



# 【中泰证券】火箭专题报告：商业航天发展基石，“大运力+低成本”引领火箭技术发展

分析师：陈鼎如

执业证书编号：S0740521080001

Email: chendr01@zts.com.cn

分析师：马梦泽

执业证书编号：S0740523060003

Email: mamz@zts.com.cn

中泰证券研究所  
专业 | 领先 | 深度 | 诚信

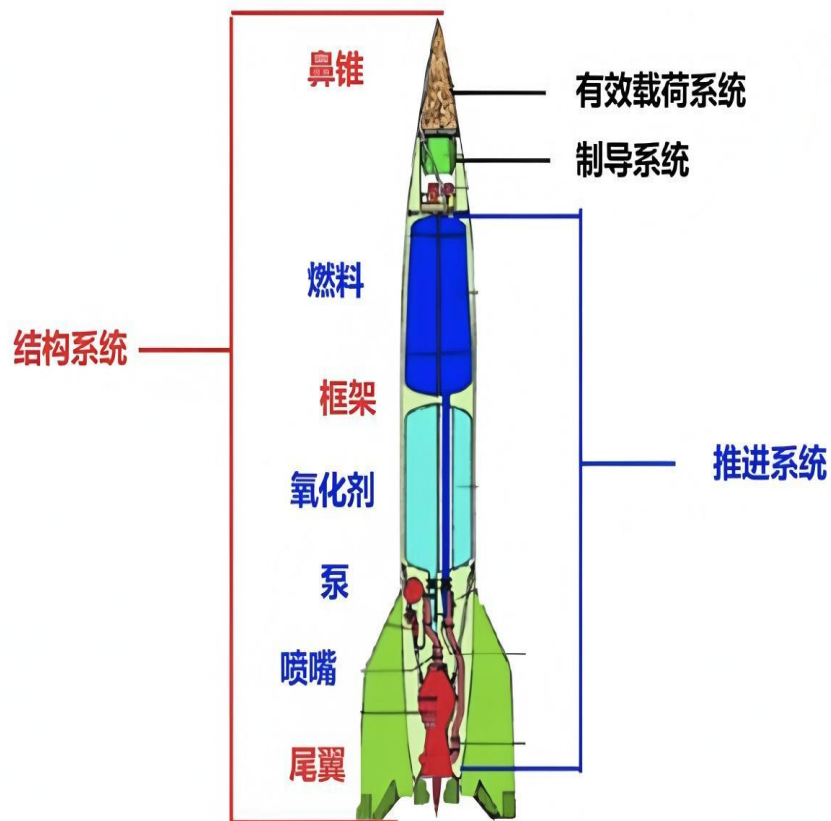
# 目录

## CONTENTS

- ① 运载火箭是航天产业发展的基石
- ② 星座组网驱动火箭需求快速增长
- ③ 动力系统是火箭技术发展的关键
- ④ 液体可回收是火箭主流技术路线
- ⑤ 新材料新工艺助推火箭技术发展
- ⑥ 火箭产业链重点标的梳理

- 运载火箭是指将卫星、探测器、空间站组件等有效载荷从地球表面送入预定轨道，或进行其他特定空间任务的飞行器。
- 运载火箭的主要组成部分包括箭体结构（又称结构系统）、动力系统（又称推进系统）和控制系统。

图表1：运载火箭结构示意图



图表2：运载火箭各系统功能

| 箭体结构                                                                                               | 动力系统                                                                                        | 控制系统                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>·箭体结构是运载火箭的基体，主要用于维持火箭的外形，承受火箭在地面运输、发射操作和飞行过程中作用在火箭上的各种载荷。火箭的结构大体是一个薄壁圆柱壳体，由蒙皮、纵向和横向的加强件构成。</p> | <p>·动力系统是产生推力、推动运载火箭飞行的装置，核心部件为火箭发动机。动力系统直接决定了火箭推力与运载能力，对于运载火箭的系统复杂度、任务适应性、产品成本等均有较大影响。</p> | <p>·控制系统由制导和导航系统、姿态控制系统、电源供配电和时序控制系统三大部分组成。制导和导航系统用于控制运载火箭按预定的轨道运动，把有效载荷送到预定的空间位置并使之准确进入轨道。姿态控制系统（又称姿态稳定系统）用于纠正运载火箭飞行中的俯仰、偏航、滚动误差，使之保持正确的飞行姿态。电源供配电和时序控制系统则按预定飞行时序实施供配电控制。</p> |

- 根据不同的分类标准，运载火箭可划分为多种类型。
- 根据是否可重复使用，运载火箭可分为一次性火箭与可重复使用火箭；
  - 根据推进剂的物态，可划分为固体燃料火箭和液体燃料火箭；
  - 根据运载能力及起飞质量，可分为小型运载火箭、中型运载火箭、大型运载火箭、重型运载火箭。

图表3：运载火箭分类

| 分类标准         | 类型     | 定义                                                                       | 特点与应用                                                               |
|--------------|--------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 推进剂          | 固体燃料火箭 | 采用固体推进剂为主动力工作物质的运载火箭                                                     | 具有结构简单、体积小等优点，但比冲较低、工作时间较短、推力调节和重复启动较难，应用以小型运载火箭居多，无法重复使用。          |
|              | 液体燃料火箭 | 采用液体推进剂为主动力工作物质的运载火箭                                                     | 发动机具有比冲高、工作时间较长、能多次重复启动、推力可调节等特点，在大型运载火箭、航天飞机等广泛应用；可重复使用。           |
| 运载能力<br>起飞质量 | 小型运载火箭 | 低地球轨道运载能力4t及以下，起飞质量200t及以下的运载火箭                                          | 主要用于小型卫星发射或技术验证，适应于小批量专属发射。                                         |
|              | 中型运载火箭 | 低地球轨道运载能力4t以上、20t及以下，地球同步转移轨道运载能力10t及以下，起飞质量200t以上、800t及以下的运载火箭          | 可通过捆绑助推器提升运力，兼顾LEO、太阳同步轨道（SSO）和地球同步转移轨道（GTO）任务，是商业航天和中等规模国家任务目前的主力。 |
|              | 大型运载火箭 | 低地球轨道运载能力20t以上、100t及以下，地球同步转移轨道运载能力10t以上、50t及以下，起飞质量800t以上、2500t及以下的运载火箭 | 主要用于大批量或大型卫星、深空探测器（如火星车）和载人飞船发射，技术复杂度和研制成本显著提升。                     |
|              | 重型运载火箭 | 低地球轨道运载能力100t以上，地月转移轨道运载能力40t以上，起飞质量2500t以上的运载火箭                         | 通过多芯级捆绑或超大推力发动机实现超大运力，是未来大批量发射的主力火箭。                                |

■ 运载火箭是商业航天产业链的核心环节，其覆盖从原材料到终端应用的全流程，技术密集且资本投入大，是整个商业航天产业链技术壁垒较高的环节之一。

图表4：商业航天行业框架图



■ 政策与资本共振助推我国商业运载火箭产业驶入发展快车道。2025年，我国全年完成92次航天发射，创历史新高，其中商业发射50次，占比54%。谷神星一号、双曲线一号、朱雀三号等民营商业火箭型号成功发射，表明我国头部商业火箭公司发展取得质的突破，我国商业火箭产业发展有望加速。

图表5：主要运载火箭指标对比

| 项目      | 长征二号丙                                | 长征二号丁                                | 长征十二号甲 | 朱雀二号改进型                          | 朱雀三号                                                          | 谷神星一号                         | 天龙二号                          | 猎鹰九号                                                      |
|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 型号      | CZ-2C                                | CZ-2D                                | CZ-12A | ZQ-2E                            | ZQ-3                                                          | GS-1                          | TL-2                          | Falcon 9                                                  |
| 研发公司    | 航天科技集团                               | 航天科技集团                               | 航天科技集团 | 蓝箭航天                             | 蓝箭航天                                                          | 星河动力                          | 天兵科技                          | Space X                                                   |
| 全箭总长（m） | 43                                   | 41                                   | 70.4   | 55                               | 76.6                                                          | 20                            | 42                            | 70                                                        |
| 箭体直径（m） | 3.35                                 | 3.35                                 | 3.8    | 3.35                             | 4.5                                                           | 1.4                           | 3.35                          | 3.7                                                       |
| 起飞质量（t） | 242.5                                | 250                                  | 437    | 264                              | 660                                                           | 33                            | 232                           | 549                                                       |
| 起飞推力（t） | 305                                  | 305                                  | —      | 327                              | 900                                                           | 60                            | 285                           | 776                                                       |
| 回收复用进展  | —                                    | —                                    | 已尝试回收  | —                                | 已尝试回收                                                         | —                             | —                             | 一子级复用成功                                                   |
| 最大运载能力  | 700 千米 SS0：1.2 吨<br>200 千米 LE0：4.6 吨 | 700 千米 SS0：1.3 吨<br>200 千米 LE0：4.0 吨 | —      | 500 千米 SS0：4 吨<br>200 千米 LE0：6 吨 | 450 千米 LE0：<br>一次性任务 21.3 吨<br>航区回收任务 18.3 吨<br>返场回收任务 12.5 吨 | LE0：400 吨<br>700 千米 SS0：270 吨 | LE0：4-5 吨<br>500 千米 SS0：3-4 吨 | LE0 一次性任务 22.8 吨<br>GTO 一次性任务 8.3 吨<br>火星转移轨道一次性任务 4.02 吨 |
| 运载系数    | 1.90%                                | 1.60%                                | —      | 2.27%                            | 3.23%                                                         | —                             | —                             | 4.15%                                                     |
| 燃料类型    | 四氧化二氮/偏二甲肼                           | 四氧化二氮/偏二甲肼                           | 液氧甲烷   | 液氧甲烷                             | 液氧甲烷                                                          | —                             | 液氧煤基煤油                        | 液氧煤油                                                      |
| 一级发动机型号 | YF-21C                               | YF-21C                               | 龙云     | 天鹊-12A                           | 天鹊-12B                                                        | 光年GS-1固体发动机                   | TH-12                         | 梅林1D++                                                    |
| 箭体材料    | —                                    | —                                    | —      | —                                | 不锈钢                                                           | 复合材料                          | —                             | 铝锂合金                                                      |

来源：蓝箭航天IPO（申报稿），天兵科技，星河动力，Space X，中泰证券研究所

■ 运载火箭作为航天产业发展的基石，随着可回收可复用技术突破、火箭结构与材料优化，单位发射成本有望明显下降，进而满足商业化需求；同时火箭可靠性、运载能力、轨道精度等指标随产品迭代进一步提升。

图表6：全球主要火箭型号发射成本

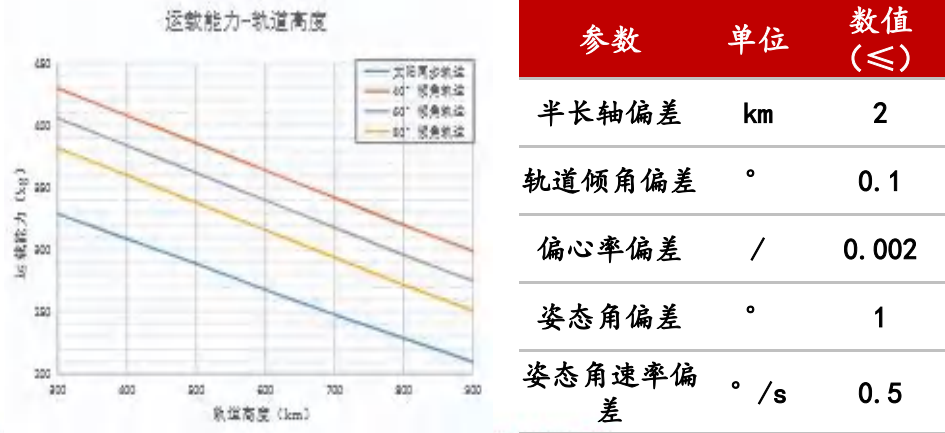
| 复用模式       | 火箭型号                                 | 公司          | 运力                         | 发射价格     | 单位发射价格                                                    |
|------------|--------------------------------------|-------------|----------------------------|----------|-----------------------------------------------------------|
| 部分<br>复用火箭 | 猎鹰九号                                 | SpaceX (美)  | LEO:22.8t                  | 约1700万美元 | 1000美元/千克以下                                               |
|            | 中子号 (未发射)                            | 火箭实验室 (美)   | LEO:13t                    | 约5000万美元 | 3800美元/千克                                                 |
|            | 新格伦液氧甲烷火箭<br>(尚未发射)                  | 蓝色起源 (美)    | LEO:45t                    | 约6800万美元 | 1500美元/千克                                                 |
|            | 人族R<br>(尚未发射)                        | 相对论航天 (美)   | LEO:33.5t                  | 约5500万美元 | 1640美元/千克                                                 |
|            | 朱雀三号<br>(尚未发射)                       | 蓝箭航天        | 航区回收: 18.3t<br>返场回收: 12.5t | -        | 3万元/千克 (约合4200美元/千克)                                      |
|            | 力箭二号                                 | 中科宇航        | LEO:12t<br>500km SS0:8t    | -        | 一次新火箭3万元/千克 (约合4200美元/千克)<br>重复使用火箭1.5万元/千克 (约合2100美元/千克) |
|            | 力箭二号 (重型)                            | 中科宇航        | LEO:22t<br>500km SS0:15t   | -        |                                                           |
|            | 智神星一号<br>(尚未发射)                      | 星河动力        | LEO:8t; 17.5t<br>(两极半构型)   | -        | 1-2万元/千克 (约合1400-2800美元/千克)                               |
|            | 天龙三号<br>(尚未发射)                       | 天兵科技        | LEO:17t<br>500km SS0:14t   | -        | 3万元/千克 (约合4200美元/千克)                                      |
|            | 星舰 (发射成功;<br>回收复用尚未成功)               | SpaceX (美)  | 超100t                      | -        | 初期200美元/千克 后期成熟后20美元/千克                                   |
| 全复用<br>火箭  | 二级完全复用火箭/轨<br>道转移飞行器 (OTV)<br>(尚未发射) | Stoke空间 (美) | LEO:3t                     | -        | 200美元/千克                                                  |

注：数据统计时间截止至2024年9月4日

图表7：2025年全球主要国家火箭发射成功率

| 国家/地区 | 发射次数 (次) | 失败次数 (次) | 成功率     |
|-------|----------|----------|---------|
| 美国    | 205      | 3        | 98.54%  |
| 中国    | 92       | 2        | 97.83%  |
| 俄罗斯   | 17       | 0        | 100.00% |
| 欧洲    | 7        | 0        | 100.00% |
| 印度    | 5        | 1        | 80.00%  |
| 日本    | 4        | 1        | 75.00%  |

