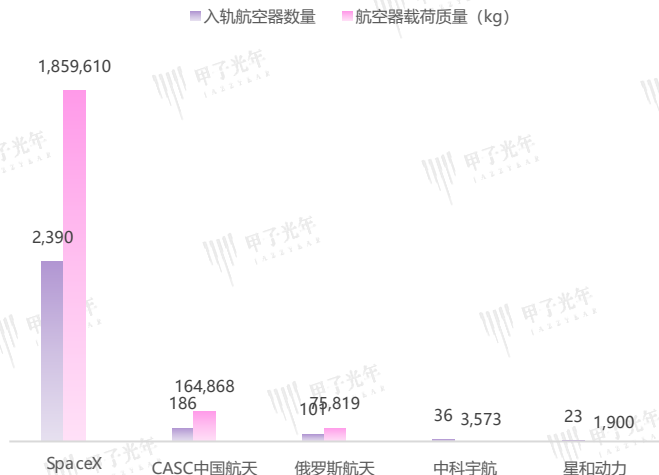
- SpaceX的Falcon 9火箭凭借极高的发射次数，远超其他对手。同时，其送入轨道的航空器数量众多，且载荷质量总和领先，在全球火箭发射领域优势显著，一枝独秀。
- 中国航天以坚实的技术底蕴稳步推进，在提升火箭性能、拓展应用场景等方面持续发力，积极缩小与国际领先者的差距。同时，中科宇航、星河动力、蓝箭航天等民营企业作为行业新锐，在火箭研发、发射服务等环节不断突破，奋力追赶前沿水平，成为中国商业航天发展的重要力量。

Space X Falcon 9一只独秀，带领全球商业航天开启新篇章



- Falcon 9火箭凭借大推力、可复用的特性，在2016年后承担了大量发射任务，是本轮商业航天行业发展的引领者
- 长征系列火箭快速追赶，我国是当前全球航天产业绝对的第二力量

2024年全球主要发射服务供应商航天器发射入轨对比



- 以2024年全球主要火箭发射服务商的业绩为观察窗口，SpaceX展现出显著优势，其成功发射入轨次数以及送入轨道的航天器载荷质量，在全球范围内一骑绝尘。
- 中国与俄罗斯则分别位列第二和第三。值得关注的是，国内民营火箭公司发展势头强劲，正全力以赴追赶与头部企业的差距。

国内航天商业化起步较晚，从政府主导向市场化、商业化加速转变

- “两弹一星”、载人航天、月球探测等航天工业成就均在国家主导下完成，几十年的发展建立了完整的航天工业体系和人才队伍，为后续的商业化发展奠定了坚实的技术与产业基础。
- 民营力量凭借技术创新和是市场资本的支持正在快速崛起，已经成为商业航天产业链上不可或缺的组成部分，但在核心技术、商业模式、成本控制等方面相比国际领先水平仍然有较大提升空间。

中国商业航天行业发展阶段及关键事件

产业链构建期 (2016-2020年)

- 政策支持：“十三五”规划将商业航天纳入新兴产业
- 企业涌现：民营商业航天公司批量成立，如蓝箭航天、星河动力、星际荣耀、长光卫星、银河航天等
- 产业链初步建设：卫星研制、火箭研制、地面设备、卫星应用等多个领域均有民营公司进入

加速发展期 (2020~)

- 卫星互联网被纳入“新基建”范畴，国家重要信息基础设施地位建立
- 中国星网成立
- 民营火箭与商业卫星发射取得显著进展，在火箭、卫星的关键技术上取得突破（如液体火箭发动机、可重复使用火箭技术、星座建设等）
- 千帆星座、GW星座等巨型低轨卫星星座进入批量发射期

航天工业建设期 (~2014)

- 国家主导下发展的航天工业
- 建立了完整的航天工业体系和人才队伍

商业航天萌芽期 (2014-2015年)

- 政策破冰：《关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2015-2025年）》等明确鼓励民营企业、民间资本参与商业卫星应用

政策仍然是塑造和推动中国商业航天产业发展的关键力量

时间	国家级政策文件/事件	核心内容	政策导向
2025	《政府工作报告》	“开展新技术新产品新场景大规模应用示范行动”，推动商业航天、低空经济、深海科技等新兴产业安全健康发展。	推动大规模示范应用
2024	《政府工作报告》首次明确提及“商业航天”	将商业航天定位为“新增长引擎”	经济战略核心与规模化发展
2024	工信部等七部门《关于推动未来产业创新发展的实施意见》	提出布局6G、卫星互联网等未来产业技术，推动技术创新与产业化应用	前沿技术突破与产业化
2023	中央经济工作会议	强调打造商业航天等“战略性新兴产业”，明确其作为经济增长新动能的战略地位	打造新增长引擎
2021	中国卫星网络集团有限公司成立	国家层面统筹规划卫星互联网建设，标志着卫星网络基础设施从分散布局转向集中化、规模化	统筹规划与体系化建设
2020	卫星互联网被纳入国家发改委“新基建”范畴	提升卫星互联网战略地位，明确其作为新型基础设施的核心角色，推动市场预期与资本投入	战略定位升级
2015	《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2015-2025年）》	为民营企业进入商业航天领域提供系统性政策框架，被称为“中国商业航天元年”的政策基石	规范有序发展
2014	《国务院关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》	首次明确鼓励民间资本参与国家民用空间基础设施建设，打破国企垄断，开启商业航天政策破冰	鼓励参与

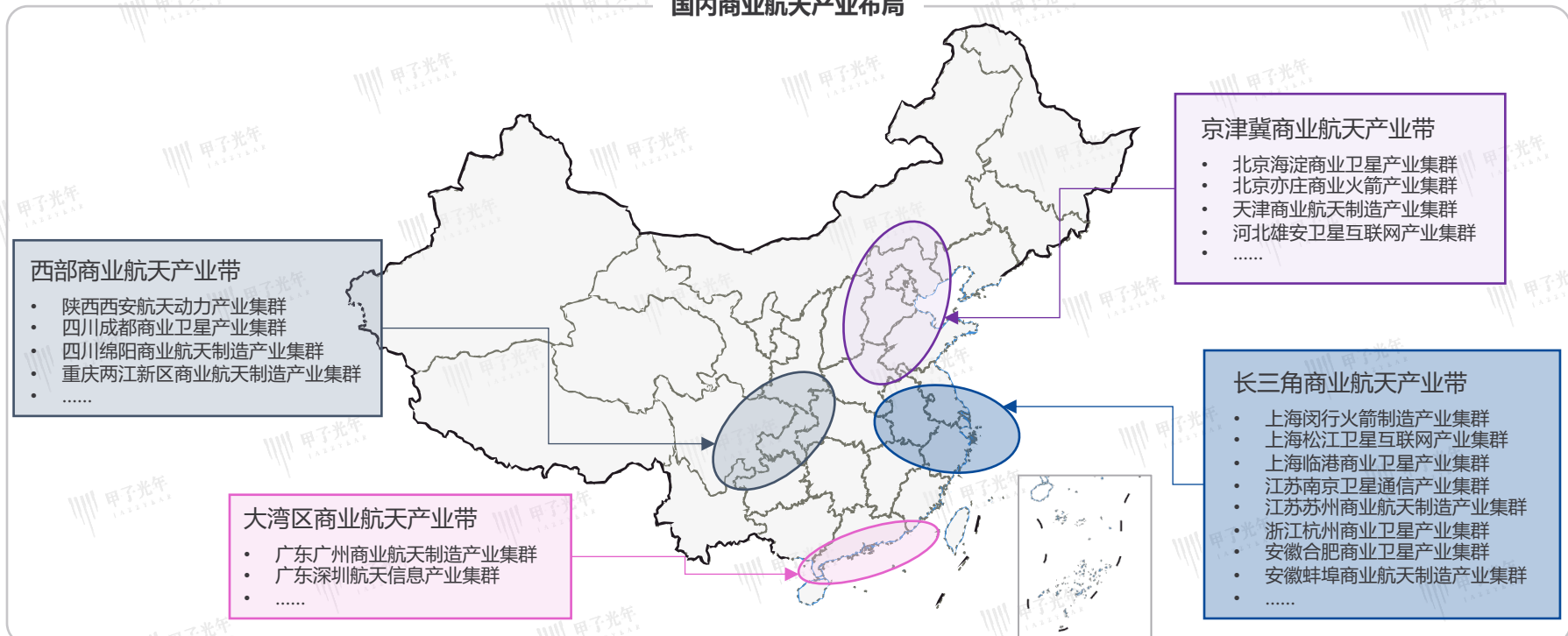
地方	地方级政策文件/事件
北京	《北京市加快商业航天创新发展行动方案（2024-2028年）》
上海	《上海市促进商业航天发展打造空间信息产业高地行动计划（2023-2025年）》
广东省	《广东省推动商业航天高质量发展行动方案（2024-2028年）》
重庆市	《重庆市以卫星互联网为引领的空天信息产业高质量发展行动计划》
山东省	《山东省航空航天产业发展规划》
陕西省	《陕西省培育千亿级时空信息产业创新集群行动计划》
其他	湖北省、安徽省、海南省等多省市

- **国家层面**政策导向清晰，对商业航天战略价值高度认可，持续投入
- 从最初的“鼓励参与”逐步深化到“规范有序发展”，再到当前的“打造新增长引擎”和“支持创新突破”
- **地方层面**密集出台针对商业航天产业的发展专项政策、行动方案和专项补贴，积极打造区域性产业集群与应用示范
- 从基础设施与能力建设向引导创新突破的方向升级

