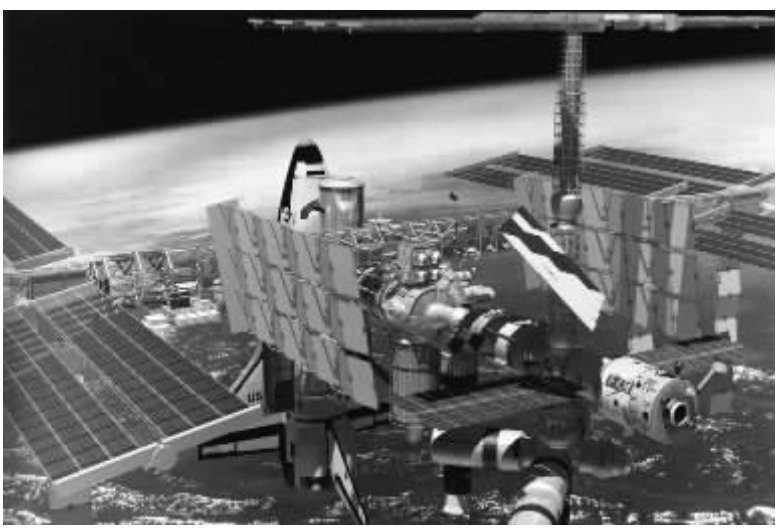
新世纪丛书

航天——人类史上的辉煌篇章

张乐臣　陈泽加　编著



复旦大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.

内容简介

本书向读者介绍人类为发展航天事业所做出的巨大而艰苦的努力，所取得的丰硕成果。全书共分 远章，第一章讲述火箭的研制和发展；第二章回顾空间探索的历史；第三章讲述空间探索的基础科学知识；第四章介绍前苏联（以及俄罗斯）和美国竞争发展航天科技，争夺空间霸权的努力和成就；第五章介绍随着航天事业的发展而与人密切相关的航天医学；第六章介绍空间探索的前景，展望人类开发宇宙的美好未来和面临的主要问题。

本书内容全面，资料准确新颖，语言朴实生动，还有丰富的插图。航天事业爱好者和青少年从书中可以学到航天的基础知识，了解航天科技过去、现在和将来的发展以及对人类和社会所产生的影响。

目　录

第一章　火箭的研制和发展…… 员
第一节　概论…… 员
第二节　火箭的用途…… 圆
一、导弹 …… 圆
二、探空火箭 …… 猿
三、运载火箭 …… 源
四、推力器 …… 源
第三节　火箭的工作原理…… 源
一、作用和反作用 …… 源
二、推力和效率 …… 缘
三、火箭级分离 …… 远
第四节　火箭推进器的类型…… 苑
一、化学火箭 …… 愿
二、核火箭 …… 员猿
三、电火箭 …… 员源
第五节　火箭的飞行 …… 员缘
一、发射 …… 员远
二、稳定性和控制 …… 员愿
第六节　火箭的历史 …… 员怨
一、早期的军用火箭 …… 员怨
二、研制更强大的火箭 …… 圆园
三、冷战时期的火箭 …… 圆猿
四、航天飞机——可以反复使用的“火箭” …… 圆缘
第二章　空间探索的历史 …… 圆苑
第一节　人造卫星发射成功 …… 圆苑
第二节　无人驾驶飞船探索月球 …… 猿园

第三节　科学探索卫星 …… 猿圆
一、地球观察卫星 …… 猿猿
二、天文卫星 …… 猿怨
三、其他用途的卫星 …… 源猿
第四节　行星探索 …… 源远
一、木星 …… 源苑
二、金星 …… 缘员
三、火星 …… 缘缘
四、其他行星 …… 苑苑
五、太阳系其他空间探索 …… 愿猿
第五节　载人空间探索 …… 愿缘
一、东方号和水星号 …… 愿缘
二、上升号飞船和双子星座号 …… 愿怨
三、联盟号和早期的阿波罗 …… 怨员
四、人类登上月球 …… 怨源
五、礼炮号空间站 …… 员园员
六、天空实验室空间站 …… 员园源
七、和平号空间站 …… 员园缘
八、国际空间站 …… 员员圆
第六节　航天飞机 …… 员员怨
一、简介 …… 员员怨
二、航天飞机和支持系统 …… 员圆圆
三、早期的使命 …… 员猿猿
四、挑战者号的灾难 …… 员猿猿
五、当前的使命 …… 员猿缘
六、将来的使命 …… 员猿愿
第三章　空间探索的科学 …… 员源员
第一节　宇宙飞船设计的基本原理 …… 员源员
第二节　进入太空 …… 员源圆

