

像回收可乐瓶一样回收火箭,有多难?

“中国人对太空的向往已有数千年,众多飞天神话见证着这一梦想。而今,中国火箭飞向太空早已成真,然而,这些飞上天的火箭,还没有“飞回家”的体验——火箭回收,依旧是中国火箭人面前的一道险关。

事实上,今年国产大火箭的回收探索已经提速。最近,由航天科技集团八院研制的重复使用运载火箭新技术验证箭,在酒泉卫星发射中心成功进行了10公里级飞行试验。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,深蓝航天也即将迎来“星云-1”火箭一子级5公里垂直起降试验……几乎每个月,中国火箭就有一个回收“大动作”。

那么,为什么要像回收可乐瓶一样回收火箭?火箭回收难在哪儿?一枚火箭从“离家”到“回家”,一共分几步?



7月21日,深蓝航天自主研制的星云一号火箭完成模拟高空回收飞行试验。

1 伴随一句“3、2、1,点火!”的口令,火箭腾空而起,冲上云霄。这是大多数人对火箭发射的印象。火箭飞入太空,一条漂亮的抛物线就是大家记忆的全部了,很少有人关心它还回不回来。

的确,2015年以前,火箭都是一次性消耗品,发射升空就不再回来。然而,2015年“猎鹰9号”的成功回收,创造了历史:原来火箭也可以重复使用,“航班化发射”并非不可能。

实际上,“中国航天之父”钱学森在1963年出版的《星际航行概论》里就曾这样设想:“运输火箭,不论第一级的大火箭也好,第二级的小火箭也好,只要加上翅膀,是能够飞回地面的,所以运输火箭是可以用于许多多次的。”

让火箭“飞回家”,到底有什么好处?

最直接的是成本的控制——回收再利用,成本自然摊薄。“火箭回收是直接降低发射成本的最佳方式。过去发射火箭是一次性的,就好比‘坐一次性飞机’一样浪费。当火箭实现回收后,它就能像飞机一样多次起降飞行,把成本越摊越薄。”中国宇航协会成员、航天科普博主“神仙号船长”白国龙说。

其次,火箭可回收,意味着发射频率上去了,这是产业扩容的希望所在。传统火箭发射必须留出至少两个月的准备期,还得紧盯时间窗口“看天吃饭”。“可回收火箭不同,仅需简单修复维护就可再次发射,火箭利用率、发射频率、发射灵活性的大幅提升,将极大提高快速进入太空的能力,大规模的太空探索与开发就有了可能。”深蓝航天创始人霍亮说。

此外,可回收火箭的运力升级,有助于太空探索整体提质。“当前,大型星座组网尤其需要大运力、低成本、高频次的火箭发射,大型可重复使用火箭正可支撑我国互联网星座工程战略。”蓝箭航天火箭研发部总经理、朱雀三号总指挥戴政说。

2 一枚传统火箭由两级组成,一级在下,二级在上。目前的火箭回收,指的是当火箭飞到100多公里高度一级、二级分离后,二级进入预定轨道,原本只能自毁的一级返回发射原地的过程。简言之,火箭“回收”,现阶段意味着一级的“回家”。

它的“回家”,大致分三步。第一步是箭体分离、姿态调整。点火发射的火箭,上升到100多公里高度后,一级发动机关闭,二级与一级分离。一级要返回地面,首先得“调头”,也就是姿态调整。第二步是减速。掉头后的火箭进入返航过程,速度很快,此时需要发动机第二次点火,把速度降下来。第三步是着陆悬停,由于火箭回到原地的理想姿势是尾部向下,头部在上,因此还需发动机第三次点火,调整姿势,并给火箭一个反推力,使着陆时它的加速度与速度同时降为0。

为什么说火箭“回家”比火箭发射还要难?

最难的是“回得准”。“火箭下降过程中,随着燃料的消耗、速度的变化,需要输出不同大小的推力确保其平稳减速,这就要求火箭发动机必须精确、动态地调节推力,并具备多次起动的功能。”东方空间公司引力二号火箭总设计师黄帅强调,火箭能顺利返航,必须有一套精密算法仔细指点。

“落得稳”也不容易。火箭返航中,下降姿态、着陆角度都必须得到高精度控制,一旦着陆角度不对,火箭就可能倾覆,引发燃料外泄导致爆炸。这一难度就好比把筷子丢进瓶子,更何况这还是一根下降速度超过1000米/秒的巨型“筷子”。实际上,即便做到了着陆前有效减速,也要考虑到重达几十吨的火箭所带来的巨大惯性。要知道,火箭里有大量精密的电子器件,要确保这些“宝贝”能够再次使用,必须点满它们的缓冲技能值。

还有个难点是“用得久”。深蓝航天副总经理郑泽介绍,可回收火箭要经受多次重复使用、多次再入大气层的考验,就需要采用强度高、耐高温而超轻薄的新型复合材料,攻克一系列材料性能难关,发动机等部件的可靠性要求尤高。此外,可重复使用的火箭,必须好保养,回收后简单检测维护就能满足再次发射要求。这方面也有许多评估检测的技术空白待填补。

中国火箭实现“有去有回”,还需要做什么?“一方面,优化火箭发射的管理审批流程,平衡好安全与效率。另一方面,建设更多发射场、发射工位,包括陆地和海上回收发射平台,以适应更高频次的发射需求。”白国龙说。

文图均据新华社



2024年1月19日,蓝箭航天在酒泉卫星发射中心实施了试验箭垂直起降试验,取得圆满成功。