

我国商业航天可重复使用火箭技术取得新突破

朱雀三号完成十公里级垂直起降回收

9月11日午间,我国自主研发的朱雀三号VTVL-1可重复使用垂直起降回收试验箭,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,标志着我国商业航天在可重复使用运载火箭技术上取得突破,为将来实现大运力、低成本、高频次、可重复使用的航天发射迈出关键一步。

该箭由蓝箭航天空间科技股份有限公司自主研发,本次任务是国内首次实现垂直起降返

回火箭空中二次点火,跨音速大动压环境下“栅格舵-冷气姿控-发动机”联合制导控制、高空风实时风修技术工程化应用等技术验证。

试验箭起飞本次试验中,试验箭空中飞行总时间为200.7秒,经历了上升、发动机关机、无动力滑行、发动机空中二次启动、软着陆等过程。其中,起飞后约113秒,发动机第一次关机,关机后火箭继续依靠惯性飞行至距地面高度10002米的最高点,

为抵消36米/秒的高空横风干扰,火箭依靠高空风修正、栅格舵和冷气姿控来稳定飞行姿态;经过无动力滑行约40秒后,发动机进行空中100%工况二次点火,火箭进入着陆减速段,并通过了在线制导控制算法,调节发动机推力和飞行状态,引导箭体在距离发射工位约3.2千米的回收场坪实现软着陆;着陆位置中心点距离回收场坪中心位置1.7米,着陆垂直速度-1.65米/秒,着陆姿态角偏差为0.3度,各项

指标均满足预期设计,达到国内领先水平。

试验箭落地本次任务是继该公司2024年1月执行百米级飞行试验任务之后,对大型液氧甲烷重复使用火箭垂直起降回收各项关键技术的进阶验证。试验箭为单级液氧甲烷火箭,箭体直径3.35米,长度18.3米,起飞质量约68吨,起飞推力800千牛,装配3组着陆缓冲支腿,新增4片栅格舵系统,采用与朱雀三号火箭一致的高强度不锈钢箭体结构;搭载

一台已实现连续入轨飞行验证,与朱雀三号火箭同型的80吨级天鹊-12改进型液氧甲烷发动机,具备正交双摆,45%至111%变推力调节和多次点火能力。

这次任务为后续朱雀三号的首飞及回收奠定了基础。蓝箭航天表示,今年初,朱雀三号已完成方案阶段转初样阶段工作,全面开展初样阶段各系统产品研制,计划于2025年实施首飞,2026年实现一子级回收复用。

综合新华社、科技日报等



朱雀三号VTVL-1可重复使用垂直起降回收试验箭。本版图片据蓝箭航天

延伸阅读

我国可重复使用火箭研发进度如何?

朱雀三号是我国自主研发的一款可重复使用火箭。提到重复使用,其实并不是一件新鲜事,但对于火箭来说,要真正做到重复使用并不容易。那究竟什么是可重复使用火箭呢?它的技术难点又有哪些呢?

何谓可重复使用火箭 有哪些核心优势

顾名思义,可重复使用火箭就是相对于一次性使用火箭来说,完成预定发射任务后,可以全部或部分返回地球并安全着陆、经过检修维护与燃料加注可以再次执行发射任务的火箭。

与一次性使用火箭相比,可重复使用火箭增加了四大类关键技术:一是火箭返回时要让它落得准;二是火箭着陆回收时要接得稳;三是为了满足重复使用要求,怎么让火箭用不坏;四是当火箭需要局部维修保养时,怎样才能修得快。

朱雀三号可重复使用液氧甲烷火箭总指挥戴政表示,可重复使用火箭相比传统的一次性使用火箭实际上具备两大核心优势,第一个是低成本,第二个就是高频次,适应高频次、高密度的发射,大幅度地提高对空间的运输能力。

可重复使用火箭是未来太空探索的重要发展方向之一,要实现低成本、高效率等目标,需要克服许多技术难题。目前国际上最典型的可重复使用火箭就是美国太空探索技术公司的猎

鹰9号,已经实现了超过300次的重复使用,而我国国家队以及各商业航天企业都在攻克可重复使用火箭关键技术。

“国有企业和民营企业一起发力,可以说我国可回收可重复使用技术的整体形势是非常可喜的。”国际宇航联合会空间运输委员会副主席杨宇光说。

发射成本大幅下降 发射效率大幅提高

可重复使用火箭研制难度很大,需要克服多项技术难题。那为何无论是国内,还是国外,都将它作为未来发展的主流呢?

