

神舟

科学普及出版社

载人航天的故事

A Brief History of Manned Space Flight

宋晗 林峰 戴阳 郝雪涛 编著

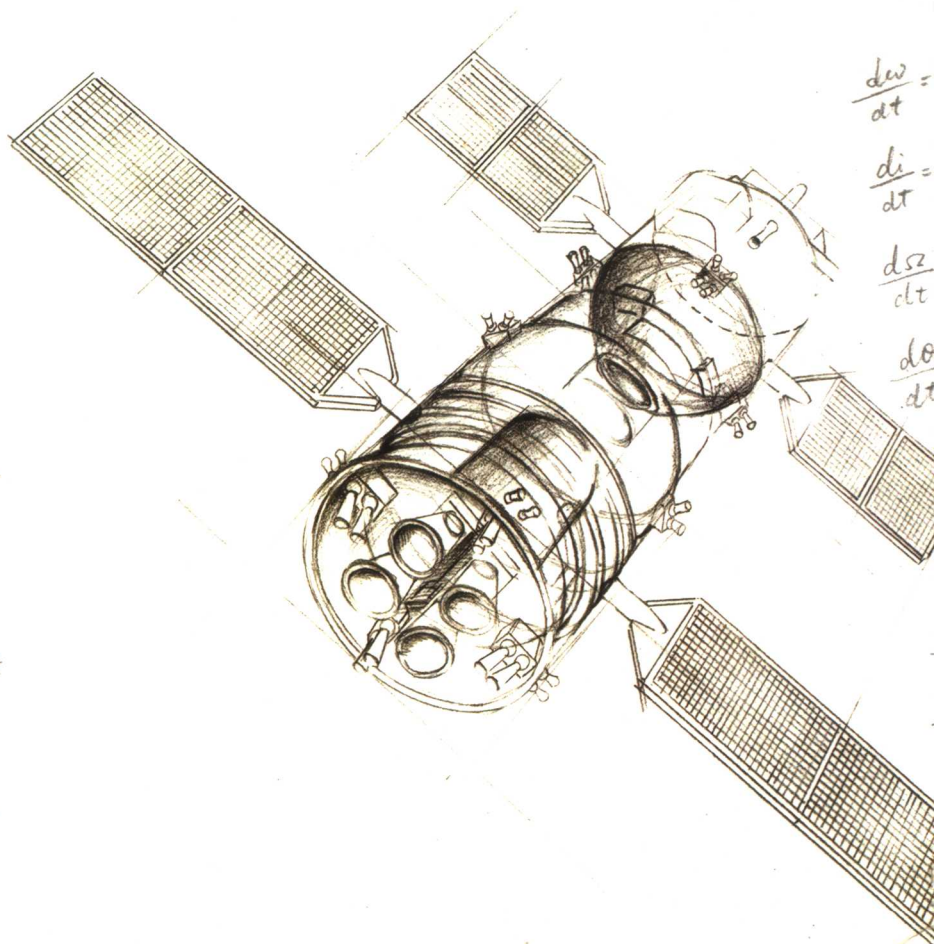


J. Bren

mit laminar Grenzschicht
Z. A. M. M. Vol. XV, p. 23, 1935

Layer of compressible fluids
Cent. Aero. Hydrodynamical Inst.
(Russian)

Problem of Resistance in compressible
regno di Scienze, Físiche, matematiche
(Tema: Le alte velocità in aviazione)
O' Stella, Rome.



$$\frac{dw}{dt} =$$
$$\frac{di}{dt} =$$
$$\frac{ds}{dt} =$$
$$\frac{do}{dt} =$$

北京市东城区图书馆



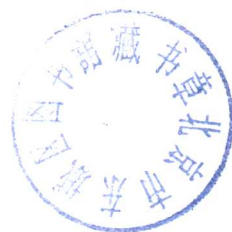
90293333



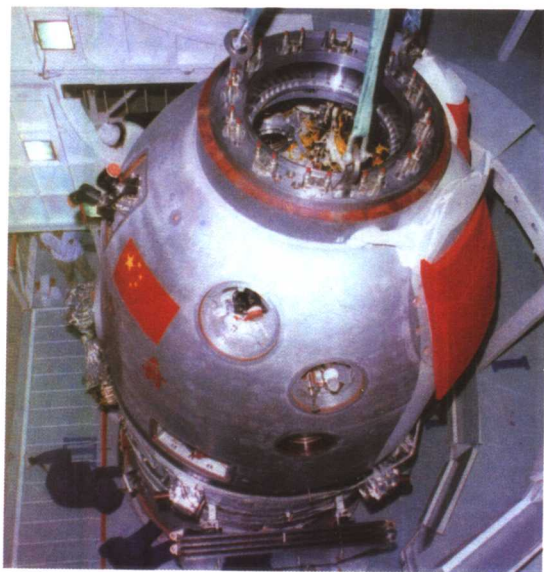
载人航天的故事

宋哈 林峰 戴阳 郝雪涛 编著

A Brief History of Manned Space Flight



神舟



科学普及出版社

R310.65 101

图书在版编目(CIP)数据

神舟: 载人航天的故事 / 宋晗等编著. —北京: 科学普及出版社, 2003. 9

ISBN 7-110-05609-0

I. 神... II. 宋... III. 载人航天飞行 — 普及读物
IV. V529 — 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 081846 号

策

划:



