



总顾问 费孝通 总主编 季羨林 副总主编 柳斌
中华万有文库

科普卷

中小學生航空航天知識

运载火箭



北京科学技术出版社
中国社会科学出版社

中华万有文库

总 顾 问 费孝通
总 主 编 季羨林
副 总 主 编 柳 斌

科普卷·中小学生航空航天知识

运载火箭

《中小学生航空航天知识》编委会

主 编	王 冈	曹振国			
副主编	邓 翔	胡向阳	向 英		
编 委	王 冈	曹振国	邓 翔	胡向阳	
	王辅忠	项 华	赵文博	王 希	
	王 靖	齐小平	齐旭强	李 巍	
	张富民	杨邵豫	向 英		

北京科学技术出版社

中国 社会 出版 社

中华万有文库

图书在版编目 (CIP) 数据

中小學生航空航太知識/季羨林總主編--北京:北京
科學技術出版社, 1997. 10 (中華萬有文庫·科普卷)

ISBN 7-5304-1868-8

I. 中… II. 季… III. ①航空-基本知識-青少年讀物
②航太-基本知識-青少年讀物 IV. V-49

中國版本圖書館 CIP 數據核字(97)第 23747 號

科普卷·中小學生航空航太知識

運載火箭

主編 王 岡 曾振國

北京科學技術出版社出版
中國社會出版社

北京印刷一廠印刷 新華書店經銷

787×1092 1/32 5印張 104千字
1998年8月第1版 1998年8月第1次印刷
印數: 1-10000冊

ISBN 7-5304-1868-8/Z·923

定價: 144.00元(全套24冊)單冊定價: 6.00元

中华万有文库

总 顾 问 费孝通

总 主 编 季羨林

副总主编 柳 斌

《中华万有文库》编辑委员会

主 任： 刘国林

秘书长： 魏庆余 和 奕

委 员： （按姓氏笔画为序）

王 斌	王寿彭	王晓东	白建新
任德山	刘国林	刘福源	刘振华
杨学军	李桂福	吴修书	宋士忠
张 丽	张进发	张其友	张荣华
张彦民	张晓秦	张敬德	罗林平
封兆才	和 奕	金瑞英	郑春江
侯 玲	胡建华	袁 钟	贾 斌
章宏伟	常汝吉	彭松建	韩永言
葛 君	鞠建泰	魏庆余	

《中华万有文库》

总序言

本世纪初叶，商务印书馆王云五先生得到胡适之、蔡元培、吴稚晖、杨杏佛、张菊生等 30 余位知名学者、社会贤达鼎力相助，编纂出版了《万有文库》丛书。是书行世，对于开拓知识视野，营造读书风气，影响甚巨，声名斐然，遗响至今不绝。

1000 多年以前，南朝学者钟嵘在《诗品》中以“照烛三才，晖丽万有”来指说天地人间的广博万物。今天，我们全国各地的数十家出版发行单位与数千名作者以高度的历史责任感，联袂推出《中华万有文库》，并向社会各界读者，特别是青少年读者做出承诺：传播万物百科知识，营造益智成功文库。

我们之所以沿用《万有文库》旧名，并非意图掠美。首先，表明一个信念：承继中国出版界重视文化积累、造福社会、传播知识的优秀传统，为前贤旧事翻演新曲，把旧时代里已经非常出色的事情在新时代里再做出个锦上添花。其次，表明我们这套丛书体系与内容的鲜明特点。经过反复论证，我们决定针对中小学生在提倡素质教育的需要和农村、厂矿、部队基层青年在提高基本技能的同时还要提高文化与科学修养的广泛需要，以当代社会科学与自然科学的基础知识为基本立足点，编纂一套相当于基层小型图书馆应该具备的图书品种数量与知识含量的百科知识丛书。万有的本意是万物，百科知识是人类从自然界万物与社会万象之中得到的最重要的收获，而为表示新旧区别，丛书之名冠以中华。这就是我们这套丛书的缘

