

# 商业航天：破局上天瓶颈，解锁太空算力

行业投资评级：强于大市 | 维持

陈涵泊/李佩京/王思

中邮证券研究所 人工智能团队

中邮证券

发布时间：2025-12-26

## ➤ 告别“一次性”时代，可回收火箭重塑商业航天。

- 我国已将商业航天提升至“航天强国”的战略高度，并规划万星星座以竞逐太空经济制高点。当前，行业正遵循SpaceX以“猎鹰9”（可重复使用下成本或低于千美元/kg，考虑运力提升，成本有望进一步下降）所验证的“低成本、高频次”技术范式。为迎头赶上，我国必须攻克发射成本高、频次低、运力有限等瓶颈。
- 我国破局之路已然明确，且正在加速推进：1) 可回收火箭方面，我国“朱雀三号”等已进入关键验证阶段，旨在复制成本革命路径；2) 卫星规模化制造方面，国内年产超500颗的智能生产线已现，海南文昌卫星超级工厂（设计年产1000颗）预计2025年底竣工，将推动单星成本大幅下降；3) 发射频次方面，海南商业发射场等专用基础设施投用，将系统性提升发射保障能力。我们认为，随着这三大驱动力形成共振，我国发射成本有望进入快速下行通道，推动商业航天突破规模化临界点，从技术验证迈入市场扩张的快速发展新阶段。

## ➤ 商业航天的下一站，太空算力产业化破局。

- 我们认为，随着可回收火箭与批量化制造突破“上天贵、组网慢”的瓶颈，商业航天正步入“建得起”的规模化时代，未来或陆续考虑商业化路径，太空算力作为重要场景得到国内外的普遍关注。全球AI算力需求激增，地面数据中心面临“能耗墙”和“散热墙”的双重制约。在此背景下，太空算力凭借其能源成本极低、散热成本趋零、数据传输成本与延迟双降的独特物理优势，成为商业航天最具潜力的高价值落地场景与必然演进方向之一。当前，以美国谷歌、SpaceX和国内轨道辰光、之江实验室为代表的各方已推出相关计划并开展技术试验，持续催化太空算力发展。
- 拆解太空/地面IDC Capex、Opex，太空数据中心是典型的高Capex、低Opex行业，规模化成本优势显著，若技术取得突破意味着其商业上具有可行性。据测算（40MW），太空算力中心建设Capex（除服务器）为地面2倍以上、Opex（除折旧）却仅为地面15%左右，十年总成本（Capex+Opex）不到地面50%。
- 投资建议：建议关注：1) 商业航天：星图测控、中科星图、航天宏图、超图软件、霍莱沃、盛邦安全、索辰科技、上海瀚讯、上海港湾、亚信安全、电科网安、航天动力、斯瑞新材、超捷股份、中国卫星、航天电子、复旦微电、\*ST铖昌、臻镭科技、中国卫通；2) 太空算力：顺灏股份、普天科技、星图测控、中科星图、优刻得、上海港湾、电科数字、佳缘科技等。
- 风险提示：可回收火箭技术研发与工程化不及预期、高密度发射能力建设与供应链稳定性不及预期、太空算力关键子系统在轨可靠性与经济性不及预期等。

# 目录

- 一 | **告别“一次性”时代，可回收火箭重塑商业航天**
- 二 | **商业航天的下一站，太空算力产业化破局**
- 三 | **投资建议与风险提示**



# 告别“一次性”时代，可回收火箭重塑商业航天

- 1.1 政策升维，商业航天迈入发展新阶段
- 1.2 频轨资源先到先得，大国相竞太空“跑马圈地”
- 1.3 核心瓶颈：高成本、低频次、低运力的火箭发射
- 1.4 破局之道：可回收火箭与工业化生产降本增效

# 1.1 政策升维，商业航天迈入发展新阶段

- 商业航天是指以市场为主导、采用商业化模式开展的航天活动，旨在通过企业主导、市场竞争和盈利驱动，提供航天产品、技术或服务，实现可持续盈利。产业链通常包括上游的核心部件制造、中游的卫星与火箭制造发射以及地面设备建设，下游的各种应用服务等环节。
- **商业航天已成为我国“航天强国”的关键推动力，迎来重要发展窗口期。**从“十三五”到“十五五”，商业航天政策不断加码。2015年10月，国家发改委、财政部、国防科工局联合印发《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2015年—2025年）》，提出探索国家民用空间基础设施市场化、商业化发展新机制，支持和引导社会资本参与国家民用空间基础设施建设和应用开发，该年被称为“**商业航天元年**”；**2024-2025年，商业航天连续两年写入政府工作报告**，且在2025年四中全会公报在建设现代化产业体系中**首次新增“航天强国”表述**，叠加“十五五”规划建议对航空航天等战略性新兴产业集群发展的部署，我国商业航天产业地位实现跨越式提升，**标志着航天产业已上升至国家战略核心层面**。今年11月底，**国家航天局宣布已正式设立“商业航天司”**，作为专职监管机构，负责统筹商业航天产业管理，新司局将统一对接发射审批、频轨申请、运营牌照等关键环节。此外，11月25日，国家航天局公布《国家航天局推进商业航天高质量发展安全发展行动计划（2025—2027年）》，计划到2027年基本实现商业航天高质量发展，有望引导产业共振、加速发展。

图表1：从“十三五”到“十五五”，我国商业航天行业政策历程图



## 1.2 频轨资源先到先得，大国相竞太空“跑马圈地”

➤ 频轨资源紧缺，具备排他性，加剧各国抢占太空战略资源。

- 1) 轨道：一个轨道只能有一颗卫星运行。根据太空与网络，在同层与跨层星间最小安全距离均为50km情况下，高度300~2000km组成的低地球轨道空间可容纳17.5万颗卫星。
- 2) 频率：卫星通信主要依靠无线电频谱进行信息传输，卫星无线电频率按照国际电信联盟统一规划和监督管理，依据“先登先占”的规则竞争协调使用。先登先占：根据国际电信联盟（ITU）的明确要求，卫星频率及轨道使用权的获取，采用“先到先得”的竞争方式，且不能“光占不用”，**申请后7年内必须发射第一颗卫星，第9/12/14年完成星座总规模的10%/50%/100%**。先占永得：由于“先登先占”原则的国际认可度高，各国在卫星使用寿命到期后通常会重新发射卫星进行替代，从而“先占永得”空间频率和轨道资源。当前，能够单独使用、实现全球覆盖的L、S、C频段资源几乎殆尽，目前集中使用的Ku、Ka频段同样是GEO宽带卫星的主用频段，同时星座之间还要留出一定频率间隔防止相互干扰，协调难度大。而C、Ka频段要面对5G网络的激烈争夺，Q/V频段也已被巨头企业提前布局。

图表2：商业航天频率资源相当有限

频段	频率范围	使用情况
L	1~2GHz	资源几乎殆尽；主要用于地面移动通信、卫星定位、卫星移动通信及卫星测控链路等
S	2~4GHz	资源几乎殆尽；主要用于气象雷达、船用雷达、卫星定位、卫星移动通信及卫星测控链路等
C	4~8GHz	随着地面通信业务的发展，被侵占严重，已接近饱和；主要用于雷达、地面通信、卫星固定业务通信等
X	8~12GHz	通常被政府和军方占用；主要用于雷达、地面通信、卫星固定业务通信等
Ku	12~18GHz	已接近饱和；主要用于卫星通信，支持互联网接入
Ka	26.5~40GHz	正在被大量使用；主要用于卫星通信，支持互联网接入
Q/V	36~46GHz / 46~75GHz	开始进入商业卫星通信领域
大赫兹	0.1~10THz	正在开发

资料来源：吴奇龙等《低轨卫星通信网络领域国际竞争：态势、动因及参与策略》，中邮证券研究所



## 1.2 频轨资源先到先得，大国相竞太空“跑马圈地”

- **全球卫星互联网建设正掀起新一轮浪潮，多个国家相继推出星座部署计划。**当前国际市场上，Starlink、OneWeb、Kuiper等系统占据主导地位，其中美国SpaceX公司自2015年启动的“星链”项目尤为突出。该项目历经多次方案优化，最终规划三期工程总计发射近4.2万颗卫星，截至目前发射超万颗卫星，进展领先全球。
- **我国目前拥有三大万颗星座计划，包括中国星网（GW星座）、上海垣信（G60千帆星座）以及蓝箭鸿擎科技（鸿鹄-3星座），目前发射进度不及规划。**截至2025年12月，星网累计发射127颗，千帆累计发射组网卫星数达到108颗（不含2024年以前的4颗试验星）。根据ITU规定以及各星座申报时间，意味着国网需在2029年9月之前部署1300颗卫星、千帆在2032年8月前部署1500颗卫星、鸿鹄3在2033年5月前部署1000颗卫星，根据目前发射数量仍然存在较大压力。早在24年8月，上海垣信高级副总裁陆犇表示，千帆低轨卫星星座第一阶段计划到25年底，实现648颗星提供区域网络覆盖；第二阶段到27年底，648颗星提供全球网络覆盖；到30年底，实现15000颗星提供手机直连多业务融合服务。垣信25年组网648颗星与目前的108颗星存在较大差距，意味着我国未来几年待发卫星或存在爆发性增长。