图表8：星河动力谷神星一号运载能力轨道精度



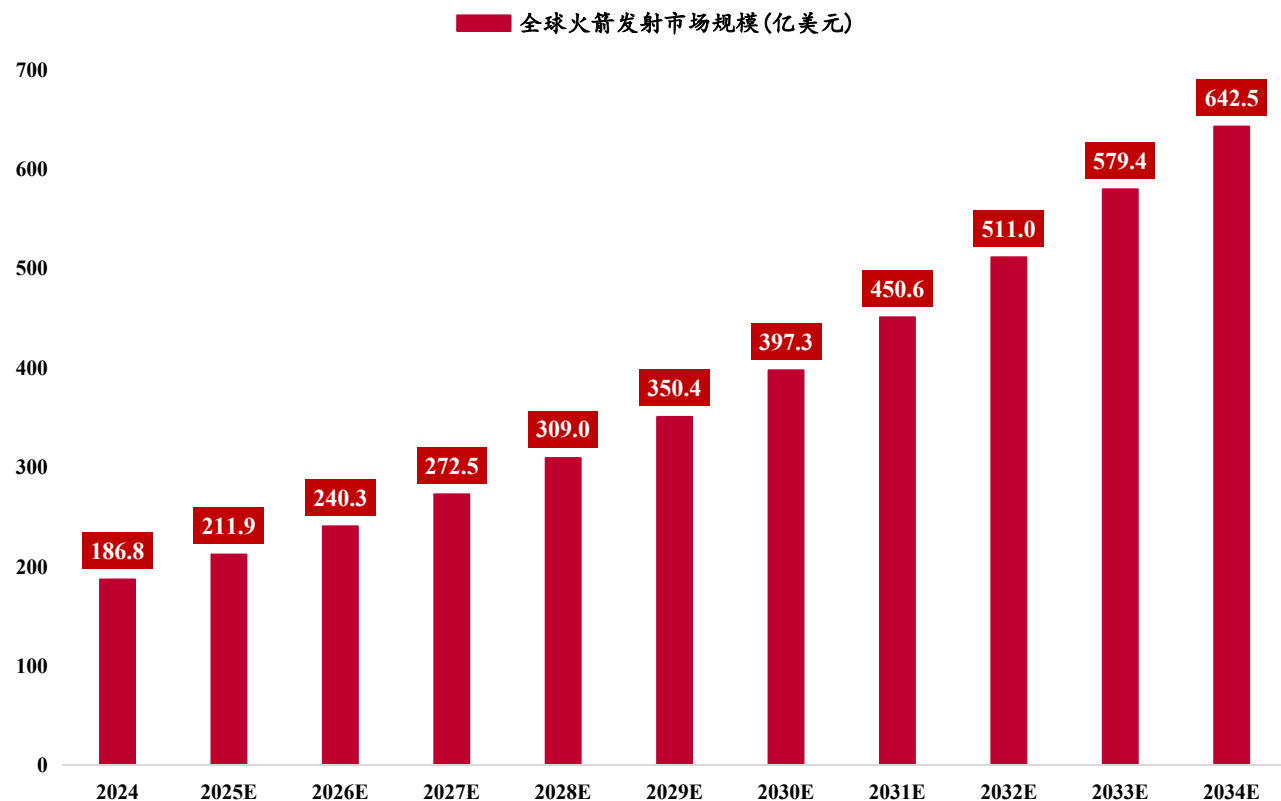
# 目录

## CONTENTS

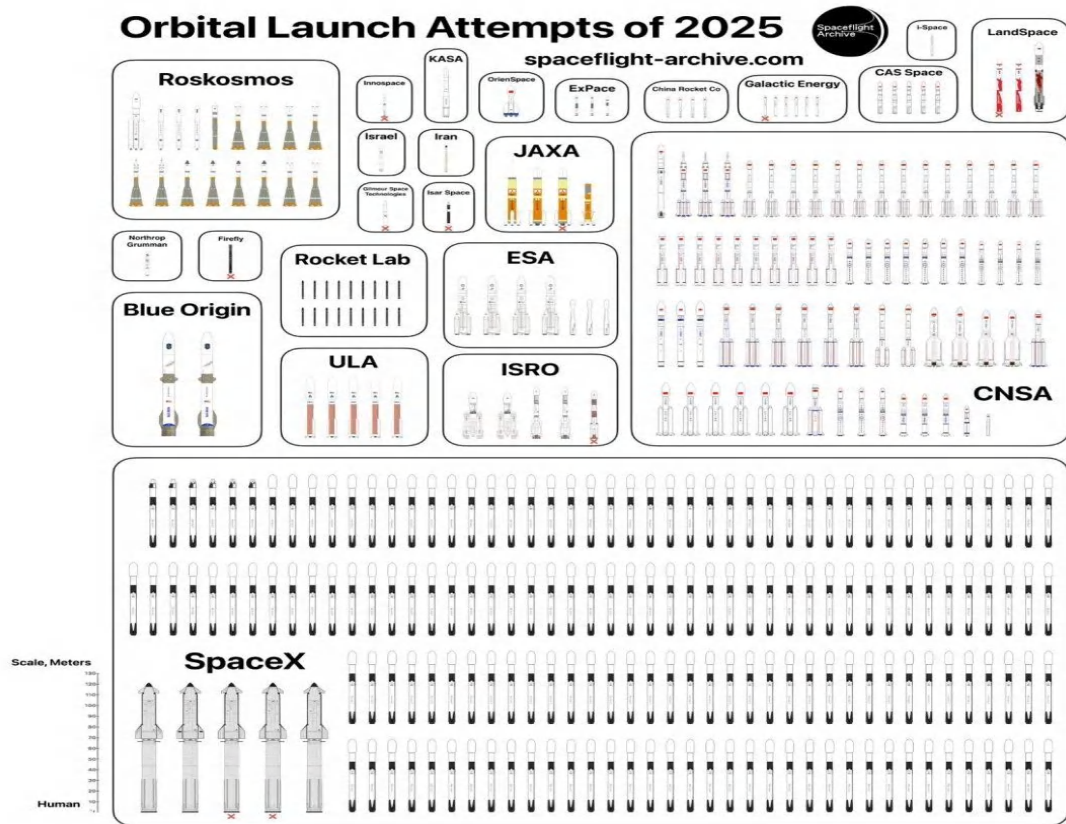
- ① 运载火箭是航天产业发展的基石
- ② 星座组网驱动火箭需求快速增长
- ③ 动力系统是火箭技术发展的关键
- ④ 液体可回收是火箭主流技术路线
- ⑤ 新材料新工艺助推火箭技术发展
- ⑥ 火箭产业链重点标的梳理

- 据Precedence Research报告，2024年全球火箭发射服务市场收入约186.8亿美元，预计2034年将增长至642.5亿美元，年复合增长率（CAGR）约为13.15%，火箭发射市场规模有望在未来持续增长。当前，全球航天发射任务需求加速释放，发射次数、发射质量、航天器数量多项指标刷新历史纪录，带动火箭发射需求快速增长。

图表9：2024-2034年全球火箭发射市场规模

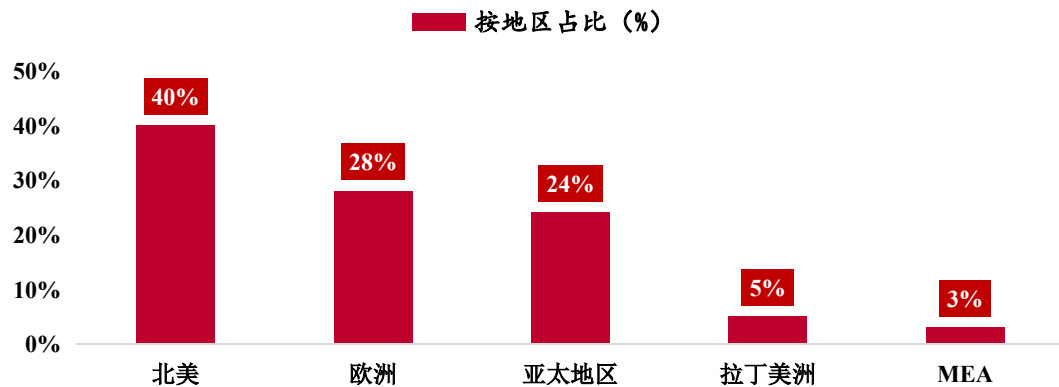


图表10：2025年全球火箭发射情况总览

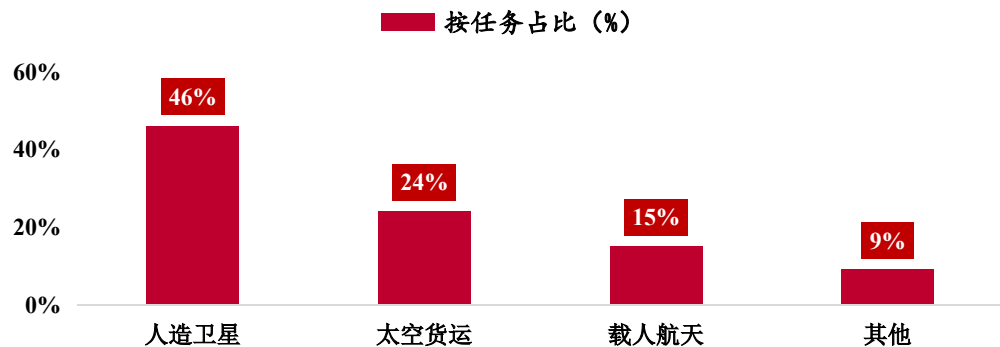


■ 从需求端看，运载火箭任务种类多元，大致可分为政府用途（载人航天、深空探测、国防军事、科学研究）和商业用途（通信卫星、遥感卫星、导航卫星）等。预计“十五五”期间，大规模星座组网、深空探测等航天任务的加速推进，将带动运载火箭发射需求高速增长。

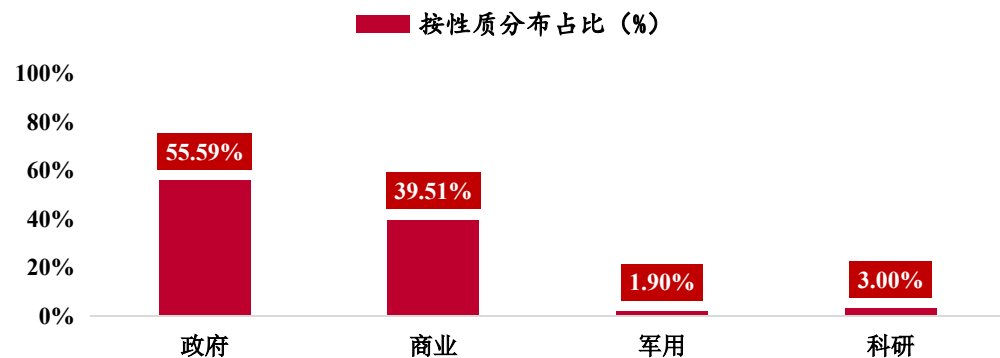
图表11：2024年全球火箭发射市场分地区占比



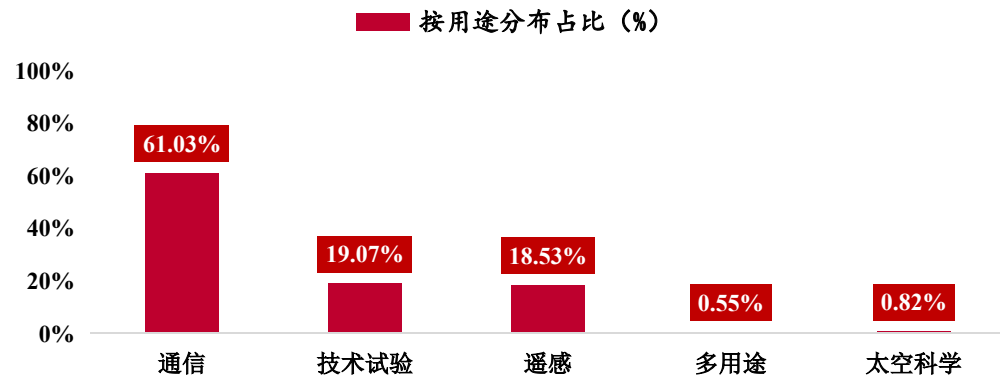
图表12：2024年全球火箭发射市场分任务占比



图表13：2025年中国发射卫星统计（按性质）



图表14：2025年中国发射卫星统计（按用途）



■ 在全球低轨卫星发展进程中，轨道资源与通信频段的稀缺性，驱动各国围绕低轨卫星展开激烈竞逐。依据国际电信联盟（ITU）“先登先占”规则，率先完成部署的主体可优先锁定轨道与频段使用权，全球卫星频轨资源稀缺性凸显，星座组网成为当前火箭发射需求的主要驱动力。

图表15：卫星通信使用无线电频率概况

| 频段  | 频率范围                      | 使用情况         |
|-----|---------------------------|--------------|
| L   | 1 - 2 GHz                 | 资源几乎殆尽       |
| S   | 2 - 4 GHz                 | 资源几乎殆尽       |
| C   | 4 - 8 GHz                 | 已近饱和         |
| X   | 8 - 12 GHz                | 通常被政府和军方占用   |
| Ku  | 12 - 18 GHz               | 已近饱和         |
| Ka  | 26.5 - 40 GHz             | 正在被大量使用      |
| Q/V | 36 - 46 GHz / 46 - 75 GHz | 开始进入商业卫星通信领域 |
| 太赫兹 | 0.1 - 10 THz              | 正在开发         |

图表16：卫星轨道类型

| 轨道类型     | 高度范围 (km)  | 运行周期     | 核心特征与应用场景                           | 典型案例                                     |
|----------|------------|----------|-------------------------------------|------------------------------------------|
| 低地球轨道LEO | 100-2000   | 90-120分钟 | 距离近，传输延迟低；遥感分辨率高；大气阻力大，需频繁轨道维持      | 国际空间站（ISS，400km）、星链卫星（550km）、遥感卫星（如高分系列） |
| 中地球轨道MEO | 2000-35786 | 6-12小时   | 覆盖范围适中（单星覆盖约1/3地球）；轨道稳定，适合导航，无需频繁调整 | 北斗导航卫星（21500km）、GPS卫星（20200km）           |
| 高地球轨道HEO | 大于35786    | >24小时    | 包含地球同步轨道等特殊轨道；高轨卫星覆盖范围广，适合全球通信和预警   | 地球同步轨道通信卫星（如中星系列）、地球静止轨道气象卫星（如风云四号）      |

图表17：低轨卫星通信网络架构



■ 全球卫星互联网星座大规模组网加速落地，SpaceX 的星链计划引领行业发展，星链Starlink计划部署 4.2 万颗卫星，通过大规模低轨卫星部署，实现高速低延迟全球宽带覆盖。国内，“GW 星座”、“千帆星座”等巨型星座部署进入实质阶段，带动我国火箭发射需求加速释放，对火箭大规模发射能力和发射成本控制提出较高要求。

图表18：星链发射卫星数量及里程碑事件



图表19：Starlink星座部署计划

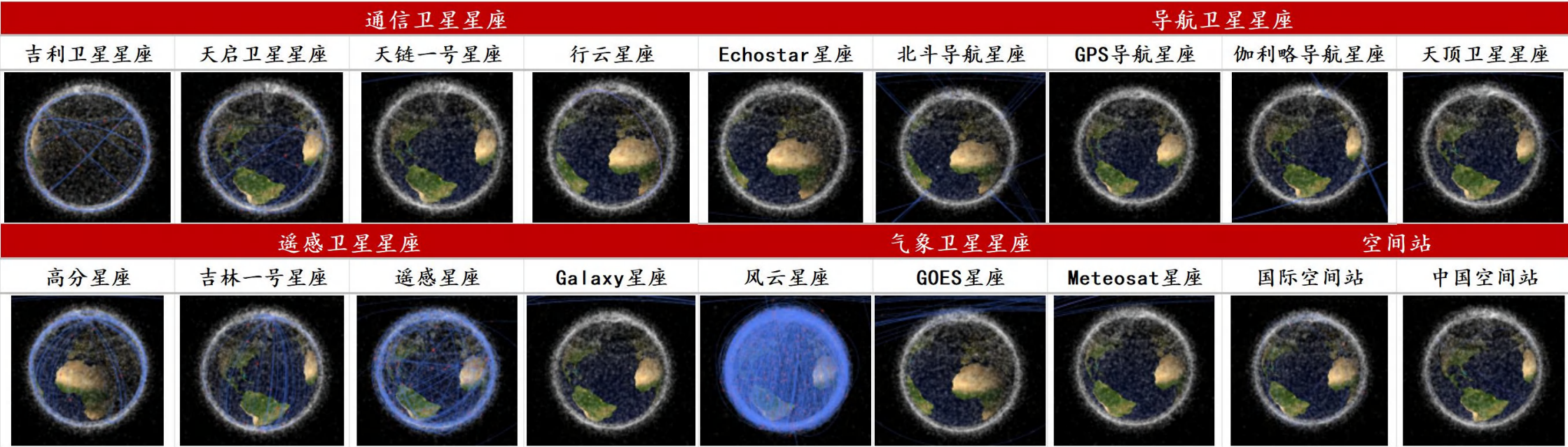
| 轨道   |      | 卫星数量 | 轨道高度 (km) | 频段    | 缺点               |
|------|------|------|-----------|-------|------------------|
| LEO  | 第一阶段 | 1584 | 550       | Ku/Ka | 覆盖南北极以外的大部分地区    |
|      | 第二阶段 | 2825 | 1100-1325 | Ku/Ka | 实现全球覆盖           |
| VLEO | 第三阶段 | 7518 | 340       | V     | 进一步提升星座容量、降低通信时延 |

图表20：国网“GW”星座构型分布

| 星座        | 子星座      | 轨道高度<br>(km) | 轨道倾角<br>(° ) | 轨道面数 | 单轨星数 | 卫星数量  |
|-----------|----------|--------------|--------------|------|------|-------|
| GW-A59    | GW-A59-1 | 590          | 85           | 16   | 30   | 480   |
|           | GW-A59-2 | 600          | 50           | 40   | 50   | 2000  |
|           | GW-A59-3 | 508          | 55           | 60   | 60   | 3600  |
|           | 小计       |              |              |      |      | 6080  |
| GW-A2     | GW-A2-1  | 1145         | 30           | 48   | 36   | 1728  |
|           | GW-A2-2  | 1145         | 40           | 48   | 36   | 1728  |
|           | GW-A2-3  | 1145         | 50           | 48   | 36   | 1728  |
|           | GW-A2-4  | 1145         | 60           | 48   | 36   | 1728  |
|           | 小计       |              |              |      |      | 6912  |
| GW星座卫星总数量 |          |              |              |      |      | 12992 |

■ 运载火箭作为航天器进入太空的主要运输工具，具有多元化应用场景。根据具体载荷情况，火箭发射服务应用场景可划分为：1) 卫星发射；2) 空间站建设；3) 探月和探火等深空探测；4) 太空旅游；5) 太空资源开发。

图表21：运载火箭主要应用场景



- 太空算力是指将具备数据处理与计算能力的设施部署于太空轨道，通过星载计算机载荷实现对海量数据的在轨处理、存储与传输能力，使数据在太空轨道完成“采集—计算—存储—决策—下传”的闭环。
- 太空算力将卫星从“感知终端”升级为“智能节点”，并催生算力星座、数据中继与在轨数据处理等新型任务形态，打开卫星制造与发射服务新增需求空间。