联智传播

鲁莉蓉+慕云五

责任编辑 崔 玲

装帧设计 刘 科

责任校对 何士如

责任印制 安利平

科学普及出版社出版

北京海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 62179148 62173865

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京国防印刷厂印刷

开本: 880 毫米 × 1230 毫米 1/24 印张: 6 插页: 24 字数: 190 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1—10 000 册 定价: 20.00 元

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)



序

1999年11月中国进行了首次载人飞船的飞行试验，这艘命名为“神舟”的飞船经过21小时11分钟的太空飞行，成功地在内蒙古中部的大草原上安全着陆。这次飞行标志着中国向载人航天技术迈出了第一步。

从远古时代嫦娥奔月的美丽传说到明代万户飞天的悲壮实践，华夏儿女对神秘太空的好奇和探索从不曾止息。中国这个古老的国度，在几百年前发明的火箭，为人类奠定了太空航行的原始基础。但由于历史、人文等多方面的原因，这些只能成为过去的辉煌。而与此同时，西方世界对太空的思考却在不断地深入，尤其在掌握了东方的火箭技术后，通过不断的完善，最终在40多年前实现了进入太空这个人类共同的梦想。

西方国家特别是美国俄罗斯从第二次世界大战后开始大量投入人力、物力进行航天领域的探索，开展了一场别开生面的太空较量。1961年4月3日前苏联人加加林乘坐东方号飞船率先实现了人类的首次太空飞行。1965年3月前苏联人列昂诺夫又实现了人类首次的太空行走。到1969年7月16日，美国的阿波罗飞船载着阿姆斯特朗等人首次完成了神奇的月球之旅。其后，美国为了方便地穿梭于天地之间开展的航天飞机计划，以及前苏联为了停泊太空进行的空间站计划，构成了20世纪七八十年代载人航天技术发展的主体内容。

任何技术的发展就其本身来讲是科学的发展，但它也是历史的见证。载人航天技术的发展更突出地反映了

这个事实，40多年来的发展过程很微妙地说明了国际局势的变化。最直接的体现就是美苏的冷战关系，虽然它们所开展的太空竞

赛，很大程度是出于政治需要，可还是有形无形地推动了载人航天技术的发展。但科学技术的发展不会完全受政治的摆布，载人航天不断扩大的技术难度和规模，使得任何一个国家都



不可能单独完成日益复杂的载人航天工程。从20世纪70年代以后国际间的合作日益增多，到今天国际空间站的搭建，充分说明了载人航天技术的发展正成为整个人类的事业。

在这个人类的共同事业中，中华民族曾经停滞了相当长的时间。新中国成立后，炎黄子孙终于展开了自己的航天之梦。1970年4月24日，中国第一颗人造卫星顺利升空。其后中国人在运载火箭、人造卫星技术方面取得了长足的进步。航天技术在继续着重发展应用卫星包括大容量通信卫星、先进气象卫星和地球资源卫星的同时，开始对载人航天的思考。1986年3月，载人航天被醒目地写进了“863”计划中。1992年，中国的载人航天工程“921”工程启动，正式揭开了中国载人航天的帷幕。10年辛苦铸辉煌，神舟飞船连续4次发射成功，特别是神舟三号和四号在模拟全载人状态下连续发射成功，标志着中国已具备了把航天员送上太空的能力。飞天，这个千百年来中国人遥不可及的梦想，即将成为现实。