图表3：全球主要星座部署计划与发射进度

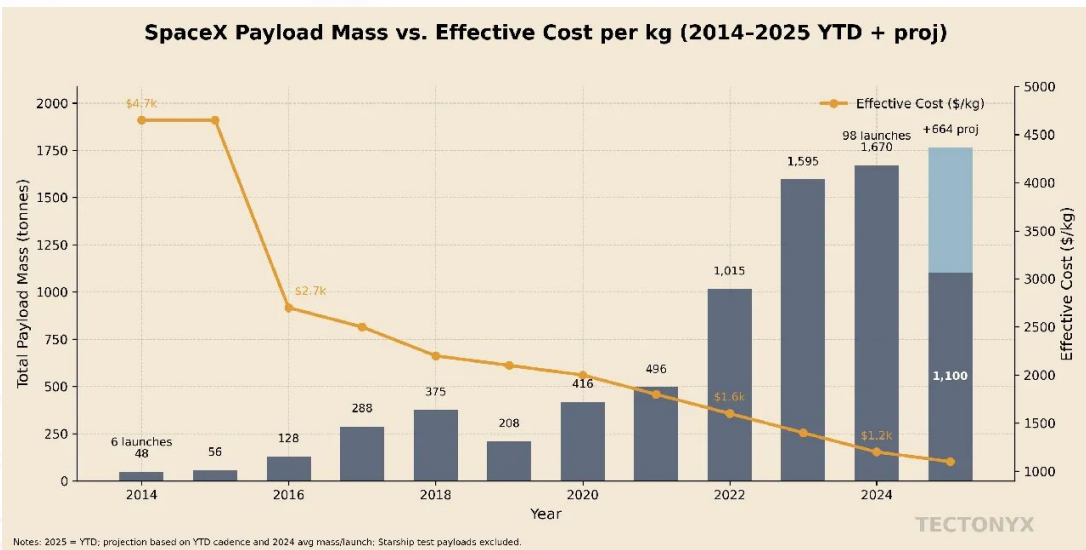
星座计划名称	所属公司	首次申报时间	计划卫星数量/颗	已发射数量/颗	在轨数/颗
星链（Starlink）	SpaceX	-	41584	10783	9357
柯伊伯（Kuiper）	亚马逊	-	3232	182	180
一网（OneWeb）	英国一网公司	-	588	656	654
国网（GW）	中国星网	2020年9月	12992	127	
千帆（G60）	上海垣信	2023年8月	15000	108	108
鸿鹄3（Honghu-3）	鸿擎科技	2024年5月	10000	0	0

资料来源：Jonathan’ s Space Report，Space mapper，财联社等，中邮证券研究所（注：数据截至2025年12月）

### 1.3.1 经济性桎梏：发射成本高昂是商业化的首要障碍

我国商业航天卫星发射成本或达SpaceX的猎鹰9 七倍左右，发射成本接近甚至超过卫星制造成本已成为制约我国商业航天发展的关键性因素。根据科创板日报调研数据，目前国内卫星发射费用存在明显差异，主流商业发射报价集中在每公斤5万-10万元，但部分小型火箭或特殊轨道发射，费用仍可达每公斤15万元。以此计算，一颗500公斤级的卫星，发射费用最高可能达到7500万元，而随着卫星研制技术的成熟与成本优化，部分500公斤级卫星的制造成本已可控制在5000万-6000万元。与之对比，SpaceX在可复用火箭、垂直整合与规模经济以及自家星链闭环加持下，猎鹰9号现已低于1500美元/kg，重型猎鹰约1400-1500美元/kg，而在研星舰目标直指100美元/kg，甚至67美元/kg运营底线，重新定义行业定价标准。

图表4：SpaceX总载荷质量（吨）以及每公斤有效成本曲线



资料来源：Reddit，TECTONYX，未来天玑，中邮证券研究所

图表5：我国加速推动大型星座建设，发射成本高企或为重要制约因素



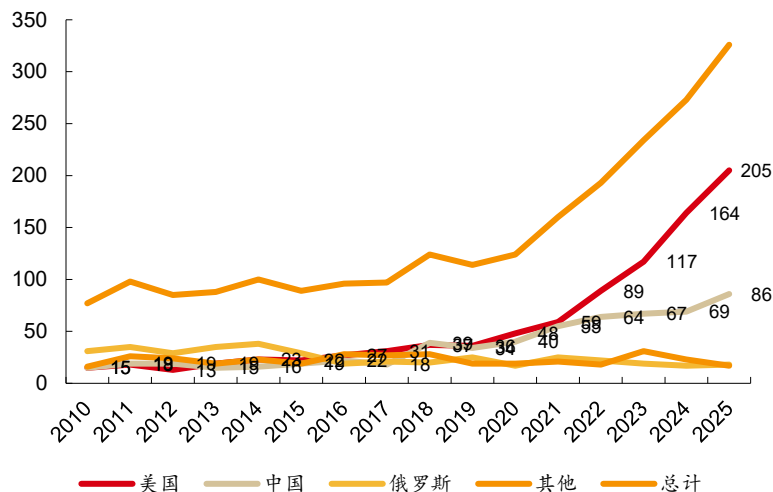
资料来源：你好太空微信公众号，中邮证券研究所



## 1.3.2 节奏性制约：发射频次不及预期拖累星座组网与更新速度

- **承担我国星座发射任务的火箭有限，制约我国商业航天火箭发射频次提升。**2024年我国共进行了68次入轨发射（成功66次，失利2次），发射数量相较2023年的67次再创新高，但与2024年年初《中国航天科技活动蓝皮书（2023年）》预计的“全年进行100次左右发射”相比，还存在明显距离。当前承担主要星座发射任务的长征系列火箭，因需兼顾国家重大航天工程任务，导致商业发射排期紧张，整体进度较预期滞后约15%-20%。而民营火箭运力同样存在缺口，当前主流民营火箭的运载能力和可靠性，尚无法支撑“百颗级”组网任务的高频次、规模化发射需求。
- **相对于美国SpaceX公司每年火箭发射频次的快速提升，我国依旧存在差距。**截至2025年12月17日，全球火箭共发射326次，其中美国205次、中国86次，分别占比62.88%、26.38%。分公司来看，SpaceX随着可回收火箭技术成熟，火箭发射活动从2010年的2次快速攀升至2024年的138次。2025年以来，SpaceX年度发射活动已达到169次，占美国的82.44%；而我国国家队中国航天63次，民营队如星河动力、中科宇航、蓝箭航天等均为个位数，与SpaceX存在较大差距。

