



“胖五”问天记

——中国“最强火箭”长征五号复出纪实

12月27日,中国文昌航天发射场。

距离海边约800米的发射平台上,长征五号运载火箭白色箭体上,鲜艳的五星红旗格外醒目。有20层楼高的火箭笔直站在那里,直指苍穹。

240多项关键技术突破、15000余秒关键技术试验、900多个日夜的磨砺、10余万航天人的坚守……被称为“胖五”的中国“最强火箭”长征五号迎来重生时刻,圆满完成第三次发射任务。

终赢强国“入场券”

南海之滨,今夜无眠。长征五号再度启航,承载着无数中国人的光荣与梦想,开辟了中国通往太空更加宽广的天梯。

这是“创新之箭”——长征五号是我国目前起飞规模最大、运载能力最强、技术跨度最大的一型运载火箭,采用3型12台全新研制的大推力发动机,主发动机均采用无毒无污染的推进技术,实现液体运载火箭直径由3.35米至5米的跨越。

这是“力量之箭”——“胖五”身高约57米,起飞重量约870吨,是名副其实的“大力士”。它使我国现役火箭的运载能力提升2.5倍,可一次将16辆小汽车的重量送入太空。有了它,还能把更大更重的飞行器送到深远的太空。

这是“追梦之箭”——30多年前启动论证,20多年前开始预研,10多年前开始立项研制……“胖五”的成长已走过30多年时光。“胖五”创造性地使用“液氧煤油”“液氢液氧”低温组合作为火箭发动机推进剂,起飞时发动机燃烧瞬间产生2000多摄氏度的高温以及1000多吨的推力,相当于十几分钟翻越220多座珠穆朗玛峰的高度,不断突破来自“冰与火”的考验。

运载火箭能力的跨越式发展,必须采用全新的技术。而向上的每一步,都是突破和挑战。

“我们始终选择坚信,坚持向上的力量,坚持不懈追求航天梦想。”中国航天科技集团长征五号火箭总设计师李东说:“长征五号从一出生就瞄向更高更强,它是中国迈向航



■长征五号遥三运载火箭垂直转运至发射区(十二月二十一日摄) 新华社记者 郭文彬 摄

天强国入场券。”

“胖五”打赢“翻身仗”

中国运载火箭如何在运载能力上缩小与国外同类火箭的差距?我们的大型运载火箭应该怎么做?一道道难题摆在了中国航天人的面前。

早在20世纪80年代中期,专家们就开始积极呼吁国家研制使用液氧煤油环保推进剂的运载火箭。

2006年,国家正式立项研制长征五号新一代大推力运载火箭,经过10年攻坚,长征五号于2016年实现首飞。

然而,在第二次发射任务中,长征五号经历了至暗时刻。

当火箭发射升空后,第346秒,长征五号芯一级液氧液氧发动机突发故障,发动机推力瞬间大幅下降,发射任务宣告失败!

到底怎么了?问题出在哪?

“当我们正要迈向更强的路上,被一盆冷水浇得‘透心凉’。”中国航天科技集团长征五号火箭总指挥王

珏回忆当时的感觉,真有一种“天要塌了的想法”。

“航天归零”——中国航天人应对众多复杂困难和挑战的法宝之一,就是“从头开始、重新再来”,用严谨细致的态度和一丝不苟的作风面对困难和挫折。王珏告诉记者,在归零过程中,通过建立“故障树”,“胖五”研制团队对50多个可能造成推力下降的事件进行了逐一的排查,从长征五号第二发失利到第三发成功,累计进行了40余次、15000余秒关键技术试验,总计超过20000余次各种地面试验,只为磨砺出一枚更强壮、更健康的“胖五”。

中国航天科技集团一院党委书记李明华临危受命,担任长征五号火箭“第一总指挥”。在中国航天史上,只有当任务面临巨大挑战时,才会增设这一岗位。

“长征五号火箭在飞行过程中要完成的动作总共有2000多项,其中任何一个出现问题,都会对火箭飞行造成严重影响,甚至造成发射

失败。我们只有做到完美,才能坦然面对。”李明华说。

十余万人“磨一箭”

长征五号的浴火重生,是一场与时间的赛跑,更是一场十余万人共同的“马拉松”。

“颗颗螺钉连着航天事业,小小细节决定任务成败。”中国航天科技集团五院技术顾问、“人民科学家”叶培建院士曾直言,航天是一项“10000-1=0”的事业,“万人一杆枪”是航天事业的真实写照。

长征五号身后正是有一群航天人,他们数十年如一日,驯火牧天、携山揽海,眼里尽是星辰和远方。

作为控制系统的“定海神针”——长征五号控制系统主任设计师苏嘉年轻气盛,本应浓黑茂密的头发已变得稀疏。试验室里,各个环节他都状态清楚;测试判读,他不放过任何一个可疑的数据;每一份经手的报告,他都无比认真。型号队伍里的人开玩笑说:“别人

是衣带渐宽终不悔,苏磊是华发不再也操劳。”

在厂房里,即使没有什么紧急的事,长征五号控制系统副总设计师李学锋也会围着火箭和仪器设备转。时而俯身看仪表,时而擦完检测工具又掂脚轻抚箭体。眼前的火箭,仿佛是他生命的一部分。他总说:“一个型号只有十几年、几十年的生命周期,但我们的技术追求没有止境。”

