

# 长五问天

## 中国最大推力新一代运载火箭 长征五号 文昌首飞成功

大块头有大智慧

# 解码长征五号大火箭

11月3日晚8时43分，中国文昌航天发射场，距离海边约800米的发射平台上，长征五号运载火箭点火升空。这是我国新一代大型运载火箭长征五号的首次飞行任务，也是长征家族系列运载火箭的第238次发射。随着人类对于宇宙空间的不断探索，世界主要航天强国纷纷推出新一代大型火箭。中国现有运载火箭长征家族原有成员在面对未来载人空间站、探月、探火等一系列重大工程任务，有些心有余而力不足。长征家族迫切需要引入一位“大块头”成员扛起重担。被亲切地称为“胖五”的长征五号火箭应运而生，成为我国起飞质量最大、起飞推力最大、箭体结构最大、运载能力最大的运载火箭。这一次发射，对于“胖五”来说，有太多的创新和纪录需要被铭记。

(据新华社海南文昌11月3日电)

### 从13.5吨到25吨 一次能力的飞跃

2016年6月25日，长征七号火箭发射升空，以13.5吨近地轨道运载能力成为我国火箭运载能力之最。

4个月后，“胖五”问世，其近地轨道运载能力更是达到25吨。

国际上一般认定，近地轨道10吨量级为中型火箭，超过20吨叫做大型火箭。“胖五”成为了我国现在唯一的大型火箭。“这标志着中国进入了大火箭俱乐部。”李东说，“这个能力使未来发展有了更广阔的空间。”

“以前，中国运载火箭只有2吨运载能力时，还不能承担载人航天的工作。把一个航天员送上天，也得要一个七、八吨级的飞船，否则航天员的生活保障不了。中国现在有了七、八吨运载能力的火箭，才有了载人航天。同样中国现在有了长征五号，才能实施空间站计划，因为空间站要长期有人照料，在天上长时间生活，规模肯定很大。”李东打了个比喻，“这就像家里人口多了，一个小房子住不下。”

目前，我国长征三号甲火箭能将1吨多的载荷送入地火转移轨道，而“胖五”的运载能力达5吨到6吨。“1吨的载荷和五六吨相比，所

能做的事情肯定是不一样的。”李东说，下一步进行火星探测，“胖五”大约能将一个5吨量级的探测器送到火星上。这个探测器就不再是简单围绕地球转了，而是要带一个火星车，直接落下去，在火星表面巡视。“火箭能力的反应，不仅是说火箭能飞到哪里去，而是取决于到哪个位置能带的载荷重量。长五带的载荷多了，能做的事也多了。”

当然，大火箭离不开大推力。“胖五”全箭起飞时总推力达1060吨，主要来自8台120吨液氧煤油发动机。120吨液氧煤油发动机的威力到底有多大？专家打了个形象的比喻，120吨液氧煤油发动机产生的最高压强达500个大气压，相当于把上海黄浦江的水打到5000米高度的青藏高原。

熟悉航天的人知道，我国现役常规火箭发动机采用有毒的常温推进剂。推进剂无毒化是国家航天技术发展的趋势。“胖五”采用的液氧和煤油燃烧后产生的二氧化碳和水，不会对环境造成任何污染，而且成本仅为常规推进剂的十分之一。

### 从载人航天到登月探火 中国迈向深空的一大步

从“神五”到“神十一”，我国长征二号F火箭把11名航天员送入太空，也把中国一步步推向航天大国。

这一次，“胖五”肩负的使命是推动我国向航天强国迈进。

“长征五号大幅度提升了中国人自主、自由进入空间的能力。”李东说，一切空间活动的前提是建造火箭。正如发展海洋事业一样，造不了船，一切都免谈。“造一个小帆船和一艘万吨巨轮是截然不同的。”

“长征五号带动了整个中国新一代运载火箭技术的发展。”李东说，长征七号、长征六号都是以“胖

五”的核心技术衍生出来的，长征八号也正在研制中。通过“胖五”的研制，我国运载火箭的基础水平能力得到了提升。

“长征五号培养出一批年轻的火箭研制队伍。”李东说，通过新一代运载火箭的研制、历练，我国新一代航天人才也成长起来。而这是中国航天最大的财富。

李东说，航天强国与航天大国的区别在于，强国要建空间站、登月、探测火星。而这些大事需要大火箭，有了大火箭，才有了基础。

“长征五号是中国从航天大国向航天强国迈进的标志。”李东说。

整流罩  
壳体“蒙皮”