图表22：天基计算体系

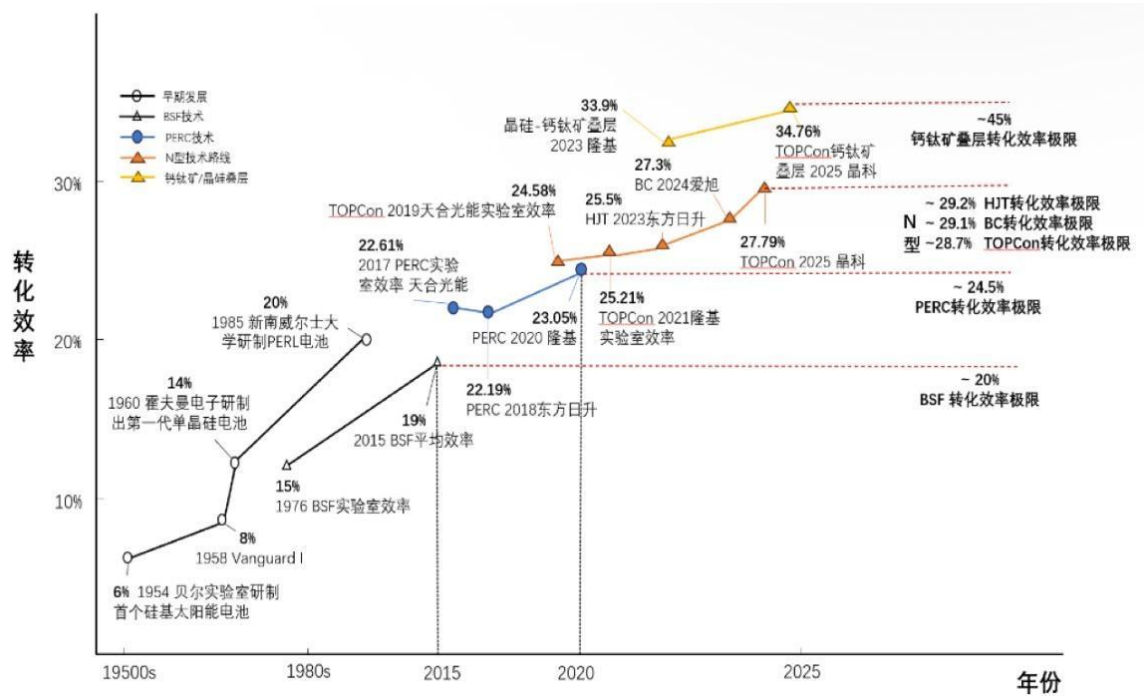


图表23：太空算力优势

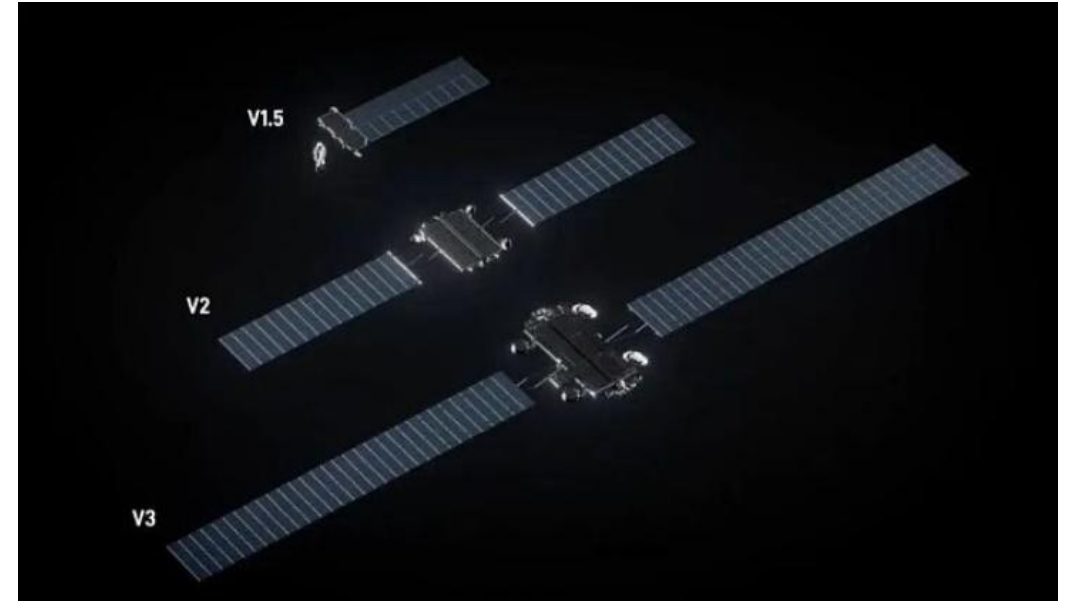
| 优势   | 核心原理与数据支撑                                                                                                                                                                                                                                      | 带来的效益                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 能源高效 | 晨昏轨道是一种特殊的太阳同步轨道，卫星沿着地球的晨昏线运行几乎可以24小时持续接受阳光照射，而不会像普通低轨卫星 (LEO) 那样每90分钟就经历一次长达30-40分钟的“地影”黑暗期，容量因子>95%(地面太阳能平均约24%)。太空无大气衰减，太阳辐照强度比地表高约40%，太空的总辐照量达到地球的六倍，同样的太阳能电池板，在太空的发电量是地面的4-5倍。据Lumen Orbit测算，轨道能源成本可低至0.002美分/千瓦时，仅为美国批发电价(0.045美分)的1/22。 | 近乎无限、边际成本极低的清洁能源供给，结合深空天然冷源，获得廉价的电力，是应对AI电力需求爆炸的根本途径 |
| 散热卓越 | 太空的真空和极寒温环境(约-270℃)为天然散热场，热量可通过辐射直接散逸，无需复杂的液冷或风冷系统，也不需要消耗水资源，只需在卫星背光面安装散热器即可                                                                                                                                                                   | 零水资源消耗，散热系统能耗近乎为零，从根本上解决散热难题                         |
| 部署灵活 | 卫星制造与发射周期以“月”计，可模块化快速部署，完全规避地面所有审批与物理瓶颈。单颗卫星算力可达744TOPS，12颗互联后总算力突破5POPS(每秒5千万亿次)，相当于3000台高端笔记本电脑的计算能力                                                                                                                                         | 实现算力基础设施的快速、灵活扩展，响应市场需求的速度远超地面                       |
| 数据高效 | 地面数据中心的机架通过光纤连接，本质上是激光在光缆中传输。而在太空中，可以使用激光直接在绝对真空中连接卫星，响应时间从“小时级”压缩至“秒级”，比传统“天感地算”模式减少一半时延，数据传输量减少90%，带宽利用率从10%提升至60%以上。此外，从用户体验看，卫星直连手机可简化“手机-基站-光纤网络-数据中心”的冗长路径                                                                               | 极大提升处理与传输效率，释放星地通信带宽压力，并为最终用户提供更低延迟、更低成本的交互体验        |

■ 太空光伏作为面向未来太空经济体系构建的轨道能源基础设施，是当前及可见未来航天器长期在轨运行的主要供电方案。在太空环境中，传统的化石能源存在存储风险高、补给难度大等致命缺陷，而核能则面临技术复杂度高、安全管控严格等问题，难以规模化应用，相比之下光伏技术可直接将太阳能转化为电能，具备持续性、稳定性和轻量化的核心优势，符合太空环境对能源的要求。

图表24：光伏转换效率持续突破



图表25：Starlink各代卫星太阳翼对比



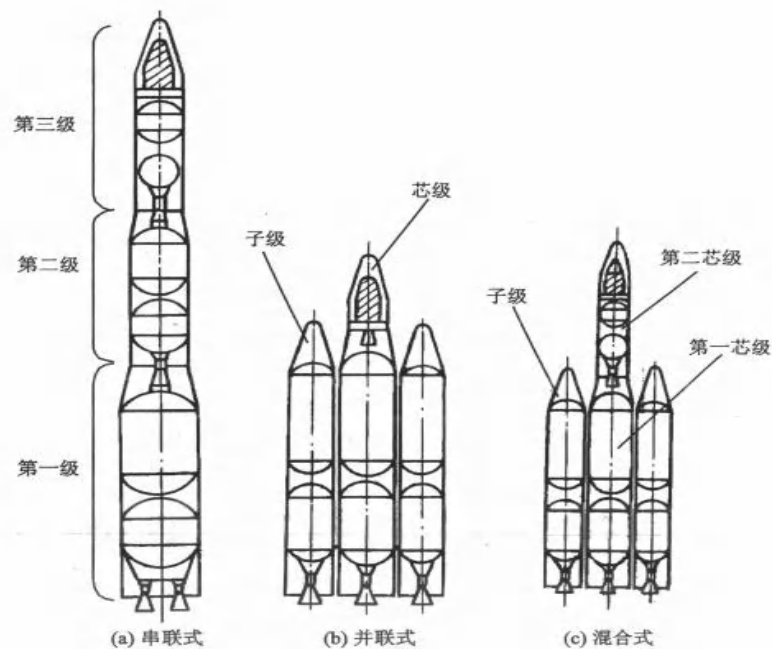
# 目录

## CONTENTS

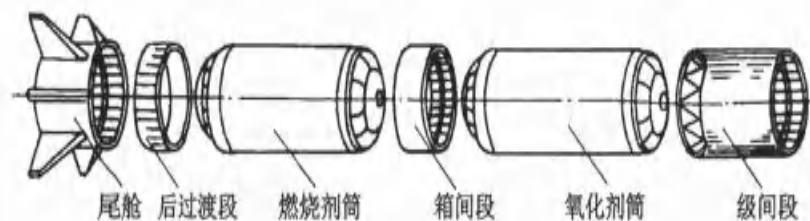
- ① 运载火箭是航天产业发展的基石
- ② 星座组网驱动火箭需求快速增长
- ③ 动力系统是火箭技术发展的关键
- ④ 液体可回收是火箭主流技术路线
- ⑤ 新材料新工艺助推火箭技术发展
- ⑥ 火箭产业链重点标的梳理

- 运载火箭的主要组成部分包括箭体结构（又称结构系统）、动力系统（又称推进系统）和控制系统。
- 目前，用单级火箭很难使航天器入轨，一般采用多级火箭，但级数多，结构就复杂、可靠性降低，同时级数过多对减小火箭的起飞质量并不显著。因此，当速度满足要求时，应尽量减少级数。目前很少采用多于四级的火箭。多级火箭一般有串联型、并联型和混合型三种组合方式。

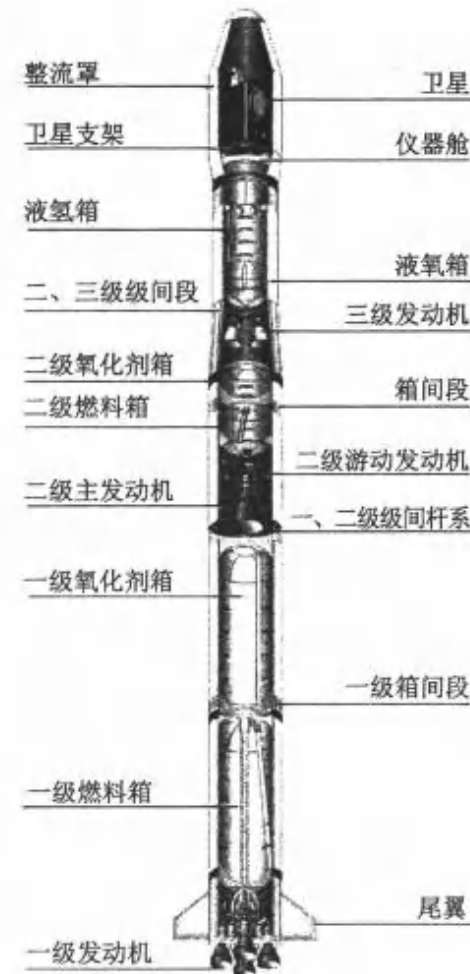
图表26：运载火箭组合方式示意图



图表27：运载火箭结构示意图

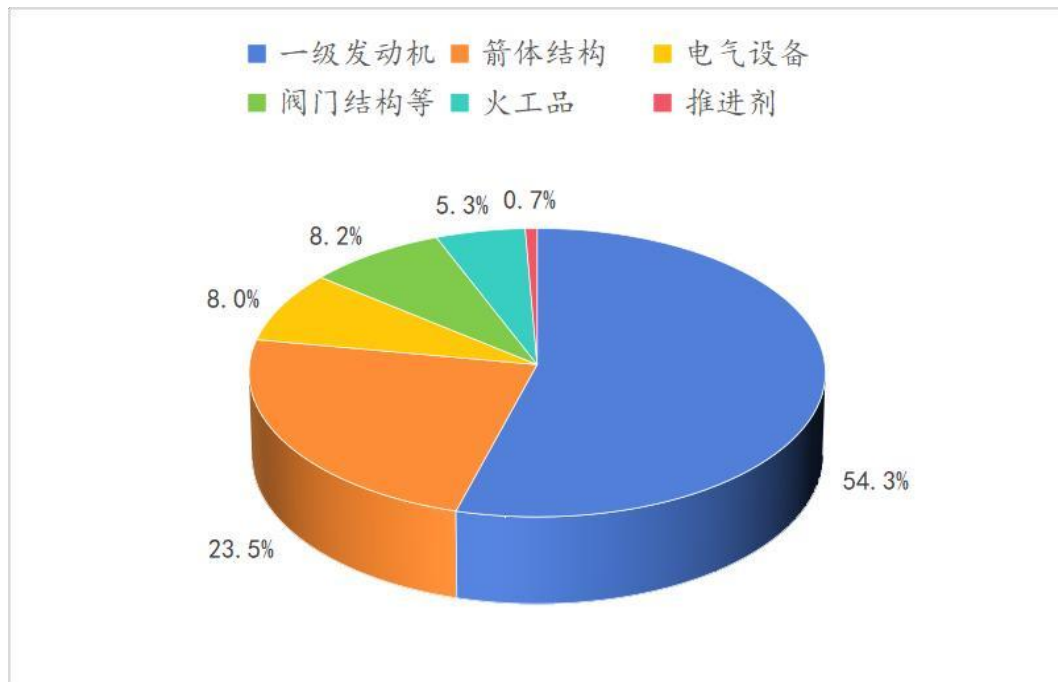


图表28：火箭结构示意图  
(长征三号甲运载火箭)

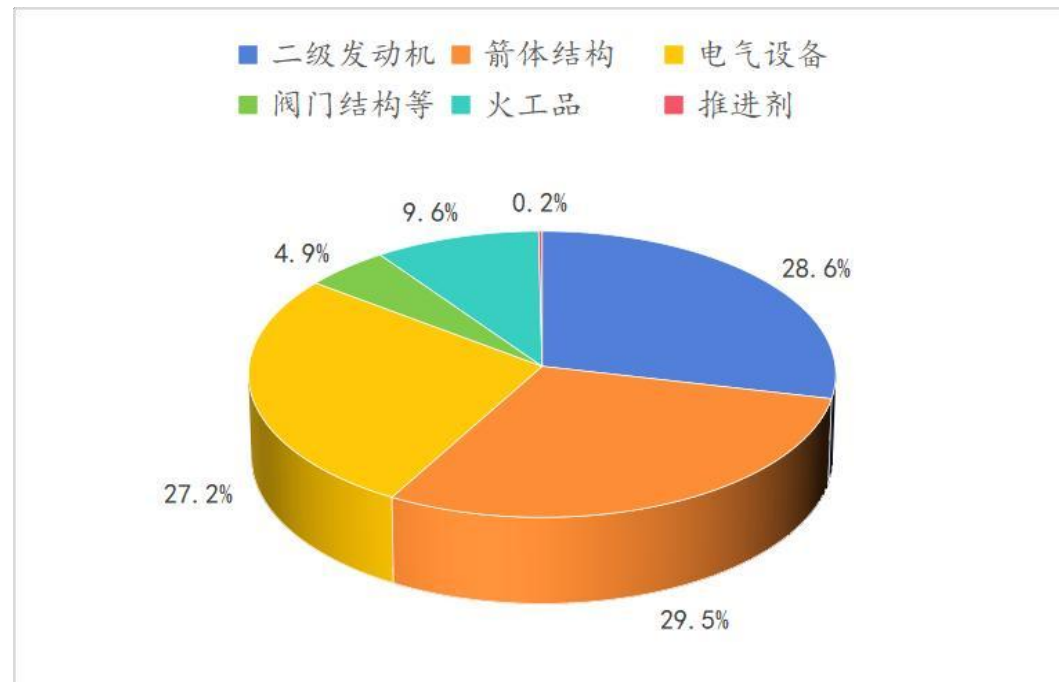


- “可回收复用”成为降低火箭发射成本的主要途径。运载火箭的硬件成本主要包括发动机、箭体结构、电气设备、阀门机构、火工品、推进剂等。一型运载火箭发动机和箭体结构占总硬件成本比例最大，其中一级助推器中发动机和箭体结构占比约 77.8%、二级助推器中发动机和箭体结构占比约 58.1%。而推进剂等消耗品的成本占比很小。所以，一级发动机硬件成本占比最高，若能实现发动机的重复使用，便可将高昂的硬件成本在多次发射中摊薄，从而显著压低单次发射价格。

图表29：一级助推器硬件成本拆分



图表30：二级助推器硬件成本拆分





■ 不同类型的火箭发动机性能指标有较大的区别，液体火箭发动机在比冲、推力范围、可重复启停与回收等方面上显著优于固体发动机，是当前中大型、可复用商业发射的主流动力；而固体发动机以结构简单、快速响应、长期储存为核心优势，适用于小卫星快速、应急发射与助推任务。

图表33：火箭发动机主要性能特点对比

| 类型       |         | 推进剂                  | 能源     | 真空比冲<br>( $m*s^{-1}$ ) | 推力范围<br>(N)             | 优点         | 缺点             |
|----------|---------|----------------------|--------|------------------------|-------------------------|------------|----------------|
| 化学能火箭发动机 | 固体火箭发动机 | 有机聚合物+过氯酸铵+粉末状铝      | 化学能    | 2500-3000              | 50-5*10 <sup>6</sup>    | 简单、可靠、成本较低 | 推力不易控制，重复启动困难  |
|          | 液体火箭发动机 | 单组元推进剂<br>H2O2, N2H4 | 放热分解   | 1500-2500              | 0.05-0.5                | 简单、可靠、成本低  | 性能低，比双组元重      |
|          |         | 02和H2                | 化学能    | 4500                   | 5-5*10 <sup>6</sup>     | 性能很高       | 低温、复杂          |
|          |         | 双组元推进剂<br>N2O4和N2H4  | 化学能    | 3000-3400              | 5-5*10 <sup>6</sup>     | 可贮存，性能好    | 复杂             |
|          |         | F2和N2H4              | 化学能    | 4500                   | 5-5*10 <sup>6</sup>     | 性能很高       | 有毒、危险、复杂       |
| 电能火箭发动机  | 水电解     | H2O分解为H2+O2          | 电能/化学能 | 3400-3800              | 50-500                  | 性能高        | 复杂、功耗大         |
|          | 电热      | NH3, N2H4, H2        | 电弧加热   | 4500-20000             | 0.05-5                  | 性能高，供给系统简单 | 功耗大、接口复杂       |
|          | 电磁      | Telfon               | 脉冲等离子  | 20000                  | 0.005-5*10 <sup>6</sup> | 性能高        | 效率低、功耗大、有污染、复杂 |

