



国家出版基金资助项目

“十二五”国家重点出版规划项目

月球与人类丛书

丛书主编 钟志华

月球上的脚印

教育部深空探测联合研究中心 组编

分册主编 启 涛



湖南大学出版社



国家出版基金资助项目

“十二五”国家重点出版规划项目

丛书主编 钟志华

月球与人类丛书——

月球上的脚印

YUEQIU YU RENLEI CONGSHU ——

YUEQIUSHANG DE JIAOYIN



教育部深空探测联合研究中心 组编

分册主编 启 涛

湖南大学出版社

内容简介

通过讲述人类探月史上真实的故事和对重大事件的科学分析,将读者带入月球探索之旅。介绍了世界各国的探月历程,对人类探月史上的重头戏——苏联无人探月工程和美国“阿波罗”登月工程,做了生动、详实的介绍。回顾了中国探月的历史,详细介绍了“嫦娥”系列探测器的设计特点、性能、使命及成就,并集中展示了一批“嫦娥工程”的资料图片以及“嫦娥”卫星所拍摄的高精度月球图片。

适合科学爱好者及青少年阅读。

图书在版编目(CIP)数据

月球上的脚印/启涛主编. —长沙: 湖南大学出版社, 2014. 4

(月球与人类丛书/钟志华主编)

ISBN 978-7-5667-0642-3

I. ①月… II. ①启… III. ①月球探索-青少年读物

IV. ①V 1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第064609号

月球与人类丛书——月球上的脚印

YUEQIU YU RENLEI CONGSHU ——YUEQIUSHANG DE JIAOYIN

组 编: 教育部深空探测联合研究中心

丛书主编: 钟志华 分册主编: 启 涛

丛书策划: 雷 鸣

项目责任人: 刘非凡

责任编辑: 刘非凡 姚 锋 张 毅 责任校对: 全 健

出版发行: 湖南大学出版社有限责任公司

社 址: 湖南·长沙·岳麓山 邮编: 410082

电 话: 0731 88822559 (发行部), 88822264 (编辑室)

0731 88821006 (出版部)

传 真: 0731 88649312 (发行部), 88822264 (总编室)

电子邮箱: hnuplff@126.com

网 址: <http://www.hnupress.com>

印 装: 湖南天闻新华印务有限公司

开 本: 730×960 16开 印张: 10.25 字数: 168千

版 次: 2014年4月第1版 印次: 2014年4月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5667-0642-3/V·3

定 价: 38.00元

版权所有, 盗版必究

“月球与人类”丛书编委会

顾 问 王礼恒 吴伟仁
主 编 钟志华
副主编 焦维新 谢更新
编 委 张建华 肖 龙 杨力行
启 涛 邓湘金 岳 娜
彭盈盈 栗石军 杨小俊

“月球上的脚印”分册

分册主编 启 涛
编写成员 启 涛 邓湘金 岳 娜 彭盈盈



目 录

第一章 奔月——从梦想到现实/1

- 1. 幻想中驰骋/1
- 2. 理论中求索/6
- 3. 实践中推进/10

第二章 无人探月——苏联先驱功不可没/13

- 1. 月球——冷战中的新“战场”/13
- 2. 硕果累累的“月球”系列/17
- 3. 第一次亲密接触——月球软着陆/21
- 4. 第一次带回月球“礼物”——月壤/25
- 5. 月球上的移动实验室——月球车/29
- 6. 后起直追的美国军团/35