最薄**0.3**毫米  
主要材料为铝合金

国际上一般认定，近地轨道10吨量级为中型火箭，超过20吨叫做大型火箭。“胖五”成为了我国现在唯一的大型火箭。

起飞重量  
约**878**吨

YF-77  
氢氧发动机

单台推力**50**吨

助推器直径**3.35**米

箭体直径**5**米

火箭总长

约**57**米  
约**20**层楼高

贮箱内  
深低温液氢  
液氧燃料  
温度

液氢**-253℃**  
液氧**-183℃**

起飞推力  
超**1000**吨

YF-100  
液氧煤油发动机

单台推力**120**吨

### 从3.35米到5米 一次华丽的蜕变

“胖五”长啥样？先从数据上看：身长57米，芯极直径5米，捆绑4个3.35米直径助推器，起飞重量约为870吨，运载能力达到近地轨道25吨，地球同步轨道14吨，地月轨道8吨。

“胖五”以其5米的箭体直径突破了传统3.35米直径的限制，成为我国箭体直径最大的火箭。

从3.35米到5米，不只是简单的数字变化。

“30年前启动论证，20年前开始预研，10年前开始立项研制。”航天科技集团一院长征五号火箭总设计师李东说，我国火箭都是以3.35米直径为基础发展起来的，目前运载能力已用到极致，想向前发展，就需要直径上的突破。1.65米的直径改变意味着整个火箭制造工业体系都要变，包括材料、制作工艺、工装、动力、加工、厂房等，也意味着国家工业基础要跟得上。“技术跨度太大，新技术比例几乎达到100%。”

因为“胖五”直径太大，传统的火车运输已经无法完成，只能通过海运。与之匹配的沿海天津新一代运载火箭制造基地和中国文昌航天发射场都为此而新建。

李东说，研制“胖五”最早的目标是大运载能力。同样长度的火箭，直径越大可以装载更多的飞行器。

### “胖五”的未来任务

下一步

“胖五”将承担嫦娥工程的第三步任务，将探测器送入地月轨道上，对月球的土壤和岩石采样后，在月面起飞再飞回来，把公斤级的标本带回地球。

再下一步

“胖五”将承担空间站舱段任务的发射，成为建造空间站的主力。

然后

“胖五”将承担火星探测任务，将4.5吨级大的火星探测器送到距地球5000万公里火星上……

制图/杨薇

## 细数长征五号助推器技术创新

撑得住 点得着 分得开

11月3日晚间，4个直径3.35米的助推器，稳稳托举起直径5米的长征五号，直冲云霄。作为我国首个采用助推器支撑的捆绑火箭，长征五号的4个助推器是目前国内最大的低温液体助推器，为全箭提供竖立状态支撑和助推飞行阶段90%的推力及姿态控制，是长征五号起飞的主要动力之源。“撑得住、点得着、分得开”，这是2006年10月中国航天科技集团公司上海航天技术研究院立项时，对长征五号的4个助推器提出的三大要求。

### 4个助推器“五脏俱全” 突破14项重大关键技术攻关

为实现这三大要求，除控制系统外，长征五号的4个助推器需“五脏俱全”，相当于一枚单级运载火箭。研制规模与难度，非同一般。

在长达10年的研制历程中，上海航天技术研究院先后突破了低温POGO分析和抑制技术、偏置集中力设计分析与试验技术、氮加温增压技术、尾部防热技术等14项重大关键技术攻关。

### 为头锥量身定制专属 “梁式”承载偏置集中力构型

为满足“撑得住”的高要求，助推器采用了斜头锥和前捆绑主传力结构。在飞行过程中，助推发动机产生的推力，通过头锥上的前捆绑点传递给芯级，在头锥不足0.1平方米前捆绑点处，需要承受300多吨的偏置集中力载荷。

为此，研制团队专门为头锥“量身定制”了一款专属的“梁式”承载偏置集中力构型。

### 采用全新液氧箱 大流量氮气加温增压方案

增压输送系统是连接推进剂贮箱与发动机的纽带。助推器上每个120吨大推力液氧煤油发动机，其产生的最高压强达500个大气压。针对长征五号个头大、动力强、发动机入口压力高等要求，研制团队采用了全新的液氧箱大流量氮气加温增压方案。

同时，为保证火箭的推力，还采用了多项新技术。

### 针对海南文昌发射场 气候特点设计

针对海南文昌发射场的气候特点，研制团队对箭体各舱段对接面、舱段开口处、连接开口处等进行密封处理，对电连接器等进行了48小时浸泡试验，确保万无一失。

在长征五号助推器的研制过程中，研制团队还全面引入了数字化模式，率先开展以数字样机为核心的全型号数字研发。（据新华社上海11月3日电）



工作人员在火箭总装现场(10月27日摄)。

新华社发

撑得住

指长征五号加注完成后，**4个**助推器要承担全箭**860多**吨的重量。同时，每个助推器安装**2台120吨**液氧煤油发动机，起飞段也主要依靠助推器**8台**液氧煤油发动机的推力。

点得着

指助推器的增压输送系统，能够创造满足液氧煤油发动机点火的条件，并在飞行中提供稳定的推力。

分得开

指助推器推进剂耗尽后，芯级与助推器之间的前后捆绑连接结构，能够可靠解锁，实现助推器与芯级的安全分离。