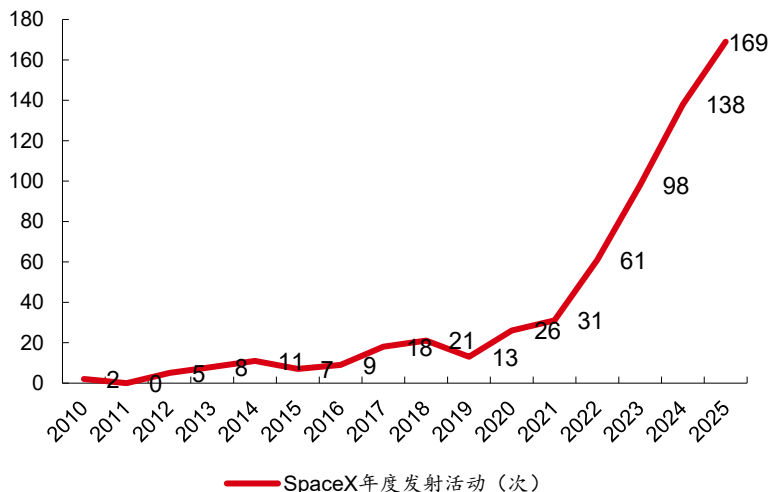
图表6：全球主要国家年度发射活动（次）



资料来源：Spacelive，中邮证券研究所（注：2025年数据截至2025年12月17日）

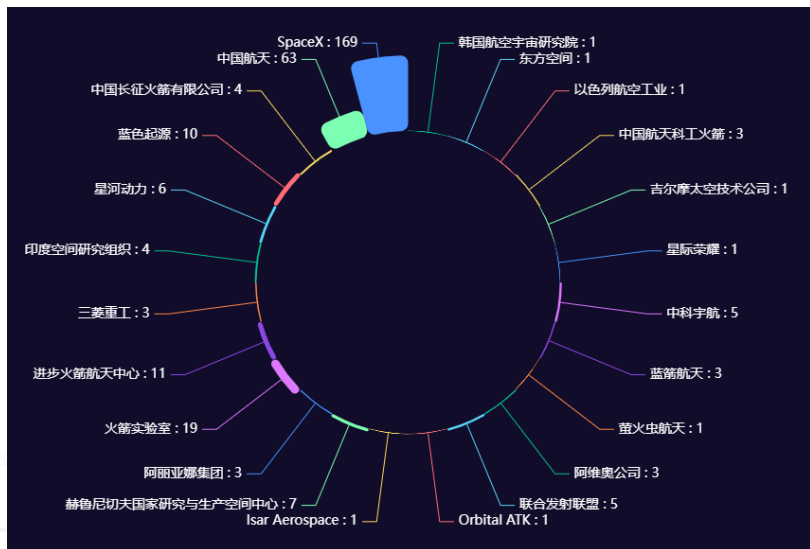
请参阅附注免责声明

图表7：SpaceX年度发射活动（次）



资料来源：Spacelive，刘洁等《2024年全球航天发射活动总结》，中邮证券研究所（注：2025年数据截至2025年12月17日）

图表8：2025年以来全球主要航天公司发射活动（次）



资料来源：Spacelive，中邮证券研究所（注：2025年数据截至2025年12月17日）

### 1.3.3 规模性天花板：有限运力难以承载未来海量载荷需求

➤ 当前，我国火箭运力与未来万星座、大型空间设施的需求之间存在巨大缺口，中美火箭运力相差4-6倍。承担我国商业航天发射任务的“国家队”和“民营队”火箭运力普遍在10吨以下，中国现役运载能力最大的火箭是长征五号，其近地轨道运载能力为25吨左右；而SpaceX成熟的猎鹰9近地轨道有效载荷达到22.8吨，重型猎鹰为63.8吨，而在研的星舰可达到100-250吨，远超我国主流火箭运载能力。目前，中国已在积极发展重型运载火箭技术。根据相关规划，**长征九号预计在2035年以前完成研制，其低轨道最大运载能力可达150吨，地月转移轨道能力可达50吨，届时将与美国的星舰等重型火箭运力相当。**

图表9：我国主流商业航天火箭与SpaceX火箭运力等参数对比

类型	火箭型号	制造商/抓总	起飞质量	推进剂/燃料	LEO 运载能力	SSO 运载能力
国家队	长征二号丁 (CZ-2D)	上海航天技术研究院	233 吨	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> /UDMH	4吨	1.3吨
	长征六号 (CZ-6)	上海航天技术研究院	102 吨	液氧/煤油	1.5吨	0.5吨
	长征六号改/长征六号甲 (CZ-6A)	上海航天技术研究院	约 530 吨	固液捆绑	-	≥4 吨
	长征八号 (CZ-8)	中国运载火箭技术研究院	约 356 吨	液氧/煤油	7.6吨	4.5 吨
	长征十一号 (CZ-11)	中国航天科技集团公司所属的中国运载火箭技术研究院	58 吨	固体推进剂	0.7吨	350 kg
	长征五号B (CZ-5B)	中国运载火箭技术研究院	约849吨	液氢液氧	>25吨	-
	快舟一号甲 (KZ-1A)	中国航天科工集团有限公司航天三江集团所属航天科工火箭技术有限公司	约30 吨	采用三级固体动力+末级液体助推	0.3吨	0.2吨
	快舟十一号 (KZ-11)	中国航天科工集团有限公司	78 吨	固体运载火箭	1.5 吨	1.0 吨
	捷龙一号 (JL-1)	中国航天科技集团有限公司一院所属中国长征火箭有限公司	23.1 吨	固体运载火箭	-	≥0.2吨 (500 km SSO) ; ≥0.15吨 (700 km SSO)
	捷龙三号 (JL-3)	中国运载火箭技术研究院	140 吨	固体运载火箭	1.6吨	1.5 吨
民营队	朱雀二号 (ZQ-2)	蓝箭航天	220 吨	液氧/甲烷	4吨 (200 km) 改进型：6吨 (200 km)	1.5吨 改进型：4吨 (500 km)
	朱雀三号 (ZQ-3)	蓝箭航天	570 吨以上 660 吨 (改进型)	液氧/甲烷	11.8 吨 (基础型，不回收) 8 吨 (基础型，航区回收) 21.3吨 (改进型，不回收) 18.3 吨 (改进型，航区回收) 12.5 吨 (改进型，返场回收)	12.5 吨
	谷神星一号 (Ceres-1)	星河动力	32.7 吨	一二三级固体发动机+四级液体上面级	0.42吨 (200 km)	0.3吨
	引力一号 (Gravity-1)	东方空间	405吨 (固体上面级) 410吨 (液体上面级)	全固体捆绑式	6.5 吨	4.2吨 (500 km, 固体上面级) 5.9吨 (500 km, 液体上面级)
	天龙二号 (TL-2)	天兵科技	153吨	液氧/煤油	2吨	1.5吨 (500 km)
	力箭一号 (PR-1)	中科宇航	134.9吨	固体燃料	2吨 (500 km)	1.5吨 (500 km)
	猎鹰9号 (Falcon 9)	SpaceX	549.054吨	液氧煤油	22.8吨	-
	重型猎鹰 (Falcon Heavy)	SpaceX	1420.788吨	液氧煤油	63.8吨	-
	星舰 (Starship)	SpaceX	6000吨	甲烷/液氧	100-250吨	-

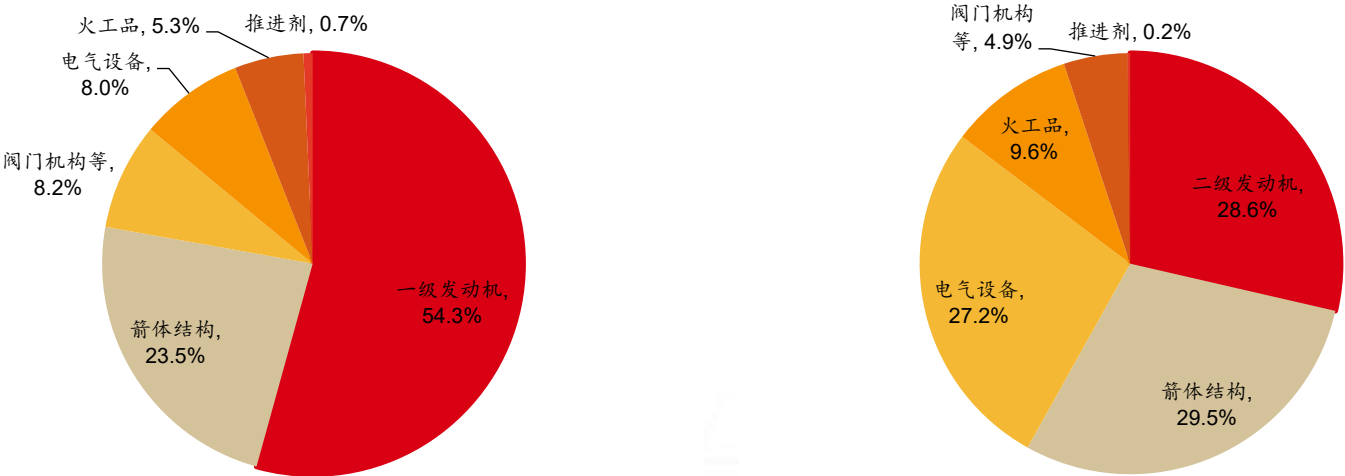
请参阅附注免责声明

资料来源：中国国家航天局，中国航天，央视网，各公司官网，orbitaltoday等，中邮证券研究所

# 1.4.1 根本性颠覆：可回收火箭实现成本的指数级下降

- SpaceX猎鹰9不到十年实现了从首飞到一级回收、一级复用、整流罩回收和整流罩复用，发射成本从全新的5000万美元降至可回收边际成本1500万美元。
- 火箭发射成本主要由一二级发动机组成，发动机重复使用系运载火箭成本指数级下降的关键。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。一型运载火箭无论是一级还是二级，其发动机和箭体结构占总硬件成本比例最大，其中一级占比约77.8%、二级占比约58.1%。
- SpaceX一级助推器B1067已复用次数最新达到32次。2010年6月，猎鹰9首次成功发射，2025年12月底实现第一次一级火箭回收，2015年1月尝试回收一级火箭，2016年4月，编号B1021.1一级火箭首次重复使用，至今已可稳定实现一级和整流罩回收复用。2025年12月8日，SpaceX猎鹰9号执行Starlink 6-92任务，将29颗Starlink V2 Mini卫星送入低地球轨道。此次一级助推器B1067完成第32次飞行和着陆，成为人类航天史上复用次数最多的轨道级火箭一级。

