

2024年11月20日，海南商业航天发射场首次发射取得圆满成功。



商业航天爆发“奇点”来临

当前，全球商业航天产业正加速成长，成为大国角逐新焦点。中国是快速崛起的“新星”。2025年，我国有多款可回收火箭计划首飞；卫星方面，千帆星座等巨型星座持续发射升空，小卫星需求爆发式增长。中国商业航天市场规模今年将突破2.5万亿元。

2015年被业内称为“中国商业航天元年”。《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2015—2025年）》出台，首次提出鼓励社会资本步入航天领域。

此后，蓝箭航天等民营商业航天企业相继成立，一批创业者涌入这一新兴领域。长光卫星研发的“吉林一号”组星成功发射，开创了我国商业卫星应用先河。

2024年，中国商业航天迎来爆发“奇点”。其首次作为“新增长引擎”写入当年的政府工作报告，北京、上海等地相继出台专项支持政策和行动计划，加码布局商业航天产业。

在北京城南的亦庄，聚集了160多家空天企业，商业火箭整箭研制企业数量占全国75%；而城北的海淀区，有众多商业卫星制造、测运控和运营企业。这一南一北两地区域，汇聚了200多家重点企业，核心研发单位占全国一半以上。

政策就像催化剂，激活了商业力量走向“星辰大海”的链式反应。2024年，朱雀三号在酒泉卫星发射中心完成10公里级垂直起降返回飞行试验；“云遥气象星座”卫星相继发射升空，计划于2026年底前全部完成组网……

截至目前，中国商业航天企业数量迅猛增至500余家，在轨卫星数量不断攀升。

赛迪研究院不久前发布的《“十五五”商业航天发展思路与路径》报告认为，中国商业航天全产业链实现快速发展，并有望在“十五五”末或“十六五”时期迎来成熟期。

丰富的应用场景也推动了商业航天提速向新发展。赛迪研究院商业航天首席研究员杨少鲜表示，开启太空新基建时代，“航天+”等新业态正在萌芽，太空旅游、商业探月有望在5至10年内实现政策突破、迈向试验验证或商业运营初期。

普通人与太空亲密接触，或许已经不远了。

商业火箭可回收时代开启

1990年4月，中国首次发射国外卫星，进入国际商业卫星发射市场，当时的运载火箭主要是“国家队”长征家族。30多年后，中国商业火箭迎来市场的“黄金时代”。

“快响应”和“低成本”的商业火箭，正是当下中小卫星发射的“生力军”。

3月21日19时许，甘肃酒泉卫星发射中心，星河动力研制的谷神星一号运载火箭发射升空，将云遥气象星座的6颗卫星送入太阳同步轨道。

除了谷神星一号，东方空间的引力一号运载火箭去年1月也在山东海阳近海海域成功发射，刷新了当时全球固体火箭运力纪录。作为全球首型全固体捆绑式中大型运载火箭，引力一号可支持百公斤级卫星“一箭30星”发射。

4月24日是第十个“中国航天日”。中国商业航天正迎来“技术突破”和“规模爆发”的双重拐点，太空经济从愿景正走向现实。

商业航天，一般指以市场化方式提供航天产品和服务的产业，涵盖火箭发射、卫星应用、太空旅游等领域。

进入2025年，一批商业火箭、商业卫星将陆续升空，一度“高冷”的航天技术，如今正在借着商业力量走进千家万户、千行百业，不断拓宽应用场景。

如果说固体火箭是商业航天领域“轻骑兵”，液体可回收火箭就是撑起太空经济的“航空母舰”。它凭借大推力优势突破载荷上限，以回收复用降低成本，是开启航天工业规模化时代核心引擎。

据蓝箭航天团队测算，火箭发动机通过回收设计，可将单次发射成本从“亿元级”压减至“千万元级”，较传统一次性火箭降低70%，使低轨卫星“一箭百星”组网、深空探测器“批量发射”成为经济可行的商业方案。

由于需要在地面回收，这种火箭的技术挑战更大，堪称航天工程的“精准芭蕾”——通过发动机二次点火、高精度姿态控制等技术，让几十米高的箭体如“太空直升机”般平稳落地。

“火箭需在重返大气层时承受2000℃高温烧蚀，依靠发动机二次点火实现‘逆推减速’，并通过高精度的导航控制完成垂直软着陆。”安徽九州云箭航天技术有限公司董事长季凤来说，能否实现可回收的关键是火箭发动机，必须要突破发动机的深度推力调节技术及发动机多次启动技术。目前，这家公司的“龙云”发动机研发已攻克了多次启动、热防护材料、箭体姿态控制等核心技术。