政策引导下，全国主要城市带加速发展商业航天，产业集群正在形成

- 在我国商业航天发展浪潮中，全国主要城市积极作为，京津冀、长三角、大湾区、西部等地纷纷加紧部署商业航天产业集群。
- 这些城市带凭借各自优势，从政策扶持、资金投入 to 产业布局、资源整合，全方位推进商业航天发展。或凭借科研与人才优势，或依靠强大工业基础与优越营商环境，或借助制造业积淀，在不同环节各有侧重，共同推动我国商业航天行业在全球市场竞争力的提升。

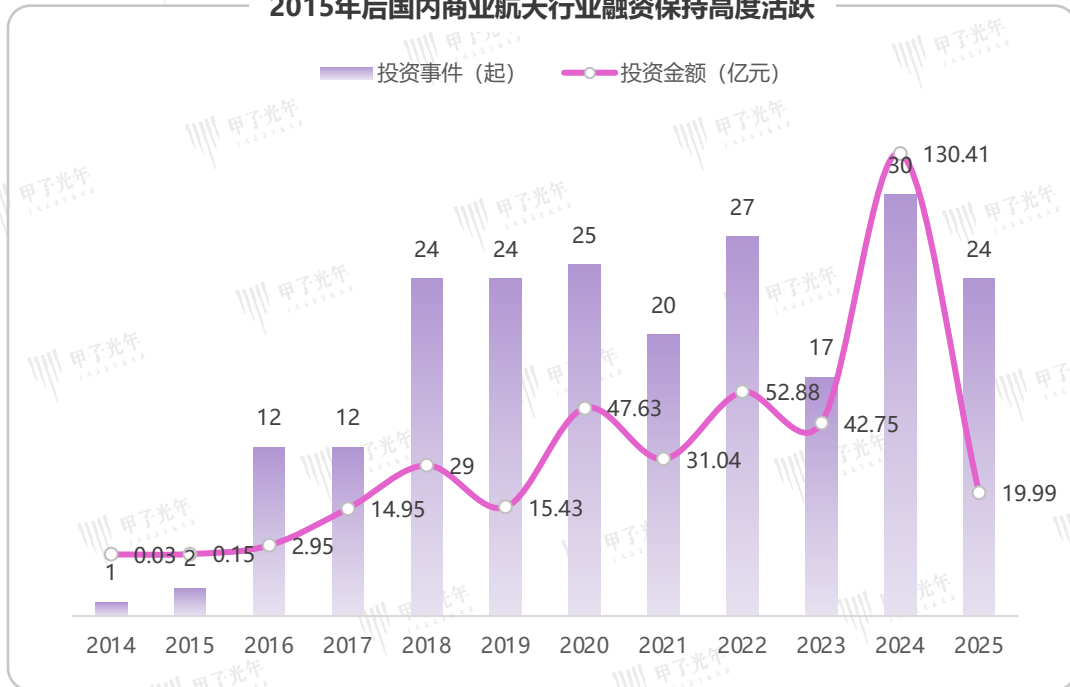
国内商业航天产业布局



市场上多元化的资本投入是中国商业航天产业发展的重要助推器

- 民间资本参与是商业航天产业的基本标识之一，2015年后中国商业航天产业投融资活动保持高度活跃，市场对行业具备乐观预期。
- 企业的核心技术团队、技术和市场的竞争壁垒、商业模式的可行性，是机构投资商业航天项目时的重要考量因素，因此火箭/卫星研制、卫星通信核心零部件、关键材料等方向是资本考量的重点。

2015年后国内商业航天行业融资保持高度活跃



资本的角色：输血者、催化剂、加速器

加速技术创新与迭代，让“不可能”成为可能

推动规模化与工业化，从“实验室”走向“生产线”

催生多元化的产业生态，激发“鲶鱼效应”

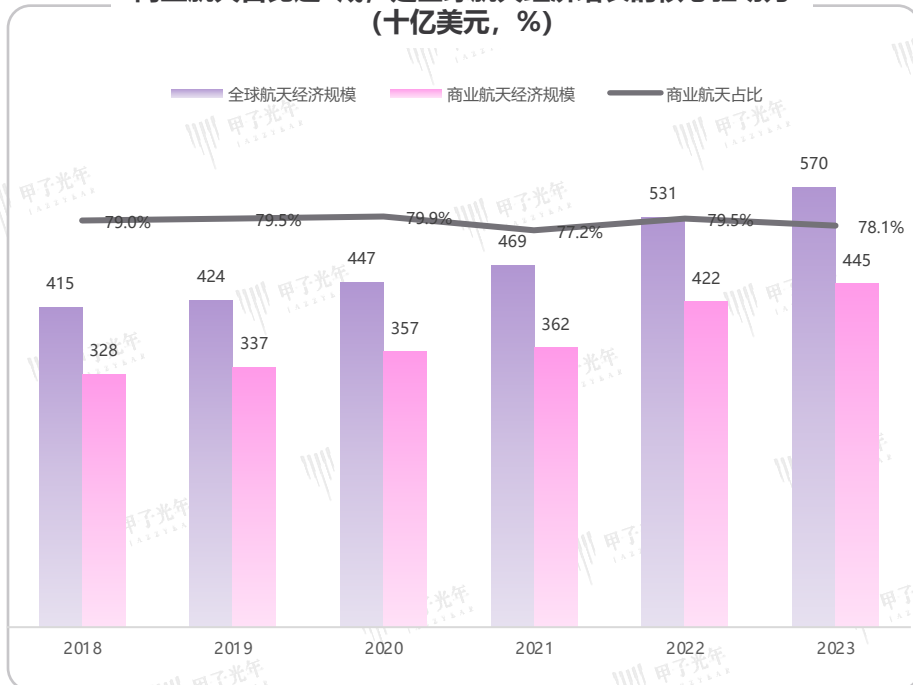
构筑强大的人才蓄水池，实现“人才引力”

牵引下游应用市场，验证商业模式的“最后一公里”

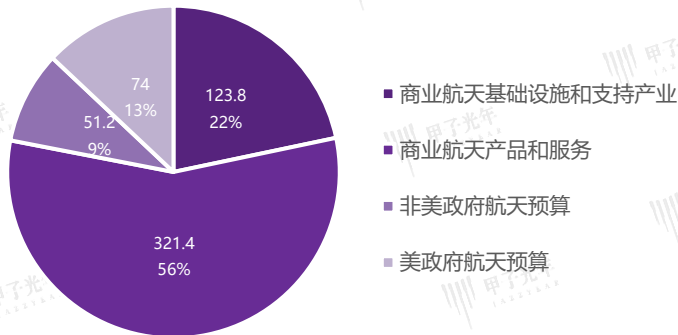
市场是航天产业增长的核心驱动力，卫星应用与服务是最大组成部分

- Space Foundation数据显示，全球航天经济总量和商业航天经济总量在稳步攀升，商业航天是当前全球航天经济的核心驱动力，其市场规模占据了绝大部分份额，引领整个行业发展。

商业航天占比近8成，是全球航天经济增长的核心驱动力 (十亿美元，%)



商业航天产品和服务是最大组成部分 (十亿美元，%)



- 商业航天产品利用太空资产直接面向消费者、企业和政府，是商业航天市场的最大组成部分
- 定位、导航和授时，是当前商业航天中收入最高的子领域，2023年创造了2090亿美元的收入
- 此外，卫星通信、卫星电视直播、地球观测服务的收入也在快速增长

