



航天英雄杨利伟作序推荐



“飞向太空”丛书
FEIXIANG TAIKONG CONGSHU

飞得更高

——火箭与长征火箭

本丛书编委会 编
欧阳秀娟 张平 编著



FEIXIANG TAIKONG CONGSHU

一直以来，人类就梦想着更加自由地飞翔，也渴望着更加近距离地去探索太空的秘密。随着我“神舟”系列飞船的陆续升空，以及新一轮登月竞赛在各国间的展开，全球的目光再一次被吸引到阔的天空以及更加浩瀚的宇宙，那些关于飞翔的梦想也更深入地植根于青少年朋友的脑海里心灵。



中国出版集团
世界图书出版公司

光辉书房新知文库“飞向太空”丛书

飞得更高

——火箭与长征火箭

编著 本丛书编委会
欧阳秀娟 张平

世界图书出版公司
广州·上海·西安·北京

图书在版编目(CIP)数据

飞得更高:火箭与长征火箭/《飞向太空丛书》编委会编. —广州:广东世界图书出版公司,2009.4

(飞向太空丛书)

ISBN 978-7-5100-0581-7

I. 飞… II. 飞… III. 火箭—青少年读物 IV. V475.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 056432 号

飞得更高:火箭与长征火箭

责任编辑:许逸红

责任技编:刘上锦 余坤泽

出版发行:广东世界图书出版公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编:510300)

电 话:(020)84451969 84453623

<http://www.gdst.com.cn>

E-mail:pub@gdst.com.cn,edksy@sina.com

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市燕旭开拓印务有限公司

(北京市昌平马池口镇 邮编:102200)

版 次:2009年6月第1版

印 次:2009年6月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:13

书 号:ISBN 978-7-5100-0581-7/V·0004

定 价:24.80 元

若因印装质量问题影响阅读,请与承印厂联系退换。

光辉书房新知文库

“飞向太空”丛书编委会

主 编：

- 宏 峰 中国航天员中心副主任、载人航天工程航天员系统副总指挥
麻永平 中国航天北京飞行控制中心副主任、载人航天工程测控通讯系统副总指挥

副主编：

- 臧克茂 中国工程院院士、教授
梁永生 解放军装甲兵工程学院院长、教授

编 委：

- 李春生 中国航天北京跟踪与通信技术研究所副所长
术雷鸣 中国航天北京跟踪与通信技术研究所高级工程师
冉隆燧 中国载人航天办公室研究员
姚 磊 中国空气动力研究与发展中心超高速动力研究所高级工程师
孟庆明 北京航空航天大学教授、博士生导师
刘德刚 解放军装甲兵工程学院科研部部长
马晓军 解放军装甲兵工程学院科技委主任、教授、博士生导师
胡文东 第四军医大学航天医学教授、博士生导师
刘亚春 四川省北川县北川中学校长、高级教师

执行编委：

- 于 始 资深编辑

“光辉书房新知文库”

总策划/总主编：石 恢

副总主编：王利群 方 圆

本书作者

欧阳秀娟 青少年教育工作者、科普作家

张 平 解放军总装备部某高校材料科学教授

插上科学的翅膀,明天太空见



一直以来,人类就梦想着更加自由地飞翔,也渴望着更加近距离地去探索太空的秘密。随着我国“神舟”系列飞船的陆续升空,以及新一轮登月竞赛在各国间的迅速展开,全球的目光再一次被吸引到辽阔的天空以及更加浩瀚的星际空间。那些关于飞翔的梦想也更深入地植根于青少年朋友的心灵之中。

航空航天集中体现了一个国家的科学技术、工业、经济、国防等综合实力的水平,航空航天文化渗透于经济、文化、教育旅游、娱乐和体育等各个领域。而航空航天科普更是科普教育的一个重要组成部分,广大公众特别是青少年朋友对航空航天科技知识的了解,将直接影响到航空航天事业未来的发展。早在1998年召开的全国首届航空航天科普教育研讨会上,就有学者指出:“要发展我们的航空航天事业,也需要从娃娃抓起。”对广大青少年进行航空航天科普教育,是我国经济发展和现代国防建设的客观需要。

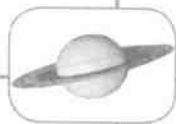
当站立在月球之上的美国宇航员阿姆斯特朗说:“我现在迈出的是一小步,但在人类历史上却是一大步!”时,我们都知道,即使那“一小步”中,也包含了无数的知识积累、无数的理论探索、无数的发明创造、无数的试验模拟,

