

网站地图 (<http://www.imech.cas.cn/serv/wzdt/>) |

联系我们 ([http://www.imech.cas.cn/serv/lxfs/201212/t20121205\\_3698646.html](http://www.imech.cas.cn/serv/lxfs/201212/t20121205_3698646.html)) |

所内网 (<http://www.imech.cas.cn/serv/szxx/>) | 所内网 (<https://ioa.imech.ac.cn>) |



<http://english.imech.cas.cn/> 中国科学院 <http://www.cas.cn/>

Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences

(<http://www.imech.cas.cn/>)

Search



当前位置：首页 (../..../..../) >> 科学传播 (../..../..../) >> 力学园地 (../..../) >> 科普花园 (../..../)

# 【科普花园】《新世纪飞天梦》连载（11）火箭是实现飞天梦的推手（之四）

2022-06-02 14:57

【放大 缩小】

**编者按：**《新世纪飞天梦》是中国科学院力学研究所的王柏懿和林烈两位研究员撰写的一部科普小书。它图文并茂，以通俗的语言、严谨的分析和详实的史实，展示了人类不懈追求升空飞天的艰辛历程，说明了各类航天飞行器的基本原理和主要功能，还介绍了航天大师钱学森。承蒙作者的盛意，他们同意以网络书的形式在本网站上发表全书内容。该书主要是为小学高年级和初中的学生们编写的，有些较为专深的相关知识则采用“小贴士”“知识链接”和“你知道吗？”等框图形式在文中给出。

## 火箭是实现飞天梦的推手（之四）

王柏懿

### 3.4 现在火箭专家们在忙活啥事儿

小朋友们，你们真想知道吗？那咱们就来看看现在火箭专家们在忙着做什么。

首先，大家在努力研制大推力火箭。例如，美国为了载人登陆火星，在建造名为“太空发射系统（SLS）”的一种重型火箭。它有载人和货运两个版本。就它的近地轨道运载能力来说，载人版为70吨，货运版为130吨。SLS设计理念是尽量使用成熟技术，其中芯级发动机都是氢氧发动机，一级捆绑2台固体火箭助推器。

又如，中国为了载人登陆月球，在研制重型运载火箭“长征九号”。它是三级半结构，第一级捆绑4台助推器，三个芯级和4个助推器全部使用液体火箭发动机，近地轨道运载能力将达到140吨，目标是在2028年到2030年前后首飞。“重九”的设计理念是发展新技术，这里涉及的关键技术有10米级大直径箭体结构的设计、制造和试

验, 480吨大推力的液氧煤油发动机, 220吨大推力的氢氧发动机等。也许, 有的小朋友将来会参加“重九”的建造或发射工作呢!

