

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>) |



<https://mail.imech.cas.cn/> | [English \(<http://english.imech.cas.cn/>\)](http://english.imech.cas.cn/)

Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences

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

Search



当前位置：首页 (../..../..../) >> 科学传播 (../..../..../) >> 力学园地 (../..../) >> 释疑解惑 (../..../)

## 【释疑解惑】固体火箭与“力箭一号”首飞成功的意义

2023-04-20 14:05

【放大 缩小】

《力学园地》编辑部：

我们在许多媒体上，读到了“力箭一号”运载火箭成功发射六颗卫星进入太空的消息。最近，它又入选两院院士评选的“2022年中国十大科技进展新闻”。据悉，这是力学研究所主持抓总的一个项目，希望你们能再介绍一些有关固体火箭的知识和“力箭一号”首飞成功的意义。

几个关心航天进展的大学生

2023年1月25日

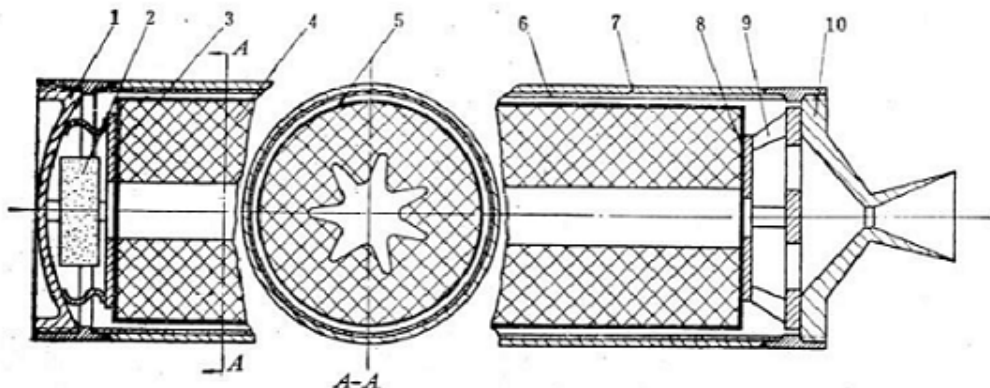
### 固体火箭与“力箭一号”首飞成功的意义

怡心

我国迄今运载能力最大固体运载火箭“力箭一号遥一”在2022年7月27日12时12分，由中国科学院力学研究所抓总、中科宇航公司参与研制的“力箭一号”运载火箭，在酒泉卫星发射中心成功发射。这次发射采用了“一箭六星”的模式，将6颗卫星成功送入了预定轨道。“力箭一号”运载火箭由中国科学院“十四五”重大项目支持，是中国科学院在空天科技领域的又一次创新性尝试。

大家知道，火箭发动机是各类火箭、导弹和航天器最主要的动力装置，它可以将推进剂的化学能转变为动能。这里，推进剂是一类在燃烧时能迅速产生大量高温气体的化学物质。这样产生的高温气体通过拉瓦尔喷管时被加速，高速气体从喷管排出后形成的反向推力便可以推进火箭运动。常用的推进剂主要有固体、液体两种，而

固液混合体也在少量地使用着。其实，固体推进剂和液体推进剂，各有自己的优缺点，没有最好，只有最合适，要看具体需求去选择。按照所使用的推进剂，火箭发动机可以划分为三类：固体火箭发动机，液体火箭发动机，固液火箭发动机。一般而言，固液火箭发动机很少应用，因此下面仅讨论固体火箭发动机和液体火箭发动机（参见图1，2）。它们分别应用于固体火箭和液体火箭里。