中国商业火箭企业正以新型液体火箭发动机为突破口，推动我国成为全球少数掌握全流程回收技术的国家。

“液体火箭可回收技术的逐步突破，堪称商业航天领域的工业革命，是对传统一次性火箭发射模式的颠覆。”在深蓝航天CEO霍亮看来，这项技术的核心意义在于将火箭从“消耗品”转化为“耐用工具”，为万星组网、深空探测任务提供低成本“太空物流干线”。

发射场实现0的突破

如果将商业火箭比作“飞机”，商业卫星比作“乘客”，商业航天发射场就是供“乘客”登机、“飞机”起飞的“机场”。当“乘客”和“飞机”越来越多，打造“专属机场”势在必行。

2024年底，海南商业航天发射场首次任务圆满成功具有里程碑意义。中国科学院院士、中国航天科技集团专家范瑞祥评价说：“它实现了我国商业航天发射场从无到有的突破，补齐了商业航天链条缺口，为大规模低轨星座组网任务等提供了强力发射保障。”

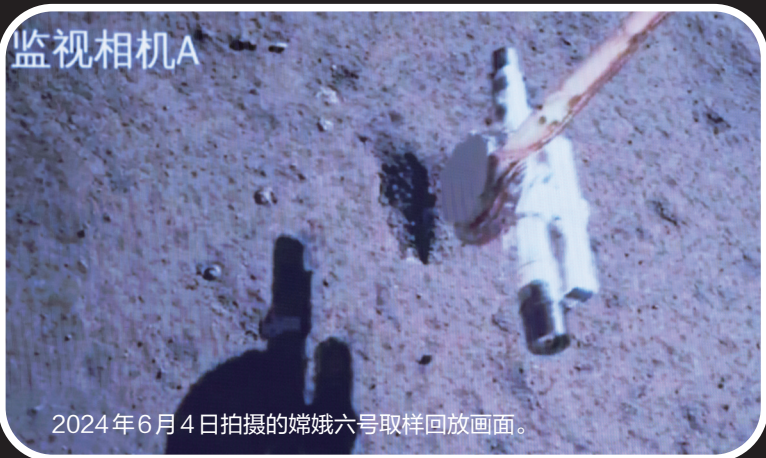
海南国际商业航天发射有限公司董事长杨天梁介绍，在文昌建设发射工位，地理优势得天独厚。同时，相比酒泉、西昌、太原和文昌航天发射场，海南商业航天发射场是首个企建民用的航天发射场，其任务组织和管理运作采用灵活高效的商业化机制，可以更好地聚集社会创新力量。

这个“破局”者，正在将科技创新的引领性和市场机制的灵活性有效结合，满足商业航天发射需求。

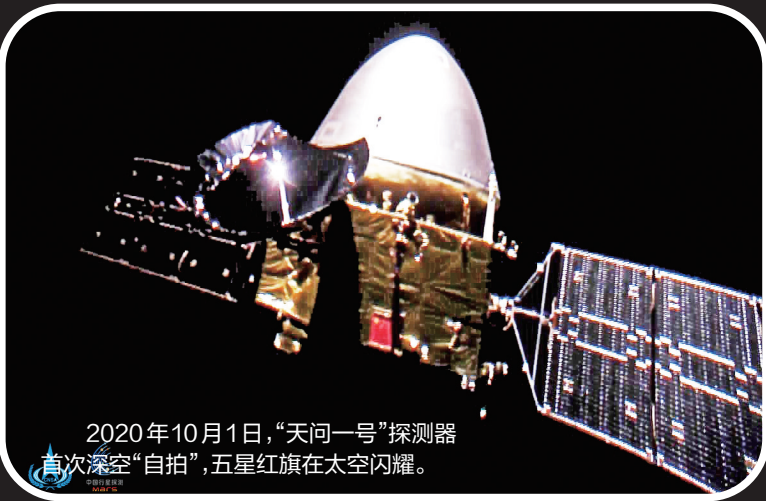
海南国际商业航天发射有限公司工程设备部部长葛立新介绍，执行发射场首发任务的二号工位创新采用了“通用型”接口设计，发射前后端设备不固定，可以“模块”更替、“对口”更换，长征十二号运载火箭等19个型号的火箭都能使用。对于不同推进剂种类、起飞重量、直径长度的火箭，这一工位也都能适应。