以及无数的失败。那之中凝结了多少代人的梦想与激动,也就凝结了多少代人的智慧与汗水。在我们的国家航天员训练中心,训练时航天员因为要承受非常大的加速度,面部都会变形,眼泪也会止不住地流下来,鼻子堵塞,十分痛苦。航天员若实在承受不了,只要按一下手边的报警器,工作人员就会把训练器械停下来,但多年来,从没有一个人按过那个报警器。这不过是航天员系统中航天员训练的一个小小细节。而整个载人航天工程是规模宏大的现代化系统工程,除了航天员系统外,还包括空间运用、载人飞船、运载火箭、发射场、测控通信、着陆场等6大系统,涉及航空、船舶、兵器、机械、电子等诸多领域,参与的人员更是数以万计。从1999年到2009年,每一年都是科学攻关年;从“神一”到“神七”,每一次发射都是新的突破。正是这么多人这么多年的精诚合作,才保证载人航天工程的顺利进行。正如俄罗斯科学家齐奥尔科夫斯基所说,“地球是人类的摇篮,但是人类不会永远生活在摇篮里。”这句话不仅鼓舞了一代又一代的航天工作者,还将激励着今天和以后的年轻朋友们。采取多种形式开展航空航天科普活动,寓教育于娱乐之中,不仅仅给予青少年朋友航空航天科普知识教育,而且还能发挥理想教育、爱国主义教育、智力启发教育和手脑并用教育的作用。今天,年轻朋友们除了怀有比先辈更多的好奇与梦想之外,还应该插上科学的翅膀,拥有更为广阔的视野和更为扎实的知识储备。如果你们在探索精神和勇敢精神方面同样不输于先辈,那么我真诚地欢迎你们,欢迎你们加入英雄的航天人团队,让我们相约——明天太空见!

目 录

引 言	1
第一章 火箭的基本知识	2
火箭的历史	2
火箭的原理	13
火箭的分类与组成	17
火箭与航天	21
古代载人航天先驱——万户	27
相关链接:《2001:太空漫游》	30
第二章 世界著名火箭	32
“雷神”系列运载火箭	32
“宇宙神”系列运载火箭	35
“大力神”系列运载火箭	43
“德尔它”系列运载火箭	53
“土星”系列运载火箭	56
“东方号”系列运载火箭	59
“能源号”系列运载火箭	65
“质子号”系列运载火箭	67
“天顶号”系列运载火箭	71

“阿丽亚娜”系列运载火箭	73
H 系列运载火箭	77
极轨卫星运载火箭(PSLV)	79
“长征”系列火箭	84
航天之父——齐奥尔科夫斯基	87
相关链接:《星舰战将》	97
第三章 中国的“长征”火箭系列	100
“长征”火箭的由来	100
“长征一号”运载火箭	103
“长征二号”运载火箭	108
“长征三号”运载火箭	119
“长征四号”运载火箭	131
“长征五号”运载火箭	135
长征系列运载火箭的巨大成就	138
中国导弹之父——钱学森	151
相关链接:《飞向太空 2002》	163
第四章 火箭的未来和发展	168
奔向月球	168
火星探测计划	183
太阳探测计划——“夸父”计划	187
新一代运载火箭	190
广阔的发展前景	195
相关链接:《月球之旅》	199



引 言

宇宙有无穷的奥秘，太空是人类永恒的财富。不断探寻宇宙奥秘，和平利用太空资源，使之造福于人类，这是人类的共同目标。载人航天技术是人类实现这一目标的有益探索。我们实施航天工程，发展航天事业，目的就是同国际社会一道，和平开发利用外层空间，造福人类。中国也应该能够在人类探索外层空间的伟大事业中有所创造、有所作为，为促进人类科技进步，推进人类和平与发展的崇高事业作出应有的贡献。

航天技术是现代科学技术的结晶，航天活动是国民经济和军事部门的重要组成部分。火箭技术的发展推动了人类航天事业的进步和发展。火箭作为太空飞行的推进装置，为人类进入太空架设了桥梁。