火箭其实和汽车、轮船、飞机一样,是连接两地、在两地之间运送人和货物的交通工具,既然是交通工具,成本和运输能力就显得格外重要。近年来,低轨卫星互联网的建设逐步提上了日程,数万颗卫星组成的星座对火箭的低成本高效率运输提出了迫切的需求。

戴政表示,对于这种一子级可重复使用的火箭来说,因为一子级在全箭当中的成本会超过70%,如果一子级重复使用10次,相当于全箭成本的70%被10次分摊了,那么发射成本就会大幅下降。

除了降低成本以外,可重复使用火箭的研制还有另一个目的,那就是提高产能。将火箭回收并再次使用,相比重新制造一枚火箭来说不仅成本低,而且能够大幅提高火箭的发射效率。

杨宇光说,每次的发射费用构成非常复杂,包括中间运营的成本、测控团队费用等,如果发射次数足够多,确实可以摊薄成本。

我国可重复使用火箭 研制整体进展顺利

目前,国内包括国家队在内的多家企业都将研制可重复使用火箭作为主攻方向,各家的技术方案和研制进度也各有不同。后续我国可重复使用火箭的发展方向会是怎样的?

目前我国主流可重复使用火箭采取的核心方案都是垂直起飞、垂直降落,各家研制的火箭在直径、构型以及运载能力等方案上略有不同,火箭使用的燃料主要集中在液氧煤油和液氧甲烷两种组合。

“人类的第一种运载火箭就是使用液氧煤油组合,这个组合是比较成熟的。从近期的角度来看,我个人觉得取得更多突破的可能性比较大,但是从更长远的

时间尺度来看,液氧甲烷是一个更好更理想的组合。”杨宇光说。

杨宇光介绍,火箭回收后还需要经过清洗、检测、维修等工作才能够再次使用,为了控制成本,以上工作也要尽可能压缩。液氧煤油和液氧甲烷这两种组合虽然都是碳氢混合物燃烧,但相比之下,液氧煤油的含碳量更高,燃烧后容易积碳,清洗难度更大。而甲烷只有一个碳原子,燃烧以后产生积碳的可能性就更低。从回收以后的维护角度来说,甲烷确实是一个更好的选择,“基于液氧甲烷组合的可回收可重复使用的运载火箭,我相信也会大有发展”。

可重复使用火箭需要攻克发动机推理调节、高精度制导导航、姿态控制以及垂直着陆支撑等关键技术,十分复杂。目前我国可重复使用火箭研制整体进展顺利,航天科技集团研制的重复使用运载火箭新技术验证箭和蓝箭航天研制的朱雀三号都已完成10公里级重复使用飞行试验,航天科工集团快舟火箭、星际荣耀的双曲线二号、中科宇航的力箭二号、星河动力的智神星一号以及天兵科技的天龙三号等可重复使用火箭都在按计划攻克各项关键技术。

据央视新闻

蓝箭航天朱雀三号 VTVL-1 试验箭

十公里级垂直起降飞行试验

ZQ-3 VTVL-1 试验箭
为单级液氧甲烷试验箭

箭体: 18.3 米
直径: 3.35 米
起飞质量: 68 吨
轨道/高度: 10 公里

天鹊(TQ-12A) 80吨液氧甲烷发动机

循环方式: 燃气发生器循环
海平面额定推力(100%工况): 720000 牛
海平面比冲: 2840 米/秒
混合比: 2.9
发动机轮廓直径: 2.03 米
发动机高度: 2.20 米

飞行试验步骤

- 1 大推力上升段 发动机工作状况 111%
- 2 小推力上升段 发动机工作状况 50%
- 3 发动机工作状况 一次关机 气动控制段
- 4 发动机工作状况 关机
- 5 着陆段 发动机工作状况 二次启动 100%

起飞与降落地点相距约3.2km