### 固体火箭发动机简图（自由装填）

- 1—发动机顶盖；2—点火装置；3—头部弹性支持件；4—药柱；  
5—药柱包覆层；6—隔热层；7—燃烧室壳体；8—药柱包覆层；  
9—挡药板；10—喷管。

图1 固体火箭发动机示意图（图片来源：百度图片）

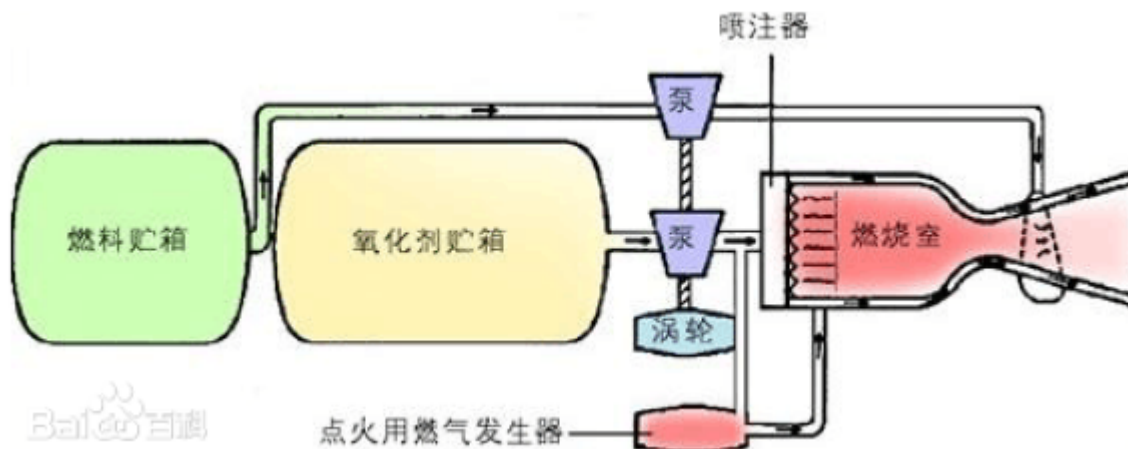


图2 液体火箭发动机示意图（图片来源：百度图片）

可以看到，固体火箭发动机结构较为简单，主要包括燃烧室、喷管、药柱和点火装置等部件；液体火箭发动机结构相对复杂一些，主要包括燃烧室、喷管、推进剂贮箱，动力循环系统（泵、涡轮等）和燃气发生器等部件。一般情况下，液体火箭发动机的比冲较高（“比冲”是衡量火箭发动机性能的重要参数，其定义为：单位质量推进剂所产生的冲量），并且有工作时间较长、能多次重复启动、推力可以调节和能多次使用等特点，多在大型运载火箭以及各种航天器上广泛应用。相比之下，固体火箭发动机的比冲较小、工作时间较短、不能多次重复启动，所以用途受到一定限制，多用于小型火箭、军用导弹等。但是它的药柱易于工业制成，便于存储和运输，

所以安全性比较好，而且寿命很长（存储期长达十年以上）。而液体燃料最多三个月就会变质，一般需要临时灌注。而且高能燃料往往具有腐蚀性或毒性，可能对环境造成污染。近年来，随着中小型载荷发射需求剧增，大量“星等箭”的现实情况需要解决，因此结构简单、发射便捷、价格便宜固体火箭又受到了航天界的关注。

其实，人类最早使用的火箭还真就是固体火箭呢！早在北宋时期，中国就有了“火药箭”，这是现代火箭的雏形。它是用纸糊成筒，把火药装在筒里压实，绑在箭杆上，然后用弓发射出去，同时把火药点着。这样，不仅能发出巨大的声响，还可以利用火药燃气的反作用力将箭矢推进得更快更远。其中采用的火药也是一种固体燃料。此外，我们中国还有一个“万户飞天”的传说故事。说的是元末明初的一位名叫陶广义的万户侯很精于火器，他曾大胆地进行了火箭载人飞行的实验：在一个座椅的下方安装了47个“火箭”（大型爆竹），把自己捆绑在椅子上，然后命令仆人将火箭点燃，陶广义便随着座椅缓缓升起来了！突然间，火药爆炸了，座椅迅速失控并变成了一个大火球，陶广义被炸得尸骨无存。尽管实验失败了，但是国际航天界都承认这是世界最早的载人航天实验探索。现在月球背面有一座环形山叫“万户山”（Wan Hoo），就是国际天文学联合会正式命名的。



图3 “万户飞天”的故事（图片来源：百度图片）



图4 位于月球背面环形山“万户山（Wan Hoo）”（图片来源：百度图片）

当然，目前固体火箭依然是运载火箭家族中的“少数派”，其中原因是面临着多方面的技术难关，包括高性能大直径固体发动机技术、结构轻量化技术、无依托快速发射技术、敏捷测发及故障检测技术，等等。为了抢占新型载荷市场，它必须追求更大的运载能力；为了满足商业发射的需求，它还要有效降低单位载荷的发射成本。当前，国内商业运载火箭运载能力还很低，大概一两百公斤，最多也没超过三百公斤。这导致了性价比很低，一颗卫星的研发成本有时候甚至还抵不上一次发射服务价格的十分之一。“力箭一号”作为我国迄今运载能力最大固体运载火箭，芯级直径为2.65米，500公里太阳同步轨道的运载能力达1500公斤，而且实现了一箭六星发射模式，就能把整个火箭的成本摊薄。相较于常规的每公斤两万美元的综合发射成本，“力箭一号”可以低至每公斤1万美元，因而具有较大的商业价值。