起与名称的由来。

《中华万有文库》基本按照学科划分卷次，各卷之下按照内容分为若干辑，每一辑大体相当于学科的2级分支，各卷辑次不等；各辑子目以类相从，每辑10至100种不等，每种约10数万字，全书总计300余辑3000余种。《中华万有文库》不仅有传统学科的基本知识，而且注意吸收与介绍相关交叉学科、新兴学科知识；不仅强调学科知识的基础性与系统性，而且注重针对读者的年龄特点、知识结构与阅读兴趣而保持通俗性和趣味性；不仅着眼于帮助读者提高文化素质与科学修养，而且还注重帮助读者提高劳动技能和社会生存能力。

每个时代中的最大图书读者群是10至20岁左右的青少年。每个时代深远影响的图书，是那些满足社会需要，具有时代特点，在最大读者群中启蒙混沌、传播知识、陶冶情操、树立信念的优秀图书。我们相信，只要我们扎扎实实地做下去，经过几个以至更多的暑寒更迭，将会有数以百万计的青少年读者通过《中华万有文库》获取知识，开阔眼界，《中华万有文库》将在他们成长的道路上留下明显的痕迹，伴随他们一同走向未来，抵达成功的彼岸。

海阔凭鱼跃，天空任鸟飞，凭借知识力量，竟取成功，争得自由。在现代社会中，没有人拒绝为获取知识而读书，这是《中华万有文库》编纂者送给每位读者的忠告。道求完美固然是我们的愿望，但世间只有相对完善，《中华万有文库》卷帙庞大，子目繁多，难免萧兰并擷，珉玉杂陈。这些不如人意之处，尚盼大家幸以教之。我们虚心以待。是为序。

《中华万有文库》编委会

目 录

火箭的优越性	(1)
中国是火箭的发源地	(4)
欧洲早期的火箭	(9)
现代运载火箭的先驱者	(11)
前苏联科学家齐奥尔科夫斯基	(11)
美国科学家戈达德	(13)
德国科学家奥伯特	(16)
法国科学家佩尔蒂埃	(20)
前苏联科学家科罗廖夫	(23)
火箭的原理与宇宙速度	(27)
反作用力和火箭推进	(27)
万有引力和宇宙速度	(31)
火箭的种类和构造	(34)
液体火箭的结构	(36)
固体火箭的发展	(40)
固体火箭和液体火箭的比较	(45)
有效载荷与火箭推力	(46)
多级火箭的结构	(48)
火箭的稳定和控制	(53)

現代運載火箭的發展	(61)
各國運載火箭概況	(66)
二戰中的德國 V-2 火箭	(68)
美國運載火箭概況	(73)
“大力神”系列	(73)
“德爾他”系列	(75)
“宇宙神-半人馬座”	(75)
“偵察兵”運載火箭	(76)
“雷神”系列運載火箭	(77)
“土星”系列運載火箭	(78)
美國新型三角快帆火箭	(82)
歐洲“阿里亞娜”系列火箭	(90)
“阿里亞娜”簡介	(90)
“阿里亞娜-5”運載火箭特點	(93)
“阿里亞娜-5”運載火箭的結構性能	(94)
“阿里亞娜-5”運載火箭的特色	(97)
“阿里亞娜-5”運載火箭的典型發射程序	(101)
前蘇聯運載火箭	(103)
“質子”火箭	(103)
“能源”火箭	(104)
其他幾種火箭	(104)
走向世界的中國火箭	(108)
中國長征系列運載火箭	(108)

中国运载火箭进入世界卫星发射市场的历程·····	(113)
市场风云·····	(114)
日本 H-2 运载火箭·····	(123)
H-2 运载火箭的结构·····	(125)
H-2 运载火箭的特点·····	(126)
H-2 运载火箭的工作过程·····	(127)
各国首枚运载火箭简介·····	(129)
前苏联运载火箭“卫星号”·····	(129)
美国运载火箭“丘比特-C”·····	(130)
中国运载火箭“长征”一号·····	(132)
法国运载火箭“钻石”A·····	(134)
英国运载火箭“黑箭”·····	(135)
以色列运载火箭“沙维特”·····	(137)
印度运载火箭 SLV-3·····	(138)
未来的火箭·····	(141)
原子能推进火箭·····	(141)
离子火箭·····	(146)
等离子体火箭·····	(149)