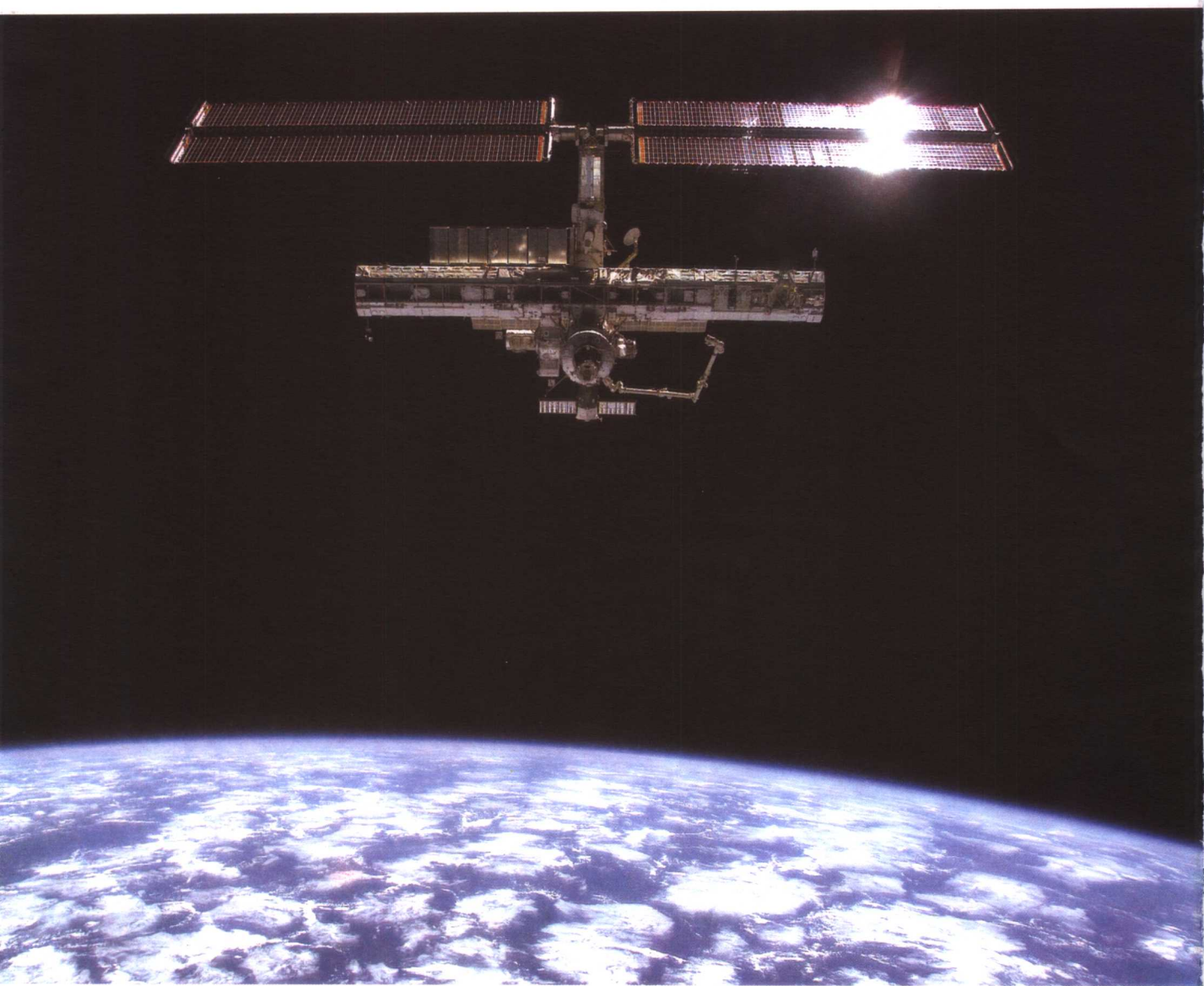
未来，人类在发展载人航天技术的同时，会更加重视空间科学的应用。随着空间站的建立，太空加工、新材料生产、新药品制备都有可能进入实用阶段。空间太阳能电站、太空城市、以及方便的航天运输系统都会成为现实。对生活在我们周围的大多数人来说，载人航天可能就是电视屏



对生活在我们周围的大多数人来说，载人航天可能就是电视屏幕上一次次的火箭发射，或者是画册封面上进行太空行走的航天员，进入太空对我们来说似乎是遥远的事情。但科技发展是突飞猛进的，伴随着神舟计划的实施，中国人正一步步地接近太空，人们期待了解神舟。当你知道了世界和中国的载人航天，你会发现了解神舟如此容易，你会感觉如此接近太空！



美国于20世纪80年代首先研制成功航天飞机，实现了航天器的部分重用。它是目前世界上惟一将航天飞机投入使用的国家。



集结了全世界 16 个国家的航天力量正在建造的国际空间站 (International Space Station)。从 1998 年 11 月第一个功能舱进入轨道开始，已经经过了近五年的时间，预计 2005 年完成。它将会是人类历史上建造的体积最大、功能最多的空间站。该图为美国奋进号航天飞机和空间站脱离后拍下的照片。空间站下面的蓝天白云正是我们的地球。