从技术层面讲，“力箭一号”研究团队秉承“创新、创新、再创新”的设计理念，突破了大吨位固体运载器总体优化设计与试验技术、先进动力系统与推力矢量控制技术、集中-分布式现代航天电子技术、低成本箭体结构与分离技术、智慧飞行控制技术、大吨位固体火箭地面使用及热发射技术等多项重大关键技术，从而迈入了世界固体运载火箭领域先进行列，并丰富了中国固体运载火箭发射能力谱系特别是，“力箭一号”运载火箭具有运载能力大、入轨精度高、固有可靠性高、响应速度快、发射效率高、保障要求低、发射成本低、使用灵活便捷、环境适应性好等一系列突出优点，适用于中/小卫星载荷的中/低轨低成本快速组网发射。目前，力箭一号遥二正在整装待发。所以，我们相信，“力箭”作为中小型卫星发射优先选择，可以为我国开展新型空间科学实验形成一个可通用、可扩展、快速响应的试验卫星平台。



图5 采用无依托发射模式的“力箭一号”在起飞前（图片来源：力学研究所）

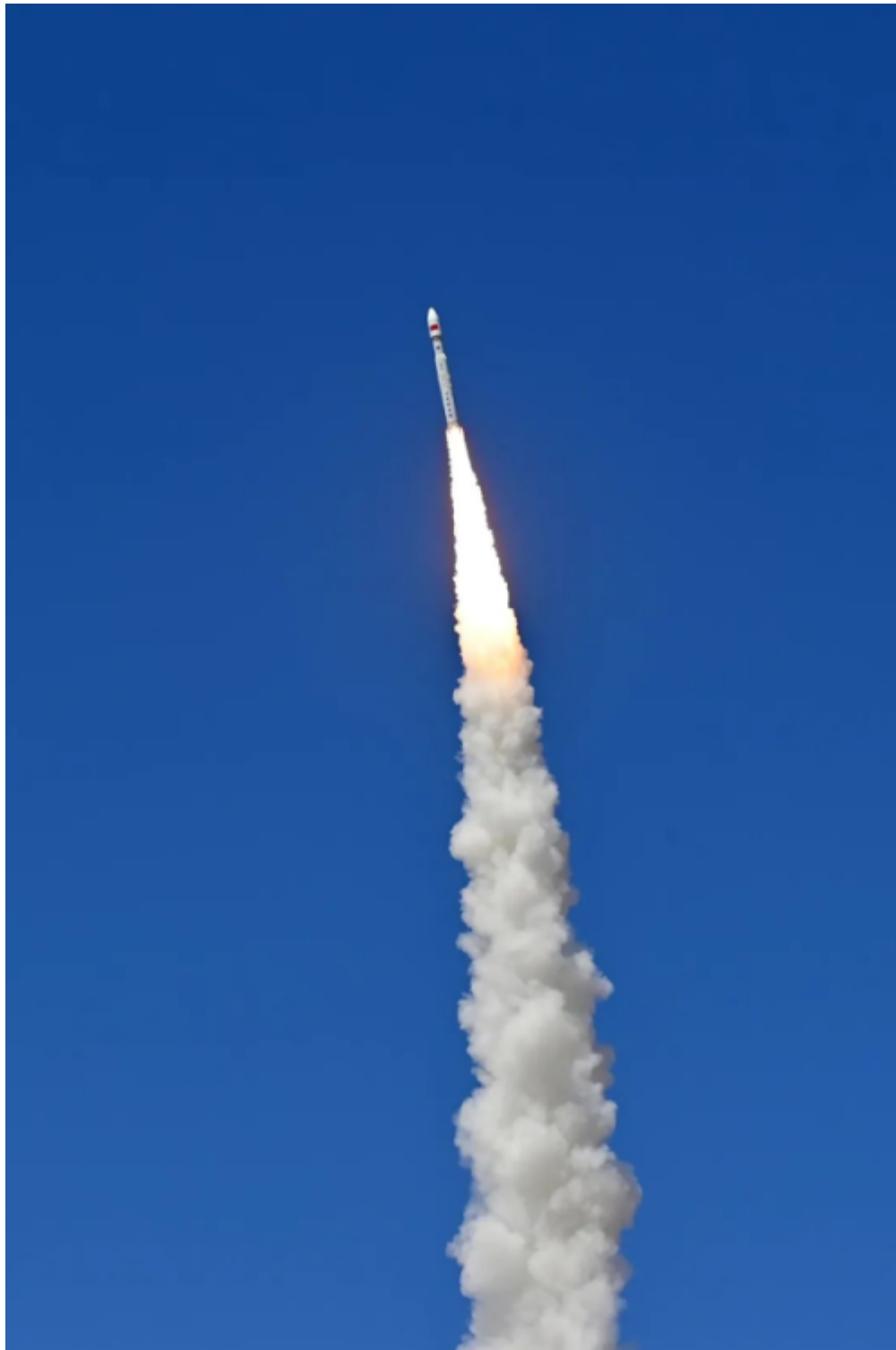


图6 “力箭一号”一飞冲天（图片来源：力学研究所）



中国科学院

CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

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

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>)