火箭的优越性

地球的周围，是一层多用途的面纱——大气层。这层大气保护着地球上的万物，免受从宇宙空间飞来的流星和粒子辐射的危害；它使地球表面维持着适宜的温度；它给动物提供氧气，给植物提供二氧化碳。没有这个大气层，地球上纵然有阳光普照，也不会有万物生长，当然也不会有人类。

在地球引力的作用下，地球大气层中的空气并不是均匀分布的，它的密度随着高度的增加而逐渐降低。比如，在离地面 30 千米的高空，大气的密度只有海平面的百分之一一点五；而在 100 千米的高度上，就只有海平面的百万分之一了。因此，在贴近地面 6 千米高度的范围内，空气的质量大约占整个大气质量的一半。在 16 千米的高度之内，大约包含了整个大气质量的四分之三。

人类的航空活动，从一开始便与大气层的密度有着直接关系。18 世纪工业革命以后，随着生产力的迅速提高，人们开始试着离开地面，到空中飞行。1883 年先后出现了热空气气球和氢气球。19 世纪末至 20 世纪初，又从气球发展到气艇，出现了一代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。随后，在 40 年代里，出现了第一批军用喷气式飞机。50 年代，航空

航天技術不斷發展，其中火箭技術的發展在其中起了重要的作用。

大半个世纪以来，航空技术的发展，实际上是一部争取速度、高度和航程的历史。1940年，当活塞式飞机的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17千米的时候，人们已经发现活塞式发动机的潜力已经挖尽了。然而，喷气式发动机的应用，又为航空飞行开辟了新的前景。目前，最先进的喷气式飞机，已经在3万多米的高空以三倍多的音速飞行，在中间不用加油的情况下，持续航程可达2万多千米——一次飞行可以绕地球转半圈。

航空技术的发展，虽然可以说已经达到相当完善的地步，但是，一切航空器，从最初级的气球到最新式的喷气式飞机，都只能在大气中飞行，而不能离开大气。飞机要离开地面，必须靠发动机的推动，一方面去克服空气的阻力，另一方面使机翼与空气发生相对运动，产生升力。而所有航空发动机的运转，都必须从大气中获得燃料燃烧所需要的氧气。问题的关键就在这里：飞机要依赖大气，而能支持飞机飞行的大气层高度却只有30多千米，因此，它只能在这个高度以下飞行。另外，飞机的速度也还不够快。目前，飞机速度的世界记录是每小时3523千米，大约只是第一宇宙速度的八分之一。尽管日积月累的航空经验对航天活动是极可宝贵的，但套用飞机升空的老办法，人类是飞不出地球的。

但是火箭可以在没有空气的地方飞行，它不是利用空气的浮力和升力，而是靠自身的反作用力。

反作用力是比较容易理解的，比如章鱼或乌贼在迅速逃跑的时候，就靠反作用力。章鱼或乌贼的身体内套里存有一种黑色流体，当敌人侵袭它的时候，内套急剧收缩，把流体向外喷射，喷射的反作用力使它自己像箭离弦一样迅速逃到别的地方去。

火箭喷射的不是空气，而是燃烧产生的气体。不同类型的火箭使用不同的燃料，但是不论哪一种，都有一个共同点，它们的推进剂都是不需要外加空气就能燃烧的。

一般物质燃烧的时候，需要空气里的氧气。例如瓶里的蜡烛，在瓶里的氧气消耗完了的时候，就熄灭了。但是火箭的推进剂里自己带着氧，这样在几乎真空的宇宙空间里，火箭也可以喷射燃烧气体而飞行。

在没有空气的地方火箭也可以燃烧前进，这在1610年人们已经知道。英国的纳索伯爵写的书里就有这样的话：“火箭也可以在水里点火，在水里喷射前进。”