第三章 载人登月——太空争霸催生的奇迹/40

- 1. 月球一小步，人类一大步/40
- 2. 苏联，与成功擦肩而过/53
- 3. 美国，借助登月计划腾飞/55
- 4. 多国探月新高潮/57



第四章 嫦娥绕月——中国探月首战告捷/60

1. 欲上青天揽明月/60
2. “嫦娥一号”——中国第一个月球使者/68
3. “嫦娥二号”再续辉煌/102

第五章 嫦娥落月——国人登月为期不远 /122

1. “嫦娥三号”，落月虹湾/122
2. “玉兔”漫步月球，留下中国“脚印” /137
3. 三期工程——把月壤带回家/143
4. 期盼中国载人登月/156



第一章 奔月——从梦想到现实

1. 幻想中驰骋

1.1 浪漫的神话

月球是离地球最近的较大天体，古今中外的人们对月球寄予了许多浪漫的遐想，产生了很多关于月亮的动人故事。

古人仰望天宇，皎洁的月亮高悬在夜空中，或皓白似玉，或朦胧如雾，或新月如钩，或满月如盘。“月有阴晴圆缺”，古人可能不完全明白这其中的道理，只是用眼睛观察到月亮的诸多形态，再用浪漫的想象来解释它。月亮驱散黑暗、抚慰人心，人们举头望月、对月抒怀，将美好的憧憬、悠长的思念，喜悦与忧伤、壮志与失意，通通寄托在明月之上，由此产生了许多关于月亮的美丽神话。



图1-1 汉画像石上的“嫦娥奔月”



华夏民族留下了后羿射日、嫦娥奔月、吴刚伐桂、玉兔捣药、梯云挈月等民间故事和神话。其中，流传最广、最富有诗意的要数嫦娥奔月的美丽传说。

相传，嫦娥的丈夫后羿从西王母那里得到了不死药，交给嫦娥保管。逢蒙听说后，趁后羿不在家时去偷窃，偷窃不成便要加害嫦娥。情急之下，嫦娥吞下不死药飞到了天上。她不忍心离后羿太远，于是来到了月亮上的广寒宫，夜夜遥望人间。凄美的神话里，寄托着人们对月亮美好的想象。

在我国少数民族神话里，也有许多关于月亮的传说。

在布农族的神话里，月亮是由太阳变的。太古时代，天上有两个太阳，轮流照射大地，致使大地没有昼夜之分，十分炎热。一对夫妇耕作时，将睡着的婴儿放在树荫下的石堆旁，并用棕叶遮蔽妥当。但是，婴儿依然被残酷的太阳晒死了，变成蜥蜴躲进了石缝里。父亲十分悲愤，发誓要将太阳射下来为孩子报仇。射术精准的父亲果然射中太阳的一只眼睛，太阳的光芒顿时减弱，变成了月亮。

赫哲族的神话里，也有一位奔月的女人。古时候，一个妇女去江边挑水，望着明亮可爱的月亮，想到自己在婆家受到的种种虐待，突然萌生了一个念头——何不请月神帮忙，使自己脱离这个苦难的世界呢？她开始祈求月神，没想到，从远处江面上飘来了既像毯子又像扁舟的东西，停在她面前。她试着用脚尖往上一踩，整个身体不知不觉就上去了。这位妇女被凌空托起，惊慌时她抓住身边的树，不料那棵树竟然被连根拔了起来。

“飞毯”越飞越高。就这样，那位妇女和那棵树就来到了月亮上安居。

瑶族的神话里，月亮上有个美满的家庭。相传，月亮最初是方不方、圆不圆的，亮得使人睁不开眼，热得使人透不过气来。一对青年男女立志要改变月亮。力大无比的男青年将一支支利箭射向月亮，硬是把月亮一点点修理得圆圆的。可是，月亮光还是太亮了。于是，心灵手巧的女青年为月亮编织了一幅美丽的丝锦，让男青年挂在箭上，射到月亮上去把它盖起来。这样，月亮光就不那么刺眼了，原先织在丝锦上的房子、牛羊、桂花



树等图案，也印在月亮上了。后来，这对男女青年也来到了月亮上，过上了美满幸福的生活。

在古希腊神话中，同样有一位美丽的月亮女神——阿尔忒弥斯（Artemis）。她是太阳神阿波罗的妹妹，是位很棒的弓箭手，掌管着狩猎，心爱的弓箭和猎犬始终在她身边。每天她驾着银色的马车在夜空中奔驰，代表着夜的寒冷、寂寞以及亡灵的道路。她同样有一段悲伤的爱情故事。

