

TECHNOLOGY × BUSINESS × CIVILIZATION



SPACEX

把星辰 变成基础设施

SpaceX 研究报告——技术、商业、资本与文明意义

A MULTIDIMENSIONAL PORTRAIT · 2026.07

观 | 阅 | 社
Guan-View

STARSHIP SN8 · FOREST KATSCH / CC BY-SA 4.0

“真正改变世界的，
不是飞向星空的一次壮举，
而是把壮举变成一种日常能力。”

本书的起点

从火箭的轰鸣，读到工程方法、资产负债表与文明尺度。

HOW TO READ THIS BOOK

这不是一张奖杯清单

它更像一幅剖面图：同一个节点，同时被放进技术、商业、资本与社会影响四束光里。

SpaceX 的故事常被写成一串日期：第一次入轨、第一次回收、第一次复飞、第一次载人。可是里程碑只告诉我们事情发生了，并没有告诉我们它为什么改变公司，也没有说明代价由谁承担。

这本手册因此采用四重阅读法。首先看能力：一次飞行究竟新增了哪一项可重复的工程能力；接着看市场：这项能力打开了哪种订单或收入结构；再看资本：它减少了什么成本，又制造了什么长期投入；最后看外部性：它如何改变国家航天、通信覆盖、环境与轨道公共空间。

财务数据以 SpaceX 2026 年公开申报材料为主。未来目标、管理层愿景与已验证事实会被明确分开。所有“简单相减”“静态替换”等数字，都只用于帮助理解经济机制，并不等同于公司指引。

阅读约定

每一页都试着回答同一个问题：这件事，改变了什么；又把什么风险带进了下一章？

CONTENTS

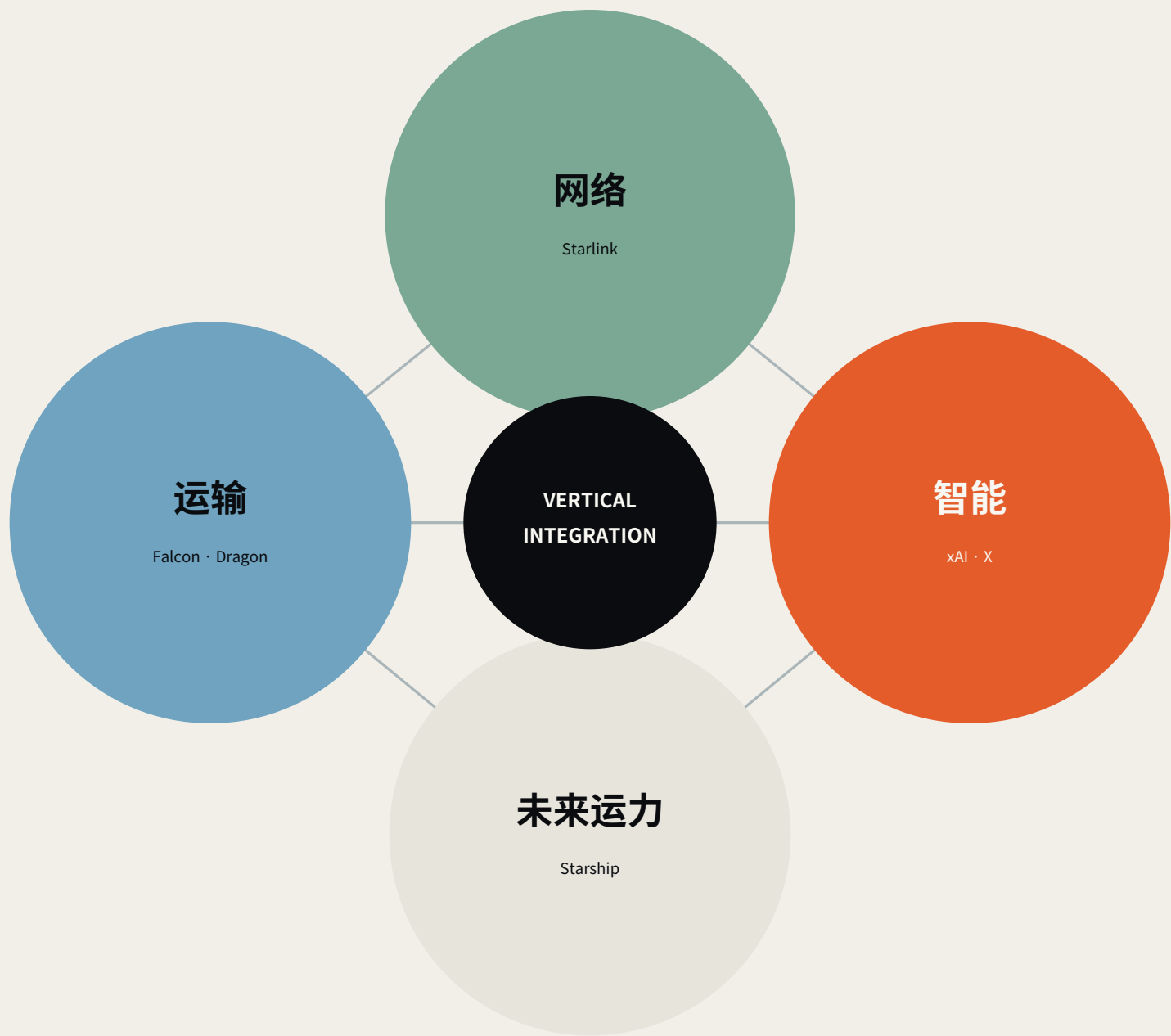
目录

I	从荒岛到轨道	08
	Falcon 1 与公司的生存证明	
II	经营一条轨道航线	14
	Falcon 9、Dragon 与 NASA	
III	让火箭成为资产	20
	回收、复飞与事故	
IV	重型、载人与信任	28
	Falcon Heavy 与 Crew Dragon	
V	把天空织成网络	34
	Starlink 的经济账	
VI	另一种尺度	46
	Starship 与月球物流	
VII	当航天吞入算力	52
	xAI、轨道计算与资本	
VIII	权力、边界与未来	57
	竞争、治理、环境与 2030	

THE CORE THESIS

SpaceX 的产品，是一套自我强化的系统

运输创造网络，网络制造需求，现金流又反过来资助下一代运力。xAI 加入后，飞轮变得更大，也更重。



系统判断

垂直整合使 SpaceX 拥有罕见的内部需求与学习速度；它也让一个环节的延期，能够沿着整套系统放大。

THE COMPANY, NOW

今天，它已经不是一家单纯的火箭公司

同一张资产负债表上，火箭、卫星网络与 AI 正在彼此供给，也在彼此争夺资本。



2025 分部收入结构：连接业务已经成为规模最大的收入引擎。

THE LONG ARC

二十四年，六次跨越

每一次跨越都不是终点，而是下一种商业模式的前提。



观察方式

把里程碑读成能力链：入轨 → 交付 → 回收 → 复飞 → 载人 → 更大尺度的全复用。

CHAPTER I



从荒岛到轨道

Falcon 1 不是一枚小火箭，而是一张进入航天工业的入场券。

先造发动机，再造一家公司

SpaceX 的第一个问题不是如何去火星，而是如何重新组合进入轨道所需的成本与组织。

MERLIN ENGINE, HAWTHORNE · 2008 · STEVE JURVETSON / CC BY 2.0

传统运载火箭依靠庞大的分层供应链，可靠性来自长期分工，代价则是接口复杂、修改缓慢。SpaceX 选择把发动机、箭体、航电、飞行软件和大量测试能力留在内部，以缩短发现问题与改动硬件之间的距离。

Falcon 1 是这一思路的最低可行产品：约 21 米高，两级均使用液氧与煤油，一级只有一台 Merlin，二级使用 Kestrel。它瞄准缺少经济发射选择的小卫星市场，也承担验证整套公司能力的任务。团队在马绍尔群岛奥梅莱克岛建立发射场，每一件备件与返工都要穿越海洋。因此 Falcon 1 不只是火箭试验，也是对设计、制造、物流和发射运行能否被一家年轻公司同时掌握的压力测试。

SUMMARY

垂直整合赋予 SpaceX 速度和控制力，也把设计、供应与质量风险集中到一家没有飞行记录的公司身上。

2006—2008 · THREE FAILURES

轨道从不奖励“差一点”

火箭可以完成大部分动作，却仍与成功相隔整个轨道速度。

2006 年 3 月，Falcon 1 首飞因受腐蚀的燃料管路连接件失效，引发泄漏和发动机舱火灾，飞行约半分钟便结束。
2007 年第二次飞行完成一级工作与二级点火，却因级间接触、轨迹偏差和推进剂晃动引发姿态振荡，二级提前熄火。

2008 年第三次飞行更接近成功：新一代再生冷却 Merlin 1C 的关机推力尾迹比旧发动机更长，而原有约 1.5 秒的分离等待时间没有随硬件变化更新；一级因残余推力追上并撞击二级。三次事故分别指向制造流程、飞行动力学与版本接口。

SpaceX 真正获得的不是“敢于失败”的文化口号，而是故障树、遥测分析和系统复核能力：局部升级会改变整枚火箭，旧版本验证过的参数也可能立即失效。

AUTHOR'S NOTE

工程里真正宝贵的不是失败本身，而是失败之后留下了足够清晰、可以改变下一版设计的数据。

SUMMARY

快速迭代只有在失效机理被真正理解时才有价值；否则，更快再飞只是更快重复错误。

从承诺，变成可购买的能力

第四枚 Falcon 1 没有带来客户收入，却完成了 SpaceX 最重要的一次资产转换。

FLIGHT 4 · 2008 · SPACEX / CC0

2008 年 9 月 28 日，Falcon 1 第四次升空并成功进入地球轨道，成为首枚由私人开发并出资、实现入轨的液体燃料火箭。任务搭载的是质量模拟载荷，商业收入为零；但发动机、工厂、软件和三次失败，第一次共同变成可验证的能力。

SpaceX 的成长并非“私人企业替代政府”。NASA 已在 2006 年通过 COTS 计划向公司提供 2.78 亿美元里程碑协议，支持 Falcon 9 与 Dragon；2008 年 12 月，又授预约 16 亿美元、包含 12 次空间站补给任务的 CRS 合同。后者不能简单视为第四次飞行的奖金，但成功入轨显著降低了客户对执行风险的判断。NASA 买的不是一枚火箭，而是按节点验收、最终可持续采购的运输结果。