■ 目前可回收火箭主要采用液体火箭发动机，与传统的固体火箭发动机相比，其主要优点是比冲高，推力范围大，能反复启动，较易控制推力的大小，工作时间较长，在航天器的推进系统中应用较多。使用不同推进剂的液体火箭发动机表现出不同的性能。

图表34：长征系列火箭发动机推进剂及特点

| 推进剂   |                                      | 特点                                                                                     |
|-------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 长征二号  | 四氧化二氮/偏二甲肼                           | 优势是常温下性质稳定，无需特殊低温储存设备，储运和加注流程相对成熟，技术可靠性经过长期发射任务验证                                      |
| 长征五号  | 液氢/液氧和液氧/煤油两种环保推进剂组合                 | 液氢/液氧燃料是目前能量密度最高的化学推进剂之一，无污染且推力强劲；液氧煤油燃料则具备成本较低、来源广泛的特点，燃烧效率高，且煤油易于储存和输送，能为火箭提供强大的起飞推力 |
| 长征六号  | 一子级和二子级使用液氧/煤油推进剂，三子级使用四氧化二氮/偏二甲肼推进剂 | 液氧煤油推进剂无毒无污染，搭配补燃循环技术，可让发动机燃烧效率超98%                                                    |
| 长征七号  | 全液氧/煤油推进剂                            | 安全性高、无毒无污染，且推力调节范围广，能适配不同飞行阶段的推力需求，且加注流程相对简便                                           |
| 长征八号  | 液氧/煤基航天煤油助推器与液氢+液氧末级组合推进剂            | 绿色环保、储运便利、成本更低，性能与传统石油基航天煤油完全持平且稳定可靠                                                   |
| 长征十一号 | 由黏合剂、氧化剂、金属粉末等组成的固体推进剂               | 可长期贮存，无需发射前复杂的加注流程，且结构简单、故障率低                                                          |
| 长征十二号 | 全液氧/煤基航天煤油推进剂组合                      | 原料供给更稳定、成本更低，其环烷烃含量高达85%以上，具备高能量密度、高热安定性、低杂质排放的特点                                      |

图表35：不同推进剂发动机性能对比

| 特征参数                                                                | 液氧甲烷  | 液氧煤油 | 液氧液氢  |
|---------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|
| 混合比                                                                 | 3.5   | 2.74 | 6     |
| 室压/MPa                                                              | 25    | 25   | 25    |
| 喷管面积比                                                               | 30    | 30   | 30    |
| 推进剂密度比冲/ $(10^6 \text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ | 2.797 | 3.4  | 2.561 |
| 推力室理论比冲/s                                                           | 345   | 335  | 415.4 |

■ 液体火箭发动机采用的液体推进剂类型通常以双组元组合为主，即氧化剂与燃料分别以液态形式独立存储和加注，在发动机燃烧室内混合反应产生推力。近年来，液氧甲烷成为可重复使用商业航天火箭的主要燃料选择，有望实现对液氧煤油的替代与超越。液氧甲烷作为火箭燃料，其最大的技术优势在于在性能、复用性、成本和工程可实现性之间取得了最佳平衡，是商业航天时代追求“经济可重复使用”的理想选择之一。

图表36：液体火箭主要液体推进剂

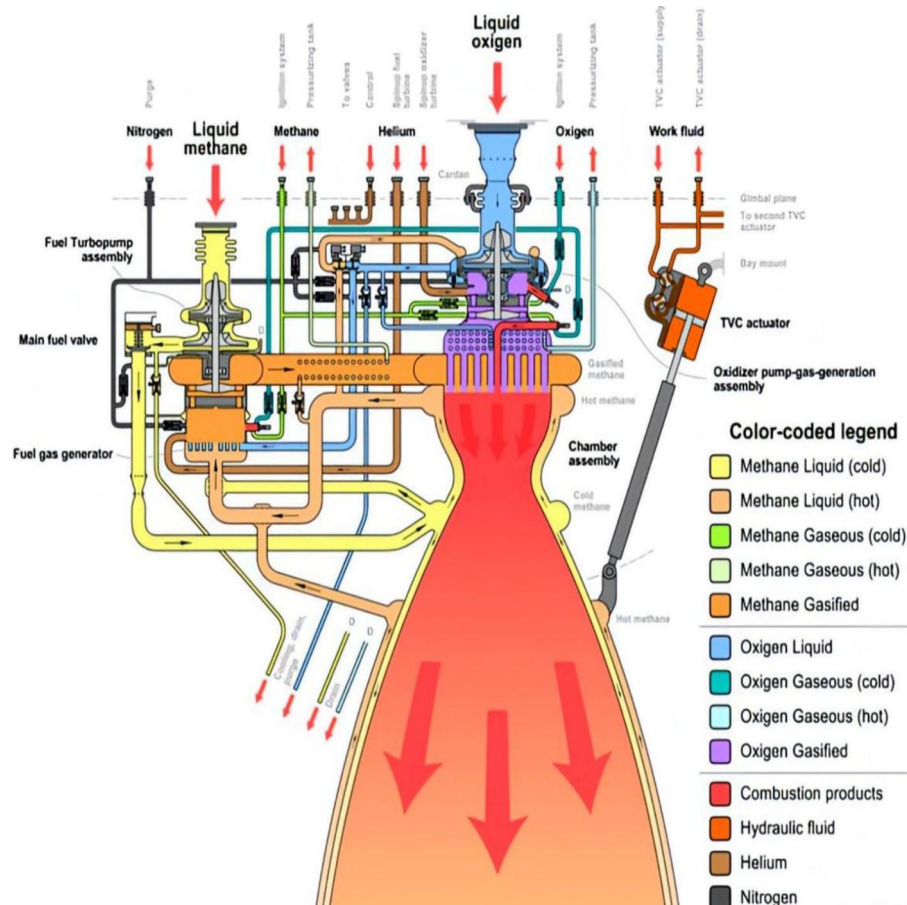
| 种类  |        | 性质                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氧化剂 | 液氧     | 氧化力强，与燃烧剂混合后燃烧温度高，无毒，密度高，成本低。但液氧的沸点低(−183℃)，容易蒸发，不易贮存，因此很少用于导弹武器上。液氧作为强氧化剂，易与燃烧热值高的燃烧剂发生剧烈反应，因此在航天飞行器的运载火箭上应用较广。                                                                                                                                                                   |
|     | 液氟     | 氟在适当条件下，除惰性气体外，几乎能与任何物质反应。在现有的化学推进剂组合中能量最高，比重也高于液氧。但液氟的沸点比液氧还低(约为−188℃)，腐蚀性和毒性都很大，因此在运输、贮存和安全处理方面都存在一定的困难。                                                                                                                                                                         |
|     | 硝酸     | 是一种较强的氧化剂，使用中为了降低腐蚀性，常加入少量磷酸、氟化氢、氟化磷等作为缓蚀剂，它与许多种燃烧剂组合可形成自燃推进剂。硝酸的优点是比重大、冰点低、沸点高，液态温度范围很大，易于运输。缺点是腐蚀性强，比冲较低，液体及蒸气毒性大，一般只在中小型火箭发动机中使用。                                                                                                                                               |
|     | 过氧化氢   | 可以作为氧化剂，也可以作为单组元推进剂使用。火箭上使用的过氧化氢一般是65%~100%的水溶液。浓过氧化氢为无色液体，无毒，稳定性好，但与普通重金属接触则容易引起分解，因此应注意材料的选择。过氧化氢一般作为单组元推进剂用于驱动涡轮的燃气发生器或用于小推力姿态控制系统的发动机。                                                                                                                                         |
|     | 四氧化二氮  | 是一种较强的氧化剂，化学稳定性好，能量高，密度大，易贮存，可与肼类、胺类和某些醇类组成自燃推进剂。它的缺点是气体对人体毒害较大，沸点较低(21.15℃)，冰点较高(−11.23℃)，液态温度范围较小，因此在战术导弹上的应用受到限制。                                                                                                                                                               |
| 燃烧剂 | 液氢     | 能量高，比冲高，无毒、无腐蚀性，来源广，成本低。其缺点是密度小，沸点低(−252.8℃)，易燃、易爆，不易贮存和运输。液氢系统中不能使用绝缘材料，以防静电集聚造成着火爆炸。目前广泛用于航天器的运载火箭上。                                                                                                                                                                             |
|     | 航空煤油   | 能量高，毒性小，化学稳定性好，成本低，便于贮存和处理。其缺点主要是密度较低。                                                                                                                                                                                                                                             |
|     | 甲烷     | 一种有机化合物，分子式是CH <sub>4</sub> ，是最简单的有机物，也是含碳量最小(含氢量最大)的烃。甲烷性能比较稳定，毒性甚低，黏度小，冷却性能远高于航空煤油，和液氧的燃烧过程中不容易积碳和结焦，在可重复使用发动机上有一定优势。                                                                                                                                                            |
|     | 肼及其衍生物 | 肼(N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )是一种强还原剂，与硝酸、四氧化二氮、液氧、过氧化氢等接触即可自燃。其优点是能量较高，可以贮存；缺点是冰点高(1.4℃)，毒性大，热稳定性差，容易爆炸。肼的衍生物主要有一甲肼CH <sub>3</sub> N <sub>2</sub> H <sub>3</sub> 和偏二甲肼(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> N <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ，它们的冰点都较低，稳定性也较好，且便于贮存，因此在各种导弹和航天飞行器上广泛应用。 |
|     | 混胺     | 由三乙胺(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> N和二甲苯胺(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> NH <sub>2</sub> 混合而成，冰点较低(−72℃)，沸点较高(130℃)，与硝基氧化剂可组成自燃推进剂。这种推进剂能量较高，安定性好，可长期贮存，因此在战术导弹的液体火箭发动机上得到广泛应用。其缺点是对人体有害，闪电低、易燃，因此应妥善处理和防护，以防止中毒和火灾。                  |

- 随着Space X公司的火箭可重复使用技术的成功实现及不断突破，Space X的液氧甲烷发动机技术也有很大进展，液氧甲烷在可重复使用火箭和星际航行任务重具备理想的应用场景。

图表37：Space X主要型号发动机

|             |  |  |  |  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 发动机参数       | 梅林1D+                                                                             | 猛禽第一代                                                                             | 猛禽第二代                                                                              | 猛禽第三代                                                                               |
| 海平面推力 (t)   | 84.6                                                                              | 185                                                                               | 230                                                                                | 280                                                                                 |
| 真空推力 (t)    | 91.4                                                                              | 200                                                                               | 258                                                                                | 306                                                                                 |
| 燃烧室压力 (MPa) | 10.8                                                                              | 25                                                                                | 30                                                                                 | 35                                                                                  |
| 海平面比冲 (s)   | 289                                                                               | 330                                                                               | 347                                                                                | 350                                                                                 |
| 推重比         | 183                                                                               | 89                                                                                | 141                                                                                | 184                                                                                 |
| 推进剂         | 液氧煤油                                                                              | 液氧甲烷                                                                              | 液氧甲烷                                                                               | 液氧甲烷                                                                                |
| 造价 (万美元)    | 约100                                                                              | >200                                                                              | 约100                                                                               | <200 (目标)                                                                           |

图表38：猛禽发动机系统原理图



中国液体火箭发动机在液氧液氢组合和液氧煤油组合方面有较多的应用，民营商业火箭企业研发的新型商业火箭发动机性能显著提升，呈现多元化技术路线特征，在满足不同场景发射需求的前提下，有效降低成本，具有显著的技术先进性。

图表39：中国商业航天主要火箭发动机

| 发动机型号 | YF-100K                                                                                                    | 天火-12 (TH-12)                                                                                                           | 力擎二号 (PE-2)                                                                                                                                   | 巧龙一号 (QL-1)                                                                                                             | 焦点二号 (JD-2)                                                                                                                                                                        | YF-102                                                                                                                                                                              | 龙云 (LY-70)                                                                                                                                                                    | 天鹅-12A (TQ-12A)                                                                                                      | 沧龙一号 (CL-1)                                                                                                      | YF-75D                                                                                                                   |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 图片    |                           |                                        |                                                              |                                       |                                                                                                 |                                                                                                  |                                                                                            |                                   |                               |                                       |
| 研发单位  | 中国航天推进技术研究院                                                                                                | 天兵科技                                                                                                                    | 中科宇航                                                                                                                                          | 天回航天                                                                                                                    | 星际荣耀                                                                                                                                                                               | 中国航天推进技术研究院                                                                                                                                                                         | 九州云箭                                                                                                                                                                          | 蓝箭航天                                                                                                                 | 宇航推进                                                                                                             | 中国航天科技集团第六研究院                                                                                                            |
| 动力信息  | 推力（海平面）约130吨；比冲（海平面）302s；推重比70.1。                                                                          | 推力（海平面）约110吨；比冲（海平面）285s；推重比163。                                                                                        | 推力（海平面）约110吨；比冲（真空）≥330s；比冲（海平面）≥272s。                                                                                                        | 推力（海平面）约85吨；比冲（海平面）281s；推重比160。                                                                                         | 推力（海平面）约85吨；比冲（海平面）289s；推重比>100。                                                                                                                                                   | 推力（海平面）64吨；比冲（海平面）275s；推重比<130。                                                                                                                                                     | 推力（海平面）约83吨；比冲（真空）320.2s；比冲（海平面）>293.9s（增推）；推重比110（增推）。                                                                                                                       | 推力（海平面）约73吨；比冲（真空）3160m/s；推重比105。                                                                                    | 推力（海平面）约70吨（增推）；比冲（真空）322s；比冲（海平面）290s；推重比70。                                                                    | 推力（真空）约9吨；比冲（真空）442.6s；推重比34。                                                                                            |
| 特点    | YF-100K是随着载人登月探测计划的提出及新一代载人运载火箭方案论证需求而诞生的。作为长征十号的主动力装置，YF-100K使用了泵后摆装置，相较于YF-100，具有质量偏心小、摇摆包络小、摇摆组件易于布局优点。 | 天火-12 (TH-12) 火箭发动机，是天兵科技研制的世界顶尖的燃气发生器循环液氧煤油发动机。该发动机采用六通道控制，全程实时健康监测，可实现多模式启动、多次点火、泵后双向摇摆和变推力控制等功能，可重复使用次数大于50次，采用燃气滚控。 | 力擎二号 (PE-2) 是中科宇航自主研制的液氧煤油发动机，采用燃气发生器循环方案，具备多次启动、大范围变工况的能力。通过成熟工业材料、标准件及3D打印技术的大量应用，降低生产成本、缩短生产周期。该发动机作为大、中型运载火箭的一级、二级的主动力使用，并可满足液体火箭一级回收的需求。 | 巧龙一号 (QL-1) 是天回航天专门为商业航天动力市场研发的新型发动机，具有经济实惠、产能丰沛的特点。该发动机采用独创的分级燃烧抽气循环方式，并采用一体化结构融合设计，取消了燃气发生器，结构被大幅简化。单次任务可重复点火次数大于10次。 | 焦点二号 (焦点-2，JD-2) 是星际荣耀空间科技有限公司研制的大推力燃气发生器循环液氧甲烷火箭发动机，采用了火炬式点火、3D打印、全电动阀门和智能故障诊断等大量先进技术，具有推质比高、外廓尺寸小、使用维护便捷等优点，是专门为多机并联重复使用火箭设计的一型高性能液氧甲烷火箭发动机。发动机采用全电控阀门、电动伺服、泵后摇摆方案，重复使用次数不少于30次。 | YF-102液氧煤油火箭发动机是中国航天推进技术研究院（航天科技六院）“八年九机”液体火箭发动机研制规划中的一款。发动机定位于中小型商业运载火箭主动力，用于发射国内外主流的中小型商业卫星，极大丰富我国发动机型谱，为商业航天发展提供动力保障。可以实现对我国现役常规推进剂火箭发动机的无毒化替代，并作为新一代运载火箭主动力的有效补充，提供成本更低的进入空间能力。 | 龙云 (LY-70) 液氧甲烷发动机是九州云箭推出的首款多次启动、可回收、大推力液体火箭发动机，可作为中大型液体运载火箭的一级主推力发动机使用。“龙云”发动机重复使用次数≥50次。可5机并联应用3.35m直径火箭，7机并联应用3.8m直径火箭，9机并联应用4.2m直径火箭，单模块起飞规模350~630吨，重型并联模块起飞规模最大可达1800吨。 | 天鹅-12A (TQ-12A) 是由蓝箭航天自主研制的泵后摆燃气发生器循环液氧甲烷火箭发动机，在充分继承天鹅-12 (TQ-12) 发动机技术的基础上，通过设计优化及改进，发动机推力提高9%、比冲提高40m/s、重量减轻100kg。 | 沧龙一号 (CL-1) 是宇航推进研制的燃气发生器循环液氧甲烷发动机的一级，可拓展为真空型，发动机具备自生增压和可重复使用能力，重复使用次数不低于50次。具备推进剂组合比冲高；动力粘度低，易雾化，燃烧效率高，稳定性好等优势。 | YF-75D是中国航天科技集团第六研究院研制的氢氧发动机，由长征三号甲三级氢氧发动机YF-75进行适应性改进而来，采用闭式膨胀循环，以提高可靠性和适应地面循环预冷的要求，双向摇摆±4°，具备多次启动能力。目前被应用于长征五号基本型的芯二级。 |

■ 贮箱结构是箭体结构的重要组成部分，不仅是结构轻质化的关键，也是成本控制和效率提升的核心。贮箱整体长度约占火箭总长的三分之二，质量约占箭体结构质量的 60% 以上，既是推进剂贮存容器，也是主承力结构，是结构价值量最高的子系统。贮箱承担着大部分的结构载荷，是决定运载火箭性能的关键。