1 深蓝之梦 人类对太空的认识和实践

人类对太空的幻想 / 2

火箭的发明 / 4

航天之路的先驱 / 7

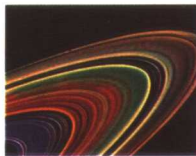
俄国的齐奥尔科夫斯基

法国的埃斯诺·贝尔特利

美国的罗伯特·戈达德

德国的赫尔曼·奥伯特

进入太空 / 13



2 划破长空 载人航天器及轨道动力学

载人航天技术 / 18

载人航天系统的组成

载人航天器

运载火箭

发射场

着陆场

测控和通信系统

应用系统及地面保障设施

火箭学 / 26

牛顿定律与火箭学

简单火箭的结构

推进剂

火箭级分离

从发射到入轨

轨道动力学 / 34

圆形轨道与椭圆形轨道

开普勒定律

轨道的描述

轨道改变

霍曼转移

轨道会合



3 空间的较量 载人飞船及登月计划

美苏太空竞赛 / 44

准备阶段

争取第一的东方号和上升号

稳扎稳打的水星和双子星

登月计划 / 55

阿波罗计划的确定

阿波罗登月方案

阿波罗号飞船系统

阿波罗号登月过程

登月的准备和实现

前苏联的登月计划

联盟系列 / 65

联盟复合体

联盟飞船

联盟家族

轨道上的握手 / 71



5 轨道上的停泊 轨道空间站

空间站的发展 / 92

重要一步

第二代空间站

成果辉煌的和平号

国际空间站 / 100

从星球大战到“太空城市”