SUMMARY

技术里程碑真正改变公司的时刻，是它改变了客户愿意承担的风险。

2006—2008 · THE CONTRACT BRIDGE

NASA 不是旁观者，而是早期市场的共同建造者

私人资本承担了创始风险，公共采购则为尚未成熟的轨道运输搭起了跨越死亡谷的桥。

COTS 的创新不只是给钱。NASA 把开发目标拆成若干可验收里程碑，企业保留设计主导权，并为延期或失效承担更多责任。政府不再先拥有全部硬件，再把运行外包；它开始购买一个可被重复交付的运输结果。

这种模式给 SpaceX 提供三样稀缺资源：清晰需求、分阶段现金和来自最严格客户的技术监督。对 NASA 而言，多家商业伙伴意味着未来可以分散运力风险，并把内部资源转向更远的探索。

代价也同样明确。早期 SpaceX 的生存与少数公共合同高度绑定；一旦未能按里程碑交付，融资与信用可能同时中断。商业航天并非从国家航天的废墟上长出，而是在公共任务、私人执行和固定价格风险分担之间形成新制度。

SUMMARY

COTS 最深远的遗产，是把“商业航天”从所有权概念，变成一种可以买到的服务关系。

2009.07 · RAZAKSAT

成功之后，结束 Falcon 1

Falcon 1 最像一门生意的时刻，也是 SpaceX 决定离开它的时刻。

2009 年 7 月 14 日，Falcon 1 将马来西亚 RazakSAT 遥感卫星送入近地轨道，第一次完成商业卫星交付，也完成了该型号的最后一次飞行。五次发射、两次入轨，证明 SpaceX 能为客户执行任务，却没有证明小型火箭市场足以承载公司的长期目标。

国际空间站补给需要更大有效载荷，主流商业卫星也远重于 Falcon 1 的目标客户。公司因此没有继续完善 Falcon 1e，而是把 Merlin、液氧煤油推进、航电和快速制造经验，放大到九发动机的 Falcon 9。Falcon 1 没有成为稳定现金流产品，却训练了团队、验证了技术并换取进入更大合同的信用。商业成熟有时不是把第一件成功产品卖得更久，而是判断它究竟是一门生意，还是通往下一门生意的学费。

SUMMARY

停止一项刚被证明可行的产品会损失既有投入，却避免公司被天花板有限的市场长期牵制。

FALCON 1 · SPACEX / CCO

CHAPTER II



经营一条轨道航线

Falcon 9 与 Dragon 把 SpaceX 从火箭制造商，推向对一段完整旅程负责的运输服务商。

九台发动机：规模与冗余写进架构

从一台一级发动机变成九台，性能、制造方式与失效模式都被重新排列。

FALCON 9 FLIGHT 1 · SPACEX / CC0

2010 年 6 月 4 日，Falcon 9 首飞并成功入轨。一级由九台 Merlin 1C 组成，二级使用一台真空型 Merlin。沿用共同推进剂和发动机谱系，让 SpaceX 能以批量制造同类发动机获得更大推力，而不必先研发一台全新巨型发动机。

多发动机还提供“单台异常后继续飞行”的可能：飞控可关闭故障发动机，让其余发动机延长工作并调整轨迹。但冗余不是免费安全，九台发动机意味着更多阀门、传感器和相互作用，失效产生的碎片与热流也可能伤及邻近系统。商业上，Falcon 9 把 SpaceX 从小卫星市场带入政府货运与主流商业卫星市场；而一级价值主要集中在九台发动机与主结构中，也为后来回收创造了足够大的经济想象空间。

SUMMARY

发动机冗余能控制单点故障的后果，却不能取代制造一致性、故障隔离与系统验证。

2010.12 · DRAGON

货物拥有了回程票

发射把物体送离地球，运输服务还必须回答它是否能安全回来。

2010 年 12 月 8 日，Falcon 9 第二次飞行搭载首艘可运行 Dragon。飞船进入近地轨道并完成机动，约三小时后再入，依靠 PICA-X 隔热盾和降落伞落入太平洋，SpaceX 成为首家从轨道成功回收自研飞船的私人公司。

返回能力不是一项附属纪录。空间站产生的实验样品、损坏设备和数据载体需要带回地球，能够回运较大规模货物是一项独立而稀缺的服务。Dragon 把 SpaceX 的垂直整合扩展到热防护、轨道推进、任务软件与海上回收。NASA 则按发射、机动、通信、再入和回收等具体目标确认 COTS 里程碑。SpaceX 的商业定义因此从“卖一次发射”推进为“对货物的完整旅程负责”；从太空返回不如升空耀眼，却让近地轨道第一次更像一条双向物流路线。

SUMMARY

返回创造的物流价值，与升空同样重要；它也把热防护、降落伞和回收写进同一条风险链。



信任以米为单位交付



进入轨道证明飞船能控制自己；接近载人空间站，则要求它证明自己不会伤害别人。

COTS-2 DRAGON BELOW THE ISS · NASA

2012 年 5 月 22 日，Dragon 执行合并后的 COTS 2/3 示范任务。接近国际空间站不是一次直接飞近，而是一系列许可点：飞船建立通信、验证相对导航，再逐步缩小距离；每一阶段，地面团队与空间站成员都可要求保持、后退或中止。

5 月 25 日，NASA 宇航员使用机械臂捕获 Dragon，并把它安装到 Harmony 模块。第一代货运 Dragon 不是自行“对接”，而是飞到可捕获位置后由空间站完成“停泊”，以保留人类控制的最后一道防线。飞船交付货物并装载返回物资，于 5 月 31 日溅落。任务完成后，SpaceX 达成全部 COTS 示范目标。被允许靠近价值高昂、持续有人驻留的国际设施，构成了比低价或广告更有分量的信用资产。

SUMMARY

商业化不是降低安全门槛，而是把分级授权、人工接管与可中止设计变成服务的一部分。

2012—2014 · FROM DEMO TO SERVICE

真正的系统，不是永无异常

它必须在异常出现时，仍然保护最重要的任务目标。

2012 年 10 月 CRS-1 起飞约 79 秒后，一台一级发动机压力骤降并被关闭。其余八台延长燃烧，Dragon 仍到达空间站；但同箭的 Orbcomm 次级卫星因任务安全规则和推进剂余量未能进入计划轨道。这次“带着故障完成主要任务”的飞行验证了发动机失效容错，也说明成功必须明确任务优先级。

2013 年首飞的 Falcon 9 v1.1 又采用推力更高的 Merlin 1D、加长贮箱与 Octaweb 发动机结构，提高商业卫星运力，也为返回推进剂、栅格翼和着陆腿预留性能。2014 年 CRS-3 一级完成海面软着水，回收从概念图变成飞行数据；同年 NASA 以最高 26 亿美元固定价格合同选择 SpaceX 开发载人 Dragon。发射、回收与载人市场开始汇入同一基础设施。

SUMMARY

平台升级同时扩大运力、回收潜力与客户范围，也会重新打开已关闭的验证项目。

THE SERVICE MODEL

NASA 买的不是火箭，而是结果

从拥有系统到购买服务，改变了研发风险、成本纪律与创新速度的分配方式。

在传统政府项目中，机构往往详细规定硬件并承担大量成本变化；商业货运与商业载人计划则更强调结果、接口与认证标准。SpaceX 可以选择内部架构，但必须按固定价格里程碑交付，并承担设计变化带来的更多成本。

这给公司留下了复用、垂直整合和软件化运行的空间，也让 NASA 能够保留安全监督、任务授权和最终认证。公共部门并没有退出，它从唯一制造体系的所有者，转向市场设计者、锚定客户与高标准认证者。

商业上，这种安排把一次性的研发项目变成可以持续排班的服务合同。技术上，它迫使系统把每次任务的经验带回产品。真正的护城河不再只是一枚便宜火箭，而是一条能按标准、按时、反复抵达同一目的地的航线。

AUTHOR'S NOTE

航天从项目变成服务，不是把政府移出画面，而是重新安排政府与企业各自承担什么。

SUMMARY

SpaceX 的制度创新与工程创新同样重要：前者让后者能够被持续采购。

CHAPTER III

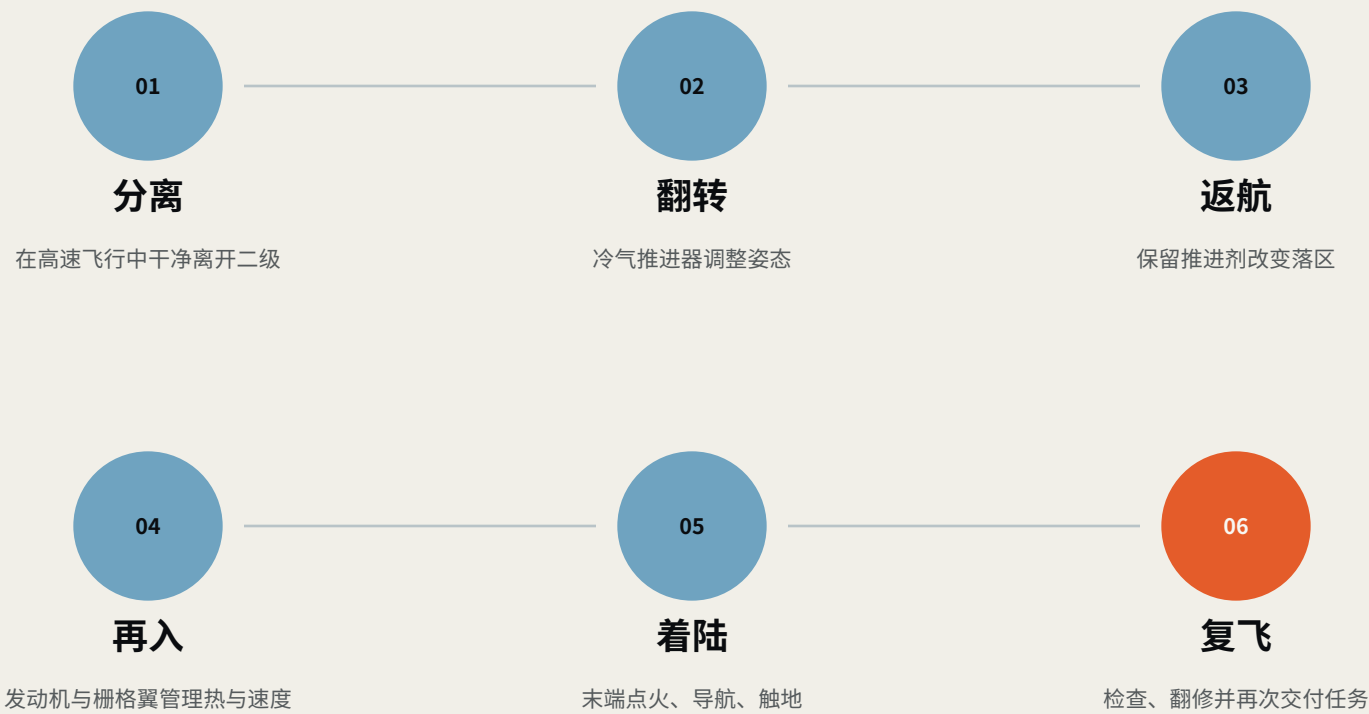
让火箭成为资产

真正改变经济学的不是“落下来”，而是“再次飞、继续飞”。

REUSABILITY, EXPLAINED

回收不是一个动作，而是一条闭环

每一步都必须成功；而商业价值要等到火箭再次执行任务，才真正出现。



工程成功 ≠ 经济成功

着陆只证明硬件可以返回。只有复飞次数上升、检查时间缩短、任务可靠性不下降，回收才会从视觉奇迹变成可周转资产。

价值出现的时刻

2017 年 SES-10 的意义，不只是‘又落了一次’，而是第一次把旧一级重新变成客户任务能力。

一级回收，从荒地上的小跳开始

每一次正式任务都先为客户完成工作，再用剩余性能把回收动作推远一点。

CRS-8 FIRST STAGE · SPACEX / CC0

2012 至 2013 年，Grasshopper 试验箭从数米逐步飞至约 744 米，再依靠发动机节流、导航算法和着陆腿返回原点。低空飞行无法模拟轨道级再入，却适合反复验证节流、姿态与末段高度判断。随后，SpaceX 把回收实验嵌入正式 Falcon 9 任务：一级先保证客户载荷入轨，再利用剩余推进剂执行再入与着陆。

