

# 中国运载火箭的新主力 “长七”来了！

## 长征七号火箭的 “冰火两重天”

新华社海南文昌6月25日电(记者曾涛、陈曦、王玉山)新一代中型运载火箭长征七号在燃料使用上以液氧和煤油为主,这就对火箭的燃料加注贮存以及点火后的高温处理提出了更高要求。航天科技集团运载火箭技术研究院的技术人员称,处理好燃料贮箱的极低温度与火箭火焰的超高温这个“冰火两重天”,是火箭发射的重要工艺之一。

### 长征七号之“冰” 燃料温度极低,加注贮存有讲究

在发射之前,长征七号要完成170立方米的煤油和340吨液氧的加注。其中,液氧的温度达到了零下183摄氏度。存储液氧的贮箱,采用机械铣工艺,较以往化学铣工艺的贮箱更加轻质化、环保无污染。同时,贮箱的制造采用绝热工艺,在各层之间抽真空,保证了贮箱的“冷”效果。

液氧虽然不是燃料之一,但是它在火箭发射中也起到了重要作用。在燃料加注前,发射场的工作人员要用液氮对燃料管道进行吹除。因为液氮的温度比液氧还低,用液氮吹除管道不仅降低了成本,还能更加高效快速地为管道降温。

据海南文昌卫星发射场加注团队负责人张继介绍,他们在加注时需穿防护服、戴手套。液氧液氮输送时会产生大量噪音,他们还要戴上高噪音耳塞。连接长征七号与加注站的管道达到5000多米,阀门有214个,加注人员工作量很大。

火箭发射前12个小时,要开始加注煤油,这个过程大约要持续4个小时。随后,3个液氧储罐各分两路,对6个模块进行加注。记者注意到,在液氧加注站,有4个液氧储罐。张继解释,有1个不直接进行加注,而是对另外3个氧罐进行增压。

在液氧加注初期,要对贮箱进行预冷。在贮箱的温度未低于零下183摄氏度前,所有的液氧都将排放出去,不被贮存。燃料贮箱的温度和压力值,都实时被监测并显示在加注控制系统上。

液氧的加注要持续将近8个小时,整个加注程序一直到点火前2分钟才会结束。

### 长征七号之“火” 火焰温度极高,隔热降温多手段

之所以说长征七号要经历“冰火两重天”,是因为在点火一瞬间之后,零下100多摄氏度的燃料罐就将变成3000多摄氏度的热焰,瞬间完成冰到火的转化。

在指挥员下达点火的指令7.4秒之后,火箭的尾部瞬间喷出巨大火焰。长征七号运载火箭副总设计师胡晓军介绍,因为燃料不同,喷出的火焰颜色不像以往的橘红色,而是呈白色,喷口燃气的温度也比以往火箭高得多,使得发射平台瞬间接近3000摄氏度。

这个温度足以熔化绝大多数金属和非金属材料,火箭发射平台和箭体本身都难以承受如此高的温度。在发射平台和火箭助推器、芯级上,均喷有隔热涂层。两三厘米厚的隔热涂层分为十几层,每一次喷涂都是不同材质,且厚度只有几毫米,工艺处理难度非常大。另外,在火箭助推器和芯级上,还贴有柔性隔热毡,它能进一步提升隔热效果。

胡晓军介绍,火箭飞行速度快,也会产生热量,导致箭体的热流密度增大。通俗理解,就是一定时间内通过火箭表面的热量增多,这就对火箭箭体的材质有更高要求。在长征七号火箭的制造中,他们还借鉴其它工艺,采用了承热效能更好的材质。

除此之外,长征七号火箭发射塔还装有一个能容纳600吨的水箱,装好了自来水备用。这就是目前国际上先进的“大流量喷水降温降噪系统”。据这个系统技术负责人陈劲松介绍,在火箭飞到5米高以后向箭体尾部火焰中心喷水,两级喷水设施各喷20余秒,完成400吨的喷水量。

喷射的400吨水中,有30%的水会汽化到大气中,60%的水则通过导流槽流走,水分蒸发带走大量的热,发射平台核心区降温幅度在1000摄氏度左右。此外,这个系统还有良好的降低噪音效果。

我叫“小七”,我的全名是“长征七号运载火箭”。我的身份是新一代中型运载火箭,满足载人空间站工程,发射货运飞船是我的重要使命。和家族其他兄弟相比,在身高体重、技术细节上我有哪些过人之处?在我国载人航天工程中我处于什么样的地位?相信通过我的介绍,大家会对我有更深刻的了解。

### 我是火箭家族的“长腿大力士”

我在家族里算是出了名的“大力士”。身高53.1米,腰围3.35米,我有4条“大长腿”作为助推器,这四条腿长约27米,是家族中最长的,接近现役火箭助推器的2倍呢。因此,我的“力气”也是已执行任务的兄弟里面最大的,起飞总推力约720吨。相比一般

中型火箭,我近地轨道运载能力达到13.5吨,高了将近4吨,太阳同步轨道达到5.5吨。

我们火箭家族都是钢筋铁骨的“大个子”,体重都是几百吨,但大家也许不知道,这其中90%以上都是燃料。太空那么大,每次出发我都尽量“吃饱”。

我的任务是卫星等载荷送去太空。到太空一次不容易,我要把更多的重量留给我的“乘客”,可以多携带一些试验产品等载荷,所以我很注重自己的“瘦身”,外壳、电缆、仪器这些死重都通过设计变得简洁,减轻重量,不浪费我的每分“力气”。

### 我是一个“技术控”

除此之外,我在设计上拥有更多的独到之处,更容易适应新的发射环境。作为在海南新发射场发射的第一枚火箭,我要适应这里的高温、高湿、盐雾、浅层风及雷电等自然环境带来的新挑战。这些都一览无余地体现在设计上。