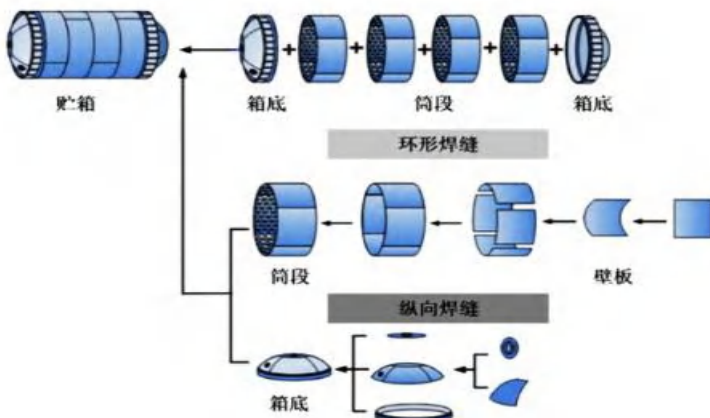
**图表40：运载火箭贮箱结构**

### 贮箱是箭体结构的重要组成部分

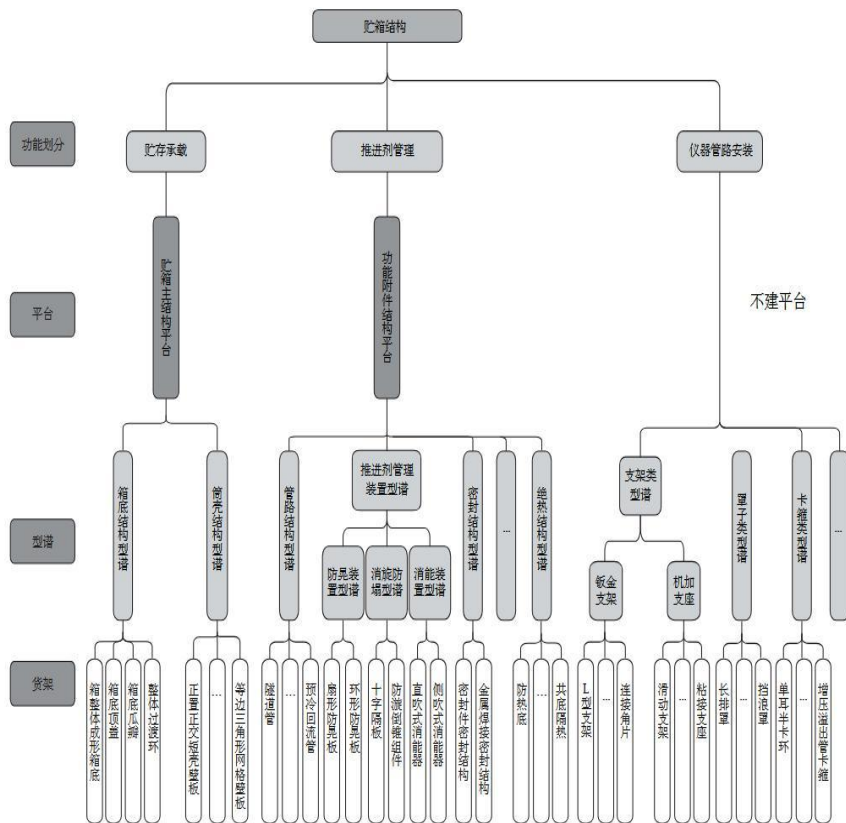
- ☐ 为动力系统贮存和输送推进剂
- ☐ 作为主承力结构参与箭体传力
- ☐ 是其他分系统元件的安装支撑
- ☐ 重量占箭体结构的60%以上
- ☐ 直径决定火箭的径向尺寸规格
- ☐ 容积决定火箭携带燃料的数量



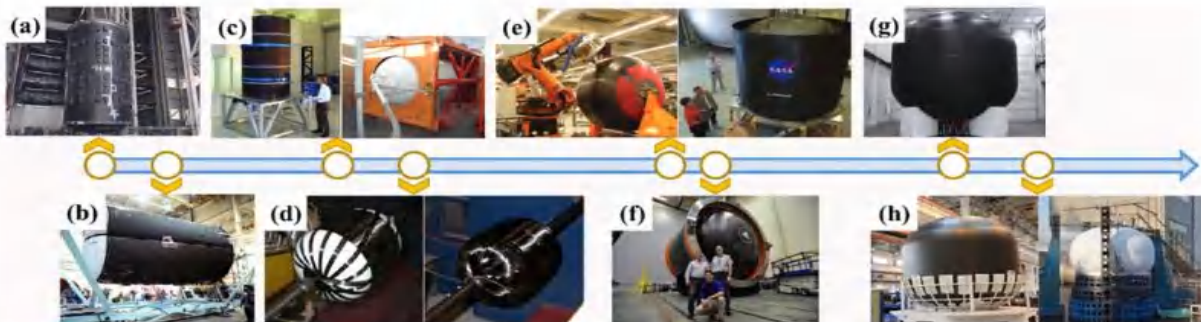
图表41：典型火箭贮箱结构示意图



图表42： 贮箱结构产品化架构



图表43： 复合材料贮箱发展历程



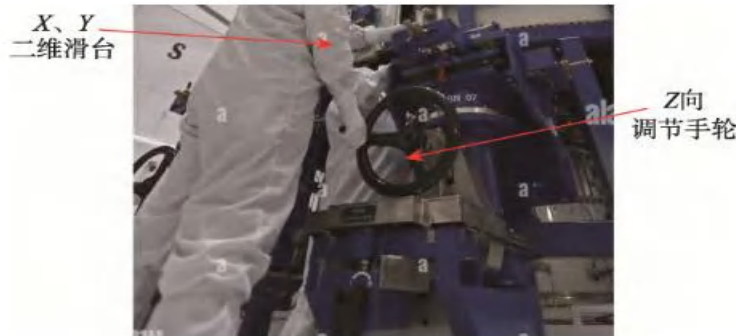
注:(a) DC-XA 亚轨道飞行器贮箱;(b) X-33 太空火箭计划贮箱;(c) 碳纤维/环氧树脂液氧贮箱;(d) 湿缠绕成形全复合液氧贮箱;(e) 波音公司贮箱;(f) NASA 贮箱;(g) SpaceX 大尺寸贮箱;(h) 国内复合材料贮箱。

■ 整流罩是运载火箭的关键部件，承担着保护卫星等有效载荷免受气动力、热环境及声振等有害因素影响的核  
心功能。一枚中大型液体商业火箭中，完整结构件价值量约在 3000 万元左右，其中贮箱价值量占比超过 60%，  
整流罩与各舱段次之。在下游发射价格逐步向每千克2万元人民币以下靠拢的背景下，火箭结构系统本身已经  
是高弹性的盈利与降本抓手。

图表44：长征二号  
F 运载火箭整流罩



图表45：宇宙神五号运载火箭合罩装  
置姿调机构



图表46：长征五号运载火箭整流罩合  
罩装置导轨座及工作平台



图表47：国内外火箭星罩组合体装配方式对比

| 型号      | 型架结构形式                                 | 总装方式 | 底盘形式          | 调姿机构             |
|---------|----------------------------------------|------|---------------|------------------|
| 长征三号乙   | 无冯卡门段，半圆形架上下拼接而成                       | 吊装   | 无             | 无                |
| 长征二号丙   | 无冯卡门段，直筒型，半圆形架上下拼接而成                   | 吊装   | 无             | 无                |
| 宇宙神五号系列 | 有冯卡门段，分 4 瓣，中间由弧形连接架拼接而成，模块化型架         | 推装   | 半圆形底盘+独立式主动轮  | 二维滑台+升降机构+脚轮     |
| 猎鹰九号    | 直筒型，长度与整流罩相当，1/4 圆弧筋组装成，部分功能采用电动，模块化型架 | 推装   | 独立式被动轮+导轨式主动轮 | 移动小车+铰链+升降机构     |
| 长征五号系列  | 有冯卡门段，半圆形架上下拼接而成，模块化型架，顶撑组件维型          | 推装   | 导轨式被动轮        | 二维移动小车+球铰结构+升降机构 |
| 长征七号系列  | 无冯卡门段，直筒型，半圆形架上下拼接而成，模块化型架，顶撑组件维型      | 推装   | 导轨式被动轮        | 二维移动小车+球铰结构+升降机构 |
| 长征八号系列  | 无冯卡门段，直筒型，半圆形架上下拼接而成，模块化型架，顶撑组件维型      | 推装   | 导轨式被动轮        | 二维移动小车+球铰结构+升降机构 |
| 长征二号F   | 有冯卡门段，半圆形架上下拼接而成                       | 推装   | 导轨式被动轮        | 二维移动小车+球铰结构+升降机构 |
| 长征六号甲   | 有冯卡门段，1/6 型架上下左右拼接而成                   | 推装   | 整体式万向动轮       | 二维移动滑台+球铰结构+升降机构 |
| 长征十二号   | 有冯卡门段，1/6 型架上下左右拼接而成                   | 推装   | 电动整体式万向动轮     | 二维移动滑台+球铰结构+升降机构 |

- 从整箭制造成本看，控制系统约占8%-15%，电气系统约占5%-10%，低于火箭发动机（30%-50%）和箭体结构（15%-25%）。火箭的控制系统与电气系统虽然价值占比不及发动机与结构件，但控制系统技术集成度极高，是保障精准入轨、实现 VTVL 回收与自动化发射的关键分系统。

图表48：火箭控制系统组成



图表49：火箭控制系统技术发展路线



■ 控制系统与电气系统是火箭控制与电气系统的大脑和神经中枢。

- 价值：整箭成本中约13%–25%，低于发动机和箭体结构；但在二级中占比约28%，与发动机和箭体结构约当；
- 演变：从分立到综合，从总线到高速网络，从定制化到通用化平台，逐步实现测控融合和一键发射；
- 降本抓手：综合电子平台化、模块标准化、高速实时以太网与 TTE 总线、国产 FPGA/传感器/伺服执行机构替代。

图 50：飞行控制系统一般结构图

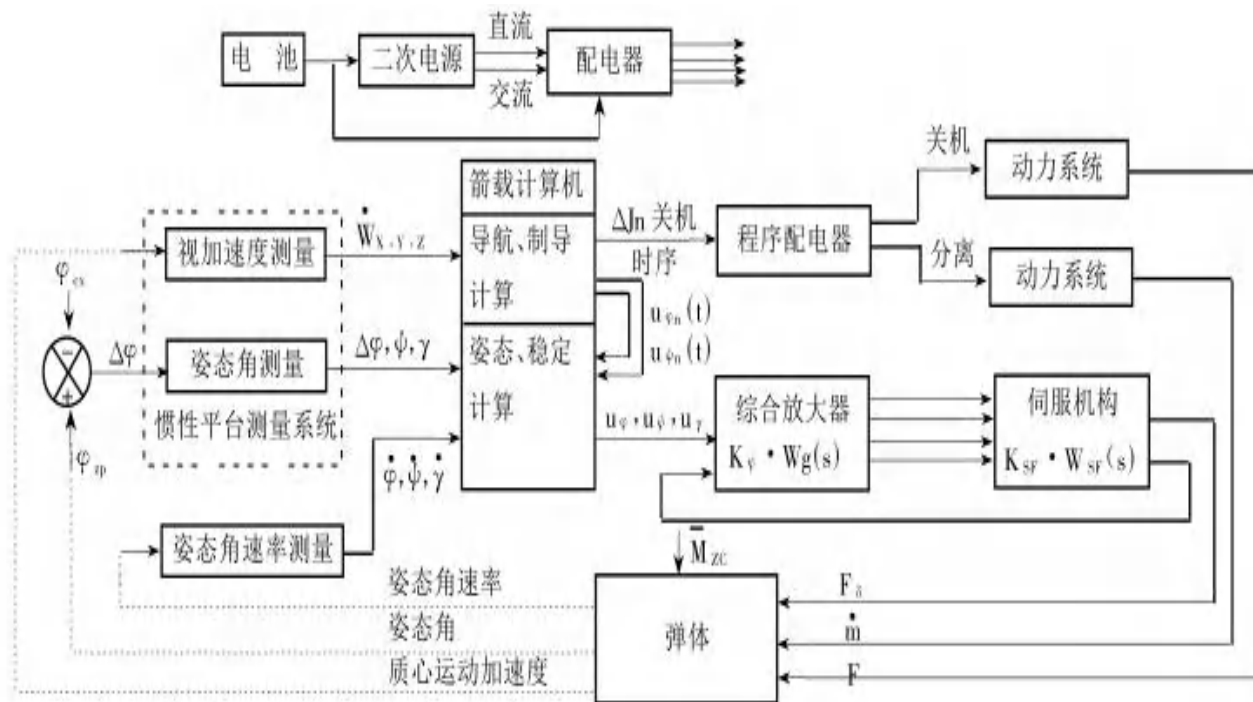
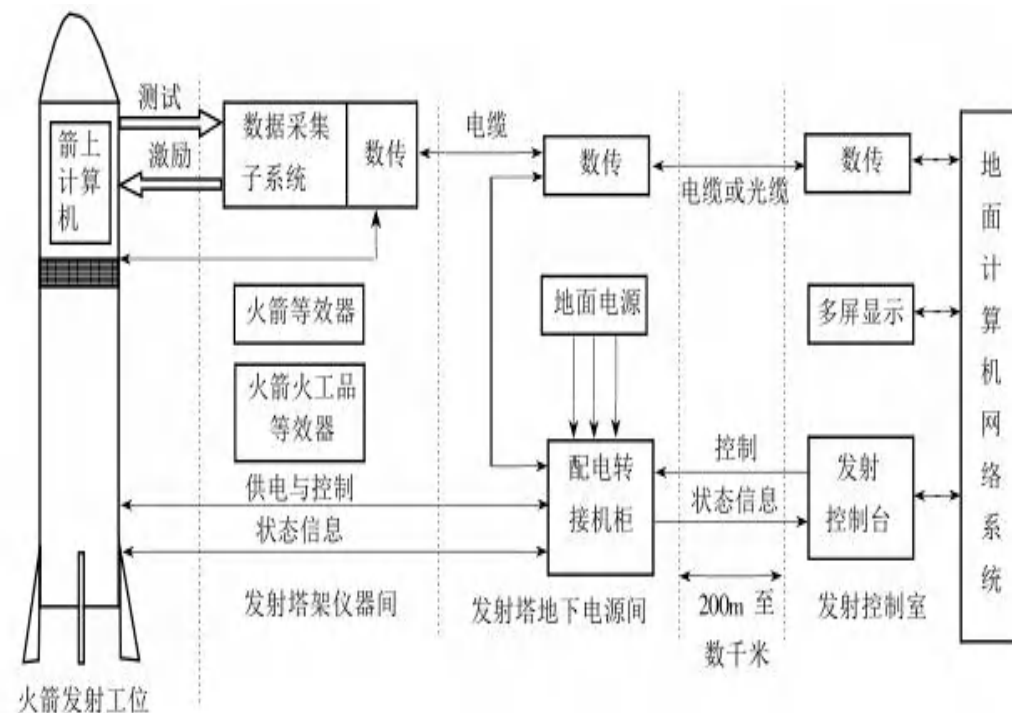


图 51：测试发控系统一般结构图



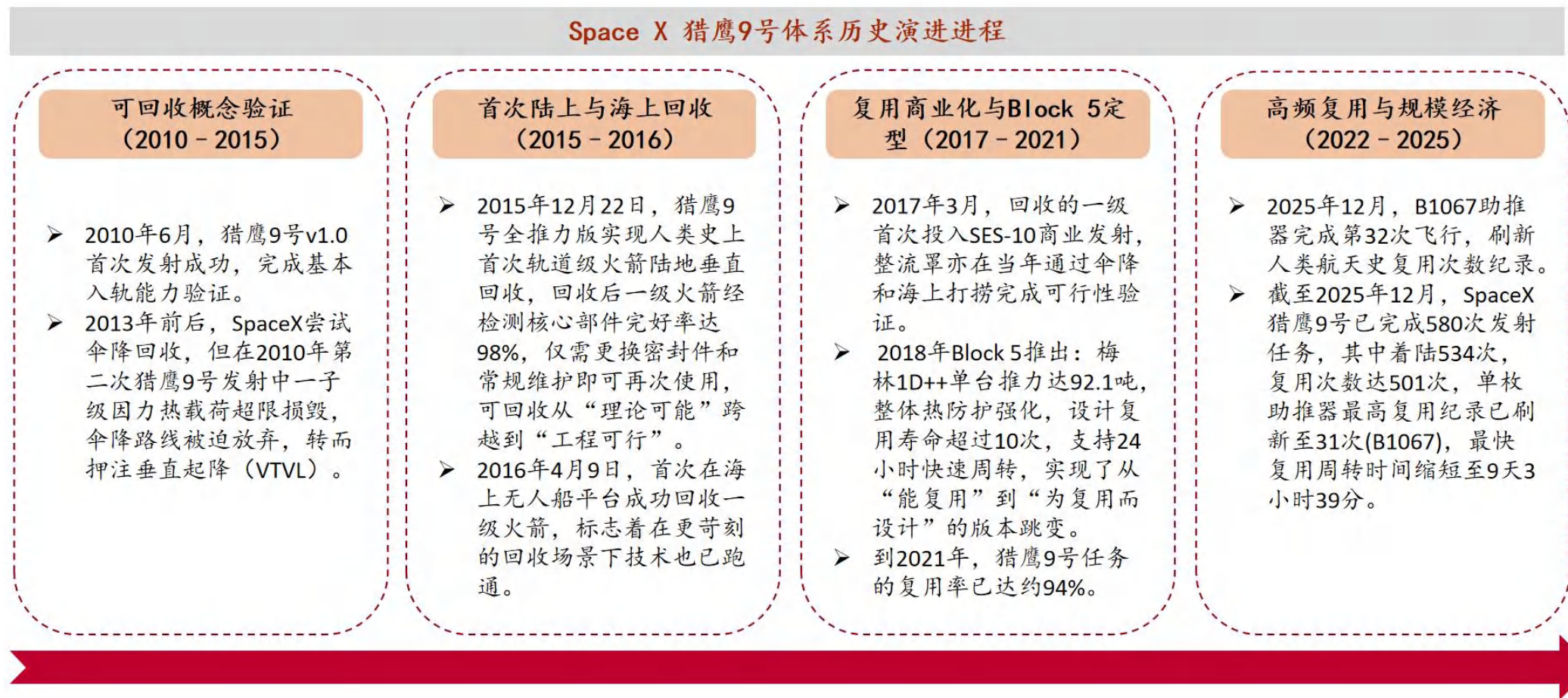
# 目录

## CONTENTS

- ① 运载火箭是航天产业发展的基石
- ② 星座组网驱动火箭需求快速增长
- ③ 动力系统是火箭技术发展的关键
- ④ 液体可回收是火箭主流技术路线
- ⑤ 新材料新工艺助推火箭技术发展
- ⑥ 火箭产业链重点标的梳理