第三节　太空飞行…… 员猿
一、太空飞行的路径 …… 员猿
二、太空飞行和导航 …… 员源
第四节　宇宙飞行对人的影响…… 员远
一、人员支持系统 …… 员远
二、空间作业 …… 员圆
第四章　空间探索和竞争…… 员缘
第一节　登月的竞争…… 员缘
第二节　前苏联的航天飞机…… 员员
第三节　空间武器的竞争…… 员缘
第四节　美国国家导弹防御系统…… 员愿
第五节　空间探索的高昂代价…… 员圆
第五章　航天医学的发展…… 员猿
第一节　简介…… 员猿
第二节　航空医学…… 员源
一、历史 …… 员源
二、生理学研究 …… 员缘
第三节　航天医学…… 员苑
一、历史回顾 …… 员苑
二、生理学上的发现 …… 员愿
第六章　空间探索的前景…… 员园
第一节　载人空间飞行…… 员园
第二节　不载人宇宙飞行…… 员圆
第三节　国际合作…… 员猿
参考文献…… 员缘

需要全本请访问 www.ertongbook.

前　言

航天，也就是说，需要我们飞向宇宙空间，去发现和研究地球以外宇宙的面貌和性质。

很久以前，人类就渴望能够离开自己居住的地球，去看一看外空的世界。到了 [illegible]世纪下半期，这个梦想变成了现实。[illegible]年，前苏联发射了人类历史上第一颗人造地球卫星，标志着航天时代的开始。[illegible]年，人类第一次进入太空。从那时候起，宇航员停留太空的时间不断地刷新，他们甚至可以在地球轨道的空间站里成年累月地工作和生活。至今为止，几十个宇航员围绕月球飞行，有的还登上月球，在上面留下了自己的脚印。与此同时，无人驾驶探测器访问了月球、彗星、小行星等许多天体。那些人类还暂时不能到达的地方，也有探测器在进行探索。所有这些探险活动，都标志着航天新技术的诞生和不断进步。我们对自己居住的地球，对地球在太阳系、银河系和整个宇宙的认识也获得了丰硕的成果。

空间探索所面临的第一个挑战是，研究和制造足以把航天器送入轨道的、推力强大的运载火箭。这些火箭不但要有强大的推力，还必须有能控制飞行路线、把航天器准确地送入预定轨道的导航和遥控系统。第二个挑战是制造航天器，这些航天器上的电子装置不但要重量轻，而且必须能经受得起火箭发射时的加速度和激烈的震动。制造这些装置必须有可靠的航天工程设备，采用更加严格的标准来进行制造和测试。与此同时，科学家和工程技术人员还得在地面上建立观察和跟踪站，以便和这些遨游太空的航天器保持无线电联系。

从 [illegible]世纪 [illegible]年代初期起，人类开始发射探测器去探索其他星球。这些星球离地球那么遥远，所以探测器的飞行时间都以月和年来计算。因此，这些探测器就必须特别可靠，能够在相当长的一段时间里不出故障。它们还得经受围绕在木星周围的辐射带、土星环中的粒子的伤害；经受比地球轨道航天器围绕地球飞行时所经受的温

度高得多的酷热。当然,它们的每次飞行在获得丰富的科学探测成果的同时,也会带来巨大的经济开支。今天,有关国家的宇航部门都在为减少这些惊人的开支而努力,并且取得了显著的成果。

人类并不满足于不载人的宇宙飞行,飞向宇宙是我们探测宇宙的必然结果。载人飞行是我们面临的更大的难题。其中多数关系到人在恶劣的宇宙空间环境中如何生存的问题。宇宙空间没有空气,宇航员必须携带可供自己呼吸的空气。此外,宇宙还有许多可以置人以死地的因素:太阳和宇宙射线可以伤害人的生命,微陨星、微陨石、陨尘会撞击飞船和步入太空的宇航员。背向太阳的时候,气温急剧下降,对着阳光的时候,温度会迅速上升,极端的低温和高温,也会置人于死地。

为了保证宇航员在太空的安全,必须设计出适合于他们穿戴的宇航服。所有的装备和工具都必须科学地设计和制造,所有从他们升空到返回地球可能遇见的危险都必须考虑周到。而且,宇航员进入太空不仅仅是为了生存,他们还有许多重要的事情要做。为此,必须研制提供太空飞行以及进行科学观察和科学实验所必需的设备和技术。