世界各国都在加快向太空进军步伐，我国也不例外。我国广大航天科技工作者以崇高的使命感和高度的责任感，大力弘扬“两弹一星”精神和“特别能吃苦、特别能战斗、特别能攻关、特别能奉献”的航天精神，坚持科技进步和自主创新，努力实现技术发展的跨越，牢牢掌握尖端技术发展的主动权，不断迈出我国航天事业和国防科技发展的新步伐。我国航天事业一定能够不断取得举世瞩目的成就，谱写出中华民族自强不息的壮丽诗篇。



第一章 火箭的基本知识

火箭的历史

俄国科学家、现代航天学和火箭理论的奠基人——康斯坦丁·埃杜阿尔多维奇·齐奥尔科夫斯基（Константин Эдуардович Циолковский）说：“地球是人类的摇篮，我们不会永远停留在摇篮里。为了追求光明和探索空间，我们开始要小心翼翼地飞出大气层，然后再征服太阳周围的整个空间。”

像鸟儿一样在天空翱翔是人类自古以来的梦想，几乎所有讲述航空历史的书都是从远古的神话开始的。古希腊罗马人给他们的神安上了翅膀，并虚构了多种飞翔生物。在代达罗斯和伊卡洛斯的神话中，父子俩用蜡和羽毛做成翅膀，系在身上飞出囚禁之地，不幸的是伊卡洛斯飞得太高，蜡被融化坠入海洋，代达罗斯则安全降落于西西里岛。而中国也有羽人传说。羽人，在《山海经》中有记载：“羽民国在其东南，其为人长头，身生羽。”

地球的周围有着一层多用途的面纱，那就是大气层。大气层保护着地球上的生物，使得他们免受从宇宙空间飞来的流星和粒子辐射的危害。地球表面维持适宜温度，动物所需的氧气、植物必需的二氧化碳，都是大气



层提供的。有了大气层，地球上才有万物生长，才有高智慧的高级动物——人类。

由于地球引力的作用，地球大气层的空气并不均匀，它的密度随着高度的增加逐渐下降。在距离地面 30 千米的高空，大气密度只有海平面的 1.5%；在 100 千米的高度上，只有海平面的 $1/1000000$ 。因此在贴近地面 6000 千米的高度范围内，空气的质量大约占去整个大气质量的 $1/2$ 。在 16 千米的高度内，大约包含整个大气质量的 $3/4$ 。

人类的航空活动，从一开始便和大气层的密度有直接关系。18 世纪工业革命之后，随着生产力的迅速提高，人们开始尝试离开地面到空中飞行。1883 年，先后出现了热空气球和氢气球。19 世纪末至 20 世纪初，又从气球发展到飞艇，出现了一种轻于空气的新航空器。1903 年第一架活塞式飞机制造成功。1939 年第一架喷气式飞机正式诞生。之后，在 20 世纪 40 年代里，出现了第一批军用喷气式飞机，50 年代后航空航天技术更是不断进步和发展。其中，火箭技术的发展有着不可忽视的重要作用。

航空技术的发展，实质上就是争取速度、高度和航程的过程。1940 年，活塞式飞机飞行速度达到每小时 755 千米，最大航程达到 1 万千米，巡航高度达到 17 千米。这时候人们发现活塞式飞机已经发展到了极限，没有什么可提高的余地。但是，喷气式发动机的应用，又给航空飞行开辟了更广阔的前景。现在最先进的喷气式飞机，可以在 3 万米的高空以 3 倍音速的速度飞行，持续航程可达到 2 万千米。

随着航空技术的发展，人们开始意识到：一切航空器，从最初的气球到最新式的喷气式飞机，都只能在大气中飞行，不能脱离大气。飞机要离开地面，必须依靠发动机的推动力，一方面克服空气的阻力，另一方面使



飞得更高

Fei De Geng Gao

火箭与长征火箭

机翼和空气发生相对运动来产生上升力。所有的航空发动机的运转，燃料燃烧都必须从大气中获得氧气。这样说来，飞机飞行依赖于大气，能够支持飞机飞行的大气层高度只有30多千米，所以飞机只能在这个高度以下飞行。此外飞机速度的还是不够快。现在，飞机速度的世界纪录是每小时3523千米，大约只有第一宇宙速度^①的1/8。航空方面日积月累的经验对航天活动是宝贵的，但如果套用飞机升空的办法，显然是飞不出地球的。