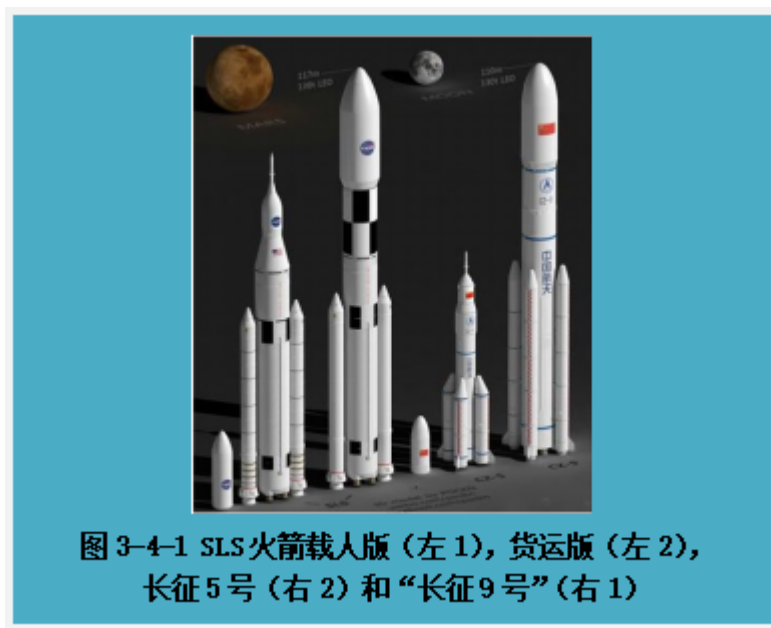


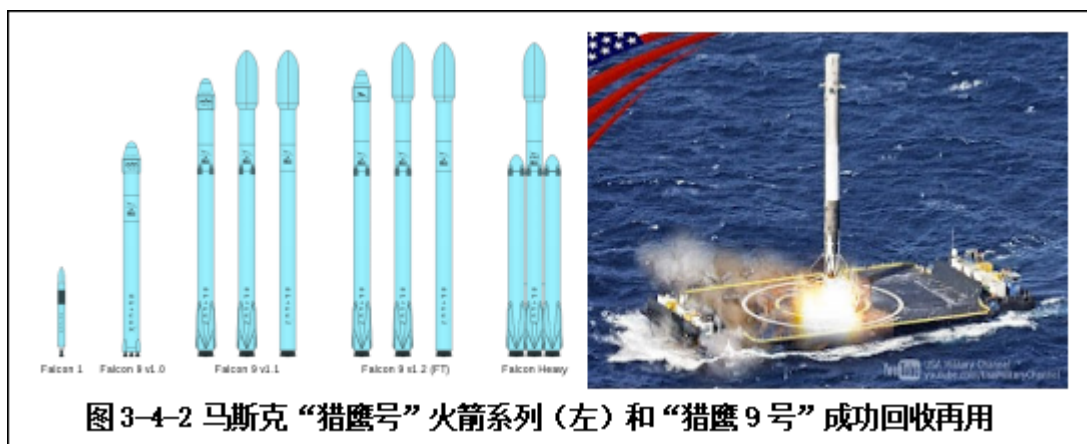
图 3-4-1 SLS火箭载人版(左1), 货运版(左2),  
长征5号(右2)和“长征9号”(右1)

对于这类常规的化学火箭, 不少人并不满足现有的成绩和水平, 不满足只是像往常一样重复地建造一枚枚火箭, 而是期望对这些火箭做一些创新性改进。例如, 现在一些火箭专家正在努力做的一件活儿就是: 实现火箭的可重复使用, 特别是从地面起飞的第一级。到目前为止, 所有国家的火箭都是只发射一次就废弃不用了, 因为回收再用很困难。但是, 这样带来的问题, 就是发射费用非常昂贵。例如, 根据2012年的数据, 美国火箭商业发射的平均报价为每次4.35亿美元。这样, 想要实现月球旅游或者火星登陆、移民, 简直是无法实现的白日梦了!

这两年, 美国冒出了一位叫埃隆·马斯克的年轻人, 他在2002年成立了一个“太空探索技术公司”, 发誓要把航天飞行的成本降到现在的十分之一左右。或者说, 火箭每次发射的费用要降低到6000万美元以下。他有哪些办法呢? 这些办法包括: 采用二级火箭结构设计方案, 采用更为廉价的推进剂燃料, 采用高强度、低密度的箭体材料, 实现80%的部件可重复使用。的确, 据专家们说, 火箭推进剂的费用只是总费用的百分之几, 主要的费用是花在那些发动机上。只用一次, 就把这些昂贵的发动机扔掉, 真是太可惜而且太浪费了!

于是, 马斯克花了很大的力气来进行第一级火箭可回收的研究。经过了多次失败以后, 终于在2017年3月, 他的“猎鹰9号”(英文名字为Falcon 9)在把一颗通信卫星成功送入同步转移轨道后成功实现了火箭第一级的海上回收。而这次发射最大的看点不仅仅在于此处, 而是这枚“猎鹰9号”火箭的第一级已经飞过一回了, 它曾于2016年4月8日把货运“龙”飞船发射升空后成功地着陆在大西洋的一艘驳船上, 这次可是在检修之后又重新披挂上阵的。这样, 马斯克实现了人类历史上运载火箭第一级的首次重复使用。

当然, 他的最终目标是火箭能重复使用10次, 甚至100次。马斯克在这次发射及回收成功后表示: “如果我们可以进行再次回收, 那么我们也可以进行多次回收。我们终于达到了历史上这个里程碑式的时刻。已经没有言语能形容我激动的心情, 现在已经证明了: 我们一切都能做!” 是的, 小朋友们只要能像“科技狂人”马斯克那样, 敢于想、肯于做, 一切都可以实现的。



那么，现在火箭专家还在努力做什么事情呢？他们在试验研发性能更好的上面级火箭。这里所说的“上面级”，是指多级火箭的最上面那一级火箭，这里还泛指用于变轨、姿控等的小火箭。它们常常是采用各种非化学火箭，例如电火箭、太阳能火箭、原子能火箭等。