操纵宇宙飞船在太空飞行比在地球轨道上飞行要复杂得多。像"阿波罗"飞船的使命那样,把宇航员送上月球是更为严峻的考验。人类成功地把宇航员送上月球,又把他们安全地接回来,标志着航天技术已经达到了一个新的高峰。

"阿波罗"登月计划成功地实现以后,人类在太空的长时间飞行以及研制可以反复使用的航天器,成了航天技术的主要目标。前者在美国以及前苏联和俄罗斯的空间站中得到了实现,后者导致了美国航天飞机的数量和飞行次数不断增加。

我们现在努力的目标是保证宇航员能安全地在太空飞行一年以上,因为要想在地球附近的星球登陆,起码需要有一年以上的飞行时间。此外,还必须不断地把发射航天器的费用降下来。这些都是人类要实现更远大的航天目标所必须首先解决的问题。

在本书中,读者将会读到,人类飞向宇宙和开发宇宙的向往由来已久,经过一代又一代人的艰苦努力,已经取得了辉煌的成果。但和以后的目标比起来,那真是万里长征才走完了第一步。远大的目标、艰苦的工作,还有待于我们这一代以至子孙万代不懈地努力。因为宇宙浩瀚无比,它的边缘非常遥远,也许它还是无穷无尽的。

本书的第一、四、五、六章由陈泽加编写 ;第二、三章由张乐臣编写。在编写过程中,得到张文凯、陈廷超、曹瑶青、周文晖的热情帮助,在此向他们表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

第一章　火箭的研制和发展

第一节　概　　论

火箭是一种能够自我推进的装置，它自己携带推进燃料，还有助燃的氧化剂。火箭通过喷射燃料燃烧时产生的高温气体获得运动速度。高温气体向一个方向喷射，火箭则向相反的方向运动。如果以发动机的重量来作比较，各种重量相同的发动机，火箭发动机的推力最大。其他推进器的发动机，如螺旋桨推进器和喷气推进器的发动机都不能和它相比。火箭可以在太空使用，因为它不但带有燃料，而且携带助燃的氧化剂。它是现在唯一可以向太空发射，并且可以在太空飞行的飞行器。所有的航天器都必须直接或间接依靠火箭来发射，才能进入轨道。

火箭可以像烟花爆竹那么简单，它的推力很小。也可以像美国早期的运载火箭那样（见图 员原员）复杂和强大，它足以把载人登月飞船送上太空。

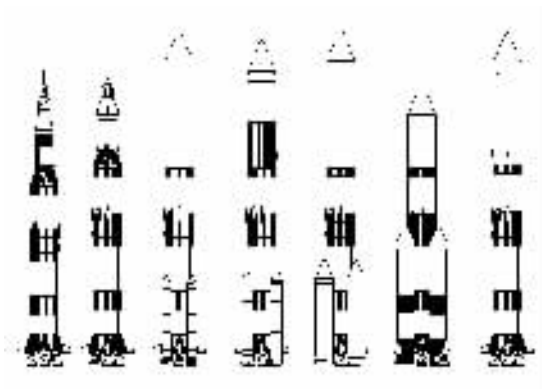


图 员原员　美国早期的运载火箭

火箭在地球上和空间都有广泛的用途。最普遍和最为人们所熟悉的,当算在现代战争中占据重要地位的导弹武器。它携带可以爆炸的弹头从空中飞向目标。火箭同样有许多方面的民用价值。如高层大气探测火箭,又叫探空火箭,它携带科学设备飞向高层大气层,帮助科学家更好地了解大气层的性质。火箭助推器能够帮助载有巨大重量的飞机从跑道上起飞。救生火箭可以把救生绳索携带到搁浅的遇难船上。在茫茫大海上遇难的船只可以用发射信号火箭的方法呼救。飞行员在空中碰到紧急情况时,火箭弹射座椅可以自动把他们弹射出来,挽救他们的生命。最简单的火箭——烟花爆竹,给人们带来欢乐已经有几个世纪了。制作火箭模型也是人们,尤其是青少年广泛的爱好之一。

第二节　火箭的用途

人们使用各式各样的火箭,其基本目的只有一个:携带物体飞越空间。军用火箭把爆炸装置送向目标;探空火箭把科学仪器送上高层大气层;运载火箭把航天器送入太空。小型助推火箭用来控制航天器的姿态或者修正航天器的飞行轨道。