火箭里的推进剂既然能在水里燃烧，那么也应该能在宇宙真空中燃烧。在齐奥尔科夫斯基的那个时代，关于氧气和氧化剂的化学知识已经是掌握了，因此他自信“火箭可以在真空状态的宇宙空间里使用”。他努力研究怎样改进火箭技术，使它能在宇宙空间里飞行，1903年写了《利用喷气工具研究宇宙空间》的论文，在文章里他提出了“液体燃料火箭比固体燃料火箭更适宜于宇宙飞行”的理论。

中國是火箭的發源地

石器時代，原始人用石和木擊斃飛禽走獸。隨着人類的進化，出現了弓和箭。《說文解字》上注釋：箭者矢也，以竹為箭，以木為矢。公元前 11 世紀我國的《易經》上說：弦木為弧，剡（音 yǎn，意為削）木為矢。這是最早見之于文字的有关弓和箭的記載。進入青銅器和鐵器時代以後，箭頭就用青銅或鐵製成。到 2000 多年前的戰國時代，箭又發展為弩，就是在弓上裝上一個機件，扳動機扣可以使箭更有力地從弓上射出去。箭和弩不僅是古人用以狩獵和自衛的工具，而且一直就是古戰場上的重要武器。

我國是世界上發明火藥最早的国家，時間大概是公元 682 年（唐代中葉）。從公元 850 年起，凡帝王慶典和宗教節日活動都盛行放花。這一活動後來流傳到了民間，俗稱“起花”，這種“起花”就是將黑色火藥緊裹在紙里，紙卷成筒狀，後面由一植物莖杆作制導，點燃後就射入天空。這就是固體火箭的原始雛形。

火箭作為武器用於戰爭始於南宋。公元 1232 年，南宋軍隊用火箭擊退了來犯的蒙古軍。當時的火箭形狀類似炮筒，呈圓錐形，在筒底大的一面，裝上好几支箭，就像花盆里栽的蔥那樣矗立着；鐵筒內裝火藥，點火後數箭同時向敵方射去。

这就是世界上最早的铁筒式多发火箭。后来，蒙古军也采用了这一武器。1236年，元太宗命拔都西征，军队长驱直入、所向披靡，一直打到中欧，除了军队强悍善战外，跟使用了火箭这种先进的武器也是分不开的。1274年和1281年，蒙古军两度东征击败日本，以及日本镰仓时代蒙古军东渡攻占日本九州，都使用了这种火箭。

在美国首都华盛顿有一座规模宏大的航空与航天博物馆，其展品数量和参观人数都处于世界航空博物馆的首位，每年吸引1000万名游客。笔者在美国考察时，曾多次在这个馆内看到中国火箭的展出。展品的说明中，承认原始火箭是中国发明的。

在公元9世纪，我国劳动人民就开始制造黑色火药。火箭喷射原理的最初应用，是一种名叫“起花”的烟火玩具。它是一截装有火药的纸筒或竹筒，上端封闭，下端开口；火药点燃以后，向下喷出的燃气推动药筒向上直冲夜空，划出一道明亮的闪光。为了保持升空时的方向稳定，药筒末端绑着一根细长的竹杆或芦苇。这种最早的“模型火箭”，大约在公元13世纪初我国的南宋时代，就已经在民间广泛流行了。

火箭在战争上的应用，也有相当久远的历史。首先把原始的火箭当作武器用来作战，大概也是从我国开始的。公元1232年，我国南宋末期，据说在战争中就使用了火箭武器。这种武器是什么模样，现在还找不到可靠的记载，但是它无疑不是三国时期（公元3世纪）诸葛亮使用过的那种火箭。三国时期的所谓火箭，只不过是一种引火的箭的简称；它是在

