

全新突破 磨砺十年

长征五号如何诞生的？

■ 新华社记者
白国龙 陈曦 周慧敏长征家族亟需“大块头”
『内需+外趋』十年磨一箭
『全新突破』自有年轻铸箭人
『传承航天精神』

一声惊雷，长五冲天！浓缩了中国火箭研制最高水准的最大推力新一代运载火箭长征五号今晚从中国文昌航天发射场撼地升空。作为中国运载火箭升级换代的里程碑工程，长征五号的工程技术跨度、攻关难度以及任务实施规模在我国运载火箭研究史上堪称之最。

十年磨一“箭”。仅从2006年国家正式立项开始，就有上万航天人参与长征五号的研制，进行了上千次各类型试验。而长征五号的前期论证和攻关，则要从三十年前说起。

从1970年长征一号运载火箭发射成功以来，中国运载火箭技术从无到有，形成发射低、中、高不同类型航天器的能力。

然而受我国铁路运输的限制，现役运载火箭最大直径仅为3.35米，我国长征系列运载火箭地球同步转移轨道运载能力最大仅能达到5吨级，与12吨级的国际主流水平运载能力相比差距大，制约了我

国空间技术发展。

“当时的载人航天工程尚处在论证阶段，按我国当时火箭的运载能力，无法满足未来空间站建设的需求。”航天科技集团一院院长王永志说，国内重大工程的发展需要成为中国研制大型运载火箭的直接驱动。

20世纪80年代末，随着人类探索宇宙的不断深入，世界主要航

天强国纷纷推出了新一代大型运载火箭，比如美国的德尔塔4和宇宙神5、欧洲的阿里安5，这些火箭多采用了5米左右大直径，少级数，运载能力全面超越我国的现役火箭。

“各国发展新一代火箭的目的，一是通过清洁推进剂的改进实现环保，二是提高运载能力，提升进入空间能力和商业竞争力。”王永志说。

内有重大工程的需要，外有各国的发展趋势，打造一枚“大块头”的火箭显得十分迫切。

1986年，在国家863计划支持下，我国开始了论证研制新一代运载火箭。

2006年，国务院正式批准新一代运载火箭基本型长征五号立项研制，从此开始长达10年的攻磨砺。

要实现运载火箭能力的跨越式发展，必须采用全新的技术。

相比以往新火箭研发中30%左右的新技术比例，长征五号可以说是另起炉灶，全箭采用了247项核心关键技术，全箭新研产品比例达90%以上。

“这么高的新技术比例意味着研制工作量增大，研制难度增大，也意味着研制风险增大。”长征五号火箭总设计师李东说。

发动机是火箭的心脏，也是摆在研制团队面前的一大难关，高性

能的低温推进剂发动机，给研制团队列出一道道“冰与火”的难题。

长五助推器用到的120吨液氧煤油发动机，曾被外国专家认为中国即使能设计出来，也不可能制造出来。而是否掌握高效率、无毒无污染的液氢液氧发动机，是衡量一个国家是否是航天大国的重要标志。

长征五号运载火箭型号副总师王维彬还记得，发动机样机研制出来后，发动机试车的结果成为所有人的噩梦，四次发动机试车失败。

经过艰苦攻关，研制团队终于

摸清了发动机试验失败的原因，制服了这只拦路虎。

大结构，也是一只拦路虎。把火箭做大，把箭体直径从3.35米变为5米，并不是简简单单放大。要加工制造5米的箭体结构，需要基础机械加工、贮箱焊接、铆接等所有工装的巨大飞跃，有很多技术难题需要克服。

大结构还给地面试验带来新要求，负责环境和试验的长征五号运载火箭型号副总师朱曦全告诉记者，以前的机床、试验的工位、厂房

都已无法满足长征五号的大结构需求，因此长征五号的研制也带动了新的助推器分离试验、整流罩分离试验、静力试验等技术的提升。

十年研制，经过无数次的试验和攻关，终于迎来中国火箭技术的巨大跨越。长征五号的研制不仅标志着长征系列火箭的升级换代，而且带动了整个研制平台和产业链的更新，新建了天津新一代运载火箭制造基地和中国文昌航天发射场。

长征五号运载火箭组成了全新的研制团队，并在老一辈科学家的悉心指导下，历经十年，培养造就了一支新一代运载火箭技术研发创新和研制试验高素质人才队伍，35岁以下的研制骨干占近80%，成为了中国航天运载火箭领域人才成长的沃土，更是为我国新