目录

CONTENTS

Part 01 商业航天行业发展背景

P03

Part 02 商业航天行业发展现状

P12

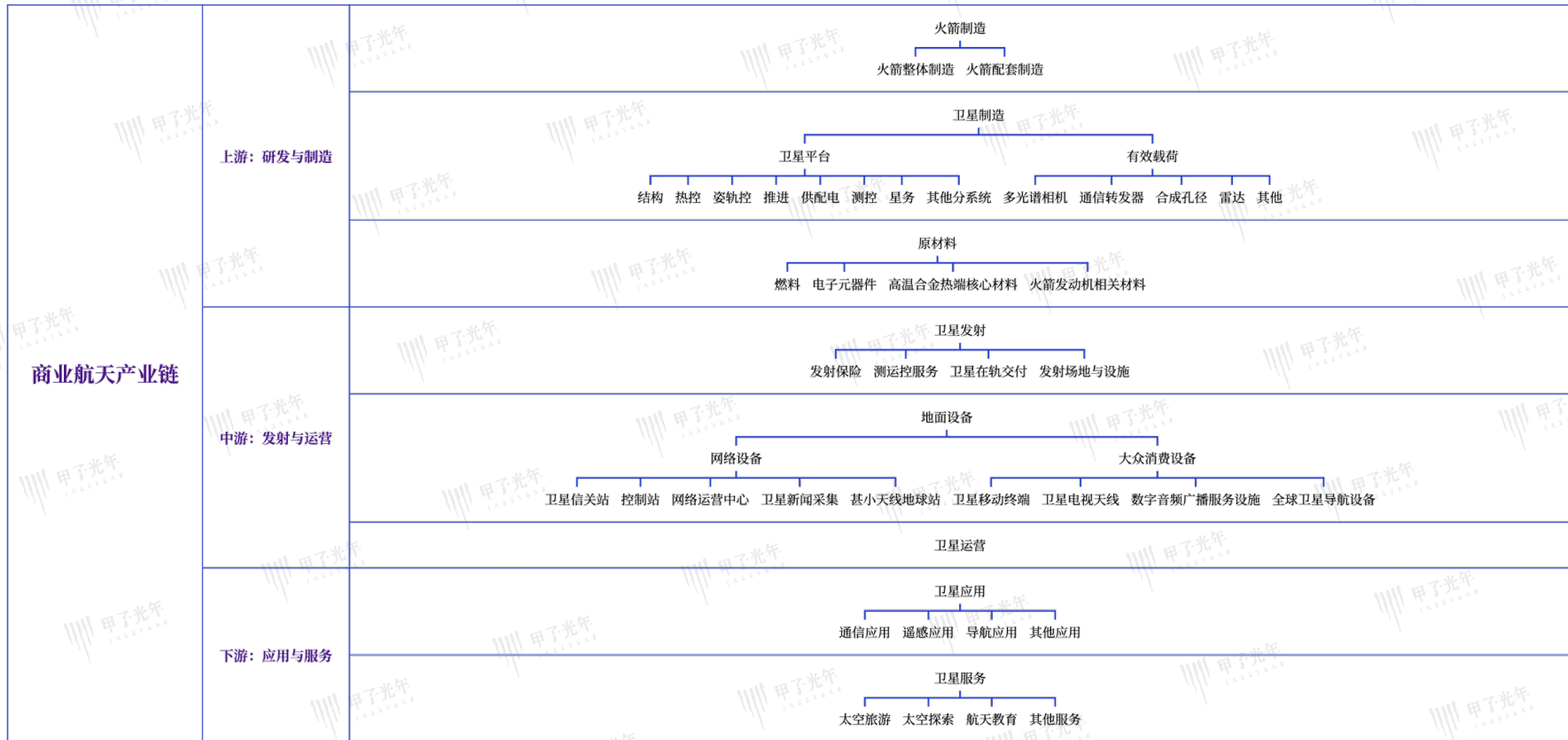
Part 03 商业航天代表性厂商

P22

Part 04 行业发展趋势与挑战

P29

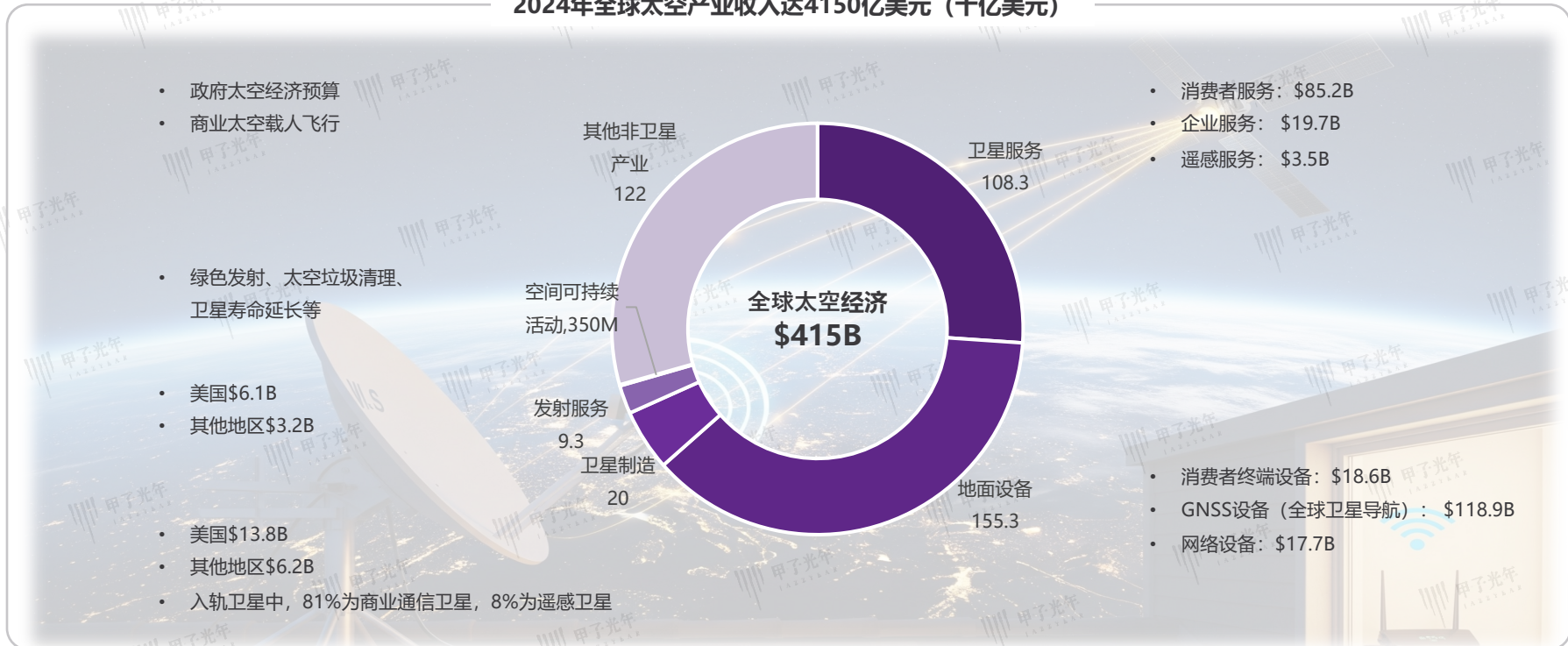
围绕卫星互联网应用，航天产业链企业协同共进



全球卫星互联网产业收入持续扩容

- 根据SIA数据，2024年全球航天经济整体增长4%，收入达到4150亿美元。商业卫星产业继续占据主导地位，规模增至2930亿美元，占全球航天业务的71%。
- 这背后反映了航天产业整体的三个趋势：成本下降&效率提升；多种技术融合&应用场景扩展；商业化与可持续化并行。

2024年全球太空产业收入达4150亿美元（十亿美元）



产业链各个层面的突破是航天产业进入商业化阶段的根本性支撑

- 产业链各环节（材料、运载、卫星、通信、应用、AI 等）系统性突破，是航天产业从国家主导转向商业化的根本性支撑，通过降本、提效、扩场景构建可持续商业生态。
- 各环节的单项突破与协同进步是前提：材料研发为基础→运载/卫星规模化生产与降本→太空通信/计算释放应用价值→太空应用+AI扩大生态。
- 核心逻辑是形成“技术突破降成本→成本下降扩市场→市场需求拉创新”的正反馈循环。

成本控制层级（前提）

材料突破

- 以轻量化、耐高温升级降低克级成本，同时提升部件可靠性
- 通过高性能合金、复合材料实现部件轻量化，直接减少火箭推进负荷与卫星发射成本；再通过耐温、抗侵蚀材料提升发动机、热端部件寿命，降低维护与更换成本

可复用、大推力火箭

- 通过重复使用摊薄发射成本，打破“一次性发射”的高成本困局
- 通过回收箭体、检修后再次发射，核心目标是降低“单次发射分摊的硬件成本”，关键技术包括箭体结构强度优化、回收控制算法、发动机重复使用验证等，当复用次数达到一定阈值，成本下降效果会显著凸显。

卫星小型化 / 标准化

- 以“模块化+规模化”降低制造成本，适配批量发射需求
- 采用立方星等标准化平台，复用成熟商用元器件
- 建设卫星超级工厂，通过规模效应摊薄研发与制造成本，最终实现单星成本下降的目标

性能跃升层级（核心）

空间通信技术

- 以“低轨星座+高通量”解决覆盖和带宽痛点，重塑通信商业格局
- 低轨星座和高通量卫星两者结合实现“全球覆盖+低延迟+高带宽”，使卫星通信从“专业领域”拓展至“大众消费领域”，释放庞大市场

天基计算升级

- 将数据处理环节搬至太空，解决延迟和带宽的痛点
- 天基计算通过在卫星上搭载智能计算，实现“数据在太空采集→在轨处理→直接输出分析结果”的闭环，大幅压缩数据处理周期，同时数据回传量，提升数据商业价值

场景价值实现

- 性能突破适配商业场景需求，从“能用”升级到“好用”
- 性能跃升的最终价值，是让航天技术从“科研级应用”转向“商业级服务”
- 通过性能适配场景，形成差异化商业竞争力

生态扩张体系（增量）

卫星互联网

- 规模化应用拉动产业链需求，形成“技术-市场”正循环
- 卫星互联网市场规模扩大后形成用户增长，反过来推动卫星发射需求增加，进一步提升火箭复用频次、卫星生产规模，形成产业增长的正循环

遥感/导航精细化

- 从宏观监测转向精准服务，开拓专业商业市场
- 实现“高分辨率+高重访率+精准分析”：遥感领域，通过立方星组网实现全球扫描，结合天基计算输出精细化数据；导航领域，通过“北斗+低轨卫星”融合，提升定位精度，适配自动驾驶、工程测绘等专业场景市场

新型应用模式

- 探索太空经济新场景，打开商业化天花板
- 探索太空旅游、太空制造、深空探测等前沿场景
- 新型场景虽处于起步阶段，但代表着航天商业化的未来天花板和人类的探索本能，有望形成万亿级市场