合作建设

太空建筑工人

建成后的国际空间站

世界最高的实验室

捉襟见肘的建设经费



4 穿梭天地 航天飞机

什么是航天飞机 / 74

美国的航天飞机 / 77

费用与效益的考虑

昂贵的飞行

航天飞机的飞行过程 / 80

地面准备

升空倒计时

进入轨道

太空的任务

返回地球

各国航天飞机 / 88



6 骑士之舞 航天员

什么人可以成为航天员 / 108

百里挑一

不同的职责

航天员的训练 / 111

体质和理论

心理准备

特殊环境

飞行模拟

生存之道

参与试验

载人密闭座舱 / 116

生活空间

生命保障

航天员的工作 / 120

工作内容

个人装备

太空中航天员的生活 / 123

科学的食谱

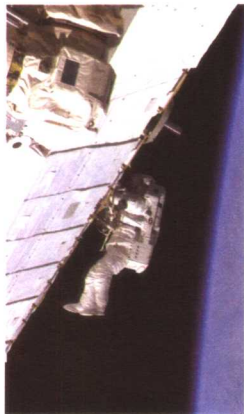
自由的睡眠

个人卫生

必要的锻炼

随意漂浮

冒险的事业 / 130



7 巨龙的腾飞 中国的载人航天器

中国航天事业回顾 / 134

导弹系列

运载火箭系列

卫星系列

载人航天的到来 / 143

放眼载人航天

最初的探讨

曙光的来临

神舟飞船

钢铁的炼成

神州神舟 / 151

神舟首飞

第二次飞行

第三艘神舟

走近神舟四号

期待中的神舟五号

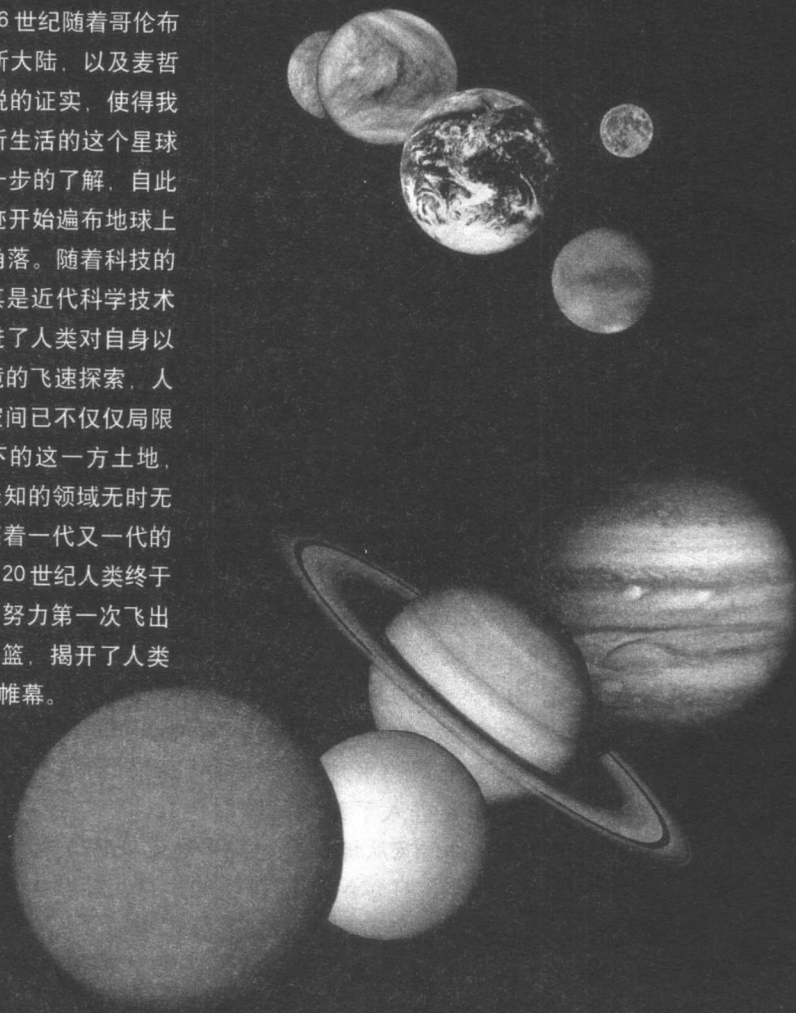
展望神州 / 157



1 深蓝之梦 人类对太空的认识和实践

15~16世纪随着哥伦布发现美洲新大陆，以及麦哲伦对地圆说的证实，使得我们对自己所生活的这个星球有了更进一步的了解，自此人类的足迹开始遍布地球上的每一个角落。随着科技的发展，尤其是近代科学技术的进步促进了人类对自身以及生存环境的飞速探索，人类的生活空间已不仅仅局限于自己脚下的这一方土地，宇宙这片未知的领域无时无刻不在诱惑着一代又一代的人们。进入20世纪人类终于通过自己的努力第一次飞出了地球的摇篮，揭开了人类探索太空的帷幕。

太阳系是由一团星云在距今约46亿年前由于自身引力的作用逐渐凝聚而成的。它是一个在很大范围内由多个天体按一定规律排列组成的天体系统。太阳系的成员包括一颗恒星、九大行星、至少63颗卫星、约100万颗小行星和无数的彗星等。该图是从航天飞机上通过聚光镜拍摄的太阳系九大行星，自上往下依次为：水星、金星、地球和月亮、火星、木星、土星、天王星、海王星。



人类对太空的幻想

很难说什么是不可能的，因为过去的梦想即是今天的希望，明天的现实。

——罗伯特·戈达德（美）1914年



从右下角天蝎座（Scorpius）到左上角天鹰座（Aquila）的银河。1998年4月某一天的凌晨摄于美国圣地亚哥以东80.5公里处。

正如对海洋这片蓝色的崇拜，人类从具有思维的那一天起对天空这片蓝色就怀有无限的遐想。人类渴望着有一天可以翱翔天空，这种对飞行的渴望逐渐演变成了一个美妙动人的传说，经过千百年的传播和演变，这些传说不断地刺激着后代科学家为了实现梦想而努力。

随着天文学的发展，相继出现的太空幻想小说是人类对太空飞行进一步的思考。通过哥白尼、第谷·布拉赫、开普勒和伽利略等科学家的不懈努力，确立了近代日心说的天文学体系。这时人们意识到地球仅仅是浩瀚宇宙中一颗普通的行星，人类借助于自己的想像力以及自己所生活的这个星球上的知识来设想宇宙中其他的星球。地球以外的星球是什么样的？上面是否有生命的存在？这些都推动着人类不断地去幻想。

德国天文学家约翰内斯·开普勒在1634年出版的《梦想》（*Solemnium*）中第一次对月球的旅行展开了幻想，稍晚出版的由英国主教、历史学家歌德温所作的《月中人》以及英国人威尔金斯所作的《月球世界上的发现》也对月球的情景进行了幻想和推测。这一时期的《月球之旅》（法国，切拉诺·德·贝尔热拉）是17世纪太空幻想小说中的典范，在书中作者用近

似科学的态度讨论了太空旅行中的各种飞行方法，尤其提到了用焰火爆竹作为推进动力，其原理正是航天飞行中所用的反作用推进方式。

进入19世纪，由于一系列科学的重大发现与发展，如生命体与非生命体物质元素相同、太阳系非惟一性、进化论、元素周期律的提出，不断地揭示了地球生命的非惟一性及太阳系的平凡性，同时伴随着科学发现和科学技术地位的日益提高，太空幻想作品进入了新的黄金时代。

法国人儒勒·凡尔纳的《从地球到月球》是近现代太空科学幻想小说的代表作，在书的写作过程中，凡尔纳通过科学的推理，结合大量的数学、物理学和天文学知识，对小说中的宇宙飞船和发射装置进行了严格的计算。书中对有关航天活动中许多基本状况的预言都同航天科学发展有着惊人的吻合，如火箭发射场、飞船密封舱、失重、火箭变轨道飞行、制动火箭、海上降落等。德国



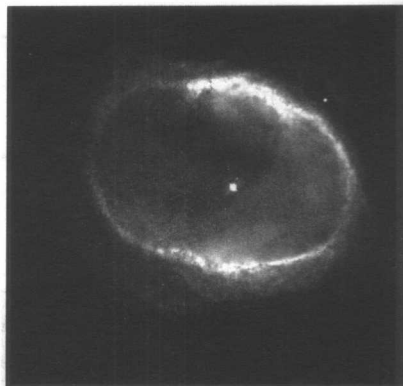
嫦娥奔月



科学家库尔德·拉斯维茨的科幻小说《两个行星上》描写了有关火星人的故事。与《从地球到月球》同样杰出的是，在他的作品中对光电感应器、光电池、轨道站、反作用发动机、变轨控制的设想和描述具有很强的科学性。