在系统管理方面，发射场也进行着迭代更新。中国航天科技集团一院总体设计部负责建设海南商业航天发射场的“智慧大脑”。该院总体设计部专家徐文晓介绍，这一系统主要包括通信系统、气象系统等5大系统以及26个分系统，让发射流程高效智能。

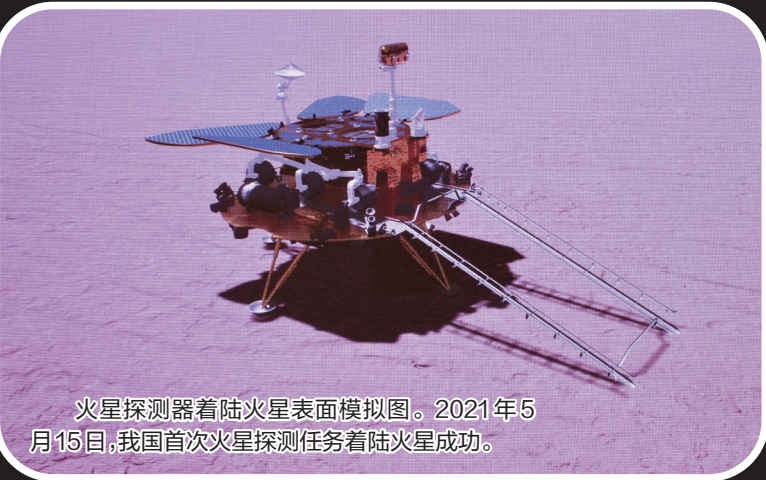
中国商业航天提速：太空新基建



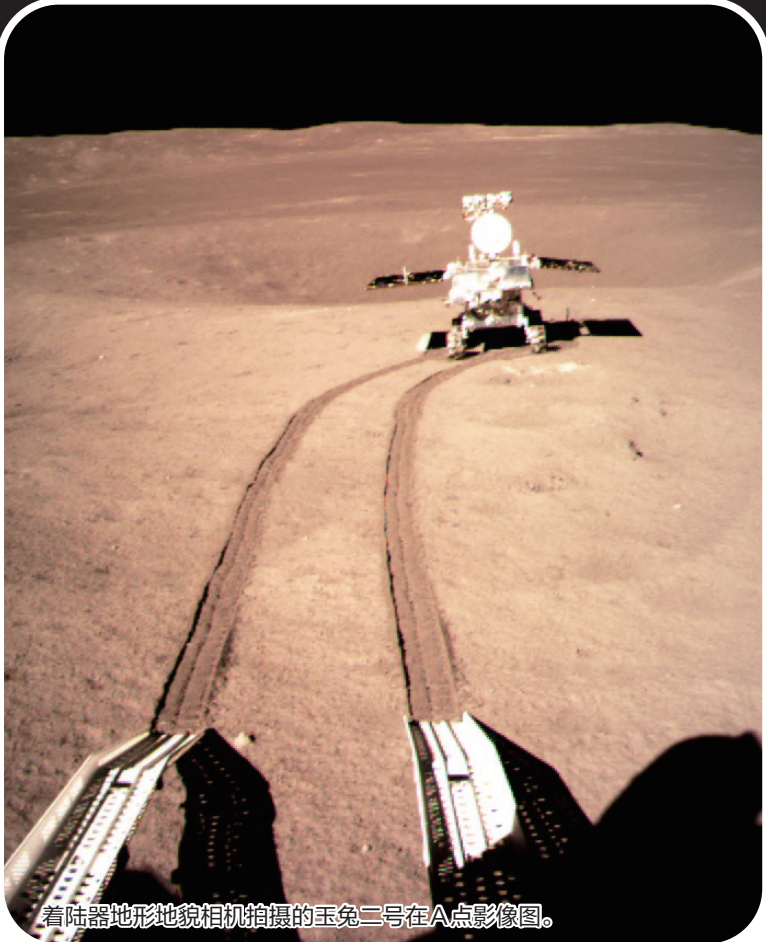
2024年6月4日拍摄的嫦娥六号取样回放画面。



2020年10月1日，“天问一号”探测器首次深空“自拍”，五星红旗在太空闪耀。



火星探测器着陆火星表面模拟图。2021年5月15日，我国首次火星探测任务着陆火星成功。



着陆器地形地貌相机拍摄的玉兔二号在A点影像图。

航天那些事

月球“挖土”小能手

4月24日是第十个“中国航天日”。近日，记者走进哈尔滨工业大学，这里诞生了众多航天领域“国之重器”。哈工大航天馆内，一件件展品诉说着哈工大探索宇宙的智慧与勇气。

“这个软袋看起来貌不扬，却是从月球‘挖土’的小能手。”哈工大航天学院飞行器设计与工程专业2022级本科生贺子翔是一名学生讲解员，向参观者介绍月球“挖土”的过程。

与地球不同，月球环境具有低重力、大温差、强辐射等特点，表面还存在很多尖锐的岩石。这个名为“取芯钻具”的装置长约2.5米，是从月球“挖土”的关键装置，包括取芯钻头、取芯钻杆和取芯软袋三部分，曾在2020年、2024年完成嫦娥五号、嫦娥六号两次月壤采样任务，将月球土壤安全带回地球。

这一装置是由中国工程院院士、哈工大机电工程学院教授邓宗全团队，与哈工大化工与化学学院高分子化工团队参与研究设计。最外层是可以旋转钻进的钻杆，紧靠钻杆内部的是取芯管，中间藏着取芯软袋。取芯软袋是用高分子纤维编织而成，耐高温、易翻折、质地柔软、强度极高，能承受4000牛顿以上的拉力，大约相当于提起400千克的重物。

在一段模拟月球“挖土”视频中，随着钻头向月球表面以下钻进，取芯软袋缓缓下降。当取芯软袋一点点内翻，珍贵的月壤样品便被包裹在取芯软袋之中，恰似制作一根“月球香肠”。

“聪明”的航天材料

在深空极端环境下，特种材料如何保持性能、防止颜色脱落？第十个“中国航天日”之际，记者实地探访哈尔滨工业大学航天馆，在一面特殊的五星红旗上找到答案。