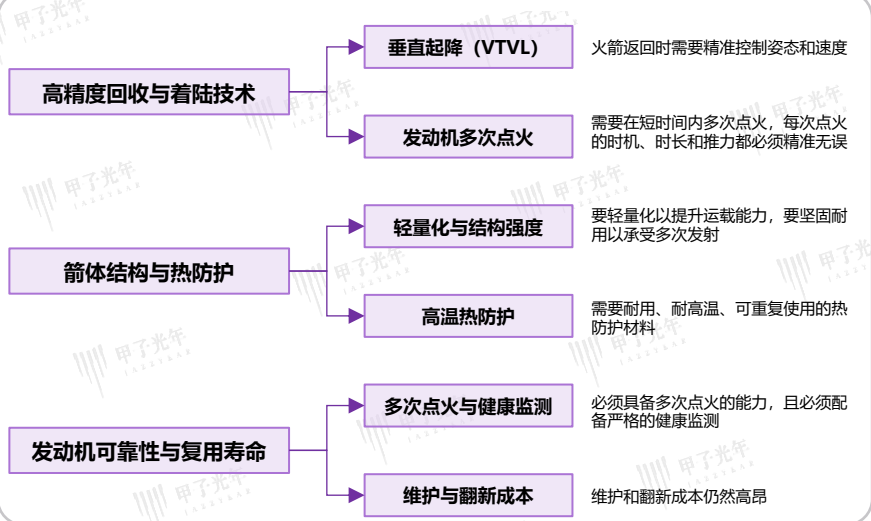
突破可重复使用火箭工程和成本的博弈，推动中国航天的降本增效与商业化蜕变

- 可重复使用火箭技术的革命性意义在于通过显著降低发射成本、缩短任务周期，从而大幅提升运力供给，其中低成本是推动航天产业实现“商业化”的核心驱动力。卫星互联网的规模化部署将显著提速，并催生太空旅游、在轨制造、深空探测等新兴商业场景。
- 然而，该技术的挑战在于如何协调工程复杂性与经济性之间的矛盾。当前核心难点在于，在确保火箭安全可靠回收的基础上，同时平衡高难度工程技术（如高精度制导、热防护和发动机多次点火）的研发和实施成本，以实现整体发射成本的有效降低。

国内商业航天公司在可回收火箭方面的进展

公司/机构	主要项目	关键技术与成果	发展规划
航天科技集团	长征十二号甲 (液氧甲烷)	2024年完成10公里级垂直起降回收试飞	计划2025年首飞
航天科工集团	快舟六号	2024年完成悬停控制实验	计划2026年首飞
天兵科技	天龙三号 (液氧煤油)	2025年完成归零后的九机联合静力试验	计划2025年首飞
深蓝航天	星云一号 (液氧煤油)	2022年完成公里级VTVL回收 2025年完成级间分离系统地面试验	计划2025年首飞
蓝箭航天	朱雀三号	2024年完成10公里级VTVL回收 2025年完成一级动力系统试车	计划2025年首飞
星际荣耀	双曲线二号/三号	2023年底双曲线二号完成国内首次复用飞行 2025年双曲线三号完成低温静力试验	计划2025年首飞
星河动力	智神星一号	2025年完成发动机多次长程热试车	计划2025年首飞
中科宇航	力箭二号	2023年完成海上回收验证 2025年力箭二号完成一级、二级动力系统试车	计划2025年首飞

核心难点：高难度工程与成本平衡

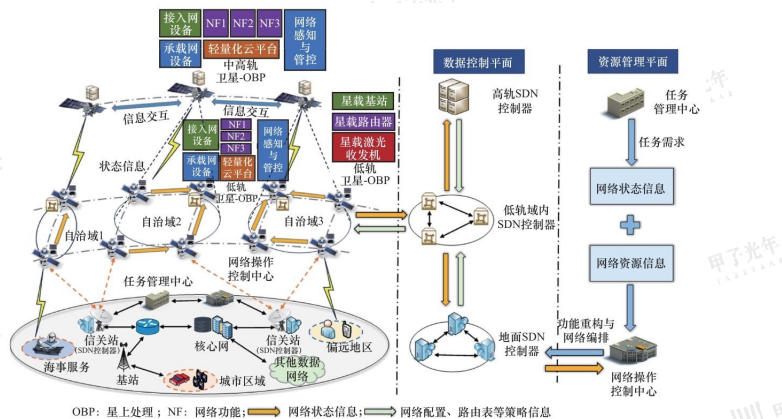


- 材料耐久性：发动机推力室的内壁材料需具备优异的耐高温、抗腐蚀和高疲劳寿命等性能，以确保多次使用下的可靠性。
- 深度变推力：需要突破能够在大量流量下稳定工作的喷注器、推力室和涡轮泵技术，以实现火箭的精准着陆。
- 回收制导与控制：火箭在回收过程中，需要通过大量的飞行试验优化制导算法，以应对不确定天气对姿态的影响，确保精确着陆。

卫星制造、火箭回收及激光链路技术突破，推动低轨巨型星座从概念走向规模化部署

- 巨型星座组网是指由数千至上万颗卫星组成，部署在不同类型、不同高度轨道面内，具备星上处理能力与信息收发载荷，通过星间链路形成跨轨、异构的混合网络，最终实现全域全立体空间“泛在连接”的卫星组网模式。
- 目前在巨型卫星星座领域，我国有千帆星座（G60）、GW（国网）星座、鸿鹄星座三个已明确规划超过1万颗卫星的星座。

天体一体化柔性组网架构



OBP: 星上处理; NF: 网络功能; 网络状态信息; 网络配置、路由表等策略信息

特点	具体表现
节点规模庞大	单星座卫星数量通常超1万颗（如Starlink计划4.2万颗、我国GW星座、千帆星座超1万颗）
拓扑动态性极强	低轨卫星高速运动（轨道高度500~1500km），层间链路频繁通断，拓扑快照需动态更新
网络异构性显著	卫星类型（骨干/接入）、轨道高度（LEO/MEO）、链路频段（激光/微波）存在差异
天地协同紧密	地面SDN控制器、中高轨卫星、域内控制器形成三级管控，实现资源统一调度

星座组网的驱动力：

6G（下一代网络通信）需求驱动：

- 实现“任何人、任何时间、任何地点”能够联网
- 卫星通信系统覆盖广、抗毁性强、不受地理制约，是实现该目标的关键环节

传统卫星通信有性能短板：

- 静止轨道、中轨卫星对地传播时延较高
- LEO单星覆盖仅数百千米，需大规模部署才能实现全球覆盖

技术进步打破成本与性能瓶颈：

- 卫星制造、火箭发射、星间链路技术突破
- 使卫星从“小众应用”转向“大规模部署”成为可能

卫星制造与发射技术

- 批量模块化制造
- 高效火箭发射

星间通信与组网技术

- 星间激光通信技术
- 波束成形技术
- 天地一体化协议栈

网络管控与方针技术

- SDN/NFV柔性架构
- 超大规模仿真平台

激光通信正在成为未来空天地一体化的最佳通信手段

- 激光通信凭借在空间传输中波长短、方向性强的独特优势，已然成为下一代卫星通信与导航领域的关键技术手段。尤其是激光星间链路，具备高速度、高带宽以及高安全性等显著特性，不仅能实现高质量卫星空间通信，还可有效提升星间测距的精度，为卫星系统的高效运行提供坚实保障。
- 当前，产业界已完成卫星对地、星间激光通信技术验证，正从实验室走向实用化，目标解决空间信息网络数据传输瓶颈。从“能用”到“好用”，还需要解决建链鲁棒性、平台适应性问题，发展通过定向快速建链、低成本批量终端等方式，以支撑大规模组网。

激光通信的优势

技术优势

- 相较于传统无线电通信，激光通信具备以下特点：
- 高信道吞吐率、强抗干扰/抗截获能力、无需申请频段、能量集中度高（终端体积/重量/功耗更优）等特点
- 契合当前卫星载荷“小型化-轻型化-低能耗”的需求

应用场景

星间通信、星地通信：

- 支撑全球卫星骨干网，解决地面测控站地域局限，提升系统抗毁性与自主性
- 卫星测距：支持自主定轨和空间探测
- 提升导航卫星自主定轨精度，增强星座鲁棒性与防窃听能力

星间通信正从“电波时代”向“激光时代”迭代，激光通信终端将成为航天器的标准载荷。

国内外激光通信终端技术验证情况

Table 1 Completed in-orbit technology verification of typical space laser communication terminals at home and abroad

Region	Time	Communication terminal	Research institution	Link type	Communication wavelength /nm	Communication rate / (bits*s ⁻¹)	Modulation format
Europe	2001	SILEX	ESA	LEO-GEO	847	50M	DM/DD
	2008	LCTSX	DLR	LEO-LEO	1064	5.6G	BPSK
	2016	EDRS-A	ESA	GEO-GEO	1064	1.8G	BPSK
	2019	EDRS-C	ESA	GEO-GEO	1064	1.8G	BPSK
	2000	OCD-1 OCD-2	JPL NASA	LEO-GND	844 1550	344 1550	500M 2.5G
USA	2013	LLCD	NASA, MIT, JPL	Lunar-GND, GND-Lunar	1550 (down), 1558 (up)	622M (down), 20M (up)	PPM
	2018	OSCD-B	NASA	LEO-GND	1064	100M	DM/DD
	2021	LCRD	NASA, MIT, JPL	GEO-GND	1550	2.88G	DPSK
	2022	TBIRD	NASA, MIT	LEO-GND	1550	100G (down), 5k (up)	PM-QPSK
	2005	OICETS	JAXA	SSO-GND	847	49.372M, 2.048M	PPM
Japan	2014	SOTA	NICT	LEO-GND, GND-LEO	980/1550	10M (down), 1M (up)	OOK
	2020	JDRS	JAXA	GEO-LEO	1540 (reverse), 1560 (forward)	1.8G (reverse), 50M (forward)	RZ-DPSK
	2011	HY-2	HIT	LEO-GND	1550	504M	DM/DD
	2016	Mozi	SIOM	LEO-GND	1550	5.12G (down), 20M (up)	DPSK
	2016	TG-2	WHU	LEO-GND	1550	1.6G	DM/DD
China	2017	Shijian-13	HIT	GEO-GND	1550	5G	DM/DD
	2018	BD-3	SIOM/504/704	MEO-MEO, IGSO-IGSO	1550	1G	BPSK
	2019	Shijian-20	504	GEO-GND	1550	10G	QPSK
	2020	Xingyun-2	LaserFleet	LEO-LEO	1550	100M	-
	2021	DMT-β	SIOM	LEO-LEO	1550	10G	OOK
	2023	Jilin-1	CGS	LEO-GND	1550	10G	OOK
	2024	Jilin-1	CGS	LEO-LEO	1550	100G	-

