

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) |

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（12）火箭是实现飞天梦的推手（之五）

2022-06-24 17:26

【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（之五）

王柏懿

3.5 超燃冲压发动机也许能替代火箭

火箭的确是人类实现飞天梦的推手，目前把航天器从地面送入太空的任务主要都是靠化学火箭发动机完成的。火箭有许多优点，推力大，加速快，结构和技术相对简单。但是，小朋友们也知道了它还存在着一些“问题”。例如，自身要携带大量的氧化剂，大量的能量都消耗在搬运这些氧化剂身上了，这样就减小了能够送上太空的有效载荷（卫星，飞船等）的重量。真不值得！

哪种发动机自身不带氧化剂呢？工程师们又想起了火箭的表兄弟——航空发动机。咱们日常乘坐的飞机不是只要加上航空汽油等燃料就可以在空中翱翔了吗？它的汽油燃烧产生推力所需要的氧化剂是氧气，可以从进入机头进气道的空气中吸取。

无论是航天器还是航空器，追求更快的飞行速度是永恒的目标。对于飞机而言，一般可以划分为亚声速和超声速两类。这里给大家一个概念：飞机速度达到1066千米/时就突破了“声障”，此时飞行马赫数 $M=1$ 。1947年美国实现了突破了声障的目标。飞行速度超过声速的飞机，就是超声速飞机。目前主要是战斗机在以超声速飞行，民航机仍然是以亚声速飞行。

你们也许听说过，“协和”号飞机，它是英、法两国联合研制的世界首款投入运营的超声速民用客机，1969年首飞成功，能够达到2180千米/时的速度（ $M=2.2$ ），从巴黎飞到纽约只需3.5小时。但是，因2000年的失事造成百余人死亡，它在2003年停飞了。距离“协和”号首飞，50年过去了，超声速民航机依然在试验中。例如，美国博姆公司研制的XB-1民航机，它的飞行马赫数和“协和”号一样，也是 $M=2.2$ ，不过最大乘员数设计为50名。由此可见一斑，超声速飞机的技术具有相当高的难度。



图 3-5-1 “协和”号超声速客机

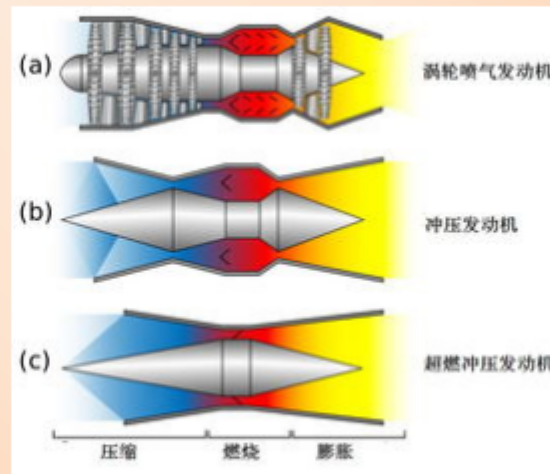


图 3-5-2 研制中的 XB-1 超声速客机

然而，对于航天器而言，飞行速度远远高于航空器。如我们前面提到的高超声速飞行器，它的飞行马赫数 $M \geq 5$ ，这样常规的航空发动机就不能满足要求了。于是，超燃冲压发动机就“出场了！它的全称是超声速燃烧冲压发动机，还有一个简称是超燃发动机。