图表10：典型运载火箭的一级（左）、二级（右）硬件成本



资料来源：朱雄峰等《猎鹰-9 运载火箭发射成本研究》，中邮证券研究所

请参阅附注免责声明

图表11：2020年以来全新“猎鹰”9成本构成及占比（万美元）

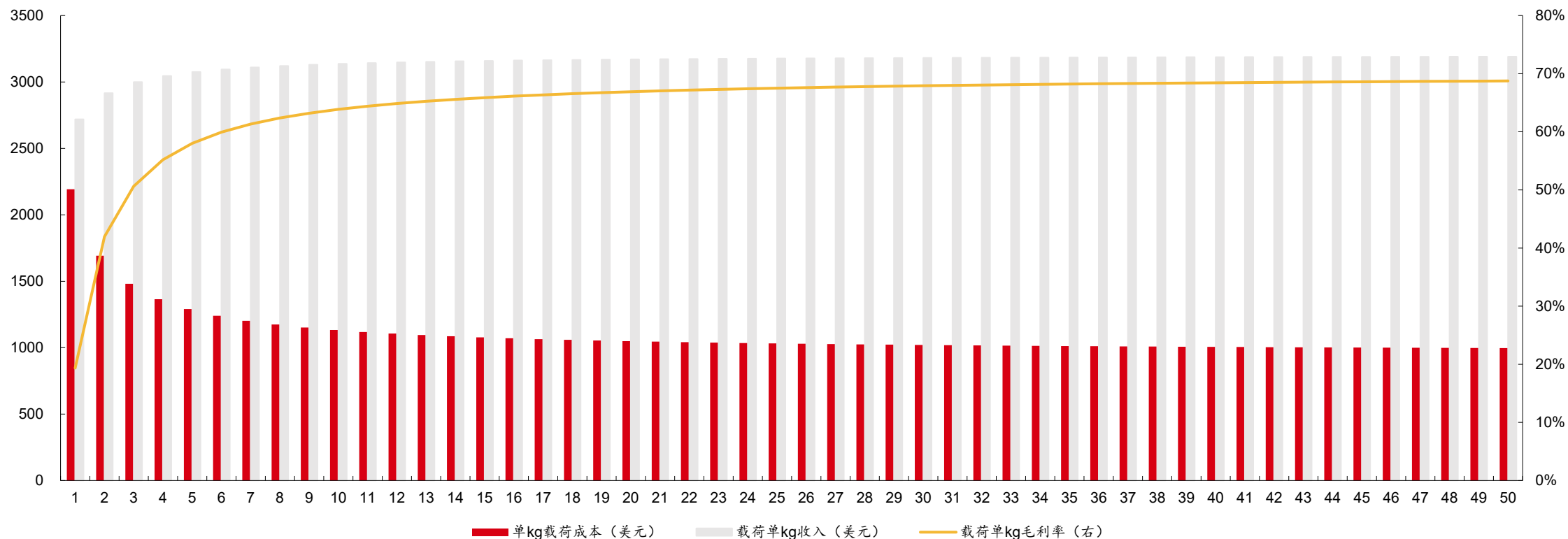
	猎鹰9火箭	全新火箭成本（占比）	复用火箭成本（占比）
硬件	一级	3000 (60%)	-
	二级	1000 (20%)	1000 (66.6%)
	整流罩	500 (10%)	-
	推进剂	40 (0.8%)	40 (2.6%)
软件	发射测控、翻修等相关费用	460 (9.2%)	460 (30.6%)
总计		5000	1500

资料来源：刘洁等《“猎鹰”9火箭的发射成本与价格策略研究》，中邮证券研究所

## 1.4.1 猎鹰9重复使用47次载荷单kg成本或降至1000美元以下

- 我们模拟猎鹰9载荷单kg成本、收入、毛利率曲线可知，不重复发射的单kg成本约为2200美元，毛利率接近20%；重复使用47次时载荷单kg成本降至1000美元，毛利率接近70%。
- 若考虑火箭运力提升，例如星舰LEO载荷运力可达100-250吨，相较猎鹰9的20吨左右提升5倍以上，单kg成本有望进一步得到压缩。

图表12：猎鹰9载荷单kg成本、收入、毛利率随重复使用次数的变化曲线模拟



资料来源：刘洁等《“猎鹰”9火箭的发射成本与价格策略研究》，orbitaltoday，中邮证券研究所（注：猎鹰9全新/可重复使用火箭成本分别为5000/1500万美元；LEO载荷运力全新/可重复使用分别为22.8/15.6吨；单次发射报价全新/可重复分别为6200、5000美元）



# 1.4.1 国内朱雀三号首次尝试一子级可回收，26年或为可回收火箭密集发射年

- 为实现低成本、高效率巨型低轨互联网组网，我国高度重视重复使用火箭的研发与实验。“十四五”初，国家航天局组织开展液氧甲烷重复使用运载火箭工程研制，并首次吸纳蓝箭航天等商业航天企业作为总承研单位参与，创新研发支持模式，精心组织，推动我国重复使用运载火箭技术发展。经过几年的研制工作，火箭陆续进入“二级入轨、一级回收”的试验阶段。
- 2025年，国内可回收火箭领域已“战况”密集。天兵科技天龙三号完成归零后的九机联合静力试验；星际荣耀双曲线三号一子级液甲烷贮箱圆满完成低温静力试验；东方空间引力二号“三合一”联合热试车成功；箭元科技元行者一号海上溅落回收发动机、伺服机构及电气设备成功完成4次发动机与控制系统联合摇摆热试车。
- 2025年12月，由蓝箭航天研制的朱雀三号重复使用运载火箭（设计可重复使用20次）成功首飞，二子级火箭顺利入轨，一子级火箭回收失败，这是国内首次对入轨级运载火箭尝试一子级回收。此实验一级子火箭虽未能实现软着陆回收，但验证了大量的火箭重复使用技术。通过飞行过程积累的数据，也为后续型号迭代改进打下了坚实基础，为我国实现火箭一子级回收探索了可行路径。
- 2025年底及2026年我国或迎来可回收火箭实验的密集发射期。紧随朱雀三号之后，由中国航天科技集团八院抓总研制的长征十二号甲可重复使用运载火箭计划于本月中下旬在酒泉首飞，12月15日晚间相关航警信息显示取消，具体时间待定；年底天兵科技计划首飞天龙三号，全箭长72米，LEO运力达17吨；26年千亿航天也有望首飞宇宙猎人号。

图表13：国内主要可回收火箭研制单位及产品进展

单位	在研型号及类型	进展	计划首飞
航天科技集团	长征十二甲(液氧甲烷)	2024年6月，八院使用3.8米直径的长十二甲垂直起降试验箭，完成了国内首次10公里级垂直起降回收试飞获得成功。	2025年
航天科工火箭	快舟六号(液氧甲烷)	2024年1月可复用技术试验箭垂直起降试验圆满成功:飞行时间22s，空中悬停9s，悬停高度精度0.15m，试验箭着陆姿态平稳。	-
天兵科技	天龙三号(液氧煤油)	2025年7月，天龙三号顺利完成归零后的九机联合静力试验，全面验证了九机并联状态下地面全系统热试车、发射及飞行(含竖立、加注、飞行、回收等)工况下结构的承载能力，试验结果表明设计更改正确、归零措施有效，结构系统可以满足各工况使用要求。	2025年8月
深蓝航天	星云一号(液氧煤油)	2025年2月27日，星云一号圆满完成级间分离系统地面试验，试验过程各系统工作表现正常，解锁分离动作执行完整。	2025年
蓝箭航天	朱雀三号(液氧甲烷)	2025年6月20日，朱雀三号一级动力系统试车，在东风商业航天创新试验区顺利完成。	2025年Q4
星河动力	智神星一号(液氧煤油)	2025年4月24日，星河动力航天池州牛头山试车台完成升级改造，成功支撑CQ-50液氧/煤油火箭发动机多次300秒长程热试车。此次试车充分验证了发动机的稳定性与可靠性，为智神星一号火箭年内顺利首飞奠定基础。	2025年底
星际荣耀	双曲线三号(液氧甲烷)	2025年7月12日，双曲线三号一子级液甲烷贮箱圆满完成低温静力试验。	2025年12月
中科宇航	力箭二号(液氧煤油)	2025年6月，力箭二号二级动力系统试车在中科宇航液体动力系统试验中心进行，试车任务取得圆满成功。	2025年9月
东方空间	引力二号(液氧煤油)	2025年7月，引力二号完成了“三合一”联合热试车成功。	2025年底
箭元科技	元行者一号(液氧甲烷)	2025年7月28日，元行者一号验证型火箭海上溅落回收发动机、伺服机构及电气设备成功完成4次发动机与控制系统联合摇摆热试车。	2025年底
千亿航天	宇宙猎人号(液氧甲烷)	2024年1月公司与宇航推进公司签订发动机采购合同，宇航2026年底航推进将按期交付发动机，并开展变推力和多次点众试车等试验。	2026年底