### 小贴士

“碱金属”是指在元素周期表中第IA族的六个金属元素：锂、钠、钾、铷、铯、钫。它们是典型的轻金属，质地软，导电、导热性能非常好，熔点和沸点都比较低。

现在，咱们就从“电火箭”讲起吧！从名字上看，小朋友就可以猜到电火箭是依靠电能加速工作介质形成高速射流而产生推力的火箭发动机，不错哟！当然，这里面有电热式、静电式和电磁式等不同工作原理，它们分别是利用电能生成的热量、电场或电磁场来加热工质。其中的细节，咱们就不在这里具体说明了。但要知道的是，它的电能一般是由太阳能、核能或化学能转换而来，工质常用氢、氮、氩、汞或碱金属（铯、铷、锂等）的蒸气。电火箭发动机比冲高、寿命长（可起动上万次，累计工作上万小时），但推力小，不可能从地面发射任何有效载荷，但适用于航天器的姿态控制、位置保持和星际航行等。特别是，现在许多航天器都安装有太阳能帆板，可以把太阳能转换成电能，然后再去驱动电火箭，人们常常把这类火箭叫做“太阳能电火箭”。电火箭目前已经应用在一些太空探测器上，如美国的“深空1号”、“朱诺号”以及欧洲的“智能1号”等。正在研究的一种先进的电磁火箭发动机叫VASIMR等离子火箭，要将工质加热到摄氏100万度，可望在39天内把载人飞船送到火星。

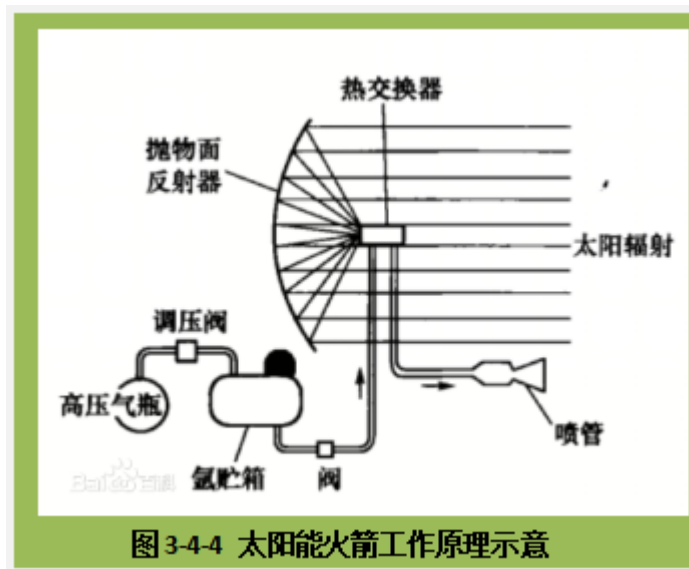
### 知识链接

“比冲”是单位质量的推进剂产生的冲量（动量的改变）；或者说，单位质量流量的推进剂产生的推力。它是衡量火箭发动机效率的一个重要物理参数。比冲越高，火箭的效率越好，即所产生的喷气速度越大，这表示可以用相同质量的燃料产生更多的动量。



下面,要和小朋友们谈谈“太阳能火箭”。你们一下子就可以想到:太空里的太阳能是一种用之不竭的免费能源,干嘛不利用呢?是啊,前面说到的太阳能电火箭就是利用了太阳能,但要注意的是:它不是直接利用太阳能,而是把太阳能变成电能再来加速工质的。所以,两种火箭的名字只差一个“电”字,但它们工作原理是完全不一样的。

你们马上就会想到:怎么收集太阳光啊?怎么直接利用所收集到的太阳能呢?当然它不是用太阳能电池帆板了,而是用一个抛物面反射镜。这个反射镜可以把太阳光聚焦在热交换器上,于是太阳能就转换成热能,当工质液氢从热交换器通过时受热就变成高温高压气体,然后从喷管中喷射出去,这样便获得了推力。当然,火箭专家在设计时为了提高效率,就搞了一个太阳能聚集器。太阳能聚集器由两个柔性抛物面形状的镀膜聚光镜组成,一个是镀透明薄膜,作聚光透镜;另一个是镀铝膜,作聚光反射镜,它们把太阳光汇聚到热交换器上。后面的过程就和采用一个反射镜的情况是一样的了。当然,双镜结构比单镜结构复杂得多,需要非常仔细地设计。美国曾试飞过第三个第三级采用这种太阳能加热的火箭。