2015 年 1 月 CRS-5 一级抵达无人船，却因栅格翼控制余量不足撞上甲板；4 月 CRS-6 再次触及平台，但末段横向运动仍使箭体倾倒。无人船并非视觉噱头：相比返回发射场，它减少逆转水平速度所需的推进剂，使重载和高能任务也能保留回收机会。代价是火箭业务扩展为海事系统，天气、船队定位、拖带和回港都会影响成本与周转。

SUMMARY

海上回收扩大复用任务范围，却把火箭经济性与天气、船队和复杂海事运营绑定在一起。

发射与返回，第一次写进同一张照片

一级终于能回来；但那时没有人知道，检查与翻修是否真的划算。

2015 年 12 月 21 日，Falcon 9 将 11 颗 ORBCOMM 卫星送入轨道。一级随后执行反推、再入和着陆点火，垂直落在 Landing Zone 1，成为首个完成轨道任务后实现陆地着陆的一级。

返回发射场便于检查和运输，却需要更多推进剂逆转部分水平速度，适合能量余量较充足的任务。画面看似火箭从容悬停，实际 Merlin 的最低推力通常仍大于空箭重量，末段更接近“点火即落地”：火箭必须让速度、高度与燃料在几秒内同时归零。

这一夜证明了控制问题可以被解决，也制造了新的商业问题。回来的硬件有多少部件必须更换？检查需要多久？下一位客户是否愿意把卫星交给它？着陆把一枚即将成为残骸的火箭变成了待验证资产。

SUMMARY

2015 年解决的是“能不能回来”；复用的经济性，要等资产再次工作才有答案。

海浪之上的着陆场

无人船让高能任务也拥有返回路径，却把天气、航海与火箭周转绑在一起。

CRS-8 DRONESHIP LANDING · SPACEX / CCO

2016 年 4 月 8 日，CRS-8 任务的一级首次稳稳落在大西洋无人船上。与返回发射场相比，海上平台无需火箭完全逆转水平航向，因而节省推进剂，更适合重载和高能轨道。SpaceX 从此可以根据目标轨道与剩余性能，在陆地、海上或直接消耗之间选择。

但海上着陆并非一个更便宜的圆圈。无人船要保持位置，支援船队要进入远海，回收后的一级要被固定、拖回港口，再送往检查设施。海况与天气可能推迟部署；平台本身也成为需要维护的基础设施。

回收经济学因此不是“少造一枚火箭”这么简单，而是新造成本与返航推进剂、船队、检查、翻修、库存和任务风险的比较。技术让更多任务可以复用，运营系统决定这种选择是否值得。

SUMMARY

海上平台让复用覆盖更多任务，也把航天公司变成一部分海运公司。

资产，第一次重新生产收入

回收证明火箭能回来；复飞才证明回来的火箭仍能承担客户任务。

SES-10 RECOVERY · SPACEX / CCO

2017 年 3 月 30 日，曾执行 CRS-8 的 Falcon 9 一级经过检查和翻修，为 SES-10 再次升空，将商业卫星送入同步转移轨道并第二次回收。这是全球第一次轨道级一级复飞。

它没有自动证明成本大降。SpaceX 仍须计算检查、更换部件、性能损失、客户折扣与保险条件；客户则要评估旧硬件的飞行历史是否比一枚新箭更可预测。但从工业组织看，约束已经改变：发动机和主结构的生产和发射次数一一对应，工厂可以把更多能力用于扩大舰队、改版或增加节奏。

真正的飞轮由此开始形成。高发射频次提供更多回收数据，数据缩短检查与翻修，较低成本又吸引更多任务；Starlink 以后会把这个飞轮推到其他发射公司难以匹配的规模。

SUMMARY

复飞把资产残值变成任务能力；复用次数与周转时间，才是商业价值的核心变量。

回收省下的，不只是一枚新火箭

复用的价值来自制造、产能、排期与学习曲线同时改变，而不是一张简单的成本折扣。

如果一枚一级复飞十次，它并不意味着每次成本自动变成十分之一。发动机、箭体和航电的制造投入确实可以分摊，但每次任务仍要支付二级、整流罩、推进剂、发射场、任务团队、运输、检查、翻修与保险。返航推进剂还会牺牲部分有效载荷，某些高能任务仍需消耗一级。

复用最大的隐藏价值，是解除工厂与发射频率之间的硬绑定。过去要把发射量翻倍，往往需要接近翻倍地生产一级；复用允许同一批高价值硬件承担更多任务，使产线可以把资源转向二级、卫星与新型号。

它还创造飞行数据优势：使用次数越多，SpaceX 越了解发动机寿命、结构载荷和失效分布，能够以证据减少不必要的检查。因而需要追踪的不只是目录价格，而是单枚一级的平均飞行次数、翻修工时、周转天数、任务保险与客户接受度。

SUMMARY

复用不是一次性降价按钮，而是一套随着频次和数据积累逐步变强的工业学习系统。

2015 / 2016 · TWO WARNINGS

会降落的火箭，仍可能无法入轨

CRS-7 与 AMOS-6 提醒所有人：回收创新不能替代最基本的可靠交付。

2015 年 6 月，CRS-7 起飞约 139 秒后二级液氧箱快速超压，火箭解体。调查指向固定氦气压力容器的支撑杆端件失效；相关零件此前满足文件要求，事后抽检却暴露铸造、材料与热处理问题。事故把供应链质量重新推到舞台中央。

2016 年 9 月，AMOS-6 在静态点火前加注时爆炸，火箭、卫星与发射台一同损失。调查认为，超低温液氧或固态氧可能进入二级 COPV 内衬与碳纤维缠绕层间的空隙，在快速加压和摩擦下点燃。SpaceX 调整加注流程并重新设计压力容器，约四个月后复飞。

两次事故揭示了快速节奏的边界。迭代可以缩短恢复时间，但只有在供应链、地面流程和版本状态被同等严格管理时，速度才不会成为新的失效来源。

AUTHOR'S NOTE

复用会放大可靠火箭的价值，也会放大一个微小缺陷被重复带回任务的后果。

SUMMARY

真正的可靠性，不是从不失败，而是事故后能证明原因、改变系统，并重新获得客户信任。

CHAPTER IV

重型、载人与信任

当商业公司开始运送人，它承担的不只是工程风险，也是公共责任。

三枚成熟核心，组合成一种新能力

27 台 Merlin 同时点火，两枚助推器并肩返回，像一幅提前抵达现实的概念图。

FALCON HEAVY DEMO · SPACEX / CCO

2018 年 2 月 6 日，Falcon Heavy 从 39A 首飞。它由三套 Falcon 9 一级核心组成，起飞推力超过 500 万磅；载荷是一辆搭载“Starman”的 Tesla Roadster。两枚侧助推器同步落地，中央芯级因着陆点火未完全成功而错过海上平台。

将成熟核心并联，使 SpaceX 能复用发动机、工厂和部分飞行经验，而不必从零研发超大直径火箭；理论近地轨道运力约 63.8 吨，也打开大型商业卫星、深空探测和国家安全市场。但三枚核心并不等于三倍简单：中央芯级载荷、连接结构、振动、分离和 27 台发动机协同都要重新验证。

Falcon Heavy 后续飞行频率有限，更多是一项“能力保险”，覆盖 Falcon 9 无法承担、而 Starship 尚未成熟的任务。

SUMMARY

模块化降低进入重型市场的研发门槛，却不能消除低频任务与多核心整合的单位成本。

2019 · CREW DRAGON

飞过太空，也可能在地面爆炸

把货物换成人，不是增加座椅，而是让整套系统接受另一种失败后果。

Crew Dragon 相较货运版采用主动自主对接、生命保障、乘员控制界面和八台 SuperDraco 逃逸发动机，NASA 则逐项审查降落伞、推进剂、快速加注与长期驻站风险。2019 年 3 月 Demo-1 完成无人发射、自动对接、再入和溅落，证明飞船、任务控制、空间站接口与回收可以组成端到端系统。

然而 4 月 20 日，同一返回舱在 SuperDraco 地面测试中爆炸。调查发现，少量四氧化二氮经止回阀进入高压氦气管路，快速加压时液体团高速撞击钛制部件并点燃。SpaceX 随后用一次性爆破片隔离推进剂与气路。

事故的关键教训是状态变化：一套硬件可在轨道飞行正常，却在翻修、停放和重新加压的组合条件下进入未预测的危险状态。一次飞行成功只验证经历过的工况，载人认证必须覆盖完整生命周期。

SUMMARY

载人安全的边界，延伸到制造、储存、翻修、测试和异常启动的每一个状态。

当壮举变成班次

载人航天重新从美国本土起飞；真正重要的，是它随后被写进日历。

BOB BEHNKEN & DOUG HURLEY · DEMO-2 · SPACEX / CCO

2020 年 1 月，Crew Dragon 在起飞约 90 秒后触发飞行中止，八台 SuperDraco 将飞船从 Falcon 9 拉开；火箭按计划解体，Dragon 则完成姿态调整、降落伞展开与溅落。它证明系统不仅知道如何完成正常旅程，也知道如何离开一枚正在失去的火箭。