一、导弹

导弹(missile),英文中的原意是指所有投向和射向敌方的物体,包括弓箭、子弹和其他武器。在现代军事的词汇里,导弹一般专指利用火箭或者空气喷气发动机推进,从空中射向敌方的爆炸装置。火箭发动机和空气喷气发动机的区别在于:火箭自己携带助燃的氧化剂,而空气喷气发动机则从它飞过的空气中吸取氧气。

导弹可以从地面、飞机,甚至水下潜水艇中发射。导弹瞄准的目标可以是空中的飞行物,也可以是地面的固定目标。有些导弹装有制导装置,可以自行导向飞向目标,这种导弹叫制导导弹,也可简称导弹。图 [illegible]为前苏联设计的“通用”火箭系列,既可充当远程导弹,也可充当运载火箭。



图 员原圆　前苏联设计的“通用”火箭系列

二、探空火箭

科学家通过发射探空火箭，把科学探测仪器送上高层大气，用来测量空气的性质、来自宇宙的辐射和其他数据。许多国家利用探空火箭观察和监测天气和环境污染。工程技术人员把探空火箭发射到预定的高度以后，通过遥控装置来关闭火箭的发动机。火箭利用惯性继续上升，地球引力和空气的摩擦力使它上升的速度不断减慢，直到最后停止上升，向地面自由落下。

探空火箭通常都携带无线电发射机，把测量到的数据发回地面。有些探空火箭携带降落伞，以便操纵人员能够收回火箭和上面的科学仪器。没有降落伞的探空火箭自由落下，因此工程技术人员在设计它的飞行路线时，必须让它们落在大海里或者是无人居住的地区，以避免地面上的生命受到伤害，财产遭受损失。



图 员原猿　美国的“德尔它—猿”型运载火箭，准备进行第一次发射试验

需要全本请访问 www.ertongbook.

三、运载火箭

运载火箭把航天器送入空间。这类火箭比其他火箭的推力要强大得多,因为它们要把很重的负荷以更快的速度送入轨道。为了把人造卫星送进围绕地球飞行的轨道,运载火箭的速度必须达到大约[illegible]千米/秒。如果要让航天器摆脱地球的引力,飞向深空,运载火箭的速度则必须达到逃逸速度,即[illegible]千米/秒。为了达到这个速度,工程技术人员找到了最有效的方法,那就是多级运载火箭,通过多级火箭接力的方法,把航天器加速到预定的速度。图[illegible]为美国的"德尔它—猿"型运载火箭准备进行第一次发射试验。

四、推力器

为了能够在太空控制航天器的飞行姿态或者修正它的飞行轨道,许多航天器都装备小推力(火箭)发动机,叫做推力器。它们能够帮助航天器改变飞行速度和方向,进入更高的轨道或者准备返回地球。

第三节　火箭的工作原理

不论是小型的还是大型的,简单的还是复杂的火箭,它们的工作原理都一样,那就是[illegible]年英国科学家牛顿发现的作用和反作用力原理。牛顿在关于物体运动的第三定律中说:"当物体甲给物体乙一个作用力时,物体乙必然同时给物体甲一个反作用力,作用力与反作用力大小相同,方向相反,且在同一条直线上。"对于火箭来说,从尾部喷射出去的燃烧气体对火箭施加的力就是作用力,火箭在喷射气体施加的作用力作用下,向前方运动;它反过来施加在燃烧气体上的力就是反作用力(见图[illegible])。

一、作用和反作用

火箭的运动方式很像泄气的气球。气球充气以后,里面的空气对气球内部各个方向的压力都是一样的。但是,假如气球的表面被戳开一个洞,里面的气体压力就会失去平衡,气体就会从洞口逃逸出

来。这时候就会看到,逃逸的气体向一个方向运动,气球会向相反的方向运动。

火箭通过燃烧燃料,然后向外排泄热气体的方法,产生推动它向前运动的力。为了这个目的,火箭必须自行携带燃料和助燃的氧化剂。携带液体燃料的火箭,它的液体燃料和氧化剂分别存储在不同的燃料箱里。火箭需要启动的时候,液体燃料和氧化剂在燃烧室里混合点火。火箭也像气球一样,有一个供燃烧气体喷射出去的出口,叫做喷嘴。火箭的喷嘴开在火箭的尾部,形状像个大碗,逐渐向外张开。它引导排泄气体的方向,让它们以最快的速度喷射出去,以提高火箭的推力和效率。