接着,咱们来看“原子能火箭”吧!当然喽,这是使用核能的一种火箭发动机,核能可以由核反应或放射性物质衰变来产生。和太阳能火箭的情况类似,原子能火箭也区分为两种,把原子能转换为电能再利用的,叫做“原子能电火箭”。目前不少深空航天器上携带有放射性同位素电池,就是这种情况。另一种情况是直接利用核反应释放出的能量。

此时的原子能火箭就好像一座小小的核电站，或者是利用核裂变，或者是利用核聚变。如何让核能变成推动飞船前进的动力呢？这里有两种办法：一是利用核反应堆的热能；二是利用来自反应堆的高能粒子。最早提出的是一种“核热火箭”的设想，就是使用核反应堆来加热流体质（例如，液氢），受热膨胀的气体经喷管射出从而产生推力。

这种原子能火箭比化学火箭有许多优点：核反应产生的能量是化学燃烧产生的能量的100万倍而且可以获得更高的温度，所以核火箭不但性能好，而且所需携带的推进剂要比化学火箭少得多。美国从1955年就开始了一系列有关原子能火箭的研究计划，包括“开发计划（Rover）”、“研制计划（NERVA）”等等项目，进行过NERVA火箭的热试车。苏联也成功研制了RD-0410核热火箭发动机。但它们都没有真正装载在火箭上实际使用，因为如何防护核辐射的问题还需要认真研究。所以，火箭专家不但要研究核反应堆小型化的难题，还要研究航天员不受核辐射伤害的问题。还有，目前在地面上的核聚变反应堆还没有实现，所以“上天型”的核火箭还只能限于核裂变方式。

### 你知道吗？

“放射性衰变”是指不稳定原子核自发地放射出射线而转变为另一种原子核的过程。

“核裂变”是指由重的原子核（如铀核），分裂成两个或多个质量较小的原子核的核反应。

“核聚变”指由质量较小的原子（如氘），聚合生成质量更重的原子（如氦）的核反应。

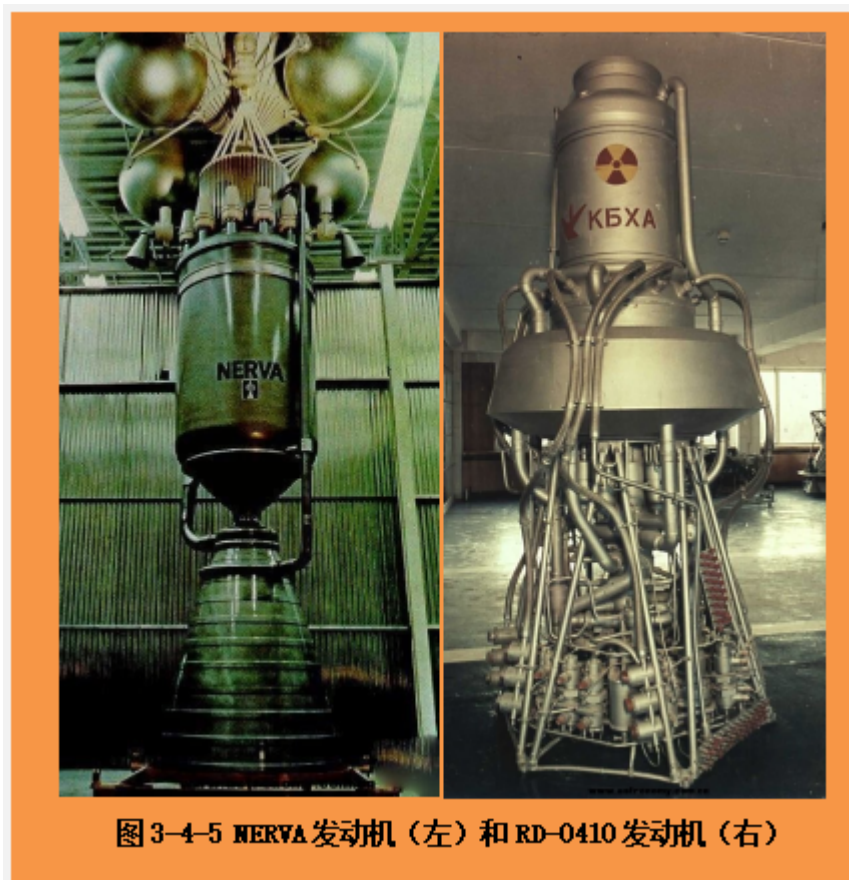


图3-4-5 NERVA 发动机(左)和 RD-0410 发动机(右)