可以看到这个时候的太空科学幻想小说中科学性上升到了非常重要的地位，正是由于这个原因，他们的作品与当时的科学探索发现是紧密结合的，既不同程度受到不断出现的新技术新发现的影响，又对航天科学的发展起到了极大的影响作用。后来的许多火箭专家和航天先驱者都受到了这些作品的启发和激励，俄国航天先驱齐奥尔科夫斯基，美国航天先驱戈达德，德国火箭专家冯·布劳恩等在早期都曾受到过这些作品的影响。德国航天先驱奥伯特和法利尔还对《从地球到月球》中凡尔纳设计的火炮及用这种装置发射飞船的可能性进行过认真的研究。

人类对太空的幻想激励着我们不断地对太空进行探索，去实现翱翔太空的梦想。在对太空的无限遐想中，人类逐步建立起了太空飞行的思想和观念，这就为航天梦想的实现奠定了思想基础。因此当新的时代来临时，在这种原始动力的推动下真正的航天理论和实践得以迅速发展。



距地球约两千光年的行星状星云NGC3123，其中心两颗亮星天文学称为双星，这个星云是由其中那颗小星形成的。该图片由哈勃望远镜拍摄。

17~19 世纪主要科幻小说表

书名及出版时间	作者	国籍	说明
《梦想》 1634年	约翰内斯·开普勒	德国	作者借“精灵之口”描述了月球、月球现象、地月现象、行星现象、星的视周期等
《月中人》 1638年	歌德温	英国	作者幻想的产物，缺少科学根据，但唤起了人们对太空飞行的兴趣
《月球世界上的发现》 1638年	威尔金斯	英国	书中介绍了对月球表面的推测，包括讨论了那里的人类及他们的特征等，并且严肃讨论了载人飞行问题，讨论了多种可能的飞行方法
《月球之旅》 1649年	切拉诺·德·贝尔热拉	法国	作者以十分有趣而且近似科学的态度讨论了各种飞行的方法，其推理也有一定的逻辑性
《关于多重世界的谈话》 1686年	丰特奈尔	法国	书中描写每个行星上都有居民，但由于环境不同，各行星上的居民的举止、行为、外表都极不相同，他们都有各自的特点
《金星之旅》 1863年	阿希利·埃劳德	法国	书中提到的反作用动力装置是对太空飞行原理科学的预测
《从地球到月球》 1865年	儒勒·凡尔纳	法国	书中讲述了一群炮兵设计了一门超级大炮，并用大炮将乘坐用炮弹改造的宇宙飞船的三个旅行家送上了月球轨道的故事。凡尔纳的《从地球到月球》是近现代科学幻

火箭武器——“霹雳炮”重挫金军，这是人类历史上第一次在战场上使用火箭武器。连年的交战使火箭技术逐渐被金和蒙古所掌握，于是当时各方兵工厂的一个重要内容就是火药制造，在这种情况下火药的配方有所改进，制造工艺渐趋成熟，其燃烧速度和爆炸力也得到增强。13世纪蒙古在先后三次的大举西征中，采用了南宋的火器技术，用汉人工匠制造大炮。当时在欧洲战场使用的火箭已有多箭齐发的火箭筒，这种集束式火箭发挥了巨大的威力，使欧洲人大为吃惊。当然在这几次西征中，阿拉伯人从中掌握了火药和火箭的技术，并进一步把它传入了西方。

明代中国火箭发展进入了一个比较重要的时期，出现了很多种类的火箭，除了单级火箭，还发展了各种集束火箭、火箭弹和原始的多级火箭，并且对各种火箭的制造、应用、配备和发射剂原料配比及加工制造等都作了详尽的叙述。在当时的水、步、骑兵中火箭武器已作为必备的武器，甚至还有专门的火箭部队，有关火箭武器的使用、布阵、作战技术和管理也都有

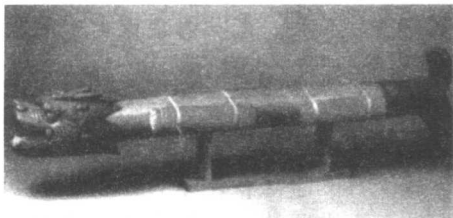
至还有专门的火箭部队，有关火箭武器的使用、布阵、作战技术和管理也都有



这些火箭的记载。

明代的火箭虽然种类繁多，但发展主要体现在火箭样式的更新上，有关火箭的尺寸、规格、装药剂量、发射距离方面却少有讨论。而在火箭的稳定方面，仍然是传统的箭杆加羽毛方式，精度不能得到显著的提高，这就使火箭的尺寸和射程难以提高。进入清代，火箭虽然也有一定的发展，但其发展基本停留在原地。一方面看这是因为长时间的和平以及封建君主