- 我国激光通信技术的快速发展极大地推动了国内天基宽带数据网络的形态演进
- 激光链路在国内卫星互联网星座的广泛应用，将大幅提升空天地一体通信网络的运行效率，推进国家空间信息基础设施的建设步伐

产品的发展趋势

宏观层面

- 标准化：
 - 美欧在推进标准建设
 - 国内统筹规划
- 兼容化：
 - 多波长，体制兼容
- 网络化：
 - 多链路组网、跨轨联通
- 商业化：
 - 终端量产，如国内蓝星光域，已具备千台量级的量产能力

微观层面

- 弹性化：
 - 参数可调（速率/波长）
 - 模块化（OSA+EB设计，降功耗减成本）
- 集成化：
 - 光学相控阵替代机械转台
 - 硅光芯片集成成本振光源、调制器、探测器
- 微型化&轻量化
 - 满足微小卫星的通信载荷需求

借鉴星链的成果，国家化的卫星互联网平台建设应当找到灵活多元的方式

- 星链的商业模式启示国内商业卫星互联网产业需通过“可复用大推力火箭+量产卫星+终端生态”的方式以降低边际成本、多场景渗透和全球化协作（与本土运营商共享频谱/渠道），构建“高性价比组网能力+刚需场景闭环”的自主生态。
- 要做一个面向全球的卫星互联网运营平台，这个平台需要足够灵活好用、能分级协作管理，还能让多个合作方安全共用。同时，需要同地面的通信运营商合作起来一起运营，才能适应世界各地不同的市场需求。

Starlink：基于需求侧、供给侧、技术侧的优势协同

需求侧

- ✓ C端用户：偏远地区通信基础设施建设薄弱
- ✓ B端用户：航空/海事/陆路交通，以及偏远地区的手机直连
- ✓ G端用户：军事和国防应用、公共服务、应急救援

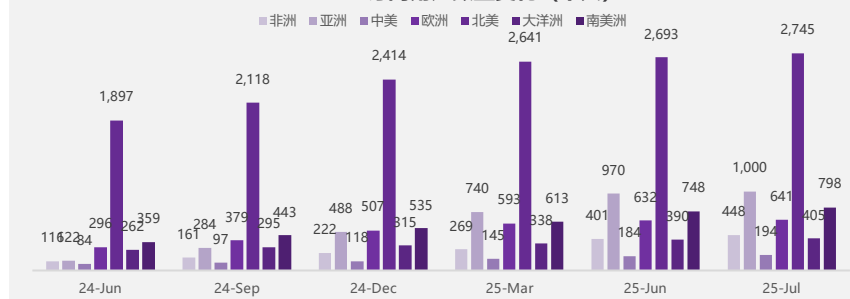
供给侧

- ✓ 星座规划：4.2万颗卫星
- ✓ 发射能力：Falcon 9 和 Starship：高复用和高运力带来的高效率 and 低成本
- ✓ 制造能力：卫星和通讯终端的量产能力，供应链水平

技术侧

- ✓ 卫星技术：激光通信、霍尔推进技术、大容量迭代
- ✓ 通信网络：低轨地空低时延通信、技术专利
- ✓ 终端技术：相控阵天线、多场景适配的终端产品设计

Starlink订阅用户数量变化（千人）



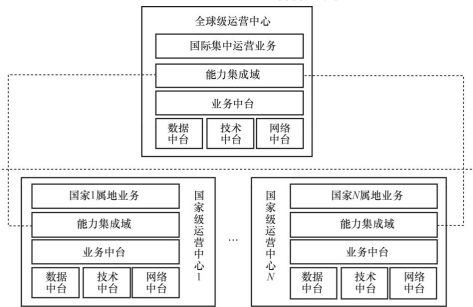
Source: Idem Est; 华泰证券; 曾文龙等《面向国际化的卫星互联网商业运营平台》; 公开资料。

卫星互联网平台的模式应当更加灵活多元

涉及市场准入、频率落地等，各国政策不同，要求运营灵活

- 应用场景：覆盖地面网难以及区域，应用于偏远地区宽带等，为发展中国家提供服务
- 国际竞争：频率轨道资源有限，多国加速建设（星链先发优势），我国需绑定国际需求
- 经济实现：全球市场规模增长，我国市场规模扩大但全球占比小，需国际化运营

国际化卫星互联网平台运营中心的两级协同



*《面向国际化的卫星互联网商业运营平台》

架构设计：采用分层解耦架构，含前台渠道和中台，运营中心整合能力

- 国际化分级协同
 - 运营主体：分全球级、国家级、行业级
- 两级运营中心：全球-国家两级，基于中台能力，实现协同
- 多租户管理
 - 基于SaaS模式，共享资源，架构分门户层等
- 特性：多屏适配等，对渠道/代理商有多重价值
- 与地面运营商融合运营
 - 需具备客户、产品、资源融合能力，构建天地一体化网络

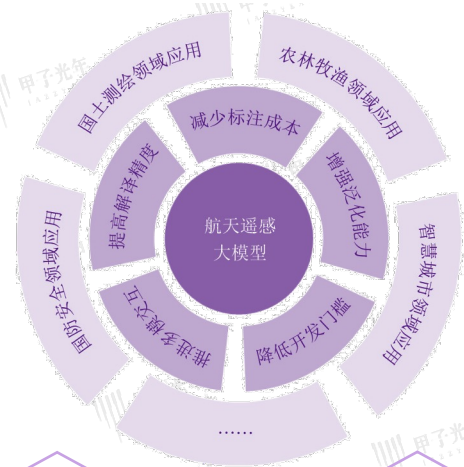
AI驱动卫星数据价值挖掘，航天技术的民用市场将加速扩容（1/2）

- 商业航天作为“十四五”规划中战略性新兴产业的重要组成，正通过与人工智能等新一代信息技术的深度融合，加速航天技术的实际部署与商业化进程。在这一背景下，AI大模型技术成为关键驱动力，显著拓展了航天遥感产业的应用边界。
- 随着全球卫星星座建设的迅猛推进，航天遥感数据资源日益丰富，获取途径更加便捷化、海量化。开源遥感训练数据在规模上提升了数个数量级，数据类型也持续多样化，为技术创新提供了坚实基础。基于这一趋势，航天遥感大模型的参数量持续攀升，其跨模态交互能力和多任务通用性显著增强，大幅提升了模型的实用性与适应性。这一进步有效赋能航天遥感受用的产业化落地，推动从数据获取到决策服务的全面升级。

以遥感应用为例：航天遥感大模型已经取得不俗成果

类型	典型成果	介绍
航天遥感 视觉大模型	RingMo	实现了百万级光学遥感图像的自监督学习，支持场景分类、目标检测、语义分割、变化检测等多任务应用
	SpectralGPT	首个专为高光谱遥感数据设计的6亿参数大模型，实现了百万级高光谱遥感图像的自监督学习
	SARATR-X	首个公开发表的SAR图像目标识别基础模型，提出了适用于SAR图像的自监督学习的新框架
	SkySense	兼备可见光、红外、SAR等多模态时序遥感图像数据融合与跨任务通用解译能力，模型参数超过20亿
航天遥感 视觉-语言大模型	RemoteCLIP	学习了具有丰富语义的鲁棒视觉特征，并与文本语言特征对齐，实现了遥感图文检索和目标计数等处理能力
	LHRS-Bot	通过视觉-语言特征对齐策略，将遥感视觉知识融入大语言模型中，使其具备遥感图像视觉问答和定位等能力
	RS-LLaVA	基于LLaVA大模型构建，通过LoRA（低秩适应）微调使其能够处理遥感图像语义描述和视觉问答任务
	RingMoGPT	结合了视觉、语言和地理定位能力，能够处理遥感图像场景分类、目标检测、视觉问答、语义描述以及变化检测等任务
航天遥感 图像生成大模型	DiffusionSat	将遥感图像元数据作为条件信息纳入扩散模型，能够根据元数据生成相应遥感图像，且支持超分辨率生成、图像修复等任务
	MetaEarth	提出自级联生成框架和滑动窗口生成方法，实现了多种分辨率、无边界且覆盖全球任意地理位置的遥感图像生成
	HSIGene	同时支持无条件、单条件和多条件可控生成与真实图像相当的高光谱遥感图像，支持高光谱遥感图像去噪和超分辨率生成任务
	Text2Earth	可根据用户输入的文本描述和分辨率要求，生成无边界限制的全球范围内典型地理场景的遥感图像

大模型将为航天遥感受用提供更高效率的解决方案



数据量指数增长

参数量达百亿级

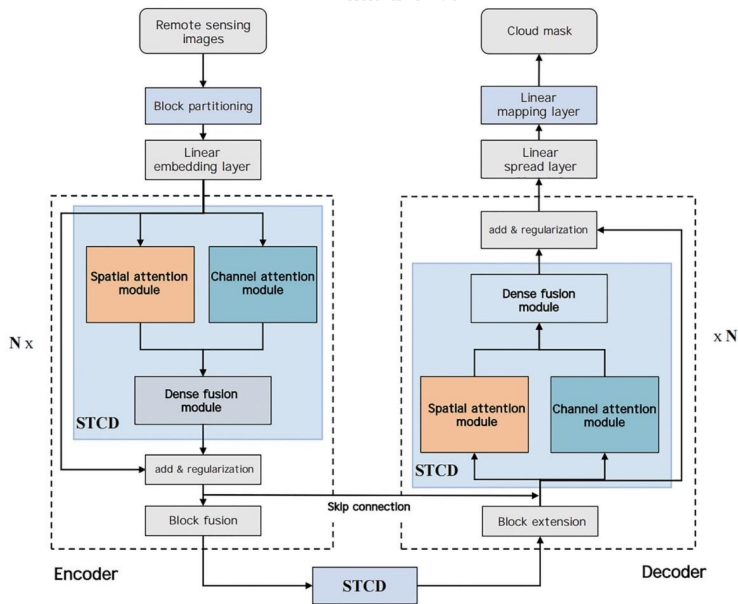
跨模态交互突破

多任务通用能力

AI驱动卫星数据价值挖掘，航天技术的民用市场将加速扩容 (2/2)