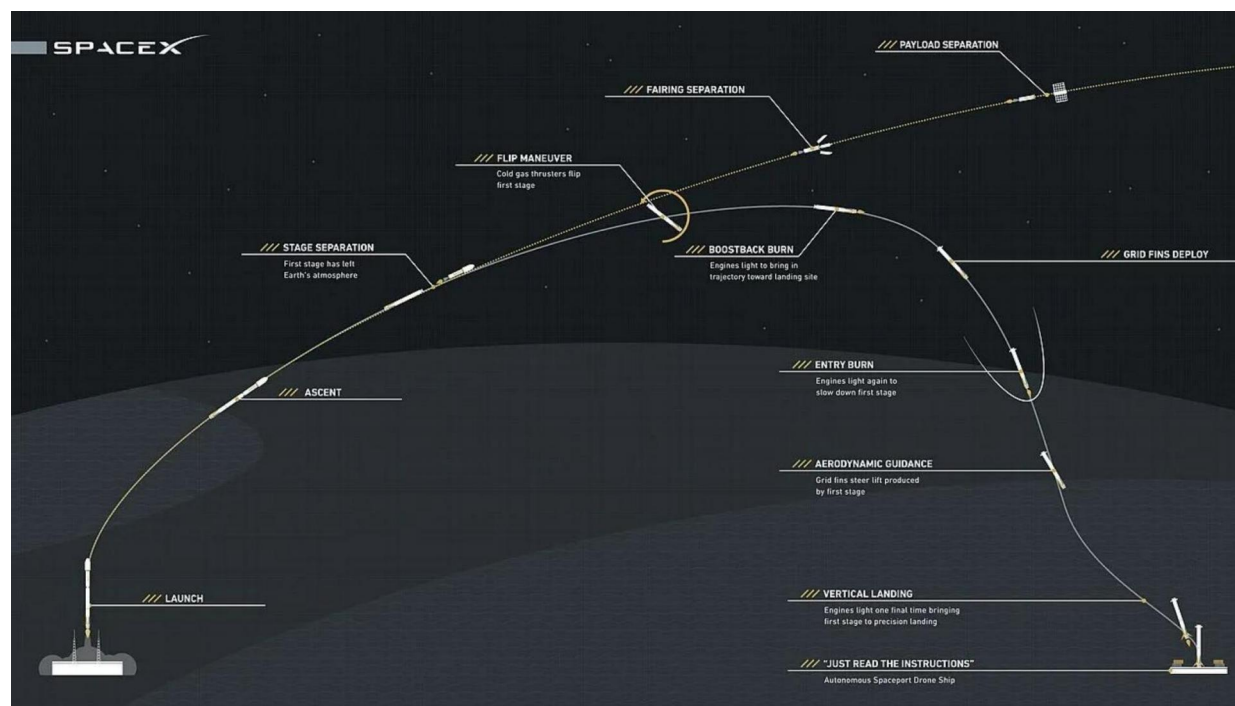
- 航天器可回收理念虽可追溯至航天飞机，但真正把轨道级回收做成规模化工程的是Space X 猎鹰9号体系，其演进可划分为四步。

图表52: Space X猎鹰9号可回收商业火箭体系历史演进进程



- 猎鹰9号发射后，第一级助推器与二级分离，随后点火进行返航推进和再燃烧，减慢下降速度。而后，助推器展开四个栅格舵控制姿态，实时调整轨迹，最后在陆地着陆场或自动无人驳船上垂直降落。着陆前几百米再由发动机点火进行着陆燃烧，四条着陆腿部署，实现软着陆。回收后的助推器经检修可重复用于后续发射。
- 在回收方式的技术谱系中，伞降回收、带翼飞回与垂直返回曾长期并存，但垂直返回因着陆精度高、冲击小、箭体整体无损伤回收、对场地及保障要求相对较低，已成为主流技术路线，是包括Space X和多家中国商业火箭公司在内的主要商业火箭公司采用的核心回收技术路线。

图表53：猎鹰9号火箭回收技术路线图

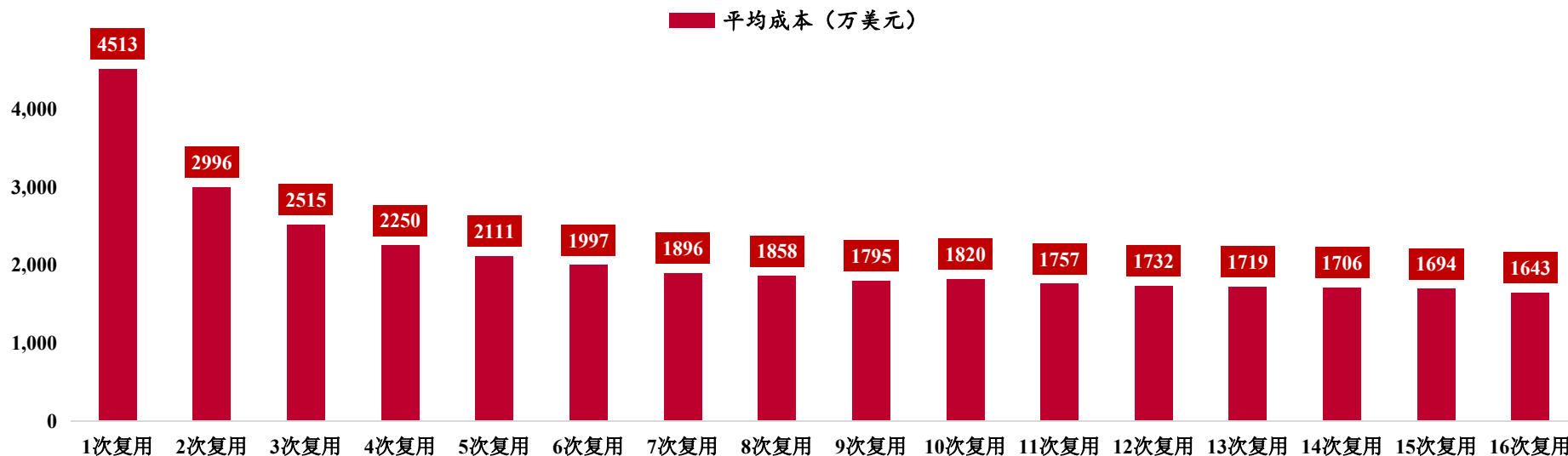


图表54：猎鹰9号一级火箭海上回收



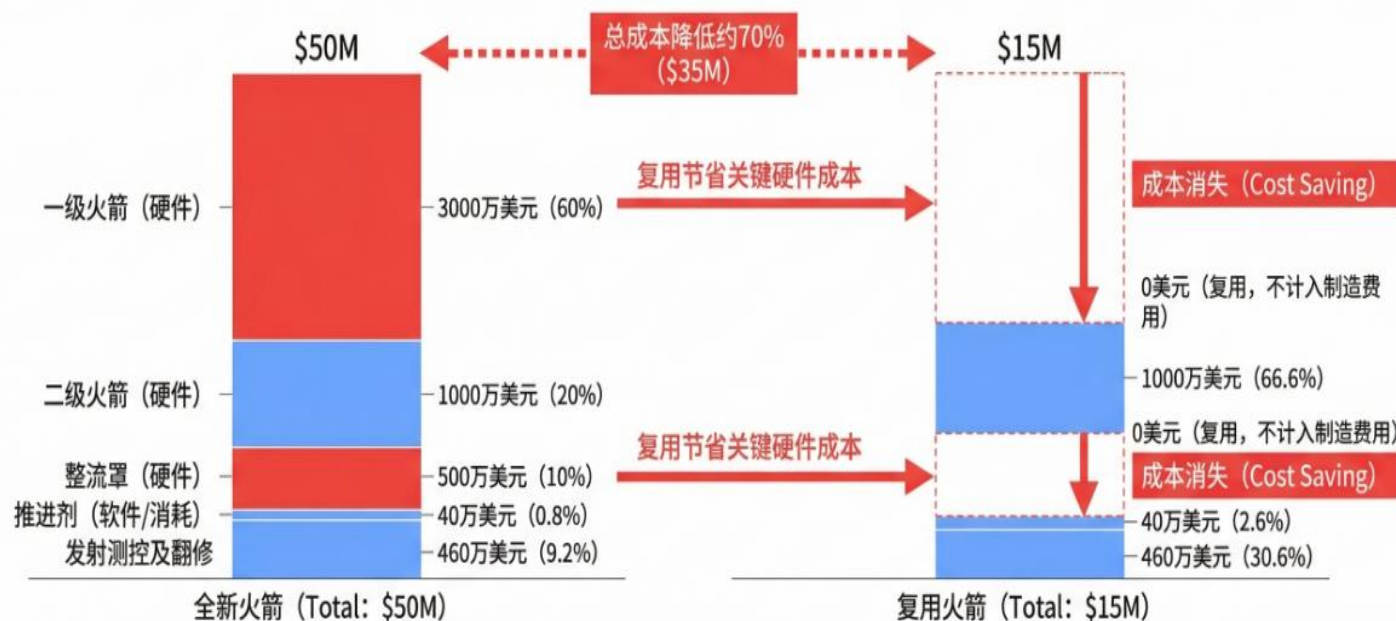
- Space X猎鹰9号运载火箭在复用情况下，一子级不需额外投入，仅需投入二子级和整流罩等，因此随着复用次数的增加，其总体平均成本逐渐降低。
- 在一次使用情况下猎鹰9号运载火箭的成本为4500万美元，一枚全新的猎鹰9号运载火箭，一子级3000万美元、二子级1000万美元、整流罩等500万美元，总成本约合4500万美元；
- 猎鹰9号运载火箭的复用成本为1500万美元，其中制造不可复用的二子级成本1000万美元，整流罩、推进剂、氦气、维修一子级等成本约500万美元，其中维修一子级成本仅约合25万美元。
- 通过回收一级与整流罩，复用火箭单次发射成本仅为全新火箭的约30%，边际成本降幅约70%。随复用次数增加，摊销成本急剧下降：复用超过10次后，猎鹰9号单次成本从约4500万美元降至约1700万美元；研究测算显示，在12-16次复用区间，平均成本已达到1600万美元级别。

图表55：复用情况下猎鹰-9运载火箭的平均成本



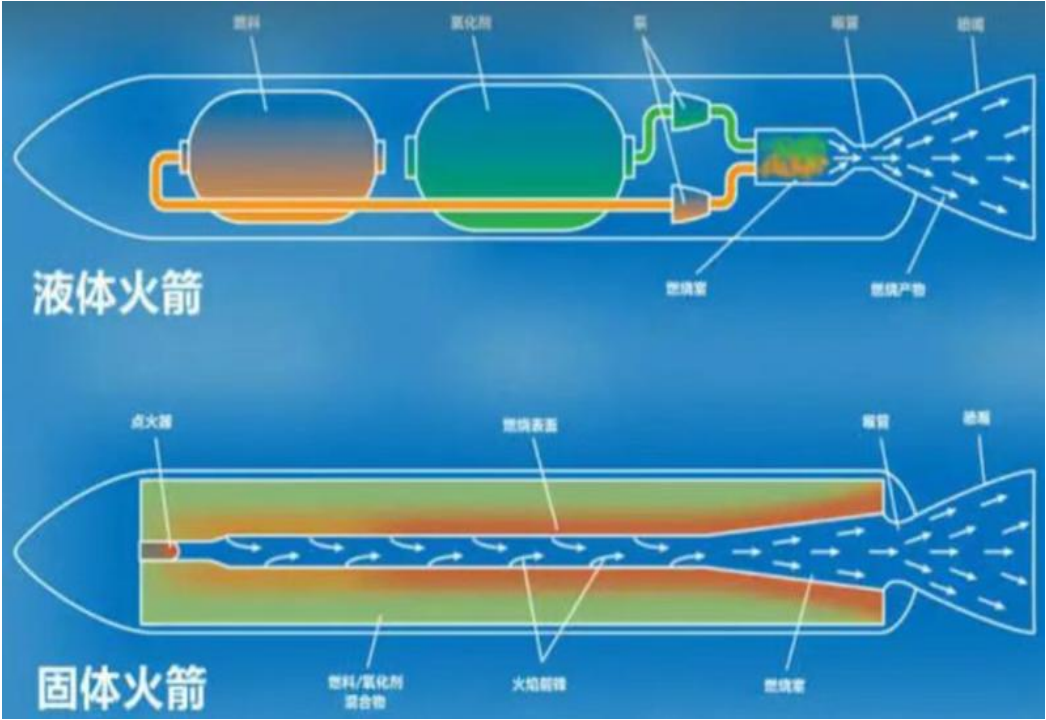
- 可回收技术推动商业火箭成本结构的深度重构将推动产业价值量从硬件的一次性制造迁移至复用件维护、推进剂及特气等消耗型环节。以猎鹰9号为例，在传统的一次性火箭中，硬件制造成本4500万美元，占总成本约90%；而在可回收技术高度普及后，硬件部分仅1000万美元，单次发射成本占比有望压缩至约66.6%，而推进剂与特种气体等刚性消耗品的权重将持续抬升，体现了商业火箭可回收技术对成本结构的颠覆性重塑。

图表56：火箭发射成本结构演变及下降趋势示意图



- 固体火箭结构简单、响应快、成本相对较低，适合应急发射与星座补网，是当前商业发射的现金流工具；但不可节流、难以复用，长期看难以承载大规模降本诉求。
- 液体火箭比冲高、推力可调、可多次点火，是可回收与深空探测的主流技术。液氧煤油技术成熟，但积碳严重，不利于高频重复使用；液氧甲烷兼具更高比冲、少结焦、成本仅为液氢约1/30，更适合可回收火箭，已成为全球民营火箭的共同主流技术路线。

图表57：液体火箭与固体火箭结构对比示意图



图表58：固体火箭与液体火箭性能对比

| 维度     | 固体火箭                     | 液体火箭                           |
|--------|--------------------------|--------------------------------|
| 动力系统结构 | 发动机（推进剂药柱、燃烧室壳体、喷管和点火装置） | 推进剂贮箱+发动机（推力室、推进剂输送系统和发动机控制系统） |
| 燃料成本   | 成本高、剧毒、污染                | 成本低、绿色、环保                      |
| 结构成本   | 成本低；无需贮箱盒输送系统，周期短        | 成本高；需要贮箱，输送系统复杂，周期长，约20天       |
| 准备周期   | 混合好储存在贮箱，发射前仅需简单测试       | 低温贮存，使用时加注，发射前需要多轮测试           |
| 运载能力   | 弱                        | 强                              |
| 可控性    | 低；点火后只能等待燃料耗尽            | 高；可通过阀门控制关机和重启                 |
| 回收适性   | 不合适                      | 适合                             |
| 综合规模成本 | 高                        | 低                              |
| 适用领域   | 小卫星运载；军事导弹               | 低成本大规模运载                       |

■ 从发展路径看，中国商业火箭大致经历三个发展阶段：

- 起步期（2014–2016年）：政策放开、企业涌现，但主要停留在方案论证与小型试验阶段。
- 成长初期（2017–2021年）：2019年星际荣耀“双曲线一号”固体火箭成功入轨，成为中国首个民营商业入轨火箭。中航系“快舟”、航天科技“长征十一号”、捷龙等固体火箭实现多次商业发射，快速填补中小卫星发射缺口。
- 快速成长期（2022–2025年）：2023年蓝箭“朱雀二号”成为全球首枚入轨的液氧甲烷火箭，标志中国全面掌握该技术；天兵“天龙二号”也实现民营液体火箭入轨“首飞即成功”；谷神星一号、力箭一号、引力一号等固体火箭高密度发射，火箭从小型固体向中大型、液体、可回收方向演进。

图表59：中国商业火箭产业发展历程

2014–2025年中国商业航天从政策放开、民营企业起步，到民营固体火箭入轨、液体火箭入轨及公里级VTVL试验关键事件

起步期（2014 – 2016）

- 2014年，国务院发布指导意见《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》，该文件的部分内容聚焦于推动重点领域投融资机制创新，鼓励民间资本进入国家民用空间基础设施领域，支持其参与商业遥感卫星的研制，发射与运营等。
- 2015年，“北京二号”遥感卫星星座发射升空并投入使用，这是首个民用商业遥感卫星项目。“吉林一号”商业卫星也成功发射，标志着民间资本参与研制发射的商业卫星开始崭露头角。
- 2016年，武汉开始建设首个商业航天基地。