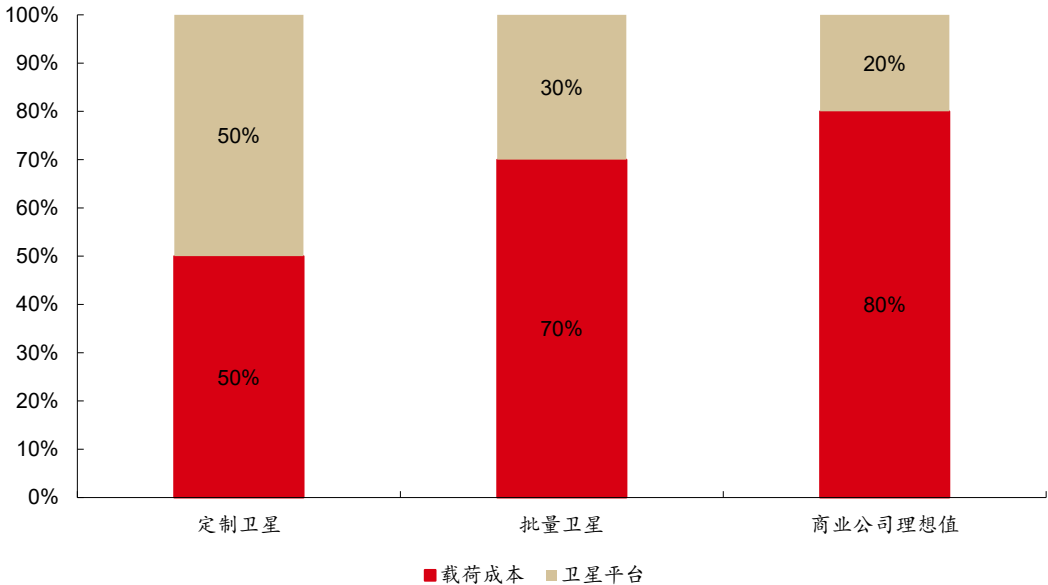
资料来源：泰伯智库微信公众号，中邮证券研究所（注：时间截至2025年7月底）



## 1.4.2 规模化破局：卫星设计转向批量化与模块化生产

- 除了可回收火箭外，卫星生产采用汽车工业的流水线理念，生产低成本、高可靠性的**标准化卫星平台**，可以匹配高频次发射，从产业链上降低卫星单星成本。以通信卫星为例，一颗卫星成本最贵的当属“有效载荷系统”，传统定制化卫星的载荷与卫星平台成本占比约为各50%，而当卫星实现批量生产后，平台成本能够进一步摊薄到总体成本的约30%，对商业公司来讲，卫星平台成本的理想比例为20%。
- 产业进展：国内已出现年产超500颗的智能生产线，海南文昌卫星超级工厂年产设计1000颗或2025年年底竣工，单星成本有望大幅下降。根据你好太空2025年4月统计，中国目前有58家卫星工厂。其中已投产37家、在建的13家、规划中8家。

图表14：卫星的载荷成本与卫星平台占比



图表15：我国已投产/在建/规划中的卫星工厂（部分）

名称	建造进度	年产量	所在地
上海微小临港卫星研制基地	已投产	300颗	上海浦东新区
科工二院空间工程总体部小卫星生产线	已投产	240颗	湖北武汉
吉利卫星超级工厂	已投产	500颗	浙江台州
格思信息卫星工厂	已投产	300颗	上海浦东新区
格思航天G60卫星数字工厂	已投产	300颗	上海松江区
赛思倍斯诸暨空天智徒制造基地	已投产	200颗	浙江诸暨
海南文昌卫星超级工厂	在建	1000颗	海南文昌
格思航天无锡制造基地	在建	300颗	江苏无锡
广东星睿卫星智能智造生产线	在建	150颗	广东广州
格思航天第二工厂	规划中	300颗	上海松江区
中科西光高光谱卫星制造基地	规划中	100颗	安徽安庆
天卫科技微小卫星产线	规划中	100颗	-

资料来源：你好太空微信公众号，中邮证券研究所

请参阅附注免责声明

资料来源：你好太空微信公众号，中邮证券研究所（注：数据截至2024年4月）

### 1.4.3 系统性保障：海南等商业航天发射厂保障高频发射任务

- 我国传统发射厂由酒泉、太原、西昌、文昌“国家队”组成，随着商业航天的崛起，以海南、海阳为首的商业航天发射场应运而生。1、海南商业航天发射场是我国首个商业航天发射场，位于海南省文昌市东郊镇滨海区域，于2022年7月6日开工建设，2024年11月30日完成首飞，标志着我国商业航天发射场实现“从0到1”的突破。目前，海南商业航天发射场已建成1、2两个发射工位，并计划进一步扩建，新增3、4两个液体火箭发射工位，以满足未来商业航天快速增长的发射需求。2、海阳东方航天港是中国首个海上发射母港，位于山东省烟台市海阳市，于2019年完成了国内首次海上发射，目前该航天港拥有五种海上发射平台。
- 随着商业航天需求的爆发式增长和卫星星座组网任务的激增，**我国正加速布局新兴商业航天发射场**，以突破传统发射场的容量限制并优化发射资源配置。除已投入运营的海南、海阳外，**凉山、阳江等地的商业航天发射场规划也逐步落地**，形成“沿海+内陆”互补的发射网络。

图表16：海南商业航天发射场



资料来源：海南日报，你好太空微信公众号，中邮证券研究所

请参阅附注免责声明

图表17：捷龙三号搭乘东方航天港号海上发射船发射升空



资料来源：新华社，你好太空微信公众号，中邮证券研究所

# 二

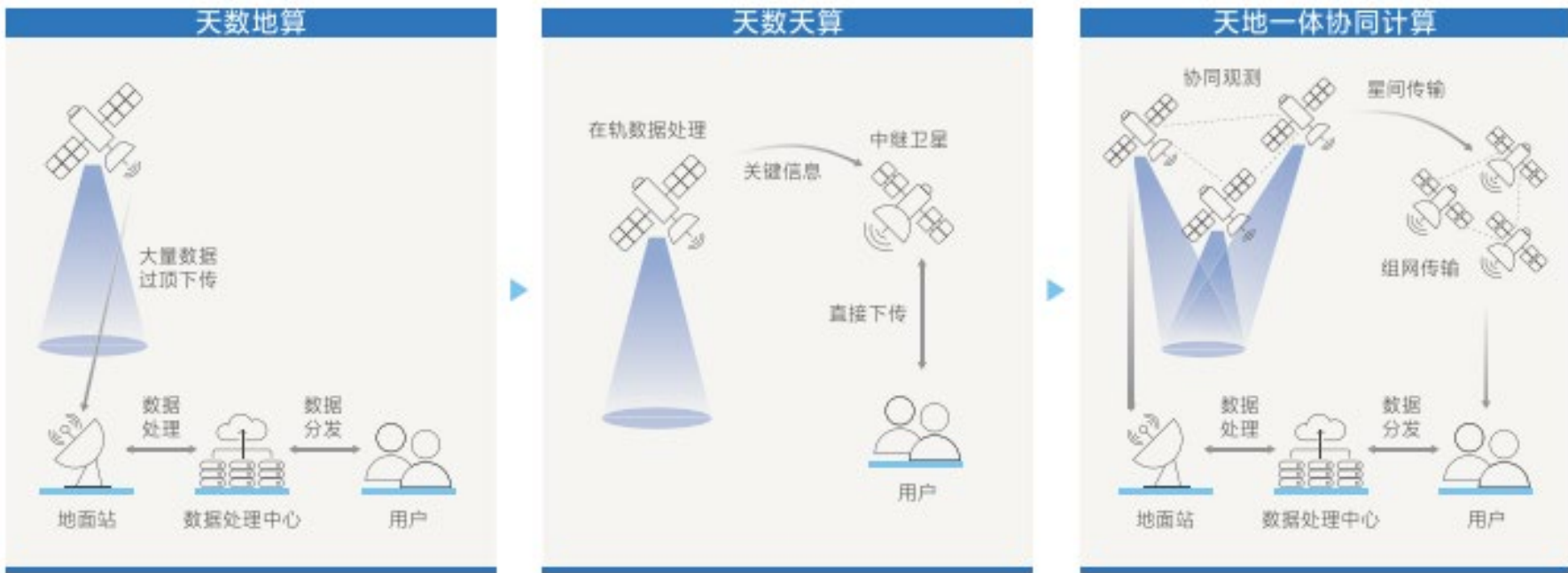
## 商业航天的下一站，太空算力产业化破局

- 2.1 太空算力：“天数地算”到“天地协同”，商业航天价值升维
- 2.2 能源无限+散热天然，太空算力破解地面算力困局
- 2.3 国内外加快产业实践，技术验证取得新进展
- 2.4 太空算力相较地面算力，高Capex、低Opex，规模效益显著