但火箭不同，它不是利用空气的浮力和升力，而是依靠自身的反作用力，可以在没有空气的地方飞行。就像乌贼、章鱼可以靠反作用力逃跑一样，火箭也可以利用反作用力冲上天空。但火箭喷射的不是空气，而是燃烧所产生的气体。不同类型的火箭使用不同的燃料，但不论是哪种，都有一个共同特点，那就是它们的推进剂不需要外加空气就能够燃烧。

一般物质燃烧，都需要空气中的氧气来助燃。但是火箭的推进剂中自己带着氧气，这样，即使在几乎真空的浩瀚宇宙中，火箭也能够自己喷射燃烧气体而飞行。

在没有空气的状态下，火箭也可以燃烧前进，这一点人类在1610年就已经知道了。英国的纳索伯爵曾写到：“火箭也可以在水中点火，在水中喷射前进。”

火箭的推进剂既然能够在水中燃烧，那么也应该能在真空状态下燃烧。现代火箭的奠基人齐奥尔科夫斯基坚信“火箭可以在真空状态的宇宙空间里使用”。他研究怎样改进火箭技术能够使它能在宇宙空间里飞行，他在1903年写的论文《利用喷气工具研究宇宙空间》中，就曾提到“液

^① 航天器沿地球表面做圆周运动时必须具备的速度，也叫环绕速度。第一宇宙速度有两个别称：航天器最小发射速度、航天器最大运行速度。



体燃料火箭比固体燃料火箭更适宜于宇宙飞行”的理论。

古代的火箭

提到古代火箭，就要从我国说起了。我国是世界上最早发明火药的国家。唐朝中叶（大约在公元682年），中国已经发明了火药。最初火药只用于庆典时候的烟花，而真正将火药制成武器、用于战争，开始于宋朝。

北宋军官岳义方、冯继升造出了世界上第一个以火药为动力的飞行器——火箭。这种火箭由箭身和药筒组成。药筒用竹、厚纸制成，内充火药，前端封死，后端引出导火绳，点燃后，火药燃烧产生的气体向后喷出，以气体的反作用力把火箭推向前，在飞行中杀伤敌兵。这种原始的火箭在工作原理上与现代火箭几乎没有什么不同。公元12世纪中叶，原始的火箭经过改进后，被广泛地运用于战争。当时在中国民间广为流行的能高飞的“火流星”（亦称“起火”），实际就是世界上第一种观赏性火箭。



古代火箭

完全依靠火药喷射的反作用力前进的火箭最早出现在南宋。人们最开始只是利用火药制成了“地老鼠”、“走线流星”、“起火”等烟花或娱乐玩具。随后便发现利用火药反作用力发射、带炸药的火箭不但射得远，而且杀伤力大。有史料记载，公元1161

年，南宋将领虞允文在著名的采石战役中，使用霹雳炮打败了金兵。这种霹雳炮就是利用火药发射到敌军中，然后引燃爆炸，杀伤敌军，有点类似



飞得更高

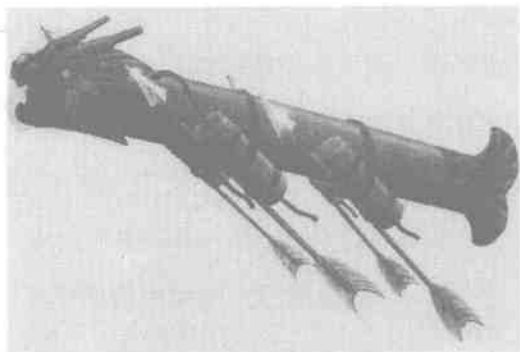
Fei De Geng Gao

火箭与长征火箭

现代的火箭弹。

到了明代，古代火箭的技术发展得更为完备。明洪武年间，兵仗局^①制造了一种称作“火箭”的兵器，曾用于1399年燕王朱棣争夺皇位的“靖难”战争；而明代的另一种武器“神火飞鸦”则是利用火箭推进的爆炸性火器，它是用竹篾编成的小篓，外形如乌鸦，内装火药，乌鸦的下面装四只起飞用的火箭，背上钻有安装引信的孔，并将引信连在火箭上。

此外还有诸如“火龙出水”、“长蛇破敌箭”等，明人茅元仪所编著的《武备志》中详细记载了当时各种火箭的功用和原理图，其中包括抗倭名将戚继光所使用的飞刀箭、飞枪箭等。



“火龙出水”