在哈工大航天馆探火展区，“天问一号”探测器模型吸引不少参观者围观。2021年5月，“天问一号”探测器在火星的乌托邦平原成功着陆，我国成为第二个登陆火星的国家。

在“天问一号”的一张深空“自拍”照上，探测器侧面的一面五星红旗格外耀眼。这面国旗上使用了一款“聪明”的航天涂层材料，不仅可以抵挡强烈的辐射，还能经受住极端高温和低温的挑战。这种涂层材料的“作者”是哈尔滨工业大学化工与化学学院教授吴晓宏团队。这面国旗是为此次任务专门设计与研制，尺寸约为39厘米×26厘米，稍小于一张A3纸，重量仅为144克。吴晓宏介绍，作为涂层材料，它集抗辐照、低挥发和耐低温交变等性能于一体。历经辐照、高温交变、低温存储等多轮次“考核”，它才得以应用在探测器上。

与此同时，这面国旗的展开方式也很特别，其设计灵感源自中国古代卷轴画，由哈工大研究团队突破多项技术瓶颈，创新应用智能材料实现可控动态展开，向世界展现一抹亮眼的“中国红”。这项技术具有可靠性高、结构简单、重量轻等优点，如今已经成功用于卫星柔性太阳能电池阵的可控展开，大幅降低商业航天器的成本。

“太空越野车”的移动密码

“嫦娥”奔月、“祝融”探火、“羲和”探日……我国航天事业飞速发展，一步一个脚印探索神秘太空，将远古神话变成生动现实。4月24日，哈尔滨工业大学航天馆里的“玉兔二号”月球车、“祝融号”火星车等一系列航天器模型吸引众多关注。

“当汽车在为路上的颠簸而发愁时，这些‘太空越野车’早已实现了在外太空复杂路况下的平稳行走。”哈工大航天学院2023级本科生贾雯倩是航天馆一名学生讲解员，“在外太空工作，远不像在地球上这样简单，每一厘米的行程都如同探险。”贾雯倩说，月球表面覆盖着一层很厚的松软月壤，就像沙漠一样，一般的月球车很容易打滑下陷。而火星表面则岩石众多，又暗藏流动性很强的细沙，一旦陷入其中便很难解脱。

如此崎岖的表面，星球车怎样才能平稳运行？“这就要归功于一个灵活的关节——星球车的悬架系统。”贾雯倩说，悬架装置如同缓冲器，将车身与车轮连接起来，又可以自由调节车轮和车身，从而缓冲凹凸不平的星球表面给车身造成的冲击。

为提升“玉兔二号”在月球上的行驶能力，哈工大机电工程学院科研团队参与设计出“六轮摇臂悬架”，也就是用两个摇臂将六个轮子连接起来，当两个摇臂搭接在一起，关节处可以转动，让六个轮子能够适应各种地形，即使不在一个平面也能同时着地。