5 月 30 日，Bob Behnken 与 Doug Hurley 乘 Demo-2 从美国本土升空，这是 2011 年航天飞机退役后的第一次。两人在轨 64 天并安全返回。NASA 分析数据后于 11 月完成系统认证，Crew-1 随即开启首次正式轮换。

认证对象远不只飞船：Falcon 9、宇航服、训练、发射台逃生、任务控制、空间站协同、海上回收和医疗响应共同构成载人系统。真正成熟的基础设施，不在第一次成功时完成，而在任务成为可以重复交付的班次时完成。

SUMMARY

载人业务的护城河来自持续运行与机构信任；一次事故也可能让舰队与国家运力同时停摆。

2020.11 · CREW-1

信任，是最昂贵的载荷

一次载人首飞是历史；持续轮换，才是一套国家基础设施。

NASA 对 Crew Dragon 的认证，把一家公司、一个发射台、一支海上回收队伍和一套数以万计的程序，整合成美国的载人运输能力。Crew-1 之后，任务不再以“商业公司第一次”为主要意义，而以是否准时、安全地完成轮换来衡量。

这种常态化改变了 NASA 的资源配置。机构可以购买近地轨道运输，把更多工程力量投入月球与深空；SpaceX 则获得长期需求、飞行数据与载人品牌。双方并非简单的甲方乙方：每次任务的安全责任、调查与改进都要求共同工作。

商业载人因此是一种制度资产。它很难仅凭更低价格复制，因为客户购买的还包括认证历史、训练体系、任务控制、救援预案与数次安全返回的记录。运送人的市场可能不大，但它给整个公司带来的信任溢价，远超座位本身。

SUMMARY

载人航天的商业价值，不只在票价，而在经多年审查建立的、可以反复使用的信任。



CREW-1 ASTRONAUTS ABOARD RESILIENCE · NASA

2021—2022 · NEW PASSENGERS

轨道乘客，不再只有国家宇航员

复用飞船承载私人任务后，SpaceX 开始出售完整的训练、飞行与返回能力。

2021 年 Crew-2 首次在载人任务中同时使用飞行验证的 Falcon 9 一级和 Crew Dragon，说明 NASA 已接受复用硬件载人。同年 9 月，Inspiration4 把四名非职业宇航员送入约三天的独立轨道飞行，飞船顶部以穹顶舷窗取代对接口，成为首个全部乘员均为平民的轨道任务。

2022 年 4 月，Ax-1 又把首个全私人乘组送往国际空间站：Axiom 负责组织客户与任务，SpaceX 提供 Falcon 9、Dragon 和飞行运行，NASA 及国际伙伴管理空间站接近与驻留标准。运输平台与任务策划开始成为相邻但不同的生意。

不过，这仍不是大众旅游。价格、训练、健康要求、风险与极少的年座位数，使市场局限于富裕个人、赞助项目和机构客户。它打开了新需求，却没有改变轨道座位依旧稀缺的事实。

AUTHOR'S NOTE

宇宙开始拥有更多类型的乘客，但离“任何人都能去”仍有一整套成本、风险与制度要跨越。

SUMMARY

私人任务扩大了载人飞船的客户基础，却仍是高价格、低容量市场。

CHAPTER V

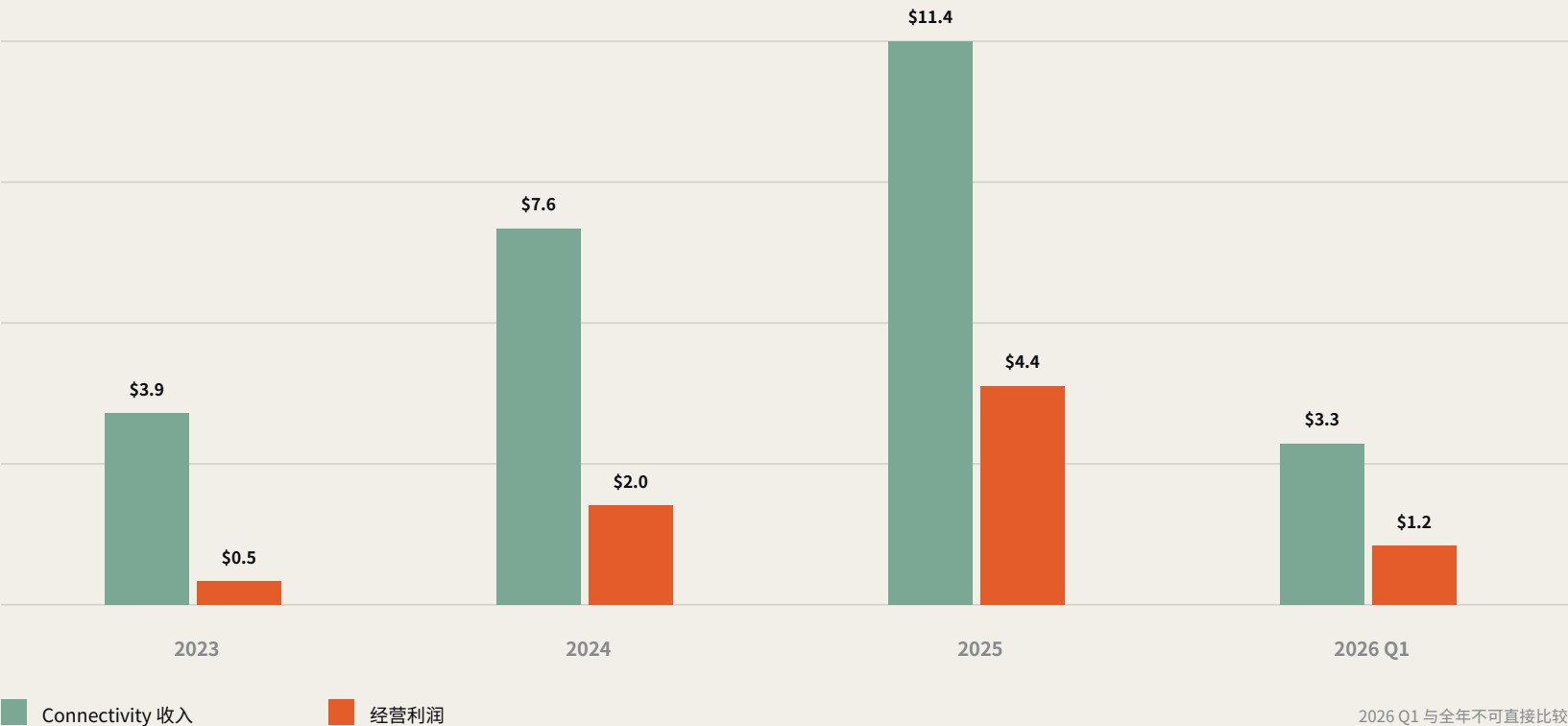
把天空织成网络

它一面像电信运营商收取月费，一面又像航空公司持续更新机队。

FROM CONSTELLATION TO ENGINE

从试验星座，到集团利润引擎

它从 Falcon 9 的内部客户，长成 SpaceX 最稳定的经营利润来源。



Connectivity 收入从 2023 年的 38.69 亿美元增至 2025 年的 113.87 亿美元，两年接近三倍；同期经营利润由 4.69 亿美元升至 44.23 亿美元，经营利润率从 12.1% 提高到 38.8%。

2026 年第一季度利润率为 36.5%。它仍是一台强劲引擎，却不是一台没有折旧、网络扩容和客户支持成本的永动机。

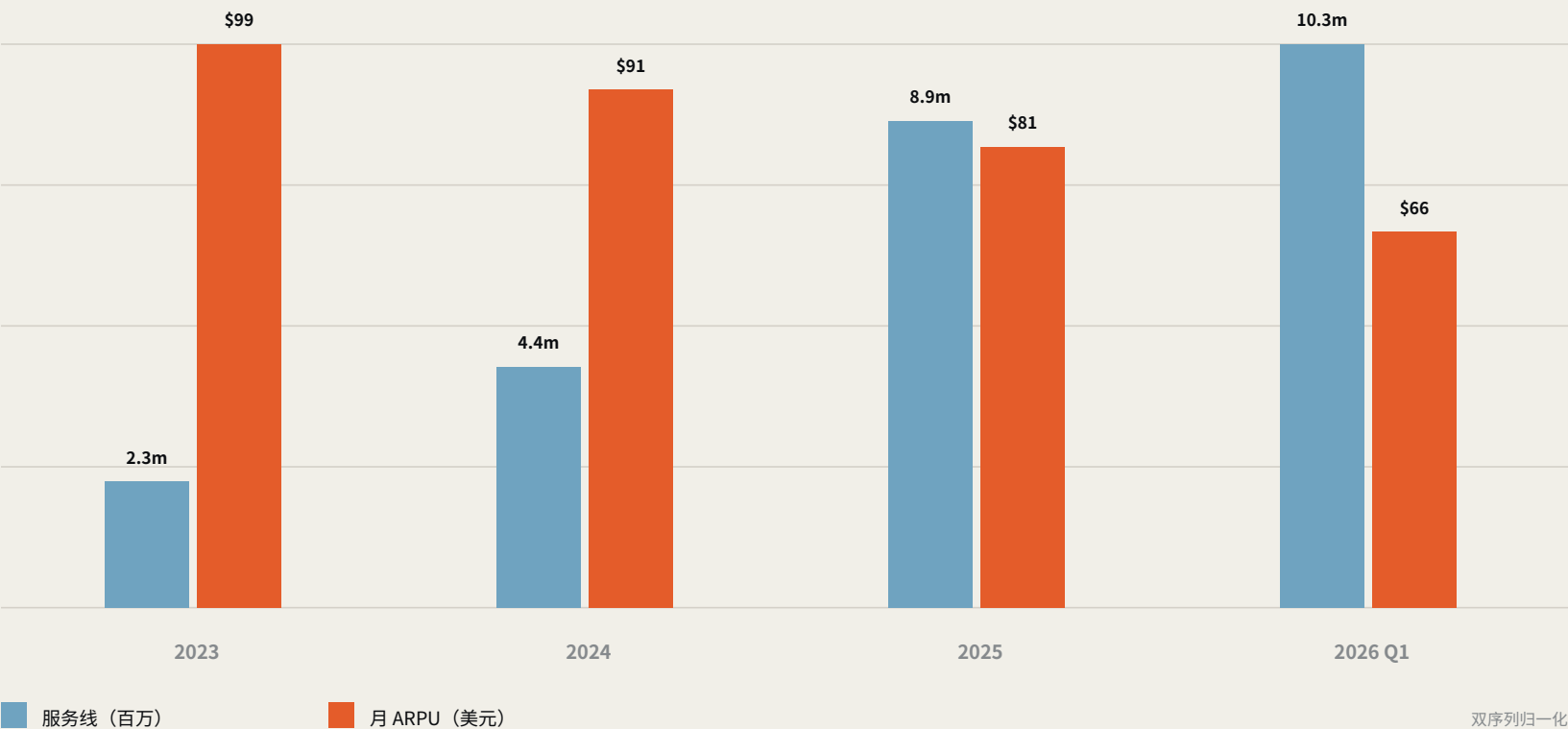
SUMMARY

Starlink 的规模化盈利已经得到验证；尚待证明的是，它能否长期快于整个集团花钱的速度。

GROWTH AT A LOWER PRICE

用户翻倍，ARPU 为什么下降？

Starlink 正用更低的平均价格换取更广阔的地球；关键在于成本能否下降得比价格更快。



ARPU 下降主要来自北美以外市场占比提高，以及更便宜方案的推出。2025 年服务线接近翻倍，即使 ARPU 同比下降，消费者收入仍显著增长。

“Subscriber” 是一条直接绑定账户的服务线，不等于自然人数；航空、海事与政府等直接议价客户也不计入这项订阅数据。因此不能用期末服务线乘以 ARPU，还原 Connectivity 全部收入。