普通的箭矢上帶上引火物，仍然要靠人力拉弓射出，並不是靠噴射原理推進的火箭。南宋時期使用的火箭，其結構大概同起花相似，把一截前端封閉的火藥筒，綁在普通箭杆上，利用火藥點燃後產生向後噴射的燃氣，可以推動箭杆向前飛行，其射程比單憑人力拉弓射箭遠（圖 1）。公元 16 世紀，明朝的戚繼光抗擊沿海入侵的倭寇，曾經使用過重達二斤（1 千克）多的火箭，射程有 100~200 米。明朝人茅元儀所編的《武備志》里，記述了當時的各種火箭武器。其中值得特別注意的，是一種取名“火龍出水”的武器（圖 2）。它的外形是一個雕刻著龍頭和龍尾的圓筒，筒內藏著一組火箭；筒外另有一組火箭。發射的時候，先點燃筒外的火箭，推動筒身向前飛行；待筒外火箭的火藥燃盡，再引向筒內火箭，筒內的那組火箭便從前端張開著的龍口飛出，射向敵人。這樣，筒內的火箭可以比單支火箭射得遠。這實際上已經是多級火箭的雛形了。另外一種在我國明朝使用過的火箭武器名叫“一窩蜂”：許多箭插在一個筒內，同時點火射出，可加強殺傷威力（圖 3），它是今日在戰爭中廣泛使用的火箭筒的鼻祖。

亞洲、歐洲和中東的一些國家。從 13 世紀起，也相繼在戰爭中使用了類似的原始火箭。例如，公元 1241 年鞑靼人同波斯人的戰爭，1249 年阿拉伯人在伊伯利亞半島的作戰，據說都使用了火箭。公元 14 和 15 世紀，意大利、法國、德國也出現了火箭。1760 年，印度人在抗擊英國侵略者的戰鬥中，利用火箭給敵人很大威脅。這種火箭的前端有鐵制的箭矢，尾部接有一根 3 米長的細竹杆，在飛行中起穩定的作用。到 18



图1 火箭

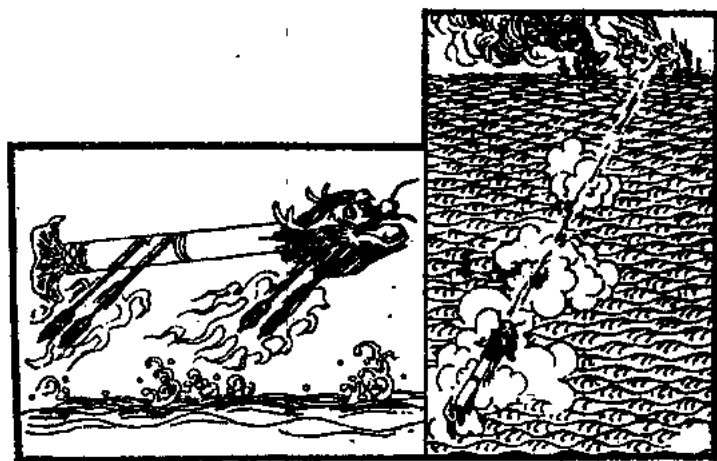


图2 “火龙出水”

世纪，火箭和火炮并存，都是战争中的攻击武器；这时的火箭，虽然射程超过火炮，可是最大的弱点是准确度太差。随

着火炮技術的改進，特別是无烟火藥和炮膛線的採用，大大提高了火炮射程和準確度。到19世紀，火箭武器終於完全被火炮所取代。

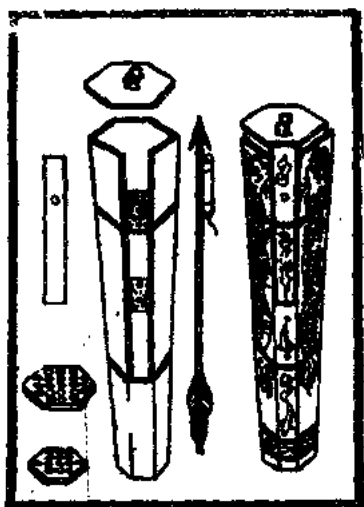


圖3 “一窩蜂”