所推行的封闭政策所影响，但从技术的发展来看主要还是缺少相应科学知识的指导。纵观中国古代火箭技术的发展过程，所走的基本是经验式的道路，没有对火药的燃烧机理，火箭的推进原理，箭羽的稳定原理等问题进行深入的研究，而仍



局限于用阴阳五行说来解释爆炸原理，这就使得火箭技术的较大改进难以实现。

火箭技术在13世纪传入阿拉伯国家后，又逐渐传入欧洲，意、法、

《武备志》所记载火箭

名称	射程
五虎出穴箭	500步
七星箭	不详
九龙箭	不详
火弩流星箭	不详
火龙箭	不详
长蛇破阵箭	200步
一窝蜂箭	300步
群豹横奔箭	400步
四十九矢飞帘箭	不详
百虎齐奔箭	300步

上图：中国古代的火箭

下图：最早的二级火箭“火龙出水”。龙头下面，龙尾两侧各装一个半斤重的火箭筒，将四个火箭引信汇总一起，并与龙腹内火箭引信相连。首先离水面三四尺处点燃引信，飞行近千米；然后四支火箭燃尽，通过引信点燃龙腹内火箭，从龙口喷射出数支火箭，最后向前直达目标，致使敌船烧毁。



威廉·康格里夫(William Congreve 1772 ~ 1828)

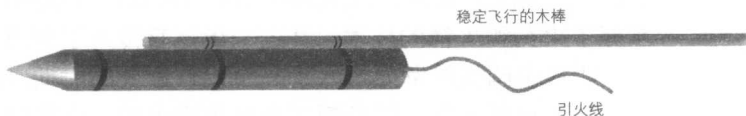
英国人康格里夫 1793 年毕业于剑桥大学，是学文科的。由于其父经营英国皇家兵工厂，他对兵工机械怀有浓厚兴趣，因此后来便弃文习武，进入这家兵工厂，并且开始利用英国士兵从印度带回的火箭资料，研究改进火箭的速度和射程。经过几年的探索，1805 年，康格里夫采用新型火药制造出了一种实用的火箭，重 14.5 千克，箭长 1.06 米，直径 0.1 米，并且装了一根 4.6 米长的平衡杆，射程可达 1800 米。这种火箭在英国击败拿破仑军队的战争中建立了卓著的战功。由于康格里夫在火箭方面做出的贡献，1814 年他被英国政府授予爵位荣誉，并在 1817 年被选为议会议员。然而，康格里夫火箭还未能解决制导和控制问题，精度较差。1844 年，英国的威廉·霍尔发明了一种自旋稳定器，并用来对康格里夫火箭进行改进。虽然与现代火箭相比，所有的这些火箭都十分简陋，应用也不广泛，但它们的出现却为现代火箭的诞生奏响了序曲。

火药火箭

其工作原理和固体燃料火箭是一样的，以火药燃烧产生推力。早在唐代初年（约在 7 世纪）火药就出现了，南宋时火药用来制造烟火。大约在 13 世纪制成火箭。我国古代制造的火箭所用的是黑色火药。

德、波兰、英、俄等国都先后掌握了火箭技术。尤其出于战争的需要，这些国家在使用火箭的过程中，深入研究火药配比、火箭形状、大小及稳定装置和火箭材料，在这些方面进行了重大改进。很快欧洲的火箭在重量、射程和精度等方面就超过了中国火箭。公元 18 世纪初（大约清康熙至雍正年间），波兰就已生产出了重达 22.7 千克甚至 54.4 千克的大型火箭，德国也试验了多种带导向杆的重 45.4 千克的火箭。

但有趣的是
正如火箭没有在其的故乡中国得到巨大发展一样，
对欧洲近代火箭



导引火箭的最初结构

技术发展产生巨大影响的不是欧洲那些较早使用火箭武器的国家，而是英国。这里不能不提的就是威廉·康格里夫 (William Congreve) 研制的火箭，而实际上“康格里夫火箭”并不是欧洲大陆火箭技术发展的必然结果，也很少受到其影响，主要借鉴的却是印度的火箭技术。

康格里夫研制的火箭在射程、精度及稳定方式上都作了改进，其性能几乎达到了火药火箭的极限。由于其巨大的杀伤力，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·黑尔在火箭的尾部装上 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——卡秋莎。

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逐步酝酿。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来完成航天运载的曙光。经过不断的研究和早期试验，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。



航天之路的先驱

进入20世纪,人们观念中有关宇宙、天体、时间、空间的概念已经形成,积累了相当的天文学知识,并且建立了物理学的相应基本理论如牛顿定律,随着火箭理论和实践的进一步深入,最终促成了航天学的建立。在这期间世界各国活跃着一批航天先驱,他们为航天理论的发展作出了卓越的贡献。

