

发射高轨大卫星 发射载人飞船试验船 发射深空探测器—— “胖五”：长征火箭家族的实力担当

姜哲 本报记者 付毅飞

2020年7月23日,由中国航天科技集团一院抓总研制的长征五号遥四运载火箭从海南文昌航天发射场发射升空,成功将我国首个火星探测器送入预定轨道,发射任务取得圆满成功。

这意味着被昵称为“胖五”的长征五号运载火箭掌握了新的“绝技”。至此,“胖五”已经先后执行过发射高轨大卫星、发射载人飞船试验船以及发射深空探测器三类任务。

科技日报记者从一院了解到,后续长征五号遥五运载火箭计划于年内将嫦娥五号探测器送入地月转移轨道,为我国首次月球采样返回任务作出贡献;2021年一季度,长征五号B运载火箭还将执行中国空间站核心舱发射任务。作为长征火箭家族的实力担当,“胖五”将助力中国航天登上更广阔的舞台。

助力深空探测器穿越星际

探索浩瀚宇宙,是中华民族千百年来的孜孜以求的梦想。随着航天技术发展,我国有序部署推进深空探测计划,不断探索太空奥秘。

此前,我国深空探测的主要目标是月球,相继有着“金牌火箭”之称的长征三号甲系列运载火箭,发射了“嫦娥一号”至“嫦娥四号”月球探测器。然而如果要更大重量的

探测器送上月球,或者将探测器送往更遥远的火星,需要有运载能力更大的火箭,目前长征火箭家族中只有“胖五”可以担纲。

记者从航天科技集团六院了解到,承担火星探测器发射任务的长征五号遥四运载火箭,装有该院研制的4型共30台发动机,分别是8台120吨级液氧煤油发动机,2台50吨级液氧煤油发动机,2台9吨级膨胀循环发动机和18台姿控发动机。它们为火箭提供了上千吨的起飞推力。

据航天科技集团八院党委书记宗文波介绍,以8台120吨级液氧煤油发动机为动力的4个直径3.35米助推器,是国内目前最大的低温液体助推器。它们是“胖五”起飞的主要动力源,所提供的起飞推力占90%以上。

“胖五”出色的运载能力,为我国火星探测计划奠定了坚实基础。相比此前我国实施的月球探测任务,此次“胖五”发射火星探测器具有几个特点:一是入轨速度更快,火箭与探测器分离时的速度将快于每秒11.2千米的第二宇宙速度;二是探测器更重,我国火星探测器重约5吨,比“嫦娥四号”探测器重1吨多,是目前我国发射最重的深空探测器;此外,此次火星探测任务在环绕探测的同时,还要实现在火星表面软着陆和巡视探测,任务的多样性对运载火箭的发射能力提出了更高要求。

未来,“胖五”还将助力中国深空探测器飞向更遥远的木星、土星等。

给高轨卫星发射提供更多选择

“胖五”作为我国新一代运载火箭中首个立项研制的型号,始终以大幅提升我国进入空间的能力为己任。除了面向深空,其地球同步转移轨道运载能力可达14吨,可满足未来我国地球同步轨道卫星的发射需求提供更多选择。

此前,我国发射高轨卫星的主力军是长征三号甲系列运载火箭。其中运载能力最大的长征三号乙运载火箭,地球同步转移轨道运载能力约为5.5吨,可满足目前我国大部分高轨卫星的发射需求。

随着技术发展,更大卫星平台相继问世,其具备更强能力、更多功能,可以携带更多有效载荷,同时重量也更大,对火箭的运载能力有着更高要求。例如长征五号遥三运载火箭成功发射的实践二十号卫星,基于我国最新的东方红三号卫星平台研制,重量达到8吨。如果用长征三号乙运载火箭,无论如何也是发射不了的,而“胖五”完成此类任务则游刃有余。

据一院长征五号运载火箭总设计师李东介绍,“胖五”的出现不仅提升了我国高轨卫星的发射能力,也为不同任务带来了更多选择。例如发射重量在5吨左右的高轨卫星,既可以用长征三号乙运载火箭发射,实现较高性价比,也可以通过长征五号火箭搭配上面级以“一箭双星”方式发射,更快地完成多

星部署。

为空间站提供“私人订制”发射服务

同属于长征五号系列的长征五号B运载火箭,是我国首个采用一级半构型的新一代大型液体运载火箭,也是专门为载人航天工程空间站建设而研制的一型火箭。它将为我国空间站核心舱和实验舱提供“私人订制”般的发射服务。

长征五号B运载火箭的近地轨道运载能力可达25吨,其独有的大推力直接入轨技术和大直径箭筒分离技术,可实现只用一级火箭直接将有效载荷送入预定轨道。它拥有国内最大的整流罩,其高度20.5米、直径5.2米,如同一幢6层小楼,足够容纳空间站舱段。为满足空间站交会对接的要求,它还具备“零窗口”发射能力。

在中国载人航天工程中,有着“神箭”美誉的长征二号F火箭,承担了“天宫一号”“天宫二号”以及所有“神舟”系列飞船的发射任务。而接下来,我国载人航天工程将建造空间站,这对火箭运载能力提出了更高要求。例如中国空间站核心舱全长16.6米,重量超过22吨,目前我国只有“胖五”能完成发射任务。

今年5月5日,长征五号B运载火箭圆满完成首飞任务,我国空间站阶段飞行任务首战告捷,为实现中国载人航天工程第三步发展战略奠定了坚实基础。

一、为什么发射“天问一号”非“胖五”莫属?