- 以气象卫星为例，在遥感卫星数量增加、传感器/探测波段增多、时空分辨率提升等趋势影响下，卫星数据量爆发式增长，传统方法因流程复杂、依赖专家经验，难以满足需求，人工智能与深度学习技术在卫星数据处理中的应用潜力正在被开发。
- 通过强化学习手段，人工智能系统能够实现智能云检测等气象功能，极大提升了任务的处理效率与精度。新一代AI技术正在打破传统卫星数据应用局限，提升各项任务执行的准确性与智能化水平。

基于Transformer的多注意力融合云检测模型STCD-UNet



深度学习在云检测过程中的应用:

- 云检测被定义为语义分割任务 (即像素级分类)
- 通过神经网络逐层映射, 将多通道卫星遥感原始数据抽象为高级表征
- 经大量标注数据训练后, 模型从高维数据中提取有效关键表征, 再由解码器重建原始图像高维概率分布, 最终实现像素级分类

STCD-Unet: 多注意力融合模型

- 基于Transformer的多注意力融合机制
 - 含3个子模块
 - 基于Swin-Transformer的空间注意力模块STB
 - 通道注意力模块 CAB
 - 特征融合模块 DFB
- 基于空间注意力模块, 融合前景与背景信息, 提取局部与远距离关系, 再通过高维通道注意力机制提高信息利用率, 并有效融合两种注意力机制的特征。

方法类别	核心特点 / 适用场景	优势 / 应用价值
传统云检测方法	适用于资源有限的场景; 特定条件下 (如简单检测场景、对检测响应速度有快速需求的情境)	在资源有限或特定条件下仍具备实际应用价值, 可满足简单场景或快速响应的检测需求
基于Transformer的云检测方法	依托机器学习与深度学习技术; 可应对复杂检测场景	检测准确性显著提升, 自动化程度高, 具备更强的复杂场景处理能力

目录

CONTENTS

Part 01 商业航天行业发展背景

P02

Part 02 商业航天行业发展现状

P12

Part 03 商业航天代表性厂商

P22

Part 04 行业发展趋势与挑战

P29

商业航天产业图谱

航天材料



卫星载荷&主要组件



火箭组件



卫星整星



火箭制造&发射服务



卫星星座运营



地面设备和终端



卫星应用&行业解决方案





- 蓝星光域成立于2021年，致力于打造全域无线光网络生态体系。始终秉持“研发+量产+测试”三者齐头并进的理念，聚焦商业化空间激光通信终端的研制与生产，面向星载、机载、地面等多种不同领域，提供低成本、高可靠的空间激光通信产品与解决方案，推动商业航天技术商业化应用。
- 团队核心人员均来自于中科院、哈工大与海外高端学府，拥有国家级空间激光通信项目经验，核心研发技术国内领先。创始人兼CEO闫志欣在2018年洞察到激光通信领域的产业化转型潜力，后凭借技术沉淀与团队能力，联合用户单位探索技术成果转化，以商业化模式推动落地应用。

产品矩阵：覆盖空天地海全部激光通信应用场景

01 星载

整机



LX-Z4

LX-Z3

LX-Z2

LX-Z1

组部件

粗跟踪组件	望远镜
精跟踪组件	跟踪相机
二维转台	光模块

02 机载



LX-P1

LX-P2

LPPTP3

04 非标



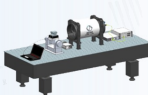
非标产品

03 地面



LG01

05 生产及测试

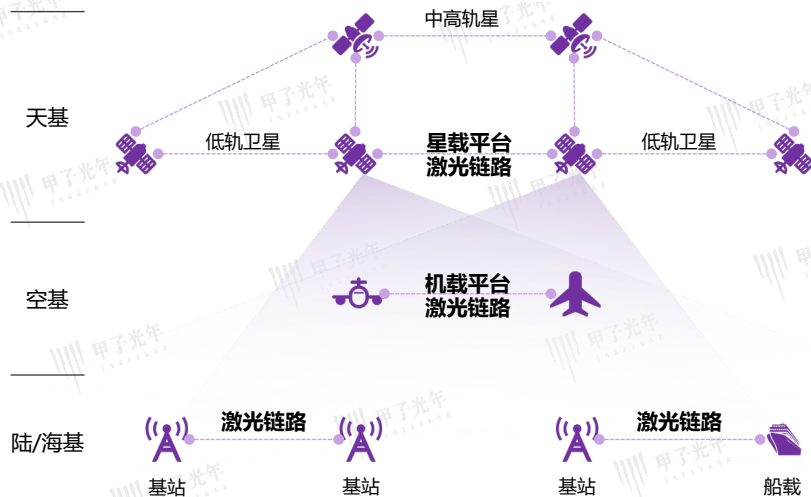


生产及测试

自主原创设计的星载宽带激光通信终端LX-Z4，值得被写进教科书里的结构设计：

- 结构创新：**首创“库德+潜望式复合结构”，引领行业新标杆
- 通信速率高：**最高可达100Gbps
- 重量轻、尺寸小：**重量4.9kg，尺寸190*190*110mm（国内同级别最小，最轻）
- 功能突破：**能够同时满足星地、星间（同轨/异轨/低轨对中高轨等）通信需求，重新定义了商业激光通信产品的发展方向

通过激光通信技术，打造“全域无线光网络生态体系”



- 除星载市场外，蓝星光域已经拓展了机载、地面等领域，不断地填补国内激光通信市场的空白
- 基于对激光通信技术未来应用的深刻理解，蓝星光域在行业内首次提出了“全域无线光网络生态体系”的全新概念，并且将自身定位于“无线光网络建设者”
- 未来，激光通信将作为一种新的通信手段，上到高/中/低轨卫星、飞机，下到船舶、地面基站，都可通过激光的方式连接，形成一张无形的光网，对通信系统连接方式进行范式替代，大幅提高通信网络的速率和抗干扰性

质量与产量双重领跑，蓝星光域正铸就激光通信行业新标杆



蓝星光域
LASER LINK

甲子光年
JAZZYEAR

- 目前，LX-Z4累计在轨建链时长已超300h，建链成功率100%，最快4s建链，并实现在非测控区自动建链，通信误码率低于 $1e-12$ (0误码率)，充分证明了该产品在**快速建链**、**长期稳链**、**可靠组网**等方面的卓越能力，助力国内低轨卫星互联网的快速建设与稳定应用。
- 常熟批量化生产基地的启用，标志着蓝星光域完成了国内多地产线战略布局，凭借国内**首个千台量级商业激光通信终端批量化生产试验基地**，引领激光通信产业步入大规模批量化生产的新阶段，为空间激光通信产业的商业化发展奠定了基础。

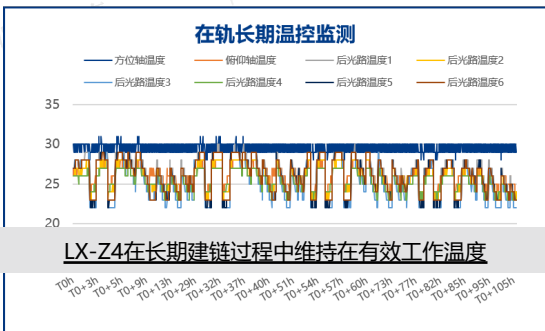
蓝星光域星载激光通信终端：快速建链、长期稳链

快速建链

- 首次发令即实现建链，首次建链仅用时3min
- 超大角度快速扫描，覆盖范围扩大至同类产品的50倍，大幅缩短建链时长
- 无需恒星标校模式即可实现建链

长期稳链

太空环境复杂：卫星平台抖动、外部温差变化频繁等因素对产品的动态跟踪技术、光学系统热稳定性都提出了挑战。



- 蓝星光域自主原创设计的LX-Z4经受住了全方位考验，首次进行长期建链测试，即完成了超100h的链路建立
- 从终端测温点反馈的数据显示，其稳定性得到了充分验证，展现出产品卓越的可靠性和适应性

国内首个千台量级的商业激光通信终端批量化生产试验基地

规模：

- 一期研发生产面积已建设近20000平，具备年产量1000台的能力

优势：

- “批量化生产+批量化测试”一站式服务
- 4条独立生产线，产品全生命周期自主可控，大幅缩短生产周期
- 国内首个实现“双产线+双测试”布局的商业激光通信企业



产线核心价值

航天特种材料精密加工车间：配备9台高精度设备，可实现 1μ 级加工，并采用恒温恒湿恒压控制以确保产品质量和良品率

模块化设计与制造：通过模块化设计、工艺优化和自研设备，车间实现了批量化和半自动化生产，以提高效率

批量化测试能力

- 性能测试：**自研模拟软硬件平台，可在地面还原在轨状态，验证通信链路，覆盖60项测试需求
- 环境测试：**国内首家具备全流程环境测试能力的商业激光通信企业，可进行多项环境试验
- 测试设备：**拥有定制化的热真空罐和大型液氮罐，可批量并行测试，大幅提升效率