SUMMARY

ARPU 下行并非自动警报；真正要看的是留存、终端补贴与新增容量成本是否同步改善。

ONE NETWORK, THREE CUSTOMERS

同一片星空，三种不同的价格

家庭用户带来规模，飞机与船舶带来价值，政府客户则带来信用，也带来政治重量。

Starlink 并非只有一种客户。消费者购买终端并按月订阅，是最可见的收入来源；航空、海事、矿区、连锁门店和移动车队购买的是跨区域、持续在线的能力；政府与 Starshield 客户购买的则往往是安全、韧性和任务保证。

2025 年消费者收入为 72.08 亿美元，占 Connectivity 收入约 63%；企业与政府收入为 41.79 亿美元，占约 37%。后一类业务从 2023 年的 10.52 亿美元增长近三倍。它的战略价值不仅是价格更高，还在于改善网络利用：偏远海域、航线和分散作业点，可以把原本闲置的轨道容量变成收入。

Starlink Mobile 又打开批发式网络合作。SpaceX 不必逐一获得手机用户，却需要与运营商分享收入、协调频谱，并接受更严格的电信监管。客户越多元，收入质量越高；国家安全、内容治理与地缘政治也越容易进入同一张商业地图。

SUMMARY

Starlink 已从消费者宽带扩展为多层连接平台；多元客户提高收入质量，也增加监管复杂度。

UNIT ECONOMICS IN ORBIT

一位新用户，究竟值多少钱？

在有闲置容量的地方，新增用户几乎像软件；在网络拥挤的地方，他可能意味着下一批卫星。

传统订阅业务常用一个简洁公式衡量用户价值：月度收入乘以贡献利润与留存时间，再减去终端补贴和获客成本。Starlink 也适用这套逻辑，却多出一层空间约束。卫星容量并非均匀覆盖全球，而是被轨道、地理位置与高峰时段切割成许多局部市场。

在用户稀少、容量闲置的区域，增加一条服务线的边际成本很低；当地面站、波束或高峰带宽接近饱和时，再增加用户可能需要新卫星、新频谱或更密集的地面网络。于是，单位经济不能只按“平均每位用户”计算，还要看每个区域、每个时段的可售容量。

公开数据仍显示改善：用收入减去 Cost of Revenue 做近似观察，Connectivity 的“近似毛利率”由 2023 年约 28% 提高至 2025 年约 48%。自 2022 年以来，Starlink Kit 平均制造成本下降约 59%。但公司没有披露终端实际单位成本、流失率、获客成本和分区域利用率，任何精确 LTV 都只能是假设模型。

AUTHOR'S NOTE

最重要的公式不是“用户 × 月费”，而是每一美元新增或维持性资本开支，能产生多少生命周期现金流。

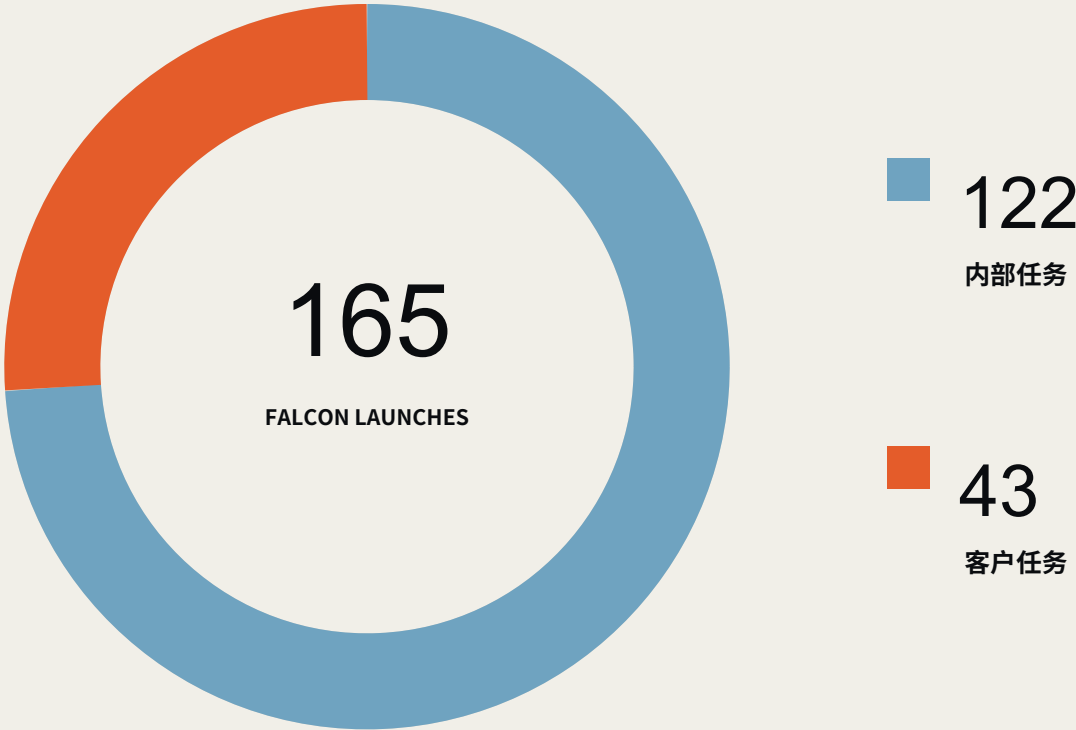
SUMMARY

单位经济正在改善，但完整用户生命周期价值仍不可见；对过于精确的回本期要保持警惕。

INTERNAL DEMAND

165 次发射，不等于 165 笔外部收入

2025 年的大部分 Falcon 任务，服务的其实是 SpaceX 自己的网络。



内部发射不会在 Space 分部确认一笔“卖给 Starlink”的收入。卫星制造与发射成本被资本化到 Connectivity 的资产中，随后按寿命折旧；而 Adjusted EBITDA 又会把折旧加回。

因此，高发射频次有双重含义：它展示了 Falcon 体系的节奏与复用能力，也代表 SpaceX 正持续为自己的星座施工。其他火箭公司缺少这种稳定的内部锚定需求；SpaceX 则必须承担把需求变成真实回报的资本风险。

会计放大镜

发射次数是运营能力，不是收入代理变量。评估 Starlink 必须同时看经营利润、资本开支、折旧与替换。

THE REPLACEMENT CLOCK

网络越大，更新的时钟越响

低轨星座不是一次性建成的电缆，而是一支必须持续换新的在轨机队。



约 1,920 / 年

若平均寿命为 5 年

约 3,200 / 年

若平均寿命为 3 年

上面的数字只是静态替换估算：在星座规模不再增长、所有卫星均匀退役的假设下，用在轨数量除以平均寿命。它不是公司指引，也没有计入故障、轨道层差异或容量升级。

它揭示的机制却真实存在：Starlink 的维持性资本开支不会因为用户增长放缓而消失。更高容量的 V3 卫星可以减少每单位带宽的成本，但前提是 Starship 能够稳定运送更大载荷。