图 员原源 纳粹德国的火箭试验

以前有些科学家认为,火箭喷射出去的气体必须要有物体(如地面或者空气)来阻挡它们,才能起作用。后来,火箭在真空中飞行的实践证明,这种说法是不正确的。事实上,火箭在太空真空里的推力比在空气中的推力更大。据推算,空气的压力和它所产生的摩擦力,使火箭在空气中的效率比在太空中的效率降低 员园豫。

二、推力和效率

一枚火箭的推力也就是使火箭离开地面升空而向下作用的力。在国际单位制中,工程技术人员用力的单位牛顿来测量火箭的推力。比冲量(隔表又称比冲、比推力)是测量火箭发动机和推进剂重要性能的指标,它是火箭发动机产生的推力(牛顿)与其喷出介质每秒钟

的质量流量(千克/秒)的比值,单位是牛·秒/千克。测量的方法和测量汽车每升汽油每千米所产生效率一样。现代固体推进剂的比冲量可以达到 [illegible]~[illegible]牛·秒/千克。先进的液体推进剂已经达到[illegible]~[illegible]牛·秒/千克。



图 [illegible] 欧洲空间局的"阿里安—[illegible]"火箭

排气速度,也就是排泄气体离开火箭瞬间的速度,是测量火箭性能的另一个要素。排气速度越快,火箭的推力就越大。排气速度快的推进剂同样具有较高的比冲量。有烟火药的排气速度大约是[illegible]~[illegible]米/秒,液态氧和汽油的混合物燃料的排气速度大约为[illegible]米/秒,液态氧和液态氢混合燃料的排气速度达到[illegible]米/秒以上。火箭发动机的性能还取决于燃烧室、喷嘴的设计水平以及推进剂的压力。图[illegible]为欧洲空间局的"阿里安—[illegible]"火箭。

三、火箭级分离

火箭虽然推力强大,但是依靠一枚火箭持久工作,把物体送到目的地,它的能量显然还是不够的。因此,执行发射航天器任务的时候,往往需要多枚火箭,或者说需要多级运载火箭才行。多级运载火箭的各级头尾相接,最底下的一级火箭首先点火。有些多级运载火箭的最初一级火箭上还附有助推火箭,以增加推力。从理论上说,多级火箭的级数可以无限制地增加。但是实际上,由于协

调各级火箭点火时间的复杂性,使级数受到一定的限制。把载人登月飞船送上太空的巨大的‘土星—缪号运载火箭也只有源级,其中还包括‘阿波罗”飞船自身携带的火箭。

最初一级,也是最强大的第一级火箭把要发射的航天器送入高层空气层,然后和其他火箭分离。发射航天器的大多数第一级火箭,如登月的‘土星—缪号大型运载火箭的第一级火箭,它们的燃料燃烧完以后,就会和运载火箭分离,坠入大气层中烧毁。但现在有些航天器的第一级火箭,如发射航天飞机的助推火箭,可以回收修复后再使用。

由于第一级火箭已经脱离多级运载火箭,所以第二级火箭的负荷要轻一些。第二级火箭点火以后,航天器的速度就要提高很多。第二级火箭燃尽以后也会脱离坠落。第三级火箭点火以后,就可以把航天器送入围绕地球运转的轨道,或者送入太空。也就是说,第三级火箭把航天器加速到逃逸速度,脱离了地球。对于某些航天器来说,三级运载火箭也许还不够。

有没有办法减少运载火箭的级数呢?科学家想出了一个好办法,那就是先采用其他手段,先把航天器和运载火箭送到离预定轨道更近的地方。然后再点燃火箭,把航天器送到预定的轨道。如美国的‘飞马座”火箭,它就是先用月—缪型轰炸机送入空中,然后在空中点火,把卫星送入轨道。

第四节　火箭推进器的类型

火箭推进器基本上分为猿种类型:化学火箭、核火箭和电火箭。化学火箭携带液态或者固态的化学燃料和氧化剂,或者化学燃料中含有助燃的氧,这些燃料和氧化剂统称为推进剂;核火箭利用核反应产生的热量来加热化学推进剂,使它燃烧;电火箭利用电场和磁场来加速并发射离子和基本粒子。离子是带有正电荷或者负电荷的原子,基本粒子是构成原子的质子、中子和电子等,是构成物质的基本