订单驱动的商业模式

响应真实需求：蓝星光域秉持商业化应用思路，目前产品均以订单落地的商业模式为驱动（包括机载及地面的产品），直接响应用户的真实需求，实现了技术与商业应用的无缝对接

拓展应用领域：持续探索激光通信技术的泛在应用，如机载、地面等领域，不断地填补国内激光通信市场的空白，建设“全域无线光网络生态体系”

格思航天：民用商业卫星的量产标杆



- 格思航天是一家民商卫星研发与智能制造整体解决方案提供商，聚焦民商卫星研发与智能制造整体解决方案。公司定位为民商卫星ODM/OEM厂商，承接量产整星设计制造和卫星核心组部件研发业务，以整星研发制造为牵引，开展核心零部件的自研及核心技术攻关。
- 格思航天由中科院微小卫星团队孵化，植根于是长三角G60商业航天产业链，也是“千帆星座”的重要建设者，期望以智能制造抢占低轨卫星赛道先机。

重构卫星制造范式，提升卫星量产能力

产能规模

- 3万m²智能工厂，可年产300颗卫星
- 2027年二期投产产能将达600颗/年，跻身全球前列

市场表现

- 承接依托G60科创走廊，已经成功发射36颗组网卫星
- 2025年将完成200+卫星交付

资本认可

- 成立三年已获得3轮融资，最近一轮公开融资达10亿元



通过智能制造、数字孪生等技术，革新制造范式，提升量产能力

模块化平板卫星

- 自主研发新一代堆叠构型卫星，支持“一箭18星”发射
- 单机成本降低60%

数字孪生工厂

- 首个端到端数字化卫星工厂
- 采用脉动生产线实现“1.5天/颗”量产速度
- 较传统模式效率提升300%

智能测试体系

- 创新热控等效器装置与高性能滤波器技术
- 41项专利支撑高可靠性，卫星在轨稳定运行率达99.8%

深度融入、共建长三角卫星互联网产业集群

- 核心成员来自中科院上海微小卫星工程中心，有卫星总体设计、高可靠载荷研发等领域的技术积累
- 上海联和投资通过中科辰新、垣信卫星等企业合计持有股权，为其提供资金支持和产业链协同资源；垣信卫星直接委托格思航天承担千帆星座600颗卫星制造任务
- 与松江卫星互联网产业集群内的上海航天精密机械研究所、阔约、复远芯等单位合作，实现星上芯片、通信载荷等关键环节的国产化替代

国内首个实现数字化全覆盖的卫星工厂，实现生产过程全流程的双向质量追溯与控制，高效保障产品一致性



蓝箭航天：国内领先的液体火箭研制和发射运营公司

- 蓝箭航天是国内商业航天领域的佼佼者，致力于研发以液氧甲烷为推进剂的新型动力火箭产品，使火箭在性能与成本方面实现了良好平衡。凭借在火箭研制领域的深厚技术积累，蓝箭航天能够为市场提供兼具高性价比与安全可靠性的发射服务。
- 公司在中国国内布局了多个火箭研发与制造基地，构建了完善的产业支撑体系。蓝箭航天于甘肃酒泉投资建设并自主管理运营了液体火箭发射工位，使其能够为客户量身定制涵盖从火箭研制到最终发射的全程系统解决方案，有望进一步巩固其在商业航天发射服务领域的领先地位。

液氧甲烷航天运输解决方案的领导者

朱雀三号 (ZQ-3)
可重复使用液氧甲烷火箭

朱雀三号 (ZQ-3)
可复用火箭十公里级垂直起降飞行试验



- 动力系统关键技术：液氧甲烷发动机二次起动、推进剂管理技术
- 制导和控制技术：发动机 + 冷气姿控 + 栅格舵联合控制，高空高速大动压精准制导
- 可重复使用能力：不锈钢箭体、发动机等重复使用性能，检查维护经验
- 发射环境适应能力：射前实时风修正技术，提升发射适应性及运载效率

技术&量产能力的突破，推动商业化进展

技术突破：重构航天运输技术范式

全球首款入轨液氧甲烷火箭：2023年朱雀二号发射成功，填补了国内液氧甲烷火箭发动机领域的技术空白，并已完成商业发射验证；

可重复使用技术里程碑：2024年9月朱雀三号完成10公里级垂直起降，实现国内首次液体发动机空中二次点火，并于次年6月完成九机并联动力试车，9台天鹊发动机总推力达7542kN；

火箭动力系统量产成果：2025年4月第100台天鹊系列液氧甲烷发动机下线，湖州基地年产能超百台，其中TQ-12B发动机完成550秒长程试车，累计热试时长超6.8万秒。

商业&融资进展：规模化交付有望

商业发射成绩单：朱雀二号累计完成4次成功发射，为天仪研究院、蓝箭鸿擎等客户提供稳定发射服务；

国际市场突破：与英国Open Cosmos、意大利D-Orbit签署超亿元订单，业务涵盖立方星发射与在轨交付服务，订单合计过亿元；

广受资本认可：累计融资超70亿元，并于2025年启动科创板IPO辅导，有望荣膺“商业航天第一股”；

承担星座组网发射任务：垣信卫星（千帆星座）“一箭18星”的发射服务招标中，蓝箭航天将携手另外2家民营火箭公司一同承担国家级星座组网发射任务，这标志着商业火箭开始正式进入国家级星座发射批量采购的阶段。

- GW (国网) 卫星星座规划由中国星网集团建设，目标是部署约12992颗卫星，形成一个覆盖全球的低轨卫星互联网星座，包括GW-A59 (约6080颗，500km以下极低轨道) 和GW-A2 (约6912颗，1145km近地轨道) 两个子星座，旨在提供全球可用的卫星通信服务。
- 当前，GW星座正处于快速建设和组网阶段，2025年下半年发射进度明显提速，在30天内实现6连发。截至2025年8月，GW星座在轨运营卫星数量已超80颗。“以天网之力，筑数字之基”，GW星座的建设不仅是技术工程，更是国家战略能力的体现。

GW (国网) 星座建设整体规划

总数量：规划12992颗卫星

建设一个覆盖全球的低轨卫星互联网星座

子星座GW-A59

- 6080颗
- 500km极低轨道
- 短距离通信和区域覆盖

子星座GW-A2

- 6912颗
- 1145km近地轨道
- 全球卫星互联网无缝连接，全覆盖

巨型星座的实现依赖产业链上下游的协同突破

- 空间激光通信技术**：04组卫星成果显著，成功完成星间4K视频传输测试，时延仅38ms，星间数据传输速率突破Tbps级。不仅实现了卫星自主组网，更有力验证了卫星星座在实际应用中的实战能力，为太空通信发展奠定坚实基础。
- 一箭多星&可复用火箭**：配套长征系列新型火箭，运用“一箭多星”技术，提升发射效率，同时，国家队与民营企业正积极投身可复用火箭研发。随着技术推进，单星发射成本有望持续降低，为商业航天发展注入新动力。
- 5G NTN/6G空天地一体化**：联合华为、中兴等通信企业，完成5G-A与卫星融合的技术验证，并推动空天地一体化网络标准制定，旨在尽快实现手机直连卫星商用，开启通信领域全新篇章。

GW (国网) 星座商用卫星组网进度

发射批次	发射时间	发射地点	发射方式
01 组	2024年12月16日	文昌航天发射场	长征五号乙运载火箭
02 组	2025年2月11日	文昌航天发射场	长征八号改运载火箭
03 组	2025年4月29日	文昌航天发射场	长征五号乙运载火箭
04 组	2025年6月6日	太原卫星发射中心	长征六号甲运载火箭
05 组	2025年7月27日	太原卫星发射中心	长征六号甲运载火箭
06 组	2025年7月30日	海南商业航天发射场	长征八号甲运载火箭
07 组	2025年8月4日	海南商业航天发射场	长征十二号运载火箭
08 组	2025年8月13日	文昌航天发射场	长征五号乙运载火箭
09 组	2025年8月17日	太原卫星发射中心	长征六号甲运载火箭
10 组	2025年8月26日	海南商业航天发射场	长征八号甲运载火箭

中国星网GW星座发射提速：

- 2025年下半年发射进度明显提速，在30天内实现6连发 (05组-10组)
- GW星座卫星基本全部由长征系列运载火箭提供火箭发射服务，主要原因是因为当前的民营商业火箭公司尚不满足运载力与稳定性需求