一代运载火箭的快速健康发展不断输送新的力量。

他们是一支年轻的队伍，身上流淌着“特别能吃苦、特别能战斗、特别能攻关、特别能奉献”的航天血液，正是他们的拼搏和奉献成就了长征五号零缺陷的完美表现。

火箭发射时，他们看起来笑容

满面，其实在宣布成功前，“内心一个劲儿在翻腾”。

垂直总装时，他们曾连续高空作业数十个小时，夜里两三点累得靠集体喊口号打起精神继续战斗；

火箭被远望运输船运至海南清澜港卸船时，突来暴风骤雨，“在场其他人能躲的都躲了”，只有他们扶

着产品淋在雨里，没有后退一步；

试验任务不顺利时，他们心情沉重，吃不好饭，睡不好觉；

宝宝出生时，他们坚守在发射场的一线顾不得请假回家照料妻儿……

潜心铸“箭”，太多人默默奉献，对工作严、慎、细、实。

（据新华社海南文昌11月3日电）

长征五号成功发射，我国从此拥有大型运载火箭

中国重型运载火箭
研制进展如何？

新华社海南文昌11月3日电（记者白国龙 余晓洁）长征五号成功发射，中国从此拥有大型运载火箭。与此同时，中国重型火箭的研制也在路上。

记者从国家国防科工局获悉，国防科工局于2010年开展重型运载火箭论证，历时一年形成总体方案，2015年明确了重型运载火箭技术方案。目前，国家已正式批准重型运载火箭第一研制阶段（即关键技术攻关及方案深化论证阶段）立项研制，自2015年起利用4至5年时间，开展关键技术攻关工作，集中突破一大批核心瓶颈技术。

重型运载火箭是近地轨道运载能力达百吨级的一型火箭，研制成功后，将进一步增强我国进入空间能力，满足未来较长时期深空探测、载人月球探测等国家重大科技活动任务需求。

近年来，美国、俄罗斯等世界航天强国均把发展先进的航天运载技术确立为国家的重要战略，纷纷制定和出台了多项推动空间技术发展的航天政策和规划。美国重型运载火箭“太空发射系统”已转入详细设计和制造阶段，俄罗斯计划在2030年前研制出重型运载火箭并实现载人登月。

专家指出，我国运载火箭事业虽然取得了举世瞩目的成就，但与世界航天强国相比，还存在不小的差距。运载火箭型谱需要不断完善，火箭发动机、大直径箭体结构等关键技术基础需要不断夯实，降低成本、提高竞争力的研制新模式有待逐步建立。

H 焦点科普

世界上
还有哪些“大火箭”

长五火箭被许多业内人士称为“大火箭”，国外还有哪些“伙伴”？据了解，与长五处于同级别的世界主力大型火箭主要有以下几种：

▶ 阿丽亚娜5型火箭——

欧洲生产的大推力运载火箭，于1996年首次试验发射，1999年正式投入商业发射。火箭长50.5米，直径5.4米，可将10吨载荷送至地球同步转移轨道，近地轨道运载能力可达20吨。

进入新世纪以来，阿丽亚娜5型火箭因为运载量更大、结构更简单、推力大等优势，迅速取代阿丽亚娜4型火箭，成为欧洲航天发射领域当之无愧的主角。目前，欧洲航天局已开始着手研发阿丽亚娜6型火箭，将更加注重实用性、经济性。

▶ 安加拉5型火箭——

俄罗斯的大型运载火箭，于2014年首次发射成功。火箭长55米，最大总重750吨以上，近地轨道运力近25吨，地球同步转移轨道运力最大可达7吨以上。

“安加拉”是苏联解体后俄罗斯研制的第一个运载火箭系列，自1994年起由赫鲁尼切夫国家航天研究和生产中心负责研制。它包括多个级别的型号，可将2吨到40吨的有效载荷送入近地轨道。

▶ 宇宙神5型火箭——

由美国联合发射联盟公司生产，是美国军方航天发射采用的主要火箭之一，可实施相对小质量载荷的近地轨道与地球同步转移轨道级别发射任务，其地球同步转移轨道运力为8.9吨，近地轨道运力为18.85吨。

近两年，宇宙神5型火箭完成了商业货运飞船“天鹅座”、美国首个小行星采样探测器“奥西里斯-REX”等的发射任务。不过，由于宇宙神5型火箭所用发动机为俄罗斯生产，其使用越来越受到来自美国国会等方面的压力。

▶ 德尔塔4型火箭——

本世纪初美国低成本火箭研究计划的第一个产物，是具有11吨至25吨近地轨道运力的中型大推力火箭。这种火箭能够水平加工和装配，在推出后，因成本低廉、性能可靠而一炮走红。