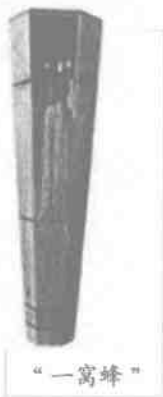
所有的这些成就与探索中，最值得一提的是明朝初年有一位名叫“万户”的人，曾让人将47只火箭和自己一起绑在椅子上，两手各拿一只大风筝，试图借助火箭的推力和风筝的升力

飞行。虽然试验以失败而告终，但他可以称得上是人类航天史上第一个用火箭作动力飞行的人。为表彰这位先驱者的勇敢探索，国际天文联合会将月球上一环形山命名为“万户山”。

^① 宦官官署名。明八局（兵仗局，银作局，浣衣局，巾帽局，针工局，内织染局，酒醋面局，司苑局）之一。兵仗局掌造刀、枪、剑、戟、鞭、斧、盔、甲、弓、矢等军用器械和宫中零用的铁锁、针剪及法事所用钟鼓等。所属有火药司等。



中国是火箭诞生的故乡。在中国科学技术馆的“中国古代传统技术”展厅里，就展览着“火龙出水”、“神火飞鸦”和“一窝蜂”等中国古代火箭的复原模型，它们充分展现了古代中国人民的杰出智慧和卓越才能。美国华盛顿有一座规模宏大的航空与航天博物馆，展品数量和参观人数都居世界航空博物馆首位。这个博物馆曾多次展出中国火箭，在展品说明中，明确承认原始火箭是中国发明的。



古代火箭具有现代火箭的基本结构，包括有效载荷（箭头）、箭体（箭杆）、发动机（火药筒）和控制系统（起稳定作用的羽尾）。

从13世纪起，亚洲、欧洲的一些国家也相继在战争中开始使用类似的原始火箭，公元14~15世纪，意大利、法国、德国也出现了火箭。到了18世纪，火箭和火炮并存，都是战争中的攻击武器。

英国侵略印度的时候，印度军队用中国火箭抗击英军，英国人把缴获的东方火箭带回了英国。火箭在那里得到了较大的改进和发展，最后成了“欧洲火箭”。这方面，火箭先驱者英国的威廉·康格里夫（William Congreve）作出了很大贡献。他给火箭装上一个金属发动机容器，燃烧容器内的火药能够产生更大的推力，以提高火箭的射程和速度。为了提高火箭飞行的稳定性，他在发动机容器的侧面增加了一个笨重的稳定杆。

康格里夫研制的火箭在射程、精度及稳定方式方面都作了改进，其性能近乎达到了火药火箭的极限。其巨大的杀伤力，使各国纷纷开始重视火箭的研究和使用。

此后，战争火箭的另一项重大进步就是稳定性的提高。19世纪中叶英



国的发明家威廉姆·黑尔（William. Hale）在火箭的尾部装上3只倾斜的稳定螺旋板，当火箭发射时，由于空气动力的作用使火箭自身旋转，从而达到稳定。

到第二次世界大战为止，火药火箭的发展已臻于完善。它的基本结构是由装有火药的火箭筒，中间装有发射药作为推进剂，头部装有高爆炸药和引信，尾部为喷口，另外采用尾部稳定翼起稳定作用，在发射装置上采用发射架或发射筒。比较著名的就是苏联的火箭炮——“喀秋莎”。

火药火箭是第一种实用的反作用推进装置，虽然有许多局限证明它不是理想的太空运载工具，但它的基本原理却完全适用于航天运载工具的需要。这样，运用火箭作为宇宙航行基本运载工具的想法在先驱者脑中酝酿。后来液体燃料火箭出现，进一步为航天推进器的实现提供了可靠的技术保证，也让航天先驱者看到了使用火箭进行航天运载的曙光。经过不断的研究和试验，火箭作为太空飞行的推进装置逐渐得到证实，最终为人类通向太空架起了桥梁。

现代火箭的诞生

齐奥尔科夫斯基，被公认为真正开拓宇宙航行理论的先驱者。他奠定了火箭在太空中飞行的理论基础，提出了利用火箭进行星际航行和发射人造地球卫星的可能性，并且建立了火箭结构特点与飞行速度之间的关系式，即著名的“齐奥尔科夫斯基公式”。

在宇宙航行动力方面，齐奥尔科夫斯基在1883年的《外层空间》一书中发展了反作用推进理论，首次提出宇宙飞船利用喷气运动的原理，并