海神波赛冬的儿子奥列翁（Orion）是位优秀的猎手。他与月亮女神阿尔忒弥斯相识并且相爱了，他们经常一起在丛林中狩猎、在海上飞奔，十分快乐。但是，阿波罗很讨厌奥列翁，不愿意妹妹与奥列翁在一起，于是决意除掉奥列翁。一天，奥列翁正在海面上飞奔时，阿波罗用金色的光罩住奥列翁，使任何人都看不出奥列翁的本来面目。然后，他怂恿喜欢射箭的妹妹把远处金色的物体当作靶子。阿尔忒弥斯不知道这是哥哥的阴谋，射出一支箭，正中奥列翁的头部。后来，当她知道自己射死的是心上人奥列翁时，伤心欲绝，日夜哭泣。她请求宙斯把奥列翁升到天上，希望自己乘坐银色马车在天空奔跑时可以看到他。宙斯接受了她的请求，把奥列翁变为猎户座。阿尔忒弥斯发誓终身不嫁，她要永远在夜空中陪伴着奥列翁。因此，阿尔忒弥斯也成为未婚少女的守护神。



图1-2 希腊神话中的月亮女神——阿尔忒弥斯（Artemis）



1.2 前瞻的科幻

神话传说中蕴含着人们对月球诗意的想象，随着科学的发展，人们在对月球的幻想中添加了科学元素，诞生了一批引人入胜的科幻小说。

德国理论天文学家约翰·开普勒写过一部科幻小说——《梦想》，在他去世四年之后的1634年出版。在小说中，冰岛航天员杜拉科图斯利用他母亲菲奥勒克斯希尔达的巫术，到达了月球。当时恰逢月食，地球的影子落在月亮上，正好形成一座桥梁，恶魔们经常利用这种桥行走于星球之间。他写道：“这段旅程非常危险，只有积极进取、不贪图享乐的人才能参加。我们只挑那些经常骑马或者经常到印度群岛航行的人，他们已经习惯靠硬面包或者压缩饼干、大蒜、干鱼粉等这些难吃的东西生存。”也许，这就是人们对宇宙飞行和挑选航天员标准的早期认识。开普勒意识到月球周围没有大气层，“旅途中将会非常冷，旅行者会感觉呼吸困难，不得不用湿海绵捂住鼻孔，这对于稀薄大气所带来的痛苦是一种很好的缓解”。这是一部小说，也是一部预言，描绘出未来人们探月的图景。

1827年，约瑟夫·阿特莱在他的《月球之行》中描述了一个由直径1.8米的铜船构成的飞行器，装有双层面板，能保持内部空气，并且里面衬着棉布，比较舒适。值得注意的是，船上还有一个足以容纳人的身体的宽阔开口，供出入船舱使用，即“进出舱活动的舱门”。

1835年，埃德加·艾伦·波写了一部小说，小说的主人公汉斯·普法尔乘着自制的气球到月球旅行，气球上的空气供给装置——生命保障系统，使主人公在途中能够在稀薄的空气中呼吸。气球的下面有几桶火药，在上升过程中，火药意外爆炸，使航行受到影响。爆炸力使机器失去了控制，主人公被爆炸的冲击力抛出热气球外，悬挂在舱外一条约91.4 cm长的细绳上，经历了一次意外的“系留出舱活动”。

1865年，法国科幻大师儒勒·凡尔纳的小说《从地球到月球》问世，幻想了人类在19世纪登上月球的情形。他设想，这些维多利亚女王时代的探索者戴着高高的帽子，穿着长长的外套和天鹅绒便服，在航天器里十分自由轻松。而且，他在小说中提到太空探索者需要充满空气的宇航服来获



得保护。关于出舱活动，儒勒·凡尔纳想到利用过渡舱来减压和增压，使主航天器的空气泄露被控制在最小范围内。他还提到，在太空中任何物体离开飞行器后，如果没有额外推力的话，会和它原来所乘的飞行器以相同的速度、朝相同的方向运动。小说中的情节是：一只狗在飞行中死去，被从过渡舱喷射到太空中“埋葬”，之后与飞行器保持同步，也飞抵月球。