► 俄国的齐奥尔科夫斯基 (Kostantin E. Tsiolkovsky)

1857年9月17日,齐奥尔科夫斯基出生于俄罗斯梁赞省的伊热夫斯基村(靠近莫斯科),取名康斯坦丁,他的父亲是一位森林管理员,平时喜好发明,但没取得很大的成就。他的母亲玛丽亚·伊凡诺夫娜出身于艺术家庭。他们家境贫寒,虽然齐奥尔科夫斯基自小热爱读书,但他的父母没有能力送他到更好的学校学习。他受到的惟一正规教育是在伊热夫斯基村的乡村学校里获得的。

不幸的是,齐奥尔科夫斯基在10岁的时候,由于患了严重的猩红热病而使听觉几乎完全丧失,这使得他无法进学校学习,他的母亲以极大的耐心在家里给孩子补课。没有正规的教育,他只能靠借到的几本书进行顽强学习,自身的严重疾病使他形成了顽强和坚毅的性格。

齐奥尔科夫斯基16岁的时候,有机会来到了莫斯科。他在莫斯科的3年中,几乎是在图书馆度过的,在自学的过程中,有关飞行和星际航行问题开始强烈地吸引着他。这方面的兴趣很大程度上是受儒勒·凡尔纳科学幻想小说的影响。有一天,齐奥尔科夫斯基在自学过程中,遇到了一个作用和反作用定律的问题。他通过这条定律大胆地设想:如果有一天一场巨大的爆炸把地球炸成碎片,那么这些地球碎片的引力中心将仍然保持在原绕太阳运行的轨道上。这实际上就是引力中心不变定律。后来作用与反作用定律以及引力中心不变定律成了他解决宇宙航行问题的基础,当时他只有19岁。

刻苦的自学使齐奥尔科夫斯基获得了大量的科学知识,也为他后来的



齐奥尔科夫斯基像

研究工作奠定了重要基础。1878年秋，他轻而易举地通过了中学教师的资格考试，被分配到波罗伏斯克县担任中学教师，教师工资虽然微薄，但对他来说似乎是理想的生活出路。



在之后的十多年间，齐奥尔科夫斯基对很多的科学领域进行研究，包括对轻于空气的飞行器——飞艇的研究。对航天飞行诸方面问题，他一直在断断续续地进行着研究和思索，并且在1883年，他在一篇名为《自由空间》的手稿，首次指出利用反作用装置

作为外太空旅行工具的推进动力的可能性。但直到1891年，对太空问题的研究才占据了他的主要精力和时间。

齐奥尔科夫斯基有关太空飞行的思想在1893年发表的科幻小说《月球上》和1895年写的《地月现象和万有引力效应》中得到了进一步发展。1896年，他开始从理论上研究星际航行的有关问题，进一步明确了只有火箭才能达到这个目的。1897年，他推导出了著名的火箭运动方程式。齐奥尔科夫斯基经过几年潜心研究，于1898年完成了航天学经典性的研究论文《利用喷气工具研究宇宙空间》，并于1903年发表在莫斯科的《科学评论》杂志上。接着齐奥尔科夫斯基又于1910年、1911年、1912年、1914年在《科学评论》杂志上发表了多篇关于火箭理论和太空飞行的论文。这些出色的著作较为系统地建立起了航天学的理论

基础。这些论文可以说构成了一个相当完整的航天理论体系，其中有许多研究发现或论述在航天史上属于第一，如：首次明确提出液体火箭是实现星际航行的理想工具，首次较全面地研究了各种不同的液体推进剂，并提出液氢液氧是最佳的火箭推进剂，首次提出火箭质量比的概念，并阐述了质量比的重要性等等。

十月革命之后，齐奥尔科夫斯基的工作得到了前苏联政府的鼓励。第一次世界大战之后，齐奥尔科夫斯基发表了太空飞行科幻小说《地球之外》，1919年齐奥尔科夫斯基发表了关于多级火箭的论文《太空火箭列车》。

齐奥尔科夫斯基为航天事业的发展贡献了毕生精力。他建立了液体火箭运动理论和太空飞行基本理论，为航天学的建立作出了巨大的贡献。可以告慰这位伟大先驱者的是，他所构想的太空飞行包括载人太空飞行目标，都首先在他的故乡前苏联（俄罗斯）实现。今天，齐奥尔科夫斯基这位伟大的航天先行者的大部分预言已经变成了现实。

► 法国的埃斯诺－贝尔特利(Robert Esnault-Pelterie)

埃斯诺－贝尔特利1881年11月8日出生于巴黎。他的父亲是一位纺织机械制造商。由于父亲的影响，他在孩提时代就对机械问题发生了浓厚的兴趣。

1902年，埃斯诺－贝尔特利获得了他的第一项发明专利，同一年，他大学毕业并投身于丰富多彩的科学研究和技术发明活动。