## 2.1 太空算力：“天数地算”到“天地协同”，商业航天价值升维

- 太空算力是一种将数据中心和计算能力部署到太空轨道的技术，通过卫星及其搭载的计算硬件进行在轨数据处理。其利用星间高速激光通信实现数据传输和实时处理，并将结果传回地球。
- 传统卫星“天数地算”低效的计算与传输模式催生了“天数天算”乃至“天地一体协同计算”的太空算力模式发展。一方面，传统的“天感地算”模式受限于地面站资源、带宽等因素，仅有不到十分之一的有效卫星数据能传回地面，且存在数据时效较差等问题。另一方面，卫星作为承载遥感观测、通信、灾害预警等关键任务的核心载体，面临着从单向“数据采集”转向“边缘智能”，再到“天地一体化”智能算力运营的跃迁趋势，催生了“太空计算”这一场景。

图表18：“天数地算”、“天数天算”、“天地一体协同计算”模式对比



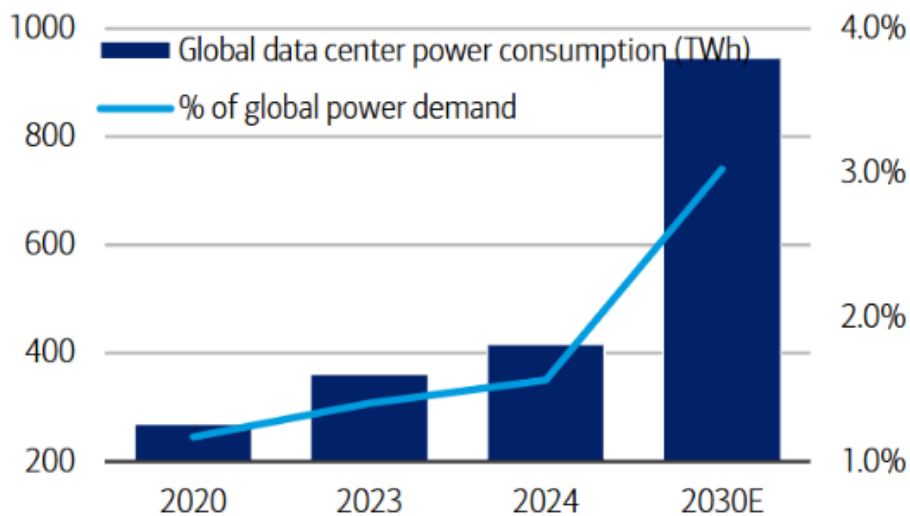
资料来源：清华大学金融科技研究院，中邮证券研究所



## 2.2 能源无限+散热天然，太空算力破解地面算力困局

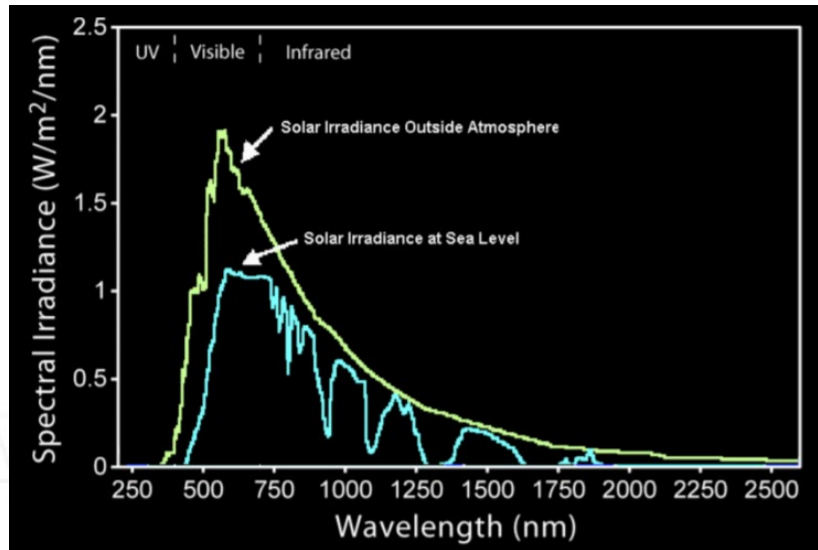
- 我们认为，当可回收火箭与批量化制造技术逐步攻克“上天贵、组网慢”的核心瓶颈，商业航天迈入“建得起”的规模化时代后，产业的终极命题已转向如何让海量星座“用得好、算得快、赚得稳”。与此同时，全球AI算力需求持续膨胀，地面数据中心正面临“能耗墙”与“散热墙”的双重资源瓶颈。在此背景下，太空算力因太空环境独特的物理优势，而成为商业航天最具潜力的高价值落地场景与必然演进方向。其产业逻辑的核心支撑在于三大成本优势：
  - 1) 能源成本极低：太空近乎无限的太阳能，可为算力中心提供持续、廉价的电力，从根本上突破地面能源约束。
- 地面数据中心面临缺电能源困境。根据国际能源署的数据，2024年，全球范围内的数据中心共消耗了416太瓦时的电力，这一数字占全球总电力需求的1.6%。展望未来，预计到2030年，全球数据中心的能耗将达到946太瓦时，而在2024至2030年期间，CAGR为15%。这意味着到2030年，数据中心将占全球总电力需求的约3%。
- 太空数据中心太阳能发电效率远高于地面。太空数据中心可全天候（24/7）利用高强度太阳能，不受昼夜更替、天气变化及大气损耗（衰减）影响。根据《Why we should train AI in space》，轨道数据中心太阳能容量因子（发电效率）超过95%，而美国地面太阳能电站容量因子为24%，北欧等温带地区容量因子通常低于10%。此外，即使在晴朗天气下，由于大气对太阳辐射的衰减和散射，其峰值发电量也将比地面太阳能电站高出约40%。

图表19：全球数据中心电力需求及占全球电力需求百分比



资料来源：IEA, BofA, 中邮证券研究所

图表20：太空与地球表面太阳辐照度对比，轨道数据中心可获得约40%更高的太阳辐照度



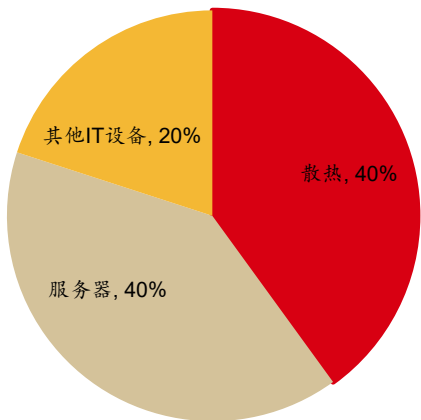
资料来源：《Why we should train AI in space》，中邮证券研究所



## 2.2 能源无限+散热天然，太空算力破解地面算力困局

- **2) 散热成本趋零：**宇宙的极寒背景是天然的理想冷源，可解决高性能计算中最棘手的散热问题，运营成本大幅降低。太空背景温度约为零下270摄氏度，接近绝对零度，这使得电子设备产生的废热可以通过热辐射直接高效地散发至宇宙深空。相比之下，地面数据中心依赖庞大的空调、冷水机组和风扇系统进行冷却，相关能耗通常占总能耗的30%至40%。而太空中的被动辐射冷却，其附加能耗近乎为零。
- **3) 数据传输成本与延迟双降：**通过“天数天算”，在轨完成数据清洗、处理与提炼，仅将有效信息下行，能节约90%以上的星地通信带宽，直接降低全生命周期成本，并实现分钟级甚至秒级的实时服务响应。在森林火灾监测中，传统模式数据传输与分析需数小时，搭载AI算力的卫星可在轨实时识别火情，将响应速度从“小时级”压缩至“秒级”；欧洲天气预报中心测试显示，气象模型迁移至太空算力平台后，预报精度与时效性显著提升。此外，近地轨道星链式网络可将北京到纽约的点对点数据传输时延压至几十毫秒，破解跨洲际通信时延难题，为自动驾驶、远程医疗等实时性场景提供关键支撑。