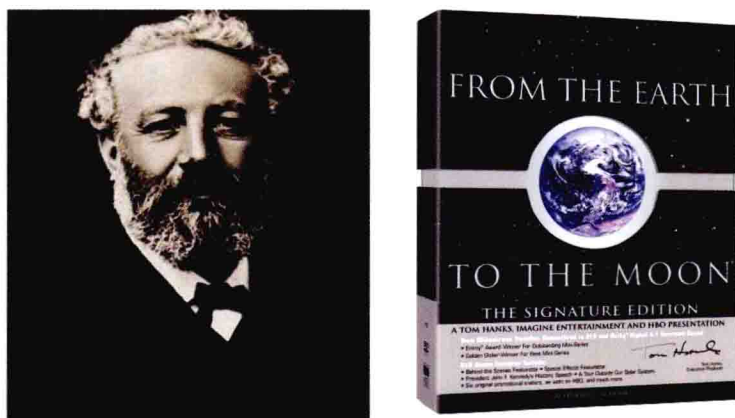


图1-3 儒勒·凡尔纳及其《从地球到月球》

令人惊奇的是，儒勒·凡尔纳在作品中的许多幻想，竟然成了未来科学发展的预言。一百多年后的1969年，当“阿波罗”登月成功之后，重读《从地球到月球》的人们，发现凡尔纳的设想与阿波罗登月中的数据，存在惊人的相似。比如书中提到的“月球炮弹”的发射点与“阿波罗”的发射点，同为佛罗里达卡纳维拉尔角；宇航员人数都为3人；“月球炮弹”飞行速度为36 000 英尺/秒，“阿波罗”火箭的速度为35 533 英尺/秒；凡尔纳估算炮弹飞行的时间为97小时13分20秒，真实的“阿波罗”登月用了103小时30分；两者的降落地点差距只有十几公里。这些惊人的相似，让人不得不佩服凡尔纳的远见卓识。



2. 理论中求索

2.1 石破天惊的“日心说”

14世纪到16世纪，文艺复兴开启了西方近代科学的大门。冲破了神学的束缚，人们对太阳系有了更多客观的认识，迈出科学认识宇宙的第一步。

在这一时期，伟大的波兰天文学家哥白尼在不朽著作《论天体的运转》中，提出了和基督教义格格不入的“日心说”，即宇宙的中心是太阳而不是地球。此前，古希腊天文学家托勒密的地心宇宙体系在天文学中占统治地位达1 300年之久，后来在宗教神学的支持下，成为不容置疑的真理。哥白尼学说颠覆了地心说，彻底改变了人类对宇宙的认识。

哥白尼对宇宙的具体构想是：宇宙以太阳为中心，行星都附在天球上围绕太阳转动，最外层是静止的“恒星天”。哥白尼学说现在看来虽然有很多不足，但在当时撼动了“地心说”，促使人类开始正确认识宇宙。



图1-4 哥白尼

17世纪到19世纪，天文学有了重大进展，人类对宇宙也有了进一步的认知，“日心说”得到越来越多的科学家的认可。17世纪早期，伽利略自制望远镜观察天体，发现有4颗卫星围绕木星运行，还发现月球上有山和月海，还观察到太阳黑子和金星相位变化等现象。1632年，伽利略发表《关



于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》，支持哥白尼的“日心说”，触怒了罗马教廷，并被处以八年软禁。在伽利略去世320多年后，乘“阿波罗-15”飞船登月的宇航员斯科特将一把锤子和一根羽毛带上了月球，在没有大气的月球上做了有趣的自由落体试验，结果当然是轻柔的羽毛和沉重的铁锤同时落到月面。

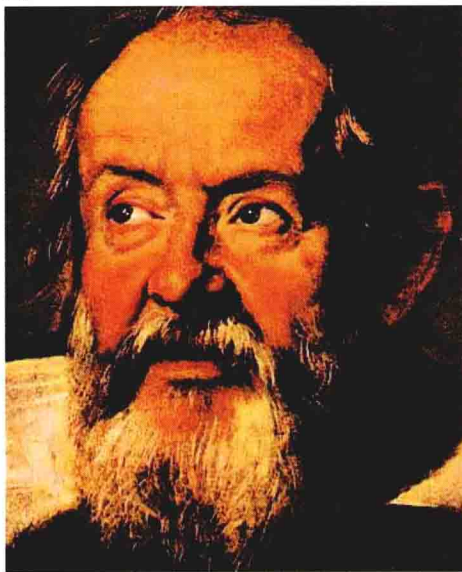


图1-5 伽利略

德国理论天文学家约翰·开普勒也是哥白尼学说的坚定拥护者，他在丹麦天文学家第谷的丰富的天文观测资料基础上，深入研究并陆续发现了行星运动的三大定律。行星在椭圆轨道上运动的理论使开普勒正式建立了太阳系的概念，这是人类正确认识宇宙的里程碑。