知识链接

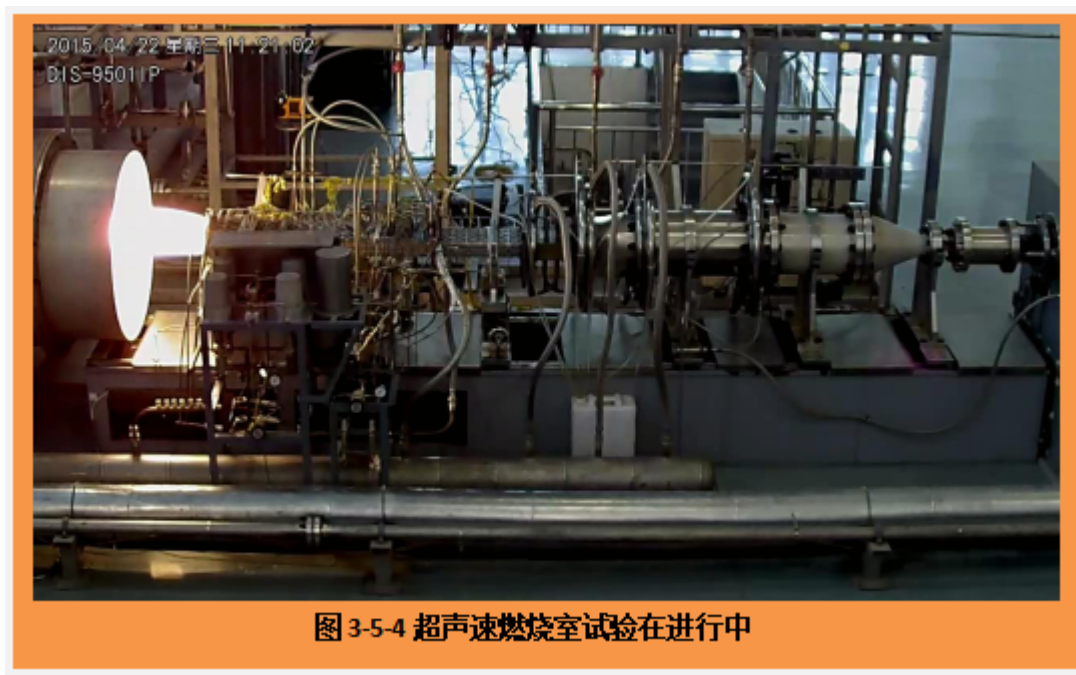
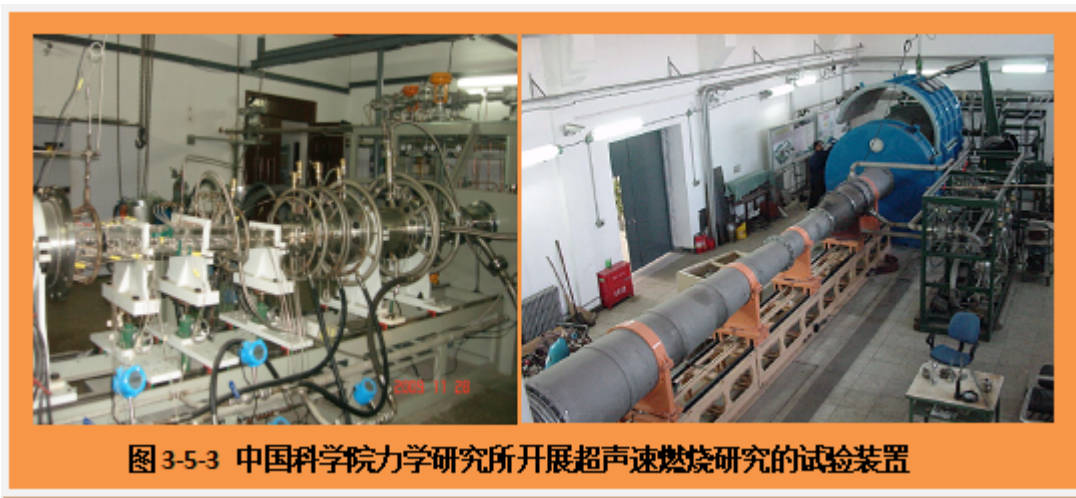
用于高速飞机的航空发动机，依照飞行速度的增加，可采用下述不同类型：(1) 涡轮喷气发动机，由进气道、压气机、燃烧室、涡轮和尾喷管五部分构成；(2) 冲压发动机，由进气道、燃烧室和尾喷管三部分组成；(3) 超燃冲压发动机，也是进气道、燃烧室和尾喷管三部分组成。



它们的工作流程都是“压缩-燃烧-膨胀”并依靠高速排出的燃气产生推力。区别是：
 (1) 压缩来流空气的方式不同。涡轮发动机是通过涡轮带动压气机来完成的，两种冲压发动机都是凭借进气道尺寸减小产生激波使来流空气压缩的。所以它们都没有运动部分。
 (2) 燃烧室中燃料混合燃烧的状态不同，涡轮发动机和冲压发动机都是在亚声速状态下进行的，而超燃冲压发动机则是在超声速状态下进行的。

超燃冲压发动机没有运动部件，可以突破涡轮发动机的速度限制，运行在高超声速条件下。它看起来结构挺简单，但也是块很难啃的“硬骨头”。从上世纪60年代开始，美国花费了60多年时间，三起三落，目前的超燃冲压发动机仍处于研发试验阶段。其主要困难在于，怎样在超声速状态下完成燃料和空气的充分混合和完全燃烧。由于是高超声速飞行，在发动机内气流停留的时间不超过1毫秒（千分之一秒！），在这么短的瞬间，喷注进来的液体燃料要破碎成微滴，要和空气均匀地混合在一起，然后点火烧起来，这就像要在12级台风里点燃一根火柴那样的难啊！其他的困难就不一一叙说了。

所以科学家要借助于各种手段来研究，一种是实验研究，这里给出在中国科学院力学研究所开展超声速燃烧的试验装置；一种是数值分析，就是在大型计算机上进行数值计算。每个方面都是对我们的一种挑战。相信小朋友们一定会看到攻克难关的时刻。



还有一点有意思的事情要告诉小朋友们，超燃冲压发动机不像其他航空发动机那样安装在飞机里面，而是安装高超声速飞行器的“肚皮”下面。而且，由于超燃冲压发动机在飞机静止时不能工作，所以往往要用“组合”式发动机，即带上两种发动机，一个是低速用的涡轮发动机，一个是高速用的超燃冲压发动机。这里不但需要研究两种发动机如何转级的问题，而且需要考虑飞行器和发动机一体化设计的问题。