简单来讲,就是火星很远,探测器很重,只有“胖五”才能把它送过去。

发射深空探测器,需要运载火箭提供足够的发射能量,使探测器获得足够的初始速度。在分离速度确定的条件下,重量越大的探测器,所需要的发射能量也越大。

“天问一号”探测器由环绕器(也叫轨道器)、着陆器和巡视器(又叫火星车)组成,重量达到5吨左右,需要由运载火箭先送入地火转移轨道,才能“飞奔”至火星。

在“胖五”问世之前,当时发射深空探测器能力最强的长征三号乙火箭,可以将2吨左右的探测器送入地火转移轨道,而“胖五”的地火转移轨道发射能力超过5吨。因此,发射“天问一号”这样的火星探测器,只有“胖五”能够胜任。

二、“胖五”如何把探测器送去火星?

“胖五”将首次飞出11.2千米/秒的第二宇宙速度,托举“天问一号”火星探测器完全脱离地球引力,进入地火转移轨道。随后“胖五”功成身退,火星探测器将独自奔向火星。

第二宇宙速度也称为逃逸速度,达到这一速度的航天器将成为围绕太阳运行的人造行星。“胖五”与探测器分离时,火箭末级的速度将超过第二宇宙速度,成为人造行星。对于探测器而言,“胖五”提供的发射能量(分离时探测器动能和势能的总和)将是它飞往火星的主要能量来源。这场漫长的奔火之旅,历时7个月的时间,其间探测器还需要经过中途修正,修正轨道偏差。

探测器到达火星附近时,将实施制动“刹车”,被火星的引力场所捕获,进入周期约10个火星日的环火椭圆轨道,再择机实施轨道机动,进入周期约2个火星日的椭圆停泊轨道,完成着陆区预先探测和着陆点调整后,择机释放着陆巡视器。环绕器随即进行轨道调整,进入中继通信轨道。

着陆巡视器与环绕器分离后,进入火星大气,通过气动外形、降落伞、反推发动机等多级减速和着陆腿缓冲,软着陆于火星表面。随后巡视器与承载平台分离,在火星表面开展巡视科学探测。

三、“胖五”发射后的残骸如何回收?

运载火箭将卫星或飞船送入太空,是一个自我牺牲的过程:“肢体”完成加速使命,一节一节分离之后,有的进入更遥远的太空,有的坠入大海,有的坠落到地面。火箭飞行过程中掉下来的部分称为残骸。

实际上,火箭残骸包括很多种类。部分残骸在火箭发射后几乎马上就会重新返回地面,甚至在火箭刚开始呼啸震动时就开始“掉渣”“掉残骸”。这通常是保温泡沫或结的冰。

大部分火箭的二级或三级往往会飞得更高,它们实际上已经进入了太空。如果火箭分离时处于低地球轨道,那么靠近大气边缘的气体足以造成阻力,拖着火箭二级不断减速、降低轨道高度,使其在一段时间以后再入大气层。不过大家不用担心这部分火箭造成的威胁,它们进入大气层时速度很大,会与大气层空气剧烈摩擦而燃烧殆尽,宛如流星在天空中划出一道美丽的弧线。

我们常说的残骸都是指火箭的大残骸,以我国载人航天所使用的“神箭”长征二号F运载火箭为例,在发射后3分钟内,火箭的逃逸塔、助推器、一级火箭、整流罩等重要组成部分会相继程序分离,由于上升的高度不高,很快就坠落到地面了。我国三大传统发射场——酒泉、太原、西昌都位于内陆,每次发射后都需要回收一批残骸。



火箭微课堂

钱航 本报记者 付毅飞

火箭发射前一周,负责残骸回收的工作组就会奔赴落区。火箭的落区是经过轨道设计的,会避开城市、景区等人员密集地区和重点建筑、设施,大多选择在人口稀少的偏远山区或戈壁荒漠。

火箭升空前一小时,落区上空会响起防空警报,工作组将所有人全部疏散到空旷、开阔的场地,确保人员生命安全,并在火箭发射升空后,做好对空观察,及时避让火箭残骸。

火箭残骸划过天空,落入提前计算出来的预定区域。工作组会利用声音、定位系统、地形图等预判落点位置,并通过前方观察哨确认残骸具体落点,组织人员对残骸现场进行保护。残骸回收分队会第一时间赶赴残骸落点,组织技术人员清理残骸上的火工品和剩余燃料,然后对残骸进行切割、分解、回收。