气象学上,8级以上的风便达到大风级别,每年8月至11月,海南发射场会受到强热带风暴和台风影响,而且由于临海,风速也会随着地面高度的增加而越来越大,这就是所谓的“浅层风”。你们在地面上感受到的微风对我来说可能就是大风了,对于我的强度是一个很大的考验。考虑到这个因素,我的局部结构被加强了,还专门为我设计了一个“防风减

载装置”,有了这套装置再也不用担心大风天气了。

另一方面,海南降水量大,全年12小时内降水5毫米至15毫米的中雨较多,我们家族成员都怕下雨,大多会避开雷雨天发射,因为仪器电缆一旦被水打湿会影响信号传输,关系到飞行的成败。但我可不怕,因为我专门做了防水设计。你们知道吗,在我身上仅电连接器防水部位就有千余处,工作量之大可见一斑。

而且,我身上还融入了全数字三维设计制造理念,从设计到出生,都采用全三维数字平台,以直观的三维模型取代了过去二维图纸,大大提高了生产效率。

### 绿色、安全的环保主义者

很多人都知道,我们火箭家族使用的常规推进剂燃烧后会产生有毒有污染的氮化物,而且制备成本也比较高。随着发动机技术的改进和隔热技术的提升,我采用的是全液氧煤油燃料,燃烧后

产生的是二氧化碳和水,不会对环境造成任何污染,同时,这套绿色动力系统更具有国际范儿。

告诉大家一个可能会被忽视的小细节,通常在下达点火指令1秒钟后你们就

能看到橙色火焰在底部出现,但是我却要在指令下达7.4秒后才会看到颜色发白的尾焰。这是因为我是我们国家第一台闭式发动机,这样的好处在于没有废的燃料排除,燃烧效率更高,也更环保。

### 重型运载15年内有望首飞

除了我是一个环保主义者之外,我身负更加艰巨的使命,因为是按照载人航天标准设计的火箭,设计可靠性更强,未来成熟以后将成为新一代载人火箭,用于发射新一代载人飞船。这就是能力越大,责任越大的道理。

和大家分享一个未来的规划,我国将瞄准世界前沿技术发展趋势,全面开展可重复使用运载火箭、空间运输平台等更为前沿技术领域的预先研究工作。而且,长征家族的超大力士重型运载火箭正在开展关键技术攻关,15年内有望

实现首飞。他的运载能力是我的5倍多,完全能够满足未来载人月球探测、火星取样返回、太阳系行星探测等多种任务,宇宙探索将在我们的努力下向着更高更远的空间拓展。

(新华社海南文昌6月25日电)

## 我国火箭设计 向绿色环保低成本高安全发展

新华社海南文昌6月25日电(记者陈曦、曾涛、王玉山)在海南文昌首飞的长征七号运载火箭在设计理念上和以往相比更注重绿色环保,使用绿色能源、绿色材料和绿色工艺。作为未来火箭的发展蓝本,今后火箭的设计目标都将逐渐向低成本、高可靠、高安全发展。

航天科技集团运载火箭技术研究院长征七号运载火箭副总设计师助理胡晓军介绍,目前,世界主流火箭的趋势就是绿色环保。首先,与传统火箭普遍使用偏二甲肼和四氧化二氮作为推进剂不同,长征七号全部采用先进的无毒无污

染液氧煤油推进剂,大大改善了生产、使用过程环境的友好性、人员的安全性。

在选材方面,长征七号采用了上百种原材料,十几万件元器件,在材料的选择上坚持环保选材的原则。例如采用了新型先进低温绝热材料替代传统的发泡材料。而在火箭设计工艺方面,专门开展了工艺攻关,大幅提高了工艺的先进性和环保性。

此外,航天科技集团运载火箭技术研究院长征七号总体主任设计师马忠辉指出,作为载人航天工程的重要成员,尤其是兼顾未来载人飞行任务需求,安全

可靠是长征七号的第一设计原则。例如,控制、增压等关键设备都进行了冗余设计确保在故障情况下仍能工作,被视为火箭心脏的发动机在参加飞行前还开展点火试验进行健康检测。

“通过可靠性设计,在全箭采用上千台设备、十几万件元器件的前提下,可靠性高达0.98,达到国内外一流水平。”马忠辉说。

值得一提的是,长征七号还是国内首个实现全数字化设计、生产、试验的运载火箭,通过数字化设计,提高了设计水平,缩短了生产周期,降低了试验成本。

长征七号

我国目前运载能力最大的火箭

整流罩

仪器舱

二级氧箱

二级燃箱

助推头锥

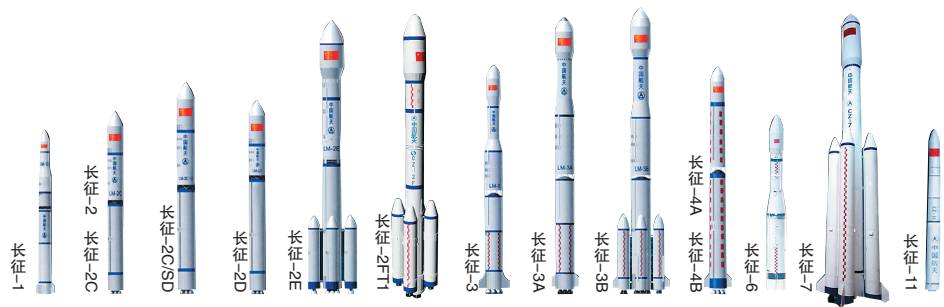
助推氧箱

一级氧箱

一级煤油箱

助推煤油箱

助推尾段



中国长征家族系列运载火箭部分成员

示意图

制图红霄