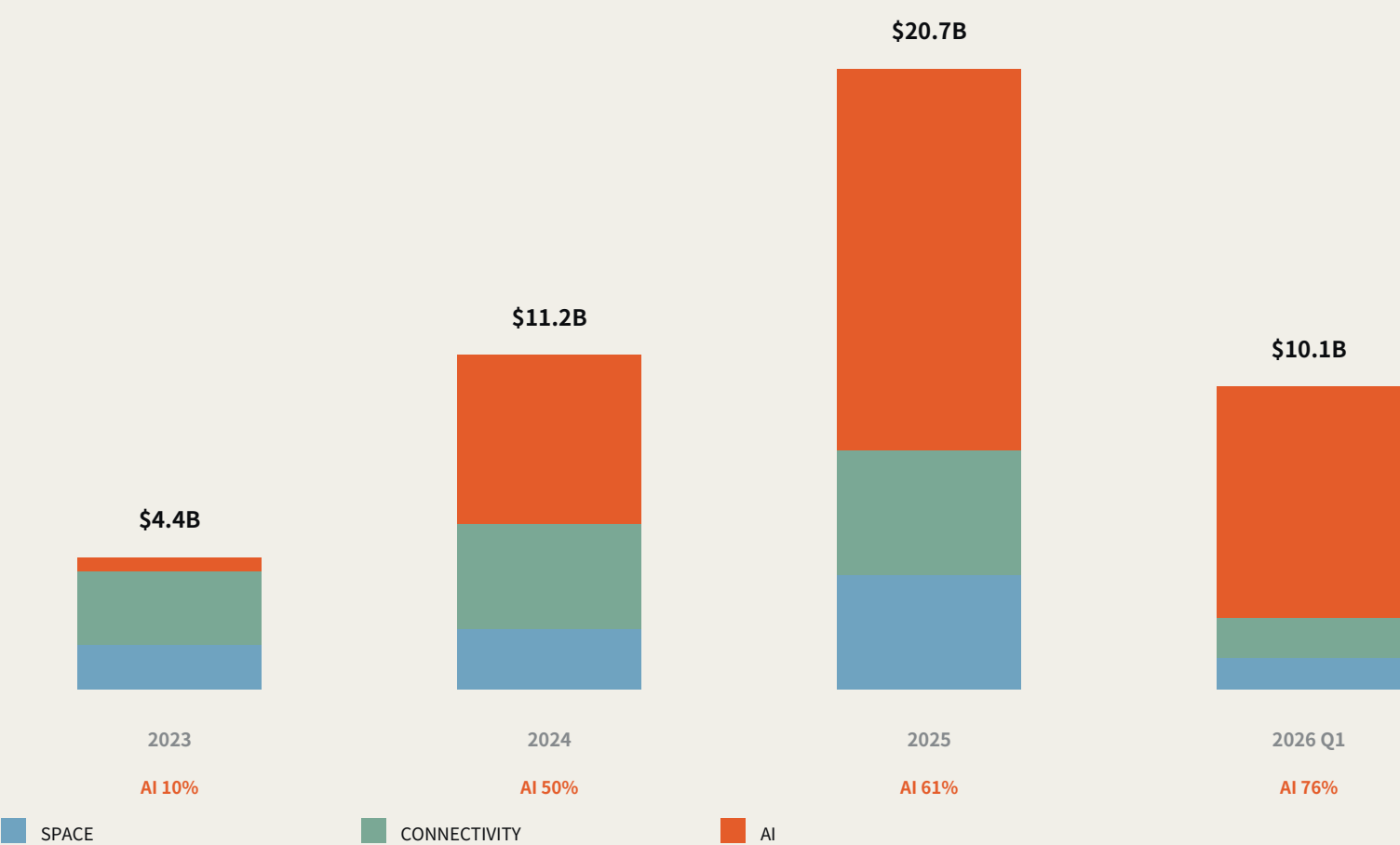
静态推演，不是预测

真正需要跟踪的是每单位可用容量的全寿命成本，而不是单纯的卫星数量。

CAPITAL ALLOCATION

利润在连接业务里，资本开支却涌向 AI

SpaceX 的新问题不再只是‘能否赚钱’，而是‘赚到的钱最终被投向哪里’。



2025 年集团经营现金流为 67.85 亿美元，资本开支为 207.37 亿美元；两者简单相减约为负 139.52 亿美元。这不是公司披露的正式自由现金流，但足以说明扩张仍然依赖外部融资。

AI 在总资本开支中的占比，从 2023 年约 10% 升至 2025 年约 61%，并在 2026 年第一季度达到约 76%。Starlink 的盈利能力越强，资本分配问题反而越重要。

资本判断

Starlink 正在证明经营杠杆；但集团层面的现金释放，被 xAI 与 Starship 的同时扩张重新吸收。

THREE MIRRORS OF PROFIT

EBITDA、经营利润与现金，不是同一片天空

理解折旧，是读懂 Starlink 盈利质量的钥匙。

2025 年，Connectivity 经营利润为 44.23 亿美元，Segment Adjusted EBITDA 为 71.68 亿美元。两者相差主要来自 23.76 亿美元折旧摊销和 3.69 亿美元股权激励。EBITDA 利润率接近 63%，经营利润率则为 38.8%；两组数字都正确，却回答不同的问题。

EBITDA 更适合观察网络在折旧前产生经营收益的能力，但它把卫星、发射和地面设施的折旧加了回来。对于资产寿命只有三至五年、必须持续更新的星座，折旧不是遥远的会计噪音，而是过去发射投入在今天利润表上的回声。

2025 年 Connectivity 资本开支为 41.78 亿美元，明显高于当期折旧摊销。简单计算的“EBITDA 减资本开支”为 29.90 亿美元，但它不是正式自由现金流，因为尚未包含营运资金、税项、利息及集团分摊。若卫星平均使用寿命改变一年，公司估计 2025 年经营利润影响约 4.8 亿美元。

SUMMARY

Connectivity 的盈利并非虚构；但对 Starlink，经营利润、资本开支与卫星寿命必须放在同一页阅读。

下一代火箭，是网络的未来成本曲线

Falcon 9 让星座成为现实；Starship 被寄予的任务，是让同样一美元购买到数量级更多的容量。

STARLINK MISSION · FALCON 9 · SPACEX / CC0

截至 2026 年第一季度，约 9,600 颗 Starlink 宽带及移动通信卫星中，多数为 V2 Mini。SpaceX 计划使用 Starship 部署 V3：单颗设计下行容量约 1 Tbps，单次任务最多运送约 60 颗。公司预计，一次 V3 部署带来的下行容量，可达到一次 Falcon 9 部署的约 20 倍。

如果目标实现，核心指标将不再是“每公斤入轨成本”，而是“每美元部署多少可售带宽”。更大的卫星容纳更多天线与功率，大运力又能降低每单位容量分摊的发射成本。

这也是最集中的依赖风险之一。若 Starship 运营延后，SpaceX 必须继续用 Falcon 9 部署较小卫星，同时承担 Starship 研发与发射设施支出。一次成功试飞证明的是工程路径；稳定入轨、快速复飞与可预测任务成本，才会真正改变网络经济学。

SUMMARY

Starlink 当前经济性由 Falcon 9 支撑；下一阶段的成本跃迁，则押注于尚未成熟的 Starship。

当网络不再等地面道路抵达

Starlink 最深远的影响，也许不是替代城市光纤，而是在海洋、荒野与灾难现场重新定义“可连接”。

A BRIGHT NEW DAY FOR BROADBAND · STEVE JURVETSON / CC BY 2.0

低轨卫星网络把“最后一公里”从铺设电缆，转化为架设终端并获得天空视野。它特别适合人口稀疏地区、海事与航空、临时营地、应急救援和地面基础设施被破坏的场景。对这些用户，价值往往不在更低的每 GB 成本，而在过去根本没有可靠连接。

这类网络也改变国家韧性。通信可以跨越洪水、地震与地面骨干故障，却依赖私人星座、频谱许可、终端供应和运营者政策。战场使用更使服务中断、覆盖边界与政府关系成为公共安全问

题。在城市密集区，光纤与 5G 仍具有容量和成本优势；卫星不需要赢得所有市场，只需在移动、偏远和难以铺设的场景里保持差异化。技术拓宽了连接权的边界，也要求社会回答：全球基础设施由谁控制、在何种规则下服务，又如何对停用与误用负责。

SUMMARY

Starlink 让连接更具韧性，也让私人基础设施的治理第一次拥有接近国家级的重量。

CASH ENGINE, NOT CASH COW

它是一台现金引擎，却还不是一头现金牛

成熟的收入、年轻的资产、尚未成熟的运载工具——Starlink 同时活在三个阶段。

“现金牛”通常意味着增长趋稳、利润可预测，并且不再需要大量再投资。Starlink 已具备前两项的一部分：订阅收入持续增长，经营利润率接近四成；但它远未满足第三项。2025 年 Connectivity 资本开支仍相当于收入的 36.7%，卫星三至五年的寿命又决定维护投入不会消失。

更合适的比喻是“现金引擎”。它把用户规模、企业合同与内部发射能力转化为经营利润，再将利润和融资能力推向 V3、Starship、移动通信乃至 AI。引擎可以带动整艘船，也可能因为拖曳太多尚未浮起的船舱而失速。

未来判断它，要同时观察三只钟：服务线增长能否抵消 ARPU 下行；资本开支与折旧之差是否收窄；Starship 与 V3 能否真正压低每单位带宽成本。最客观的结论是：Starlink 已验证需求、规模和经营盈利，却尚未验证成熟星座的长期自由现金流。

AUTHOR'S NOTE

它已让互联网拥有一片会升起、会落下、也必须不断更新的天空。下一步，是证明这片天空能在保持辽阔时，也保持经济稳定。

SUMMARY

Starlink 已从高风险实验变成商业平台，但尚未成为低再投资的公共事业。

CHAPTER VI

通往另一种尺度

Falcon 9 改变发射产业；Starship 试图改变人类能在太空建造什么。

进步，从来不是一条直线

成功与损失交替出现；每一次飞行都把未知缩小一点，也把新的版本风险暴露出来。

STARSHIP SN8 · FOREST KATSCH / CC BY-SA 4.0

SN8 到 SN15 的高空试飞，逐项验证腹部下降、翻转点火与着陆动作。2023 年，Starship 完成首次全系统飞行，清除了发射塔，却未完成级间分离。2024 年第五次试飞首次由塔架机械臂接住 Super Heavy，第六次又完成 Raptor 的太空重启。

此后的进步并不整齐。新一代上面级曾连续损失，提醒人们版本切换不会自动继承旧版本的可靠性。后续飞行又重新完成模拟载荷部署、太空发动机重启、受控再入与海面软着陆；2026 年的新构型继续验证 Raptor 3、二号发射台与在轨动作，但助推器返回仍出现异常。

Starship 已跨过“巨型火箭能否飞起来”的问题，却仍在解决“新一代硬件能否可靠重复相同结果”。试飞成功是工程事件；连续、准时、低成本地复制，才是商业能力。

SUMMARY

宇宙不奖励一次壮举；它奖励可以被排进日历、不断重复的壮举。

REUSE IS TIME

真正需要回收的，是时间

回收一枚火箭只是画面；减少检查、翻修与等待，才是可重复使用真正的经济学。

SpaceX 为 Starship V3 设定的目标，是在完全复用状态下向近地轨道运送约 100 吨载荷；更远版本可能提高到约 200 吨。公司还提出，最终每公斤成本或许比 NASA 引用的历史平均水平低 99% 以上。这里必须清楚区分：运力是设计目标，降本是愿景，都不是已经实现的运营数据。

经济性也不只取决于不锈钢飞船是否回来。Raptor 要稳定量产，热防护瓦要在再入后无需大规模更换，机械臂要安全接住两级，发射台要快速复位，推进剂、空域、天气与监管也要支持高频运行。

一个重要的中间状态是：SpaceX 无需等到完全复用，便可用部分复用甚至消耗式 Starship 部署大载荷。它可能先成为“更大的货运火箭”，再成为“像飞机一样的运输系统”。最危险的误判，是把制造成本当成飞行成本；真实账本还包括设施、翻修工时、失败率、保险、延误与闲置产能。

AUTHOR'S NOTE

在复用经济学里，时间是一项资产：周转越慢，昂贵的火箭和发射台越像停在地面的库存。

SUMMARY

Starship 的商业里程碑，不是飞船回来一次，而是它回来以后多久能再次工作。

塔架夹住了一级，也夹住了想象力

一次成功的动作，让取消着陆腿、直接回到发射设施成为可能；它仍不是一门成熟生意。

FLIGHT 5 · STEVE JURVETSON / CC BY 2.0

Super Heavy 不携带传统着陆腿，而是让发射塔的两只机械臂在返回末段夹住箭体。这样可以省去腿部质量，并把一级直接带回发射设施，理论上缩短运输与重新竖起的时间。Flight 5 的成功把这套此前近乎科幻的控制问题，变成了真实飞行能力。