不过,“胖五”却有所不同。中国文昌航天发射场位于海南省,我国新一代的大型中型火箭(“胖五”、长征七号火箭)就在这里发射。每次发射的火箭残骸直接坠入公海,不会造成任何威胁,所以也就不需要回收了。

(图片由中国航天科技集团一院提供)



2020年7月23日12时41分,我国在海南岛东北海岸中国文昌航天发射场,用长征五号遥四运载火箭将我国首次火星探测任务“天问一号”探测器发射升空,飞行2000多秒后,成功将探测器送入预定轨道,开启火星探测之旅,迈出了我国自主开展行星探测的第一步。

图为在中国文昌航天发射场测控大厅,航天科技人员庆祝发射成功。

新华社记者 才扬摄

深情远望,护送“天问”飞向火星

高超 亓创 本报记者 张强

7月23日12时41分,我国首个火星探测器“天问一号”由长征五号运载火箭在海南文昌航天发射场发射升空。远望号船队3艘测量船布阵太平洋不同海域,圆满完成了火箭和环绕器海上测控任务。

太平洋海面浪涌间隐约闪烁着波光。远

望6号甲板,巨大的测控天线紧紧盯着海平面方位点,静待火箭到来。

为了这一刻,3艘远望号船跋涉万里,穿过波峰浪谷,在波澜诡谲的天气中,不断调整航线。

此刻,3艘远望号船所有的操作都出奇地一致!各船的驾驶室内航海水手目光如炬,

时刻观察周围海况;气象室中,每一名值班员各自盯着气象表盘,监视“天公”一举一动;闷热的机舱内,3条船动力系统的船员一步一步巡视着每个设备,守护着“心脏”地带;各条船的控制大厅内,几张电子大屏幕上目标飞行曲线和各类技术参数相互交织,身着蓝色防静电服的参试人员紧张而又镇定,时刻观察着屏幕前数据参数的变化,不时进行简单沟通。

“5,4,3,2,1……点火!”长征五号运载火箭在海南文昌航天发射场发射升空。

漫长的6分钟后,只听一声口令,“目标出地平!”

一个红点突然闯入雷达显示器屏幕。作为陆海接力测控第一棒,远望6号主操作手胡金辉迅速推动摇杆设备,拨动转轮,让天线摆动庞大的身躯,搜索着夜空中最亮的星星。很快,屏幕中央飞舞的红点逐渐平息了节奏,慢慢聚焦并定格在了示波器的“十字中心”。

沉着的心态,精准的操作,海天之间形成一道无形的电波之桥。

“长江6号,发现目标!”

“长江6号跟踪正常,遥测信号正常!”



图为远望5号船在任务前组织动员大会 王煦之摄

河北怀来有片“火星地表”

本报记者 陈曦 通讯员 赵晖

7月23日,“天问一号”探测器发射升空,开启火星探测之旅,迈出了我国自主开展行星探测的第一步。参与火星探测着陆科研的天津大学教授蒋明镜一遍又一遍地看着探测器升空的画面,由衷地祝福:“天问加油!落地一定要稳稳的。”

蒋明镜教授的“北洋能源与环境岩土团队”承担了我国火星探测计划中的地面火星地表研制项目。“我们的主要任务可以形象地称为‘再造火星表面’,我们团队被很多网友形象地称为‘造星’团队。火星上的重力只有地球的1/3,模拟火星地表地貌形态等环境特征,对于未来火星探测器在火星重力环境下成功着陆具有重要意义。”蒋明镜介绍,他们的研发内容主要包括:模拟



模拟火星地表地貌 图片由天津大学提供

地表成像区域基础场地、工作区基础场、火星地表特征以及模拟土壤着陆试验床、火星表面激光和微波特征等。

经过长达两年的艰苦钻研,蒋明镜团队在河北怀来“造星”成功:顺利建造了着陆器着陆的典型火星地表;模拟了接近火星表面真实形态的火星地表地貌等视觉环境并满足试验器对可见光、雷达和激光的反射要求;为火星验证器携带的火星探测器设备提供类似火星的探测环境等。

2019年11月14日,蒋明镜团队成功进行了中国首次火星探测任务着陆器悬停避障试验。“着陆器悬停避障是我国火星工程研制进程的重要环节,随着我国火星探测器稳稳落下,标志着我国火星探测任务着陆器悬停避障试验圆满成功,这让我们倍感振奋。此后我们又做了模拟火星土壤承载特性、火星表面数字模拟等研究,同时我们团队也在做一些小行星探测研究。”蒋明镜介绍说。

蒋明镜团队为火星探测着陆作出的显著贡献,得到了项目主管单位的充分肯定,团队被授予“火星着陆综合试验场建设突出贡献单位”称号。“我们的征程是星辰大海,7个月火星见。天津大学的‘造星’团队要为中国火星探测作出‘天大’的贡献!”蒋明镜说。