单位。

一、化学火箭

化学火箭的用途很广,大型固体燃料和液体燃料火箭用来发射航天器,也可以用做洲际导弹。小型化学火箭可用来做探空火箭、短程导弹,以及发射航天器多级火箭的上一级火箭。小型的液体燃料化学火箭是很好的推力器。因为在航天器需要修正轨道或者姿态的时候,它们可以随时方便地点火和熄火。在常温下燃烧的固体和液体燃料化学火箭是导弹最理想的选择。

化学火箭的燃料在火箭尾部碗状的燃烧室里燃烧,排气喷嘴的形状设计,可以让所使用的推进剂达到最大的推进效率。从半球状的燃烧室到火箭尾部喷嘴的管道最狭窄的部分叫喉道。喷嘴要承受燃烧气体很高的温度,所以是用耐高温的材料制成的。

员圆固体燃料火箭

固体燃料火箭是最简单的火箭。它们由两个主要部分组成:箭体,或者称壳体;燃烧室。推进剂存储在箭体里,箭体和燃烧室相接,喷嘴和燃烧室相连。大多数箭体都是圆柱形的,但有些用于在空间移动物体的固体燃料火箭则是球形的。固体推进剂叫装料,或者装药。固体燃料火箭一般使用电加热导线来充当点火器,把推进剂加热到燃烧的点火温度。点火器的导线一般通过喷嘴和推进剂的底部相连,或者穿过前面的小洞接入固体推进剂。

以前的固体燃料火箭所用的燃料包括有烟火药,以及含有硝化甘油和硝化纤维的双基推进剂。现在采用的固体燃料叫混合燃料,由合成橡胶或者合成塑料以及添加剂组成。添加剂包括把燃料粘合在一起的粘合剂、增加推力的金属粉末、控制推进剂燃烧速度的化学物质。

一般说来,火箭的燃料燃烧速度越快,它所产生的推力就越大,燃料燃烧的时间就越短。也就是说,燃料消耗的速度就越快。在设计固体燃料火箭时,必须考虑到燃料的燃烧速率,因为固体燃料一旦点火燃烧以后,要叫它熄灭非常困难。像运载火箭那样在很短的时

间里必须发出巨大推力的火箭,必须使用化学品来提高燃烧速率。其他一些要求推力不大,但作用时间长的火箭,则必须用化学品来降低它的燃烧速率。那些要求燃烧和推进时间比较长的火箭叫做巡航发动机。有些火箭装有小水箱和泵体,可以向推进剂喷射水或者其他灭火剂来中断燃烧。

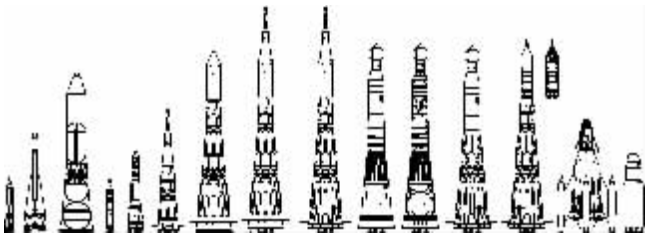


图 员原远 前苏联 还园年代设计的 晕系火箭系列

还可以把混合燃料做成几块,然后在火箭的燃烧室里把它们堆积和连在一起,使它们能够产生更加强大的推力,作用时间也更长。美国把航天飞机送上太空的巨大的固体燃料运载火箭就是采用分舱连接的方法,使它产生的推力达到 员缘园园万牛顿。它是现在世界上最大的固体燃料火箭。推进剂采用星状腔结构,增加了它燃烧的面积,使它能够更快地燃烧,因而也增加了它的推力。

为了提高火箭的效率,工程技术人员尽可能地减轻火箭的自身重量。现代固体燃料火箭推进剂的重量大约已经占火箭总重量的怨园豫。即使是这样,再减轻箭壳的重量仍然可以提高火箭的效率。方法是使用比重比较轻的耐高温玻璃纤维和塑料作箭壳,采用先进的技术建造箭壳。这些方法在保持箭壳强度的同时,可以有效地降低箭壳的重量。图 员原远为前苏联 还园年代设计的 晕系火箭系列。

圆郾液体燃料火箭

液体燃料火箭携带液态的燃料和氧化剂,它们储存在箭体内的燃料箱中,需要时再用泵打进燃烧室。液态燃料通常能够提供比固态燃料更大的推力,这主要是因为液态燃料的密度比固态燃料高。

需要全本请访问 www.ertongbook.