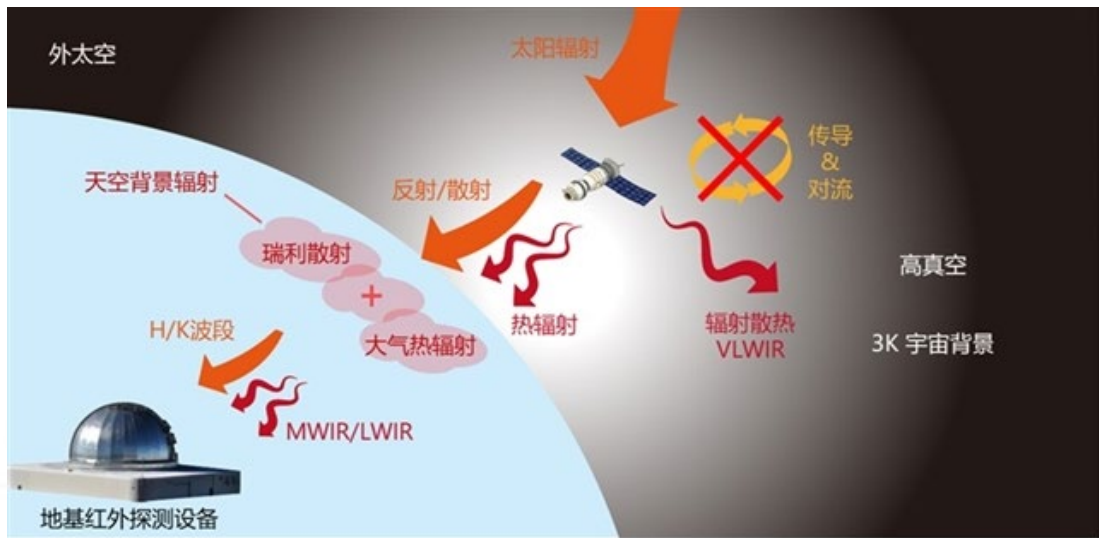
图表21：散热占传统数据中心能耗40%



资料来源：BofA，中邮证券研究所

请参阅附注免责声明

图表22：外太空热辐射散热示意图



资料来源：李强等《光：科学与应用》，中邮证券研究所

## 2.3 国内外加快产业实践，技术验证取得新进展

- **国外：**根据通信产业网，11月2日，英伟达将H100 GPU成功送入太空，旨在测试数据中心在轨道环境中的运行可行性。仅隔两日，马斯克于11月4日明确表态，将通过扩大星链V3 卫星规模构建太空数据中心，借助星舰的批量发射能力，目标在 4-5 年内实现每年 100GW 的数据中心部署，打造分布式轨道计算架构；11月5日，谷歌紧随其后宣布启动“太阳捕手计划”（Project Suncatcher），拟将TPU芯片送入太空，利用太阳能供电。
- **国内：**以轨道辰光（700-800公里晨昏轨道、千兆瓦级）、之江实验室“三体计算星座”（1000 POPS总算力）、国星宇航“星算计划”（2800颗算力卫星）为核心，形成多维度布局。

图表23：中美太空算力计划

中国		
公司/机构	核心计划/项目	目标及最新进展
轨道辰光/北京星辰未来空间技术研究院	晨昏轨道巨型算力卫星星座项目	拟在700-800公里晨昏轨道建设运营超过千兆瓦(GW)功率的集中式大型数据中心系统，以实现将大规模AI算力搬上太空。建设拟分为3个阶段：2025年至2027年，建设一期算力星座，实现天数天算”；2028年至2030年，建设二期算力星座，实现“地数天算”；2031年至2035年，建成大规模太空数据中心，支持“天基主算”。
国星宇航	“星算”计划	计划发射2800颗计算卫星，构建一个天基智能计算基础设施--太空计算星座，实现“算力上天，在轨组网，天地协同”。10月13日，“星算计划”02组星座正式发布。
之江实验室	“三体计算星座”	目前发射12颗带算力卫星，总算力达5POPS；计划在2025年完成超50颗星布局，2030年左右达成1000颗星规模，建成后总算力达1000P，可形成有效太空计算基础设施支撑。 <b>2025年5月，国星宇航、之江实验室携手在酒泉卫星发射中心使用长征二号丁运载火箭，成功将太空计算星座021任务12颗卫星发射升空，系全球首个太空计算卫星星座成功发射。</b>
美国		
公司/机构	核心计划/项目	目标及最新进展
谷歌	“捕日者”计划	通过将谷歌人工智能芯片搭载到太阳能驱动的卫星上送入太空，使太空成为实现人工智能计算规模化的最佳场所。谷歌拟在2027年初发射两颗搭载Trium代TPU的原型卫星，将AI算力部署到太空。
SpaceX	扩大星链V3卫星规模SpaceX建设太空数据中心	马斯克表示，目标在4-5年将通过星舰完成每年100GW的数据中心部署。SpaceX最早可能在2026年上半年用“星舰”发射数十颗星链V3卫星。
亚马逊	Project Kuiper	亚马逊创始人JeffBezos近期公开表示，未来10至20年内将在太空建造吉瓦级数据中心。
英伟达	通过Inception项目与Starcloud合作	11月2日，英伟达首次将其高性能H100 GPU送入太空，旨在测试数据中心在轨道环境中的运行可行性。
Starcloud	计划搭建全球首个轨道AI超算中心	目标构建千MW级轨道数据中心，以轨道太阳能驱动在轨AI模型训练与推理服务，全面摆脱地面能源制约。11月2日，Starcloud发射一颗载有英伟达H100 GPU的卫星进入太空。

## 2.4.1 相较地面，太空算力中心建设Capex（除服务器）为其2倍以上

- 我们以建设40MW数据中心为例，太空算力中心相比地面特殊成本包括建设太阳能阵列（保持供能）、热辐射散热器（保障太空散热）、卫星平台（维持载荷运行）的成本以及火箭发射的成本等。
- 据测算，随发射成本从2000美元/kg下降至10美元/kg，太空数据中心总体Capex为地面数据中心的1.5倍下降至1.3倍；若剔除服务器成本，太空算力中心Capex为地面数据中心的2.7倍下降至2.0倍。

图表24：地面数据中心（40MW）建设Cape

项目	假设	细分成本 (亿美元)
1. 数据中心建造成本（土地、散热、电气系统及其他配套设施）	假设1000万美元/MW	4
2. AI服务器成本	使用英伟达GB200 NVL72服务器，单机架120kw，300万美元	10.2
合计Capex		14.2
GB200 NVL72 FP8/FP6算力	720 PFLOPS	720
Capex/TFLOPS	单位：万美元	197.22

图表25：太空数据中心（40MW）建设Capex

一、卫星成本（亿美元）												
项目	假设	细分成本（亿美元）										
1. 载荷												
AI服务器	使用英伟达GB200 NVL72服务器，单机架120kw，300万美元；考虑到太空辐射可能队GPU造成损害，假设太空服务器需要1倍冗余，即单机架240kw，600万美元。	10.20										
太阳能阵列	取自《Why we should train AI in space》建设40MW太空算力对应成本	0.02										
热辐射散热器	假设占载荷成本15%	1.92										
其他	假设占载荷成本5%	0.64										
小计		12.78										
2. 卫星平台	假设占卫星成本的30%	5.48										
合计		18.25	18.25	18.25	18.25	18.25	18.25	18.25	18.25	18.25	18.25	18.25
二、发射成本（亿美元）												
	载荷单kg成本（美元）	2000	1500	1000	800	600	300	150	50	20	10	
载荷（含计算模块、太阳能阵列、散热器）	100t/40MW	2	1.5	1	0.8	0.6	0.3	0.15	0.05	0.02	0.01	
辐射屏蔽模块	40t/40MW	0.8	0.6	0.4	0.32	0.24	0.12	0.06	0.02	0.008	0.004	
合计		2.8	2.1	1.4	1.12	0.84	0.42	0.21	0.07	0.028	0.014	
总计Capex		21.05	20.35	19.65	19.37	19.09	18.67	18.46	18.32	18.28	18.26	
GB200 NVL72 FP8/FP6算力	720 PFLOPS	720	720	721	721	722	722	723	723	724	724	
Capex/TFLOPS	单位：万美元	292.36	282.64	272.54	268.65	264.40	258.59	255.33	253.39	252.46	252.27	