目录

CONTENTS

Part 01 商业航天行业发展背景

P02

Part 02 商业航天行业发展现状

P12

Part 03 商业航天代表性厂商

P22

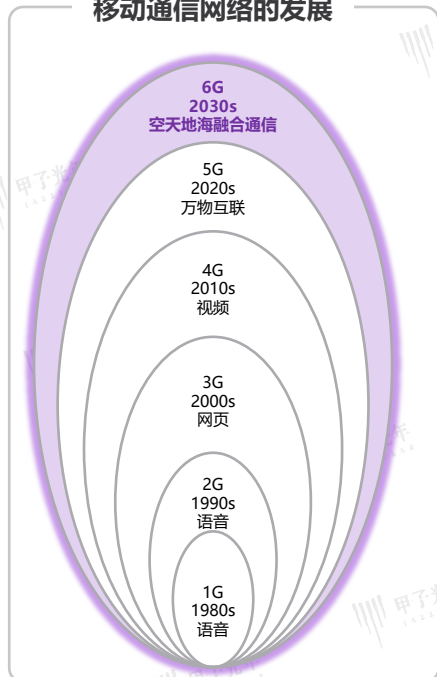
Part 04 行业发展趋势与挑战

P29

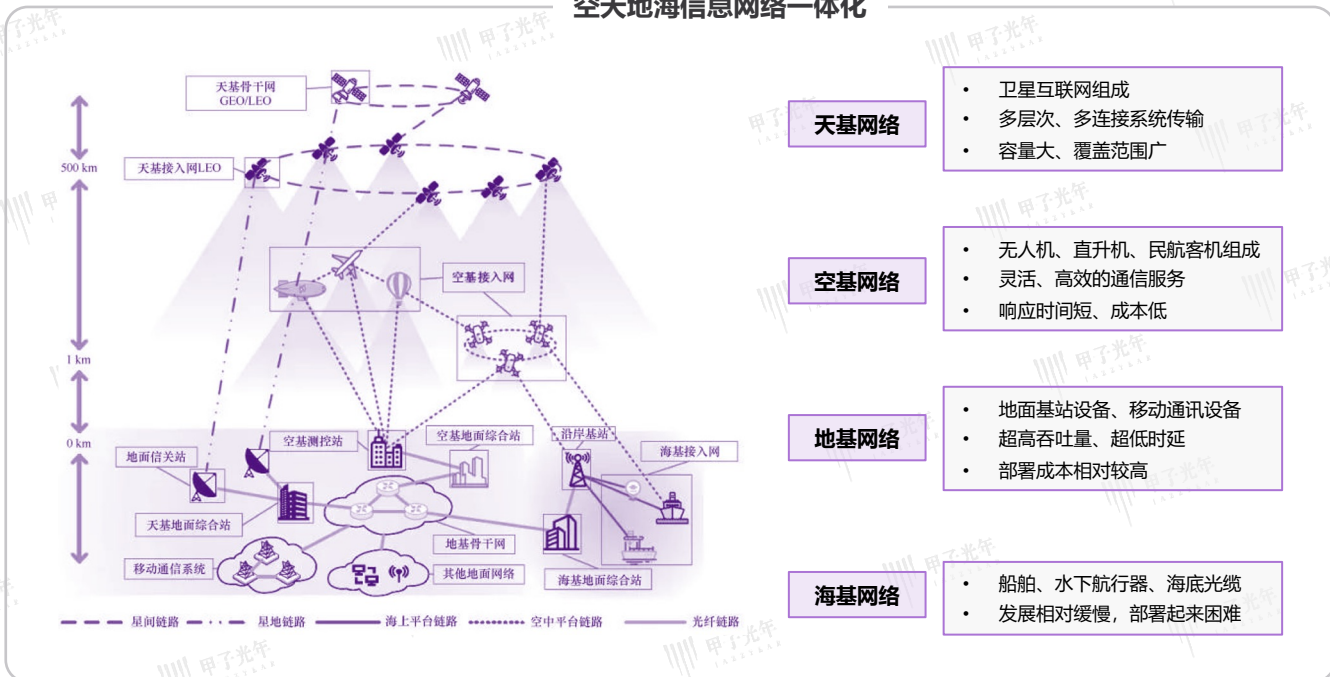
空天地海信息网络一体化的愿景将持续推动商业航天应用发展

- 移动通信系统从1G到5G不断满足用户的进阶需求，但仍无法满足网络覆盖要求，因此构建以地面网络为基础、空间网络为延伸，融合天基、空基、地基和海基网络的空天地海一体化网络，成为6G的重要愿景，继续扩展通信覆盖的广度与深度。卫星通信凭借独特优势，将在其中扮演关键角色。
- 空基、天基、地基与海基网络，借助通信链路的搭建，共同构筑起一个覆盖全球的泛在融合的通信网络：地基网络能够与低空的空基网络搭建空地链路实现通信连接；与海基网络通过岸地链路建立沟通桥梁；还能与天基网络凭借星地链路达成信息交互。

移动通信网络的发展



空天地海信息网络一体化



“天算”下的轨道数据中心，未来解决地球算力瓶颈的潜在方案

- 轨道数据中心有望破解地球算力瓶颈。当前AI发展推高数据中心电力需求，地面受能源供应、水资源消耗及规划限制难以承接；而天基计算则依托特殊轨道实现高效发电（太阳能）和高效散热，还能模块化扩展至千兆瓦级，可缓解地面算力扩张困境。
- 轨道数据中心未来或成为人类太空探索的核心数据基础设施。随着月球基地、火星探测及卫星数据需求增加，地面处理存在延迟短板，而它可在轨高效处理数据、支撑月球数据备份与基地需求，长远将成为连接地球与深空探索的关键数据枢纽。

单个40兆瓦集群10年运营成本对比（陆地 vs 太空）

核心价值：解决地球算力瓶颈的太空方案

成本项目	陆地	太空
能源消耗（10年）	1.4亿美元（按每千瓦时0.04美元计算）	太阳能电池阵列成本：200万美元
发射	无	500万美元（单次发射计算模块、电池板及散热器）
冷却（制冷机能源成本）	700万美元（占总耗电量的5%）	采用利用太空中更高温差（ ΔT ）的冷却架构
用水量	170万吨（按每千瓦时0.5升计算）	无需用水
外壳（卫星总线/建筑）	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）	无需备用电源
所有其他数据中心硬件	成本大致相当	成本大致相当
辐射屏蔽	无需辐射屏蔽	120万美元（按每千瓦计算设备配备1千克屏蔽材料、发射成本每千克30美元计算）
成本合计	1.67亿美元	820万美元

能源效率革命

全天候太阳能

单位面积发电量是地面5倍

被动散热优势

利用深空极地环境，通过辐射散热，散热效率是地面的3倍

安全性和抗灾能力

物理隔离安全

难以被突发事件或自然灾害影响，非常安全

数据主权合规

可避免单一国家管辖，满足跨国企业数据存储需求

天基应用的刚需

低延迟处理

直接在轨处理各类型数据

太空探索支持

为未来的月球基地提供本地化算力

商业航天的挑战与风险

- 商业航天面临技术、监管、市场等多方面挑战：卫星在轨维护能力缺失、监管碎片化、审批效率低，太空垃圾年增5%且治理困难；行业投入高、周期长、资本压力大，规模商业化还有较长的等待期。同时，行业还存在国际资源垄断与太空军事应用的风险。
- 应对策略也需要多管齐下：研发耐高温材料与太空机器人延长卫星寿命；加快国内审批绿色通道及垃圾清除基金建设；修订太空条约、建立国产供应链，避免国际竞争和可能引起的地缘政治风险。

可持续发展问题



- 卫星在轨维护与延寿技术缺失：**
- 故障修复依赖地面指令调整，缺乏主动维护能力；
 - 卫星碰撞风险预警依赖地面监测系统，响应速度不足。

- 太空垃圾治理问题：**
- 卫星轨道上垃圾碎片极多，且每年快速增长
 - 太空可持续发展是行业当前的首要难题

政策监管与合规成本



- 监管体系碎片化&审批效率低下：**
- 发射许可流程差异显著，且需要跨部门权限；
 - 地方政府在频谱资源分配、空域管理上存在协调障碍。

市场商业化与盈利模式挑战



- 营收资本回报压力重：**
- 商业航天研发投入高昂，尤其是商业运载火箭的研发；
 - 未能规模化铺开之前，难以实现盈利。

国际竞争与地缘政治风险



- 太空资源争夺与军事应用加速：**
- 美国Artemis计划和中俄主导的月球科研站计划
 - 俄乌冲突中的卫星应用，加速了太空军事化趋势。

挑战与风险



应对策略

- 研发太空机器人维修系统，实现卫星燃料加注、部件更换等在轨操作；
- 构建全球太空碎片监测网络，实现全天候、全轨道覆盖。

- 通过政策或金融机制，强制要求发射企业对产生的垃圾“负责”
- 建立国际化的基金，专门用于太空垃圾处理

- 推动全球太空交通管理协议建设，明确轨道分配和碎片清楚的责任；
- 建立专门协调小组。

- 成立产业基金，支持前沿技术攻关；
- 探索新的商业模式，放开相关的经营限制。

- 推动联合国《外层空间条约》修订，明确禁止太空武器部署与资源垄断；
- 与“一带一路”、上合组织等共建区域性太空合作组织。

法律 声明

版权声明

本报告由甲子光年智库制作完成，报告内容的版权及相关知识产权均归北京甲子光年科技服务有限公司所有。任何单位或个人在引用本报告内容时，须保持内容的原始性，不得进行歪曲、删改或误导性引用，并须注明报告出处为“甲子光年智库”。否则，由此引发的一切后果由引用方自行承担，甲子光年保留追责权利。

免责条款

本报告中的行业数据、市场预测和相关分析主要来源于甲子光年研究团队通过桌面研究、专家访谈、问卷调查、公开数据整理及甲子光年产品数据等方式获得，部分数据通过甲子光年自主统计预测模型进行估算。我们已尽合理努力确保数据的准确性、完整性与可靠性，但甲子光年不对其作出任何明示或暗示的保证。在任何情况下，本报告中包含的内容、数据或观点均不构成对任何单位或个人的投资建议、法律建议或其他形式的专业意见，相关决策应由读者自行判断并承担风险。由于调研方法和样本范围的限制，报告中发布的数据结果仅反映特定时间段、特定对象的调研情况，具有一定的局限性，仅供读者作参考用途。甲子光年对因使用本报告内容而产生的任何直接或间接损失不承担任何法律责任。

THANKS

谢 谢

北京甲子光年科技服务有限公司是一家科技智库，包含智库、媒体、社群、企业服务版块，立足于中国科技创新前沿阵地，动态跟踪头部科技企业发展和传统产业技术升级案例，致力于推动人工智能、大数据、物联网、云计算、AR/VR交互技术、信息安全、金融科技、大健康等科技创新在产业之中的应用与落地。



关注甲子光年公众号



扫码联系商务合作

分析师

翟惠宇微信
zhaihy1203

智库院长

宋涛微信
stgg_6406

商业合作负责人

郑爽
18600502376 (手机&微信)