2.2 登月之路的理论先驱

进入20世纪，科学技术的迅猛发展，使科学家开始认真思考人类进入太空的问题。俄罗斯科学家齐奥尔科夫斯基被公认为是宇宙航行理论的奠基人；而在工程实践方面，戈达德、奥伯特和布劳恩则是杰出的代表。

1857年9月17日，齐奥尔科夫斯基出生于俄罗斯一个贫寒的家庭里。10



岁时，由于患了严重的猩红热病，他的听觉几乎完全丧失，这使他无法进学校学习，由妈妈在家中为他补课。

16岁时，齐奥尔科夫斯基有机会来到莫斯科。在莫斯科的三年中，他完全投入图书馆的怀抱。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。他在这方面的兴趣，很大程度上是受儒勒·凡尔纳的科幻小说的影响。刻苦的自学使齐奥尔科夫斯基获得了大量的科学知识，也为他后来的研究工作奠定了重要基础。

他从1896年起对喷气飞行器进行了系统的原理性研究，绘制了宇宙飞船示意图。1903年，他发表了《利用喷气装置探索宇宙空间》。这一论文和以后的其他著作，论证了有关宇宙航行的若干理论和工程实现问题。这些问题包括：靠空气提供的升力是不能进入太空的，要在宇宙空间飞行，必须使用自带推进剂、不依赖空气的火箭发动机；宇宙航行应使用如液氧—煤油那样的高能液体推进剂，可以用液体燃料泵调节流量，控制火箭推力；要挣脱地球引力和克服空气阻力飞出地球，单级火箭还做不到，必须用多级火箭接力……这些理论以及他推导出来的在发动机工作期间获得速度增量的齐奥尔科夫斯基公式，奠定了宇宙航行的重要理论基础。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。



图1-6 齐奥尔科夫斯基

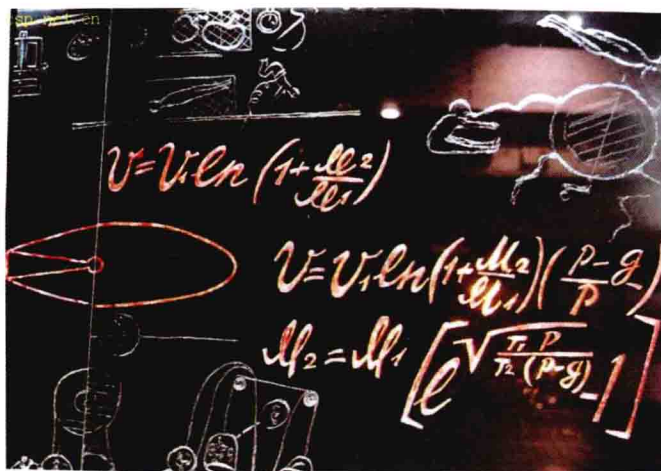


图1-7 齐奥尔科夫斯基手稿

德国火箭工程师的创始人奥伯特是一名数学和物理学教授，后来参加过“V-2”火箭的研制。他于1923年发表了著作《飞向星际空间的火箭》，确立了火箭在宇宙空间推进的基本原理，对液体燃料火箭、人造地球卫星、宇宙飞船、空间站进行了研究和探讨。1929年，他开始设计名为“锥形喷管”的小型液体推进剂火箭。这种火箭的成功制造是德国火箭技术史上的一个重要里程碑。