资料来源：《Why we should train AI in space》，英伟达官网，你好太空微信公众号等，中邮证券研究所（注：由于太空算力由于目前处于初期阶段，运营商会自行设计好服务器发射入轨，承担相应成本（例如2025年11月，StarCloud首次将搭载了H100 GPU的卫星发射入轨）；而地面第三方IDC服务器一般由客户自行承担。为了可比较性，我们假设地面IDC运营也承担服务器成本）

## 2.4.2 相较地面，太空算力中心运行Opex（除折旧）为其15%左右

- 我们以建设40MW数据中心为例，由于太空数据中心通过太阳能自主发电、热辐射散热，无需地面电力、水力等成本，且也无需租赁土地产生房租等。
- 综合来看，太空/地面算力中心（40MW）一年Opex分别为2.76亿美元（发射成本为2000美元/kg情况）、5.68亿美元，太空系地面成本的49%；若不考虑硬件的折旧摊销费用，太空数据中心Opex（除折旧）为地面的15%左右。
- 假设算力中心可持续运行十年，不考虑最后的残值，随发射成本从2000美元/kg下降至10美元/kg，太空数据中心10年总成本为地面数据中心的46%下降至44%。

图表26：太空/地面数据中心（40MW）Opex（亿美元）对比（发射成本为2000美元/kg情况）

太空数据中心（40MW）		
项目	假设	细分成本（亿美元）
折旧摊销		2.11
电费		0.00
水费		0.00
其他（人工等）	由于不需要租赁土地支付房租等，假设为地面数据中心的一半	0.65
合计opex		2.76
地面数据中心（40MW）		
项目	假设	细分成本（亿美元）
折旧摊销	占比25%	1.42
电费	占比50%	2.84
水费	占比2%	0.11
其他（人工等）	占比23%	1.31
合计opex		5.68

图表27：太空/地面数据中心（40MW）运行10年总成本（亿美元）对比

	发射成本（美元/kg）									
	2000	1500	1000	800	600	300	150	50	20	10
太空数据中心（40MW）	27.58	26.88	26.18	25.90	25.62	25.20	24.99	24.85	24.81	24.80
地面数据中心（40MW）	56.80	56.80	56.80	56.80	56.80	56.80	56.80	56.80	56.80	56.80
太空/地面	48.56%	47.33%	46.10%	45.60%	45.11%	44.37%	44.00%	43.75%	43.68%	43.65%

资料来源：艾瑞咨询，中邮证券研究所



## 投资建议与风险提示

3.1 相关标的

3.2 风险提示



## 3.1 相关标的

➤ 建议关注：

- 1) 商业航天：星图测控、中科星图、航天宏图、超图软件、霍莱沃、盛邦安全、索辰科技、上海瀚讯、上海港湾、亚信安全、电科网安、航天动力、斯瑞新材、超捷股份、中国卫星、航天电子、复旦微电、\*ST铖昌、臻镭科技、中国卫通；
- 2) 太空算力：顺灏股份、普天科技、星图测控、中科星图、优刻得、上海港湾、电科数字、佳缘科技等。

## 3.2 风险提示

- **1) 可回收火箭技术研发与工程化不及预期：**商业航天成本下行的核心依赖于可回收火箭技术的成熟与规模化应用。若关键技术（如发动机多次点火可靠性、着陆精度控制、箭体结构疲劳寿命等）研发攻关受阻，或工程化、批产化进程缓慢，将导致成本下降幅度与速度显著低于预期。
- **2) 高密度发射能力建设与供应链稳定性不及预期：**规模化星座组网要求年均发射频次实现数量级增长。这依赖于发射场基础设施（如海南商业发射场）的持续扩容、测控网络的强化、以及火箭与卫星供应链的稳定高效运转。任何环节（如发射许可审批、关键元器件供应、产能瓶颈）出现延迟或瓶颈，都将直接制约星座部署进度。同时，高密度发射下的可靠性与质量控制面临更严峻挑战，一旦发生重大故障可能导致项目整体延期，影响商业合同履行与市场信心。
- **3) 太空算力关键子系统在轨可靠性与经济性不及预期等：**太空算力的可行性建立在星载高性能计算系统、超大柔性太阳翼（能源）、以及高效热辐射系统（散热）在极端空间环境下的长期可靠运行之上。这些子系统技术复杂度高，若其在轨寿命、功率输出稳定性、散热效率等指标未能达到设计目标，将直接导致算力服务不稳定或中断。更重要的是，如果系统单位算力的总拥有成本（含制造、发射、运维）无法降至与地面IDC具有竞争力的水平，太空算力的商业经济模型将难以成立，大规模投资回报周期将被大幅拉长。

# 感谢您的信任与支持!

## THANK YOU

**陈涵泊**

**SAC编号: S0120524040004**

**邮箱: chenhanbo@cnpsec.com**

**李佩京**

**SAC编号: S0120524090004**

**邮箱: lipeijing@cnpsec.com**

**王思**

**SAC编号: S1340525080002**

**邮箱: wangsi@cnpsec.com**

## 分析师声明

撰写此报告的分析师（一人或多人）承诺本机构、本人以及财产利害关系人与所评价或推荐的证券无利害关系。

本报告所采用的数据均来自我们认为可靠的目前已公开的信息，并通过独立判断并得出结论，力求独立、客观、公平，报告结论不受本公司其他部门和人员以及证券发行人、上市公司、基金公司、证券资产管理公司、特定客户等利益相关方的干涉和影响，特此声明。

## 免责声明

中邮证券有限责任公司（以下简称“中邮证券”）具备经中国证监会批准的开展证券投资咨询业务的资格。

本报告信息均来源于公开资料或者我们认为可靠的资料，我们力求但不保证这些信息的准确性和完整性。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价，中邮证券不对因使用本报告的内容而导致的损失承担任何责任。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，中邮证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

中邮证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者计划提供投资银行、财务顾问或者其他金融产品等相关服务。

《证券期货投资者适当性管理办法》于2017年7月1日起正式实施，，若您非中邮证券签约客户，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司不会因接收人收到、阅读或关注本报告中的内容而视其为签约客户。

本报告版权归中邮证券所有，未经书面许可，任何机构或个人不得存在对本报告以任何形式进行翻版、修改、节选、复制、发布，或对本报告进行改编、汇编等侵犯知识产权的行为，亦不得存在其他有损中邮证券商业性权益的任何情形。如经中邮证券授权后引用发布，需注明出处为中邮证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节或修改。

中邮证券对于本申明具有最终解释权。

## 公司简介

中邮证券有限责任公司，2002年9月经中国证券监督管理委员会批准设立，是中国邮政集团有限公司绝对控股的证券类金融子公司。

公司经营范围包括:证券经纪，证券自营，证券投资咨询，证券资产管理，融资融券，证券投资基金销售，证券承销与保荐，代理销售金融产品，与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问等。

公司目前已经在北京、陕西、深圳、山东、江苏、四川、江西、湖北、湖南、福建、辽宁、吉林、黑龙江、广东、浙江、贵州、新疆、河南、山西、上海、云南、内蒙古、重庆、天津、河北等地设有分支机构，全国多家分支机构正在建设中。

中邮证券紧紧依托中国邮政集团有限公司雄厚的实力，坚持诚信经营，践行普惠服务，为社会大众提供全方位专业化的证券投、融资服务，帮助客户实现价值增长，努力成为客户认同、社会尊重、股东满意、员工自豪的优秀企业。

## 投资评级说明

投资评级标准	类型	评级	说明
报告中投资建议的评级标准： 报告发布日后的 6 个月内的相对市场表现，即报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数、可转债价格）的涨跌幅相对同期相关证券市场基准指数的涨跌幅。 市场基准指数的选取：A 股市场以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指为基准；可转债市场以中信标普可转债指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期基准指数涨幅在 20%以上
		增持	预期个股相对同期基准指数涨幅在 10%与 20%之间
		中性	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		回避	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	行业评级	强于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		中性	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		弱于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	可转债评级	推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		谨慎推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 5%与 10%之间
		中性	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%与 5%之间
		回避	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%以下

## 中邮证券研究所

### 北京

邮箱: yanjiusuo@cnpsec.com

地址: 北京市东城区前门街道珠市口东大街17号

邮编: 100050

### 上海

邮箱: yanjiusuo@cnpsec.com

地址: 上海市虹口区东大名路1080号大厦3楼

邮编: 200000

### 深圳

邮箱: yanjiusuo@cnpsec.com

地址: 深圳市福田区滨河大道9023号国通大厦二楼

邮编: 518048





中 邮 证 券

CHINA POST SECURITIES