不过,近年来美俄两国在核火箭方面都有一些新动作。2003年,美国宣布开始考虑研制核动力火星飞船,打算利用常规化学火箭把它送入800千米以上的轨道,再起动固体堆芯式核裂变发动机,飞往火星。当然,俄罗斯也不甘示弱,一家俄罗斯原子能公司在2016年宣布要打造原子能火箭发动机,将使飞船能够在6周的时间里抵达火星,他们预期将在2018年对这台原型发动机进行测试。全世界的航天界都在拭目以待!

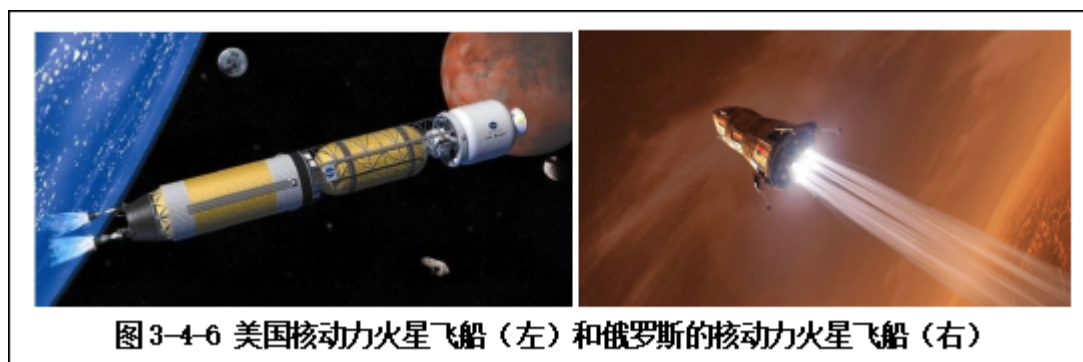


图3-4-6 美国核动力火星飞船(左)和俄罗斯核动力火星飞船(右)

对于原子能火箭,这里还可以讲个小故事。1955年,美国国防部高级研究计划署开始了一个项目,代号为“猎户座计划”。它所研究的方案,在咱们普通人听起来好可怕啊!它的基本想法就是:在火箭的尾巴处不时地扔出一个原子弹来,利用原子弹爆炸的能量来推动火箭前进,可望使飞船速度达到光速的10%。为了避免原子弹爆炸对环境的污染,在飞船的四周布置了常规化学火箭,等飞船进入太空后再爆炸原子弹。由于原子弹是一个个依次爆炸,所以这种飞船就像个水母似一蹦一蹦地行进向前。如果采用“猎户座”运送大型载人飞船,可望在125天内到达火星,在3年内到达土星。但是,1963年,《禁止在大气层和外层空间进行核试验条约》签署了,“猎户座”计划研究不得不在1965年终止。



图 3-4-7 美国“猎户座”核火箭

这个故事告诉我们，科学不会拒绝奇思怪想的。即使有些想法失败了，但也会留下不少的教训和启迪。近来，有一些科学家在研究脉冲爆轰火箭发动机，尽管这里仍是采用化学推进剂，但是“脉冲”和“爆轰”的思想可以说是借鉴了猎户座核火箭的设计理念。

(未完待续)



## 目录

- 1、悠悠飞天梦  
(作者: 林烈)
- 2、升空飞天是人类不断的追求  
(作者: 王柏懿)
- 3、火箭是实现飞天梦的推手  
(作者: 王柏懿)
- 4、为什么要建造空间站  
(作者: 王柏懿)
- 5、航天员实现了人类飞出地球的夙愿  
(作者: 王柏懿)
- 6、飞天征程上的第一站——飞往月球  
(作者: 王柏懿, 林烈)
- 7、飞天征程上的第二站——飞往火星  
(作者: 林烈)
- 8、放飞梦想, 奔向深空  
(作者: 林烈)
- 9、爱捣纸飞机的男孩怎样变成了航天大师  
(作者: 王柏懿)



中国科学院 (http://www.cas.cn)  
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

中国科学院力学研究所 版权所有 京ICP备05002803号 京公网安备110402500049

地址：北京市北四环西路15号 邮编：100190

(http://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=081D2D6355AD574EE053022819ACCBA7)