美国科学家戈达德是第一个把齐奥尔科夫斯基的液体火箭理论付诸工



程实践的人。他于1926年3月16日发射了世界上第一枚使用液氧—煤油的液体燃料火箭。

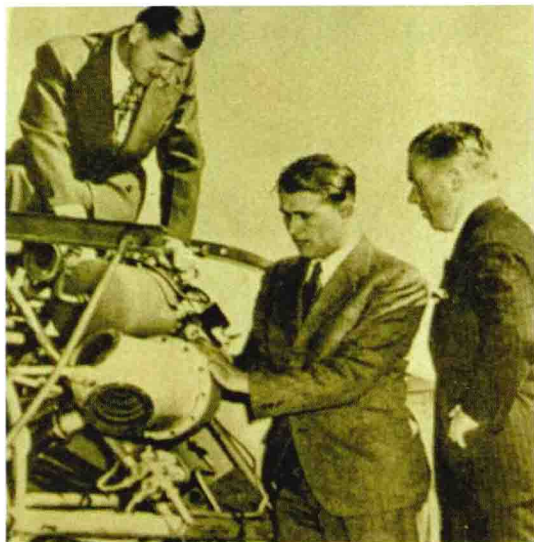


图1-8 布劳恩与“V-2”导弹

布劳恩曾是奥伯特的助手，参与了“锥形喷管”的研制工作，1942年，他主持研制的“A-4”液体火箭升高已达85 km，射程达190 km，速度则是音速的5倍以上。后来，希特勒下令将“A-4”火箭装上弹头攻击英国，这样就出现了为世人所熟知的“V-2”导弹。该武器曾给英国、法国、比利时人民带来巨大的恐怖和灾难。第二次世界大战结束时，苏联得到了纳粹德国的火箭研制设备和资料，美国则得到了布劳恩为首的一批德国火箭专家。布劳恩立即成为美国火箭研制工作的核心科学家，主持了美国第一颗人造卫星的研制和“阿波罗”登月计划。

3. 实践中推进

20世纪50年代起，月球探测由理论走向实践，凭借现代航天科技，人们围绕着月亮“大显身手”，进行月球探测。在实践中，不断推进月球探



测技术。纵观近半个世纪以来开展的探月活动，可以发现科学家的探月六“招式”。

· 第一招：飞——飞越探测

飞越探测是发射月球探测器从距月球几千千米到几百千米处飞越，同时对月球表面进行摄像，但可拍摄的时间较短。1959年10月7日，苏联的“月球-3”在距离月球约6 000 km处飞越月球，首次向地球传回了月球背面的图像。

· 第二招：撞——撞击月球

撞击月球也称为硬着陆，即发射探测器直接撞击月球表面，并在接近月球过程中对其近距离摄像。苏联的“月球-2”探测器于1959年9月首次实现月球硬着陆，领先一步。美国的“徘徊者”系列探测器的主要目标是为了试验月球硬着陆，共发射了9次，前6次都失败了。1964年“徘徊者-7”成功实现月球硬着陆，随后“徘徊者-8”、“徘徊者-9”也相继撞击月球表面，并发回了大量高分辨率的照片，为“勘测者”系列和“阿波罗”计划提供了大量有价值的数据。2006年9月3日，欧洲“斯玛特-1”采用了这种方式撞击了月球。2008年发射的印度“月球初航-1”也搭载一个质量30 kg的撞击器来撞击月球，以激起月球土壤，获取有关矿物质和水的科学数据。2009年6月升空的美国“月球坑观测和遥感卫星”探测器，分两次撞击月球南极，希望能找到那里有水或其他化合物的痕迹。由此可见，用撞击方式来探测月球内部正成为一种发展趋势。

· 第三招：绕——绕月探测

绕月探测也称环月探测，即发射绕月飞行的探测器，在月球轨道上通过各种遥测手段，对全部或部分月面进行探测。1966年，苏联的“月球-10”探测器首次实现环月飞行。1968年，美国的“阿波罗-8”首次实现了载人环月飞行。中国的“嫦娥一号”、印度的“月球初航-1”等都属于这一类。

· 第四招：落——落月探测

落月探测也称为软着陆，即发射月球软着陆器平稳降落在月球表面，利用携带的探测仪器在着陆区进行就位探测。一些软着陆器还携带月球表