它也增加了系统耦合。返回箭体必须以极高精度抵达塔架，塔架同时承担发射、捕获与后续整备；任何损伤都可能影响整座设施。多个发射台可以降低单点风险，但建设周期与资本开支不容忽视。

“夹住”最值得关注的不是视觉冲击，而是它是否缩短周转：捕获后检查哪些部位、需要更换多少硬件、塔架多久恢复、同一枚助推器何时复飞。如果这些问题没有被连续数据回答，夹回仍是一项耀眼的工程动作，而非航空化运营。

SUMMARY

Flight 5 关闭了一项导航与控制风险；周转、设施韧性与复飞，仍等待下一组答案。

ORBITAL REFUELING

去月球，先学会在黑暗中加油

Starship 的月球任务不是一枚巨型火箭的独角戏，而是一支必须在轨道上准确会合的船队。

月球版 Starship 需要先在近地轨道补充推进剂。一次着陆任务将涉及油船发射、轨道会合、低温甲烷与液氧转移、长时间储存，以及最终载人任务。任何环节延误，都可能使整条任务链失去节奏。NASA 将大规模飞船间低温推进剂转移视为最关键的未验证能力之一。

到 2026 年，NASA 已重新编排 Artemis：2027 年的 Artemis III 主要在近地轨道测试 Orion 与商业着陆器的交会、对接及系统协同；新一轮载人月面着陆目标转向 2028 年。SpaceX 仍需在载人登月前完成推进剂转移与无人月面着陆演示。

这种改变不是对 Starship 的否定，而是复杂度的诚实显现。Apollo 更像一次远征；Starship 试图建立可反复使用的轨道物流。前者把价值集中在抵达，后者要建设港口。若成功，它的意义会超过一面旗帜；若周转、储存或对接迟迟不能成熟，宏大的架构也会被最慢的环节锁住。

SUMMARY

月球版 Starship 的风险是系统级耦合：单项技术成功，不足以保证整条物流链成功。

THE MASTER DEPENDENCY

几乎所有更宏大的叙事，最后都指向 Starship

更便宜的 V3、月球着陆、轨道加注、重型科学任务、火星货运，乃至轨道 AI 计算，都依赖它。

Falcon 9 的成功让 SpaceX 拥有现成的运输业务，Dragon 与 Starlink 又提供客户和现金流。Starship 则把这些成熟系统连接到一个更大的未来：它若能以高频率运送数量级更多的质量，卫星可以更大，空间站可以更容易扩建，月球任务可以拥有物流，轨道计算也才有可能跨出小规模实验。

这形成罕见的上行空间，也形成集团最重要的共同依赖。Starship 延期不会让 Falcon 9 失去能力，却会推迟 V3 容量升级、HLS 任务、下一代科学载荷与轨道 AI。与此同时，SpaceX 仍要同时投资旧系统的运行和新系统的建设。

研究这家公司，因此不能只统计试飞成功。更关键的信号是：有效载荷是否稳定入轨；飞船是否回收并复飞；发射台能否在可预测时间内周转；单次任务的全成本是否下降。只有这些问题逐一关闭，Starship 才会从所有梦想的共同前提，变成一项可以依赖的基础设施。

SUMMARY

Starship 最大的价值是打开新的规模；最大的风险，是太多未来同时把它当成前提。

CHAPTER VII

当航天开始吞入算力

2026 年收购 xAI 后，火箭、网络、社交平台、模型与数据中心被放进同一家公司。

THE NEW CONSTELLATION

xAI 在 SpaceX 中，首先是一项资本与组织事实

产业协同仍要逐项证明：连接不是算力，发射能力也不会自动变成领先模型。

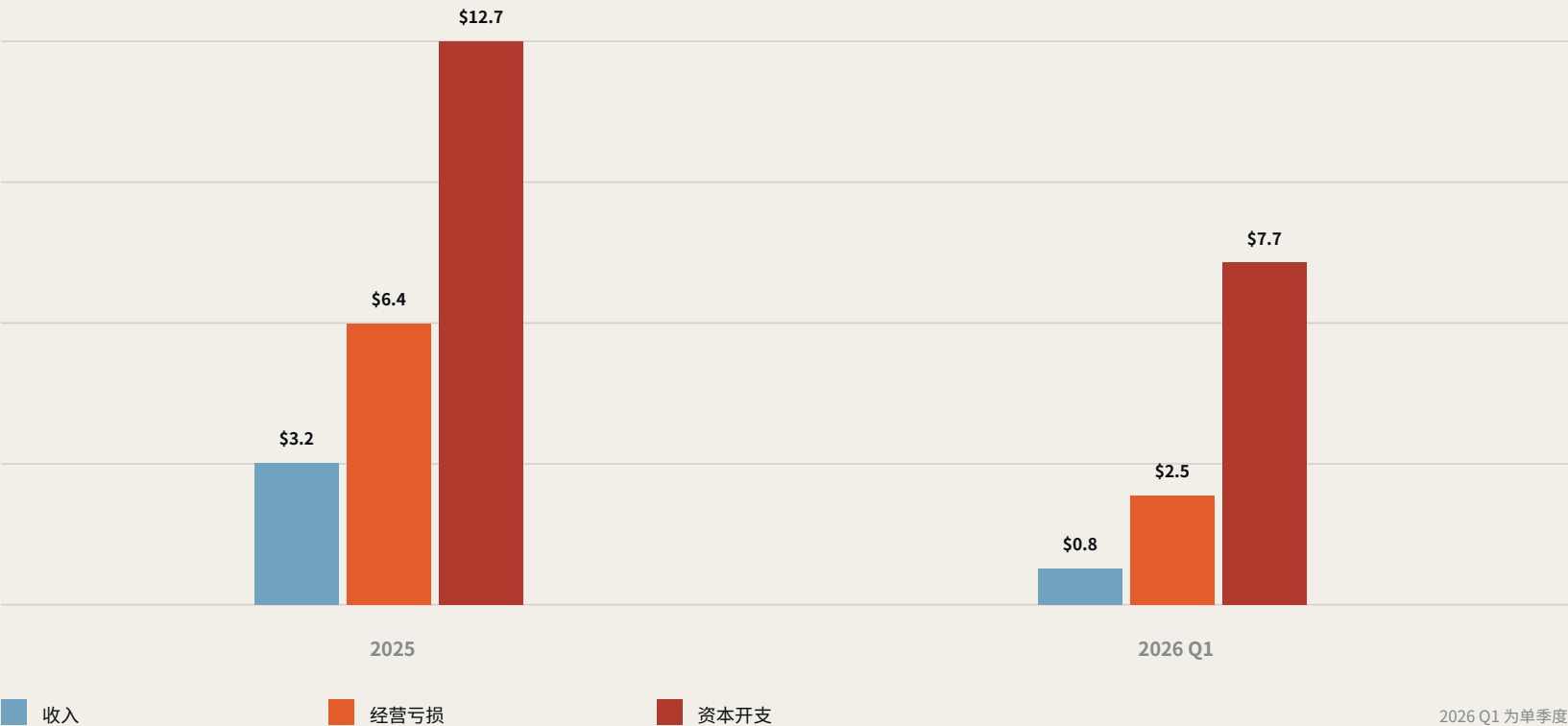


最稳妥的结论
法律与财务整合已经完成；真正的产品协同仍主要是一组需要付费客户和单位经济验证的假设。

AI ON THE BALANCE SHEET

xAI 改变的，首先是资产负债表

潜在协同仍要验证，资本需求却已经发生。



合并口径下，AI 板块 2025 年收入为 32.01 亿美元，经营亏损 63.55 亿美元，资本开支 127.27 亿美元。仅 2026 年第一季度，AI 资本开支便达到 77.23 亿美元，远高于同期 Space 与 Connectivity。

这不是一项附属实验，而是集团最大的资本去向。X 提供用户入口与实时信息，Starlink 提供分发，SpaceX 的制造能力或许服务未来计算卫星；但协同收入尚待证明，资本消耗已经进入报表。

SUMMARY

xAI 让 SpaceX 的上行空间更大，也让现金流开始由 AI 竞赛的速度共同决定。

ORBITAL COMPUTE

把数据中心送上太阳升起的地方

轨道计算最诱人的承诺，是更充足的太阳能；它最沉默的敌人，则是太空中无处传导的热。

SpaceX 的长期设想，是在接近持续日照的太阳同步轨道部署 AI 计算卫星，由大型太阳翼供电、散热器排热，并通过星间激光和 Starlink 将结果送回地面。公司提出最早 2028 年部署早期系统，并设想初代卫星达到每吨约 100 千瓦计算功率。更远期的百吉瓦级目标，需要极高的 Starship 发射频率。

这个构想并非纯粹幻想。SpaceX 已拥有批量卫星制造、自动化在轨运营、激光链路和高频发射经验，这些是普通 AI 公司没有的能力。但“能造计算卫星”不等于“轨道计算更便宜”。芯片必须承受辐射，设备无法现场维修，热量只能通过辐射散出，硬件升级还意味着重新制造与发射。训练任务所需的超高带宽互联，也可能比地面集群更难。

因此，早期轨道计算更可能是受限的基础设施实验，而不是地面数据中心的全面替代。最值得观察的不是百万颗卫星远景，而是第一批系统能否交付可比较的每瓦算力、利用率与生命周期成本。

AUTHOR'S NOTE

轨道计算真正的竞争对手不是想象力，而是地面数据中心每年仍在快速改进的电力、网络与芯片效率。

SUMMARY

2028 是公司目标，不是商业验证；轨道太阳能优势，可能被散热、辐射、维修与折旧抵消。

GOVERNANCE & CONTROL

一个人的速度，一家公司的风险

Elon Musk 赋予 SpaceX 罕见的长期主义和冒险能力；同样的结构，也让公司很难把他的风险隔离在外。

SpaceX 的双重股权结构使 Elon Musk 仍拥有超过八成的投票权，并保留对董事会与重大战略的决定性影响。即使外部股东范围扩大，公司的方向依旧高度集中。

这种结构解释了 SpaceX 为什么能在传统企业难以承受的时间尺度上投资：Falcon 失败后继续飞行、长期补贴 Starlink、让 Starship 反复损失原型，再把巨额资本投向 AI。集中控制降低了短期市场压力，也减少内部妥协的时间。Gwynne Shotwell 等高管构成重要运营稳定力量，却不改变最终控制结构。

问题在于，创始人同时也是品牌、首席技术推动者和主要控制股东，并在多家关联企业承担职责。公司披露关联企业、董事兼职、资源分配与商业机会可能产生实际或感知上的利益冲突。对普通企业，这叫关键人物风险；对承担载人、国防与通信基础设施职责的公司，它更接近治理韧性问题。