成长期（2017 – 2025）  
成长初期

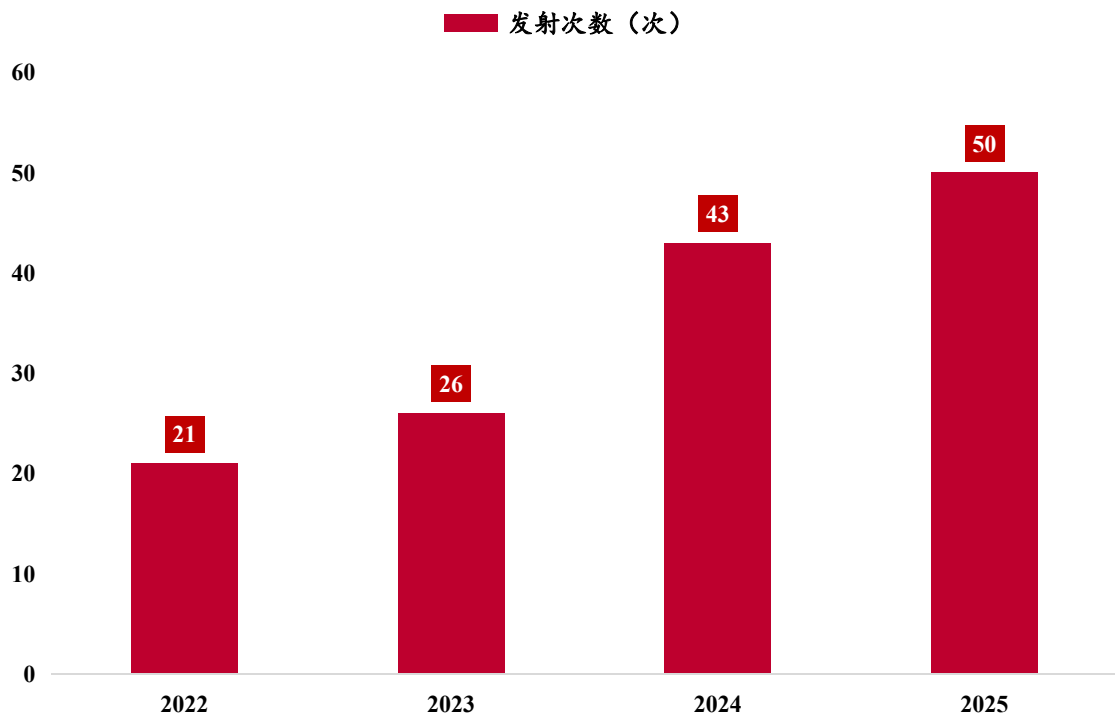
- 2018年，北京星际荣耀空间科技股份有限公司完成了两次亚轨道火箭发射。
- 2019年，星际荣耀的“双曲线一号”遥一运载火箭成功发射，实现了中国民营商业运载火箭成功入轨零的突破。

成长期（2017 – 2025）  
快速成长期

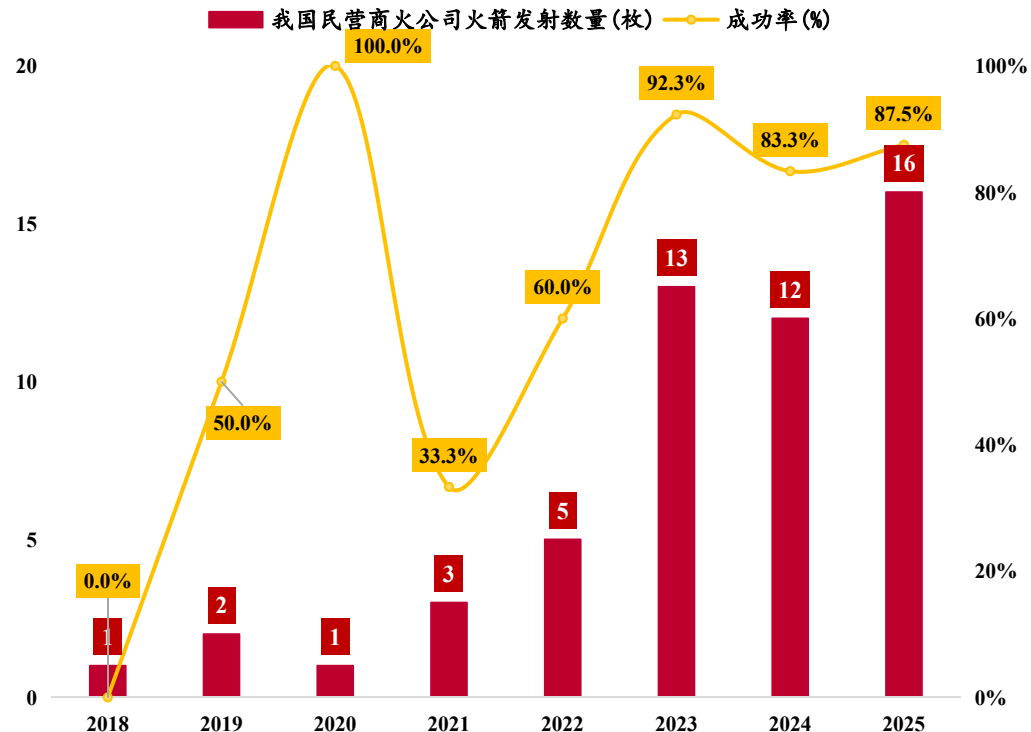
- 2022年，中国商业航天发射进入密集期，各家商业航天公司积极准备，多个商业发射任务成功完成。
- 2023年，星际荣耀在酒泉卫星发射中心成功发射“双曲线一号”遥七运载火箭。
- 2024年，江苏深蓝航天有限公司在淘宝直播间上架亚轨道载人旅行飞船船票，全款定价150万元人民币，该亚轨道飞行任务计划于2027年执行。

- 2025年，我国实现商业航天发射50次，创历史新高，全年国内商业发射订单同比增长41%，发射成功率98.5%，民营商业火箭企业执行23次发射任务，入轨航天器324颗。
- 特别是2018-2025年间，我国民商火箭的年发射次数从1次提升至16次，成功次数从0次提升至14次，呈现明显的发射量与成功率同步抬升特征，我国商业火箭发射正走向工程成熟化。

图表60：中国商业航天发射次数情况

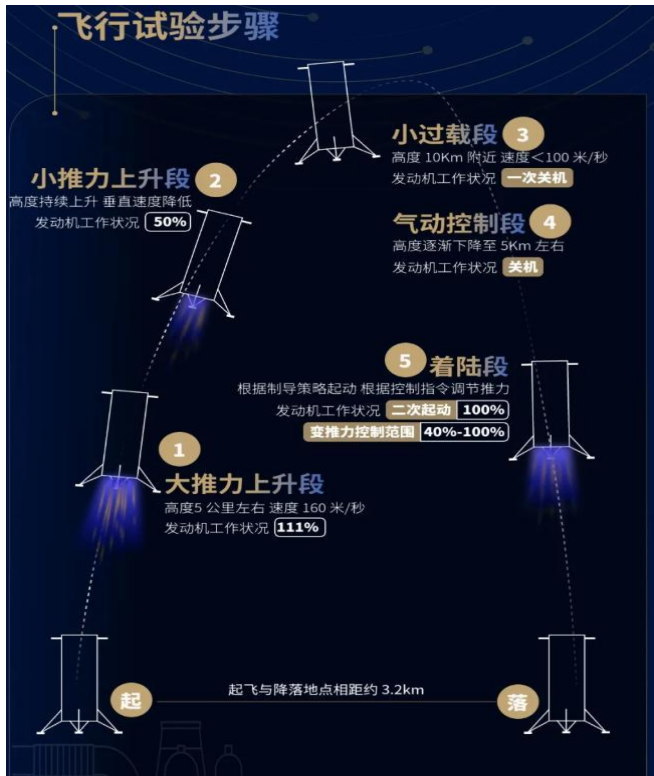


图表61：2018-2025年我国民商火箭发射次数及成功率



■ 2025年12月，我国朱雀三号和长征十二号甲（CZ-12A）相继完成首飞。这两型火箭均成功实现了二级入轨，并首次在入轨任务中对一子级回收轨迹进行了全流程验证，成为中国可回收火箭从理论研究和低空试验阶段迈向入轨级工程验证阶段的里程碑事件。两型火箭首飞标志着我国可回收火箭正式进入工程研制阶段，实现中国商业火箭质的突破。

图表62：朱雀三号飞行实验步骤



图表63：长十二甲发射

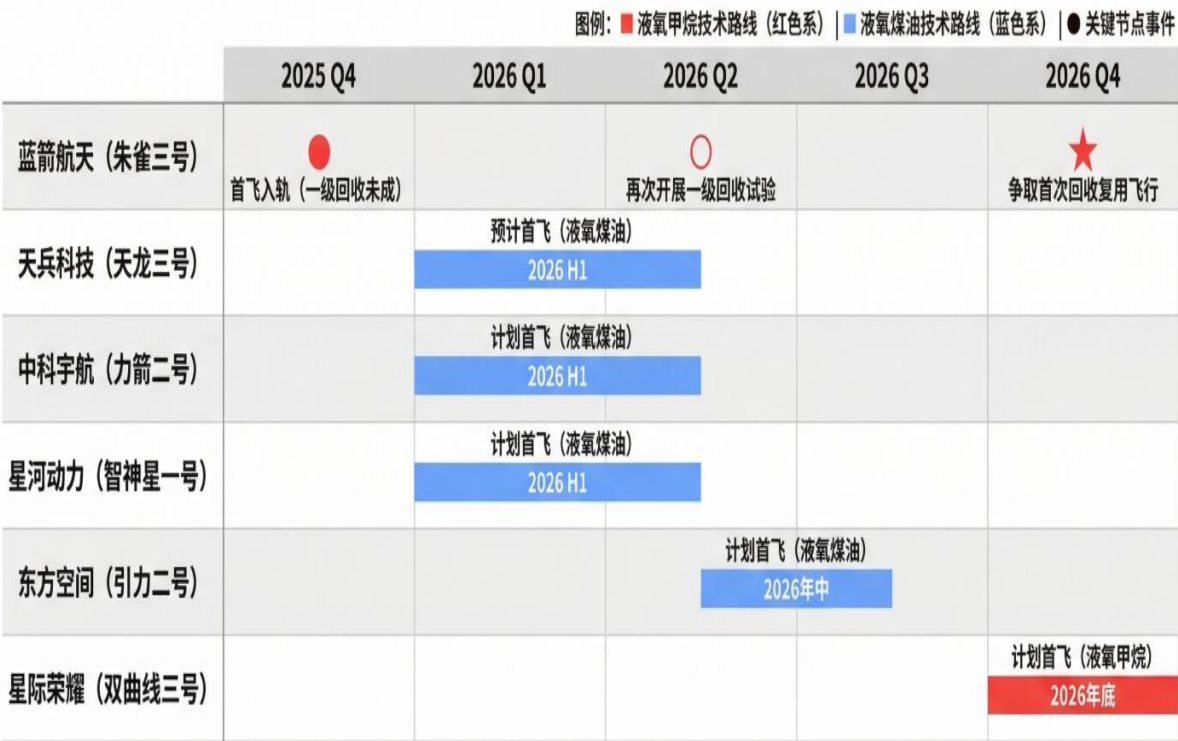


图表64：朱雀三号和长征十二号甲对比

| 指标       | 朱雀三号 (ZQ-3)                 | 长征十二号甲 (CZ-12A)                 |
|----------|-----------------------------|---------------------------------|
| 研制主体     | 民营蓝箭航天                      | 八院体系                            |
| 推进剂      | 液氧甲烷                        | 液氧甲烷                            |
| 一级发动机    | 9×天鹅12A，80吨级，深度变推力          | 7×龙云-70，约70吨级，深度变推力             |
| 一次性LEO运力 | 21.3吨                       | ≥12吨                            |
| 设计复用次数   | ≥20次                        | 目标可达50次                         |
| 首飞时间     | 2025. 12. 3                 | 2025. 12. 23                    |
| 入轨结果     | 二级成功入轨                      | 二级成功入轨                          |
| 回收结果     | 一级着陆段点火异常，距预定点约40米坠毁        | 一级再入点火后偏离轨迹，距回收场约4.5公里坠毁        |
| 暴露问题     | 九机并联共振、节流控制不稳、着陆段燃烧异常       | 再启动瞬态冲击、超音速逆流进气与风场扰动、控制与测高不确定性  |
| 工程阶段意义   | 首次完成入轨级全流程回收试验，验证多项“国内首次”技术 | 首次入轨级可回收试验，获取大量真实飞行数据，为后续型号迭代奠基 |

■ 2026年是中国商业火箭可回收技术多型号、多路径并行试错的系统性验证窗口。其中，在任务侧呈现出国家与民营企业多点开花的格局；综合来看，2026年预计将有10款中大型可回收液体火箭进行首飞或复飞，且多数都安排了回收验证任务，几乎覆盖了国内主流的技术路线（如液氧煤油/甲烷、陆上/海上回收、着陆腿/机械臂捕获等），我国可回收火箭技术有望实现突破。

图表65：中国商业火箭可回收技术验证关键节点甘特图



图表66：2026年中国主要火箭试验任务

| 研制主体 | 性质    | 火箭型号   | 是否可回收 | 进度                |
|------|-------|--------|-------|-------------------|
| 航天一院 | 国资/国有 | 长征八号B  | 可回收   | 发射测试，2026年计划首飞    |
| 中国商火 | 国资/国有 | 长征十二号乙 | 可回收   | 地面测试，2026年计划首飞    |
| 蓝箭航天 | 民营    | 朱雀三号   | 可回收   | 2026Q2再次开展一子级回收试验 |
| 天兵科技 | 民营    | 天龙三号   | 可回收   | 完成制造，2026年上半年计划首飞 |
| 天兵科技 | 民营    | 天龙三号M  | 可回收   | 设计定型，计划2026年底首飞   |
| 星河动力 | 民营    | 智神星一号  | 可回收   | 完成制造，2026年上半年计划首飞 |
| 星河动力 | 民营    | 谷神星二号  | 不可回收  | 设计定型，计划2026年底首飞   |
| 中科宇航 | 民营    | 力箭二号   | 可回收   | 完成制造，2026年上半年计划首飞 |
| 星际荣耀 | 民营    | 双曲线二号  | 可回收   | 发射测试，2026年计划首飞    |
| 星际荣耀 | 民营    | 双曲线三号  | 可回收   | 地面测试，计划2026年底计划首飞 |
| 东方空间 | 民营    | 引力二号   | 可回收   | 地面测试，2026年中计划首飞   |
| 深蓝航天 | 民营    | 星云一号   | 可回收   | 地面测试，2026年上半年计划首飞 |
| 箭元科技 | 民营    | 元行者一号  | 可回收   | 低空回收验证，2026年底计划首飞 |

图表67：中国主要火箭制造企业及火箭型号梳理

| 性质        | 研制主体                 | 火箭型号     | 燃料类型       | 是否可回收 | 近地轨道运载能力         | 当前进度                       |
|-----------|----------------------|----------|------------|-------|------------------|----------------------------|
| 国资及国有控股企业 | 中国长征火箭有限公司（航天科技集团一院） | 长征二号F    | 四氧化二氮 偏二甲肼 | 不可回收  | 8.8t             | 成熟型号（现役），载人航天专用火箭          |
|           |                      | 长征五号/五号B | 液氧液氢+液氧煤油  | 不可回收  | 五号：25t 五号B：25t以上 | 成熟型号（现役），国内现役运力最大火箭        |
|           |                      | 长征七号/七号A | 液氧煤油       | 不可回收  | 14t              | 成熟型号（现役），空间站货运主力火箭         |
|           |                      | 长征八号B    | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性8t 回收5t       | 发射测试，2026年计划首飞             |
|           |                      | 长征十号     | 液氧液氢+液氧煤油  | 不可回收  | 70t              | 低空回收验证，载人登月专用火箭，计划2027首飞   |
|           |                      | 长征十号甲    | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性18t 回收14.2t   | 低空回收验证完成，2026年进入工程研制阶段     |
|           | 上海航天技术研究院（航天科技集团八院）  | 捷龙三号     | 固体燃料       | 不可回收  | 4.2t             | 成熟型号（现役）                   |
|           |                      | 长征四号乙/丙  | 四氧化二氮 偏二甲肼 | 不可回收  | 4.2t             | 成熟型号（现役）                   |
|           |                      | 长征六号/六甲  | 液氧煤油       | 不可回收  | 六号：1.5t 六甲：8t    | 成熟型号（现役）                   |
|           |                      | 长征十二号    | 液氧煤油       | 不可回收  | 12t              | 成熟型号（现役），2024年首飞成功         |
|           | 中国商火                 | 长征十二号甲   | 液氧甲烷       | 可回收   | 一次性12t 回收6t      | 发射入轨成功，回收测试失败              |
|           |                      | 长征十二号乙   | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性20t 回收12t     | 地面测试，2026年计划首飞             |
|           | 航天科工火箭技术有限公司（航天科工四院） | 快舟一号甲    | 固体燃料       | 不可回收  | 300kg            | 成熟型号（现役），国内商业发射次数最多的固体火箭   |
|           |                      | 快舟十一号    | 固体燃料       | 不可回收  | 1.5t             | 成熟型号（现役），2024年复飞成功         |
|           |                      | 快舟三号     | 固体燃料       | 不可回收  | 4.5t             | 发射入轨成功，回收测试失败              |
|           |                      | 快舟二十一号   | 液氧煤油       | 可回收   | 20t              | 设计定型，计划2027年首飞             |
| 民营商业火箭企业  | 蓝箭航天                 | 朱雀二号     | 液氧甲烷       | 不可回收  | 6t               | 成熟型号（现役），全球收款成功入轨的液氧甲烷火箭   |
|           |                      | 朱雀三号     | 液氧甲烷       | 可回收   | 一次性13t 回收8t      | 发射入轨成功，回收测试失败              |
|           |                      | 朱雀四号     | 液氧甲烷       | 可回收   | 一次性35t 回收20t     | 设计定型，计划2028年首飞             |
|           | 天兵科技                 | 天龙二号     | 液氧煤油       | 不可回收  | 4t               | 成熟型号（现役）                   |
|           |                      | 天龙三号     | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性22t 回收17t     | 完成制造，2026年上半年计划首飞          |
|           |                      | 天龙三号M    | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性18t 回收14t     | 设计定型，计划2026年底首飞            |
|           | 星河动力                 | 谷神星一号    | 固体燃料       | 不可回收  | 400kg            | 成熟型号（现役）                   |
|           |                      | 智神星一号    | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性11t 回收5t      | 完成制造，2026年上半年计划首飞          |
|           |                      | 谷神星二号    | 液氧煤油       | 不可回收  | 8t               | 设计定型，计划2026年底首飞            |
|           | 中科宇航                 | 力箭一号     | 固体燃料       | 不可回收  | 2t               | 成熟型号（现役）                   |
|           |                      | 力箭二号     | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性15t 回收10t     | 完成制造，2026年上半年计划首飞          |
|           |                      | 力箭三号     | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性30t 回收20t     | 地面测试，计划2027年首飞             |
|           | 星际荣耀                 | 双曲线一号    | 固体燃料       | 不可回收  | 300kg            | 成熟型号（现役），2019年实现中国民营火箭首次入轨 |
|           |                      | 双曲线二号    | 液氧甲烷       | 可回收   | 1.9t             | 发射测试，2026年计划首飞             |
|           |                      | 双曲线三号    | 液氧甲烷       | 可回收   | 一次性16.5t 回收10t   | 地面测试，计划2026年底计划首飞          |
|           | 东方空间                 | 引力一号     | 固体燃料+液体上面级 | 不可回收  | 6.5t             | 成熟型号（现役），全球运力最大的固体运载火箭     |
|           |                      | 引力二号     | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性18t 回收11t     | 地面测试，2026年中计划首飞            |
|           |                      | 引力三号     | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性40t 回收30t     | 设计定型，计划2028年首飞             |
|           | 深蓝航天                 | 星云一号     | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性12t 回收7t      | 地面测试，2026年上半年计划首飞          |
|           |                      | 星云二号     | 液氧煤油       | 可回收   | 一次性35t 回收25t     | 设计定型，计划2027年首飞             |
|           | 箭元科技                 | 元行者一号    | 液氧甲烷       | 可回收   | 一次性14t 回收7t      | 低空回收验证，2026年底计划首飞          |