它是一种两级推进火箭，第一级采用“RS-68”火箭发动机作为主发动机，使用液氢和液氧作为推进燃料，并采用两个固体捆绑火箭来增加推力。火箭二级则沿用了德尔塔3型火箭的“RL10B-2”发动机。

此外，据华盛顿智囊机构全球安全网站的高级技术暨空间政策分析师查尔斯·维克介绍，美国商业航天部门目前还在研制“火神”“猎鹰重型”以及“新格林”号大推力火箭，预计它们都有相当于或者超出德尔塔4型火箭的运载能力。

记者刘石磊 林小春

（据新华社北京11月3日电）



处于转场过程中的长征五号运载火箭。 本报记者 宋国强 通讯员 刘远航 摄

“大火箭”“胖五”“冰箭”“绿色火箭”…… 长征五号外号是怎么来的？

■ 本报记者 况昌勋

长征五号运载火箭“眉目”间全是中国元素：耀眼的中国红和醒目的航天蓝，昭示着这是中国人自己的“大火箭”。

“和以往火箭相比，长征五号运载火箭是一枚全新研制的火箭，核心技术具有完全自主知识产权。”航天科技集团一院院长王永志说：“长征五号的直径比现役火箭多出近一半，它的芯级直径达5米，助推器直径达3.35米，而我国现役火箭芯级直径为3.35米，助推器直径为2.25米。长五火箭高约57米，起飞重量约870吨，起飞推力约1060吨。”

“大体格”的长征五号有12颗“大心脏”。充足的燃料，强劲的动力，让长征五号的运载能力一跃达到国际一流

“大火箭” 体格大、力气大、难度大

那为什么长征五号被称为“大火箭”？专家介绍，长五火箭有三“大”——体格大、力气大、难度大，因而被称为“大火箭”。

“大火箭”之大，首先体现在外观看上。国防科工局航天系统司副司长赵坚说：“长征五号的直径比现役火箭多出近一半，它的芯级直径达5米，助推器直径达3.35米，而我国现役火箭芯级直径为3.35米，助推器直径为2.25米。长五火箭高约57米，起飞重量约870吨，起飞推力约1060吨。”

“大体格”的长征五号有12颗“大心脏”。充足的燃料，强劲的动力，让长征五号的运载能力一跃达到国际一流

水平。娄亮介绍，长五系列运载火箭近地轨道运载能力25吨级，地球同步转移轨道运载能力14吨级，地月转移轨道运载能力8吨级，与现役长征三号乙运载火箭相比，运载能力提升2.5倍。

赵坚说，长征五号运载火箭共计突破大直径箭体结构、大型低温捆绑火箭耦合振动抑制等12大类247项新技术，累计开展7000余次、1000余项地面试验，火箭动力系统试车、模态试验、助推器分离、整流罩分离、发射场合练等多项大型地面试验，创下了我国液体运载火箭研制规模之最。

“胖五” “腰围”达到5米

长征五号的颜值颇高，被航天爱好者们称为既有力量又有颜值的火箭“男

神”。细心的人可能会发现，长征五号是个“尖脑袋”，4个助推器也都是“斜头锥”，就像孩子一样依偎在芯一级的身旁，“看上去更帅”。据介绍，“尖脑袋”和“斜头锥”可以减小空气阻力。这样，长五火箭飞起来会更省劲儿。

帅气的长征五号，还有一个昵称叫“胖五”。“长征五号在长征家族里身高不是最高，但是‘腰围’最大，达到了5米，比现役火箭多出近一半。”文昌航天发射场副总工程师胡旭东说，在文昌航天发射场建成之前，中国火箭受限于铁轨的间距，火箭直径最大为3.35米，为“瘦高”型。

“冰箭” “肚子”里装了深低温燃料

“长征五号也称‘冰箭’，因为火箭

“肚子”里装了满满的深低温液氢液氧燃料，其中液氢温度达零下253摄氏度、液氧达零下183摄氏度，几乎达到了温度的极限。”航天科技集团公司六院副院长李斌说。

李斌介绍：“长征五号采用液氢、液氧作为推进剂，燃烧产物为洁净度达99.99%的纯净水，具有绿色、环保、零碳排放等优点，是世界上排放种类最少、最绿色环保的发动机，因此长征五号运载火箭也被称为‘绿色火箭’。”

虽然，长征五号火箭体内90%以上都是这种深低温燃料，但火箭并不冷，它的外表面温度依然可以一直保持在0摄氏度以上，这是因为火箭的贮箱外都穿着一层“防寒服”，让火箭内部的仪器、设备、电缆等正常工作。

（本报文城11月3日电）