SUMMARY

集中控制曾是速度来源；随着公共责任与业务复杂度上升，制衡机制能否同步成熟，成为新的工程题。

CHAPTER VIII

当基础设施开始拥有意志

政府既是客户也是认证者；创始人控制带来速度；轨道与海岸提醒我们，扩张仍有公共边界。

GOVERNMENT AS CO-DESIGNER

政府既是客户，也是共同设计者

SpaceX 的成长并不是私人资本独自完成的传奇；NASA 与美国政府提供需求、标准与最难获得的信任。

NASA 早期货运合同让 Falcon 9 与 Dragon 获得稳定任务，并通过共同调查、认证和人因标准，帮助 Crew Dragon 达到载人要求。NASA 从 SpaceX 的速度与成本中受益，SpaceX 也从 NASA 数十年的载人经验、测试标准与任务纪律中成长。

国家安全业务同样构成护城河。高可靠发射、快速排期、垂直整合与已认证运力，使 SpaceX 成为美国关键空间能力的一部分。政府业务不只包括发射，还包括 Dragon、Starlink Government、Starshield 与 HLS；各自的采购逻辑和风险承担并不相同。

政府订单带来收入，更重要的是认证、发射场资源与战略不可替代性。但这种关系是双向的：安全审查、出口管制、任务优先级和政治环境也会限制公司。基础设施获得的每一分权力，都应伴随更高的公共责任。

SUMMARY

政府依赖形成稳定需求，也形成政策集中风险；公共客户与商业公司共同塑造了这项能力。



ISS DURING CREW-2 FLYAROUND · NASA / CREW-2

COMPETITION

SpaceX 没有一个竞争对手

它同时与火箭公司、电信网络、国防承包商和 AI 实验室竞争；每个战场的规则都不同。

在发射市场，客户比较可靠性、轨道覆盖、运力、价格与排期，ULA、Blue Origin、Rocket Lab 与国家航天体系都从不同位置竞争。在连接市场，Starlink 的对手不仅是 Amazon Leo、OneWeb、Viasat 与 Telesat，也包括光纤、5G 和固定无线；在卫星直连手机领域，它又与 AST SpaceMobile、Lynk、Globalstar 等争夺运营商合作。进入 AI 后，对手进一步扩展至领先模型与云计算平台。

SpaceX 的优势不一定是每项产品都单独领先，而是它能把环节连起来：自有火箭部署自有星座，星座产生订阅现金流，现金流资助下一代火箭，未来火箭又可能部署计算基础设施。竞争者只在一个环节追赶，仍需购买其他能力。更奇特的是，一些通信竞争者同时也是它的发射客户。

但闭环也意味着共享命运。竞争者无需复制整个 SpaceX；只要在高利润环节形成足够好的替代，就可能降低整个飞轮的回报率。

SUMMARY

SpaceX 的护城河是一套组合能力；真正危险的对手，可能只需要在其中最赚钱的一环胜出。

两片需要被珍惜的荒野

火箭从海岸起飞，卫星在夜空运行；环境边界，一片在地面，一片在轨道。

STARLINK IN FRONT OF THE PLEIADES · LONG EXPOSURE · T. HANSEN / IAU OAE / NOIRLAB · CC BY 4.0

在 Starbase，发射会带来噪声、冲击波、道路与海滩关闭、推进剂处理和近岸生态影响。FAA 的环境评估可以限定年度活动规模，却不意味着每次发射自动获得许可；安全、风险与财务责任仍须满足。

进入轨道后，问题从噪声变成规模。大量低轨卫星提高通信覆盖，也增加交会预警、碰撞规避、离轨处置与天文观测压力。SpaceX 已积累自动碰撞规避经验，并与科研机构推进亮度减缓，但单颗卫星改进无法替代星座总体规模的治理。

若未来轨道计算扩展至更大星座，真正问题将是总体概率、跨运营商协调与轨道公共资源。环境风险也不仅是合规成本：如果公众、监管者或科学共同体认为扩张速度超过治理能力，许可节奏本身就会成为商业模型的约束。人类不能以看不见为由，把近地轨道当作没有边界的土地。

SUMMARY

SpaceX 扩大了人类使用轨道的能力，也必须参与建设与这种能力相匹配的公共治理。

THE SHADOW SIDE

优势的背面，就是风险

垂直整合、快速迭代与创始人控制，既是 SpaceX 的速度来源，也是风险集中器。



组合风险

真正需要担心的不是某一个项目失败，而是多个高资本项目在同一时期延误，并沿着集团内部相互传导。

THREE FUTURES

2030：三种可能的 SpaceX

这不是目标价，也不是预言；它是一组用来识别关键假设的情景镜头。

Upside	Base	Downside
运力飞轮闭环 Starship 可预测复飞；V3 降低单位容量成本；Direct-to-Cell 成为增长曲线；AI 产生真实付费协同。 太空运输、连接与计算基础设施开始成为一个整体。	强业务，慢梦想 Falcon 与 Dragon 保持领先；Starlink 增长但 ARPU 下行；Starship 成熟速度慢于叙事；AI 仍需投入。 它仍是一家卓越公司，只是兑现周期更长。	资本彼此挤压 Starship 延期或事故；星链替换成本与竞争上升；AI 亏损扩大；治理或地缘事件影响政府关系。 垂直整合从飞轮变成风险传导器。

真正的分水岭
不是某次试飞的直播画面，而是 Starship 的周转时间、Starlink 的自由现金流，以及 AI 的收入效率。

THE LIVING SCORECARD

继续读懂 SpaceX 的 12 个信号

浪漫可以留在仰望里；判断则要落在可以反复核对的指标上。

STARSHIP	STARLINK	GROUP
01 飞船是否实现回收	05 用户净增与流失率	09 连接业务自由现金流
02 同一艘飞船是否复飞	06 ARPU 与市场结构	10 AI 资本开支 / 收入效率
03 一级与飞船周转时间	07 单位容量 / 成本	11 政府合同集中度
04 轨道加注演示	08 维持性发射占比	12 重大监管与治理事件

更新原则

当这些指标与叙事发生冲突时，优先相信指标；当指标持续改善，再允许自己重新变得浪漫。

一家公司，正在尝试把人类最古老的仰望， 写进一张资产负债表。

这并不削弱浪漫。恰恰相反：真正让星辰靠近的，从来不只有梦想，还有发动机寿命、现金流、频谱许可、保险费率，以及一次次不够完美却留下数据的飞行。

Falcon 9 已经改变了航天产业。Starship 与 xAI 是否会改变文明可以在宇宙中展开的尺度，仍然是一个尚未回答的问题。

愿我们保留仰望，也学会计算抵达的代价。

SOURCES & METHOD

主要来源 · 01

事实、判断与愿景，分开阅读。以下列出本书反复使用的一手资料。

01	SpaceX 2026 S-1 / SEC filing https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1181412/000162828026036936/spaceexplorationtechnol...
02	SpaceX 2026 EU Prospectus https://content.spacex.com/cms-assets/FINAL_Documents%20and%20Updates/SpaceX%20-%20EU%20Pr...
03	NASA — Commercial Orbital Transportation Services https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/09/sp-2014-617-1.pdf
04	NASA — Falcon 1 failure study https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20170009844/downloads/20170009844.pdf
05	NASA — Commercial Crew certification https://www.nasa.gov/humans-in-space/nasa-and-spacex-complete-certification-of-first-human...
06	NASA — Falcon Heavy first-flight history https://www.nasa.gov/history/5-years-ago-first-flight-of-the-falcon-heavy-rocket/
07	NASA OIG — Human Landing System review https://oig.nasa.gov/audits/nasas-management-of-the-human-landing-system-contracts/
08	NASA — 2026 Artemis architecture update https://www.nasa.gov/news-release/nasa-marches-toward-artemis-iii-mission-in-2027-names-cr...

SOURCES & METHOD

主要来源 · 02

事实、判断与愿景，分开阅读。以下列出本书反复使用的一手资料。

01	SpaceX — Starship Flight 5 https://www.spacex.com/launches/starship-flight-5
02	SpaceX — Starship Flight 12 https://www.spacex.com/launches/starship-flight-12
03	xAI — xAI joins SpaceX https://x.ai/news/xai-joins-spacex
04	FAA — SpaceX Starship environmental & safety reviews https://www.faa.gov/space/stakeholder_engagement/spacex_starship
05	U.S. Space Force — NSSL Phase 3 Lane 2 https://www.ssc.spaceforce.mil/Newsroom/Article-Display/Article/4146459/space-systems-comm...
06	NASA — CRS-7 independent review https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2018/03/public_summary_nasa_irt_spacex_crs-7_final...
07	SpaceX — SES-10 https://www.spacex.com/launches/ses10
08	NASA — Axiom-1 private astronaut mission https://www.nasa.gov/press-release/axiom-private-astronauts-headed-to-international-space-...

IMAGE CREDITS

影像让工程重新拥有尺度

本书使用真实影像；除裁切与明暗处理外，不以生成图像替代历史与现实。

- 01

Falcon 1 / ORBCOMM-2 / CRS-8 / SES-10 / Falcon Heavy / Falcon 9 Flight 1 — SpaceX, CC0
- 02

Starlink mission / Demo-2 crew — SpaceX, CC0
- 03

Demo-2 launch — NASA / Joel Kowsky, public domain
- 04

Crew Dragon approach / Crew-1 inside Dragon / ISS flyaround — NASA, public domain
- 05

Dragon cargo loading — NASA / Jim Grossmann, public domain
- 06

COTS-2 Dragon below ISS — NASA, public domain
- 07

Aurora / Earth at night — NASA, public domain
- 08

Starship SN8 — Forest Katsch; edit by CactiStaccingCrane, CC BY-SA 4.0
- 09

Starship Flight 5 booster catch / Merlin factory / A Bright New Day for Broadband — Steve Jurvetson, CC BY 2.0
- 10

Starlink Satellites over Carson National Forest, New Mexico — M. Lewinsky / NOIRLab, CC BY 4.0
- 11

SpaceX Starbase launch facility — Lars Plougmann, CC BY-SA 2.0
- 12

Starlink in front of the Pleiades — T. Hansen / IAU OAE / NOIRLab, CC BY 4.0
- 13

SpaceX wordmark — Wikimedia Commons, public domain; trademark remains with SpaceX
- 14

Guan-View wordmarks — supplied by Shera

研究手册由 观阅社 商业研究员 Shera.J 与 Noah.G 完成。
版本：2026.07 · 电子阅读版 · 不构成任何投资建议



文明的种子仍在，她将重新启动。

— 刘慈欣《三体》

观 | 阅 | 社
Guan-View