# 目录

## CONTENTS

- ① 运载火箭是航天产业发展的基石
- ② 星座组网驱动火箭需求快速增长
- ③ 动力系统是火箭技术发展的关键
- ④ 液体可回收是火箭主流技术路线
- ⑤ 新材料新工艺助推火箭技术发展
- ⑥ 火箭产业链重点标的梳理

■ 不锈钢箭体从材料层面降低火箭成本，不锈钢适用于可复用火箭箭体，因其耐高温、耐低温、抗疲劳性明确，可简化热防护，适应多次发射回收。相比铝合金材料和碳纤维复合材料，不锈钢材料具有成本低、制造和维修工艺成熟特点，利于规模化生产和快速翻修，综合降低全生命周期成本。

图表68：火箭箭体结构材料对比

| 材料种类         | 特点                                                           | 缺陷                                                                                                | 典型应用火箭                                                                 |
|--------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 铝合金          | 铝镁合金<br>(第一代)                                                | 强度中等，延展性、焊接性和腐蚀性能良好，采用钨极氩只能做形变强化，屈服强度随着时间延续自动下降，高镁合金会增加焊接时液化开裂敏感性，在大型贮箱结构应用中存在诸多问题，发展前景受限         | 长征一号(已退役)<br>土星一号(已退役)                                                 |
|              | 铝铜合金<br>(第二代)                                                | 又称硬铝合金，强度大幅提高，可通过热处理强化性能，相比其他铝合金抗疲劳性能更优，屈服强度和断裂强度均大幅超过铝镁合金，在高温或超低温的条件下仍能表现出良好的力学性能，是火箭贮箱结构的优秀适宜材料 | 我国大部分火箭主流选择                                                            |
|              | 铝锂合金<br>(第三代)                                                | 弹性模量显著增加，材料质量显著减轻，比强度与比模量等方面性能卓越，相比其他铝合金能够实现约10%-15%减重，同时增加15%-20%结构刚度，被誉为“未来最具发展前景的航空航天金属材料之一    | SpaceX猎鹰9号<br>NASA太空发射系统(SLS)                                          |
| 不锈钢          | 耐高温，强度高，耐蚀性好，在常温或低温下具有优良的韧性和焊接性能，材料工业化水平高，成本低廉，焊接工艺难度低，可户外作业 | 密度是铝合金的三倍，减重效果差，航天应用有限的多见于大型重型火箭或部分上面级，对工业化与工艺以及材料研究能力要求较高                                        | SpaceX星舰<br>蓝箭航天朱雀三号<br>ULA宇宙神-半人马上面级                                  |
| 碳纤维增强树脂基复合材料 | 比强度和比模量优秀，减重效果好，材料成型性好，未来将有较大发展潜力                            | 树脂基体与液氧相容性差，在承受外力作用时，液氧氧化作用会引发剧烈化学反应，发生爆炸、燃烧等情况，超低温条件易脆，制造成本高。我国仍有较多关键技术需要突破，较国外仍有差距              | Rocket Lab中子号火箭<br>SpaceX研制12m直径贮箱<br>NASA研制5.5m直径贮箱<br>航天一院研制3.5m直径贮箱 |

- 铝锂合金凭借低密度、高比强度与良好加工焊接性，广泛用于贮箱/箭体；猎鹰9采用铝锂合金贮箱减重增强。
- 不锈钢在可复用与大直径火箭加速渗透，星舰全箭采用不锈钢，具低成本、耐高低温与低温韧性优势。
- 碳纤维复材主要用于整流罩、级间段、贮箱等轻量化部位，提升载荷与发射经济性。

图表69：猎鹰9铝锂合金贮箱



图表70：星舰不锈钢外壳

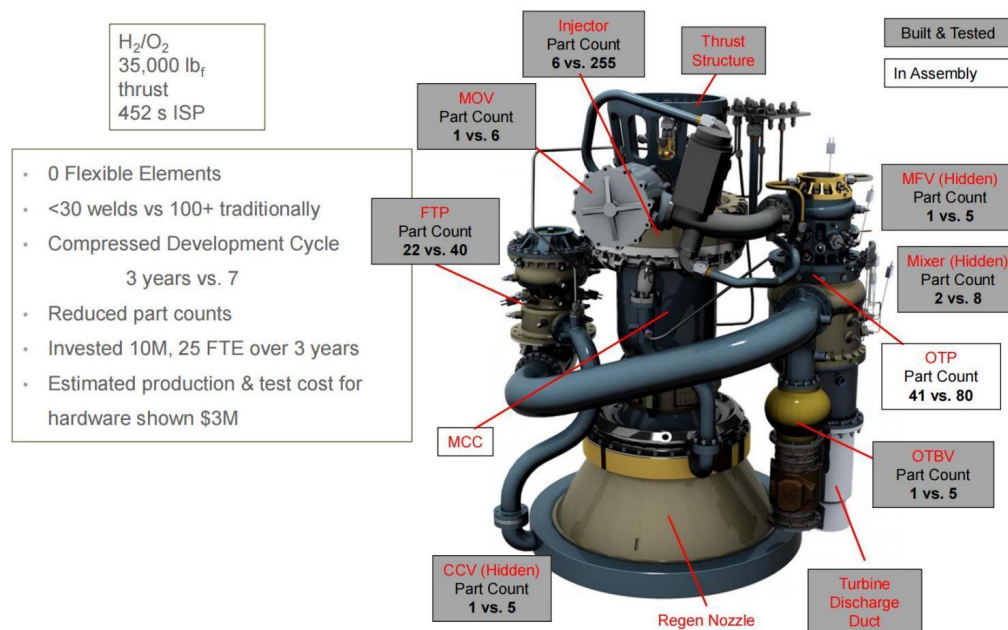


图表71：碳纤维复合材料的微光一号

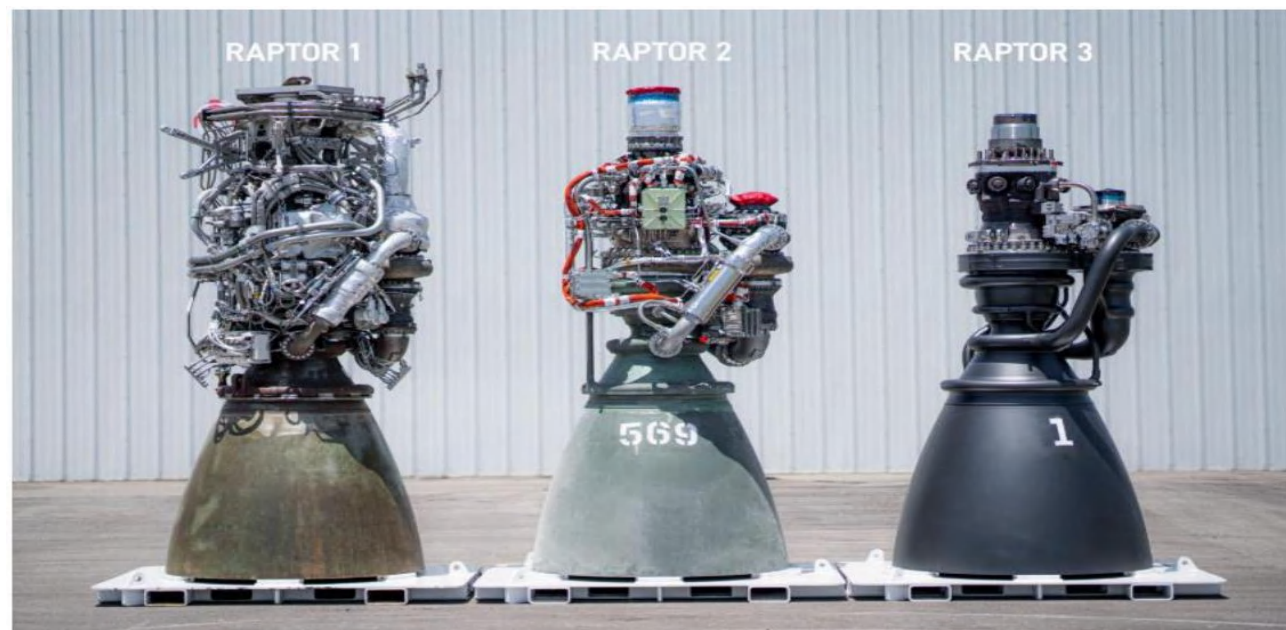


- 传统火箭制造依赖高度定制、单件生产、成本高、周期长。规模化需求推动生产线向脉动式、模块化转型。3D打印在复杂结构件（如发动机推力室、喷注器）中广泛应用，实现一体化成型，减少零件数量与装配环节，提升一致性并降低重量。
- 海外方面，Space X猛禽3发动机在充分使用3D打印后，单台发动机成本降低约80%，制造周期从数月缩短至数天，同时推力较初代提升51%，干重减少26.7%，燃烧室压力提升47%，发动机性能明显提升。
- 国内方面，天兵科技天龙二号采用的3D打印高压补燃发动机，接近90%的部件通过增材制造完成，相较传统工艺，发动机制造周期缩短70-80%，成本和重量均降低40-50%；星河动力CQ-90发动机90%以上重量由3D打印承担，海平面推力101t，比冲280s，推重比高于150，具备多次起动、深度变推、可重复使用能力。

图表72：NASA“面向3D打印的设计”发动机结构



图表73：猛禽3通过3D打印实现极简结构与成本陡降



■ 随着可复用火箭技术成熟与发射频次提升，具备技术领先与快速迭代能力的国有与民营企业有望在发动机、轻量化结构、新箭体材料、3D打印等环节深度参与商业航天产业链，供应链整合与规模化协同将成为降低可复用火箭发射成本的关键助推力。

图表74：商业航天3D打印产业链主要参与者与角色定位

| 公司   | 商业航天相关                                                                                                                                                                                                                            |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 有研粉材 | 有研粉材是国内金属粉末材料龙头企业，公司生产的钛合金、铝合金、高温合金等粉末，均为航空航天3D打印的主流材料，满足火箭发动机、卫星结构件等极端环境下的性能要求。采用真空感应气雾化（VIGA）、等离子雾化（PA）等先进制粉工艺，粉末具有高球形度、低空心率、优流动性等特点，符合航天级零部件的高纯度、高一致性要求。其粉末产品批量供应给铂力特、华曙高科等航空航天3D打印龙头，间接服务于蓝箭航天、星际荣耀等商业航天企业，是产业链上游的“必经环节”。     |
| 金橙子  | 公司围绕激光加工控制系统相关的软件、控制器、振镜等方面进行持续的研发与创新，前瞻性的布局 3D 打印和航空航天产业。公司目前在3D打印领域主要面向工业级客户，核心为3D打印设备商提供控制系统和振镜等核心部件；该公司通过收购萨米特，其快反镜产品可应用于激光通信及航空航天领域，例如卫星通信等细分方向。为铂力特、华曙高科等设备厂商提供振镜控制系统，支持商业航天零部件的高精度打印。此外，金橙子已形成“3D打印+卫星通信”的业务组合，成功切入商业航天赛道。 |
| 中科煜宸 | 南京中科煜宸激光技术有限公司在航天3D打印领域提供多种专业设备，主要聚焦于激光定向能量沉积（LDED）技术，用于制造和修复高性能金属部件。其核心产品包括：LDM1500、LDM16RD、LDM2500。                                                                                                                             |
| 九宇建木 | 主营业务涵盖3D打印服务、增材制造装备销售及3D打印基础材料销售。是国内首家将定向能量沉积（DED）多金属复合打印技术应用于火箭发动机领域的企业。2025年6月，九宇建木商业航天总部基地签约落地无锡高新区，九宇建木商业航天总部基地项目将打造集DED金属3D打印技术开发、新材料、新工艺、新设备及零部件制造为一体的商业航天总部基地。                                                             |
| 银邦股份 | 通过持有飞而康快速制造科技有限责任公司股权，间接布局航空航天领域，飞而康主营业务为金属3D打印，通过3D打印生产的零部件主要应用于飞机、火箭、航空发动机等航空航天领域。                                                                                                                                              |
| 江顺科技 | 参股公司入股商业航天3D打印企业九宇建木，为多家国内商业航天企业提供金属3D打印零部件制造服务等，通过子公司布局液冷与商业航天3D打印等。                                                                                                                                                             |
| 九鼎新材 | 参股公司入股商业航天3D打印企业九宇建木，为多家国内商业航天企业提供金属3D打印零部件制造服务等。                                                                                                                                                                                 |
| 飞沃科技 | 通过收购新杉宇航60%股权，主营液体火箭发动机零部件的金属3D打印                                                                                                                                                                                                 |
| 华曙高科 | 是工业级3D打印（增材制造）领域的头部企业，是航天科工、深蓝航天等头部客户的供应商之一，航天领域营收占比位居公司各板块首位，技术实力支撑高端装备轻量化与精密制造升级。公司主要销售3D打印设备，同时为下游客户提供涵盖材料、工艺及控制参数的一站式解决方案。在商业航天领域的3D打印产品设备出货方面，上述人士介绍称，公司在该应用场景销售的3D打印设备均为成熟产品，目前已实现批量出货。                                     |
| 铂力特  | 铂力特与华曙高科共同中标成都飞机工业（集团）有限责任公司（简称“成飞”）激光选区熔化成型设备采购项目，中标金额合计达1.489亿元。                                                                                                                                                                |

# 目录

## CONTENTS

- ① 运载火箭是航天产业发展的基石
- ② 星座组网驱动火箭需求快速增长
- ③ 动力系统是火箭技术发展的关键
- ④ 液体可回收是火箭主流技术路线
- ⑤ 新材料新工艺助推火箭技术发展
- ⑥ 火箭产业链重点标的梳理

| 产业链环节 | 公司名称 | 股票代码      | 运载火箭相关业务             |
|-------|------|-----------|----------------------|
| 动力系统  | 航天动力 | 600343.SH | 发动机的泵及泵系统；航天六院下属上市平台 |
|       | 西部材料 | 002149.SZ | 航天用钛合金               |
|       | 斯瑞新材 | 688102.SH | 发动机尾喷管               |
|       | 铂力特  | 688333.SH | 3D打印设备及发动机结构件3D打印服务  |
| 箭体结构  | 广联航空 | 300900.SZ | 火箭箭体结构件              |
|       | 菲利华  | 300395.SZ | 整流罩隔热透波材料、箭体结构件      |
|       | 超捷股份 | 301005.SZ | 整流罩和尾端               |
| 控制系统  | 航天电子 | 600879.SH | 激光通信系统、芯片、测控系统等      |
|       | 高华科技 | 688539.SH | 传感器、变换器              |
|       | 智明达  | 688636.SH | 姿态控制模块               |
|       | 盟升电子 | 688311.SH | 高精度定位、测速与授时控制模块      |

- 商业航天进度不及预期风险；
- 技术突破不及预期；
- 政策不及预期风险；
- 质量与责任风险；
- 商业火箭公司上市节奏不及预期；
- 研报使用信息更新不及时风险。

# 重要声明

- 中泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。
- 本报告基于本公司及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，可能会随时调整。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。本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。
- 市场有风险，投资需谨慎。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。
- 投资者应注意，在法律允许的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司及其本公司的关联机构或个人可能在本报告公开发布之前已经使用或了解其中的信息。

中泰证券股份有限公司 所有。事先未经本公司书面授权，任何机构和个人，不得对本报告进行任何形式的翻版、发布、复制、转载、刊登、篡改，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。