寰宇航天任驰骋

“胖五”第三次任务的成功,为中国航天开辟了新天地。

此次“胖五”运送的“乘客”——实践二十号卫星具有十分重要的意义。这颗卫星是由中国航天科技集团五院抓总研制的一颗新技术试验验证卫星,将在轨验证我国自主研发的新一代大型地球同步轨道卫星平台“东方红五号”,是目前我国研制的地球同步轨道卫星中发射重量最重的一颗,总重超过8吨。

中国航天科技集团五院总工程师、东方红五号卫星公用平台总指挥周志成院士说,相比现役卫星平台,“东五”平台能力将得到跨越式提升,达到国际领先水平。“东五”平台设计理念新,实现了智能化自主运行管理,将有效提升卫星的好用、易用性,通过分舱模块化设计和数字化研制模式,大幅缩短研制周期,有效提高了设计生产效率。

当然,未来“胖五”还将迎来更多“小伙伴”。中国航天科技集团一院院长王小军告诉记者,长征五号未来肩负着开展载人航天空间站建设、月球采样返回、火星探测等多项重大航天工程任务,是中国航天名副其实的“梦想号”。

长征五号火箭将加速进入工程应用阶段。国家航天局系统工程司副司长于国斌表示,长征五号为我国新一代火箭系列化、型谱化发展奠定了坚实的技术基础,将为后续探月工程三期、火星探测等国家重大科技专项和重大工程的顺利实施提供有力保障。

新华社记者 陈芳 胡喆 周旋 (据新华社海南文昌12月27日电)

昨天20时45分,长征五号运载火箭在中国文昌航天发射场点火升空,成功发射实践二十号卫星。未来,“胖五”还将带上嫦娥五号、火星探测器、载人空间站等“大咖”乘客,飞往太空。

在这个科技“网红”背后,“上海制造”发挥了重要作用。据中国航天科技集团八院院长张宏俊介绍,八院承制的长征五号助推器,是目前国内最大的低温液体助推器,为全箭提供了90%的动力,是长征五号火箭起飞的主要动力源,八院用“上海力量”助推长征五号任务取得圆满成功。

几毫米零件精细雕

长征五号助推模块采用了120吨大推力液氧煤油发动机,产生的最高压强达500个大气压,要控制好这种压力,火箭增压输送系统就显得非常关键。

增压输送系统是连接推进剂贮箱与发动机的纽带,主要作用是推进剂贮箱增压,为发动机输送推

进剂,满足发动机工作要求。高压电磁阀是增压输送系统中多个启闭阀门中的一个,由电导通来控制,主要作用是在发动机工作时,打通或切断增压通道,对增压输送系统正常工作起决定作用。

在合练箭进行多次试验后,设计师发现电磁阀非金属材料容易出现凹坑,这将使电磁阀打开关闭的时间变长,存在一定隐患。阀门专业设计师马上投入更改设计工作,研制出“不锈钢基体+非金属材料”复合结构。

更改部分的结构仅有几毫米,在这个不到一节小拇指大小的零件上,需加工出尺寸精密的凹槽,并进行非金属材料镶嵌,宛如“螺蛳壳里做道场”。通过仿真分析、试验验证,最终解决了凹坑隐患,提高了电磁阀的

可靠性,为成功增加了一份支撑。

助推模块数据打包

据八院长征五号项目办主任张修科介绍,长征五号的助推模块由总体、结构、测量、动力四个专业合作完成。每个专业梳理出影响任务成败的关键单机列表,将其转换成设计特性,最终梳理出助推模块必不可少的设计特性近4000个,制定了设计特性全集“全检全测全记”的工作要求。如今,研制团队已将这近4000个设计特性的所有数据整理成数据包,为后续数字化建设、大数据分析、智能检测奠定基础。

据统计,一个助推模块共有30多类产品涉及近400项外协外包情况,团队组织对近十家外协外包单

位进行了13次监督检查,特别是对于气瓶和蓄压器膜盒这两种型号的关键、重要外协外包产品,研制人员通过现场对外协外包厂家生产现场、工艺、生产过程、数据包和二级供应商情况进行检查,掌握目前外协外包质量控制状况的一手信息,和外协单位共同探讨整改措施,加强对产品质量的管控。

每6个月整箭复测

早在2017年7月,长征五号遥三箭的四个助推模块已经运抵天津厂房。面对我国航天有史以来运载火箭最长的存放时间,八院长征五号研制团队全面分析助推模块长期停放风险,并采取各种措施释放风险,提高可靠性。

两年多精心打造长征五号主动力源 “上海力量”托举“胖五”

“从零件生产开始直到发射升空,产品研制的整个过程需要我们全身心投入去照顾。”长征五号副总指挥兼副总设计师鲍国苗说。

设计师们每个月轮流前往天津对助推模块进行常规巡检,全面地查看各项监测数据是否正常。研制团队每6个月组织一次整箭复测,通过“全身检查”,确保产品保持健康状态。两年多内已经对产品做了4次复测,各项性能都满足要求。据团队成员吴小军介绍,“单个助推模块每个小项就要进行3至4次匹配测试,我们与助推模块的每个地方都已有了近20次‘亲密’接触。”

即使常规巡检结果良好,航天人也不放过任何一个未知。研制团队还将合练箭助推模块上的单机或部件拆下,送回上海复测。合练箭助推模块是为进行火箭演练而制作的与正样助推模块生产过程、装配工艺、测试方法都一致的助推模块,其存放环境更恶劣、存放时间更长,这说明对合练箭的测试完全可以覆盖对正样产品的测试。本报记者 叶薇