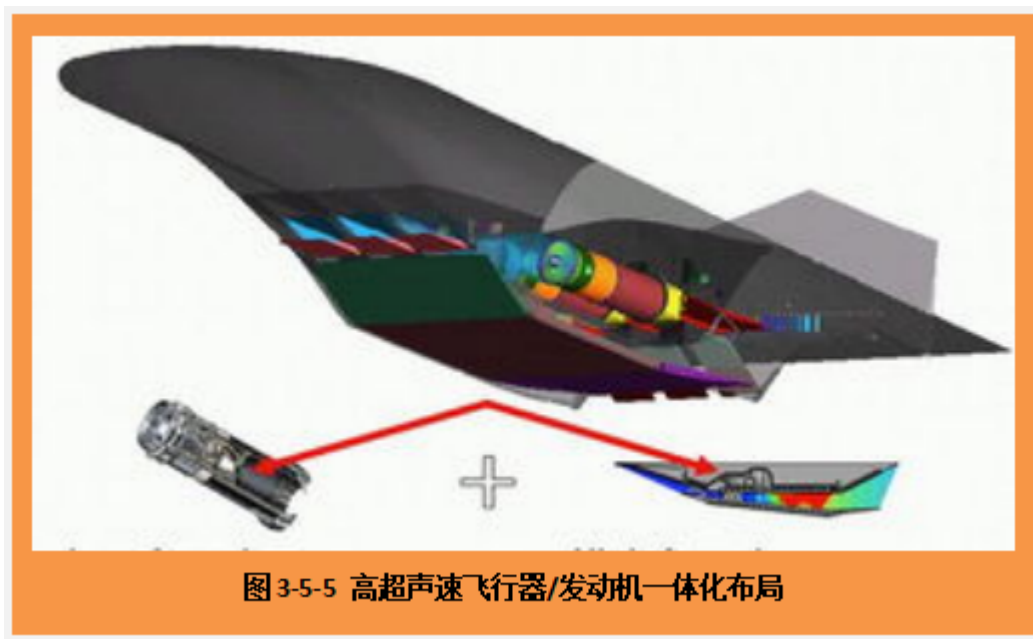


图 3-5-5 高超声速飞行器/发动机一体化布局

尽管研制超燃冲压发动机很困难，但是世界各个航天大国都在不余遗力地研究它。因为它不仅仅为临近空间的高超声速飞行器所必需，而且它也是解决航天器入轨新方案所必需。目前火箭作为航天器的运载方案，一般采用三级入轨，垂直发射，一次性使用。这样航天发射费用就降不下来，当然影响航天事业的发展。马斯克在发展可重复使用的一级火箭，也是一种为了减少发射成本的努力。

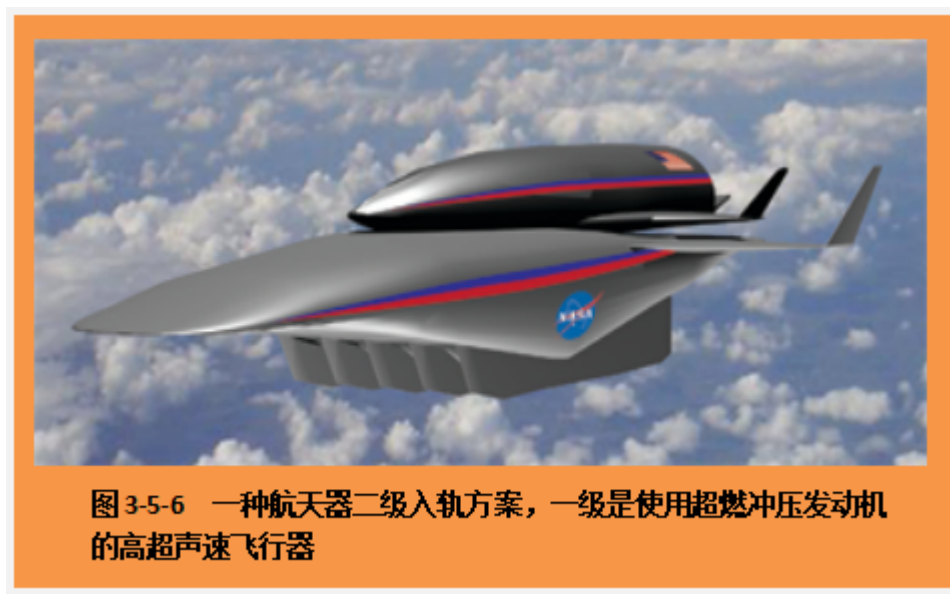


图 3-5-6 一种航天器二级入轨方案，一级是使用超燃冲压发动机的高超声速飞行器

有了超燃冲压发动机，人们就可以实现二级入轨，水平起降，可重复使用，也许就可以替代火箭了。这样，人们要实现飞天梦，又多了一条更快、更省的途径。

(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、爱掷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>)

